

中华人民共和国农业部渔船检验局

钢质海洋渔船建造规范

1998

国防工业出版社

中华人民共和国农业部渔船检验局

钢质海洋渔船建造规范

1998

中华人民共和国农业部渔船检验局
农渔检（规）〔1998〕23号文公布
自1999年1月1日起施行

国防工业出版社

总 则

一、为进一步贯彻我国的有关法律、法令、规章以及我国政府批准接受的有关国际公约对渔船安全方面的具体规定，以便于相关部门的技术操作与技术监督，特制定《钢质海洋渔船建造规范 1998》(以下简称本规范)。

二、本规范适用于船长不小于 12m 但小于 90m 的钢质海洋渔船。

三、本规范所述的渔船系指直接从事海洋生物捕捞作业的船舶，对其他渔业船舶，若按本规范建造时，应征得验船部门的同意。

四、本规范生效前已开工建造(指已安放龙骨或第一分段已开工)的渔船，仍按原依据的规范进行建造和检验；本规范生效时尚未开工建造的渔船，应依据本规范的要求进行修改后重新报审。

五、在执行本规范的过程中，如认为某项规定不适应某船，可提出相应的理论计算或试验依据，验船部门随时愿意在等效的前提下给予变通处理。

六、本规范颁布生效之日起，原《钢质海洋渔船建造规范 1985》及《小型钢质海洋渔船建造规范 1988》即停止施行。

七、本规范的解释权属中华人民共和国农业部渔船检验局。

目 录

总 则	· · · · ·
第一篇 船体	· · · · ·
第一章 一般规定	· · · · ·
第1节 通则	· · · · ·
第2节 船体构件	· · · · ·
第3节 船体结构用钢	· · · · ·
第4节 船体结构的焊缝设计	· · · · ·
第5节 结构防腐	· · · · ·
第6节 船体密性试验	· · · · ·
第7节 通风筒、空气管、排水孔和排水舷口	· · · · ·
第8节 门、舷窗和窗	· · · · ·
第9节 载重线标志	· · · · ·
第2章 船体结构	· · · · ·
第1节 总纵强度	· · · · ·
第2节 外板	· · · · ·
第3节 甲板	· · · · ·
第4节 单层底	· · · · ·
第5节 双层底	· · · · ·
第6节 舷侧骨架	· · · · ·
第7节 甲板骨架	· · · · ·
第8节 支柱	· · · · ·
第9节 水密舱壁	· · · · ·
第10节 深舱	· · · · ·
第11节 首柱、尾柱、舵柱、球鼻首、尾轴架、螺旋桨导管和挂舵臂	· · · · ·
第12节 船端加强	· · · · ·
第13节 机座及轴隧	· · · · ·
第14节 上层建筑及升高甲板	· · · · ·
第15节 甲板室及机舱棚	· · · · ·
第16节 舷墙、栏杆及其他	· · · · ·
第17节 舱口	· · · · ·
第18节 其他	· · · · ·
第19节 对船长小于24m船舶结构的特别规定	· · · · ·
第3章 船装	· · · · ·
第1节 舵	· · · · ·
第2节 锚泊及系泊设备	· · · · ·
第3节 其他	· · · · ·
第4章 航行冰区的加强	· · · · ·
第1节 通则	· · · · ·
第2节 冰区加强	· · · · ·
第二篇 轮机及渔捞机械设备	· · · · ·

第1章	一般规定	· · · · ·
第1节	通则	· · · · ·
第2节	布置	· · · · ·
第2章	泵和管系的一般规定	· · · · ·
第1节	通则	· · · · ·
第2节	碳钢和低合金钢	· · · · ·
第3节	铜和铜合金	· · · · ·
第4节	其他材料	· · · · ·
第5节	液压试验和密性试验	· · · · ·
第3章	船舶管系和舱室通风系统	· · · · ·
第1节	通则	· · · · ·
第2节	除机器处所外其他舱室的排水	· · · · ·
第3节	机器处所的排水	· · · · ·
第4节	舱底泵和舱底管系	· · · · ·
第5节	压载及甲板排水管系	· · · · ·
第6节	空气、溢流和测量管	· · · · ·
第7节	舱室通风系统	· · · · ·
第4章	动力管系	· · · · ·
第1节	通则	· · · · ·
第2节	燃油管系	· · · · ·
第3节	蒸汽管系	· · · · ·
第4节	锅炉给水系统	· · · · ·
第5节	冷却水系统	· · · · ·
第6节	滑油系统	· · · · ·
第7节	液压传动管系	· · · · ·
第8节	排气、排烟管系	· · · · ·
第9节	压缩空气管系	· · · · ·
第5章	柴油机	· · · · ·
第1节	通则	· · · · ·
第2节	曲轴	· · · · ·
第3节	主要固定件	· · · · ·
第4节	管系	· · · · ·
第5节	起动装置	· · · · ·
第6节	扫气 —— 增压装置	· · · · ·
第7节	调速器及超速保护装置	· · · · ·
第8节	液压试验	· · · · ·
第6章	齿轮箱	· · · · ·
第1节	通则	· · · · ·
第2节	材料	· · · · ·
第3节	齿轮承载能力计算	· · · · ·
第4节	主要结构	· · · · ·
第5节	试验	· · · · ·
第7章	轴系及螺旋桨	· · · · ·

第1节	通则	.....
第2节	轴系	.....
第3节	轴系及传动装置	.....
第4节	扭转振动	.....
第5节	螺旋桨	.....
第6节	压力试验	.....
第8章	锅炉和压力容器	.....
第1节	通则	.....
第2节	辅助锅炉	.....
第3节	锅炉附件	.....
第4节	压力容器	.....
第5节	座板和接管	.....
第6节	开孔和加强	.....
第7节	液压试验	.....
第9章	操舵装置和锚机	.....
第1节	操舵装置	.....
第2节	锚机	.....
第10章	渔捞机械设备	.....
第1节	通则	.....
第2节	绞机	.....
第3节	输送装置	.....
第4节	试验	.....
第11章	主推进装置的遥控系统	.....
第1节	通则	.....
第2节	结构和设计	.....
第3节	驾驶室遥控	.....
第4节	机器处所集控室(站)遥控	.....
第12章	轮机自动化	.....
第1节	通则	.....
第2节	控制系统	.....
第3节	安全系统	.....
第4节	报警系统	.....
第5节	驾驶室和机器处所集中控制室遥控, 机器处所集中控制室有人值班的自动化要求	.....
第6节	定期无人值班机器处所	.....
第7节	自动化监控项目表	.....
第8节	备件	.....
第13章	备件	.....
第1节	通则	.....
第2节	备件表	.....
第三篇	电气装置	.....
第1章	一般规定	.....
第1节	通则	.....
第2节	环境条件与工作条件	.....

第3节	设计、制造与安装	· · · · ·
第2章	系统与装置	· · · · ·
第1节	配电系统	· · · · ·
第2节	需用系数	· · · · ·
第3节	系统保护	· · · · ·
第4节	主电源	· · · · ·
第5节	应急电源	· · · · ·
第6节	船舶机械与设备的电力拖动	· · · · ·
第7节	照明	· · · · ·
第8节	航行灯与其他号灯	· · · · ·
第9节	无线电设备与航行设备	· · · · ·
第10节	船内通信与信号设备	· · · · ·
第11节	电热器具	· · · · ·
第12节	蓄电池组	· · · · ·
第13节	电缆	· · · · ·
第14节	接岸电	· · · · ·
第15节	避雷装置	· · · · ·
第3章	备件与备品	· · · · ·
第1节	通则	· · · · ·
第2节	配备要求	· · · · ·
第4章	电气设备的制造和试验	· · · · ·
第1节	旋转电机	· · · · ·
第2节	配电板与配电电器	· · · · ·
第3节	控制设备	· · · · ·
第4节	电缆	· · · · ·
第5节	电力与照明变压器	· · · · ·
第6节	蓄电池	· · · · ·
第7节	电力与半导体变流器	· · · · ·
第8节	照明灯具	· · · · ·
第9节	航行灯与其他号灯	· · · · ·
第10节	船内通信与信号设备	· · · · ·
第11节	电热器具	· · · · ·
第12节	附具	· · · · ·
第四篇	冷藏及速冻装置	· · · · ·
第1章	一般规定	· · · · ·
第2章	制冷装置	· · · · ·
第1节	制冷机组	· · · · ·
第2节	制冷压缩机	· · · · ·
第3节	受压容器、管路及辅助设备	· · · · ·
第4节	制冷机室或制冷机组安装处所	· · · · ·
第5节	安全设备	· · · · ·
第6节	速冻装置	· · · · ·
第7节	备件	· · · · ·

第3章	冷藏鱼舱	· · · · ·
第1节	冷藏鱼舱结构及附属件	· · · · ·
第2节	绝热	· · · · ·
第4章	试验	· · · · ·
第1节	压力试验	· · · · ·
第2节	效用试验	· · · · ·
第五篇	消防	· · · · ·
第1章	一般规定	· · · · ·
第1节	通则	· · · · ·
第2节	定义	· · · · ·
第3节	防火控制图	· · · · ·
第4节	其他	· · · · ·
第2章	结构防火	· · · · ·
第1节	对船长不小于60m渔船的要求	· · · · ·
第2节	对船长不小于45m但小于60m的渔船的要求	· · · · ·
第3节	对船长不小于30m但小于45m的渔船的要求	· · · · ·
第4节	对船长小于30m渔船的要求	· · · · ·
第3章	自动喷水系统	· · · · ·
第1节	通则	· · · · ·
第2节	喷水器与压力柜	· · · · ·
第3节	供水泵与动力源	· · · · ·
第4章	探火及失火报警系统	· · · · ·
第1节	通则	· · · · ·
第2节	固定式探火与失火报警系统	· · · · ·
第3节	抽烟式探火系统	· · · · ·
第4节	手动火警按钮与专用报警器	· · · · ·
第5章	固定式灭火系统	· · · · ·
第1节	水灭火系统	· · · · ·
第2节	压力水雾灭火系统	· · · · ·
第3节	固定式二氧化碳灭火系统	· · · · ·
第4节	机器处所的固定式高倍泡沫灭火系统	· · · · ·
第5节	固定式灭火系统的配备	· · · · ·
第6章	消防用品	· · · · ·
第1节	灭火器的一般规定	· · · · ·
第2节	灭火器的配置	· · · · ·
第3节	消防员装备	· · · · ·
第六篇	焊接	· · · · ·
第1章	一般规定	· · · · ·
第1节	通则	· · · · ·
第2节	试验	· · · · ·
第2章	焊接工艺认可试验	· · · · ·
第1节	通则	· · · · ·
第2节	对接焊工艺认可试验	· · · · ·

第3节	角接焊工艺认可试验	· · · · ·
第3章	焊接材料	· · · · ·
第1节	通则	· · · · ·
第2节	焊接材料的力学性能	· · · · ·
第3节	电弧焊焊条	· · · · ·
第4节	埋弧自动焊的焊丝——焊剂	· · · · ·
第5节	半自动、自动焊的焊丝与焊丝——气体	· · · · ·
第6节	电渣焊或气电立焊的焊接材料	· · · · ·
第7节	单面焊接双面成型的焊接材料	· · · · ·
第4章	船体结构焊接	· · · · ·
第1节	通则	· · · · ·
第2节	船体结构的焊接	· · · · ·
第3节	焊缝检验与修补	· · · · ·
第5章	锅炉及受压容器的焊接	· · · · ·
第1节	通则	· · · · ·
第2节	锅炉及受压容器的产品焊接试验	· · · · ·
第3节	锅炉及受压容器的制造	· · · · ·
第4节	热处理	· · · · ·
第5节	检验与修补	· · · · ·
第6章	主要机件的焊接	· · · · ·
第1节	通则	· · · · ·
第2节	转子轴的焊接	· · · · ·
第3节	机座、机架、气缸与壳体等构件的焊接	· · · · ·
第7章	压力管系的焊接	· · · · ·
第1节	通则	· · · · ·
第2节	管子接头的焊接	· · · · ·
第3节	焊接质量检查	· · · · ·
第4节	焊后热处理	· · · · ·
第七篇	材料	· · · · ·
第1章	一般规定	· · · · ·
第1节	通则	· · · · ·
第2节	试验与检验	· · · · ·
第3节	热处理	· · · · ·
第2章	力学性能试验与工艺性能试验	· · · · ·
第1节	通则	· · · · ·
第2节	拉伸试验	· · · · ·
第3节	弯曲试验	· · · · ·
第4节	冲击试验	· · · · ·
第5节	管材延性试验	· · · · ·
第3章	钢板、扁钢和型钢	· · · · ·
第1节	通则	· · · · ·
第2节	一般强度船体结构用钢	· · · · ·
第3节	锅炉与受压容器用钢	· · · · ·

第4节	机械结构用钢	· · · · ·
第4章	锻钢件	· · · · ·
第1节	通则	· · · · ·
第2节	船体结构用锻钢件	· · · · ·
第3节	轴系与机械结构用锻钢件	· · · · ·
第4节	曲轴锻钢件	· · · · ·
第5节	齿轮锻钢件	· · · · ·
第6节	锅炉、受压容器与管系用锻钢件	· · · · ·
第5章	铸钢件	· · · · ·
第1节	通则	· · · · ·
第2节	船体结构用铸钢件	· · · · ·
第3节	机械结构用铸钢件	· · · · ·
第4节	曲轴铸钢件	· · · · ·
第5节	锅炉、受压容器与管系铸钢件	· · · · ·
第6节	螺旋桨铸钢件	· · · · ·
第6章	铸铁件	· · · · ·
第1节	通则	· · · · ·
第2节	灰铸铁件	· · · · ·
第3节	球墨铸铁件	· · · · ·
第4节	曲轴铸铁件	· · · · ·
第7章	钢管	· · · · ·
第1节	通则	· · · · ·
第2节	无缝压力管	· · · · ·
第3节	焊接压力管	· · · · ·
第4节	锅炉管与过热器管	· · · · ·
第8章	有色金属	· · · · ·
第1节	铜质螺旋桨	· · · · ·
第2节	铸铜合金	· · · · ·
第3节	铜管	· · · · ·
第4节	轴承合金	· · · · ·
第5节	铝合金活塞	· · · · ·
第9章	专用设备	· · · · ·
第1节	船用锚	· · · · ·
第2节	锚链及其附件	· · · · ·
第3节	钢丝绳	· · · · ·
第4节	纤维绳	· · · · ·

第一篇 船 体

第 1 章 一般规定

第 1 节 通 则

1.1.1 适用范围

1.1.1.1 本篇适用于焊接结构的横骨架式钢质海洋渔船。

1.1.1.2 本篇适用于渔船的主尺度比值范围为:

$$L/D \leq 14;$$

$$B/D \leq 3.0.$$

式中: L 、 B 、 D —— 见本节 1.1.2.1、1.1.2.2 及 1.1.2.3。

1.1.1.3 特殊船型或特殊尺度的渔船和采用新结构型式的船舶, 其结构尺寸应另行考虑, 并应取得验船部门同意。

1.1.2 定义

1.1.2.1 船长 L (m): 沿最大吃水处水线, 由首柱前缘量至舵柱后缘的长度; 对无舵柱的船舶, 为首柱前缘量至舵杆中心线的长度; 但均不得小于该水线长度的 96%, 且不必大于 97%。

1.1.2.2 船宽 B (m): 在船的最宽处, 由一舷的肋骨外缘量至另一舷肋骨外缘的水平距离。

1.1.2.3 型深 D (m): 在船的中横剖面处, 沿船舷由平板龙骨上缘量至工作甲板横梁上缘的垂直距离; 对甲板舷侧为圆弧形的船舶, 则由平板龙骨上缘量至工作甲板横梁上缘延伸线与肋骨外缘延伸线的交点。

对工作甲板呈阶梯状的船舶, 当船长中点处有升高甲板时, 其型深应量至较低部分甲板与升高甲板相平行的延伸线。

1.1.2.4 吃水 d (m): 在船的中横剖面处, 由平板龙骨上缘量至最大吃水水线的垂直距离。

1.1.2.5 工作甲板: 是指用于捕捞作业的最大吃水水线以上的最低一层连续甲板。若船舶设有两层或多层连续甲板, 则位于最大吃水水线上面的较低一层甲板为工作甲板。

1.1.2.6 上层连续甲板: 船体的最高一层全通甲板。

1.1.2.7 强力甲板

1) 上层连续甲板; 或

2) 在船中部 $0.4L$ 区域内长度不小于 $0.15L$ 的上层建筑甲板和此上层建筑区域以外的上层连续甲板。

1.1.2.8 舱壁甲板: 各水密横舱壁都能到达的连续甲板。

1.1.2.9 平台甲板: 强力甲板以下, 不计入船体总纵强度的不连续甲板。

1.1.2.10 上层建筑及甲板室: 在工作甲板上, 由一舷伸至另一舷的或其侧壁板离船壳板向内不大于 4% 船宽(B)的围蔽建筑为上层建筑, 即首楼、桥楼、尾楼, 其他的围蔽建筑为甲板室。

1.1.2.11 长上层建筑及短上层建筑: 长度大于 $0.15L$, 且不小于其高度六倍的上层建筑为长上层建筑, 不符合长上层建筑条件的为短上层建筑。

1.1.2.12 长甲板室及短甲板室: 长度大于 $0.15L$, 且不小于其高度六倍的甲板室为长甲板室, 不符合长甲板室条件的为短甲板室。

1.1.2.13 最大吃水:允许最大作业吃水。

1.1.2.14 首、尾垂线:首垂线为通过首柱前缘与最大吃水水线交点的垂线。尾垂线为通过舵柱后缘(对无舵柱的船舶为舵杆中心线)与最大吃水水线交点的垂线。

1.1.2.15 中横剖面:通过首、尾垂线中点,垂直于水线面及中线面的船体横剖面。

1.1.2.16 主要构件:船体的主要支撑构件称为主要构件,如强肋骨、舷侧纵桁、强横梁、甲板纵桁、实肋板、船底桁材、舱壁桁材等。

1.1.2.17 次要构件:一般是指板的扶强构件,如肋骨、横梁、舱壁扶强材、组合肋板的骨材等。

1.1.2.18 方形系数 C_b :方形系数 C_b 由下式确定:

$$C_b = \nabla / (LBd)$$

式中: ∇ ——相应于最大吃水时的型排水体积, m^3 ;

L ——船长, m ;

B ——船宽, m ;

d ——最大吃水, m 。

1.1.3 特别规定

除另有说明外,本篇引用的 L 、 B 、 D 均指本节 1.1.2.1、1.1.2.2 及 1.1.2.3 阐述的定义。

第 2 节 船体构件

1.2.1 一般要求

1.2.1.1 本篇各公式要求的剖面模数和惯性矩,除有特殊规定者外,均为连同带板的最小要求数值。

1.2.1.2 本篇规定的各种构件,除另有规定者外,不得任意开孔。如必需开孔,应充分考虑开孔后的影响,并应经验船部门同意。

1.2.1.3 公式或表格中,如仅规定船中部及船端的构件尺寸时,则其中间区域的构件尺寸应逐渐变化。在强构件的中断处,应有良好的过渡。

1.2.1.4 本篇各表列数值,除另有规定者外,其中间值均可用内插法求得。

1.2.1.5 选用型钢时,带板型钢的剖面要素可由本篇末的附录 I 查得。当实际带板剖面积小于表列时,应按实际带板计算。

1.2.1.6 本篇计算所得的板厚值,如小数不大于 0.25mm,可予不计;大于 0.25mm 而小于 0.5mm 时,应进至 0.5mm;如无 0.5mm 规格时及在超过 0.5mm 时应进为 1mm。但当构件计算所得的板厚值大于 10mm 时,而小数不足 0.5mm 时应进至 0.5mm,而无 0.5mm 规格时,小数可予不计;小数不小于 0.5mm 时应进为 1mm。

1.2.1.7 本规范中所规定的各种构件尺寸均系最小值,但具有强度计算、应力测量或营运经验确证能减小尺寸者,经验船部门同意后可予减小。

在营运中腐蚀和磨耗特别严重的部分构件,应另行考虑适当增厚或采取其他有效措施。

1.2.2 构件的带板

1.2.2.1 主要构件带板的有效剖面积 A 应按下列各式确定,但取不小于面板的剖面积:

1) 安装在平板上:

$$A = 10 f b t_p \quad \text{cm}^2$$

2) 安装在槽形板上且与槽形平行的:

$$A = 10 at \quad \text{cm}^2$$

3) 安装在槽形板上且与槽形成直角的:

$$A = 10 b_f t_f \quad \text{cm}^2$$

式中: f —— 系数, $f = 0.3(l/b)^{2/3}$, 但不大于 1;

b —— 主要构件所支承的面积的平均宽度, m;

t_p —— 带板的平均厚度, mm;

l —— 主要构件的长度, m;

a —— 槽形板平面部分的宽度, mm;

t —— 槽形板厚度, mm;

b_f —— 主要构件面板宽度, mm;

t_f —— 主要构件面板厚度, mm。

1.2.2.2 次要构件的带板宽度, 取一个骨材间距。

1.2.3 构件的跨距点

1.2.3.1 除另有规定者外, 本篇计算构件所取的计算跨距均为跨距点之间的有效跨距。

1.2.3.2 主要构件的跨距点应取距离构件末端为 b_e 的点(见图 1.2.3.2)。

$$b_e = b_b \left(1 - \frac{d_w}{d_b}\right)$$

图 1.2.3.2

1.2.3.3 次要构件的跨距点, 当设置端部肘板时, 如图 1.2.3.3 所示。当不设置端部肘板时, 跨距点取在该构件的端部。

图 1.2.3.3

1.2.3.4 当构件相对于垂向或水平轴向倾斜超过 10° 时, 其跨距应沿构件量取。

1.2.3.5 如果构件两端的支撑结构不能有效地防止转动和位移, 则构件使用的有效跨距应另行考虑。

1.2.4 结构细则

1.2.4.1 主要构件的布置应确保结构的有效连续性, 避免剖面或高度的突然变化。当构件在舱壁或其他主要构件的两侧对接时, 应保证其位置在同一直线上。主要构件要构成一个连续性的支撑, 并尽可能构成一个完整的环形框架, 环形框架的连接处应尽可能采用弧形肘板, 弧形半径应不小于邻接构件的腹板高度。

1.2.4.2 主要构件的腹板厚度 t_w 应不小于 $0.01 S_w$; 其中 S_w 为腹板上的扶强材间距或无扶强的腹板高度(mm); 在货舱内 t_w 应不小于 7mm, 在液体舱内应不小于 8mm; 对船长小于 60m 但不小于 40m 的渔船

可减少 1mm, 对船长小于 40m 的渔船可减少 2mm。

1.2.4.3 主要构件的面板剖面积 A_f 一般应不超过 $d_w t_w / 15 (\text{cm}^2)$; 其中 d_w 为腹板的高度(mm); t_w 为腹板厚度(mm)。

1.2.4.4 主要构件应设置防倾肘板。当主要构件为对称剖面时, 应每四个骨材间距在腹板的两侧对称设置防倾肘板或每二个骨材间距于腹板的两侧交错设置防倾肘板。当主要构件为非对称剖面时, 应每隔一根骨材设置单侧的防倾肘板。主要构件承受集中载荷处也应设置防倾肘板。在主要构件端肘板的趾端处, 如果腹板高度与其厚度之比大于 55, 也应设置防倾肘板或加强筋。

防倾肘板的厚度与主要构件腹板厚度相同, 防倾肘板应伸至主要构件的面板或折边并与之焊接。

1.2.4.5 所有结构上的开口应尽量避免开应力集中区域, 如无法避开时应作相应补偿。开口的角隅处均应有良好的圆角。构件与板材直接连接时应避免出现硬点。

1.2.5 直接计算

1.2.5.1 当有专门要求时, 或者采用新颖的结构形式, 或者结构的布置、船舶尺度超出本规范规定时, 应进行结构直接计算。

1.2.5.2 本规范要求的构件尺寸和结构布置也可采用直接计算来等效确定。

1.2.5.3 若采用直接计算, 则应向验船部门提交能评定其方法、程序正确性的资料, 同时应提供:

- 1) 计算的结构模型及其边界条件;
- 2) 所分析的结构参数、特征数据汇总表;
- 3) 载荷详图和加载方法;
- 4) 计算结果的总结表及相应说明。

第 3 节 船体结构用钢

1.3.1 一般要求

1.3.1.1 船体结构用钢的化学成分和力学性能应符合本规范第七篇第 2 章的有关规定。

1.3.1.2 船用钢材的制造和试验应符合本规范第七篇第 1 章及第 2 章的有关规定。

1.3.1.3 尾柱、舵柱、尾轴架、舵杆及其他结构用的锻钢件、铸钢件应符合本规范第七篇第 4 章和第 5 章的有关规定。

1.3.1.4 钢以外的其他材料应根据等效原则特殊考虑。

1.3.1.5 对船长小于 30m 的船舶, 其次要构件、短上层建筑及甲板室允许使用沸腾钢。

1.3.2 材料级别

1.3.2.1 船体结构所用的钢级及其化学成分和力学性能应满足本规范第七篇第 3 章第 2 节的要求。

1.3.2.2 为了防止断裂, 全船不同部位的船体构件按其所承受的应力情况分为四个材料级别, 见表 1.3.2.2。表中没有列入的构件, 一般可按材料级别 I 处理。

1.3.2.3 船体构件应根据其所对应的材料级别和所取厚度选用钢级, 见表 1.3.2.3。

1.3.2.4 在船中 $0.4 L$ 区域内, 凡采用钢级 E 或材料级别 IV 的单列板, 其宽度应不小于 $(800+5 L) \text{mm}$, 但不必大于 1800mm。

1.3.2.5 凡在全宽度内设双层底的船舶, 在船中 $0.4 L$ 区域内的舳列板可按材料级别 III 要求。

1.3.2.6 大开口角隅处的甲板板必须予以特殊考虑。凡可能产生局部高应力的区域, 应按材料级别 IV 要求。

1.3.2.7 用于增强构件的材料级别以及用于焊接连接件的材质，例如流水沟的扁钢或舳龙骨，通常应与该处的船体外板相同。

表 1.3.2.2 船体结构材料级别

构件名称	材料级别		
	在中部 0.4 <i>L</i> 区域内	在中部 0.4 <i>L</i> ~0.6 <i>L</i> 区域内	在中部 0.6 <i>L</i> 以外区域内
与强力甲板连接的舷顶列板 强力甲板边板 舷顶列板或圆弧形舷板 舳列板	IV	III	II
强力甲板 船底板(包括龙骨板) 强力甲板上的纵向连续构件 纵舱壁的上列板	III	I	I
除上述以外的露天甲板列板 舷侧外板 纵舱壁的下列板	II	I	I
挂舵臂的外包板			III
舵柱 挂舵臂的内包板 舵 尾轴架			II
注:当船长小于 45m 时，本表所列的 II、III、IV 级均可相应降低为 I、II、III 级。			

表 1.3.2.3 船体构件应选用的钢材

一般强度结构钢		t≤15	15<t≤20	20<t≤25	25<t≤30	30<t≤35	t>35
	I	A	A	A	A	A	A
	II	A	A	A	A	B	B
	III	A	A	B	D	D	D
	IV	A	B	D	E	E	E

1.3.2.8 在尾楼前端和桥楼两端处的甲板板、舷顶列板以及纵舱壁上列板的材料级别，应与船中 0.4 *L* 区域内的材料级别相同。

1.3.3 对冷藏和冻结室结构用钢的要求

1.3.3.1 当冷藏舱和冻结室内结构的最低设计温度低于 0℃时，除满足本节 1.3.2.3 要求外，其甲板板、甲板纵桁腹板、与甲板连接的纵舱壁上列板、支承舱口盖的承梁及其面板，所选用的钢材级别一般应符合表 1.3.3.1 的规定。

表 1.3.3.1 冷藏舱及冻结室内船体用钢和钢级

钢板厚度 \ 设计温度	一般强度结构钢		
	0℃～－10℃	－10℃～－25℃	－25℃～－40℃
t≤12.5	B	D	E
12.5<t≤22.5	D	E	特殊考虑
t>25.5	E	特殊考虑	特殊考虑

1.3.3.2 决定冷藏和冻结室甲板的最低设计温度可以按温度梯度计算法决定，也可按表 1.3.3.2 确定。

表 1.3.3.2 冷藏舱及冻结室甲板的设计温度

序号	布置	甲板温度
1	冷藏舱及冻结室内甲板无绝缘材料覆盖时	以冷藏舱及冻结室内温度计算
2	甲板在冷藏舱内的一面用绝缘材料覆盖，而另一面 无绝缘材料时	以无绝缘材料一面的温度为准
3	甲板的两面均有绝缘材料覆盖： 1) 温差≤11℃时 2) 11℃<温差≤33℃时 3) 温差>33℃时	以甲板上方和下方两舱内的平均温度计算 以甲板上方和下方两舱内的平均温度减去 3℃后计算 特殊考虑
注:若有关的内部舱室之一为非冷藏舱或冻结室时，则该舱的温度应取为 5℃。		

1.3.4 冰区航行船舶结构用钢的要求

冰区航行作业船舶应考虑环境温度的影响。其冰带区域内的船体外板，一般应采用高一级钢材级别的钢板。

第 4 节 船体结构的焊缝设计

1.4.1 一般要求

1.4.1.1 本节规定适用于一般船体结构和构件的焊缝设计，特殊结构另行考虑。船体结构的焊接工艺应符合本规范第六篇的有关规定。

1.4.1.2 船体结构的焊缝布置应考虑到便于焊工施焊。施焊时焊缝位置尽可能采用平焊。

1.4.1.3 船体各种焊接结构应避免将焊缝布置于应力集中区域。在结构剖面突变之处应有足够的过渡区域，尽量避免焊缝过分地集中。

1.4.1.4 船体主要结构中的平行焊缝应保持一定的距离。对接焊缝之间的平行距离应不小于 100mm，且避免尖角相交；对接焊缝与角接焊缝之间的平行距离应不小于 50mm。

1.4.1.5 船体外板、甲板、内底板及舱壁板等板材的拼接，均应采用对接焊缝。

1.4.1.6 船体结构中，凡承受高应力的焊缝应尽量避免采用固定垫板连接。否则，应经验船部门同意。

1.4.1.7 船体结构下列部位的角焊缝应采用双面连续焊缝：

- 1) 风雨密甲板和上层建筑外围壁边界的角焊缝，包括舱口围板、升降口和其他开口处；
- 2) 液体舱、水密舱室的周界；
- 3) 机座和机器支承结构的连接处；
- 4) 尾尖舱内所有结构(包括舱壁扶强材)的角焊缝；
- 5) 液体舱内所有搭接焊缝；

- 6) 船首 0.25 *L* 区域内主要和次要构件与船底板连接处的所有角焊缝;
- 7) 中桁材和龙骨板的连接角焊缝;
- 8) 厨房、配膳室、洗衣室、浴室、厕所和蓄电池室等处的周界角焊缝;
- 9) 船体所有主要、次要构件的端部与板材连接的角焊缝和肘板端部与板材连接的搭接焊缝;
- 10) 其他特殊结构的角接焊缝应特殊考虑。

1.4.1.8 船体结构主要构件焊接细节，包括焊缝型式和尺寸，应清楚地提交审核的图纸上标明。自动焊的使用范围应在图纸上注明。拟采用的焊接方法及其程序的细节，包括预热温度，焊后热处理方法，也应在图纸上注明供审核。

1.4.2 焊接材料

1.4.2.1 船体结构所用的焊接材料应符合本规范第六篇第 3 章的有关规定。所选用焊接材料的级别应与船体结构用的钢级相适应，并符合表 1.4.2.1 的规定。

表 1.4.2.1 焊接材料的选用

焊接材料级别	船体结构钢级
1	A
2	A、B、D
3	A、B、D、E

1.4.2.2 当被焊接的两块母材的钢级不同时，则在结构不连续处或应力集中区域内应选用与较高钢级母材相适应的焊接材料，其余部位可选用与较低钢级母材相适应的焊接材料。

1.4.2.3 焊接下列船舶构件和结构时应采用低氢焊条:

- 1) 船体大合拢时的环形对接缝和纵桁材的对接缝;
- 2) 具有冰区加强的船舶船体外板的端接缝和边接缝;
- 3) 桅杆、吊货杆、吊艇架、龙门架、系缆桩等承受强大载荷的舾装件及其所有承受高应力的零部件;
- 4) 要求具有较大刚度的构件，如首框架、尾框架、尾轴架等，及其与外板和船体骨架接缝;
- 5) 主机基座、绞纲机基座及相连接的构件。

1.4.3 对接、搭接与塞焊焊缝

1.4.3.1 不同厚度钢板进行对接，其厚度差不小于 4mm 时，应将厚板的边缘削斜，使其均匀过渡，削斜的宽度应不小于厚度差的四倍。若其厚度差小于 4mm 时，可在焊缝宽度内使焊缝的外形均匀过渡。

1.4.3.2 若必需采用搭接焊缝时，两板的搭接宽度应为较薄板厚度的三到四倍，但不必大于 50mm。搭接表面应紧密贴合。搭接的两端应施以连续角焊。

1.4.3.3 若外板与其内侧的型材腹板无法直接采用角焊缝进行连接时，可采用扁钢衬垫于构件腹板与外板之间，扁钢与外板的连接可用连续熔透焊缝或长孔塞焊。塞焊孔的长度应不小于 90mm，孔的宽度应不小于板厚的二倍，孔的端部呈半圆形，孔的间距应不大于 150mm。长孔塞焊通常不必在孔内填满焊肉。

1.4.4 角接焊缝

1.4.4.1 船体角焊缝通常应为双面焊接。角焊缝的型式和使用部位如表 1.4.4.1 所示。若采用其他角接型式时，应征得验船部门同意。

表 1.4.4.1 角焊缝的型式

1.4.4.2 船体角焊缝的尺寸，应符合下述要求:

1) 角焊缝的焊喉厚度 h 按下式计算所得:

$$h = w_{\tau} t_p \frac{d}{l} \quad \text{mm}$$

式中: w_{τ} ——焊接系数，船体结构的焊接系数规定在表 1.4.4.2 中。当采用认可的自动深熔焊工艺时， w_{τ} 可取为表值的 85%。在某些特殊载荷条件下，或必需考虑腐蚀的情况下，应适当加大 w_{τ} 值。

t_p ——构件的最小厚度，mm，指角焊缝连接构件中较薄一块板的厚度；

d ——焊缝节距，mm，指间断角焊缝中，前一条焊缝的起始处至后一条焊缝的起始处的长度。

如表 1.4.4.1 序号 4、5、6 中所示，若角焊缝连续时，令 d 等于 l ；

l ——焊缝长度，mm，指焊缝的连续长度，但应不小于 75mm；

2) 填角焊缝的焊脚高度 K 应不小于按下式计算所得之值:

$$K = \sqrt{2} w_{\tau} t_p \frac{d}{l} \quad \text{mm}$$

式中: w_{τ} 、 t_p 、 d 及 l 同本条 1)；

K 值也可按焊接系数 w_{τ} ，由本篇附录 II 查得。

3) 当角接的两个构件的厚度相差甚大时，则该角焊缝的尺寸将予以特殊考虑。

表 1.4.4.2 焊接系数

项目	焊接系数	备注
(一) 一般结构(除下面另有规定外)		
1 水密或油密板材的周界	0.34	
2 非密性板材的周界	0.13	
3 肋骨、横梁和其他次要构件与外板、甲板或舱壁板	<div><div>0.10</div><div>0.13</div><div>0.21</div></div>	<div>甲板室部分</div> <div>舱内部分</div> <div>构件端部处</div>
4 板格加强筋(即小扶强材)	0.10	
(二) 货舱区船底结构		
1 密性的中桁材对平板龙骨	0.44	深熔焊
对内底板	0.44	
2 非密性中桁材(或中内龙骨)对平板龙骨	0.27	
对内底板(或中内龙骨的面板)	0.21	不开孔
3 密性肋板、旁桁材的四周边界	0.39	
4 非密性肋板、旁桁材(或旁内龙骨)和肘板等的四周边界	<div><div>0.21</div><div>0.27</div></div>	<div>在端部 0.2 跨距长度处</div> <div>在主肋骨下端舭肘板处</div>
(三) 舷侧骨架		
1 强肋骨对外板或舷侧纵桁对外板	0.16	主肋骨对外板 0.16
2 舷侧纵桁腹板对面板或强肋骨腹板对面板	0.13	肋骨端肘板对外板 0.34
3 舭肘板对外板或内底板	0.34	
(四) 甲板及其支承结构		
1 强力甲板边板对外板		见第六篇 4.2.4
2 其他甲板对外板和舱壁板(液舱边界除外)	0.21	一般为双面连续焊
3 悬臂梁的腹板对甲板以及根部肘板对外板	0.44	
4 悬臂梁腹板对面板	0.21	

续表 1.4.4.2

5 支柱：端部连接	0.34	1) 深熔焊 $t > 10\text{mm}$ 开坡口
端部连接(管状)	0.44	
6 纵桁腹板的连接和支柱端部肘板处	0.21	
(五) 舱壁和液舱结构		
1 在底部、内底和舳部处的水密舱壁的周界	0.39	
2 水密舱壁上扶强材等起支柱作用者	0.13	
3 压筋舱壁的周界	0.44	
4 非水密舱壁的周界	0.13	
5 制荡舱壁和穿孔平台板的周界	0.10	
(六) 机炉舱的结构		
1 非水密的中桁材(或中内龙骨)对平板龙骨和内底板(或中内龙骨面板)	0.27	一般为深熔焊，纵桁腹板应两边削斜，留根 $\leq t/3$ 一般为深熔焊，纵桁腹板应两边削斜，留根 $\leq t/3$
2 非水密肋板对机座推力轴承座和锅炉座处的中桁材(或中内龙骨)	0.27	
3 非水密肋板、旁桁材(或旁内龙骨)对外板和内底板	0.21	
4 主柴油机座纵桁腹板对面板	0.44	
主柴油机座纵桁对船体外板	0.44	
主柴油机座纵桁对实肋板	0.27	
主柴油机座纵桁对肘板	0.21	
5 骨材对外板	0.13	
(七) 在船首 $0.25 L$ 区域的结构		
1 肋板和桁材(或中内龙骨、旁内龙骨等)对外板和内底板	0.21	
2 横向和纵向舷侧骨架对外板	0.13	
3 货舱舳肋板对肋骨和内底板	0.34	
4 抗拍击纵桁对外板与肋骨	0.34	
5 首尖舱内的全部结构	0.13	除有关条文中要求更大的焊接系数外
(八) 尾尖舱内的全部结构，包括尾尖舱壁扶强材	0.21	除有关条文中要求更大的焊接系数外
(九) 上层建筑与甲板室		
1 外围壁对甲板	0.34	第一层与第二层建筑 其余各层
	0.21	
2 内隔壁对甲板	0.13	
(十) 舱口及关闭装置		
1 舱口围板对甲板	0.34	角隅处为 0.44
2 舱口围板扶强材(加强筋、肘板)对舱口围板	0.13	
对甲板	0.21	
3 舱口盖板支承扁钢	0.16	可要求加强焊
4 楔耳和配件等	0.44	
5 舱口盖结构	0.10	
		对液舱盖或上方承受负荷的舱口盖为 0.13
(十一) 操舵控制系统		
1 舵		可要求加强焊
1) 组合下舵杆、下舵杆内部隔板与舵叶板的连接	0.44	
2) 舵叶板和内隔板的长孔塞焊	0.44	
3) 其余结构	0.21	
2 导流管、推进器的人字架等的主结构	0.44	
其余结构	0.21	
3 侧推器、减摇装置的主结构	0.44	
其余结构	0.21	

续表 1.4.4.2

(十二) 舢装设备及其他附件		
1 入孔盖围槛对甲板、内底板舱壁	0.34	
2 外板或风雨密围壁上的门框结构	0.34	
3 水密门上的加强筋	0.21	
4 通用筒空气管等的围板对甲板	0.34	
其他部位处	0.21	
5 通风筒等附件	0.21	
6 流水孔及排水口对甲板	0.44	
7 桅、起重柱、起重柱支架等对甲板	0.44	见第六篇 4.2.5
8 各种机械基座对甲板	0.21	特殊设备由设计决定
9 带缆桩等系泊设备底座对甲板	0.21	可要求加强焊或完全焊透
10 舷墙支撑肘板对甲板	0.21	
11 舷墙连接件栏杆、支柱等对甲板	0.34	
12 舵龙骨对外板	0.21	
1) 在深舱内或水密平台下方安装的支柱，其端部连接焊缝的拉应力应不超过 108N/mm ² 者。		

1.4.4.3 “T”型角接中的竖板(如扶强材等的腹板)厚度大于平列板(如舱壁板、外板或甲板)的厚度时，其角接焊缝应为双面连续焊，且焊喉厚度 h 应不小于表 1.4.4.4(2)的规定，并不小于按下列各式计算所得之值:

$$h = 0.5Ct_v$$
$$h = 0.21t_h$$

mm

mm

式中: t_v —— 竖板厚度, mm;
 t_h —— 平列板厚度, mm;
 C —— 系数, 液舱取 0.27, 其余部位取 0.21。

1.4.4.4 所有角焊缝的焊喉厚度, 除本节 1.4.4.3 规定者外, 应符合下列要求:

- 1) 焊喉厚度的极限值应符合表 1.4.4.4(1)的规定;
- 2) 焊喉厚度的最小值还应符合表 1.4.4.4(2)的规定。

表 1.4.4.4(1) 焊喉厚度的极限值

焊缝型式	焊喉厚度 mm	
	最小值	最大值
双面连续角焊缝	$0.21 t_p$	$0.44 t_p$
间断角焊缝	$0.27 t_p$	$0.44 t_p$
注		
1 t_p 见本节 1.4.4.2 的 1)。		
2 当实际板厚 t'_p 超过 25mm 时, 表中 $t_p = 0.5(t'_p + 25)$ 。		

表 1.4.4.4(2) 焊喉厚度的最小值

板厚 t_p , mm		≥ 7.5	< 7.5
焊喉最小厚度, mm	手工焊或自动焊	3	3.25
	自动深熔焊	3	3
注: t_p 见本节 1.4.4.2 的 1)。			

1.4.4.5 当船体构件采用间断角焊缝时, 对下列部位在包角焊缝的规定长度内应采用双面连续角焊缝:

- 1) 肘板趾端的包角焊缝长度应不小于连接骨材的高度, 且不小于 75mm;

- 2) 型钢端部，特别是短型钢的端部削斜时，其包角焊缝的长度应为型钢的高度或不小于削斜长度；
- 3) 当各种构件的切口、切角和开孔的端部处和所有相互垂直连接构件的垂直交叉处的板厚大于12mm 时，包角焊缝的长度应不小于 75mm，板厚不大于 12mm 时，其包角缝长度应不小于 50mm。

1.4.4.6 当船体构件采用挖孔间断焊时，孔的两端应呈圆弧形，并应光滑，但在下列位置处，不准开孔：

- 1) 在肘板趾端的应力集中区域内；
- 2) 与主支承构件相交时，其主肋骨及扶强材等的相交处两侧至少各 230mm 区域内。

1.4.4.7 当构件贯穿水密或油密舱壁时，舱壁上的贯穿孔应按有关标准要求设置密性补板，并按图 1.4.4.7 所示，在密性焊缝一侧的贯穿构件上切割一小半圆孔，从半圆孔到舱壁处应为包角双面连续焊缝，以确保舱壁的密性。

图 1.4.4.7

1.4.4.8 主要构件角焊缝尺寸应符合下列规定：

- 1) 焊接系数可按表 1.4.4.8(1)查得；

表 1.4.4.8(1)

主要构件的焊接系数

T 型构件面板横剖面面积 A，cm ²	位置 ¹⁾	液舱内		其他处所	
		腹板对面板	腹板对平行板	腹板对面板	腹板对平行板
		w _τ	w _τ	w _τ	w _τ
A ≤30	端部	0.21	0.27	0.21	0.21
	其余区域	0.10	0.16	0.10	0.13
30<A ≤65	端部	0.21	0.34	0.21	0.21
	其余区域	0.13	0.27	0.13	0.16
65<A ≤95	端部	0.34	0.44 ²⁾	0.21	0.27
	其余区域	0.27	0.34	0.16	0.21
95<A ≤130	端部	0.34	0.44 ²⁾	0.27	0.34
	其余区域	0.27	0.34	0.21	0.27
130<A	端部	0.44	0.44 ²⁾	0.34	0.44 ²⁾
	其余区域	0.34	0.34	0.27	0.34
<div>1) 表中“端部”加大焊接系数的焊缝长度应为每端 0.2 倍构件的长度，从构件端部(包括端肘板)量起，但至少应超过肘板的趾端。垂直桁材腹板上端的焊接系数可不必加大，但下端加大焊接系数的焊缝长度则应扩大到 0.3 倍构件的长度。“构件长度”是指构件(包括端部肘板)总长度。</div> <div>2) 当“T”型构件腹板局部增厚时，其焊喉厚度由 0.44 t_p 或 0.34 t_c 来决定，取其大者。其中 t_p 见本节 1.4.4.2 的 1)，t_c 为增厚板厚度。</div> <div>3) 若采用填角焊缝，其焊脚高度 K 亦可根据表中焊接系数 w_τ 在本篇末附录 II 中查得。</div>					

2) 当主要构件的腹板因次要构件贯穿而开口，且切口的宽度超过骨材间距 15%时，则其焊接系数 w_τ 或填角焊缝的焊脚高度 K 应乘以按下式计算的修正系数 c：

$$C=\frac{0.85 \text{ 倍骨材间距}}{\text{切口之间的腹板长度}}$$

- 3) 计算焊喉厚度时，可包括构件端部的焊缝长度。

- 1.4.4.9 主要构件的端部连接焊缝面积应不小于构件的横剖面面积，且焊接系数应不小于 0.34(液舱内)或 0.27(在其他处所)。
- 1.4.4.10 当纵向强力构件在支持点处被切断，且强力构件的连续性系由肘板提供时，其焊缝面积 A_w 应不小于强力构件的横剖面面积。
- 1.4.4.11 当次要构件贯穿主要构件，并由主要构件的腹板支持时，其连接焊缝的焊缝面积 A_w 应不小于 $0.5\sqrt{W}$ ，且焊接系数应不小于 0.34(液舱内)或 0.27(其他处所)，其中 W 为次要构件的剖面模数(cm^3)。
- 1.4.4.12 次要构件端部连接的角焊缝应符合表 1.4.4.12 的规定，如表中有两个数值时，取较大值。

表 1.4.4.12 次要构件端部连接的焊接系数

构件连接	焊缝面积 A_w, cm^2	焊接系数 w_τ
1 骨材直接焊于甲板、外板、舱壁板等	0.25 A_s 或 6.5	0.34
2 骨材同肘板连接或与其与肘板的搭接:		
1) 在干舱内		0.27
2) 在液舱内		0.34
3) 在船首 0.15 L 区域内主肋骨与舭肘板的连接		0.34
3 肘板与骨材面扳连接和肘板与外板、甲板、舱壁板等的连接		0.34
4 骨材端部不以焊接固定时，骨材端部同板的连接为 0.1 倍骨材跨距范围		0.34
注:		
1 表中 A_s 表示扶强材的横剖面面积， cm^2 ;		
A_w 表示焊缝面积(cm^2)=焊缝总长(cm) \times 焊喉厚度(cm)。		
2 若采用填角焊缝，则其焊脚高度 K 亦可根据表中焊接系数 w_τ 在本篇末附录 II 中查得。		

第 5 节 结构防腐

1.5.1 一般要求

- 1.5.1.1 渔船均应采取有效措施以防止船体构件过分腐蚀。
- 1.5.1.2 所有以船体外板为界的海水压载舱应涂以环氧树脂或其他等效的防腐蚀涂料。
- 除海水压载舱之外的船体内部结构及船体外板的内侧，诸如双层底船的舭部污水沟、单底船实肋板以下处所、空隔舱、淡水舱、鱼舱、网具舱、首尾尖舱等，也应根据舱室的用途提供相适应的涂层保护。
- 对舱内容易积污而又不易清理、腐蚀严重的处所(如离合器下部、舵机下部、锚链舱等部位)，应采取有效的防腐措施，如封闭死角、增设防腐涂料等。
- 1.5.1.3 对装货处所、所有暴露在货物中的船侧板、横舱壁板及其扶强材和端肘板均应具有足够的无毒保护层。
- 1.5.1.4 结构表面在涂刷涂料之前，应按涂料制造厂的工艺要求进行表面处理，并达到相应的清洁度要求。涂层的层数和总的干膜厚度应符合设计要求。
- 1.5.1.5 在两种不同金属连接处应采取适当措施以防电化腐蚀。
- 1.5.1.6 船体外板、舵叶及海底阀箱上，必须装置适当数量的牺牲阳极。牺牲阳极的材质、类型、块数和分布情况应符合经验船部门认可的标准。

1.5.2 船体外部保护

- 1.5.2.1 舷侧外板，特别是最大和最小作业水线之间的舷侧外板，以及露天甲板和舱口盖，均应提供适当的防腐措施。

1.5.2.2 如设有外加电流阴极保护系统时，应提交显示有关阳极布置、参比电极、线路图以及与舵、螺旋桨的连接方法的图纸或资料。

1.5.2.3 对电缆穿过船壳板的密封装置的布置，应使其包围在一个小的隔离空间内，连接阳极的电缆不得通过载运低闪点油的油舱。

1.5.3 腐蚀余量

1.5.3.1 按本篇各章计算的船体结构尺寸均已包含本节 1.5.3.2~1.5.3.4 规定的腐蚀余量 t_K 值。如果构件是由直接计算确定，则满足许用应力标准的构件尺寸尚应加上 1.5.3.2~1.5.3.4 有关的腐蚀余量。

1.5.3.2 船体构件(包括板材和骨材)的腐蚀余量 t_K 值，按表 1.5.3.2 的规定确定。

表 1.5.3.2 腐蚀余量 t_K 值 mm

厚度 t	腐蚀余量 t_K
≤ 10	1.5
>10	$0.1t + 0.5$ ，最大 3.2

1.5.3.3 对于液体舱的周界，腐蚀余量应不小于 2.5mm。

1.5.3.4 对于干燥处所(但不包括装货处所)，其腐蚀余量可为表 1.5.3.2 中的 $t_K/2$ ，但应不小于 1.0mm。

第 6 节 船体密性试验

1.6.1 一般要求

1.6.1.1 船体的水下部分及下水后无法检验的部分，应在下水前作密性试验，其他部位的密性试验亦应在船体建造完毕后进行。试验可根据船体结构强度及水密、油密等不同要求，采用灌水、冲水、淋水、涂煤油、充气或其他等效的试验方法进行。

1.6.1.2 在进行试验前，船体结构的各部分应打扫清洁，焊缝应清除氧化皮及焊渣，密性焊缝区域通常不得涂刷油漆、水泥或敷设隔热材料等。对易受大气腐蚀的部位，经验船师同意可涂上一层薄的不影响密性试验的底漆。

1.6.1.3 试验时，若外界气温低于 0℃，则应采取适当的防冻措施。

1.6.2 试验方法

密性试验方法应按表 1.6.2 规定。

表 1.6.2 密性试验方法

序号	试验种类	试验方法
1	灌水试验	灌水至规定的高度，15min 后，在保持该水柱高度条件下检查焊缝，不得有渗漏或变形现象。
2	冲水试验	用水喷射焊缝处，检查焊缝有无渗漏。试验用的喷嘴直径不得小于 16mm，试验时水柱高度不小于 10m，喷嘴距被试焊缝不大于 3m。
3	淋水试验	用水淋在被试的焊缝上，检查焊缝渗漏情况。
4	涂煤油试验	在焊缝一面先涂上白粉，在焊缝另一面涂上足够的煤油，30min 后，开始检查白粉一面是否有油迹。
5	充气试验	在结构强度许可条件下作充气试验，试验气压一般为 0.02MPa~0.03MPa，渗漏检查应在上述压力保持 15min 后进行。检查时可在焊缝处涂肥皂水，以观察渗漏情况。

1.6.3 试验要求

1.6.3.1 应对下列项目作冲水试验并使验船师满意：

- 1) 水密舱壁，水密平台及轴隧；
- 2) 舱壁水密门(安装后)；
- 3) 风雨密门、其他风雨密关闭设备(如舷门、舷窗等)；
- 4) 各层甲板、舱壁及露天的甲板室顶和第一层甲板室的外围壁、舱口围板和舱口盖等。

1.6.3.2 表 1.6.3.2 所列部位应进行水压试验。试验时一般应将水灌至表中规定的高度，15min 后，在该水柱高度下，有关船体结构和焊缝不应有变形和渗漏现象。

表 1.6.3.2 水压试验

序号	试验部位		试验压头要求
1	首、尾尖舱、双层底舱		作液舱时至空气管顶，作空舱时至最大吃水水线
2	单层底船的底部		至船底焊缝最高点 100mm 处
3	深油水舱、燃油舱		至舱顶以上 2.5m 或溢流管顶高度，取大者
4	空隔舱		至舱顶以上 2.5m 或 0.5 倍型深，取小者
5	泵舱		至最大吃水线高度
6	海底阀箱	无吹洗设备者	至舱壁甲板以上 1m 高度
		有吹洗设备者	至舱壁甲板以上 2.5m 高度
7	舵、导流管		至顶板以上 2.5m 高度

- 1.6.3.3 厨房、洗衣室、浴室、厕所、蓄电池室等围壁下沿作涂煤油或灌水试验，水压高度至门槛。
- 1.6.3.4 第一层甲板以上非风雨密的甲板室的外围壁及其门窗应作淋水试验。
- 1.6.3.5 表 1.6.3.2 所要求的水压试验可以用充气试验代替，充气试验的压力应不小于 0.02MPa，但不必大于 0.03MPa。试验时一般可充气到 0.02MPa，保持压力 15min，检查压力无明显下降后再将舱内气压降至 0.014MPa，然后喷涂或刷涂肥皂水进行渗漏检查。
- 对全部液舱均采用充气试验的船舶，在充气试验完成后，至少应对每种结构型式的液舱中的一个做水压试验。但对标准高度的双层底舱，如充气试验结果令人满意，经验船师同意可免做水压试验。
- 1.6.3.6 若经水压试验发现充气试验未能检查出的结构薄弱环节、严重缺陷或渗漏情况，则应对其他液舱进行水压试验，直至对充气试验的有效性感到满意为止。
- 1.6.3.7 当在船台上或干船坞内按表 1.6.3.2 的要求进行水压试验有困难时，水压试验可在船舶下水后进行，但对船体的水下部分以及下水后无法检查的部位，应在下水前用适当的方法(例如对合拢前的分段，可用涂煤油法检查水密焊缝的密性)进行检验，并使验船师满意。

第 7 节 通风筒、空气管、排水孔和排水舷口

1.7.1 通风筒

- 1.7.1.1 在开敞的工作甲板和后升高甲板上，以及在开敞的上层建筑甲板上通往工作甲板或封闭上层建筑甲板以下的处所的通风筒，应设有钢质或其他相当材料的围板，其结构应坚固并与甲板牢固地连接。如通风筒围板的高度大于 900mm 时，则应有适当的加强支撑。
- 1.7.1.2 通过非封闭的上层建筑的通风筒，应在工作甲板上设有坚固的钢质或其他相当材料的围板。
- 1.7.1.3 在开敞的工作甲板和后升高甲板上，以及在距离首垂线 0.25 L 以前的开敞的上层建筑甲板上的通风筒，甲板以上的围板高度应不小于 900mm。当船长小于 45m 时，其高度应不小于 760mm。
- 1.7.1.4 在距首垂线 0.25 L 以后的开敞的上层建筑甲板上的通风筒，甲板以上的围板高度应不小于 760mm。当船长小于 45m 时，其高度应不小于 450mm。

1.7.1.5 通风筒围板的厚度应按表 1.7.1.5 选取，但不必超过甲板厚度。

表 1.7.1.5

通风筒尾板厚度，mm

围板内径	围板厚度
≤200	7.5
250	8.0
300	8.5
350	9.0
400	9.5
≥450	10.0

1.7.1.6 在开敞的工作甲板和后升高甲板上，以及在距离首垂线 $0.25 L$ 以前的开敞的上层建筑甲板上的通风筒，其围板高出甲板以上 4.5m ，和在距首垂线 $0.25 L$ 以后的开敞上层建筑甲板上的通风筒，其围板高出甲板以上 2.3m ，均不必装设封闭装置。当船长小于 45m 且其通风筒围板高出工作甲板 3.4m 或高出上层建筑甲板 1.7m 时，也不必装设封闭装置。

1.7.1.7 除本节 1.7.1.6 规定以外，通风筒的开口应装设有效的风雨密关闭装置。封闭装置应永久安装在通风筒围板上。

1.7.2 空气管

1.7.2.1 空气管除应符合本节要求外，尚应符合本规范第二篇第 3 章船舶管系的有关规定。

1.7.2.2 压载水舱和其他舱柜的空气管，自甲板至海水可能从管口进入下面的那一点的高度，在工作甲板上应不小于 760mm ，在上层建筑甲板上应不小于 450mm 。若受作业限制应经验船部门同意，在空气管装有有效的经认可的关闭装置的情况下，上述高度可降低。空气管露出甲板部分的结构应坚固。

1.7.2.3 露天甲板上的空气管，其壁厚应至少为：

- 管子外径 80mm 及以下， 6.0mm；
- 管子外径 160mmmm 及以上， 8.5mm；
- 中间值可用内插法决定。

1.7.2.4 在空气管的管口应具有永久附装于管口的合适的关闭装置。

1.7.2.5 当关闭装置为非自动型时，应采取措施，以防液舱向外排放时产生真空。

1.7.2.6 空气管一般应通至开敞甲板，但如因捕捞作业确实无法实现时，经验船部门同意可作变通考虑。

1.7.3 甲板排水孔和卫生排泄孔

1.7.3.1 在各层甲板上，均应设置足够数量和大小的排水孔，以便有效地排水。

1.7.3.2 非封闭的上层建筑或甲板室内的处所，其排水孔应通向舷外。

1.7.3.3 工作甲板以下处所或工作甲板上封闭的上层建筑和甲板室内的处所，其排水孔可以通向艀部水沟。上述处所的卫生排泄孔可通向卫生排泄舱柜。

1.7.3.4 在工作甲板以下处所或工作甲板上的封闭上层建筑和甲板室内的排水管，当通过在外板上的开孔通至舷外时，均应装设坚固的且便于检查的关闭装置，以防海水浸入船内。

通常，每一独立的舷外排水口均应装设能在工作甲板以上操纵的截止止回阀。该阀应能从工作甲板上直接操作，在操纵位置应装有表示该阀开启和关闭的指示器。

当从最大吃水水线至排水管的船内端口的垂直距离 F 不超过 $0.01 L$ 时，阀的布置如图 1.7.3.4(1)所示。

当从最大吃水水线至排水管的船内端口的垂直距离 F 超过 $0.01 L$ 但不超过 $0.02 L$ 时，如果在营运

状态可随时对船内的阀进行检查,则该排水管可装二个不带直接关闭装置的止回阀,用以代替截止止回阀,其中一只止回阀应装在外板内侧。阀的布置如图 1.7.3.4(2)所示。图中规定水线的吃水为最大吃水的 1.04 倍。

当从最大吃水水线至排水管的船内端口的垂直距离 F 超过 $0.02 L$ 时,则可在外板内侧装一只不带直接关闭装置的止回阀,阀的布置如图 1.7.3.4(3)所示。

图 1.7.3.4(1)

图 1.7.3.4(2)

图 1.7.3.4(3)

1.7.3.5 在有人值班的机器处所内,与机器运转有关的海水主、辅进水孔和排水孔的阀应可以就地控制。控制设备应便于检查,并应设有表示该阀开启或关闭的标志。

1.7.3.6 起源于任何水平面的泄水孔和排水管,不论是在工作甲板以下大于 450mm 处或在最大吃水水线以上小于 600mm 处穿过外板,均应在外板处设置止回阀。除本节 1.7.3.4 要求外,如管子的壁厚符合下述要求,则此阀可省略:

- 1) 管子外径不大于 80mm 时,壁厚不小于 7.0mm;
- 2) 管子外径等于 180mm 时,壁厚不小于 10mm;
- 3) 管子外径不小于 220mm 时,壁厚不小于 12.5mm。

管子外径为中间值时,壁厚可用内插法来决定。

1.7.3.7 对不属于本节 1.7.3.6 所述的管子,其厚度应按下列规定:

- 1) 管子外径不大于 155mm,其厚度建议不小于 4.5mm;
- 2) 管子外径不小于 230mm,其厚度建议不小于 6.0mm;
- 3) 管子外径为中间值时,其厚度可用内插法决定。

1.7.3.8 本节 1.7.3 各款所要求的阀件和外板附件,应由钢、青铜或其他经验船部门认可的塑性材料制造,不准采用普通铸铁或类似材料。

1.7.3.9 与外板附件、弯头或阀件连接的一段管子,应为镀锌钢管或其他经验船部门认可的等效材料。

1.7.4 排水舷口

1.7.4.1 当舷墙在露天工作甲板上形成“阱”时,则在阱每侧舷墙上的排水舷口面积 A 应根据形成阱的

舷墙长度(l ，m)及高度确定如下:

- 1) 船长不小于 24m 时， $A \geq 0.07l \text{ m}^2$;
 船长等于 12m 时， $A = 0.035l \text{ m}^2$;
 船长小于 24m 但大于 12m 时，其 A 值可线性内插。
 在任何情况下， l 值均不必大于 0.7 倍船长。
- 2) 当舷墙平均高度大于 1200mm 时，则高度每增加 100mm，应按每 1.0m “阱”长增加排水舷口面积 0.004m²。
 当舷墙平均高度小于 900mm 时，则高度每减少 100mm，可按每 1.0m “阱”长减少排水舷口面积 0.004m²。

当舷墙在露天上层建筑甲板上形成“阱”，则在每个“阱”内的最小排水舷口面积应不小于按 1) 式计算所得面积的 50%。

1.7.4.2 如船舶没有舷弧时，则排水舷口应按本节 1.7.4.1 算得的面积增加 50%；如船舶的舷弧小于标准舷弧，则排水舷口的面积应按内插法求得。渔船的标准舷弧如下表 1.7.4.2。

表 1.7.4.2 渔船的标准舷弧纵座标值

位置	纵座标值, mm
尾垂线	25($L/3+10$)
距尾垂线 $L/6$	11.1($L/3+10$)
距尾垂线 $L/3$	2.8($L/3+10$)
船中	0
距首垂线 $L/3$	5.6($L/3+10$)
距首垂线 $L/6$	22.2($L/3+10$)
首垂线	50($L/3+10$)

舷弧纵座标值为所在位置的甲板边线至船长中点处甲板边线点的垂直距离。

对上层建筑或有分立上层建筑的渔船，其舷弧量自工作甲板。

1.7.4.3 排水舷口下边缘应尽可能接近甲板。所需排水舷口面积的 2/3 应分布在“阱”内最接近舷弧线最低点的 1/2 阱长范围内，排水舷口应沿舷墙的长度方向排列，以便迅速有效地将甲板上的水排出。

1.7.4.4 鱼池拦鱼板和渔具、设备的堆放应不影响排水舷口的效能。

1.7.4.5 排水舷口如设有盖板，应为外开式，其构造应经验船部门认可。排水舷口高度超过 300mm 时，应设置间距不大于 230mm 且不小于 150mm 的横条或其他合适的保护装置。

1.7.4.6 在冰区作业的渔船，其排水舷口盖板和保护装置，应易于拆卸、清除结冰，保证排水畅通。

第 8 节 门、舷窗和窗

1.8.1 门

1.8.1.1 本节的门是指位于工作甲板以上、可能使海水进入船体并危及船舶安全的封闭结构围壁上通道开口的门。

1.8.1.2 门应向外开启，并应设有固定可靠的启、闭机构。此机构应能随时从门的内外两侧操作。

1.8.1.3 门应保证风雨密，其结构强度应与处所位置周边的结构相当。

1.8.1.4 门的开口应符合本篇 2.2.6.4 的规定。

1.8.1.5 门槛在甲板(含甲板铺板)以上的高度，在工作甲板以及距首垂线 0.25 L 以前的开敞上层建筑甲

板之上应不低于 600mm，在其余甲板之上应不低于 300mm。如能保证不影响船舶安全，经验船部门同意，上述高度可分别降至 380mm 和 150mm。

1.8.2 舷窗和窗

1.8.2.1 工作甲板以下的舷窗应为重型固定式，其他处所的舷窗可为轻型活动式，但都需带有风暴盖。

1.8.2.2 所有舷窗窗槛的下缘距最大吃水线的距离应不小于 500mm。

1.8.2.3 舷窗及其玻璃和舷窗盖应结构坚固并经验船部门认可。有可能被渔具损伤的部位应有适当的保护。舷窗的框架及舷窗盖应以铜、钢或其他等效的材料制成。

1.8.2.4 窗及其玻璃应结构坚固安全并经验船部门认可。

第 9 节 载重线标志

1.9.1 一般规定

需勘划载重线的渔船应按验船部门执行的载重线有关规定进行计算、勘划。

1.9.2 载重线标志

载重线标志如图 1.9.2 所示。

图 1.9.2 载重线标志(右舷)

1.9.3 载重线标志的勘划细节

1.9.3.1 图 1.9.2 中符号意义如下：

- 1) ZY 中华人民共和国农业部渔船检验局；
- 2) TF 热带淡水载重线；
- 3) F 夏季淡水载重线，该水平线的上边缘通过圆环中心；
- 4) T 热带载重线；
- 5) S 夏季载重线；
- 6) W 冬季载重线；
- 7) WNA 北大西洋冬季载重线。

以上各载重线均以线段的上边缘为准。

1.9.3.2 勘划细节：

- 1) 载重线应永久地勘划在船舶两侧，且应清晰明显。为使与船体漆色形成强烈对比反差，应涂成白色或黄色或黑色；
- 2) ZY 线通过圆环中心；圆环中心位于船长的中点处；
- 3) 如受航行条件限制，不可能使用某些季节载重线时，则这些载重线不必勘划；
- 4) 如实际勘定的干舷较规定的干舷为大，则只需勘划淡水载重线；

第 2 章 船体结构

第 1 节 总纵强度

2.1.1 总纵强度要求

2.1.1.1 船长小于 60m 时,可不计算船体中剖面模数。当船长不小于 60m 时,对强力甲板边线的船中剖面模数 W_d 应不小于按下式计算的基本剖面模数所得之值:

$$W_b = CL^2 B (C_b + 0.7) \quad \text{cm}^3$$

式中: W_b ——基本剖面模数, cm^3 ;

C ——系数, $C = 0.0412L + 4$;

C_b ——见本篇 1.1.2.18, 但不得小于 0.60。

2.1.1.2 对船体平板龙骨上缘的船体中剖面模数 W_d 不得小于 $1.05 W_b$ 。

2.1.2 船中剖面模数计算

2.1.2.1 强力甲板及其以下所有在船中部 $0.4 L$ 区域内连续的纵向构件的剖面积, 均可计入中剖面模数。

在强力甲板以上, 可计入舷顶列板伸出部分和连续的舷边角钢的剖面积。

强力甲板以上的连续纵向舱口围板, 当由纵舱壁或高腹板桁材作有效支持时, 也可将其剖面积计入中剖面模数。单排舱口的围板 100% 计入; 但当多个舱口并列时, 只有最外侧的两道可 100% 计入; 对于内侧的各道连续围板, 如纵桁与纵舱壁直接相连, 也可 100% 计入; 当纵桁仅有适当的支撑与船底相连, 且支撑间距不大于五个肋距时, 可计入 80%; 否则计入 50%。

上述纵桁的长高比均不应大于 60。

当计入强力甲板以上的构件时, 中剖面模数的计算点距中和轴的距离 Z_r 应按下式计算:

$$Z_r = Z_c (0.9 + 0.2 \frac{y}{B}) \quad \text{m}$$

式中: Z_c ——中和轴至所计算的连续强力构件最顶点的垂直距离, m;

y ——所计算的连续强力构件最顶点至船体中心线的水平距离, m;

Z_c 和 y 的选取应能使 Z_r 取得最大值。

2.1.2.2 如果甲板开口纵向尺寸超过 2.5m, 或者横向尺寸超过 1.2m 或 0.04 倍船宽(取其小者), 在计算中剖面模数时, 应扣除开口的剖面积。

2.1.2.3 纵桁腹板上用于各种目的的开孔, 若其高度不超过腹板高度的 25%, 在计算中剖面模数时, 可不必扣除开孔的面积。

2.1.2.4 本节 2.1.2.2 以外的小甲板开口所占剖面积一般不予扣除, 但有并列舱口时, 各舱口累计的横向尺寸仍应符合 2.1.2.2 的规定。

第 2 节 外 板

2.2.1 船底板和舳列板

2.2.1.1 船底板是指平板龙骨至舳列板之间的外板。

2.2.1.2 船中部 $0.4 L$ 区域内的船底板、舳列板的厚度 t , 应不小于按下式计算所得之值:

$$t = 10s\sqrt{0.22 + 0.028L} + 1.5 \quad \text{mm}$$

式中: s —— 肋骨间距, m。

2.2.1.3 离船端 $0.1L$ 区域内的船底板厚度 t 应不小于按下式计算所得之值:

$$t = 0.05L + 5.0 \quad \text{mm}$$

2.2.1.4 距首垂线 $0.25L$ 区域内, 与平板龙骨相邻的列板厚度应不小于本节 2.2.1.2 计算所得之值。

2.2.1.5 船中部 $0.4L$ 区域外的船底板厚度应逐渐向端部厚度过渡。

2.2.1.6 当 $24\text{m} \leq L < 30\text{m}$ 时, 应保持与中部相同的船底板厚度。

2.2.1.7 首部船底板的厚度尚应符合本章第 12 节的有关规定。

2.2.2 平板龙骨

2.2.2.1 平板龙骨的宽度 b 应不小于按下式计算所得之值:

$$b = 900 + 2L \quad \text{mm}$$

平板龙骨的宽度应尽可能在整个船长之内保持不变。对 $24\text{m} \leq L < 30\text{m}$ 的渔船, 其平板龙骨的宽度可比上式的规定减少 100mm。

2.2.2.2 平板龙骨的厚度应比相邻的船底板厚度增厚 1.5mm。

2.2.3 舷侧外板

2.2.3.1 舷侧外板系指从舳列板至舷顶列板之间的外板。

2.2.3.2 舷侧外板厚度应满足本节 2.2.1.2 的要求。

2.2.3.3 船端 $0.1L$ 区域内的舷侧外板厚度应满足本节 2.2.1.3 的要求。

2.2.4 舷顶列板

2.2.4.1 舷顶列板的宽度应符合本篇 1.3.2.4 的要求, 但应不小于 700mm。

2.2.4.2 舷顶列板上缘应平整。船长不小于 60m 时, 在船中部 $0.4L$ 范围内应避免焊接其它装置; 在中部 $0.4L$ 范围内或上层建筑间断处, 如舷顶列板高出甲板, 则在舷顶列板的甲板以上部分不应开流水孔。

圆弧舷的圆弧半径不得小于板厚的 15 倍。圆弧舷板厚度至少应等于甲板板厚度。加工后应采取措施保证钢材应具有的性能。在船中部 $0.4L$ 区域内的圆弧舷板上, 应尽量避免焊接甲板装置。

2.2.4.3 舷顶列板的厚度与舷侧外板的厚度相同, 但在船中部 $0.4L$ 区域内, 还应不小于强力甲板边板厚度的 0.8 倍。

2.2.5 局部加强

2.2.5.1 拖网渔船

自舷墙顶缘至最大吃水水线以下 0.3m 区域之内的舷外侧, 至少应在网板架向首 1m 和向尾 2m 范围内设置斜向的半圆钢防擦材, 其间距不得超过 400mm。如工作甲板以下的型线内缩较大, 则防擦条可仅设到较工作甲板内缩 400mm 的部位。

2.2.5.2 围网渔船底纲架安装处的外板厚度应在适当范围内增厚 1mm 或加复板。

2.2.5.3 轴毂处的包板以及多推进器尾轴架支臂固定处的外板厚度, 应不小于端部外板厚度的 1.5 倍, 但不必大于 4mm。

2.2.5.4 锚链筒处的外板及其下方一块板或首端至锚部位下方的外板均应适当增厚或加复板。

2.2.6 外板开口

2.2.6.1 在船中部 $0.4L$ 区域内, 舳列板弯曲部分应尽量避免开口。如必须开口时, 应开成长轴沿船长方向布置的椭圆形开口。

2.2.6.2 舷顶列板上的圆形开口应充分避开上层建筑端点和甲板舱口边线外的甲板开口。如开口高度不超过舷顶列板高度的 20% 或 380mm 时(以小者为准), 一般无需补偿。

2.2.6.3 海水进口及其它开口角隅必须有足够大的圆角。通海阀箱厚度应与邻近的外板厚度相同。

2.2.6.4 舷侧货门等开口角隅应采用足够大的圆角, 而且应避开上层建筑端点和舱口边线外的甲板开口。在船中部 $0.4L$ 范围内, 应完全补偿, 补偿可用加厚板或复板, 在船长方向应有足够的补偿长度。

2.2.6.5 外板开口的上述规定, 一般也适用于首、尾端部区域。

2.2.7 舳龙骨

2.2.7.1 如安装有舳龙骨时, 舳龙骨应焊接在一根连续的扁钢上, 扁钢应连续焊。

2.2.7.2 舳龙骨和扁钢不能突然中断, 应逐渐减小, 且在端点处的船体内应有适当的内部支撑。

2.2.7.3 舳龙骨上的端接缝、扁钢上的端接缝与外板上的端接缝都应相互错开。舳龙骨为加强其强度适当加支撑。

2.2.8 方龙骨

方龙骨的板厚应不小于平板龙骨的厚度, 其内部每隔一档肋位应加横隔板支撑, 横隔板应与肋板对齐。当方龙骨宽度超过 250mm 时, 还应加纵隔板。

当设计用扁钢代替方龙骨时, 其厚度 t 应不小于下式计算所得之值:

$$t = 10 + 10.6L \quad \text{mm}$$

第 3 节 甲 板

2.3.1 一般要求

在船中部 $0.4L$ 区域内中断的平台甲板应在中断处以水平肘板延伸不小于两个肋距的长度。

2.3.2 强力甲板

2.3.2.1 强力甲板厚度 t 应不小于按下式计算所得之值:

$$t = 0.05L + 4.5 \quad \text{mm}$$

当横梁间距比标准肋距(见本章 2.6.1.1)大时, 则每增大 150mm 板厚增加 0.5mm。

2.3.2.2 在船中部 $0.4L$ 区域内的长桥楼甲板的剖面模数及最小厚度, 应符合本章 2.1.1.1 及 2.3.2.1 的有关规定。

2.3.2.3 船长大于 60m 时, 离船端 $0.1L$ 处的强力甲板板厚可较船中部强力甲板厚度减小 1mm。

2.3.2.4 在卷网机、绞纲机及起锚机等重负荷底座区域的甲板厚度, 应至少增厚 2mm, 亦可用不小于甲板厚度的复板替代。在其下方应设置足够强度的横梁和支承结构。

2.3.2.5 尾拖网渔船的尾滑道应沿纵向加强, 且有足够的强度。滑道板厚度应不小于按下述规定插值:

$L=30\text{m}$ 时, 应不小于 10mm; $L=45\text{m}$ 时, 应不小于 12mm; $L \geq 75\text{m}$ 时, 应不小于 15mm。滑道的侧壁板厚度, 应至少较本章 2.2.1.3 计算所得增加 1mm。滑道底部及其侧壁易受网具磨损处, 宜设置防擦材。

2.3.3 甲板边板

在船中部 $0.4L$ 区域内的甲板边板宽度应不小于 $(6.8L + 400)\text{mm}$ 。强力甲板边板在端部的宽度应不小于船中部宽度的 65%。强力甲板边板厚度应不小于强力甲板厚度。

2.3.4 甲板开口

2.3.4.1 当强力甲板上机舱或鱼舱开口的角隅是抛物线形或椭圆形时，角隅处的甲板不需加厚，但应符合图 2.3.4.1 的规定。

图 2.3.4.1

2.3.4.2 当强力甲板上机舱或鱼舱开口的角隅是圆形时，舱口角隅半径与舱口宽度之比应不小于 1/10。角隅加厚板或复板的尺寸应符合图 2.3.4.2(1)或图 2.3.4.2(2)的规定。

角隅加厚板的端接缝应避开舱口围板的端接缝。加厚板的厚度应较强力甲板板增厚 4mm，复板厚度应等于甲板板厚度。

图 2.3.4.2(1)

图 2.3.4.2(2)

2.3.4.3 在强力甲板舱口边线外的开口应尽量减少，并应避开舱口角隅处。

船中部桥楼和甲板室的端壁和鱼舱口角隅之间的强力甲板上应尽量避免开口。如需开口时，其设计应特别考虑。

2.3.4.4 在船中部 0.4 L 区域内，强力甲板舱口边线外的圆形、长圆形或椭圆形开口，若其总宽度在一个横剖面上不超过强力甲板用作中剖面模数计算宽度的 6% 时，不需补偿，否则应满足下述要求：

- 1) 椭圆形开口的轴应沿船长方向布置，且开口的长宽比不小于 2；
- 2) 圆形或长圆形开口边缘应按图 2.3.4.4 所示方法(套环形式)加强。

开口加强圆环板的剖面积 A 应不小于按下式计算所得之值：

$$A=0.5 \, r t \qquad \text{mm}^2$$

式中： r —— 开口半径，mm，对椭圆形开口取为开口宽度的一半；

t —— 甲板板厚度，mm

图 2.3.4.4

2.3.4.5 在船中部 0.4 L 区域内，强力甲板舱口边线外的其它形状开口必须给予全部补偿，且开口角隅半径与开口宽度之比不得小于 1/10。在此区域外，除临近首、尾楼中断处，一般无须补偿。

2.3.4.6 上述规定也适用于下甲板，但开口总宽度超过该甲板用作中部面模数计算宽度的 15% 时，方须予以补偿。

2.3.4.7 甲板开口的上述规定一般也适用于船中部 0.4 L 以外区域。

2.3.5 下甲板及平台甲板

2.3.5.1 下甲板在船中部 0.4 L 区域内的甲板厚度 t ，不得小于按下式计算所得之值：

$$t=0.02L+5.5 \quad \text{mm}$$

2.3.5.2 平台甲板和船端 $0.1L$ 区域内的甲板厚度 t ，不得小于按下式计算所得之值：

$$t=0.02L+5 \quad \text{mm}$$

2.3.6 升高甲板

升高甲板应符合本章第 14 节的有关规定。

2.3.7 上层建筑端部

上层建筑端部甲板的加强应符合本章 2.14.5 的有关规定。

2.3.8 甲板敷盖

2.3.8.1 甲板敷盖材料应不腐蚀钢板。在铺设敷盖层前，甲板表面应彻底除锈并涂刷油漆。

2.3.8.2 露天钢甲板上的木铺板厚度应不小于 40mm。在遮蔽房间内的钢甲板上的木铺板厚度应不小于 30mm。

设有上述木铺板的钢甲板厚度可比不设木铺板的减薄 1mm。该木铺板的每一板条应在每一横梁处用螺栓固定于甲板上。紧固件应埋在木铺板表面之下，并予以填塞密封。板条之间应紧密捻缝。

2.3.8.3 如以化学敷料代替钢甲板上的木铺板时，则钢甲板的厚度不得减薄。

第 4 节 单层底

2.4.1 中内龙骨

2.4.1.1 在船舶中纵剖面处应设置中内龙骨。中内龙骨的高度应等于肋板的高度，其腹板厚度 t 和面板剖面积 A ，在船中部 $0.4L$ 区域内应不小于按下列各式计算所得之值：

$$t=0.06L+6 \quad \text{mm}$$

$$A=0.65L+2 \quad \text{cm}^2$$

在首尖舱内，中内龙骨可与肋板等高、等厚和具有相同的面板剖面积。在船中部 $0.4L$ 区域以外其腹板厚度可减小 12%。

对船长小于 30m 的渔船，上述腹板厚度 t 及面板剖面积 A 可降低 10%。

2.4.1.2 中内龙骨应尽可能贯通全船，在舱壁处中断时，应用下列方式之一与舱壁连接：

1) 将中内龙骨的腹板在一个肋距内逐渐升高至舱壁处，该处高度应为原高度的 1.5 倍。中内龙骨的面板应延伸至舱壁，并与之焊接，如图 2.4.1.2(1)所示。

图 2.4.1.2(1)

2) 用有面板或折边的肘板与舱壁连接，肘板的高度和长度应等于中内龙骨的高度。此时，中内龙骨面板可不与舱壁焊接，肘板的厚度应与中内龙骨腹板厚度相同，如图 2.4.1.2(2)所示。

图 2.4.1.2(2)

图 2.4.1.2(3)

3) 将中内龙骨面板的宽度在一个肋距内逐渐放宽,至舱壁处其宽度为原宽度的两倍,并与舱壁焊接,如图 2.4.1.2(3)所示。

2.4.1.3 在机舱内,如果单机船的基座纵桁在整个机舱长度内是贯通的,并且在两端舱壁的背面均设有过渡的肘板时,则机舱内的中内龙骨可以省略。但在中内龙骨中断处的机舱内,应设置长度不小于两个肋距的肘板作为中内龙骨的过渡,如图 2.4.1.3 所示。

对尾机型渔船,此种基座纵桁应尽可能向尾延伸,且其端部应由强肋骨或实肋板支持。如尾部线型过于尖瘦,在尾尖舱舱壁后设过渡肘板有困难时,可另行考虑。

图 2.4.1.3

2.4.1.4 船中部 $0.75L$ 区域内,中内龙骨的腹板上不应开减轻孔。

2.4.2 旁内龙骨

2.4.2.1 旁内龙骨的高度与该处肋板高度相同,其腹板的厚度 t 和面板的剖面积 A 应不小于按下列各式计算所得之值:

$$t = 0.063L + 4 \quad \text{mm}$$

$$A = 0.25L + 5 \quad \text{cm}^2$$

在机舱内,旁内龙骨腹板的厚度应不小于本节 2.4.1.1 所要求的中内龙骨腹板的厚度。

2.4.2.2 当船宽不大于 9m 时,应在中内龙骨两侧至少各设一道旁内龙骨;当船宽大于 9m 时,应在中内龙骨两侧至少各设二道旁内龙骨。旁内龙骨应尽可能均匀设置,并向首尾延伸。主机基座纵桁外侧应设置按本节 2.4.2.1 要求的旁内龙骨,并应注意结构的连续性。

2.4.2.3 旁内龙骨在舱壁处的连接,与对中内龙骨的要求相同,见本节 2.4.1.2。

2.4.3 肋板

2.4.3.1 每个肋位处应设置实肋板,其中纵剖面处腹板高度 h 、厚度 t 及面板剖面积 A 应不小于按下列各式计算所得之值:

$$h = 42(B + d) - 70 \quad \text{mm}$$

$$t = 0.5B + 3 \quad \text{mm}$$

$$A = 3.5d - 0.5 \quad \text{cm}^2$$

式中: d ——吃水, m。

2.4.3.2 肋板面板的厚度应不小于肋板腹板的厚度,面板宽度不得小于其厚度的 10 倍,但不必大于 15 倍。

对船长不超过 30m 的渔船,其肋板面板可用折边代替。

2.4.3.3 对具有显著的舭部升高的渔船,应增加实肋板的高度。当实肋板是水密舱壁或深舱、液舱舱壁组成部分时,肋板在中纵剖面处的高度应不小于 900mm,其厚度应不小于舱壁底列板的厚度。

对船长不超过 30m 的渔船,肋板在中纵剖面处的高度可适当减小。

2.4.3.4 在机舱区域内,肋板腹板的厚度应不小于本节 2.4.1.1 所要求的中内龙骨腹板的厚度。肋板面板不得以折边代替,肋板面板的剖面积 A 应按本节 2.4.3.1 的计算值增加 20%。

机舱位于尾部或者处于底部肋板升高部位,则肋板高度应根据渔船线型和强度要求予以相应增高。

2.4.4 舳肘板

2.4.4.1 肋板与肋骨之间应用舳肘板连接。舳肘板的高度由基线算起为中纵剖面处肋板高度的二倍。舳肘板长度,由肋骨内缘算起等于中纵剖面处肋板高度。舳肘板应有面板或折边。当为折边时,其折边宽度应不大于 10 倍肘板厚度,但不小于 50mm。舳肘板的厚度等于肋板的厚度。

2.4.4.2 由于线型或其他原因不能设置舳肘板时,肋板应向船侧升高到舳肘板所需的高度。

2.4.4.3 当舳肘板或肋板与肋骨搭接时,其搭接长度应不小于下列规定:

- 1) 当肋骨高度不大于 100mm 时,搭接长度应不小于二倍肋骨高度;
- 2) 当肋骨高度大于 100mm 时,搭接长度应不小于 1.5 倍肋骨高度,且不小于 200mm。

2.4.5 流水孔

船底肋板、旁内龙骨上均应开流水孔。流水孔大小应考虑到泵的抽唧率,使自船底部的各个流水孔至吸口均能自由流通。

第 5 节 双层底

2.5.1 一般要求

2.5.1.1 船长不小于 75m 时,在防撞舱壁和尾尖舱舱壁之间应尽可能设置水密双层底。

双层底内的油舱与锅炉给水舱、食用水舱之间,应设有空隔舱。

2.5.1.2 内底板应尽可能地延伸到船的两侧以盖没船的舳部。内底板可以是水平的,也可以是倾斜的。

2.5.1.3 双层底中断处船底纵向骨架应保持连续性。中断区域的单底中内龙骨和旁内龙骨应为双层底中桁材和旁桁材的直接延续部分;而内底板应在不小于三个肋距内逐渐缩小为中内龙骨和旁内龙骨的面板,此面板在双层底中断处的宽度应不小于各龙骨之间间距的一半。内底边板也应向中断区域延伸不小于三个肋距;当内底边板为倾斜时,其延伸部分应有面板或折边,其宽度可逐渐减小。

中断区域内不与双层底旁桁材直接连续的旁内龙骨,应向双层底内延伸三个肋距,其高度可逐渐降低,其自由边应有折边。

2.5.1.4 机舱内,在主机部位应布置足够的纵桁,并应保持结构的连续性。对中机型渔船,这些纵桁应在整个机舱长度内延伸,并应向机舱前、后舱壁外延伸至少三个肋距。但向机舱后壁以后的延伸部分,尚应支持最前面的轴隧中间轴承;对尾机型渔船,这些纵桁应尽可能向尾延伸,并应与强肋骨或肋板有效连接。

在主机基座纵桁外侧应设有旁桁材,并应注意结构的连续性。

2.5.1.5 所有肋板、旁桁材上均应开人孔;除轻型肋板外,开孔的高度应不大于该处双层底高度的 50%,否则应予加强。各肋板开孔位置在船长方向应尽量按直线排列,以便人员出入。在肋板端部和横舱壁处的一个肋距内的旁桁材上,不应开人孔和减轻孔,否则开孔边缘应予加强,且开孔应光滑。

肋板和旁桁材在支柱下的部分不应开孔,否则应作有效加强。

2.5.1.6 所有肋板、旁桁材上均应有适当的流水孔和透气孔,并应考虑到泵的抽唧率,使自舱内各处到空气管的空气和到吸口的水都能自由流通。

2.5.2 中桁材

2.5.2.1 在船中纵剖面处应设置中桁材。中桁材的高度 h 在任何情况下不得小于 700mm,且不小于按下式计算所得之值:

$$h = L + 42d + 530 \quad \text{mm}$$

式中: d ——吃水, m。

2.5.2.2 中桁材的厚度 t 应不小于下述规定:

1) 船中部 $0.4L$ 区域内:

$$t = 0.065L + 5.5 \quad \text{mm}$$

2) 船端 $0.075L$ 区域内, 中桁材厚度可比本条 1) 的要求减少 2mm。

2.5.2.3 中桁材在船中部 $0.75L$ 区域范围内应连续, 并应尽量向首、尾柱延伸。

2.5.2.4 船中部 $0.75L$ 区域内, 中桁材上不应开人孔或减轻孔。在特殊情况下一定要开孔时, 应予以加强, 并取得验船部门同意。

船中部 $0.75L$ 区域以外, 中桁材(舱壁前后一个肋距内除外)上可以开孔, 但开孔高度应不大于该处中桁材高度的 40%。

2.5.3 箱形中桁材

2.5.3.1 中桁材可用箱形中桁材(管隧)代替。箱形中桁材侧板厚度应不小于水密肋板的厚度。侧板之间的距离应不大于 2m。

箱形中桁材区域的船底板和内底板应适当增厚。

2.5.3.2 箱形中桁材的骨架应符合下列要求:

1) 在箱形中桁材内的每个肋位上, 应设置船底骨材和内底骨材, 其剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值:

$$W = 22sdl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中: s ——肋骨间距, m;

d ——吃水, m;

l ——跨距, m, 取两道侧板的间距。

2) 船底骨材和内底骨材的两端应逐渐放大并与箱形中桁材侧板连接, 其放大部分的高度和长度应不小于骨材高度的 1.5 倍。

3) 箱形中桁材内在船体中心线上应设置间断的船底纵向骨材。

2.5.3.3 箱形中桁材和中桁材衔接处至少应有不小于三个肋距的相互交叉过渡区。

箱形中桁材应设有水密人孔和通向露天甲板的应急出口, 其出口的关闭装置应能两面操纵, 围壁结构应符合对水密舱壁的要求。

2.5.4 旁桁材

2.5.4.1 旁桁材的厚度与该区域的肋板厚度相同, 水密旁桁材的厚度应与该区域的水密肋板等厚。

2.5.4.2 旁桁材的设置应以桁材之间或桁材至舷侧的间距不大于 4m 为原则。船宽大于 10m 的渔船, 中桁材两侧至少各设一道旁桁材。但距首垂线 $0.2L$ 以前的区域, 旁桁材设置间距应不大于三个肋距。旁桁材应尽可能均匀设置。

2.5.5 实肋板

2.5.5.1 实肋板的厚度 t 应不小于按下式计算所得之值:

$$t = 0.03L + 5s + 2.6 \quad \text{mm}$$

式中: s ——肋骨间距, m。

污水阱处的实肋板应较上式计算值增厚 2.5mm。

2.5.5.2 实肋板间距应不超过四个肋距且不大于 3.2m。实肋板高度超过 0.9m 时应设置垂直加强筋, 其间距不大于 1.5m, 厚度与肋板相同, 宽度为肋板高度的 1/10。机舱、推力轴承座下, 应在每个肋位上设

置实肋板；横舱壁以及支柱下应设置实肋板。

距首垂线 $0.2L$ 以前区域应在每个肋位上设置实肋板。

2.5.6 水密肋板

2.5.6.1 水密肋板应符合下述规定：

- 1) 水密肋板厚度较实肋板计算厚度增加 2mm。在水密横向舱壁下，应尽量设置水密肋板；
- 2) 油舱的油密肋板厚度与上述要求相同。

2.5.6.2 水密肋板的高度大于 0.9m 时，应设置间距不大于 0.9m 的垂直加强筋。加强筋两端应削斜，其剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = 5.5shl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中： s ——加强筋间距，m；

h ——由内底板到空气管顶的垂直距离，m；

l ——加强筋跨距，m，即实取的双层底高度。

油舱的油密肋板加强筋的要求与上式相同。

2.5.6.3 当双层底与边液体舱或隔离舱内部相通时，水密肋板的尺寸应不小于对深舱的要求。同时，垂直加强筋的端部应加肘板。

2.5.7 组合肋板

2.5.7.1 双层底在不设置实肋板的肋位上应设置组合肋板。其在中桁材及内底边板处的肘板宽度应不小于中桁材高度的 75%；其厚度应与该区域实肋板的板厚相同；如双层底高度不小于 800mm 时，肘板应有面板或折边，其宽度为厚度的 10 倍，但不宜大于 90mm。旁桁材一边应设扶强材，扶强材尺寸与内底骨材相同，如图 2.5.7.1，图中 l 值大于 2.5m 时，应设符合本节 2.5.7.2 要求的中间撑柱。

图 2.5.7.1

2.5.7.2 组合肋板船底骨材的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = (15 - 2.5l_1)sd l^2 \quad \text{cm}^3$$

式中： S ——肋骨间距，m；

d ——吃水，m；

l ——骨材跨距，m，自肘板边缘量至旁桁材(如图 2.5.7.1)；

l_1 ——同 l ，但 $l > 2.5\text{m}$ 时，取 $l_1 = 2.5\text{m}$ 。

如在上述骨材跨距 l 的一半处设置中间撑柱，则船底骨材的剖面模数应不小于上式计算值的一半。

中间支撑柱截面积 A 应不小于按下列各式计算所得之值：

$$A = 23.8 + 0.04W \quad \text{cm}^2, \text{ 当 } W < 85\text{cm}^3 \text{ 时；}$$

$$A = 0.32W \quad \text{cm}^2, \text{ 当 } W \leq 85\text{cm}^3 \text{ 时。}$$

式中： W ——船底骨材的剖面模数， cm^3 。

内底骨材的剖面模数应为船底骨材的 85%。

当内底板上承受较大压力时，上述骨材等应另行考虑。

2.5.7.3 组合肋板的船底骨材及内底骨材与肘板的搭接要求与本章 2.4.4.3 舳肘板与肋骨的搭接相同。

2.5.8 轻型肋板

双层底在不设置实肋板的肋位上，可设置轻型肋板，以代替组合肋板。轻型肋板腹板厚度不小于实肋板厚度。其开孔边缘至内底或船底的最小距离应不小于 0.2 倍中桁材高度；从中桁材和内底边板至开口边缘的距离应不小于 0.5 倍中桁材高度；旁桁材与开口边缘的距离不小于 0.25 倍中桁材高度；开口长度应不超过 1.2 倍中桁材高度，如图 2.5.8 所示。肋板上的垂直加强筋尺寸应符合本节 2.5.5.2 的规定，其间距应不大于 2.2m。

图 2.5.8

2.5.9 内底板及内底边板

2.5.9.1 内底板的厚度 t 应不小于按下列各式计算所得之值：

$$t = 0.04L + 5s + 2.1 \quad \text{mm, 且不得小于 6mm, 在船中部 } 0.4L \text{ 区域内;} \\ t = 0.055L + 5.8 \quad \text{mm, 在机舱区域内。}$$

式中： s —— 肋骨间距，m。

船端部 0.075 L 区域内的厚度为船中部 0.4 L 区域内厚度的 0.9 倍。

2.5.9.2 双层底内为燃油舱的区域，内底板厚度应不小于 8mm。

2.5.9.3 内底边板的宽度，当内底边板为向下倾斜形式时，应不小于中桁材高度的 80%；为水平形式时，应不小于舳肘板宽度加 50mm。

内底边板厚度，在鱼舱区域应较内底板增厚 1.5mm；在机舱区域内底边板应不小于该区域的内底板厚度。

2.5.10 舳肘板

2.5.10.1 舳肘板应在每个肋位上设置。舳肘板厚度与实肋板厚度相同。舳肘板上可以开圆形减轻孔，但孔缘外任何地方的板宽均应不小于舳肘板宽度的 1/3。

2.5.10.2 舳肘板应有面板或折边，面板或折边的宽度一般为其厚度的 10 倍。

2.5.10.3 舳肘板的标准高度和宽度按下述决定：

连接次要构件的舳肘板的高度为内底板至最近一层甲板之间高度的 10% 或肋骨腹板高度的 2.5 倍，取大者。连接主要构件的舳肘板的高度为肋骨腹板高度的 1.8 倍。舳肘板的宽度与高度相同。如内底板为水平式，在舳肘板趾端的双层底内的肋板上应设置垂向加强筋(如图 2.5.10.3)，加强筋的要求与本节 2.5.5.2 相同。

图 2.5.10.3

2.5.10.4 当舳肘板与肋骨的连接方式是采用搭接时，则搭接长度应符合本章 2.4.4.3 的要求。

第6节 舷侧骨架

2.6.1 一般要求

2.6.1.1 肋骨的标准间距 s 应按下列式计算:

$$s = 0.002L + 0.48 \quad \text{m}$$

实际肋骨间距可略大于标准肋距, 但增加值不得超过 0.15m, 否则外板、甲板、肋骨及船底骨架应另行考虑, 并须经验船部门同意。

小于 30m 的渔船标准肋距可适当减小。

2.6.1.2 首尾尖舱肋骨间距和尾部斜肋骨间距, 应不大于 0.6m。

2.6.2 肋骨

2.6.2.1 计算主肋骨剖面模数时, 肋骨跨距 l 应按以下不同区域选取:

- 1) 从距首垂线 $0.2L$ 至尾尖舱舱壁之间, 应取船中的 l ;
- 2) 从距首垂线 $0.2L$ 至防撞舱壁之间, 应取该区域内最大的 l 。

肋骨跨距 l 为在舷侧从肋骨面板或内底板上缘至最下层甲板边线间的垂直距离, 且应不小于 \sqrt{D} 。

2.6.2.2 除首、尾尖舱外, 主肋骨剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值:

$$W = csdl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中: c ——系数, $c = (2 + 0.65d / D) / (1.45 - \sqrt{D} / l)$;

s —— 肋骨间距, m;

d —— 吃水, m;

l —— 肋骨跨距, m, 见本节 2.6.2.1 的规定。

如设置符合本节 2.6.5 要求的舷侧纵桁且均匀布置, 则可按下列规定减小主肋骨的剖面模数:

- 1) 当设置一根舷侧纵桁时, 主肋骨的剖面模数可为按本节 2.6.2.2 计算所得值的 1/2;
- 2) 当设置二根舷侧纵桁时, 主肋骨的剖面模数可为按本节 2.6.2.2 计算所得值的 2/7。

2.6.2.3 在任何情况下, 主肋骨的剖面模数应不小于按本节 2.6.4 计算的甲板间肋骨的剖面模数。

2.6.2.4 主肋骨的剖面惯性矩 I 应不小于按下式计算所得之值:

$$I = 3.2Wl \quad \text{cm}^4$$

式中: W —— 见本节 2.6.2.2;

l —— 肋骨实际跨距, m, 在此应将舷侧纵桁作为跨距的支撑点计入。

2.6.3 尖舱肋骨

首、尾尖舱内的肋骨剖面模数 W 和剖面惯性矩 I 应分别不小于按下列各式计算所得之值:

$$W = 2.3sdl \quad \text{cm}^3$$

$$I = 3.5Wl \quad \text{cm}^4$$

式中: s —— 肋骨间距, m;

d —— 吃水, m;

l —— 肋骨的跨距, m, 当 $l < 2\text{m}$ 时, 取 2m。

2.6.4 甲板间及上层建筑肋骨

甲板间及上层建筑肋骨的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值(且不小于 10cm^3):

$$W = cc_1sdl\sqrt{D} \quad \text{cm}^3$$

式中: s —— 肋骨间距, m;
 d —— 吃水, m;
 l —— 肋骨跨距, m, 即为在舷侧量得的甲板间高, 且对于甲板间肋骨, 当实际跨距小于 2.6m 时, 应取 2.6m; 对上层建筑肋骨, 当实际跨距小于 2.3m 时, 应取 2.3m;
 c —— 系数为 $0.7 + 4d / D$;
 c_1 —— 系数, 对于下甲板间肋骨: $c_1=1.25$; 对于上甲板间肋骨: $c_1=1.0$; 对于首楼肋骨: $c_1=0.9$; 对于桥楼和尾楼肋骨: $c_1=0.8$ 。

2.6.5 舷侧纵桁

2.6.5.1 支撑主肋骨的舷侧纵桁的剖面模数 W 和剖面惯性矩 I , 应不小于按下列各式计算所得之值:

$$W = 7.8 h b l^2 \quad \text{cm}^3$$
$$I = 2.5 W l \quad \text{cm}^4$$

式中: b —— 舷侧纵桁支持面积的宽度, m;
 h —— 从舷侧纵桁距中点至主甲板边线的垂直距离, m;
 l —— 舷侧纵桁的跨距, m。

2.6.5.2 在舷侧纵桁与横舱壁的连接处, 应设置连接肘板或采取其他等效措施。在舷侧纵桁与强肋骨的连接处, 应使舷侧纵桁的面板或折边具有较好的连续性。

2.6.6 机舱区域的加强

2.6.6.1 对于尾机型渔船机舱必须设置强肋骨。强肋骨应以肋板或内底板延伸至上甲板。强肋骨的间距应不大于五个肋骨间距。强肋骨的剖面模数 W' 应不小于按下式计算所得之值:

$$W' = 0.2 n c W \quad \text{cm}^3$$

式中: n —— 强肋骨之间的肋骨间距数;
 W —— 机舱内主肋骨剖面模数, 按本节 2.6.2.2 计算;
 c —— 系数, 按主肋骨剖面模数选取, 见表 2.6.6.1。

表 2.6.6.1系数 c

w, cm^3	≤20	50	100	150	200	300	400	500	600
c	8.4	7.7	6.6	5.5	4.4	4.3	4.2	4.1	4.0

2.6.6.2 机舱强肋骨的腹板高度应不小于相邻主肋骨高度的 2.5 倍。

2.6.6.3 对于中机型渔船, 如不按本节 2.6.6.1 规定设置强肋骨时, 则机舱内工作甲板以下的主肋骨的剖面模数应增加 50%。

2.6.6.4 对于支持舷侧纵桁的强肋骨, 其尺寸应由计算予以确定。计算时, 假定强肋骨两端为刚性固定, 强肋骨承受由舷侧纵桁传递的集中载荷(舷侧纵桁的计算水压头, 应为舷侧纵桁的跨距中点至主甲板边线的垂直距离, m)的作用, 取许用弯曲应力为 93.2N/mm^2 , 取许用切应力为 83.4N/mm^2 。

2.6.6.5 机舱内主肋骨跨距超过 3m 时必须设置符合本节 2.6.5.1 要求的舷侧纵桁。舷侧纵桁腹板的高度应不小于主肋骨高度的 2.5 倍。

2.6.6.6 主肋骨应每隔一个肋位以肘板与舷侧纵桁连接, 其他主肋骨应以加强筋与舷侧纵桁连接, 或直接与纵桁腹板焊接。

2.6.6.7 在舷侧纵桁与横舱壁的连接处应放置连接肘板或采用其他等效措施。在舷侧纵桁与强肋骨的连接处应使舷侧纵桁的面板或折边具有足够的连续性。

2.6.6.8 机舱内也可用间断的舷侧纵桁代替本节 2.6.6.5 所述的舷侧纵桁,其腹板高度与主肋骨高度相同;其腹板厚度 t 和面板的剖面积 A , 应分别不小于按下列各式计算所得之值:

$$t = 0.023L + 6 \qquad \text{mm}$$
$$A = 0.14L + 1 \qquad \text{mm}^2$$

2.6.7 局部加强

- 2.6.7.1 桥楼内两端各四根肋骨的尺寸应不小于该处下方肋骨的尺寸。
- 2.6.7.2 如首楼、尾楼的长度大于 $0.25L$ 时,则位于首楼内后端和尾楼内前端的二根肋骨的尺寸应不小于该处下方肋骨的尺寸。
- 2.6.7.3 舱口端梁下的肋骨剖面模数应不小于普通肋骨剖面模数的 1.67 倍。船长小于 30m 的渔船可不受此限制。

2.6.8 肋骨端点连接

- 2.6.8.1 肋骨与横梁连接应采用肘板,肘板的尺寸应符合本章表 2.7.2.4 的规定。
- 2.6.8.2 甲板间肋骨下端在下甲板处中断时,在中断处应设置肘板,肘板的尺寸与甲板间肋骨上端肘板尺寸相同。若在中断处不设肘板,而将甲板间肋骨直接与下甲板焊接,则应将甲板间肋骨与下方的甲板间肋骨或主肋骨对齐。

第 7 节 甲板骨架

2.7.1 甲板载荷

甲板计算压头 h 应按下述要求选取:

- 1) 露天强力甲板计算压头 h_0 应不小于按下式计算所得之值:

$$h_0 = 0.01L + d / D + 0.1 \qquad \text{m}$$

式中: d/D ——吃水与型深之比, $d/D < 0.7$ 时取 0.7。

h_0 应不小于 1.2m, 但不必大于 1.5m。

- 2) 其他甲板的计算压头按表 2.7.1 选取。
- 3) 当船长不超过 30 米时, 甲板计算压头 h 应取为:主甲板为 1.0m; 其他甲板取 0.6m。

表 2.7.1 甲板计算压头 h

甲板名称及位置	计算压头, m
距垂线 $0.07L$ 以前的露天强力甲板和首楼甲板	$1.2h_0$
距首垂线 $0.07L \sim 0.15L$ 之间的露天强力甲板和首楼甲板	$1.1h_0$
下甲板、平台甲板及上层建筑内甲板用作居住及堆放杂物时	取 h_0 但不大于 1.39
短桥楼甲板、尾楼甲板、第一层甲板室甲板	取 $d / D_s = 0.7$ 时的 h_0 值的 80%
上层建筑甲板以上或第一层甲板室甲板以上各层甲板	依次取 $d / D_s = 0.7$ 时的 h_0 值的 60%, 40%……但不小于 0.56
注:甲板机械处、桅杆座和吊杆座处以及机舱备品间和鱼舱内, 按实际负荷选取。当装载率(舱内装货质量与舱容之比) $r > 0.72 \text{ t/m}^3$ 时, 对应的甲板计算压头应乘以 $r / 0.72$ 。	

2.7.2 甲板横梁

- 2.7.2.1 在每一肋位处应设置甲板横梁。其剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值:

$$W = 4.6cshl^2 \qquad \text{cm}^3$$

式中:*c* —— 系数, *c*=1.2; 对多层甲板及船长小于 30m 的渔船, *c*=1;
s —— 横梁间距, m;
h —— 计算压头, m, 可按本节 2.7.1 的规定选取;
l —— 横梁跨距, m, 即甲板纵桁之间, 舱口围板与甲板纵桁之间, 舱口围板或甲板纵桁与横梁肘板水平边中点之间的距离, 此值不得小于 B/3。

2.7.2.2 露天甲板横梁的梁拱应不小于 2% 船宽。
2.7.2.3 水密舱壁台阶部分的甲板横梁应满足本章 2.9.6 的规定。
2.7.2.4 肋骨与横梁连接的肘板尺寸应不小于表 2.7.2.4 的规定。肘板高度应不小于肋骨板高度的二倍, 肘板的厚度应不小于所连接骨材腹板厚度中的较小者。鱼舱肘板应有折边, 折边的宽度不必大于所连接骨材折边中的较小者, 肘板高度和宽度应按图 2.7.2.4 所示 *h* 予以量取。当采用搭接时, 肘板与骨材的搭接长度应不小于骨材高度的 1.25 倍。

表 2.7.2.4 肘板尺寸				
骨材或扶强材剖面模数 <i>W</i> cm ³	肘板高度和宽度 mm	有折边肘板厚度 mm	无折边肘板厚度 mm	折边宽度 mm
≤20	100	—	5.0	—
30	120	—	6.0	—
50	140	—	6.5	—
100	190	6.5	8.0	50
200	250	7.0	8.5	50
300	290	8.0	9.5	55
400	320	8.5	10.5	55
500	340	9.0	11	60
600	360	9.5	11.5	65

图 2.7.2.4

2.7.2.5 当横梁穿过甲板纵桁时, 应与纵桁腹板焊接。若横梁在舱口纵桁处中断时, 每根横梁应用肘板与纵桁连接。肘板宽度应按表 2.7.2.4 取定, 肘板高度应伸至纵桁面板并牢固焊接。
2.7.2.6 在起锚机、起网机、桅等集中载荷下面及机舱强肋骨顶端均宜设置强横梁。强横梁剖面模数应不小于该处甲板纵桁的剖面模数。强横梁下应设置强肋骨。如不设置强横梁, 可采用其他方法加强。
2.7.2.7 强横梁与肋骨应以下列方式之一连接:
1) 强横梁与肋骨或纵舱壁用有折边或带面板的肘板连接时, 肘板的臂长应与强横梁腹板高度相同, 其厚度与强横梁腹板的厚度相同。肘板的折边或面板的尺寸应与强横梁的折边或面板的尺寸相同, 而且应将强横梁腹板直接与肋骨或纵舱壁相焊接。如果将肘板的臂长增大至横梁高度的 1.5 倍, 则可不必将强横梁腹板与肋骨或纵舱壁相焊接。
2) 强横梁的腹板高度在连接端逐渐增大以代替肘板时, 其高度和宽度应不小于强横梁腹板高度的 1.5 倍, 其面板应为强横梁面板的延续。

2.7.3 甲板纵桁

2.7.3.1 支持横梁的甲板纵桁的间距应不大于 4m；对距首垂线 0.075 L 以前的露天强力甲板，甲板纵桁间距应不大于 3.6m；对尾尖舱壁以后的甲板纵桁间距，应不大于 3m；其剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = 4.75bhl^2 \qquad \text{cm}^3$$

式中： b —— 甲板纵桁所支撑面积的平均宽度，m；
 h —— 甲板的计算压头，m，可按本节 2.7.1 的规定选取；
 l —— 甲板纵桁的跨距，m，即支柱中心之间，支柱中心与舱壁或舱壁与舱壁之间跨距点的距离。

2.7.3.2 当支持横梁的甲板纵桁承受一个集中载荷时，尚应增加其剖面模数，所增加的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = 0.102cPl \qquad \text{cm}^3$$

式中： c —— 系数，按本节表 2.7.3.2 插值选取。表中 a 为 P 的作用点至纵桁二个支点间较远一点的距离，m；
 P —— 集中载荷，kN；
 l —— 甲板纵桁跨距，m。

表 2.7.3.2

系数 c

a/l	0.94	0.90	0.85	0.80	0.75	0.70	0.60	0.50
c	1.44	3.36	5.68	7.36	8.64	9.20	9.60	10

2.7.3.3 当支持横梁的甲板纵桁承受二个或三个集中载荷时，对于其所增加的剖面模数 W ，应由计算确定。计算时，假定纵桁的两端为刚性固定，取许用弯曲应力为 93.2N/mm²。

2.7.3.4 甲板纵桁的剖面惯性矩 I 应不小于按下式计算所得之值：

$$I = 2Wl \qquad \text{cm}^4$$

式中： W —— 本节要求的甲板纵桁剖面模数，cm³；
 l —— 甲板纵桁跨距，m。

2.7.3.5 甲板纵桁的腹板高度应不小于横梁穿过处的切口高度的 1.6 倍。切口的设计应使腹板上的应力集中为最小。甲板纵桁腹板的厚度应不小于其高度的 1%加 4mm。甲板室纵桁的腹板厚度应不小于其高度的 1%加 2mm，但不小于 4mm。

2.7.3.6 当需将电缆和管系穿过甲板纵桁的腹板时，在腹板上的开孔高度应不超过纵桁腹板高度的 25%，开孔宽度应不超过横梁间距的 60%，否则应予补偿。开孔边缘至纵桁面板的距离应不小于纵桁腹板高度的 40%；开孔的边缘应光滑，且具有良好的圆角。不应将开孔密集地布置在相邻的肋位内。开孔距纵桁肘板趾端应大于 200mm。

2.7.3.7 应采用下列任一方式将甲板纵桁与横舱壁进行连接：

- 1) 除将纵桁腹板与舱壁焊接外，还应在纵桁与舱壁的连接处设置具有面板或折边的肘板，肘板的臂长应等于甲板纵桁腹板的高度，肘板的厚度应与纵桁腹板厚度相同，肘板的面板或折边的尺寸应与纵桁的面板或折边的尺寸相同；
- 2) 将甲板纵桁腹板的高度向舱壁处逐渐升高，在舱壁处的高度应为原高度的 1.5 倍(在上层建筑内为 1.2 倍)，且将升高后的腹板与舱壁焊接，腹板升高范围的长度应不小于甲板纵桁腹板原高度的 1.5 倍，并应将甲板纵桁的面板延伸至舱壁；
- 3) 计入总纵强度的甲板纵桁应穿过水密舱壁，也可将其连接肘板穿过舱壁，且纵桁与肘板之间应有良好的过渡。

2.7.3.8 甲板纵桁应按本篇 1.2.4.4 的要求设置防倾肘板。

2.7.4 舱口甲板纵桁

2.7.4.1 当将露天甲板的舱口甲板纵桁(包括露天甲板舱口围板)同时兼作甲板纵桁、且以舱口两端作为支点时,舱口甲板纵桁的剖面模数 W 和剖面惯性矩 I 应分别不小于按下列各式计算所得之值:

$$\begin{aligned} W &= 7hbl^2 & \text{cm}^3 \\ I &= 2.6Wl & \text{cm}^4 \end{aligned}$$

式中: h —— 甲板计算压头, m , 按本节 2.7.1 的规定选取;

b —— 舱口甲板纵桁所支承面积的平均宽度, m ;

l —— 舱口甲板纵桁的跨距, m 。

2.7.4.2 下甲板舱口甲板纵桁的剖面模数 W 和剖面惯性矩 I 应分别不小于按下列各式计算所得之值:

$$\begin{aligned} W &= 5.2hbl^2 & \text{cm}^3 \\ I &= 2Wl & \text{cm}^4 \end{aligned}$$

式中: h —— 甲板计算压头, m , 按本节 2.7.1 的规定选取;

b —— 下甲板舱口甲板纵桁所支承面积的平均宽度, m ;

l —— 下甲板舱口甲板纵桁的跨距, m 。

2.7.4.3 当下甲板舱口甲板纵桁承受集中载荷时,尚应增加其剖面模数,所增加的剖面模数应为按本节 2.7.3.2 或 2.7.3.3 计算所得值的 1.1 倍。

2.7.4.4 舱口甲板纵桁腹板在甲板以下的高度应不小于与其相连接的横梁腹板的高度。

2.7.4.5 在计算舱口甲板纵桁(包括舱口围板)的剖面模数和剖面惯性矩时,可算至舱口围板的水平面上缘(应扣除水平面板上的开孔)。当不设水平面板时,则可算至围板的水平加强筋的上缘。

2.7.4.6 舱口甲板纵桁腹板的厚度应不小于其高度的 1% 加 4mm,舱口围板厚度和结构应符合本章 2.17.2 规定。

2.7.4.7 对于舱口甲板纵桁延伸构件的尺寸应予逐渐过渡。

2.7.4.8 每根横梁与舱口甲板纵桁的连接处均应设置肘板,并应将肘板伸至舱口甲板纵桁的面板,肘板的尺寸应符合本节 2.7.2.4 的规定(表中: W 为本节要求的横梁剖面模数),但肘板的厚度应不小于横梁腹板厚度。

2.7.5 舱口端横梁

2.7.5.1 应按下列要求设置舱口端横梁:

1) 当在舱口的四角设有符合本章第 8 节规定的支柱(即舱口端横梁不支持舱口纵桁)时,舱口端横梁的剖面模数应符合本节 2.7.2.1 的规定。但计算式中的 s 应为端横梁实际支承面积的宽度(m)。

2) 当舱口端横梁支持舱口纵桁承受的全部载荷,且在甲板中纵剖面处的舱口端横梁下设有支柱或甲板纵桁或纵舱壁时,在船宽范围内,端横梁应为连续结构,其剖面模数 W 和剖面惯性矩 I 应不小于按下列各式计算所得之值:

$$\begin{aligned} W &= 4.6chAl & \text{cm}^3 \\ I &= 3Wl & \text{cm}^4 \end{aligned}$$

式中: c —— 系数,按舱口纵桁距中纵剖面的距离 a 选取:当 $a \geq l/2$ 时, $c=1.6$; 当 $a \leq l/3$ 时, $c=1.5$; 当 $l/3 < a < l/2$ 时, c 以内插法求得;

l —— 端横梁的跨距, m ;

h —— 甲板计算压头, m , 按本节 2.7.1 的规定选取;

A —— 载荷面积, m^2 , $A = F_1 + F_2$, 按图 2.7.5.1 的(1)或图 2.7.5.1 的(2)选取, 当不设附加纵桁时, 按图 2.7.5.1 的(1), 当设附加纵桁时按图 2.7.5.1 的(2)。

图 2.7.5.1

2.7.5.2 舱口端横梁与肋骨或纵壁的连接应符合本节 2.7.2.7 的规定。

第 8 节 支 柱

2.8.1 支柱的载荷

2.8.1.1 支柱所承受的负荷 P 应按下式计算:

$$P = 7.06abh + P_0 \quad \text{kN}$$

式中: a —— 支柱所支持的甲板面积的长度, m , 见图 2.8.1.1;

b —— 支柱所支持的甲板面积的平均宽度, m , 见图 2.8.1.1;

h —— 支柱所支持的甲板的计算压头, m , 按本章 2.7.1 选取;

P_0 —— 上方支柱所传递的载荷, kN 。

图 2.8.1.1

2.8.1.2 当上下支柱不在同一垂直线上时, 则下方支柱的负荷 P 应按下式计算:

$$P = 7.06abh + cP_0 \quad \text{kN}$$

式中: a 、 b 、 h —— 同本节 2.8.1.1 规定;

P_0 —— 上方支柱的负荷, kN ;

c —— 系数, 按 $2(l_1/l)^3 - 3(l_1/l)^2 + 1$ 计算, 其中 l 为下方支柱中心线之间或支柱中心线与舱壁间的距离, m ; l_1 为上方支柱中心线与下方计算支柱中心线之间的距离, m 。

2.8.2 支柱的剖面积

支柱的剖面积 A 应不小于按下式计算所得之值:

$$A = \frac{P}{12.26 - 5.1l/r} \quad \text{cm}^2$$

式中: P —— 支柱所承受的载荷, kN , 按本节 2.8.1 的规定计算;

l —— 支柱有效长度, cm , 取支柱全长的 0.8 倍;

r —— 支柱剖面的最小惯性半径, cm ;

$r = \sqrt{I/A}$, 其中 I 为支柱剖面最小惯性距, cm^4 , A 为支柱剖面面积, cm^2 ;

对实心圆形支柱, $r = 0.25D$; 对空心圆形支柱, $r = 0.25\sqrt{D^2 + d^2}$, 其中 D 为支柱外

径， d 为支柱内径，单位均为 cm。

2.8.3 支柱的壁厚

2.8.3.1 管形支柱的最小壁厚: $L < 60\text{m}$ 时为 5mm; 否则为 6mm。对空心矩形剖面支柱的最小壁厚以及工字形或槽形剖面支柱的最小腹板厚度要求与管形支柱壁厚的要求相同。

2.8.3.2 鱼舱内宜选用厚壁型支柱。

2.8.4 支柱上下方的结构加强

2.8.4.1 应保证支柱上下端处的结构能合理地承受和传递载荷。在支柱的上端和下端应设置肘板和腹板或加厚板。在组合式支柱两端应设置纵向和横向的肘板。

2.8.4.2 应将支柱设置在实肋板上或桁材上，并应在实肋板或桁材上设置垂直加强筋。在支柱下面的肋板和桁材上不准开设人孔。

2.8.4.3 如在轴隧上或其他较弱的结构上设置支柱时，应对该部位的结构作适当加强。

2.8.4.4 对于压载舱或其他液舱内的支柱，应考虑其抗拉强度。

2.8.4.5 在油舱内不得选用空心剖面的支柱。

第 9 节 水密舱壁

2.9.1 一般要求

2.9.1.1 船舶应设置符合本节要求的水密防撞舱壁、水密尾尖舱舱壁和水密舱壁。

2.9.1.2 水密防撞舱壁应通至工作甲板，它应满足下列条件:

- 1) 防撞舱壁距首垂线的距离:
 - a) 当船长不小于 45m 时，应不小于 $0.05 L$ ，且不大于 $0.08 L$ ；
 - b) 当船长小于 45m 但不小于 24m 时，应不小于 $0.05 L$ ，且不大于 $(0.05 L + 1.35)\text{m}$ ；
 - c) 当船长小于 24m 时，应不小于 2m；
- 2) 当船体水下部分向首垂线之前延伸(如球鼻首)，则防撞舱壁距首垂线的距离应从首垂线之前延伸长度的中点处或从首垂线之前 $0.015 L$ 处量起，取其小者；
- 3) 防撞舱壁在上述限度内可具有阶层或凹折。

对具有长首楼的船舶，其防撞舱壁应延伸至工作甲板的上一层甲板。如延伸部分不在同一平面内，则此延伸部分距首垂线至少应为 $0.05 L$ ，且应有效地作成风雨密。

2.9.1.3 水密尾尖舱舱壁，应通至舱壁甲板。当尾尖舱水密平台甲板在水线以上时，可仅通至水密平台甲板为止。单桨船的尾轴管应位于尾尖舱内；多桨船如不可行，则尾轴管应封闭于容积适当的水密处所内。

2.9.1.4 水密舱壁的总数一般应不少于表 2.9.1.4 的规定。

表 2.9.1.4 水密舱壁总数

$L, \text{ m}$	$L \leq 60$	$60 < L$
中机型船	4	4
尾机型船	3	4

2.9.1.5 水密舱壁的设置应符合下列要求:

- 1) 除防撞舱壁和尾尖舱壁应分别符合本节有关规定外，其余水密舱壁均应通至舱壁甲板；
- 2) 舱壁的布置应注意合理均匀。当舱长不小于 30m 时，应采取措施保证船体的横向强度；

3) 机舱位于船中部时, 前后端必须设置水密舱壁。机舱位于尾部时, 在其前端必须设置水密舱壁。

2.9.1.6 水密舱壁为深舱舱壁组成部分时, 其结构应同时符合本章第 10 节对深舱舱壁的要求。

2.9.1.7 舱壁形式可采用平面舱壁、对称槽形舱壁。

2.9.1.8 本节规定均指横向水密舱壁, 对纵向水密舱壁的要求与横向水密舱壁相同。

2.9.2 防撞舱壁

计算防撞舱壁构件时, 计算压头 h 值应为相应规定高度的 1.25 倍。

2.9.3 平面舱壁

2.9.3.1 平面舱壁板

1) 水密舱壁板的厚度 t 应不小于按下式计算所得之值, 且应不小于 5.5mm:

$$t = 3.2s\sqrt{h} + 2.3 \quad \text{mm}$$

式中: s —— 扶强材间距, m;

h —— 由舱壁板下缘量至该处舱壁甲板边线的垂直距离, m, 但应不小于 2.5m。

2.9.3.2 舱壁下列板的厚度应较计算所得增厚 1mm; 污水沟及舱底污水阱处应增厚 2.5mm; 尾轴管通过处舱壁板的厚度应增加一倍。

2.9.3.3 舱壁下列板的高度由内底板算起(单底时自船底板算起)应不小于 900mm。如舱壁的一侧设有双层底而另一侧为单底时, 下列板应至少高出双层底内底板 300mm。

2.9.3.4 如舱壁板厚度与其相连接的桁材腹板厚度相差过大时, 该连接区域的舱壁板应予增厚。

2.9.3.5 平面舱壁扶强材

舱壁扶强材的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值:

$$W = cshl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中: c —— 系数, 按扶强材两端的形式选取: 两端用肘板连接时, $c=2.5$; 上端焊接, 下端用肘板连接时, $c=3.3$; 两端焊接时, $c=4.2$; 两端部不连接时, $c=6$;

s —— 扶强材间距, m;

h —— 由扶强材跨距中点量至该处舱壁甲板边线的垂直距离, m, 但应不小于 2m。对船长小于 30m 的船舶, h 值取实际测量值;

l —— 扶强材跨距, m, 包括肘板在内的扶强材长度。当设有桁材时, 为扶强材末端与桁材之间或桁材与桁材之间的距离。

2.9.3.6 舱壁扶强材端部肘板的尺寸应符合本章 2.7.2.4 的要求, 但表 2.7.2.4 中的 W 应为舱壁扶强材剖面模数。

2.9.3.7 扶强材上下端的肘板应分别延伸到舱壁邻近的横梁或肋板并与之牢固焊接。但扶强材跨距小于 3m 时, 可不按此要求延伸。

2.9.3.8 当横向舱壁支持甲板纵桁时, 应在甲板纵桁位置设舱壁扶强材。该扶强材连带板的剖面积尚应符合本章第 8 节对支柱的要求。

2.9.4 对称槽形舱壁

2.9.4.1 槽形各部分尺寸的代号规定见图 2.9.4.1。

s —— 槽形全宽, mm;

a —— 槽形平面部分宽度, mm;

b —— 槽形斜面部分宽度, mm;

d_w —— 槽形深度, mm;

α ——槽形斜面部分与平面部分延伸线的夹角，°；
 t ——舱壁厚度，mm。

图 2.9.4.1

2.9.4.2 槽形舱壁的尺寸应符合下述要求:
1) 槽形舱壁一个槽形宽度的剖面模数 W 应不小于按下计算所得之值:

$$W = cshl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中: l ——槽形跨距, 即支持点之间的距离, m;
 h ——由槽形跨距中点量至该处舱壁甲板边线的垂直距离, m, 但不小于 2m;
 s ——槽形全宽, m, 见图 2.9.4.1;
 c ——系数, 按表 2.9.4.2 规定的端部固定情况选取。
2) 槽形斜面部分与平面部分的夹角 $\alpha \geq 40^\circ$ 。

表 2.9.4.2 c 值

端部固定状态	如本节图 2.9.4.2(1)所示	如本节图 2.9.4.2(2)所示
c 值	5.04	3.84

图 2.9.4.2

2.9.4.3 对称槽形舱壁板的厚度 t 应符合本节 2.9.3.1 的规定。计算时 s 以 a 或 b 的大者代替, 且应符合下式要求:

$$t \geq \frac{a}{70} \quad \text{mm}$$

式中: a ——见本节图 2.9.4.1。

2.9.5 舱壁桁材

2.9.5.1 舱壁桁材的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值:

$$W = 6.6bhl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中: b ——由桁材支持的面积宽度, m;
 h ——由桁材跨距中点量至该处舱壁甲板边线的垂直距离, m, 但应不小于 2m;
 l ——桁材跨距, m。

2.9.5.2 桁材腹板高度应不小于所支持的舱壁扶强材腹板高度的 2.5 倍。腹板厚度应不小于舱壁板在桁材处的厚度。面板宽度应不大于腹板高度或面板厚度的 35 倍, 取小者。

2.9.5.3 桁材应按本篇 1.2.4.4 的规定设置防倾肘板。

2.9.5.4 桁材的末端应用肘板连接。肘板应延伸至邻近的肋骨或舱壁扶强材。肘板沿桁材的宽度应不小

于桁材腹板的高度，厚度应不小于桁材腹板的厚度。肘板应有折边或面板。

2.9.6 水密舱壁台阶

2.9.6.1 舱壁台阶处甲板或平台的横梁剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值:

$$W = 4.2shl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中: s —— 横梁间距, m;

h —— 由舱壁台阶处的甲板或平台到该处舱壁甲板边线的垂直距离, m, 且应不小于 2m;

l —— 横梁跨距, m, 且应不小于 2m。

2.9.6.2 舱壁台阶处甲板或平台甲板的厚度, 应按本节 2.9.3.1 的规定增厚 1mm。此时公式中的 s 取横梁间距。

2.9.6.3 舱壁台阶处甲板或平台甲板的厚度及横梁尺寸, 在任何情况下, 皆应不小于本章第 3 节及第 7 节对相应的甲板和横梁所规定的尺寸。

2.9.7 开口及水密门

2.9.7.1 防撞舱壁上不准开设任何门、人孔、通风管道或任何其他开口。

2.9.7.2 在工作甲板以上防撞舱壁延伸处的开口数目, 应在适应船舶正常作业情况下减至最少。所有此类开口应能风雨密关闭。

2.9.7.3 在其他水密舱壁上可设置水密门。船长小于 45m 时, 此门可为铰链式, 但应能从门的两侧就地操作, 且通常在出海时保持关闭状态。在门的两侧应标有告示: 出海时该门应保持关闭。

2.9.7.4 船长不小于 45m 时, 在下列处所设置的水密门应为滑动式:

1) 门槛位于最深作业水线以下及在海上需要打开的处所, 如从作业特点或实际操作考虑, 有理由说明此项要求不切实际或没有必要, 经验船部门同意, 可免设滑动式;

2) 机器处所下部通往轴隧处。

除此之外的水密门可为铰链式。

2.9.7.5 当舱壁上设置水密门不得不切断扶强材或增大其间距时, 该处舱壁应加强, 使其刚度和强度与整个舱壁相当。

2.9.7.6 滑动式水密门应符合下列要求:

1) 滑动式水密门应能在门的两侧就地操作。船长不小于 45m 时, 还应能在工作甲板上易于到达的位置进行遥控;

2) 在遥控位置上应设有表明滑动门启闭状态的装置;

3) 当船舶横倾 15° 时, 水密门应能关闭;

4) 当船舶正浮时, 手操滑动式水密门的关闭时间不应超过 90s。

2.9.7.7 船长不小于 75m 时, 在防撞舱壁和尾尖舱舱壁之间应尽可能设置水密双层底。

2.9.7.8 为方便设备大、中修, 可在机舱水密舱壁上开设较大的导门, 但应采取加强措施, 使导门及舱壁具备原有舱壁的刚度和强度, 且导门应用螺栓固定, 保证水密, 只有在大、中修时才开启。

第 10 节 深 舱

2.10.1 一般要求

2.10.1.1 本节所述的深舱为双层底以外的压载舱、船用水舱及按闭杯试验法闪点不低于 60°C 的燃油舱等。

2.10.1.2 非食用油舱与鱼舱、淡水舱之间应设空隔舱；如鱼舱与非食用油舱之间能满足本篇 3.3.1.2、3.3.1.3 或 3.3.1.4 的要求，经验船部门同意，可免设空隔舱。

2.10.1.3 本节关于舱壁的规定指横向舱壁。对纵向舱壁的要求与横向舱壁相同。

2.10.2 平面舱壁

2.10.2.1 深舱舱壁板厚度 t 应不小于按下式计算所得之值：

$$t = 4s\sqrt{h} + 2.5 \quad \text{mm}$$

式中： s —— 扶强材间距，m；

h —— 由舱壁板下缘量至深舱顶的垂直距离，或量至溢流管顶垂直距离的一半，取大者，m。

根据船长 L 的大小，舱壁板的厚度应不小于：当 $L \leq 30\text{m}$ 时为 5mm；当 $L \geq 60\text{m}$ 时为 7.0mm。

2.10.2.2 舱壁的下列板厚度应比本节 2.10.2.1 计算值增厚 1mm，而构成污水沟或污水阱的舱壁板应增厚 2.5mm。

2.10.2.3 舱壁扶强材的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = 8.2shl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中： s —— 扶强材间距，m；

h —— 由扶强材跨距中点量至深舱顶的垂直距离，或量至溢流管顶垂直距离的一半，取大者，m；

l —— 扶强材跨距，m，包括肘板在内扶强材长度。设有桁材时，为扶强材末端与桁材之间或桁材与桁材之间的距离。

扶强材端部应用肘板连接。肘板尺寸可按本章第 9 节的规定。扶强材端部也可与甲板或桁材直接焊接，但甲板或桁材的另一面应具有与之焊接且与扶强材在同一直线上的至少为相同剖面的相邻构件。

2.10.2.4 当扶强材跨距较大时，应设置水平桁材加强，其间距一般不大于 3m，且应符合下述要求：

1) 桁材剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = 12bhl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中： b —— 桁材支持面积的宽度，m；

h —— 由桁材跨距中点量至深舱顶的垂直距离，或量至溢流管顶垂直距离的一半，取大者，m；

l —— 桁材跨距，m。

2) 桁材惯性矩 I 应不小于按下式计算所得之值：

$$I = 2.5Wl \quad \text{cm}^4$$

式中： W 、 l 同本节 2.10.2.4 的 1)。

2.10.2.5 桁材腹板高度应符合本章 2.9.5.2 的规定。

2.10.2.6 桁材应按本篇 1.2.4.4 的规定设置防倾肘板。

2.10.2.7 桁材末端的连接应符合本章 2.9.5.4 的规定。

2.10.2.8 深舱舱壁兼作水密舱壁的组成部分时，其结构还应同时满足本章第 9 节对水密舱壁的规定。

2.10.3 对称槽形舱壁

2.10.3.1 槽形舱壁的尺寸应符合下列要求：

1) 槽形舱壁一个槽形宽度的剖面模数 W 应不小于下式计算所得之值：

$$W = cshl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中： l —— 槽形跨距，m；

h —— 由槽形跨距中点量至深舱顶的垂直距离，或量至溢流管顶垂直距离的一半，取大者，m。

- s ——槽形全宽, m , 见本章图 2.9.4.1;
 c ——端部固定情况, 按表 2.10.3.1 的规定选取。
2) 槽形斜面部分与平面部分的夹角 $\alpha \geq 40^\circ$ 。

表 2.10.3.1 c 值

端部固定状态	如本章图 2.9.4.2(1)所示	如本章图 2.9.4.2(2)所示
c 值	13.6	10.6

2.10.3.2 槽形舱壁板的厚度 t 应符合本节 2.10.2.1 的规定, 计算时 s 以 a 或 b 的大者代替, 且应符合下式要求:

$$t \geq \frac{a}{70} \quad mm$$

式中: a —— 见本章图 2.9.4.1。

2.10.4 舷侧骨架

2.10.4.1 舷侧肋骨剖面模数应符合下列要求:

- 1) 按本章 2.6.2.2 的规定值增加 15%, 且不小于本章 2.6.4 所计算的 W 值;
- 2) 肋骨剖面模数 W 除应符合上述规定外, 尚应不小于按下式计算所得之值:

$$W = 7shl^2 \quad cm^3$$

式中: s —— 肋骨间距, m ;
 h —— 由肋骨跨距中点量到深舱顶的垂直距离, 或量到溢流管顶垂直距离的一半, 取大者, m ;
 l —— 肋骨跨距, 由肋板或内底板上缘量到舷侧纵桁或舷侧纵桁之间, 或舷侧纵桁至甲板的垂直距离, 取大者, m 。

- 3) 肋骨的剖面惯性矩 I 应不小于按下式计算之值:

$$I = 3.5Wl \quad cm^4$$

式中: W 、 l 见本节 2.10.4.1 的 2)。

2.10.4.2 肋骨端部肘板的高度和宽度应较本章 2.7.2.4 的规定增加 20%。

2.10.4.3 设置舷侧纵桁支持肋骨时, 舷侧纵桁应符合本节 2.10.2.4 的规定。肋骨必须与舷侧纵桁焊接。舷侧纵桁应在深舱内延伸至舱壁, 应与舱壁水平桁材组成环形框架。

2.10.5 甲板及甲板骨架

2.10.5.1 深舱甲板(或平台)的厚度 t 除应符合本章第 3 节规定外, 尚应不小于按下式计算所得之值:

$$t = 4s\sqrt{h} + 3.5 \quad mm$$

式中: s —— 骨材间距, m ;
 h —— 由甲板(或平台)量到深舱顶的垂直距离, 或量至溢流管顶垂直距离的一半, 取大者, m 。
船长不小于 60 的渔船, 其深舱甲板(或平台)板厚 t 应不小于 7mm。

2.10.5.2 深舱甲板(或平台)横梁的剖面模数 W 除应符合本章第 7 节规定外, 尚应不小于按下式计算所得之值:

$$W = 9shl^2 \quad cm^3;$$

式中: s —— 横梁间距, m ;
 h —— 由甲板(或平台)量到深舱顶的垂直距离, 或量至溢流管顶垂直距离的一半, 取大者, m ;
 l —— 横梁跨距。

2.10.5.3 深舱甲板(或平台)纵桁或强横梁剖面模数 W 除应符合本章第 7 节规定外,尚应不小于按下式计算所得之值:

$$W = 12shl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中: s —— 纵桁或强横梁间距, m;

h —— 由甲板(或平台)量到深舱顶的垂直距离, 或量至溢流管顶垂直距离的一半, 取大者, m;

l —— 纵桁或强横梁跨距。

其剖面惯性矩 I 应不小于按下式计算所得之值:

$$I = 2.5Wl \quad \text{cm}^4$$

式中: W 、 l 同本节 2.10.2.4 的 1)。

2.10.6 纵舱壁或制荡舱壁

2.10.6.1 深舱由一舷至另一舷时, 在中纵剖面处应设置纵舱壁或制荡舱壁。

2.10.6.2 纵舱壁的要求与本节对横舱壁的要求相同。

2.10.6.3 制荡舱壁板厚与本节所述舱壁相同。扶强材剖面模数为舱壁扶强材的 50%, 但 h 值为量至深舱顶的垂直距离。扶强材两端应用肘板连接。制荡舱壁上的开孔面积应不小于舱壁总面积的 5%, 但也不必大于 10%。

第 11 节 首柱、尾柱、舵柱、球鼻首、尾轴架、螺旋桨导管和挂舵臂

2.11.1 首柱

2.11.1.1 矩形首柱在最深作业水线以上 0.5m 处以下区域的横剖面面积 A , 应不小于按下式计算所得之值:

$$A = 1.2L \quad \text{cm}^2$$

在最深作业水线以上 0.5m 处以上区域的首柱横剖面面积可逐渐减小, 至顶端可减小 25%。

2.11.1.2 钢板焊接首柱在最深作业水线以上 0.5m 处以下区域的板厚 t , 应不小于按下式计算所得之值:

$$t = 0.1L + 5 \quad \text{mm}$$

在最深作业水线以上 0.5m 处以上区域的首柱板厚度可逐渐减薄, 但应不小于邻近首端外板的厚度。

首柱应以水平肘板加强, 其间距应不大于 1m。肘板厚度应不小于邻接外板的厚度。肘板应向后延伸与肋骨或舷侧纵桁连接, 且至少应超过首柱与外板的对接缝。

对曲率半径较大的首柱, 应沿其中纵剖面设置与水平肘板厚度相同的纵向加强筋。

2.11.1.3 铸钢首柱应便于制造, 其所有圆角应有足够大的半径。铸钢首柱的剖面积应不小于本节 2.11.1.1 对矩形首柱剖面面积的规定。在铸钢首柱上应有水平加强筋。

2.11.2 无舵柱的尾柱

2.11.2.1 无舵柱的尾柱由尾框底骨、推进器柱及其在推进器柱上的轴毂组成。

2.11.2.2 钢板焊接的推进器柱(如图 2.11.2.2 所示)尺寸应不小于按下列各式计算所得之值:

$$\text{剖面长度} \quad a = 46\sqrt{L} \quad \text{mm}$$

$$\text{剖面厚度} \quad t = 2.3\sqrt{L} + 3 \quad \text{mm}$$

2.11.2.3 铸钢推进器柱(如图 2.11.2.3 所示)尺寸应不小于按下列各式计算所得之值:

$$\text{剖面长度} \quad a = 41\sqrt{L} \quad \text{mm}$$

剖面厚度	$t_1 = 3\sqrt{L}$	mm
	$t_2 = 4\sqrt{L}$	mm
圆角半径	$R = 0.4L + 16$	mm

图 2.11.2.2

图 2.11.2.3

- 2.11.2.4 图 2.11.2.2 及图 2.11.2.3 所示的尾柱宽度仅为参考值，实际情况应与尾部型线协调。
- 2.11.2.5 钢板或铸钢推进器柱应设置水平肘板予以加强，其位置根据船体骨架与推进器柱结构而定，但其间距应不大于 650mm。铸钢尾柱应便于制造，所有圆角应有足够大的半径。对曲率半径较大的部分，尚应设置纵向加强筋。
- 2.11.2.6 尾框底骨(如图 2.11.2.6 所示)任一计算剖面处对垂直中和轴(Z 轴)的剖面模数 W_z ，应不小于按下式计算所得之值：

$$W_z = 1.2AxV^2 \qquad \text{cm}^3$$

- 式中: A ——舵的总面积, m^2 ;
- x ——计算剖面至舵杆中心线的距离, x 取值不小于 $0.5 L_s$, m ; L_s 为所需计算剖面至舵杆中心线的最大距离;
- V ——最大设计航速, kn 。
- 上述剖面对水平中和轴(Y 轴)的剖面模数 W_y ，应不小于上式要求的 50%。

图 2.11.2.6

- 2.11.2.7 尾框底骨应由推进器柱轴毂前端向船首延伸至少三个肋距，并与平板龙骨牢固连接。该延伸部分的横剖面面积允许逐渐减小到与平板龙骨有效连接所需的面积。
- 2.11.2.8 推进器柱的上部应与尾肋板或舱壁牢固连接，所连接的肋板或舱壁下列板应各增厚 3mm。
- 2.11.2.9 推进器柱在尾轴管或推进器轴通出处的毂壁厚度 t ，在镗孔完毕后应不小于按下式计算所得之值：

$$t = 0.1 d + 40 \qquad \text{mm}$$

- 式中: d ——尾管轴或推进器轴的直径, mm 。

2.11.3 双推进器船舵柱

双推进器船与船身组成一体的舵柱，其尺寸(如图 2.11.3(1)和(2)所示)应不小于按下列各式计算所得之值：

剖面宽度:	$b = 33\sqrt{L}$	mm
剖面厚度:	$t_1 = 3.3\sqrt{L}$	mm
	$t_2 = 3.7\sqrt{L}$	mm

圆角半径:

$$t_3 = 4.5\sqrt{L}$$
$$R = 0.4L + 16$$

mm

mm

图 2.11.3(1)

图 2.11.3(2)

图 2.11.4

2.11.4 推进器净空

推进器与尾柱、舵之间的最小间隙(如图 2.11.4 所示)建议不小于下列要求:

$$a = 0.12D$$
$$b = 0.20D$$
$$c = 0.14D$$
$$d = 0.04D$$

式中: D ——螺旋桨直径。

2.11.5 球鼻首

设置球鼻首的船舶,球鼻结构应有足够的支撑,且与首尖舱结构组成一个整体。一般应按下列要求加强:

- 1) 在球鼻首中应设置水平隔板,并与中纵桁连接;

2) 由首尖舱肋骨到球鼻首肋骨的过渡区域应装设横向垂直隔板;

3) 球鼻前端以及易受锚和锚链碰撞部分的外板应予增厚,加厚板的厚度可取为钢板首柱的厚度。

2.11.6 尾轴架

2.11.6.1 尾轴架可采用铸钢、钢板焊接和分段铸件或锻件焊接构成,支臂与轴毂的焊缝应充分焊透。

2.11.6.2 人字形尾轴架的两个支臂之间的夹角应尽可能为 90° 。

2.11.6.3 每个支臂和轴毂的尺寸,应不小于按下列各式计算所得之值:

支臂厚度:

$$t = 0.45d$$

mm

支臂截面积:

$$A = 0.45d^2$$

mm^2

轴毂厚度:

$$t = 0.33d$$

mm

轴毂长度:

$$l = 3d$$

mm

式中: d ——尾管轴或推进器轴直径, mm。

2.11.6.4 尾轴架固定处的船体骨架应予加强,船体外板应按本章 2.2.5.3 加厚。支臂应伸进船体内部,并与肋板、纵桁和外板牢固连接。

2.11.7 螺旋桨导管

2.11.7.1 一般要求

- 1) 本节要求适用于内径小于 5m 的螺旋桨导管;

2) 导管壳板内部应设纵向及横向(环型)的加强隔板;

3) 固定式导管在船体上的支承应特别加强。

2.11.7.2 设计压力

螺旋桨导管的设计压力应按下式确定:

$$P_d = cP_{do} \quad \text{kN/m}^2$$

$$\text{式中: } P_{do} = \varepsilon \frac{N}{A_p} \quad \text{kN/m}^2;$$

N ——最大轴功率, kW;

A_p ——螺旋桨盘面积, m^2 ;

$$A_p = \frac{\pi D^2}{4}$$

式中: D ——螺旋桨直径, m;

ε ——因数, $\varepsilon = 0.21 - 2 \times 10^{-4} \frac{N}{A_p}$, 但不小于 0.10;

c ——系数, 二区内(螺旋桨区), $c=1.0$; 一和三区内, $c=0.5$;
四区内, $c=0.35$ (见图 2.11.7.2 所示)。

图 2.11.7.2

2.11.7.3 导管壳板的厚度应不小于按下式计算所得之值:

$$t = 5a\sqrt{P_d} + 2 \quad \text{mm}$$

式中: a ——导管加强环的间距, m;

P_d ——按本节 2.11.7.2 的计算值。

导管壳板的厚度应不小于 8mm。二区厚度应较计算厚度再增加 2mm, 但不必大于 20mm。

2.11.7.4 内部加强隔板的厚度应不小于导管第三区壳板的厚度。环型隔板建议不小于二道, 但至少有一道布置在二区; 纵向隔板应不少于八道, 且在导管固定处必须设置。

2.11.7.5 截面(图 2.11.7.2 所示)对中和轴的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值:

$$W = nd^2bV_0^2 \quad \text{cm}^3$$

式中: n ——系数, 对于转动管舵, $n=1.0$; 对于固定导管, $n=0.7$;

d ——导管内径, m;

b ——导管长度, m;

V_0 ——船速, kn, 当 $V > 10\text{kn}$ 时, $V_0 = V$; 当 $V < 10\text{kn}$ 时, $V_0 = (V + 20)/3$ 。

2.11.7.6 导管内壳板应使用双面连续焊与内部加强环焊接。塞焊仅允许用于导管外壳板。

2.11.7.7 二区壳板的宽度应不小于 200mm。若采用铸钢或者钢板成型后用机加工方法保证圆度, 则其最终板厚都不应小于规定值。

2.11.8 挂舵臂

2.11.8.1 支承半悬挂舵的挂舵臂可采用钢板焊接或铸钢, 其水平剖面形状可参照推进器柱的截面。挂舵臂应伸入船体, 并与加强的主体结构牢固地连接。挂舵臂与船体外板相交处, 应设置具有适当圆弧的过渡板, 圆弧半径不小于 $(0.8L + 150)\text{mm}$ 。

2.11.8.2 挂舵臂(如图 2.11.8.2 所示)上任一水平剖面的弯矩 M_b 、剪力 Q 和扭矩 M_T 应按下列各式计算:

$$\begin{aligned} M_b &= PZ & \text{N}\cdot\text{m} \\ Q &= P & \text{N} \\ M_T &= Pe & \text{N}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

式中: Z 和 e 见图 2.11.8.2, m ;

P —— 挂舵臂的支持力, N , 按本篇 3.1.4.6 计算。

图 2.11.8.2

2.11.8.3 挂舵臂任一水平剖面对 x 轴的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值:

$$W = \frac{C}{67} M_b \quad \text{cm}^3$$

式中: C —— 材料屈服点 σ_s 换算系数, 当 $\sigma_s > 235 \text{ N/mm}^2$ 时, $C = (235/\sigma_s)^{0.75}$, 否则, $C = 235/\sigma_s$;

M_b —— 计算剖面处的弯矩, $\text{N}\cdot\text{m}$, 按本节 2.11.8.2 计算。

2.11.8.4 挂舵臂任一水平剖面上因剪力产生的剪应力 τ 应不大于按下式计算所得之值:

$$\tau = \frac{48}{C} \quad \text{N/mm}^2$$

式中: C —— 见本节 2.11.8.3。

2.11.8.5 挂舵臂任一水平面上的等效力 σ_e 应不大于 $120/C (\text{N/mm}^2)$ (系数 C 参见本节 2.11.8.3)。等效力 σ_e 应按下式计算:

$$\sigma_e = \sqrt{\sigma^2 + 3(\tau^2 + \tau_t^2)} \quad \text{N/mm}^2$$

式中: $\sigma = \frac{M_b}{W}$, N/mm^2 , 其中 M_b 见本节 2.11.8.2, W 为计算剖面对 x 轴的剖面模数, cm^3 ;

$\tau = \frac{P}{A_y}$, N/mm^2 , 其中 P 见本节 2.11.8.2, A_y 为计算剖面在 Y 轴方向上的有效剪切面积, mm^2 ;

$\tau_t = \frac{10^3 M_T}{2 A_T t}$, N/mm^2 , 其中 M_T 见本节 2.11.8.2, A_T 为计算剖面处由挂舵臂型线围住的面积, mm^2 ;

t 为挂舵臂板厚, mm 。

第 12 节 船端加强

2.12.1 首尖舱内的加强

2.12.1.1 在每个肋位处均应设置实肋板, 其腹板高度 h 、厚度 t 和面板剖面积 A 应分别不小于按下列各式计算所得之值:

$$\begin{aligned} h &= 85D + 140 & \text{mm} \\ t &= 0.03L + 6 & \text{mm} \\ A &= 0.85B & \text{cm}^2 \end{aligned}$$

肋板高度应保证肋骨与肋板能有效地连接。

2.12.1.2 在中纵剖面处应设置中内龙骨,其腹板的高度和厚度以及面板剖面积均应符合本节 2.12.1.1 对实肋板的规定。

2.12.1.3 若因船底过分尖瘦,则可不必将中内龙骨的腹板伸至船底,其高度约为肋板高度的 1/3。或者不设置中内龙骨,但在肋板的腹板上应设置数道水平加强筋,且在这些肋板的上缘设置开孔平台,以代替肋板的面板。

2.12.1.4 在本节 2.12.1.3 所述的情况下,应在防撞舱壁前的若干档肋位内设置尺寸逐渐减小的中内龙骨,以此用以作为防撞舱壁后的中桁材或中内龙骨的延伸部分。

2.12.1.5 应在每隔一档肋位处设置强胸横梁,其垂向间距不大于 2m,设置范围从肋板上缘至最下层甲板,但至少应达到最深作业水线以上 1m 处。

强胸横梁的剖面面积 A 和最小剖面惯性矩 I 应分别不小于按下列各式计算所得之值:

$$A = 0.27L + 8 \quad \text{cm}^2$$

$$I = ceh_i l^2 \quad \text{cm}^4$$

式中: c —— 强胸横梁的水平间距, m;

e —— 强胸横梁的垂直间距, m;

h_i —— 强胸横梁计算压头, m, $h_i = 0.04L + 3.30$;

l —— 强胸横梁的跨距, m, 即支持点之间的距离。

2.12.1.6 当首尖舱用作液体舱且其最宽处的宽度超过 $0.5B$ 时,一般应设置制荡舱壁或有效的支撑构件,以支持强胸横梁。制荡舱壁应符合本章 2.10.6.3 的规定。

2.12.1.7 在每道强胸横梁处应设置舷侧纵桁。舷侧纵桁应有折边或面板,其腹板高度 h 和厚度 t 应分别不小于按下列各式计算所得之值:

$$h = 5.6L + 166 \quad \text{mm};$$

$$t = 0.023L + 6 \quad \text{mm}。$$

2.12.1.8 在舷侧纵桁与肋骨的连接处的下缘应设肘板。肘板厚度应不小于舷侧纵桁腹板的厚度,并应将肘板伸至舷侧纵桁的折边或面板;在设有强胸横梁处,肘板的高度应不小于舷侧纵桁腹板高度的 75%;在未设强胸横梁处,肘板高度应不小于舷侧纵桁腹板高度的 50%。在舷侧纵桁腹板与肋骨相交处,应予以焊接。

2.12.1.9 当用开孔平台结构代替强胸横梁和舷侧纵桁时,其间距应不大于 2.5m,其构件应符合下列要求:

1) 开孔平台板的厚度 t 应不小于按下式计算所得之值:

$$t = 0.023L + 5 \quad \text{mm}$$

2) 在开孔平台下,应每隔一档肋位设置横梁,其不连带板的剖面积 A 应不小于按下式计算所得之值:

$$A = 0.13L + 4 \quad \text{cm}^2$$

3) 开孔平台的横梁与肋骨连接的肘板应符合本章 2.7.2.4 的要求。

4) 平台的开孔面积不应小于该平台总面积的 10%。

2.12.2 首尖舱外的加强

2.12.2.1 由防撞舱壁至距首垂线 $0.15L$ 范围内,舷侧骨架应按下列要求进行加强:

1) 沿首尖舱内舷侧纵桁或开孔平台的延伸线上设置间断的舷侧纵桁,其腹板厚度与首尖舱内的舷侧纵桁腹板或开孔平台的厚度相同,腹板高度除过渡范围外应与肋骨高度相同;

2) 间断舷侧纵桁的腹板应在距防撞舱壁不小于二档肋距范围内,逐渐过渡到首尖舱内舷侧纵桁腹板

的高度(若首尖舱内为开孔平台,则应按本节 2.12.1.7 计算舷侧纵桁腹板的高度);

3) 间断舷侧纵桁应设置面板,面板剖面面积 A 应不小于按下式计算所得之值:

$$A = 0.14L + 1 \quad \text{cm}^2, \text{ 且不小于 } 6\text{cm}^2;$$

4) 当不设间断舷侧纵桁时,则该区域内主肋骨剖面模数 W 应较本章 2.6.2.2 计算所得增加 25%。

2.12.2.2 当船长 L 不小于 60m,且有首吃水小于 $0.04L$ 的航行工况时,应对由防撞舱壁至距首垂线 $0.15L$ 范围内的平坦船底部分作如下加强:

1) 双层底的加强

应在每档肋位处设置实肋板和设置间距不大于三档肋骨间距的旁桁材,并于其中间设置有折边的半高旁桁材,旁桁材和半高旁桁材应尽量向首延伸;

2) 单层底的加强

肋板应向首部逐渐升高至首尖舱肋板高度,并将肋板的面板剖面面积按本节 2.12.1.1 的要求增大 50%。此时,腹板均应相应增厚,以保证其稳定性。其面板不得以折边代替。

旁内龙骨应尽量向首延伸,其间距应不大于 2m,并在中间加装半高旁内龙骨;

3) 在加强范围内,对首部船底板应作下列加强:

首部船底板厚度 t 应不小于按下式计算所得之值:

$$t = 0.1L + 5 \quad \text{mm}$$

2.12.3 尾尖舱内的加强

2.12.3.1 在每档肋位上应设置实肋板,其厚度应较本节所要求的首尖舱内的肋板增厚 1.5mm,如填满水泥则可不必要增厚。肋板应伸至尾轴管以上足够高度。推进器柱、尾轴架处的肋板应伸至平台甲板,并应增加厚度。

2.12.3.2 肋板以上应设置间距不大于 2.5m 的强胸横梁和舷侧纵桁或设置符合本节 2.12.1.9 规定的开孔平台。强胸横梁、舷侧纵桁及其与肋骨的连接均应与首尖舱内的要求相同。

2.12.3.3 船尾悬伸部分的肋骨剖面模数,在跨距不大于 2.5m 时,应不小于尾尖舱肋骨的要求,若跨距大于 2.5m 时,则应设置不大于四个肋骨间距的强肋骨和舷侧纵桁,或者增大肋骨尺寸予以加强。

2.12.3.4 尾柱及导流管等区域的结构强度和刚度必须相应增加。

2.12.3.5 当尾悬伸部分较大时,应采取如纵壁、环形框架等纵向加强措施。

2.12.4 尾尖舱上面的舷侧加强

尾尖舱上面的甲板间舱的舷侧应设置不大于四档肋骨间距的强肋骨。其剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值:

$$W = 3.5Sdh\sqrt{D} \quad \text{cm}^3, \text{ 且不小于 } 10\text{cm}^3;$$

式中: S ——强肋骨间距, m;

d ——吃水, m;

h ——甲板间舱高度, m。

第 13 节 机座及轴隧

2.13.1 主机基座

2.13.1.1 主机基座的结构应具有足够的强度和刚度。主机基座通常是由二道纵桁及设在每档肋位处的横隔板及横肘板组成。横隔板设在纵桁之间,并应尽量升高。横肘板设在纵桁外侧,宽度一般不小于其高

度。横肘板应与纵桁面板焊接。

2.13.1.2 主机基座纵桁应与底部旁桁材设在同一平面内。如无法办到,则应在机座纵桁下设置与旁桁材等厚的局部桁材。

在个别情况下,局部桁材可为仅与内底及肋板焊接的半高旁桁材。

2.13.1.3 主机基座构件尺寸

1) 1470kW 及以下的主机基座纵桁腹板厚度应较机舱内双层底旁桁材或单层底旁内龙骨增厚 60%。主机基座纵桁应有连续的水平面板,面板厚度应较腹板增厚 40%。

横隔板及横肘板的厚度应较肋板增厚 40%,并应具有面板或折边;

2) 1470kW 以上的大型低速主机基座,其纵桁的水平面板厚度 t ,纵桁的腹板厚度 t_1 及横隔板、横肘板的厚度 t_2 ,应分别不小于按下列各式计算所得之值:

$$t = 1.44 \sqrt[3]{P} + 10s \quad \text{mm}$$

$$t_1 = 0.7t \quad \text{mm}$$

$$t_2 = 0.8t_1 \quad \text{mm}$$

式中: P —— 主机功率, kW;

s —— 肋骨间距, m。

2.13.1.4 主机基座纵桁的水平面板应在固定螺栓处以适当数量的垂直肘板支持。肘板的高度应为宽度的二倍。

2.13.1.5 当主机基座及推力轴承座的固定螺栓直接穿过内底板时,则该区域内底板厚度 t_3 应不小于下述要求:

1) 当装设 1470kW 及以下的主机时, t_3 为该区域原计算内底板厚度的二倍,且不小于 20mm;

2) 当装设 1470kW 以上的大型低速柴油机时, $t_3 = t$, t 见本节 2.13.1.3 的 2)。

上述区域的双层底内不应装载油、水,并应在靠近固定螺栓处设置局部桁材或半高桁材。邻近的油、水舱的纵向隔板和旁纵桁可视为固定螺栓处的局部桁材。

2.13.2 轴隧

2.13.2.1 对非尾机型的船舶,一般应在机舱后端的水密舱壁和尾尖舱舱壁之间设置轴隧。如不设轴隧,则应设置其他有效的保护装置。

2.13.2.2 轴隧应为水密结构。机舱和轴隧间的舱壁上应设有符合本章 2.9.7.6 规定的滑动式水密门。

2.13.2.3 轴隧板的厚度应符合本章 2.9.3.1 对水密舱壁板的规定。拱形顶板的厚度可减少 10%, 平形顶板的厚度应增加 10%。

2.13.2.4 轴隧扶强材应尽量设在肋骨平面内,其剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值:

$$W = 6shl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中: s —— 扶强材间距, m;

h —— 扶强材垂直部分的中点至舱壁甲板的垂直距离, m;

l —— 扶强材垂直部分的长度, m。

平形顶的横梁应不小于对水密舱壁台阶处横梁的要求(见本章 2.9.6)。

扶强材垂直部分的下端应与相邻构件焊接。

2.13.2.5 轴隧经过或与深舱相邻时,其相邻部分之壁板及扶强材应满足本章第 10 节对深舱的要求。

2.13.2.6 推力轴承龕及轴隧尾室的结构应符合对水密舱壁台阶的规定。如其周围为深舱时,则应满足对深舱舱壁及扶强材的要求。

2.13.2.7 轴隧应有通向露天甲板的应急通道，其围壁结构应满足对水密舱壁的要求。通道的启闭装置应能两面操纵。

第 14 节 上层建筑及升高甲板

2.14.1 一般要求

2.14.1.1 所有船舶应设置首楼或首升高甲板或增大舷弧，使船首部应具有足够的经验船部门同意的高度，该高度的确定还应考虑到季节性气象条件、作业区的海况、船型及作业方式。

2.14.1.2 上层建筑构件如承受附加载荷时，除应符合本节要求外，尚应按载荷的性质适当增大构件尺寸。

2.14.2 端壁

2.14.2.1 桥楼前端壁或长度不小于 $0.4L$ 、且前方无保护的尾楼前端壁板厚度 t ，应不小于按下式计算所得之值：

$$t = 0.05L + 4 \qquad \text{mm}$$

$L < 40\text{m}$ 时，取 $L = 40$ 。

2.14.2.2 长度小于 $0.4L$ 的尾楼前端壁或长度不小于 $0.4L$ 、且前方有蔽护的尾楼前端壁板厚度 t ，应不小于按下式计算所得之值：

$$t = 0.05L + 3 \qquad \text{mm}$$

式中： L ——同本节 2.14.2.1。

2.14.2.3 上层建筑后端壁板的厚度 t ，应不小于按下式计算所得之值：

$$t = 0.035L + 3.5 \qquad \text{mm}$$

式中： L ——同本节 2.14.2.1。

2.14.2.4 端壁扶强材间距大于 750mm 时，每增大 100mm ，端壁板应增厚 0.5mm 。

2.14.2.5 端壁板的下列板在甲板上 300mm 的高度内，板厚应比上述计算所得之值增加 2mm ，但不必大于该处裸甲板的厚度。

2.14.2.6 上层建筑端壁扶强材的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = 3.5shl^2 \qquad \text{cm}^3$$

式中： s ——扶强材间距， m ；

l ——扶强材跨距， m ，取上层建筑高度，小于 2.0 时取 2.0 ；

h ——计算压头， m ，按表 2.14.2.6 选取。

表 2.14.2.6 计算压头

项 目	计算压头 h ， m
桥楼前端壁或长度不小于 $0.4L$ 、且前方无保护的尾楼前端壁	$0.001L(0.27L + 68)$
长度小于 $0.4L$ 的尾楼前端壁或长度不小于 $0.4L$ 、且前方有保护的尾楼前端壁	$0.001L(0.09L + 25)$
上层建筑后端壁	$0.0178L$
注： $L < 40\text{m}$ 时，取 $L = 40$ 。	

端壁扶强材剖面模数应不小于 10cm^3 ，但不必大于主肋骨的剖面模数。

前端壁扶强材两端应用肘板连接，肘板尺寸按本章表 2.7.2.4 选取。后端壁扶强材两端应与甲板焊接。

2.14.3 侧壁

2.14.3.1 上层建筑侧壁板的厚度应不小于按下式计算所得之值:

$$\text{首楼及短桥楼} \quad t = 0.045L + 4 \quad \text{mm}$$

$$\text{尾楼} \quad t = 0.04L + 4 \quad \text{mm}$$

长桥楼侧壁板的厚度应不小于本章第 2 节的有关规定。

2.14.3.2 上层建筑舷侧骨架应符合本章第 6 节的有关规定。

2.14.4 甲板

2.14.4.1 上层建筑甲板板厚度 t 应不小于按下式计算所得之值:

$$\text{首楼及短桥楼} \quad t = 0.023L + 5 \quad \text{mm}$$

$$\text{尾楼} \quad t = 0.018L + 5 \quad \text{mm}$$

长桥楼甲板板的厚度应不小于本章第 3 节的有关规定, 船长不小于 60m 时应考虑总纵弯曲的影响。

2.14.4.2 上层建筑甲板骨架应符合本章第 7 节的有关规定。

2.14.5 局部加强

2.14.5.1 上层建筑端部的下面应设置支柱、隔壁、舱壁或其他强力构件以支持上层建筑。

2.14.5.2 上层建筑端部舷侧外板应自端部削斜延伸至其下部甲板舷顶列板消失。延伸长度应不小于 1.5 倍上层建筑高度(见图 2.14.5.2)。船长小于 60m 或端壁位于船中部 $0.4L$ 区域以外时, 延伸长度可适当减小。延伸板应用加强肘板支持, 其上缘应用相同厚度而宽度不小于 10 倍厚度的面板加强。延伸板厚度应按下列要求增加:

- 1) 桥楼、长度不小于 $0.25L$ 的首楼和尾楼, 延伸板厚度应增加 25%;
- 2) 长度不大于 $0.2L$ 的首楼和尾楼, 延伸板厚度可不增加;
- 3) 首、尾楼的长度为上述中间值时, 延伸板厚度增加值按内插法求得。

2.14.5.3 从上层建筑端壁向内至少二个肋距处至舷侧外板延伸部分端点向外至少二个肋距区域内, 其下部的甲板边板和舷顶列板应按下列要求增加厚度(如图 2.14.5.3):

- 1) 当上层建筑端壁位于船中部 $0.4L$ 区域内, 甲板边板增加 20%, 舷顶列板增加 20%;
- 2) 当上层建筑端壁位于距首、尾垂线 $0.2L$ 区域内, 甲板边板和舷顶列板可不用增加;
- 3) 当上层建筑端壁位于距首、尾垂线 $0.2L \sim 0.25L$ 之间区域内, 甲板边板和舷顶列板的增厚值按内插法求得。

图 2.14.5.2

图 2.14.5.3

2.14.6 升高甲板

2.14.6.1 升高甲板区域的主肋骨按本章第 6 节规定选取。此时肋骨跨距应量至升高甲板, 型深可取升高甲板处的型深。

2.14.6.2 升高甲板的横梁应按本章第 7 节对强力甲板的规定选取。

2.14.6.3 升高甲板区域的舷顶列板厚度应按本章第 2 节的规定选取。

2.14.6.4 升高甲板板的厚度应按本章第 3 节对强力甲板的有关规定选取。

2.14.6.5 甲板台阶处端壁板厚度及扶强材应按相应上层建筑的端壁选取。

2.14.6.6 船中部 $0.4L$ 区域内升高甲板台阶处的加强

1) $L < 60\text{m}$ 时, 强力甲板的边板与升高甲板的边板应分别自台阶处端壁向首尾延伸三个肋距, 并逐渐消失。

$L < 45\text{m}$ 时, 上述延伸如有困难, 其过渡措施应作特别考虑, 经验船部门同意可免予延伸;

2) $L \geq 60\text{m}$ 时, 台阶处上下甲板应交错二个肋距, 且两层甲板的甲板边板应自交错部分端部再各自延伸二个肋距。在交错部分的两甲板间, 应设置与中纵剖面平行的垂直隔板, 隔板的间距应不大于 1.5m , 厚度等于台阶处的端壁厚度, 隔板上应以加强筋加强, 其自由边应有折边或面板。

2.14.6.7 在船中部 $0.4L$ 区域以外升高甲板台阶处, 强力甲板的甲板边板应自台阶端壁处延伸三个肋距, 并逐渐消失。如升高甲板升高的高度不超过 400mm , 且甲板边板延伸有困难时, 可采用其他等强度措施。

2.14.6.8 在升高甲板台阶处自端壁向首、尾各三个肋距范围内, 舷顶列板的厚度应增加 30% 。当升高甲板与长桥楼相连时, 在台阶前后至少各二个肋距范围内, 升高甲板区域的舷顶列板厚度应增加 25% 。桥楼区域的侧壁板应自桥楼甲板边板端部逐渐向升高甲板区域的舷顶列板过渡。该过渡区的长度须大于桥楼高出升高甲板高度的 1.5 倍。

第 15 节 甲板室及机舱棚

2.15.1 一般要求

2.15.1.1 甲板室或机舱棚如承受附加载荷时, 除应符合本节规定外, 尚应适当增大构件尺寸。

2.15.1.2 位于量计型深 D 的甲板上的甲板室为第一层甲板室, 由此向上依次为第二层、第三层等等, 统称为上层甲板室。

2.15.2 围壁

2.15.2.1 围壁板厚度

1) 第一层甲板室前端壁板的厚度 t 应不小于按下式计算所得之值:

$$t = 0.03L + 4.2 \quad \text{mm}$$

2) 第一层甲板室侧壁、后端壁板的厚度 t 应不小于按下式计算所得之值:

$$t = 0.03L + 3.5 \quad \text{mm}$$

3) 上层甲板室围壁板厚度可分别较本条 1)、2) 两式计算所得之值逐层减薄 0.5mm , 但应不小于 4mm ;

4) 当 $24\text{m} \leq L < 30\text{m}$ 时, 露天围壁板厚度可按 1)、2) 两式计算所得之值减小 0.5mm ;

5) 围壁板的下列板高度应大于 300mm , 并应较计算值增厚 2mm , 但不必超过该处裸甲板的厚度。

围壁扶强材间距大于 750mm 时, 每增加 100mm , 围壁板应增厚 0.5mm 。

2.15.2.2 围壁扶强材

1) 扶强材的计算压头 h 应按下列各式计算:

$$\text{最低一层前端壁扶强材} \quad h = 0.06L + 0.8 \quad \text{m}$$

$$\text{其他位置围壁扶强材} \quad h = 0.0045L + 1.1 \quad \text{m}$$

2) 围壁扶强材剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值, 且不应小于 10cm^3 。

$$W = 4shl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中: s ——扶强材间距, m ;

h ——计算压头, m , 按本条 1) 计算;

l ——扶强材跨距, m 。

具有一层以上甲板室的船舶, 其最上层甲板室侧壁及后壁扶强材剖面模数 W 可较按上述计算之值减小, 但应不小于 10cm^3 。

3) 各层甲板室的前端壁位于距首垂线 $0.15L$ 区域内时, 其扶强材剖面模数应较上述增加 50%; 尾部无保护的甲板室后端壁位于距尾垂线 $0.15L$ 区域内时, 其扶强材也应适当加强。

4) 船长小于 30m 时, 围壁扶强材可按本条 2) 计算所得之值减小 30%。

2.15.3 甲板

2.15.3.1 第一层甲板室甲板厚度应不小于按下式计算所得之值:

$$t = 0.025L + 4 \quad \text{mm}$$

上层甲板室甲板厚度可较上式计算所得之值逐层依次减小 0.5mm, 但不得小于 4mm。

船长小于 30m 时, 第一层甲板室甲板厚度可按上式计算之值减小 0.5mm。

2.15.3.2 甲板室甲板纵桁和强横梁尺寸应不小于本章第 7 节的有关规定。

2.15.3.3 当设置长甲板室, 且位于船中部 $0.4L$ 区域内时, 长甲板室甲板板的厚度及骨架尺寸应增大, 船长不小于 60m 时, 应考虑总纵弯曲的影响。

2.15.4 局部加强

2.15.4.1 甲板室端部的下面应设支柱、舱壁或其他强力构件以支持甲板室。

2.15.4.2 长甲板室侧壁上开口应有足够的加强和圆角。门或类似开口的下面和上面应有足够高度的连续围壁板。甲板室顶的吊艇架或救生筏区域应加强。在船中部 $0.4L$ 区域内的甲板室端部应尽量减小侧壁开口的尺寸和数量。

2.15.4.3 第一层长甲板室端壁和侧壁一般应以间距约 9m 的局部舱壁或垂直桁材加强, 此加强构件应尽可能和甲板室下面甲板间舱的加强构件位于同一平面内。

2.15.5 机舱棚

2.15.5.1 机舱棚在露天甲板上的开口应以坚固可靠的钢质舱棚保护。工作甲板及尾升高甲板上的机舱棚, 应尽可能设于上层建筑或甲板室内。

2.15.5.2 机舱棚的门应为钢质且结构坚固, 并在其内外两面均可开闭。

2.15.5.3 露天机舱棚围壁的构件尺寸应按相应位置的甲板室围壁的规定进行计算。

2.15.5.4 非露天机舱棚的构件尺寸应符合下列规定:

- 1) 在居住舱室区域内, 机舱棚围壁板的最小厚度应不小于 4mm;
- 2) 机舱棚围壁扶强材剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值:

$$W = 8sl \quad \text{cm}^3$$

式中: s —— 扶强材间距, m;

l —— 扶强材跨距, m。

对 $L \geq 60\text{m}$ 的船舶, 扶强材高度应不小于 60mm。

2.15.5.5 当机舱棚扶强材支持甲板横梁或纵桁以及扶强材与下面的支柱在同一直线上时, 扶强材应适当加强。

2.15.5.6 当机舱棚的围壁支持其上面的甲板时, 围壁上的门、窗等开口应有效地加强, 对支持烟囱或排气烟道的机舱棚部分也应注意加强。

2.15.6 扶强材端部的连接

2.15.6.1 甲板室前端壁扶强材及单层甲板室侧壁扶强材的端部应与甲板牢固地焊接。设置两层或两层以上甲板室的船舶, 其第一层甲板室的扶强材两端应用肘板连接。肘板的尺寸按本章表 2.7.2.4 选取。如不设肘板而直接与甲板焊接时, 扶强材剖面模数应增加 20%。

2.15.6.2 在船中部的露天机舱棚前端壁扶强材, 以及位于上甲板上的露天机舱棚后端壁扶强材的两端,

应用肘板连接。肘板的尺寸按表 2.7.2.4 选取。如不用肘板而直接与甲板连接时，扶强材的剖面模数应增加 20%。除此以外的露天机舱棚围壁扶强材的两端都应 与甲板焊接。

2.15.7 驾驶室窗

对 $L \geq 45\text{m}$ 的船舶，驾驶室窗的开口应符合下列要求:

- 1) 驾驶室内指挥位置的海面视野，从船首向前至任一舷的 10° 范围内，不应有超过二倍船长的盲区；
- 2) 驾驶室之前任何一个遮蔽物使指挥位置构成海面盲区的视角不得超过 10° ；如遮避物所构成盲区的视角及视距属于本条 1) 限制的范围，则该视角不得超过 5° ；此类盲区视角的总和应不大于 20° 且盲区间的可见视角应至少为 5° ；
- 3) 驾驶室前端壁窗的下缘，在驾驶甲板上的高度应尽可能低，其上缘高度距驾驶甲板应不小于 1.7m；
- 4) 指挥位置的水平视野角度应不小于 225° ，即从正前方至左、右舷正横后各 22.5° ；
- 5) 驾驶室每舷的水平视野角度应不小于 225° ，即从该船的正横向开始，尾向水平视角 90° ，另一向水平视角 135° ；
- 6) 主操舵位置的水平视野角应为从正前方至左右舷各 60° ；
- 7) 从驾驶台侧翼能见到船舷；
- 8) 窗应符合下列要求:
 - a) 驾驶室前端的窗应向前倾斜，其角度应不小于 10° ，但也不必大于 25° ；
 - b) 禁用偏光或有色玻璃的窗；
 - c) 驾驶室窗间框档的宽度应尽量做到最小，且不应安装在任何工作位置的正前方；
 - d) 不论气象状况如何，任何时候驾驶室前端窗至少应有二个不遮蔽视线。根据驾驶台的构造情况而定，尽可能另配备一些此类不遮蔽视线的窗户。

第 16 节 舷墙、栏杆及其他

2.16.1 一般要求

2.16.1.1 工作甲板、上层建筑及甲板室甲板的露天部分，均应设置舷墙或栏杆。

2.16.1.2 舷墙或栏杆在甲板以上的高度应不小于 1.0m。若此高度影响船上正常操作，可适当降低，但应不小于 0.8m。

2.16.1.3 船长小于 30m、因作业需要而舷墙或栏杆降到 0.8m 以下者，应经验船部门同意。

2.16.2 舷墙

2.16.2.1 工作甲板上舷墙板的厚度，船长不大于 30m 的船舶，应不小于 4mm；对船长不小于 60m 的船舶，应不小于 6mm。其他船长范围内的船舶，其最小舷墙板厚度可内插求得。

2.16.2.2 舷墙上缘应设有面板，面板可为扁钢或其他型材，在起放网区域应有光滑的圆角。

2.16.2.3 舷墙应在甲板横梁的位置上设置支撑肘板，且应焊在甲板上。支撑肘板应具有折边或球缘，支撑肘板的间距应不大于二档肋距。当首部舷墙外倾过大时。支撑肘板的间距应不大于一个肋距。

2.16.2.4 支撑肘板根部的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值:

$$W = (30 + 0.45L)sh^2 \quad \text{cm}^3$$

式中: s —— 肘板间距, m;

h —— 舷墙高度, m。

当支撑肘板的折边(或球缘)未与甲板焊接时, 折边(或球缘)不应计入肘板的剖面模数。

2.16.2.5 网板架及底纲架安装处的舷墙板应在每一横梁位置上设本节 2.16.2.3 规定的支撑肘板。

2.16.2.6 舷墙上的系固眼板、导缆孔、导向滑轮以及其他渔捞设备的安装处, 均应适当加强。

2.16.2.7 如在舷墙上开有通道口或其他开口, 则应在开口两侧设置加强的支撑肘板。在上层建筑及升高甲板端部的加强区域内的舷墙, 不得有任何开口。

2.16.2.8 船中部的舷墙板应尽量避免与舷顶列板焊接。

2.16.3 栏杆

栏杆的最低一根横杆距甲板应不超过 230mm, 其他的横杆间距应不超过 380mm。支柱间距应不超过 1.5m, 栏杆应具有足够的强度。

2.16.4 其他

2.16.4.1 舷墙或栏杆低于 0.8m 的舷侧应在甲板室侧壁上安装风暴扶手。

2.16.4.2 尾滑道拖网渔船应在尾滑道前沿设置适当的防护设施, 如门类、防护链条等。

2.16.4.3 船舶尾端开敞部分应尽可能设置防护链条或其他有效的防护设施。

第 17 节 舱 口

2.17.1 一般要求

2.17.1.1 在工作甲板上, 因作业需要, 若开有与甲板齐平的小舱口, 应配以坚固的能达到水密关闭的罩盖, 开口应尽可能小。罩盖应永久地附于小舱口上并能迅速关闭。

2.17.1.2 在强力甲板、升高甲板及上层建筑甲板上的所有露天开口, 均应装设水密罩盖或具有一定高度围板的风雨密装置。

2.17.2 舱口围板

2.17.2.1 舱口围板高度

1) 工作甲板、升高甲板及距首垂线 $0.25L$ 处以前的上层建筑甲板上的露天舱口围板, 在甲板(含甲板铺板)以上的高度应不小于 600mm;

2) 距首垂线 $0.25L$ 以后的上层建筑甲板上的露天舱口围板, 在甲板(含甲板铺板)以上的高度应不小于 300mm;

3) 采用钢质风雨密舱口盖的舱口, 在不影响船舶安全和采取有效措施的条件下, 经验船部门同意, 其舱口围板高度可适当降低。

2.17.2.2 露天舱口围板的厚度 t 应不小于按下式计算所得之值:

$$t = 0.05L + 6.5 \quad \text{mm}$$

当 $L < 30\text{m}$ 时, 舱口围板厚度可按上式计算所得之值减小 2mm。

2.17.2.3 舱口围板的结构

1) 如在舱口围板上缘不设面板, 则在该处应用半圆钢或其他能保证围板刚性和上缘部分圆滑的型材加强;

2) 当舱口围板伸入甲板板下时, 舱口围板在甲板下的高度应不小于半梁的高度, 以保证半梁与舱口围板的连接;

3) 当甲板板伸入舱口围板内, 而甲板开口在角隅处符合本章 2.3.4 的规定时, 舱口围板的角隅处可为直角。

2.17.3 用舱盖布保持风雨密舱口盖及其封闭装置

2.17.3.1 木质舱口盖板的完工厚度 t 应不小于按下式计算所得之值:

$$t = 40l \quad \text{mm}$$

式中: l —— 木质舱口盖板的跨距, m, 但取值不小于 1m。

2.17.3.2 钢质舱口盖板应符合本节 2.17.4 的要求, 其他材质的舱口盖板应有足够的强度和刚度, 以保证敷盖舱盖布后舱口能风雨密。

2.17.3.3 木质舱口盖板的支撑面宽度应不小于 65mm。

2.17.3.4 封闭装置

1) 在工作甲板及上层建筑甲板的每一露天舱口盖上, 至少覆两层由结实的防水帆布制成的舱盖布; 同时应配备扁钢或其他相当属具, 以便在覆上防水帆布以后, 有效地压紧帆布及每块舱口盖。长度大于 1.5m 的舱口盖, 至少应用两套装置来压紧。在其他露天舱口应配备松紧螺栓或其他装置, 以备系缚。

2) 防水帆布不得用黄麻制作。在制成舱盖布以前, 每平方米防水帆布的最小质量为:

如帆布涂煤焦油: 0.65kg/m^2 ;

如帆布涂化学涂料: 0.65kg/m^2 ;

如帆布涂黑油: 0.55kg/m^2 。

如用合成纤维材料代替防水帆布将另行考虑。

3) 在舱口围板上应焊有楔耳, 楔耳应有适合楔子的斜度, 楔耳宽度应不小于 65mm, 中心间距不大于 600mm, 近舱口角隅的楔耳距舱口角隅不大于 150mm;

4) 楔子应用硬木制作, 其坡度应不大于 1:6, 薄头厚度应不小于 13mm;

2.17.4 钢质风雨密舱口盖及其封闭装置

2.17.4.1 安装在舱口围板上的钢质风雨密舱口盖, 其结构应具有足够的强度和刚度。

2.17.4.2 盖板的厚度 t 应不小于按下式计算所得之值:

$$t = 10s \quad \text{mm}$$

式中: s —— 盖板的扶强材间距, m。

2.17.4.3 扶强材在其跨距中点的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值:

$$W = 0.8spl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中: s —— 扶强材间距, m;

p —— $0.3L + 7$ kN/mm^2 , 对液舱顶;

p —— $0.2L + 4.5$ kN/mm^2 , 对其他舱顶;

l —— 扶强材跨距, m。

2.17.4.4 封闭装置

钢质风雨密舱口盖必须设可靠的扣紧装置及适当的垫圈, 其布置应能保证在任何海况下维持舱口的密性。

第 18 节 其 他

2.18.1 在海上靠泊的船舶的侧舷加强

2.18.1.1 本条款适用于在海上经常靠泊作业的船舶。靠泊时船舶用软碰垫类的缓冲装置保护。这些缓冲装置应有足够的数量,适合于船在浪级不大于6级(对应蒲氏风级7级)的海上靠泊条件,其结构型式和主要参数应经验船部门认可。

2.18.1.2 舷侧加强区域

本条所指的加强区域是由下述垂向和纵向范围构成的舷侧封闭区域。

1) 垂向区域为自最轻作业水线以下0.8m处至指定甲板之间的范围。指定甲板定义为单甲板船的工作甲板或多层甲板船上应设置缓冲装置的上层甲板(如无此类上层甲板时仍为工作甲板);

2) 纵向区域为指定甲板的宽度 B_1 符合下式要求的船长范围:

$$B_1 \geq B - 2 \quad \text{m}$$

式中: B_1 ——指定甲板的宽度, m。

3) 对单侧靠泊的船,加强区则仅限于靠泊的一侧。

2.18.1.3 加强区的舷侧骨架

1) 工作甲板以下

a) 主肋骨的上端应延伸到工作甲板并与其焊接,横梁应延伸到肋骨内缘,横梁肘板应有面板或折边,其尺寸应满足本章表2.7.2.4的要求;

b) 建议设置中间肋骨。中间肋骨端部应焊接在主肋骨之间高度不小于0.75倍主肋骨高度的纵向间断构件上,并与舷侧纵桁和甲板焊接。中间肋骨的端部不允许切斜;

c) 如不设中间肋骨时,主肋骨的剖面模数应较本章规定的要求增加40%;

d) 增设中间肋骨时,主肋骨的剖面模数可较规定值减小30%。

e) 中间肋骨的剖面模数应不小于主肋骨剖面模数规定值的75%。

2) 工作甲板以上

甲板间舱室肋骨的两端应焊接在甲板上,同时应满足本条1)的有关要求。

2.18.1.4 舷侧外板在加强区的厚度均应比本章2.2.3要求的增厚1mm。

2.18.1.5 在舷侧加强区内的横舱壁上,其外侧扶强材与舷侧外板之间应设置高度不小于75%扶强材高度的水平加强筋,其间距应不大于600mm。

2.18.1.6 如果可行,舷墙或“指定甲板”都应向内倾斜,倾斜距离不小于自身高度的0.1倍。

2.18.2 鱼品加工舱室

2.18.2.1 鱼品加工舱室的两端舱壁间距超过30m时,则应设置间距不大于9m的局部舱壁或强框架结构,该局部舱壁或强框架应尽可能与其下面强力构件对齐。

2.18.2.2 对鱼品加工废料、废水应提供有效的处理排放设施,应于舱底两侧设置特殊的污水阱。构成污水阱的钢板厚度应不小于14mm。如采用耐腐蚀材料时,板厚可适当减薄。

2.18.2.3 对用作渔获物加工的舱室,其舱壁、甲板及绝缘(如设有时)应采取减小吸附或渗漏油类的措施。

2.18.2.4 渔获物加工作业区下面的甲板横梁,其剖面模数应按本章2.7.2.1的要求计算,其所用的计算压头 h 应为2m,机器或设备重物下应用加复板或甲板加厚等方法特别加强。

2.18.2.5 当甲板上受集中载荷时,甲板下的强横梁和甲板纵桁应符合本章2.7.3.2的规定。

2.18.3 活鱼舱

2.18.3.1 设有活鱼舱的船舶,在活鱼舱的船底及船侧板上通海孔应避免集中在一个断面上排列,且其直径应不大于100mm,否则应经验船部门同意。

2.18.3.2 在船底平板龙骨处、舳部列板处不得开孔。

2.18.3.3 船体壳板上开孔边缘与肋骨、平板龙骨、舳部列板、舷顶列板之间的距离应不小于 75mm, 孔与孔之间的中心距离应不小于 400mm。

第 19 节 对船长小于 24m 船舶结构的特别规定

2.19.1 外板

2.19.1.1 船底板厚度 t 应不小于按下式计算所得之值:

$$t = 0.15L + 2.2 \quad \text{mm}$$

2.19.1.2 平板龙骨的厚度应不小于船底板计算厚度加 1.2mm。平板龙骨的宽度应不小于 0.6m。

2.19.1.3 舷侧外板、舳列板的厚度应与船底板的厚度相同。

2.19.1.4 尾封板的厚度应不小于舷侧外板的厚度, 但当尾封板上安置推进装置时, 尾封板的厚度应不小于舷侧外板厚度的 1.2 倍。

2.19.2 甲板

2.19.2.1 强力甲板的厚度 t 应不小于按下式计算所得之值:

$$t = 0.1L + 2.8 \quad \text{mm}$$

2.19.2.2 在船中部 $0.4L$ 区域内, 甲板边板的宽度 b 应不小于按下式计算所得之值:

$$b = 8L + 300 \quad \text{mm}$$

2.19.2.3 甲板边板的厚度应不小于舷顶列板的厚度。

2.19.3 船底及舷侧骨架

2.19.3.1 肋板

肋板的面板剖面积 A 应不小于按下式计算所得之值:

$$A = 3d \quad \text{cm}^2$$

式中: d ——吃水, m。

2.19.3.2 肋板面板可用折边代替, 折边宽度应不小于其厚度的 10 倍, 但不必大于 12 倍。

2.19.3.3 在机舱区域内, 肋板腹板的厚度应不小于中内龙骨腹板的厚度; 肋板面板不得以折边代替; 肋板面板的剖面积应较本节 2.19.3.1 规定值增加 50%。

2.19.3.4 中内龙骨

中内龙骨的高度应等于肋板的高度, 其腹板厚度 t 和面板剖面积 A 应分别不小于按下列各式计算所得之值:

$$t = 0.07L + 5.5 \quad \text{mm, 在船中部 } 0.4L \text{ 区域内;}$$

$$t = 0.05L + 5 \quad \text{mm, 在船端 } 0.1L \text{ 区域内;}$$

$$A = 0.6L + 2 \quad \text{cm}^2$$

2.19.3.5 旁内龙骨

旁内龙骨的尺寸应与该处肋板的尺寸相同。在机舱内, 旁内龙骨腹板的厚度应不小于中内龙骨腹板的厚度。

2.19.3.6 肋骨

1) 主肋骨的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值:

$$W = 2dl^2 + 2 \quad \text{cm}^3$$

式中: d ——吃水, m;

l ——肋骨跨距, m, 但不得小于 \sqrt{D} 。

2) 机舱应设置强肋骨。强肋骨的间距应不大于四个肋距。强肋骨应与强横梁和实肋板组成强框架。

3) 强肋骨的腹板厚度应与该处实肋板的厚度相同, 强肋骨的高度应为主肋骨高度的 2.5 倍, 其面板剖面积应与实肋板面板的剖面积相同。

2.19.4 甲板骨架

2.19.4.1 甲板负荷

工作甲板负荷的计算压头 h 取 1.0m, 其他甲板取 0.6m。

2.19.4.2 甲板横梁

主甲板横梁的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值:

$$W = 2.2hl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中: h ——甲板计算压头, m;

l ——横梁跨距, m。

2.19.4.3 甲板纵桁

甲板纵桁剖面模数 W 和剖面惯性矩 I 应不小于按下列各式计算所得之值:

$$W = 4.75bhl^2 \quad \text{cm}^3$$

$$I = 2Wl \quad \text{cm}^4$$

式中: b ——甲板纵桁支承面积的平均宽度, m;

h ——甲板计算压头, m, 按本节 2.19.4.1 选取;

l ——甲板纵桁跨距, m。

2.19.4.4 强横梁的剖面模数应不小于该处甲板纵桁的剖面模数, 强横梁下的肋骨应作相应加强。

2.19.5 支柱

支柱按本章第 8 节的要求进行计算。支柱的有效长度应取支柱全长的 80%。但不论管形支柱或组合型支柱, 其最小壁厚均应不小于 4mm。

2.19.6 舱壁

2.19.6.1 水密舱壁板的厚度 t 应不小于 4mm。

2.19.6.2 防撞舱壁板的厚度应较本节 2.19.6.1 规定之值增加 20%。

2.19.6.3 舱壁下列板的厚度应较本节 2.19.6.1 规定之值增加 1mm; 舱底污水处应增厚 2mm, 但不必超过船底板的厚度。

2.19.6.4 舱壁扶强材

1) 扶强材的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值:

$$W = 3.5shl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中: s ——扶强材间距, m;

h ——在舷侧处由扶强材跨距中点量至舱壁甲板的最大垂直距离, m, 但应不小于 1.5m;

l ——扶强材跨距, 包括肘板在内的扶强材长度, 如设置舱壁水平桁材, 则为扶强材末端与水平桁材之间的距离, m。

2) 防撞舱壁扶强材的剖面模数应按上式计算所得之值增加 20%。

3) 扶强材两端应焊接。

2.19.7 甲板室

2.19.7.1 甲板室甲板的厚度 t 应不小于按下式计算所得之值:

$$t = 0.05L + 2.5 \quad \text{mm}$$

2.19.7.2 甲板室围板的厚度 t 应不小于按下式计算所得之值:

$$t = 0.05L + 2.8 \quad \text{mm}$$

2.19.7.3 甲板室围壁扶强材采取两端焊接的形式, 其剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值:

$$W = 3shl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中: s —— 扶强材间距, m;

l —— 扶强材跨距, m;

h —— 计算压头, m, 对前端壁取 2.0m, 其他围壁取 1.0m。

2.19.8 尾柱及尾端加强

2.19.8.1 尾轴桨毂在镗孔后的厚度应不小于尾轴直径的 30%。

2.19.8.2 与尾柱连接的外板、轴毂外包板以及多螺旋桨尾轴架与船体固定处的外板均应增厚, 但不必大于平板龙骨的厚度。

2.19.9 主机基座

主机基座纵桁腹板的厚度应较中内龙骨增厚 10%。基座纵桁的面板应较腹板增厚 20%。

2.19.10 舷墙

舷墙板的厚度应不小于 3mm。

2.19.11 本节未涉及的内容应满足本章相关的要求。

第3章 舾 装

第1节 舵

3.1.1 一般要求

3.1.1.1 本节规定适用于普通流线型舵和单板舵,对于有特殊要求的舵(如襟翼舵),应另作考虑并经验船部门认可。

3.1.1.2 操舵装置应符合本规范第二篇第9章的有关规定。

3.1.1.3 本节规定适用于采用一般强度船体结构钢的舵结构,其材料性能应符合第七篇的有关规定。如采用其他强度的结构钢时,构件尺寸应作相应变换。

3.1.1.4 对于舵杆、舵销、连接螺栓和键,其所使用材料的最小屈服点 σ_s 应不小于 200N/mm^2 。在计算上述零件的尺寸时,所使用的材料系数 K_s 应按下列各式计算:

$$K_s = \left(\frac{\sigma_s}{235}\right)^{0.75} \quad \text{当 } \sigma_s > 235\text{N/mm}^2 \text{ 时;}$$

$$K_s = \left(\frac{\sigma_s}{235}\right) \quad \text{当 } \sigma_s \leq 235\text{N/mm}^2 \text{ 时。}$$

式中: σ_s 取值应不大于 $0.7\sigma_b$ 或 450N/mm^2 , 取其小者, 其中 σ_b 是材料的抗拉强度, N/mm^2 。

3.1.1.5 当使用屈服点超过 235N/mm^2 的钢材制造舵杆时,如由此导致舵杆直径明显减小,则验船部门可要求对舵杆变形进行评估。防止在轴承处产生过大的边缘应力及较大的舵杆变形。

3.1.1.6 舵承周围部分的船体结构应适当加强,同时应有合适的措施防止舵被抬升。

3.1.1.7 通海的舵杆套筒应在最大吃水线以上安装有密封装置或填料函,以防海水进入舵机舱。若舵杆套筒的顶部低于最大吃水线,应设有两个分开的填料函。

3.1.2 舵力

3.1.2.1 舵力 F 应按下式计算:

$$F = 132K_1K_2K_3AV_d^2 \quad \text{N}$$

式中: A —— 舵叶面积, m^2 ;

V_d —— 舵设计航速, kn , 按本节 3.1.2.2 计算;

K_1 —— 系数, 按本节 3.1.2.3 计算;

K_2 —— 系数, 见表 3.1.2.1;

K_3 —— 系数, 对位于螺旋桨尾流之外的舵取 0.8; 对位于固定螺旋桨导流管之后的舵取 1.15; 其他情况取 1.0。

表 3.1.2.1

系数 K_2

3.1.2.2 舵设计航速 V_d 按下列各式计算:

$$\begin{aligned} V_d &= V && \text{正车, 当 } V \geq 10 \text{kn 时} \\ V_d &= (V + 20)/3 && \text{正车, 当 } V < 10 \text{kn 时} \end{aligned}$$

倒车时, V_d 应为最大倒车速度, 但取值应不小于 $0.5V$, V 为最大吃水时设计航速, kn。

3.1.2.3 系数 K_1 应按下式计算:

$$K_1 = \frac{\lambda + 2}{3}$$

式中: $\lambda = \frac{b^2}{A_t}$, 其中 b 为舵叶平均高度, m, 按本节 3.1.2.4 计算;

A_t 为在舵平均高度范围内, 舵叶面积 A 和舵柱或挂舵臂面积之和, m^2 。

λ 的取值不必大于 2。

3.1.2.4 舵叶的平均宽度 c 和平均高度 b 应按下列各式计算:

$$\begin{aligned} c &= \frac{X_2 + X_3 - X_1}{2} && \text{m} \\ b &= \frac{Z_4 + Z_3 - Z_2}{2} && \text{m} \end{aligned}$$

式中: X_1 、 X_2 和 X_3 为 1、2 和 3 点的 X 坐标值, m, 见图 3.1.2.4;

Z_2 、 Z_3 和 Z_4 为 2、3 和 4 点 Z 坐标值, m, 见图 3.1.2.4。

图 3.1.2.4

3.1.3 舵杆扭矩

3.1.3.1 正车和倒车时, 舵杆扭矩 T 均按下式计算:

$$T = FR \quad \text{N} \cdot \text{m}$$

式中: F —— 舵力, N, 按本节 3.1.2.1 计算;

R —— 臂矩, m, 按本节 3.1.3.2 和 3.1.3.3 计算。

3.1.3.2 无缺口舵叶的臂矩 R 应按下式计算:

$$R = c(\alpha - \beta) \quad \text{m}$$

式中: c —— 舵叶平均宽度, m, 按本节 3.1.2.4 计算;

α —— 系数, 正车时取 0.33, 倒车时取 0.66;

β —— A_f/A , 其中 A_f 为舵杆中心线前方的舵叶面积, m^2 ; A 为舵叶面积, m^2 ;

对不平衡舵可取 $\beta = 0.08$ 。

在正车时, 臂矩 R 的取值应不小于 $0.1c$ 。

3.1.3.3 有缺口舵叶(半悬挂舵)的臂距 R 应按下式计算:

$$R = c_1(\alpha - \beta_1) \frac{A_1}{A} + c_2(\alpha - \beta_2) \frac{A_2}{A} \quad \text{m}$$

式中: $A = A_1 + A_2$ —— 舵叶面积, m^2 ;

A_1 、 A_2 —— 面积, m^2 , 见图 3.1.3.3;

c_1 、 c_2 —— A_1 和 A_2 部分面积的平均宽度, m, 按本节 3.1.2.4 计算;

$\beta_1 = \frac{A_{1f}}{A_1}$, 其中 A_{1f} 见图 3.1.3.3, m^2 ;

$\beta_2 = \frac{A_{2f}}{A_2}$, 其中 A_{2f} 见图 3.1.3.3, m^2 ;

α —— 系数, 正车时取 0.33, 倒车时取 0.66; 但对位于固定结构(如挂舵臂)之后的部分舵, 正车时取 0.25, 倒车时取 0.55。在正车时, 臂距 R 的取值应不小于 $\frac{1}{10A}(A_1c_1 + A_2c_2)$ 。

图 3.1.3.3

3.1.4 舵杆——舵叶系统的受力

3.1.4.1 舵杆——舵叶系统的受力分析是为了求解下舵承处的舵杆弯矩、舵叶弯矩和剪力以及各轴承的支持力。

在系统的受力分析中, $l_1 \sim l_5$ 为系统内各构件长度, $I_1 \sim I_5$ 为这些构件的惯性矩。

3.1.4.2 对于图 3.1.4.2(1)所示的舵钮双支点舵和图 3.1.4.2(2)所示的舵轴双支点舵, 其受力应按下式计算:

舵叶弯矩 M_r : $M_r = 0.125Fb$ N·m

舵叶剪力 N_r : $N_r = F(0.6 - h/b)$ N

上舵销轴承和舵轴上轴承的支持力 P :

$$P = 0.7F \quad N$$

下舵销轴承和舵轴上轴承的支持力 P :

$$P = 0.6F \quad N$$

式中: F —— 舵力, N, 按本节 3.1.2.1 计算;

b —— 舵叶的平均高度, m, 按本节 3.1.2.4 计算;

h —— 所计算剖面以上或以下部分的舵高, m, 取较小者。

图 3.1.4.2

3.1.4.3 对于图 3.1.4.3 所示的半悬挂双舵钮舵, 其受力应按下式计算:

下舵销处(A—A 剖面)的舵叶弯矩 M_r :

$$M_r = Fh \frac{A_1}{A} \quad N \cdot m$$

下舵销处(A—A 剖面)的舵叶剪力 N_r :

$$N_r = F \frac{A_1}{A} \quad N$$

下舵销轴承的支持力 P :

$$P = \frac{F}{2} \left[1 + \frac{A_1 b}{A(b - h_1)} \right] \quad \text{N}$$

上舵销轴承的支持力 P , 但应不小于 $0.4F$:

$$P = \frac{F}{2} \left[\frac{A_1 b}{A(b - h_1)} - 1 \right] \quad \text{N}$$

式中: F —— 舵力, N, 按本节 3.1.2.1 计算;

A —— 舵叶面积, m^2 ;

A_1 —— $A-A$ 剖面以下的舵面积, m^2 , 见图 3.1.4.3;

h —— 面积 A_1 的形心至 $A-A$ 剖面的垂直距离, m;

h_1 —— $A-A$ 剖面以下的舵高, m;

b —— 舵叶的平均高度, m, 按本节 3.1.2.4 计算。

图 3.1.4.3

3.1.4.4 对于图 3.1.4.4 所示的悬挂舵, 其受力应按下列各式计算:

下舵承处的舵杆弯矩 M_b :

$$M_b = F \left[l_2 + \frac{l_1(2C_1 + C_2)}{3(C_1 + C_2)} \right] \quad \text{N} \cdot \text{m}$$

舵叶弯矩 M_r :

$$M_r = Fh \frac{A'}{A} \quad \text{N} \cdot \text{m}$$

舵叶剪力 N_r :

$$N_r = F \frac{A'}{A} \quad \text{N}$$

上舵承的支持力 P :

$$P = \frac{M_b}{l_3} \quad \text{N}$$

下舵承的支持力 P :

$$P = F + \frac{M_b}{l_3} \quad \text{N}$$

式中: l_1 、 l_2 、 l_3 、 C_1 和 C_2 见图 3.1.4.4, m;

F —— 舵力, N, 按本节 3.1.2.1 计算;

A —— 舵叶面积, m^2 ;

A' —— 所计算剖面以下部分的舵面积, m^2 ;

h —— 面积 A 的形心至计算剖面的垂直距离, m。

图 3.1.4.4

3.1.4.5 对于图 3.1.4.5 所示的普通双支点舵, 其受力应按图 3.1.4.5 所示的计算模型用直接计算法确定。计算载荷 P 应按下式计算:

$$P = \frac{F}{l_1} \quad \text{N/m}$$

式中: F —— 舵力, N, 按本节 3.1.2.1 计算;

l_1 —— 见图 3.1.4.5 所示, m。

上舵承处支持力的取值应不小于 $0.1F$ 。

第一次近似确定舵销直径时, 舵销支持力可取 $0.6F$ 。

3.1.4.6 对于图 3.1.4.6 所示的半悬挂单舵钮舵, 其受力应按图 3.1.4.6 所示的计算模型用直接计算法确定。计算载荷应按下列各式计算:

$$P_1 = \frac{FA_1}{l_1 A} \quad \text{N/m}$$

$$P_2 = \frac{FA_2}{l_2 A} \quad \text{N/m}$$

式中: l_1 、 l_2 —— 见图 3.1.4.6 所示, m;

F —— 舵力, N, 按本节 3.1.2.1 计算;

A —— 舵叶面积, m^2 ;

A_1 、 A_2 —— 面积, m^2 , 见图 3.1.3.3。

上舵承处支持力的取值应不小于 $0.1F$, 下舵承处支持力的取值应不小于 $0.3F$ 。

第一次近似确定舵销直径时, 舵销的支持力 P 可按下式估算:

$$P = \frac{Fh}{l_2 + l_3} \quad \text{N}$$

式中: l_2 、 l_3 —— 见图 3.1.4.6 所示, m;

F —— 舵力, N, 按本节 3.1.2.1 计算;

h —— 舵叶形心到下舵承的距离, m。

图 3.1.4.5

图 3.1.4.6

3.1.4.7 尾框底骨和挂臂舵的支承弹簧常数应按下述方法计算:

1) 尾框底骨的支承弹簧常数 k 应按下式计算:

$$k = 6.18 \frac{I}{l_5^3} \cdot 10^3 \quad \text{N/m}$$

式中: I —— 尾框底骨剖面对垂直中和轴的惯性矩, cm^4 ;

l_5 —— 尾框底骨的有效长度, m , 见图 3.1.4.5。

2) 挂舵臂的支承弹簧常数 k 应按下式计算:

$$k = \frac{1}{f_b + f_t} \cdot 10^3 \quad \text{N/m}$$

式中: f_b —— 在支持中心作用 1N 力时, 挂舵臂产生的弯曲位移, m/N , f_b 可按本条 3) 计算;

f_t —— 在支持中心作用 1N 力时, 挂舵臂产生的扭转位移, m/N , f_t 可按本条 4) 计算。

3) f_b 可按下式计算:

$$f_b = \frac{1.3l_h^3}{6.18I} \cdot 10^{-3} \quad \text{m/N}$$

式中: l_h —— 见图 3.1.4.6, m ;

I —— 挂舵臂水平剖面对称轴的惯性矩, cm^4 。

4) f_t 可按下式计算:

$$f_t = \frac{l_h e^2 \sum \frac{u_i}{t_i}}{3.14 A_a^2} \cdot 10^{-11} \quad \text{m/N}$$

式中: l_h —— 见图 3.1.4.6 所示, m ;

e —— 见图 3.1.4.6 所示, m ;

u_i —— 形成挂舵臂平均截面积的各块板的宽度, mm ;

t_i —— 各块板宽度范围内相应的厚度, mm ;

A_a —— 挂舵臂的平均截面积, m^2 。

3.1.5 舵杆

3.1.5.1 舵柄处传递舵扭矩的舵杆直径 D_t 应不小于按下式计算所得之值:

$$D_t = 4.2 \sqrt[3]{\frac{T}{K_s}} \quad \text{mm}$$

式中: T —— 舵杆扭矩, $\text{N} \cdot \text{m}$, 按本节 3.1.3.1 计算;

K_s —— 舵杆材料系数, 见本节 3.1.1.4。

其相应的许用扭转应力为 $68 K_s$, N/mm^2 。

3.1.5.2 若舵机(如单柱塞双油缸舵机)通过舵柄或舵扇对上舵承处的舵杆产生附加弯矩, 则舵柄处的舵杆直径应按本节 3.1.5.4 计算, 其中弯矩 M_b 用附加弯矩代替。

3.1.5.3 本节图 3.1.4.2 和图 3.1.4.3 所示型式的舵, 其上舵承以下的舵杆直径应不小于舵柄处的直径。

3.1.5.4 本节图 3.1.4.4、图 3.1.4.5 和图 3.1.4.6 中所示型式的舵, 其下舵承处和下舵承以下的舵杆直径 D_c 应不小于按下式计算所得之值:

$$D_c = D_t \sqrt[6]{1 + \frac{4}{3} \left(\frac{M_b}{T} \right)^2} \quad \text{mm}$$

式中: D_t —— 舵柄处的舵杆直径, mm , 按本节 3.1.5.1 计算;

M_b —— 下舵承至舵叶顶部间舵杆的最大弯矩, $\text{N} \cdot \text{m}$, 按本节 3.1.4.4、3.1.4.5 和 3.1.4.6 计算;

T —— 舵杆扭矩, $\text{N} \cdot \text{m}$, 按本节 3.1.3.1 计算。

3.1.5.5 当用直接计算法校核下舵承处和下舵承以下的舵杆强度时, 则舵杆上的等效力 σ_e 应不超过

118 K_s , N/mm² (K_s 为舵杆材料系数, 见本节 3.1.1.4)。等效应力 σ_e 应按下式计算:

$$\sigma_e = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau_t^2} \quad \text{N/mm}^2$$

式中: $\sigma = \frac{10.2 M_b}{D_c^3} \cdot 10^3$, N/mm²; 其中 M_b 同本节 3.1.5.4, D_c 为下舵承处和下舵承以下的舵杆直径,

mm;

$\tau_t = \frac{5.1 T}{D_c^3} \cdot 10^3$, N/mm²; 其中 T 同本节 3.1.5.4, D_c 为下舵承处和下舵承以下的舵杆直径, mm。

3.1.5.6 下舵承以上的舵杆直径应尽可能保持与下舵承处的舵杆直径一致, 然后可逐渐减小到舵柄处的直径, 但锥体的长度应不小于直径差额的三倍。锥体上端部应特别注意避免存在任何缺口。

3.1.6 舵叶

3.1.6.1 为保证舵叶的整体强度, 舵叶的结构应能把受力有效地传递给舵杆、舵轴和舵销。以箱形结构代替下舵杆时, 该箱形结构由连续垂向隔板和有效舵旁板组成。有效舵旁板的宽度应取不大于该处舵叶横向尺度的二倍, 也不大于 2.5 倍的下舵承处的舵杆直径或舵顶部连接法兰的长度。在舵叶弯矩和剪力 (见本节 3.1.4) 作用下, 箱形结构水平剖面上的应力应符合下列要求:

1) 无缺口舵叶:

弯曲应力: $\sigma \leq 110$ N/mm²

剪切应力: $\tau \leq 50$ N/mm²

等效应力: $\sigma_e = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \leq 120$ N/mm²

2) 有缺口舵叶:

弯曲应力: $\sigma < 75$ N/mm² (对于缺口处的剖面)

剪切应力: $\tau \leq 50$ N/mm²

等效应力: $\sigma_e = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \leq 100$ N/mm²

3.1.6.2 舵旁板、顶板和底板的厚度 t 应不小于按下式计算所得之值:

$$t = 5.5s\beta\sqrt{d + \frac{F}{A} \cdot 10^{-4}} + 2.5 \quad \text{mm}$$

式中: d —— 最大吃水, m;

F —— 舵力, N, 按本节 3.1.2.1 计算;

A —— 舵叶面积, m²;

$\beta = \sqrt{1.1 - 0.5(\frac{s}{b})^2}$, 其中 s 和 b 分别为板格的短边长度和长边长度, m; 如果 $b/s \geq 2.5$, 则 β 取

1。

3.1.6.3 舵叶内应设置垂直隔板和水平隔板, 其厚度应不小于 0.7 倍舵旁板的厚度, 且不小于 6mm。

3.1.6.4 舵叶的导边板厚度应不小于 1.2 倍的舵旁板厚度, 但也不必大于 22mm。

3.1.6.5 对本节图 3.1.4.3 和图 3.1.4.6 所示的半悬挂舵, 其下舵销区域的舵旁板应加厚, 其厚度应较本节 3.1.6.2 式计算所得之厚度增加 80%, 该加厚的舵旁板应延伸超过连续垂直隔板和下舵销区域上下的水平隔板, 在角隅处应有尽可能大的圆角。

3.1.6.6 舵叶内部应涂以防锈涂料, 舵的上、下部应有排泄孔, 并配有以不锈钢制成的栓塞。

3.1.7 舵杆和舵叶的法兰连接

3.1.7.1 连接法兰的螺栓直径 d_b 应不小于按下式计算所得之值:

$$d_b = 0.62 \sqrt{\frac{D_c^3 K_s}{n E_b K_b}} \quad \text{mm}$$

式中: D_c —— 下舵承处的舵杆直径, mm;

n —— 螺栓总数, 至少应有六个;

E_b —— 螺栓中心与螺栓中心的平均距离, mm, 见本节 3.1.7.3;

K_b —— 螺栓材料系数, 见本节 3.1.1.4;

K_s —— 舵杆材料系数, 见本节 3.1.1.4。

3.1.7.2 连接法兰的厚度 t 应不小于按下列各式计算所得之值, 但不小于 $0.9 d_b$:

$$t = d_b \sqrt{\frac{K_b}{K_f}} \quad \text{mm}$$

式中: d_b —— 按不超过八个螺栓数计算所得的螺栓直径, mm;

K_f —— 法兰材料系数, 见本节 3.1.1.4;

K_b —— 螺栓材料系数, 见本节 3.1.1.4。

3.1.7.3 螺栓中心与螺栓中心的平均距离应不小于下舵承处的舵杆直径 D_c 的 0.9 倍。如果连接法兰承受弯曲应力, 则螺栓中心到法兰纵向中心线间的平均距离应不小于 $0.6 D_c$ 。

3.1.7.4 螺栓孔外侧的宽度应不小于螺栓直径的 0.67 倍。

3.1.7.5 连接法兰的螺栓应为铰孔螺栓, 螺母应有可靠的止动装置。

3.1.7.6 连接法兰应装有紧配键以减轻螺栓的载荷。如果螺栓直径按本节 3.1.7.1 计算所得之值再增加 10%, 则可不装紧配键。

3.1.7.7 如果舵杆与法兰分别锻制而以焊接连接, 则应在整个接合面内焊透, 并应符合本规范第六篇的有关规定。

3.1.8 舵杆与舵叶的有键锥形连接

3.1.8.1 锥形连接应具有 1:8~1:12 的锥度, 锥体长度应不小于 1.5 倍下舵承处的舵杆直径 D_c 。舵杆下端应用螺母紧固, 螺母应有可靠的止动装置。

3.1.8.2 锥形连接应装有键, 该键应装置在舵的前后方向上。键的剪切面积 A_s 应不小于按下式计算所得之值:

$$A_s = \frac{16 T_f}{D_k \sigma_s} \quad \text{cm}^2$$

式中: T_f —— 舵杆的设计屈服扭矩, N·m, 按本节 3.1.8.4 计算;

D_k —— 舵杆锥体装键处的平均直径, mm;

σ_s —— 键材料的屈服点, N/mm²。

3.1.8.3 键的受挤压面积 A_k (不计圆边部分) 应不小于按下式计算所得之值:

$$A_k = \frac{5 T_f}{D_k \sigma_s} \quad \text{cm}^2$$

式中: T_f —— 舵杆的设计屈服扭矩, N·m, 按本节 3.1.8.4 计算;

D_k —— 舵杆锥体装键处的平均直径, mm;

σ_s —— 键、舵杆或承座材料的屈服点, N/mm², 取小者。

3.1.8.4 舵杆的设计屈服扭矩 T_f 应按下式计算:

$$T_f = 0.02664 D_t^3 K_s \quad \text{N} \cdot \text{m}$$

式中: D_t —— 按本节 3.1.5.1 计算的舵杆直径, mm; 如果实际直径大于 D_t , 应取实际直径, 但不必大于 $1.15 D_t$;

K_s —— 舵杆材料系数, 见本节 3.1.1.4。

3.1.8.5 螺母的尺寸按图 3.1.8.5 所示, 并应符合下列要求:

螺纹外径: $d_g \geq 0.65 D_c$;

螺母长度: $h_n \geq 0.6 d_g$;

螺母外径: $d_n \geq 1.2 D_u$ (D_u 见图 3.1.8.5 所示) 或 $1.5 d_g$, 取大者。

图 3.1.8.5

3.1.8.6 舵叶内的承座在其长度中点(不计及键槽)处的厚度应不小于舵柄处舵杆直径的 0.5 倍或下舵承处舵杆直径的 0.3 倍, 取大者。承座与垂直隔板和水平隔板应有良好的连接。

3.1.9 舵杆与舵叶的无键锥形连接

3.1.9.1 舵杆与舵叶间采用液压装配或冷缩配合的无键锥形连接时, 应具有 1:12~1:20 的锥度。锥体长度应不小于 1.5 倍下舵承处的舵杆直径。

3.1.9.2 液压螺母的尺寸按图 3.1.8.5 所示, 并应符合下列要求:

螺纹外径: $d_g \geq 0.65 D_c$;

螺母长度: $h_n \geq 0.7 d_g$, 当 $d_g < 200\text{mm}$ 时;

$h_n \geq 0.6 d_g$, 当 $d_g \geq 200\text{mm}$ 时;

螺母外径: $d_n \geq 1.35 d_g$ 。

3.1.9.3 在螺母和承座之间应设垫圈, 垫圈的尺寸应按下列各式计算:

垫圈厚度 $\geq 0.13 d_g$;

垫圈外径 $\geq 1.3 D_u$ (D_u 见图 3.1.8.5 所示) 或 $1.6 d_g$, 取大者。

3.1.9.4 为了使舵杆与舵叶之间的连接能安全地传递扭矩, 建造厂应提交推入油压和推入长度的计算, 由验船部门视具体情况予以特别考虑。

3.1.9.5 舵叶内的承座在其长度中点处的厚度应不小于舵柄处舵杆直径的 0.5 倍或下舵承处舵杆直径的 0.3 倍, 取大者。

3.1.10 舵杆与舵叶的垂向法兰连接

3.1.10.1 连接法兰的螺栓直径 d_b 应不小于按下式计算之值:

$$d_b = 0.81 D_c \sqrt{\frac{K_s}{n K_b}} \quad \text{mm}$$

式中: D_c —— 下舵承处舵杆直径, mm;

n —— 螺栓总数, 至少应有八个;

K_b —— 螺栓材料系数, 见本节 3.1.1.4;

K_s —— 舵杆材料系数, 见本节 3.1.1.4。

3.1.10.2 螺栓面积对法兰中心的静矩 M 应不小于按下式计算所得之值:

$$M = 0.00043 D_c^3 \quad \text{cm}^3$$

式中: D_c —— 下舵承处的舵杆直径, mm。

3.1.10.3 连接法兰厚度应不小于螺栓直径, 螺栓孔外侧的宽度应不小于螺栓直径的 0.67 倍。

3.1.10.4 连接螺栓应为铰孔螺栓, 螺母应有可靠的止动装置。

3.1.11 舵销

3.1.11.1 舵销与销座应为锥形配合, 锥体长度应不小于舵销直径。对于键连接和其它人工装配并用止动螺母锁紧的舵销, 应具有 1:8~1:12 的锥度。对于用注油和液压螺母安装的舵销, 应具有 1:12~1:20 的锥度。

3.1.11.2 舵销直径 D_P 应不小于按下式计算所得之值:

$$D_P = 0.35 \sqrt{\frac{P}{K_P}} \quad \text{mm}$$

式中: P —— 舵销对舵叶的支持力(即舵销轴承支持力), N, 按本节 3.1.4.2、3.1.4.3、3.1.4.5 和 3.1.4.6 计算;

K_P —— 舵销的材料系数, 见本节 3.1.1.4。

拖网渔船的舵销直径应较公式计算所得之值增大 5%。

3.1.11.3 螺母的尺寸应按本节 3.1.9.2 要求来确定, 但在计算时应用舵销直径 D_P 代替舵杆直径 D_c 。

3.1.11.4 销座的厚度应不小于舵销直径的 0.4 倍。

3.1.11.5 舵销轴承的长度应不小于舵销衬套的直径, 但不应超过舵销衬套直径的 1.2 倍, 轴承衬套外侧的舵钮厚度应不小于舵销直径的 0.4 倍。

3.1.12 舵轴

3.1.12.1 舵轴在下轴承处的直径 D_1 应不小于按下式计算所得之值:

$$D_1 = 20.5 \sqrt[3]{AV_d^2 E} \quad \text{mm}$$

式中: A —— 舵叶面积, m^2 ;

V_d —— 按本节 3.1.2.2 计算;

$$E = \frac{1}{2} (a + b), \quad \text{mm};$$

a 、 b 见图 3.1.12.1。

图 3.1.12.1

3.1.12.2 上轴承处的舵轴直径 $D_2 = 1.1 D_1$; 上下轴承之间的舵轴直径应为 $0.9 D_1$ 。

3.1.12.3 舵轴上端垂直法兰连接螺栓应至少有六个, 螺栓直径应等于 $0.28 D_1$ 。螺栓中心到法兰中心平

均距离应不小于 $0.9D_1$ ，且不小于 80mm；螺栓中心距法兰边缘的距离应不小于螺栓直径的 1.2 倍。垂直法兰的厚度应等于螺栓直径的 0.9 倍。

3.1.12.4 舵轴下端的锥体、螺母等尺寸应符合本节 3.1.8 的有关要求。

3.1.12.5 轴承长度 l_b (见本节图 3.1.12.1)应符合本节 3.1.13.2 的要求。

3.1.13 舵杆、舵销和舵轴承

3.1.13.1 轴承应具有足够的润滑，其支承面积 A_b (支承面的长度乘以直径)应不小于按下式计算所得之值：

$$A_b = \frac{P}{[P]} \qquad \text{mm}^2$$

式中： P —— 轴承的支持力，N，按本节 3.1.4 计算；
 $[P]$ —— 许用压力，N/mm²，见表 3.1.13.1。

表 3.1.13.1 轴承许用表面应力

轴承材料	$[P]$ ，N/mm ²
铁犁木	2.5
白合金，油润滑	4.5
肖氏硬度 ¹⁾ 在 60 到 70 之间的合成材料	5.5
钢 ²⁾ 、青铜及热压青铜—石墨材料	7
1) 压痕硬度试验应在 23℃ 及具有 50%湿度情况下，按公认的标准进行。合成材料应是认可型的。 2) 指不锈钢和耐磨钢，并以认可方式同舵杆衬套组合。	

3.1.13.2 支承面的长度和直径之比应不大于 1.2。

3.1.13.3 金属轴承的径向间隙 δ 应不小于按下式计算所得之值：

$$\delta = \frac{d}{1000} + 1 \qquad \text{mm}$$

式中： d —— 支承面直径，mm。

如采用非金属轴承，轴承的径向间隙应考虑材料的膨胀和热膨胀特性予以专门确定。无论如何该间隙应小于 1.5mm。

3.1.14 单板舵

3.1.14.1 舵杆直径应按本节 3.1.5 确定，对悬挂舵其下段的 1/3 可向下过渡至下舵杆直径的 75%。

3.1.14.2 舵叶厚度 t 应不小于按下式计算所得之值：

$$t = 1.5sV_d + 2.5 \qquad \text{mm}$$

式中： s —— 加强筋的间距，m，应不超过 1m；
 V_d —— 舵设计航速，kn，按本节 3.1.2.2 计算。

3.1.14.3 加强筋的厚度应不小于舵叶厚度，加强筋的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = 0.5sl^2V_d^2 \qquad \text{cm}^3$$

式中： s 、 V_d —— 见本节 3.1.14.2；
 l —— 自舵后端至舵杆中心线的水平距离，m。

3.1.15 舵扇与舵柄

3.1.15.1 舵柄距舵杆中心 $2D_t$ 处的剖面对其垂直轴的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = 0.14(1 - \frac{2D_t}{R})D_t^3 \quad \text{cm}^3$$

式中: D_t —— 舵柄处的舵杆直径, cm;

R —— 舵扇半径或舵柄长度, cm。

对于有一个幅条以上的舵扇, 各幅条的剖面模数总和应不小于上式要求。

矩形舵柄剖面的宽度与高度之比应不大于 2。

3.1.15.2 舵柄的剖面模数可以从毂部向端点逐渐减小至上式要求的 40%; 舵扇或舵柄毂的高度 $h=1.0D_t$, 外径 $D_0=1.8D_t$, 见图 3.1.15.2。

图 3.1.15.2

3.1.15.3 舵柄或无联动舵柄的舵扇应紧套在舵杆上, 并配以合适尺寸的键。

3.1.15.4 松套在舵杆上的舵扇, 其幅条的剖面模数在整个幅条长度内可减为距舵杆中心 $2D_t$ 处剖面模数的 50%。

3.1.16 人力操舵装置传动零件

3.1.16.1 操舵链的直径 d 应不小于按下式计算所得之值:

$$d = 0.32\sqrt{\frac{D_t^3}{R}} + 5 \quad \text{mm}$$

式中: D_t —— 舵柄处的舵杆直径, mm;

R —— 舵扇半径或舵柄长度, mm。

直径不大于 15mm 的舵链, 可用破断负荷相等的柔韧镀锌钢丝绳代替。

3.1.16.2 操舵牵杆的直径应为操舵链直径的 1.2 倍。

3.1.16.3 舵链滑轮量自舵链链环中心的直径应不小于舵链直径的 12 倍。滑轮销轴的直径应不小于舵链直径的二倍。

3.1.16.4 在每舷的传动线路上应装置松紧螺旋扣, 松紧螺旋扣应有制锁装置。

3.1.16.5 每舷操舵链索线路上应装设弹簧缓冲器, 缓冲器的尺寸应按舵链或舵索的安全工作负荷选用。

第 2 节 锚泊及系泊设备

3.2.1 舾装数

3.2.1.1 每艘渔船应配备能在预期营运作业和锚泊情况下迅速和安全操作的锚泊设备。

3.2.1.2 渔船的锚泊及系泊设备应根据其种类及其航行水域并根据本节 3.2.1.3 的 1) 求得的舾装数 N , 按表 3.2.1.2(1) 的要求配备。对在沿海航区作业的渔船, 根据本节 3.2.1.3 的 2) 求得的舾装数 N , 按表 3.2.1.2(2) 的要求配备。

3.2.1.3 舾装数 N 按下列各式计算:

$$1) \quad N = L^{2/3} + 2Bh + \frac{A}{10}$$

式中: Δ ——最大吃水线下的型排水量, t ;

h ——从最大吃水线到最上层甲板室顶部的有效高度, m ;

$h = a + \sum h_i$

其中: a ——船中最大吃水线至工作甲板的距离, m ;

h_i ——各层宽度大于 $B/4$ 的舱室, 在其中心线处计量的高度。其最低 h_i 要从工作甲板中心线量起, 若工作甲板不连续时, 应由工作甲板最低处平行于升高部分的延长线量起。

A ——在船长 L 范围内最大吃水线以上的船体部分和上层建筑及各层宽度大于 $B/4$ 的甲板室的侧投影面积的总和, m^2 。

在计算 h 和 A 时, 不必计及舷弧和纵倾。

凡是超过 $1.5m$ 高度的挡风板和舷墙, 均应视为上层建筑或甲板室的一部分。

2) $N = L(B + D) + \sum 0.5lh$ (适用于船长小于 $24m$ 的渔船)

式中: l ——在船长 L 范围内各上层建筑和甲板室的长度, m ;

h ——在船中心线处各上层建筑和甲板室的高度, m , 宽度小于 $B/4$ 的甲板室可忽略。

3.2.2 锚

3.2.2.1 渔船应按本节表 3.2.1.2(1)及表 3.2.1.2(2)配备两只首锚。每只首锚的质量可以与表列锚质量相差 $\pm 7\%$, 但首锚的总质量应不小于表列锚质量的总和。

表 3.2.1.2(1) 渔船的锚、锚链和锚索

舢装数 N		无杆首锚		首锚用有档锚链			系船缆索		
超过	不超过	数量	每个锚的质量 Kg	总长度 m	直径, mm		根数	每根最小长度 m	最小破断负荷 kN
					普通锚链	优质锚链			
50	60	2	120	192.5	12.5	11	2	60	30
60	70	2	140	192.5	12.5	11	2	80	30
70	80	2	160	220	14	12.5	2	100	35
80	90	2	180	220	14	12.5	2	100	37
90	100	2	210	220	16	14	2	110	37
100	110	2	240	220	16	14	2	110	40
110	120	2	270	247.5	17.5	16	2	110	40
120	130	2	300	247.5	17.5	16	2	110	45
130	140	2	340	275	19	17.5	2	120	45
140	150	2	390	275	19	17.5	2	120	50
150	175	2	480	275	22	19	2	120	55
175	205	2	570	302.5	24	20.5	2	120	60
205	240	2	660	302.5	26	22	2	120	65
240	280	2	780	330	28	24	3	120	72
280	320	2	900	357.5	30	26	3	140	80
320	360	2	1020	357.5	32	28	3	140	87
360	400	2	1140	385	34	30	3	140	95
400	450	2	1290	385	36	32	3	140	102
450	500	2	1440	412.5	38	34	3	140	110
500	550	2	1590	412.5	40	34	4	160	115
550	600	2	1740	440	42	36	4	160	120
600	660	2	1920	440	44	38	4	160	125
660	720	2	2100	440	46	40	4	160	130

表 3.2.1.2(2) 沿海作业渔船的锚、锚链和锚索

船长 L , m		舾装数 N		首锚		首锚用有档锚链			系船缆索		
超过	不超过	超过	不超过	数量	每个锚的质量 Kg	总长 m	直径, mm		总长 m	直径, mm	
							d_1	d_2		d_3	d_4
12	14	—	—	1	60	95.0	11.0	11.0	80	—	20
14	17	—	—	2	80	110.0	11.0	11.0	100	10	20
17	20	—	—	2	95	110.0	12.5	12.5	120	10	20
20	40	—	270	2	110	137.5	12.5	12.5	150	10	22
		270	300	2	140	165.0	14.0	12.5	180	10	22
		300	330	2	180	165.0	14.0	12.5	200	10	22
		330	360	2	210	220.0	16.0	14.0	225	10	24
		360	400	2	250	220.0	16.0	14.0	225	10	24
		400	450	2	300	247.5	17.5	16.0	225	10	24
		450	500	2	370	247.5	19.0	17.5	250	12	26
		500	—	2	440	275.0	22.0	19.0	250	12	26
注: d_1 为普通锚链; d_2 为优质锚链; d_3 为 6×24 的钢索; d_4 为白棕绳或纤维绳。											

- 3.2.2.2 普通无杆锚的锚冠质量，包括销子和转轴在内，应不小于该锚总质量的 60%。
- 3.2.2.3 当采用有杆的首锚时，锚重(不包括横杆)应不小于表 3.2.1.2(1)和表 3.2.1.2(2)所规定的无杆锚质量的 80%。
- 3.2.2.4 当采用经认可的大抓力锚作首锚时，每只锚的质量可为表 3.2.1.2(1)和表 3.2.1.2(2)所规定的普通无杆首锚质量的 75%。对大抓力锚的具体要求见本规范第七篇第 9 章。
- 3.2.2.5 在满足使用要求的前提下，经验船部门特别审查同意，可仅配备一只锚，但船上应存有一只备用锚。

3.2.3 锚链

- 3.2.3.1 本节表中所列的锚链直径不大于 17.5mm 时，可用试验负荷相等的无档锚链或破断负荷相等的钢丝绳或纤维绳代替。
- 3.2.3.2 锚链在连接锚的一端应装设一个转环。
- 3.2.3.3 锚链的船内端应通过一个固定装置与船体结构连接。该连接结构应能在锚链舱外易于到达的地方迅速解脱。
- 3.2.3.4 船上应至少有一个备用的锚卸扣和四个连接卸扣或连接链环。
- 3.2.3.5 拉伸应力小于 400N/mm² 的锚链不能用于大抓力锚。

3.2.4 系船索

- 3.2.4.1 如船舶的 A/N 大于 0.9(A 和 N 见本节 3.2.1.3 的定义)时，本节表中所列系船索的数量建议按下列要求增加：

A/N 的比值	系船索增加数量
$0.9 < A/N \leq 1.1$	1
$1.1 < A/N \leq 1.2$	2
$1.2 < A/N$	3

- 3.2.4.2 本节表所列的系船索是指 6×24 或 6×37 规格的钢丝抗拉强度不小于 1.37kN/mm² 的柔韧镀锌钢丝绳，也可用破断负荷相同的由植物纤维或合成纤维制成的纤维绳，或钢丝与纤维芯组成的钢索。
- 无论破断负荷如何，纤维绳的直径不应小于 20mm。

3.2.5 代替锚链的缆索

3.2.5.1 船长不小于 30m 但又小于 45m 的船舶, 可允许一只锚的锚链用钢索代替。

3.2.5.2 船长小于 30m 时, 两只锚的锚链均可用钢索代替。

3.2.5.3 当用钢索取代锚链时, 还应遵守下列要求:

1) 钢索的长度应等于相应表格规定的锚链长度的 1.5 倍, 钢索的破断负荷应不小于表 3.2.1.2(1)及表 3.2.1.2(2)规定的普通锚链的破断负荷;

2) 在锚与钢索之间应安装一根较短的锚链, 其长度为 12.5m 或由锚的贮存位置到锚机之间的距离, 取其小者;

3) 拖网绞车的钢索可用作锚链, 其导向滑轮和导向滚筒应妥善安装和布置, 以免钢索被甲板室、上层建筑、甲板板和甲板上的设备磨损。当钢索直径不小于 18mm 时, 其导向滚筒应永久性安装。

3.2.5.4 船长小于 24m 的渔船, 可允许采用直径不小于 20mm 的白棕绳或合成纤维绳代替第二个锚上的钢索, 但白棕绳(或合成纤维绳)的破断负荷应不小于所规定锚链的破断负荷。船上应备有适当的设施(如缆索绞机或绞盘、缆索卷车及带缆桩等)供船只起锚或锚泊定位使用。

3.2.5.5 当设置的锚质量不大于 60kg 时, 两只锚均可用白棕绳(或合成纤维绳)代替钢索。

第 3 节 其 他

3.3.1 鱼舱舱底

3.3.1.1 如果在鱼舱内铺设木铺板, 其厚度应根据船长 L 按下述规定选取:

$L \leq 60\text{m}$, 木铺板厚度应不小于 50mm;

$L > 60\text{m}$, 木铺板厚度应不小于 55mm。

3.3.1.2 如鱼舱的另一侧为燃油舱时, 则在鱼舱的绝热层与舱壁间应留有不小于 50mm 的空隙层。空隙层应有适当的通风; 对全焊接舱壁, 该空隙层可用一种其型式和厚度均经验船部门认可的无臭不燃涂层代替。

3.3.1.3 燃油舱顶与鱼舱之间应设不小于 50mm 的空隙层, 支承敷盖层的木质基础应横向排列, 以便水泄至舷侧舱底水吸口处。对全焊接舱顶, 该空隙层可用一种其型式和厚度均经验船部门认可的无臭不燃涂层代替。

3.3.1.4 若鱼舱与非食用油舱的共用舱壁或甲板较本篇第 2 章有关规定要求的板厚增加 2mm, 且焊缝满足本篇 1.4.4 的要求, 经验船部门同意, 可替代本节 3.3.1.2 及 3.3.1.3 的要求。

3.3.1.5 铺设木铺板的双层底舱顶板或轴隧顶板的外表面, 应涂刷沥清溶液或其他有效涂料, 不铺设木铺板的双层底舱顶板或轴隧顶板可仅涂刷油漆。

3.3.2 鱼舱内活动隔板

3.3.2.1 鱼舱内活动隔板的布置应从舱底尽可能延伸到甲板。

3.3.2.2 鱼舱内设活动隔板的纵向分隔之间或纵向分隔与舷侧之间的距离 b 应不超过 3m。纵向分隔应尽量对称于船舶中心线进行布置。当鱼舱内最大宽度达 3m 时应至少设一道纵向分隔。

3.3.2.3 鱼舱可移动隔板可由钢质垂直的槽架和水平木板组成。垂直槽架之间或横舱壁与垂直槽架之间的纵向距离 s 一般应不超过 2m, 见图 3.3.2.3。

图 3.3.2.3

3.3.2.4 钢质垂直槽架的剖面模数 W 应不小于下式计算之值:

$$W = ch^3(b+s) \quad \text{cm}^3$$

式中: c —— 系数;

$c=1.6$ —— 当设置一道纵向分隔时;

$c=2.0$ —— 当设置两道或多道纵向分隔时;

h —— 垂直槽架的跨度, m;

b —— 垂直槽架之间在船横向的最大间距, m;

s —— 垂直槽架之间在船纵向的最大间距, m。

3.3.2.5 水平木板的厚度应不小于下列各式中的计算之值:

$$\text{对纵向隔板} \quad t = 15s\sqrt{h} \quad \text{mm}$$

$$\text{对横向隔板} \quad t = 15b\sqrt{h} \quad \text{mm}$$

式中: s 、 b 、 h 同本节 3.3.2.4。

水平木板的最小厚度不应小于 40mm, 也不必大于 80mm, 宽度一般不小于 200mm。如需要全舱隔板等厚, 应以厚者为准。

3.3.2.6 槽架槽口的深度应不小于 40mm, 其宽度较拦鱼板厚度大 5mm; 拦鱼板的长度应较槽口底部的距离短约 5mm, 但不超过 10mm。

3.3.3 隔离层

3.3.3.1 贮存压载水或淡水的双层底舱及首、尾尖舱, 均应涂刷水泥或其他有效涂料。

3.3.3.2 直接位于起居处所、服务处所以下的舱室, 一般不得用以贮存液体燃料。如确有困难时, 在以下舱室顶甲板上覆有厚度至少为 40mm 的不熔于油类的隔热层, 且甲板上不得设有人孔或其他开口, 经验船部门同意, 可在上述处所以下的舱室贮存闪点(闭杯试验)不低于 60℃ 的液体燃料。

3.3.4 桅及起重柱

3.3.4.1 轻型吊杆装置的桅或起重柱应至少有两个牢固的支持点。具有足够强度的上层建筑甲板或甲板室顶甲板, 可作为其中一个有效的支持点。

3.3.4.2 桅或起重柱穿过甲板支持点处应牢固地与甲板连接, 甲板开孔周围须作有效的补强。

3.3.4.3 轻型吊杆的桅或起重柱的下端、桅肩、吊货杆座、千斤索眼板和支索眼板固定区域等受力集中的部位, 应根据需要加装复板或增加板厚。复板的面积应大于与上述部件连接的面积, 厚度不小于固定区域的板厚。

3.3.4.4 桅及起重柱结构应有连续性, 避免任何截面的突然变化。

3.3.4.5 桅或起重柱的外径 D 与壁厚 t 的关系应符合下列各式规定:

$$D \leq \frac{1000t}{25-t} \quad \text{当 } t \leq 15\text{mm 时};$$

$$D \leq 100t \quad \text{当 } t > 15\text{mm 时}。$$

式中: t —— 桅或起重柱的壁厚, mm;

D —— 桅或起重柱的外径, mm。

桅或起重柱的最小壁厚为 6mm, 如桅或起重柱兼作通风筒时, 则应不小于 7mm。

3.3.4.6 桅或起重柱在千斤索眼板处的外径, 建议不小于其根部外径的 85%。

3.3.4.7 计算桅或起重柱强度时, 除应考虑由起货索、千斤索或吊杆承座等作用于桅或起重柱上的力以外, 尚应考虑由吊杆产生的最不利的载荷组合。

3.3.4.8 桅或起重柱及其附件的钢材等级应不低于其船体结构用钢。

3.3.4.9 桅支索的末端应装有松紧螺旋扣与甲板、舷墙或甲板室上的眼板连接。

第4章 航行冰区的加强

第1节 通 则

4.1.1 一般要求

4.1.1.1 凡航行冰区的渔船,除符合本规范其他章节的有关规定外,尚应满足本章的相应要求。

4.1.1.2 渔船航行的冰区,是指没有大的固定冰块而仅有漂流浮冰的冰区,属于最轻度的冰况。如渔船航行于冰况严重于上述冰况的海域,则其加强要求应经验船部门认可。

4.1.1.3 当渔船航行于冰区时,压载水舱应配备防止压载水冻结的装置。

第2节 冰区加强

4.2.1 外板

4.2.1.1 冰带(指舷侧抗冰部分)外板的加强,其纵向范围从首垂线向后至 $0.2L$ 处;垂向范围从最大吃水线以上 500mm 至最小作业吃水线以下 500mm。

4.2.1.2 冰带外板的厚度应至少较船中部外板厚度的规范值增加 25%,但不必大于 4mm。

4.2.2 舷侧骨架

4.2.2.1 若在首尖舱或从首垂线向后至 $0.075L$ 的范围内设置中间肋骨时,则中间肋骨的剖面模数应为首尖舱肋骨的 75%。中间肋骨的垂向设置范围为最小作业吃水线以下 1000mm 处到最大吃水线以上 1000mm 处,其两端不必有连接。

若不设置中间肋骨,则肋骨间距应为船中部肋骨间距的 60%,但应不大于 500mm。

4.2.2.2 在 $0.2L$ 纵向加强区内的舷侧纵桁、强胸横梁或开孔平台及其延伸部分上应增设防倾肘板。

4.2.3 首柱

钢板焊接首柱自最大吃水线以上 600mm 处以下部分的板厚应为规范值的 1.1 倍,但不必大于 20mm。

第二篇 轮机及渔捞机械设备

第 1 章 一般规定

第 1 节 通 则

1.1.1 适用范围

1.1.1.1 本篇规定适用于渔船推进装置、辅助机械装置、锅炉、受压容器、泵、管系和渔捞机械装置的设计、制造、安装和试验。

1.1.1.2 如采用与本规范规定等效的其他措施时，应经验船部门同意。

1.1.2 环境条件

1.1.2.1 渔船用柴油机和轴系传动装置，以及与渔船安全有关的机械设备，其结构与布置，必须保证其在表 1.1.2.1 规定的渔船倾斜角度下(横向和纵向倾斜可能同时发生)能正常的连续工作。考虑到渔船的类型、尺度、航区和营运情况，经验船部门同意可偏离下述倾斜角。

表 1.1.2.1 渔船倾斜角度

装置、设备	倾 斜 角 度			
	横 向		纵 向	
	静态	动态	静态	动态
主、辅机和轴系	15°	±22.5°	5°	±7.5°
应急发电机装置 遥控系统 应急消防泵装置	22.5°	±22.5°	10°	±10°

1.1.2.2 确定无限航区渔船用柴油机的功率时，应采用国际标准功率标定的基准环境条件，即绝对大气压力为 0.1MPa，吸入空气温度为 45℃，相对湿度为 60%和在中冷器进口处的海水温度为 32℃。

柴油机制造厂在试验台上不必按本条规定提供模拟的基准环境条件，但应提供基准环境条件下柴油机功率的修正值。

1.1.2.3 对有限航区渔船用柴油机，确定其使用标定功率所根据的环境条件应符合作业航区的情况并加以说明。

1.1.3 振动

在设计、制造和安装机械装置时，应避免在常用转速范围内因振动而产生过大的应力。

1.1.4 推进装置

1.1.4.1 渔船应设有适合作业要求的推进用离合装置。

1.1.4.2 拖网渔船和钓鱼船的推进装置，宜具有微速前进的性能。围网渔船及其灯光船宜设有横向推进装置。

1.1.5 后退措施

1.1.5.1 推进装置应具有足够的倒车功率，以保证在任何正常情况下能控制船舶。

1.1.5.2 对不配备可调螺距螺旋桨的主机，宜采用齿轮箱或倒顺离合器进行倒车；如受条件限制，亦可由

主机直接倒转。

1.1.5.3 能直接倒转的主机，应能以 70% 正车标定转速倒车自由航行至少 30min。

1.1.6 防污染和防噪音

1.1.6.1 机器处所内应设有防止油类漏入舱底的收集设施。

1.1.6.2 在机器处所内应设有防止油污染水域的有效设施。

1.1.6.3 应采取措施降低或隔离机器处所内的噪音，以减少对人员健康的损害和对正常工作的影响。

1.1.7 材料

1.1.7.1 推进装置和辅助机械装置的主要零部件以及锅炉和受压容器所用的材料，应符合第七篇的有关规定。

1.1.7.2 第七篇未作规定的材料应经验船部门检验或认可，方可使用。

1.1.8 轮机的有效性

无限航区的渔船或有限航区的船长不小于 30m 的渔船，其轮机的布置应能以船上已有的设备使其从“瘫船”状态投入运转。

“瘫船”状态是指整个动力装置包括主电源，均处于停止工作的状态，且辅助能源如起动空气、起动用蓄电池等均无法使推进装置投入运转和使主电源恢复供电的状态。

为了从“瘫船”状态恢复运转，可利用应急空气压缩机或应急电源起动，但应确保应急空气压缩机或应急电源能随时进行无能源起动。

1.1.9 试验

推进、辅助机械装置及渔捞机械安装完毕后，应根据经验船部门同意的试验大纲进行系泊和航行试验。

每一船厂建造的每种型式的第一艘或第一对渔船，通常应进行捕捞试验。捕捞试验大纲中涉及安全的内容应经验船部门同意。

1.1.10 产品

所有推进装置、辅助机械装置和渔捞机械的重要设备，应经验船部门检验和认可。

第 2 节 布 置

1.2.1 出入口和脱险通道

机器处所至少应设有两个通向开敞甲板的出入口，并尽可能相互远离，出入方便。船长小于 45m 时，可允许只设一个出入口，但其天窗应能成为另一脱险通道。

脱险通道的布置，应符合第五篇第 2 章的规定。

1.2.2 锅炉的布置

1.2.2.1 水管锅炉的底部与双层底燃油舱的顶板之间应至少相距 600mm，外壁与燃油舱壁之间应至少相距 450mm。船长小于 45m 时，经验船部门同意可适当减小。

1.2.2.2 火管锅炉的底部与双层底燃油舱的顶板之间应至少相距 450mm，后封头与燃油舱壁之间应至少相距 600mm。船长小于 45m 时，经验船部门同意可适当减小。

1.2.2.3 设置于机器处所平台或中间甲板的燃油锅炉，应设有高度为 200mm 的油密围板。船长小于 45m 时，经验船部门同意可适当减小。

1.2.3 舱棚天窗

舱棚天窗的结构应符合第五篇的有关规定。作为脱险通道用的天窗应从舱棚内外均能启闭。

1.2.4 通信

1.2.4.1 正常控制推进装置的机器处所控制站与驾驶室之间应设置不少于两套独立的通信设施, 其中一套应为能在机器处所和驾驶室均可显示指令和回复的双向车钟。船长小于 45m 时且推进装置由驾驶台直接控制的渔船, 可仅设一套不同于上述车钟的其他通信工具。

1.2.4.2 驾驶室与任何其他能控制推进的站室之间应至少设置一套通信设施。

1.2.5 通风和照明

1.2.5.1 机器处所及其控制室内应有足够的通风。

1.2.5.2 所有能积聚可燃、有毒或窒息性气体或蒸汽的部位均应有良好的通风。制冷压缩机所在的位置应有专用的抽风口。

1.2.5.3 机器处所及其控制室应有足够的照明。

1.2.6 防护设施

1.2.6.1 机械设备运转时, 凡可能对工作人员构成危险的部位, 均应设置防护罩或栏杆等安全设施。机器处所内如设有上格栅平台时, 亦应设置适当高度的栏杆。

1.2.6.2 机器处所的地板及平台应妥加固定并采用有效的防滑花钢板, 且其边缘封板高度应不低于 50mm。

1.2.6.3 所有机械设备和管路的表面温度可能伤人时, 应采取有效的防护措施, 当其表面温度可能超过 220℃ 时, 其表面应设置避免可燃液体触及的有效防护设施。若防护设施的表面是吸油的或可能被油渗透, 应采取薄钢板或等效材料妥善包裹。

1.2.6.4 为避免机械设备和系统发生误操作, 必要时, 应在适当部位设有安全操作标牌。

1.2.6.5 疏放和排泄设施的设计, 应能确保安全排放排泄物。

1.2.7 防腐蚀

暴露在腐蚀环境下的零部件, 应采用防腐蚀材料制造或提供有效的防腐蚀保护。

1.2.8 易接近性

1.2.8.1 机械设备和锅炉装置的所有部件, 应易于接近以便操作和维护保养。

1.2.8.2 机械和器具的安装和布置, 应使其仪表组和观察窗均位于随时都能接近和到达的范围内。

1.2.9 维修通道

机器处所应设有便于操纵、维护和检修各种机械设备的通道。

1.2.10 轴系填料箱

轴系通过机器处所水密舱壁处应设有水密填料箱。此填料箱应便于从机器处所方面压紧和更换填料。尾管的前端密封处和中间轴的轴承处, 应便于接近和维修。

1.2.11 起重设备和备件的固定

1.2.11.1 在机器处所内应备有适当的起重设备, 用于拆装推进装置及辅助机械的零部件, 且在航行时亦能正常使用。

1.2.11.2 推进装置、辅助机械装置及其他装置的各种备件, 应牢固地固定在适当的处所。

第 2 章 泵和管系的一般规定

第 1 节 通 则

2.1.1 设计压力

- 管系设计压力是管系最高许用工作压力，应符合下述规定：
- 1) 管路中有安全阀者，其安全阀的最高调整压力应为管路的设计压力，但锅炉的压力燃油管路至少取 1.6MPa；
 - 2) 空气压缩机和容积式泵排出端管路的设计压力取安全阀的最高调整压力；离心泵排出端管路的设计压力，取性能曲线上最高压力；
 - 3) 锅炉出口蒸汽管的设计压力，取锅炉的设计压力；给水管和排污管的设计压力取锅炉设计压力的 1.25 倍，但应不小于锅炉设计压力加 0.7MPa。

2.1.2. 设计温度

设计温度应取管内流体的最高温度，但不得低于 50℃。

2.1.3 管系等级

为了确定适当的试验要求、连接型式以及热处理和焊接工艺规程，不同用途的压力管系按其设计压力 and 设计温度分为三级，如表 2.1.3 所示。

表 2.1.3 管 系 等 级

管 路	I 级		II 级		III级	
	设计压力, MPa	设计温度, ℃	设计压力, MPa	设计温度, ℃	设计压力, MPa	设计温度, ℃
蒸 汽	> 1.6	或 > 300	≤ 1.6	和≤300	≤ 0.7	和≤170
燃 油	> 1.6	或 > 150	≤ 1.6	和≤150	≤ 0.7	和≤ 60
其他介质	> 4.0	或 > 300	≤4.0	和≤300	≤ 1.6	和≤200
注						
1 当管系的设计压力 and 设计温度其中一个参数达到表中 I 级规定时，即定为 I 级管系；当设计压力 and 设计温度两参数均达到表中 II 级或 III 级规定时，即定为 II 级管系或 III 级管系。						
2 其它介质是指空气、水、滑油和液压油等。						
3 不受压的开式管路如泄水管、溢流管、透气管和锅炉放气管等为 III 级管路。						

2.1.4 管路布置和液舱分隔

- 2.1.4.1 管路应加以固定，其布置应能避免管子因其自重或温度变化或船体变形而承受不正常的弯曲应力。为维修方便，应设有适当数量的法兰连接。
- 2.1.4.2 管子穿过水密或气密结构处，应采用贯通配件或座板。
- 2.1.4.3 淡水管不得通过油舱，油管也不得通过淡水舱。如不可避免时，应在油密管隧或套管内通过。其他管子通过燃油舱时，管壁应加厚，且不得有可拆接头。
- 2.1.4.4 燃油舱应尽可能是船体结构的一部分，并至少有一个垂直面与机器处所的限界舱壁相邻接，其与机器处所的共同限界面积应尽可能保持最小。
- 2.1.4.5 管路中阀的布置应便于操作和维修。凡装于花钢板以下不便操作的阀，应将阀杆接长或配备便于操作的工具。花钢板根据需要应相应开孔及加盖。

2.1.5 防腐及涂色

2.1.5.1 钢管应有防止锈蚀的保护措施,并在全部加工(即钢管弯制、成形和焊接)完成以后,施以保护涂层。

2.1.5.2 流通不同介质的管系,应按有关标准涂刷识别漆。

2.1.6 防火

2.1.6.1 应避免燃油舱柜的空气管、溢流管和测量管通过居住舱室。如有困难时,则通过该类舱室的管子不得有可拆接头。

2.1.6.2 蒸汽管、油管、水管、油柜和其他液体容器,应避免设在配电板上方及后面。若不可避免时,则应有可靠的防护措施。油管及油柜尚应避免设在锅炉、烟道、蒸汽管、排气管及消声器的上方。如有困难时,则应采取有效的防护措施,以防止油类滴落至上述管路和设备的热表面上。上述部位的油管不得有可拆接头。

2.1.7 防护

2.1.7.1 布置在易受碰损处所的管子,应具有可靠的、便于拆装的防护罩。

2.1.7.2 各种管系应根据需要在管子、附件、泵、滤器和其他设备上设有放泄阀或旋塞。

2.1.7.3 使用时压力可能超过设计压力的管路,应在泵的输出端管路上设置安全阀。对于油管路,由安全阀溢出的液体应流回至泵的吸入端或舱柜内。管路中的加热器和空气压缩机的冷却器也应装设安全阀。安全阀的调整压力不得超过管路的设计压力。

2.1.7.4 压力管路上如设有减压阀,应在减压阀后装设安全阀和压力表,并应设有旁通管路。

2.1.8 绝热包扎

2.1.8.1 所有蒸汽管、排气管和温度较高的管路均应包扎绝热材料。绝缘层表面温度一般不应超过 60℃,可拆接头及阀处的绝热材料应便于拆换。

2.1.8.2 非冷藏装置的管路通过冷藏鱼舱时,应包扎防冻材料,并与钢构件作绝热分隔。

2.1.9 膨胀补偿及热处理

2.1.9.1 承受胀缩或其他应力的管子,应采取管子弯曲或膨胀接头等必要的补偿措施。

2.1.9.2 管路中所使用的膨胀接头应为认可型。与膨胀接头毗连的管子应适当校直和固定。必要时,波纹管型膨胀接头需加以防护,以防机械损伤。

2.1.9.3 I 级管系的碳钢和碳锰钢钢管,经冷弯后若弯曲半径小于管子外径的三倍时,应进行热处理。

2.1.9.4 由于冷弯而硬化的铜和铜合金管,在制造完工后进行液压试验之前,应根据其材料成份进行适当的热处理,以消除内应力。

2.1.9.5 压力管的焊后热处理还应满足第六篇第 7 章第 4 节的有关要求。

2.1.10 无损检查

I 级和 II 级管系焊接接头的无损探伤,应按照第六篇第 7 章第 3 节的规定进行。

第 2 节 碳钢和低合金钢

2.2.1 碳钢和低合金钢钢管

用于 I 级和 II 级管系的钢管,须为无缝钢管或按验船部门认可的焊接工艺制造的焊接管。

2.2.2 管壁厚度的计算

2.2.2.1 受内压的钢管，其最小壁厚 δ 应不小于按下式计算之值:

$$\delta = \delta_0 + b + c \quad \text{mm}$$

式中: δ_0 ——基本计算壁厚，mm，见本节 2.2.2.2 的规定；

b ——弯曲附加余量，mm，见本节 2.2.2.3 的规定；

c ——腐蚀附加余量，mm，由表 2.2.2.1 查得。

表 2.2.2.1 钢管附加腐蚀余量 c mm

管 系 用 途	c	管 系 用 途	c
蒸汽管系	0.8	滑油管系	0.3
燃油蒸汽加热管系	2.0	燃油管系	1.0
锅炉开式给水管系	1.5	冷藏装置制冷剂管系	0.3
锅炉排污管系	1.5	淡水管系	0.8
压缩空气管系	1.0	海水管系	3.0
液压油管系	0.3	冷藏舱盐水管系	2.0
注:对于穿过舱柜的管路，应增加一个计及外部腐蚀的腐蚀附加余量，该腐蚀附加余量取决于外部介质。若管子得到有效的保护，则至多可减少 50% 的腐蚀附加余量。当使用有足够抗蚀性能的特种钢时，其腐蚀附加余量可以减少，甚至可减少到零。			

2.2.2.2 钢管基本计算壁厚 δ_0 应按下式计算:

$$\delta_0 = \frac{pD}{2[\sigma]e + p} \quad \text{mm}$$

式中: p ——设计压力，MPa，见本章 2.1.1 的规定；

D ——钢管外径，mm；

$[\sigma]$ ——钢管许用应力，N/mm²，见本节 2.2.2.4 的规定；

e ——焊接有效系数，对无缝钢管、电阻焊和高频焊钢管应取 1，其他方法制造的管子， e 值另行考虑。

2.2.2.3 弯曲附加余量 b ，应不小于按下式计算之值:

$$b = 0.4 \frac{D \delta_0}{R} \quad \text{mm}$$

式中: R ——平均弯曲半径，mm；通常 R 应不小于 $3D$ ；

D ——钢管外径，mm；

δ_0 ——基本计算壁厚，mm，见本节 2.2.2.2 的规定。

2.2.2.4 钢管许用应力 $[\sigma]$ ，应取下列公式计算值中的最小值:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_b}{2.7} \quad \text{N/mm}^2$$
$$[\sigma] = \frac{\sigma_s^T}{1.6} \quad \text{N/mm}^2$$
$$[\sigma] = \frac{\sigma_D^T}{1.6} \quad \text{N/mm}^2$$

式中: σ_b ——材料在常温下的抗拉强度最低值，N/mm²；

σ_s^T ——材料在设计温度下的最低屈服点或 0.2% 的规定非比例伸长($\sigma_{p0.2}$)，N/mm²；

σ_D^T ——材料在设计温度下 100000 小时内产生破断的平均应力，N/mm²；

σ_b , σ_s^T , σ_d^T 应符合第七篇第 7 章第 2 节的有关规定。

2.2.2.5 在 2.2.2.1 中所述最小壁厚 δ 未考虑制造负公差。当有制造负公差时, 管子的壁厚 δ_m 不得小于按下式计算之值:

$$\delta_m = \frac{\delta}{1 - \frac{a}{100}} \quad \text{mm}$$

式中: δ —— 最小计算壁厚, mm, 见本节 2.2.2.1 的规定;
 a —— 制造负公差与管子公称壁厚之比的百分数。

2.2.2.6 当由本节 2.2.2.1 至 2.2.2.5 所述公式计算所得的最小壁厚小于表 2.2.2.6 所列的数值时, 则应采用表列相应的标准管的最小公称壁厚。

螺纹管的壁厚, 应量至螺纹根部。

表 2.2.2.6 钢管最小公称壁厚, mm

外 径 D	一般用管 1)、 2)	与船体结构有关的舱柜 的空气管、溢流管 和测量管 2)、 3)	舱底、压载水管 和一般海水管 1)、 2)、 3)	通过压载舱和燃油舱的舱底水管、空气管、溢流管 和测量管。通过燃油舱的压载管和通过压载舱的燃油管 1)、 2)、 3)
10.2~12	1.6			
13.5~17.2	1.8			
20	2.0			
21.3~25	2.0		3.2	
26.9~33.7	2.0		3.2	
38~44.5	2.0	4.5	3.6	6.3
48.3	2.3	4.5	3.6	6.3
51~63.5	2.3	4.5	4.0	6.3
70	2.6	4.5	4.0	6.3
76.1~82.5	2.6	4.5	4.5	6.3
88.9~108	2.9	4.5	4.5	7.1
114.3~127	3.2	4.5	4.5	8.0
133~139.7	3.6	4.5	4.5	8.0
152.4~168.3	4.0	4.5	4.5	8.8
177.8	4.5	5.0	5.0	8.8
193.7	4.5	5.4	5.4	8.8
219.1	4.5	5.9	5.9	8.8
244.5~298	5.0	6.3	6.3	8.8
1) 通过深舱的舱底水管和压载水管的最小壁厚应另行考虑。 2) 管子直径较大时, 其壁厚应另行考虑。 3) 具有有效防腐蚀措施的管子, 其最小壁厚可以适当减薄, 但减薄最多不超过 1mm。				

2.2.2.7 甲板排水管和泄水管的最小壁厚应符合第一篇第 1 章第 7 节的有关规定。

2.2.2.8 露天甲板以上的空气管的最小壁厚应符合第一篇第 1 章第 7 节的有关规定。

2.2.2.9 注入管的壁厚应按受内压的钢管计算, 其在露天甲板以上的腐蚀余量一般应不小于 2mm。

2.2.3 管段连接

- 管段的连接可采用下列方式:
- 1) 螺纹连接法兰;
 - 2) 焊接法兰;
 - 3) 管子之间对接焊;

4) 套管焊接接头;

5) 螺纹套筒接头。

如采用其他方式连接时, 应经验船部门同意。

2.2.4 螺纹连接法兰

2.2.4.1 螺纹连接法兰如图 2.2.4.1 所示, 管子和法兰都应有逐渐收尾的螺纹。管子紧固部分的螺纹直径不得明显小于无螺纹部分的管子外径。法兰旋至终点后, 管子应与法兰胀紧。

图 2.2.4.1 螺纹连接法兰

2.2.4.2 管子上逐渐收尾的螺纹长度不得少于三个螺距, 螺纹根部直径应由标准的根部直径均匀增大至螺纹顶部直径, 而法兰以同样形式反向逐渐缩小。

2.2.4.3 上述螺纹连接法兰可用于最大设计压力小于 1.6MPa 和最高设计温度小于 250℃的蒸汽以及最大设计压力小于 4MPa 除油类、制冷剂以外的其他介质管系。

2.2.5 焊接法兰

2.2.5.1 焊接法兰的典型接头如图 2.2.5.1 所示, 图中 A 型、B 型和 C 型法兰的最高设计温度不受限制。D 型可用于最高设计温度不超过 250℃除油类以外的 II 级管系。

图 2.2.5.1 焊接法兰的典型接头

2.2.5.2 焊接法兰不需与管子紧配。法兰内孔与管子外径之间的最大间隙一般应不超过 2mm。

2.2.5.3 管子外径小于 32mm 的 D 型或 C 型焊接法兰, 如用于除油类以外的 III 级管系, 可允许外部单面焊, 但法兰内孔与管子之间的间隙应尽可能减小。

2.2.5.4 使用其他型式的焊接法兰, 应经验船部门同意。

2.2.6 管子之间对接焊

2.2.6.1 管子与管子采用对接焊连接时, 其相邻管件的孔径应匹配。若管件孔径不同时, 可采用冲压扩孔或机械加工等方法, 但加工后的管壁厚度不得小于设计壁厚。如果相邻管件的厚度不同, 在对接处应将较厚的壁厚逐渐削减到较薄的壁厚。

2.2.6.2 支管与总管若用焊接连接, 则在分支处应用补偿板或其他经验船部门认可的方法加强, 或者采用增加总管的管壁厚度的方法加强。

2.2.6.3 对所有等级的管系若采用对接焊, 则应采用改善焊缝根部措施的; 否则, 对接焊只能使用于 II、III 级管系。

2.2.7 套管焊接接头

2.2.7.1 套管焊接接头可用于所有 III 级管系。套管材料应与所焊的管子材料一致。这种连接不应用于有可能产生疲劳或严重侵蚀的处所。

2.2.7.2 用于焊接的套管壁厚应符合本节 2.2.2.1 和 2.2.2.2 的规定，且不得小于管子最小公称壁厚的 1.25 倍。管子外径与套管孔径之间应有适当间隙。

2.2.7.3 管子与套管的角焊缝的喉部厚度应不小于管子的公称厚度。

2.2.8 螺纹套筒接头

螺纹套筒接头可用于管子外径不大于 50mm 除可燃介质以外的Ⅲ级管系。

第 3 节 铜和铜合金

2.3.1 铜和铜合金管、阀和附件

2.3.1.1 I 级和Ⅱ级管系中所使用的铜和铜合金管应为无缝管。

2.3.1.2 铜和铜合金管、阀和附件的使用温度一般不得超过下列规定：

- 1) 铜和铝青铜：200℃；
- 2) 铜镍合金：300℃；
- 3) 适合高温用途的特殊青铜：260℃。

2.3.2 管壁厚度计算

2.3.2.1 受内压的铜和铜合金管，其最小壁厚 δ 应不小于按下式计算所得之值：

$$\delta = \delta_0 + b + c \quad \text{mm}$$

式中： δ_0 ——基本计算壁厚，mm，见本节 2.3.2.2 的规定；
 b ——弯曲附加余量，mm，见本节 2.3.2.3 的规定；
 c ——腐蚀附加余量，对铜、铝青铜和镍含量低于 10% 的铜镍合金， $c=0.8\text{mm}$ ；
对镍含量为 10% 及以上的铜镍合金， $c=0.5\text{mm}$ ；
对于介质对管材不产生腐蚀者， $c=0$ 。

2.3.2.2 铜和铜合金管的基本计算壁厚 δ_0 应按下式计算：

$$\delta_0 = \frac{pD}{2[\sigma] + p} \quad \text{mm}$$

式中： p ——设计压力，MPa，见本章 2.1.1 的规定；
 D ——管子外径，mm；
 $[\sigma]$ ——许用应力，N/mm²，由表 2.3.2.2 查得，应力的中间值可用内插法求得。

表 2.3.2.2 铜和铜合金管许用应力

管子材料	测试条件	抗拉 许用应力 N/mm ² 限值, N/mm ²	设计温度强度下										
			℃										
			50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300
铜	退火	215	41	41	40	40	34	27.5	18.5	—	—	—	—
铝青铜	退火	325	78	78	78	78	78	51	24.5	—	—	—	—
铜镍合金 90/10	退火	275	68	68	67	65.5	64	62	59	56	52	48	44
铜镍合金 70/30	退火	365	81	79	77	75	73	71	69	67	65.5	64	62
注:表内未包括的材料许用应力应经验船部门同意。													

2.3.2.3 弯曲附加余量 b 应不小于下式计算之值：

$$b = 0.4 \frac{D}{R} \times \delta_0 \quad \text{mm}$$

式中: R ——平均弯曲半径, mm, 通常 R 不得小于 $3D$;

D ——管子外径, mm;

δ_0 ——基本计算壁厚, mm, 见本节 2.3.2.2 的规定。

2.3.2.4 2.3.2.1 所述最小壁厚 δ 并未考虑制造负公差。当考虑制造负公差修正时, 管子的壁厚 δ_m 不得小于按下式计算之值:

$$\delta_m = \frac{\delta}{1 - \frac{a}{100}} \quad \text{mm}$$

式中: δ ——最小计算壁厚, mm, 见本节 2.3.2.1 的规定;

a ——制造负公差与管子公称壁厚之比的百分数。

2.3.2.5 当由本节 2.3.2.1 至 2.3.2.4 所述公式计算所得的最小壁厚小于表 2.3.2.5 所列数值时, 则应采用表列相应的标准管的最小公称壁厚。螺纹管的壁厚应量至螺纹根部。

表 2.3.2.5 铜和铜合金管最小公称壁厚 mm

管子外径 D	最小公称壁厚 δ_m	
	铜	铜合金
8~10	1.0	0.8
12~20	1.2	1.0
25~44.5	1.5	1.2
50~76.1	2.0	1.5
88.9~108	2.5	2.0
133~159	3.0	2.5
193.7~267	3.5	3.0
273~470	4.0	3.5
508	4.5	4.0
注		
1 外径和壁厚的数值取自 ISO 标准。		
2 若按其他标准选取管径, 则管子的壁厚可允许适当减小。		

第 4 节 其他材料

2.4.1 灰铸铁管、阀和附件

2.4.1.1 灰铸铁管、阀和附件不得用于 I 级和 II 级管路, 但设计压力 and 设计温度分别不超过 1.3MPa 和 220℃的 II 级蒸汽管路及经验船部门同意的 II 级管路的阀和附件可以采用灰铸铁材料。

2.4.1.2 灰铸铁管、阀和附件一般可用于 III 级管系, 但不得用于下列用途:

- 1) 遭受压力冲击、过大应力和较大振动的管系;
- 2) 舷旁阀和海水箱上的阀;
- 3) 安装在防撞舱壁上的阀;
- 4) 油舱壁上的阀;
- 5) 锅炉排污管路;
- 6) 蒸汽管、消防水管、舱底水管和压载水管路;
- 7) 介质温度超过 220℃的管路。

2.4.2 球墨铸铁管、阀和附件

2.4.2.1 II级和III级管系中使用的铁素体球墨铸铁管、阀和附件，其材料的最低伸长率在标距为 $5.65\sqrt{A}$ 时不得小于 12%，式中 A 为试样的横截面积。当伸长率低于该值时，则应作灰铸铁处理。

2.4.2.2 铁素体球墨铸铁管、阀和附件不得用于温度超过 350℃ 的管系。

2.4.2.3 铁素体球墨铸铁管、阀和附件用于舷旁管和舷旁阀时，其材料性能应符合第七篇第 6 章的有关规定。

2.4.3 塑料管

2.4.3.1 船上所用的塑料管应为认可型，并应根据其化学成份、机械性能和耐温极限选取。塑料管的最大允许工作压力应不大于在其使用温度下爆破压力的 1/4。

2.4.3.2 塑料管不得用于下列管系：

- 1) 消防管系；
- 2) 舱底水管系；
- 3) 饮用水管系；
- 4) 动力管系以及输送油类或其他易燃液体的管系；
- 5) 当管子泄漏或损坏后能使船舶增加浸水危险的海水管系。

2.4.3.3 塑料管不得穿过水密舱壁。

2.4.3.4 所有塑料管均应有适当的自由支撑。在管子的每个区段均应有允许塑料管膨胀或收缩的措施。

2.4.3.5 塑料管一般不得用于介质温度高于 60℃ 或低于 0℃ 的管系。

2.4.4 软管

2.4.4.1 当机器和固定管路之间需要有相对运动时，可采用认可型的软管进行连接。

2.4.4.2 输送可燃性液体或海水的管系中使用的非金属软管，其内部应至少有一层金属丝编织物。

2.4.4.3 软管应具有认可型的管端附件。

2.4.4.4 通常只有在柴油机和空气压缩机的冷却管路中，当短直软管连接机器两固定点之间两个金属管时，才可使用管夹作为管端固定的方法。

2.4.4.5 新型式的非金属软管，应进行原型压力试验。其爆破压力不得小于最大许可工作压力的四倍。

2.4.4.6 任何情况下，软管均不得产生吸瘪、弯折等影响流体畅流的现象。在舱底和压载管系中使用非金属软管时，应经验船部门同意。

2.4.4.7 每根软管均应经液压试验，试验压力不应小于最大许可工作压力的 1.5 倍。

第 5 节 液压试验和密性试验

2.5.1 装船前的试验

2.5.1.1 所有 I 级和 II 级管系用管以及设计压力大于 0.35MPa 的蒸汽管、给水管、压缩空气管、液压管和燃油管连同其附件一起，在制造完工后包扎绝热材料或涂上涂层之前，均应经液压试验。其试验压力 P_s 不得低于设计压力 P 的 1.5 倍；燃油管系的试验压力应不小于设计压力的二倍。

2.5.1.2 当设计温度超过 300℃ 时，所使用的钢管和附件的试验压力 P_s 应由下式决定，但不必超过 $2P$ 。

$$P_s = 1.5 \frac{[\sigma]_{100}}{[\sigma]_t} P \quad \text{MPa}$$

式中： P —— 同本节 2.5.1.2；

$[\sigma]_{100}$ —— 100℃ 时的许用应力，N/mm²；

- $[\sigma]_t$ —— 设计温度下的许用应力， N/mm^2 。
- 为了避免在弯曲处和 T 型接管处产生过大的应力，经验船部门同意，上述试验压力可以减小到 $1.5 P$ 。
- 2.5.1.3 当管路的液压试验在船上进行时，该试验可以和装船后的密性试验一起进行。
- 2.5.1.4 内径小于 15mm 的管子的液压试验，经验船部门同意后，可予以免除。

2.5.2 装船后的试验

- 2.5.2.1 所有管系均应在工作情况下检查泄漏情况。
- 2.5.2.2 燃油管系、油舱加热管系、通过双层底舱或深舱的舱底水管路以及液压管系，应按照表 2.5.2.2 的要求进行液压试验。

表 2.5.2.2 装船后的液压试验

管 系	试 验 压 力
燃油管系	1.5 倍设计压力，但不小于 0.4MPa
油舱加热管系	
通过双层底舱或深舱的舱底水管路	不小于该舱的试验压力
液压管系	1.25 倍设计压力，但不必超过设计压力加 7MPa

- 2.5.2.3 当 I 级和 II 级管系在船上安装过程中采用对接焊连接时，如果整个圆周均经超声波或射线检查并取得良好结果，则上述液压试验可以免除。
- 2.5.3 泵、阀和附件的液压试验
- 2.5.3.1 所有泵的受压部件在装配前应在车间进行液压试验，试验压力为 1.5 倍设计压力，但不必大于设计压力加 7MPa。
- 2.5.3.2 所有阀和附件的受压部件在装配前应在车间内进行液压试验，其试验压力应为 1.5 倍设计压力，但不必大于设计压力加 7MPa。
- 2.5.3.3 舷侧阀及其连接件的试验压力应不小于 0.5MPa。

第 3 章 船舶管系和舱室通风系统

第 1 节 通 则

3.1.1 材料

除另有说明外,管子、阀和附件应使用钢、铸铁、铜、铜合金或适合于其用途的材料制造。铝、铅和塑料等热敏材料不得用于对船舶安全关系重要的管系以及当泄漏或破损后可能造成火灾或水密舱室浸水的可燃液体或海水管系。

3.1.2 阀件

3.1.2.1 所有阀件的结构,均应能防止当工作时阀盖及压盖发生松出或松动的可能。

3.1.2.2 船用阀件应以手轮顺时针方向转动为关闭,反之为开启。

3.1.2.3 不易辨认的阀件和旋塞应有标明用途的铭牌。

3.1.2.4 所有遥控阀均应设有与遥控操纵机构无关的就地手动操纵装置。使用手动装置进行开闭后,不应影响阀的遥控系统的功能。

3.1.2.5 阀、旋塞、管子或其他附件直接连接于舱柜壁板以及要求水密结构的舱壁、甲板、平台或轴隧壁时,通常此连接处的壁板应焊以适当厚度的座板,并采用螺柱旋入座板但不穿透座板的方法加以固定。

3.1.3 舷旁阀件和附件(甲板排水管和卫生排泄管上的除外)

3.1.3.1 所有海水进口的阀或旋塞,均应直接装设在附连于外板的钢质海水箱箱壁上。

3.1.3.2 所有舷外排出口的阀或旋塞,均应直接装设在外板上或装在焊于舷侧外板的短管上。短管壁厚应不小于外板厚度。

3.1.3.3 当阀或旋塞直接装在外板或海水箱箱壁上时,应连接在焊于外板或箱板的座板上,并以旋入座板的螺柱予以固定,但螺柱不得钻至外板。

3.1.3.4 所有直接固定在外板上的阀或旋塞,均应装有贯通外板的凸肩。如座板或接管在外板上已构成凸肩时,则阀或旋塞的凸肩可以免除。当锅炉排污阀或旋塞的凸肩穿过外板处时,应在外板外侧焊有护环。

3.1.3.5 海底阀、舷外排出阀、锅炉排污阀或旋塞,应装在易于接近处,并通常应有显示开关状态的指示装置。主海底阀的手轮,应位于花钢板以上至少 460mm 之处。船长小于 45m 时,经验船部门同意可适当减少。

3.1.3.6 舷侧排水孔应避免开在救生艇及舷梯卸放区域内。如布置有困难,则应有防止水排至救生艇内或舷梯上的有效措施。

3.1.3.7 海底阀箱的船舷开口,应装设可拆卸且妥善固定的格栅。格栅有效通流面积一般应不小于海底阀通流面积的二倍,栅条应沿船体纵向布置,且应有压缩空气吹洗格栅的设施。船长小于 30m 时,如设置吹洗设备有困难,则可以免设,但应适当增大阀箱的流通面积。

3.1.3.8 钢质舷旁阀和附件以及海水箱等,应有适当的防腐保护措施。

3.1.3.9 海水箱的设计和布置应避免形成气囊。如在海水箱顶部设透气管时,应在其根部装设截止阀。透气管的出口端应高于舱壁甲板或在舱壁甲板附近通至舷外并装设舷旁截止阀。

3.1.3.10 在机器处所内,与机器运转有关的海水吸入和排出阀,应便于就地控制和检查,并在阀上设有开、关状态的指示标志。

第 2 节 除机器处所外其他舱室的排水

3.2.1 一般要求

3.2.1.1 所有渔船均应设有有效的舱底排水装置,以便抽除或排干除装载液体舱室外任何水密舱室中的水。

3.2.1.2 排水管系的布置应在船舶正浮或横倾不超过 5° 的情况下,任何舱室或水密区域内的积水,均能通过至少一个吸口予以排出。

3.2.2 鱼舱

3.2.2.1 每一鱼舱一般应设两个舱底水吸口,在任何情况下均应能将鱼舱内部位的水连续疏至舱底水吸口,必要时应设置污水阱。舱底水吸口的布置应根据具体装载情况设在实际有效的部位。

3.2.2.2 船长小于 30m 的渔船,可允许每一鱼舱只设一个舱底水吸口。

3.2.2.3 鱼舱不得采用本节 3.2.3.2 的疏水设施。

3.2.2.4 鱼舱应设有舱底水位测量装置。如未设测量装置,则应装设有效的水位报警装置。对船长不小于 45m 的渔船,一般应两者兼设。

3.2.2.5 鱼舱内的各舱底水吸口,宜通过截止止回阀箱与舱底总管连接。

3.2.3 首、尾尖舱、空隔舱和其他舱室

3.2.3.1 首、尾尖舱如作为干舱,应装设舱底水支管及吸口或采用有效的手动泵排水。手动泵吸口至泵的高度应不大于 7m。

3.2.3.2 低于舱壁甲板的防撞舱壁只准穿过一根管子。穿过防撞舱壁的管子,必须设有在工作甲板以上控制的截止阀,此阀应装在首尖舱舱壁的首尖舱一侧,并带有指明阀件开或关的装置。如此阀装在舱壁后边,应在各种运行条件下均易于到达和进行操作。此时,可不设甲板操纵机构。

3.2.3.3 空隔舱应设有通到舱底的泄水管和截止阀或其它排水设施。

3.2.3.4 作为干舱的尾尖舱、舵机舱及其他尾部舱室如网具舱等,除用上述方法进行排水外,也可用内径不小于 38mm 的疏水管将水泄入轴隧(如设有)或尾机型渔船的机器处所内,并应在易于察看和操作的地点装设自闭式旋塞或截止阀。船长小于 30m 时,疏水管内径可适当减少但不得小于 32mm。

3.2.3.5 锚链舱和首部其他水密舱室,应设置手动泵或通过接至动力舱底泵的吸口或其他设备进行排水。

3.2.3.6 处理或加工渔获物的水密舱室,应在两侧均装设足够的排水装置和水阱以便在任何情况下均能将该舱内各部位的积水排出。

3.2.3.7 设有轴隧时,至少应在其后端设置一舱底水支吸口。

第 3 节 机器处所的排水

3.3.1 一般要求

机器处所内舱底水排除装置的布置,应在渔船正浮或横倾不大于 5° 的情况下,至少能通过两个舱底水吸口进行排水,上述吸口之一应为支吸口,另一个为直通舱底泵吸口。

3.3.2 机器处所内舱底吸口布置

3.3.2.1 机器处所的舱底水支吸口及直通舱底泵吸口,一般应布置在中纵剖面处。如机器处所内底板向两舷升高小于 5° ,则应在中纵剖面及两舷各设一支吸口,且在中纵剖面处设一个直通舱底泵吸口,当两舷升高不小于 5° 时,可免设两舷的支吸口。

3.3.2.2 如机器处所在全长上均为双层底并在两舷形成舳污水沟时,则每舷应各设一舱底水支吸口及一直通舱底泵吸口。如机器处所在全长和全宽范围均为双层底时,应在每舷各设一污水阱,每阱内各设一舱底水支吸口及一直通舱底泵吸口。

3.3.2.3 尾机型渔船的机器处所内,通常应在前端每舷和后端各设一只舱底水支吸口及在前端的一舷和后端各设一只直通舱底泵吸口,船长小于 45m 时,可适当减少,但应不影响连续排水。

3.3.2.4 船长小于 30m 时,机器处所可仅设两个吸口,其中之一为直通舱底泵吸口,其布置应能保证连续排水。

3.3.3 应急舱底水吸口

船长不小于 45m 时,应在机器处所尽可能低的位置设一只应急舱底水吸口。该吸口一般应连接至主机冷却水泵;当主机冷却水泵不适合用来抽输舱底水时,则应急舱底水吸口可接至除舱底泵外的最大一台动力水泵。该吸入管应装设截止止回阀,并标有“应急专用”铭牌,阀的控制手轮应至少高出花钢板以上 450mm。

第 4 节 舱底泵和舱底水管系

3.4.1 舱底泵数量

3.4.1.1 渔船应至少设两台动力舱底泵,其中至少一台为独立动力泵,其余可为主机带动泵。船长小于 24m 时,可允许仅设一台动力泵和一台适当排量的手动泵。手动泵的吸入管内径应不小于 38mm。

3.4.1.2 独立动力的卫生泵、压载泵或总用泵,如其排量足够并与舱底水管系有适当的连接时,均可视为独立动力舱底泵。

3.4.1.3 与高压海水泵相组合的舱底水喷射器,可代替一台本节 3.4.1.1 所要求的独立动力泵。

3.4.2 舱底泵的型式和排量

3.4.2.1 除连接应急舱底水吸口的冷却水泵外,所有的动力舱底泵均应为自吸式泵。

3.4.2.2 每一动力舱底泵应能使流经计算所需的舱底水总管的水流速度不小于 2m/s。船长小于 30m 时,此速度可减少到 1.5m/s。

3.4.2.3 每一舱底泵排量 Q 应不小于按下列公式计算所得之值:

$$1) \quad Q = 5.66 d_1^2 \times 10^{-3} \quad \text{m}^3/\text{h} \quad (\text{船长不小于 } 30\text{m 时})$$

$$2) \quad Q = 4.24 d_1^2 \times 10^{-3} \quad \text{m}^3/\text{h} \quad (\text{船长小于 } 30\text{m 时})$$

式中: d_1 —— 舱底水总管内径, mm, 按本节 3.4.3.1 所列公式计算。

3.4.2.4 若一台舱底泵的排量小于按 3.4.2.3 计算所得之值,且此排量差额不大于计算排量的 15% 时,则可用其它舱底泵补偿。

3.4.3 舱底水管

3.4.3.1 舱底水总管的内径 d_1 应不小于按下式计算所得之值:

$$d_1 = 25 + 1.68 \sqrt{L(B + D)} \quad \text{mm}$$

式中: L —— 船长, m;

B —— 船宽, m;

D —— 至舱壁甲板的型深, m。

3.4.3.2 任何情况下,舱底水总管的内径不得小于最大舱底水支管的内径。

3.4.3.3 鱼舱和机器处所的舱底水支管内径 d_2 应不小于按下式计算所得之值:

$$d_2 = 25 + 2.15 \sqrt{l(B + D)} \quad \text{mm}$$

式中: l —— 舱室长度, m;

B —— 船宽, m;

D —— 至舱壁甲板的型深, m。

3.4.3.4 舱底水支管的内径一般应不小于 50mm。船长小于 24m 时, 应不小于 38mm。如设有轴隧时, 轴隧舱底水支管内径一般应不小于 65mm。船长小于 60m 时, 可适当减小至 50mm。

3.4.3.5 直通舱底泵的舱底水管内径, 不得小于该船的舱底水总管的内径。

3.4.3.6 连接舱底水总管和分配阀箱的连接管的截面积, 应不小于连接该阀箱的两个最大舱底水支管的规定截面积的总和, 也不必大于所规定的舱底水总管的截面积。

3.4.4 舱底泵与舱底水管系的连接

3.4.4.1 舱底泵与舱底水管系的连接应确保当其他舱底泵在拆开检修时, 至少有一台舱底泵仍能有效地继续工作。

3.4.4.2 抽输油类的泵不得与舱底水系统相连接。

3.4.4.3 泵及管路的布置应使任何泵的工作不受其他泵同时工作的影响。

3.4.4.4 所有舱底水的吸入管路, 在吸口与阀箱之间不应与任何其他管路连接。

3.4.5 止回布置

为防止水密舱室间、水密舱室与鱼舱和机器处所间、干舱与海水或舱柜间发生沟通的可能性, 下列附件上应装设截止止回阀:

- 1) 舱底水分配阀箱;
- 2) 舱底泵或舱底水总管上舱底水吸入软管的接管;
- 3) 直通舱底泵吸入管和舱底泵与舱底水总管之间的连接管;

3.4.6 通过深舱和双层底舱的舱底水管

3.4.6.1 舱底水管应尽量避免通过双层底舱, 在深舱内宜在管隧内通过, 否则通过深舱、双层底舱的舱底水管的管壁厚度应符合本篇表 2.2.2.6 的要求, 并采用焊接接头或其他可靠接头, 接头数量应保持最少。

3.4.6.2 双层底舱内的管段应装设非滑动式膨胀接头。

3.4.6.3 安装完成后, 通过深舱和双层底舱的管路应经压力试验, 试验压力应不小于该舱的试验压力。

3.4.7 舱底附件

3.4.7.1 舱底污水阱的容积一般不应小于 0.1m^3 。船长小于 45m 时, 可适当减少, 但不应小于 0.05m^3 。鱼舱污水阱应装格栅盖, 其通流面积应不小于吸入管通流面积的五倍。

3.4.7.2 船长不小于 45m 时, 机器处所和轴隧内的每根舱底水支吸管及直通舱底泵吸管(应急吸管除外), 均应设置泥箱, 并自泥箱引一直管至污水阱或污水沟。直管下端或应急舱底水吸口不得装设滤网箱。

船长小于 45m 时, 可在机器处所的舱底水吸入管端装设内有止回活门的滤污器, 以取代上述泥箱。滤污器上的滤孔为 8mm~10mm 的圆孔, 滤孔的总通流面积应不小于吸入管内截面积的三倍。滤污器应能在不拆卸吸入管的条件下进行拆装和清洗。滤污器内的止回活门不能取代止回阀。

3.4.7.3 舱底阀件、旋塞和泥箱应尽可能置于花钢板以上易于接近的部位。如装在花钢板之下时, 则花钢板应有活门或盖子, 以及指明上述附件所在地点的标记。

3.4.8 其他

3.4.8.1 舱底水系统的设置, 应遵守有关防止船舶造成水域污染方面的规定。

3.4.8.2 残油舱和油类标准排放接头的设计、构造和布置应符合有关国际公约的规定。

第 5 节 压载及甲板排水管系

3.5.1 压载管系

3.5.1.1 压载管系的布置和压载舱吸口的数量,应使渔船在正常营运条件下的正浮或倾斜位置均能排除和注入各压载舱的压载水。

3.5.1.2 压载管系的布置,必须避免船外的水或压载舱内的水通过压载管系进入其他舱室。

3.5.1.3 压载水管不得通过饮水舱、燃油舱或滑油舱。如确实不可避免,应按本篇表 2.2.2.6 的规定予以加强,并只允许采用焊接接头。

3.5.1.4 压载管系不得与鱼舱及机器处所的舱底管系接通,但泵与阀箱之间的连接管、泵排出舷外总管除外。

3.5.2 甲板疏水管和卫生排泄孔

甲板疏水管和卫生排泄管的要求应符合第一篇第 1 章第 7 节的有关规定。

第 6 节 空气、溢流和测量管

3.6.1 一般要求

3.6.1.1 空气管、溢流管和测量管应以钢或其他认可的等效材料制造。

3.6.1.2 空气管以及所有的测量管的顶端,均应设置铭牌或标记。

3.6.1.3 空气管除满足本篇有关要求外,还应符合第一篇第 1 章第 7 节的有关规定。

3.6.2 空气管的布置

3.6.2.1 贮藏液体的舱柜以及空隔舱应装设空气管。必要时,轴隧和管隧也应装设空气管。空气管应从舱柜的高处引出并远离注入管。

3.6.2.2 如果舱柜顶部形状特殊或不规则或尺寸较大时,则空气管的数目和位置应能保证有效的换气。

3.6.2.3 具有阴极保护的舱柜,应在其前、后端设置空气管。

3.6.2.4 所有双层底舱都应设置空气管。延伸至两舷的每一双层底舱应自两舷引出空气管。

3.6.2.5 空气管不得兼作注入管。但对于有一根以上空气管的舱柜,允许其中之一兼作注入管,但舱柜其余空气管的尺寸应符合本节 3.6.4.1 的要求。

3.6.3 空气管的终止

3.6.3.1 双层底舱、延伸至外板的深舱和海水可能涌入的舱柜,其空气管应引至舱壁甲板以上。燃油舱柜、加热的滑油舱柜和液压油舱柜及与上述油类舱柜相邻的空隔舱和能用泵灌装的所有舱柜的空气管,均应引至舱壁甲板的开敞处所。所有舱柜的空气管,其可能进水处离甲板的高度通常应符合第一篇第 1 章第 7 节的要求。

3.6.3.2 延伸至甲板以上开敞处所的所有空气管管端,应设有有效且适当的关闭装置,以防海水涌入舱柜内。

3.6.3.3 滑油舱柜和液压油储存柜的空气管,一般应引至舱壁甲板以上的开敞处所。如空气管出口端溢油不致于和电气设备及热表面接触,则可以终止于机器处所内适当的高度,并尽可能终止于舱壁甲板以上的机器处所的舱棚内。非动力注入管的容积小于 0.5m^3 的燃油泄放柜的空气管,如符合上述条件,亦可终

止于机器处所内。

3.6.3.4 燃油舱柜空气管的开口端，应位于不致因溢油飞溅或油气挥发而产生危险的处所。

3.6.3.5 燃油舱柜空气管的管端，应装设耐腐蚀和便于更换的金属防火网。

3.6.3.6 空气管管端金属防火网的净通流面积，不得小于对该空气管要求的横截面积。

3.6.3.7 淡水和蒸馏水舱柜的空气管可终止于机器处所的舱棚内高于注入口的适当处所。

3.6.4 空气管尺寸

3.6.4.1 能用船内泵或岸泵通过注入总管灌装的每一舱柜，其空气管的总横截面积应比各自注入管的有效横截面积至少大 25%。任何情况下，上述舱柜空气管的内径不得小于 50mm。船长小于 30m 时，可减少至 38mm。对容积不大于 0.5m^3 的舱柜，亦可减少到 38mm。

3.6.4.2 如舱柜设有本节规定的溢流管时，则空气管的横截面积至少应为该舱柜注入管横截面积的 20%，但其内径不得小于 38mm。当设有本节规定溢流管的几个舱柜共用一根空气管时，则该空气管的横截面积应至少为独立舱柜中两根最大注入管横截面积之和的 20%，但其内径不得小于 38mm。

3.6.4.3 轴隧和管隧安装的空气管，其内径一般应不小于 75mm。

3.6.4.4 参与船体结构的舱柜，其空气管壁厚应符合本篇表 2.2.2.6 的规定。

3.6.5 溢流管的布置

3.6.5.1 燃油沉淀舱柜、燃油日用舱柜以及当相应于空气管高度的液体压头大于该舱柜所能承受的压力或空气管的横截面积小于本节 3.6.4.1 的要求的所有能用泵灌装的舱柜均应装设溢流管。

3.6.5.2 燃油和滑油舱柜的溢流管，应引向有足够容积的溢流柜或预留有溢流空间的储存舱柜。其他舱柜的溢流管，可引至开敞处所。

3.6.5.3 油类溢流管上应装有具有良好照明的观察器，观察器应尽可能接近能停止驳运泵的地点。

3.6.5.4 溢流管上不得装设任何截止阀或旋塞。

3.6.6 溢流管尺寸

每一舱柜溢流管的横截面积，应不小于该舱柜注入管截面积的 1.25 倍。溢流管内径应不小于 50mm。船长小于 30m 时，可减少至 38mm。

3.6.7 空气和溢流管串流的预防

3.6.7.1 空气和(或)溢流管路的布置，应在任一舱柜破舱浸水后，不致使海水通过联合空气管或溢流总管进入其他水密舱室内的舱柜。

3.6.7.2 对兼作溢流管的空气管，宜备有防止当空气管关闭时在该舱内出现过压或真空的设施。

3.6.8 测量管及装置

3.6.8.1 所有舱柜、空隔舱、管隧以及不易经常接近的污水沟或污水阱，均应设置测量管。除短测量管外，测量管应引至舱壁甲板以上随时易于接近的地点。对于油类舱柜，其测量管应引至开敞甲板的安全地点。测量管应尽可能靠近抽吸口。

3.6.8.2 认可型的测量装置可用来代替舱柜的测量管。测量装置在装船后应经试验合格。

3.6.8.3 燃油、滑油或其他可燃液体舱柜如采用具有适当保护设施的耐热平板玻璃液位计，则其上下端连接处应装设自闭式阀或旋塞。若其上端连接处高于舱柜的最高液位，则上端的自闭式阀或旋塞可以免设。对于容积不大于 0.5m^3 的小型油柜可允许采用玻璃管液位计，但应设有适当的保护设施，以防止机械损伤；并应装设自闭式阀或旋塞。

3.6.8.4 为使管内外压力平衡，测量管上应适当开设透气孔。

3.6.8.5 为了防止海水通过测量管进入舱柜,所有可能进水的测量管均应装有永久附连的可靠关闭装置。

3.6.8.6 当采用底部封闭的槽缝隙式测量管时,其封闭塞的结构应坚固。

3.6.8.7 测量管下端开口处的底板上,应安装适当厚度和尺寸的防击板。

3.6.9 短测量管

3.6.9.1 在机器处所和轴隧内,当其测量管不可能按本节 3.6.8.1 的要求延伸时,则双层底舱柜可安装延伸至花钢板以上的短测量管。

3.6.9.2 短测量管应易于接近。燃油和滑油舱柜的短测量管应尽量远离热表面或电气设备。必要时,上述热表面和(或)电气设备应有防护设施。

3.6.9.3 燃油和滑油舱柜的短测量管应安装与手柄永久附连的旋塞,在手柄上有重块,使手柄放开后旋塞能自动关闭;其他舱柜的短测量管应装设旋塞或用链条与管子相连的螺旋帽。

3.6.10 测量管尺寸

测量管的内径不得小于 32mm。当测量管通过温度为 0℃或 0℃以下的舱室时,其内径不得小于 65mm。

第 7 节 舱室通风系统

3.7.1 一般要求

3.7.1.1 通风管系的布置不得有损水密舱壁和防火分隔的完整性。通风筒通过舱壁甲板时,应有钢质或其他相当材料的接管,其结构应坚固并与甲板有效连接。

3.7.1.2 机器处所应有足够的通风,以保证在各种气候条件下机器处所的机器或锅炉能按全功率运转同时确保人员的安全与舒适。

3.7.1.3 油漆间、蓄电池间以及其他储存易燃、易爆或可能积聚有毒、易燃、易爆气体的舱室,均应设有安全有效的通风装置。

3.7.1.4 舱室中应设有通过适当保护设施的空气供应开口,使在任何气候条件下均能有效的通风。

3.7.1.5 采用自然通风时,一般在每一处所应至少设有两个尽可能远离的风斗。其布置应使其中一个用于吸入新鲜空气,另一个用于排出污浊空气。

3.7.1.6 通风系统还应符合第五篇第 2 章的规定。

3.7.2 通风筒

通风筒应符合第一篇第 1 章第 7 节的有关规定。

3.7.3 通风帽

通风帽应设在开敞甲板上,并尽量远离排气口、天窗和升降口等处。

第 4 章 动力管系

第 1 节 通 则

4.1.1 适用范围

4.1.1.1 除另有说明外,本章规定适用于各型渔船的动力管系。

4.1.1.2 除本章的规定外,动力管系尚应符合本篇第 2 章以及第 3 章第 1 节和第 6 节的有关规定。

第 2 节 燃油管系

4.2.1 一般要求

4.2.1.1 燃油的闪点(闭杯试验)一般应不低于 60°C ; 应急发电机组的原动机所用燃油的闪点应不低于 43°C 。对于有限航区的渔船,如确属必要且储存及使用燃油的处所的环境温度不致升高到该燃油闪点 10°C 以上,在采取了预防措施并经验船部门认可,则可允许使用闪点低于 60°C 但不低于 43°C 的燃油。

4.2.1.2 燃烧重柴油的柴油机,其燃油系统应有能立即换用轻柴油的切换系统。

4.2.1.3 在不构成船体结构部分的油柜、燃油泵、过滤器、锅炉燃烧器以及需经常打开进行清洁和调整的燃油装置下面,均应设置油盘。油盘内的残油应泄至专设的污油柜内。如污油柜设于船体双层底结构内,则其泄油管上应装设截止阀。

4.2.1.4 凡所用燃油必须经分油机分离的渔船,应设有主用及备用燃油分离设备。对备有足够数量轻柴油的渔船,可免设上述备用分离设备。

4.2.1.5 所有独立驱动的燃油驳运泵、锅炉燃油泵、柴油机燃油供给泵及分油机的动力供应,除能就地切断外,尚须能在其所在舱室外易于到达的地点进行应急切断。

4.2.1.6 燃油舱柜人孔盖及燃油管路法兰接头的垫片,应采用耐油橡胶、石棉板或其他耐油耐热的材料制成。

4.2.2 锅炉燃烧装置

4.2.2.1 每台锅炉的供油总管上,应安装一燃油总切断阀。该阀应位于适当的地点,使在应急情况下能直接操纵,或能在适当地点予以遥控。如为自动控制燃油锅炉,还应符合本篇第 12 章的有关规定。

4.2.2.2 当采用重力供油时,则向燃烧器供油的管路上应装设双联滤器。

4.2.2.3 燃烧器的布置应使燃烧器的燃油供应未被切断前,燃烧器不能抽出。

4.2.2.4 顶燃式锅炉应有当火焰熄灭时自动切断燃烧器的燃油供应并发出声光报警的设施。小型顶燃式辅助锅炉,经验船部门同意,可以免设上述报警设施。

4.2.2.5 应有可靠的止回装置,以防止在切断燃油器的供油后,燃油从回油系统流至燃烧器。

4.2.2.6 燃油、废气两用的炉膛,其废气进口管应设有隔离和联锁装置,使在切断废气进口后才能供燃油至燃烧器。

4.2.3 燃油泵及滤器

4.2.3.1 当主机必须设有燃油供给泵时,则除一台主用泵外还应设有一台备用泵。备用泵应能即刻可用。当装有两台或多台主机时,则可仅设一台能立即使用的备用泵或备有一台便于安装和连接的完整备品泵。

对有限航区的渔船,若备有一台便于安装和连接的完整的备品泵,或有合适的泵接入该系统时,则可免设备品泵。

4.2.3.2 当设有喷油器冷却泵时,备用泵的配备应符合本节 4.2.3.1 的规定。

4.2.3.3 主机燃油供油管路上,应设有带切换旋塞的双联滤器或等效装置以满足在不中断向柴油机供应过滤燃油的情况下,对任何一只滤器进行清洗。多台副柴油机由一根燃油总管供油时,可在燃油总管上装设上述的过滤器;也可在每台副柴油机的单独供油管上设一只过滤器;但单一的副柴油机如连续使用时一般亦应设上述双联滤器。

燃油输送装置的吸入侧应设有单体滤器。

4.2.3.4 当设有动力泵驳运燃油时,则应设有一台备用泵。若有合适的泵接入该系统,亦可将该泵作为备用泵。总输出功率不超过 750kW 的渔船,该备用泵可为手动泵。

4.2.3.5 对所有工作时可能使压力超过其系统设计压力的泵,均应装设安全阀。安全阀排出的油应流回至泵的吸入端,且此安全阀应能有效地将泵的排出压力限制于系统的设计压力之下。

4.2.3.6 泵与吸入管以及排出管之间应设有阀或旋塞,以便将泵与管路切断并拆开进行维修。

4.2.4 燃油管路

4.2.4.1 燃油管路必须与其他管路隔离。

4.2.4.2 燃油压力管应尽可能远离热表面和电气设备。如不能做到时,则该管子应位于良好照明和易于观察之处,且其任何可拆卸的管子接头应与热表面和电气设备保持不小于 200mm 的距离,或用带有适当泄放装置的设施将该接头予以遮蔽。

4.2.4.3 输送热燃油的压力管,应为具有法兰接头或焊接接头的无缝钢管或其他合适材料的管子。上述管路一般应布置在花钢板以上易于看到的地点。法兰应经加工,其接头垫片应在温度达 150℃ 时不致渗漏,并应尽可能减薄。管子及其法兰的尺寸应至少能承受 1.37MPa 的压力。

4.2.4.4 从双层底舱抽吸的每根吸油管,均应装设阀或旋塞。

4.2.4.5 使用软管时,软管的要求应符合本篇 2.4.4 的要求,并应有足够数量的带有连接接头的备用软管。

4.2.4.6 燃油装置的阀和旋塞,应能在花钢板以上易于到达的地点进行操纵。

4.2.5 燃油舱柜

4.2.5.1 位于双层底以上的燃油储存柜、沉淀柜和日用油柜的每一供油管及均应装设阀或旋塞。上述阀或旋塞除能就地关闭外,尚应在易于到达的安全地点进行遥控关闭。舱柜容积小于 0.5m³ 者或船长小于 45m 时,仅日用油柜须设有遥控关闭装置,但当该油柜的容积小于 50 l 时,遥控关闭装置可以免设。

4.2.5.2 沉淀油柜、日用油柜和燃油滤器,不应直接位于主机操作位置之上或其他热表面的上方。如不可避免时,应采取有效的防护措施,并需符合本篇 2.1.6.2 的规定。

4.2.5.3 沉淀舱柜应有从舱柜底部放水的设施。如果未设沉淀舱柜时,则燃油舱柜或日用油柜必须有放水的设施。放水用的阀或旋塞应为自闭式,且应设有收集油柜排出的含油污水的适当舱柜。

4.2.5.4 若使用独立与船体结构的日用油柜、沉淀油柜和其他油柜时,则该油柜下应设置足够尺寸的油密溢油盘,并应用一定尺寸的管路引至适当容积的溢油柜。该油柜的钢板厚度应根据油柜尺寸选定,但不小于 3mm。必要时,上述油柜应装扶强材,如扶强材的长度超过两倍板格宽度时,则还应安装横向支撑或在油柜两对边的扶强材之间安装支撑杆。

该舱柜应经液压试验,其试验压力应相当于在该舱柜内或者在其空气管或溢流管内能达到的最大水柱高度,但超越柜顶的高度应不小于 2.4m,对用以装载闪点低于 60℃ 燃油舱柜,此高度应不小于 3.6m。

4.2.5.5 首尖舱内不应装载油类，船长小于 45m 时，经验船部门同时后可放宽要求。

4.2.6 注入管路

4.2.6.1 燃油的注入应通过固定的管路进行。注入管应伸入舱柜内并尽可能接近底部。

4.2.6.2 注入管应为无缝钢管，并应符合本篇 2.2.2.9 的规定。

4.2.6.3 注入管路上必要时应设有安全阀，安全阀溢出的油应排到能保证安全的部位。

4.2.7 燃油(滑油)加热

4.2.7.1 燃油(滑油)舱柜、加热器或分油机内的燃油(滑油)加热用饱和蒸汽的压力不应大于 0.7MPa，且舱柜中燃油(滑油)加热的最高温度应至少比燃油(滑油)闪点低 10℃。

4.2.7.2 加热燃油(滑油)的蒸汽管路的凝水或热水管路的回水，应排至具有良好照明的凝水观察柜内。凝水观察柜的布置应易于看清凝水或回水中是否有油存在。

4.2.7.3 加热器的燃油(滑油)侧应装设安全阀及压力表，安全阀的开启压力应调整到高于供油泵安全阀开启压力(或供油泵的最大输出压力)的 0.34MPa。安全阀排出的油应引至安全的地点。

4.2.7.4 需加热的燃油(滑油)舱柜和加热器，应装有指示油温的适当设施。

4.2.7.5 柴油机的排气不得直接用于加热燃油。

4.2.7.6 利用热水加热燃油时，其加热盘管在燃油舱柜内不得有任何可拆接头。加热管路上应装有易于接近的放水阀或旋塞，使船舶处于正常纵倾、正浮或横倾 5° 时，均能有效放水。

4.2.7.7 当采用电加热器加热燃油时，加热器应为认可型，其安装和布置应保证在有电流通过时，全部加热元件均浸没在油液中，并应设置一个独立于自动控制传感器的安全温度开关，该温度开关应在元件的表面温度达到 220℃ 时自动切断电源，并能手动复位。

第 3 节 蒸汽管系

4.3.1 布置

4.3.1.1 蒸汽管路的设计和布置应保证任何膨胀收缩均不会对管子造成不正常的应力。

4.3.1.2 蒸汽管一般不应穿过鱼舱、油漆间和蓄电池间，否则，应采取必要的防护措施。

4.3.1.3 工作压力大于 0.98MPa 的蒸汽管路沿燃油舱壁布置时，应保持不小于 150mm 的距离。蒸汽管路靠近电缆布置时，应采取适当的防护措施。

4.3.1.4 蒸汽管路必须布置在机器处所、锅炉舱内容易看到且便于接近的地方。除加热管路和吹洗管路外，蒸汽管路一般不应敷设在花钢板下面。

4.3.1.5 蒸汽管路应作有效的绝热包扎。其支承点应布置在有足够刚性的部位。

4.3.2 泄放凝水

管子的放水阀或旋塞的数量和位置，应在渔船处于正常纵倾、正浮或横倾不超过 5° 时，能将蒸汽管系任何管段的凝水有效地泄放。放水阀和旋塞的布置应便于接近。如设有凝水阻汽器时，则应有旁通管路。

4.3.3 减压管路

减压阀低压侧的管路应安装压力表和具有足够排出能力的安全阀。需设减压阀的管路应装有旁通管路。

4.3.4 蒸汽加工管路

与载油设备或管子连接的蒸汽加工管路，应确保油类不可能渗入蒸汽管路。

第 4 节 锅炉给水系统

4.4.1 锅炉给水泵

4.4.1.1 重要用途的锅炉，应至少设有两台独立动力的给水泵。当任何一台给水泵发生故障或进行检修时，其余泵的排量应足够补给全负荷工况的锅炉用水。生活用辅助锅炉和由柴油机废气加热的锅炉可只设一台给水泵。

4.4.1.2 船长小于 45m 或有限航区的渔船，如备有一台便于安装和连接的给水泵时，可仅设一台给水泵。

4.4.2 给水管系

4.4.2.1 重要用途的锅炉应具有两套独立的给水管系，当其中一套停止工作时，另一套管系应能保证锅炉正常工作。对符合本节 4.4.1.2 规定的可仅设一台给水泵的辅锅炉可仅设一套给水管系。

4.4.2.2 泵与吸入管以及排出管之间应设有阀或旋塞，以便能将泵与管路切断并进行维修。

4.4.3 备用给水

重要用途的锅炉应设有足够容量的锅炉给水舱柜，并应根据需要设置海水淡化装置以保证连续给水。

第 5 节 冷却水管系

4.5.1 冷却水泵

4.5.1.1 主机应设有足够排量的主冷却水泵和备用冷却水泵。备用冷却水泵应为独立动力泵。当主机总输出功率小于 750kW 时，亦可用其他足够排量的泵替代。当主机多于一台时，若各自均带有冷却水泵，可允许由一台便于安装和连接的完整的备品泵替代备用泵。

4.5.1.2 当柴油机使用淡水冷却且与海水系统有应急连接时，则可不设备用淡水泵。

4.5.1.3 当每台辅机均带有冷却水泵时，则可免设备用冷却水泵。若多台辅机共用一冷却水系统时，则仍需设备用泵。

4.5.2 管系及附件

4.5.2.1 柴油机冷却管系的布置，应能有效地调节冷却水的进水温度；闭式冷却管系应设有布置在足够高度上的淡水膨胀水箱，并宜装设高温报警器。膨胀水箱应设有注入管、空气管、水位指示器和泄放装置。

4.5.2.2 对于工作时有可能使压力超过其系统设计压力的冷却水泵，应在泵的出口端装设安全阀。如安全阀的排水泄至舱底，则该阀应位于花钢板以上易于见到的地点。

4.5.2.3 海水冷却管系或循环系统的冷却水泵应连接不少于两个舷外的海水吸口，海水吸口应尽可能分布于两舷，且按高低位布置。

4.5.2.4 所有用海水冷却的装置均应有防蚀措施。

4.5.2.5 海水冷却泵和海水箱之间的管路上应装有滤器。其布置应使滤器在清洗时不致中断冷却水的供应。

4.5.2.6 冷却水泵的排出口应设置压力表。主机冷却水出口处应设置观察窗和温度表。

4.5.2.7 所有热交换器的进口和出口均应设有截止阀和旁通管路。

4.5.2.8 主机闭式冷却水管系应在必要时按需要配备冷却用淡水的预热设备或与辅机淡水冷却管系接通。

4.5.2.9 冷却水管系的最低明显位置处应设有疏放阀或旋塞，该阀或旋塞应便于到达。

4.5.2.10 向主机供应冷却水的管系，应设有排除空气的旋塞。

4.5.2.11 如采用蒸发水冷却的小型柴油机，其水蒸汽应尽可能引至开敞甲板处。蒸发水箱应设有水位指示装置。

4.5.2.12 柴油机海水冷却管系与其它海水管系的连接应不影响向柴油机供应充足的冷却水。

第 6 节 滑油管系

4.6.1 滑油泵

4.6.1.1 主机单机功率大于 441kW 时，应设置独立动力驱动的备用滑油泵。如滑油泵为易于拆卸的机带泵时，经验船部门同意可由一台完整的备品泵替代独立动力驱动的备用滑油泵。如主机单机功率不大于 441kW 时，可免设该备用滑油泵。

4.6.1.2 上述滑油泵的排量和管路的布置，应能保证当任一台滑油泵停用时，另一台泵仍能满足主机以最大功率运转的需要。

4.6.1.3 当柴油机发电机组多于一台时，可不设备用泵，但如共用一滑油管系时仍应装设。

4.6.2 管系及附件

4.6.2.1 滑油管系应与其他管系隔开。柴油机、增压器及齿轮箱不宜采用共同的滑油系统。

4.6.2.2 滑油管系应设有滤器。滤器的结构应保证在不停机和不减少向柴油机供应过滤油的情况下进行内部清洗。滑油滤器后应设压力表，功率大于 441kW 的柴油机，其滤器前后均应设有压力表。传递功率不小于 750kW 的齿轮箱，其滑油滤器均应设有磁性装置。

4.6.2.3 当装有两台或多台柴油机时，各油底壳引至滑油循环舱柜的泄油管应相互独立，避免曲轴箱之间互通。

4.6.2.4 若滤器设于滑油泵的排出侧时，则应在该侧滤器前设有安全阀。由安全阀溢出的油应引至泵的吸入侧或其他合适的部位。

4.6.3 滑油舱柜

4.6.3.1 滑油循环舱柜的容量，应能容纳循环于系统中的全部滑油。

4.6.3.2 滑油循环舱柜的进油管应延伸至最低工作液面以下适当深度，并与出油口尽量远离。

4.6.3.3 应设有适当容量的滑油储存柜。

4.6.3.4 滑油柜应设有符合本篇 3.6.8 规定的液位测量装置。

4.6.3.5 布置于双层底以上的滑油储存柜和滑油循环柜的每一供油管应在柜壁上设有阀或旋塞。对于容量大于 0.5m^3 的滑油柜，上述阀或旋塞除能就地关闭外，一般还应在其所处所之外易于接近的安全处所设置遥控关闭装置。在特殊情况下，如确定当误触动该遥控关闭装置会危及主、辅机或重要辅助机械的运转安全时，可放宽本要求。

第 7 节 液压传动管系

4.7.1 材料

4.7.1.1 液压传动管系中的所有部件应由耐侵蚀且与液压油不起化学作用的材料制造。

4.7.1.2 液压油应有良好的化学稳定性和粘温性能，其闪点一般应高于 157°C 。

4.7.1.3 液压动力油缸不得采用普通铸铁制造。

4.7.2 管系

- 4.7.2.1 液压传动管系不得用于该管系外的任何机件的润滑。
- 4.7.2.2 液压管及配件的强度应能承受管系内可能产生的最高波动压力。
- 4.7.2.3 液压传动管系中应设有可靠的滤油装置。必要时, 应设磁性滤器。
- 4.7.2.4 液压传动管系中应设有溢流阀, 溢流一般应回至油箱。
- 4.7.2.5 液压管系中的设备应有放气装置。管系布置应避免空气贮积。
- 4.7.2.6 管系中如设有蓄能器, 则应在其进油端装设溢流阀。气液式蓄能器的空气端应装有安全阀或易熔塞, 否则应在管路上装设。
- 4.7.2.7 管系中如有橡胶软管, 安装时应避免急转弯和扭曲, 并远离振源和热源。
- 4.7.2.8 凡用于液压传动遥控的重要阀件, 应能用手动泵应急操纵, 并在操纵处所装有指示开或关的装置。
- 4.7.2.9 液压管系在安装前, 应严格清洗干净。
- 4.7.2.10 重要用途的液压传动装置中的动力油泵应设有备用泵, 且能迅速转换使用。

4.7.3 液压油舱柜

液压油储存及其舱柜的布置应符合本章 4.6.3.1~4.6.3.4 的规定。

第 8 节 排气、排烟管系

4.8.1 布置与结构

- 4.8.1.1 每台柴油机的排气系统应为独立的, 如两台或多于两台柴油机的排气通向共同的消声器、废气锅炉或热水器时, 每个排气管应设烟气隔离装置。
- 4.8.1.2 排气、排烟管的上方不得布置油柜及油管。若有困难时, 则应按本篇 2.1.6.2 及本章 4.2.5.4 的规定采取有效的防护措施。
- 4.8.1.3 除废气锅炉外, 锅炉烟道不得与柴油机的排气管相连接。
- 4.8.1.4 燃油锅炉的烟道或烟囱内, 不得装设烟道调节器或其他封闭烟道的设备。
- 4.8.1.5 交替使用燃油和废气的锅炉, 其废气进口应具有不能同时使用燃油和废气的隔离装置。
- 4.8.1.6 布置管路及其支撑时, 应考虑到热膨胀的补偿。
- 4.8.1.7 废气锅炉若不能干烧, 则应在废气进入锅炉处设置废气旁通管路。
- 4.8.1.8 排气通常应从甲板以上足够高度引入大气。如排气管从舷侧或尾部导出时, 则应避免可能造成排气背压过高, 并应设有防止海水进入发动机及船体内的有效设施。
- 4.8.1.9 具有冷却水夹层的排气管, 其内壁应适当增厚。

4.8.2 消声器

- 4.8.2.1 柴油机的排气管应设有有效的消声器, 消声器应能同时消灭火花。
- 4.8.2.2 消声器的结构应便于进行内部清洗和检查。必要时, 应具有空气或蒸汽冲洗装置及放水旋塞。
- 4.8.2.3 消声器的外部应包扎可拆的绝热材料。

4.8.3 热水器

- 4.8.3.1 排气、排烟管道上设置的热水器一般应为开式。闭式热水器(如设有)的强度计算应符合本篇第 8 章的有关规定。
- 4.8.3.2 闭式热水器应装设安全阀、压力表以及水位表等附件。

4.8.3.3 闭式热水器应进行 1.5 倍工作压力的液压试验，其压力不得小于 0.4MPa。

4.8.3.4 开式热水器的透气管上不应装有任何关闭装置。

第 9 节 压缩空气管系

4.9.1 空气瓶及空气压缩机

4.9.1.1 空气瓶应符合本篇第 8 章第 4 节的有关规定。

4.9.1.2 空气瓶在船上的布置应使泄放接管在渔船正常倾斜下能有效地泄放残水。

4.9.1.3 空气瓶应安装牢固，瓶体与紧固件之间应衬以护垫。

4.9.1.4 空气瓶安装上船后，应与压缩空气管系和附件在工作压力下进行全系统的气密试验。试验时间不少于二小时，压力不应有明显下降。

4.9.1.5 空气压缩机应符合本篇第 5 章第 5 节的有关规定。

4.9.1.6 空气压缩机的布置，应使吸口尽可能离开容易吸入油气的处所。

4.9.2 起动空气管路

4.9.2.1 从空气瓶到柴油机的起动空气管路应与空气压缩机的排出管完全分开。

4.9.2.2 在通往柴油机的起动空气管路上应设有截止止回阀或等效设施，以保护压缩空气管路不受气缸内爆炸气体的影响。

4.9.3 压缩空气管排出管路

每台空气压缩机的排出管应直接接至每只起动空气瓶，其间应设置止回阀，且在该压缩空气管路上，应装有放气旋塞或卸载设备以及从压缩空气中分离油和水的设备。

4.9.4 减压管路

减压阀低压侧的管路应安装压力表和具有足够排出能力的安全阀。需设减压阀的管路应装有旁通管路。

第 5 章 柴 油 机

第 1 节 通 则

5.1.1 适用范围

渔船用柴油机, 包括主机和辅机, 其结构与装置应符合本章的规定。

5.1.2 标定功率和额定功率

5.1.2.1 标定功率系指在柴油机铭牌上标注的功率。渔船用柴油机铭牌上应标注一小时功率和持续功率。标注时, 应将试验台上测得的上述功率按本篇 1.1.2.2 或 1.1.2.3 规定的环境条件下进行修正后, 再进行标注。标定转速指在标定功率时应标定的相应转速。

5.1.2.2 额定功率系指在铭牌上标注的持续功率。

5.1.2.3 渔船用柴油机应具有 110% 的额定功率和对应转速下超负荷连续运转一小时的能力。

注

1 一小时功率指柴油机允许连续运转一小时所输出的最大有效功率。

2 持续功率指柴油机允许长期连续运转所输出的最大有效功率。

5.1.3 离合器

不配置齿轮箱的主机, 其离合器宜作为主机结构的组成部分, 并尽可能置于整体机座上。

5.1.4 倒车

可直接倒转的主机, 其倒车功率(在台架上测得)一般应不小于额定功率的 70%。

5.1.5 振动

柴油机振动的计算和测量应符合本篇第 7 章第 4 节的规定。

5.1.6 最低稳定工作转速

主机应具有良好的低转速工作性能。一般低速机的最低稳定工作转速不高于标定转速的 30%, 中速机不高于 40%, 高速机不高于 45%。

5.1.7 前端功率输出

主机的前端功率输出轴连同其输出连接法兰, 一般应具备传动不小于 65% 额定扭矩的能力。

5.1.8 操纵

5.1.8.1 可换向主机的换向时间应不大于 15s。主机的换向时间系指主机在最低稳定转速下, 从操纵开始到主机在相反方向开始工作为止。

5.1.8.2 主机操纵台处应有指明手柄或手轮倒顺车操作方向的标志。通常手柄向前移动或手轮顺时针方向转动时, 为船舶前进的方向。

5.1.8.3 靠近主机操纵台处, 应设有迅速切断燃油或其他有效的紧急停车装置。

5.1.8.4 可换向的主机操纵台处, 应设有曲轴旋转方向的指示器。对于装有双向转速表的主机, 此指示器可免设。

5.1.9 转车与起动装置间的联锁

主机转车机构与起动装置之间应设有安全联锁装置。

5.1.10 测量仪表

柴油机须装设转速表和其他必要的测量仪表, 转速禁区应在转速表上用红色标出。

5.1.11 试验

5.1.11.1 柴油机零部件的材料试验, 无损探伤试验和超声波试验应符合第七篇的有关规定。

5.1.11.2 柴油机的台架试验, 应按国家有关标准或经验船部门同意的试验大纲进行。

第 2 节 曲 轴

5.2.1 适用范围

本节计算公式适用于相邻两曲柄支承等距的直列式及 V 型柴油机的锻钢、铸钢、合金钢、球墨铸铁曲轴。

5.2.2 材料

锻造和铸造曲轴材料的抗拉强度一般应在下列范围内选择, 并应符合第七篇的有关规定。

- 1) 碳钢和碳锰钢 (400~600)N/m; m²;
- 2) 合金钢 (600~1000)N/mm²;
- 3) 球墨铸铁 (490~780)N/mm²。

5.2.3 主轴颈及曲柄销

5.2.3.1 整锻、铸造、半组合或全组合曲轴的主轴颈及曲柄销, 其最小直径 d 按下列各式计算:

1) 对锻钢、铸钢、合金钢材料的曲轴:

$$d = \sqrt[3]{\frac{D^2 [A \alpha_B p_z (L - L_p) + C \alpha_T p_i S]}{65 \left(\frac{\sigma_b + 160}{590} \right)}} \quad \text{mm}$$

2) 对球墨铸铁材料的曲轴:

$$d = \sqrt[3]{\frac{D^2 [A \alpha_B p_z (L - L_p) + C \alpha_T p_i S]}{59 \left(0.3 + \frac{0.7 \sigma_b}{490} \right)}} \quad \text{mm}$$

式中: D ——气缸直径, mm;

S ——活塞行程, mm;

L ——相邻两主轴承中心线间的距离, mm;

L_p ——曲柄销长度, mm;

p_z ——最高燃烧压力, MPa;

p_i ——平均指示压力, MPa;

σ_b ——材料抗拉强度, N/mm²;

A ——系数, 对直列式单作用柴油机, $A=0.50$; 对 V 型柴油机, 二冲程按表 5.2.3.1(1)选取, 四冲程按表 5.2.3.1(2)选取;

C ——系数, 对直列式单作用柴油机, 按表 5.2.3.1(3)选取; 对 V 型柴油机, 二冲程按表 5.2.3.1(4)选取, 四冲程按表 5.2.3.1(5)选取;

α_B ——弯曲应力集中系数, 按下式计算:

$\alpha_B=0.625 f_1(r)f_2(h)f_3(e_k,h)f_4(b)f_5(d_0)$

式中: $f_1(r), f_2(h), f_3(e_k, h), f_4(b), f_5(d_0)$ 由图 5.2.3.1(1)、(2)、(3)、(4)、(5)、(6)、(7)中查得。如果曲柄销或主轴颈过渡圆角为内圆弧, 其凹入深度为 ρ (如图 5.2.3.1(9)所示), 则上述 α_B 值还需乘以表 5.2.3.1(6)所查得的 $f_6(\delta)$ 值。

α_r ——扭转应力集中系数, 由图 5.2.3.1(8)查得。

表 5.2.3.1(1) V 型二冲程柴油机系数 A

系 数	同一曲柄上的气缸发火间隔			
	36°	45°	60°	90°
A	0.70	0.66	0.615	0.585

表 5.2.3.1(2) V 型四冲程柴油机系数 A

系 数	同一曲柄上的气缸发火间隔							
	45°	60 °	75°	90°	275°	285°	300°	315°
A	0.665	0.630	0.610	0.599	0.594	0.596	0.597	0.598

表 5.2.3.1(3) 直列式单作用柴油机系数 C

二冲程		二冲程		四冲程		四冲程	
缸 数	C	缸 数	C	缸 数	C	缸 数	C
1	2.043	7	3.446	1	1.872	7	2.915
2	2.069	8	3.960	2	1.872	8	2.915
3	2.616	9	4.148	3	2.082	9	2.933
4	2.933	10	4.661	4	2.082	10	2.933
5	3.273	11	4.782	5	2.553	11	3.300
6	3.300	12	4.840	6	2.553	12	3.300

表 5.2.3.1(4) V 型二冲程柴油机系数 C

缸 数	同一曲柄上的气缸发火间隔			
	36°	45°	60°	90°
2×3	3.768	3.464	3.546	3.675
2×4	4.138	3.800	4.400	5.630
2×6	5.469	5.684	6.563	5.286
2×8	6.504	7.010	6.469	7.003

表 5.2.3.1(5) V 型四冲程柴油机系数 C

缸 数	同一曲柄上的气缸最小发火间隔							
	45°	60°	75 °	90°	270 °	285°	300°	315 °
2×3	2.934	2.833	2.648	2.511	3.307	3.309	3.380	3.309
2×4	3.224	3.103	3.056	3.159	3.105	3.183	3.150	2.848
2×6	3.859	3.613	3.404	3.471	3.864	4.146	4.155	4.187
2×8	4.274	4.035	4.500	4.455	4.706	4.314	3.648	3.480

表 5.2.3.1(6) 过渡圆角凹入度影响系数 $f_6(\delta)$

δ	0	0.15	0.25	0.35	0.45	0.55	0.60	0.65
$f_6(\delta)$	1	0.993	0.989	0.996	1.020	1.072	1.110	1.158

图 5.2.3.1(1)、(2)、(3)、(4)、(5)、(6)、(7)、(8)、(9)中:

$r = \frac{R}{d}$ —— 过渡圆角相对半径, $0.03 \leq r \leq 0.10$;

$h = \frac{H}{d}$ —— 曲臂相对厚度, $0.25 \leq h \leq 0.60$;

$b = \frac{B}{d}$ —— 曲臂相对宽度, $1.30 \leq h \leq 2.00$;

$e_k = 1 - \frac{E}{d}$ —— 曲柄偏心度, $0.50 \leq e_k \leq 1.50$; $0.25 \leq h \leq 0.60$;

E —— 曲柄销搭叠量, 在没有搭叠时, E 可能等于零或负值;

$\alpha_0 = \frac{d_0}{d}$ —— 曲柄销或主轴颈中心孔直径与外径之比, $0 \leq \alpha_0 \leq 0.70$;

$\delta = \frac{\rho}{R}$ —— 圆角凹入部分相对深度, $0 \leq \delta \leq 0.65$ 。

图 5.2.3.1(1)

图 5.2.3.1(2)

图 5.2.3.1(3)

图 5.2.3.1(4)

图 5.2.3.1(5)

图 5.2.3.1(6)

图 5.2.3.1(7)

图 5.2.3.1(8)

图 5.2.3.1(9)

5.2.3.2 计算曲轴应力集中系数时, 若曲轴的个别相对尺度超过本节 5.2.3.1 的规定范围, 则可取其极限值进行计算。

5.2.4 组合式曲轴的套合

组合式曲轴如采用热套配合时, 其径向过盈量应限制在 $\delta_{\min} \sim \delta_{\max}$ 范围内。

最小过盈量:

$$\delta_{\min} = 0.765 \times 10^{-4} \frac{M_{\max} d_s (D^2 - d_0^2)}{h(D^2 - d_s^2)(d_s^2 - d_0^2)} \quad \text{mm};$$

最大过盈量:

$$\delta_{\max} = 6.83 \times 10^{-6} \frac{\sigma_s d_s^3 (D^2 - d_0^2)}{D^2 (d_s^2 - d_0^2)} \quad \text{mm}。$$

式中: d_s —— 红套孔直径, mm;

h —— 红套孔的轴向厚度, 应不小于 $0.45d$, d 为按本节 5.2.3.1 确定的曲轴最小直径, mm;

D —— 曲臂外圆直径, mm;

d_0 —— 套合轴颈中心孔直径, mm;

σ_s —— 曲臂材料屈服点, N/mm²;

M_{\max} —— 发动机瞬时最大冲击扭矩, N·mm; 按下式计算:

$$M_{\max} = T_{\max} R \quad \text{N·mm}$$

T_{\max} —— 发动机瞬时最大总切向力, N;

R —— 曲柄回转半径, mm。

5.2.5 圆角和油孔

5.2.5.1 整锻和铸造曲轴的曲臂与曲柄销或主轴颈的过渡圆角应光滑。

5.2.5.2 曲柄销和主轴颈表面上的油孔应倒圆, 圆角应平顺光滑。

5.2.6 其他

5.2.6.1 若曲轴的结构尺寸不符合本节规定时,应提供曲轴的设计、试验等有关资料,或将实践证明是安全可靠的依据送验船部门审核。

5.2.6.2 必要时,曲轴轴径的校核或组合式曲轴套合过盈量的确定,也可采用经验船部门认可的其他计算方法。

第 3 节 主要固定件

5.3.1 机架和机座

5.3.1.1 柴油机的机架和机座应进行消除内应力的时效热处理。采用焊接结构时,应符合第六篇第 6 章的有关规定。

5.3.1.2 主机的机座应有足够的刚性,并用螺栓或螺柱及止推板等方法或按照经认可的说明书的规定,可靠地固定在具有足够刚性的船舶基座上。如仅采用螺栓固定时,其紧配螺栓的数量一般不少于螺栓总数的 15%,但应不少于四个。紧配螺栓处的垫片应为整块拂配垫片。如采用浇注型环氧树脂垫片安装时,其材料配方和浇注工艺应经验船部门认可。

5.3.2 示功阀

气缸直径大于 230mm 的柴油机,每个气缸盖上必须装有示功阀。

5.3.3 气缸安全阀

气缸直径大于 230mm 的柴油机,每个气缸盖上必须装有安全阀。此阀应在不超过 1.40 倍最大燃烧压力时开启。安全阀排气口的位置应使排出的气体不致造成危害。对于辅机,气缸安全阀可由可靠的气缸超压报警装置代替。

5.3.4 曲轴箱及安全阀

5.3.4.1 曲轴箱及曲轴箱门应有足够的强度。曲轴箱门应可靠固定,以免曲轴箱内气体爆炸时脱开。

5.3.4.2 曲轴箱安全阀应为认可型,其结构应能在排出气体后迅速关闭,以防止空气随后冲入。安全阀的开启压力应尽可能低,最高应不大于 0.02MPa。应采取措施,例如装设挡板,使箱内的气流沿折射方向朝下方流出,以防止安全阀窜出的火焰造成伤害。

5.3.4.3 气缸直径不超过 200mm 和曲轴箱总容积不超过 0.6m^3 的柴油机,可不设安全阀。

气缸直径大于 200mm 但不超过 250mm 的柴油机,应在接近首尾端至少各设一个安全阀,且应在接近柴油机中部增设一个安全阀。

气缸直径大于 250mm 但不超过 300mm 的柴油机,应每隔一个曲柄至少设一个安全阀,且总数不少于两个。若曲柄为奇数,则安全阀应从端部设起。

气缸直径大于 300mm 的柴油机,每一个曲柄应至少设一个安全阀。

对总容积超过 0.6m^3 的曲轴箱空间,例如凸轮轴的齿轮箱或链条箱或其他类似装置也应设置安全阀。

安全阀总通流面积按每 1m^3 的曲轴箱容积不小于 115cm^2 计算,且每个安全阀通流面积应不小于 45cm^2 。

5.3.4.4 确定曲轴箱容积时,可扣除曲轴箱内固定零部件所占容积。

5.3.4.5 建议设置曲轴箱的油雾指示装置或轴承温度控制及报警系统。

5.3.4.6 两台或多台柴油机的曲轴箱泄油管不得相互连通。

5.3.5 透气管

5.3.5.1 曲轴箱一般应避免使用透气管和任何可能使外部空气流进曲轴箱的装置。如设有透气管,则管的直径应尽量缩小,以减少爆炸后空气的进入,且透气管应引至甲板以上安全部位。

5.3.5.2 若采用从曲轴箱抽气的方式探测油雾,则曲轴箱内的真空度不得超过 25mm 水柱。

5.3.5.3 各台柴油机的透气管应独立,不得相互连通。

5.3.6 警告标牌

在机器处所的醒目部位应设有警告标牌,提示船上工作人员:无论何时,若怀疑曲轴箱内温度过高,则在柴油机停车后,必须经过足够时间使曲轴箱充分冷却之后方可打开曲轴箱门或观察孔。

第 4 节 管 系

5.4.1 一般要求

5.4.1.1 柴油机的管系,应符合本篇第 4 章的有关规定。

5.4.1.2 额定功率大于 37kW 的柴油机应装有当其滑油系统故障时,发出声光信号报警装置。

5.4.1.3 额定功率大于 220kW 的柴油机,其滑油系统必须设有低压声光报警装置和相关的自动停车装置。该报警装置宜为先有油压偏低时的报警,如未能及时处理,再出现油压过低报警并随后自动停车。其冷却系统应设高温声光报警装置。

5.4.1.4 气缸直径不小于 200mm 的柴油机,每缸均应装有测量排气温度的仪表。该仪表型式和规格必须能保证测量的精确性。

5.4.1.5 气缸直径不小于 250mm 的柴油机,每缸均应装有测量冷却水出水温度的仪表和调节各缸冷却水量的装置。

5.4.1.6 气缸直径不小于 250mm 的柴油机,其高压燃油管应可靠地加以固定并采用认可型的金属软管进行围护,以防止燃油或油雾喷射到机器或周围处所内的着火源。所漏出的燃油应泄至适当的集油柜中。

5.4.1.7 直接设置在柴油机上的燃油过滤器和滑油过滤器,不应设置于热的零部件附近。

5.4.1.8 可转换的过滤器应设有疏放阀和放气阀。其供油腔室和未工作的腔室应能清晰辨别。在该滤油器的下面宜设有可疏放的滴油盘。

5.4.1.9 柴油机的冷却水进水总管或机体上应设有疏放冷却水的阀。

第 5 节 起动装置

5.5.1 空气瓶及其容量

5.5.1.1 空气瓶的设计和制造应符合本篇第 8 章的有关规定。

5.5.1.2 供主机起动的空气瓶应至少有两个。其总容量应在不补充充气的情况下,对每台可换向的主机能从冷机连续起动不少于 12 次,试验时应正倒车交替进行;对每台不能换向的主机能从冷机连续起动不少于六次。如主机多于两台时,空气瓶的容量可适当减少。如空气瓶除供起动外,还需兼作它用,其容量应适当增加。

5.5.1.3 供辅机起动用的空气瓶容量,应在不补充充气的情况下,能从冷机连续起动功率最大的一台辅机不少于六次。

5.5.1.4 空气瓶的安装应使泄水接管在船的正常倾斜情况下能有效地泄水。

5.5.2 充气设备

5.5.2.1 供主机起动用的充气设备应至少设有两套,其中至少一套应由主机以外的动力驱动。这些充气设备的总排量应在一小时内由大气压升至本节 5.5.1.2 规定的连续起动所需的压力。

5.5.2.2 对无限航区和船长不小于 30m 的渔船,除应符合本节 5.5.2.1 的规定外,还须备有不需从船外供应动力的应急充气设备,该设备可采用手起动的柴油机或其他有效的驱动装置。排量经验船部门认可的手动空气压缩机也可用作应急充气设备。如符合本节 5.5.2.3 的规定,应急充气设备可免设。

5.5.2.3 如空气压缩机系电力驱动,只要实际可行,亦可采用应急电源作为初始起动的设施。

5.5.3 空气压缩机

5.5.3.1 空气压缩机应设有压力表和安全阀。安全阀的开启压力不应大于工作压力的 1.1 倍。压缩空气冷却器的水套上,应设有安全阀或相应的安全装置。

5.5.3.2 空气压缩机的设计应使排出的空气温度不致过高。必要时,在其出口端应装设易熔塞或等效设施。

5.5.3.3 空气压缩机的曲轴箱容积超过 0.6m^3 时应设置安全阀。

5.5.4 压缩空气起动总管

5.5.4.1 起动空气总管上应设有止回装置和泄放设施。

5.5.4.2 气缸直径大于 230mm 的柴油机,其起动空气系统应安装火焰阻止器;对可直接换向的柴油机,该装置应装于每一个起动阀处,对不可换向的柴油机可安装于起动空气总管上。

5.5.5 起动用蓄电池组

5.5.5.1 若主机为电力起动,应设有两组蓄电池,其容量在不补充充电的情况下,应能使每台柴油机从冷机连续起动不少于 12 次,且每组蓄电池应能独立使主机起动,并随时可用船上的充电设备充电。

5.5.5.2 用于辅机起动的蓄电池组,其总容量应满足每台辅机至少起动三次的要求。

5.5.6 应急发电机组的起动装置

5.5.6.1 应急发电机组的原动机,在 0°C 应具有冷机起动的能力。如不具备这种能力或可能遇到更低温度时,可装设一个经验船部门认可的加热辅助装置,以保证应急发电机组的低温起动性能。

5.5.6.2 每台自动起动的应急发电机组除应至少配备能供三次连续起动的动力源,和经验船部门认可的起动装置外,还应配备 30 分钟内能起动三次的第二能源,但如人工起动经验证有效,可免设第二能源。

5.5.6.3 所储备的起动能源应始终保持如下:

- 1) 电力和液力起动系统应由应急配电板保持;
- 2) 压缩空气起动系统可由主或辅空气瓶通过一个适当的止回阀或由一台应急空气压缩机供气。如该应急空气压缩机为电力驱动,则应由应急配电板供电;
- 3) 所有起动、充电和能源储备装置应设于应急发电机处所内。这些装置除起动应急发电机组外,不应作为其他用途,但并不排除主或辅压缩空气系统通过设在应急发电机处所内的止回阀向应急发电机的空气瓶供气。

5.5.6.4 当不要求自动起动时,可允许采用经验证有效的人工起动方法,例如手摇曲轴、惯性起动、人工充液液力蓄能器等。

5.5.6.5 用于从“瘫船”状态恢复运转的应急发电机,应保证在无起动能源的情况下,能恢复运转。

第 6 节 扫气 增压装置

5.6.1 润滑系统

废气涡轮增压器的润滑系统可为独立的,也可为与主机共用的。如采用非增压器直接带动的独立循

环系统，则应设有单独的备用泵。

5.6.2 仪表及报警装置

5.6.2.1 废气涡轮增压器一般应装有测定涡轮前废气温度、增压空气压力和滑油温度等参数的仪表。除增压器直接带动的独立系统外，还应装有滑油压力表、滑油高温和低压的报警装置。中间冷却器的前后均应装温度计。

5.6.2.2 增压器的结构应便于测量其转速。

5.6.3 滤清器、消声器

涡轮增压器应有空气滤清和进气消声的措施。

5.6.4 转子止转装置

增压器应有转子止转的装置。否则，在涡轮前、后的管道上应装有旁通管接头或其他有效措施，当增压器损坏时，主机仍能工作。

5.6.5 临界转速

涡轮增压器的转子应进行临界转速计算。对刚性转子轴，其临界转速应不低于标定转速的 1.3 倍。

5.6.6 转子轴及转子

转子全部装配好后，应作动平衡校验。

5.6.7 保护

5.6.7.1 回流和横流扫气的二冲程柴油机的涡轮喷嘴前，应装有格栅或其他有效的装置，以防止活塞环断块飞入涡轮。

5.6.7.2 曲轴箱透气管不宜与增压器进口接通。如接通，则在进口前应设有有效的油气分离装置。

5.6.7.3 经中间冷却器冷却后的进气温度达到或接近相应压力及湿度的露点时，应于中冷器后加装有效的气水分离器。

5.6.7.4 废气涡轮增压器与主机的匹配，应满足在预计的工况下不发生喘振的要求。

5.6.8 应急鼓风机

不带扫气泵的二冲程废气涡轮增压柴油机，须备有独立的应急鼓风机，但具有串联扫气系统者除外。

5.6.9 扫气箱安全阀

额定功率大于 220kW 的二冲程柴油机扫气箱上，应装有安全阀及排除污油和凝水的装置。安全阀的开启压力一般不超过最高扫气压力的 1.1 倍。

第 7 节 调速器及超速保护装置

5.7.1 调速器

主机应装有可靠的调速器。其瞬时调速率不大于标定转速的 10%。

5.7.2 超速保护装置

额定功率大于 220kW 的主机，除装有本节 5.7.1 所述的调速器外，还应装有超速保护装置，以防止主机的转速超过标定转速的 120%。

5.7.3 发电机组调速器

5.7.3.1 驱动发电机的柴油机必须装有调速器，其调速特性应符合下列规定：

当突然卸去额定负荷时，其瞬时调速率不大于标定转速的 10%；稳定调速率不大于标定转速的 5%。当在空负荷状态下突然加上 50% 额定负荷，稳定后再加上余下的 50% 负荷时，其瞬时调速率不大于标定转速的 10%；稳定调速率不大于标定转速的 5%；稳定时间(即转速恢复到波动率为±1%范围的时间)不超过 5s。

对应急发电机应做一次突加额定负荷的试验，并应满足上述调速性能的要求。

5.7.3.2 额定功率大于 220kW 的驱动发电机的柴油机，除装有本节 5.7.3.1 所述的调速器外，还应装有超速保护装置，以防止柴油机转速超过标定转速的 115%。

5.7.3.3 并联运行的发电机组其调速器的稳定调速率应尽量相同，其结构与性能应符合第三篇第 4 章的有关规定。

5.7.3.4 本节 5.7.2 与 5.7.3.2 中所指的超速保护装置应是 与调速器完全分开的独立运行的系统。

第 8 节 液压试验

5.8.1 试验压力

5.8.1.1 凡承受压力的柴油机零部件的空间，应按表 5.8.1.1 的规定进行液压试验。

5.8.1.2 空气压缩机的气缸盖和气缸套的冷却腔以及空气冷却器的试验压力，为冷却水工作压力的 1.5 倍。

表 5.8.1.1 液压试验的试验压力

序号	项 目	试验压力 ¹⁾
1	气缸盖冷却腔	0.7MPa
2	气缸套(在冷却腔的整个长度)	0.7MPa
3	气缸体冷却腔	1.5 <i>P</i> ，但不小于 0.4MPa
4	排气阀冷却腔	1.5 <i>P</i> ，但不小于 0.4MPa
5	活塞顶冷却腔(与活塞杆装配组成密闭空间后进行试验)	0.7MPa
6	高压燃油喷射系统: 高压油泵体的受压面 喷油器 高压油管	1.5 <i>P</i> 或 <i>P</i> +30MPa，取其较小者 1.5 <i>P</i> 或 <i>P</i> +30MPa，取其较小者 1.5 <i>P</i> 或 <i>P</i> +30MPa，取其较小者
7	液压系统用于驱动排气阀的液压高压管路	1.5 <i>P</i>
8	扫气泵气缸	0.4MPa
9	涡轮增压器冷却腔	1.5 <i>P</i> ，但不小于 0.4MPa
10	排气管冷却腔	1.5 <i>P</i> ，但不小于 0.4MPa
11	机带空压机(气缸、气缸盖、中间冷却腔、后冷却腔): 空气侧 水侧	1.5 <i>P</i> 1.5 <i>P</i> ，但不小于 0.4MPa
12	冷却器每一侧 ²⁾	1.5 <i>P</i> ，但不小于 0.4MPa
13	机带泵(油、水、燃油、污水)	1.5 <i>P</i> ，但下小于 0.4MPa
1) <i>P</i> 是指被试验部件的最大工作压力。 2) 空气冷却器仅需试验水侧。		

第 6 章 齿 轮 箱

第 1 节 通 则

6.1.1 适用范围

6.1.1.1 本章规定适用于以渐开线圆柱齿轮传动的传递功率大于 100kW 的渔船推进用齿轮箱以及主机前端输出齿轮箱和辅机用齿轮箱。

6.1.1.2 齿轮箱传动装置的扭转振动应符合本篇第 7 章第 4 节的有关规定。

6.1.1.3 传递功率不大于 100kW 的上述齿轮箱, 其部分要求可根据作业条件和各自的用途适当放宽, 但应注意全面安全。

6.1.2 固定

齿轮箱应有足够的刚性, 并用螺栓等方法可靠地固定在船体结构的基座上。通常其紧配螺栓的数目应不少于四个。

第 2 节 材 料

6.2.1 材料要求

6.2.1.1 齿轮箱的轴、齿轮、大齿轮齿圈(若有)和联轴器等一般应采用锻钢制造, 其锻件的材料应符合第七篇第 4 章的有关规定。

6.2.1.2 非表面硬化齿轮的大、小齿轮间应有一定的硬度差。在一般情况下, 大齿轮的最低抗拉强度应不大于小齿轮最低抗拉强度的 85%, 且不小于 490N/mm²。

6.2.1.3 表面硬化齿轮的芯部抗拉强度, 高频淬火和氮化的应不小于 800N/mm², 表面渗碳的应不小于 750N/mm²。

6.2.2 无损探伤试验

6.2.2.1 加工后直径超过 200mm 的齿轮锻件, 应在切齿前进行超声波探伤。

6.2.2.2 所有表面硬化齿轮的轮齿应进行磁粉探伤或着色检查。对于非表面硬化齿轮的轮齿, 精加工后也应进行上述检查。

第 3 节 齿轮承载能力计算

6.3.1 符号和定义

a —— 中心距, mm;

b —— 齿宽, 人字齿为两斜齿轮宽 $b = 2b_b$, 其中 b_b 为人字齿单斜齿的宽度。当大、小齿轮宽度不同时, 取较小值, mm;

d —— 分度圆直径, mm;

d_a —— 齿顶圆直径, mm;

d_b —— 基圆直径, mm;

d_f —— 齿根圆直径, mm;

h_a —— 齿顶高, mm;

h_f —— 齿根高, mm;

ρ_F —— 30° 切线处齿根圆角半径, mm;

h_{ao} —— 刀具基准齿条齿顶高(见图 6.3.4.2), mm;

ρ_{ao} —— 刀具齿根圆角半径(见图 6.3.4.2), mm;

ρ_{ro} —— 刀具凸出部分值(见图 6.3.4.2), mm;

h —— 齿全高, mm;

m_n —— 法向模数, mm;

m_t —— 端面模数, mm, $m_t = \frac{m_n}{\cos \beta}$;

β —— 分度圆上的螺旋角, $^\circ$;

α_n —— 分度圆上的法向压力角, $^\circ$;

β_b —— 基圆上的螺旋角, $^\circ$, $\operatorname{tg} \beta_b = \operatorname{tg} \beta \cos \alpha_t$;

α_t —— 分度圆上的端面压力角, $^\circ$, $\operatorname{tg} \alpha_t = \frac{\operatorname{tg} \alpha_n}{\cos \beta}$;

α_{tw} —— 节圆上的端面压力角, $^\circ$, $\cos \alpha_{tw} = \frac{m_t(Z_1 + Z_2) \cos \alpha_t}{2a}$;

Z —— 齿数;

Z_n —— 当量齿数, $Z_n = \frac{Z}{\cos^2 \beta_b \cos \beta}$;

u —— 齿数比, $u = \frac{Z_2}{Z_1} > 1$;

V —— 分度圆上的线速度, m/s;

X —— 齿顶高变位系数;

F_t —— 分度圆周上的额定切向力, N, $F_t = \frac{2000T_1}{d_1} = \frac{2000T_2}{d_2}$;

T —— 齿轮传递的额定扭矩, 计算时, 小齿轮和大齿轮的参数分别以下标 1 及 2 代表, N·m;

ε_α —— 端面重合度, $\varepsilon_\alpha = \frac{g}{\pi m_t \cos \alpha_t}$;

其中: $g = 0.5\sqrt{d_{a1}^2 - d_{b1}^2} \pm 0.5\sqrt{d_{a2}^2 - d_{b2}^2} - a \sin \alpha_{tw}$, 外啮合时为“+”号, 内啮合时为“-”号;

ε_β —— 轴向重合度, $\varepsilon_\beta = \frac{b \sin \beta}{\pi m_n}$, 人字齿时, 式中 $b = 2b_B$ 。

6.3.2 齿面接触强度计算

6.3.2.1 齿轮节圆上的计算接触应力 σ_H 应不超过小齿轮和大齿轮的许用接触应力 σ_{Hp1} 和 σ_{Hp2} 。

6.3.2.2 计算接触应力 σ_H 由下式确定:

$$\sigma_H = 189.8 Z_H Z_\varepsilon Z_\beta \sqrt{\frac{F_t}{d_1 b} \frac{u+1}{u}} \sqrt{K_A K_v K_{H\beta} K_{H\alpha}} \quad \text{N/mm}^2$$

式中: Z_H —— 节点区域系数, $Z_H = \sqrt{\frac{2 \cos \beta_b \cos \alpha_{tw}}{\cos^2 \alpha_t \sin \alpha_{tw}}}$;

Z_ε ——重合度系数，

$$Z_\varepsilon = \sqrt{\frac{1}{\varepsilon_\alpha}} \qquad \text{对 } \varepsilon_\beta \geq 1;$$

$$Z_\varepsilon = \sqrt{\frac{4 - \varepsilon_\alpha}{3}(1 - \varepsilon_\beta) + \frac{\varepsilon_\beta}{\varepsilon_\alpha}} \qquad \text{对 } \varepsilon_\beta < 1;$$

Z_β ——螺角系数， $Z_\beta = \sqrt{\cos \beta}$ ；

K_A ——应用系数，由表 6.3.2.2 查取：

表 6.3.2.2 应用系数 K_A

原动机	原动机与齿轮传动装置联轴器型式	K_A	
		主机	辅机
涡轮机、电动机	任意	1.00	1.00
柴油机	液力耦合器或电磁联轴器	1.00	1.00
	高弹性联轴器	1.30	1.20
	弹性联轴器	1.40	1.30
	刚性联轴器	1.50	1.40

K_V ——动载系数，对于直齿 $Z_1V \leq 1000\text{m/s}$ 和斜齿 $Z_1V \leq 1400\text{m/s}$ 的齿轮， K_V 值为： $K_V = 1 + 3.5Q_{II}^2 Z_1 V (2 + \sqrt{\varepsilon_\beta})^{-1} 10^{-5}$ ，对于有更高 Z_1V 值的齿轮， K_V 值应由制造厂提供。
式中： Q_{II} 为齿轮第 II 公差组精度等级，取大、小齿轮中的较大值；

$K_{H\beta}$ ——齿向载荷分布系数，对于无螺旋线修形的齿轮， $K_{H\beta}$ 值为：

$$K_{H\beta} = 1 + 0.02Q_{III} + \frac{(Q_{III}^2 - 14)b}{10^5} + 0.18\left(\frac{b}{d_1}\right)^2$$

式中： Q_{III} 为齿轮第 III 公差组精度等级，取大、小齿轮中的较大值，人字齿轮 $b = b_B$ ；

$K_{H\alpha}$ ——齿间载荷分布系数， $K_{H\alpha} = 1 + \frac{10bf_{pb}}{F_t K_A K_V K_{H\beta}}$ ，

式中： f_{pb} 为基节偏差，取大、小齿轮中较大值， μm ；

若 f_{pb} 小于齿形误差 f_f ，则取 f_f 值；

若齿顶修缘，取 f_{pb} (或 f_f) 的 1/2 值；

若 $K_{H\alpha} > \frac{1}{Z_\varepsilon^2}$ ，则 $K_{H\alpha} = \frac{1}{Z_\varepsilon^2}$ 。

6.3.2.3 许用接触应力 σ_{Hp} 由下式确定：

$$\sigma_{Hp} = \frac{\sigma_{H\lim}}{S_H} Z_L Z_R Z_V Z_W \qquad \text{N/mm}^2$$

式中： $\sigma_{H\lim}$ ——接触疲劳极限应力， N/mm^2 ；根据齿轮材料、热处理方法、表面硬度等，由图 6.3.2.3(1)~(3)曲线查取；

S_H ——接触应力安全系数，由表 6.3.2.3 查取；

表 6.3.2.3 接触应力和弯曲应力安全系数 S_H 和 S_F

	S_H	S_F
主机齿轮	1.20	1.55
辅机齿轮	1.15	1.40

Z_L —— 润滑系数:

$$Z_L = 0.83 + 0.68v_f \text{ (对非表面硬化钢);}$$

$$Z_L = 0.91 + 0.36v_f \text{ (对表面硬化钢);}$$

其中: $v_f = \frac{1}{(1.2 + \frac{80}{v_{50}})^2}$ v_{50} 为 50℃时滑油的运动粘度, mm^2/s ;

图 6.3.2.3(1) 氮化钢气体氮化和调质钢液体或气体氮化

图 6.3.2.3(2) 合金钢调质和碳钢调质或正火

图 6.3.2.3(3) 合金钢渗碳淬火和调质钢高频淬火

Z_R —— 粗糙度系数, $Z_R = (\frac{3}{R_{zm}})^c$, 其中, $R_{zm} = \frac{R_{Z_1} + R_{Z_2}}{2} \cdot \sqrt[3]{\frac{100}{a}}$, μm ;

其中, R_{Z_1} 和 R_{Z_2} 分别为大小齿轮跑合后的齿面平均粗糙度, m ; 对表面硬化钢 $c=0.08$, 对非表面硬化钢 $c=0.15$;

Z_V —— 速度系数:

$$Z_V = 0.93 + 0.14V_p \text{ (对表面硬化钢);}$$

$$Z_V = 0.85 + 0.3V_p \text{ (对非表面硬化钢);}$$

其中, $V_p = \frac{1}{\sqrt{0.8 + \frac{32}{V}}}$;

Z_W —— 齿面工作硬化系数:

当大齿轮齿面硬度 HB_2 为 130~400, 且小齿轮齿面平均粗糙度的算术平均值 $R_a < 1 \mu m$ 时,
 $Z_w = 1.2 - \frac{HB_2 - 130}{1700}$; 其他情况时, $Z_w = 1$ 。

6.3.4 齿根弯曲强度计算

6.3.4.1 小齿轮和大齿轮的齿根计算弯曲应力 σ_{F1} 和 σ_{F2} 应不超过小齿轮和大齿轮的许用弯曲应力。

6.3.4.2 齿根计算弯曲应力 σ_F 由下式确定(见图 6.3.4.2):

$$\sigma_F = \frac{F_t}{bm_n} Y_{FS} Y_\varepsilon Y_\beta K_A K_V K_{F\beta} K_{F\alpha} \quad \text{N/mm}^2$$

式中: Y_{FS} ——复合齿形系数, $Y_{FS} = Y_{Fa} Y_{sa}$

$$\text{其中: 齿形系数: } Y_{Fa} = \frac{6(\frac{h_{Fa}}{m_n}) \cos \alpha_{Fan}}{(\frac{S_{Fn}}{m_n})^2 \cos \alpha_n};$$

$$E = \frac{\pi}{4} m_n - h_{ao} \operatorname{tg} \alpha_n + h_k (\operatorname{tg} \alpha_n - \operatorname{tg} \alpha_{pro}) - (1 - \sin \alpha_{pro}) \frac{\rho_{ao}}{\cos \alpha_{pro}} \quad \text{mm};$$

若非凸型刀具, 则 $\alpha_n = \alpha_{pro}$;

$$G = \frac{\rho_{ao}}{m_n} - \frac{h_{ao}}{m_n} + X;$$

$$H = \frac{2}{Z_n} \left(\frac{\pi}{2} - \frac{E}{m_n} \right) - \frac{\pi}{3} \quad \text{rad};$$

$$\theta = \frac{2G}{Z_n} \operatorname{tg} \theta - H, \quad \text{rad, 可用 } \theta = \pi/6 \text{ 初值代入试算};$$

$$\frac{S_{Fn}}{m_n} = Z_n \sin \left(\frac{\pi}{3} - \theta \right) + \sqrt{3} \left(\frac{G}{\cos \theta} - \frac{\rho_{ao}}{m_n} \right);$$

$$d_n = \frac{d}{\cos^2 \beta_b} \quad \text{mm};$$

$$d_{bn} = d_n \cos \alpha_n \quad \text{mm};$$

$$d_{an} = d_n + d_a - d \quad \text{mm};$$

$$\alpha_{an} = \arccos \left(\frac{d_{bn}}{d_{an}} \right) \quad \text{rad};$$

$$\operatorname{inv} \alpha_n = \operatorname{tg} \alpha_n - \alpha_n \quad \text{rad};$$

$$\operatorname{inv} \alpha_{an} = \operatorname{tg} \alpha_{an} - \alpha_{an} \quad \text{rad};$$

式中 α_n, α_{an} 单位为 rad。

$$\gamma_a = \frac{1}{Z_n} \left(\frac{\pi}{2} + 2X \operatorname{tg} \alpha_n \right) + \operatorname{inv} \alpha_n - \operatorname{inv} \alpha_{an} \quad \text{rad};$$

$$\alpha_{Fan} = \alpha_{an} - \gamma_a \quad \text{rad};$$

$$\frac{h_{Fn}}{m_n} = \frac{1}{2} \left[(\cos \gamma_a - \sin \gamma_a \operatorname{tg} \alpha_{Fan}) \frac{d_{an}}{m_n} - Z_n \cos \left(\frac{\pi}{3} - \theta \right) - \frac{G}{\cos \theta} + \frac{\rho_{ao}}{m_n} \right];$$

对于内啮合齿轮:

$$\frac{S_{Fn2}}{m_n} = 2\left(\frac{\pi}{4} + \operatorname{tg} \alpha_n \frac{h_{f2} - \rho_{ao2}}{m_n} + \frac{\rho_{ao2} - P_{ro}}{m_n \cos \alpha_n} - \frac{\sqrt{3} \rho_{ao2}}{2m_n}\right);$$

$$\frac{h_{Fn2}}{m_n} = \frac{d_{a2} - d_{f2}}{2m_n} - \left[\frac{\pi}{4} + \left(\frac{h_{f2}}{m_n} + \frac{d_{a2} - d_{f2}}{2m_n}\right) \operatorname{tg} \alpha_n\right] \operatorname{tg} \alpha_n - \frac{\rho_{ao2}}{2m_n};$$

应力修正系数 $Y_{sa} = (1.2 + 0.13L_a)Q_s^A$, 计算如下:

$$L_a = \frac{S_{Fn}}{h_{Fa}};$$

对外啮合: $\rho_F = \rho_{ao} + \frac{2m_n G^2}{\cos \theta (Z_n \cos^2 \theta - 2G)}$, mm; 对内啮合: $\rho_F = \rho_{ao}$, mm;

$$Q_s = \frac{S_{Fn}}{2\rho_F};$$

$$A = \frac{1}{1.21 + \frac{2.3}{L_a}};$$

Y_ε —— 重合度系数, $Y_\varepsilon = 0.25 + \frac{0.75}{\varepsilon_\alpha}$;

Y_β —— 螺旋角系数, $Y_\beta = 1 - \frac{\beta}{120}$, 当 $\varepsilon_\varepsilon \geq 1$ 时;

$Y_\beta = 1 - \frac{\beta}{120} \varepsilon_\beta$, 当 $\varepsilon_\varepsilon < 1$ 时; 当 $\beta > 30^\circ$ 时, 取 $\beta = 30^\circ$;

K_A —— 见本节 6.3.2.2;

K_V —— 见本节 6.3.2.2;

$K_{F\beta}$ —— 齿向载荷分布系数, $K_{F\beta} = K_{H\beta}$, $K_{H\beta}$ 见本节 6.3.2.2;

K_{Fa} —— 齿间载荷分布系数, $K_{Fa} = K_{Ha}$, 但 $K_{Fa} \leq \frac{1}{Y_\varepsilon}$, K_{Ha} 见本节 6.3.2.2。

图 6.3.4.2 刀具基本齿廓尺寸、齿根弦齿厚 S_{Fn} 和弯曲力臂 h_f

6.3.4.3 齿根许用弯曲应力 σ_{FP} 由下式确定:

$$\sigma_{FP} = \frac{2\sigma_{F\lim}}{S_F} Y_D Y_\delta Y_R Y_X \quad \text{N/mm}^2$$

式中: $\sigma_{F\lim}$ —— 弯曲疲劳极限应力, N/mm^2 , 根据齿轮材料、热处理、表面硬度由图 6.3.4.3(1)~(3)查取;
凡含有 Cr、Ni、Mo 元素的合金钢渗碳淬火齿轮, 其 $\sigma_{F\lim}$ 可提高 5%~10%(大值适用于含上述两项及以上元素者)。

S_F —— 弯曲应力安全系数, 由本节表 6.3.2.3 查取;

Y_D —— 装置系数:

承受单向(脉动)负荷的齿轮	$Y_D = 1;$
承受交变负荷的齿轮	$Y_D = 0.70;$
承受双向全扭矩的齿轮	$Y_D = 0.75;$
具有正倒车功能的齿轮	$Y_D = 0.90;$
套合装配的齿圈	$Y_D = 0.80;$

Y_σ —— 相对齿根圆角敏感系数:

$$Y_\sigma = 0.96 + \frac{0.08}{\rho_F} \text{ (对渗碳硬化和高温淬火硬化齿轮);}$$

$$Y_\sigma = 0.8 + \frac{0.3}{\sqrt{\rho_F}} \text{ (对氮化齿轮);}$$

$$Y_\sigma = 1 + \frac{80 - 40\rho_F}{\sigma_s \rho_F} \text{ (对非表面硬化齿轮),}$$

其中: σ_s 为齿轮材料的屈服点或规定非比例伸长应力, N/mm^2 ;

当 $\rho_F < 1\text{mm}$ 时, 取 $\rho_F = 1\text{mm}$;

$$Y_R \text{ —— 相对表面状态系数: } Y_R = 1 - \lg\left(\frac{R_z}{10}\right)^k;$$

式中: $k = 1/6$ (对调质齿轮);

$k = 1/25$ (对氮化齿轮);

$k = 1/10$ (对软齿面齿轮或非氮化的表面硬化齿轮);

其中 R_z 为齿根圆角表面平均粗糙度, μm ;

当 $R_z \leq 15\mu\text{m}$ 时, $Y_R = 1$;

Y_x —— 尺寸系数:

$$Y_x = 1.03 - 0.006 m_n \quad \text{(对非表面硬化齿轮), 但 } 0.85 \leq Y_x \leq 1;$$

$$Y_x = 1.05 - 0.01 m_n \quad \text{(对表面硬化齿轮), 但 } 0.75 \leq Y_x \leq 1.$$

图 6.3.4.3(1) 合金钢调质和碳钢调质或正火

图 6.3.4.3(2) 合金钢渗碳淬火和调质钢高频淬火

图 6.3.4.3(3) 氮化钢气体氮化和调质钢液体或气体氮化

6.3.5 其他

轮齿承载能力如采用其他计算方法, 则应将详细技术资料提供给验船部门审查。

第 4 节 主要结构

6.4.1 齿形

6.4.1.1 齿根应圆滑过渡, 其圆角半径应不小于 $0.38 m_n$ 。

6.4.1.2 当 $b/d_1 > 1.5$ 时, 齿轮的齿端应进行倒角。

6.4.1.3 符合下列情况之一者应对齿轮进行适当的齿顶修缘:

- 1) 齿轮法向模数大于 6mm;
- 2) 小齿轮齿顶高与啮合总工作高度之比大于 0.65;
- 3) 啮合总工作高度与法向节距之比大于 0.75。

6.4.2 齿面

6.4.2.1 表面硬化的齿轮, 其硬化层应均匀分布延伸整个齿面和圆角部分。

6.4.2.2 齿轮气体氮化的硬化层深度一般大于 0.5mm, 且在 $0.25 m_n$ 深度处硬度应不小于 HV500。

6.4.2.3 非氮化处理的表面硬化齿轮, 完工后齿轮硬化层深度应不小于 $0.15 m_n$ 。

6.4.2.4 表面渗碳硬化的齿轮, 其表面硬度应不小于 HRC56。

6.4.3 齿轮

6.4.3.1 用于柴油机功率传递的齿轮, 其制造精度应不小于 7 级。

6.4.3.2 采用螺栓将齿圈和轮毂连接的齿轮, 应用紧配螺栓进行固定并应有防松措施, 但不得焊牢。

6.4.4 齿轮轴

6.4.4.1 扭力轴直径 d 应不小于按下式计算所得之值:

$$d = 100 \sqrt[3]{\frac{400 N_e}{n_e \sigma_b}} \quad \text{mm}$$

式中: N_e ——轴传递的最大持续功率, kW;

n_e ——传递 N_e 时的转速, r/min;

σ_b ——轴材料的抗拉强度, N/mm², 但不能大于 1100N/mm²。

6.4.4.2 齿轮轴的直径应不小于按本篇 7.2.2.1 公式所求得的值。

6.4.4.3 当齿轮采用键或套合方法装配于轴上时, 轴在装配范围内的直径应比本节 6.4.4.2 规定的直径增大 5%。

6.4.4.4 若大齿轮轴由一个小齿轮或两个彼此相隔小于 120° 的小齿轮传动时, 其齿轮轴承之间的直径应比本节 6.4.4.1 规定的直径增大 15%, 如果由二个彼此相隔大于等于 120° 的小齿轮传动时, 则齿轮轴承之间的直径应增大 10%。

6.4.5 齿轮箱体

6.4.5.1 采用焊接结构的齿轮箱体, 其施工工艺应符合第六篇第 6 章的有关规定。

6.4.5.2 推进用齿轮箱的主推力轴承应设置在箱体内。

6.4.5.3 齿轮箱体及其支承应有足够的强度和刚度，齿轮箱体应设有观察窗和适当的透气装置。

6.4.6 连接

6.4.6.1 齿轮传动装置输出轴的联轴器如采用油压无键套合到轴上时，其实际选用的轴向推入量 S (mm) 或过盈量 δ (mm)，应符合本篇 7.3.2.4 的规定，如是热套合，则该计算公式中的 0.03 一项可不计入。

6.4.6.2 大齿圈与轮毂的套合、轮毂与轴的套合以及齿轮传动装置内的其他传递部件的套合，均应有适当的过盈和推入量。

6.4.6.3 齿轮箱传动装置内的法兰联轴器、弹性联轴器及离合器等的要求应符合本篇第 7 章第 3 节的有关规定。

6.4.7 啮合精度

齿轮齿面应均匀啮合，齿轮副接触斑点应不低于 7 级精度。

6.4.8 润滑和冷却

6.4.8.1 润滑油应能可靠地输送到所有轴承、啮合齿轮及其他要求润滑的部位。滑动轴承油槽的布置应计入轴承动态合力的影响。

6.4.8.2 齿轮传动装置的滑油系统应是独立的。压力润滑的滑油系统中应设有滑油温度计和压力表，飞溅润滑的油池中应设有油面指示器。若设有液压控制系统则应设有工作油压力表。

6.4.8.3 当齿轮箱采用独立循环润滑系统时，则应设有备用滑油泵。

对于多机多桨的渔船，可仅设一台备用滑油泵。

对于传递功率不大于 441kW 的齿轮箱，可免设备用滑油泵。

6.4.8.4 压力滑油系统中应设有滤器，其的结构应保证在不中断供应过滤油的情况下进行内部清洗。

对于传递功率不大于 220kW 齿轮箱的滤器可设有旁通管道，以便在滤器阻塞的应急状态下仍能维持滑油供给。

传递功率大于 750kW 的齿轮箱，其滑油系统中应设有磁性滤器。

6.4.8.5 传递功率大于 220kW 的推进用齿轮箱应装设滑油低压报警装置。传递功率大于 441kW 的推进用齿轮箱还应装设滑油高温报警装置。

6.4.8.6 齿轮箱的滑油温度应不高于 70℃，采用滚动轴承时应不高于 80℃。

6.4.8.7 设置在齿轮箱体内部的冷却水管路不得有任何可拆接头。

6.4.9 应急装置

液压控制的齿轮传动装置。应设有应急的机械联接机构，以保证渔船在液压系统失灵时具有一定的航行能力。

6.4.10 测速仪表

传递功率大于 441kW 的齿轮箱及带有滑差装置的齿轮箱，均应设有输出轴转速表。

6.4.11 液压多片式离合器

6.4.11.1 液压多片式离合器及其控制系统的结构和设计，应能保证结排平稳，脱排迅速。

6.4.11.2 多片式离合器传递扭矩的裕度系数应不小于 1.5。

6.4.11.3 液压多片式离合器的结构和布置，应尽可能在不拆卸轴系或箱体的情况下，易于更换磨擦齿片及封油环等易损件。

6.4.11.4 传递功率大于 441kW 的设有多片式离合器的齿轮箱，通常应设有备用工作油泵。如工作油泵为

易于拆装的机带泵，则可用完整的备品泵代替。

6.4.12 倒车功率

齿轮传动装置能传递的倒车功率均应不小于顺车额定功率的 70%。

6.4.13 换向转速及时间

6.4.13.1 齿轮传动装置任意换排的最大转速应不小于主机标定转速的 65%。设计时尚应考虑在紧急情况下，以不小于主机 90% 的标定转速迅速换排。

6.4.13.2 齿轮传动装置换向时间应不大于 12s。换向时间系指在正常换排转速下，从正车(或倒车)操纵开始至倒车(或正车)开始运转为止的时间。

6.4.14 速比切换

双速比齿轮箱应能在主机标定转速下切换速比。

6.4.15 操纵

6.4.15.1 双机单桨装置的传动齿轮箱，其操纵机构必须设有联锁，以防止两台主机处于不同推进方向下同时挂排。

6.4.15.2 传递功率大于 441kW 的齿轮箱，应设有输出轴旋转方向的指示器。如输出轴上按本节 6.4.10 规定所设的仪表为双向转速表，则指示器可以免设。

6.4.16 标志

可倒顺齿轮箱的操纵处，应设有指示手柄或手轮倒顺操作方向的标志，一般手柄向前移动或手轮顺时针方向转动时，指船舶前进方向。

第 5 节 试 验

6.5.1 平衡试验

6.5.1.1 齿轮应进行平衡试验。齿轮分度圆处线速度大于 25m/s 时，则应进行动平衡试验。试验应将齿轮与联轴器从动部分装配在一起后进行。

剩余动不平衡量应不超过 $60/n \times 10^4 \text{ N}\cdot\text{mm/t}$ ，式中 n 为试验部件的最大工作转速(r/min)。

6.5.1.2 整体锻造的齿轮和齿圈套合的整体锻造轮体的齿轮，若为同心加工且横截面形状一致，则可不进行平衡试验。

6.5.2 台架试验

柴油机传动齿轮箱应按验船部门同意的试验大纲进行台架试验。

第 7 章 轴系及螺旋桨

第 1 节 通 则

7.1.1 适用范围

本章规定适用于柴油机推进渔船的推进轴系及前端输出轴系。

7.1.2 一般要求

7.1.2.1 推力轴、中间轴、尾管轴(通过尾管但不安装螺旋桨的轴)、螺旋桨轴及其前输出轴端采用组合式联轴器时,应保证联轴器与轴之间不致因倒顺车而产生轴向相对运动,并且在轴上不致产生过度的应力集中。

7.1.2.2 轴系及螺旋桨的材料应符合本规范第七篇的有关规定。锻钢轴的抗拉强度的范围应为:

- 1) 碳钢和锰钢为 $(400\sim 600)\text{N/mm}^2$
- 2) 合金钢不超过 800N/mm^2

用于制造中间轴、尾管轴、螺旋桨轴等的热轧圆钢,其直径应不超过 250mm。

在特殊情况下,可采用锻造铜合金作为耐海水腐蚀的轴,但应经验船部门的同意。

轴系联轴器也可用球墨铸铁制造。

7.1.2.3 推进轴系及传动装置应能承受足够的倒车功率,但不应引起主机的超负荷运转。

7.1.2.4 推进轴系、主机前端输出轴系及其传动装置中的滑动轴承温度应不超过 70°C ,滚动轴承温度应不超过 80°C 。

7.1.2.5 除采用由螺旋桨的推力产生摩擦传动扭矩的倒顺离合器外,推进轴系及其传动装置的设计及安装,应不得使主机曲轴承受来自螺旋桨的轴向推力。主机前端输出轴系及其传动装置不得限制主机曲轴轴向自由串动和伸缩。

7.1.3 轴系校中

7.1.3.1 推进轴系和前端输出轴系的轴承数量和布置,应使在所有的装载和冷热态情况下均具有合理的轴承反力和轴弯曲力矩。设有齿轮箱传动的轴系,在齿轮箱的输入端应采用弹性联轴器。

7.1.3.2 如轴系校中采用法兰曲折和偏移的安装工艺,应计入轴自身重力的影响。

7.1.3.3 通常,对于螺旋桨轴直径超过 250mm 的推进轴系应进行合理校中计算,并提交验船部门审查。

轴系校中一般应使轴系在热态情况下满足下列要求:

- 1) 轴承的最大承载能力应不超过轴承的允许比压;
- 2) 每个轴承所受的正反力应不小于相邻两跨轴重力的 20%;
- 3) 轴的附加弯曲应力应不超过规定值;
- 4) 施加到柴油机输出法兰处的弯矩和剪力应不超过柴油机设计所规定的值。

7.1.3.4 必要时,验船部门可要求提交“轴系校中计算书”和“轴系校中测量记录”。轴承的实际负荷误差一般应不超过计算值的 $\pm 20\%$ 。

7.1.4 轴系振动

轴系应按本章第 4 节的规定进行扭转振动计算。除验船部门特别要求外,通常可免作纵向振动和回旋振动计算。

第 2 节 轴 系

7.2.1 一般要求

按本章计算的轴最小直径，其扭转振动附加应力应符合本章第 4 节的规定。

7.2.2 轴的直径

7.2.2.1 轴的直径 d 应不小于按下式计算所得的值:

$$d = 100 C \sqrt[3]{\frac{N_e}{n_e} \left(\frac{560}{\sigma_b + 160} \right)} \quad \text{mm}$$

式中: N_e ——轴传递的额定功率, kW;

n_e ——轴传递 N_e 时的转速, r/min;

σ_b ——轴材料的抗拉强度, N/mm²

C ——不同轴的设计特性系数, 按表 7.2.2.1 选取:

表 7.2.2.1 不同轴的设计特性系数

具有下列型式的中间轴					对在发动机外的推力轴		具有下列型式的尾管轴和螺旋桨轴			
整体连接法兰	液压无键套合联轴节	键槽	径向孔及横向孔	纵向槽	在推力环处向外延伸等于推力轴直径的部分, 其余部分可按圆锥减小到中间轴直径	在轴向轴承处, 此处滚柱轴承用作推力轴承	适用于本节 7.2.2.4 规定的螺旋桨轴长度以前的螺旋桨轴或尾管轴到尾尖舱壁部分的直径	油润滑且具有认可型油封装置, 由尾轴管船尾段或尾轴托架轴承段至螺旋桨桨毂间距离不小于 0.25 d ; 或装有连续轴套或轴套之间且有适当保护层的采用油压无键套合的螺旋桨轴; 或螺旋桨是采用螺栓联接到与法兰锻为一体的螺旋桨轴	油润滑且具有认可型油封装置, 或装有连续轴套或轴套之间有适当保护层的有键螺旋桨轴; 当能有效防止海水渗入轴与轴套之间时, 亦适用于水润滑	在尾管内用脂润滑的尾管轴
1.0 ¹⁾	1.0	1.10 2)- 5)	1.10 3)- 5)	1.20 4)- 5)	1.10	1.10	1.15	1.22	1.26	1.40
<p>1) 法兰根部过渡圆角半径应不小于 0.08 d。</p> <p>2) 至少在键槽及从键槽两端延伸到 0.2 d 的长度范围内, C 取 1.10。在这个范围以外, 轴的直径可以减至以 $C=1.0$ 的计算直径。键槽底部横截面的过渡圆角半径应不小于 0.0125 d。</p> <p>3) 至少在孔及从孔两边缘延伸到 0.2 d 的长度范围内, C 取 1.10。在这个范围以外, 轴的直径可以减至以 $C=1.0$ 的计算直径。镗孔直径应不大于 0.3 d。</p> <p>4) 至少在槽及从槽两端延伸到 0.3 d 的长度范围内, C 取 1.20。在这个范围以外, 轴的直径可以减至以 $C=1.0$ 的计算直径。键槽长度应不大于 1.4 d, 宽度应不大于 0.2 d。</p> <p>5) 当遇到轴上有多种型式时, 则其修正时, 多个系数应连乘计算。</p> <p>注</p> <p>1 d 是以 $C=1.0$ 时计算所得的值。</p> <p>2 轴上的槽或孔的边缘应磨光滑。</p>										

7.2.2.2 尾尖舱舱壁前的螺旋桨轴或尾管轴直径可以逐渐缩减到按 $C=1.0$ 计算所得的值。

7.2.2.3 主机前端输出轴的直径 d_1 应不小于本节 7.2.2.1 公式的计算值;

式中: N_e ——前端输出轴传递的额定功率, kW;

n_e ——前端输出轴传递 N_e 时的转速, r/min;

$C=1.15$ ——用于无横向传动负载的前端输出轴;

$C=1.20$ ——用于承受横向传动负载的前端输出轴。

7.2.2.4 螺旋桨轴在从螺旋桨桨毂前面到尾管后轴承前端间的轴段直径应不小于按本节 7.2.2.1 中规定的

C 值计算之值。如果这部分轴段长度小于上述按规定计算直径的 2.5 倍, 则符合计算规定计算直径的轴段应由尾管后轴承前端向前延伸, 使具有计算规定直径的轴段长度不小于规定直径值的 2.5 倍。

7.2.3 轴的修正

如果空心轴的实际孔径 d_0 大于 $0.4d$ 时, 需按下式进行修正:

$$d_c = d \sqrt[3]{\frac{1}{1 - (\frac{d_0}{d_a})^4}} \quad \text{mm}$$

式中: d_0 —— 轴的实际孔径, mm;

d_c —— 修正后轴的直径, mm;

d_a —— 轴的实际外径, mm;

d —— 按本节 7.2.2.1 式计算的轴直径, mm。

7.2.4 轴套

7.2.4.1 非耐腐蚀材料制造的尾管轴或螺旋桨轴应设有防止海水腐蚀的保护设施。

7.2.4.2 尾管轴或螺旋桨轴在轴承档处的铜套厚度 t 应不小于按下式计算的值:

$$t = 0.03d + 7.5 \quad \text{mm}$$

式中: d —— 尾管轴或螺旋桨轴在轴承档处的直径, mm。

如采用不锈钢等作为轴套材料时, 其厚度及其与轴承材质的配合, 包括配合性能等应经验船部门特殊考虑。

7.2.4.3 对连续轴套, 其在轴承档之间的轴套厚度可适当减小, 但不得小于 $0.75t$ 。

7.2.4.4 分段组成的轴套, 在套合前应焊成整体, 或采用经认可的方法使其对接面紧密接触, 以防海水浸入。接缝部分不允许设在轴承区域内。

7.2.4.5 若两段轴套之间使用玻璃钢或工程塑料等包覆轴身时, 则其包覆工艺及与轴套衔接处的结构应能有效地防止海水浸入。

7.2.4.6 轴套应采用红套或油压法压合到轴上, 不得用销子固定。

7.2.4.7 应提供有效的密封措施, 以防止海水从轴套后端与桨毂之间浸入轴。

7.2.4.8 对多机多桨推进系统的螺旋桨轴的舷外自由表面, 其防海水浸蚀的密封措施应予以特殊考虑。

7.2.5 尾管及其轴承

7.2.5.1 尾管应有足够的强度和刚度并易于安装。其轴承座部位应留有适当的镗孔裕量。固紧尾管的螺母应设有防松设施。

7.2.5.2 尾管中通常应设有两个轴承。

7.2.5.3 支承螺旋桨轴的轴承长度应符合以下规定:

1) 对海水润滑的铁梨木、合成橡胶或酚醛石墨基塑料后轴承和前轴承, 其长度应分别不小于所要求的螺旋桨轴直径的四倍和 1.5 倍。根据轴系合理校中计算结果, 经验船部门审查同意后, 轴承长度可适当减小;

2) 对油润滑的白合金后轴承和前轴承, 其长度应分别不小于所要求螺旋桨轴直径的二倍和 0.9 倍;

3) 采用其他的轴承材料或润滑方式时, 其轴承长度须经验船部门同意;

4) 多机多桨的推进系统, 其舷外支架的轴承长度应不小于螺旋桨轴直径的四倍。

7.2.5.4 对油润滑的轴承应装有认可型的油封装置。为保护油封装置, 应设有防网索缠绕的护挡板。

7.2.5.5 油润滑尾管轴承的滑油管布置应保证前后轴承均能有效润滑。采用重力油柜润滑系统时,油柜应设在满载水线以上适当的位置。

7.2.5.6 海水润滑的尾管轴承应设有强制注水装置。此装置应在进入尾尖舱处或隔舱壁前轴承处的润滑管路上装设控制水量的阀或旋塞,该装置应具有足够的水量,并由尾管前端进水。

7.2.5.7 油润滑的尾管轴承应设置注油、试验和排放的接头以及透气管。

7.2.5.8 必要时,对油润滑的轴承应采取冷却滑油的措施。为此可在尾尖舱内保持充水至高出尾管的高度,或采取其他适当措施。

第 3 节 轴系传动装置

7.3.1 适用范围

本节规定用于联轴器、离合器及可调螺距螺旋桨的传动与操纵装置。齿轮箱传动装置见本篇第 6 章的要求。

7.3.2 联轴器

7.3.2.1 联轴器法兰厚度,应不小于轴规定直径的 20%,且不得小于与轴材料抗拉强度相等的联轴器紧配螺栓的直径。法兰根部的过渡圆角半径应不小于联轴器处实际轴径的 8%。过渡圆角处应加工光滑,并在螺母和螺栓头处不形成凹槽。经验船部门同意,法兰根部可允许采用多圆弧过渡。

7.3.2.2 如螺旋桨与螺旋桨轴采用法兰连接,则法兰厚度应不小于法兰处螺旋桨轴实际轴径的 25%,法兰根部的过渡圆角半径应不小于联轴器处实际轴径的 12.5%。

7.3.2.3 如联轴器用键安装到轴上,则键受剪切的有效面积应不小于按下式计算的值,且键材料的抗拉强度应不小于轴材料的抗拉强度:

$$Bl = \frac{d^3}{2.6d_m} \quad \text{mm}^2$$

式中: B —— 键的宽度, mm;

l —— 键的有效长度, mm;

d —— 按本章 7.2.2.1 确定的中间轴直径, mm;

d_m —— 在键中部处轴的直径, mm。

7.3.2.4 用液压无键套合到轴上的联轴器,应满足下列要求:

对于一般液压套合联轴器,其实际选用的轴向推入量 S (mm)或过盈量 δ (mm)应满足下列范围要求:

$$S_1 \leq S \leq S_2 \quad \text{mm};$$

$$\delta_1 \leq \delta \leq \delta_2 \quad \text{mm};$$

$$S_1 = \frac{\delta_1}{K} = \frac{1}{K} \left[1672 \frac{N_e}{An_e} (c_1 + c_2) + 0.03 \right] \quad \text{mm};$$

$$S_2 = \frac{\delta_2}{K} = \frac{0.034 \times 10^{-4}}{K} \sigma_s d_1 (c_1 + c_2) \frac{K_2^2 - 1}{\sqrt{3K_2^4 + 1}} \quad \text{mm};$$

式中: S_1 —— 最小轴向推入量, mm;

S_2 —— 最大轴向推入量, mm;

δ_1 —— 最小过盈量, mm;

δ_2 —— 最大过盈量, mm;

K —— 套合轴的锥度;
 N_e —— 轴传递的额定功率, kW;
 n_e —— 传递 N_e 时轴的转速, r/min;
 A —— 套合面的理论接触面积, mm²;
 d_0 —— 空心轴的孔直径, mm;
 d_1 —— 套合接触长度范围内轴的平均直径, mm;
 d_2 —— 套合接触长度范围内联轴器平均外径, mm;

$$C_1 = \frac{1 + K_1^2}{1 - K_1^2} - \mu_1;$$

$$C_2 = \frac{K_2^2 + 1}{K_2^2 - 1} + \mu_2;$$

$$K_1 = \frac{d_0}{d_1};$$

$$K_2 = \frac{d_2}{d_1};$$

$$u_1 = u_2 = 0.3;$$

σ_s —— 联轴器材料的屈服点, N/mm²。

7.3.2.5 对于套筒式联轴器, 应具有传递 2.7 倍平均扭矩的能力, 且其最大过盈量的当量应力应不超过套筒材料屈服点的 70%。

7.3.2.6 如采用其他型式的联轴器, 应向验船部门提交详细的说明和计算。

7.3.3 联轴器螺栓

7.3.3.1 在联轴器接合面处的紧配螺栓的直径 d_f 应不小于按下式计算的值:

$$d_f = 15.92 \sqrt{\frac{N_e \times 10^6}{n_e Z D \sigma_b}} \quad \text{mm}$$

式中: N_e —— 轴传递的额定功率, kW;

n_e —— 轴传递 N_e 时的速度, r/min;

Z —— 螺栓数;

D —— 节圆直径, mm;

σ_b —— 螺栓材料的抗拉强度, N/mm²。

7.3.3.2 如采用普通螺栓连接时, 则螺栓螺纹根部直径 d_n 应不小于按下式计算值:

$$d_n = 25.0 \sqrt{\frac{N_e \times 10^6}{n_e Z D \sigma_b}} \quad \text{mm}$$

式中符号意义与本节 7.3.3.1 相同。

普通螺栓预紧力及安装工艺应经验船部门同意。

7.3.3.3 螺旋桨与螺旋桨轴的连接螺栓应为紧配螺栓, 其直径应至少比本节 7.3.3.1 计算值增大 5%。曲轴与推力轴之间联轴器的紧配螺栓直径, 亦应至少增大 5%。

7.3.4 弹性联轴器

7.3.4.1 制造厂或设计部门应提供所采用的高弹性联轴器的下述有关资料: 许用平均扭矩、许用最大扭矩、

连续运转的许用交变扭矩、瞬时运转的许用交变扭矩、静扭转角及刚度值。

7.3.4.2 若主机起动或停车过程中可能产生过大的扭矩时,则应装设扭矩限制装置。

7.3.5 离合器及操纵装置

7.3.5.1 采用摩擦元件的离合器,在正常运转时不得有打滑现象;在空车运转时,其带排扭矩不得使其联接的轴系有带转现象。

7.3.5.2 离合器所能传递的最大扭矩应不小于额定扭矩的 1.5 倍。

7.3.5.3 对气压弹性离合器,在操纵处应设有充气压力表、离合器结排和脱排的信号装置以及空气高、低压报警装置。气压弹性离合器的供气系统应设有应急充气设备。

7.3.5.4 可倒、顺的传动离合器,其换向时间应不大于 12s。

7.3.5.5 对于主机功率大于 220kW 的单桨渔船气压或液压操纵的离合器,均应按本篇第 6 章的规定。设有机械联接机构,以便在应急情况下能保证渔船具有一定的航行能力。

7.3.5.6 气压弹性离合器的气胎材料应耐蚀和耐油,并能在 -5°C 至 $+60^{\circ}\text{C}$ 的温度范围内正常工作。

7.3.5.7 人力操纵离合器所需的力一般应不大于 147N。

7.3.6 可调螺距螺旋桨传动与操纵装置

7.3.6.1 可调螺距螺旋桨的液压传动系统必须设有独立的备用泵,其容量应不小于单机正常运转时所需的容量。液压系统管路的布置,应便于泵组之间相互转换。当一台泵或所属管路发生故障时,应不致影响系统的正常工作。

7.3.6.2 当可由驾驶室遥控螺距角时,其控制系统应符合本篇第 11 章和第 12 章的有关规定。机器处所操纵台与驾驶室内均应装有螺距角指示器,且与螺旋桨实际螺距角的偏差应不超过 $\pm 1^{\circ}$ 。

7.3.6.3 机器处所与驾驶室内的操纵系统应互为联锁。对非机械操纵系统,调距机构旁应设有备用手动操纵装置。

7.3.6.4 液压操纵系统在机器处所与驾驶室内应设有当动力源失效时的报警装置。

7.3.6.5 可调螺距桨的液压操纵系统,应能灵敏而准确地控制所需桨叶的角度,且应装有正、负全负荷螺距角的限位器。

7.3.6.6 在任何工况下,可调螺距螺旋桨应能稳定工作,在 0° 螺距角时,其波动值应不超过 $\pm 0.5^{\circ}$ 。

7.3.6.7 在额定转速下操纵可调螺距螺旋桨,从正(或负)全负荷螺距角的 $1/3$ 到负(或正)全负荷螺距角的 $1/3$ 所需时间应不超过 15s。

7.3.6.8 可调螺距螺旋桨的液力传动与操纵系统,其管系与动力元件在装船前应作 1.5 倍工作压力的液压试验,装船后应作 1.25 倍工作压力的密性试验。

7.3.6.9 通常应设有螺距应急控制装置,以便当控制螺距的动力失效时能将螺距锁定在一定位置。

第 4 节 扭转振动

7.4.1 一般要求

7.4.1.1 本节的规定通常适用于下列系统:

- 1) 额定功率不小于 110kW 的主机推进及前端输出功率传动轴系;
- 2) 重要用途的额定功率不小于 110kW 的辅机轴系。

7.4.1.2 柴油机、减振器和弹性联轴器的制造厂应提供准确的并经实测校准的扭振参数。

7.4.2 扭振计算

7.4.2.1 应计算 $0.8n_{\min} \sim 1.2n_e$ 转速范围内直到 12 次简谐扭矩产生的共振情况。

(n_{\min} 为最低稳定转速, r/min; n_e 为额定转速, r/min)

7.4.2.2 扭振计算与分析应包括下列主要内容及资料, 并以扭振计算书的形式提交验船部门审查;

1) 计算所需的全部原始参数及系统布置图;

2) 当量扭振参数及当量系统图;

3) 用霍尔茨表法计算系统的单节、双节及三节的固有振动频率值以及相应的共振转速 n_e ;

4) 在计算转速范围内所考虑的每一振型的各项简谐相对振幅矢量和;

5) 在计算转速范围内, 由主简谐和较强烈的副简谐产生的扭振应力曲线图, 以及传动齿轮和弹性联轴器的振动扭矩(如设有时)。

7.4.2.3 对渔船的所有工况应进行单节、双节及三节的共振计算。

7.4.2.4 如倒车工况与正车工况的当量扭振系统有较大差别时, 则还应对倒车工况进行单节固有频率计算。

7.4.2.5 螺旋桨的附水量一般可取 25%。对可调螺距螺旋桨还应取 10% 的附水量来计算零螺距工况的单节固有频率。

7.4.2.6 对装有弹性联轴器或齿轮传动装置的轴系, 还应对一缸熄火情况进行扭振计算。

7.4.2.7 扭振计算还应计入其各项简谐叠加得出的应力, 由此可作为对该系统评价的依据。

7.4.3 许用应力

7.4.3.1 计算轴系扭振许用应力时, 以轴的基本直径为基础, 即曲轴以曲柄销直径为准, 中间轴以轴的最小直径为准, 螺旋桨轴以其后轴承至隔舱舱壁密封填料函之间的最小直径为准, 应力集中的影响一般可略而不计。

7.4.3.2 主机曲轴、螺旋桨轴和承受横向传动负载的主机前端输出的扭振许用应力应不大于按下式计算所得的值:

持续运转($0 < r \leq 1.0$):

$$[\tau_c] = \pm[(52 - 0.031d) - (33.8 - 0.02d)r^2] \quad \text{N/mm}^2$$

($1.0 < r \leq 1.15$):

$$[\tau_c] = \pm[(18.1 - 0.0113d) + (87.6 - 0.052d)\sqrt{r-1}] \quad \text{N/mm}^2$$

瞬时运转 ($0 < r < 0.8$):

$$[\tau_t] = \pm 2.0[\tau_c] \quad \text{N/mm}^2$$

7.4.3.2~7.4.3.4 中符号意义如下:

$[\tau_c]$ —— 持续运转扭振许用应力值, N/mm^2 ;

$[\tau_t]$ —— 瞬时运转扭振许用应力值, N/mm^2 ;

d —— 轴的基本直径, mm;

$$r = \frac{n_c}{n_e}$$

n_c —— 共振转速, r/min;

n_e —— 额定转速, r/min。

7.4.3.3 推力轴、中间轴、尾管轴、螺旋桨轴及无横向传动负载的主机前端输出轴的扭振许用应力应不大于按下式计算所得的值:

持续运转($0 < r < 0.9$),

$$[\tau_c]=\pm C_W C_K C_D (3-r^2) \quad \text{N/mm}^2$$
$$(0.9 < r < 1.15),$$
$$[\tau_c]=\pm 1.38 C_W C_K C_D \quad \text{N/mm}^2$$

瞬时运转(0< r ≤0.8),

$$[\tau_t]=\frac{1.7[\tau_c]}{\sqrt{C_K}} \quad \text{N/mm}^2$$

式中: C_W —— 材料系数: $C_W=(\sigma_b+160)/18$;
 σ_b —— 轴的抗拉强度, 若 σ_b 大于 600N/mm² 则取 600N/mm²;
 C_K —— 形状系数, 见表 7.4.3.3;
 C_D —— 尺度系数, $C_D=0.35+0.9d^{-0.2}$ 。

表 7.4.3.3 形状系统 C_K

中间轴			推力轴		螺旋桨轴和尾管轴
整体连接法兰	过盈套合联轴器	键槽	在推力环两侧	在轴向轴承处滚柱轴承用作推力轴承	—
1.0	1.0	0.6	0.85	0.85	0.55

7.4.3.4 发电用柴油机及重要用途的副柴油机曲轴与传动轴, 以及恒速运转的推进柴油机的曲轴, 其扭振许用应力应不超过按下式计算所得的值:

持续运转 (0.95 ≤ r ≤ 1.10):

$$[\tau_c]=\pm(21.59-0.0132d) \quad \text{N/mm}^2$$

瞬时运转 (0 < r < 0.95):

$$[\tau_t]=\pm 5.5[\tau_c] \quad \text{N/mm}^2。$$

7.4.4 发电机附加要求

7.4.4.1 在额定工况下, 交流发电机转子处的合成振幅应不大于±2.5° 电角; 对轴带发电机, 通常应不大于±5° 电角。

7.4.4.2 施加在发电机转子处的振动惯性扭矩, 在 r=0.95~1.10 范围内应不超过±2 M_e (M_e 为额定转速时的平均扭矩), 在 r<0.95 范围内应不超过±6 M_e 。

7.4.5 齿轮和弹性联轴器的许用扭矩

7.4.5.1 齿轮传动装置中的齿轮啮合处的振动扭矩, 在 r=0.9~1.03 范围内一般应不超过全负荷平均扭矩的 1/3。如果轮齿齿面接触应力和齿根弯曲应力小于本篇第 6 章规定的许用值, 则可以考虑采用较高的振动扭矩值。

7.4.5.2 弹性联轴器的弹性元件, 在持续运转时的振动扭矩应不超过其许用交变扭矩值; 瞬时运转时应不超过其瞬时运转的许用交变扭矩值。

7.4.6 转速禁区

7.4.6.1 如果扭振应力(或扭矩)超过持续运转的许用值时, 则在这个共振转速 n_c 附近应设“转速禁区”, 在此禁区内, 机器不应持续运转。在 r=0.8~1.03 范围内不应存在转速禁区。

7.4.6.2 应避开的转速范围如下:

$$\frac{16n_c}{18-r} \sim \frac{(18-r)n_c}{16}$$

对运转规定的转速禁区, 应不致对操纵造成困难。

7.4.6.3 如果扭振应力接近 $[\tau_c]$ 值时, 则转速禁区应适当扩大; 如扭振应力稍超过 $[\tau_c]$ 值时, 则转速禁区可适当减小。

7.4.6.4 转速禁区也可由实测确定, 即可取超过持续运转许用应力 $[\tau_c]$ 的相应转速, 并适当计入转速表的误差。

7.4.6.5 因扭振而引起的齿轮齿击, 或弹性元件的交变扭矩大于持续运转的许用交变扭矩时, 也应设转速禁区。

7.4.6.6 在常用航行和作业转速范围内, 一般不应产生单节 $Z/2$ (四冲程柴油机)和 Z 次简谐(二冲程柴油机)(Z 为气缸数)。在拖网工况时, 由共振或其波坡产生的扭振应力, 通常应不超过 $r=1$ 时的 $[\tau_c]$ 值; 在 $r=0.9\sim 1.03$ 范围内, 应尽可能不用减少振幅的方法来消除转速禁区。

7.4.6.7 如设转速禁区, 则转速表在转速禁区附近的读数误差应在 $\pm 2\%$ 以内。

7.4.6.8 所设转速禁区应在转速表上用红色标明, 并应在操纵台前设告示牌。

7.4.6.9 有关转速禁区的细节, 应在轮机证书中予以注明。

7.4.7 扭振测量

7.4.7.1 柴油机曲轴柔度或刚度值的实测校核, 可用实测曲轴振型的固有振动频率的方法来推算。

7.4.7.2 验船部门可根据所提供的共振计算中所采用的计算方法、扭振应力(或扭矩)大小等情况, 决定是否需要用实测进行验证。

7.4.7.3 当实测的与计算的固有振动频率误差小于 $\pm 5\%$ 时, 可用实测振幅或应力(扭矩)按计算振型推算系统各处的振幅和应力(扭矩)。

第 5 节 螺旋桨

7.5.1 一般要求

7.5.1.1 螺旋桨应作表面质量和尺寸偏差的检查, 并进行静平衡试验。对组合式和可调螺距螺旋桨的静平衡试验, 应在机械加工后并与桨毂及所有附件装配成套后进行。

7.5.1.2 组合式螺旋桨的桨叶固定螺栓应用锻钢制成, 其材料的抗拉强度应不小于 400N/mm^2 。

7.5.1.3 螺旋桨及其附件的固定螺钉、螺母等, 均应有可靠的防止松动及防蚀措施。

7.5.2 螺旋桨桨叶厚度

7.5.2.1 螺旋桨桨叶厚度 t (固定螺距螺旋桨为 $0.25R$ 和 $0.6R$ 剖面处, 可调螺距螺旋桨为 $0.35R$ 和 $0.6R$ 剖面处)应不小于按下式计算所得之值:

$$t = \sqrt{\frac{Y}{K - X}} \quad \text{mm}$$

式中: Y ——功率系数按本节 7.5.2.2 求得;

K ——材料系数查表 7.5.2.1;

X ——转速系数按本节 7.5.2.3 求得。

7.5.2.2 功率系数按下式计算:

$$Y = \frac{1.36A_1N_e}{Zbn_e}$$

式中: $A_1 = \frac{D}{P}(K_1 - K_2 \frac{D}{P_{0.7}}) + K_3 \frac{D}{P_{0.7}} - K_4$;

对于桨叶随缘尾翘的机翼型剖面, 上式求得之 A_1 值应增加 30%;

D —— 螺旋桨直径, m;

P —— 所计算剖面处的螺距, m;

$P_{0.7}$ —— 0.7 R 剖面处的螺距, m;

R —— 螺旋桨半径, m;

K_1, K_2, K_3, K_4 —— 系数查表 7.5.2.2;

N_e —— 主机额定功率, kW;

Z —— 桨叶叶数;

b —— 所计算剖面处的桨叶宽度, m;

n_e —— 螺旋桨在 N_e 时的转速, r/min。

表 7.5.2.1 材料系数 K 表

材 料	抗拉强度 σ_b , N/mm ²	材料密度 G , g/cm ³	材料系数 K
碳钢与合金钢	400	7.9	0.57
Cu1 锰青铜	440	8.3	1
Cu2 镍锰青铜	440	8.3	1
Cu3 镍铝青铜	590	7.6	1.38
Cu4 锰铝青铜	630	7.5	1.17
注			
1) 上表以外的材料, K 值可参照确定, 但应取得验验部门同意。			
2) 材料的性能应符合第七篇有关章节的要求。			

表 7.5.2.2 螺旋桨不同半径处 K 值系数

$\begin{matrix} K \\ r \end{matrix}$	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	K_8
0.25 R	634	250	1410	4	82	34	41	380
0.35 R	520	285	1320	16	64	28	57	420
0.60 R	207	151	635	34	23	12	65	330

7.5.2.3 转速系数按下式计算:

$$X = \frac{A_2GA_d n_e^2 D^3}{10^{10} Zb}$$

式中: $A_2 = \frac{D}{P}(K_5 + K_6\varepsilon) + K_7\varepsilon + K_8$

$D、P、n_e、Z$ 和 b 见本节 7.5.2.2;

ε —— 桨叶后倾角, °;

K_5, K_6, K_7, K_8 —— 系数查表 7.5.2.2;

G —— 桨叶材料密度, g/cm^3 ;
 A_d —— 螺旋桨盘面比。

7.5.2.4 螺旋桨叶面和叶背与桨毂间的过渡圆角半径, 应分别不小于螺旋桨直径的 2% 及 4%, 桨毂的厚度应不小于桨叶在轴中心线处的厚度的 90%。

7.5.2.5 对特殊设计的螺旋桨, 如用其他计算方法来确定螺旋桨叶厚度, 则应经验船部门同意。

7.5.3 螺旋桨与螺旋桨轴的安装(除用油压无键安装外)

7.5.3.1 如用法兰连接螺旋桨时, 则连接螺栓的直径应符合本章 7.3.3.1 和 7.3.3.3 的规定。法兰厚度应符合本章 7.3.2.2 的规定。

7.5.3.2 如用键安装时, 则螺旋桨桨毂应有精确的锥度, 以便与螺旋桨轴的锥端相配合。

螺旋桨轴锥端的锥度应介于 1:10 与 1:15 之间, 油压无键安装的螺旋桨, 锥度应介于 1:15 与 1:18 之间。

螺旋桨轴的圆柱体与圆锥体交界处, 不应有凸肩或圆角, 轴上键槽前端应平滑, 且呈光顺的汤匙形, 并尽可能符合图 7.5.3.2 所示。轴上键槽前端到锥部大端的距离应不小于 0.2 倍锥部大端的直径。

桨毂与键的顶端应有适当的间隙。键的两侧应紧贴在轴及桨毂的键槽内。键槽底部的边缘应磨光滑, 圆角半径应不小于锥部大端直径的 1.25%。通常键应用螺钉固定在轴上, 螺钉不应位于键槽的前半段。螺钉孔的深度应不超过螺钉的直径, 且孔的边缘应打磨光滑。

$r_1 < r_2 < r_3 < r_4 < r_5$
 r_5 的标准值

d	r_5
直到 150	3
直到 250	4
直到 150	5
直到 250	6

图 7.5.3.2 螺旋桨轴键槽的设计

7.5.3.3 螺旋桨固定螺母的螺纹外径应不小于轴锥体大端计算直径的 60%; 螺纹应与螺旋桨顺车方向相反, 并应有可靠的防松措施。

7.5.3.4 当完全用键来传递扭矩时, 则键受剪切的有效截面积应不小于按下式计算所得的值, 且键材料的抗拉强度应不小于轴材料的抗拉强度:

$$BL = \frac{d^3}{2.35d_m} \quad \text{mm}^2$$

式中: B —— 键的宽度, mm ;
 L —— 键的有效长度, mm ;
 d —— 计算的中间轴直径, mm ;
 d_m —— 在键中部处的轴直径, mm 。

7.5.4 螺旋桨与螺旋桨轴用油压无键的安装

7.5.4.1 用油压无键安装螺旋桨时, 则螺旋桨套合到轴上的轴向推入量 S (mm) 应满足下式要求:

$$S_1 \leq S \leq S_2$$

$$S_1 = \frac{1}{K} [47750 \times 10^4 \frac{N_e}{A n_e} (\frac{C_1}{E_1} + \frac{C_2}{E_2}) + (\alpha_2 - \alpha_1)(35 - t)d_1 + 0.03] \quad \text{mm}$$

$$S_2 = \frac{1}{K} [0.7 \sigma_s d_1 \frac{K_2^2 - 1}{\sqrt{3K_2^4 + 1}} (\frac{C_1}{E_1} + \frac{C_2}{E_2}) - (\alpha_2 - \alpha_1)d_1 t] \quad \text{mm}$$

式中: S_1 ——最小轴向推入量, mm;

S_2 ——最大轴向推入量, mm;

K ——螺旋桨轴端锥度, $K \leq 1/15$;

N_e ——传递到螺旋桨轴的额定功率, kW;

n_e ——传递 N_e 时的转速, r/min;

A ——螺旋桨毂与螺旋桨轴的理论接触面积, mm²;

$$C_1 = \frac{1 + K_1^2}{1 - K_1^2} - \mu_1;$$

$$C_2 = \frac{K_2^2 + 1}{K_2^2 - 1} + \mu_2;$$

$$K_1 = \frac{d_0}{d_1};$$

$$K_2 = \frac{d_2}{d_1};$$

d_0 ——空心轴的孔直径, mm;

d_1 ——套合接触长度范围内轴的平均直径, mm;

d_2 ——桨毂的平均外径, mm;

$$\mu_1 = 0.30;$$

μ_2 ——螺旋桨材料的泊松比, 对铜质一般可取 $\mu_2 = 0.34$;

$$E_1 = 20.6 \times 10^4 \quad \text{N/mm}^2;$$

E_2 ——螺旋桨材料弹性模数, 对铜质一般可取 $E_2 = 11.77 \times 10^4 \text{N/mm}^2$

t ——螺旋桨套合时的温度, °C;

$$\alpha_1 = 11 \times 10^{-6} \quad 1/^\circ\text{C};$$

α_2 ——螺旋桨材料的线膨胀系数, 对铜质的一般可取 $\alpha_2 = 18 \times 10^{-6} \quad 1/^\circ\text{C}$

σ_s ——螺旋桨材料的屈服点, N/mm²。

7.5.4.2 螺旋桨与螺旋桨轴在套合之前, 桨毂与轴锥部的实际接触面积应不小于理论接触面积的 70%。

7.5.4.3 桨毂外面应打上下列印记:

1) 安装方法;

2) 在 0°C 和 35°C 时的轴向推入量。

7.5.4.5 作出与温度有关的安装曲线及相应的负荷资料, 并应保留在船上, 同时应具备有必要的拆装专用工具。

7.5.5 可调螺距螺旋桨的防护

- 7.5.5.1 可调螺距螺旋桨的叶片与桨毂间应有良好的防止水和沙渗入及润滑油脂泄漏的密封装置。
- 7.5.5.2 桨毂内应充填润滑油脂。

第 6 节 压力试验

7.6.1 轴套

轴套在加工结束后进行安装前，应进行 0.2MPa 的液压密性试验。

7.6.2 尾管

- 7.6.2.1 铸造尾管在加工结束后进行安装前，应进行 0.2MPa 的液压密性试验。在安装后仍再做密性试验。
- 7.6.2.2 钢板焊接尾管，应于安装后对其穿过船体的部分做液压试验。

第 8 章 锅炉和受压容器

第 1 节 通 则

8.1.1 适用范围

本章规定适用于焊接结构的辅助锅炉和受压容器。

8.1.2 分类

在本规范范围内，锅炉和受压容器分为三级，见表 8.1.2。

表 8.1.2 锅炉和受压容器分级

	I 级	II 级	III 级
锅 炉	$P > 0.35$	$P \leq 0.35$	—
受压容器	$P > 3.92$ 或 $\delta > 40$ 或 $t > 350$	$P、\delta、t$ 均小于 I 级规定，但 $P > 1.57$ 或 $\delta > 16$ 或 $t > 150$	$P \leq 1.57$ 同时 $\delta \leq 16$ 且 $t \leq 150$
注: P 为设计压力, MPa; δ 为筒体壁厚, mm; t 为筒壁温度, $^{\circ}\text{C}$ 。			

8.1.3 设计压力

锅炉和受压容器的强度应以设计压力进行计算。设计压力是锅炉和受压容器的最大许用工作压力，并应不小于其安全阀的开启压力。

8.1.4 金属温度

8.1.4.1 构件金属温度是受压构件工作时可能达到的实际温度；此项温度应在有关设计文件中说明。

8.1.4.2 锅炉构件的金属温度在任何情况下应不低于表 8.1.4.2 的数值，且不低于 250 $^{\circ}\text{C}$ 。

表 8.1.4.2 锅炉构件的金属温度

构 件 名 称	工作条件	不受热者	受热但有良好绝缘保护者	受对流热者	受辐射热者
	筒 体	t	$t + 10^{\circ}\text{C}$	$t + 50^{\circ}\text{C}$	—
	锅炉蒸发管	—	—	$t + 25^{\circ}\text{C}$	$t + 50^{\circ}\text{C}$
	湿背燃烧室板	—	—	—	$t + 50^{\circ}\text{C}$
	炉胆、烟管和干背 燃烧室板	—	—	—	$t + 90^{\circ}\text{C}$
注: t 为工作介质温度, $^{\circ}\text{C}$; 与热介质直接接触的受压容器, 其构件金属温度, 应取介质的最高工作温度。					

8.1.5 许用应力

锅炉和受压容器构件的许用应力 $[\sigma]$ 应按下式确定，取较小值:

1) 金属温度小于及等于 50 $^{\circ}\text{C}$ 时

$$[\sigma] = \sigma_b / 2.7; [\sigma] = \sigma_s / 1.8;$$

2) 金属温度大于 50 $^{\circ}\text{C}$ 时

$$[\sigma] = \sigma_b / 2.7; [\sigma] = \sigma_s / 1.8;$$

$$[\sigma] = \sigma_s^T / 1.6; [\sigma] = \sigma_b^T / 1.5.$$

式中: σ_b —— 材料在环境温度下的抗拉强度, N/mm²;

σ_s —— 材料在环境温度下的屈服点, N/mm²;

σ_s^T ——材料在构件金属温度下的屈服点或规定非比例伸长应力 N/mm^2 ;
 σ_D^T ——材料在构件金属温度下 10^5h 的平均破断应力, N/mm^2 。
铸钢材料的许用应力, 可取铸钢材料的相应数值代入上式进行计算, 并取其计算结果的 80%。

8.1.6 焊缝强度系数

本章计算公式中所涉及的焊缝强度系数 φ' , 对采用双面焊或封底单面焊的焊缝, 根据对焊缝的检查方式, 按表 8.1.6 选取。
对 II 级锅炉和 II、III 级压力容器如选取高于原所属级的焊缝强度系数时, 则焊缝检查应按相应于该焊缝强度系数的等级所要求的内容进行。

表 8.1.6 焊缝强度系数 φ'

等 级	焊缝强度系数	透视检查	常规焊缝试板	热处理
I 级	1	应做, 见第六篇第 5 章	应做	见第六篇第 5 章
II 级	0.85	应做, 见第六篇第 5 章	应做	见第六篇第 5 章
III 级	0.60	—	—	—

8.1.7 材料

锅炉和压力容器所采用的材料应符合本规范第七篇的有关规定。如拟采用上述规定以外的材料时, 则应将材料的机械性能(包括计算许用应力用的各种机械性能数值)、化学成分和热处理等详细资料提交验船部门审核。

8.1.8 焊接和热处理

8.1.8.1 锅炉和受压容器的所有受压构件的焊接、焊缝检查和焊后热处理, 均应符合本规范第六篇第 5 章的有关规定。

8.1.8.2 冷滚压成形的锅炉或受压容器的筒体应进行消除应力的热处理, 此项热处理可与焊后热处理一起进行。如筒体内径与壁厚比大于或等于 20 时, 可不需进行消除应力的热处理。

8.1.8.3 热加工成形的锅炉或受压容器的构件, 如热加工成形未能在正火温度范围内完成时, 应进行正火处理。对合金钢构件尚应根据需要作回火处理。

8.1.9 其他

- 8.1.9.1 锅炉的设计与安装应使锅炉在装船以后有防止锅炉发生移动的设施。炉脚的固定应适应其各部分的热膨胀。
- 8.1.9.2 锅炉壳体应有良好的绝热层, 外面用金属皮包裹, 在工作时其外表温度一般应不超过 60°C 。
- 8.1.9.3 锅炉附件的安装位置, 应便于安全操作和检修。

第 2 节 辅助锅炉

8.2.1 适用范围

本节规定适用于蒸发量不超过 1000kg/h , 且设计压力不大 0.78MPa 的辅助锅炉, 包括立式辅助锅炉、卧式辅助锅炉和废气锅炉。

8.2.2 筒体

8.2.2.1 辅助锅炉的筒体和管板的最小厚度 δ 应按下式计算:

$$\delta = \frac{pD_0}{2[\sigma]\varphi - p} + 0.75 \quad \text{mm}$$

式中: p —— 设计压力, MPa, 按本章 8.1.3 确定;

D_0 —— 壳板内径, mm;

$[\sigma]$ —— 许用应力, N/mm², 按本章 8.1.5 确定;

φ —— 筒体最小强度系数, 按本节 8.2.3.1 确定。

8.2.2.2 辅助锅炉筒体的最小厚度一般应不小于 5mm。

8.2.2.3 如筒体上设有膨胀水管时, 筒体管板的厚度应不小于 12mm; 管子焊装于管板时, 则筒体管板的厚度应不小于 10mm。

8.2.3 筒体强度系数

8.2.3.1 筒体强度系数 φ 应根据下列情况确定:

1) 不受管孔减弱的焊接筒体: 筒体强度系数 φ 按本章表 8.1.6 规定的焊缝强度系数 φ' 选取; 如属无缝筒体则 $\varphi=1$;

2) 受管孔减弱的筒体:

a) 筒体上管孔直径相等, 纵向管距相等的并排或错排管孔, 如图 8.2.3.1(1)和图 8.2.3.1(3)所示, 筒体强度系数 φ_1 按下式计算:

$$\varphi_1 = \frac{t_1 - d}{t_1}$$

图 8.2.3.1(1)

图 8.2.3.1(2)

b) 筒体上管孔直径相等, 纵、横向管距一定的错排管孔(各列管孔错开 $t_1/2$), 如图 8.2.3.1(1)所示, 由对角线方向折算得纵向的筒体强度系数 φ_2 , 按下式计算:

$$\varphi_2 = K\varphi_k$$

式中: $K = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{0.75}{(1 + m^2)^2}}}$, 或按图 8.2.3.1(2)查取;

$$m = \frac{t_1}{t_2}; \quad \varphi_k = \frac{t_k - d}{t_k}。$$

按照本节 8.2.3.1(1)和 8.2.3.1(2)的计算, 筒体强度系数 φ 应取其较小值。

c) 筒体上管孔直径相等的并排管孔, 如图 8.2.3.1(3)所示, 如横向管距 t_2 小于 $t_1/2$ 时, 筒体强度系数 φ 应以 $2\varphi_3$ 代替按本条 2)中的 a)中所算得的 φ_1 。 φ_3 按下式计算:

$$\varphi_3 = \frac{t_2 - d}{t_2}$$

横向管距 t_2 应为管板厚度中心面上的管孔距离。

8.2.3.2 如筒体上管孔直径相等但管距排列不相等, 见图 8.2.3.2, 筒体强度系数 φ 应按下式计算:

$$\varphi = \frac{t_1 + t'_1 - 2d}{t_1 + t'_1}$$

此时,所选用的 $t_1 + t'_1$ 应使所算得的 φ 为最小,但在任何情况下 t'_1 不得大于 $2t_1$ 。

图 8.2.3.1(3)

图 8.2.3.2

8.2.3.3 如筒体上管排中的管孔大小交错排列时,则管孔直径按平均直径计算。

8.2.4 承受内压力的凸形封头

8.2.4.1 凹面承受压力的凸形封头见图 8.2.4.1(1)~(3),其最小厚度 δ 应按下式计算:

$$\delta = \frac{pD_1Y}{2[\sigma]} + 0.75 \quad \text{mm}$$

式中: δ ——封头最小厚度,mm;接触火焰时不得小于 9.5mm,不接触火焰时不得小于 5mm,且其弯边区域的厚度不得小于筒体厚度;

D_1 ——封头外径,mm;

p ——设计压力,MPa,按本章 8.1.3 确定;

$[\sigma]$ ——许用应力, N/mm^2 ,按本章 8.1.5 确定;

Y ——形状系数,按图 8.2.4.1(4)选取:

对无孔封头可根据 δ/D_1 值和 H/D_1 值在实线曲线组内选取;

对开孔而未经加强的封头根据开孔系数 $d/\sqrt{D_1\delta}$ 值和 H/D_1 值由虚线曲线组内选取。

其中: d 为封头最大开孔直径(椭圆孔按长轴计算),mm;

经有效加强的开孔,其开孔系数可按本章 8.6.4.1 计算;

焊接的封头应按本章 8.1.6 规定的焊缝强度系数考虑其减弱的影响;

封头与筒体对接时,封头直边部分的厚度,应不小于按本节 8.2.2.1 规定计算所得的不开孔的无缝筒体或焊接筒体(按其适用情况)的厚度。

图 8.2.4.1(1)椭球形封头

图 8.2.4.1(3)球形封头

图 8.2.4.1(2)扁球形封头

图 8.2.4.1(4)

8.2.4.2 椭球形和扁球形封头的开孔应符合下列规定, 见图 8.2.4.2。

- 1) 开孔边缘至封头边缘之间的投影距离不得小于 $0.1D_1$;
- 2) 两相邻孔之间的投影距离不得小于小孔的直径。

图 8.2.4.2

8.2.4.3 凸形封头的结构应符合下列规定:

- 1) 扁球形封头, 见图 8.2.4.1(2):
 $r_b \geq 0.1D_1$ 或 $r_b \geq 3\delta$ 取其大值;
 $R \leq D_1$; $H \geq 0.18D_1$ 和 $H_0 \geq 2\delta$;
- 2) 椭球形封头, 见图 8.2.4.1(1): $H \geq 0.20D_1$ 和 $H_0 \geq 2\delta$;
- 3) 椭球形, 扁球形和球形封头上的人孔弯边, 见图 8.2.4.1(2):

$$h_1 = \sqrt{B\delta}, \text{ B 为人孔短轴;}$$

$$r = (1.5 \sim 2)\delta$$

注:人孔弯边均不得作为开孔加强材料。

8.2.5 承受内压力的锥形封头

8.2.5.1 锥形封头或收缩截面的锥形封头各分段间的结构见图 8.2.5.1(1)~(4)。锥形封头或收缩截面分段锥形封头与筒体的连接以及收缩截面分段间的连接, 宜采用转折圆角过渡。或者当所连接两个分段之间的倾度角 φ 小于 30° 时, 亦可采用无转折圆角的直接焊接。

锥形封头可用逐渐减薄的环段组成, 各环段的厚度按相应减小的直径计算决定。

锥形封头或收缩截面的锥形封头各段锥形部分和转折部分的最小厚度应按本节 8.2.5.2 和 8.2.5.3 的公式进行计算。但转折部分及其附近 L 长度范围内所取厚度应不小于与其连接的环段或筒体的厚度。

图 8.2.5.1

8.2.5.2 与筒体或锥形分段相连接的锥形封头在上述 L 长度范围以外的最小厚度 δ 应按下式计算:

$$\delta = \frac{pD_c}{2[\sigma]\varphi' - p} \times \frac{1}{\cos\alpha} + 0.75 \quad \text{mm}$$

式中: D_c ——所计算的锥形分段或封头的内径, mm, 见图 8.2.5.1(1)~(4);

p ——锅炉设计压力, MPa, 按本章 8.1.3 确定;

φ' ——焊缝强度系数, 按表 8.1.6 规定选取;

[σ] ——许用应力, N/mm², 按本章 8.1.5 确定;
α —— 相对容器中心轴的锥形分段的斜度角, 相当于图 8.2.5.1 的(1)~(4)中的 α 、 α₁ 、 α₂ 。
上述公式只适用于斜度角 α 不大于 75° 的锥形封头。如斜度角 α 大于 75° , 此板厚应按无牵条支撑的平板计算。

8.2.5.3 在筒体、锥形封头或分段的转折部分以及其相互连接的转折部分附近 L 长度范围内(见图 8.2.5.1)的最小厚度 δ , 应按下式计算:

δ = $\frac{pD_1K}{2[\sigma]\varphi'}$ + 0.75 mm

式中: p —— 设计压力, MPa, 见本章 8.1.3 的定义;
D₁ —— 筒体、锥形封头或分段的外径, mm, 见图 8.2.5.1 的(1)~(4);
φ' —— 焊缝强度系数按表 8.1.6 选取, 但如周向焊缝位于离转折处或连接处距离不大于 L 时, φ' 取周向焊缝强度系数;
K —— 因数, 按 ψ 和 r₀/D₁ 确定, 见表 8.2.5.3;
[σ] —— 许用应力, N/mm², 按本章 8.1.5 确定。

本条所指的距离 L , 见图 8.2.5.1, 并应按下式计算:

L = 0.5 $\sqrt{\frac{D_1\delta}{\cos \psi}}$ mm

式中: ψ —— 两个相连的锥形分段斜度角, 见图 8.2.5.1;
r₀ —— 转折圆角内半径, mm; 对无转折圆角的结构 r₀ 取 0.01D_c。

表 8.2.5.3 因数 K

$\psi \backslash K \quad r_0/D_1$	0.01	0.02	0.03	0.04	0.06	0.08	0.10	0.15	0.20	0.30	0.40
10	0.70	0.65	0.60	0.60	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
20	1.00	0.90	0.85	0.80	0.70	0.65	0.60	0.55	0.55	0.55	0.55
30	1.35	1.20	1.10	1.00	0.90	0.85	0.80	0.70	0.65	0.55	0.55
45	2.05	1.85	1.65	1.50	1.30	1.20	1.10	0.95	0.90	0.70	0.55
60	3.20	2.85	2.55	2.35	2.00	1.75	1.60	1.40	1.25	1.00	0.70
75	6.80	5.85	5.35	4.75	3.85	3.50	3.15	2.70	2.40	1.55	1.00

8.2.6 平封头

8.2.6.1 筒体上圆形平封头最小厚度 δ 应按下式计算:

δ = CD $\sqrt{\frac{p}{[\sigma]}}$ + 0.75 mm

式中: p —— 设计压力, 按本章 8.1.3 确定;
[σ] —— 许用应力, N/mm², 按本章 8.1.5 确定;
D —— 筒体计算直径, mm; 如为矩形平封头时, 应按下式计算所得的当量直径 D 作为计算直径:

D = a $\sqrt{\frac{2}{1 + (\frac{a}{b})^2}}$ mm

a —— 矩形平封头的短边, mm;
b —— 矩形平封头的长边, mm;

c——系数，按表 8.2.6.1 选取。

表 8.2.6.1 系数 *C*

封头型式		图 8.2.6.1 (1)	图 8.2.6.1(6) <i>l</i> / <i>D</i> 比值			图 8.2.6.1(2)	图 8.2.6.1(3)、(4)、(5)
			0.05	0.10	0.15		
系数	圆形平封头	0.38	0.57	0.62	0.67	0.43	0.52
<i>C</i> 值	矩形平封头	—	—	—	—	0.50	0.57

图 8.2.6.1(1)~(6)

8.2.6.2 圆形平封头上如有开孔时，平封头的最小厚度应按本节 8.2.6.1 的规定所算得的厚度增加 12%。

8.2.7 卧式烟管锅炉有支撑的平壁板

用焊装牵条或焊装牵条和弯边系固的平壁板，其最小厚度 *δ* 应按下式计算

$$\delta = Ct\sqrt{\frac{p}{[\sigma]}} + 0.75 \quad \text{mm}$$

- 其中:*p* —— 设计压力，MPa，按 8.1.3 确定；
[*σ*] —— 许用应力，N/mm²，按本章 8.1.5 确定；
C —— 系数，按表 8.2.7 选取；
t —— 系固点的计算间距，mm。

1) 牵条为规则排列时，见图 8.2.7(1):

$$t = \sqrt{a^2 + b^2}$$

2) 牵条为不规则排列时，或牵条与弯边之间的区域是通过 3 个系固点绘圆，圆心应位于 3 个系固点所联成的三角形之内时，见图 8.2.7(2)，*t* = *d* 。

图 8.2.7(1)~(2)

表 8.2.7 系数 *c*

序 号	系 固 形 式	系 数 <i>C</i> ²⁾	
		不接触火	接触火
1	弯边或直角焊接 ¹⁾	0.38	0.41
2	牵条，有垫圈加强，垫圈直径>0.67 倍牵条直径	0.36	—
3	牵条，有垫圈加强，垫圈直径>3.5 牵条直径	0.38	—
4	牵条，无垫圈加强，双面焊接	0.40	0.44
5	牵条，无垫圈加强，单面焊接	0.42	0.46
6	牵条管	0.46	0.51
7	烟管(管群内)	0.55	0.61

1) 如由两种或两种以上不同形式的系固点系固时，系数 *C* 应取相应系数的平均值。

2) 参见 8.2.8.7 (2)、(3)、(4)。

8.2.8 管板

8.2.8.1 管群区域平管板的最小厚度 *δ* 应按下式计算:

$$\delta = Ct \sqrt{\frac{p}{[\sigma]}} + 0.75$$

式中: p —— 设计压力, MPa, 按本章 8.1.3 确定;

$[\sigma]$ —— 许用应力, N/mm², 按本章 8.1.5 确定;

C —— 系数, 按表 8.2.7 选取;

t —— 牵条管或烟管的平均间距, mm。

管板的最小厚度在任何情况下, 应不小于下列数值:

1) 管子焊装于管板上时, 为 10mm;

2) 管子胀接于管板上时, 为 14mm。

8.2.8.2 管群间的宽间距和管群周围平壁板的最小厚度 δ 应按下式计算:

1) 宽间距:

$$\delta = Ct \sqrt{\frac{p}{[\sigma]}} + 0.75 \quad \text{mm};$$

2) 管群周围的平壁板:

$$\delta = Cd \sqrt{\frac{p}{[\sigma]}} + 0.75 \quad \text{mm};$$

式中: p —— 设计压力, MPa, 按本章 8.1.3 确定;

$[\sigma]$ —— 许用应力, N/mm², 按本章 8.1.5 确定;

C —— 系数, 按表 8.2.7 选取;

$$t = \sqrt{a^2 + b^2}$$

a —— 牵条管的水平间距, mm;

b —— 牵条管的垂直间距, mm;

d —— 通过牵条管和弯边或通过牵条管和牵条、牵条或通过牵条管、牵条和弯边三个系点所作圆的最大直径, mm; 圆心应位于三个系固点所组成的三角形内。

8.2.8.3 管板用烟管支撑, 其所提供的支承面不应伸展到管群外包线以外, 但如边排烟管外侧离平壁板与筒体连接弯边系固点之间的距离, 不大于按本节 8.2.8.4 公式所算得的平壁板无支撑宽度限值时, 边排管上可不设牵条管。

8.2.8.4 与烟筒、炉胆或筒体相连接的平壁板, 从系固点起至按下式计算所得的宽度限 b 范围内, 可视为被所连接的烟筒、炉胆或筒体所系固:

$$b = \frac{C(\delta - 1)}{\sqrt{p}} \quad \text{mm}$$

式中: p —— 设计压力, MPa, 按本章 8.1.3 确定;

δ —— 平壁板厚度, mm;

$C = 9.7$, 用于不接触火焰部分; $C = 9.1$, 用于接触火焰部分;

如不弯边的平壁板直接与烟囱、炉胆或壳板相焊接, 且在结构上难以保证全焊透时, 上述系数 C 分别取为:

$C = 7.5$, 用于不接触火焰部分; $C = 7.1$, 用于接触火焰部分。

8.2.8.5 燃烧室管板的最小厚度除按本节和规定进行计算外, 尚应根据燃烧室顶板上所承受的载荷, 按下式核算抗压强度:

$$\delta = \frac{pLt}{196(t-d)}$$

- 式中: p —— 设计压力, MPa, 按本章 8.1.3 确定;
- L —— 燃烧室顶部沿锅炉纵向的长度, 量自管板至背板的内侧长度, mm;
- t —— 烟管中心的水平间距, mm;
- d —— 管孔直径, mm。

8.2.8.6 管板上烟囱间的中心间距 t 应按下式计算:

$$t = 1.125d + 12.5 \qquad \text{mm}$$

式中: d —— 烟管外径, mm。

8.2.8.7 连接筒体壳板的弯边平端板, 其弯边内半径应不小于 1.75 倍板厚, 但最小为 38mm。燃烧室管板或平壁弯板边与围板连接时, 弯边内半径应不小于板的厚度, 但最小为 25mm。

8.2.8.8 支撑锅炉平壁板的系固点应符合如下规定:

- 1) 长、短牵条、牵条管、焊装烟管(指管群内)和弯边可作系固点;
- 2) 弯边系固点:
 - a) 锅炉平壁板弯边的内弯曲半径不大于壁厚的 2.5 倍时, 以弯边起点作为系固点;
 - b) 锅炉平壁板弯边的内弯曲半径大于壁厚的 2.5 倍时, 则以弯边内表面量至 2.5 倍壁厚处作为系固点;
- 3) 炉胆与前封头连接为直角焊时, 则以炉胆外表面作为系固点;
- 4) 胀接的烟管, 人孔或手孔的弯边不得作为系固点。

8.2.8.9 立式横烟管锅炉的平管板的最小厚度 δ 除按照本节 8.2.8.1 至 8.2.8.4 的规定进行计算外, 还应按下式计算, 取其大值:

$$\delta = \frac{2pDt}{\sigma_b(t-d)} + 0.75 \qquad \text{mm}$$

- 式中: p —— 设计压力, MPa, 按 8.1.3 确定;
- D —— 锅炉筒体中心至管板外排管列的管孔中心径向距离的二倍, mm;
- t —— 管孔中心纵向距离, mm;
- d —— 管孔直径, mm;
- σ_b —— 管板材料抗拉强度, N/mm²。

8.2.9 烟管

8.2.9.1 烟管的最小厚度 δ 应按下式计算或按表 8.2.9.1 选取, 但任何情况下均不得小于 3mm。

$$\delta = \frac{pd_1}{69} + 2 \qquad \text{mm}$$

- 式中: p —— 设计压力, MPa, 按本章 8.1.3 确定;
- d_1 —— 烟管外径, mm。

表 8.2.9.1 烟管管壁的最小厚度 δ

管子外径 mm	管 壁 厚 度, mm				
	3	3.2	3.5	4.0	5.0
	许 用 设 计 压 力, N/mm ²				
38	1.76				

44.5	1.52	1.81			
续表 8.2.9.1					
51	1.32	1.57	2.01		
57	1.18	1.42	1.77		
63.5	1.08	1.28	1.62	2.16	
70	0.98	1.18	1.47	1.96	
76	0.88	1.08	1.32	1.77	
83	0.78	0.98	1.23	1.62	
89		0.88	1.13	1.52	2.3

8.2.9.2 烟管的安装可采用胀接或焊接装于管板上，烟管焊装于管板上时，应符合图 8.2.9.2 的规定.

8.2.10 牵条管

8.2.10.1 支撑管板的焊装牵条管的横截面积 F 应按下式计算，但在任何情况下牵条管的厚度应不小于 3.5mm。

$$F = \frac{p A}{[\sigma]} \quad \text{mm}^2$$

式中: p —— 设计压力, MPa, 按本章 8.1.3 确定;

A —— 由一根牵条管支撑的管板面积, mm²;

$[\sigma]$ —— 许用应力, 67N/mm²。

8.2.10.2 牵条管焊装于管板上的结构，应符合图 8.2.10.2 的规定。

图 8.2.9.2

图 8.2.10.2

8.2.11 牵条

8.2.11.1 支撑平壁板的焊装牵条，其最小横截面积 F 应按下式计算:

$$F = \frac{p A}{[\sigma]} \quad \text{mm}^2$$

式中: p —— 设计压力, MPa, 按本章 8.1.3 确定;

A —— 根牵条所支撑的最大面积, mm²;

$$[\sigma] = \frac{\sigma_b}{5.3} \quad \text{N/mm}^2, \text{ 用于长牵条};$$

σ_b —— 材料抗拉强度, N/mm²;

$$[\sigma] = 62 \quad \text{N/mm}^2, \text{ 用于短牵条}.$$

8.2.11.2 焊装牵条的结构型式应符合图 8.2.11.2(1)、(2)(用于长牵条)和(3)(用于短牵条)。

图 8.2.11.2(1)、(2)、(3)

8.2.12 承受内压力的锅炉管

8.2.12.1 承受内压力的锅炉管的最小厚度 δ 应按下式计算，但在任何情况下应不小于本节 8.2.12.2 的规定：

$$\delta = \frac{2 p D_1}{2[\sigma] + p} + 0.75 \qquad \text{mm}$$

式中： P —— 设计压力，MPa，按本章 8.1.3 确定；
 $[\sigma]$ —— 许用应力，N/mm²，按本章 8.1.5 确定；
 D_1 —— 管子外直径，mm。

8.2.12.2 按照本节 8.2.12.1 规定计算的锅炉管，在任何情况下均应不小于表 8.2.12.2 所规定的最小厚度，并应增加管子的负公差、管子弯曲时的减薄量和在运营中可能发生的不正常腐蚀量。

表 8.2.12.2 锅炉管壁最小厚度，mm

管子外径 D_1	最小厚度	管子外径 D_1	最小厚度
$D_1 \leq 38$	1.75	$76 < D_1 \leq 95$	3.05
$38 < D_1 \leq 50$	2.16	$95 < D_1 \leq 100$	3.28
$50 < D_1 \leq 70$	2.40	$100 < D_1 \leq 125$	3.50
$70 < D_1 \leq 76$	2.67		

注:用于烟管锅炉和立式辅助锅炉承受内压的水管，其最小壁厚应不小于 3mm

8.2.13 管板水平架

8.2.13.1 立式横烟管锅炉管板的水平架，应按下式计算所得参数值设置角撑：

$$K = \frac{10.2 A D p}{t}$$

式中： A —— 管板水平架的最大宽度，量自筒体内侧至管板外侧，mm；
 D —— 筒体内径，mm；
 P —— 设计压力，MPa，按本章 8.1.3 确定；
 t —— 管板厚度，mm。

- 1) 燃烧室管板(后管板)最少角撑数：
1 个，当 261000<K≤357000；
2 个，当 357000<K≤428000；
3 个，当 K>428000；
- 2) 烟箱管板(前管板)最少角撑数：
1 个，当 261000<K≤428000；
2 个，当 K>428000。

8.2.13.2 连接管板两侧的筒体壳板，应较按筒体公式计算的厚度增加 1.6mm。对在管板水平架上未装设角撑的锅炉，上述筒体壳板在上部和下部环缝(管板部分不计在内)处应承受锅炉端部的全部载荷，相对于材料抗拉强度的安全系数取 4.5。

8.2.14 立式炉胆及烟筒

立式炉胆或烟筒的最小厚度 δ 应按下列二式计算，取其大值：

- 1)
$$\delta = \sqrt{\frac{p D (L + 610)}{10300}} + C \qquad \text{mm}$$
- 2)
$$\delta = \frac{K p D + 0.34 L}{110} + C \qquad \text{mm}$$

式中: P —— 设计压力, MPa, 按本章 8.1.3 确定;

D —— 炉胆筒体或烟筒的外径, mm; 如炉胆筒体为锥形, 则 D 应取炉胆计算长度 L 中点处的外径;

L —— 以炉胆筒体或烟筒的计算长度, mm; 系指炉胆筒体或烟筒上、下二系固定点之间的长度(见本节图 8.2.14(1))。炉胆下端以其与锅炉筒体连接 (见本节图 8.2.14(2))或 U 形底环下部连接处为系固点(见本节图 8.2.14(3)); 上端以炉胆顶板弯边开始以上 $0.4H$ 处为系固点(H 为顶板高度)。如炉胆筒体受周向规则排列的牵条系固, 且牵条的横向间距应不大于 14δ , 牵条直径不小于 2.25δ , 则此列牵条可作为炉胆筒体计算长度中的一个系固点(见本节图 8.2.14(1))。

C —— 附加厚度: $C = 2\text{mm}$, 用于炉胆;

$C = 4\text{mm}$, 用于烟筒;

$$K = \frac{\sigma_s}{[\sigma_s^T]};$$

其中: σ_s —— 材料等级为 400 N/mm^2 的碳钢或碳锰钢在设计压力下的饱和蒸汽温度加 90°C 时的规定非比例伸长应力, N/mm^2 ;

σ_s^T —— 实际使用材料在设计压力下的饱和温度加 90°C 时的规定非比例伸长应力, N/mm^2 。

图 8.2.14(1)

图 8.2.14(2)

图 8.2.14(3)

8.2.15 半球形炉胆

凸面承受压力无支撑半球形炉胆的最小厚度 δ 应按下式计算:

$$\delta = \frac{KpR}{61} + 0.75 \quad \text{mm}$$

式中: P —— 设计压力, MPa, 本章 8.1.3 确定;

R —— 炉胆外半径, mm;

$K = \frac{\sigma_s}{[\sigma_s^T]}$, 意义同本节 8.2.14。

8.2.16 凸面承受压力的扁球形炉胆封头

8.2.16.1 凸面承受压力、中部有烟筒支撑的立式炉胆封头(见图 8.2.16.1), 其最小壁厚 δ 应按下式计算:

$$\delta = \frac{pR}{[\sigma]} + 0.75 \quad \text{mm}$$

式中: P —— 设计压力, MPa, 按本章 8.1.3 确定;

- R ——封头外曲率半径, mm;
 $[\sigma]$ ——许用应力, N/mm², 按本章 8.1.5 确定。

图 8.2.16.1

8.2.16.2 凸面承受压力无牵条支撑的扁球形立式炉胆封头, 其最小厚度 δ 应按下式计算, 但任何情况下应不小于本节 8.2.14 计算所得的值。

$$\delta = \frac{KpR}{66} + 0.75 \quad \text{mm}$$

- 式中: p ——设计压力, MPa, 按本章 8.1.3 确定;
 R ——封头外曲率半径, mm;

$$K = \frac{\sigma_s}{[\sigma_s^T]}$$

符号 σ_s 、 σ_s^T 同本节 8.2.14 所述。

8.2.17 炉胆底环

8.2.17.1 连接炉胆底部和锅炉筒体, 并承受炉胆上全部垂向载荷的底环(见图 8.2.17.1), 其最小厚度 δ 应按下式计算:

$$\delta = \sqrt{\frac{pD(D-d)}{990}} + 0.75 \quad \text{mm}$$

- 式中: p ——设计压力, MPa, 按本章 8.1.3 确定;
 D ——炉胆筒体内径, mm;
 d ——炉胆与底环接缝处的外径, mm。

8.2.17.2 U 形底环(见图 8.2.17.2), 其最小厚度 δ 应按本节 8.2.17.1 规定所算的厚度增加 10%。

图 8.2.17.1

图 8.2.17.2

8.3.1 一般要求

8.3.1.1 通径大于 25mm 的阀、阀盖应用法兰结构连接；通径为 25mm 及以下的附件、阀盖可用螺纹连接，但应设有防松装置。

8.3.1.2 锅炉附件应用法兰连接在座板或接管上；通径小于 20mm 的附件，可用螺纹连接在座板或接管上。

8.3.1.3 锅炉阀的本体一般应用钢或相当材料制造。设计压力不大于 0.98MPa，介质温度不超过 220℃ 的锅炉，其阀体的本体除排污阀外，可用铸铁制造。

8.3.1.4 锅炉附件应装在易于接近之处以便操作和维修。

8.3.2 给水阀

8.3.2.1 每台锅炉应至少设一套给水阀；给水阀由截止阀和止回阀组成，止回阀开启度应能进行调节。截止阀应直接装设在锅炉筒体上，止回阀应尽可能与截止阀相邻。水管锅炉的给水止回阀应装有有效的传动机构，以便能在锅炉舱花铁板或其他方便的处所操作。

8.3.2.2 水管锅炉应至少有一个给水管路装有自动控制水位的给水调节器。

8.3.3 给水内管

给水内管的布置，应使给水不直接冲刷于锅炉构件的内壁表面上。

8.3.4 水位指示器

8.3.4.1 每台锅炉应至少设一个玻璃水位表和一套水位旋塞。水位表的型式一般应为平板玻璃水位表，也可为玻璃管水位表，但应装设防护设施。水位表上的旋塞在玻璃损坏时应便于安全操作。

8.3.4.2 水位表的布置应易于接近，并能清晰和正确反映锅炉水位。水位表的水位最低显示位置应与锅炉的最低水位高度一致，但对水管锅炉应位于锅炉最低工作水位以下 50mm 处。

8.3.4.3 每只水位表必须与锅炉单独连通。水位表可用内径不小于 25mm 的连接短管直接安装在锅炉上。也可装在内径不小于 40mm 的管柱上，管柱用连接短管连接于锅炉上。

8.3.4.4 水位表尚应设有吹洗装置。

8.3.4.5 水位表处应有足够的照明以便观察水位。

8.3.4.6 锅炉最低水位高出最高受热面的距离，应考虑到渔船正常横倾时，受热面仍不致露出水面。

8.3.5 安全阀

8.3.5.1 锅炉上应至少装有一个安全阀。

8.3.5.2 锅炉安全阀的直径 d 应按下式计算，但不小于 25mm。

$$d = \sqrt{\frac{DA}{n(10.2p + 1)}} \quad \text{mm}$$

式中： n —— 阀的数目；
 p —— 锅炉设计压力，MPa，按本章 8.1.3；
 D —— 锅炉最大设计蒸发量，kg/h；
 A —— 系数，按表 8.3.5.2 选取。

表 8.3.5.2 系数 A

升程	d/24	d/20	d/16	d/12	d/4
系数 A	27	23	18.5	14	6.6

按本公式计算得出的全升程安全阀直径,未包括阀的导脚等阻流面积。为此,对带有导脚或其他阻流部分的全升程安全阀,应将导脚等阻流部分面积,加进安全阀总面积后,算出安全阀直径。

任何安全阀直径应不大于 100mm,但亦应不小于 25mm。

8.3.5.3 安全阀应装有手动开启装置。

8.3.5.4 锅炉安全阀的开启压力可以大于实际允许工作压力的 5%,但不应超过锅炉设计压力。

8.3.5.5 安全阀与锅炉连接的通流面积,对全升程(升程 $\geq d/4$)安全阀,应不小于安全阀的总面积;对其他安全阀应不小于安全阀总通流面积的 1/2。安全阀排汽管的通流面积,对全升程安全阀应不小于安全阀总面积的二倍,对其他安全阀应不小于 1.1 倍。

8.3.5.6 锅炉安全阀试验:

1) 烟管锅炉在蒸汽阀关闭和炉内充分燃烧的情况下,锅炉压力在安全阀开启 15min 内的升高值不得超过锅炉设计压力的 10%;

2) 水管锅炉在上述同样情况下,锅炉压力在安全阀开启 7min 内的升高值不得超过锅炉设计压力的 10%;

3) 安全阀的启闭压力差一般应不超过开启压力的 5%或 0.1MPa,取其小者。

8.3.5.7 锅炉安全阀的构造应符合如下规定:

1) 安全阀经调整和封锁后应无可能予以变动或过载,如弹簧发生断裂时,阀盘不会跳出阀座;

2) 安全阀的排气不得直接冲刷弹簧;

3) 在安全阀的阀体上应有泄水管引至舱底,泄水管上不得装有阀或旋塞;

4) 安全阀应装有手动开启装置,手动开启装置应在炉舱或机器处所底层的安全处所操作;

5) 两只安全阀可安装在同一阀体内。

8.3.6 上下排污阀

8.3.6.1 每台锅炉应设置下排污阀。上排污阀根据需要设置。上(如设有时)下排污阀均应直接安装在炉壳上,水管锅炉的下排污阀如直接安装在锅炉上有困难时,可采用较厚的短管连接。

8.3.6.2 排污阀的通径应不小于 20mm,但也不大于 40mm。

8.3.6.3 锅炉内的上排污漏斗应安装在高出最低水位 25mm 至低于正常水位 25mm 的范围内。漏斗的数目和安装位置应将全部蒸发面上的污物排除。

8.3.7 压力表

8.3.7.1 每台锅炉应至少装有一只压力表,且应装在容易看见的位置上。

8.3.7.2 压力表上应以红线标明锅炉工作压力;压力表的读数应适用于锅炉水压试验时的压力。

8.3.8 截止阀

主、辅蒸汽截止阀均应直接安装在锅炉筒体上;蒸汽截止阀应为自闭式或止回式。

8.3.9 空气阀

在锅炉筒体或汽筒的顶部应装有空气阀或旋塞,其通径一般应为 10mm~15mm。

8.3.10 炉水取样阀或旋塞

每台锅炉上应装有炉水取样阀或旋塞,并应直接装在锅炉筒体上,不得装在水位表或管柱上。

第 4 节 受压容器

8.4.1 强度计算

8.4.1.1 受压容器的构件强度应按本章第 2 节锅炉相应构件强度进行计算,许用应力按本章 8.1.5 的规定确定。

8.4.1.2 受压容器的设计压力按本章 8.1.3 的规定确定。

8.4.1.3 工作压力经常波动的蓄能器,其构件许用应力应根据压力波动情况作适当降低。

8.4.1.4 受压容器筒体的最小厚度 t ,除应符合 8.4.1.1 的规定外,任何情况下不应小于下式计算的值:

$$t = D_0 / 1500 + 3 \quad \text{mm}$$

式中: D_0 —— 受压容器的内径, mm。

8.4.2 附件

8.4.2.1 设计压力大于 0.98MPa 或工作温度大于 220℃ 的受压容器,其阀本体应为钢质或其他认可的材料制成。

8.4.2.2 受压容器上应装有下列附件(空气瓶要求见本节 8.4.2.3):

- 1) 在受压容器的进出口处均应装有隔离阀,此阀应尽可能直接装于筒体上;
- 2) 泄放设备,包括阀和内管(如适用时);
- 3) 防止超压的安全设施;
- 4) 指示介质压力的压力表;
- 5) 指示介质工作位置的液位计(如适用时)。

8.4.2.3 空气瓶上应装有下列附件:

- 1) 本节 8.4.2.2 所述的隔离阀和压力表;
- 2) 本节 8.4.2.2 所述的泄放设备,其布置应能泄放空气瓶内最低处的残水;
- 3) 安全阀。如在空气进气管上或空气压缩机上已设有安全阀并在充气时能防止瓶内压力超过设计压力者,则空气瓶上可不装安全阀,但应装有易熔塞,其熔点约为 100℃,易熔塞在常温下的强度应承受 1.5 倍的设计压力。其尺寸应保证在失火时有效放出空气。但对于供操作遥控阀用的空气瓶上仍应装有安全阀。装于空气瓶上的安全阀,其排量应在输出阀关闭和最大供气量条件下不致使压力升高值超过设计压力的 10%。

第 5 节 座板和接管

8.5.1 座板

锅炉和受压容器上连接附件的座板应有足够的厚度,使连接附件的螺栓旋入座板时不致触及筒体,螺栓旋入深度应不小于螺栓直径。座板与筒体间应保持贴合。

8.5.2 接管

8.5.2.1 直接焊装在锅炉和受压容器上的接管,其最小厚度 δ 应不小于本章 8.2.12.1 的规定并顾及由于承受弯曲、重力和振动而增厚必要的值且应不小于:

$$\delta = 0.04D + 0.25 \quad \text{mm}$$

其中: D —— 接管外径, mm。

8.5.2.2 接管的厚度一般无需大于筒体厚度。用螺纹连接的接管,其厚度应为量至螺纹根部的厚度。

第 6 节 开孔和加强

8.6.1 人孔和检查孔的布置

8.6.1.1 锅炉和压力容器应设有人孔，或其他开孔，以便对筒体，汽、水筒等进行内部检查和清洗。

8.6.1.2 人孔盖和检查孔盖均应由钢板或锻钢制造。其最小厚度 δ 应按下式计算：

$$\delta = 0.8ab \sqrt{\frac{p}{(a^2 + b^2)[\sigma]}} + 0.75 \quad \text{mm}$$

式中： a —— 孔盖长轴长度，量自密封面中心，mm；

b —— 孔盖短轴长度，量自密封面中心，mm；

p —— 设计压力，MPa，按本章 8.1.5 确定；

$[\sigma]$ —— 许用应力，N/mm²，按本章 8.1.5 确定。

8.6.2 构件的连接

8.6.2.1 筒体如由不同厚度的壳板和管板组成时，管板和壳板的对接焊，如图 8.6.2.1 所示，应使筒体横剖面上不同厚度的板的厚度中心线形成一连续圆。厚板的焊缝边缘应削斜，削斜宽度应不小于厚度差的二倍。

8.6.2.2 扁球形或椭球形封头和筒体壳板的连接，见图 8.6.2.2 封头和筒体沿整个圆周的厚度差均相同时，则较厚的板应削斜，削斜的长度不小于厚度差值的四倍，使封头和筒体在圆周接缝处的厚度相等。厚板经削斜后，在削斜的末端和焊缝坡口之间可留有平直部分，但也可以将焊缝坡口作为削斜长度的一部分。周向焊缝处的板厚，在任何情况下，应不小于相同直径和材料的无缝筒体或焊接筒体所要求的厚度。

图 8.6.2.1

图 8.6.2.2

8.6.2.3 若半球形封头与筒体对接焊时，则筒体部分应削斜过渡至端板，并使筒体的削斜部分和焊缝成为半球形缝头的一个环段(见图 8.6.2.3)。

如半球形封头留有直边与筒体对接焊时，则直边部分的厚度应不小于无缝筒体或焊接筒体所要求的厚度。

8.6.2.4 平封头与圆筒形联箱或矩形联箱的连接，可以采用图 8.6.2.4 所示的典型方法。

图 8.6.2.4

8.6.3 圆筒体的开孔和加强

8.6.3.1 圆筒体上的任何开孔, 包括人孔、检查孔、接管或短管的开孔和胀管的管孔, 如超过以下计算之值, 应按 8.6.3.2 规定加强, 但最大孔径不得超过 200mm。

$$d = 8.1 \sqrt[3]{D_1 \delta (1 - K)} \quad \text{mm}$$

式中: δ —— 圆筒体壳板的实际厚, mm;

D_1 —— 圆筒体外径, mm;

$$K = \frac{p D_1}{1.82 [\sigma] \delta}, \text{ 但不大于 } 0.99;$$

p —— 设计压力, MPa, 按本章 8.1.3 确定;

$[\sigma]$ —— 许用应力, N/mm², 按本章 8.1.5 确定。

椭圆孔如长轴按纵向布置时, 则长轴作为开孔直径; 如短轴按纵向布置时, 则长轴和短平均直径作为开孔直径。

8.6.3.2 直径超过按本节 8.6.3.1 计算的筒体开孔的加强可参见图 8.6.3.2(1)、(2), 其中图 8.6.3.2(1)为用接管加强或加强环加强, 图 8.6.3.2(2)为用复板加强, 有效加强截面积大于或等于开孔部分截面积时, 此加强即为有效。

图 8.6.3.2

1) 有效加强截面积 A 的计算按图 8.6.3.2(1)~(2), 应分别取下列有关截面积的总和:

a) 筒体的富裕厚度 \times 有效宽度, 即:

$$A_1 = (\delta - \delta_0) B \quad \text{mm}^2$$

b) 复板厚度 \times 有效宽度, 即:

$$A_2 = \delta_2 B \quad \text{mm}^2$$

c) 接管或加强环的富裕厚度 \times 有效高度, 即:

$$A_3 = (\delta_1 - \delta_3) h_1 \quad \text{mm}^2$$

d) 接管或加强环在筒体内侧的截面积, 即:

$$A_4 = \delta_1 \times h_2 \quad \text{mm}^2$$

2) 开孔部分需加强的截面积的一半, 为:

$$d_1 / 2 \times \delta_0 \quad \text{mm}^2$$

3) 本条的 1) 和 2) 的符号说明如下:

δ —— 筒体的实际厚度, mm;

δ_0 —— 按本章 8.2.2.1 规定, 筒体强度系数 $\Phi=1$ 时所算得的厚度, mm;

δ_1 —— 接管或加强环的实际厚度, mm;

δ_2 —— 复板的厚度, mm;

δ_3 —— 按本章 8.2.12.1 规定所算得的接管厚度, mm;

d_1 —— 需加强的开孔直径, mm;

$$B = \sqrt{D_0 \delta}, \text{ 但不大于 } 0.5d, \text{ mm};$$

$$h_1 = 0.8 \sqrt{d_1 \delta_1}, \text{ mm};$$

D_0 —— 筒体内径, mm。

4) 本条 1) 中, 如接管、加强环或复板的许用应力小于筒体的许用应力时, 则加强材料的有效截面积应乘以接管、加强环或复板的许用应力与筒体壳板的许用应力的比值进行修正。

8.6.4 凸型封头

8.6.4.1 头型封头上的开孔经有效加强后, 按本章 8.2.4.1 规定计算开孔系数 $d/\sqrt{D_1\delta}$ 时, 其中的 d 应以当量开孔直径 d' 代替, 并按下式计算:

$$d' = d - \frac{A}{\delta} \quad \text{mm}$$

式中: d —— 凸形封头上的实际开孔直径, mm;

A —— 有效加强截面积, mm^2 ; 按本节 8.6.4.2 计算。

8.6.4.2 凸形封头上开孔可用接管、加强环或复板加强, 或采用加强环和复板联合加强, 见图 8.6.4.2(1)。

有效加强截面积 A 的计算, 为下列各加强截面积的总和:

1) 复板厚度 \times 有效宽度, mm^2 ; 即:

$$A_1 = 2\delta_2 B$$

2) 接管或加强环的富裕厚度 \times 有效高度, mm^2 ; 即

$$A_2 = 2(\delta_1 - \delta_3)h_1$$

3) 接管或加强环凸出于封头内侧的有效高度 \times 厚度, mm^2 ; 即

$$A_3 = 2h_2\delta_1$$

式中: B —— 有效宽度, $B = \sqrt{2R\delta}$ 或 $B = 0.5d$, mm, 取其小值;

R —— 对扁球形封头为球面部分的内径, mm。对椭球形封头为通过开孔中心的子午线在开孔中心处的内曲率半径, 可按下式计算:

$$R = \frac{[a^4 - x^2(a^2 - b^2)]^{3/2}}{a^4 b}$$

a 、 b 和 x 见图 8.6.4.2(2);

图 8.6.4.2.(1)~(2)

h_1 —— 有效高度, $h_1 = l + \delta + \delta_2$, mm;

h_2 —— 有效高度, $h_2 = l = \sqrt{d \times \delta_1}$, mm;

δ —— 凸形封头厚度, mm;

δ_1 —— 接管或加强环厚度, mm;

δ_2 —— 复板厚度, mm;

δ_3 —— 按本章 8.2.2.1 规定所要求的最小厚度, mm。

凸形封头开孔的加强材料许用应力如小于封头材料的许用应力时, 则加强材料的有效截面积应乘以加强材料的许用应力与凸形封头的许用应力的比值进行修正。

第 7 节 液压试验

8.7.1 一般规定

锅炉、锅炉部件、附件和受压容器制成或装配完毕后，应按表 8.7.1 的规定进行液压试验。

表 8.7.1 液压试验

序号	名 称	试验压力，MPa	
		制成或装配完毕	附件安装后
1	锅 炉 筒 体	1.5 <i>P</i>	1.25 <i>P</i>
2	锅炉烟管和水管	2 <i>P</i> (弯制加工后)	-
3	锅炉阀及附件	2 <i>P</i>	1.25 <i>P</i>
4	受 压 容 器	1.5 <i>P</i>	1.25 <i>P</i> 空气瓶可作工作压力下的气密试验
注: <i>P</i> 为设计压力，MPa。			

第 9 章 操舵装置和锚机

第 1 节 操舵装置

9.1.1 名词定义

- 1) 主操舵装置:系指在正常航行情况下,为驾驶船舶而使舵产生转动所必需的机械、转舵机构、舵机装置动力设备(如设有)及其附属设备,以及向舵杆施加转矩的部件(如舵扇或舵柄)。
- 2) 辅助操舵装置:系指在主操舵装置失效时,为驾驶船舶所必需的设备。这些设备不应属于主操舵装置的任何部分,但可共用舵柄、舵扇或作同样用途的部件。
- 3) 舵机装置动力设备:
 - a) 如为电动舵机,系指电动机及其辅助的电气设备;
 - b) 如为电动液压舵机,系指电动机及其辅助的电气设备以及与电动舵机相连接的泵;
 - c) 如为其他液压舵机,系指驱动机器及其相连的泵。
- 4) 操舵装置控制系统:系指将舵令由驾驶室传至舵机装置动力设备之间的一整套设备。
- 5) 最大航速:系指船舶在满载吃水的状态下的最大设计航速。
- 6) 最大后退速度:系指船舶在满载吃水状态下,以设计的最大倒车功率作后退运动时估计能达到的速度。

9.1.2 配备要求

- 9.1.2.1 每艘渔船应备有两套操舵装置,一套为主操舵装置,另一套为辅助操舵装置。主、辅助操舵装置的结构及布置应保证切换迅速方便,且当其中之一损坏时,不致使另一装置失灵。
- 9.1.2.2 如主操舵装置由两套舵机装置动力设备组成,当其中任一套损坏或不工作时,仍能满足本节 9.1.3.2 的要求,则可不设辅助操舵装置。
- 9.1.2.3 主操舵装置为人力操舵装置时,可不设辅助操舵装置,但仍应备有能直接作用于舵上的应急操舵装置。
- 9.1.2.4 当舵柄处的舵杆直径大于 120mm 或者必要时,主操舵装置应以动力操纵。当舵柄处的舵杆直径大于 230mm 或者必要时,辅助操舵装置亦应以动力操纵。且一般应设有能在 45s 内向操舵装置自动提供的应急操舵装置,此动力源的能量应至少可供连续工作 10min。此应急动力源只允许专用。对有限航区的渔船,可免设此动力源。
- 9.1.2.5 在驾驶室应设有能正确反映舵位的舵角指示器,舵机器处所内亦应装有舵角的指示设备。
- 9.1.2.6 若主操舵装置为动力操纵时,应在驾驶室设有独立于操舵装置控制系统的舵角指示器。
- 9.1.2.7 人力操舵装置的操作力不应超过 160N,其结构应保证不致对操舵手轮产生破坏性的反冲作用。
- 9.1.2.8 舵机舱应易于到达,其布置应提供到达操舵机械及控制器的方便通道和安全保护设施。

9.1.3 基本性能

- 9.1.3.1 主操舵装置应具有足够的强度,并能在渔船处于满载吃水并以最大航速时进行操纵,使舵自任一舷的 35° 转至另一舷的 35°;并且自任何一舷的 35° 转至另一舷的 30° 的时间应不超过 28s。
主操舵装置及上舵杆应设计成在最大后退速度及渔捞作业条件下不致损坏。
- 9.1.3.2 辅助操舵装置应具有足够强度和能,使渔船以 1/2 最大航速或 7kn(取其大者)航速前进时,

在不超过 60s 时间内，使舵自任何一舷的 15° 转至另一舷的 15° 。

9.1.3.3 操舵装置应有保持舵位不动的制动装置。对于液压舵机，如舵机液压油缸与管路间设有隔离阀，可免设此制动装置。

9.1.3.4 操舵装置应设有舵角限位器，其安装位置应使转舵角度比最大工作角度大 1.5° 。

动力操纵的操舵装置还应设有限位开关或类似的设备，使舵在到达舵角限位器前停止。装设的限位开关或类似的设备应与转舵机构本身同步，而不应与操舵装置的控制系統同步。

9.1.3.5 对本节 9.1.2.2 所述的主操舵装置，宜设两套独立的控制系统，且每套均能从驾驶室单独操作。但对液压操舵系统可仅设一套。

9.1.3.6 辅助操舵装置如设在舵机舱内，则驾驶室与舵机舱之间应设有通信设备。

9.1.3.7 船长不小于 75m 时主操舵装置应在驾驶室及舵机器处所内均设控制系统，且当驾驶室的控制系統失效时，不应影响舵机器处所控制系統的功能。

9.1.3.8 电源及线路敷设：

1) 由一台或几台动力设备组成的每一电动或电动液压操舵装置，至少应由主配电板设两路独立馈电线直接供电。但其中的一路可以由应急配电板供电。符合本节要求的电动或电动液压主操舵装置中的每一动力设备应由主配电板设一路独立馈电线直接供电，上述馈电线中的一路可以由应急配电板供电。与电动或电动液压主操舵装置联用的电动或电动液压辅助操舵装置，可与供电给此主操舵装置电力的电路之一连接。电动或电动液压操舵装置的供电电路应有足够的容量，使之能同时向与它连接且可能需要同时工作的所有电动机供电。

2) 按本节 9.1.2.4 要求为动力操作的辅助操舵装置，如果它不是电动的或由主要用于其他用途的电动机来驱动的，则主操舵装置可由主配电板以一路馈电线路供电。

3) 在驾驶室操纵的每一个主操舵装置及辅助操舵装置的电控制系统，应由位于舵机室内某处且与相应的操舵装置动力线路联用的独立线路供电。此控制系统也可直接由主配电板或应急配电板设独立线路供电，该独立线路应邻近于相应的操舵装置动力线路，并与它位于同一汇流排区段内。

4) 本节所要求的电力线路和操舵装置控制系统及其附件、电缆和管子应在它们的整个长度范围内尽可能地远离。船长小于 45m 时，可以放宽要求。

9.1.4 监测和报警

9.1.4.1 操舵装置发生故障，应在驾驶室内进行报警，并应符合本篇第 12 章的有关规定。操舵装置的报警和监测要求，应按表 9.1.4.1 的规定。

表 9.1.4.1 报警要求

	项 目	报警	附 注
1	操舵装置动力设备的动力	失效	—
2	舵机电路及电动机	断相及过载	每一电动机工作时，均应于驾驶台和机舱主控制站进行运行指示
3	操舵装置控制系统动力	失效	—
4	操舵装置液压油柜油位	低	每一油柜均应进行监测，船长小于 45m 时可免设
5	舵角位置		按本节 9.1.2.5 进行指示
6	自动舵装置	失效	进行运行指示
7	液压油温度	高	在油冷却器安装处
8	液压油滤油器压力差	高	当滤油器安装时

9.1.4.2 本节 9.1.3.8 中 1)涉及的电路及电动机应设置短路保护和过载报警装置，如设有包括起动电流

在内的过电流保护，则应不小于所保护电路或电动机满载电流的两倍，并应配置能够允许适当的起动电流通过。当采用三相供电时，则应设置能指示任一相断开的报警装置。本条所要求的警报须为声、光警报，并应位于主机处或正常控制主机的控制室内的明显位置上，在驾驶室内也应设置声、光警报。

9.1.4.3 能够从驾驶室进行操纵的主操舵装置和辅助操舵装置，当其控制系统的电源供应发生故障，或者当这些操舵装置中任何一台操舵装置的动力设备发生动力故障时，均应在驾驶室内发出声、光警报。

9.1.4.4 可在驾驶室内操作的任何主操舵装置和辅助操舵装置，其控制系统的电源线路只应设短路保护。

9.1.4.5 对船长小于 45m 的渔船，其短路保护和电源故障报警可仅满足本节 9.1.4.2 的要求。

9.1.5 材料和试验

9.1.5.1 操舵装置的部件一般应以钢或其他经验船部门同意的韧性材料制成，通常此材料的延伸率应不小于 12%，抗拉强度则应不超过 650N/mm²，并按第七篇的有关规定进行试验。

9.1.5.2 本节 9.1.3.1 和 9.1.3.2 规定的操舵装置的性能要求应在 Z 字形航行试验中予以验证。

9.1.6 结构和设计

9.1.6.1 承受内压力的部件、管路以及蓄能器等，强度计算时所取的应力应不小于本节 9.1.3.1 所指的操作情况下可能出现的最大工作压力的 1.25 倍。必要时，还应计及动载负荷所引起的脉冲压力。

9.1.6.2 操舵装置所有承受内压力的部件，应按照本篇第 8 章受压容器的有关规定进行设计。

9.1.6.3 按本节 9.1.5.2 规定进行设计的承压部件，其许用应力应不超过下列两式的较小值：

$$\frac{\sigma_b}{A} \quad \text{或} \quad \frac{\sigma_s}{B}$$

式中： σ_b ——材料在常温下的抗拉强度，N/mm²；

σ_s ——材料在常温下的屈服点或规定非比例伸长应力，N/mm²；

A、B 为安全系数，按表 9.1.6.3 查取。

表 9.1.6.3 安全系数 A、B 值

安全系数	低碳钢	铸铁	球墨铸铁
A	3.5	4	5
B	1.8	2	3

9.1.6.4 在液压系统中由于动力源或外力作用能产生压力的任何可隔断部分均应设置安全阀。此安全阀应满足下列规定：

- 1) 安全阀开启压力应不小于 1.25 倍最大工作压力，并应不大于设计压力；
- 2) 安全阀的排量，应不小于所有液压泵总排量的 110%。在此情况下，压力的升高应不超过开启压力的 10%，且应计及在预定外界环境温度下液压油的粘度影响。

9.1.6.5 操舵装置的所有部件和舵杆应具有足够的强度和可靠的结构。对任何不是双套配置的重要部件的适用性应特别考虑。

9.1.6.6 液压动力操舵装置应满足下述要求：

- 1) 应设有净化液压油的有效滤清设备；
- 2) 液压系统的循环油箱宜设低油位声光报警；
- 3) 储油箱应以管路固定连接，使液压系统能在舵机舱便于充液，并应设有液位计；
- 4) 活动件间的油密封装置应双道设置，当一道油封失效时不致使执行器失去作用；

5) 应设有放气装置。

9.1.7 液压管路

9.1.7.1 操舵装置液压管路应安装成易于到达和具有充分的保护, 以避免外部机械损伤或锈蚀。

9.1.7.2 操舵装置的液压管路尚应符合本篇第 2 章第 5 节及第 4 章第 7 节的有关规定。

9.1.7.3 操舵装置的液压管路与船壳间应保持足够距离, 且不应经过鱼舱。如布置有困难, 一定要通过鱼舱时, 应征得验船部门的同意并应采取必要的措施。

9.1.7.4 不允许与其他液压系统相连接。

第 2 节 锚 机

9.2.1 名词定义

本节中涉及的名词定义如下:

- 1) 额定拉力系指在锚链轮出链处或锚索滚筒出索处测得的拉力。
- 2) 过载拉力系指锚机必需的短时过载能力。
- 3) 平均速度系指开始时有 2 节锚链处于水中并在自由悬挂的状态下, 回收 1 节锚链时的速度。

9.2.2 一般要求

9.2.2.1 船长不小于 45m 或者锚质量超过 450kg 时, 其锚机应由独立的原动机或电动机驱动。对于液压锚机, 可允许其油泵由主机通过离合器带动。若主机带动的油泵系供锚机与绞机共用, 则在其管路分道处应设有操纵简易且能正确控制流量的分流阀, 其管路的连接及布置, 应保证锚机的正常工作不受影响。

9.2.2.2 动力锚机应能倒转。对于液压锚机, 其液压管路如与其他液压系统相连接时应保证锚机的倒转不受影响。

9.2.2.3 锚质量不超过 250kg 时, 如手动锚机能适合使用要求时, 可允许配置手动锚机。手动锚机应有防止手柄打伤人的措施。

9.2.2.4 液压锚机的管系应符合本篇第 2 章第 5 节和第 4 章第 7 节的有关规定。

9.2.3 锚机的工作能力

9.2.3.1 锚机应具有足够的功率, 且应有连续工作 30min 的能力, 其额定拉力和过载拉力应符合下列要求:

1) 在满足本节 9.2.3.2 规定的平均速度时, 优质钢有档锚链的额定拉力一般应不小于 $42.5d^2$ N。普通钢有档锚链的额定拉力一般应不小于 $37.5d^2$ N(d 为锚链直径, mm); 对采用无档锚链的渔船可适当降低;

2) 锚机应在过载拉力作用下(不要求速度)连续工作 2min, 过载拉力应不小于额定拉力的 1.5 倍。

9.2.3.2 锚机进行起锚试验时, 试验水域的深度应大于 55m, 从 55m 水深到 27.5m 水深起单锚的平均速度应不小于 9m/min。当试验水域深度不能满足时, 可采取其他等效办法进行试验, 但应经验船部门同意。

9.2.4 保护及制动装置

9.2.4.1 锚机的链轮或卷索滚筒与传动轴之间应装有离合器。离合器应设有可靠的锁紧装置。

9.2.4.2 采用锚链的锚机必须装设有效的止链器及起锚时的自锁装置。钢索锚机应设有可离合的棘轮

装置,且在锚机以外的船首区域应设有掣索器或固定套环,以保证锚泊时的拉力不直接作用于锚机上。止链器或掣索器应承受相当于锚链或锚索的试验负荷,且其应力应不大于材料最低屈服点的 90%。

9.2.4.3 锚机的链轮或卷索滚筒应装有可靠的制动器,制动器刹紧后,应承受锚链或钢索断裂负荷 45% 的静拉力。

9.2.4.4 对卷索滚筒应设有保证卷索均匀性的排索装置。

9.2.5 深水抛锚装置

9.2.5.1 对经常作业于水深超过 100m 的渔船,一般应设置深水抛锚装置,该装置可用钢索代替锚链。

9.2.5.2 深水抛锚装置一般应在掣索器之前设置缓冲装置,并尽可能设有吹干锚索及涂油的设备。

9.2.5.3 深水锚机的起锚速度,通常于破土后应不小于 30m/min。

9.2.5.4 深水抛锚装置的船首滑轮应具有足够的轮径,通常轮径应不小于锚索直径的 13 倍。

船首滑轮的结构应使锚索不受损伤。

9.2.5.5 深水锚机的卷索滚筒应设有排索装置,并尽可能设有使钢索保持均匀张力的装置。如果卷索滚筒的结构能确保钢索顺序排列,经验船部门同意可以免设排索装置。

9.2.5.6 深水抛锚装置应按工程悬链线的锚索特性进行设计,并按下式计算在最大允许拉力下,应抛出的锚索长度与水深的关系:

$$s = \sqrt{\frac{2TY}{w} - Y^2} \quad \text{m}$$

式中: s —— 应抛出的锚索长度, m;

T —— 锚索的最大许用拉力, N, 由受力与安全系数决定;

w —— 单位长度锚索在水中的重力, N/m;

Y —— 水深, m。

第 10 章 渔捞机械

第 1 节 通 则

10.1.1 适用范围

本章规定适用于渔捞机械的设计、制造、安装和试验。其液压传动及机械系统应符合本篇有关章节的要求；其电力传动及控制系统应符合本规范第三篇的要求。

10.1.2 设计与布置

10.1.2.1 渔捞机械的设计与布置，应便于操作和维修。

10.1.2.2 渔捞机械操纵控制台的布置应使操作者清楚地看到甲板上起、放网操作情况和联络信号。

10.1.2.3 当渔捞机械的控制台远离该渔捞机械时，在机旁仍应设有操作装置，且两者之间应有安全连锁。在遥控台处还应设有必需的仪表显示。

10.1.2.4 渔捞机械的底座必须具有足够的强度和刚度，并与船体结构牢固连接。

10.1.2.5 当由主机轴带绞机液压油泵时，应设置离合器和弹性联轴器，离合器传动扭距的裕度系数应不小于 1.5。

10.1.3 防护和过载安全保护

10.1.3.1 渔捞机械的运动部件如可能对人员造成意外伤害，应妥加防护。

10.1.3.2 当作业平台高度超过 1.5m 时，应设高度不小于 1m 的栏杆。

10.1.3.3 渔捞机械应设超负荷保护装置，例如滑差离合器，溢流阀、安全阀等，以限制驱动的最大扭矩，其结构与位置应便于检查及维修。

10.1.4 倒转和变速

渔捞机械一般应具有换向和变速的性能。

第 2 节 绞 机

10.2.1 定义

本节的绞机系指起放网具的动力机械。如绞纲机、卷网机等。

10.2.2 材料

10.2.2.1 动力传递系统中起重要作用的零部件，应采用符合本规范第七篇规定的钢、铸铁或球墨铸铁制造。

10.2.2.2 高压软管组件如符合本篇第 2 章的有关规定，可用作短管连接。

10.2.3 设计

10.2.3.1 通常，绞机应由独立于其他甲板机械的动力驱动。只要不相互干扰，液压系统的管路可连接到除操舵装置以外的其他液压系统。

10.2.3.2 液压绞机的溢流阀，其调整压力不得超过液压系统的最高工作压力。

10.2.3.3 动力装置的额定功率必须满足额定负荷和其相应卷扬速度的需要。动力装置能发出的最大扭矩, 通常应不小于额定扭矩的 1.5 倍。

10.2.3.4 设计负荷传递零件时, 应基于上述最大扭矩。

10.2.3.5 计算滚筒轴时, 应计入卷索滚筒制动器能承受的负荷。

10.2.3.6 液压绞机的液压系统应具有严格的液压油净化装置, 油泵吸入口的过滤器应设置磁性装置。

10.2.3.7 液压马达必须具有自锁作用。

10.2.3.8 应设有防止渔具在过高速度下进入终点的设施, 但该设施应不致使动力装置被切断。

10.2.3.9 施加于零件的计算应力必须小于所用材料屈服点的 40%, 且不大于材料破断强度的 23%。

10.2.4 控制

10.2.4.1 双卷索滚筒的绞机应各有其独立的控制。

10.2.4.2 操纵手轮或手柄的动作方向应是: 当起纲时沿顺时针或向前方向动作, 放纲时则相反。操纵手轮或手柄应备有防止自行移位的止动装置。

10.2.4.3 当设有遥控时, 应能同时操纵各卷索滚筒, 并使其能同步运转, 且遥控与机侧控制之间应具有联锁。

10.2.5 离合器和制动器

10.2.5.1 绞机与其传动轴之间, 应设置便于操作的离合器。

10.2.5.2 绞机的卷索滚筒制动器应具有当放纲时或起吊最大负荷时, 能安全制动的能力, 且其裕度系数应不小于 1.5。

10.2.5.3 动力装置的制动器必须能以防止当动力装置发生故障时钢索自行脱出。必要时, 应设自动应急停止装置。

10.2.5.4 机械传动的绞机, 其制动器与离合器之间应尽可能设有联锁装置。

10.2.5.5 若设有自动制动器时, 则应设有手动释放装置。

10.2.6 卷索滚筒

10.2.6.1 滚筒直径应不小于所卷钢索直径的 14 倍。

10.2.6.2 滚筒两端缘板的直径应至少大于最外层钢索包覆圆直径加上钢索直径两倍的量。如无排索装置时, 应再适当加大。

10.2.6.3 应设有防止全部钢索由卷索滚筒放完的措施。

10.2.7 排索装置

10.2.7.1 对绞机的卷索滚筒应设有保证卷索均匀的自动排索装置。排索装置应设有手动调节机构, 人力卷索滚筒可免设。

10.2.7.2 排索装置与传动机构间应设有离合器。

10.2.8 摩擦轮轂

10.2.8.1 凡动力驱动的用于绞拉绳索的摩擦轮轂, 应具有足够的强度和刚性。

10.2.8.2 摩擦轮轂的工作表面应光滑, 且其表面应具有足够的硬度, 以防止被钢索磨成沟槽。

10.2.8.3 摩擦轮轂的工作表面外形应使绳索在绞拉时不易滑出轮轂。

10.2.8.4 在摩擦轮轂入绳索的方向应尽可能设有防止因绳索进入轮轂而引起绳索重叠, 危害操作人员的安全设施。

10.2.8.5 摩擦轮轂应具有一定的冷却设施。

第 3 节 输送装置

10.3.1 一般要求

当一条输送线由数台输送带组成时,应每隔不大于 10m 的间距设有能停止所有输送带运转的应急开关。当输送线的长度大于 15m 时,应设有起动时的声光报警装置。

第 4 节 试 验

10.4.1 一般要求

10.4.1.1 动力装置应在出厂前进行台架试验。重载试验应至少按 125% 标定负荷在额定转速下进行试验 3 分钟。试验结果应载入出厂证明书中。

10.4.1.2 渔捞机械装船后,应按本篇第 1 章的有关规定进行试验。

第 11 章 推进装置的遥控系统

第 1 节 通 则

11.1.1 适用范围

本章规定适用于设有推进装置遥控系统但机器处所有人值班的渔船。船长小于 30m 时, 可视具体情况适当放宽要求, 但应取得验船部门的同意。

11.1.2 名词定义

本章及第 12 章涉及的名词定义如下:

- 1) 遥控: 系指操作人员从一定距离外对设备进行操作的控制形式。在控制与被控制设备之间须具有互相联系的设施。
- 2) 自控: 系指不需要操作人员对末级控制设备直接进行操作的控制形式。
- 3) 集中控制: 系指控制系统的全部操作由一个中央控制台进行控制。
- 4) 就地控制: 系指操作被控制设备, 是在设备本身或近旁的机构进行。
- 5) 手动控制: 系指操作人员对末级控制设备直接进行操作。
- 6) 控制台: 系指操作人员用来确定控制整定值, 并发出控制指令信号的组合体。控制台上应设有适当的信号系统, 以判明控制系统是否按要求进行工作。
- 7) 控制站: 系指对推进装置及其他机电设备进行控制和监测的处所或部位。
- 8) 监测: 系指对被控制设备和系统的实际运行情况进行监测, 并指示必要的参数。
- 9) 越控: 系指撤销控制系统中某一工作程序或某一安全功能, 使机、电设备在短时间内强制继续运行, 以保证船舶安全的特许控制措施。
- 10) 故障安全: 系指控制系统中一个元件或一个系统发生故障或误动作时, 其输出功能自动处于预订的安全状态。故障安全不仅应考虑系统及与之有关的机械, 而且应考虑整个装置乃至船舶的安全。

11.1.3 自动控制装置

具有一定自动化程度的遥控系统, 其自动控制装置, 应满足本篇第 12 章的有关要求。

11.1.4 试验

遥控系统装船完毕后, 应按验船部门认可的试验大纲进行系泊和航行试验。

第 2 节 结构和设计

11.2.1 控制站

11.2.1.1 由驾驶室或机器处所集控室对推进装置进行遥控的渔船, 仍应设有机器处所的就地控制站。就地控制站应位于机电设备近旁, 便于对设备进行直接的手动操作的地点。

11.2.1.2 通常, 相对于驾驶室控制站, 机器处所的就地控制站应作为主控制站。但对于船长小于 45m 的渔船, 若驾驶室的监测、报警和控制设备足够时, 经验船部门同意, 机器处所的就地控制站可仅作为应急控制站。此时, 驾驶室控制站作为主控制站, 机器处所内的检测仪表可减少到仅为监测最主要参数所必需的数量。当设有机器处所集控室时, 只要满足本章第 4 节的要求即可作为主控制站。

11.2.1.3 当机器处所的就地控制站仅作为应急控制站时, 机器处所内应设有遥控系统的应急脱扣装

置,该装置平时必须锁定。

11.2.1.4 驾驶室或集控室与机器处所的就地控制站应设有联锁装置,使对推进装置的控制在同一时间内只能在一个控制站进行。在各控制站应设有指示器,以显示正由何站进行控制。

11.2.1.5 控制站之间的转换应只能在主控制站进行。但驾驶室与其它非主控制间的转换可在驾驶室实施。控制转换一般应在取得对方应答后方可进行。

11.2.1.6 控制站内监控设备、信号显示位置、操作手柄、开关、按钮等的布置应考虑操作、监测、维护的便利以及保护人员的安全。

11.2.1.7 遥控控制站的设计、设备和安装,应使推进装置的运转与就地控制同样安全可靠。

11.2.1.8 推进装置遥控系统的设计,应考虑到值班驾驶人员不熟悉掌握机器性能的情况。为此,应设有机器按正确顺序和时间运行的控制程序,以保证渔船安全运行。

11.2.2 性能要求

11.2.2.1 遥控系统一般应按故障安全的原则设计。

11.2.2.2 遥控系统应具有良好的控制品质和精度,使推进装置在其全部运转工况范围内具有满意的动态特性。

11.2.2.3 遥控系统必须对速度、推力方向实现全面控制,对采用可调螺距螺旋桨的装置,应在所有航行和作业条件下,对螺旋桨的螺距进行控制。必要时,遥控系统应设有防止推进装置超负荷的装置。

11.2.2.4 遥控系统及其操作设备的设计,应尽可能使该系统失灵时能发出报警,且预置的速度和推力方向保持不变,直到就地控制为止。

11.2.2.5 推进装置于紧急停车或自动停车后,必须使控制手柄通过停车位置后才能再起动。

11.2.2.6 实施越控时,通常应予以指示。越控按钮的布置应防止误触动。

11.2.2.7 采用钢索或链索等机构执行遥控传动时,必须备有补偿游隙和无效行程的裕量以保证设备到位,并在机构的连接处设有可靠的防松装置以防错位。

第 3 节 驾驶室遥控

11.3.1 一般要求

11.3.1.1 驾驶室控制站通常应对推进装置的调速、换向、换排、离合、速比切换、停车进行控制;并包括必要的联锁以防机械损伤,当遥控系统出故障时,应保证就地控制站进行上述操作。如设有遥控起动系统时,应设起动空气低压报警装置,且在此设定的压力下,应仍能起动主机。此外,还应对侧推装置(如设有)进行有效的控制。

11.3.1.2 遥控系统对每一独立螺旋桨,通常采用单手柄控制。船长小于 30m 仅有一台主机的渔船,可允许采用双手柄控制,其布置应为:调速手柄在右侧,换向手柄在左侧。控制渔船运动的手柄,其操作方向应与预期的船舶的运动方向一致。

11.3.1.3 控制手柄的中央位置一般应具有除视觉外的触觉辨识。

11.3.1.4 仅供调速用的手柄可涂红色标志。

11.3.1.5 遥控系统设置越控时,应尽可能符合本篇第 12 章对安全系统的有效规定。

11.3.1.6 驾驶室遥控控制站的布置,应便于操作、监视和维护。操作开关、仪表、指示器和可见报警信号等应具有合适的照明,但不妨碍夜间航行。

11.3.2 装备

驾驶室通常应设有下列装备:

- 1) 独立于正常遥控系统的紧急停车装置或使轴系紧急脱排的装置(应采取措施确保该装置不致被误触动);
- 2) 显示螺旋桨轴旋转方向的指示器; 或对可调螺距桨, 显示其桨叶螺距角的指示器;
- 3) 显示离合器是处于结排或脱排位置的指示器;
- 4) 下述故障声光预报警装置:
 - a) 主机滑油低压报警(宜有“偏低”和“过低”两种报警);
 - b) 齿轮箱滑油低压报警;
 - c) 冷却水高温报警;
 - d) 可调螺距桨液压油低压报警(如设有);
 - e) 控制动力失效报警(如设有);
 - f) 起动空气低压报警(如遥控起动);
 - h) 侧推装置(如设有)的超负荷报警和显示系统运行的指示灯。
- 5) 显示正由何控制站进行控制的指示器;
- 6) 显示下述参数的仪表:
 - a) 滑油压力;
 - b) 滑油温度;
 - c) 冷却水温度;
 - d) 冷却水压力;
 - e) 齿轮箱滑油压力;
 - f) 可调螺距螺旋桨(如设有)的液压油压力;
 - h) 控制空气压力(如设有);
 - i) 主机转速表(如存在转速禁区, 应予以标明)。

第 4 节 机器处所集控室(站)遥控

11.4.1 一般要求

11.4.1.1 机器处所集控室应实施本章第 3 节规定的对推进装置的控制功能和控制转换。

11.4.1.2 机器处所集控室(站)一般应设在机器处所内; 否则应经验船部门同意。

11.4.1.3 机器处所集控室(站)应尽可能设在振动较小和视野较广的部位。

11.4.1.4 机器处所集控室(站)应具有隔音性能, 窗玻璃应采用防碎型, 并尽可能设有两个相互远离的出入口, 其中之一应接近机器处所的脱险通道。

11.4.1.5 当推进装置的遥控采用由机器处所集控室专门执行时, 该机器处所集控室亦应符合本章第 3 节所规定的控制和装备要求。但根据集控室所在的位置、对推进装置的能见度、航区和渔船尺度的大小, 经验船部门同意, 可适当降低其部分要求。

11.4.1.6 如机器处所集控室(站)的机械连接机构直接对主机及其他机电设备进行遥控时, 可允许免设其就近控制站。

11.4.1.7 推进装置正常运行时, 集控室应连续有人值班并兼管就地控制站。

11.4.1.8 船长小于 45m 时, 经验船部门特殊审查后, 可允许在机器处所近处能见度较高的部位设置不属于集控室(站)性质的“值班室”作为改善就地控制噪音的措施, 但不得有碍对报警的察觉。

第 12 章 轮机自动化

第 1 节 通 则

12.1.1 一般要求

12.1.1.1 轮机自动化控制适用于下列不同方式:

- 1) 驾驶室和机器处所集中控制室遥控, 机器处所集中控制室有人值班;
- 2) 定期无人值班机器处所(驾驶室遥控)。

12.1.1.2 自动化系统包括控制系统、安全系统和报警系统(包括显示)。

12.1.1.3 轮机自动化控制系统所涉及的机、电设备应包括:

- 1) 推进装置及为其服务的重要辅助机械;
- 2) 电站;
- 3) 辅助锅炉;
- 4) 其他机械装置和系统;
- 5) 防火、探火和灭火系统。

12.1.1.4 驾驶室的遥控项目, 均应在机器处所集中控制室中全部能执行。

12.1.1.5 轮机自动化控制系统的安全性能应与有人直接管理机电设备的渔船相同, 即当自动化系统失效时, 能保证在机旁对机电设备进行有效的人工操作。

12.1.1.6 自动化控制系统的所有元件必须长期稳定地正常工作, 并具有正确的特性和精度。

12.1.2 环境条件

12.1.2.1 用于轮机自控系统的电气和电子元件和设备应适合渔船航行和作业的环境条件, 如耐振动、盐雾、油雾和霉菌等。

12.1.2.2 遥控和自控系统中的电气设备应符合第三篇对环境条件的有关规定。

12.1.2.3 遥控和自控系统中的电子设备应在下列环境条件下正常工作:

1) 温度范围:

- a) 机器处所及其集中控制站: $+5^{\circ}\text{C} \sim +55^{\circ}\text{C}$;
- b) 驾驶室及其他舱室: $0^{\circ}\text{C} \sim +55^{\circ}\text{C}$;
- c) 安装在有发热部件的箱柜内, 一般在 $+70^{\circ}\text{C}$ 时不致失效;
- d) 安装在可能出现低温的处所, 应在 -25°C 时正常工作。

2) 振动:

通常, 振动频率为 $(2 \sim 13.2)\text{Hz}$ 时, 位移幅值为 $\pm 1\text{mm}$; 频率为 $(13.2 \sim 100.0)\text{Hz}$ 时, 加速度幅值为 $\pm 6.86\text{m/s}^2$ 。

用于柴油机、压缩机上和舵机器处所内, 振动频率为 $(2 \sim 25)\text{Hz}$ 时, 位移幅值为 $\pm 1.6\text{mm}$; 振动频率为 $(25.0 \sim 100.0)\text{Hz}$ 时, 加速度幅值为 $\pm 39.2\text{m/s}^2$ 。

如果安装在振动频率超过上述范围的部位时, 应采取阻尼措施。

3) 倾斜及摇摆

各方向 22.5° (周期 10s)。

4) 垂直方向线性加速度:

$\pm 9.8\text{m/s}^2$ 。

5) 湿度:

- a) 温度不大于 40°C 时, 相对湿度为 $95\% \pm 3\%$;
- b) 温度大于 40°C 时, 相对湿度为 $70\% \pm 3\%$ 。

12.1.3 工作条件

12.1.3.1 遥控和自动控制系统中的设备应在下列电压和频率变化范围内正常工作:

- 1) 稳态电压变化为额定值的 $\pm 6\%$ 和稳态频率变化为额定值的 $\pm 5\%$; 瞬态电压变化为额定值的 $\pm 20\%$, 恢复时间为 1.5s 和瞬态频率变化为额定值的 $\pm 10\%$, 恢复时间为 5s 。
- 2) 蓄电池供电电压变化为额定值的 $+30\%$ 及 -25% 。

12.1.3.2 气动和液压控制设备应在动力源压力变化为额定值的 $\pm 20\%$ 范围内正常工作, 在额定压力值的 1.5 倍时不损坏。

12.1.4 试验

12.1.4.1 自动化系统应连同被监控的机电设备一起进行系泊和航行试验, 以查明自动化装置是否正确安装以及整个系统能否满意地工作。

12.1.4.2 自动化系统连同被监控的机电设备应按照经验船部门认可的试验大纲进行试验。

第 2 节 控制系统

12.2.1 一般要求

12.2.1.1 控制系统包括自动控制和遥控系统。

12.2.1.2 控制系统应稳定工作。机电设备不应受到有害的机械负荷和热负荷的影响, 并具有必要的控制精度。

12.2.1.3 控制系统应按故障安全原则设计, 故障安全不仅应考虑控制系统和与之有关的机电设备, 还应考虑整个轮机装置以及全船的安全。

12.2.1.4 控制设备的设计应使设备出现的个别故障对控制过程产生的危险性降到最低程度, 且不致使备用的自动和(或)手动控制失效。

12.2.1.5 对安全操纵渔船所必需的所有机电设备, 当其自控或遥控系统发生故障(包括动力源中断)时, 应:

- 1) 发出报警信号;
- 2) 及时更换损坏的元件或部件以恢复正常的控制功能; 和 / 或
- 3) 转换到就地手动控制, 且转换控制时应不致引起机电设备运行状态的严重变化。

12.2.2 控制系统的独立性

12.2.2.1 控制系统应尽可能独立于安全系统和报警系统。当其他系统发生故障, 应不致影响控制系统的正常工作。如有措施能保证有效的监测, 可允许局部切换。

12.2.2.2 推进装置、电站和锅炉的控制系统应各自独立。每一独立推进装置的控制系统应独立设置。双机单桨的推进装置, 当并车齿轮箱的两只传动离合器均挂排后, 应转移到统一的控制系统, 包括负荷分配平衡系统和速度调置跟踪系统等。

12.2.3 控制系统的检查

控制系统的功能应进行检查。如控制设备的灵敏度和极限值等可以调节,则整定的数值应易于检查并予以锁定。

12.2.4 控制系统的动力源

12.2.4.1 当控制系统供电中断时,应发出报警。具备电站自动化的自动控制系统,应于主电源失电时还能自动转换到独立的备用蓄电池组并予以指示。

12.2.4.2 控制系统的液压动力源及管系应符合本篇第2章和第4章的有关规定。当压力低于规定值时备用液压泵应自动启动和投入工作;当压力低于正常工作所需值时,应发出报警。

12.2.4.3 气动控制系统应符合下列规定:

- 1) 由专用空气压缩机供气时,应设有一台备用机;
- 2) 供气系统中应设有安全阀,其开启压力应为工作压力的1.1倍;
- 3) 应有措施以使空气保持净化和干燥,并不含油份;
- 4) 由专用空气瓶或主机起动空气瓶供气。

第3节 安全系统

12.3.1 故障分类

当发生危及主机以及其他重要机电设备的不同程度的故障时,安全系统应使发生故障的机电设备按下列三种类型,自动或手动产生保护性动作:

- 1) I类:立即停止运行,而且非经人工复位,该设备不允许再自动投入运行;
- 2) II类:暂时调节到可以维持运行的状态,如降功率或降转速运行等;
- 3) III类:不需采取相应于I或II类的措施。一般退出运行,并启动和投入备用设备。

12.3.2 故障安全、可检性和动力源

12.3.2.1 安全系统应按故障安全原则设计应符合本章12.2.1的规定。

12.3.2.2 安全系统的可检性应符合本章12.2.3的规定。

12.3.2.3 安全系统的动力源应符合本章12.2.4的规定。

12.3.3 安全系统的独立性

12.3.3.1 本节12.3.1条中I类性质的安全系统应独立于控制系统和报警系统。

12.3.3.2 本节12.3.1条中II、III类性质的安全系统应尽实际可能独立于其他系统。

12.3.4 越控

12.3.4.1 本节12.3.1条中I类安全保护动作一般不应设置越控。但对推进装置的紧急停车可作特殊考虑。

12.3.4.2 实施越控时,在有关控制站应有灯光显示。越控结束后,安全系统应自动恢复功能。

12.3.5 特殊性能

12.3.5.1 安全系统应设计成一旦发生不必要的干扰触发的停车时,安全和报警系统不致起作用。

12.3.5.2 当由于单一故障而引起两个或更多安全反应时,则各安全反应按下列顺序动作:

- 1) 备用功能投入运行和发出转换的指示报警;
- 2) 报警信号应由报警设备触发,该设备应按本节12.3.1条中故障分类次序而顺序动作,并应触发紧急停止的动作或降功率的措施或向安全系统传递采取降功率措施的指令。

12.3.5.3 推进装置的安全系统,通常应按开路原理工作。锅炉和燃烧器的安全系统,通常应按闭路原理工作。关于辅助机械,则应根据机械的设计情况而采取能充分保障安全的工作原理。

第 4 节 报警系统(包括显示)

12.4.1 一般要求

12.4.1.1 对被监控的机电设备和监控系统本身的所有故障应在有关的控制站发出报警信号。

12.4.1.2 所有报警应同时发出视觉和声响报警信号。视觉信号应清晰可见。报警色光对本章第 3 节 12.3.1 中的 I、II 类故障取红色,对 III 类故障取黄色。声响信号应有足够的响度,并应与火警、电话及其他声响信号有明显的区别。报警信号可根据其优先次序集中分类布置。

12.4.1.3 报警系统应对同时发生的所有故障发出报警信号,且应不致互相妨碍,包括其应答器在内。

12.4.1.4 对报警信号应答后,可消除声信号并改变视觉信号(如闪光转为平光等),但机器处所声报警信号的消除按钮只允许设在机器处所或集控室内,同时视觉信号应一直保留到故障消除为止。故障消除后,该报警通道应自动恢复到正常工作状态。

12.4.2 报警系统的检测与自检

12.4.2.1 报警系统应尽可能具有自检功能,对自身的故障自动进行检测和报警以防有警不报或误报警。

12.4.2.2 报警系统中,如具有与控制、安全系统公用的设备,必须具有自检功能。

12.4.2.3 对报警系统的检测,应在被监测机电设备运行时进行。

12.4.2.4 报警系统应对某些过程中无意义的信号进行闭锁。当闭锁由人工实施时,应予以指示。

12.4.3 显示

可采用仪表、显示器等进行参数显示。参数可以单独显示,也可以选择显示;可以用数字显示,也可以用图象显示。显示应清晰明了。指示灯信号的光色一般用绿色或白色。

12.4.4 报警系统的供电

当主电源失电时,应自动转换到独立的备用蓄电池组,并发出报警。

第 5 节 驾驶室和机器处所集中控制室遥控, 机器处所集中控制室有人值班的自动化要求

12.5.1 一般要求

12.5.1.1 采用本方式进行具有一定自动化程度遥控的渔船,应设置驾驶室控制站(室)、机器处所集控站(室)和就地控制站。机电设备正常运行时,机器处所集控站(室)连续有人值班。通常,对控制站的转换应在机器处所集控站(室)进行。

12.5.1.2 驾驶室控制站的功能应对推进装置和侧推装置(如设有)的推进方向和速度以及其他有关装置(如设有时)实施有效的监控。必要时,该控制站的功能应在任何时候被转移到机器处所集控站(室)和就地控制站,但对操舵装置的监控除外。

12.5.1.3 机器处所集控站(室)应实施 12.5.1.2 所规定装置的监控功能和控制转换。此外,还应尽可能对其余自动化机电设备实施监控。这种监控应与有人在机器处所对机电设备直接管理同样有效。

12.5.1.4 船长小于 45m 的渔船,如能采用等效措施,由驾驶室控制站和就地控制站承担机器处所集控站的监控功能,经验船部门同意,可免设机器处所集控站。

12.5.1.5 驾驶室控制站和机器处所集控站均应设置独立于自动化系统的主机紧急停车或紧急脱排按钮,以及锅炉紧急停油按钮,其布置应防止被误触动。

12.5.1.6 就地控制站应设有措施,以当自动化系统失效时,能保证在机旁对机电设备进行有效的人工操作。

12.5.2 推进装置的控制

12.5.2.1 主机的遥控应设有联锁装置,包括起动与转车机构啮合或轴系制动器(如设有)制动和滑油压力低等的安全联锁。对于能换向的主机还应增设起动和换向间的安全联锁,以防止在可能造成机械设备损害的情况下起动主机。

12.5.2.2 主机设有自动系统时,对起动失败的次数应加以限制,一般不多于三次,当第三次自动起动失败后应停止自动再起,并发出报警。

自动起动和遥控手起动的起动空气压力低压报警值应有较大裕度,以保证在此压力下仍能就地起动。

12.5.2.3 主机的滑油泵如为独立驱动,当泵的出口端压力下降至偏低报警值时,应自动起动或遥控起动用滑油泵。但转换过程中,故障滑油泵应经适当延时后停止运转,以保证主机安全运行。

主机应设有滑油压力过低的自动停车装置,且应先报警而后停车。

12.5.2.4 当主机的额定功率不小于 2200kW 或缸径不小于 300mm 时,曲轴箱内应设置油雾探测器或轴承温度报警器。

12.5.2.5 主机的遥控系统一般应设计成无论操作装置的手柄或手轮在什么位置时,均能自动防止推进装置长期在转速禁区内运转,或采取当转速进入转速禁区时发出报警的替代措施。

12.5.2.6 当主机超速时,应在控制站报警,并在超速至极限转速时,应自动切断燃油供给而停车。

12.5.2.7 采用齿轮箱或可调螺距螺旋桨进行换向的推进装置,其控制系统中应设有防止主机及轴系在换向过程中使扭距或其他机械负荷过大的装置。

12.5.2.8 用齿轮箱换向的推进装置,其遥控系统的设计应使换向在降低主机转速下进行,且任意换向的最大转速应不小于主机标定转速的 65%。

对仅设离合器的推进装置,其挂排和脱排应在主机转速低于预定值时进行。

12.5.2.9 对双机单桨机组控制的设计,应使主机在紧急停车的同时与离合器脱开。

12.5.2.10 控制桨叶螺距角的液压系统,当液压泵出口端压力下降至报警值时,备用泵应自动起动投入工作。液压系统的低压报警值应有一定的安全裕度,在此压力下控制机构应仍能操纵。

12.5.2.11 推进装置的离合器挂排时,一般应在可调螺距螺旋桨的桨叶角零位时进行。

12.5.3 发电机组的控制

12.5.3.1 渔船电站的设计,应考虑到发电机组在正常运转情况下能在机器处所集控站进行遥控或自控。当运行发电机组发生故障时,机器处所集控站可用遥控或自控方式起动和调节备用发电机组供电。

12.5.3.2 若发电机组为自动起动时,应设有联锁装置,以防原动机在可能造成危害的情况下起动。对控制系统中起动失败后自动连续再起动的次数应加以限制。如设有自动合闸,则自动合闸动作只允许一次,以防因短路而引起的失电会加重电气系统的损坏。

12.5.3.3 若渔船电站经常使用两台或两台以上发电机组并联运行,应设有在发电机组过载时能将超过的非重要负载自动卸除的装置。当卸载装置动作时,应在机器处所集中控制站报警。

12.5.3.4 应急发电机组如设有超速保护装置, 不需再设其他紧急停车保护装置。

12.5.4 辅助锅炉的控制

12.5.4.1 每台锅炉的燃油总管上应设有自动的燃油总切断阀, 当锅炉所有燃烧器发生熄火、炉水达到极限水位或炉膛强力通风失效时, 燃油总切断阀应自动关闭, 并在控制站报警燃油总切断阀的控制系统中设置自动控制的限制器, 当总切断阀关闭后, 限制器应防止锅炉点火。

12.5.4.2 锅炉的控制系统应保证锅炉正常熄火后的点火在设定的温度及压力范围内安全进行。并包括:

- 1) 燃烧器点火的火花出现在燃油阀开启之前;
- 2) 自动点火的锅炉, 在燃烧器点火之前, 应将所有空气调节门打开, 进行扫气;
- 3) 若所有燃烧器均熄火, 初始点火的燃烧器应回到低燃烧位置才能自动点火。

12.5.4.3 每只燃烧器应设有火焰监测设备, 当燃烧器熄火时应自动切断供油。火焰监测设备失效时, 该燃烧器的供油亦应自动切断。当所有燃烧器熄火后应进行后扫气。

12.5.4.4 锅炉燃油泵出口端压力下降至报警值时, 燃油备用泵应自动起动。

12.5.4.5 每台锅炉应设有高、低水位报警器各一只。低水位报警器的传感器的功能是锅炉水位降至极限水位时, 在发出报警的同时应自动关闭燃油总切断阀。设定的极限水位应不低于锅炉许可的最低安全水位。低水位传感器应设有延时装置。以免受船舶摇摆的影响。

12.5.4.6 当锅炉给水泵出口端压力下降至报警时, 备用给水泵应自动起动。

12.5.5 其他装置的控制

12.5.5.1 冷藏装置在机器处所集中控制站(室)的显示和报警项目应符合第四篇的有关规定。

12.5.5.2 机器处所和鱼舱均应设有水位报警装置。舱底泵可不设自动起动, 若设有时, 应有显示其运行的指示器。排放舱底污水应满足有关防污染的要求。

12.5.5.3 若燃油采用电加热时, 其布置、控制和报警应符合本篇第 4 章的有关规定。

12.5.5.4 空气压缩机应根据设定压力自动起动和停车。

12.5.5.5 设有侧推装置时, 在发生过载或其他故障时, 应在驾驶室发生声光报警, 并应设有必要的保护装置。

12.5.6 机器处所的探火和报警系统

12.5.6.1 机器处所一般应设有自动探火和失火报警系统。机器处所出入口、驾驶室和机器处所集中控制室均应设有手掀式失火报警按钮。失火报警应使各控制站、起居处所都能听到。对于船长小于 45m 时, 若机器处所的位置易于由船上人员对其火灾进行监视, 则可免设。

12.5.6.2 探火系统必须基于自检原理。

12.5.6.3 探测器的位置和数量一般应足以覆盖所有危险区域。但在从集控室内能看到的范围, 探测器可以免设。

12.5.6.4 探火系统应保证连续供电。如正常电源失效, 应自动与应急电源接通。

12.5.7 防火

12.5.7.1 柴油机的高压燃油喷射管, 应采用金属软管或护套围护, 并对漏油予以报警。

12.5.7.2 如日用燃油柜设有自动加油装置时, 应设高、低油位报警。

第 6 节 定期无人值班机器处所

12.6.1 一般要求

12.6.1.1 本章适用于由驾驶室控制站和机器处所集中控制站(室)控制的渔船,且驾驶室遥控时,机器处所集中控制站(室)可在预定的时间不需值班人员进行监视。

该渔船应备有适合以定期无人值班机器处所操作的文件,且此文件应经验船部门同意。

12.6.1.2 对于船长小于 45m,由驾驶室控制站控制的不设置机器处所集中控制站的渔船,如符合本章 12.5.1.4 的规定,则机器处所控制站(室)亦可定期无人值班。

12.6.1.3 本节所指的渔船,不论无人值班周期的长短,均应按本章的有关规定设有机、电设备的控制、监测、报警和安全系统,以保证驾驶室的操纵。

12.6.1.4 本节所指的渔船,其机器处所无人值班监视时间,可按渔船的航行和作业情况及用船部门的要求进行设计,如可为 16 小时或 24 小时等。

12.6.1.5 在无人值班周期内,自动化系统应保证下列机电设备连续工作运行:

- 1) 推进装置;
- 2) 为推进装置服务的重要辅助机械;
- 3) 电站;
- 4) 辅助锅炉;
- 5) 其他机械装置和系统。

12.6.1.6 在无人值班周期内,渔船的安全程度应与机器处所有人直接管理时相同。

12.6.2 推进装置

推进装置的控制除应满足本章 12.5.2 的要求外,还应在驾驶驾驶室控制站和机器处所集中控制站(室)对主机进行起动。

12.6.3 发电机组

12.6.3.1 发电机组的控制应满足本章 12.5.3 的要求。

12.6.3.2 如由一台发电机组运行供电,当该机组发生故障时,备用机组应在 45 秒内自动起动并合闸。

12.6.3.3 如由两台或两台以上发电机组并联供电,当其中一台发生故障时,应有措施保证对重要负载的连续供电。

12.6.3.4 因短路故障而停电后,备用机组的自动合闸只允许进行一次。合闸失败后应报警。

12.6.3.5 当运行的发电机组超负荷时,应自动卸除非重要的负荷以保证对重要负荷的供电或自动起动备用发电机并网供电。

12.6.3.6 驾驶室应遥控起动和转换备用发电机组。

12.6.4 辅助锅炉

辅助锅炉的控制除应满足本章 12.5.4 的要求外,其由电动机驱动的泵,于断电又恢复供电时,应依次自动起动。

12.6.5 其他装置

12.6.5.1 其他装置的控制应符合本章 12.5.5 的有关规定。

12.6.5.2 舱底水报警水位应保证舱底水不致漫上双层底舱的内底板或相应高度。水位传感器的布置应防止渔船正常倾斜和摇摆时产生误报警。舱底水泵应自动投入运行。

12.6.5.3 舱底水和海水系统的阀,当其动力源发生故障时,不应使阀和渔船处于不安全的状况,且应仍能进行手动操作。

12.6.5.4 对阀进行控制的控制站应指示出阀的开度或开闭状况。

12.6.5.5 起动和控制用空气瓶必须能自动充满。

12.6.6 轮机员的呼叫系统

12.6.6.1 驾驶室值班的船员，必须能分别呼叫居住舱室内的各轮机员。此呼叫系统可采用双向内部通讯系统。该系统可包括手提式或固定式设置的器具，必须在主电源一旦失效时，仍能有效工作。

12.6.6.2 机器处所集中控制站(室)的故障声光报警，应延伸到轮机员居住舱室或轮机员居住区的报警集中监视室(如设有)。

12.6.7 机器处所的探火和报警系统

12.6.7.1 定期无人值班机器处所的探火和报警系统应符合本章 12.5.6 的有关规定。

12.6.7.2 在定期无人值班机器处所应设有自动探火系统，且探测器的数量和布置必须足以覆盖所有危险区域。

12.6.8 防火和灭火

12.6.8.1 防火和灭火应满足本章 12.5.7 的有关要求。

12.6.8.2 定期无人值班机器处所应设有一台能由驾驶室遥控起动的主消防泵。

12.6.9 自动起动的锁定装置

采取自动或遥控起动的主、辅机，应设有能防止其误行自动或遥控起动的锁定装置，例如检修期间。

第 7 节 自动化监控项目表

12.7.1 一般要求

12.7.1.1 自动化监控的项目应结合具体的控制方式以满足本节规定的有关要求，必要时可增加表列以外的项目。

12.7.1.2 当出现不正常运行状态或发生值班人员不能处理的严重故障时，安全系统应起以下作用：

根据表 12.7.1 的规定，Ⅰ类报警，制动切断，以保护设备免受危害；Ⅱ类报警，将设备暂时调节到可维持运行的状态；Ⅲ类报警，调整或利用备用功能恢复设备的正常运行状态。

12.7.1.3 表 12.7.1 中的“机器处所报警”，当设有机器处所集控站(室)时系指该控制站(室)的报警。其报警类别与驾驶室相同。

12.7.2 重要辅助机械的自动转换

重要辅助机械的自动转换见表 12.7.2 的规定。转换时的显示应符合本章 12.4.4 的规定。

12.7.3 单独报警

表中所指的单独报警即每项报警均有其独立的声光信号。

表 12.7.1(1) 功率小于 750kW 推进装置的自动化监控项目

机器处所报警 ×: 指应设置单独报警			驾驶室报警 I 类:主机停止, 红色 II 类:主机降功率, 红色 III类:黄色		
受监控参数: l=下限 h=上限	极 限	机 器 处 所 ¹⁾	驾驶室		注 释
			单 独 报 警	报 警 类 别	
主机滑油压力	l	×	...	I	
主机冷却水温度	h	×	...	II	
主机冷却水压力	l	×	...	II	
主机排气管中的排气温度	h	×	...	II	
主机超速保护装置起作用		×	...	I	
冷却用海水压力	l	×	...	III	
起动空气压力	l	×	...	III	
日用燃油柜油位	l+h	×	...	III	仅自动或遥控补充油量时, 采用高位
齿轮箱滑油压力	l	×	...	I	
可调螺距螺旋桨液压油压力	l	×	×	...	可在驾驶室与“遥控系统失灵”共同显示
操舵装置失灵 / 超负荷	l	×	×	...	
遥控系统失灵		×	×	...	
机器处所失火		×	×	...	
机器处所舱底水位	h	×	...	III	
泄油舱柜油位	h	×	...	III	
总电源故障		×	...	III	仅使用于具有非电力驱动主要辅助机械的推进装置
柴油机发电机组滑油压力	l	×	...	III	
柴油机发电机组冷却水温度	h	×	...	III	
1) 如驾驶室已设置所有的单独报警, 则在机器处所可免设监控。 注: 如在轮机装置的范围内容要求进一步的监控, 例如:使用重油工作运, 锅炉装置 24 小时无人值班机器处所要求的全部监控, 应根据表 12.7.1(2)至 12.7.1(4)的规定进配备。					

表 12.7.1(2) 功率不小于 750kW 推进装置的自动化监控项目

主机、齿轮箱和轴承

机器处所报警 ×: 指应设置单独报警			驾驶室报警 I 类:主机停止, 红色 II 类:主机降功率, 红色 III类:黄色		
受监控参数: l= 下限 h= 上限	极 限	机 器 处 所	驾驶室		注 释
			单 独 报 警	报 警 类 别	
主机					
进机滑油压力	l	×	...		
通过滑油压力过滤器两端压差	h	×	...		

续表 12.7.1(2)

自动滑油过滤器发生故障		×	...		
进发动机滑油温度	h	×	...		
主机轴承温度或油雾浓度	h	×	...		功率不小于 2200kW，或者缸径不小于 300mm
气缸冷却水压力	l	×	...		
冷却水出口温度	h	×	...		
主机冷却水系统发生油污染		×	...		当冷却水用于燃油或载热油的热交换器时
活塞冷却液压力	l	×	...		
喷油器冷却液压力	l	×	...		
喷油器冷却液温度	h	×	...		
海水冷却水的压力	l	×	×		
闭路冷却系统淡水的压力	l	×	...		
闭路冷却系统淡水的温度	h	×	...		
喷油泵燃油压力	l	×	...		
重油进入主机的温度或粘度	l+h	×	...		
封闭储油管中的燃油油位(气垫式)	l	×	...		不适用于自动透气时
在燃油自动过滤发生故障		×	...		
充气温度	l+h	×	...		“充气管道中有水”可用以代替下限
排气温度或对排气温度偏离平均值的差值	l+h	×	...		
起动空气压力	l	×	...		由驾驶室遥控起动的主机，在驾驶室应设单独报警
超速保护装置起作用		×	...		
齿轮箱					
滑油温度	h	×	...		不小于 1500kW 时
滑油进口压力	l	×	...		
轴系					
尾管后轴承温度	h	×	...		传感器可置于后轴承附近
轴系轴承温度	h	×	...		不小于 1500kW 时
推力轴承滑油温度或推力块温度	h	×	...		
可调螺距螺旋桨系统					
液压油压力	l	×	×	...	可在驾驶室与“遥控系统故障”共同显示
重力舱柜的液压油油位或油泵背压	l	×	...		
离合器					
离合器的控制功率	l	×	×	...	如因操纵失灵造成

表 12.7.1(3) 功率不小于 750kW 推进装置的自动化监控项目
辅助机械、舱柜和杂项

机器处所报警 ×：指应设置单独报警			驾驶室报警		
受监控参数： l = 下限 h = 上限			驾驶室		注 释
			单 独 报 警	报 警 类 别	
			极 限	机 器 处 所	
柴油机发电机组	1	×	...		
滑油压力	1	×	...		
冷却水压力或流量	1	×	...		

续表 12.7.1(3)

冷却水 / 冷却空气温度	h	×	...		如具有就地指示, 则可在中央报警控制板处仅设组合报警装置
起动空气压力	l	×	...		
电力驱动供油泵的燃油压力	l	×	...		
重油粘度或重油温度	l+h	×	...		
通过重油过滤器的两端压差	h	×			
超速保护装置起作用		×	...		
电压	l+h	×	...		
频率	l	×	...		
非重要用电设备的脱扣		×	...		
总电源故障		×	...		仅适用其主要辅助机械不采用电力驱动的推进装置。
净油设备 油温	l+h	×	...		如具有就地单独指示, 则可在中央报警控制板处仅设组合报警装置。
转筒无意中排放 / 水封失效 / 输出油中含水或类似情况		×	...		
操舵装置 操舵装置失灵			×	×	...
相位故障 / 超负荷			×	×	...
控制系统失效			×	×	...
舱柜液位 常用燃油柜	l	×	...		所有采用自动或遥控进行充注的舱柜 应增设高液位报警
膨胀柜	l	×	...		
污油、泄油舱柜和燃油溢流柜	h	×	...		
尾管重力油柜	l	×	...		
主机滑油汇集底盘 / 舱柜	l	×	...		
操舵装置液压油舱柜	l	×	...		
探火系统 失火报警			×	×	...
故障			×	...	
其它 遥控系统失效			×	×	...
报警系统失效			×	...	
安全系统失效			×	...	
安全系统跳闸			×	...	
辅助自动转换			×	...	
机器处所舱底水位 / 污水阱位	h	×	...		每机器处所应至少设二只传感器和探测闭路

表 12.7.1(4) 功率不小于 750kW 推进装置的自动化监控项目
辅蒸汽锅炉

机器处所报警 ×: 指应设置单独报警			驾驶室报警		
受监控参数: l = 下限 h = 上限			驾驶室		注 释
			单独报警	报警类别	
蒸汽锅炉 安全系统脱扣		×	...		

续表 12.7.1(4)

蒸汽压力	I+h	×	...	III	
水位	I+h	×	...	III	
循环水泵失灵	h	×	...	III	
冷凝水含盐度	h	×	...	III	
冷凝水油污	h	×	...	III	

表 12.7.2 重要辅助机械的自动转换

辅机	自动转换	全船失电后的启动和恢复电源	注 释
主机 ¹⁾			
滑油泵	×	×	适用于所有独立电路
活塞冷却液	×	×	
气缸冷却水泵	×	×	仅适用于电力驱动泵
喷油器冷却液泵	×	×	仅适用于电力驱动泵
燃油供给泵	×	×	
燃油升压泵	×	×	
总电源	×		
柴油发电机组			
燃油升压泵	×	×	如单独驱动
气缸冷却水泵	×	×	如单独驱动和具有独立电路
减速齿轮箱滑油泵	×	×	
可调螺距螺旋桨液压油泵	×	×	
操舵装置液压油泵	...	×	驾驶室遥控启动
启动空气压缩机	根据设定压力自动启动和停车
控制空气压缩机	
主消防泵	由驾驶室遥控启动
注:具有两台或多台主机的渔船,当辅助系统中的备用泵独立于每台主机或机群时,各该备用泵可免除自动启动的要求。			

第 8 节 备 件

12.8.1 一般要求

12.8.1.1 船上应配备自动化系统的必要备件,以保证系统的可维护性和可靠性。

12.8.1.2 备件一般应由完整的单元构成。

12.8.1.3 建议按所安装的每种规格设备总量的 10%配备以下备件,但至少配备一件:传感器、指示器、指示仪表、控制器、电磁阀、继电器、熔断器、指示灯、报警声响器、印刷电路板等。

第 13 章 备 件

第 1 节 通 则

13.1.1 为能在海上发生事故时，恢复渔船发动机的运行和操纵能力，每艘渔船应载有推进装置和重要辅助机械的必要备件以及必需的工具。具体的备件明细表应在船上保留一份。

所需备件的配备应符合本章第 2 节中表列的要求。

13.1.2 船长小于 45m 的 II 类航区的渔船，其船上备件的种类和数量可适当放宽，但应尽可能满足安全航行的实际需要，并取得验船部门同意。

13.1.3 对装有同型多机推进装置的渔船，仅需配备一台主机所需的备件。

13.1.4 如空气压缩机的配备数量多于规范所要求的数量时，则可不需要备件。

13.1.5 作业于 III 类航区的渔船，其备件可由渔船使用部门根据实际需要与船厂或设计部门协商决定。

13.1.6 备件应要妥善保管和固定。

第 2 节 备件表

以下表中所列的备件项目与数量系根据不同的航区进行划分：

I —— I 类航区

II —— II 类航区

柴油机

表 13.2.1 主机备件

项 目	备 件 范 围	备件数量	
		I	II
主轴承	每种尺寸和型式的一付轴瓦或轴承，包括所有垫片和螺栓与螺母总成	1	…
主推力块 (整体组装件)	米契尔式推力轴承一面的推力块	1 套	1 套
	单环式推力轴承的白合金推力块	1 套	1 套
	滚柱推力轴承总成	1	1
连杆轴承	一个缸的每种尺寸和型式的上端轴瓦或轴承，包括垫片、螺栓和螺母总成	1 套	…
	一个缸的每种尺寸和型式的下端轴瓦或轴承，包括垫片、螺栓和螺母总成	1 套	…
气缸套	气缸套、包括密封环和垫圈总成	1	…
气缸盖	气缸盖，包括阀、密封环垫圈总成，一个气缸的喷油器及其垫圈总成	1	…
	一个气缸的气缸盖螺栓和螺母总成	半套	…
气缸阀	一个缸的排气阀，包括阀套、阀座、弹簧和其他附件总成	2 套	1 套
	一个缸的进气阀，包括阀套、阀座、弹簧和其他附件总成	1 套	1 套
	空气起动阀，包括壳体、阀座、弹簧和其他附件总成	1	1
	保险阀总成	1	1
	一台机的每种尺寸和型式的喷油器，包括所有附件总成	1 套	半套
活塞	每种型式活塞，包括油环、气环、双头螺栓、螺母、活塞销和连杆	1	…
活塞环	一个缸的活塞环	2 套	1 套
气缸注油器	最大规格的气缸注油器总成，包括驱动装置	1	…

续表 13.2.1

喷油泵	喷油泵总成或当在海上能够更换时，一只泵的整套工作零件(柱塞与套筒、阀、弹簧)。	1 或 1 套	…
喷油管	每种尺寸和型式的高压燃油管，包括接头总成	1	…
涡轮增压器 / 扫气鼓风机	转子，包括轴承、喷油环、齿轮或其他型式的相应零件	1 套	…
扫气系统	每种型式的进气阀和输出阀	1 套	…
换向和或减速齿轮箱(联轴器连接)	齿轮箱中每种尺寸的轴承衬套	1 套	…
	齿轮箱中每种尺寸的滚柱或滚珠轴承	1 套	…
主机带动的空气压缩机	每种尺寸的活塞环	1	…
	每种尺寸的进、排气阀总成	半套	…
垫片和填料	一个缸的缸盖和缸套所需的每种尺寸和规格的专用垫片和填料	1 套	1 套
注			
1 对多机装置，只需配备一台所需的量。			
2 如柴油机在增压器或鼓风机损坏的情况下仍应急运行，则涡轮增压器或扫气鼓风机的备件可省略。鼓风机发生故障时，应在船上配备机器所需的盲板或旁路装置。			
3 船上必须配备安装所需备件必需的工具和设备。			
4 当所需备件已使用，应补充新的备件。			

表 13.2.2 驱动主要发电机的副柴油机备件

项目	备 件 范 围	I	II
主轴承	每种尺寸和型式的主轴承或轴瓦，包括所有螺栓和螺母总成	1	1
气缸阀	一个缸的排气阀，包括阀套、阀座、弹簧和其他附件总成	2 套	1 套
	一个缸的进气阀，包括阀套、阀座、弹簧和其他附件总成	1 套	/
	空气起动阀，包括壳体、阀座、弹簧和其他附件总成	1	/.
	保险阀总成	1	/
	一台机的每种尺寸和型式的喷油器，包括所有附件总成	1/2 套	1/2 套
连杆轴承	一个缸的每种尺寸和型式的下端轴瓦或轴承，包括垫片、螺栓和螺母总成	1 套	1 套
	一只活塞销及其衬套	1	1
活塞环	一个活塞用的活塞环	2 套	1 套
喷油泵	喷油泵总成或当在海上能够更换时,一只泵的整套工作零件(柱塞与套筒、阀、弹簧)	1 或 1 套	1 或 1 套
喷油管	每种尺寸和型式的高压燃油管，包括接头总成	1	1
垫片和填料	一个缸的缸盖和缸套所需的每种尺寸和规格的专用垫片和填料	1	/
注			
1 当柴油发电机组的数量(包括备用机机组)超过本规范的要求时，对其副柴油机可免配备件。			
2 应急发电机组的柴油机，可免配备件。			

蒸汽锅炉

表 13.2.3 蒸汽锅炉

备 件 范 围	备件数量	
	I	II
所有型式安全阀的弹簧	1	1
每种型式的管塞	2%	2%
每台锅炉的水位计用玻璃管	4 套	2 套
每台锅炉的水位计用玻璃管、云母片和填料衬垫	2 套	2 套
制造厂推荐的每种燃烧器的零件	1 套	1 套

齿轮箱、联轴器
表 13.2.4 推进装置的齿轮箱、联轴器和轴系的备件

备 件 范 围	备件数量	
	I	II
每种型式和尺寸的轴承的轴瓦	1 套	…
每种型式的齿轮轴所用的连接螺栓与螺母总成	1 套	…
由主机驱动的齿轮装置滑油泵的易磨损件或如未设备用油泵，应备一台完整的滑油备品泵	1 套	…
米契尔式推力轴承一面的推力块	1 套	1 套
单环式推力轴承的白合金推力块	1 套	1 套
滚柱推力轴承总成	1	1
弹性联轴器的弹性元件	1 套	1 套

主要用途的空气压缩机
表 13.2.5 空气压缩机备件

备 件 范 围	备件数量	
	I	II
一只活塞的每种型式和尺寸的活塞环	1 套	1 套
一台空压机组的每种规格的进气、排气阀总成	1 套	1 套

泵
表 13.2.6 泵的备件

备 件 范 围		备件数量	
		I	II
往复泵	每种规格的阀，包括阀座和弹簧	1 套	1 套
	一只活塞的每种型式和尺寸的活塞环	1 套	1 套
离心泵	每种型式和尺寸的轴承	1	1
	每种型式和尺寸的旋转密封件	1	1
齿轮泵和螺杆泵	每种型式和尺寸的轴承	1	1
	每种型式和尺寸的旋转密封件	1	1
注:若系统中设有容量足够的备用泵，则无需备件。			

液压系统

(例如:可调螺距螺旋桨装置,操舵装置,锚机,舱口盖操纵系统,舷旁关闭设施,水密门关闭系统,起重设备等)

表 13.2.7 液压系统备件

备 件 范 围	I	II
每种尺寸的压力软管组件和挠性管组件, 应至少各备一根	20%	20%
螺纹接头的压力管	约 5%	约 5%
每种型式的安全阀	1	1
弹簧、密封件、密封垫片	1 套	1 套
注		
1 对于阀和密封件, 本要求仅适用于能利用船上设施进行更换的范围。		
2 若一个液压系统包括两个相互独立的分系统时, 仅需为一个系统配备件。		

其 它
表 13.2.8 其它备件

备 件 范 围	备件数量	
	I	II
受压容器所用每种型式的安全阀	1	1
机器和管系使用的软管和补偿器	20%	20%
喷油器的试验设备	1	1
液压拆卸设备(例如:螺旋桨、联轴器)	1	1
注:根据轮机装置的规模, 在船上应配备足够供维修用的适用工具, 而且还应配备一定数量最常用的螺钉、螺母、螺栓、开口销、海水和滑油过滤器的滤网、防蚀锌块等, 以及钢和有色金属圆棒材与扁材、各种厚度的板料、密封件、填料等。机器所用的各种弹簧, 应配备 10%作为备件, 但对每种型式应至少配备一只。		

第三篇 电气装置

第1章 一般规定

第1节 通 则

1.1.1 一般要求

1.1.1.1 为推进装置服务的配套设备和对船舶安全必不可少的辅助电气设备的制造和安装应符合本篇有关规定，并应由验船师进行检查和试验。此外，这些电气设备的制造和试验还应符合验船部门能够接受的有关标准，如国际电工委员会标准(以下简称IEC标准)等。

1.1.1.2 本节1.1.1.1所述以外的其他电气设备的设计和安装，应保证在其发生故障时极少有引起火灾的可能。

1.1.1.3 电气设备应能:

- 1) 确保船舶处于正常操作状态和满足正常生活条件所必需的所有电力辅助设备供电，而不需求助于应急电源；
- 2) 确保在主电源失效时，向安全所必需的电气设备供电；
- 3) 确保船员及船舶的安全，免受电气事故的危害。

1.1.2 重要设备

重要设备系指对船舶操纵和安全所必需的设备，保证船员安全的设备。这些设备如下所列:

- 1) 空压机；
- 2) 循环和冷却水泵；
- 3) 燃油头冷却泵；
- 4) 滑油泵；
- 5) 增压风机；
- 6) 分油机；
- 7) 燃油泵和燃油燃烧装置；
- 8) 给水泵；
- 9) 舵机；
- 10) 锚机；
- 11) 消防泵；
- 12) 舱底泵；
- 13) 压载泵；
- 14) 机舱通风机；
- 15) 锅炉强迫通风机；
- 16) 自动喷水系统和压力水雾灭火系统；
- 17) 探火和失火报警系统；
- 18) 法定航行设备和通信设备；
- 19) 法定航行灯和特殊用途灯；

- 20) 机器处所、控制站、走道、梯道及应急出口等处的照明；
- 21) 上列1)~20)项设备的供电电源。

1.1.3 试验

- 1.1.3.1 本节1.1.1.1及1.1.2所指各电气设备，均应按本篇第4章的规定在制造厂进行试验。若验船部门认为必要，可要求进行本篇规定以外的其他试验。
- 1.1.3.2 当电气设备在船上安装完工后，应按验船部门审查同意的试验大纲进行系泊试验和航行试验。

第2节 环境条件与工作条件

1.2.1 环境条件

- 除非另有规定，所有电气设备均应在下列环境条件下正常工作：
- 1) 环境空气温度和初级冷却水温度如表1.2.1(1)所列，但适用于电子设备的环境空气温度的上限为55℃；

表1.2.1(1) 环境温度

介质	部 位	温度，℃	
		无限航区	除热带海区以外的有限航区
空气	封闭处所内	0~45	0~40
	温度超过45℃(或40℃)和低于0℃的处所内	按这些处所的温度	按这些处所的温度
	开敞甲板	—25~45	—25~40
水		32	25

- 2) 倾斜摇摆如表1.2.1(2)所列；
- 3) 捕捞作业或航行中所产生的振动和冲击；
- 4) 潮湿空气、盐雾、油雾和霉菌。

表1.2.1(2) 倾斜角

设备组件	倾斜角，°			
	横向		纵向	
	横倾	横摇	纵倾	纵摇
应急电气设备、开关设备、电器和电子设备	22.5	22.5	10	10
上列以外的设备、组件	15	22.5	5	7.5
注:可能同时发生横向和纵向倾斜。				

1.2.2 谐波成分

交流电气设备应能在供电电源的谐波成分不大于5%的情况下正常工作。由半导体变流器供电者，则应能在可能出现较大谐波成分的情况下正常工作。

1.2.3 电压和频率波动

电气设备应能在表1.2.3规定的电压和频率偏离额定值的波动情况下可靠工作。

表1.2.3 电压和频率波动

设 备	参 数	稳态，%	瞬 态	
			%	恢复时间，s
一般设备	电压	+6～－10	±20	1.5
	频率	±5	±10	5
由蓄电池供电的设备：				
充电期间接于蓄电池者	电压	+30～－25	—	—
充电期间不接于蓄电池者	电压	+20～－25		

第3节 设计、制造与安装

1.3.1 一般要求

- 1.3.1.1 电气设备的设计、制造和安装应考虑安全和便于检修。
- 1.3.1.2 电气设备不同电位的带电部件之间和带电部件与接地金属之间，按其绝缘材料的性质和工作条件，应具有适应其工作电压的足够的电气间隙和爬电距离。
- 1.3.1.3 除整步表开关外，电气设备经开关断开电源后，不应经控制电路或指示灯继续保留电压。
- 1.3.1.4 电气设备连接和紧固用的螺钉和螺母，均应有防止其受振动而松脱的措施。
- 1.3.1.5 制造电气设备所用的材料，应符合下列要求：

1) 除对可能遭受到的大气环境和温度采取了适当的防护措施外，一般应用耐久、滞燃和耐潮的材料制成；

2) 绝缘材料和绝缘绕组均应能耐潮、耐海上空气和耐油雾，除非针对这些因素采取了专门的防护措施；

3) 导电部分一般应用铜或铜合金制成；

4) 金属部分除其材料本身有较好的耐腐蚀性能外，均应有可靠的防护层。
- 1.3.1.6 当非铝质电气附件与铝质件相连接时，应采取适当的防止电解腐蚀的措施。
- 1.3.1.7 凡具有内部接线的电气设备，均应附上带有接线编号的原理图或接线图。电气设备的接线端头，应具有与图纸相符的耐久标志或符号。
- 1.3.1.8 应急报警装置的控制器，应涂上红色和设有标明其用途的耐久铭牌。
- 1.3.1.9 调节电阻、启动电阻、充电电阻、电热器具以及其他在工作时能产生高温的电气设备，在安装时应有防止导致附近物体过热和起火的措施。
- 1.3.1.10 电气设备不应贴近油舱、油柜或双层底储油舱等外壁表面安装。若必需安装时，则电气设备与此类舱壁表面之间至少应有50mm的距离。本节1.3.1.9中所规定的电气设备，严禁在上述油舱、油柜外壁表面安装。
- 1.3.1.11 在机器处所内花铁板以下、封闭的燃油和润滑油分离机室内，不准安装插座。
- 1.3.1.12 应将发电机组安装成使其转轴与船舶首尾线平行。对卧式电动机，也应尽量使其转轴与船舶首尾线平行安装。
- 1.3.1.13 除安装在专用舱室里的电气设备外，其他电气设备的对地电压或工作电压超过50V的带电部分，均应有防止偶然触及的防护措施。

- 1.3.1.14 当电气设备的外壳温度超过80℃时，应采取防护措施或在布置上予以安排，以防止工作人员偶然触及而灼伤。
- 1.3.1.15 在水密的舱壁、甲板、甲板室的外围壁上，不应钻孔用螺钉紧固电气设备及电缆。
- 1.3.1.16 电气设备及电缆，不应安装在船舶外板上。
- 1.3.1.17 导线和电气设备应离开磁罗经适当的距离，或者对这些导线和电气设备加以屏蔽，以使其外部干扰磁场能减低至最低程度。

1.3.2 外壳防护

1.3.2.1 电气设备的外壳防护型式，应符合国际电工委员会(IEC)529号出版物《外壳防护型式的分级》或与其等效标准的规定。表示防护等级的标志符号由IP字母后面加两位数字组成：

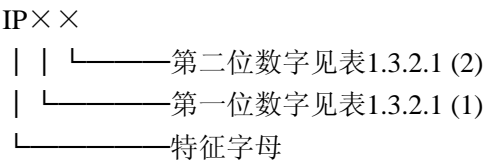


表1.3.2.1 (1) 第一位数字所代表的防护等级

第一位数字	防 护 等 级	
	简 要 说 明	定 义
0	无防护	无专门的防护
1	防护大于50mm的固体	人体大面积部分如手(但对有意识的接触并无防护)。直径超过50mm的固体
2	防护大于12mm的固体	手指或类似物，长度不超过80mm，直径超过12mm的固体
3	防护大于2.5mm的固体	直径或厚度大于2.5mm的工具、电线等及直径超过2.5mm的固体
4	防护大于1.0mm的固体	厚度大于1mm纸或片状物，直径超过1mm的固体
5	防尘	并不防止全部尘土进入，但进入量不能达到妨碍设备正常运转的程度
6	尘密	无尘土进入

表1.3.2.1 (2) 第二位数字所代表的防护等级

第一位数字	防 护 等 级	
	简 要 说 明	定 义
0	无防护	无专门的防护
1	防滴	垂直滴水应无有害影响
2	15° 防滴	设备与垂直线成15° 角时，滴水应无有害影响
3	防淋水	与垂直线成60° 范围的淋水应无有害影响
4	防溅	任何方向溅水应无有害影响
5	防冲水	任何方向冲水应无有害影响
6	防猛烈海浪	猛烈海浪或强烈冲水时进入机壳水量应无有害影响
7	防浸水	浸沉在规定压力的水中经规定的时间后，进入水量应无有害影响
8	防潜水	能长期潜水，其技术条件由制造厂规定
		注:通常设备应完全密封，但对某些类型设备，在不产生有害影响的前提下，可允许水进入设备。

1.3.2.2 电气设备的外壳防护型式的选择，应与安装的场所相适应，其最低防护等级应符合表1.3.2.2的要求。

表1.3.2.2 外壳防护等级的最低要求

(1)	(2)	(3)	(4)							
处所	环境条件	防护级	配电板、控制设备、电动机起动器	发电机	电动机	变压器 半导体 变流器	照明 设备	电热 器具	电炊 设备	附具(例如 开关、接线 盒)
干燥的居住处所	只有触及带电 部分的危险	IP20	×	—	×	×	×	×	×	×
干燥的控制室			×	—	×	×	×	×	×	×
控制室(驾驶室)	滴水和(或)中 等机械损伤危险	IP22	×	—	×	×	×	×	×	×
机舱(花钢板以上)			×	×	×	×	×	×	×	IP44
舵机室			×	×	×	×	×	×	—	IP44
冷藏机室(氨装置室除外)			×	—	×	×	×	×	—	IP44
应急机械室			×	×	×	×	×	×	—	IP44
一般储藏室			×	—	×	×	×	×	—	×
配膳室			×	—	×	×	×	×	×	IP44
粮食库			×	—	×	×	×	×	—	×
浴室	较大的水和或 机械损伤危险	IP34	—	—	—	—	×	IP44	—	IP55
机舱(花钢板以下)			—	—	IP44	—	×	IP44	—	IP55
封闭的燃油分离器室			IP44	—	IP44	—	×	IP44	—	IP55
封闭的润滑油分离器室			IP44	—	IP44	—	×	IP44	—	IP55
压载泵舱	较大的水和机 械损伤危险	IP44	×	—	×	×	×	×	—	IP55
冷藏舱、鱼货加工间			—	—	×	—	×	×	—	IP55
厨房和洗衣间			×	—	×	×	×	×	×	×
双层底中的轴隧或管隧	喷水危险、严重 机械损伤、腐蚀 性气体	IP55	×	—	×	×	×	×	—	IP56
速冻间、鱼舱			—	—	—	—	×	—	—	×
露天甲板	大量浸水的危险	IP56	×	—	×	—	IP55	×	—	×
水下	潜水	IP68	—	—	—	—	×	—	—	—
<div>注</div> <div>1 表中“×”表示按(3)栏要求，如不能满足(3)栏要求时，则按注2要求；表中“—”表示一般不应安装此种设备。</div> <div>2 设备本身不能达到防护要求时，应采用其他措施，或改善安装场所条件来确保本表要求。</div> <div>3 按本篇第4章第2节的规定制造，并按第2章第4节的规定安装的主配电板和应急配电板，可不按本表规定。</div>										

1.3.3 防爆

1.3.3.1 若需在可能出现爆炸性气体、蒸汽而有爆炸危险的处所安装电气设备，则应为符合下列要求的合格防爆电气设备：

- 1) 防爆电气设备的制造和试验，应符合IEC79号出版物《爆炸性气体环境中使用的电气设备》或与

其等效的国家标准，例如GB3836《爆炸性环境用防爆电气设备》以及IEC92—502号出版物《专辑—油船·附录A》的规定；

2) 应具有验船部门认可的防爆主管试验机构核发的防爆合格证。

1.3.3.2 船上通常使用下列几种类型的防爆电气设备：

- 1) 本质安全型 Ex “i” ；
- 2) 隔爆型 Ex “d” ；
- 3) 增安型 Ex “e” ；
- 4) 正压型 Ex “p” 。

此外，具有正压型外壳，内装空气涡轮驱动发电机的灯具(以下简称空气驱动型灯具)可认为是防爆灯具。

1.3.3.3 允许在蓄电池室、油灯间和油漆间(包括其通风道)、液化石油气钢瓶存放间等有爆炸危险处所中安装的电气设备应符合下列要求：

- 1) 允许安装本节1.3.3.2所列合格防爆电气设备，且其防爆级别和温度组别不应低于表1.3.3.3的规定；
 - 2) 电缆(包括路过电缆和终端电缆)应为铠装型的或敷设在金属管道中；
 - 3) 电气设备的开关、保护电器和电动机控制设备应能分断所有极或相，且最好安装在非危险处所。
- 此外，对油漆间和液化石油气钢瓶存放间的通风口附近以及蓄电池室的有关要求，详见本节1.3.3.4、1.3.3.5和第2章第12节的规定。

表1.3.3.3 防爆类、级别与温度组别

处 所	类、级别 ¹⁾	温度组别 ¹⁾
蓄电池室	Ⅱ C ²⁾	T1
油漆间	Ⅱ B	T3
油灯间	Ⅱ A	T3
氨装置室	Ⅱ A	T1
液化石油气、乙炔贮藏室	Ⅱ C	T2
1) 本表和本章以下章节所列防爆电气设备的级别及温度组别均采用IEC79号出版物《爆炸性气体环境中使用的电气设备》或GB3836《爆炸性环境用电气设备》的有关规定。 2) 本表和本章以下章节所列防爆电气设备类、级别Ⅱ A、Ⅱ B、Ⅱ C仅适用于隔爆型电气设备及本质安全型电路和电气设备。若采用其他类型防爆电气设备，则应采用Ⅱ类设备。		

1.3.3.4 在开敞甲板上距油漆间、液化石油气钢瓶存放间进气和排气通风口1m或距机械通风排气出口3m范围内，可安装下列电气设备：

- 1) 本节1.3.3.3所列防爆电气设备和电缆；
- 2) 无火花型(Ex “n”)防爆电气设备；
- 3) 工作时不会产生电弧，并且其表面不会达到不允许高温的电气设备；
- 4) 具有简单的正压外壳或防气外壳(防护等级至少为IP55)，并且其表面不会达到不允许高温的电气设备。

1.3.3.5 与油漆间、液化石油气钢瓶存放间相通的封闭处所，如符合下列所有要求，则可认为是非危险处所：

- 1) 通向这些处所的门或油漆间、液化石油气钢瓶存放间的门应为自闭式气密门(水密门可看作气密门)，且无防止阻挡的措施；

- 2) 应设有合适的、独立的自然通风系统，其风源应来自安全区域；
- 3) 在油漆间、液化石油气钢瓶存放间等处的入口处应安装警告牌，写明室内存有易燃液体。
- 1.3.3.6 除另有明文规定外，在有爆炸危险的处所中不得安装插座。

1.3.4 接地

1.3.4.1 电气设备的带电部件以外的所有可接近的金属部分均应接地。但下列情况除外:

- 1) 灯头；
- 2) 安装在非导电材料制成或复盖的灯座或照明设备上的灯罩、反光镜和保护件；
- 3) 设在非导电材料上的金属部件和拧入或贯穿非导电材料的螺钉，这些金属部件和螺钉并以非导电材料与带电部件和接地的非带电部件相隔离，因此在正常使用中它们不可能带电和接触接地部件；
- 4) 具有双重绝缘和 / 或加强绝缘的可携式设备，但应满足公认的安全要求；
- 5) 为防止轴电流的绝缘轴承座；
- 6) 荧光灯管的紧固件；
- 7) 工作电压不超过50V的设备。对交流，此项电压为均方根值，且不应使用自耦变压器取得此项电压；
- 8) 电缆紧固件。

1.3.4.2 当电气设备直接紧固在船体的金属结构上或紧固在与船体金属结构有可靠电气连接的底座或支架上时，可不另设专用导体接地。

1.3.4.3 不论是专用导体接地或靠设备底座或支架接地，其接触面均应光洁平贴，保证有良好的接触，并应有防止松动和生锈的措施。

1.3.4.4 若采用专用接地，则其导体应用铜或导电良好的耐蚀材料制成，必要时应有防止机械损伤及防蚀措施。不同型式的铜接地导体的标称截面积应不小于表1.3.4.4的规定。

1.3.4.5 可移动和可携电气设备的不带电裸露金属部分，应以附设在软电缆或软电线中的连续接地导体，并通过插头和插座接地，其接地导体的截面积应符合表1.3.4.4的规定。

表1.3.4.4 接地导体的截面积

接地导体的型式	相关的载流导体截面积S, mm ²	铜接地导体的最小截面积Q, rmm ²
软电缆或软电线中的连续接地导体	S≤16	Q=S
	S>16	Q=S/2, 但不小于16
固定敷设电缆中的连续接地导体	S≤16	Q=S, 但不小于1.5
	S>16	Q=S/2, 但不小于16
单独固定的接地导体	S≤2.5	Q=S, 但不小于1.5
	2.5<S≤120	Q=S/2, 但不小于4
	S>120	Q=70

1.3.4.6 电缆的金属护套或金属外护层应于两端作有效接地，但最后分路允许只在电源端接地。对于控制和仪表设备的电缆，由于技术上的原因，若一端接地较为有利时，则不必两端接地。

1.3.4.7 电缆的金属护套或金属外护层可采用下列方式之一进行接地:

- 1) 用金属夹箍夹住，并以专用铜接地导体连接至船体的金属结构上。该接地导体的截面积Q与电缆导体截面积S的关系应符合下列规定:

当 $S\leq 25\text{mm}^2$ 时， $Q\geq 1.5\text{mm}^2$;

当 $S > 25\text{mm}^2$ 时, $Q \geq 4\text{mm}^2$ 。

2) 用专用接地填料函接地, 这种填料函能保证有效的接地连接;

3) 用电缆紧固件接地, 这种电缆紧固件应以耐腐蚀的金属材料制成, 并应能使电缆金属护套或金属外护层与接地金属之间有良好的接触。

1.3.4.8 应保证电缆的金属护套或金属外护层在其全长上, 特别是在连接处和分支处保证电气上的连续性。

1.3.4.9 不能只用电缆的铅护套作为接地的唯一措施。

1.3.4.10 利用船体作回路的工作接地线的截面积, 应与绝缘敷设极或相的导线相同。

1.3.4.11 用于平时不载流的工作接地线, 其截面积应为载流导线的截面积的一半, 但应不小于 1.5mm^2 。

1.3.4.12 接地配电系统的系统接地应与电气设备的平时不带电部分的接地分开。

1.3.4.13 连续接地导体或单独接地导体与船体结构的各连接点, 应位于船上易于到达之处, 并应以直径不小于 4mm 的黄铜或其他耐腐蚀材料制成的螺钉紧固, 该螺钉应仅作接地之用。

1.3.5 电磁兼容性

1.3.5.1 应采取适当的措施, 以减小由于电磁能量所产生的干扰, 从而保证所有电气设备和电子设备在船舶电磁环境中能正常工作。

1.3.5.2 各类电气设备和电子设备所产生的干扰电压(电流)允许值和抑制干扰的措施, 参照IEC第533号出版物《船舶电气设备和电子设备的电磁兼容性》或相应标准的有关规定。

第2章 系统与装置

第1节 配电系统

2.1.1 配电系统

2.1.1.1 可采用下列配电系统:

1) 直流

双线绝缘系统;

负极接地的双线系统;

利用船体作负极回路的单线系统;

2) 交流单相

双线绝缘系统;

一线接地的双线系统;

一线利用船体作回路的单线系统;

3) 交流三相

三线绝缘系统;

中性点绝缘的四线系统;

中性点接地的四线系统;

利用船体作为中性线回路的三线系统。

2.1.1.2 船长不小于45m的船舶,不应采用中性点绝缘的三相四线配电系统,但在特殊情况下经验船部门同意后可以例外。

2.1.1.3 船长不小于75m船舶的动力、电热和照明系统,均不应采用利用船体作回路的配电系统。但如能做到由此而产生的任何电流不直接流过任何危险处所,则经验船部门同意可使用有限的和局部的以船体作回路的配电系统。

2.1.1.4 当采用船体作回路的配电系统时,所有最后分路,即位于最后一个保护电器之后的所有电路均应双线供电。

2.1.2 电压和频率

2.1.2.1 直流或交流配电系统的最高电压应不超过表2.1.2.1的规定。

2.1.2.2 500V以上的配电系统,除了电压不高于1000V配电系统中所有控制设备均封闭在相应的控制柜者外,其控制电压均应不高于250V。

2.1.2.3 交流配电系统的标准频率为50Hz或60Hz。

2.1.3 负载的平衡

对交流三线或四线系统,应在最后分路上将用电设备加以组合,以便在正常情况下,使各相负载在分配电板、区配电板以及主配电板处尽可能平衡在其各自额定负载的15%以内。

2.1.4 对地绝缘电阻的监测

用于电力、电热和照明的绝缘配电系统,不论是一次系统还是二次系统,均应设有连续监测绝缘电阻,且能在绝缘电阻异常低时发出听觉或视觉报警信号的对地绝缘电阻监测装置。

对船长小于45m或有限航区的船舶,不论一次还是二次系统,可仅设有指示对地绝缘电阻的兆欧表或

指示灯。指示灯的功率应不大于15W，并用按钮控制。

表2.1.2.1 配电系统的最高电压

序号	用 途	最高电压，V	
		直流	交流
1	1) 固定安装并连接于固定布线的电力设备、电炊设备和除室内取暖器以外的电热设备 2) 固定安装的电力设备和除室内取暖器以外的电热设备，由于使用上的原因需用软电缆连接者，例如可移动的起重机等 3) 以软电缆与插座连接，运行中不需手握持，并以截面积符合本节1.3.4.4要求的连续接地导体可靠接地的可移动设备，例如电焊变压器等	500	1000
2	1) 居住舱室内的照明设备、取暖器 2) 向下列设备供电的插座： a) 具有双重绝缘的设备； b) 以符合本节1.3.4.4要求的连续接地导体接地的设备。	250	250
3	人特别容易触电的场所，例如:特别潮湿、狭窄处所中的插座:		
	1) 用或不用隔离变压器供电 2) 由只供一个用电设备的安全隔离变压器供电，这些插座系统的两根导线均应对地绝缘。	50 250	50 250
注:电压为500V以上配电系统的控制电压见本节2.1.2.2的规定。			

第2节 需用系数

2.2.1 供电给二个或二个以上的最后分路的电路，其电流定额可以根据总负载乘以一个合理的需用系数来确定。当在区配电板上留有备用线路时，则采用需用系数之前，应将增添负载所留的余量加到总负载中去。

2.2.2 在计算电缆的截面积、开关设备和熔断器的定额时，可以应用需用系数。

第3节 系统保护

2.3.1 一般要求

2.3.1.1 电气装置中应设置合适的保护电器，以能在发生包括短路在内的意外过电流故障时对其进行保护。各保护装置的选择、安排和性能应能提供安全和协调的自动保护，并尽可能保证：

- 1) 在某一处发生故障的情况下，通过保护电器的选择性作用保持对非故障电路，特别是包含重要设备的非故障电路的连续供电；
- 2) 消除故障影响，以尽可能减少对系统的损害和发生火灾的危险。

在这种情况下，在允许时间内，系统中的所有元件应能承受可能出现的过电流(包括短路)所产生的热效应和机械应力。

2.3.1.2 在配电系统的每一不接地的极或相上均应设有短路保护。

2.3.1.3 过载保护应设在：

- 1) 直流双线绝缘系统或交流单相绝缘系统:至少一个极(或相)上；

- 2) 交流三相绝缘系统:至少二相上;
- 3) 接地系统:每一接地的极(或相)上。

2.3.1.4 在配电系统中,凡接地导体上均不应装设熔断器以及与绝缘极不相联动的开关。

2.3.2 短路电流计算

2.3.2.1 在计算最大预期短路电流时,应考虑到:

- 1) 满足最大需要功率的可能并联运行的所有发电机;
- 2) 需同时运行的所有电动机。

2.3.2.2 必要时,应对交流系统短路回路的预期短路功率因数进行计算,如该计算值小于与所选用的开关电器的接通或分断能力相对应的功率因数的规定值时,则其分断能力应相应地减小。

2.3.2.3 短路计算应按验船部门认可的计算方法进行。

2.3.2.4 一般应计算下列各处的短路电流:

- 1) 发电机输出端短路;
- 2) 主汇流排短路;
- 3) 应急配电板、区配电板以及分配电板的汇流排短路;
- 4) 电力和照明变压器次级短路。

此外,为了判断保护电器动作的选择性,必要时尚应进行单台最小发电机供电情况下,被保护电路末端短路情况下短路电流的计算。

2.3.2.5 在缺乏精确数据的情况下,主汇流排处的短路电流可假定如下:

1) 直流系统

满足最大需要功率的可能并联连接的所有发电机额定电流的10倍,加上需同时投入运行的所有电动机的额定电流的六倍;

2) 交流系统

满足最大需要功率的可能并联连接的所有发电机额定电流的10倍,加上需同时运行的所有电动机额定电流的三倍(对称均方根值)。短路回路的功率因数假定为0.1。

2.3.2.6 对发电机总容量小于250kVA的电站可免除短路电流的计算。

2.3.3 短路保护装置的选择

2.3.3.1 应采用熔断器或断路器作短路保护。

2.3.3.2 除本节2.3.3.4另有规定者外,所有作短路保护的电器的额定短路分断能力,应不低于其安装点所应分断的最大预期短路电流。对交流系统,其额定短路分断能力应不小于安装点的预期对称短路电流(均方根值)。

2.3.3.3 除本节2.3.3.4另有规定者外,所有可能在短路情况下接通的断路器或自动开关,其额定短路接通能力应不低于其安装点的预期短路电流的最大峰值。

2.3.3.4 如果在发电机侧设有必需的额定短路通断能力的熔断器或断路器(但不是发电机断路器)作后备保护,则允许使用额定短路分断能力和/或额定短路接通能力低于其安装点最大预期短路电流的断路器。

该后备保护组合的短路性能应至少具备IEC947—2号出版的《低压开关设备和控制设备 第2篇 断路器》对单个断路器的要求。该断路器应具有与该后备保护组合中负载侧断路器相同的短路性能类别,以及等于该组合电源端处最大预期短路电流的额定短路通断能力。

2.3.3.5 在不包含重要设备的电路中,同一熔断器或断路器可作为一个以上断路器的后备保护。

2.3.3.6 可以使用熔断器接在负载侧的带熔断器的断路器,但其提供的后备保护的熔断器与断路器应设计

成协调动作的,从而保证当它们承受会引起熔断器熔断的过电流的情况下,熔断器能在适当的时候熔断,以防止在断路器的极间或极与金属部件之间产生飞弧。

2.3.3.7 在确定对上述后备保护组合的短路性能要求时,允许计及该组合中各元件的阻抗。例如当该组合中的负载侧断路器离其后备保护熔断器或断路器较远时,可以计及它们之间的连接电缆的阻抗。

2.3.4 过载保护器的选择

2.3.4.1 用作过载保护的断路器,应具有与其保护对象的过载能力以及系统的选择性要求相适应的脱扣特性(过电流—脱扣时间)。

2.3.4.2 不大于320A的熔断器,若具有合适的特性可用作过载保护,但200A以上时,推荐采用断路器或与它相类似的设备作过载保护。

2.3.5 发电机的保护

2.3.5.1 应采用能同时分断所有绝缘极的断路器作发电机的过载和短路保护,其过载保护应与发电机的热容量相适应,并满足下列要求:

1) 过载小于10%,建议设一带延时的音响报警器,其最大整定值应为发电机额定电流的1.1倍,延时时间不超过15min;

2) 过载10%~50%之间,经少于2min的延时断路器应分断;

建议整定在发电机额定电流的125%~135%,延时15s~30s 断路器分断;

3) 过电流大于50%,但小于发电机的稳态短路电流,经与系统选择性保护所要求的短暂延时后,断路器应分断。

断路器的短延时脱扣器建议按如下规定进行整定:始动值为发电机额定电流的200%~250%,延时时间:直流最长为0.2s,交流最长为0.6s。

4) 在可能有三台及以上发电机并联连接的情况下,还应设有瞬时脱扣器,并在整定在稍大于其所保护发电机的最大短路电流下断路器瞬时分断。

2.3.5.2 容量小于50kW(或kVA)且不并联运行的发电机,可以设一个多极联动开关,并在每一绝缘极上设一熔断器作保护。

2.3.5.3 并联运行的交流发电机应设有3s~10s 动作的逆功率保护。并联运行的直流发电机应设在瞬时或经短暂延时(少于1s)动作的逆电流保护。原动机为柴油机的并联运行的发电机的逆功率(或逆电流)保护整定值可整定为额定功率(电流)的8%~15%

当供电电压下降至额定电压的50%时,逆功率或逆电流保护不应失效,但其动作值可以有所改变。

逆电流保护,应适当考虑由船舶电网例如起重机所产生的逆电流。

如果设有均压线,则逆电流保护应设在直流发电机的正极。

2.3.5.4 并联运行的发电机应设有欠电压保护并能满足如下要求:

1) 用于避免发电机不发电时闭合断路器时应瞬时动作;

2) 当电压降低至额定电压的70%~35%时,应经系统选择性保护要求的延时后动作。

2.3.5.5 作发电机保护的电器应符合如下要求:

1) 当发电机转速显著下降时仍保持有效;

2) 当过载保护电器动作后,发电机应能立即恢复供电。

2.3.6 重要设备连续运行的保护

当发电机需要并联运行,且重要机械为电动的情况下,则应设有在发电机过载时,能将过量的非重要负载自动卸除的设备。此种负载卸除可分一级或多级进行。

2.3.7 电力和照明变压器的保护

2.3.7.1 电力和照明变压器的初级电路,应以多极断路器或熔断器作短路保护和过载保护。过载保护可设在次级电路中。

2.3.7.2 设有两台及以上变压器时,变压器的次级电路应设有隔离装置,以使不投入运行的变压器与电网隔离。隔离装置应能承受冲击电流的影响。

2.3.8 馈电线路的保护

2.3.8.1 每一馈电线路应以同时分断所有绝缘极的多极断路器或多极开关加熔断器作过载和短路保护。

2.3.8.2 当采用多极开关加熔断器作过载和短路保护时,应满足如下要求:

- 1) 主配电板引出的馈电分路上的熔断器,应设在汇流排与开关之间;
- 2) 分配电板引出的等于及小于60A的最后分路,且由它供电的用电设备可在它的附近关闭时,则可免设开关。

2.3.8.3 供电给具有独立过载保护的用电设备(例如电动机)的线路可仅设短路保护。

2.3.8.4 操舵装置的馈电线路的保护应符合第二篇第9章第1节的有关规定。

2.3.8.5 岸电箱至主配电板间的固定敷设连接电缆,应以断路器或开关加熔断器进行保护。此项保护应设于岸电箱中。

2.3.8.6 一般情况下由主配电板供电给应急配电板的互连馈线,应在主配电板上设有过载和短路保护。若允许反向供电时,则还应在应急配电板上至少设有该馈线的短路保护。

2.3.9 电动机保护

2.3.9.1 容量大于0.5kW和所有重要设备的电动机,均应设有独立的过载、短路保护以及符合本节2.3.9.6要求的欠电压保护。

电动机及其专用馈电电缆允许采用公共的短路保护。

2.3.9.2 舵机电动机的保护应符合第二篇第9章第1节的有关规定。

2.3.9.3 保护电器应设计成允许在正常使用条件下电动机在正常加速期间的电流通过。当电动机的过载保护电器的时间——电流特性与电动机的起动周期不相适应时,则在电动机加速过程中,可允许过载保护有短暂的失效,但短路保护仍须保持有效。

2.3.9.4 对连续工作制的电动机的保护电器,应保证电动机在过载情况下有可靠热保护的延时特性,其最大持续电流,应不超过被保护电动机额定电流的125%。

2.3.9.5 断续工作制电动机的保护电器的整定电流和延时特性,应在考虑了实际使用情况后选定。

2.3.9.6 电动机应设有下述两者之一的欠电压保护:

- 1) 欠电压保护,在电压降低或失电时分断电路并防止电动机自动重新启动;
- 2) 欠电压释放,在电压降低或失电时分断电路,当电压恢复时电动机可重新自行起动,但应避免过大的电压降落或过大的冲击电流。

当电压在额定电压的85%以上时,保护电器应允许电动机起动;当电压低于额定电压的20%左右,且在额定频率下,保护电器应分断电路,同时需要在需要时应有一定的延时。

2.3.9.7 当多相电动机采用熔断器保护时,应设置防止单相运转保护。

2.3.10 照明电路的保护

每一照明电路应设有过载和短路保护。

2.3.11 蓄电池的保护

2.3.11.1 蓄电池组(除内燃机的起动用蓄电池外)均应设有短路保护,其保护电器应尽可能靠近蓄电池组。

2.3.11.2 每一蓄电池充电器,应设有由于充电器电源电压的降落或丧失而导致蓄电池放电的合适的保护。

2.3.12 电表、指示灯和控制电器的保护

2.3.12.1 电压表、测量仪表的电压线圈、接地指示器、指示灯以及它们的连接导线应采用熔断器加以保护。但若满足下列所有条件时,指示灯本身可不设保护:

- 1) 指示灯与设备装在同一壳体内;
- 2) 指示灯由设备壳体内部电路供电;
- 3) 设备中保护电器的定额小于25A;
- 4) 指示灯电路的故障不会导致重要设备供电的失效。

2.3.12.2 控制和保护用电器及设备的电压线圈应采用熔断器进行保护。但如满足下列所有条件,则其本身可不设保护:

- 1) 线圈与设备在同一壳体内,且由总的保护电器进行保护;
- 2) 线圈由设备的电路供电,且该电路的保护电器的定额小于25A。

2.3.13 电力半导体设备的保护

电力半导体设备应设有过载和短路保护。

第4节 主电源

2.4.1 发电机组

2.4.1.1 应配备足以供给本篇1.1.1.3中1)所指的所有设备用电的主电源,并应满足如下要求:

- 1) 主电源至少由两台发电机组组成,其中一台可采用主机驱动;
- 2) 这些发电机组的台数和容量,应能在任一台发电机组停止工作时,仍能继续对正常推进运行、船舶安全所必需的设备供电;同时基本生活条件也应得到保证,至少应包括适当的炊事、取暖、食品冷冻、机械通风、卫生和淡水等设备的供电;
- 3) 发电机组应能在任一发电机或其原动机不工作时,其余发电机组仍能供应从瘫船状态起动主推进装置所必需的电力。应急电源可用于从瘫船状态起动主推进装置,但其容量不论是单独使用或与其他任何电源联合使用,应足以向本章2.5.2规定的各项设备提供足够的电力;或
- 4) 主电源可仅设置一台发电机组,但应符合下列要求:
 - a) 用电设备耗电总功率小于20kW;
 - b) 为主机服务的各种辅助机械、舵机油泵可由主机驱动;
 - c) 设有蓄电池组作备用电源。其容量应保证船舶推进、安全所必需的用电设备供电。

2.4.1.2 若采用与本节2.4.1.1等效的其他电源装置,应经验船部门同意。

2.4.1.3 在交流系统中,当一台发电机停止工作时,其余发电机组应有足够的储备容量,以使当最大电动机起动时所导致的系统电压的大幅降落,不会使任何电机失效或使任何其他电气设备失效。容量特大且非船舶安全航行必不可少的电动机,例如侧推器电动机,可以在所有发电机投入工作情况下起动,但不应导致任何重要设备停止工作。

2.4.1.4 主电源装置应能是:不论推进机械和轴系的速度和旋转方向如何,均应能使本篇1.1.1.3中1)所要求的设备处于工作状态。

2.4.2 轴带发电机

2.4.2.1 在船舶各种航行工况下接近恒速运转的主机驱动的发电机,若在任一非轴带发电机发生故障时仍

能起动推进机械并维持其继续运转,在征得验船部门同意后,可作为本节2.4.1.1所要求的主电源的组成部分。

2.4.2.2 在船舶航行中会改变转速的主机驱动的发电机,不应认为是本节2.4.1.1所要求的主电源的组成部分。但对带有稳频、稳压装置并在拖网工况和航行工况中均能保证用电设备正常工作的轴带发电机,若在任一非轴带发电机发生故障时仍能起动推进机械并维持其继续运转,在征得验船部门同意后,可认为是本节2.4.1.1所要求的主电源的组成部分。

2.4.2.3 若采用在船舶航行中会改变转速的主机驱动的轴带发电机,应满足下列要求:

- 1) 轴带发电机的基本性能应符合本篇4.1.6.6(直流)或4.1.7.5(交流)的要求;
- 2) 为保证在主机突然机动操纵时尽快恢复对重要设备的正常供电,应设有下列之一的备用电源(本节2.4.1.1所要求的主电源的一部分):

a) 当轴带发电机的转速下降至不足以输出额定功率以下的转速时,能进行自动起动和自动供电且独立于主推进装置的一台发电机组;

b) 能在驾驶室进行起动并能自动供电的独立于主推进装置的一台发电机组;

c) 能自动供电的与2.4.1.1等效的蓄电池组。

2.4.2.4 本节2.4.2.3中2)所要求的备用电源的容量应足以向下列设备供电:

- 1) 为主推进装置服务的电动辅机和为起动主机所需的备用电动辅机;
- 2) 操舵装置和电气舵角指示器,但在驾驶室能直接由手动液压设备进行连续操作的操舵装置除外;
- 3) 电气主机遥控系统、电动液压或电气气动主机遥控系统的电气部分;
- 4) 发动机的控制和监视系统;
- 5) 航行灯、重要信号灯和航行设备;
- 6) 机器处所、控制站、居住舱室、走道和梯道的照明。

2.4.2.5 在轴带发电机供电切断,备用电源供电后,本节2.4.2.4所列各项设备应能自动重新接通。重新接通的顺序可按用电设备的重要性而定,但应在轴带发电机供电切断后的45s内完成。

2.4.3 变压器

2.4.3.1 若变压器构成本节2.4.1.1所要求的主电源供电系统的必要部分时,则其容量和台数应能在其中一台停止工作的情况下,仍能保证对2.4.1.1所要求的系统供电的连续性。

2.4.3.2 船长小于45m或有限航区的船舶,可仅设置一台带有备用绕组的三相、四绕组变压器,其容量应在其中一个绕组不能工作时,仍能保证本节2.4.1.1所要求的系统供电的连续性。

2.4.3.3 主电源设置一台发电机组的渔船,供电系统可仅设一台变压器。

2.4.4 配电板的安装

2.4.4.1 主配电板相对于一个主发电站的位置,应尽可能具有正常供电的完整性,使其只有在同一处所发生火灾或其他事故才会受到影响。主配电板的围蔽,例如利用位于该处所主界限以内的机器控制室所提供的围蔽,不能视作配电板与发电机隔开。

2.4.4.2 配电板的后面和上方不应设有水、油及蒸汽管、油柜以及其他液体容器。若不能避免时则应有可靠的防护措施。

2.4.4.3 主配电板的前后应留有足够宽度的通道,前通道的宽度宜不小于0.8m但至少为0.6m,后通道的宽度应至少为0.5m。若配电板的结构型式可在前面和侧面进行维护检查和更换部件时,则可不设后通道。

2.4.4.4 除安装在机器控制室中的主配电板外,均应在其后通道的入口处配置带锁的门。当主配电板长度超过4m时,主配电板后通道的两端均应设门。

2.4.4.5 主配电板的前后均应铺有防滑和耐油的绝缘地毯或经绝缘处理的木格栅。

第5节 应急电源

2.5.1 一般要求

2.5.1.1 船长不小于45m的渔船均应设有独立的应急电源。

2.5.1.2 应急电源的布置应符合下列要求:

1) 应急电源连同其变换设备(如设有时)、临时应急电源、应急配电板以及应急照明配电板等均应安装在最高一层连续甲板以上易于从露天甲板到达之处,且它们不应设置在防撞舱壁之前。在特殊情况下经验船部门同意者可以例外。

2) 应急电源连同其变换设备(如设有时),临时应急电源、应急配电板和应急照明配电板相对于主电源连同其变换装置(如设有时)、主配电板等的位置应经验船部门同意,以确保主电源连同其变换设备(如设有时)、主配电板等所在的处所或任何A类机器处所发生火灾或其他事故时,不致妨碍应急电源的供应、控制和分配。设有应急电源连同其变换设备(如设有时)、临时应急电源以及应急配电板等的处所,应尽可能不与A类机器处所或装有主电源连同其变换装置(如设有时)或主配电板所在处所的限界面相毗邻。

注:A类机器处所的定义见第五篇。

2.5.1.3 应急电源可以是发电机,该发电机应符合下列要求:

1) 由一具有独立的冷却装置和燃料供给,并设有符合第二篇第5章5.5.6.1规定的起动装置的柴油机驱动;

2) 除设有符合本节2.5.1.5规定的临时应急电源外,在主电源供电失效时应能自动起动和自动连接于应急配电板,且本节2.5.2所规定的各项设备自动换接至应急配电板。原动机的自动起动系统和原动机的特性均应能使应急发电机在安全而实际可行的前提下,尽快地承载额定负载(最长不超过45s)。

2.5.1.4 应急电源也可以是蓄电池组,该蓄电池组应符合下列要求:

1) 承载应急负载而不必再充电,并在整个放电期间蓄电池组的电压变化应能保持在额定电压的±12%范围内;

2) 当主电源的供电失效时,自动连接至应急配电板;

3) 能对本节2.5.2所规定的各项设备供电。

2.5.1.5 除设有符合本节2.5.1.3中2)所规定的自动起动应急发电机外,当应急电源为应急发电机时,尚应设置一蓄电池组作为临时应急电源,并应符合下列要求:

1) 承载应急负载而不必再充电,并在整个放电期间蓄电池组的电压变化应能保持在额定电压的±12%范围内;

2) 当主电源或应急电源的供电失效时,均应能立即自动向本节2.5.4所规定的各项设备供电。

2.5.1.6 应急配电板应尽可能靠近应急电源安装,并符合下列要求:

1) 若应急电源为发电机,则应急配电板应与应急发电机安装在同一处所,但若应急配电板的工作会因此受到妨碍者,则可例外;

2) 若应急电源为蓄电池组,则该蓄电池组不应与应急配电板安装在同一处所;

3) 应急配电板的前后通道等,应符合本章2.4.4.2~2.4.4.5的要求。

2.5.1.7 在主配电板或机器控制室内的适当地点应装置指示器,以指示应急电源或临时应急电源的蓄电池正在供电。

2.5.1.8 在正常情况下,应急配电板应通过相互连接的馈电线由主配电板供电。该馈电线应按本章2.3.8.6

的规定设置保护，并应能在主电源供电失效时，在应急配电板处自动切断。

2.5.1.9 为保证应急电源迅速可用，必要时应设有在应急配电板上自动将非应急电路切断的设施，以确保向应急电路供电。在应急配电板上还应设有辅助开关，以便在自动连接系统发生故障时可手动接通。

2.5.1.10 若采取适当的措施，在所有情况下均能确保独立的应急工作时，则应急发电机可以例外地用来短时间地向非应急电路供电。

2.5.2 应急电源的供电时间和范围

应急电源应有足够的容量，以确保在应急的情况下向必要的安全设备供电，并应考虑到这些设备可能要同时工作。应急电源在计及某些负载的起动电流和瞬变特性后，应至少能对下列设备(如依靠电力工作时)按以下规定的时间供电：

- 1) 每一登乘救生艇、筏的集合地点、登乘地点和舷外的应急照明供电3h；
- 2) 对下列各处的应急照明供电6h:
 - a) 起居处所内的通道、梯道、出口；
 - b) 机器处所及主发电站内，包括它们的控制位置；
 - c) 所有控制站、机器控制室以及每一主配电板和应急配电板处；
 - d) 消防员装备贮放处所；
 - e) 操舵装置处；
 - f) 应急消防泵(如设有时)、喷水器供水泵(如设有时)等处以及这些泵的电动机起动位置；
 - h) 鱼货处理和加工处所。
- 3) 对下列各项设备供电6h:
 - a) 航行灯和其他号灯；
 - b) 甚高频无线电设备、中频无线电设备(若设有时)、船舶地面站(若设有时)以及中频/高频无线电设备(若设有时)。
- 4) 对下列各项设备供电6h:
 - a) 所有在紧急状态下需要的船内通信设备；
 - b) 探火和火警报警系统；
 - c) 断续使用的白昼信号灯、船舶号笛、手动失火报警按钮和所有在紧急状态下需要的船内信号设备(例如通用紧急报警系统、灭火剂施放预告报警器等)；
 - d) 应急消防泵(如设有时)；
 - e) 自动喷水器泵(如设有时)。
- 5) 对操舵装置按第二篇第9章操舵装置的有关规定供电。

2.5.3 临时应急电源的供电时间和范围

本节2.5.1.5所要求的临时应急电源应具有足够的容量，至少应能对下列设备(如依靠电力进行工作时)供电0.5h：

- 1) 本节2.5.2中1)、2)、3)所要求的照明，但对机器处所和起居处所内所需要的应急照明，可设置固定装设，单独、自动充电，并以继电器控制的蓄电池灯；
- 2) 本节2.5.2中4)的a)、b)、c)项所述设备，如具有装设于适当位置、可供应急状态使用且满足按规定时间供电的独立蓄电池组供电者，则可例外。

2.5.4 其他

船长小于45m的渔船，可以不设本节所要求的应急电源，但应在机舱以外且避开高失火危险处所设置

独立的蓄电池组，此蓄电池组作为备用电源。当主电源失效时，应对下列设备同时供电3h:

- 1) 通用紧急警报系统;
- 2) 航行灯、失控灯、锚灯以及现行《国际海上避碰规则》规定的其他号灯;
- 3) 甚高频无线电通信装置，若设有无线电通信设备专用的备用电源时，则可除外;
- 4) 下列处所的应急照明:
 - a) 登乘救生艇，筏的集合地点，登乘地点及舷外;
 - b) 所有走廊，梯道和出口;
 - c) 机器处所和应急配电板处;
 - d) 所有控制站。

第6节 船舶机械与设备的电力拖动

2.6.1 一般要求

2.6.1.1 额定功率不小于1kW的电动机及所有重要用途的电动机，均应由独立的最后分路供电。

2.6.1.2 每台电动机均应设置有效的起动和停止装置，其位置一般在电动机旁，且应便于管理电动机人员的操纵。

2.6.1.3 额定功率不小于0.5kW的电动机及其控制装置，应设置能够把满负载从电源的所有带电电极上切断的装置。如果这种控制装置是装在主配电板或其他配电板上，或者是邻近于这些配电板之处，则可以用这些配电板上的切断开关来切断上述负载的电源，否则应在控制装置箱内装设一个切断开关或者单独装设一个有封闭外壳的切断开关。

2.6.1.4 当起动器或用于切断电动机的任何其他电器装置远离电动机时，则应采取下列的任何一种措施:

- 1) 能够在“分断”位置上把电路锁定在断开状态的措施；或
- 2) 在邻近电动机处装设一附加的切断开关；或
- 3) 使安装在每一个带电极或相上的熔断器可以方便地由专职人员卸除和保管。

2.6.1.5 如采用公共起动系统(即以一套起动器逐个起动多台电动机)时，此系统中每台电动机均应配备欠电压保护、过电流保护、切断设施和运转指示器，其有效程度应不低于每台电动机单独使用一套起动器时的要求。若起动系统属于自动类型，则应另备适当的手动操作设施。若此项起动器是用于重要用途的电动机，则其起动部分应为双套，且应设置转换设施，当其中一套发生故障时，能立即进行转换。

2.6.1.6 用改变励磁进行调速的电动机，应设有在全励磁的情况下才能起动的装置。

2.6.1.7 电动机的欠电压、过载及短路等保护应符合本章第3节有关规定。

2.6.2 操舵装置

电动或电动液压操舵装置应符合第二篇第9章第1节操舵装置的有关规定。

2.6.3 甲板机械

2.6.3.1 电动甲板机械的电磁制动器，应附有人工释放装置。

2.6.3.2 锚机、绞缆机的电动机，若技术条件中未作特殊要求时，其工作定额应不小于30min。

2.6.3.3 吊艇机电力拖动装置应设有当艇回复至原位时的限位开关。

2.6.3.4 吊艇机电力拖动装置应与手动装置以及手动制动器相连锁。

2.6.3.5 锚机电动机应由主配电板设独立馈电线供电。

2.6.4 鱼货加工机械

鱼货加工装置的电力拖动应设有可靠的防护措施，除在操作位置设置有效的控制装置外，应在适当处所设有紧急停止装置。

2.6.5 消防设备

固定式应急消防泵的电动机及自动喷水系统(如设有)的供电，应符合第五篇第3章的有关规定。

2.6.6 风机及油泵的应急切断

2.6.6.1 动力通风机的切断应符合下列要求：

- 1) 起居处所、鱼货加工处所、控制站和机器处所的动力风机，均应能从其服务的处所外面易于到达的位置上将其停止；
- 2) 机器处所动力通风机的停止装置，应同其他处所动力通风机的停止装置分开；
- 3) 厨房排气管道的抽风机应能在厨房内予以关停。

2.6.6.2 燃油驳运泵、锅炉燃油泵及其他类似的燃油泵所在处所外面，应设有应急切断装置。

2.6.6.3 上述风机和油泵的应急切断装置的位置应不致于这些处所的失火而被隔断，并尽可能置于一个或集中于少数几个位置上。

第7节 照 明

2.7.1 一般要求

2.7.1.1 采用隔壁灯照明时，照明窗的结构应坚固、气密并设有防止机械损伤的保护栅，且其表面温度应不超过其安装场所的允许温度。

2.7.1.2 安装在鱼舱、冷藏鱼舱、鱼货加工间、速冻间、外走道及其他易受机械损伤处所的灯具应有坚固的保护栅。

安装在振动较大处所的灯具应采取减振措施。

直接固定在木板或其他易燃材料上的灯具，应采取防火隔热措施。

2.7.1.3 鱼舱、冷藏鱼舱、鱼货加工间、速冻间、消防设备控制站及其他类似舱室的照明开关不应设在室内。潮湿处所及有爆炸危险处所，其照明开关应能切断所有绝缘极。

2.7.1.4 邻近工作电压超过250V放电灯的处所和其他必要的地方，应设置提醒人们注意的“高压危险”的警告标志。

2.7.1.5 对灯光诱鱼作业大量使用的气体放电灯的高压触发装置，应安装在专用舱室内，并具有良好的通风设施。

2.7.2 供电、控制等

2.7.2.1 照明分配电板每一容量大于16A的最后分路的供电灯点应不超过一个。每一容量不大于16A的最后分路的供电灯点数不应超过：

对于50V及50V以下的电路	10点；
对于51V～120V电路	14点；
对于121V～250V电路	24点。

供电给灯头紧贴成簇的檐板照明、壁灯、电标志等最后分路，若其最大工作电流不超过10A，所供应的灯点可不受限制。

照明电路的最后分路不应向电热及电力设备供电，但对小型的厨房设备(如面包片烘烤器、小搅拌器、咖啡壶等)、小型电动机(如台扇、舱室电扇、电冰箱等)和类似用具可以除外。

2.7.2.2 主推进机械装置的机器处所、大型鱼货加工间、公共处所、通道(包括出入口)、通向艇甲板的梯道等处所的照明,至少应由照明用的两个最后分路供电。当其中任何一路不能供电时,另一路仍能保持上述处所必要的照明。对船长小于45m或有限航区的船舶,此要求可减至主推进机械装置的机器处所。主推进机械装置的机器处所的照明灯点应交错布置。

在机器处所内,凡燃油压力超过0.18MPa的燃油加热装置处应设有足够的照明,以便于及时发现缺陷和泄漏。在A类机器处所以及当实际可行时在其他机器处所,压力润滑系统的滑油储藏、分配及使用等设施,至少应具有同样的足够的照明。起、放网及起网设备处亦应有足够的照明。

2.7.2.3 若采用船体作导电回路的配电系统时,则从照明分配电板引出的每一分路,均应采用双芯电缆,并将所接地的一极通过分配电板的汇流排总的接地。

2.7.2.4 每一防火区至少需有两路独立照明的馈电线,其中一路可为应急照明馈电线。

2.7.2.5 鱼舱(包括冷藏鱼舱)内设置的固定照明,一般应设有专用的照明控制箱控制。控制箱应安装在鱼舱外的适当位置。每一鱼舱的照明应有独立分路。每一分路除设有能切断所有绝缘极的开关和熔断器外,应装有电源接通指示灯。

2.7.2.6 船上各种场所所安装的照明灯具,其防护等级应符合本篇表1.3.2.2的要求。对某些有特殊要求的场所,其照明开关应按本节2.7.1.3的规定进行安装。

2.7.2.7 照明电路应按本章2.3.10的要求设置保护。

2.7.2.8 主照明系统的布置,应使其在设有应急电源连同其变换装置(如设有时)、应急配电板和应急照明配电板的处所内发生火灾或其他事故时,不致受到损害。

2.7.2.9 对应急照明的特殊要求:

- 1) 应急照明灯点设置等应符合本章第5节的有关规定;
- 2) 各种应急照明灯均应在灯具上有明显的标志,或在结构上与一般照明灯具有所不同;
- 3) 不应在临时应急照明的馈电线上装设开关;
- 4) 除驾驶室、救生艇、筏存放处的舷外的应急照明灯外,在应急照明电路中不应装设就地开关;
- 5) 应急照明系统的布置,应使其在主电源连同其变换装置(如设有时)、主配电板和主照明配电板的处所内发生火灾或其他事故时,不致受到损害。

2.7.3 可携照明灯

2.7.3.1 可携照明灯的布置应能使操作者无触电危险。

2.7.3.2 可携照明灯可以选用下列的任一种方式:

- 1) 用供电电缆的连续接地线接地;
- 2) 双重绝缘或加强绝缘;
- 3) 用不超过50V的电压供电;
- 4) 由只对一盏灯具供电的安全隔离变压器供电。

2.7.3.3 在有爆炸危险的处所内,应采用带有自给式蓄电池的本质安全型、增安型、隔爆型或正压型的可携灯具。可携式照明灯具不得使用电缆供电。

第8节 航行灯与其他号灯

2.8.1 航行灯的供电及控制

2.8.1.1 每一盏航行灯均应由安装在驾驶室内易于接近位置上的航行灯控制箱引出的独立分路供电,且应在这些分路的每个绝缘极上用安装在该控制箱上的开关和熔断器或断路器进行控制和保护。

2.8.1.2 航行灯控制箱应直接由应急电源和临时应急配电板(在本章第5节要求设置临时应急电源时)供电,或者直接由应急配电板和主配电板供电;或(对船长小于45m的渔船)由主配电板和备用电源供电。

2.8.1.3 应在航行灯控制箱上或驾驶室的适当位置设置转换开关,以能对本节2.8.1.2所要求的供电电源进行转换。

2.8.1.4 船长不小于24m的船舶,应设有在每一盏航行灯发生故障时能发出听觉和视觉报警信号的自动指示器。如果采用与航行灯串联连接的指示灯,则应有防止由于信号灯故障而导致航行灯熄灭的措施,并应设有航行灯控制箱电源故障的听觉和视觉报警。

2.8.2 其他号灯的供电和控制

2.8.2.1 这里所述的号灯,系指现行《国际海上避碰规则》规定的,除航行灯以外的其他号灯。

2.8.2.2 每一盏号灯均应由其控制箱引出的独立分路供电,而且在这些分路的每一绝缘板上用安装在该控制箱内的开关和熔断器或断路器进行控制和保护。

2.8.2.3 号灯控制箱应由应急配电板(可非直接)和临时应急电源(在本章第5节要求设有时)供电,或者由应急配电板和主配电板(可非直接)供电;或(对船长小于45m的渔船)由主配电板和备用电源供电。

2.8.2.4 手提式白昼信号灯应由应急配电板和临时应急电源(在本章第5节要求设置应急电源时)供电,或者具有自带蓄电池和应急照明分配电板供电。

第9节 无线电设备与航行设备

2.9.1 无线电设备与航行设备的供电

2.9.1.1 无线电设备与航行设备的电源分配电板,应由主配电板或应急配电板设独立馈电线供电。

2.9.1.2 还应配备一个或多个独立于船舶推进动力和船舶电力系统的备用电源,在船舶主电源或应急电源发生故障时向无线电装置供电,以便进行遇险和安全通信。该备用电源的容量应足以同时向下列设备供电1h:

- 1) 甚高频无线电设备;
- 2) 中频无线电设备或船舶地面站或中频/高频无线电设备;
- 3) 操纵无线电设备的无线电控制台适当的照明设备。

第10节 船内通信与信号设备

2.10.1 一般要求

各种不同用途的船内通信装置,其声响信号应有不同音色,以利辨别。

2.10.2 传令钟

在船上应设置把驾驶室的命令发送至主推进机械装置的机器处所的主机传令钟,主机传令钟应具备复示装置。

应于驾驶室内设置主机传令钟的失电听觉和视觉报警器,该报警器一般应由蓄电池供电。若采用船电时,则不应与传令钟接入同一电源线路上。

2.10.3 指挥电话和其他通信设备

2.10.3.1 下列处所之间若以电话为主要通信工具时,则应为声力电话或蓄电池供电的指挥电话:

- 1) 驾驶室——机器处所;

2) 驾驶室——应急操舵站及舵机舱;

上述1)、2)应为直通电话。若在通信系统中能具备插入忙线通话时,则1)、2)可采用如下方式:

└——机器处所;

驾驶室——└

└——应急操舵站及舵机舱;

3) 驾驶室——火警信号站及消防设备集中控制站、船首、船尾;

4) 驾驶室——无线电室(若驾驶室与无线电室相毗邻,且能进行有效地通信联系时,可免除驾驶室与无线电室之间的电话通信的要求)。

注:若船首、船尾与驾驶室之间已有其他的通信工具,则船首、船尾的电话可免于设置。

2.10.3.2 安装在噪声较大的舱室内的电话,若影响通话时,则应装设在隔音室或隔音罩内。

2.10.3.3 应设有固定式、可携式或两者兼备型式的应急通信设备,以供船上应急控制站、救生艇筏集合和登乘地点与驾驶室和消防控制站等要害部门之间进行双向通信。

2.10.4 通用紧急报警系统

2.10.4.1 船舶应设单向发信的通用紧急报警系统,在全船所有起居处所、通常船员工作的处所以及开敞甲板均应能听到该系统的报警。报警器在被触发后一直保持报警状态,直至人工将其关闭或由于广播系统工作而暂时中止。

2.10.4.2 当主电源供电失效时,通用紧急报警系统应能自动转换到应急电源供电。

2.10.4.3 通用紧急报警系统应能在驾驶室、消防控制站控制。

2.10.4.4 通用紧急报警系统的分电箱应设在舱壁甲板以上的适当处所,由分电箱引出的每一分路的绝缘极上均应设熔断器保护。

2.10.4.5 当所有的门和通道都关闭的情况下,在居住舱室内睡眠位置和距声源1m处,音响报警信号的声压级至少应达到75dB(A),并至少要比船舶在较好天气状况下航行时的正常设备操作的环境噪声级高出10dB(A)。声压级应在基频附近的三分之一倍频带之内。在任何情况下,某一处所内的音响报警信号声压级应不得超过120dB(A)。

2.10.4.6 除电铃外,报警音响信号的频率应在200Hz~2500Hz之间。

2.10.5 有线广播系统

2.10.5.1 船长不小于24m的渔船,应设有能将指令有效地发送到居住处所、控制站以及开敞甲板的有线广播系统。

2.10.5.2 在主电源供电失效时,有线广播系统应自动转换至应急电源供电。

2.10.5.3 如果有线广播系统能符合下列要求以及对通用紧急报警系统的要求,则可兼作通用紧急报警系统和发送火灾报警信号:

1) 随时都能发送清晰而不失真的音响报警信号,在发送报警信号时其他发送信号应能自动停止;

2) 如果扬声器上附有音量控制器,则在发送报警信号时该音量控制器应不起作用,以保证报警信号随时都能以最大音量发送;

3) 至少应有两个放大器,且对每个放大器进行短路保护;

4) 对于多个放大器的供电,不能因为一个放大器的失效,而导致其他放大器的失效;

5) 如果几个扬声器电路连接至一个放大器,则每个扬声器电路发生短路故障时,应不影响其他扬声器电路的正常工作;

6) 每一防火区和(或)甲板应至少有两个连续的扬声器电路,且它们应连接至独立的放大器;

扬声器电路应布置适当,以保证即使在一个放大器或扬声器失效时,仍能接收到报警信号,但音量

可有所降低。

- 7) 应使用多个电子声响信号发生装置;
- 8) 该系统的布置应能防止反馈或其他干扰。

2.10.6 其他报警装置

2.10.6.1 在厨房内应设有听觉和视觉报警器,以保证工作人员偶然被闭锁在伙食冷藏库内时能发出求救信号,但冷藏库的门若能从内部开启时则可免予设置。

2.10.6.2 在驾驶室内应设有当船员被偶然关闭在鱼舱、速冻间时发出的求救信号的声光报警装置或其他有效措施。

2.10.6.3 灭火剂施放预告信号以及其他听觉和视觉报警装置应符合第五篇第3章的有关要求。

2.10.6.4 自动喷水系统中的探火和失火报警系统,固定式探火和失火报警系统应符合第五篇有关各章的要求。

2.10.6.5 主机及辅柴油机报警装置应符合第二篇中有关章节对报警的要求。

2.10.6.6 制冷系统的报警装置应符合第四篇有关的要求。

2.10.6.7 应设置能由机器控制室或操纵台(如适用时)操作的轮机员报警装置,并能在轮机员居住舱室内清晰地听到。

第11节 电热器具

2.11.1 一般要求

2.11.1.1 所有电取暖器应固定装设。但可采用在其倾倒时能自动切断电源的可移动的电热器具。

2.11.1.2 在有可燃气体和尘埃易于聚集的地方,不得装设电热器具。

2.11.1.3 电热器具的安装对甲板、舱壁或其他周围物品应不致产生过热的危险。

2.11.1 电热和电炊设备的控制及装设

每个电热器和电炊具设备,应作为一个完整的单元,用一个安装在邻近的多极联动开关进行控制。

2.11.2 电热器具的供电

每只电热器应分别接到一个独立的电热最后分路上。但数量不多于10只,且总的电流定额不超16A的小型电热器可共同连接至一个独立的电热最后分路上。

第12节 蓄电池组

2.12.1 一般要求

2.12.1.1 如用蓄电池组来启动柴油机,则至少应设有两组符合第二篇第5章所规定的总容量的蓄电池组。

2.12.1.2 应设有适当的充电设备。

2.12.1.3 直流系统中,当由较高的电压系统充电时,应设有使蓄电池组与低压系统隔离的措施。

2.12.1.4 应急蓄电池组的自动放电装置,应使蓄电池不论是否在充电,均能随时自动向应急电路供电。

2.12.1.5 任何应急蓄电池组的设计和安装应满足本篇4.6.3.3的要求。

2.12.2 保护

蓄电池组及其充电设备应按本章2.3.11的规定设置保护。

2.12.3 布置

2.12.3.1 充电功率大于2kW的蓄电池组，应安放在专用舱室内。若安放在露天甲板上，则可以安放在箱或柜中。

充电功率小于和等于2kW的蓄电池组可以安放在专用的箱或柜中。在机器处所内若条件不许可，则可以敞开安放在通风良好的地方。

蓄电池组不得安放在生活区域内。

注:充电功率指蓄电池组的额定电压乘最大充电电流值。

2.12.3.2 每只蓄电池周围间隙应大于20mm，并应用不吸潮、耐电解液腐蚀的绝缘材料楔隔、衬垫来固定。应采取措施，防止漏出的电解液与船体接触。

2.12.3.3 蓄电池组的安装应便于更换、检测、充液和清洁。

2.12.3.4 酸性蓄电池和碱性蓄电池不应安放在同一舱室、箱或柜中。

2.12.3.5 原动机起动蓄电池，应尽可能接近该原动机安装。若此项蓄电池不能设置在蓄电池室内，则其安装处应保证有适当通风。

2.12.3.6 应急电源(包括临时应急电源)、指挥电话的蓄电池组安装位置应符合本章第5节的要求。

2.12.4 蓄电池室的设备

蓄电池室内应避免安装电气设备，若必需安装时应选用防爆电气设备，但其照明也可采用符合本章2.7.1.1要求的隔壁灯照明。

除蓄电池的电缆外，其他电缆不应经过蓄电池室。若不可避免时，应穿管敷设或采取其他安全措施。

2.12.5 通风

2.12.5.1 安放蓄电池的专用舱室、箱、柜及其通风道等，凡可能经受电解液或电解液逸出气体引起腐蚀的表面，均应有防腐蚀措施。

2.12.5.2 蓄电池室、箱、柜应有独立通风装置，其出风口在顶部，进风口在底部，并有防止水和火焰进入的措施。出风管应直通开敞甲板外。

2.12.5.3 蓄电池室、箱、柜不应采用轴流式机械通风装置。采用其他形式的机械通风装置时，应有防止通风叶片偶然与机壳发生摩擦产生火花的措施。

2.12.5.4 除通风口外，蓄电池室的其他开口均应作有效封闭，以防止爆炸性气体进入邻近舱室。

2.12.6 警告牌

在蓄电池室的门、箱、柜的外面应有“禁止烟火”的标志。

第13节 电 缆

2.13.1 一般要求

2.13.1.1 电缆的选择应根据敷设场所的环境条件、敷设方法、电流定额、工作定额、需用系数和允许电压降等因素来确定。

2.13.1.2 任何电缆的额定电压应不低于它所在电路的额定电压。容易遇到例如接触器操作的起重机电路等高电感电路所产生的冲击电压的电缆，应作特殊考虑。

2.13.1.3 可携式电气设备应采用移动软电缆。

2.13.2 绝缘材料的选择

2.13.2.1 绝缘材料的最高工作温度，至少应比电缆安装场所可能存在的最高环境温度高10℃。

2.13.2.2 电缆绝缘材料一般应根据表2.13.2.2选用。若选用其他绝缘材料应经验船部门同意。

表2.13.2.2 绝缘材料及其最高工作温度

绝缘材料		导体最高工作温度，℃	最高环境温度，℃
弹性复合物	乙丙橡皮	85	75
	交联聚氯乙烯	85	75
	硅橡皮	95	85
热塑性复合物	聚氯乙烯	60	50
其他材料	矿物	95	85
注			
1 硅橡皮和矿物绝缘，当它们在船员不易接触的地方时，可允许较高的工作温度(如硅橡皮为150℃；矿物绝缘则不作限制)，但应经验船部门同意。			
2 导体的温度系环境温度与负载所产生的温升之和。			

2.13.3 保护层的选择

2.13.3.1 固定敷设在露天甲板、浴室、鱼舱、冷藏处所、机器处所或可能出现凝结水或有害蒸气(例如油蒸气)的任何其他地点的电缆，均应具有金属不透性护套(铜、铅合金)或非金属不透性护套(聚氯乙烯、氯丁橡皮、氯磺化聚乙烯等)。护套的性质应满足环境条件的要求。

2.13.3.2 敷设在永久潮湿的处所，而以吸潮材料作绝缘的电缆，均应采用金属护套。

2.13.3.3 所有电缆和电气设备的外接线至少应为滞燃型。当采用符合IEC 332—1号出版物《电缆在火焰条件下的试验 第一篇 单根垂直敷设绝缘电线或电缆》规定的滞燃特性的电缆，而需成束敷设时，则应采取限制火焰沿电缆束蔓延的措施，见本节2.13.9.11的要求。

在失火状况下必需维持工作的重要设备的电缆，例如连接应急消防泵至应急配电板的电缆，若穿过较大失火危险区域时，则应采取能通过IEC 331号出版物《电缆的耐火特性》规定试验的耐火型电缆。

2.13.3.4 特殊情况下必要时，例如射频电缆或数字计算机信息传输系统电缆，经验船部门同意可以使用不符合本节2.13.3.3要求的特种电缆。

2.13.3.5 在选择不同类型的外护层时，应着重考虑对每根电缆在安装和使用时可能受到的机械作用。如果认为外护层的机械强度不够，则电缆应安装在管子或管道或电缆槽内或采取其他防护措施。

2.13.4 导体截面积的确定

2.13.4.1 电缆所能承载的最大连续负载，应不超过该电缆经过校正系数校正后的标称电流。在估算最大连续负载时，可以考虑各个负载需用系数和最大负载的持续时间。

2.13.4.2 当电缆在正常工作条件下承载最大电流时，从主配电板或应急配电板的汇流排到任何安装点的电压降，应不超过额定电压的6%。由蓄电池供电，其电压不超过50V者，可增至10%。

对于航行灯线路应有较小的电压降，以保持其足够的亮度和颜色。

2.13.4.3 在确定照明电路的电流定额时，每一只灯座应按能与它连接的最大负载计算，但最小为60W。若灯具的结构只能装接定额低于60W的灯者，则可除外。

每个照明插座应按两个灯座计算。

2.13.4.4 馈电给起重机、电动起网机、起锚机及绞缆机的电缆定额，应与工作定额相适应。

2.13.4.5 直流发电机均压线电缆的截面积应不小于主电路电缆截面积的50%；三相四线制中性线截面积应为相线的50%。

2.13.5 连续工作制的电流定额

电缆承载的最大连续负载，应不超出表2.13.5(1)~(3)所列数值。

表2.13.5 (1) 导体最高工作温度为60 的聚氯乙烯绝缘电缆
的电流定额(基准环境温度45)

线芯 标称截面积	单芯	双芯	三芯或四芯	线芯 标称截面积	单芯	双芯	三芯或四芯			
mm ²	(A)			mm ²	(A)					
1	8	7	6	95	165	140	116			
1.5	12	10	8	120	190	162	133			
2.5	17	14	12	150	220	187	154			
4	22	19	15	185	250	213	175			
6	29	25	20	240	290	247	203			
10	40	34	28	300	335	285	235			
16	54	46	38		直流	交流	直流	交流	直流	交流
25	71	60	50	400	390	380	332	323	273	266
35	87	74	61	500	450	430	383	365	315	301
50	105	89	74	625	520	470	442	400	364	329
70	135	115	95							

表2.13.5 (2) 导体最高工作温度为85 的乙丙橡皮、交联聚乙烯绝缘电缆
的电流定额(基准环境温度45)

线芯 标称截面积	单芯	双芯	三芯或四芯	线芯 标称截面积	单芯	双芯	三芯或四芯			
mm ²	(A)			mm ²	(A)					
1	16	14	11	95	275	234	193			
1.5	20	17	14	120	320	272	224			
2.5	28	24	20	150	365	310	256			
4	38	32	27	185	415	353	291			
6	48	41	34	240	490	417	313			
10	67	57	47	300	560	476	392			
16	90	77	63		直流	交流	直流	交流	直流	交流
25	120	102	84	400	650	630	553	536	445	441
35	145	123	102	500	740	680	629	578	518	476
50	180	153	126	625	840	740	714	629	588	518
70	225	191	158							

表2.13.5 (3) 导体最高工作温度为95 的硅橡胶、矿物绝缘电缆
 的电流定额(基准环境温度45)

线芯 标称截面积	单芯	双芯	三芯或四芯	线芯 标称截面积	单芯	双芯	三芯或四芯
mm ²	(A)			mm ²	(A)		
1	20	17	14	50	200	175	140
1.5	24	20	17	70	255	217	179
2.5	32	27	22	95	310	264	217
4	42	36	29	120	360	306	252
6	55	47	39	150	410	349	287
10	75	64	53	185	470	400	329
16	100	85	70	240	570	485	400
25	135	115	95	300	660	560	460
35	165	140	116				

表中所列的电流定额，系以表2.13.2.2 所列的导体最高工作温度为基础而规定的。若根据经验或者计算得出的数据对电流定额进行更精确的估定时，则可将详细内容提交验船部门审查。

2.13.6 电流定额的校正系数

2.13.6.1 不同环境温度时的校正系数:

当已知环境温度不同于45℃时，应采用表2.13.6.1所示的校正系数。

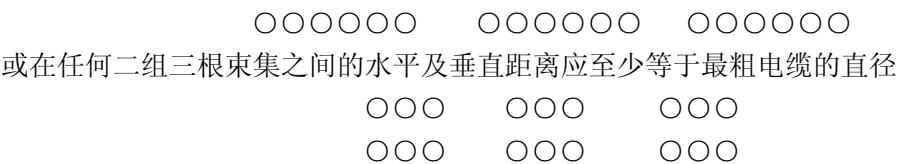
表2.13.6.1 不同环境温度的校正系数

环境温度 导体最高温度，℃	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85
60	1.29	1.15	1.00	0.82	-	-	-	-	-	-	-
65	1.22	1.12	1.00	0.87	0.71	-	-	-	-	-	-
70	1.18	1.10	1.00	0.89	0.77	0.63	-	-	-	-	-
75	1.15	1.08	1.00	0.91	0.82	0.71	0.58	-	-	-	-
80	1.13	1.07	1.00	0.93	0.85	0.76	0.65	0.53	-	-	-
85	1.12	1.06	1.00	0.94	0.87	0.79	0.71	0.61	0.50	-	-
90	1.10	1.05	1.00	0.94	0.88	0.82	0.74	0.67	0.58	0.47	-
95	1.10	1.05	1.00	0.95	0.89	0.84	0.77	0.71	0.63	0.55	0.45

2.13.6.2 成束电缆敷设时的校正系数:

- 1) 按下列方式之一敷设的电缆，若能保证每束电缆周围冷却空气自由循环，则可直接采用表2.13.5 (1)~(3)所列的电流定额:
- a) 不超过六根的电缆成束敷设在导板上，或管道、管子或电缆槽内；

b) 超过六根的电缆按下列方式组合:
- 在任何二组六根束集之间的距离应至少等于最粗电缆的直径



- 2) 对于可能以额定负荷同时工作而又靠紧在一起，且周围无空气自由循环的六根以上的电缆束，则应采用0.85的校正系数。
- 注：
- 1 成束电缆系指两根或多根电缆敷设在单独的管道、电缆槽或电缆通道内，或者是未加封闭且相互间不可分开的一束电缆。
 - 2 当采用0.85的校正系数时，应注意电缆敷设层数，一般每束电缆不宜超过两层。

2.13.6.3 非连续工作制的校正系数：

- 1) “0.5h”或“lh”工作制的校正系数，可采用图2.13.6.3(1)所给出的相应的校正系数；
- 2) 重复短时工作制的校正系数，可采用图2.13.6.3(2)所给出的相应的校正系数。

图2.13.6.3(1)

图2.13.6.3(2)

图2.13.6.3(3)

2.13.7 电缆的并联使用

导体截面不小于10mm²时，才允许作并联使用。进行并联使用的所有电缆应为相同的阻抗、截面和导体最高工作温度，其电流定额应为所有并联导体的定额之和。

2.13.8 短路容量

电缆及其绝缘导体应能耐受最大短路电流所产生的机械应力和热效应。

2.13.9 电缆的走线

- 2.13.9.1 电缆的走线应尽可能平直且易于检修。
- 2.13.9.2 电缆的走线应避免潮气或水滴凝结的影响。
- 2.13.9.3 电缆的走线应尽量远离锅炉、热管、电阻器等的热源，并具有不受机械损伤的保护。
- 2.13.9.4 电缆敷设不应跨越船体伸缩接头，如确实不能避免时，应将电缆弯成一个环形伸缩弯头，该伸缩弯头的长度应正比于船体伸缩长度。伸缩弯头的最小内半径应为电缆外径的12倍。

2.13.9.5 导体最高工作温度不同的电缆不应敷设在一起。如此种成束敷设不可避免时，则任何一根电缆的工作温度不应达到高于该束中温度定额最低的电缆所允许的温度。

2.13.9.6 具有不同护套或外护层的电缆，若敷设时可能损坏其他电缆的护套或外护层时，则不应成束敷在一起。

2.13.9.7 对要求两路供电的重要设备，例如操舵装置的供电及其控制用的两路电缆，应尽最大可能在水平及垂直方向远离敷设。

2.13.9.8 对具有双套设备的重要设备或互为备用完成同一重要功能(例如机器处所传令钟等)的双套系统，其各自的供电及其控制用电缆应尽可能在水平及垂直方向远离敷设。

注:若主配电板安装于独立的封闭舱室(例如安装在主机控制室)中，则该要求不适用于安装在该封闭舱中的设备和电缆。

2.13.9.9 用于重要设备或应急动力设备、应急照明以及应急状态下使用的船内通信或信号设备的电缆应尽量远离厨房、洗衣间、机器处所及其舱棚，以及其他高度失火危险处所，但对这些处所中的设备供电的电缆可例外。

如果可能，所有这些电缆的敷设方式应能防止由于邻近处所失火时可能造成的舱壁高温而使其失效。

2.13.9.10 主干电缆和重要设备的供电和控制用电缆应远离具有较大失火危险的机械、机械部件敷设。除非是:

- 1) 这些设备本身的电缆;
- 2) 以钢质舱壁或甲板与这些设备隔开的电缆;
- 3) 采用耐火电缆。

注:包含易燃物的机械、机械部件或设备被认为是具有较大失火危险的机械、机械部件或设备。

2.13.9.11 若电缆系成束敷设，应采用限制火焰沿电缆束蔓延的下列措施之一:

- 1) 采用通过IEC332—2号出版物《成束电缆试验》规定试验的电缆;
- 2) 在电缆束路径的适当位置设置防火隔板或涂以经验船部门认可的耐火涂料。

2.13.9.12 干线电缆暗式敷设的路径上的封闭板应便于开启。

2.13.9.13 电缆不应直接埋在用可燃材料制成的隔热或隔音绝缘层内。采用不燃材料包覆后，将绝缘层分开时，则允许敷设在绝缘层内，但这些电缆应该相应降低负荷。

2.13.10 电缆的机械保护

2.13.10.1 容易受到机械损伤的电缆，应以金属缆槽或罩壳或钢管来保护，如果其外护层能足以承受这种可能的损坏者，则可例外。

2.13.10.2 鱼舱中的电缆以及存在异常的机械损伤危险的其他处所的电缆，即使已有铠装，仍应加以适当保护。

2.13.10.3 用作电缆机械性保护的金属罩壳，应有有效的防腐蚀措施。

2.13.10.4 若电缆通过舱底花钢板下敷设时，应有防止油水浸渍和防止机械损伤的可靠措施。

2.13.11 弯曲半径

在敷设电缆时，最小弯曲内半径一般应符合表2.13.11的规定。

表2.13.11 固定敷设的电缆最小弯曲内半径

电缆结构		电缆总外径D mm	最小弯曲内径 mm
绝缘	外护层		
热塑性材料	金属护套、铠装或编织	任何	6D
	其他保护层	≤25	4D
和弹性材料		>25	6D

矿物	硬金属护套	任何	6D
----	-------	----	----

2.13.12 电缆的紧固

- 2.13.12.1 电缆除用于可携式设备以及敷设在管子、管道、电缆槽或特别罩壳内以外，均应有效地加以支承和紧固。
- 2.13.12.2 电缆紧固件或扎带应坚固，并应具有足够的表面积和一定的形状，使电缆能保持紧固而不损伤其护套或外护层。
- 2.13.12.3 电缆紧固件、支承和附件均应用耐蚀材料制成，或在安装前进行适当的防蚀处理。
- 2.13.12.4 支承件之间的距离，应按电缆的类型和承受振动的可能性适当地选择，其距离一般应符合表2.13.12.4的规定。

表2.13.12.4 电缆外径与支承件的距离，mm

电缆外径		支承间距离	
超过	不超过	非铠装电缆	铠装电缆
—	8	200	250
8	13	250	300
13	20	300	350
20	30	350	400
30	—	400	450

2.13.13 电缆贯穿隔舱壁

- 2.13.13.1 电缆贯穿水密隔舱壁或甲板时，可采用单独水密填料函，或用容纳多根电缆的水密填料箱，但完工后应保持隔舱壁或甲板的水密完整性。
- 2.13.13.2 当电缆穿过非水密舱壁或结构钢时，孔口应用铅或者其他认可的材料作衬垫。若钢材厚度不小于6mm，则适当倒圆孔口可以被认为与衬垫等效。
- 2.13.13.3 电缆贯穿有某种防火要求的舱壁和甲板时，应保证不会削弱甲板和舱壁的防火完整性。
- 2.13.13.4 穿过甲板的电缆，应用适当高度的金属导管或围框加以保护。
- 2.13.13.5 用作填料函和衬垫的材料，不应使电缆或船体构件有腐蚀危险。
- 2.13.13.6 若在舱壁或结构钢中切割方形孔时，则孔角应有一定的曲率半径。

2.13.14 电缆在金属管子或管道或电缆槽中敷设

- 2.13.14.1 当电缆在金属管子、管道、电缆槽内敷设时，应符合下列规定：
- 1) 管子或管道或电缆槽内壁应光滑，并应有防蚀措施；
 - 2) 管子或管道或电缆槽的端部应采取措施以使电缆的护套或外护层不致受损；
 - 3) 管子或管道的内截面积和弯曲半径，应允许其所容纳的电缆容易拉进和拉出；管子或管道的弯曲内径应不小于电缆弯曲半径的允许值；外直径不小于63mm的管子，其弯曲内半径应不小于管子外直径的二倍；
 - 4) 穿管系数(电缆外径截面积的总和与管子、管道或电缆槽内截面积之比)应不大于0.4；
 - 5) 管子、管道、电缆槽在接头处应保证机械上和电气上的连续性，并应可靠接地；
 - 6) 管子、管道、电缆槽的布置应使水不能在内部积聚；
 - 7) 必要时应设置通风开口，以流通空气并避免管子、管道、电缆槽线路上的任何部分有积水的可能。通风开口最好设在管子、管道、电缆的最高点及最低点；
 此项通风开口仅在不会因此而增加火灾危险的情况下方可设置。
 - 8) 当管子很长且必要时应设膨胀接头；

9) 应避免把没有任何外护层的铅包电缆敷设在管子、管道或电缆槽内。

2.13.14.2 若电缆系敷设在围壁通道内,则围壁通道的构造应不使之成为火灾由甲板间或舱室传到另一处的通道。

2.13.14.3 用作冷阴极辉光放电灯的电缆,除非用金属护套或屏蔽电缆加以保护,否则不应安装在金属管中。

2.13.15 电缆在鱼舱、冷藏鱼舱、鱼货加工间、速冻间中的敷设

2.13.15.1 与鱼舱、冷藏鱼舱、鱼货加工间、速冻间无关的电缆,一般不应穿过上述处所敷设。

2.13.15.2 敷设在鱼舱、冷藏鱼舱、鱼货加工间、速冻间中的电缆,应具有水密的或不透性的护套,而且应有防止遭受机械性损伤的防护。若采用铠装电缆,则铠装(除非是镀过锌的)应进一步采用耐潮外护层防止腐蚀。

2.13.15.3 鱼舱、冷藏鱼舱、鱼货加工间、速冻间中的电缆一般应明线敷设。

2.13.15.4 敷设在鱼舱、冷藏鱼舱、鱼货加工间、速冻间的电缆应有预防措施以防止沿电缆放置临时悬挂物件的铁钩。

2.13.15.5 固定电缆的金属支承件均应镀锌或采用其他防腐蚀措施。

2.13.15.6 如电缆必须穿过鱼舱、冷藏鱼舱、速冻间绝热层时,则电缆应敷设在金属管子里垂直穿过,且管子的两端应设置水密填料函。

2.13.15.7 敷设在冷藏鱼舱、速冻间的电缆一般应不使用以聚氯乙烯为绝缘或护套的电缆,除非该材料适合低温工作。

2.13.16 减少张力

电缆的敷设应使本身重量或任何其他原因所施加在电缆上的张力减至最小,这对于小截面的电缆和垂直敷设或敷设在垂直管子内的电缆特别重要。

2.13.17 电动力

为防止由于短路导致的电动力作用,单芯电缆必须牢靠固定,支承件的强度应能承受预期短路电流相当的电动力。

2.13.18 交流单芯电缆的敷设

交流电力系统应尽量采用双芯或多芯电缆,如必需采用单芯电缆而线路电流又超过20A者,则应符合下列规定:

- 1) 电缆应为非铠装的或为以非磁性材料铠装和覆盖的;
- 2) 属于同一线路的导线应装在同一管子、管道、电缆槽内;紧固电缆的紧固件应将各相导线一起夹持。若紧固件系以非磁性材料制成,则不在此限;
- 3) 当由两根、三根或四根单芯电缆分别构成单相电路、三相电路或三相四线电路时,电缆应尽量相互紧贴敷设。在任何情况下,两相邻电缆外护层之间的间隙应不大于单根电缆的直径;
- 4) 额定电流大于250A的单芯电缆必须靠近钢质舱壁敷设时,电缆与舱壁之间至少应有50mm的间距,但不同相的单芯电缆系按品字形敷设时,则可例外。
- 5) 磁性材料应不用于同一线路的一束单芯电缆之间。在电缆穿越钢板时,应将同一线路的所有电缆都在一起穿过钢板或填料函,其布置应使电缆之间无磁性材料存在。电缆和磁性填料之间的距离应不小于75mm,但不同相的单芯电缆系按品字形敷设时,则可例外。
- 6) 为使导线截面积不小于 185mm^2 的单芯电缆所构成的相当长的三相线路阻抗达到一定程度的平衡,应每隔15m以内,将各相换位一次。亦可将三根不同相的单芯电缆按品字形敷设。

- 如敷设长度不超过30m者，则不必采取此项措施。
- 7) 若线路中每相有几根单芯电缆并联时，所有电缆应沿相同的路径敷设并具有相同的截面积；此外，为了防止电流负载的分配不均匀，属于同相的电缆应尽量同其他相的电缆交错排列。例如:每相有六根电缆时，正确的排列次序见表2.13.18；
- 8) 单芯电缆的金属护套或金属外护层，只能在一点接地。

表2.13.18 电缆排列次序

每相并联根数	一层排列次序	二层排列次序
2	ABC CBA	ABC ABC
3		ABCA BCABC
4		ABCABC CBACBA
5		ABCABCA BCABCABC
6		ABCABCABC CBACBACBA

2.13.19 电缆防电磁干扰的敷设

为了尽可能避免不必要的电磁干扰，电缆的敷设应参照IEC第533号出版物《船舶电气和电子设备的电磁兼容性》或有关标准的有关规定。

2.13.20 电缆金属护套或金属护层的接地

电缆金属护套或金属外护层的接地应符合本篇第1章第3节的有关要求。

2.13.21 电缆端头的处理

- 2.13.21.1 截面积大于4mm²的各种导线的端接头，应为焊接的接线头、压接型接线头或者机械夹头，不应采用腐蚀性焊剂。
- 2.13.21.2 电缆接头和接线端头的温度，一般应不超过电缆绝缘的最高工作温度。
- 2.13.21.3 在护套层下具有辅助绝缘带的电缆，如其线端的绝缘带已被剥去时，则在每一根芯线的绝缘与接地金属接触或可能接触之处应设附加绝缘。
- 2.13.21.4 导体在接线端固定时，无论在连接处或分支处，均应能承受短路电流的热效应和机械应力。
- 2.13.21.5 矿物绝缘电缆的端头，应按电缆制造厂的说明书要求施工。
- 2.13.21.6 具有吸潮性绝缘的(即矿物绝缘等)电缆，应将其端部密封，以防潮气进入。

2.13.22 电缆的连接和分支

- 2.13.22.1 电缆的敷设通常不应有接头，如由于维修或分段造船需要连接接头时，这种接头的导电连续性、绝缘性、机械强度和防护性、接地和耐火或滞燃等特性均应不低于对电缆的相应要求。
- 2.13.22.2 电缆应在适当的接线盒内进行连接和分支，应使所有的导线加以适当紧固和绝缘，并防止大气的作用。接线端或汇流排应具有适合于电缆定额的尺寸。
- 2.13.22.3 连接和分支处应有清晰的标志。

2.13.23 接线盒

- 2.13.23.1 接线盒应用滞燃材料制成，导电部分应架设在坚固耐久、滞燃和耐潮的材料上，并具有永久性的高介电强度的绝缘电阻。

2.13.23.2 接线盒内的导电部分之间应用滞燃绝缘材料作适当阻挡,以使不同极性的导线间或导线和接地金属之间不致发生短路。

2.13.23.3 所有接线盒应有说明其用途的铭牌或与敷设图上相一致的耐久编号标志。若接线盒的安装为暗式,则封闭板应便于开启。

第14节 接岸电

2.14.1 接岸电

2.14.1.1 若船上的设备需由岸电或其他外来电源供电,则应在船上便于连接来自外部电源软电缆的适当位置设置一符合本篇4.2.1.12规定的岸电箱。在岸电箱与主配电板间应以固定敷设并具有足够定额的电缆相连。

2.14.1.2 当岸电或 / 和船电系统为中性点接地的交流三相系统时,则应设有将船体与岸地相连接的设施。当船电系统为以船体作回路的直流系统时,应将岸电的负极接于船体。

2.14.1.3 在主配电板上应设有岸电指示器,以指示岸电电缆已经通电。

第15节 避雷装置

2.15.1 一般要求

对具有非金属桅杆的船舶,应设有可靠的避雷针。

2.15.2 结构

2.15.2.1 避雷针应以直径不小于12mm的铜杆或不小于25mm的铁杆制成。避雷针应至少高出桅顶上的电气设备300mm。

2.15.2.2 非金属桅上的避雷针应以截面积不小于70mm²的铜排以及铜索或者用截面积不小于100mm²的铁条与船体作可靠的电气连接。铜排或铜索(铁条)应尽可能敷成直线。

2.15.2.3 活络桅杆与船体应有可靠的电气连接,其连接软铜线的截面积应不小于70mm²。

第3章 备件与备品

第1节 通 则

3.1.1 一般要求

3.1.1.1 每一艘船舶电气设备的备件和备品一般应不少于本章规定。

3.1.1.2 所有备件和备品应妥善包装和贮存。

第2节 配备要求

3.2.1 电机配备要求

3.2.1.1 交、直流电机和励磁机应配有如下备件:

- | | |
|------------|---------------|
| 1) 电刷: | 一套 |
| 2) 装配好的刷握: | 1 / 4套 |
| 3) 轴承: | 相同者一个; 不同者各一个 |

注:

1 同一规格的发电机每三台配一套, 电动机每六台配一套, 不足上述台数时仍按上述台数计算。

2 异步电机只需配备轴承。

3.2.1.2 舵机的电力拖动装置如为双套, 应按本节3.2.1.1的规定配备备件。若舵机电力拖动装置为单套时, 除按本节3.2.1.1的规定配备备件外, 还应作如下的附加配备:

对于直流执行电动机: 包括轴和半边联轴器的备用电枢一个及每种型号的磁场线圈各一个;

对于交流执行电动机: 一台完整的交流电动机。

3.2.2 电器配备要求

3.2.2.1 配电设备应有下列备件和备品:

- | | |
|---------------|------------------------|
| 1) 断路器: | |
| 易磨损的触头: | 一套 |
| 弹簧(包括辅助触头弹簧): | 一套 |
| 脱扣线圈: | 各一个 |
| 灭弧室: | 一个 |
| 2) 熔断器: | 按每种规格总数的15%配备备品, 但至少六只 |
| 3) 电阻元件: | 每种规格一个 |
| 4) 仪表转换开关: | 每种规格一个 |
| 5) 手动开关: | 每种规格二只 |
| 6) 指示灯泡: | 一套。 |

注:

1 主发电机的主断路器每种规格应配备上述备件一套。

2 同一规格的分路断路器每10只配一套, 不足10只时按10只计算。

3.2.2.2 控制设备应有下列备件:

- | | |
|-------------|--|
| 1) 接触器及控制器: | |
|-------------|--|

- 易磨损的触头: 一套
- 弹簧(包括辅助触头弹簧): 一套
- 接触器及吸引线圈: 一个

2) 电阻元件:按每种规格总数的10%配备备品，但至少一个；

3) 指示灯泡: 一套；

注:接触器及控制器相同规格者每六台配一套，不满六台时，以六台计算。

3.2.2.3 航行灯和其他号灯应有下列备件:

- 灯泡: 二套
- 各式玻璃罩: 一套

3.2.2.4 通信探照灯灯泡应有两个备件。

3.2.2.5 应急照明系统的电压，若与主照明系统的电压不同时，则应备照明灯泡一套。

第4章 电气设备的制造和试验

第1节 旋转电机

4.1.1 一般要求

- 4.1.1.1 发电机的原动机及调速器的性能应符合第二篇第5章的有关规定。
- 4.1.1.2 并联运行发电机组原动机的调速器特性应保证本节4.1.6.5和4.1.7.6所规定的负载分配要求。并应设有足够精细的调速器调节机构，以便在正常频率下，能进行小于发电机额定功率5%的负载调节。
- 4.1.1.3 重要设备用电机转轴的材料应符合第七篇的有关规定。
- 4.1.1.4 电机应有防止轴电流有害影响的措施。
- 4.1.1.5 电机应考虑设有轴承加油杯或孔，并设置相应的排油道，以保证轴承良好的润滑。

4.1.2 温升

4.1.2.1 表4.1.2.1规定了空气冷却电机在环境空气温度为45℃下额定运行时的温升限值。

表4.1.2.1 用空气冷却的电机的温升限值(K)(基准环境温度为45)

项 号	电机的部件	绝 缘 等 级																	
		A级			E级			B级			F级			H级					
		T	R	E	T	R	E	T	R	E	T	R	E	T	R	E	T	R	E
1	a. 功率大于200kW(或kVA)但小于5000kW(或kVA)电机的交流绕组	-	55	60	-	70	-	-	75	85 ¹⁾	-	95	100 ⁰⁾	-	115	120 ⁰⁾			
	b. 功率为200kW(或kVA)及以下电机的交流绕组，但本项的d和e除外 ²⁾	-	55	-	-	70	-	-	75	-	-	95	-	-	115	-			
	c. 功率小于600W(或VA)电机的交流绕组 ²⁾	-	55	-	-	70	-	-	80	-	-	100	-	-	120	-			
	d. 不带风扇自冷式(IC40)电机的交流绕组或囊风式绕组 ²⁾	-	55	-	-	70	-	-	80	-	-	100	-	-	120	-			
2	有换向器的电枢绕组	45	55	-	60	70	-	65	75	-	80	100	-	100	120	-			
3	用直流励磁的交流和直流电机的磁场绕组，但第4项除外	45	55	-	60	70	-	65	75	-	80	100	-	100	120	-			
4	a.用直流励磁绕组嵌入槽中的圆柱形转子同步电机的磁场绕组。	-	-	-	-	-	-	-	85	-	-	105	-	-	130	-			
	b.多层的直流电机静止磁场绕组	45	55	-	60	70	-	65	75	85	80	100	105	100	120	-			
	c.交流和直流电机的低电阻磁场绕组以及多层的直流电机的补偿绕组	55	55	-	70	70	-	75	75	-	95	95	-	120	120	-			
	d.表面裸露或仅涂清漆的交流和直流电机的单层绕组以及直流电机的单层补偿绕组 ³⁾	60	60	-	75	75	-	85	85	-	105	105	-	130	130	-			
5	永久短路的绝缘组 ⁴⁾	55	-	-	70	-	-	75	-	-	95	-	-	120	-	-			
6	永久短路的无绝缘绕组	这些部件的温升，在任何情况下不应使其本身或邻近的绝缘或其他材料有损坏危险的数值出现																	

续表4.1.2.1

7	不与绕组接触的铁芯及其他部件															
项 号	电机的部件	绝 缘 等 级														
		A级			E级			B级			F级			H级		
		T	R	E	T	R	E	T	R	E	T	R	E	T	R	E
8	与绕组接触的铁芯及其他部件	55	-	-	70	-	-	75	-	-	95	-	-	120	-	-
9	开启或封闭的换向器和集电环 ⁵⁾	55	-	-	65	-	-	75	-	-	85 ⁶⁾	-	-	95 ⁶⁾	-	-
<div>1) 对高压交流绕组的修正可适用这些项目。</div> <div>2) 对额定功率为200kW(或kVA)及以下电机的E、B和F级绝缘绕组用叠加法测量时，限值可比表中用电阻法提高5K。</div> <div>3) 对多层绕组，如下面的各层都与循环的初级冷态介质接触，也包括在内。</div> <div>4) 温度计可用热敏试验带取代。</div> <div>5) 项9中的温升限值，只有在换向器或集电环采用了与限值相适应的绝缘时才是允许的，但如换向器或集电环与绕组靠近，则它们的温升应不超过邻近绕组所采用绝缘等级的限值，温升只限于用膨胀式温度计测得。当采用热电偶或电阻温度计时，温升限值应由制造厂与用户协议，此时对功率为600kW(或kVA)及以下的电机，E和B级温升限值可提高5K；F和H级可提高10K。</div> <div>6) 若采用85K或更高的温升时，对电刷材料的选择需特别注意。</div> <div>7) 表中T为温度计法、R为电阻法、E为埋置检温计法。</div>																

4.1.2.2 主发电机、应急发电机(包括励磁机)以及连续工作制的电动机，在最高冷却空气温度情况下，均应能在额定输出时长期地连续工作，且不超过本节表4.1.2.1所规定的温升限值。

上述以外的其他发电机和电动机的定额应与它们所执行的工作制相符合，并在额定输出条件下进行试验时，其温升不应超过本节表4.1.2.1中的规定。

4.1.3 换向

4.1.3.1 电刷已整定在固定位置的直流电动机和发电机，当负载从空载到所规定的瞬时过载工作时，应不产生有害火花。

4.1.3.2 交流换向器电动机在其规定的负载和转速范围内工作时应不产生有害火花。

4.1.4 过载

电机应能承受下列的过电流或过转矩而不发生有害变形:

直流发电机	50%过电流	15s
交流发电机	50%过电流	2min
直流电动机	50%过转矩	15s
多相异步电动机	60%过转矩	15s

4.1.5 短路

船用发电机应能在选择性保护装置的任何延时脱扣时间内，承受短路电流所产生的机械应力和热应力。交流发电机及其励磁系统，在稳态短路状态下，至少能维持三倍额定电流历时2 s。如掌握精确的数据，则其持续时间可为脱扣器所整定的延时脱扣时间。

4.1.6 直流发电机

4.1.6.1 除充电发电机外，直流发电机的励磁形式一般应采用复励式或带有自动电压调整器的并励或稳定并励式(具有少量串励的分励电机)。

4.1.6.2 每一直流发电机均应在其控制屏上设有能单独对其电压进行调节的手动电压调整器。在发电机所允许的工作温度范围内，以及负载自空载到额定负载之间的任何负载下，电压在额定值的80%~105%范围内，电压调整的精确度应为：

- 1) 对额定输出超过100kW的发电机，应在额定电压的 $\pm 0.5\%$ 以内；
- 2) 对额定输出不超过100kW的发电机，应在额定电压的 $\pm 1\%$ 以内。

手动电压调整器的电路一般应能分断，并须设有防止分断时产生过电压的措施。只有能将空载电压调低到接近剩磁电压，调整器才允许不分断。

手动电压调整器手轮，当顺时针旋转为发电机电压升高，反之为下降。

4.1.6.3 均压连接线应有适应于系统的截面积，但应不小于自发电机到配电板之间的负极连接线截面积的50%。

4.1.6.4 在考虑了原动机调速特性的情况下，复励直流发电机组在热态下的电压负载特性应为：当负载为发电机额定功率的20%时，使发电机的电压偏差为额定电压的1%以内；当负载为满载时，其电压偏差应在额定电压的2.5%以内；在20%负载到满载之间，电压负载特性的上升曲线和下降曲线的平均曲线与额定电压的偏差应不大于4%。

4.1.6.5 并联运行的各直流发电机组均应稳定运行，且当负载在总额定负载的20%~100%范围内变化时，各机组所承担的负载与总负载按机组额定功率比例分配值之差，应不超过：

- 1) 最大机组额定功率的 $\pm 12\%$ ；
 - 2) 当最小发电机的额定功率小于最大发电机额定功率的50%时，为最小发电机额定功率的 $\pm 25\%$ 。
- 负载分配应不引起较小机组过载运行。

4.1.6.6 在船舶航行中会改变转速的主机驱动的直流发电机应设有控制装置，并满足如下要求：

- 1) 在发电机的整个设计转速范围内变化时，其端电压的变化应仍能保证受电设备仍能可靠工作；
- 2) 至少在主机额定转速的70%~100%范围内发电机应能输出额定功率；
- 3) 具有一定的过载能力；

4) 在本篇2.4.2.2中认为是主电源的轴带发电机，除满足上述2)~3)的要求以外，还应满足如下要求：在主机额定转速的70%~104%和负载自空载至额定负载范围内变化时，其稳态电压变化值应不超过额定电压的 $\pm 4\%$ 。

4.1.7 交流发电机

4.1.7.1 交流发电机除自励恒压式外，均应在发电机控制屏上设有独立的自动和手动电压调整装置。

4.1.7.2 由调速特性符合第二篇第5章第7节规定的原动机驱动的交流发电机连同其励磁系统，应能在负载自空载至额定负载范围内，且在功率因数为额定值的情况下，保持其稳态电压的变化值在额定电压的 $\pm 2.5\%$ 以内，应急发电机可允许为 $\pm 3.5\%$ 以内。

4.1.7.3 交流发电机在负载为空载，转速为额定转速，电压接近额定值的状态下，突加和突卸60%额定电流及功率因数不超过0.4(滞后)的对称负载时，当电压跌落时，其瞬态电压值应不低于额定电压的85%；当电压上升时，其瞬态电压值应不超过额定电压的120%，且电压恢复到与最后稳定值相差3%以内所需时间不应超过1.5s。

4.1.7.4 交流发电机的空载线电压波形正弦性畸变率应不超过5%，但容量小于24kW的发电机可以除外。

4.1.7.5 在船舶航行中会改变转速的主机驱动的交流发电机应设有控制装置，并应满足如下要求：

- 1) 在发电机的整个设计转速范围内变化时，其端电压和频率的变化应仍能保证受电设备可靠地工作；
- 2) 至少在主机额定转速的70%~100%范围内发电机应能输出额定功率；
- 3) 线电压波形的正弦性畸变率可以高于5%，但应采取措施以保证不干扰受电设备或其他设备如无线

电和航行设备的工作;

4) 具有一定的过载能力;

5) 在2.4.2.2中认为是主电源的轴带发电机,除满足上述2)~4)的要求以外,还应满足如下要求:在主机额定转速的70%~104%和负载自空载至额定负载范围内变化时,其稳态电压变化值应不超过额定电压的±2.5%。稳态频率变化值应不超过额定值的±5%。

4.1.7.6 并联运行的各交流发电机组应能稳定运行。当负载在总额定功率的20%~100%范围内变化时,其功率分配的误差应符合下列要求:

1) 各机组所承担的有功负载与总负载按机组定额比例分配值之差,应不超过下列数值中的较小者:

a) 最大机组额定有功功率的±15%;

b) 各个机组额定有功功率的±25%;

2) 各机组所承担的无功负载与总无功负载按机组定额比例分配值之差,应不超过下列数值中的较小者:

a) 最大机组额定无功功率的±10%;

b) 最小机组额定无功功率的±25%。

4.1.8 试验

对重要用途的电机,应至少按下列项目进行试验。

1) 温升试验:旋转电机在额定负载连续运转至温度最后稳定后,温升限值不应超过本节表4.1.2.1中的数值。

2) 绝缘电阻试验:旋转电机在温升试验之后,应用500V或大于500V的直流高阻计来测量绝缘电阻,其值不低于下述规定:

容量等于或小于100kW(直流)或kVA(交流)者不低于1MΩ;

容量大于100kW(直流)或kVA(交流)者不低于下式的计算值:

$$\text{绝缘电阻值} = \frac{3 \times \text{额定电压(V)}}{1000 + \text{额定容量(kVA或kW)}} \quad \text{M}\Omega$$

对于单个并励或他励磁绕组应不低于1MΩ。

3) 过电流或过转矩试验:旋转电机在温升试验之后,均应能承受本节4.1.4规定的过电流或过转矩试验。试验时,电压、转速和频率均应尽量保持在额定值。

4) 短路试验:根据需要,船用发电机应进行突然短路试验以及交流发电机及其励磁系统的稳态短路试验。

5) 换向试验:换向器旋转电机,当电刷整定在固定位置,从空载到50%过载之间工作时,应不产生有害火花。

6) 耐电压试验:每台电机均应进行下述的耐压试验:

a) 绕组对机壳间;

b) 绕组相互间。

试验电压值见表4.1.8中的规定,试验电压的频率为25Hz到100Hz之间任一频率,试验时间为1min,无击穿或闪络现象。但同一台电机应不重复进行本项试验。如有必要时,允许再进行一次额外的试验,其试验电压不超过下表规定数值的80%。试验前应将电机烘干。

7) 电压调整率试验:发电机尚应作电压调整率试验。

8) 并联运行试验:对并联运行的发电机尚应作并联运行试验。

表4.1.8 试验电压

项号	电机或部件	试验电压(有效值)
1	功率小于1kW(或1kVA)且额定电压低于100V电机的绝缘绕组，但3~7项除外 额定电压为36V及以下由独立电源(如蓄电池或干电池等)供电的电动机	500V+2倍额定电压 由该类型产品标准规定
2	功率小于10000kW(或10000kVA)电机的绝缘绕组，但1和3~7项除外 ²⁾	1000V+2倍额定电压，但最低为1500V ¹⁾
3	直流电机的他励磁场绕组	1000V+2倍最高额定励磁电压，但最低为1500V
4	同步发电机的磁场绕组 a. 额定励磁电压为:500V及以下 500V以上 b. 当电机起动时，磁场绕组短路或并联一小于绕组电阻10倍的电阻 c. 当电机起动时，磁场绕组并联一不小于绕组电阻10倍的电阻或磁场绕组开路并带(或不带)磁场分段开关	10倍额定励磁电压，但最低为1500V 4000V+2倍额定励磁电压 10倍额定励磁电压，但最低为1500V最高为3500V 1000V+2倍最高电压的有效值(此电压在规定的起动条件出现于磁场绕组的线端，当磁场绕组分段时则出现于任一段的线端间)，但最低为1500V ³⁾
5	非永久短路(例如用电阻起动的异步电动机绕组 a. 不可逆转或仅在停止后才可逆转的电动机 b. 在运转时将电源反接而使逆转或制动的电动机	1000V+2倍静止时转子绕组开路电压，即当初级绕组施加额定电压时，在集电环间或次级绕组线端间测得的电压 1000V+4倍静止时转子绕组开路电压(定义见本项a)
6	a. 励磁机 b. 励磁机的他励磁场绕组	同与其所连接的绕组 1000V+2倍最高额定励磁电压，但最低为1500V
7	成套设备	应尽量避免重复以上1~6项试验。但如对新的成套设备作试验，而其每一组件已事先通过耐电压试验，则试验电压应为成套设备任一组件中最低试验电压的80% ⁴⁾
1) 对有一个共同出线端的两相绕组，公式中的额定电压为运行时任意两个线端之间所出现的最高电压有效值。 2) 对具有分级绝缘的电机，试验应按专门协议。 3) 在规定的起动条件下，磁场绕组或其分段的线端间所产生的电压，可适当降低电源电压进行测量，再将测得的电压按规定的起动电压与降低的电压之比来折算。 4) 对一台或多台电机作电连接的绕组，其电压应为绕组对地实际存在的最高电压。		

第2节 配电板与配电电器

4.2.1 配电板的设计和结构

4.2.1.1 主配电板和应急配电板的结构应满足下列要求:

- 1) 配电板的顶部应达到防护等级IP22的要求，但若安装在符合本篇2.4.4.2要求的控制室中，则其顶部的防护等级可为IP21，配电板的两侧应有不低于防护等级可为IP2X的防护措施。额定电压大于500V者，其背面还应设有不低于防护等级IP2X的防护措施；
- 2) 对地电压或工作电压大于50V者，应采用前蔽型结构；

3) 在配电板的前后应设有坚固的绝缘手柄，若配电板的后面是开启的，则其后面的绝缘扶手应水平安装；

4) 电缆进入配电板处应有能防止漏水沿电缆进入配电板内部的措施；

5) 额定电压大于500V系统用的接线柱应与较低电压的接线柱隔开，并设有明显标志。

4.2.1.2 区配电板和分配电板应具有适当的防护外壳，除非它们是安装在橱柜内或由专职人员才能进入的舱室内。

所有防护外壳均应以滞燃、耐潮的材料制成，且应具有坚固的结构。

4.2.1.3 各电气装置保护的设置和保护电器的选择应符合本篇第2章第3节的有关规定。

4.2.1.4 安装在配电板上的仪表、开关、指示灯、按钮、操作手柄和手轮等均应设有标明其用途和操作位置的耐久铭牌。

4.2.1.5 应有标明每个电路的用途、过载保护装置的定额或其相应的整定值的耐久标志。这些标志应设在该保护装置所在位置。对500V以上的熔断器，当熔断器座允许插入较低额定电压的熔断器时，则应设有专门的警告牌，例如“注意，只适用于660V熔断器。”

4.2.1.6 在主配电板和应急配电板上，应设有符合本篇2.1.4要求的绝缘监视报警器。

4.2.1.7 发电机控制屏应设有指示发电机断路器接通与切断的指示灯。

4.2.1.8 在直流发电机控制屏上应设置符合本章4.1.6.2规定的调压装置。

4.2.1.9 在需要并联运行的交流发电机控制屏上，应设有可以对原动机转速在额定转速的±10%范围内进行遥控调节的装置。

4.2.1.10 在发电机控制屏上应设有发电机的充磁设备。

4.2.1.11 主发电机应与岸电连接联锁，以避免同时供电。

4.2.1.12 用作连接岸电或其他外来电源的岸电箱应具有下列设施：

- 1) 用于连接软电缆的合适接线柱；
- 2) 用于将船体与岸地相连接的接地接线柱；
- 3) 符合本篇2.3.8.5要求的开关和保护；
- 4) 指示端电压的指示灯或电压表；
- 5) 检查外来电源与船电系统的极性(直流)或相序(三相交流)是否相符的设施；
- 6) 标明船电系统的配电系统的形式、额定电压和频率(对交流)的铭牌；
- 7) 防止接线端承受过大机械外力的设施。

4.2.2 汇流排

4.2.2.1 汇流排及其连接件应为铜质，其连接处应作防腐蚀处理。汇流排的最大允许温升为45℃。

4.2.2.2 汇流排及其支承物应能承受短路时产生的机械应力而不致损坏。

4.2.2.3 主配电板和应急配电板中的裸主汇流排(不包括主汇排至引出线之间的导体)，应具有表4.2.2.3所列的最小电气间隙和最小爬电距离。

表4.2.2.3 最小电气间隙与爬电距离

极间或相间额定电压，V	最小电气间隙，mm	最小爬电距离， mm
250及以下	15	20
251至660	20	30
660以上	25	35
注:表中所列数值适用于带电部件之间以及带电部分与裸露的导电部件之间的电气间隙和爬电距离。		

4.2.2.4 均压汇流排的载流能力，应不小于电站中最大发电机额定电流的50%。

- 4.2.2.5 交流三相四线系统中中性线汇流排的截面积，应不小于相应相汇流排截面积的50%。
- 4.2.2.6 直流汇流排和裸线的极性应以下列颜色区分：

正极.....红色

负极.....蓝色

接地线.....绿色和黄色间隔
- 4.2.2.7 交流汇流排和裸线的各相应以下列颜色区分：

第1相.....绿色

第2相.....黄色

第3相.....褐色或紫色

接地线.....绿色和黄色间隔

中性线.....浅蓝色
- 4.2.2.8 配电板内汇流排按相序(交流)或极性(直流)的安装排列应符合表4.2.2.8 的规定(以配电板正视方向为准)。

表4.2.2.8 相序或极性的安装排列

汇流排	相序 或极性	汇流排安排的相互位置			附图
		垂直布置	水平布置	引下线	
交流	第1相	上	前	左	配电板正视方向示意图
	第2相	中	中	中	
	第3相	下	后	右	
直流	正极	上	前	左	
	均压极	中	中	中	
	负极	下	后	右	

注:交流中性线汇流排可放在适当的位置。

4.2.3 测量仪表

- 4.2.3.1 测量仪表的精密度等级，应根据仪表的作用选择，但应不低于2.5级。
- 4.2.3.2 测量仪表的量程和刻度应符合下列规定：

1) 电压表的上量限应约为线路额定电压的120%；

2) 电流表的上量限应约为该线路中额定电流的130%；

3) 供并联运行的直流发电机用电表和供并联运行交流发电机用功率表，应能分别指示出15%的逆电流或逆功率；

4) 频率表应具有±10%额定频率的刻度；

5) 在电压表、电流表及功率表的刻度盘上应有一表示其额定值的明显标志。
- 4.2.3.3 发电机控制屏至少应按表4.2.3.3的要求设置测量仪表。
- 4.2.3.4 电压互感器及电流互感器的次级绕组应可靠接地。

表4.2.3.3	发电机控制屏测量仪表
1	电压表
2	电流表
3	功率表
4	频率表
5	有功功率表
6	无功功率表
7	有功电能表
8	无功电能表
9	有功功率因数表
10	无功功率因数表
11	有功功率因数表
12	无功功率因数表
13	有功功率因数表
14	无功功率因数表
15	有功功率因数表
16	无功功率因数表
17	有功功率因数表
18	无功功率因数表
19	有功功率因数表
20	无功功率因数表
21	有功功率因数表
22	无功功率因数表
23	有功功率因数表
24	无功功率因数表
25	有功功率因数表
26	无功功率因数表
27	有功功率因数表
28	无功功率因数表
29	有功功率因数表
30	无功功率因数表
31	有功功率因数表
32	无功功率因数表
33	有功功率因数表
34	无功功率因数表
35	有功功率因数表
36	无功功率因数表
37	有功功率因数表
38	无功功率因数表
39	有功功率因数表
40	无功功率因数表
41	有功功率因数表
42	无功功率因数表
43	有功功率因数表
44	无功功率因数表
45	有功功率因数表
46	无功功率因数表
47	有功功率因数表
48	无功功率因数表
49	有功功率因数表
50	无功功率因数表
51	有功功率因数表
52	无功功率因数表
53	有功功率因数表
54	无功功率因数表
55	有功功率因数表
56	无功功率因数表
57	有功功率因数表
58	无功功率因数表
59	有功功率因数表
60	无功功率因数表
61	有功功率因数表
62	无功功率因数表
63	有功功率因数表
64	无功功率因数表
65	有功功率因数表
66	无功功率因数表
67	有功功率因数表
68	无功功率因数表
69	有功功率因数表
70	无功功率因数表
71	有功功率因数表
72	无功功率因数表
73	有功功率因数表
74	无功功率因数表
75	有功功率因数表
76	无功功率因数表
77	有功功率因数表
78	无功功率因数表
79	有功功率因数表
80	无功功率因数表
81	有功功率因数表
82	无功功率因数表
83	有功功率因数表
84	无功功率因数表
85	有功功率因数表
86	无功功率因数表
87	有功功率因数表
88	无功功率因数表
89	有功功率因数表
90	无功功率因数表
91	有功功率因数表
92	无功功率因数表
93	有功功率因数表
94	无功功率因数表
95	有功功率因数表
96	无功功率因数表
97	有功功率因数表
98	无功功率因数表
99	有功功率因数表
100	无功功率因数表

发电机种类	运行状态	仪表种类	数 量
直流	单机运行	电流表	各发电机一个(接于正极)
		电压表	各发电机一个
	并联运行	电流表	各发电机一个(接于正极)
		电压表	两个(一个测量汇流排电压, 一个能测量各发电机电压)
交流	单机运行	电流表	各发电机一个(能分别测量各相[线]电流)
		电压表	各发电机一个(能分别测量各相[线]电压)
		功率表	各发电机一个(容量小于50kW(kVA)者除外)
		频率表	各发电机一个
		励磁电流表	各发电机一个(只在必要时设置)
	并联运行	电流表	各发电机一个(能分别测量各相[线]电流)
		电压表	两个(一个能分别测量各发电机各相[线]电压), 一个能测量汇流排电压)
		功率表	各发电机一个
		频率表	两个(一个测量汇流排频率, 一个能测量各发电机频率)
		整步表	各发电机共用一个
		励磁电流表	各发电机一个(只在必要时设置)

注:本篇2.4.1.1中4)的第c)项备用电源若采用发电机时, 其仪表可与主发电机共用。

4.2.4 开关和断路器

4.2.4.1 断路器应为自由脱扣式。

4.2.4.2 开关和断路器应能使其处于断开位置时，不致由于意外的运动而导致电路闭合。

4.2.4.3 发电机用断路器的保护性能应满足本篇2.3.5的要求，其过电流脱扣器的整定值应为可调式的，如属不连续可调的，则应为易于更换不同数值的形式。

4.2.4.4 动力操作断路器应设有人力操作机构，以便在动力操作机构发生故障时使用，且应能在板前进行操作。

4.2.4.5 带熔断器的断路器结构，应能在熔断器发生熔断时，不会导致单相运行，并应易于更换而不会有意外触及带电部位的危险。

4.2.4.6 断路器应有标明其额定电压、过电流脱扣器额定电流及整定值的耐久标志。

4.2.5 熔断器

4.2.5.1 熔断器应为封闭式，其结构应于熔体熔断时，外壳不会破裂或烧坏。熔化的金属流或所散发的气体应不能损坏邻近的绝缘。

4.2.5.2 熔断器应便于更换其备件，而不致在取下或装上熔断器时发生触电或烧伤的危险。

4.2.5.3 熔断器在额定电流下长期工作时,其电缆连接端头的温度应不超过所连接电缆的允许最高工作温度。

4.2.5.4 熔断器应有标明其额定电压、额定电流、额定分断能力等的耐久标志。

4.2.6 试验

4.2.6.1 配电板应在制造厂进行4.2.6.2至4.2.6.5规定的各项试验,但对批量生产的同型产品,经验船部门同意后可免做4.2.6.2规定的试验。

4.2.6.2 配电板应在规定的负载电流下进行温升试验。

4.2.6.3 配电板应进行效用试验, 检查配电板上的仪表开关、配电电器的效能。

4.2.6.4 配电板应按表4.2.6.4的规定进行耐电压试验。

4.2.6.5 在耐电压试验之后，应立即用至少500V的直流高阻计测量其所有载流部分对地以及载流部分的极间或相间的绝缘电阻，其值应不低于1MΩ。

表4.2.6.4

试 验 电 压

额定电压(V)	试验电压	试验要求
≤60	500V	以交流25Hz~100Hz的电压进行耐电压试验:历时1min, 应无击穿或闪络现象
>60	1000V+2倍额定电压但不得低于2000V	
<p>注</p> <p>1 在进行耐电压试验时, 半导体器件应拆除, 同时允许不接测量仪表、电容器、指示灯等附属设备。</p> <p>2 耐电压试验应在所有带电部分与机壳间和各极(相)相互之间进行。</p>		

第3节 控制设备

4.3.1 一般要求

4.3.1.1 控制设备的操纵手轮或手柄应满足如下要求:

- 1) 其温度应不超过:金属部件为55℃;绝缘材料部件为65℃;
- 2) 应设有机电锁定设施,以保证在受到冲击、振动时不致改变其工作位置;
- 3) 应设有指示其作用、工作位置和动作方向的耐久标志。

4.3.1.2 控制设备的操作手轮，沿顺时针方向旋转时应为“电动机的转速增加”、“上升”、“起锚”、“绞纲”、“收缆”，反之则为“电动机的转速减少”、“下降”、“放锚”、“放纲”、“放缆”等。

控制设备的操纵手柄向前移动时，应为“抛锚”、“放纲”、“放缆”、“下降”，反之则为“起锚”、“绞纲”、“收缆”、“上升”等。

4.3.1.3 控制设备应设有符合本篇第2章第3节规定的有关保护。

4.3.1.4 控制按钮应能防止因偶然触及而产生误动作。

4.3.1.5 对允许开路的并联磁场绕组，应设有放电保护设施，以防止由于感应过高的电压而损坏。

4.3.2 电动机的控制

4.3.2.1 电动机的控制设备应设有运转指示装置。

4.3.2.2 各种用途的电动机其控制设备还应符合本篇第2章第6节的有关规定。操舵控制设备应符合第二篇第9章的有关规定。

4.3.2.3 锚机、绞缆机、起重机、捕捞机械的控制设备，应设有应急切断电路的设施。当电源发生故障时，制动器应自动起作用。

4.3.2.4 若锚机、绞缆机、起重机、捕捞机械的电动机功率不小于10kW时，则应在其控制设备上设有能监视电动机工作电流的电流表，且应有适当的照明或夜光。

4.3.3 试验

4.3.3.1 温升试验:控制设备应在正常工作状态下作温升试验。

- 4.3.3.2 效用试验:所有控制设备必须进行效用试验。
- 4.3.3.3 耐电压试验:控制设备和电阻器必须在制造厂进行耐电压试验。试验时，电压应加在接地的框架和所有带电部分之间，试验电压为:
- 1) 当额定电压≤60V时，试验电压为500V;
 - 2) 当额定电压>60V时，试验电压应等于1000V+2倍额定电压，但至少为2000V。
- 试验电压频率可以是25Hz至100Hz之间的任何频率，且应保持1min而无击穿或闪络现象。在耐电压试验时，可以分断仪表和辅助器具。
- 4.3.3.4 绝缘电阻试验:耐电压试验后，紧接着用至少500V的直流高阻计进行绝缘电阻测量，其值应不低于1MΩ。

第4节 电 缆

- 4.4.1 一般要求
- 4.4.1.1 电缆应符合本节的规定，本节未作规定者，则应符合IEC92号出版物的有关规定。
- 4.4.1.2 电缆的绝缘和护套厚度一般应符合IEC92号出版物的有关规定，对于其他船用电缆规格的尺寸，若符合认可的尺寸，经验船部门同意可以采用。
- 4.4.1.3 电缆材料的质量应符合IEC92号出版物中有关规定。如符合其他有关认可标准时，可予以考虑。
- 4.4.2 导体
- 4.4.2.1 只可采用已初炼的高导电率紫铜，对于橡皮绝缘电缆，其铜丝应镀锡或者镀合金，且表面应光亮。
- 4.4.2.2 导体的结构和股纹的选择，应能保证成品电缆适当的柔软性，多芯电缆的芯线应易于辨别。
- 4.4.3 绝缘材料
- 4.4.3.1 可以采用的绝缘材料及导体的最高工作温度见表4.4.3.1的规定。

表4.4.3.1 绝缘材料及导体的最高工作温度

绝缘材料		导体最高工作温度，℃
弹性复合物	乙丙橡皮	85
	交联聚乙烯	85
	硅橡皮	95
热塑性复合物	聚氯乙烯	60
其他材料	矿物	95
注		
1 硅橡皮和矿物绝缘，当它们安装在船员不易接触到的地方时，允许更高一点的温度(如硅橡皮为150℃；矿物绝缘则不作限制)，但应经验船部门同意。		
2 导体的温度系环境温度与负载所产生的温升之和。		

- 4.4.3.2 不同导体最高工作温度不同的电缆，应有识别标志。
- 4.4.3.3 若采用表4.4.3.1以外的其他绝缘材料须经验船部门同意。

- 4.4.4 绝缘
- 4.4.4.1 对弹性或热塑性复合物绝缘，只有在采用挤压工艺时才允许由单层复合物构成。若采用其他加工工艺，则绝缘至少应由两层性能相同的复合物组成，各层应粘结在一起，且绝缘应紧密地包覆，但不粘于导体上。
- 4.4.4.2 矿物绝缘应由粉状矿物材料即镁的氧化物构成，且被高度压缩于导体和铜护套之间，不受温度变

化的影响,并对铜不产生腐蚀。

4.4.5 结构

4.4.5.1 无论使用什么绝缘材料。对于二芯、三芯和更多芯电缆,都可采用有包带和无包带两种结构。

4.4.5.2 对于无包带电缆,各芯线间的空隙均应填满纤维质的或类橡皮的填充物,并且此圆柱形的组合件应包以适当的外护层。在导电线芯截面等于或小于 4.5mm^2 的多芯电缆中,填充物可以省略;对于弹性或热塑性绝缘电缆,可用合适的复合物挤压在电缆芯线上,使填充物和类似于护套的连续覆盖层成为一体。

4.4.5.3 除了进行保护覆盖之前,对电缆芯线应加上一层绝缘层之外,包带电缆的结构应与无包带电缆一样。对于弹性或热塑性绝缘电缆,公共包带应分别为弹性或者热塑性,并可以与填充物形成整体或分开。

4.4.5.4 若采用纤维质填充物,则应由黄麻或相类似的粗纺线(包括石棉、玻璃丝等)组成,且应防潮。

4.4.5.5 若采用类橡皮填充物,则应由橡皮(包括再生橡皮和 / 或非硫化橡皮)的复合物或塑性复合物组成。

4.4.6 护套和外护层

4.4.6.1 电缆应以下述的一种或多种护套或外护层作保护,但护套和外护层应与其绝缘相适应:

- 1) 护 套: 铝合金护套
 铜护套
 非金属护套
- 2) 外护层: 钢丝铠装
 钢带铠装
 金属编织铠装
 浸渍纤维编织铠装

4.4.6.2 铝合金护套应为IEC92号出版物中所推荐的铝合金之一。

4.4.6.3 铜质护套只允许用于矿物绝缘电缆。

4.4.6.4 金属编织铠装应由镀锌的钢丝、铜或铜合金丝或铝合金丝构成。铝合金应耐腐蚀。编织的覆盖密度应使该编织物的质量至少等于同一种金属、同一内径和厚度(等于构成编织物的一根金属丝的直径)的管子重量的90%。

4.4.6.5 钢丝铠装应由断裂伸长率至少为12%的镀锌退火钢丝构成。金属丝应沿着电缆铠装衬垫表面绕包,以便形成均匀的圆柱层,并保证电缆适当的柔软性。

4.4.6.6 钢带铠装应由退火钢带构成,通常铠装应由两条钢带在电缆铠装衬垫上以相同方向绕包而成,使其在第一层中的空隙不大于带宽的一半,而在第二层以重叠来覆盖这个空隙。

4.4.6.7 必要时铠装应有防腐蚀保护。在铠装(任何一种型式)下面,应设有一层保护衬垫。该保护衬垫可以是纺织带或编织物、氯丁橡皮带或其他适当材料。纺织材料应进行防潮处理。

4.4.6.8 非金属不透性护套可以采用氯丁橡皮、聚氯乙烯混合物和氯磺化聚乙烯。其他复合物应予以考虑。

4.4.6.9 纤维编织可用棉、大麻、石棉、玻璃丝或其他等效的纤维,且应具有与电缆尺寸相适应的强度。它应有效地以防潮复合物浸渍,且还应是滞燃的。

4.4.7 试验

产品出厂之前,在制造厂应按IEC92号出版物或有关标准的规定进行试验。

第5节 电力与照明变压器

4.5.1 一般要求

- 4.5.1.1 本节规定适用于容量不小于1kVA的单相变压器和容量不小于5kVA的三相变压器。
- 4.5.1.2 除用于电动机起动者外，所有变压器均应采用双绕组式，其初级与次级绕组间应无电的连接。
- 4.5.1.3 一般应采用空气冷却的干式变压器。液冷式变压器的使用应经验船部门特殊批准。

4.5.2 电压调整率

- 在电阻性负载的情况下，当变压器自空载至满载时，次级电压的变化应不超过下列数值：
- 1) 对容量大于5kVA的单相变压器以及容量大于15kVA的三相变压器为2.5%；
 - 2) 对容量等于或小于5kVA的单相变压器，以及容量等于或小于15kVA的三相变压器为5%。

4.5.3 并联运行

- 并联运行的变压器应符合下列要求：
- 1) 变压器绕组的联接组应该相同；
 - 2) 变压器应有相同的额定电压比(偏差在允许范围内)；
 - 3) 变压器应有相同的阻抗电压(相互之间阻抗电压的比值应在0.9～1.1的范围以内)；
 - 4) 当多台变压器并联运行时，该组中最小变压器额定容量应不小于并联运行中最大变压器额定容量一半。

4.5.4 温升

变压器在最大定额连续运行，冷却空气环境温度为45℃时，各部分的温升应不超过表4.5.4的温升限值。

表4.5.4 温升限值

变压器部位		温升限值，K	测量方法
线圈	A级绝缘	55	电阻法
	E级绝缘	70	
	B级绝缘	75	
	F级绝缘	95	
	H级绝缘	120	
铁心及结构零件表面		最大不得超过与其接触的绝缘材料的允许温升	温度计法或热电偶法

4.5.5 短路

所有变压器应能承受任何绕组端头短路时的热效应和机械应力，历时2s而不致损伤。

4.5.6 试验

- 4.5.6.1 所有变压器在制造厂应至少进行本节4.5.6.2～4.5.6.6的试验。
- 4.5.6.2 温升试验:变压器应在额定负载下进行温升试验，温升限值应不超过表4.5.4的规定。
- 4.5.6.3 耐电压试验:变压器初、次级绕组和绕组对地之间，均应承受频率为25Hz至100Hz之间的任一频率和电压为1000V+2倍线间最高电压(但最低为2000V)的交流电的耐电压试验，并应能维持1min而无击穿或闪络现象。

注:

1 进行温升试验的变压器,该项试验应在温升试验结束后立即进行。

2 一般应不重复进行上述试验,但如有必要允许再进行一次试验,试验电压降为首次试验电压的75%。

4.5.6.4 感应耐电压试验:变压器应能承受二倍额定电压的感应耐电压试验,试验时电源的频率应不小于二倍额定频率,试验持续时间 t 可按下式计算,但应不小于15s:

$$t = \frac{60 \times 2 \times \text{额定频率}}{\text{试验频率}} \text{ s}$$

进行温升试验的变压器,该项试验应在温升试验结束后立即进行。

4.5.6.5 绝缘电阻试验:应依次测量每一绕组对地的绝缘电阻。测量时,所有其余绕组、铁芯、框架、箱或外壳应一起接地,并连同试验时变压器的温度一起记录下来。

4.5.6.6 电压调整率试验:变压器应进行电压调整率试验,并应符合本节4.5.2的规定。

4.5.6.7 短路试验:根据需要进行短路试验,并应符合本节4.5.5的规定。

第6节 蓄电池

4.6.1 一般要求

本节规定适用于固定安装的蓄电池。

4.6.2 类型

船用蓄电池可以是酸性铅板型,也可以是碱性镍板型。除此之外的其他类型,应经验船部门同意。

4.6.3 结构

4.6.3.1 所有极板应为刚性结构,并应设计成活性材料的实际脱落为最小。单体电池的结构应能防止倾斜达40°时电解液外溢,并应防止散发酸雾或碱雾。

4.6.3.2 单体电池应组装在结构坚固和采用适当材料制成的板条箱和托盘内。为了便于使用,箱或盘上应装以手柄。蓄电池的重量、体积应适中。

4.6.3.3 应急蓄电池组的设计和安装,应保证在船舶正浮和横倾达22.5°或在首尾方向任何一端纵倾至10°或在前述各范围内作任何混合角度的倾斜时,均能在额定功率下运行。

4.6.4 铭牌

每个板条箱或托盘均应配置一牢固附着且耐用的铭牌。铭牌上有制造厂的厂名、型号名称和出厂日期、放电率的安—时定额(最好选用5h、10h或20h定额的工况)以及电解液的比重(若是铅—酸蓄电池,则系充电充足时的比重)。

第7节 电力与半导体变流器

4.7.1 一般要求

4.7.1.1 本节规定适用于由半导体二极管和反向阻断三极晶体闸流管(简称晶闸管)等元件所组成的电力半导体变流器,而不适用于通信用以及测量仪表的辅助设备用半导体变流器。变流可以是交流变直流、直流变交流、直流变直流以及交流变交流。

4.7.1.2 除制造厂另有规定者外,整流元件在额定负载状态下的最大允许结温,应不超过下列规定:

- 硒二极管: 70℃
 硅二极管: 150℃
 硅晶闸管: 100℃(适用于小于或等于50A者)
 125℃(适用于大于50A者)

- 4.7.1.3 半导体变流器最好为干式空气冷却型。
 4.7.1.4 液冷式半导体变流器应予以密封, 若采取透气措施, 则应配备适当干燥剂。
 4.7.1.5 供半导体变流器用的变压器应为双绕组变压器, 并应符合本章第5节的有关规定。
 4.7.1.6 半导体变流堆或半导体组件应安装成可从设备中移出而不需拆散整个设备的形式。
 4.7.1.7 在硒整流元件附近应不使用汞基防霉剂。

4.7.2 保护措施

- 4.7.2.1 当采用强迫冷却时, 其电路应设计成除非保持有效的冷却, 否则半导体变流器应停止工作的形式。
 4.7.2.2 半导体变流器应能承受来自船舶电网的瞬时过电压及由于再生功率而产生的直流电压的升高。
 4.7.2.3 半导体变流器应根据本篇2.3.13的规定设置过载和短路保护。
 4.7.2.4 液冷式半导体变流器应考虑设置液体超温报警器和气动保护装置。

4.7.3 试验

- 4.7.3.1 半导体变流器应在制造厂进行本节4.7.3.2~4.7.3.5规定的各项试验, 但对系列生产的产品, 经验船舶部门同意可免做本节4.7.3.2规定的试验。
 4.7.3.2 半导体变流器应于正常工作状态下进行温升试验。
 4.7.3.3 半导体变流器应进行效用试验。
 4.7.3.4 半导体变流器应按下列的电压值进行耐电压试验, 但不低于2000V:

$$U_p = 2 \times \frac{U_m}{\sqrt{2}} + 1000 \quad \text{V}$$

式中: U_p —— 试验电压有效值, V;

U_m —— 半导体变流器任何一对端子之间的空载最高峰值电压, 如果其对地电压高于二个端子之间的电压(例如变流器作串联连接时), 则应取较高的电压, V。

但如果 $U_m/\sqrt{2}$ 小于90V时, 则 U_p 可以取1000V。

试验以25Hz至100Hz之间任一频率的交流电压, 加在设备的带电部分与可以接地的任一不带电的金属部分之间, 历时1min而无击穿或闪络现象。

- 4.7.3.5 以500V直流高阻计进行测试, 整流器及其属件的带电部分对地之间的绝缘电阻应不低于1M。

第八节 照明灯具

4.8.1 一般要求

与船舶安全和作业关系重要的照明, 应符合本节的规定。

4.8.2 白炽灯

- 4.8.2.1 钨丝灯灯座的电压及负载应不超过表4.8.2.1的规定。

表4.8.2.1 钨丝灯电压及负载

灯座型式		电压, v	负载
插口式	B22	250	200W / 4A
	B15d	250	15W / 2A
	B15s	50	15W / 2A
螺旋式	E40	250	3000W / 16A
	E27	250	200W / 4A
	E14	250	15W / 2A

4.8.2.2 灯座应以滞燃且不吸潮的材料制成。所有金属部件的结构应牢固，E40型灯座应有把灯泡锁牢在灯座上的措施。

4.8.2.3 照明灯具在结构上应保证进入灯具内电缆的温度不超过本篇表2.13.2.2中所列的电缆导体最高工作温度。

4.8.3 工作电压低于250V的放电灯

4.8.3.1 与灯具分开安装的所有独立的镇流器、电容器和其他附件，均应安装在接地的金属盒中。

4.8.3.2 等于和大于0.5 μF 的电容器，应设有当电源一断开就迅速放电的措施。

4.8.3.3 管状荧光灯座的电压及负载应不超过表4.8.3.3的规定：

表4.8.3.3 荧光灯电压及负载

灯座型式	电压, V	负载, W
G13	250	80
G5	250	13

4.8.3.4 管状荧光灯座的结构应符合本节4.8.2.2的要求。

4.8.4 工作电压超过250V的放电灯

4.8.4.1 放电灯具应有坚固的结构。

4.8.4.2 所有带电部件应设计、布置和安装成不能被偶然触及或误触及，并应考虑到沿放电玻璃管的爬电距离。

4.8.4.3 放电灯用变压器应具有在电气上相隔离的初级绕组和次级绕组，且应不含有易燃液体。

4.8.4.4 放电灯用变压器应安装在灯具之内，或者尽量靠近灯具安装。

4.8.4.5 应按本篇2.7.1.4的要求，设有提醒人们注意的“高压危险”的警告标志。

4.8.5 可携照明灯

4.8.5.1 可携照明灯的结构应能使操作者无触电危险。所有的可携照明灯应具有坚固的保护栅。

4.8.5.2 用于甲板上、鱼舱、机器处所或类似场所的可携照明灯，为避免在其馈电电缆上受到应力，应备有能悬挂该照明灯的吊钩或吊环。

第9节 航行灯与其他号灯

- 4.9.1 一般要求
 - 4.9.1.1 航行灯及其他号灯应符合现行《国际海上避碰规则》的有关要求。
 - 4.9.1.2 航行灯应具备IP55的防护等级。
 - 4.9.1.3 航行灯控制箱的构造应符合本篇2.8.1的规定。

第10节 船内通信与信号设备

- 4.10.1 一般要求
 - 4.10.1.1 具有两个或两个以上的设备并联工作的船内通信装置，当其中一个(或几个)设备切断或发生故障时，应不影响其余设备的工作。
 - 4.10.1.2 各种自动声光警报器应设有能切断声响信号而不切断发光信号的装置。
 - 4.10.1.3 各种自动报警和指示信号系统均应设有检查其动作是否正常的试验装置。
 - 4.10.1.4 安装在驾驶室的重要指示器应有适当的照明并附有亮度调节器或遮光罩。
- 4.10.2 传令钟
 - 4.10.2.1 主机传令钟若有两个及以上的发信器时，则每个发信器之间应有机械或电气的联动或联锁装置。
 - 4.10.2.2 主机传令钟系统一般应在主机操纵台附近设有主机错向报警装置。
- 4.10.3 指挥电话

指挥电话应保证在船舶各种工况下通话清晰。

第11节 电热器具

- 4.11.1 一般要求
 - 4.11.1.1 加热元件应有结构坚固的防护装置。防护装置的开孔应足够狭窄，以防止杂物落入。
 - 4.11.1.2 电热器具在结构上应保证其电源端头所达到的温度不超过本篇表2.13.2.2中所列的电缆导体最高工作温度。
 - 4.11.1.3 电热器具的所有内部连接线应以不燃材料作连续绝缘。电热元件之间的连接不得用锡焊。
 - 4.11.1.4 电热器具的热态绝缘电阻应不低于0.5MΩ。
 - 4.11.1.5 电热器具和电炊具在使用时，必须用手握持的部分，其温度应不超过表4.11.1.5给定的值。

表4.11.1.5 允许手握持部分的最高温度

把手、手柄及类似部件的材料	正常情况下允许直接用于握持的最高温度，℃	
	长 时	短 时
金属	55	60
瓷器、玻璃、模压材料、橡胶或木材	65	70

- 4.11.2 厨房内的电热器具
 - 4.11.2.1 安装在厨房内的电热器具和电炊设备及其控制设备，其外壳防护等级至少为IP44。它们的外壳

应耐腐蚀，并备有一个或几个排水孔。

4.11.2.2 电炊具的结构应保证当有液体或食品溢出时，不致损坏绝缘和发生短路。

4.11.3 电取暖器

4.11.3.1 电取暖器的结构、防护和安装，应考虑到当衣服、寝具或其他易燃物质与之接触时不会导致引起火灾的危险，其外壳顶部的结构应使易燃物质不可能在其上面搁置。

4.11.3.2 当电取暖器的温度超过允许极限时，应能切断其电源。

第12节 附 具

4.12.1 一般要求

4.12.1.1 附具的设计和结构，应使绝缘导线经过之处具有足够的尺寸，表面应无粗糙的凸出物和尖角，应不突然弯曲，所有电缆出口要求有良好的圆边或有合适的衬垫。

4.12.1.2 附具的设计和绝缘导线的安装，应不使导线对其所连接的任何接线端施加应力。

4.12.1.3 附具的设计和固定，应使灰尘和潮湿不易积聚于带电部分及其绝缘上。

4.12.2 外壳

外壳应由金属或滞燃绝缘材料制成。

4.12.3 检查和拉缆箱

如果采用金属导管系统，则检查和拉缆箱应为金属的，应与导管有牢固的电气连接和机械连接。

4.12.4 插头和插座

4.12.4.1 插头和插座的结构应符合下列要求：

- 1) 插头和插座带电部分的温升应不超过30℃；
- 2) 插头插入时应不使工作人员可能接触到任何带电部分，也应不使插头仅有一只插销插入插座；
- 3) 在插头插入或拔出时不致发生短路。插头的插销不得使带电极接地；
- 4) 工作电压超过50V的插头与插座均应有一保护接地极。插头上的接地销截面和长度均应大于其余的销；
- 5) 不同电压等级的插头、插座应有不同的结构型式。

4.12.4.2 额定电流大于16A的插座，应与开关联锁，当开关处于“接通”位置时，插头不能插入或拔出。

4.12.4.3 IP56结构的插头及插座，在插头插入或拔出的任一状态下，均应能保证其防护性能。

第四篇 冷藏及速冻装置

第 1 章 一般规定

1.0.1 适用范围

本篇规定适用于:

- 1) 贮藏渔获物的冷藏装置, 包括冰鲜保冷装置;
- 2) 加工渔获物的速冻装置。

如采用不同于本篇的其他型式的冷藏及速冻装置时, 应经验船部门同意。

1.0.2 制冷剂

1.0.2.1 许可使用的制冷剂:

- 1) R717 氨 (NH_3) —— 不应用于直接蒸发式制冷装置
- 2) R12 二氯二氟甲烷 (CCl_2F_2)
- 3) R22 一氯二氟甲烷 (CHClF_2)
- 4) R502 R22(48.8%) + R115(51.2%)的共沸点混合物。R115 为一氯五氟乙烷(CClF_2CF_3)。

使用氯氟烃化合物的制冷剂时, 还应遵守有关的国家规定。

1.0.2.2 如采用其他制冷剂时, 应经验船部门同意。

1.0.3 环境条件

1.0.3.1 制冷系统在下列条件应能正常工作:

- 1) 倾斜角度: 长期横倾 15° 、纵倾 5° ;
- 2) 横摇: 22.5° 及同时纵摇 10° 。

1.0.3.2 渔船制冷机组若设有集中控制或自动控制系统, 其集控或监控系统的各项设备, 应符合本规范第二篇第 12 章的有关规定。

1.0.4 直接蒸发排管冷却系统

使用 R12, R22 或 R502 制冷剂时, 可允许采用直接蒸发的排管冷却系统。有限航区的渔船, 其冷藏鱼舱总舱容如小于 500m^3 时, 经验船部门同意可使用氨直接蒸发的排管冷却系统。

1.0.5 防护

1.0.5.1 冷藏及速冻装置应对振动、摇动、膨胀收缩及腐蚀作充分的保护。

1.0.5.2 冷藏及速冻装置的设计、制造、安装及试验, 应考虑到其制冷剂可能对人体造成的危害程度以采取相应的安全保护措施。

1.0.6 新型装置及结构

若制冷机组或冷藏鱼舱室的结构拟采用新型的设计或使用非一般的材料, 应经验船部门同意。

1.0.7 其它

除经验船部门同意外, 冷藏渔获物制冷机组应与空调制冷机或生活用制冷机完全分开。

第 2 章 制冷装置

第 1 节 制冷机组

2.1.1 制冷机组的定义

一套制冷机组应包括能独立工作的一台或数台制冷压缩机及其原动机和一只冷凝器。使用盐水冷却介质时，还应包括一只盐水冷却器。每套制冷机组通常应以必要的管路，附件及电气设备进行固定连接。

若两台或多台制冷压缩机由一只原动机驱动，或者只设一只冷凝器或一台盐水冷却器，则应作为一套机组看待；如制冷机组系用于再冷却其它机组的液体制冷剂，而不是独立地用于冷却鱼舱，则不应作为一套机组看。

2.1.2 机组数目及制冷能量

2.1.2.1 船长不小于 45m 的冷藏渔船通常应至少设两套制冷机组。若仅设有两套制冷机组时，其工作部件应能互换使用。

2.1.2.2 船长小于 45m 但大于 30m 或有限航区的冷藏渔船，可仅设一套制冷机组，但应尽可能增设一台备用压缩机及其原动机。

2.1.2.3 船长小于 30m 的渔船，可仅设一套制冷机组。

2.1.2.4 无限航区的渔船，其制冷机组的制冷量应按海水温度在不低于 32℃ 的情况下，各冷藏鱼舱所维持设计最低温度进行设计。

2.1.2.5 设有两套或两套以上制冷机组的渔船的制冷能量，应在一套机组停止工作时，其余机组在二十四小时连续工作的情况下仍能维持满载冷藏鱼舱内由设计所规定的最低温度。

2.1.2.6 对于本节 2.1.2.2 所述的制冷机组，其制冷能量在一台制冷压缩机停止工作时，其备用压缩机在二十四小时连续工作的情况下应能维持冷藏鱼舱内由设计所规定的最低温度。

2.1.2.7 为补偿制冷压缩机和绝缘材料在使用过程中性能可能下降，实际所配置的制冷机制冷量应至少比设计的最大输出能力大 10%。

2.1.2.8 若各套机组不接通所有冷藏鱼舱时，则为每一冷藏鱼舱（或舱组）服务的制冷机组，其制冷能量应符合本节 2.1.2.5 及 2.1.2.7 的规定。

2.1.2.9 若由主机轴带制冷压缩机时，应设有离合器。

第 2 节 制冷压缩机

2.2.1 制冷压缩机的设计要求

2.2.1.1 直接承受本篇 1.0.2.1 所述制冷剂的压力的压缩机零部件，其设计压力应不小于表 2.2.1.1 的规定。

2.2.1.2 制冷剂的最大工作压力应取在 46℃ 时制冷剂的饱和蒸汽压力。

2.2.2 吸入侧压力

表 2.2.1.1 制冷压缩机部件的最小设计压力

制冷剂	设计压力，MPa
R717	1.72
R12	1.03
R22	1.72
R502	1.82

制冷机组吸入侧的最大工作压力应按机组停止后所产生的压力确定。该压力应不超过本节 2.2.1.2 所述的最大工作压力值。

2.2.3 往复式压缩机

2.2.3.1 往复式压缩机的曲轴，当其所有曲柄均支承于两道主轴承之间时，其直径 d 应不小于下式计算所得之值：

$$d = C \sqrt[3]{\frac{D^2 P (\frac{S}{16} + \frac{ab}{a+b}) Z}{7.55}} \quad \text{mm}$$

- 式中： D —— 压缩机气缸直径，mm；
 P —— 设计压力，见表 2.2.1.1，N/mm²；
 S —— 活塞行程，mm；
 a —— 一只主轴承的内边缘和最接近跨距中点的曲柄销中心线之间的距离，mm；
 $a+b$ —— 两只主轴承内边缘之间的跨距；
 Z —— 材料强度系数，由下列公式算出；
- 1) 对于钢材：

$$Z = \frac{560}{\sigma_b + 160}$$

2) 对于球墨铸铁：

$$Z = \frac{700}{\sigma_b + 260 - 0.059d_p}$$

3) 对于灰铸铁：

$$Z = \frac{700}{\sigma_b + 260 - 0.69d_p}$$

- σ_b —— 曲轴材料的抗拉强度，N/mm²；
 d_p —— 曲轴的估计最小直径，mm；
 C —— 常数，根据曲轴和气缸的具体布置确定，见表 2.2.3.1。

对于每只曲柄有一只气缸的曲轴： $C=1.0$ ；

对于同一只曲柄销有几只气缸，其相邻气缸布置成 90° 夹角的曲轴： $C=1.05$ ；

对于同一只曲柄销有几只气缸，其相邻气缸布置成 60° 夹角的曲轴： $C=1.18$ ；

对于同一只曲柄销有几只气缸，其相邻气缸布置成 45° 夹角的曲轴： $C=1.25$ ；

表 2.2.3.1 适用于本规范曲柄和气缸布置

曲柄销数目	每一曲柄的气缸数	相邻气缸间的夹角，°		
1 或 2	2	45	60	90
3	2	45	60	
4	2	45	60	
1	3	45	60	90
2	3	45	60	
3	3	45		
1	4	45	60	
2	4	45		

适用于本规范的曲柄和气缸布置，如表 2.2.3.1 所示。

2.2.3.2 若曲轴另加一个中央主轴承进行支承，其直径应由中央主轴承和外挡主轴承内边缘之间的半根曲轴进行计算，由此算得的是半根曲轴的直径，对于整根长度的曲轴直径应增大 6%。

2.2.3.3 确定曲柄臂的尺寸时,应使 bt^2 值不小于按下式计算所得之值:

靠近主轴承的曲柄臂: $bt^2 = 0.4 d^3$;

中间的曲柄臂: $bt^2 = 0.75 d^3$;

式中: b —— 曲柄臂的宽度, mm ;

t —— 曲柄臂的轴向厚度:

靠近主轴承者应不小于 $0.45 d$, mm ;

中间者应不小于 $0.60 d$, mm ;

d —— 按本节 2.2.3.1 所算得的曲轴最小直径, mm。

2.2.3.4 曲柄臂过渡到曲柄销或主轴颈处的圆角半径 r 应不小于 $0.05 d$ 。如果曲柄直径不小于 C 与 d 的乘积,则可取较小的圆角,但此圆角半径不得小于 $0.025 d$ 。

其中, $C = 1.1 - r/d$, 但不得小于 1.0, d 为按本节 2.2.3.1 所算得的曲柄最小直径。

2.2.3.5 曲轴上的过渡圆角和油孔应光滑圆顺。

2.2.3.6 筒形活塞式压缩机的曲柄箱设计时所取的内压力应不小于系统中的最大工作压力。与制冷剂分开的十字头式压缩机的曲轴箱可按低压设计,但曲柄箱上应装有释压阀。该阀的开启压力应调整至不超过设计压力,其排出应引至安全地点。任何曲柄箱当设计所取的压力低于压缩机的最大工作压力时,也应设有释压阀,其排出应引至安全地点。

2.2.4 制冷压缩机曲轴材料强度

曲轴的铸、锻件,其抗拉强度应在下列范围内:

- 1) 碳钢和碳锰钢锻件,经正火加回火: $(400 \sim 600) \text{ N/mm}^2$;
- 2) 碳钢和碳锰钢锻件,经淬火和回火;不超过 700 N/mm^2 ;
- 3) 球墨铸铁件: $(370 \sim 800) \text{ N/mm}^2$;
- 4) 碳钢和碳锰钢铸件: $(400 \sim 550) \text{ N/mm}^2$;
- 5) 灰铸铁件: 不小于 300 N/mm^2 ;

若采用合金钢的铸、锻件时,应经验船部门同意。

2.2.5 拆装要求

制冷压缩机的主轴承宜在曲轴、活塞及连杆不拆装的条件下能拆出检查及更换。

2.2.6 螺杆式制冷压缩机

2.2.6.1 螺杆式制冷压缩机转子的材料应符合本规范第七篇第 4 章机械用锻钢的有关的规定。

2.2.6.2 若转子的轴承档材料作局部硬化处理,不应延伸到圆角。处理工艺应提交验船部门审查。

2.2.6.3 齿轮箱应符合本规范第二篇第 6 章的有关规定。

第 3 节 受压容器、管路及辅助设备

2.3.1 受压容器

2.3.1.1 钢质焊接圆筒的 R502, R717 及 R22 制冷剂受压容器,应符合本规范第二篇的第 8 章、第六篇有关 级受压容器的规定。其设计压力应符合本章表 2.2.1.1 的规定。上述受压容器的筒体和封头的抗拉强度应不大于 430 N/mm^2 。

2.3.1.2 受压容器的筒体可用无缝的、电阻焊的或纵向埋弧焊的钢管制造,但不得采用对接锻焊和螺旋形焊接的钢管。

2.3.1.3 对于设计温度低于 0 的受压容器,其材料在相应温度下的冲击韧性值应经验船部门审查。

2.3.1.4 冷凝器管子应以耐腐蚀材料制成。R12、R22 及 R502 制冷剂的冷凝器管子应为耐腐无缝铜管。

2.3.2 压力管路

2.3.2.1 制冷装置各种压力管的壁厚应符合本规范第二篇第 2 章的有关规定。

2.3.2.2 制冷剂、盐水或海水冷却管路及其附件的材料应与管内的流体相适合。铜、黄铜、青铜和其它铜合金材料不适用于氨制冷剂;锌不适用于氨和氟代烃类制冷剂。

2.3.2.3 制冷剂、盐水的管路应用无缝管。其中氨及盐水的管路应为无缝钢管。氨装置的管路附件应由钢制成。氟代烃制冷装置的管路附件应由钢或青铜制成。

2.3.2.4 制冷剂以及盐水、海水用钢管的连接应以对接焊联结。若为铜管则应使用硬钎焊。必要时,个别管段可采用焊接法兰(法兰面应有槽和凸肩填装垫片)或用外套螺母联结。管接头的垫片材料,对氨管应用胶质石棉或铝片或聚四氟乙烯;对氟代烃类制冷剂管应用胶质石棉板或紫铜环或聚四氟乙烯;对盐水或海水管应用橡胶垫片。各种制冷剂的垫片,如采用其它新材料时,应经验船部门同意。

2.3.2.5 如安全阀与受压容器间设有截止阀,则该截止阀平时应锁定于开启位置。安全阀及其阀盘应位于液面以上。

2.3.2.6 R717 制冷剂管路的截止阀,其结构应能安全地更换填料函的填料,而不需排出制冷剂。R12、R22 及 R502 制冷剂管路的截止阀应为无填料阀,如采用软填料函的阀,应装有封紧盖,并便于更换填料。

2.3.3 油分离器

2.3.3.1 制冷剂管路应装设合适的油分离器。此油分离器应装有泄油管。若油分离器内装有金属丝滤网,应由耐制冷剂腐蚀的材料制成,其结构必须坚固并加以支撑,以防散失。

2.3.3.2 油分离器应装于冷凝器或中冷器(如设有)之前的压力管上。

2.3.4 滤器

制冷剂管路的下列部位通常应装有具有足够通流面积且便于拆装的过滤器:

- 1) 压缩机的吸入管路上;
- 2) 膨胀阀前的制冷剂液管上;滤器内的金属丝滤网应结构坚固,并加以支撑且能耐制冷剂腐蚀。

2.3.5 干燥器

R12、R22 及 R502 制冷剂系统冷凝器之后的液管上应装设干燥器,其布置应使干燥器能旁通并关断,以便在拆开干燥器时不妨碍系统的运行。

2.3.6 温度计

制冷装置各系统的下列部位应装设温度计。

- 1) 制冷压缩机的吸入和排出口的管路上;
- 2) 冷凝器的冷却水进、出管路上;
- 3) 盐水进、出管路上;
- 4) 直接蒸发冷却的空气冷却器的制冷剂回流管上。

2.3.7 压力表

制冷装置各系统的下述部位应装设压力表:

- 1) 制冷压缩机的吸入和排出口的管路上;
- 2) 盐水泵排出管上;
- 3) 所有空气冷却器的制冷剂回流管上;

4) 压力润滑制冷压缩机的滑油进口处。

2.3.8 液位指示

贮液器上应装设制冷剂液体的液位指示器。液位指示器应能关闭,以防该指示器发生破损时制冷剂流失。

如利用观察镜显示液位,可免设关闭装置。

2.3.9 冷却设备

2.3.9.1 冷藏鱼舱的冷却可采用装在侧壁和顶板上的冷却排管或经过空气冷却器冷却的空气循环冷却。

2.3.9.2 冷藏鱼舱的冷却若采用盐水循环时,每一冷藏鱼舱的盐水排管应做成不少于两个分段。每个分段均应设有阀或旋塞以便关闭。每个冷藏鱼舱净容积小于 300m^3 时,可允许做成一个分段。

2.3.9.3 冷藏鱼舱内的钢质盐水管路或输送制冷剂的管路,包括装在绝热层内的部分,其外表面均应镀锌,如盐水管采取其它防腐措施应经验船部门同意。

盐水管路及盐水柜接触盐水的壁不应镀锌。若盐水系统中与盐水接触的任何部分已经镀锌,当盐水冷却和回流柜为闭式时,则应设有透气管或者使排出气体引到大气中的管子。引出管子出口端的地点须使排出气体不致引起事故,且管子出口端应装有便于更换的金属丝网。当盐水柜为开式时,则设置盐水柜的舱室应有有效的通风。

2.3.9.4 制冷剂和载冷剂钢管若由对接焊或由螺纹套管连接,管接头处没有镀锌层的部分于水压试验后应作适当涂刷及包扎以减少腐蚀。当管路包有绝热层时,接头的部分应在绝热层的外表面作出标记。

2.3.9.5 通过水密舱壁或水密甲板的冷却管路,其穿过处的贯通配件结构及填料应符合本篇 3.1.1.3 和 3.1.1.4 的有关规定。

2.3.9.6 冷藏鱼舱及空气冷却器的冷却盘管可使用盐水循环或制冷剂直接蒸发进行冷却。此冷却盘管应布置成不少于二组,且每组均应装有可迅速关闭的阀。如空气冷却器的盘管不分组,则应至少设置两只空气冷却器。

净容积小于 200m^3 的冷藏鱼舱,可仅设一只单组盘管的空气冷却器。

2.3.9.7 空气冷却器应设有有效的融霜措施。其下面应设置盛凝水的底盘,凝水底盘应装有当工作能排除全部凝水的泄水管。

2.3.9.8 空气冷却器包括风机及电动机的安装位置应尽量与鱼舱分开,且应留有足够大小的通道以便风机及电动机能拆出修理或进行更换。若一个鱼舱内装有几台风机及电动机时,则只需留供人员进出的检修通道。

2.3.9.9 对非直接蒸发冷却系统,建议其制冷装置的设计应使冷却介质与鱼舱的最大温差不大于 4.5°C ,且在此条件下应能维持鱼舱所需的最低的温度。

2.3.9.10 鱼舱若采用低温海水冷却和冷藏时,其海水系统必须加强过滤,且在任何情况下,其循环海水均不得产生冻结。

2.3.10 泵

制冷机组应设有不少于两台冷却水泵,其中一台为备用,当其他泵的排量可同时满足制冷机组冷却水的正常供给时,亦可兼作备用冷却水泵。

2.3.11 通海接头

冷凝器的冷却水泵,应由分设在左、右舷的两只海底阀供水,且其管路的布置应保证对该冷却水泵的供水不受其它泵工作的影响。

2.3.12 动力

制冷装置若为电力驱动时，则发电机中的任一台停止工作时，其余发电机的功率应在保证船舶推进和安全所必需的其他重要设备能正常工作的同时，仍应能维持冷藏鱼舱内设计规定的最低温度。

2.3.13 制冷装置的自动监控

2.3.13.1 设有自动控制系统的制冷装置，仍应设有手动控制机构，以便当自动控制系统失效时仍能进行控制。

2.3.13.2 制冷装置自动控制系统各种设备的基本性能，应符合本规范第二篇第 12 章的有关规定。

2.3.13.3 制冷装置的自动控制系统应包括下述各项:

- 1) 使冷藏鱼舱内的温度控制在设定的低温范围以内；
 - 2) 若用空气冷却鱼货时，冷空气从风管出口的温度控制在不低于容许最低温度；
 - 3) 在制冷装置暂时高负荷时，能自动避免电站超载。
- 2.3.13.4 自动恒温控制转换成手动控制时，自动恒温控制设备应能旁通和关断。但作为替代措施，自动恒温控制的控制阀可设置两只。每一控制阀应在另一只失效时，能承担所要求的全部功能。

2.3.13.5 制冷装置的故障报警应在其控制站或机舱（如不设独立控制站时）发出声响和视觉信号。制冷装置的监测和报警项目，应不少于本节表 2.3.13.5 的规定。

表 2.3.13.5 制冷装置的显示和报警项目表

项 目	主控制站的显示	报警	备注
1 冷藏鱼舱空气温度	温度	高	船长小于 45m 时可免设
2 空气冷却循环风机	—	失效时	
3 冷藏鱼舱舱底水水位	—	高	
4 制冷剂液体蒸发压力	压力	—	压缩机自动停止
5 制冷压缩机滑油压力	压力	低	
6 制冷压缩机吸入侧压力	压力	低	
7 制冷压缩机排气压力	压力	高	压缩机自动停止
8 海水冷却循环泵	—	失效时	报警应有适当延时，以免受船舶摇摆的影响压缩机自动停止
9 制冷机室氨制冷剂	—	泄漏时	

2.3.13.6 制冷装置应设置下列安全系统:

- 1) 制冷压缩机吸入端压力过低时自动停止压缩机；
- 2) 制冷压缩机排气压力过高和冷凝器内压力过高时自动停止压缩机；
- 3) 制冷压缩机的滑油压力过低时自动停止压缩机；
- 4) 若制冷机室氨制冷剂泄漏，当漏出气体的浓度达到爆炸浓度之前自动停止压缩机，若制冷室有人值班，可免设；
- 5) 海水冷却循环泵失效时自动停止压缩机。

第 4 节 制冷机室或制冷机组安装处所

2.4.1 制冷机室

2.4.1.1 安装 R717 制冷机组的舱室，必须以气密的舱壁和甲板与机舱、轴隧和起居处所或其他工作处所

分开。制冷机室的门应向外开启并能自闭。

2.4.1.2 船长不小于 60m 时, R12、R22 或 R502 制冷剂的制冷机组, 应尽可能安装在独立的制冷机室内。

2.4.1.3 安装 R717 制冷机组的舱室出入口门外, 应备有过滤式防毒面具, 且数量不小于二只。防毒面具应放置在有玻璃门罩的箱内, 以便立即取用。经验船部门同意可用呼吸器来替代防毒面具。

2.4.1.4 制冷机组的布置应易于到达以便进行检修操作。盐水冷却器和冷凝器的安装应尽量留有足够的空间, 以便进行清洁及更换管子。

2.4.1.5 R717 制冷机室出口应尽可能远离起居处所, 且应有一个出口通向露天甲板。

2.4.1.6 R717 制冷机组的平台应设有适当高度的围板。

2.4.2 通风和照明

2.4.2.1 制冷机室应有足够的照明。

2.4.2.2 制冷机室应进行有效的机械通风。风机的排量应使制冷机室的换气次数不少于 30 次/h。

R717 制冷机室的通风系统, 应与其他通风系统彻底分开。通风系统的吸入管道, 应以钢或其他等效材料制成, 其排出口应位于船上不会造成危险的地方。

R12、R22 或 R502 制冷机室, 应设置抽风机。其抽风管路的吸口应装在室内最低位置。

2.4.2.3 R717 制冷机室, 应设置应急通风机。其排量应能使该室的换气次数不少于 40 次/h。若制冷机室的正常通风机排量增大到能使舱室的换气次数不少于 40 次/h, 则可不再另设应急通风机。当 R717 制冷机室设有本节 2.4.3 所述的应急洒水系统时, 应急通风机可以免设。

2.4.2.4 制冷机室的机械通风机, 应能在两个地点进行控制, 其中之一应位于制冷机室外适当的地点。

2.4.2.5 若 R12、R22 或 R502 制冷机组安装于机舱内时, 则在其邻近的下部位置应至少加装一个抽风管吸口。船长小于 30m 时可适当放宽。

2.4.3 R717 制冷机室的应急洒水系统

2.4.3.1 应急洒水系统应能在制冷机室外进行操纵。

2.4.3.2 应急洒水系统应能供应充足的水量和保持稳定的压力。其喷洒方向应朝向可能产生泄漏的部位。

第 5 节 安全设备

2.5.1 安全阀

2.5.1.1 在制冷压缩机与其排气截止阀之间应设有安全阀和/或安全膜片。当制冷剂的压力过高时, 安全阀开启和/或安全膜片爆破, 且应使制冷剂回流至管路内。在回流管上不得装设任何关闭设备。上述安全阀和/或安全膜片的开启和/或爆破压力, 应不大于下列数值:

- | | |
|-------------|-----------|
| 1) R717 压缩机 | 1.72MPa ; |
| 2) R12 压缩机 | 1.03MPa ; |
| 3) R22 压缩机 | 1.72MPa ; |
| 4) R502 压缩机 | 1.82MPa 。 |

但无论如何, 压缩机排出端安全阀和/或安全膜片的开启和/或爆破压力均应略低于本节 2.5.1.3 规定的受压容器安全阀和/或安全膜片的开启和/或爆破压力。当制冷压缩机的原动力功率不超过 10kW 时, 压缩机输出端的安全阀和/或安全膜片可以免设。

2.5.1.2 制冷剂系统的所有受压容器或其他可充进液态制冷剂并予以关闭的部件, 均应装设串联安装的安全阀和安全膜片, 其排出物除应急泄放引至甲板以上的安全地点外, 应引至低压管路中。串联的安全

阀和/或安全膜片之间应装设指示中间压力的压力表。

氟代烃制冷剂系统中的上述受压容器，如容量小于 100 l，可用熔点为 65 的易熔塞取代安全阀和/或安全膜片。

2.5.1.3 制冷剂受压容器的安全阀和/或安全膜片，其开启和/或爆破压力应不大于表 2.5.1.3 的规定。其排量应符合本规范第二篇第 8 章 8.4.2.3 中 3)的要求。

表 2.5.1.3 容器安全阀和/或安全膜片的开启和/或爆破压力，MPa

制冷剂 容器名称	R717	R12	R22	R502
冷凝器及贮液器	1.72	1.03	1.72	1.82
中间容器及蒸发器	1.37	0.69	1.37	1.57

2.5.1.4 当安全膜片设于安全阀之前时，安全膜片的后面应设防波板，以保证安全阀的功能。

2.5.1.5 冷凝器的冷却水侧和蒸发器的盐水侧，当系统中冷却水泵和盐水循环泵的排出压力可能超过其设计压力时，应设有合适的安全阀。

2.5.2 应急泄放

2.5.2.1 R717 制冷装置的制冷剂系统应装有从系统引至舷外的专用泄放管，以便在发生事故时能迅速将氨排除。泄放管的截止阀应安装在制冷机室外有铅封的玻璃箱内。泄放管在舷旁的排出口应低于空载水线，并应装有止回阀。

2.5.2.2 R12、R22 或 R502 制冷装置的设备及受压容器应具备应急泄放制冷剂到大气的设施。

2.5.3 应急停车装置

R717 制冷剂装置的制冷机组，其压缩机的原动机应在驾驶室或制冷机室外适当地点设有应急停车装置。此装置应设有防止无关人员触动的措施。

2.5.4 鱼舱报警按钮及安全操作规程

2.5.4.1 冷藏鱼舱或装有蒸发器的处所应设有能向驾驶室及机器处所求援的报警按钮。

2.5.4.2 在船上合适地点应设置详细标明冷藏系统安全及应急操作规则的铭牌。

第 6 节 速冻装置

2.6.1 设计要求

设有速冻装置的渔船，其制冷装置的制冷量除按本章 2.1.2.4 与 2.1.2.5 规定外，尚应根据速冻加工及其冷藏的需要进行设计。

2.6.2 绝热及保护

2.6.2.1 为减少速冻间与外界的热交换，在速冻间出入口处宜设缓冲间或装有风幕。

2.6.2.2 速冻隧道的管路，其上的阀及附件应装在隧道之外。速冻隧道壁的绝热层外表应以薄钢板或其他金属薄板保护。

2.6.3 平板冻结机

2.6.3.1 平板冻结机的平板应具有足够的刚度，在承受顶升负荷的夹紧力时，不应有明显的变形。

2.6.3.2 平板冻结机平板的液压升降装置顶升时应保持同步。冻结平板的制冷剂进出管若为活络关节式

金属管，其关节结构应保持可靠气密；若采用非金属软管时，则此平板冻结机不应使用 R717 制冷剂。软管材料应具有抗制冷剂溶解的特性。软管的爆破压力应不小于四倍工作压力。软管与接头的连接强度应不小于相应于 1/2 软管爆破压力时所需的强度，且仅可使用经认可的软管组件。

2.6.3.3 平板冻结机的制冷剂进出管的适当部位应装设截止阀，以便更换软管组件时不至耗损制冷剂。

2.6.3.4 平板冻结机的融霜，应设有有效的控制措施，以防倒液。

2.6.4 照明

速冻间应设有足够的照明。

第 7 节 备 件

2.7.1 冷藏及速冻装置的备件要求

2.7.1.1 冷藏及速冻装置的备件，应不少于表 2.7.1.1 的规定。

2.7.1.2 若使用螺杆式压缩机，其备件可参考表中的规定和结合具体情况确定。

2.7.1.3 根据冷藏装置的规格，在船上应配备足够数量的适用包扎、接合和密封的材料，适当长度的最常用管子，螺栓连接的联轴器，法兰螺母和螺栓以及充灌制冷剂用的器具。

表 2.7.1.1 冷藏及速冻装置备件表

备件名称	数量
1) 往 复 式 制 冷 压 缩 机 备 件 :	
活塞包括连杆的装配完整件	每种尺寸型式一套
连杆小端衬套	每台机所需的 1/2 套，但同型机多于二台时，每多一台增加 1/4 套
连杆大端轴瓦	每台机所需的 1/2 套，但同型机多于二台时，每多一台增加 1/4 套
活塞销及其固定的零件	每台机所需的 1/2 套，但同型机多于二台时，每多一台增加 1/4 套
曲轴法兰连接螺栓	每种尺寸各一套
轴封的易磨损零件	
（亦适用于螺杆式制冷压缩机）	每台机一套
组装好的进气阀及排气阀	
(包括假盖弹簧)	2、3、4 缸压缩机备一组，每 6，8 缸压缩机备二组
气缸套	每台机一只但同型机多于二台，每多二台增加一只
活塞环（密封环及刮油环）	每台机所需一套但同型机多于二台时，每多 1 台机增加 1/2 套
主轴承、轴瓦、螺栓及螺母	
（亦适用于螺杆式制冷压缩机）	每台机不同尺寸各一付
进排气阀片	每台机一套
橡胶、塑料模压件	每台机所需一套，但同型机多于二台时，每多 1 台机增加 1/2 套
压缩机用填料	金属填料每台一套
V 型传动皮带	每型一套
2) 泵及风机备件	

续表 2.7.1.1

冷却水泵及盐水泵的吸入、排出阀	各一只
盐水泵的轴、叶轮及整付轴瓦、风机的叶片式叶轮	每型一套
3) 电动机联轴器的螺栓及垫圈	每种尺寸联轴器一套
4) 调节阀备件	
气体调节阀	每种尺寸各一只
浮球调节阀	每种尺寸各一只
5) 安全阀、膜片及易熔塞备件:	
安全阀装配完整件	每种尺寸各一只
安全阀弹簧	每种尺寸各一根
安全阀膜片	每种尺寸各六片
易熔塞	每种尺寸各三只
6) 检测仪表备件	
电测式或套管式温度计 (包括传感器)	总数的 5%, 但每种型式应不少于二只
电测温度指示器的备用电池组	一组
标准温度计	每种型式各一只
压力表	每种型式各一只
R12、R22 或 R502 制冷剂的检漏灯	一只
比重计 (采用盐水系统时)	一只
7) 速冻装置的备件	
平板式速冻机的每种型式的板组	各一组
每种型式的挠性制冷剂软管组件	各二组

2.7.2 航行备品

2.7.2.1 渔船出航作业时, 应备有必要数量的制冷剂, 氯化钙和冷冻机油。

2.7.2.2 备用制冷剂, 仅可储存于经认可的专用钢瓶内, 并垂直固定安放和具有防止过热的保护。存放制冷剂一般应有专门的处所, 该处所应具有良好的通风, 只有当制冷剂储存量不超过系统总充满量的 20% 时, 方可存放在机器处所内。

第3章 冷藏鱼舱

第1节 冷藏鱼舱结构及附属件

3.1.1 一般要求

3.1.1.1 每一独立的冷藏鱼舱应完全为钢质气密结构。

3.1.1.2 暴露于大气的舱口盖或密封盖应设两道密封圈。

3.1.1.3 穿过冷藏鱼舱或甲板的制冷管路，不应与钢结构直接接触，且管路穿过的孔应仔细加工和进行有效的密封。靠近低温管路的船体结构温度应不低于材质所能承受的温度。

3.1.1.4 若制冷管路穿过水密舱壁或甲板时，应保证其水密性和舱壁及甲板的防火分隔的完整性。凡在冷藏鱼舱以外的低温制冷管路均应有有效绝热。

3.1.1.5 冷藏鱼舱的关闭装置、门、人孔盖及污水沟均应做成气密。其密封门应内外均可开启。

3.1.2 测温

每一鱼舱应设有适当的温度计。其具体数目及布置应经验船部门同意。测温管的内径应不小于60mm。测温管的安装不应与低温构件相接触。测温管连同其法兰及管端封盖均应与舱壁或甲板绝热。

3.1.3 测温精确度

冷藏鱼舱所测得的温度，其读数应精确到 ± 0.5 以内。测温仪表的刻度。其分格应不小于5mm/ 。

3.1.4 遥测测温仪的安装要求

3.1.4.1 如用遥测，应至少设置两台测温仪。感温元件与测温仪的联接，应使在任一测温仪发生故障时，对于每一冷藏鱼舱至少有一只装于冷藏鱼舱内或装于其空气循环系统上的感温元件可供使用。若装有数据记录器，且所有感温元件均连接到一台记录器上时，则每一鱼舱或其空气循环系统应至少有一只感温元件连接到另一只独立的测温仪上。

温度记录的数据应为数字显示，或为等效的其他可见显示，并能指示出 ± 0.1 的读数。

若在控制空气冷却器排出温度的设备中装有温度指示器且其精确度能达到的 ± 0.5 时，可作为备用测温仪。

3.1.4.2 若温度指示仪指示温度的表为电流表。则此电流表应设两只，并应装有检测电阻。

3.1.4.3 测温仪若设有独立的供电单元，则每一仪器尚应设有备用电源（如变压器和整流器或蓄电池）。

3.1.5 系固件

所有支撑或系固冷却设备、绝热层、运输渔获物的导轨等的螺栓、螺母、钩子及支架、托板等均应镀锌。

3.1.6 泄水及液封槽

3.1.6.1 渔获物和冷却器集水盘的残水，必须能够连续疏放。

3.1.6.2 下层渔获物及双层底板上的冷却器集水盘的残水，流入舱底污水沟处应设有带止回阀的液封装置。从上层渔获物及离内底板有充分高度的冷却器集水盘的残水流入污水沟处亦应设有液封装置，但不装设止回阀。

3.1.6.3 液封槽应具有足够的深度，且其布置应易于到达，以便进行清洁及补充盐水。

3.1.6.4 其他处所的污水不得泄入冷藏鱼舱水沟。

3.1.7 冷海水鱼舱

3.1.7.1 冷海水鱼舱的内胆应用牢固支撑。

3.1.7.2 冷海水鱼舱内胆的下部空间，应有适当的换气设施，以排除该处的有毒气体。

第2节 绝 热

3.2.1 绝热层的敷设

3.2.1.1 冷藏鱼舱的所有舱壁、外板和甲板均应敷设绝热层，并应避免存在热桥，能起热桥作用的船体构件均应充分绝热。若采用有机泡沫塑料的绝热材料时，此有机泡沫塑料应为自熄型。若用软木等可燃绝热材料时，外表面应以紧密设置的不燃材料复盖层保护。若采用就地喷涂发泡的泡沫塑料时，其工艺应经验船部门审查。

3.2.1.2 绝热层应紧密敷设，缝隙处应以绝热材料填充。绝热层外表面应设有保护覆盖层。在合适部位宜装有可拆卸的嵌板，以便抽查绝热层。

3.2.1.3 所有绝热材料、覆板、密封件及油漆涂层应既不致释放会引起渔获物腐败变质的气味，又不会吸收舱内渔获物的气味。

3.2.1.4 绝热层的覆板及冷空气网板连同其支撑件，均应具有足够的强度。

3.2.1.5 双层底内底板上的人孔及污水井处的绝热层应设有 100mm 高的水密钢质围板，以防水渗入绝热层内。

3.2.1.6 舱口下的双层底内底板及其四周延伸 0.5m 范围内的绝热层应加以额外的保护。轴隧也应满足此要求。

3.2.2 绝热封盖

3.2.2.1 为便于对污水沟、污水井、冷却器的泄水和对渔获物的泄水以及人孔盖等处进行检查，这些部位的绝热层上均应设有可拆的绝热封盖。该部位处管路的绝热层应装有可拆的绝热嵌板。

3.2.2.2 绝热层的覆盖层、污水沟盖板、舱口盖及出入口门盖，应以防水和防水汽的材料制成，或者以这种材料包敷。其边缘应有防止损坏的保护，并且对其暴露在污水沟或外界的一面应进行密封。

3.2.3 内底板的耐油涂层

双层底内底板敷设绝热层时，应先涂刷一层不透油的涂层。涂层的厚度应根据舱柜的结构和涂料的性能确定。

第 4 章 试 验

第 1 节 压力试验

4.1.1 制造完工后的试验

4.1.1.1 制冷剂系统承受制冷剂压力的各个部件及零件制成后，应按表 4.1.1.1 的规定进行强度试验和密性试验。密性试验应在强度试验以后进行。

表 4.1.1.1 试验压力

部件及零件	强度试验（液压）	密性试验（气压）
受压容器、平板冻结机蒸发管板	1.5P	1.0P
压缩机		
铸成一体的曲轴箱和气缸	1.5P	1.0P
单独的气缸或缸体或外壳（螺杆式）	1.5P	1.0P
与气缸分开的曲轴箱	1.2P	0.8P
阀或附件	2.0P	1.0P
受压管路、焊接集管、空气冷却器等	1.5P	1.0P
注		
1 表中的 P 为设计压力。		
2 密性试验一般使用氮气或二氧化碳或压缩空气，但对氨仅可采用氮气，试验时将部件浸没在水中进行检查。其他等效方法亦可予以考虑。		

4.1.1.2 承受盐水或冷却水压力的零部件，应进行 2.0P 的水压试验，且其试验压力应不小于 0.34MPa 。

4.1.2 装船后的试验

4.1.2.1 在船上就地焊接的受压管路，其焊缝处应以 1.5P 的压力进行气压试验。

4.1.2.2 上述就地焊接的受压管路，若其所有对接环焊缝已经超声波或 X 射线拍片作无损探伤检查且结果合格，则上述压力试验可以免除。当使用超声波检查时，工厂应向验船部门提交由经验船部门认可的探伤人员进行检查并签署的检验报告，证明焊接质量良好，无任何影响工作的缺陷。

4.1.2.3 本节 4.1.2.1 或 4.1.2.2 所要求的试验或检查完成后，应在验船师参与下以表 4.1.1.1 规定的压力进行密性试验。

4.1.3 系统的干燥

密性试验以后充灌制冷剂及冷冻机油前，整个制冷装置应以抽真空法进行干燥。抽真空时先将系统内的压力尽可能抽到 720mmHg 的真空度以上，并予以保持，使系统内的水份蒸发。如此反复进行以去除水份。

第 2 节 效用试验

4.2.1 试验的准备

4.2.1.1 试验前，冷藏鱼舱或制冷装置的温度计或测温仪应经校验，并将校验报告提交验船师。必要时，

验船师可要求进行抽验。

4.2.1.2 压力表及其他测试仪表，于效用试验前亦应经校验合格。

4.2.2 风机试验

空气冷却系统安装完成后，风机应进行工作试验。试验时应记录空气排出静压力、空气排量、风机转速及所耗功率，并结合本节 4.2.8.1 的要求检查鱼舱内的通风情况。试验结束后，应将试验报告提交验船师。

4.2.3 制冷试验

4.2.3.1 冷藏装置的所有制冷机组，应在正常工作条件下进行制冷效用试验。冷藏装置的实验时间，在冷藏温度降至所设计的温度后，应至少为 12 小时，且从制冷开始至试验结束时的总时间通常应不少于 24 小时。

试验时，鱼舱可为空舱，舱口盖、出入口及换气管关闭装置应密闭，泄水口液封槽应充足盐水。

4.2.3.2 制冷装置的制冷试验开始时，应使所有机组均投入工作。待冷藏鱼舱温度到所设计的低温时，即可按本篇第 2 章 2.1.2 的规定，轮流停用一台机组，但应始终保持舱内设计的温度，直到试验结束。在此期间，各台机组的工作时间应大致相同。

4.2.3.3 制冷装置试验中，若遇到气温非常低，舱内温度与外界大气温度之间不可能存在合理的差别时，其试验条件必须提交验船部门作特别考虑。

4.2.4 热平衡试验

4.2.4.1 新设计的制冷装置在制冷试验时应进行热平衡试验，并应在验船师参与下进行。

4.2.4.2 热平衡试验应在冷藏鱼舱达到设计所要求的最低温度并消除绝热层等的潜在热量和使舱温经一段时间稳定后开始。热平衡试验应至少为 8 小时。在此期间，外界的环境温度应尽可能稳定。本试验应避免在太阳强烈辐射下进行。

热平衡试验时鱼舱温度应保持在设计要求的最低温度，如有减小，则应不超过 1℃。

热平衡试验时，为使鱼舱温度保持稳定，可改变制冷压缩机的运行台数或改变其转速，亦可使压缩机间歇运行。凡进行上述改变的时间应仔细记录。但所有上述改变不得借助于调载或自动控制系统。

4.2.4.3 热平衡试验结束后，应进行热平衡计算并提交计算书。

4.2.5 数据测量记录

4.2.5.1 鱼舱外应设置温度计。制冷试验时，鱼舱外的大气温度应定时进行测量记录。

4.2.5.2 制冷装置从开始制冷到试验结束的整个试验过程中，应详细记录下列各项：

- 1) 冷藏鱼舱温度；
- 2) 冷藏鱼舱外大气温度；
- 3) 冷却海水进、出温度；
- 4) 制冷剂系统和盐水系统的温度和压力；
- 5) 空气冷却器空气进、出温度；
- 6) 制冷压缩机和冷风机的转速及所耗功率。并按本节 4.2.4.2 的规定记录压缩机的运行时间；
- 7) 海水冷却泵、盐水泵所耗功率。

上述各项在试验开始阶段的降温过程中可每 2 小时记录一次；舱外大气温度在试验的最后 18 小时每小时测量一次；其余有关温度、压力、压缩机与风机的电动机的转速及所耗功率、盐水泵和冷却水泵所耗功率等，在最后 12 小时内应每小时各测量记录一次。

4.2.6 冷藏鱼舱温度回升试验

在冷藏鱼舱内的温度达到设计要求的最低温度情况下，可接着进行冷藏鱼舱温度回升试验。该试验应记录 6 小时的温度回升值，以检查绝热层的绝热效能。舱温回升值应每小时记录一次。

按照舱温回升试验开始时冷藏鱼舱温度与外界大气温度的初温差，经 6 小时后的冷藏鱼舱温度（按各测点平均）的总回升值通常应不大于表 4.2.6 的规定。

表 4.2.6 总回升值

冷藏鱼舱舱温与外界大气温度的初温差，	60	55	50	46	40	35	30	25	20	15	10
冷藏鱼舱温度总回升值，	14.4	13.2	12	10.8	9.6	8.4	7.2	6	4.8	3.6	2.4

4.2.7 速冻装置试验（如设有）

4.2.7.1 渔船的速冻装置，应根据设计要求作效用试验，并应在验船师参加下进行。

4.2.7.2 当速冻装置设有独立于冷藏装置的制冷系统时，除应参照本章有关规定进行独立的试验外，还应主要进行冻结温度和冻结能力等的效用试验。

4.2.8 其他试验

4.2.8.1 应对规定的换气次数和鱼舱内风量的均匀分布情况进行验证。

4.2.8.2 自动控制系统（如设有）的控制、报警及安全设备应进行效用试验，此项试验一般应在制冷机组实际运行时进行，但对于报警及安全保护的动作效用，在能保证等效的条件下，可采用模拟故障试验。

4.2.8.3 制冷试验前或试验结束后，应对空气冷却器进行融霜的效用试验。

第五篇 消 防

第 1 章 一般规定

第 1 节 通 则

1.1.1 适用范围

1.1.1.1 除另有说明外,本篇规定适用于船长不小于 45m 无限航区的渔船。

1.1.1.2 对其他渔船的规定,如考虑船型及作业海区等情况,认为应用本篇的某些要求不合理或不必要时,经验船部门同意,可以适当放宽或免除这些要求。

1.1.2 认可

凡用于船舶消防的主要材料、设备、用品和装置等,均应经验船部门认可。

1.1.3 即刻可用

所有灭火设备应保持良好状况且即刻可用。

1.1.4 防火保护方法

1.1.4.1 在起居处所和服务处所内应采取下列保护方法之一:

1) IF 法 ——在起居处所和服务处所内以不燃的“B”级或“C”级分隔作为内部分隔时,一般不设自动喷水系统和探火或失火报警系统;

2) IIF 法 ——在可能产生火源的所有处所设有符合本篇第 3 章要求的自动喷水系统,一般对内部分隔型式不加限制;

3) IIIF 法 ——在可能产生火源的所有处所设有符合本篇第 4 章规定的固定式探火和失火报警系统,一般对内部分隔型式不加限制,但在任何情况下由“A”级或“B”级分隔限界的任何起居处所的面积不得超过 50m^2 。对其中的公共处所,经验船部门同意,此面积值可适当放宽。

1.1.4.2 对机器处所、控制站等的限界面,其构造和对所使用的不燃材料的要求以及对梯道围壁和走廊的保护,本节 1.1.4.1 的三种方法均可通用。

1.1.5 灭火站室及系统布置的基本要求

1.1.5.1 各种固定式灭火系统的站室或集中控制阀箱及其动力源应易于接近且操作简便,其有关装置应布置成当被保护处所失火时不致被切断。

1.1.5.2 固定式灭火系统的站室、消防泵、灭火剂容器及其他装置均不得布置在防撞舱壁之前。

第 2 节 定 义

1.2.1 材料

1.2.1.1 “不燃材料”系指通过规定的试验程序加热至约 750°C 时,既不燃烧亦不发出足量的能造成自燃的易燃气体的材料。除此以外的任何其他材料,均为“可燃材料”。

1.2.1.2 “钢或其他等效材料”中的“等效材料”系指任何不燃材料本身或由于所设隔热层,经过标准耐火试验规定的相应曝火时间后,在结构性和完整性上与钢具有同等的材料的效能(例如设有适当隔热材料的铝合金)。

1.2.2 标准耐火试验

“标准耐火试验”系指将需要试验的舱壁或甲板的试样置于试验炉中,按大致相当于下列标准时间温度曲线进行的一种试验。试样暴露表面面积应不少于 4.65m^2 ,其高度(或甲板长度)应不少于 2.44m ,试样应尽可能近似于所设计的结构,如合适时至少包括一个接头。标准时间温度曲线为连接下列各温度点(在起始炉温以上测量)的一条光顺曲线:

自开始至满 5min 时	556℃
自开始至满 10min 时	659℃
自开始至满 15min 时	718℃
自开始至满 30min 时	821℃
自开始至满 60min 时	925℃

1.2.3 低播焰性

“低播焰性”系指通过规定的试验程序,被试表面能有效地限制火焰的蔓延。

1.2.4 耐火分隔

1.2.4.1 “‘A’级分隔”是由符合下列要求的舱壁与甲板所构成的分隔:

- 1) 以钢或其他等效材料制造;
- 2) 有适当的防挠加强;
- 3) 其构造在经过 1h 的标准耐火试验的全部过程中,应能防止烟及火焰通过;
- 4) 用认可的不燃材料隔热,使在下列时间内,其背火一面的平均温度,较原温度增高不超过 140°C ,且在包括任何接头在内的任何一点的温度增高值不超过 180°C 。

“A—60”级	60min
“A—30”级	30min
“A—15”级	15min
“A—0”级	0min

- 5) 验船部门可要求对原型舱壁或甲板进行一次试验,以保证满足上述完整性及温升的要求。

1.2.4.2 “‘B’级分隔”是由符合下列要求的舱壁、甲板、天花板或衬板所构成的分隔:

- 1) 其构造在经过 0.5h 的标准耐火试验的全部过程中,应能防止火焰通过;
- 2) 其隔热效能应使在下列时间内,其背火的一面的平均温度增高值不超过 140°C ,且在包括任何接头在内的任何一点的温度增高值不超过 225°C :

“B—15”级	15min
“B—0”级	0min

- 3) 用经认可的不燃材料制成。参与制造和装配的“B”级分隔所用的一切材料均应为不燃材料。但如符合本篇第 2 章的有关要求,可允许使用可燃镶片。

- 4) 验船部门可要求将原型分隔进行一次试验,以保证满足上述完整性和温升的要求。

1.2.4.3 “‘C’级分隔”是以认可的不燃材料制成的分隔,但不需满足有关防止烟及火焰通过以及限制温升的要求。允许使用符合本篇第 2 章的有关要求的可燃镶片。

1.2.4.4 “连续 B 级天花板或衬板”系指仅终止于“A”级或“B”级分隔的“B”级天花板或衬板。

1.2.5 处所

1.2.5.1 “起居处所”系指用作公共处所、走廊、盥洗室、住室、办公室、医务室、放映室、游戏室、娱乐室、无烹调设备的配膳室以及类似的处所。

1.2.5.2 “公共处所”系指起居处所中用作大厅、餐室、休息室以及类似的固定围蔽处所。

1.2.5.3 “服务处所”系指用作厨房、有烹调设备的配膳室、储藏室、不作为机器处所组成部分的工作间

和类似处所以及通往这些处所的围壁通道。

1.2.5.4 “控制站”系指船舶无线电设备、主要航行设备或应急电源所在的处所，或者是指火警指示器或失火控制设备集中的处所。

1.2.5.5 “A 类机器处所”系指装有下列设备的处所以及通往这些处所的围壁通道：

- 1) 用作主推进的内燃机；
- 2) 作其他用途的合计总输出功率不小于 750kW 的内燃机；
- 3) 燃油锅炉或燃油装置。

1.2.5.6 “机器处所”系指一切“A 类机器处所”和一切其他包括推进机械、锅炉、内燃机、发电机、操舵装置、主要电动机、加油站、制冷压缩机、减摇装置、通风机和空气调节机械的处所和类似处所以及通往这些处所的围壁通道。

1.2.6 设备

“燃油装置”系指为燃油锅炉输送燃油的设备或为内燃机输送加热燃油的设备，并包括用于处理压力超过 0.18MPa 油类的任何压力油泵、过滤器和加热器。

1.2.7 甲板

1.2.7.1 “舱壁甲板”系指横向水密舱壁所达到的最高一层甲板。

1.2.7.2 “露天甲板”系指至少在其两侧和上方完全暴露在露天的甲板。

第 3 节 防火控制图

1.3.1 一般要求

1.3.1.1 船长不小于 45m 的渔船应设有固定展示的全船防火控制图供船员参照。

1.3.1.2 在国外渔场作业的上述渔船，其防火控制图连同其细目文件，除用中文外，尚应译成英文。

1.3.2 防火控制图内容

1.3.2.1 防火控制图上应清楚地标明：每层甲板的各控制站位置、“A”级分隔围蔽的各防火区域、“B”级分隔围蔽的各区域，连同探火和失火报警系统、喷水器装置(如设有)、灭火设备(包括手提式灭火器和消防员装备)、各舱室及甲板出入通道设施的细节，以及通风系统，包括风机控制位置、挡火闸位置和服务于每一区域通风机识别号码的细节。上述内容亦可编成图册，每一职务船员一册，并应有一册存放于船上易于到达的地点，以便随时取用。防火控制图或图册资料内容应与当时实船情况一致，如实船情况有变更时，则防火控制图或图册应尽可能作相应的更正。

1.3.2.2 除防火控制图外，船上灭火和抑制火灾用的所有设备和装置的保养及使用说明书，应保存在一个封套内，并置于易于到达的地点，以便随时取用。

第 4 节 其 他

1.4.1 取暖设备

1.4.1.1 如使用电取暖器，应固定装设，其结构应能使失火危险降至最低程度。船长小于 45m 的渔船如使用电取暖器，也应尽可能固定装设。

1.4.1.2 船上不准用无遮蔽的明火取暖。火炉和其他类似器具应固定牢靠，并在其下面和周围以及上烟通道设置充分的防火保护和隔热层。

1.4.2 使用燃油或可燃气体炉灶的厨房

1.4.2.1 油柜或储气瓶通常应位于厨房之外，且油柜应有适当的注入和透气装置。

1.4.2.2 炉灶燃烧器的燃料供应除能在厨房内控制外，还应能从厨房外易于到达的地点予以切断。

1.4.2.3 使用燃油或可燃气体炉灶的厨房，其结构和布置应满足如下要求：

1) 厨房应设有良好通风的设备。燃油炉灶或可燃气体炉灶的结构和布置应经验船部门同意。所有从容器往炉灶和热水器输送燃油或气体的管件，应以钢或其他认可的材料制造，并应设有自动关闭的安全装置。该安全装置应在炉灶火焰熄灭时亦能自行关闭。

2) 厨房炉灶和其他类似器具应牢固固定，其下面和周围以及上部应设有足够的防火保护和隔热层。燃烧残渣堵塞的可能性应降至最低程度，并备有清理工具。上烟道中限制排风的挡风闸在关闭位置时，仍应留有适当的通流面积。设于炉灶处所的通风筒应有足够的横截面积，以提供保证炉灶充分燃烧所需的空气。

1.4.3 表面涂料及内衬材料

1.4.3.1 任何外露的内部表面，不得使用以硝酸纤维素或其他高度易燃物为基体的油漆、清漆或类似涂料。

1.4.3.2 在起居处所、服务处所和控制站内使用的甲板基层敷料，应采用经验船部门认可的材料，其性质应为在高温下不易燃烧并不致产生有毒烟气或爆炸危险。

1.4.3.3 起居处所、服务处所、控制站和“A类机器处所”以及有同样失火危险的其他机器处所内，如有采用增强玻璃纤维制造的结构和设施，其所有外露表面均应具备经认可的具有阻燃特性的树脂镶合层或涂以经认可的阻燃漆，或用不燃材料加以保护。

1.4.3.4 起居处所、服务处所、控制站、走廊及梯道围壁内的外露表面以及位于起居处所、服务处所和控制站内的天花板及衬板背后的隐蔽表面，均应具有低播焰性。

1.4.4 管路材料

在热力作用下易于失效的材料，不能用于消防水管及该材料失效后将会造成浸水危险的舷边出水口的管路。

1.4.5 脱险通道的限制

升降装置不应作为脱险通道的组成部分。用于脱险通道的梯子必须用钢材或其他等效材料制作。

1.4.6 穿舱管

所有穿过甲板或舱壁的电缆及管道，都应有适当的措施，以保证该处防火分隔的有效性。

1.4.7 机舱门

“A类机器处所”的门应向外开启且可从两面操纵。船长不小于30m时，此门应为自闭式。

1.4.8 储气瓶和危险品的存放

1.4.8.1 储存压缩气、液化气的气瓶应按规定涂刷识别色漆，并以清晰字迹标明瓶内品名及其化学分子式，且应妥善固定。

1.4.8.2 储有易燃气体的气瓶和空瓶，一般应存放于开敞甲板，这些气瓶上的所有阀门、压力调节器和管子，均应予以保护以防损害。应防护气瓶不受过大的温差变化、阳光直射和积雪覆盖。若将这些气瓶存放于2.1.9.10所述的舱室内，应只能从开敞的甲板直接进出。在该处所内应禁绝热源和电气设备，并将“禁止吸烟”和“禁止明火”的告示标于显眼之处。

1.4.8.3 不同种类的压缩气体应分开存放，用于存放上述气体的船室不得贮存其他易燃品，也不应存放不属于该气体输送系统的工具或物品，但验船部门可视该类压缩气体的特性、容量和用途适当放宽此要求。

第2章 结构防火

第1节 对船长不小于60m渔船的要求

2.1.1 结构

2.1.1.1 船体、上层建筑、结构性舱壁、甲板及甲板室均应以钢材建造。经验船部门同意，亦可采用其他等效材料。

2.1.1.2 “A”级或“B”级分隔中的铝合金构件，除验船部门确认为不承受负荷者外，其隔热层在进行标准耐火试验的任何相应曝火时间内，应能使结构芯材的温升不超过其环境温度 200℃。

2.1.1.3 由铝合金构成的用以支撑救生艇筏的存放、降落和登乘区域以及支承“A”级与“B”级分隔的圆形支柱及其他构件，其隔热要求应予以特别注意，以保证：

1) 对用于支撑救生艇筏区域及“A”级分隔的构件，在标准耐火试验的 1h 结束时，其温升限度应不超过本节 2.1.1.2 的规定；

2) 对用于支撑“B”级分隔的构件，在标准耐火试验的 0.5h 结束时，其温升限度应不超过本节 2.1.1.2 的规定。

2.1.1.4 “A 类机器处所”的机舱棚及顶盖应为足够隔热的钢结构，其上的任何开口均应妥善布置保护，以防止火灾蔓延。

2.1.2 起居处所和服务处所内的舱壁

2.1.2.1 在起居处所和服务处所内，所有要求为“B”级分隔的舱壁应由甲板延伸至甲板，并延伸至船壳或其他限界面。但如在舱壁两侧均设有连续的“B”级天花板或衬板时，则此舱壁可终止于连续的天花板或衬板。

2.1.2.2 采取本篇 1.1.4 所述之 IF 方法时，凡本章未规定为“A”级或“B”级分隔者，应至少为“C”级分隔。

2.1.2.3 采取本篇 1.1.4 所述之 IIF 方法时，凡本章未规定为“A”级或“B”级分隔者，对其舱壁的构造型式可不予限制。但本章表 2.1.5.2(1)中所要求为“C”级分隔的个别舱壁除外。

2.1.2.4 采用本篇 1.1.4 所述之 IIIF 方法时，凡本章未规定为“A”级或“B”级分隔者，对其舱壁的构造型式可不加限制。在任何情况下，由“A”级或“B”级分隔所围蔽的处所面积不得超过 50m²；但对其中的公共处所，经验船部门同意此面积值可适当放宽。本章表 2.1.5.2(1)中所要求为“C”级分隔的个别情况仍应保证。

2.1.3 起居处所、服务处所和控制站内梯道与升降机的围壁保护

仅穿过一层甲板的梯道，应至少在一个平面上用不低于“B—0”级的分隔和自闭式门保护。仅穿过一层甲板的升降机围壁应在两层甲板上用“A—0”级分隔和钢质门来环围。穿过多于一层甲板的梯道与升降机的围壁通道应在每层上至少用“A—0”级分隔围蔽，并用自闭式门保护。

2.1.4 耐火分隔上的门

2.1.4.1 所有的门应尽可能与其所在分隔具有等效的防火性能。在“A”级分隔上的门及门框应为钢质。

“B”级分隔上的门及门框应为不燃材料。设于“A 类机器处所”限界舱壁上的门应为自闭式，且能保持适当的气密。若采用本篇 1.1.4 所述的 IF 方法建造，隔离船员住室与其内部卫生间(例如淋浴间)的门，允

许使用可燃材料。

2.1.4.2 要求自闭的门不得装设门背钩,但装有故障安全型的遥控释放设备的门背钩装置可允许使用。

2.1.4.3 除梯道围壁的门以外,在“B”级分隔的门下部及门以下可允许开设通风口,此通风口的总净面积不得超过 0.05m^2 。当此种开口开在门上时,此开口应装设用不燃材料制成的百叶栅。

2.1.4.4 水密门不需隔热。

2.1.5 舱壁和甲板的耐火完整性

2.1.5.1 除另有规定外,一切舱壁及甲板的最低耐火完整性应符合本节表 2.1.5.2(1)和表 2.1.5.2(2)的要求。

2.1.5.2 下列规定作为应用表 2.1.5.2(1)和(2)时的依据:

1) 表 2.1.5.2(1)和表 2.1.5.2(2)分别应用于分隔相邻处所的舱壁和甲板;

2) 为了确定相邻处所间分隔的适用的耐火完整性标准,将这些处所按其失火的危险程度分为下列①到⑩类。每类的处所所含区域大致如下:

① 控制站:

设有应急电源和应急照明源的处所;

驾驶室或海图室;

设有船舶无线电设备的处所;

灭火设备室、失火控制和记录站;

位于机器处所外的推进机械控制室;

设有集中失火报警设备的处所。

② 走廊:

走廊及门廊。

③ 起居处所:

本篇 1.2.5.1 中规定的除走廊外的各处所。

④ 梯道:

内部梯道、升降机、以及上述梯道和升降机的环围。对仅于一层甲板设有环围的梯道,应作为未被防火门分隔处所的一部分。

⑤ 较小失火危险的服务处所:

面积小于 4m^2 的小间和储藏室、干燥室及洗衣间。

⑥ A 类机器处所:

本篇 1.2.5.5 规定的各处所。

⑦ 其他机器处所:

本篇 1.2.5.6 所规定的各处所,包括鱼粉加工处所,但不包括“A 类机器处所”。

⑧ 鱼货处所:

所有用于装渔获物的处所,以及通往这些处所的围壁通道及舱口。

⑨ 较大失火危险的服务处所:

厨房、具有烹调设备的配膳室、油漆间、灯具间、面积不小于 4m^2 小间和储藏室以及不属于机器处所的工作间或车间。

⑩ 开敞甲板处所:

开敞甲板处所及无失火危险的遮蔽游步甲板处所、露天处所(上层建筑及甲板室外部的处所)、渔获物初加工处所、洗鱼处所以及无失火危险的类似处所。

下面两表中横排数字类别所代表的区域与竖列相同。

表 2.1.5.2(1) 分隔相邻处所的舱壁的耐火完整性

处所	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
控制站①	A-0 ⁵⁾	A-0	A-60	A-0	A-15	A-60	A-15	A-0	A-60	*
走廊②		C	B-0	B-0 B-0 ³⁾	B-0	A-60	A-0	A-0	A-0	*
起居处所③			C ¹⁾²⁾	B-0 A-0 ³⁾	B-0	A-60	A-0	A-0	A-0	*
梯道④				B-0 A-0 ³⁾	B-0 A-0 ³⁾	A-60	A-0	A-0	A-0	*
较小失火危险的服务处所⑤					C	A-60	A-0	A-0	A-0	*
A 类机器处所⑥						*	A-0	A-0	A-60	*
其他机器处所⑦							A-0 ⁴⁾	A-0	A-0	*
鱼货处所⑧								*	A-0	*
较大失火危险的服务处所⑨									A-0 ⁴⁾	*
开敞甲板⑩										

1) 采用 II F 和 III F 防火法时，对舱壁无特殊要求。

2) 采用 III F 防火法时，对面积不小于 50m² 的处所或处所群之间，应装设 “B-0” 级舱壁。

3) 为阐明应用处所，参阅本章 2.1.3 和 2.1.4。

4) 当具有相同序号类别的处所出现脚注 4) 符号时，只有不同用途的相邻处所，才要求表中所规定等级的舱壁或甲板，
例如在⑨类的情况:厨房与厨房相邻时，其间并不要求有舱壁分隔，但厨房与油漆间之间，则要求设 “A-0” 级舱壁。

5) 驾驶室、海图室和无线电室相互分隔的舱壁可采用 “B-0” 级。

注:

1 对于很少或没有失火危险的⑦类机器处所可以不设置耐火隔热层。

2 当此星形(*)符号出现于表中时，是指这种分隔应使用钢材或等效材料制造，但不要求它为 “A” 级标准。

表 2.1.5.2(2) 作为相邻甲板间限界面的甲板耐火完整性的要求

甲板以上 甲板处所 以下处所	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
控制室①	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-60	A-0	A-0	A-0	*
走廊②	A-0	*	*	A-0	*	A-60	A-0	A-0	A-0	*
起居处所③	A-60	A-0	*	A-0	*	A-60	A-0	A-0	A-0	*
梯道④	A-0	A-0	A-0	*	A-0	A-60	A-0	A-0	A-0	*
较小失火危险的服务处所⑤	A-15	A-0	A-0	A-0	*	A-60	A-0	A-0	A-0	*
A 类机器处所⑥	A-60	A-60	A-60	A-60	A-60	*	A-60	A-30	A-60	*
其他机器处所⑦	A-15 ¹⁾	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	*	A-0	A-0	*
鱼货处所⑧	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	*	A-0	*
较大失火危险的服务处所⑨	A-60	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0 ²⁾	*
开敞甲板⑩	*	*	*	*	*	*	*	*	*	—

- 1) 对于很少或没有失火危险的⑦类机器处所可以用“A-0”。
- 2) 只有不同用途的较大失火危险的相邻服务处所,才要求表中所规定等级的甲板。

注:

- 1 本节表 2.1.5.2(1)的注释适用于本表相关的甲板。
- 2 当此星形(*)符号出现于表中时,是指这种分隔应使用钢材或等效材料制造,但不要求它为“A”级标准。

2.1.5.3 连续“B”级天花板或衬板,连同有关的甲板或舱壁可视为已部分或全部满足分隔的完整性及隔热性要求。

2.1.6 机器处所的窗及天窗

2.1.6.1 凡能开启的天窗应能从该处所的外部予以关闭。镶有玻璃的天窗,在其外面应设置永久附连于其上的钢质或其他等效材料制成的外盖,以防止火灾蔓延。

2.1.6.2 机舱棚围壁上,经验船部门特殊同意后方可设置不能开启的窗,该窗应设有永久附连于其上的钢质或其他等效材料制成的外盖。

2.1.6.3 上述窗与天窗应使用金属丝增强或具有夹膜的玻璃。

2.1.6.4 机器处所内的控制室玻璃窗不受以上规定限制。

2.1.7 其他处所的窗及舷窗

一切窗及舷窗的结构,应能保持其所在该型舱壁的耐火完整性。应特别注意面向救生艇和救生筏登乘区域的窗的耐火完整性,以免阻碍登艇或登筏。

2.1.8 施工细节

2.1.8.1 采用 IF 防火法时,在起居处所、服务处所及控制站内的所有衬板、风挡、天花板及其附属的衬档等均应采用不燃材料。

2.1.8.2 采用 IIF 和 IIIF 防火法时,供起居处所、服务处所及控制站使用的走廊及梯道围壁中的天花板、衬板、风挡及其附属的衬档等均应采用不燃材料。

2.1.8.3 采用 IF、IIF 和 IIIF 防火法时:

1) 除在鱼舱或服务处所的冷库外,隔热层应为不燃材料。与隔热层结合的隔潮层和粘结剂以及管件的隔热层,对于冷工作系统可不要求为不燃材料,但其用量应尽可能为最小,而且其外露表面应具有使验船部门满意的低播焰性能。在可能渗入油类的处所,隔热层表面应不透油或油气;

2) 起居处所及服务处所的舱壁、衬板和天花板如为不燃材料时,可允许采用厚度不超过 2.5mm 的可燃镶片,但在走廊、梯道围壁及控制站内,此厚度不得超过 1.5mm;

3) 封闭于天花板、嵌镶板或衬板后的空隙,应以紧密安装的且间距不超过 14mm 的风挡适当分隔。上述空隙,包括梯道、围壁通道等衬板后面的空隙,在垂直方向上,应在每层甲板处加以封堵。

2.1.9 通风系统的构造

2.1.9.1 当通风主管或导管向“A”级舱壁或甲板的两侧供风时,应设有挡火闸,以防止舱室之间火灾及烟气蔓延。手动挡火闸应在该舱壁或甲板的两侧均能操纵。当穿过“A”级舱壁或甲板的主管或导管具有大于 0.02m²的通流截面积时,应设有自动的挡火闸。仅向位于上述舱壁一侧的舱室供风的主风管,应符合本节 2.1.9.3 的规定。

2.1.9.2 通风导管应使用不燃材料。但对长度不超过 2m、横截面积不超过 0.02m²的短节导管,如满足下述条件,则不需使用不燃材料:

- 1) 此导管系采用经验船部门认可,具有较低着火危险的材料制造;
- 2) 此导管仅用于通风装置的末端;

3) 此导管的位置, 沿其长度方向度量, 距离穿过“**A**”级或“**B**”级分隔或“**B**”级连续天花板处不小于 0.6m。

2.1.9.3 通流截面积大于 0.02m^2 的通风导管穿过“**A**”级舱壁或甲板时, 除非穿过舱壁或甲板的导管在通过舱壁或甲板的邻近处为钢质, 否则其开口应衬以钢质套管。这里的导管和套管应符合下列要求:

1) 对通流截面积超过 0.02m^2 的导管, 其套管壁厚应不小于 3mm, 且具有 0.9m 以上的长度。当穿过舱壁时, 此长度宜两侧均分。导管或装在这些导管上的套管应敷有耐火隔热层, 且至少达到与其所穿过的舱壁或甲板相同的耐火完整性。经验船部门同意, 可采用等效的穿过保护措施。

2) 通流截面积超过 0.075m^2 的导管, 除应符合本款中 1) 的要求外, 还应设置挡火闸。此挡火闸应能自动控制, 但也应能在舱壁或甲板两侧人工关闭。挡火闸应有显示其开启和关闭状态的指示器。对仅仅通过被“**A**”级分隔包围的处所, 而并不为这些处所供风的导管, 只要该类导管同其穿过的分隔具有同样的耐火完整性, 则可免设挡火闸。

2.1.9.4 “**A**类机器处所”或厨房的通风导管, 一般不允许通过起居处所、服务处所或控制站。若确实无法避免时, 则导管应用钢材或等效材料制造, 且其布置应能保证该分隔的耐火完整性。

起居处所、服务处所或控制站的通风导管, 一般不允许通过“**A**类机器处所”或厨房。若确实无法避免时, 则导管应用钢材或等效材料制造, 且其布置应能保证该分隔的耐火完整性。

2.1.9.5 穿过“**B**”级舱壁的通流截面积超过 0.02m^2 的通风导管, 应在穿越的开口处衬以长度不小于 0.9m 的钢质套管。该段钢质套管宜在舱壁两侧均分。若导管在舱壁部位的上述长度范围为钢质时, 则可免设。

2.1.9.6 对机器处所外面的控制站, 应采取实际可行的措施以保证维持通风、能见度不受烟气妨碍, 使失火时, 位于其中的机械及设备能受到监控并继续有效地运转。应设有两套可交替而又独立的供气设施, 两个供气源的空气进口的布置, 应使同时吸进烟气的危险性减至最小程度。上述要求不适用于位于开敞甲板和开口通向开敞甲板的控制站, 或位于具有同等效用的就地关闭装置的处所。

2.1.9.7 厨房炉灶的排气导管, 在其通过起居处所或内含可燃材料处所的部位, 应按“**A**”级分隔建造。每一排气导管应设有:

- 1) 一个便于拆卸清理的集油器;
- 2) 一只位于管道下端的挡火闸;
- 3) 能在厨房内操纵的关闭抽风机的装置;
- 4) 船长不小于 75m 时, 在排气导管内尚应设有灭火用的固定设施。

2.1.9.8 所有通风系统的主要进风口及出风口、烟囱周围的环状空间, 应能在通风处所的外部加以关闭。

各处所的动力通风应能从各该处所以外易于到达并不易受火灾所阻的安全地点予以停止。

机器处所动力通风的停止装置应与其他处所动力通风的停止装置完全分开。

2.1.9.9 机器处所的通风系统应独立于其他通风系统。

2.1.9.10 存放可观数量易燃性物质的储藏室应设有独立的通风系统。其通风口应分别布置于高处和低处; 其外部进风口和出风口应位于安全区域并装有火花熄灭器。

2.1.10 脱险通道

2.1.10.1 除机器处所外, 所有起居处所以及船员正常出入的处所, 应布置有梯道与扶梯, 以提供到达开敞甲板及救生艇、筏的脱险通道。并应符合下列规定:

1) 各层甲板的起居处所, 应至少设有两个相互远离的脱险通道, 其中之一可为通往其各封闭处所或处所群的正常出入口;

2) 位于露天甲板以下的主脱险通道应为梯道, 另一脱险通道可为梯道或围壁通道。位于露天甲板以

上的脱险通道应为引向开敞甲板的梯道或门或两者的组合:

3) 经充分考虑到处所的性质、位置以及该处所通常使用的人数后, 验船部门可免除其中的一个脱险通道;

4) 走廊或部分走廊作为唯一的脱险通道时, 其长度不得超过 7m;

5) 脱险通道的宽度及连续性应经验船部门同意;

6) 无线电报务室若无直接通达露天甲板出入口者, 则应设有两个脱险通道。其中之一可为足够尺寸窗口或经验船部门同意的其他应急出口。

2.1.10.2 所有“A类机器处所”应设有两个脱险通道, 并应符合下列要求之一:

1) 尽可能相互远离的两部钢质梯道或扶梯引向该处所上部同样远离的向外开启的门, 并从该门设有通道通往开敞甲板。通常, 其中一部梯道从该处所的下部至该处所外的一个安全地点应能提供连续的防火遮蔽。若由于机器处所的特殊布置或尺度限制, 并已具备一个由该处所下部引出的安全脱险通道, 可免设上述遮蔽。防火遮蔽应为钢质并适当隔热, 而且在处所下部应设有自闭式钢质门;

2) 一部钢质梯道或扶梯引向该处所上部的一扇向外开启的门, 并从该门设有通道通往开敞甲板。此外, 在该处所下部且远离上述梯道或扶梯的位置设有一扇能由两面开关的钢质门, 通过此门, 可由该处所下部进入引向开敞甲板的安全脱险通道。

第2节 对船长不小于45m但小于60m渔船的要求

2.2.1 结构材料

2.2.1.1 船体、上层建筑、结构性舱壁、甲板及甲板室均应以钢材或其他等效材料建造。

2.2.1.2 “A”级或“B”级分隔中如采用铝合金构件时, 应满足 2.1.1.2 和 2.1.1.3 规定的要求。

2.2.2 一般结构防火要求

2.2.2.1 对作为“A类机器处所”与起居处所、服务处所或控制站间限界面的甲板和舱壁, 当“A类机器处所”未设固定灭火系统时, 应按“A—60”级耐火标准建造; 当设有固定灭火系统时, 应按“A—30”级耐火标准建造。对作为其他机器处所与起居处所, 服务处所或控制站限界面的甲板和舱壁, 应按“A—0”级耐火标准建造。

船长室与驾驶室间的限界面一般应采用“B—15”级分隔。

2.2.2.2 供起居处所、服务处所及控制站使用的走廊, 其舱壁应为“B—15”级, 且应由甲板延伸至甲板。但如在该舱壁的两侧均设有连续的“B”级天花板, 此舱壁可终止于连续的天花板处。

2.2.2.3 供起居处所、服务处所或控制站使用的内部梯道应为钢质或其他等效材料制成。此梯道应设有“A—0”或“B—15”级分隔围壁。若梯道仅穿过一层甲板, 则仅需在一层上装设围壁。

2.2.2.4 本节 2.2.2.1 和 2.2.2.2 所涉及舱壁和甲板上所开设的门或其他关闭口和本节 2.2.2.3 所涉及梯道围壁上的门以及装设于机舱棚的门, 应尽可能与其所在限界面具有相等的耐火性能。“A类机器处所”的门应能自行关闭, 其要求见本章 2.1.4.2 的规定。

2.2.2.5 通过起居处所和服务处所的升降机围壁应使用钢材或其等效材料制造, 而且应设有能控制通风和烟气的关闭装置。

2.2.2.6 作为设有应急动力源处所限界面的舱壁和甲板以及厨房、油漆间、灯具间或储有可观数量易燃物质的储藏室与起居处所、服务处所或控制站之间限界面的舱壁和甲板, 应按“A”级分隔建造。当厨房仅装有电热炉、电热水设备或其他电热设备时, 厨房与起居处所、服务处所以及控制站之间可采用“B—15”

级分隔。

2.2.2.7 易燃物质应置于妥善密封的容器内。压缩气、液化气等危险品的存放,应符合 1.4.8 的规定。

2.2.2.8 封闭于天花板、嵌镶板或衬板背后的空隙,应以紧密装配且其间距不超过 7m 的风挡分隔。

2.2.2.9 机器处所的窗及天窗应符合下述规定:

1) 可开启的天窗应能从该处所的外部予以关闭。镶有玻璃的天窗,在其外面应设有永久附连于其上的钢质或其他等效材料制成的外盖,以防火灾蔓延;

2) 机舱棚围壁上,经验船部门特殊同意后方可设置不能开启式的窗,该窗应设有永久附连于其上的钢质或等效材料制成的外盖。

上述窗或天窗应使用金属丝或夹膜增强的玻璃。

2.2.2.10 起居处所、除生活用冷库外的服务处所、控制站及机器处所内的各级耐火分隔的隔热层应为不燃材料。装设于“A类机器处所”内限界面的隔热层表面应不透油或油气。

2.2.2.11 当起居处所、服务处所及控制站的舱壁、天花板及衬板为不燃材料时,可允许采用厚度不超过 2.5mm 的可燃镶片,但在走廊、梯道围壁及控制站内,此厚度不得超过 1.5mm。

2.2.2.12 根据邻近处所使用易燃材料的数量的多少,验船部门可允许以“A—0”分隔代替本条所述的“B—15”级分隔。

2.2.3 通风系统的构造

2.2.3.1 各处所的动力通风应能从该处所以外易于到达的地点停止送风机并关闭通风系统的主要风口。应设有从安全位置关闭烟囱周围的环状空间的设施。

2.2.3.2 除梯道围壁的门以外,“B”级分隔门上或门的下部可允许开设风口。门上的风口仅允许设于门的下半部。一切设在门上或门下面的此类开口的总净面积不得超过 0.05m^2 。当此类风口设在门上时,应装设用不燃材料制成的百叶栅。

2.2.3.3 “A类机器处所”或厨房的通风导管,一般不允许通过起居处所、服务处所或控制站。若确实无法避免时,则该导管应用钢材或等效材料制造,且其布置应能保证该分隔的耐火完整性不受损害。

起居处所、服务处所或控制站的通风导管,一般不允许通过“A类机器处所”或厨房。若确实无法避免时,则该导管应用钢材或等效材料制造,且其布置应能保证该分隔的耐火完整性不受损害。

2.2.3.4 机器处所的通风系统应独立于其他处所的通风系统。

2.2.3.5 存放有可观数量易燃物质的储藏室应设有独立的通风系统,其通风口分别布置于高处和低处;其外部进风口和出风口应位于安全区并装有火花熄灭器。

2.2.3.6 当通风主管或导管向“A”级分隔舱壁或甲板的两侧供风时,应设有挡火闸以防止舱室之间火焰及烟气蔓延。手动挡火闸应于该舱壁或甲板的两侧均能操纵。当穿过“A”级舱壁或甲板的主管或导管具有大于 0.02m^2 的通流截面积时,应设有自闭式的挡火闸。仅向位于上述舱壁一侧的舱室供风的主风管,应符合本章 2.1.9.3 的规定。

2.2.4 脱险通道

2.2.4.1 除机器处所外,所有起居处所以及船员经常出入的处所,应布置有梯道与扶梯,以提供到达开敞甲板及救生艇、筏的脱险通道。并应符合下列规定:

1) 各层甲板的起居处所,应至少设有两个相互远离的脱险通道,其中之一可为通往其他处所或处所群的正常出入口;

2) 位于露天甲板以下的主脱险通道应为梯道,另一脱险通道可为梯道或围壁通道。

位于露天甲板以上的脱险通道应为引向开敞甲板的梯道或门或两者的组合。当不可能装设梯道或门

时,脱险通道之一可以采用足够尺寸的窗口或舱口。必要时,对这些出口应采取防止滑跌和结冰的保护措施,并宜直接引向开敞甲板。此窗口或舱口应内外均可启闭。

3) 当充分考虑到处所的性质、位置以及通常居住或工作的人数后,验船部门可允许仅设一个脱险通道;

4) 走廊或部分走廊作为唯一的脱险通道时,其长度不应超过 5m;

5) 脱险通道的宽度及连续性应经验船部门同意;

6) 无线电报务室若无直接通达露天甲板出入口者,则应设有两个脱险通道。其中之一可为足够尺寸窗口或经验船部门同意的其他应急出口。

2.2.4.2 每一“A类机器处所”应设有两个尽可能相互远离的钢质梯道或扶梯,引向该处所上部同样远离的两扇向外开启的门。门关闭时的耐火性能应尽可能达到其所在舱壁耐火分隔相等的程度,并能从该门设有的通道通往开敞甲板。若该要求受机器处所尺度的限制不切实际时,可免去一个上述脱险通道,但应在适当的部位设有应急出口。

第 3 节 对船长不小于 30m 但小于 45m 渔船的要求

2.3.1 结构材料

2.3.1.1 船体、上层建筑、结构性舱壁、甲板及甲板室均应以钢材或其他等效材料建造。

2.3.1.2 “A”级或“B”级分隔中如采用铝合金构件时,一般应满足 2.1.1.2 和 2.1.1.3 规定的要求。

2.3.2 一般结构防火要求

2.3.2.1 作为“A类机器处所”与起居处所、服务处所间或控制站间限界面的甲板和舱壁,通常应按“A—15”级耐火标准建造。对国内航行和作业的渔船,验船部门可按本篇 1.1.1.2 的规定予以适当放宽,但在任何情况下应不低于“A—0”级耐火标准。其他机器处所与起居处所或控制站间限界面的甲板和舱壁,应按“A—0”级耐火标准建造。

2.3.2.2 其他相隔处所之间的限界面应按“A—0”或“B”级分隔建造。

2.3.3 通风系统的构造

2.3.3.1 机器处所应设有独立的通风系统。

2.3.3.2 所有动力通风均应能从其服务的处所以外易于到达的地点停止送风机和关闭通风系统的主要风口。通风筒、烟囱周围的环状空间亦应设有外部关闭设施。

2.3.3.3 装有可观数量易燃物质的储藏室应设有独立的通风系统。其内部的风口应分别布置于高处和低处,进风口和出风口应位于安全区域,并设有熄灭火花的设施,且能从外部予以关闭。

2.3.3.4 当风管通过耐火分隔的舱壁或甲板时,应符合 2.2.3.6 的有关规定。

2.3.3.5 “B”级分隔的门下部可允许开设风口,其总净面积不得超过 0.05m^2 ,并应装有用不燃材料制成的百叶栅。

2.3.4 脱险通道

2.3.4.1 所有起居处所及船员经常出入的处所,应布置有梯道或扶梯,以提供到达开敞甲板及救生艇、筏的脱险通道。

2.3.4.2 各层甲板的起居处所,应至少有两个相互远离的脱险通道,其中之一可为通往其他处所的正常出入口。

在充分考虑到处所的性质、位置以及通常居住或工作的人数后,验船部门可允许仅设一个脱险通道。

如走廊或部分走廊作为唯一的脱险通道时，其长度不应超过 5m。

2.3.4.3 所有“A类机器处所”应设置两条尽可能相互远离的脱险通道，但至少应保证除一条正常出入口外，再设有一个合适的紧急出口。正常出入口的梯道应带有扶手且与水平夹角小于 75° 。

2.3.4.4 无线电报务室若无直接通达露天甲板出入口者，则应设有两个脱险通道。其中之一可为足够尺寸窗口或经验船部门同意的其他应急出口。

第 4 节 对船长小于 30m 渔船的要求

2.4.1 一般要求

2.4.1.1 船体、上层建筑、结构性舱壁、甲板及甲板室均应以钢材或其他等效材料建造。

2.4.1.2 本篇要求对船长小于 24m 的渔船，可按具体情况适当放松，但应经验船部门同意。

2.4.2 通风系统的结构

2.4.2.1 机器处所的通风系统应独立于其他通风系统，其主要进风口及出风口应能在处所的外部加以关闭，且其通风导管应尽可能不通过其他处所。

2.4.2.2 通风导管应采用钢材或其他不燃材料制造。

2.4.2.3 所有动力通风均应能从其服务处所以外易于到达的地点予以停止。

2.4.3 脱险通道

2.4.3.1 除机器处所外，起居处所以及船员经常出入的处所，均应至少设有一个出入口连同必要的梯道或扶梯以供到达开敞甲板。

2.4.3.2 “A类机器处所”除正常通道外，还应有合适的应急出口。

2.4.3.3 如走廊或部分走廊作为唯一的脱险通道时，其长度不应超过 5m。

第 3 章 自动喷水系统

第 1 节 通 则

3.1.1 适用范围

当船长不小于 60m 的渔船采用 II F 防火法时,应对有失火危险的处所应装设一种经认可的、符合本章要求的自动喷水系统。

3.1.2 一般要求

3.1.2.1 自动喷水系统由喷水器、探火及失火报警装置共同组成。

3.1.2.2 任何自动喷水系统应能在所需的任何时间立即投入工作而不需船员操作。该系统应为湿管式,但如认为这是一项必要的预防措施,则对小的暴露区可采用干管式。该系统的任何部位,如在使用中可能遇到冰冻温度时,应有适宜的防冻措施。

3.1.2.3 自动喷水系统内平时应保持所需的压力,且应按本章要求具有连续供水的设施。

3.1.2.4 每一喷水器的分区应有声光信号报警装置。当任一只喷水器动作时,能在一个或数个指示装置上自动发出信号。这种报警装置应能显示出该系统所服务的分区内业已发生火灾的征兆,并集中显示于驾驶室内。还应在驾驶室之外的某一位置(如主消防控制站)装有此装置的声光报警设施,以确保火灾信号可立刻为船员所知。

该报警系统应能显示此系统本身发生的任何故障。

3.1.3 试验

3.1.3.1 每个喷水器分区在接近其截止阀处应装设一只试验阀,用以放出相当于一只喷水器工作时的排水量以进行自动报警的试验。

3.1.3.2 应设有降低系统中压力来试验水泵自动工作的设施。

3.1.3.3 在本节 3.1.2.4 所述的指示装置的位置之一,应设有能试验每一个喷水器分区的报警和指示器的开关。

第 2 节 喷水器与压力水柜

3.2.1 喷水器

3.2.1.1 喷水器应分成若干分区,每一分区的喷水器不应多于 200 只。

3.2.1.2 每一个喷水器分区只能用一个截止阀加以分隔。每一个喷水器分区的这种截止阀应位于容易到达的地点,其位置应有明显的固定标志,并应有措施以防止任何未经许可的人员操作此截止阀。

3.2.1.3 在每一分区的截止阀处和中心站内,均应设有指示此系统中压力的仪表。

3.2.1.4 喷水器应能耐海上大气腐蚀。喷水器及喷水系统的其他零件应用耐热及耐蚀的材料制造。喷水系统的管子应采用内外镀锌的钢管制成。

3.2.1.5 在起居处所和服务处所中,喷水器应在 68℃ 至 79℃ 的温度范围内动作,但在象干燥室等可能发生较高环境温度的处所除外。在这些处所内,喷水器的动作温度可增至不大于舱室顶部温度加 30℃。

3.2.1.6 在每一个指示装置处应有图或表,表示该装置所涉及的处所和有关每一分区的区段位置,并应有试验和维护保养的适当说明。

3.2.1.7 喷水器应设于被保护处所的顶部位置,并保持适当间隔,使喷水器所保护的额定面积保持不少于 $5\text{ l/min}\cdot\text{m}^2$ 的平均喷水量。也可准许使用适当分布的不同出水量的喷水器,但其效能不低于上述要求,并经验船部门同意。

3.2.2 压力柜

3.2.2.1 应设有压力柜,其容积至少等于规定贮备淡水量的两倍。压力柜贮备淡水量应等于本章 3.3.1.2 所述水泵的 1min 排量;并应设有保持柜内空气压力的设备,当柜内常备淡水被使用时,柜内压力应能保证不低于喷水器的工作压力加上柜底部至系统中最高位置喷水器间的压力差。应设有在压力下补充空气和补充柜内淡水的适当设施。压力柜应设有显示柜内正确水位的玻璃水位计。

3.2.2.2 应设有防止海水进入柜内的设施。

第 3 节 供水泵与动力源

3.3.1 供水泵及其布置

3.3.1.1 应设有一台专供喷水器自动连续喷水的独立动力泵。此泵应在压力柜内常备淡水完全排尽之前,由于系统中压力降低而能自动进入工作。

3.3.1.2 泵和管系应能维持最高位置的喷水器所需的压力,保证以本章 3.2.1.7 规定的出水量连续喷水,并足以同时覆盖被“A”和“B”级分隔的防火舱壁所隔开的最大面积或 280m^2 的面积,取其小者为准。

3.3.1.3 泵的输出端,应装有一只试验阀连同一根开口的排水短管。该阀和管子的通流面积应足以在系统内保持本章 3.2.2.1 规定的压力,输出对该泵所要求的出水量。

3.3.1.4 泵的海水进口应尽可能位于该泵所在处所,其布置应在船舶漂浮时,除检查或修理水泵外,不需为任何目的而切断水泵的海水供给。

3.3.1.5 喷水器的供水泵和压力柜应适当远离“A类机器处所”,且不应位于需由这种喷水系统保护的任何处所内。

3.3.2 动力源

3.3.2.1 海水泵及自动失火报警和探火系统的动力源应不少于两套。若泵为电力驱动,则应连接于主电源,使泵至少由两台发电机供电。

3.3.2.2 馈电线应避免通过厨房、机器处所和有高度失火危险的其他围蔽处所,但为了通到相应的配电板而必需者除外。失火报警和探火系统动力源中的一路应是应急电源。若泵的动力源之一是内燃机时,则除符合本节 3.3.1.5 规定外,该机所在位置应在任何被保护处所失火时不致影响对机器的空气供给。

第 4 章 探火及失火报警系统

第 1 节 通 则

4.1.1 一般要求

4.1.1.1 所有要求设置的探火与失火报警系统应在船舶所有营运时间内正常工作。

4.1.1.2 系统和设备应设计成使其能承受一般在船上出现的电压变动和瞬间变动、环境温度变化、振动、潮湿、冲击和腐蚀。

4.1.1.3 探火与失火报警系统应能定期进行功能试验, 试验后能恢复正常工作而不必更换任何部件。

4.1.1.4 探火与失火报警系统的控制板应位于驾驶室或主防火控制站内。

4.1.1.5 除可允许在控制板上具有关闭防火门类似功能外, 自动探火系统不应用于其他任何目的。

4.1.1.6 在船上应备有用于试验、维修的备件和适当说明。

4.1.1.7 新安装的具有区域编制识别功能的探火系统, 应符合如下规定:

1) 失火时, 探测回路损害部件不超过一处;

2) 应采取必要措施以确保发生在回路中的任何故障(如动力被切断、短路、接地等)将不会导致整个回路失效;

3) 整个布置应能使系统在故障事件时恢复到最初结构状态;

4) 最先发出的火灾报警信号应不妨碍其他任何探测器激发其他的火灾的报警信号。

4.1.2 故障监测

应对探火与失火报警系统所必须的电源和电路在断电或故障时作适当的监测。故障的发生应在控制板上发出声、光信号, 这一信号与火灾信号应有所区别。

4.1.3 电源

供探火与失火报警系统电器设备使用的电源应不少于两套, 其中一套应为应急电源。为此, 应由专用的独立馈电线来供给电力, 这些馈电线应接至位于或邻近于自动探火系统的控制板上的自动转换开关。

4.1.4 报警信号与指示装置

4.1.4.1 任何探火装置或手动火警按钮动作时, 应在控制板和指示装置上发出声、光火警信号。如果在 2min 内信号未引起注意, 则应向所有船员起居处所和服务处所、控制站以及“A 类机器处所”自动发出声响警报。这一声响系统不必为探测系统的组成部分。

4.1.4.2 指示装置至少应表明已经动作的探测器或手动警报按钮所在的区域。至少有一套指示装置应位于负责船员在航行中或在港内任何时候都容易到达的地点, 但船舶处于非营运状态时除外。如果控制板位于主防火控制站内, 则应有一套指示装置装在驾驶室内。

4.1.4.3 在每一指示装置上或其附近应贴示图或表, 以清楚地表示该装置所保护的处所和分区的位置, 并应有试验和保养的适当说明。

4.1.4.4 定期无人值班的机器处所的固定式探火与失火报警系统, 其报警信号显示应保证驾驶室和负责的轮机员听到和看到该报警信号。当驾驶室无人值班时, 应能在负责值班船员的处所发出警报。

第 2 节 固定式探火与失火报警系统

4.2.1 一般要求

4.2.1.1 船长不小于 60m 的渔船, 采用 III F 法时, 对有失火危险的处所, 应设置固定式探火与失火报警系统。

对船长不小于 45m 但小于 60m 的渔船, 当起居处所、服务处所和控制站的结构经验船部门同意采用可观数量的可燃材料时, 亦应考虑设置固定式探火与失火报警系统。

4.2.1.2 定期无人值班的“A 类机器处所”应设置固定式探火与失火报警系统。

4.2.1.3 所有要求设置的固定式探火与失火报警系统除应符合本章第 1 节的规定外, 尚应满足本节要求。

4.2.1.4 在探测器所在处, 应设有用热气或烟气试验探测器和指示装置的动作是否正确的设施。

4.2.1.5 探火系统不得用于探火以外的任何其他目的。

4.2.2 探测器的类型及灵敏度

4.2.2.1 探测器应通过热、烟或其他燃烧产物、火焰或任何这些组合因素而动作。可以考虑采用通过其他因素而动作并显示出早期火灾的探测器, 但其灵敏度不应低于上述那些探测器。火焰探测器只能用作烟或热探测器的额外探测器。探测器可以采用脱开或闭合触点或其他适当的方法来操纵报警器。用闭合触点方法动作的探测器应为密闭接触型, 其电路应连续监视以便发现故障情况。

4.2.2.2 用于起居处所内走廊、梯道和脱险通道的感烟探测器应经验证, 在烟密度未超过每米 2% 的减光率之前不动作, 但在未超过每米 12.5% 的减光率前应动作。安装于其他处所之内的感烟探测器应避免开其不灵敏或过度灵敏的情况, 在适当的灵敏度极限内进行动作。

4.2.2.3 当温度以每分钟不大于 1℃ 的速率向下述温度值升高时, 感温探测器在空气温度低于 54℃ 时不应动作, 而在空气温度超过 78℃ 之前即应动作。温升率更大时, 感温探测器应避免探测器不灵敏或过度灵敏的情况, 在适当的温度极限内动作。

4.2.2.4 在环境温度一般偏高的干燥室或类似的高温处所内, 感温探测器动作的许可温度可以较该类处所的甲板顶部最高温度增加 30℃。

4.2.3 探测器的分区

4.2.3.1 检测器应分成若干分区, 在每一分区中不允许多于 50 个围蔽处所, 所装有的探测器不应多于 100 个。探测器应分层布置, 以显示某一甲板发生了火警。

4.2.3.2 服务于控制站、服务处所或起居处所的探测器分区, 不得将“A 类机器处所”包括在内。

4.2.4 探测器的布置

4.2.4.1 起居处所内的所有梯道、走廊和脱险通道应安装感烟探测器。

4.2.4.2 要求设置探火设施的每一处所应至少装设一只符合本节 4.2.2.1 规定的探火器。

4.2.4.3 探测器的安装应能取得最佳效能, 应避开靠近横梁和通风管道的位置, 或气流影响探测器性能的其他位置, 或有可能产生冲击或物理性损害的位置。一般位于顶部的探测器与舱壁的距离至少为 0.5m。

4.2.4.4 探测器的保护面积和最大安装间距应符合表 4.2.4.4 的规定。根据证实探测器特性的试验资料, 可选用其他间距。

4.2.4.5 定期无人值班的机器处所内探测器的设置, 应在上述处所的任何部位以及在机械运转的任何正常状况和可能的环境温度范围内所需通风的变化下, 当开始发生火灾时能迅速地探出火灾的征兆。除高度受到限制的处所和使用特别适宜者外, 不许设置仅使用感温探测器的探火系统。

表 4.2.4.4 探测器的保护面积和最大安装间距

探测器类型	每一探测器保护最大的地板面积(m²)	两个探测器中心之间的最大距离(m)	离开舱壁的最大距离
感温式	37	9	4.5
感烟式	74	11	5.5

4.2.4.6 系统的电线除直接用于探火或失火报警或接通相应的电源外，应避免布置在厨房、“A 类机器处所”以及具有高度失火危险的其他围蔽处所。

4.2.5 备件

每一探测器分布区内，每 50 个同型探测器应备有一个备用探测器。备用探测器应存放在控制站内的专用容器内。

第 3 节 抽烟式探火系统

4.3.1 一般要求

- 4.3.1.1 抽烟式探火系统除应符合本节要求外，尚应符合本章第 1 节规定。
- 4.3.1.2 任何要求的系统应能在所有时间内连续工作，按顺序扫描原理工作的系统可予接受。
- 4.3.1.3 该系统在设计、构造和安装上应能防止任何有毒或易燃物质或灭火介质泄漏至任何起居和服务处所、控制站或机器处所。
- 4.3.1.4 控制板应能观察到各取样管的烟气。
- 4.3.1.5 应提供监测通过取样管气流的装置，且设计成确保从每台内部连续的集烟器中抽得的量应尽可能相等。

4.3.2 灵敏度

抽烟式探火系统的感应室的烟气密度超过每米 6.65%减光率之前，其感应装置应起作用。

4.3.3 聚烟器的布置

- 4.3.3.1 在需要探烟的每一围蔽处所至少应装有一个聚烟器。当某处所在设计上是由于交替地装载油或冷藏货物以及需要有抽烟式探火系统时，可以在这种舱室中为该系统提供隔离聚烟器的装置。
- 4.3.3.2 聚烟器的位置应使其能发挥较好功能，舱室顶部区域的任何部位距聚烟器的水平距离应不超过 12m。如该系统用于有机机械通风处所，聚烟器的位置应考虑通风影响。
- 4.3.3.3 不在同一围蔽处所的聚烟器不应连接于同一个取样点上。
- 4.3.3.4 连接到每一取样点的聚烟器应不超过四个。
- 4.3.3.5 聚烟器的布置位置应能免受冲击或机械损伤。

4.3.4 取样风机及取样管

- 4.3.4.1 每一抽烟式探火系统应配有两个取样风机，每一风机的能量应足以在保护区域正常通风条件下有效地工作。
- 4.3.4.2 取样管应能自动泄水，并应适当保护以免受货物冲击和损坏。

第 4 节 手动火警按钮与专用报警器

4.4.1 一般要求

手动火警按钮可为本章第 2 节固定式探火警系统的组成部分, 本章 4.2.1.3 及 4.2.4 的要求对本节手动火警按钮均适用。

4.4.2 手动火警按钮的布置

手动火警按钮应遍及起居处所、服务处所和控制站, 每一个通道出口应装一个手动火警按钮。在每一层甲板的走廊内, 手动火警按钮应便于到达, 并使走廊任何部分与手动火警按钮的距离不大于 20m。

4.4.3 专用报警器

应设置由驾驶室或控制站操纵的召集船员的专用报警器。此种报警器可以是船上通用报警系统的一部分, 但是它应能与起居处所的报警系统分开而独立报警。

第 5 章 固定式灭火系统

第 1 节 水灭火系统

5.1.1 适用范围

每艘渔船应设有符合本章要求的消防泵、消防总管、消火栓和消防水带。

5.1.2 消防泵的配置数量

5.1.2.1 渔船应按下列规定设置消防泵:

- 1) 船长不小于 60m 时, 应至少设置两台独立驱动的消防泵;
- 2) 船长不小于 45m 但小于 60m 时, 应至少设置两台消防泵, 其中一台应为独立驱动的消防泵;
- 3) 船长不小于 30m 但小于 45m 时, 应至少设置一台独立驱动的消防泵;
- 4) 船长不小于 24m 但小于 30m 时, 应至少设一台动力消防泵, 该消防泵可为独立动力驱动, 亦可为主机带动的动力泵;

5) 船长小于 24m 时, 可仅设一台位于机器处所以外的人力驱动泵。如果以人力泵消防不切合实际时, 应经验船部门同意, 可以额外配备两个符合规定的灭火器替代消防泵。

5.1.2.2 渔船应按下列规定设置应急消防泵:

- 1) 船长不小于 60m 时, 若任何一舱室失火会使所有消防泵失去效用, 应另设一台独立动力驱动的固定式应急消防泵;
- 2) 船长不小于 45m 但小于 60m 时, 若任何一舱室失火会使所有消防泵失去效用, 通常应另设一台动力应急消防泵。此应急消防泵允许采用可携式;
- 3) 船长不小于 24m 但小于 45m 时, 若任何一舱失火会使所有消防泵失去效用, 通常应另设一台应急消防泵。此应急消防泵可为人力驱动式。但对于远洋或跨洋作业的渔船, 一般应配备可携式动力泵。

5.1.3 消防泵的排量

5.1.3.1 除应急消防泵外, 消防泵总排量应不小于按下式计算所得之值, 且不得小于舱底水泵所需总排量的 $2/3$, 也不必大于 $180 \text{ m}^3/\text{h}$:

$$Q = (0.15 \sqrt{L(B + D)} + 2.25)^2 \quad \text{m}^3/\text{h}$$

式中: L 、 B 、 D 的定义见本规范第一篇第 1 章的规定, 其单位均为 m。

在每个消火栓处的最小压力应不小于 0.25 MPa , 对船长小于 45m 的渔船可为 0.20 MPa 。

5.1.3.2 除应急消防泵外, 所需消防泵的每台泵的排量应不小于本章 5.1.3.1 所要求的总排量的 40%, 并在任何情况下应至少能维持 5.1.7.1 所要求的水柱。如设置泵数多于所需的数量, 则额外泵的排量可小于上述规定, 但应经渔船部门同意。

5.1.4 消防泵

5.1.4.1 卫生泵、压载泵、舱底泵或总用泵, 只要不经常用来抽输油类, 均可作为消防泵。如它们偶尔用于驳运或泵送燃油, 则应装设适宜的转换装置。

5.1.4.2 如消防泵的压力可能超过消防管、消火栓及消防水带的设计压力, 则消防泵应装设安全阀。安全阀的布置和调节应能防止消防总管系统内的任何部分发生超压。

5.1.4.3 只有当主机可随时与螺旋桨轴脱离或采用可调螺距螺旋桨时, 由主机通过离合器带动的动力泵才

可作为消防泵，且此消防泵不得兼作它用。

5.1.5 应急消防泵

5.1.5.1 固定式应急消防泵可用柴油机或电动机驱动，并应符合下述规定：

- 1) 应急消防泵一般应能在船舶最高位置的消火栓(数目见下项规定)上维持射程各不小于 12m 的水柱，且在消火栓处的水压不小于本章 5.1.3.1 的规定；
- 2) 应急消防泵工作时，同时使用的消火栓数目应不少于：
 - 船长小于 45m 时，一只；
 - 船长不小于 45m 时，两只。
- 3) 固定式应急消防泵的出水管应接至消防总管；
- 4) 应急消防泵应设于机舱外安全和易于到达的处所，并应尽可能置于工作甲板以上，而且由设于主消防泵处所之外独立的海底阀供水。泵及其吸水口的位置，应使泵在渔船营运中可能遇到的最低的吃水情况下仍能有效地工作。应急消防泵应为自吸式；
- 5) 应急消防泵如由电动机驱动，则应在主电源断电时，由应急电源供电且连续工作时间应不少于 3h；
- 6) 应急消防泵若由柴油机直接驱动或通过应急柴油机发电机组间接驱动，该柴油机应在 0℃ 的冷态下能立即手动起动，其燃油闪点(闭杯试验)不得低于 43℃，燃油箱的贮油量应至少能供该泵全负荷连续工作 3h。另外还应储备至少可使该泵全负荷再运行 9h 的燃油。

5.1.5.2 可携式动力应急消防泵宜用柴油机驱动。其燃油箱的贮油量应至少能供该泵连续工作 3h，另外，尚需备有至少可使该泵全流量运行 9h 的燃油。该泵应具备有必要的消防附件。

5.1.5.3 对允许采用可携式动力应急消防泵或人力驱动应急消防泵的渔船，一般仍应在机器处所之外设有其应急用的永久性通海装置。若利用软管直接由舷外吸水应经验船部门同意。

5.1.5.4 应急消防泵吸入管路的设计应使吸头损失减至最少。

5.1.5.5 人力驱动应急消防泵应至少能输送射程不小于 6m 的水柱。

5.1.5.6 应急消防泵连同其海底阀和其他必须阀件，均应设在主消防泵的舱室之外，且在不易被该舱室火灾阻断的位置上操作。

5.1.6 消防总管

5.1.6.1 消防总管的内径应足以有效地配合两台同时工作(如合适时)的消防泵输送所需的最大出水量，或 $140\text{ m}^3/\text{h}$ 的出水量，取其小者。

一般消防总管的内径 d 应不小于下式的要求值：

$$d = L/1.2 + 20 \quad \text{mm}$$

式中： L ——船长，m。

船长 $L \geq 24\text{m}$ 时，消防总管的直径应不小于 50mm。

5.1.6.2 除用于冲洗甲板、渔获物及锚链或操纵锚链舱舱水喷射器外，消防总管不应与其他用途不同的管路相连接。

5.1.6.3 若消防总管不能自动泄水，则应在预计可能冻坏的部位设有适当的疏放旋塞。

5.1.6.4 船长不小于 60m 的渔船，其消防总管通常应位于机器处所之外安全和易于到达的部位，且消防泵出水管在消防总管连接处的截止阀亦应设于机器处所之外。如确实不能做到时，则应在机舱棚附近设置至少两只消火栓，由应急消防泵供水，并不得使用机舱棚内的消防管段。

5.1.6.5 非尾机型的渔船，其消防总管上应设有能向首尾消防总支管分别供水和同时供水的截止阀。

5.1.6.6 每台消防泵应在其与消防总管之间设有截止止回阀，或截止阀与止回阀的组合。

5.1.7 消火栓

5.1.7.1 消火栓的数目和位置，应至少能将两股不是由同一消火栓射出的水柱同时射到渔船在航行时船员经常到达的任何部位。其中一股水柱仅用一根消防水带。

“A 类机器处所”还应至少配备一个消火栓。该消火栓应设在该处所出入口附近。

5.1.7.2 消火栓的位置应便于迅速连接消防水带，并尽可能设在避免其他作业时容易遭受损坏的位置。

5.1.7.3 每一消火栓应由一只适于连接消防水带的接扣、一只截止阀及一只保护盖组成。内扣式接头及截止阀应以铜合金或其他耐燃，耐蚀的材料组成。

5.1.7.4 各消火栓连接消防水带的接扣以及各消防水带连接水枪的接头均应能完全互换使用。

5.1.8 消防水带和水枪

5.1.8.1 消防水带应以经认可的不腐烂的材料制成，每根水带应附有一只水枪和必要的接头。水带应有足够的长度，但在甲板上不超过 20m，在机器处所不超过 10m。

5.1.8.2 每一消火栓应配一根消防水带。此外，对“A 类机器处所”以外的处所应至少提供一根备用水带。

“A 类机器处所”或类似存在有油类溢出危险的处所，其全部消火栓均应配有消防水带，该水带应附有水柱、水雾两用型的水枪。另外，尚应配备一根备用水带。

5.1.8.3 所有消防水带及必需的附件、工具等应存放于消火栓附近。放置室外者，应有防止海浪冲击及损坏的适当保护措施，并应保证便于取拿。

5.1.8.4 动力驱动的消防泵，其配用水枪的出水标准口径为 12mm、16mm 及 19mm。

在起居处所和服务处所内，水枪的口径不必大于 12mm。在机器处所及各外部处所，水枪的口径应能从最小的泵在规定的压力下由两股水柱上获得最大的出水量，但不要求使用大于 19mm 的水枪。

5.1.8.5 人力驱动的消防泵，其水枪的出水口径应不小于 10mm。且应至少能提供不小于 6m 的水柱。

5.1.8.6 所有水枪应为经认可的设有关闭装置的两用型式(即水雾/水柱型)，但船长小于 24m 时以及人力驱动的消防泵配用的水枪可例外。

5.1.9 试验

水灭火系统的管路应在车间用 1.5 倍设计压力作液压试验，在船上安装完工后应进行效用试验。

5.1.10 国际通岸接头

5.1.10.1 船长不小于 45m 及国外作业的渔船应至少设有一套符合 5.1.10.2 规定的国际通岸接头以及使此接头能用于渔船任何一舷的设施。

5.1.10.2 国际通岸接头法兰的标准尺寸，应符合表 5.1.10.2 的规定。

表 5.1.10.2 国际通岸接头平面法兰的标准尺寸

项 目	尺 度
外 径	178mm
内 径	64mm
螺栓节圆直径	132mm
法兰槽口	直径为 19mm 的孔四个，等距离分布，在上述直径的螺栓节圆上，开槽口至法兰外圆
法兰厚度	至少 14.5mm
螺栓与螺母	四副，直径 16mm，长度 50mm，垫圈八只

5.1.10.3 国际通岸接头应用钢材或其他合适的材料制成，并设计成能承受 1.0MPa 工作压力。其一端应

为平面法兰,另一端应为配合船上消火栓和消防水带的接口。此接头应与能承受 1.0MPa 工作压力的任何材料的垫片一只及长度为 50mm、直径为 16mm 的螺栓四只和垫圈八只,一起保存在船上。

第 2 节 压力水雾灭火系统

5.2.1 一般要求

5.2.1.1 压力水雾系统应能对被保护处所有效地熄灭油类火焰。

5.2.1.2 系统应设置独立的水泵,该水泵不应是本章第 1 节所规定的消防泵,消防泵可以与压力水雾系统相接通而作为备用泵但必须有单向阀,以防止水回流到主消防管路。

5.2.1.3 水泵应能同时向任一被保护舱室内该系统的所有区段以所需的压力供水,水泵及其控制设备应装于被保护处所以外,且不致因水雾系统所保护的处所失火而使该系统失去作用。

5.2.1.4 水泵可由独立的内燃机驱动,但如由应急发电机供给动力,则该发电机的布置应在主动力损坏时,能自动起动,以使水泵立刻获得动力。如水泵由独立内燃机驱动,则其所在位置应在被保护处所失火时,不会影响对该机器的空气供应。

5.2.1.5 被保护处所所需的固定式压力水雾灭火系统应备有认可型的水雾喷嘴。

5.2.1.6 喷嘴应保证至少 $5\text{ l/min}\cdot\text{m}^2$ 的水量,在被其保护的处所作有效而均匀的分布。在污水沟、舱柜顶部和燃油易于流散到的其他处所,以及在机器处所内其他具有特殊失火危险处的上方,均应设置喷嘴。

5.2.1.7 该系统可以分成若干区域,其分配阀应能从被保护处所以外易于到达的部位进行操作,且不致因被保护处所失火而被立即切断。

5.2.1.8 系统的管路应在车间以 1.5 倍设计压力作液压试验,在船上装妥后应进行水雾喷射试验。

5.2.2 机器处所固定压力水雾系统

5.2.2.1 机器处所固定压力水雾系统应符合本节 5.2.1 的规定。

5.2.2.2 该系统应保持所需要的压力,并当该系统内压力降低时,供水泵应立即自动向系统供水。

5.2.2.3 在污水沟、舱柜顶部和燃油易于流散到的其他处所,以及在机器处所内其他具有特殊失火危险处的上方,均应设置喷嘴。

5.2.2.4 应采取措施以防止喷嘴被水中的杂质或管路、喷嘴、阀门和水泵的锈蚀所阻塞,该管系应为内外镀锌的钢管。

第 3 节 固定式二氧化碳灭火系统

5.3.1 一般要求

5.3.1.1 渔船的固定式二氧化碳灭火系统主要用于“A 类机器处所”的灭火,二氧化碳灭火剂应贮存于被保护处所外面的站室内。

5.3.1.2 灭火剂不允许存在自动释放的可能,控制阀必须是手动的。

5.3.1.3 应备有措施使被保护处所的所有能进气或出气的开口均能关闭。

5.3.1.4 管路和喷咀的布置,应使二氧化碳气喷发时能得到均匀的分布。

5.3.1.5 宜备有措施以供船员安全测定容器内二氧化碳的含量。

5.3.1.6 本系统应设计成 85% 的气体能在 2min 内喷入被保护处所。

5.3.1.7 输出的二氧化碳至被保护处所的管子应设有控制阀,并清楚标明这些管子通往的处所。

5.3.2 二氧化碳数量

5.3.2.1 二氧化碳灭火系统所配备的二氧化碳数量,应至少为各被保护舱室灭火需要量中的最大值。二氧化碳自由气体的体积,按每千克相当于 0.56m^3 计算。

5.3.2.2 使用二氧化碳作为“A类机器处所”的灭火剂时,所携此种气体的数量应足以发出至少等于下列两者中较大值的自由气体:

1) 最大被保护处所总容积的 40%;此容积算至机舱棚的一个水平面为止;此水平面为面积不大于从内底板至机舱棚最低部分中点处的水平面面积 40%的平面;

2) 最大被保护处所包括机舱棚在内全部容积的 35%。

两个或两个以上的“A类机器处所”未完全隔开时,应视作一个处所。对船长小于 75m 的渔船,上述各百分数可分别减为 35%和 30%。

5.3.2.3 任何“A类机器处所”中,空气瓶内的压缩空气因失火而在该处所内释放,其释放数量能严重影响灭火效果者,应适当增加二氧化碳的数量。

5.3.3 二氧化碳容器

5.3.3.1 二氧化碳容器应为无缝钢瓶,其水压试验压力为 24.5MPa。每一钢瓶均须具有合格证件。瓶体上应清楚而永久性标明以下各项:

容器重量、容积、设计压力、液压试验压力、试验日期、出厂编号及检验印记。

5.3.3.2 容器本体应漆以红色且写有黄色“二氧化碳”字样。上述印记处应漆以白色,以便核查。

5.3.3.3 容器充装率应不大于 0.67kg/l 。

5.3.3.4 瓶头阀应装一根直径为 10mm~12mm 且尾端斜切的钢质或铜质管,该管应延伸至近容器底部。

5.3.3.5 瓶头阀应设有安全膜片或其他经验船部门认可的安全装置。安全膜片应在压力达到 $(18.6 \pm 1)\text{MPa}$ 时自行破裂。

安全膜片破裂后,自瓶头阀释放出的灭火剂应由管路引至站室外开敞甲板处的大气中。采用其他安全装置时,亦应满足此要求。

5.3.3.6 瓶头阀应由青铜或不锈钢制成。

5.3.3.7 二氧化碳应根据各被保护处所对二氧化碳的需要量进行分组。如用人力直接开启释放装置,则每组瓶数不应超过 12 瓶。

5.3.4 二氧化碳管系

5.3.4.1 每个二氧化碳瓶的瓶头阀至集合管的连接管上,应装有止回阀。

5.3.4.2 集合管至分配阀箱的总管上应装有量程为 $(0 \sim 24.5)\text{MPa}$ 的压力表。在总管或分配阀箱上,应装设压缩空气吹洗管接头。

5.3.4.3 分配阀箱至每一被保护处所应有独立的支管。在分配阀箱上应装设有对每一支管的控制阀,并在其上标明该被保护处所的名称。

5.3.4.4 二氧化碳管路不得通过起居处所并应避免通过服务处所。如无法避免时,则通过服务处所的管路不得有可拆接头。

5.3.4.5 通往“A类机器处所”的二氧化碳管应有足够的尺寸并配备足够数量的喷嘴,以使被保护舱室所需二氧化碳量的 85%能在 2min 内喷入。

二氧化碳管的直径应根据预计输送的数量决定。相应管径所能通过的最大二氧化碳数量给定于表 5.3.4.5 中。

5.3.4.6 二氧化碳钢管的最小壁厚,应符合表 5.3.4.6 的规定。如选用符合标准的钢管,其壁厚可允许与

表列壁厚有微小的差异。其壁厚尺寸应从带螺纹的根部开始计量。
二氧化碳钢管应为无缝钢管。

表 5.3.4.5 管子内径与流量

管子内径, mm	管子可流通的最大二氧化碳, kg
15	60
20	100
27	175
32	275
40	500
50	820
65	1500
80	2400

表 5.3.4.6 二氧化碳钢管最小壁厚

管子外径, mm	管子壁厚, mm	
	分配阀箱前总管	分配阀箱后支管
21.3~26.9	3.2	2.6
30.0~48.3	4.0	3.2
51.0~60.3	4.5	3.6
63.5~76.1	5.0	3.6
82.5~88.9	5.6	4.0

5.3.5 二氧化碳站室

5.3.5.1 二氧化碳站室应位于安全和随时可到达的地点，该地点应不致因被保护处所失火而被隔断。其容器的安装应便于操作、维修和检验。

5.3.5.2 站室应适当隔热并通风良好。

5.3.5.3 站室应尽量远离被保护处所并与相邻的起居处所气密分隔。站室的门应气密并开向开敞甲板。
当站室不能避免与被保护处所相邻时，则其间的限界面应采用“A”级分隔。

5.3.5.4 二氧化碳站室应设在船上振动较小的地点。

5.3.5.5 站室内不得存放与该系统无关的物件和设备。

5.3.5.6 站室应设有与驾驶室或控制站直接联系的电话或其他通信设备。

5.3.5.7 站室应有足够的照明，还应设有应急照明。

5.3.5.8 站室或控制站的开门钥匙，应置于玻璃罩面的盒内，该盒应设在锁闭装置附近明显且易到达的地点。

5.3.5.9 在站室内明显处，应设一清楚而永久性的示意图，表明灭火系统的布置，并对系统的操作方法作明确说明，且包括下述警告：“在该处所的全体人员未离开、通风设备未关闭和该处所未密封前不得进行施放”。

5.3.5.10 站室和受二氧化碳系统保护的所有“A 类机器处所”的进口处应设置明显的警告标记：“警告！在报警施放二氧化碳时，立即离开本处所！仅在彻底通风和验气后，方可再进入本处所”。

5.3.6 二氧化碳施放报警装置

5.3.6.1 机器处所及其他经常有人工作的处所用二氧化碳灭火剂时,应设有二氧化碳即将释放的自动声光报警装置,其布置应使其在二氧化碳灭火剂施放前报警一段时间,以便被保护处所内的人员撤离该处所,但在灭火剂释放前应不少于 20s。

5.3.6.2 报警装置应设两个动力源,其中之一应为应急动力源。

5.3.6.3 上述报警装置的声响和其他报警装置的声响不同,且在可忍受的噪声情况下,应使被保护处所内的人员在任何接近的部位均能听到;其视觉报警信号应使经常入内的工作人员在被保护处所内的任何部位均易察觉。

5.3.7 二氧化碳系统的试验

5.3.7.1 二氧化碳瓶的瓶头阀应经液压试验,试验压力为 24.5MPa。安全膜片应抽样 10%进行爆破试验,在压力达到 (18.6 ± 1) MPa 时应自行破裂。

5.3.7.2 二氧化碳瓶与瓶头阀装妥后,应在车间内进行试验压力与设计压力相等的气密试验。

5.3.7.3 二氧化碳系统的管子及阀件应经液压试验。分配阀箱及控制阀的液压试验压力至少为 11.8MPa。瓶头阀至分配阀箱的管段,其试验压力为 1MPa。所有管路尚应在船上进行压力至少为 0.69MPa 的气密试验。试验时,各二氧化碳排出口应密闭,以检查各接头的密性。试验介质应采用空气或其他介质。上述试验可在车间内进行。

5.3.7.4 完工后,二氧化碳系统应进行气体压力不小于 2.47MPa 的功能试验,以检查其施放机构及报警装置的动作是否正常。

第 4 节 机器处所的固定式高倍泡沫灭火系统

5.4.1 一般要求

5.4.1.1 本篇所规定的泡沫灭火系统,系用于扑灭“A 类机器处所”油类火灾的高膨胀泡沫系统。

5.4.1.2 高膨胀泡沫发生器的动力源、泡沫液柜以及系统的控制装置,应集中设置于被保护处所之外易于到达的部位,该部位应不致为被保护处所的火灾所隔断。

5.4.1.3 高膨胀泡沫系统通过固定喷射口迅速喷出的泡沫量应能以每分钟至少 1m 的厚度铺满被保护处所。处所平面面积的计算并不减除被设备所占去的表面。

5.4.1.4 泡沫膨胀率应不超过 1000,且使用淡水或海水均能有效地产生泡沫。

5.4.1.5 泡沫剂的储备量应足够发生五倍于最大一个被保护处所容积的泡沫。两个或两个以上的“A 类机器处所”未完全隔开时,应视作一个处所。

5.4.1.6 若系统所需海水由消防泵提供,则按所需输水量操作泡沫系统时,应同时能从消防总管按所需压力提供水灭火系统所需的水量。

5.4.1.7 泡沫发生器应为认可型。其风机应设有当供水发生故障时自动停止运转的装置。

5.4.1.8 根据渔船可能遭遇的气候条件,应对该系统采取防止冰冻的有效措施。

5.4.2 泡沫导管

5.4.2.1 泡沫导管应由钢或等效材料制造,并能迅速将泡沫输送到被保护处所。

5.4.2.2 泡沫导管应设有手动或自动挡板,以防止火焰烧损泡沫发生器。自动挡板应能转换至手动操纵。

5.4.3 试验

5.4.3.1 系统装船后,应进行泡沫施放试验。

5.4.3.2 为全船系统进行定期试验,应备有措施使能在设计的喷射率下生产泡沫时,不致有泡沫进入被保

护处所。

第 5 节 固定式灭火系统的配备

5.5.1 机器处所

5.5.1.1 船长不小于 45m 从事远洋渔业的船舶，在有燃油锅炉、燃油装置或总输出功率不小于 750kW 的内燃机处所以及船长不小于 30m 的定期无人值班机器处所，应设置下列固定灭火系统之一：

- 1) 符合本章第 2 节规定的压力水雾系统；
- 2) 符合本章第 3 节规定的气体灭火系统；
- 3) 符合本章第 4 节规定的高倍泡沫灭火系统。

若机舱与锅炉舱未完全隔开，或燃油能从锅炉舱流入机舱，则机舱与锅炉舱应作为一个舱室看待。

5.5.1.2 对船长小于 45m 的定期无人值班机器处所亦应满足配备本节 5.5.1.1 的要求的固定灭火系统。但对于国内作业的渔船可以免除。

第 6 章消防用品

第 1 节 灭火器的一般规定

6.1.1 一般要求

- 6.1.1.1 所有灭火器应为认可的型式。
- 6.1.1.2 灭火器中的灭火剂，其本身或在预计使用条件下，会发出一定数量的毒气足以危害人身者，则不准使用。
- 6.1.1.3 用于任何处所的手提式灭火器，其中应有一只存放在该处所的入口附近，其布置应使自该处所中任何一点至一只灭火器的步行距离不超过 10m。
- 6.1.1.4 灭火器应定期检验，并按验船部门的要求进行试验。

6.1.2 手提式液体灭火器

- 6.1.2.1 手提式液体灭火器的容量应不大于 13.5*l*，且不小于 9*l*，其他灭火器的可携性应至少与 13.5*l* 液体灭火器相当，且其灭火性能应至少与 9*l* 液体灭火器相当。
- 6.1.2.2 灭火器应定期检查。凡易于更换灭火剂的手提式灭火器，均应配备一份备用灭火剂，否则，该灭火器应加倍配备。

6.1.3 手提式泡沫枪装置

手提式泡沫枪装置应包括一只能以消防水带连接于消防总管的吸入式空气泡沫枪，连同一只至少能装 20*l* 的可携式容器和一只备用容器。泡沫枪至少应能产生 1.5m³/min 适合于扑灭油火的有效泡沫。

6.1.4 大型泡沫灭火器

渔船使用的大型泡沫灭火器，其容量一般为 45*l* 或 116*l*。此灭火器应设有绕于卷筒上的软管，其长度应能到达灭火器所使用处所的任何部位。

第 2 节 灭火器的配置

6.2.1 起居处所、服务处所和控制站

应保证在起居处所，服务处所和控制站内至少有一个合适型号的灭火器便于随时取用。任何情况下上述处所的灭火器总数应不得小于表 6.2.1 中的数值。.

表 6.2.1 灭火器的配备

船长 <i>L</i> (m)	<i>L</i> ≥60	45 ≤ <i>L</i> <60	24 ≤ <i>L</i> <45	20 ≤ <i>L</i> <24	<i>L</i> <20
灭火器数量	6	5	4	3	2

6.2.2 机器处所

- 6.2.2.1 设有燃油锅炉或装置的“**A** 类机器处所”应符合下列要求:
- 1) 每一锅炉舱应至少配备一套符合本章第 1 节规定的手提式泡沫灭火枪装置;
 - 2) 每一锅炉舱和每一装有部分燃油装置的处所，应至少配备二只泡沫型手提灭火器或等效设备;
 - 3) 每一锅炉舱应至少配备一只符合本章 6.1.4 要求的容量至少为 45*l* 的大型泡沫灭火器;

4) 每一生火的处所应备有一储有砂、浸透碳酸钠的锯屑或其他认可干燥物的容器,其容量可根据船的大小在 0.10m^3 至 0.30m^3 范围内选取。此项设备也可由一只经认可的手提式灭火器代替。

6.2.2.2 装有内燃机的“A类机器处所”,当其总输出功率不小于 750kW 时,应符合下列要求:

1) 至少配备一套符合本章第1节规定的手提式泡沫枪装置;

2) 按每 750kW 设置容量至少为 45l 且符合本章第1节要求的大型泡沫灭火器一只。对较小的处所,可适当放宽此要求,允许用一定数量的手提式灭火器代替大型泡沫灭火器;

3) 每一该类处所应配备足够数量的手提式泡沫灭火器,其布置应满足本章 6.1.1.3 的要求,其总数不得少于二只。

6.2.2.3 装有内燃机的“A类机器处所”,当其总输出功率小于 750kW 时,应符合下列要求:

1) 至少配备一只 45l 且符合本章第1节要求的大型泡沫灭火器,如限于机器处所的尺度而难以做到时,允许增加一定数量的手提式灭火器作为替代措施。

船长小于 45m 的船舶可不作此项要求;

2) 所有“A类机器处所”根据其内机器总输出功率大小按下列要求配备手提灭火器:

a) 小于 250kW 时,至少配备二只;

b) 不小于 250kW 但小于 500kW 时,至少配备三只;

c) 不小于 500kW 时,至少配备四只。

以上配备的手提式灭火器,其中之一应置于该处所入口附近。

第3节 消防员装备

6.3.1 装备的组成

6.3.1.1 个人配备包括:

- 1) 防护服,其材料应能保护皮肤不受火焰的热辐射,并不受蒸汽的灼伤和烫伤。衣服的外表应防水;
- 2) 消防靴和手套,由橡胶或其他不导电材料制成;
- 3) 一项能对撞击提供有效防护的消防头盔;
- 4) 一盏认可型的电安全灯(手提灯),其照明时间至少为 3h ;
- 5) 一把认可的消防员手斧。

6.3.1.2 一只认可型的呼吸器具,其型式可为下列之一:

1) 一具装有适宜的空气泵和一段空气软管的防烟盔或防烟面具,其空气管的长度应足够从开敞甲板到达机器处所的任一部分,且不受舱口或门口之妨碍。如空气软管所需的长度超过 36m 时,应以自给式呼吸器代替防烟盔或防烟面具;

2) 一具自给式压缩空气呼吸器。其筒内空气储存量至少应有 1200l ,或一具自给式呼吸器,其可供使用的时间至少为 30min 。除非船上已配置对钢瓶再次充气设备,否则尚应配备足够数量的对所配呼吸器适用的备用空气瓶。

6.3.1.3 每具呼吸器应有足够长度与强度的耐火救生绳一根,此绳应能用弹簧卡钩系在呼吸器的背带上,或系在一条分开的腰带上,使在拉曳救生绳时防止呼吸器脱开。

6.3.2 配备要求

6.3.2.1 渔船应按下列要求配备符合 6.3.1 要求的消防员装备:

- 1) 船长不小于 60m 的船舶应至少配备二套;

2) 船长不小于 45m 但小于 60m 的船舶应至少配备一套:

3) 船长不小于 30m 但小于 45m 的从事国外渔场作业的船舶配备一套;

6.3.2.2 消防员装备应储存在易于到达和即刻可用之处。如所配消防员装备多于一套时,其储存位置应相互远离。

第六篇 焊 接

第1章 一般规定

第1节 通 则

1.1.1 适用范围

1.1.1.1 本篇适用于本规范规定的船体结构、锅炉、受压容器和重要机械构件和管系的焊接以及焊接材料的认可。

1.1.1.2 本篇的规定适用于手工电弧焊、埋弧焊、气体保护焊和电渣焊的焊接方法。若选用其他方法应经验船部门同意。

1.1.1.3 在船舶建造中,若选用本规范规定以外的焊接材料(包括新焊接材料),应将其化学成分、力学性能和试验报告、焊接工艺规程等有关技术资料提交验船部门审核,经同意后方可使用。

1.1.2 焊接材料、设备和操作环境

1.1.2.1 焊接材料(包括焊条、焊丝、焊剂和保护气体)应符合本篇第3章的有关规定,并应经验船部门认可。

1.1.2.2 焊接材料的贮存、运输、焊接前的处理(包括焊条和焊剂烘干、焊丝除锈、气体干燥)和使用应符合焊接材料制造厂使用说明书的要求。

1.1.2.3 焊接用的装置和设备应适合拟定的用途,并应始终保持良好的工作状态,同时应对其妥善地加以布置,以保证良好的焊接操作条件。

1.1.3 焊工和焊接工艺

1.1.3.1 为了保证焊接质量,各船厂或船用产品制造厂应按验船部门执行的《焊工考试规则》对焊工进行考试。只有持有验船部门颁发或认可的《焊工合格证书》的焊工方可从事与其证书等级相应的焊接工作。

1.1.3.2 焊接工艺规程应按本篇第2章的规定提交验船部门审核,经同意后方可采用。

1.1.4 监督

1.1.4.1 工厂应具有健全的质量保证管理机构并能有效地运行。对于重要焊缝应由持有相应证件的焊工充任,并指派技术熟练的焊接检验员监督施焊,以确保焊接质量。

1.1.4.2 无损检测人员应持有验船部门颁发或认可的《无损检测人员资格证书》,并从事与证书的种类和等级相符的无损检测工作。

第2节 试 验

1.2.1 一般要求

除本节另有规定外,焊缝力学性能的试验方法应符合本规范第七篇第2章的有关规定。

1.2.2 取样

- 1.2.2.1 试验用试件的尺寸和试样的截取位置应符合本篇各章的有关规定。
- 1.2.2.2 截取试样时应留有适当的加工余量，以便去除影响试验结果的该部分金属。
- 1.2.2.3 若试样存在与焊接无关的缺陷时，允许将该试样报废，另取试样进行试验。

1.2.3 试样的形状和尺寸

1.2.3.1 熔敷金属拉伸试样(焊缝纵向拉伸试样)的形状和尺寸应按图1.2.3.1所示。试验前可将试样加热至不超过250℃，加热时间不超过16h，以作脱氢处理。

图1.2.3.1

1.2.3.2 对接接头拉伸试样(焊缝横向拉伸试样)的形状和尺寸，按图1.2.3.2(1)所示。焊缝上下表面应锉平、磨光或机加工至与母材表面齐平。

当试样的破断力超过加载设备的能力时，可按图1.2.3.2(2)所示分成几个试样进行横向拉伸试验。每个试样的厚度不小于25mm。以各试样试验结果的算术平均值作为整个接头的试验结果。

图1.2.3.2(1)

图1.2.3.2(2)

1.2.3.3 对接焊缝正反弯曲试样的形状和尺寸应按图1.2.3.3所示。焊缝的上下表面应锉平、磨光或机加工至与母材表面齐平。试样的受拉表面允许两边缘倒角1mm~2mm。管试样可将受压表面机加工成为一个平面。

t 为试板厚度，应为母材厚度，若厚度超过25mm，可将试样的受压面一侧减薄至25mm；
 b 为板试样宽度，取为30mm；
 c 为管试样宽度，取 $t + 0.1d$ ，但不小于10mm，也不大于30mm。式中 d 为管试件的外径，mm。

图1.2.3.3

1.2.3.4 对接焊缝侧弯试样的形状和尺寸应按图1.2.3.4所示。试样焊缝的上下表面应机加工至与母材表面平齐。试样的受拉表面允许两边缘倒角1mm~2mm。

t 为试板厚度，mm。当 t 大于40mm时，可分为数个20mm到40mm的试样分别进行试验。

b 为试样厚度，取为10mm。

图1.2.3.4

- 1.2.3.5 焊缝冲击试样的形状和尺寸应按本规范第七篇对夏比V型缺口冲击试样的规定进行加工，V型缺口的位置应符合本篇各章中的有关规定。
- 1.2.3.6 断面宏观检查试样是将试件垂直于焊缝截断，再将接头处的断面磨平、抛光、经酸洗后进行检查。
- 1.2.3.7 硬度试验的试样按本节1.2.3.6的方法截取，并将接头处断面磨平、抛光、进行硬度测定。

1.2.4 试验方法

- 1.2.4.1 拉伸试验和冲击试验应按本规范第七篇第2章第2节与第4节的有关规定进行。
- 1.2.4.2 弯曲试验是在常温条件下，把一个规定直径的压头对准焊缝中心线，将试样压弯。正、反或侧弯试验是将焊缝的正、反或侧面分别置于受拉位置进行试验。试验压头的直径和试样弯曲角度，除另有规定外，应符合表1.2.4.2的规定。

表1.2.4.2 弯曲试验要求

试验类别	试验材料强度，N/mm ²	压头直径 <i>d</i>	弯曲角度 α
焊接材料认可试验	$\sigma_s \leq 400$	$3t$	120°
	$400 < \sigma_s \leq 500$	$4t$	
	$500 < \sigma_s \leq 690$	$5t$	
焊接工艺认可试验	$\sigma_s \leq 400$	$4t$	180°
	$400 < \sigma_s \leq 500$	$5t$	
	$500 < \sigma_s \leq 690$	$6t$	

注:表中*t*为试样的厚度。

- 1.2.4.3 硬度测试用维氏硬度计，测点分布按图1.2.4.3所示，测点的间距为0.5mm～2mm。

图1.2.4.3

- 1.2.4.4 角焊缝破断试验按图1.2.4.4所示，在腹板上加力，使焊缝根部受力、开裂。

图1.2.4.4

1.2.5 验收与复试

- 1.2.5.1 各项试验结果均应符合本篇各章的有关规定。冲击试验是以一组三个试验值的算术平均值(允许试样中有一个试验值可以小于规定的平均值，但不得小于规定平均值的70%)进行验收。
- 1.2.5.2 除冲击试验外，当任一试样的试验结果不合格时，允许在原件上或取同一批试验材料以同样工艺重新焊制的试件上，对不合格项目取双倍试样进行复试，复试结果必须全部合格。

1.2.5.3 当一组三个冲击试样的试验结果不符合要求时,若低于规定平均值的试样不超过二个,且其中低于规定平均值70%的试样不超过一个,则允许再取一组三个冲击试样进行复试。前后共六个试样的算术平均值应符合规定平均值的要求,且低于规定平均值的试样不应超过二个,其中低于规定平均值70%的试样应不超过一个,则复试结果合格。

若上述复试结果仍不合格,则经验船部门同意,可重新焊制试样,再进行一次全部规定项目的试验。

1.2.5.4 所有试验结果应全部记录在试验报告内。

第2章 焊接工艺认可试验

第1节 通 则

2.1.1 适用范围

本章适用于船厂和船用产品制造厂进行焊接生产前的焊接工艺认可。

2.1.2 认可

2.1.2.1 工厂在产品建造前,应结合本厂的技术条件和生产经验,制定船体建造焊接工艺计划表交验船师审查。表中应针对建造中焊缝出现在重要结构与结点的不同位置、形式和尺寸,列出拟使用的焊接工艺规程的名称和编号。未经批准的工艺,应制定详细的工艺规程提交验船部门认可。经工艺认可试验,合格后方可使用。

2.1.2.2 工厂应于焊接工艺认可试验前,提交包括下列资料在内的焊接工艺规程:

- 1) 母材的钢种、钢级、厚度和交货状态;
- 2) 焊接材料(焊条、焊丝、焊剂和保护气体)的型号、等级和规格;
- 3) 焊接设备的型号和主要性能参数;
- 4) 坡口设计和加工要求;
- 5) 焊道布置和焊接顺序;
- 6) 焊接位置(平、立、横、仰焊等);
- 7) 焊接规范参数(焊接电流、电弧电压、焊接速度和保护气体流量);
- 8) 焊前预热和道间温度、焊后热处理及焊后消除应力的措施等;
- 9) 其他有关的特殊要求。

2.1.2.3 若工厂的焊接工艺业经验船部门认可,则以后按批准的工艺施工时,可免做焊接工艺认可试验。

当工厂对已认可的焊接工艺规程作了重大修改时,应将改动的细节向验船部门报告。验船部门根据改动的具体内容,决定是否重做焊接工艺认可试验。

2.1.2.4 当采用新工艺、新材料时,应进行工艺认可试验,以证实该焊接工艺的适用性。

2.1.3 焊接工艺的認可范围

2.1.3.1 钢材和焊接材料的适用范围一般为认可试验时所采用的相同的等级钢材和焊接材料。如焊接工艺认可试验用的钢材为B级时,则此认可的焊接工艺也适用于A级钢的焊接。

2.1.3.2 当采用多道焊工艺时,钢材厚度的适用范围为试验所用钢材厚度的50% ~ 200%。

当采用单道焊工艺时,钢材厚度的适用范围为试验所用钢材厚度的80% ~ 110%。

2.1.3.3 钢管直径的适用范围为试验所用钢管直径的50% ~ 200%。

2.1.3.4 焊缝坡口型式不允许作任意变更。

2.1.3.5 焊接规范参数中的焊接电流或电弧电压的任一个值的波动范围,一般均应不超过 $\pm 15\%$ 。焊接速度的波动范围一般应不超过 $\pm 10\%$ 。

2.1.3.6 预热温度的波动范围不允许超过规定的最高或最低预热温度。

第2节 对接焊工艺认可试验

2.2.1 一般要求

2.2.1.1 本节适用于平板对接焊和圆管对接焊的焊接工艺认可试验。

2.2.1.2 对接焊工艺认可试验应按不同的焊接方法和不同的焊接位置分别进行试验。

2.2.2 试件

2.2.2.1 试件所选用的钢材和焊接材料应与实际施工所采用的钢材和焊接材料同等级别。

2.2.2.2 试板的取向应使焊缝平行于试板的轧制方向。平板对接焊试板的尺寸如下：

手工焊和半自动焊： $L = 500\text{mm}$ ， $b = 150\text{mm}$ ；

自动焊： $L = 650\text{mm}$ ， $b = 200\text{mm}$ 。

其中， L 为试板长度， b 为试板宽度。

圆管对接焊试管的长度 L 应不小于150mm。当圆管直径大于600mm时，可用平板代替圆管作相应位置的对接焊。

上述试板尺寸可根据实际采用的方法作适当调整。

2.2.2.3 焊缝坡口型式、装配与焊接及热处理工艺等均应与工艺规程的要求相同。试件的焊接位置应与实际施焊位置相同。

2.2.3 试验项目

2.2.3.1 试件焊毕后，应进行外观检查 and 无损检测。焊缝表面应成形均匀，平滑地向母材过渡，无咬边、裂纹、焊瘤等有害缺陷。焊缝内部应无不允许存在的缺陷。

2.2.3.2 除另有规定外，一般应按图2.2.3.2(1)所示从试件上切取如下试样：

1) 焊缝横向拉伸试样二个；

2) 焊缝弯曲试样二个。若试件厚度不小于20mm时，改取侧弯试样二个；

3) 当试件厚度大于6mm时，应制取冲击试样三组(每组三个)。一般试样应取自试件厚度中心，按图2.2.3.2(2)所示，试样的缺口位置分别位于焊缝中心、熔合线和距熔合线2mm的热影响区处。当采用单面焊双面成型工艺时，还应在尽可能靠近试件背面的表面处取二组冲击试样，其缺口位置分别位于焊缝中心和熔合线处；

4) 硬度测定试样与焊缝断面宏观检查试样各一个(可利用截弃段制备试样)。母材为一般强度钢时，对厚度不大于20mm的试件，可免做硬度试验。

图2.2.3.2(1)

图2.2.3.2(2)

2.2.3.3 如验船部门认为有必要，可要求进行下列检验和试验：

1) 熔敷金属的化学成分；

2) 试件母材的化学成分；

3) 放大倍数为100和300倍的焊接接头金相照片；

4) 焊缝熔敷金属纵向拉伸试验。

2.2.4 试验结果要求

2.2.4.1 接头的抗拉强度应不低于母材规定的最小抗拉强度或设计时所考虑的最小值。

2.2.4.2 焊缝熔敷金属的屈服点应不低于母材规定的最小屈服点或设计时所考虑的最小屈服点。其抗拉强度应不低于母材规定的最小抗拉强度。其伸长率应不低于母材规定的最小伸长率的80%。两种不同等级的钢材焊接，取其较低的为准。

2.2.4.3 弯曲试验后，试样的受拉表面应不出现长度超过3mm的裂纹或其他缺陷。

2.2.4.4 夏比V型缺口冲击试验的试验温度应符合表2.2.4.4(1)的规定，其试验结果应符合表2.2.4.4(2)的规定。

表2.2.4.4(1) 冲击试验的温度要求

试验材料等级	A、A32 A36、A40	B、D、D32、 D36、D40	E、E32、E36、E40、D42、D46、 D50、D55、D62、D69	F、F32、F36、F40、E42、 E46、E50、E55、E62、E69	F42、F46、F50 F55、F62、F69
冲击试验温度，	20	0	—20	—40	—60

表2.2.4.4(2) 冲击试验的韧性要求

试 验 材 料 等 级	A、B、D、 E、F	A32、D32、 E32、F32	A36、D36、 E36、F36	A40、D40、 E40、F40	D42、E42、 F42	D46、 E46、F46	D50、E50、 F50	D55、 E55、F55	D62、E62、 F62	D69、 E69、F69
平均冲击功，J	47 ¹⁾			47 ²⁾	47	47	50	55	62	69
1) 立焊和埋弧自动焊时平均冲击功可为34J。 2) 立焊和埋弧自动焊时平均冲击功可为41J。										

2.2.4.5 焊缝断面宏观检查应显示焊缝完全焊透、无裂纹。若焊缝出现夹渣或气孔时，应将这类缺陷的数量、大小、位置及密集程度报验船部门审核。

2.2.4.6 硬度测定结果，一般应不超过HV350。若超过HV350，应将结果报送验船部门审核。

第3节 角接焊工艺认可试验

2.3.1 一般要求

2.3.1.1 本节适用于平板、管子或管板角接焊缝的焊接工艺认可试验。

2.3.1.2 角接焊工艺认可试验应按不同的焊接方法和不同的焊接位置分别进行。

2.3.2 试件

2.3.2.1 试件所选用的钢材和焊接材料应与实际施工的钢材、焊接材料同等级别。

2.3.2.2 平板试件的翼板宽度为150mm，腹板高度为75mm。试件的长度，对手工焊不小于300mm；对半自动和自动焊不小于500mm，其厚度为15mm～20mm。

管板试件的平板边长至少应比试管外径大50mm。

管板试件的管段长度应大于150mm。

2.3.2.3 焊缝坡口型式、装配与焊接等要求均应与工艺规程的规定相同。

2.3.2.4 试件焊缝的焊脚尺寸应根据焊接工艺和下列要求确定：

- 1) 单道焊:以结构中选用的最大焊脚尺寸作为试验焊缝的单道熔敷焊的焊脚尺寸；
- 2) 多道焊:以结构中选用的最小焊脚尺寸作为每道熔敷焊道的焊脚尺寸，以完成多道焊的焊缝试验。

2.3.3 试验项目

2.3.3.1 试件焊毕后应进行外观检查。焊缝表面应成型均匀、无裂纹、无明显的焊瘤和咬边等缺陷。

2.3.3.2 平板角接焊应按图2.3.3.2所示截取试样。在试件的两端截弃长度约为30mm的截弃段，然后从试件长度中心截取一段长度约25mm的试样作为焊缝断面宏观检查和硬度测试试样，剩余两段为角焊缝破断试样。

图2.3.3.2

2.3.3.3 除另有规定外，管子角接和管板角接的试样一般应按图2.3.3.3(1)或(2)所示四等分截取，对每个焊缝断面作宏观检查。

图2.3.3.3(1)

图2.3.3.3(2)

2.3.4 试验结果要求

2.3.4.1 试样焊缝断面宏观检查应显示出焊缝成型良好、完全熔合。同时，在此试样上测定腹板上的焊缝熔深，并记入报告中。

2.3.4.2 破断试样的断面应显示出焊缝无裂纹、无未熔合。若焊缝中出现夹渣或气孔，应将这类缺陷的数量、大小、位置和密集程度记入报告，送交验船部门审核。

2.3.4.3 硬度测定的结果一般应不超过HV350。若超过HV350，应将结果报送验船部门审核。

第3章 焊接材料

第1节 通 则

3.1.1 适用范围

3.1.1.1 本章规定适用于本规范所规定的金属结构焊接所使用的焊条、焊丝、焊剂等焊接材料。

3.1.1.2 本章规定以外的焊接材料，应将有关的技术资料提交验船部门审核，经同意后方可使用。

3.1.2 工厂认可

3.1.2.1 焊接材料应由验船部门认可的工厂进行制造，其制造焊接材料所用的钢材亦应由验船部门认可的钢厂提供。

3.1.2.2 焊接材料制造厂应具有良好的生产条件、成熟的制造工艺和完善的质量管理体系，以确保产品质量稳定、可靠。

3.1.2.3 造船厂和船用产品厂应向经验船部门认可的焊接材料厂订购经验船部门认可的焊接材料。

3.1.3 认可试验

3.1.3.1 各种焊接材料应按本章各节的有关规定进行认可试验。必要时，验船部门可根据实际情况增加认可试验的项目。

3.1.3.2 对试验的试样、试验要求以及复试条件，除本章另有规定外，还应符合本篇第1章第2节的有关规定。

3.1.3.3 认可试验时，试样的制作和试验均应在验船师在场时进行。试件焊后建议进行无损检测，以确定焊缝中不存在影响试验准确性的缺陷。除熔敷金属的纵向拉伸试样外，试样焊接后不得进行任何热处理。

3.1.3.4 焊接材料制造厂应向验船部门提交焊接材料的试验报告，试验报告应包括下列内容：

- 1) 试验日期、环境条件、焊接材料预处理状态；
- 2) 焊接材料的认可等级、牌号、型号及尺寸；
- 3) 试板的钢种、等级、力学性能、化学成分(包括细化晶粒元素)；
- 4) 焊接位置；
- 5) 采用的电流、电压、焊接速度和设备型号；
- 6) 各项试验的结果。

3.1.3.5 各级焊接材料认可试验用的试板可根据表3.1.3.5选取。允许选取韧性级别低于表中要求的材料。结构钢焊接材料熔敷金属试验的试板可选用任何级别的结构钢。当一般结构钢用于含镍低合金结构钢焊接材料熔敷金属试验时，建议在坡口区域用所试的焊接材料先堆焊一至二层，再装配试件。

3.1.3.6 结构钢试板的边缘可采用机加工或自动气割的方法加工。如采用自动气割，则应清除留在坡口处的氧化物。

3.1.3.7 试验时所用的焊接电流、电弧电压和焊接速度等应按焊接材料制造厂所推荐的参数进行。若一种焊接材料对交、直流电均适用时，则焊制试件时应采用交流电。

表3.1.3.5 认可试验用钢材级别

焊接材料等级	试验用钢级别	焊接材料等级	试验用钢级别
1	A	5Y50	F50
2	B、D	3Y55	D55
3	E	4Y55	E55
4	F	5Y55	F55
1Y	A32、A36	3Y62	D62
2Y	D32、D36	4Y62	E62
3Y	E32、E36	5Y62	F62
4Y	F32、F36	3Y69	D69
2Y40	D40	4Y69	E69
3Y40	E40	5Y69	F69
4Y40	F40	0.5Ni	0.5Ni
3Y42	D42	1.5Ni	1.5Ni
4Y42	E42	3.5Ni	3.5Ni
5Y42	F42	5Ni	5Ni
3Y46	D46	9Ni	9Ni
4Y46	E46	AS1—A	00Cr18Ni10
5Y46	F46	AS1 - B	00Cr17Ni14Mo3
3Y50	D50	AS2—A	0Cr18Ni9Ti
4Y50	E50	AS2—B	1Cr18Ni11Nb

3.1.4 认可保持

- 3.1.4.1 经认可的焊接材料应每年进行一次年度检查和试验，以继续保持该焊接材料的认可。
- 3.1.4.2 焊接材料制造厂若对已认可的焊接材料作制造工艺上的改动，应通知验船部门。验船部门将根据变动情况确定认可是否继续保持或重新做认可试验。
- 3.1.4.3 如有下列情况之一，验船部门应通知焊接材料制造厂并撤销该厂产品的认可：
- 1) 年度检查和试验不合格者；
 - 2) 无特殊理由而未进行年度检查和试验者；
 - 3) 抽样检查表明产品质量明显下降以至不合格者。

3.1.5 其他

- 3.1.5.1 凡经验船部门认可的焊接材料，应在每一包装盒或袋上明显地标上验船部门认可的标志。
- 3.1.5.2 对已认可的焊接材料应在每一包装盒中附上一份使用说明书，该说明书应包括制造厂对该焊接材料所推荐的贮存、焙烘和使用的参数及方法。

第2节 焊接材料的力学性能

3.2.1 一般要求

除本节规定外，焊接材料还应根据其不同用途分别按本章有关规定进行认可试验和年度检验。

3.2.2 船体结构钢焊接材料

3.2.2.1 结构钢焊接材料按其屈服点可分为九个等级；各等级按其缺口冲击韧性又可划分成若干个级别。其表达方式见表3.1.3.5所示；冲击韧性以数字1至5表示，高强度焊接材料以字母Y表示；若焊接材料的屈服点大于400N/mm²，则在字母Y后以数字40至69表示。含镍低合金钢焊接料则以钢中镍合金的含量分为0.5Ni、1.5Ni、3.5Ni、5Ni和9Ni共五个级别表示。

3.2.2.2 对每一等级的结构钢焊接材料，凡符合较高韧性级别要求的，可以认为该材料也符合较低级别的要求。

3.2.2.3 结构钢焊接材料的力学性能应符合表3.2.2.3的要求。

表3.2.2.3 结构钢焊接材料的力学性能

焊接材料级别		1、2、 3、4	Y、2Y、 Y、4Y ¹⁾	2Y40、3Y40、 4Y40	3Y42 5Y42	3Y46 5Y46	3Y50 5Y50	3Y55 5Y55	3Y62 5Y62	3Y69 5Y69	0.5Ni	1.5Ni	3.5Ni	5Ni	9Ni	
熔敷金属试验	屈服点 ⁷⁾ σ_s , N/mm ²	305	375	400	420	460	500	550	620	690	375					
	抗拉强度 ⁸⁾ σ_s ,N/mm ²	400 ~ 560	490 ~ 660	510 ~ 690	530 ~ 680	570 ~ 720	610 ~ 770	670 ~ 830	720 ~ 890	790 ~ 940	460		420	500	600	
	伸长率 δ_5 , %		22			20		18			22		25			
	夏比V型缺口冲击试验	试验温度 ,	2)									—60	—80	—100	—120	—198
		平均冲击功 ⁶⁾ ,J	47 ³⁾			47		50	55	62	69	34				
对接焊缝试验	接头抗拉强度 σ_b , N/mm ²		400	490	510	530	570	610	670	720	770	490		450	540	640
	夏比V型缺口冲击试验	试验温度 ,	2)									—60	—80	—100	—120	—198
		平均冲击功 ⁶⁾ ,J	47 ⁴⁾			47		50	55	62	69	34				
	弯曲试验		试验后 , 试样表面上出现的裂纹或其他缺陷长度应不大于3mm。 ⁵⁾													

- 1) 手工焊条应符合2Y级以上要求。
- 2) 1、1Y级焊接材料的冲击试验温度为20 ；
2、2Y级焊接材料的冲击试验温度为0 ；
3、3Y、3Y40、3Y42、3Y46、3Y50、3Y55、3Y62、3Y69级焊接材料的冲击试验温度为—20 ；
4、4Y、4Y40、4Y42、4Y46、4Y50、4Y55、4Y62、4Y69级焊接材料的冲击试验温度为—40 ；
5Y40、5Y42、5Y46、5Y50、5Y55、5Y62、5Y69级焊接材料的冲击试验温度为—60 。
- 3) 自动焊熔敷金属冲击试验的平均冲击功，对 $\sigma_s < 400\text{N/mm}^2$ 的焊接材料应不低于34J；对 $\sigma_s \geq 400\text{N/mm}^2$ 的焊接材料应不低于41J。
- 4) 立焊及自动焊对接接头冲击试验的平均冲击功，对 $\sigma_s < 400\text{N/mm}^2$ 的焊接材料应不低于34J；对 $\sigma_s \geq 400\text{N/mm}^2$ 的焊接材料应不低于41J。
- 5) 除5Ni和9Ni钢试件用直径为四倍板厚的压头对试样进行弯曲试验外，压头直径应符合本篇1.2.4.2的规定。
- 6) 冲击试验的单个值应不低于规定值的70%。
- 7) 当材料无明显屈服点时，则应为规定非比例伸长应力 $\sigma_{p0.2}$ 。
- 8) 当抗拉强度超过上限时，应经验船部门特别考虑。

3.2.2.4 对屈服点不小于420N/mm²的焊接材料，若弯曲试验不能符合表3.2.2.3要求，而在弯曲试样标距

长度 L_0 内的伸长率符合熔敷金属试验的伸长率要求时 ,可认为试验合格。弯曲试样的标距 L_0 见图3.2.2.4所示。

图3.2.2.4

第3节 电弧焊焊条

3.3.1 一般要求

3.3.1.1 凡符合本章第2节力学性能要求 ,并符合本节3.3.6测氢试验要求的焊条 ,在其级别符号后加缀“ H15 ”、“ H10 ”或“ H5 ” ,以表示其为符合测氢要求的低氢焊条。不同级别焊条的扩散氢含量至少应符合表3.3.1.1要求。

表3.3.1.1 焊接材料的含氢量要求

焊接材料等级	扩散氢含量
1、 2、 3	不作强制要求
1Y、 2Y、 3Y	不作强制要求
4、 4Y	H15
2Y40、 3Y40	H15
4Y40、 5Y40	H15
3Y42、 4Y42、 5Y42	H10
3Y46、 4Y46、 5Y46	H10
3Y50、 4Y50、 5Y50	H10
3Y55、 4Y55、 5Y55	H5
3Y62、 4Y62、 5Y62	H5
3Y69、 4Y69、 5Y69	H5

3.3.1.2 具有深熔特性的结构钢焊条 ,在其级别符号后加缀“ DP ” ,以示区别。仅一级焊条可认可为深熔焊条。

3.3.1.3 对利用自动重力式工具或类似的焊接工具进行焊接的焊条 ,应根据制造厂推荐的工具和方法 ,参照普通手工焊条的要求进行各项试验。

3.3.2 试验项目

3.3.2.1 所有焊条均应进行熔敷金属试验。

3.3.2.2 所有焊条应按制造厂推荐的该类焊条的使用位置 ,如平焊、横焊、立焊(垂直上行焊或垂直下行焊)及仰焊等位置 ,进行各种位置的对接焊试验。

 若焊条同时满足平焊和垂直上行焊要求 ,则可认为其已满足横焊要求。全位置焊条应进行平、立和仰三种位置的对接焊试验。

3.3.2.3 具有角焊性能的普通焊条除本节3.3.2.1和3.3.2.2要求外 ,还应增加平角焊位置的角接焊试验。

 对仅作角焊用的焊条除进行熔敷金属试验外 ,还应按焊条制造厂推荐的焊接位置(平、立和仰焊位置)进行角接焊试验。

3.3.2.4 对扩散氢有要求的焊条(如低氢或超低氢焊条等),除满足相应级别的力学性能要求外,还应进行测氢试验。

3.3.2.5 凡兼作深熔焊条的1级普通焊条,除符合1级焊条要求外,还应增加平焊位置的深熔对接焊和深熔角接焊试验。

对仅作平焊对接和横焊角接认可的深熔焊条,除按本节3.3.3进行熔敷金属试验外,还应按3.3.7与3.3.8的规定进行深熔焊试验。

3.3.3 熔敷金属试验

3.3.3.1 熔敷金属试验一般应焊制二个试件,一个以直径4mm的焊条焊制,另一个以制造厂生产的同型号焊条中最大直径的焊条焊制。若制造厂生产的该型号焊条只有一种规格,则仅需以该规格焊条焊制一个试件。

3.3.3.2 每一试件应备制二块试板和一块垫板。尺寸按表3.3.3.2要求。

表3.3.3.2 试板和垫板的尺寸

项目	厚度, mm	宽度, mm	长度, mm	斜角
试板	20	100	300	10 °
垫板	10	30	300	

3.3.3.3 试件应按本节图3.3.3.4组装。按常规工艺以单道焊或多道焊的方法在平焊位置焊接。采用多道焊时,每一焊道的焊接方向应在试件端部改变,每一焊道的厚度为2mm~4mm,每焊完一道后,清除焊渣,将试板置于静止的空气中,待焊缝冷却至250 以下但不必低于100 (温度在焊缝中心线的上表面处测量),然后再焊下一焊道。

3.3.3.4 按图3.3.3.4所示,从试件上截取一个纵向拉伸试样和一组三个V型缺口冲击试样,进行拉伸和冲击试验。其结果应符合本章第2节的有关规定。

纵向拉伸试样的轴线应尽可能位于试件焊缝的中心线上,并在试件厚度的中间处。V型缺口冲击试样的轴线应位于试件厚度的中间,且与焊缝中心线垂直,V型缺口应位于焊缝中心线上,并与试板表面相垂直。

图3.3.3.4

3.3.3.5 除本节3.3.3.4规定外,还应对每一试件进行熔敷金属化学成分分析。分析报告应提交验船部门。报告中应包括所有重要的合金元素的含量。

3.3.4 对接焊试验

3.3.4.1 每一焊接位置均需焊制一个对接焊试件,各焊接位置所用的焊条规定如下:

- 1) 平焊:第一道用直径4mm的焊条,中间各道用直径5mm的焊条,最后两层应用制造厂生产的同型号焊条中最大直径的焊条;
- 2) 横焊:第一道用直径4mm或5mm的焊条,其余各道均用直径5mm的焊条;
- 3) 立向上焊和仰焊:第一道用直径3.2mm的焊条,其余各道用直径4mm(如制造厂推荐时,可用直径5mm)的焊条;
- 4) 立向下焊:采用制造厂推荐的焊条规格。

如同一型号焊条直径只有一或二种规格,则以上各焊接位置中,第一道用较小直径的焊条,其余各道用较大直径的焊条。

3.3.4.2 若焊条仅用于平焊位置对接焊,除应满足本节3.3.4.1中1)规定焊制的一个焊件外,还应增加一个平焊位置的对接焊试件。试件第一道用直径4mm的焊条,第二道用直径5mm或6mm的焊条,其余各道以制造厂生产的同型号焊条中最大直径的焊条焊制。

3.3.4.3 每一对接焊试件应备制二块试板,试板的厚度为15mm~20mm,宽度不小于100mm,长度应足够提供截取规定数量和尺寸的试样。试板边缘开30°斜角。

3.3.4.4 试件应按图3.3.4.4装配、焊制。焊接的道间温度应不高于250℃,也不必低于100℃(温度在焊缝中心线的上表面处测量)。所有对接焊试件均应清根,再用直径4mm或该型号中直径较小的焊条,按原焊接位置进行封底焊。

为使焊后试件平直,试件可在焊前预置反变形。

图3.3.4.4

3.3.4.5 按图3.3.4.4所示截取一个横向拉伸试样,二个弯曲试样和一组三个冲击试样(仰焊位置的试样可免做冲击试验),进行拉伸、正反弯曲和冲击试验。其结果应符合本章第2节的有关要求。

3.3.5 角接焊试验

3.3.5.1 每一焊接位置应焊制一个角接焊试件。试件的第一侧焊缝应以该型号焊条中直径最大的焊条焊接,另一侧应以同一型号中直径最小的焊条焊制。焊脚尺寸通常根据试验时所用焊条的直径和焊接电流确定。

3.3.5.2 每一角接焊试件应备制二块试板,试板的厚度为20mm,宽度为150mm,长度应能保证充分焊完直径最大焊条的全长度。

3.3.5.3 按图3.3.5.3(1)所示,截取三个长度为25mm的断面宏观检查试样,检查焊缝的熔合情况,是否存在裂纹、过多的气孔和夹渣等缺陷。并将此三个断面宏观检查试样的端面磨光,按图3.3.5.3(2)所示作硬度测试,以测定焊接接头的硬度。在余下的二个分段中,取一个分段将第一侧的角焊缝凿槽或刨尽,另一个分段将第二侧的角焊缝凿槽或刨尽,然后按本篇1.2.4.4进行角焊缝破断试验。其断面应显示出熔合良好、无裂纹和疏松等缺陷。

图3.3.5.3(1)

图3.3.5.3(2)

3.3.6 测氢试验

3.3.6.1 制备四块厚度为12mm,宽度为25mm,长度为125mm任何等级的结构钢钢板作测氢试验的试板。

3.3.6.2 在施焊前,试板应予以清洁并称量,重量精确至0.1g。

3.3.6.3 焊条应按制造厂提供的焙烘方法进行焙烘,并保持充分干燥。施焊的焊条直径为4mm,焊接电流约为150A,以短弧在试板宽度为25mm的表面上堆焊一道长约100mm的焊道(约用去150mm焊条长度)。

3.3.6.4 每一试样焊完后应在30s内脱渣完毕，然后将试样浸入温度为20 的清水中冷却，过30s后将试样清洗干净、擦干并放入一个用甘油置换法收集氢气的装置内。

四个试样应由一个操作人员在30min内焊毕并置入收集氢气的装置中。

3.3.6.5 试样应在温度为45 的甘油中浸放48h，取出后，再分别在酒精和水中清洗干净，待干燥后称重(精确到0.1g)，以确定熔敷金属的重量。

应仔细测定被收集的氢气的体积，精度应达到0.05cm³，再将测得的体积换算成标准状态(0 ， 1.01325MPa)下的体积。

氢含量的测定方法也可用ISO—3690规定的水银测定法代替。

3.3.6.6 四个试件测得的每100克熔敷金属的扩散氢平均含量应符合表3.3.6.6的规定:

表3.3.6.6 扩散氢平均含量，cm³

含氢量等级	水银法	甘油法
H15	15	10
H10	10	5
H5	5	

3.3.7 深熔对接焊试验

3.3.7.1 深熔对接焊的试件应备制二块试板。

- 1) 试板的厚度为焊条直径的二倍另加2mm，板宽不小于100mm，长度根据试样尺寸与数量而定；
- 2) 试板对接接头边缘不开坡口，但应加工成直角边；
- 3) 试板装配应平齐，定位后间隙不大于0.25mm。试件应采用制造厂生产的最大直径的焊条，并按该厂推荐的电流与工艺方法在平焊位置进行双面单道对接焊(不清根)。

3.3.7.2 每一试件应按图3.3.7.2所示截取二个横向拉伸试样、二个弯曲试样和一组三个冲击试样(缺口位于焊缝中心)进行拉伸、弯曲和冲击试验。试验结果应符合本章第2节的有关要求。

3.3.7.3 在截取试样时应检查对接焊缝的焊透情况。试件两端的截弃段(约30mm)应按本篇1.2.3.6规定加工成断面宏观检查试样，试样的断面应显示出焊缝完全熔合且全部焊透。

3.3.8 深熔角接焊试验

3.3.8.1 深熔角接焊的试件应制备二块试板。

- 1) 试板厚度约为12.5mm，宽度约为100mm，长度约为180mm。立板的接头边缘应机加工成直角边；
- 2) 试件按“T”型装配，间隙应不大于0.25mm，如图3.3.8.1所示。试件的一侧用直径4mm的焊条，另一侧用制造厂生产的最大直径的焊条，按制造厂推荐的焊接电流，在试件的每一侧分别焊制一道长度不小于160mm的焊道。

图3.3.7.2

图3.3.8.1

3.3.8.2 从试件两端各截下长约35mm的一段作为宏观断面检查试样，用于检查焊缝熔合情况。对采用直径为4mm焊条焊接的一侧焊缝，其熔深应不小于4mm；对采用最大直径焊条焊接的另一侧焊缝，其熔深应记入报告。

3.3.9 年度检验

3.3.9.1 凡经验船部门认可的焊条,通常每年应由验船师到场进行年度检查和试验。

3.3.9.2 焊条的年度试验应包括下列内容:

- 1) 普通焊条应按本节3.3.3的规定,焊制二个试件进行熔敷金属的各项试验。若制造厂仅生产一种规格的焊条,则焊制一个试件即可;
- 2) 凡认可作深熔焊的焊条,应按本节3.3.7的规定焊制一个试件,进行深熔对接焊的各项试验;
- 3) 凡认可兼作深熔焊的普通焊条,应按本条(1)和(2)的规定焊制试件,进行各项性能试验;
- 4) 凡认可作重力焊的焊条,应参照本节3.3.3的规定,用制造厂推荐的工具焊制一个试件进行熔敷金属的各项试验。

第4节 埋弧自动焊的焊丝——焊剂

3.4.1 一般要求

3.4.1.1 对用于双面单道焊工艺的焊丝——焊剂,在其级别符号后面加缀字母“T”。

3.4.1.2 对用于多道焊工艺的焊丝——焊剂,在其级别符号后面加缀字母“M”。

3.4.1.3 对兼用于多道焊和双面单道焊工艺的焊丝——焊剂,在其级别符号后面加缀字母“TM”。

3.4.2 试验项目

3.4.2.1 对用于多道焊工艺的焊丝——焊剂应进行熔敷金属试验和对接焊试验。

3.4.2.2 对用于双面单道焊工艺的焊丝——焊剂应进行双面单道焊工艺对接焊试验。

3.4.2.3 对兼用于多道焊和双面单道焊工艺的焊丝——焊剂应对每一种工艺都进行试验。

3.4.2.4 对用于多丝埋弧焊的焊丝——焊剂,要单独进行认可试验。通常可按本节要求进行。

3.4.2.5 对用于屈服点不小于 420N/mm^2 ,淬火加回火高强度钢的焊接材料,应按验船部门认可的方法进行测氢试验。其结果应符合表3.3.1.1的要求。

3.4.3 多道焊工艺熔敷金属试验

3.4.3.1 多道焊工艺熔敷金属试验的试件应制备二块试板和一块垫板。试板的厚度为20mm,宽度约200mm,长度应足够提供截取规定数量和尺寸的试样。试板接头边缘开 10° 的斜角。垫板的厚度为12mm,宽度为50mm,与试板等长。

3.4.3.2 试件应按本节图3.4.3.3所示装配,并在平焊位置进行焊接。每一焊道的焊接方向应从试板的一端开始改变方向。每焊一道后,除去焊剂和熔渣,并将试板放置在静止空气中使焊缝冷却到 250°C 以下,但不必低于 100°C (温度在焊缝中心处的表面上测量),再焊下道。每一焊道的厚度应不小于焊丝直径,且至少为4mm。

3.4.3.3 按图3.4.3.3所示,从试件上截取二个纵向拉伸试样和一组三个V型缺口冲击试样,进行拉伸和冲击试验。试验结果应符合本章第2节的有关要求。试样的截取位置与本章3.3.3.4的规定相同。每一试件的焊缝熔敷金属的化学成分报告(包括所有重要合金元素的成分)应提交验船部门审查。

图3.4.3.3

图3.4.4.3

3.4.4 多道焊工艺对接焊试验

3.4.4.1 多道焊工艺对接焊试验的试件应制备二块试板。试板厚度取20mm ~ 25mm ,宽度不小于150mm ,长度不小于400mm ,试板接头边缘开30 ° 的斜角 ,钝边为4mm。

3.4.4.2 试件以多道焊工艺在平焊位置上进行焊接。焊接条件同本节3.4.2.2。一面焊完后 ,应对焊缝清根 ,直至显露无缺陷金属后 ,再在平焊位置进行封底焊。

3.4.4.3 试样截取按图3.4.4.3所示 ,对二个横向拉伸试样、四个弯曲试样和一组三个V型缺口位于焊缝中心的冲击试样 ,分别进行拉伸、正反弯曲和冲击试验。试验结果应符合本章第2节的有关要求。

3.4.5 双面单道焊工艺对接焊试验

3.4.5.1 双面单道焊工艺对接焊试验应根据认可焊丝 —— 焊剂的不同级别用相应强度的试板制备两副不同厚度的试件。一副为适用的最大厚度 ,另一副约为前一副厚度的2/3。每块试板的宽度应不小于150mm ,长度应足够提供截取规定数量和尺寸的试样。

3.4.5.2 与最大焊丝直径配合的板厚和试件坡口型式应符合表3.4.5.2的规定。坡口尺寸允许存在较小的偏差。

表3.4.5.2 双面单道焊对接焊试板的厚度与坡口型式

板厚 , mm	12 ~ 15	20 ~ 25	30 ~ 35
焊丝最大直径 , mm	5	6	7
试板坡口 型式与尺寸 , mm			

3.4.5.3 每个试件的两面各焊一条焊道。当试件一面焊完后 ,除去焊剂和溶渣 ,将试件置于静止空气中冷却 ,待焊缝冷却至100 以下(温度在焊缝表面中心处测量)再焊另一面焊道。

3.4.5.4 按图3.4.5.4(1)所示从每个试件上截取二个横向拉伸试样、二个弯曲试样和一组三个V型缺口冲击试样 ,冲击试样的截取位置见图3.4.5.4(2)所示。对上述试样分别进行拉伸、弯曲和冲击试验。试验结果应符合本章第2节的有关要求。同时应将试件两截弃段的断面磨光、腐蚀后进行宏观检查。

图3.4.5.4(1)

图3.4.5.4(2)

3.4.5.5 当焊接材料仅适用于双面单道焊工艺时 ,除本节3.4.5.4所规定的试样外 ,还应在较厚的试件中截取一个纵向拉伸试样和熔敷金属化学成分分析试样 ,进行熔敷金属的拉伸试验和化学成分分析。纵向拉伸试样的轴线应与焊缝中心线相重合 ,并位于第二侧焊缝表面下方约7mm处。化学成分分析报告中应包括所有重要合金元素的含量。

3.4.6 年度检验

3.4.6.1 凡经验船部门认可的焊丝 —— 焊剂 ,通常每年应由验船师到场进行年度检查和试验。

- 3.4.6.2 焊丝——焊剂的年度试验应包括下列内容:
- 1) 对多道焊的焊剂,应焊制熔敷金属试件一个;
 - 2) 对双面单道焊的焊丝——焊剂,应焊制对接焊试件一个,试件板厚至少为20mm。
- 3.4.6.3 熔敷金属试件应按本节3.4.3的规定制备和试验,但只需一个纵向拉伸试样和一组三个V型缺口冲击试样。
- 3.4.6.4 对接焊试验应按本节3.4.5的规定焊制一个试件(厚度大于20mm),从试件上截取一个横向拉伸试样、二个弯曲试样和一组三个V型缺口冲击试样进行试验。如该焊丝——焊剂仅作双面单道焊认可时,则应增加一个纵向拉伸试样。
- 3.4.6.5 若焊丝——焊剂既适用于一般强度钢又适用于高强度钢时,则本节3.4.6.2中2)所述的对接焊试件应采用高强度钢焊制。

第5节 半自动、自动焊的焊丝与焊丝 —— 气体

- 3.5.1 一般要求
- 3.5.1.1 各种焊丝与焊丝——气体配合可按工艺适用性作如下划分:
- 1) 对用于多道半自动焊的焊丝与焊丝——气体配合,应在其级别符号后面加缀字母“S”;
 - 2) 对用于多道自动焊的焊丝与焊丝——气体配合,应在其级别符号后面加缀字母“M”;
 - 3) 对用于双面单道自动焊的焊丝与焊丝——气体配合,应在其级别符号后面加缀字母“T”;
 - 4) 对兼用于双面单道和多道焊的焊丝与焊丝——气体配合,应在其级别符号后面加缀字母“TM”;
 - 5) 对兼用于半自动焊和自动焊的焊丝与焊丝——气体配合,应在其级别符号后面加缀字母“SM”。
- 3.5.1.2 实芯焊丝或药芯焊丝应按验船部门认可的方法进行熔敷金属的测氢试验,其结果应符合本章表3.3.6.6的要求。符合低氢要求的焊接材料可在其等级符号后面加缀相应的低氢等级符号。各级焊接材料的低氢要求可参见本章表3.3.1.1。
- 3.5.1.3 认可试验所采用的保护气体的成分应在试验报告中列出。保护气体的成分按表3.5.1.3规定分组。不同组别的保护气体应各自分别进行认可试验。

表3.5.1.3 保护气体的成分

组别	气体成分(气体含量%)			
	氩气(Ar)	二氧化碳(CO ₂)	氧气(O ₂)	氢气(H ₂)
M11	余量 ^{1),2)}	0~5	—	0~5
M12	余量 ^{1),2)}	0~5	—	—
M13	余量 ^{1),2)}	—	0~3	—
M14	余量 ^{1),2)}	0~5	0~3	—
M21	余量 ^{1),2)}	5~25	—	—
M22	余量 ^{1),2)}	—	3~10	—
M23	余量 ^{1),2)}	5~25	0~8	—
M31	余量 ^{1),2)}	25~50	—	—
M32	余量 ^{1),2)}	—	10~15	—
M33	余量 ^{1),2)}	5~50	8~15	—
C1	—	100	—	—
C2	—	余量	0~30	—

1) 其中氩气含量的95%可由氦气所代替。
2) 使用氦气时,其含量应不小于氩的含量。

3.5.1.4 对多丝自动焊所用的焊丝与焊丝 ____ 气体配合可参照本节有关规定进行认可试验。

3.5.2 焊丝与焊丝——气体配合的试验项目

3.5.2.1 对用于多道半自动焊的焊丝与焊丝——气体配合应进行熔敷金属试验、多道半自动对接焊试验和角接焊试验。

3.5.2.2 对用于多道自动焊的焊丝与焊丝——气体配合应进行自动焊熔敷金属试验和多道自动对接焊试验。

3.5.2.3 对用于双面单道自动焊的焊丝与焊丝——气体配合应进行双面单道自动对接焊试验。

3.5.3 多道半自动焊熔敷金属试验

3.5.3.1 除按本节3.5.3.2的要求焊制二个试件外,多道半自动焊熔敷金属试验应按本章3.3.3的规定进行。

3.5.3.2 一个熔敷金属试件应采用制造厂生产的直径最小的焊丝焊制。另一个试件应采用制造厂生产的直径最大的焊丝焊制。若制造厂只生产一种直径的焊丝,则只需要用该直径焊丝焊制一个试件。焊接时每层焊道的厚度应在2mm~6mm之间。

3.5.4 多道半自动焊对接焊试验

3.5.4.1 认可为多道半自动焊的焊丝与焊丝——气体配合应根据制造厂推荐的各种位置(平、横、立、仰焊)各焊一个对接焊试件。除按本节3.5.4.2的要求进行试件焊接外,多道半自动对接焊试验应按本章3.3.4的规定进行。

3.5.4.2 平焊位置试件第一条焊道应采用制造厂所生产的最小直径的焊丝焊制;其余各条焊道应采用制造厂生产的最大直径的焊丝进行焊制。若仅认可用于平焊位置,则应采用不同于上述直径的焊丝增焊一个对接焊试件。

其他位置所用的焊丝的直径为:第一条焊道用制造厂所生产的最小直径的焊丝,其余各条焊道用该厂对该位置所推荐的直径最大的焊丝。

3.5.5 多道半自动角接焊试验

除焊缝两侧应分别以制造厂生产的最小和最大直径焊丝焊制试件以外,多道半自动角接焊试验应按本章3.3.5的规定进行。

3.5.6 多道自动焊熔敷金属试验和对接焊试验

除试件的每层焊道厚度应不小于3mm外,多道自动焊熔敷金属试验应按本章3.4.3的规定进行。多道自动焊对接焊试验应按本章3.4.4的规定进行。

3.5.7 双面单道自动焊对接焊试验

3.5.7.1 双面单道自动焊对接焊试验除按本节3.5.7.2~3.5.7.4的规定焊制二个试件外,应符合本章3.4.5的规定。

3.5.7.2 一般试板厚度分别为12mm~15mm和20mm~25mm各一付(每付二块试板)。若焊接材料适用于厚度大于25mm的材料时,则试板厚度应是20mm和焊接材料所适用的最大厚度的试板各一付。

3.5.7.3 试件坡口应按图3.5.7.3的要求制备。若制造厂有要求,可允许有少量变动。如试件板厚大于25mm,应将坡口尺寸记入试验报告。

图3.5.7.3

3.5.7.4 焊丝直径可采用制造厂推荐的直径，并记入报告。

3.5.8 年度检查

3.5.8.1 凡经验船部门认可的半自动或自动焊的焊丝与焊丝——气体配合，通常每年应由验船师到场进行年度检查和试验。

3.5.8.2 焊丝与焊丝——气体配合的年度试验应包括下列内容：

1) 对认可为多道半自动焊或作为多道半自动焊和多道自动焊兼用的焊丝与焊丝——气体配合，应按本节3.5.3的规定焊制多道半自动焊熔敷金属试件一个，并进行熔敷金属的各项试验；

2) 对仅认可为多道自动焊的焊丝与焊丝——气体配合，应按本节3.5.6的规定焊制多道自动焊熔敷金属试件一个，并进行熔敷金属的各项试验。但纵向拉伸试样可仅取一个；

3) 对认可为双面单道自动焊的焊丝与焊丝——气体配合，应按本节3.5.7的要求焊制试板厚度为20mm~25mm的试件一个，进行对接焊的各项试验。但横向拉伸试样可仅取一个。

第6节 电渣焊或气电立焊的焊接材料

3.6.1 一般要求

3.6.1.1 除本节另有规定外，本章第4节中对双面单道焊的要求也适用于带熔嘴或不带嘴的电渣焊或气电立焊用焊接材料。

3.6.1.2 1Y、2Y、3Y、4Y、2Y40、3Y40和4Y40级的电渣焊或气电立焊用焊接材料可以仅对特定的高强度钢作认可。考虑到所含细化晶粒元素的影响，若要求对焊接材料作一般性认可时，则应使用锯处理钢进行认可试验。

3.6.1.3 因为技术上的原因，本节这类特殊的高韧性焊接材料不一定能完全适用于低韧性钢材的焊接，若需要同时对普通强度和高强度钢作认可时，一般应用高强度钢制作二个试件进行试验。当验船部门认为必要时，可要求用一般强度钢另外制作二个试件进行试验。

3.6.2 对接焊试验

3.6.2.1 对接焊试验应焊制二个试件，一个试件的试板厚度为20mm~25mm，另一个试件的试板厚度为35mm~40mm，每块试板的宽度应不小于150mm，长度应足够提供截取本节3.6.2.3所规定数量和尺寸的试样。

3.6.2.2 试件应按制造厂推荐的焊接条件和坡口型式制备，并记入报告。

3.6.2.3 按图3.6.2.3(1)所示，从每个试件上截取二个纵向拉伸试样、二个横向拉伸试样、二个弯曲试样、一个宏观断面检查试样和二组(每组三个)V型缺口冲击试样，分别进行拉伸、弯曲、冲击等试验。试验结果应符合本章第2节的有关规定。二组V型缺口冲击试样的取样位置应按图3.6.2.3(2)所示。

图3.6.2.3(1)

图3.6.2.3(2)

3.6.3 年度检查

3.6.3.1 凡经验船部门认可的电渣焊或气电立焊的焊接材料,通常每年应由验船师到场进行年度检查和试验。

3.6.3.2 电渣焊或气电立焊焊接材料的年度试验,至少应按本节3.6.2的规定焊制二个试板厚度为20mm~25mm的对接焊试件。在该试件上截取一个纵向拉伸试样、一个横向拉伸试样、二个弯曲试样和二组冲击试样(V型缺口分别位于焊缝中心和距熔合线2mm的熔敷金属上),分别进行拉伸、弯曲和冲击试验。

第7节 单面焊接双面成型的焊接材料

3.7.1 一般要求

3.7.1.1 采用临时衬垫材料的单面焊接双面成型的自动焊焊丝——焊剂(或焊丝——气体)配合的认可,一般可按本章第4节和第5节的规定和本节的要求进行试验。

3.7.1.2 采用临时衬垫材料的单面焊接双面成型的手工焊条或半自动焊焊丝——焊剂的认可,将予以特殊考虑。

3.7.2 单面焊接双面成型焊接材料的对接焊试验

3.7.2.1 单面焊接双面成型焊接材料的对接焊试验应焊制二个试件:一个试件的试板厚度为25mm~30mm;另一个试件的试板厚度为35mm~40mm。试板宽度不小于150mm,长度应足够截取规定数量和尺寸的试样。

3.7.2.2 从每个试件中截取二个纵向拉伸试样、二个横向拉伸试样、二个弯曲试样、一个断面宏观检查试样和本节3.7.2.3规定的V型缺口冲击试样,分别进行拉伸、弯曲和冲击等试验。试验结果应符合本章第2节的有关要求。

3.7.2.3 按图3.7.2.3所示,从试板厚度为25mm~30mm的试件中截取二组(每组三个)V型缺口冲击试样,从试板厚度35mm~40mm的试件中取出三组(每组三个)V型缺口冲击试样。

图3.7.2.3

3.7.3 年度检查

3.7.3.1 凡经验船部门认可的单面焊接双面成型的焊接材料,通常每年应由验船师到场进行年度检查和试验。

3.7.3.2 单面焊接双面成型焊接材料的年度试验,应按本节3.7.2的规定焊制一个试板厚度为25mm~30mm的对接焊试件。在试件上截取一个纵向拉伸试样、一个横向拉伸试样、二个弯曲试样和一组三个取自焊缝根部的V型缺口冲击试样(如图3.7.2.3所示),分别进行拉伸、弯曲和冲击试验。

第4章 船体结构焊接

第1节 通 则

4.1.1 适用范围

本章适用于船体结构钢材的焊接和检验。船体结构的焊缝设计应符合本规范第一篇第1章的有关规定。

4.1.2 工艺规程与检验标准

按本篇第2章规定,施工前应将工艺规程和检验标准提交验船部门审核,必要时还应进行焊接工艺认可试验。生产施工和检验应按验船部门批准的图纸、工艺规程和检验标准进行。

4.1.3 焊前准备

4.1.3.1 构件的装配次序、装配间隙、定位精度以及坡口加工等应符合认可的工艺规程的要求,并应避免强制装配以减少构件的内应力。若因焊缝坡口或装配间隙过大必需修正时,其修正方法应征得验船部门的同意。

4.1.3.2 焊缝的坡口区域应保持清洁、干燥、无锈、无氧化物、无油污和杂物等。

涂有底漆的钢材,如在焊接之前未能将底漆除净,则必须提供该底漆对焊缝质量没有不良影响的证明,并需经验船部门认可。

4.1.3.3 当焊接必须在潮湿、多风或寒冷的露天场地进行时,应对焊接作业区域提供适当的遮蔽和防护措施。

在下述情况下应考虑对焊件采取适当的预热和(或)缓冷措施,以防焊件内产生过大的应力和不良的组织。

- 1) 施工环境的温度低于0℃时;
- 2) 材料的碳当量 C_{eq} 大于0.41%时,

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15} \quad ;$$

- 3) 结构刚性过大、构件板厚较厚或焊段较短时。

当碳当量 C_{eq} 大于0.45%时,应进行预热,并考虑焊后进行热处理。

4.1.4 焊接工艺

4.1.4.1 船体结构的焊缝应按已认可的焊接工艺规程施焊。对较长的焊缝应尽可能从焊缝中间向两端施焊,以减少结构的变形和内应力。

4.1.4.2 定位焊的数量应尽量减少,定位焊缝应具有足够的高度,其长度对一般强度钢应不小于30mm。定位焊的质量应与施焊的焊缝质量相同。有缺陷的定位焊应在施焊前清除干净。

4.1.4.3 焊缝末端收口处应填满弧坑,以防止产生弧坑裂纹。如采用自动焊,一般应使用引弧板和熄弧板。

进行多道焊时,在下道焊接之前,应将前道焊渣清除。

4.1.4.4 焊缝的设计应符合本规范第一篇1.4.1.3和1.4.1.4的要求。对有焊透要求的焊缝,除验船部门特别同意外,在焊接第二面焊缝前必须进行清根,并应具有适当的坡口形状,以便进行封底焊。

4.1.4.5 在去除临时焊缝、定位焊缝、焊缝缺陷、焊疤和清根时,均不应损伤母材。

第2节 船体构件的焊接

4.2.1 一般要求

4.2.1.1 除能保证完全焊透者外,对接焊件边缘应开单面或双面坡口,坡口角度一般在 $50^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 之间;若焊件边缘拟加工成其他坡口形式时,则应征得验船部门同意。

4.2.1.2 若全焊透对接焊缝因结构原因无法进行封底焊时,经验船师同意,允许加固定垫板进行对接焊,此种接头的坡口型式和装配间隙应保证其在垫板上能完全熔合。

4.2.1.3 船体构件的角焊缝和板材的对接缝在交叉处,应符合下述规定:

1) 应将交叉处的对接焊缝的增强高铲平,或将跨过对接焊缝的构件腹板边缘挖孔(通焊孔)以使构件与板材能贴紧,保证焊接质量;

2) 连续角焊缝的构件腹板上如有对接焊缝时,应先焊好对接焊缝,并将角焊缝处的增强高铲平,然后进行焊接。

4.2.2 小夹角处的角焊缝

在船体的结构设计中,应考虑到不使角接缝造成较小的夹角,以避免施焊困难。在个别情况下,若构件的夹角小于 50° 时,应按下列形式进行焊接:

1) 内底边板与舷侧外板的角接焊缝,其坡口角度应不小于 45° ,如图4.2.2所示。若小于 45° 则可将内底边板的边缘开坡口,并在该坡口处进行多道单面连续角焊,其底层焊道应选用较小直径的焊条施焊;

2) 肘板的角接缝若遇到上述小夹角情况时,可在钝角位置的一面施焊,但在肘板的趾端应有足够长度的包角焊缝。

图4.2.2

4.2.3 铸钢和锻钢船体结构件的焊接

当船体构件的材料为铸钢或锻钢时(如首柱、尾柱、舵杆和尾轴架等),其焊接应符合下列要求:

1) 如焊件的含碳量达到0.23%或刚性较大时,则在焊接前、后均应采取相应的预热和保温措施;

2) 采用手工焊方法进行焊接的首柱、尾柱、舵杆和尾轴架等,应在焊后进行回火处理。采用电渣焊方法进行焊接的首柱、尾柱、舵杆和尾轴架等在焊后应进行正火——回火处理。

若首柱、尾柱、舵杆和尾轴架等构件的尺度较大,整体热处理条件不足时,允许采用有效的局部热处理方法。

4.2.4 舷顶列板与强力甲板边板的焊接

4.2.4.1 舷顶列板与强力甲板角接时,在船中的 $0.4L$ 区域内,强力甲板的边缘应开坡口,并一般应完全焊透。坡口型式可按施工情况而定。

4.2.4.2 舷顶列板与强力甲板的连接,若采用圆弧形结构对接时,对接焊缝处应开坡口并保证完全焊透。当圆弧形舷顶列板在近船首、尾处改为直角形式与甲板连接时,应有足够长度的圆弧形过渡区,过渡区内舷顶列板与甲板的对接焊缝应完全焊透。

4.2.5 门形桅、起重桅(柱)的焊接

支持最大安全工作负荷不超过10t吊杆的门形桅、起重桅(柱),其焊缝应符合下列要求:

- 1) 由钢板弯制成的门形桅或起重桅(柱),其柱体的纵向接缝和横向接缝均应为单面坡口的对接缝,且应完全焊透;
- 2) 若桅(柱)根部不贯穿甲板,且直接焊于强力甲板上时,则根部边缘应开单面坡口,且第一层焊道应选用较小直径的焊条,确保完全焊透;
- 3) 若桅(柱)贯穿强力甲板时,则与桅(柱)连接处的强力甲板应开双面坡口,并采用双面连续角焊。桅的根部应开单面坡口,并应采用单面连续角焊。以上焊缝均应焊透。

4.2.6 柴油机主机基座的焊接

4.2.6.1 主机基座纵桁腹板厚度不小于14mm时,水平面板与纵桁腹板的角接处,应在该腹板的边缘开坡口,达到最大限度的焊透,且两侧角焊缝的外形尺寸应均匀对称。

4.2.6.2 与主机基座相连接的其他各构件(如船底板、肋板、肘板、隔板等)的角焊缝,其焊喉厚度应不小于 $0.44t_p$ (t_p 见本规范第一篇第1章1.4.4.2)。

第3节 焊缝检验与修补

4.3.1 一般要求

本节规定适用于钢质船体结构的焊缝检验与修补。

4.3.2 焊缝质量检查

4.3.2.1 船体结构施焊完工后,应对全部焊缝进行外观检查。在船体分段建造中所产生的焊缝缺陷应在合拢之前修补完毕。

4.3.2.2 焊缝表面应成型均匀、致密、平滑地向母材过渡、无裂纹和过大的增高以及不应有的咬边、气孔、夹渣、焊瘤、弧坑等缺陷存在。出现上述缺陷时,应在焊缝内部质量检查和密性试验之前修补完毕。

4.3.2.3 焊缝的内部质量可采用射线、超声波或其他适当的方法进行无损检测。无损检测的工艺和评定标准应经验船部门同意。

4.3.2.4 船体焊缝无损检测的数量和位置应由验船师和船厂根据实际情况确定。

4.3.2.5 船中 $0.4L$ 范围内强力甲板和外板的射线拍片数量 n ,一般可按按下式计算:

$$n = 0.25(i + 0.1W_T + 0.1W_L)$$

式中: i ——船中 $0.4L$ 范围内纵、横向对接焊缝交叉处的总数;

W_T ——船中 $0.4L$ 范围内横向对接焊缝的总长, m;

W_L ——船中 $0.4L$ 范围内分段合拢的纵向对接焊缝的总长, m。

射线检测的布片密度应按钢材的材料级别从高到低递减,钢材的材料级别见本规范第一篇第1章的规定。纵、横向对接焊缝交叉处的布片方向应平行于横向对接焊缝。

当船长不小于60m时,上述范围应扩大到 $0.6L$ 。

4.3.2.6 船底、舷侧和甲板纵骨的对接接头,在船中 $0.4L$ 范围内每八个检查一个, $0.4L$ 范围外每15个检查一个。

4.3.2.7 当无损检测发现焊缝内部有不允许存在的缺陷,并认为该缺陷有可能延伸时,则应在其延伸方向(一端或两端)增加检测的范围,直至达到邻近合格的焊缝为止。

4.3.2.8 无损检测的位置和结果应记入报告,提交验船部门审核。

4.3.3 缺陷修补

4.3.3.1 若检查表明焊缝缺陷超过标准允许值时，应对缺陷处进行修补。缺陷的焊补方法应取得验船部门的同意。

4.3.3.2 所有需要焊补的缺陷，在焊补前应彻底清除干净。必要时可用无损检测的方法进行检查，以证实缺陷确已清除。

4.3.3.3 焊缝经修补后应对该处进行外观检查和相应的无损检测。焊缝质量应符合验收标准的要求。

第5章 锅炉及受压容器的焊接

第1节 通 则

5.1.1 适用范围

5.1.1.1 本章适用于本规范第二篇第8章所规定结构型式的锅炉及受压容器的焊接。

5.1.1.2 本章规定仅适用于手工、自动或半自动电弧熔化焊的焊接连接。如采用其他方法，应经验船部门同意。

5.1.2 材料

焊接结构的锅炉及受压力容器所选用的焊接材料应与母材相匹配，并经验船部门认可。

5.1.3 认可

5.1.3.1 凡制造锅炉与受压容器的工厂应向验船部门申请工厂认可或质量认证。

5.1.3.2 锅炉及受压容器的制造厂在首次制造产品或使用新的焊接工艺时，应根据本篇第2章的规定，进行焊接工艺规程认可。其中弯曲试验的压头直径应符合本章表5.2.3.3的规定。

5.1.3.3 对 级受压容器的焊接工艺认可试验，仅需进行正、反弯曲试验、对接接头拉伸试验和断口组织均匀性检查。

5.1.3.4 断口组织均匀性检查的试样按图5.1.3.4所示，其断口应垂直于母材的表面并在焊缝中心线的两侧切割。试验时，将试样弯曲，使其在焊缝处折断，或用落锤法打断。然后目视检查断口，亦可用10倍以下放大镜检查。断口处组织应均匀，且不应有夹渣、气孔和粗晶等缺陷。

图5.1.3.4

第2节 锅炉与受压容器的产品焊接试验

5.2.1 一般要求

除 级受压力容器外，各级锅炉和受压力容器在制造过程中应根据本节规定进行产品焊接试验。锅炉和受压容器的分级见本规范第二篇第8章的有关规定。

5.2.2 试件

5.2.2.1 每个锅炉和受压力容器应准备二个试件，试件的材料级别和厚度应与壳体材料相同。试件宽度应不小于150mm，长度应足以提供本节表5.2.3.1所规定的一整套试样。

5.2.2.2 若焊制二个试件有困难时，经验船部门同意，亦可焊制一个试件，其长度除能按本节表5.2.3.1的规定提供一整套试样外，还应有能截取复试试样的备用长度。试件应用定位焊和筒体相连，并使两试板间的焊缝成为筒体壳体纵向焊缝的延续和模拟。

5.2.2.3 环缝一般不需焊制试件。但如筒体上仅有环缝或环缝与纵缝所采用的工艺差别较大时，应焊制

环缝模拟试件一个。其试件应能提供本节表5.2.3.1所规定的一整套试样和所需的复试试样。制造同型锅炉及受压容器时，可按每30m环缝焊制一个试件。

- 5.2.2.4 试件应采取措施，以减小焊接引起的翘曲变形。对需要热处理的试件应在热处理之前校平。
- 5.2.2.5 焊接试件所用的方法，工艺和热处理等均应与筒体所采用的方法、工艺和热处理等相同。试件应与筒体一起热处理。在割下试件之前，应由验船部门或其指定的代理人员打上验船部门的钢印。

5.2.3 试样与试验

5.2.3.1 锅炉与受压容器所需制备的试样应按图5.2.3.1和表5.2.3.1的规定截取。

表5.2.3.1 各级锅炉与受压容器的试样

序号	试样名称	锅炉与受压容器名称	
		I级	II级
1	熔敷金属拉伸	有要求	有要求
2	正向弯曲 ¹⁾	有要求	有要求
3	反向弯曲 ¹⁾	有要求	有要求
4	接头横向拉伸	有要求	有要求
5	断面宏观检查	有要求	有要求
6、7、8	冲击试验	有要求	

1) 当试板厚度超过20mm时，改取侧弯试样做侧弯试验。

5.2.3.2 当试板厚度超过70mm时，应按图5.2.3.2所示取二个熔敷金属拉伸试样。如试样直径无法取为10mm时，则应尽可能取大的实际直径，其标距长度为直径的五倍。

图5.2.3.1 图5.2.3.2

5.2.3.3 弯曲试验的压头直径和支辊边缘的内间距应符合表5.2.3.3的规定。

表5.2.3.3 弯曲试验的压头直径与支辊间距，mm

试板规定的最小抗拉强度，N/mm ²	压头直径	支辊边缘的内间距
$\sigma_b < 460$	$2t$	$4.2t$
$460 \leq \sigma_b < 510$	$3t$	$5.2t$

注：表中 t 为弯曲试样的厚度，mm。

5.2.3.4 除本节5.2.3.2和5.2.3.3的规定外，试样的制备和试验均应符合本篇第1章第2节的规定。

5.2.4 验收与复试

- 5.2.4.1 各项试验的结果应符合表5.2.4.1的规定。
- 5.2.4.2 任一试样的试验结果不合格时，应查明其不合格的原因，并另行截取二个试样进行复试。
- 5.2.4.3 如原先已备有二个试件者，则应从第二个试件上截取复试试样。
- 5.2.4.4 若初次试验不合格的原因是由于局部或偶然缺陷所造成，且复试结果又合格时，则可同意复试的结果。

表5.2.4.1 产品焊接试验的要求

试验项目	锅炉与压力容器	
	I级	II级
熔敷金属拉伸试验	(1)抗拉强度 σ_b :不小于母材规定的最小抗拉强度,且不大于母材规定的最小抗拉强度加上 145N/mm^2 ; (2)伸长率 δ_5 : $\delta_5 (980 - \sigma_b)/21.6$,且不低于母材规定最小伸长率的80%。	
弯曲试验	按本节表5.2.3.3的规定,选取压头直径和支辊边缘内间距。压头垂直于试样加压直至试样完全弯曲为止。试样弯曲后,试样受拉表面出现的裂纹或其他缺陷的长度应不大于3mm。	
接头横向拉伸试验	对接接头的抗拉强度应不低于母材规定的最小抗拉强度。	
断面宏观检查	不应有未焊透、未熔合、较大的夹渣或其他缺陷。	
冲击试验	常温冲击试验,其平均冲击功应不低于27J。	不要求冲击试验。

第3节 锅炉与受压容器的制造

5.3.1 一般要求

除另有规定外,锅炉与压力容器壳体的主要焊缝均应采用对接焊。

5.3.2 坡口

锅炉与压力容器各构件的待焊接板边应有良好的坡口。加工坡口可采用气割、机加工、凿削或打磨等方法。当采用气割方法时,气割的坡口表面应用机加工或打磨的方法清除所有的熔渣和氧化物。

5.3.3 对接焊缝的拼接

5.3.3.1 锅炉与压力容器壳体对接焊缝的两板面之间,于任何一点上的错边应不大于板厚的10%,且对纵缝应不超过3mm,对环缝应不超过4mm。

5.3.3.2 当壳板系由不同厚度的板(管板及包板)制成时,则应使其各自板厚的中心线形成一个连续的圆,具体要求如下:

- 1) 对于纵向焊缝,较厚板的边缘应以机加工内外面等量削斜,在环向方向上斜边的宽度应不小于厚度差的二倍,使两板边沿在焊缝处具有相等的厚度。对于环缝,也应以类似的方法对厚板进行削斜,在纵向方向上斜边的宽度与上述要求相同;
- 2) 对于环缝,如整个周向板厚的厚度差是相等的,则较厚板的边缘应以机加工削斜,斜边的宽度不小于厚度差的四倍,使两板边沿在环缝处具有相等的厚度。

5.3.4 焊接

5.3.4.1 施焊前应清除焊件坡口和焊接边沿至少为25mm区域内的表面上的氧化物、潮湿、油污等影响焊接质量的污物。影响焊接质量的定位焊和边沿缺陷应在施焊前铲除。

5.3.4.2 除另行批准外,锅炉及受压容器的焊接应选用低氢或超低氢焊接材料。

5.3.4.3 锅炉与受压容器的壳体焊缝一般应采用双面焊。焊接封底焊道前应进行清根。如因结构特殊,确实无法进行封底焊时,经验船部门同意,可允许安装垫板进行焊接,但垫板的材料成分应与筒体的材料成分相同。

5.3.4.4 采用单面焊时,应采用适当措施,保证焊缝根部能完全焊透,并使因焊缝金属所产生的收缩变

形为最小。

5.3.4.5 焊接应尽可能安排在平焊的位置上进行。对于环缝应采取措施,以保证符合此项要求。

5.3.4.6 在进行多道焊时,前后焊道之间应注意清渣。由于某种原因中断焊接时,应在重焊前对中断焊接的焊缝处进行清洁和铲除熔渣,使后焊的熔敷金属能与板材和先前的熔敷金属完全熔合。

5.3.4.7 如由于接头的约束力,板材的厚度以及被焊材料的成分而有预热的要求时,应采用预热和保持焊道间最低温度的焊接工艺。

5.3.4.8 焊缝外表面可以和筒体壳板表面平齐,也可以做成使焊缝中心的总厚度稍大于板厚,但焊缝增强高的截面变化应逐渐过渡。

5.3.4.9 锅炉及受压力容器筒体上的短管、法兰和座板,一般应采用双面连续的角接焊缝,且在热处理以前装焊完毕。

5.3.4.10 筒体壳板上所焊接的拉攀、支架、支管、人孔框架以及开孔周围的复板等附件,应与筒体壳板完全贴合,且应在筒体热处理前焊装完毕。如确因结构需要而必须在热处理以后焊装,应征得验船部门的同意。

5.3.4.11 当上述附件连同其他用于支撑内、外部构件的附属装置焊接到筒体壳板上时,其焊接工艺应与筒体壳板所要求的相同,其材料成分亦应与筒体壳板相当。

第4节 热处理

5.4.1 一般要求

5.4.1.1 锅炉和受压力容器连同其试件应在焊制完毕后并在液压试验之前进行热处理。

5.4.1.2 下列锅炉与受压力容器,可免作焊后热处理:

- 1) 级锅炉与受压力容器,当采用碳钢或碳锰钢,其焊接构件的板厚小于20mm时;
- 2) 级锅炉与受压力容器,当采用碳钢且其焊接构件的板厚小于30mm、工作温度不大于150 °C 时;或采用碳锰钢且其焊接构件的板厚小于20mm、工作温度不大于150 °C 时;
- 3) 所有 级受压力容器。

5.4.2 热处理炉

热处理炉应具备以下条件:

- 1) 具有适宜的控制温度的设备;
- 2) 装有测量和记录炉内温度变化的高温温度计。

5.4.3 热处理

5.4.3.1 锅炉与受压力容器一般应整体进行热处理。若因条件限制无法进行整体热处理时,可允许分段热处理,但应保证焊缝的整个长度均受到热处理。

5.4.3.2 热处理应包括将锅炉与受压力容器筒体缓慢且均匀地加热到适合于消除内应力的温度,并保温适当的时间,然后在炉内缓慢均匀地冷却至400 °C 以下,最后置于静止的空气中进行冷却。

5.4.3.3 热处理的温度、保温时间、加热和冷却速度的选择应使锅炉与受压力容器的残余应力得以消除,性能得到改善,而不能使材料性能下降。

5.4.3.4 对用碳钢或碳锰钢制造的锅炉或受压力容器,消除残余内应力热处理的温度和保温时间,建议按表5.4.3.4的规定进行。对合金钢,热处理应根据所选用的材料确定,并应经验船部门同意。

表5.4.3.4 消除残余应力热处理的温度与保温时间

钢级	温度，	时间，h
360、410、460、490	580～620	按每25mm厚度为1h计，但至少为1h

第5节 检验与修补

5.5.1 一般要求

5.5.1.1 锅炉与受压容器的检验应包括筒体不圆度测量、焊缝外观检查、焊缝内部质量检验以及筒体液压试验。

5.5.1.2 锅炉与受压容器的液压试验应按本规范第二篇第8章第7节的规定进行。

5.5.2 筒体不圆度测量

5.5.2.1 锅炉与受压容器在最终热处理前、后应检查其筒体不圆度和外形尺寸。筒体不圆度是指在同一截面上所测得的最大和最小的内径相差值。

5.5.2.2 在测量筒体不圆度时，允许将筒体平放或竖放。平放测量时，应将筒体绕其纵轴旋转，每60°测量直径一次，每一直径两次测得的值应加以平均，然后求得该筒体的不圆度数值。筒体不圆度应符合表5.5.2.2的规定。

表5.5.2.2 筒体不圆度偏差

锅炉与受压容器的名义内径 D_i ，mm	筒体不圆度允差值 $\Delta\phi$ ，mm	外形轮廓的最大偏差 x ，mm
$D_i \leq 300$	$0.01 D_i$	1.2
$300 < D_i \leq 460$		1.6
$460 < D_i \leq 600$		2.4
$600 < D_i \leq 900$		3.2
$900 < D_i \leq 1220$		4.0
$1220 < D_i \leq 1520$		4.8
$1520 < D_i \leq 1900$		5.6
$1900 < D_i \leq 2300$	19	6.4
$2300 < D_i \leq 2670$		7.2
$2670 < D_i \leq 3950$		8.0
$3950 < D_i \leq 4650$	19	$0.002 D_i$
> 4650	$0.004 D_i$	$0.002 D_i$

5.5.2.3 筒体外形轮廓偏差是以具有理论轮廓的“设计型线量规”测得的筒体实际轮廓与理论轮廓的偏差。“设计型线量规”的弦长等于筒体名义内径的1/4。测量时，在量规的内侧(见图5.5.2.3(1))及外侧(见图5.5.2.3(2))测量与筒体实际轮廓的差值 x ，此项差值应符合本节表5.5.2.2的规定。

5.5.2.4 在筒体焊缝上不得有平坦或成锐角的外形。任何局部失圆应均匀过渡。

图5.5.2.3(1)~(2)

5.5.2.5 筒体焊接后实际的外部周长和计算的理论周长(根据筒体名义内径和实际板厚确定)的偏差值，不得大于表5.5.2.5的规定。

表5.5.2.5 筒体外周长偏差

外径(名义内径加上两倍板厚), mm	筒体周长的偏差值, mm
300 ~ 600	± 5
> 600	± 0.25%筒体周长

5.5.3 外观检查

5.5.3.1 筒体焊缝的表面应均匀、致密，不应有裂纹、焊瘤、咬边、气孔、夹渣、弧坑以及未填满等缺陷存在。如有上述缺陷，应在无损检测之前清除。

5.5.3.2 筒体表面不得有伤痕，筒体上的焊疤痕迹等均应铲除或在距筒体表面3mm~5mm处割除，然后打磨平整，并应在热处理之前完成。

5.5.4 焊缝无损检测

5.5.4.1 I和II级锅炉与受压容器的焊缝应作无损检测，无损检测的要求应符合表5.5.4.1的规定。无损检测的工艺应经验船部门同意。

表5.5.4.1 锅炉与受压力容器检测要求

检测类别	锅炉与压力容器	
	I级	II级
射线检测	所有筒体、鼓筒、联箱、接管的纵缝和环缝 ¹⁾ ， 连同试件应作100%检查。	试件应作100%的检查； 对接缝应作大于10%的抽查。
	炉胆、燃室以及其他类似的受压部件应作局部抽查。	
超声波检测	板厚超过50mm，经验船部门同意，可用超 声波代替射线进行检测。必要时仍应选择局 部焊缝进行射线检测。	
磁粉或渗透检测	管柱、腹板、短管和支管等焊缝未经射线检查者，应作10%磁粉或渗透检测的抽查。	
1) 联箱、接管及其他筒形构件，当外径 170mm时，其模压接头的环缝应作10%的抽查。		

5.5.4.2 若焊缝表面及其附近区域的光洁度会妨碍无损检测的准确性，应将这些部位打磨到规定的粗糙度。

5.5.4.3 射线检测的灵敏度应符合下列规定：

1) 采用孔型象质计时，在射线照片上能看到的最小孔径:对焊缝厚度不超过50mm者，应不大于焊缝厚度的3%；对焊缝厚度超过50mm者，应不大于焊缝厚度的2.5%；

2) 采用金属丝型象质计时，在射线照片上能看到的金属丝最小直径:对焊缝厚度为10mm~50mm者，应不大于焊缝厚度的1.5%；对焊缝厚度为50mm~200mm者，应不大于焊缝厚度的1.25%。

5.5.4.4 每一张射线透视底片的两端均应放置象质计，并应尽可能放在被检焊缝的射线源一侧。

5.5.4.5 超声波和磁粉检测的灵敏度应根据具体检测部位而定，并应经验船部门同意。

5.5.4.6 无损检测的焊缝，其质量应按验船部门同意的标准进行评定。

5.5.5 缺陷修补

5.5.5.1 焊缝经无损检测后发现有不允许存在的缺陷时，应确定缺陷的范围。超标缺陷应予以清除，并重新焊补。

5.5.5.2 在抽查的焊缝中发现有不允许存在的缺陷时，应在该被检焊缝所代表的焊缝长度上任选二处进行复查。如复查合格，则将原焊缝中的缺陷铲除，重新焊补。如复查仍不合格，则应：

1) 将该被检焊缝所代表焊缝的整个长度铲除干净，重新焊接。然后作为新的焊缝提交进行焊缝抽查，而与此焊缝有关的试件也应进行类似的处理；或

2) 对所代表的整个长度进行检查，凡有缺陷之处均应进行修补，并对所有修补处重新进行检查。

5.5.5.3 焊缝修补工艺应经验船部门同意。焊缝缺陷的修整和焊补应在焊后热处理之前完成。焊补后重新检验的结果应使验船部门满意。

第6章 重要机件的焊接

第1节 通 则

6.1.1 适用范围

本章适用于柴油机、减速齿轮箱以及废气涡轮增压器等重要机件和机座的焊接。

6.1.2 材料

所选用的焊接材料应按本篇第3章的有关规定进行认可。

6.1.3 焊接工艺认可

6.1.3.1 重要的焊接构件在施工前,应将本篇2.1.2规定的资料提交验船部门审查。

6.1.3.2 若需进行焊接工艺认可试验,制造厂应按本章第2节和第3节的有关规定模拟实际构件的工艺条件,焊制具有代表性的焊接接头,进行焊接工艺认可试验。

6.1.4 结构

6.1.4.1 承受交变和冲击负荷的主要构件通常应采取开坡口的接头型式,以保证全厚度焊透。

6.1.4.2 两种不同厚度的构件对接时,应符合第一篇1.4.3.1的规定。

6.1.4.3 形状复杂的部件,如采用焊、铸混合结构时,应避免焊缝成锐角相交或截面突变。

6.1.5 预热

在下列情况下应考虑采用适当的焊前预热处理:

- 1) 当焊接大型构件和复杂构件以及设计图纸上特别规定的重要机件时;
- 2) 当在环境温度低于0℃或湿度较大的环境下进行焊接时;
- 3) 当被焊构件或机件材料的含碳量大于0.23%或碳当量 C_{eq} 大于0.41%时,

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15} \circ$$

第2节 转子轴的焊接

6.2.1 一般要求

6.2.1.1 本节适用于废气涡轮增压器转子轴的焊接。

6.2.1.2 转子轴在焊接前应均匀地进行预热,在焊接过程中应严格注意保温。预热的温度可根据所选用的材料决定。

6.2.2 焊接工艺认可试验

施焊前应按验船部门审查同意的焊接工艺规程焊制试件,进行熔敷金属拉伸试验、接头横向拉伸试验、正弯和反弯试验以及断面宏观组织检查。

6.2.3 焊后热处理

6.2.3.1 转子轴焊接后应进行适当的热处理。热处理的要求应根据所选用的材料和焊接方法确定,且应经验船部门认可。

6.2.3.2 焊缝的内、外部缺陷均应在热处理以前修补完毕。

6.2.4 无损检测

转子轴在精加工前应经磁粉检测或其他有效方法进行表面检查。如发现裂纹及其他缺陷,应予以清除和修补,并进行焊后热处理以消除应力。

第3节 机座、机架、气缸与壳体等构件的焊接

6.3.1 一般规定

本节适用于柴油机的机座、机架、曲轴箱、气缸体以及废气涡轮增压器和减速齿轮箱的壳体等构件的焊接。

6.3.2 焊接工艺认可试验

对柴油机的机座、机架等构件,应制备模拟接头进行拉伸、弯曲、冲击和断面宏观检查试验,试验结果要求为:

拉伸试验——不低于母材规定的最小抗拉强度;

冲击试验——不低于母材的最小平均冲击功;

弯曲试验——按本篇表5.2.4.1规定;

宏观检查——不得有裂纹、未焊透、未熔合以及不应存在的咬边、夹渣等缺陷。

6.3.3 焊前准备

6.3.3.1 构件的坡口应采用气割或机加工方法加工至所需要的形状和粗糙度。

6.3.3.2 构件拼装应准确,其焊缝的坡口型式、间隙均应符合要求。

6.3.3.3 焊接前应清洁焊缝坡口边缘,不允许有氧化物、熔渣和影响焊接质量的油污等存在。

6.3.3.4 焊接应尽可能采用平焊位置,并应避免不良环境条件的影响。

6.3.4 焊后热处理

6.3.4.1 碳钢和碳锰钢制成的机座,应按本篇5.4.3.4规定的温度和保温时间进行焊后热处理。

6.3.4.2 合金钢的热处理方法应提交验船部门审核。

6.3.5 无损检测

构件在热处理完成后,应按下列规定对焊缝进行无损检测:

- 1) 柴油机焊装组合的横梁构件的焊缝,应采用经验船部门同意的无损检测方法进行检查;
- 2) 其他重要机件的焊缝,如验船部门认为必要时,也可要求无损检测。

第7章 压力管系的焊接

第1节 通 则

7.1.1 适用范围

本章规定适用于采用手工、自动或半自动电弧焊以及经验船部门认可的其他方法所焊接的管子对接接头、支管和法兰连接的接头。如使用氧—乙炔气体焊,则仅限于焊接直径不超过100mm或壁厚不超过9.5mm的管子对接接头。

7.1.2 焊接工艺认可

7.1.2.1 对于首次焊制或采用新的焊接工艺时,应按本篇2.1.2的规定将下述连接接头的焊接工艺规程提交验船部门审核:

- 1) 法兰和管子的连接;
- 2) 阀箱和管子的连接;
- 3) 附件和管子的连接;
- 4) 管子和管子的对接;
- 5) 分支管接头的焊接等。

7.1.2.2 工厂应模拟实际构件的工艺条件,焊制具有代表性的焊接接头试件,进行焊接工艺认可试验。

7.1.2.3 试验焊缝应按本章第3节的规定进行质量检查,并在验船师指定的部位切成剖面。然后对每一剖面的表面进行加工、浸蚀并检查焊缝及热影响区的缺陷。

7.1.2.4 对合金钢的钢管接头及分支管接头还应作破坏性试验和按本篇第2章第2节和第3节的有关规定进行力学性能试验。对碳钢、碳锰钢的管接头及支管接头,验船部门认为必要时,也可要求进行力学性能试验,以验证接头是否具有足够的强度。

第2节 管子接头的焊接

7.2.1 一般要求

7.2.1.1 焊缝应远离管子弯曲处和膨胀补偿部分,焊缝应布置在受弯矩与交变负荷作用最小的位置。

7.2.1.2 管系的焊接应尽可能在车间里进行。确定在船上进行的焊接,应考虑有足够的空间以进行预热、焊接、热处理和检查焊接接头。

7.2.1.3 施焊前应清除焊缝边缘上的氧化物、油污和水迹等。焊缝间隙和坡口应符合焊接工艺规程要求。

7.2.2 焊接

7.2.2.1 焊件装配时,应保证轴向对准,尽可能减少其表面错边。通常 类和 类管系的对准偏差应不大于下列要求:

- 1) 对带固定垫环的管子:0.5mm;
- 2) 对不带固定垫环的管子:
 - a) 内径小于150mm,厚度不大于6mm时,为1mm或 $t/4$,取较小值;
 - b) 内径小于300mm,厚度不大于9.5mm时,为1.5mm或 $t/4$,取较小值;
 - c) 内径不小于300mm,厚度不大于9.5mm时,为2.0mm或 $t/4$,取较小值。

t 为管壁厚度。

7.2.2.2 管子接头的预热温度应根据其材料的化学成分和管壁厚度确定。预热温度一般应符合表7.2.2.2的要求。

表7.2.2.2 管接头的预热温度

钢材种类	较厚部分的厚度，mm	最小预热温度，
碳钢及碳锰钢(C + Mn/6 ≤ 0.4)	20 ²⁾	50
碳钢及碳锰钢(C + Mn/6 > 0.4)	20 ²⁾	100
0.3Mo	> 13 ²⁾	100
1Cr0.5Mo	< 13	100
	13	150
2.25CrMo及0.5Cr0.5Mo0.25V ¹⁾	< 13	150
	13	200
1) 对该类材料，如验船部门对焊接工艺认可中的硬度试验结果认为可以接受，则可免除厚度为6mm及以下材料的预热。		
2) 当环境温度低于0℃时，不论厚度如何，均应按最小预热温度进行预热。特殊情况验船部门将特殊考虑。		
注:表中数值为低氢的焊接方法。如采用非低氢的焊接方法，则应考虑采用较高的预热温度。		

7.2.2.3 对接接头的焊缝与母材过渡应平缓且均匀。

第3节 焊接质量检查

7.3.1 一般要求

管子焊接后应清除外部焊渣，进行外观检查、无损检测和液压试验。液压试验按本规范第二篇第2章的规定进行。

7.3.2 外观检查

焊缝表面不应有裂纹、焊瘤、气孔、咬边以及未填满的弧坑和凹陷存在。如有上述缺陷，应进行修补。

7.3.3 无损检测

7.3.3.1 Ⅰ类受压管系的对接接头应按表7.3.3.1的规定进行射线检测；Ⅱ类受压管系的对接接头在验船部门指定的位置进行射线检测。射线检测的灵敏度应符合本篇5.5.4.3的规定。

表7.3.3.1 Ⅰ类受压管系对接焊缝的射线检测范围

管子外径，mm	检测范围
76	由验船师指定位置抽查
> 76	焊缝100%进行检查

7.3.3.2 如用超声波检测或其他等效检查方法代替射线检测，应经验船部门同意。

7.3.3.3 Ⅰ类受压管系的填角焊缝应按表7.3.3.3的规定进行磁粉检测。Ⅱ类受压管系的填角焊缝在验船部门指定的位置进行磁粉检测。

表7.3.3.3 I类受压管系填角焊缝的磁粉检测范围

管子外径，mm	检测范围
76	由验船师指定位置抽查
> 76	焊缝100%进行检查

第4节 焊后热处理

7.4.1 一般要求

7.4.1.1 碳钢和碳锰钢钢管和组合分支管，在下列情况下应进行焊后消除应力的热处理:

- 1) 钢管和组合分支管的含碳量超过0.23% ；
- 2) 钢管和组合分支管的含碳量不超过0.23% ,但壁厚超过20mm的 I类受压管或壁厚超过30mm的 II类受压管。

7.4.1.2 所有合金钢钢管和组合分支管，在下列情况下，均应进行适当的热处理:

- 1) 用电弧焊连接的 ；
- 2) 经加热成形或弯管加工的 ；
- 3) 冷弯成形而弯心半径小于三倍管子外径的(弯心半径从弯管内侧边缘测量)。

7.4.1.3 采用氧——乙炔气体焊接的管子，焊后均应进行正火 —— 回火处理。当材料为碳钢或碳锰钢时，也可采用正火处理。

7.4.1.4 碳钢、碳锰钢的消除应力热处理温度为580 ~ 620 ；保温时间按每25mm的管壁厚度为1h选取。合金钢消除应力热处理的温度应根据材料成分确定，并经验船部门同意。

第七篇 材 料

第 1 章 一般规定

第 1 节 通 则

1.1.1 适用范围

1.1.1.1 渔船船体、机械、锅炉和受压容器等的材料和产品的制造、试验和检验应符合本篇有关规定，并应具备完整的合格证件。

1.1.1.2 凡本篇未列入的用于船体、机械、锅炉和受压容器的材料和产品，其化学成分、力学性能和热处理规程，可按验船部门认可的其它标准检验。

新产品、新材料必须经验船部门认可后方可装船使用。

1.1.2 标志

所有经验船部门认可或检验合格的材料和产品均应标上认可的标志。凡未具有验船部门认可的标志的材料和产品，应经验船部门同意后，方可装船使用。

1.1.3 制造

船用材料生产厂和产品制造厂应具备必需的生产和试验设备，并设有完善的质量检验机构，执行严格的检验制度，以保证良好的产品质量。

1.1.4 认可与检验

1.1.4.1 工厂及其生产的船用材料和产品，按验船部门同意的适用程序进行认可。

1.1.4.2 获得质量体系认可的制造厂，经验船部门同意，可由工厂质量管理部门部分地或全部替代验船师的直接检验。

第 2 节 试验与检验

1.2.1 一般规定

1.2.1.1 验船师到工厂各有关生产部门进行检验，制造厂应提供必要的方便和资料，使其能核实制造厂是否按已批准的工艺规程进行生产及产品质量是否合格并保持稳定。

1.2.1.2 任何船用材料在后续的冷热加工制作过程中若发现并证实其不符合要求，则不管该项材料是否持有合格证书，均应予以报废。

1.2.2 化学分析

1.2.2.1 船用材料制造厂的试验室应配备足够的设备和称职的人员，以便正确测定试样的化学成分。

1.2.2.2 工厂的化学分析报告应提交验船部门审查。若对材料的化学成分有疑问时，可要求复查。成分分析与炉罐取样分析之间的偏差，应符合验船部门认可的标准。

1.2.3 力学性能试验

1.2.3.1 力学性能试验试样的数量、尺寸及截取方向应符合本篇第 2 章及以后各章的要求。

1.2.3.2 当规定进行夏比冲击试验时，应制备一组三个冲击试样，其平均冲击功应符合本篇有关章节的

规定,其中一个单值可低于规定平均值,但不应低于该平均值的 70%。

1.2.4 复试

1.2.4.1 无冲击试验要求的材料,当任一项力学性能试验结果不符合要求时,对不合格的项目,可再取二倍数量的试样复试。复试结果均合格者,则该批材料可予以认可。

1.2.4.2 当一组三个冲击试样所得结果不符合规定时,只要低于规定平均值的单值不超过二个,且最多只有一个单值低于该平均值的 70%,则可再取一组三个冲击试样进行附加试验。附加试验结果应与原来结果合在一起平均,新的平均值不低于规定值时方可予以认可。而在这六个参与平均的单值中,低于规定平均值的单值应不超过二个,且最多只允许一个单值低于平均值的 70%,否则仍为不合格。

1.2.4.3 本节 1.2.4.1 和 1.2.4.2 中允许进行复试和附加试验的试样,应从接近原先取样部位的材料上制取。

对于铸件,如原来的试样没有多余的材料时,复试和附加试验的试样可在其它能代表该铸件的部位上制取。

1.2.4.4 如按本节 1.2.4.1 和 1.2.4.2 的规定进行的复试和附加试验结果仍不合格,则已做试验的单件为不合格。若在余下试件中任选二个单件做全套试验,并得到满意的结果,则该批材料的剩余部分可予以认可。但试验中有一个结果不合格,则该批材料全为不合格。

1.2.4.5 当一批材料被拒收时,该批材料中未作试验的单件仍可逐件重新提交试验,试验结果合格者,仍可逐件予以认可。

制造厂可将该批不能验收的材料按本章 1.3.1.2 的要求进行热处理后再重新提交全部项目的试验,试验合格者仍可予以认可。试验不合格者仍可按本节 1.2.4.1 和 1.2.4.2 的规定进行复试。复试不合格者,该批材料不能再提交检验。

1.2.5 缺陷的处理

1.2.5.1 材料的表面和内部应无影响其使用的缺陷。缺陷的判定按验船部门认可的标准执行。

1.2.5.2 轻微的表面缺陷可以用机械方法去除,在适当的条件下,也可以采用焊接的方法修补,但应符合本篇的有关要求。同时,缺陷修整的范围和方法,应征得验船师的同意。

1.2.6 标记

1.2.6.1 合格的船用材料和产品应打上验船部门标志,如某些材料无法打上硬印时,可采用型板喷刷、油漆或电蚀等方法。用油漆标记合金钢时,油漆中应不含铅铜锌或锡等有害成分。对于用箱、桶或类似容器包装的相同类型和尺寸的小型产品以及捆扎在一起的棒材和型材,经验船师同意,可只在每捆或每一包装表面上标以明显的印记,或者牢固地系上一只耐久的标签。

1.2.6.2 凡经检验合格的船用材料,除打上验船部门标志外,还应备有验船部门颁发的船用产品证书或由验船师签署的制造厂的产品证书,以证实该材料或产品符合规范、制造工艺规程和检验程序的要求。

第 3 节 热处理

1.3.1 一般要求

1.3.1.1 船用材料的交货状态应符合本篇有关章节的规定。重要的锻、铸件应经热处理。热处理规程由制造厂制定,并提交验船部门认可。

1.3.1.2 热处理应在结构合理、运行良好、并有适当方法控制和记录炉温的炉子中进行,炉膛的大小应能使整个工件均地的加热到必要的温度。对大型部件需要热处理时,可采用经验船部门同意的替代方法。

第 2 章 力学性能试验与工艺性能试验

第 1 节 通 则

2.1.1 适用范围

本章规定适用于船用金属材料的常规力学性能试验(包括拉伸、冲击、硬度和蠕变等试验)和工艺性能试验(包括弯曲及管材的压扁、扩口、卷边和弯曲等试验)。本章规定以外的试验,可按本篇其他章节中的规定或经验船部门认可有关标准执行。

2.1.2 试验材料

2.1.2.1 试验材料是材料中用于制备试样的部分材料。除另有规定外,所有试验材料应由验船师选定。

试验材料选取应以能代表该材料的质量为原则。

2.1.2.2 如果某种处理(如热处理)会影响材料性能时,试验材料应与原材料经受完全相同的处理。

2.1.3 试样的制备

2.1.3.1 试样制备的方式应尽可能不影响材料性能。当制备轧材的试样时,应尽可能保留原轧制面,或尽量接近原轧制面。

2.1.3.2 截取试样时,若采用剪切或火焰切割方法,则应留有足够的加工裕量以消除受影响的区域。

2.1.3.3 试样在矫正或机械加工时,不可经受过分的加热或冷变形。

2.1.4 试验机

所有试验应在认可型式的试验机上由合格的人员操作。试验机应保持良好而准确的状态,并按规定时间间隔进行校验,校验应由国家承认的计量机构或其他标准组织进行。所有的校验记录应完整地保存在试验室内,以备验船师核查。

2.1.5 试样的作废

2.1.5.1 如果因试样制备不符合要求或试验机操作不当而造成试验不合格时,可将试样作废,并由与原试样相邻部位的原材料上制备的新试样来代替。

2.1.5.2 拉伸试验时,如断裂处与最近的标距标记之间的距离小于标距长度的 $1/3$ 且达不到规定的最小伸长率,该试样应予作废,并重新取样进行试验。

2.1.6 试验温度

除冲击试验外,如以后各章中无特殊规定,力学性能试验与工艺性能试验应在室温($18 \sim 25$)下进行。

第 2 节 拉伸试验

2.2.1 一般要求

船用金属材料的抗拉强度 σ_b 、屈服点 σ_s 、伸长率 δ_5 以及断面收缩 ψ 等力学性能应由拉伸试验测定。

2.2.2 试样

2.2.2.1 拉伸试样的形状和尺寸应符合表 2.2.2.1 的规定。试样端部可加工成适宜于试验机夹头夹持的形状。

表 2.2.2.1 拉伸试样的形状和尺寸

表中: l_0 为标距长度, mm;

L 为试样平行段的平行长度, mm;

A 为试样平行长度部分的原始横截面积, mm^2 。

注

1 对板材、扁钢和型钢的试样应加工成表中序号 所示的尺寸。对于全厚度试样, 若试验机能力不足, 可对一个轧制面进行加工, 将厚度减薄至 25mm;

2 除表中所规定的试样外, 亦可采用经验船部门认可的其他试样。

2.2.2.2 拉伸试样经机械加工后，其尺寸公差应符合验船部门认可的有关标准。

2.2.3 试验

2.2.3.1 在室温下进行拉伸试验时:

1) 在测定钢材的上屈服点或规定非比例伸长应力时,弹性应力变化率应不超过每秒 30N/mm^2 ;对有色金属应不超过每秒 10N/mm^2 。在达到屈服负荷后,测定抗拉强度时,应变速率最大应不超过每分钟40%原标距长度。

在测定球墨铸铁的抗拉强度时,应力变化率应不超过每秒 10N/mm^2 。

2) 钢材屈服点规定如下:

碳钢、碳锰钢和合金钢产品及其焊接材料,应测定上屈服点,或负荷下的规定非比例伸长为 0.5%时所对应的应力($\sigma_{p0.5}$);

3) 钢材上屈服点的测算应根据:

- a) 试验机标杆明显下落前的瞬时负荷;
- b) 指针退回之前的瞬时负荷或指针停滞时的负荷;
- c) 负荷—拉伸图上屈服阶段塑性变形开始处的负荷或屈服阶段的第一峰值负荷,不论该峰值负荷是否等于或小于随后出现的其他峰值负荷;

4) 当钢材的屈服现象不明显时,负荷下的 0.5%和/或 1.0%规定非比例伸长应力应由相应于总伸长为原标距长度 0.5%或 1.0%的负荷来计算。此时,伸长应采用适当的伸长计或分规测定;

5) 0.2%或 1.0%规定非比例伸长应力应通过精确的负荷—拉伸图上画一条与弹性变形的直线部分相距 0.2%或 1.0%标距(用伸长计测量)的平行直线来确定。此直线与负荷—拉伸图的塑性变形部分的交点表示屈服负荷,可根据此屈服负荷计算 0.2%或 1.0%规定非比例伸长应力。

2.2.3.2 在高温(50)下进行拉伸试验时:

1) 测定高温下的下屈服点或 0.2%规定非比例伸长应力所用的试样,其标距长度 l_0 应不小于 50mm,而横剖面面积 A 应不小于 65mm^2 。如果由于产品的尺寸或试验机能力的限制,试样亦应取实际可能达到的最大尺寸;

2) 加热设备应保证在试验时,试样温度与规定温度之间的偏差不大于 ± 5 ;

3) 在接近下屈服点或规定非比例伸长应力时,应变速率应控制在每分钟 0.1% ~ 0.3%原标距长度范围内;

4) 计算应变速率时,测量应变的时间间隔应不超过 6s。

2.2.4 等效伸长率

2.2.4.1 当实际试样的标距长度不是 $5.65\sqrt{A}$ 时,为判定材料的伸长率是否符合本篇各章节所规定的 $l_0=5.65\sqrt{A}$ 时的最小伸长率,对应标距长度为 $5.65\sqrt{A}$ 试样的等效伸长率值 δ_E (%)应按下式计算:

$$\delta_E = 2[\delta]\left(\frac{\sqrt{A}}{l}\right)^{0.4}$$

式中: A —— 试样平行段的原始横截面面积, mm^2 ;

$[\delta]$ —— 本篇各章节所规定的 $l_0=5.65\sqrt{A}$ 时的最小伸长率, %;

l —— 试样的标距长度, mm。

试验时实际测得的伸长率应不小于最小等效伸长率。

2.2.4.2 上述换算关系仅适用于热轧、退火、正火或正火加回火状态且抗拉强度不超过 700N/mm^2 的碳钢、碳锰钢和低合金钢。其它交货状态和抗拉强度超过 700N/mm^2 的碳钢、碳锰钢和低合金钢,以及其它材料的最小等效伸长率,应按验船部门认可的方法另行计算。

第 3 节弯曲试验

2.3.1 一般要求

- 2.3.1.1 弯曲试验一般用于检验金属材料的弯曲性能和冶金缺陷。
- 2.3.1.2 试验时，将试样放在试验机上，以符合有关章节要求的压头直径 D 和弯曲角度 在室温下缓慢地加载弯曲。试验后，用肉眼或用五倍放大镜检查试样弯曲部分外侧有无裂纹或起层等缺陷。

2.3.2 试样

- 2.3.2.1 根据材料的种类，弯曲试验的尺寸应符合表 2.3.2.1 的规定。

表 2.3.2.1 弯曲试样尺寸

序号	试样尺寸，mm	适用材料
1	试样厚度 $t=t_m$ ，试样宽度 $b=2t\pm2$ ， 试样长度 $L=5t+150$ ，试样边角半径 $r=1\sim2$ ， t_m 为试件厚度	轧制材料
2	试样厚度 $t=t_m$ ，试样宽度 $b=5t\pm2$ ， 试样长度 $L=5t+150$ ，试样边角半径 $r=1\sim2$ ， t_m 为试件厚度	
3	试样直径 $d=d_m$ ，试样长度 $L=5d+150$ ， d_m 为试件直径	
4	试样厚度 $t=20$ ，试样宽度 $b=25$ ， 试样长度 $L\geq 9t+D$ ，试样边角半径 $r=1\sim2$ ， D 为压头直径	铸锻钢材料

- 2.3.2.2 试样应尽量保留材料原轧制面，当受试验机能力限制时，对于板材，可将试样受压面经机加工减薄至 25mm，而试样受拉面应为材料原轧制面；对于圆棒材，可将试样加工成直径为 35mm 圆棒形试样。

第 4 节冲击试验

2.4.1 试样

- 2.4.1.1 冲击试样应为夏比 V 型缺口或夏比 U 型缺口试样，如图 2.4.1.1，其尺寸、公差应符合表 2.4.1.1 的规定。

图 2.4.1.1

- 2.4.1.2 冲击试样的截取部位和方向应符合本篇各章节的有关规定。试样通常应为近表面试样，其缺口应垂直于原轧制面，开槽位置距离火焰切割或剪切边应不小于 25mm。
- 2.4.1.3 对于厚度小于 10mm 的材料，应制成尽可能大的标准辅助试样，缺口方向应垂直于轧制面。标

准辅助试样的宽度及其标准试样冲击功的换算关系如表 2.4.1.3 所示。对于公称厚度在 6mm 以下的材料，一般不要求进行冲击试验。

表 2.4.1.1 冲击试样尺寸

名称		符号	夏比 V 型缺口试样		夏比 U 型缺口试样	
			公称尺寸，mm	偏差	公称尺寸	偏差
长度，mm		L	55	±0.6	55	±0.60
宽度，mm	标准试样	b	10	±0.11	10	±0.11
	标准辅助试样	b	7.5	±0.11	—	—
		b	5	±0.06		
厚度，mm		t	10	±0.06	10	±0.11
缺口角度，°		Q	45	±2	—	—
缺口宽度，mm		u	—	—	2	±0.14
缺口以下的厚度，mm		T	8	±0.06	5	±0.09
缺口根部半径，mm		r	0.25	±0.025	1	±0.07
试样端部至缺口中心距离，mm		<i>l</i>	27.5	±0.42	27.5	0.42
缺口对称面与试样纵向轴线间的角度，°		—	90	±2	90	±2

表 2.4.1.3 换算关系

标准辅助冲击试样的宽度，mm	与标准量冲击能量的换算系数
7.5	5/6
5	2/3

2.4.2 试验

2.4.2.1 所有冲击试验应在经验船部门认可的摆锤式冲击试验机上进行，冲击试验机的规格应符合表 2.4.2.1 的规定。

表 2.4.2.1 冲击试验机的规格

试验机最大冲击能量，J	150
支架间的距离，mm	40 ^{+0.5} ₀
支架的曲率半径，mm	1.0 ~ 1.5
支架的锥度	1:5
摆锤顶端角度，°	30 ± 1
摆锤顶端曲率半径，mm	1.0 ~ 2.5
摆锤瞬间冲击速度，m/s	4.5 ~ 7.0

2.4.2.2 冲击试验应在规定的温度下进行。试验温度不是室温时，应对试样温度进行严格控制。试样应在规定温度的环境下保持至少 5min，并在取出后 5s 之内进行冲击，以保证断裂瞬间试样的温度在规定温度 ± 2 的范围之内。

第 5 节 管材延性试验

2.5.1 压扁试验

2.5.1.1 试样的截取应使其端面垂直于管材的轴线，其长度应等于管材外径的 1.5 倍，但不小于 10mm，也不大于 100mm。

2.5.1.2 试验应在室温下沿垂直管材轴线的方向施压。试验时，在两个平坦而有刚性的平行平板间对试样加压，平板的尺寸应超过压扁后试样的长度和宽度。

压扁试验应连续进行到平板间的距离(压载时测量)不大于下式规定之值为止:

$$H = \frac{t(1+c)}{c + \frac{t}{D}}$$

式中：H ——两平行平板间的距离，mm；

t ——管壁厚度，mm；

D ——管材外径，mm；

c ——系数，按钢种或特别要求决定，详见本篇第 7 章规定。

试验后，试样不应有破裂或裂纹，试样端部的细小裂纹可以不计。

2.5.1.3 对于焊接管，焊缝应置于与压扁施力方向成垂直的位置。

2.5.2 扩口试验

2.5.2.1 试样的截取应使其端面垂直于管材的轴线，其长度应等于管材外径的 1.5 倍，且不小于 50mm，试验端的边缘应锉成圆角。

2.5.2.2 试验应在室温下用 45° 或 60° 的坚硬的圆锥形钢锥头对准管材中心线(如图 2.5.2.2 所示)压入管材，迫使管材端部扩大至本篇有关章节所规定的外径。试验时，锥头应加润滑剂，但锥头与管材在试验过程中不可相对转动。试验后，管材扩口部分不应有破裂或裂纹。

2.5.3 卷边试验

2.5.3.1 试样的截取应使其端面垂直于管材的轴线，其长度至少应等于管材外径，试验端的边缘应锉成圆角。

2.5.3.2 试验应在室温下用坚硬的圆锥形钢锥头对准管材中心线(如图 2.5.3.2 中(1)、(2)两种型式)，将管端卷边，直到试样端部增大至本篇有关章节所规定的直径。试验后，管材的筒体和卷边不应有破裂或裂纹。

图 2.5.2.2

图 2.5.3.2

2.5.4 弯曲试验

2.5.4.1 钢管应沿纵向截取试样。其试样应能保证在规定的弯曲半径和弯曲角度下进行弯曲。

2.5.4.2 对外径不小于 200mm 的钢管，因试验条件限制时，应截取宽度不小于 40mm 的全厚度圆周板条作试样。管壁较厚的试样，可机加工减薄至 20mm。而试样的边缘可加工成半径为 1.6mm 的圆角。试验按本篇第 7 章的有关规定，选取所需压头的直径。试样应在原来弯曲方向进行弯曲，弯曲角度为 180°。

2.5.4.3 试验应在室温下进行。弯曲后，试样应无裂纹或分层。

第 3 章 钢板、扁钢和型钢

第 1 节 通 则

3.1.1 适用范围

3.1.1.1 船体、机械、锅炉以及受压容器等所用的钢板、扁钢和型钢应符合本章的规定。

3.1.1.2 当使用不同于本章规定的钢材时，应将其化学成分、脱氧方法、交货状态和力学性能等资料提交验船部门认可。

3.1.2 制造

3.1.2.1 所有钢材，均应由经验船部门认可的钢厂按认可的工艺、钢种和等级进行生产。

3.1.2.2 所有钢材应采用平炉、电炉或碱性吹氧转炉冶炼。钢材的脱氧方法应符合本章各节的规定。如采用其他冶炼方法，应经验船部门认可。

3.1.2.3 钢可浇铸在锭模中或采用经认可的连铸方法铸造并应符合下列规定：

- 1) 钢锭或连铸方坯(或扁坯)的尺寸与钢材成品最厚部分的尺寸间的比例应达到足够的压缩比以保证成品具有良好的性能；
- 2) 若采用锭模浇铸，每个钢锭应切去足够的锭头锭尾，以保证成品无有害缺陷。钢厂应定期进行硫印或其他类似试验，以确保钢材具有良好的材质；
- 3) 若采用连铸方法，应在验船师在场的情况下进行规定的试验，且试验结果应经认可。

3.1.2.4 钢材若采用温度—形变控制轧制(TMCP)及相关的工艺生产，则应进行规定的试验，并将试验结果以及有关工艺性和可焊性等技术资料提交验船部门认可。

3.1.3 厚度公差

3.1.3.1 对本章第 2 节所规定的各类船体结构用钢板和宽扁钢，其厚度负偏差应不超过 0.3mm。
5mm 以下的钢板和宽扁钢及型钢的公差范围应符合验船部门认可的其它标准。

3.1.3.2 对于本章第 4 节所规定的机械结构用钢板和宽扁钢，其厚度负偏差应符合表 3.1.3.2 的规定。

表 3.1.3.2 机械结构用钢板和宽扁钢的厚度负偏差

公称厚度 t , mm	负偏差 , mm
5 t < 8	< 0.4
8 t < 15	< 0.5
5 t < 25	< 0.6
25 t < 40	< 0.8
t 40	< 1.0

3.1.3.3 对本章第 3 节所规定的钢材，如在订货合同中没有规定将公称厚度作为最小厚度时，则对板厚不超过 10mm 者，负偏差应不超过 0.3mm；对于板厚超过 10mm 者，负偏差应不超过 0.5mm。

3.1.3.4 钢板和宽扁钢的厚度应在距边缘至少 10mm 处测量。

3.1.3.5 工厂应采取措施，确保在厚度公差检验合格后至发货前，不致因锈蚀等原因导致不符合厚度公差的要求；船厂亦有责任保证钢材在使用前不致由人为因素而不符合厚度公差的要求。

3.1.4 试样

3.1.4.1 应根据钢材的种类,按本章各节的有关规定,以单件取样试验或按批取样试验进行验收。当允许按批试验验收时,供试验的材料应从同一产品形式(钢板、扁钢或型钢)、同一炉罐号、同一轧制工艺和同一供货状态的一批材料中选取。

3.1.4.2 试验材料的大小应根据试样的尺寸、数量和截取方向确定。试验材料应从下列部位切取(对于尺寸较小的钢材,试验材料的切取位置应尽可能接近规定的部位):

1) 对钢板和宽度大于或等于 600mm 的扁钢,应在端部距板边约 $1/4$ 板宽处切取,如图 3.1.4.2(1)所示;

图 3.1.4.2(1)

2) 对球扁钢、角钢等型钢,以及宽度小于 600mm 的扁钢,应在端部距边缘约 $1/3$ 宽度处切取,如图 3.1.4.2(2)所示。对于槽钢、工字钢等,也可在腹板上距边缘 $1/4$ 宽度处切取,如图 3.1.4.2(2)所示;

图 3.1.4.2(2)

3) 对于本章第 2 节和第 4 节所述的圆钢或棒材,应在距外表面约 $1/3$ 半径或 $1/6$ 对角线长度处切取,如图 3.1.4.2(3)所示;

图 3.1.4.2(3)

4) 对于本章第 3 节中所述的圆钢或棒材,应在距外表面约 12.5mm 处切取。若钢材尺寸较小,试样可加工成与圆钢或棒材同轴;

5) 对于厚度超过 40mm 的钢板或扁钢,可切取全厚度试验材料;但若采用圆棒形试样,应使轴线位于板厚的 $1/4$ 处。

3.1.4.3 从试验材料中截取并加工试样时,应注意试样的主轴线与最终轧制方向的关系:

- 1) 拉伸试验:钢材和宽度大于或等于 600mm 的扁钢:试样轴线与最终轧制方向垂直;
其他轧制产品:试样轴线与最终轧制方向平行;
- 2) 冲击试验:纵向试验:试样轴线与最终轧制方向平行;
横向试验:试样轴线与最终轧制方向垂直。

3.1.5 目检和无损检测

3.1.5.1 钢厂应对钢材进行外观检查及外形尺寸校核。

3.1.5.2 船用钢材的材质应均匀,无分层、裂纹等缺陷;钢材中的偏析和非金属夹杂,应尽可能减少或消除。

除本章各节另有规定外,钢材的无损检测一般不作为验收项目,但钢厂应采取适当措施保证钢材的内部质量。必要时,验船师可要求作无损检测的抽查。

3.1.6 缺陷和修整

3.1.6.1 对本章第2节和第4节所述的结构用钢,其表面缺陷可采用局部打磨方法予以消除,但修整后任何部位的厚度应不小于公称厚度的93%,且减薄量应不大于3mm,修整后表面应光滑平顺。除另有协议外,此类修整的范围应事先与验船师协商确定,并应验船师在场时进行修整。验船师可要求对已修整区域进行适当的无损检测,以证明缺陷已全部消除。

3.1.6.2 不能按本节3.1.6.1规定处理的表面缺陷,在征得验船师同意并在场的情况下,可用铲削或打磨后进行焊补的方法予以修整,但应符合下列要求:

- 1) 在缺陷消除后和焊补之前,单件钢材任何部位的厚度减薄应不大于钢材公称厚度的20%;
- 2) 对已修整区域应进行适当的无损检测,以证明缺陷已全部消除;
- 3) 应由具有适当资格的焊工用认可的焊条按认可的焊接工艺进行焊补。焊补后,被修补部位应打磨光滑,并进行无损检测,以证明焊补质量是合格的;
- 4) 当验船师提出要求时,钢材应在焊补和打磨后进行正火或其他适当的热处理。

3.1.6.3 对本章第3节所述的材料,其表面缺陷亦可按本节3.1.6.1和3.1.6.2的规定进行修补,但其厚度减薄应予以特殊考虑。同时焊补后应进行适当的焊后热处理并对修补区域进行无损检测。

3.1.7 标记与证书

3.1.7.1 钢厂对每一件钢材(小型钢材可包扎成捆),应至少在一个位置清晰地标出验船部门的标志和下列标记:

- 1) 钢厂名称及商标;
- 2) 钢材等级标记;
- 3) 炉罐号及其他能够追溯钢材全部生产过程的编号或缩写;
- 4) 如订货方要求,可标上定货合同号或其他识别标记。

上述标记和钢印应用油漆框出,以求明显易认。

3.1.7.2 凡标有验船部门标志的钢材,在随后的力学性能试验中,若发现不符合规定的要求,则应将标志彻底去除。

3.1.7.3 材料的合格证书应包括下列内容:

- 1) 订货方的名称和合同号以及使用该材料的船名或机号(可能时);
- 2) 材料运往的目的地;
- 3) 材料的说明书和尺寸;
- 4) 材料的技术规格或等级;
- 5) 炉罐号和桶样化学成分;
- 6) 力学性能试验结果;
- 7) 除轧制状态以外的供货状态。

3.1.7.4 当钢锭或铸钢坯并非由轧钢厂生产时,应由炼钢厂提供一份合格证书,说明钢的冶炼工艺、炉罐号和桶样化学成分,且该炼钢厂应经验船部门认可。

第 2 节
 一般强度船体结构用钢

3.2.1
 钢材等级

本节规定了 A、B、D、E 四个等级的一般强度船体结构用钢。这些规定适用于厚度不超过 100mm 的钢板和宽扁钢以及厚度不超过 50mm 的型钢和棒材。

3.2.2
 脱氧与化学成分

一般强度船体结构用钢的脱氧方法和桶样化学成分应符合表 3.2.2 的规定。

表 3.2.2
 一般强度船体结构用钢的脱氧方法和化学成分

钢材等级		A	B	D	E
脱氧方法 (厚度 t，mm)		t 50，除沸腾钢外任何方法 ¹⁾ t>50，镇静处理	t 50，除沸腾钢外任何方法 t>50，镇静处理	t 25，镇静处理 t>25，镇静和细晶处理	镇静和细晶处理
化 学 成 分 % 7) 8) 9)	C ²⁾	0.21 ³⁾	0.21	0.21	0.18
	Mn ²⁾	2.5C	0.80 ⁴⁾	0.60	0.70
	Si	0.50	0.35	0.35	0.35
	S	0.035	0.035	0.035	0.035
	P	0.035	0.035	0.035	0.035
	Al (酸溶)	—	—	0.015 ^{5) 6)}	0.015 ⁶⁾
1) 经验船部门和订货方同意，对 t 12.5mm 的 A 级型钢、可采用沸腾钢，但应在材料证书上注明。 2) 所有等级的钢均应符合:C%+1/6Mn% 0.40%。 3) 对于型钢，最大含碳量可为 0.23%。 4) 当 B 级钢作冲击试验时，其最低含锰量可降低至 0.6%。 5) 对 t>25mm 的 D 级钢适用。 6) 对 t>25mm 的 D 级钢和 E 级钢，可采用总铝含量来代替酸溶铝含量的要求，此时，总铝含量应不小于 0.02%；经认可后，也可使用其他细化晶粒元素，但应将其含量提交认可。 7) 若采用温度—形变控制轧制(TMCP 状态交货)，经特别认可后，化学成分可以不同于表中规定。 8) 钢中残余铜含量应不大于 0.35%；铬、镍的残余含量各应不大于 0.30%。 9) 在钢材的冶炼过程中添加的任何其他元素，应在材料证书上注明。					

3.2.3
 热处理

钢材的交货状态应符合表 3.2.3 的要求。

表 3.2.3
 一般强度船体结构用钢的交货状态

钢材等级	脱氧方法	产品型式	交货状态 ^{1) 2)}				
			厚度 t，mm				
			t 12.5	12.5<t 25	25<t 35	35<t 50	50<t 100
A	沸腾钢 t 50mm 除沸腾钢外任何方法； t>50mm，镇静处理	型材	A(—)	不适用			
		板材	A(—)				N(—)，TM(—) ³⁾ ，CR(50)
		型材	A(—)				不适用
B	t 50mm，除沸腾钢外任何方法； t>50mm，镇静处理	板材	A(—)	A(50)			N(50)，TM(50)，CR(25)
		型材	A(—)	A(50)			不适用

续表 3.2.3

D	镇静处理	板材型材	A(50)	不适用	
	镇静和细晶处理	板材	A(50)	N(50), CR(50), TM(50)	N(50), TM(50), CR(25)
		型材	A(50)	N(50), CR(50), TM(50)	不适用
E	镇静和细晶处理	板材	N(每件), TM(每件)		
		型材	N(50), TM(25)		不适用

1) 交货状态 A:任意;
N:正火;
CR:控制轧制;
TM(TMCP):温度—形变控制轧制;

2) 括号中的数值表示冲击试样的取样批量(单位为 t), (—)表示不作冲击试验。每一批量应取一组三个夏比 V 型冲击试样。

3) 如采用 TMCP 状态交货, 应经验船部门认可。

3.2.4 力学性能

3.2.4.1 钢板、扁钢和型钢的拉伸试验和冲击试验, 应符合本篇第 2 章的要求, 同时还应符合下列规定:

- 1) 拉伸试样应采用本篇表 2.2.2.1 中序号 的板状试样; 对厚度超过 40mm 者也可采用序号 (A) 项的圆棒形试样, 此时试样的轴线应位于钢材 1/4 厚度处;
- 2) 产品厚度不大于 40mm 时, 冲击试样应为近表面试样, 即试样边缘距轧制面小于 2mm; 当产品厚度超过 40mm 时, 试样的轴线应位于 1/4 厚度处。冲击试样的缺口方向应垂直于轧制面。

3.2.4.2 试样的取样数量规定如下:

- 1) 对所交付的每批钢材, 如果质量不大于 50t, 应从其中最厚的一件钢材上制备一个拉伸试样; 当一批钢材的质量大于 50t 时, 则应从每 50t 或不足 50t 的余额中的不同单件钢材上各制备一个拉伸试样; 对于同一炉的钢材, 其厚度或直径每改变 10mm, 均应作为另一批而重新制备一个拉伸试样; 对于型钢, 厚度是指切取试验材料部位的厚度; 单件钢材是指单个钢锭(或方坯, 扁坯)轧制而成的轧件;
- 2) 冲击试验的取样数量应符合表 3.2.3 的规定。

3.2.4.3 一般强度船体结构用钢的力学性能应符合表 3.2.4.3 的规定。

表 3.2.4.3 一般强度船体结构用钢的力学性能

钢材等级	屈服点 σ_s 不小于 N/mm ²	抗拉强度 σ_b N/mm ²	伸长率 δ_5 不小于 %	夏比 V 型缺口冲击试验钢材						
				试验温度	平均冲击功不小于, J					
					厚度 t, mm					
					t 50		50<t 70		70<t 100	
					纵向 ²⁾	横向 ²⁾	纵向	横向	纵向	横向
A	235	400 ~ 520 ¹⁾	22	20	—	—	34	24	41	27
B				0	27 ³⁾	20 ³⁾				
D				-20						
E				-40						

1) 经验船部门同意后, A 级型钢的抗拉强度的上限可以超出表中所规定的值。

2) 除订货方要求外, t 50mm 时冲击试验仅做纵向试验, 但钢厂应采取采取措施保证钢材的横向冲击性能。

3) 对厚度不大于 25mm 的 B 级钢, 经验船部门同意可不做冲击试验。

注

1 厚度大于 50mm 的 A 级钢, 如经过细化晶粒处理并正火状态交货, 可以不做冲击试验, 经验船部门同意, 以温度—形变控制轧制状态交货的 A 级钢亦可不做冲击试验。

2 型钢一般不进行横向冲击试验。

3.2.4.4 对于宽度 25mm, 标距长度 200mm 的全厚度板状试样, 其最小伸长率应符合表 3.2.4.4 的规定。

表 3.2.4.4 全厚度板状试样的最小伸长率

厚度 t , mm	t 5	5<t 10	10<t 15	15<t 20	20<t 25	25<t 30	30<t 40	40<t 50
伸长率 δ_s , %	14	16	17	18	19	20	21	22

第 3 节 锅炉与压力容器用钢

3.3.1 适用范围

3.3.1.1 本节规定适用于制造锅炉与压力容器的钢板、扁钢和型钢等的碳钢、碳锰钢和合金钢。

3.3.1.2 当采用本节规定以外的碳钢、碳锰钢和合金钢时，应提交资料并经验船部门认可，对抗拉强度大于 490N/mm² 但不大于 520N/mm² 的碳钢和碳锰钢以及抗拉强度不大于 600N/mm² 的合金钢，可予以认可。

3.3.2 脱氧方法与化学成分

锅炉与压力容器用钢的脱氧方法和桶样化学成分应符合表 3.3.2 的规定。

表 3.3.2 锅炉与压力容器用钢的脱氧方法和化学成分

钢材等级	脱氧方法	化学成分，%							
		C	Si	Mn	P.S	Al	Cr	Mo	其它元素
360A	镇静	0.17	0.15 ~ 0.35	0.40 ~ 1.20	0.04	0.015 ~ 0.065	—	—	Cr 0.25 Cu 0.30 Ni 0.30 Mo 0.1. 总量 0.70
410A	镇静	0.20	0.10 ~ 0.35	0.50 ~ 1.30	0.04	2)	—	—	
410B	镇静并细化晶粒	0.20	0.15 ~ 0.35	0.50 ~ 1.30	0.04	0.015 ~ 0.065	—	—	
460A	镇静	0.20 ¹⁾	0.10 ~ 0.40	0.80 ~ 1.40	0.04	2)	—	—	
460B	镇静并细化晶粒	0.20 ¹⁾	0.15 ~ 0.40	0.80 ~ 1.40	0.04	0.015 ~ 0.065	—	—	
490A	镇静	0.20 ¹⁾	0.15 ~ 0.50	0.90 ~ 1.60	0.04	2)	—	—	
490B	镇静并细化晶粒	0.20 ¹⁾	0.15 ~ 0.50	0.90 ~ 1.60	0.04	0.015 ~ 0.065	—	—	
1Cr0.5Mo	镇静	0.10 ~ 0.18	0.15 ~ 0.35	0.40 ~ 1.0	0.04	0.065	0.70 ~ 1.30	0.40 ~ 0.60	Cu 0.30 ; Ni 0.30
2.25Cr1Mo	镇静	0.08 ~ 0.18	0.15 ~ 0.50	0.40 ~ 0.80	0.04	0.065	2.0 ~ 2.50	0.90 ~ 1.10	Cu 0.30 ; Ni 0.30
1) 当厚度大于 30mm 时，钢材的含碳量可以 0.22%。 2) 钢材可以采用铝脱氧。									

3.3.3 热处理

锅炉和压力容器用钢，除拟作热成型的钢材经协商可采用轧制状态供货外，对于抗拉强度为 360N/mm² ~ 490N/mm² 的碳钢和碳锰钢，应以正火或控制轧制状态供货；对于 1Cr0.5Mo 和 2.25Cr1Mo 合金钢，则应以正火加回火状态交货。

3.3.4 力学性能

3.3.4.1 试样的取样数量规定如下：

- 1) 对于钢材，当每个轧制件质量不超过 5t 且长度不超过 15m 时，应从每个轧制件的一端切取一个拉伸试样和一组三个冲击试样；当质量大于 5t 或者长度超过 15m 时，应从每个轧制件的两端各切取一个拉伸试样和一组三个冲击试样。一个轧制件是指由单个钢锭(或方坯，扁坯)轧制成的轧件；
- 2) 对于带钢，应从每卷钢材的两端各取一个拉伸试样和一组三个冲击试样；
- 3) 对于型钢和棒材，可按批取样提交检验。每批钢材应不超过 50 根，且质量不超过 10t，每批钢材应具有同一截面尺寸，同一炉罐号和同一交货状态。每批钢材应从具有代表性的单件上切取一个拉伸试样和一组三个冲击试样。如果一批的质量超过 10t 时，应从每 10t 或不足 10t 的余额中的不同单件钢材上各切取一个拉伸试样和一组三个冲击试样。

3.3.4.2 试样的取样部位应符合本章 3.1.4.2 规定，对于矩形空心型材，可在任一边的中心部位取样(如

图 3.3.4.2 所示);对于环型空心型材,可在圆周任一部位上取样。

图 3.3.4.2

3.3.4.3 锅炉与受压容器用钢的力学性能应符合表 3.3.4.3 的规定。

表 3.3.4.3 锅炉与受压容器用钢的力学性能

钢材 等级	抗拉强度 σ_h N/mm ²		屈服点 σ_s 不小于, N/mm ²			伸长率 δ_5 不小于, %		夏比 V 型缺口冲击试验	
			厚度范围, mm			厚度范围, mm		试验温度,	平均冲击功, J
			t 16	16<t 40	40<t 60	t 40	40<t 60		
360	A	360 ~ 480	205	195	183	26	25	20	27
	B		235	215	195	26	25	0	
410	A	410 ~ 530	235	225	215	24	23	20	
	B		265	245	235	24	23	0	
460	A	460 ~ 580	285	255	245	22	21	20	
	B		295	285	275	22	21	0	
490	A	490 ~ 610	305	275	265	21	20	20	
	B		315	315	305	21	20	0	
1Cr0.5Mo		440 ~ 590	305	305	305	20	19	20	
2.25Cr1Mo		480 ~ 630	275	265	265	18	17	20	

3.3.5 高温力学性能

3.3.5.1 凡规定用于工作温度大于、等于 50 的钢材,应采用高温拉伸试验来测得其高温屈服点 σ_s^T 值,高温屈服点 σ_s^T 值见表 3.3.5.1。这些数值在锅炉钢板纳入有关标准时或新钢种初始认可时验证,以供设计用,不作为日常验收试验。如果没有这方面资料或使用温度高于表中所列温度,则对每炉钢至少应取一个试样(当同一炉钢轧制的钢板厚度不同时,应从最厚的钢板中切取),在设计温度或其它商定的温度下进行试验。

表 3.3.5.1 高温屈服点 σ_s^T

钢材 等级	厚度 t, mm	设计温度,											
		50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
		屈服点 σ_s^T 不小于, N/mm ²											
360	A	t 16	183	175	172	168	150	124	117	115	113		
		16<t 40	173	171	169	162	144	124	117	115	113		
		40<t 60	166	162	158	152	141	124	117	115	113		
	B	t 16	214	204	185	165	145	127	116	110	106		
		16<t 40	200	196	183	164	145	127	116	110	106		
		40<t 60	183	179	172	159	145	127	116	110	106		

续表 3.3.5.1

410	A	t 16	220	211	208	201	180	150	142	138	136			
-----	---	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	--	--	--

	B	16<t 40	204	201	198	191	171	150	142	138	136			
		40<t 60	196	192	188	181	168	150	142	138	136			
		t 16	248	235	216	194	171	152	141	134	130			
		16<t 40	235	228	213	192	171	152	141	134	130			
		40<t 60	222	215	204	188	171	152	141	134	130			
460	A	t 16	260	248	243	235	210	176	168	162	158			
		16<t 40	235	230	227	220	198	176	168	162	158			
		40<t 60	227	222	218	210	194	176	168	162	158			
	B	t 16	276	262	247	223	198	177	167	158	153			
		16<t 40	271	260	242	220	198	177	167	158	153			
		40<t 60	262	251	236	217	198	177	167	158	153			
490	A	t 16	280	270	264	255	228	192	183	177	172			
		16<t 40	255	248	245	237	214	192	183	177	172			
		40<t 60	245	240	236	227	210	192	183	177	172			
	B	t 16	297	284	265	240	213	192	182	173	168			
		16<t 40	293	279	260	237	213	192	182	173	168			
		40<t 60	283	272	256	234	213	192	182	173	168			
1Cr0.5Mo		t 60	284	270	265	248	236	216	205	199	194	188	181	174
2.25Cr1Mo		t 60	255	249	241	233	226	219	212	207	194	180	160	137

3.3.5.2 高温下承受负荷的结构所用钢材，除应测定高温强度外，还应测定高温蠕变断裂强度，即材料在设计温度下 100 000h 产生破断的平均应力 σ_D^T ，以供设计用， σ_D^T 的值见表 3.3.5.2。

表 3.3.5.2 高温破断平均应力 σ_D^T

温度，	钢级		温度，	钢级	
	360A	460A		1Cr0.5Mo	2.25Cr1Mo
	360B	460B			
	410A	490A			
	410B	490B			
	σ_D^T ，N/mm ²			σ_D^T ，N/mm ²	
380	171	227	480	210	170
390	155	203	490	177	153
400	141	179	500	146	137
410	127	157	510	121	122
420	114	136	520	99	107
430	102	117	530	81	93
440	90	100	540	67	79
450	78	85	550	54	69
460	67	73	560	43	59
470	67	63	570	35	51
—	—	—	580	—	44

第 4 节机械结构用钢

- 3.4.1 一般要求
- 3.4.1.1 焊接结构的机架、机座及减速齿轮箱等重要部件所用的轧制钢材，应采用镇静钢，其含碳量应不大于 0.23%。

3.4.1.2 若选用一般强度船体结构用钢作机械结构用钢时，应符合本章第 2 节的有关规定。

3.4.1.3 本章第 3 节所述的制造锅炉及受压容器用的碳钢和碳锰钢亦可作为机械结构用钢。作此项用途时，可按批进行检验，其批量的大小和拉伸试样的数量应符合本章 3.2.4.2 的规定。

对于工作温度高于 50 的重要机械构件，应将设计温度的力学性能资料提交验船部门备查。

第 4 章锻钢件

第 1 节通 则

- 4.1.1 适用范围
- 4.1.1.1 本章规定适用于船体、机械、受压容器及管系用的锻钢件，其制造方法应符合本篇 3.1.2.2 和 3.1.2.3 的规定。采用本章规定以外的碳钢、碳锰钢或合金钢时，应将其化学成分、力学性能和热处理规程等资料提交验船部门审核，经同意后，可按验船部门认可的有关标准验收。
- 4.1.1.2 本章要求也适用于代替锻钢件的轧制扁坯和方坯，以及用于机加工制造轴类、螺栓、螺柱及形状类似的其他部件的轧制圆钢。
- 4.1.1.3 所有锻钢件应由验船部门认可的工厂制造，并打上标志。
- 4.1.2 化学成分
- 4.1.2.1 锻钢件的桶样化学成分应符合本章各节的规定。具体化学成分的选择应适合于钢材的种类、锻钢件的尺寸和规定的力学性能。
- 4.1.2.2 除另有规定外，制造厂可自行决定添加适当的细化晶粒元素如 Al、Nb、V 等，但应在化学成分报告中注明。
- 4.1.3 锻制要求
- 4.1.3.1 所有锻钢件应采用镇静钢锻制。
- 4.1.3.2 如锻钢件由铸锭直接锻制或由铸锭锻成的方坯锻制时，铸锭应在金属铸型中铸成，其上端应具有较大的横截面和有效的冒口。
- 4.1.3.3 锻钢件应缓慢、均匀地加热，并应尽可能将锻钢件制成接近成品的尺寸和形状且有合理的加工余量。
- 4.1.3.4 钢锭的顶部和底部应切去足够的弃料，以保证成品锻钢件中不致有缩孔或偏析等有害缺陷。
- 4.1.3.5 所有锻钢件的心部区域应能达到足够的塑性变形量。对主要呈纵向纤维的锻钢件，其锻造比应不小于表 4.1.3.5 的规定。
- 盘形锻钢件(如齿轮)应采用墩粗法锻制，如钢坯经锻造比不低于 1.5:1 的初锻，则该盘形锻钢件的任何部位的厚度应不大于该钢坯长度的 1/2。如所用的坯料系直接切自钢锭或者钢坯经过锻造比低于 1.5:1 的初锻，则该盘形锻钢件任何部分的厚度应不大于原坯料长度的 1/3。

表 4.1.3.5 锻钢件的锻造比

锻制方法	总锻造比 ^{1) 2)}
直接由钢锭锻制或由钢锭锻成的钢坯锻制	L > D 时, 3:1 ; L ≤ D, 1.5:1
由轧制产品锻制 ³⁾	L > D 时, 4:1 ; L ≤ D, 2:1

1) 锻造比系指钢锭平均横截面积与锻钢件截面积(毛坯)之比，如果钢锭经过初锻，则可取初锻后的平均横截面面积作为计算锻造比的基准。2)

L 和 D 系指成品锻钢件的长度和直径。

3) 作为替代 锻钢件的轧制钢棒，其总锻造比应不小于 6:1。

4.1.3.6 环形锻钢件和其他类型的空心锻钢件，应由切自钢锭或钢坯的坯料锻制，而这些坯料在心轴扩拔之前，应经适当的冲孔、钻孔或套孔，或者采用取自空心钢锭上的坯料。锻钢件的壁厚应不大于该空心坯料壁厚的 1/2。如难以符合上述要求，锻造工艺应能保证坯料在冲孔、钻孔或套孔等工序前，经过

适当的加工处理,例如锻造比不低于 2:1 的纵向加工或锻粗加工。

4.1.3.7 对使用时要求具有一定的纤维方向的锻钢件,如曲轴,其制造工艺应提交验船部门认可。

4.1.4 热处理

4.1.4.1 锻钢件经热锻后,在适当的加工阶段应进行最终热处理,以便细化晶粒组织并获得所要求的力学性能。

4.1.4.2 如果由于某种原因锻钢件应重新加热以进一步作成型加工时,则应再作一次热处理。

4.1.4.3 凡采用气割或碳弧气刨将轧制扁坯切割成锻钢件形状时,应按认可的操作方法进行,且该项工序应在最终热处理之前完成并应根据坯料的成分和厚度进行适当的预热。

4.1.4.4 如果锻钢件在最终热处理后需经局部加热、热矫直或冷矫直,则应对该锻钢件作消除残余应力处理。

4.1.4.5 对需要作表面硬化处理的锻钢件应将其工艺规程提交验船部门审核,且制造厂应通过试验证实该锻钢件表面硬化层的硬度和深度确能达到要求的质量而又不致损害锻钢件本体的性能。

4.1.5 试验材料和试验

4.1.5.1 锻钢件试件的截面尺寸应与所代表的锻钢件的那一部分截面相同,试件应与锻钢件构成整体且与锻钢件经受相同的热处理,并在相当于钢锭的冒口端取样。当一个锻钢件在锻造后分成若干个单件且所有单件都装入同一炉进行热处理时,则在试验时可把这些单件看作一个锻钢件,所规定的试验次数应与原始锻钢件的总长度和质量有关。试件的大小应符合所需试验和可能进行的复试的需要。

4.1.5.2 具有同一炉罐号、同一热处理规程的尺寸相近的小型锻钢件,可进行批量试验。批量试验时,可取其中一个锻钢件作为试件或采用在同样锻造和热处理规程下单独锻制的锻钢件作为试件,并标上批号的标志。

4.1.5.3 试样的制备应符合本篇第 2 章和本章各节的有关规定。拉伸和冲击试样的取向应与锻钢件的纤维方向成一定关系,其规定如下:

纵向:试样的轴线平行于非弯曲纤维的延伸方向;

切向:试样的轴线与弯曲纤维的方向相切;

横向:试样的轴线与非弯曲纤维的方向垂直。

4.1.5.4 一般情况下,试样应在距表面 $1/3$ 半径处或 $1/2$ 厚度处截取。对于某些特殊锻钢件,取样部位可在图纸上加以规定。

4.1.5.5 拉伸试样横截面的面积应不小于 150mm^2 。若确因锻钢件尺寸所限,也应尽可能取最大的实际横截面,并应征得验船部门的同意。除另有规定外,制造厂可自行决定选用夏比 V 型缺口或 U 型缺口的冲击试样。

4.1.5.6 拉伸试验和冲击试验应符合本篇第 2 章的要求。凡本章中有硬度要求时,应进行硬度试验。

4.1.6 目测和无损检测

4.1.6.1 所有锻钢件应提交验船师作内、外表面的外观检查。

4.1.6.2 钢坯或锻钢件应按本章各节的有关要求作低倍组织检查,并应符合验船部门认可的有关标准。

4.1.6.3 锻钢件的表面应保持清洁。除锻钢件以粗加工状态交货外,在必要时可采用局部磨削、喷丸、喷沙或钢丝刷清理以及酸洗或其他化学方法清理表面。

4.1.6.4 锻钢件在完成机加工后,应按本章各节的有关要求磁粉或着色检测,检测方法判定标准应经验船部门认可。

4.1.6.5 锻钢件在机加工到适当阶段和最终热处理后,应在其表面作径向和/或轴向的超声波检测。检测

方法与判定标准应经验船部门认可。

4.1.6.6 除验船师同意外，上述无损检测应有验船师在场进行。

4.1.7 缺陷的修整

4.1.7.1 锻钢件表面的轻微缺陷可用批凿或修磨的方法去除，并用磁粉或着色检测以证实缺陷已被完全清除。

4.1.7.2 锻钢件表面一般不允许用焊补方法修整缺陷。对低应力区域的细小缺陷，经验船部门同意可以焊补，但应将焊补的详细资料及检查程序提交验船部门审核。

4.1.8 标记与证书

4.1.8.1 锻钢件制造厂对经验船部门检验合格的每一锻钢件，应至少在一个位置上清晰地标出标志及下列标记：

- 1) 炉罐号及供查阅此锻钢件锻制过程的标记；
- 2) 验船部门负责检验的单位及其钢印；
- 3) 负责检验的验船师的印章；
- 4) 试验压力(如有时)；
- 5) 最后检验日期。

钢印应用油漆框出，以求明显易认。

4.1.8.2 制造厂应对每一锻钢件或成批锻钢件提供包括下列内容的合格证书：

- 1) 锻钢件的规格和用途；
- 2) 锻钢件钢材的炉罐号和牌号；
- 3) 热处理状态；
- 4) 化学成分和力学性能试验结果；
- 5) 低倍组织检查结果(如有时)；
- 6) 锻造比；
- 7) 试验压力(如有时)；
- 9) 无损检测的方法及结果。

第 2 节 船体结构用锻钢件

4.2.1 适用范围

本节规定适用于建造船体结构(如舵轴、舵柱、舵梢以及首尾柱等)用的碳钢或碳锰钢的锻钢件。

若采用抗拉强度高于本节 4.2.4.2 规定的碳钢、碳锰钢，或采用合金钢时，应将其化学成分、力学性能和热处理规程等提交验船部门审核。

4.2.2 化学成分

采用焊接连接和非焊接连接的船体结构用锻钢件，其桶样化学成分应符合表 4.2.2 的规定。

4.2.3 热处理

锻钢件应采用下列热处理方法：

- 1) 完全退火；或
- 2) 正火；或
- 3) 正火加回火，回火温度应不低于 550 。

表 4.2.2 船体结构用锻钢件的化学成分

连接 方式	化学成分，%								
	C	Si	Mn	S	P	残余元素			
						Cu	Mo	Cr	Ni
焊接 ³⁾	0.23 ¹⁾	0.45	0.30 ~ 1.70 ²⁾	0.040	0.040	—			
非焊接	0.30	0.45	0.30 ~ 1.50	0.040	0.040	0.30	0.15	0.30	0.40
<div>1) 从锻钢件上取样时，含碳量应不超过 0.26%。</div> <div>2) 焊后不进行热处理时，其含锰量应不小于实际含碳量的三倍。</div> <div>3) 残余元素总含量应不超过 0.80%。</div>									

4.2.4 力学性能

4.2.4.1 锻钢件试样的截取方法如下：

- 1) 应从每个锻钢件的一端截取一个拉伸试样。如由一个钢锭锻制成几个锻钢件并经同一炉热处理者，选其中任一锻钢件，截取一个拉伸试样；
- 2) 对质量超过 4000kg 且长度超过 3m 的锻钢件，应从其两端各截取一个拉伸试样；
- 3) 除经验船部门同意外，拉伸试样应沿锻钢件的纵向截取。

4.2.4.2 锻钢件的拉伸试验结果应符合表 4.2.4.2 的规定。

对于大型锻钢件，当拉伸试样从锻钢件两端截取时，其两端的抗拉强度差值应不超过 70N/mm²。

表 4.2.4.2 船体结构用锻钢件的力学性能

抗拉强度 σ_b 不小于，N/mm ²	屈服点 σ_s 不小于，N/mm ²	伸长率 δ_5 不小于，%	
		纵向	横向
430	215	24	18

4.2.5 无损检测

舵杆和舵轴以及吊车架的法兰盘等船体结构锻钢件应进行超声波检测。对法兰根部和锥度部分，应进行表面裂纹检测。

第 3 节 轴系与机械结构用锻钢件

4.3.1 适用范围

4.3.1.1 本节规定适用于轴系用碳钢和碳锰钢及未包括在本章第 4 节、第 5 节范围内的机械用锻钢件。对用作主推进机械的轴系锻钢件，其抗拉强度范围应为 400N/mm² ~ 600N/mm²。

4.3.1.2 如采用合金钢锻钢件，应将其化学成分、力学性能和热处理规程提交验船部门审核并应符合下列规定：

- 1) 用作主推进轴时，其抗拉强度一般应不超过 800N/mm²；
- 2) 用作其他机械锻钢件时，其抗拉强度一般应不超过 1100N/mm²。

4.3.2 化学成分

4.3.2.1 锻钢件的桶样化学成分应符合表 4.3.2.1 的规定。

4.3.2.2 对于采用焊接装配成整体的锻钢件，其含碳量应不超过 0.23%，残余元素的总含量应不超过 0.80%，并应具有良好的焊接性能。若含碳量超过 0.23%，则应将其焊接工艺提交验船部门审核。

表 4.3.2.1 轴系与机械用锻钢件的化学成分

钢种	化学成分，%								
	C	Si	Mn	S	P	残余元素			
						Ni	Cr	Mo	Cu
碳钢和碳锰钢	0.60	0.45	0.30 ~ 1.50	0.04	0.04	0.40	0.30	0.15	0.30
合金钢	0.45	0.45	—	0.035	0.035	注			
注:其余合金元素应经验船部门审查。									

4.3.3 热处理

碳钢和碳锰钢锻钢件应采用下列热处理方法:

- 1) 完全退火；或
- 2) 正火；或
- 3) 正火加回火；或
- 4) 淬火加回火。

其中回火的温度应不低于 550 。对抗拉强度大于 700N/mm² 的锻钢件，应作淬火加回火处理。

4.3.4 试样和试验

- 4.3.4.1 每一锻钢件至少应在其一端(即相当于钢锭的冒口端)留有制备各种试验的试件一个；对于由一个钢锭制成并经同炉热处理的几个锻钢件或每批小型锻钢件，应至少选取其中一个锻钢件作为试件。
- 4.3.4.2 对于质量超过 4000kg 且长度超过 3m 的锻钢件，应在其两端各取试件一个。
- 4.3.4.3 各种锻钢件的试验项目和试样数量应符合表 4.3.4.3 的要求。

表 4.3.4.3 轴系与机械用锻钢件的试验项目和试样数量

锻钢件名称	试验项目和试样数量	
	碳钢和碳锰钢	合金钢
中间轴、推力轴、尾管轴、螺旋桨轴、连杆、活塞杆、十字头、增压器转子、轴类锻钢件、柴油机气缸头螺栓、贯穿螺栓、主轴承螺栓、轴系法兰螺栓、连杆上下端螺栓、凸轮轴、进排气阀、轴系传动机械的重要锻钢件。	1、化学成分分析； 2、拉伸试验，应至少取一个试样。	1、化学成分分析； 2、拉伸试验，应至少取一个试样； 3、冲击试验，应至少取一组三个试样。

- 4.3.4.4 试件应沿锻钢件纵向截取，但经同意也可按图 4.3.4.4(1)、(2)和(3)所示的部位选取所需的试样。

图 4.3.4.4(1).

图 4.3.4.4(2)

图 4.3.4.4(3)

4.3.5 力学性能

- 4.3.5.1 碳钢和碳锰钢铸钢件的力学性能应符合表 4.3.5.1 的规定。

表 4.3.5.1 轴系与机械用碳钢和碳锰钢锻钢件的力学性能

抗拉强度 σ_b 不小于 ²⁾ , N/mm ²	屈服点 σ_s 不小于 ¹⁾ , N/mm ²	伸长率 δ_5 不小于, %			硬度 ³⁾ HB
		纵向	切向	横向	
360	180	28	23	20	95 ~ 125
400	200	26	22	19	110 ~ 150
440	220	24	21	18	125 ~ 160
480	240	22	19	16	135 ~ 175
520	260	21	18	15	150 ~ 185
560	280	20	17	14	160 ~ 200
600	300	18	15	13	175 ~ 215
640	320	17	14	12	185 ~ 230
680	340	16	14	12	200 ~ 240
720	360	15	13	11	210 ~ 250
760	380	14	12	10	225 ~ 265

1) 对表中抗拉强度的中间值,其所对应的 σ_s 和 δ_5 可用内插法求得。

2) 抗拉强度<600N/mm²的各强度级锻钢,其抗拉强度的范围均为 120N/mm²;抗拉强度 600N/mm²的各强度级锻钢,其抗拉强度的范围均为 150N/mm²。

3) 硬度值仅作参考。

4.3.5.2 合金钢锻钢件经正火加回火或淬火加回火处理后的力学性能应符合本章表 4.4.6.2 的规定。

4.3.5.3 如一个锻钢件作二次或二次以上的拉伸试验时,其抗拉强度的差值应不超过下列规定:

- 抗拉强度<600N/mm²者,允许相差 70N/mm²;
- 抗拉强度 600N/mm²者,允许相差 100N/mm²。

4.3.6 无损检测

4.3.6.1 下列锻钢件应按本章 4.1.5 的规定进行磁粉检测:

- 1) 所有连杆用的锻钢件;
- 2) 缸径超过 400mm 的柴油机的下述部件:

气缸盖;活塞顶;活塞杆;

贯穿螺栓;凸轮轴的驱动齿轮;

气缸盖、十字头、主轴承及连杆轴承用的螺栓和螺柱。

4.3.6.2 下列锻钢件应按本章 4.1.5 的规定进行超声波检测:

- 1) 成品直径等于或大于 250mm 的尾管轴、螺旋桨轴、推力轴、中间轴和其他重要用途的轴;
- 2) 所有活塞顶和气缸盖;
- 3) 柴油机缸径大于 400mm 的活塞和连杆。

4.3.6.3 其余锻钢件可按审批的图纸的要求,进行无损检测。

第 4 节 曲轴锻钢件

4.4.1 适用范围

- 4.4.1.1 本节规定适用于碳钢和碳锰钢制造的整体曲轴以及全组合或半组合式的曲轴锻钢件。
- 4.4.1.2 曲轴锻钢件若采用合金钢,应将其化学成分、力学性能和热处理规程提交验船部门审核。其抗拉强度应不超过 1000N/mm²。
- 4.4.1.3 整体曲轴的锻造纤维应保证具有连续性。必要时,制造厂还应提交锻造后的曲轴试验报告,以

证实该锻钢件纤维组织的连续性是否良好。

4.2.2 制造

4.4.2.1 整体曲轴可采用模锻或其他可以保证曲轴锻造纤维具有连续性的锻造方法。曲轴的锻造工艺规程应提交验船部门审核。必要时，制造厂还应提交锻造后的曲轴的试验报告，以证实该锻钢件纤维组织的连续性是否良好。

4.4.2.2 对于半组合式的曲轴锻钢件，其锻造方法和工艺规程等资料，应提交验船部审核。

4.4.2.3 如曲柄臂采用热切割从锻制或轧制的扁坯上切割而成时，应符合本章 4.1.4.3 的要求。且所有经热切割后的锻钢件表面，均应以机加工削除至少 7.5mm 深的表面层。

4.4.3 化学成分

曲轴锻钢件的桶样化学成分应符合表 4.4.3 的规定。

表 4.4.3曲轴锻钢件的化学成分

钢种	化学成分，%								
	C	Si	Mn	S	P	残余元素			
						Ni	Cr	Mo	Cu
碳钢和碳锰钢	0.50	0.45	0.30 ~ 1.50	0.04	0.04	0.40	0.30	0.15	0.30
合金钢	0.60	0.40	—	0.035	0.035	注			
注:其余合金元素应经验船部门审查。									

4.4.4 热处理

4.4.4.1 锻钢曲轴应采用下列热处理方法:

- 1) 正火加回火；或
- 2) 淬火加回火。

其中，回火温度应不低于 550 。

4.4.4.2 锻钢曲轴若采用渗碳、渗氮或高频淬火等方法进行表面硬化处理时 ,应符合本章 4.1.4.5 的规定。

4.4.5 试样和试验

4.4.5.1 锻钢曲轴的每个锻钢件均应进行下列的试验:

- 1) 拉伸试验；
- 2) 冲击试验；
- 3) 硬度试验；
- 4) 低倍组织检查(仅适用于由钢锭直接锻制的且直径小于等于 250mm 的锻钢件)。

4.4.5.2 曲轴锻钢件的试样数量应符合下列规定:

- 1) 对整体曲轴，应至少从每个锻钢件的联轴器端制备一套纵向试样。当整体曲轴的质量(不包括试验材料)超过 3t 时，应从锻钢件的两端各制备一套纵向试样；
- 若曲柄采用机加工或热切割的方法成型时，其第二套试样应从距联轴器端最远的一个曲柄上所切割下来的材料中沿横向截取，如图 4.4.5.2(1)所示；

图 4.4.5.2(1)

- 2) 组合式曲轴的试样数量和取样部位应按验船部门认可的方法选取；
- 3) 一套试样应包括:
 碳钢和碳锰钢曲轴锻钢件取一个拉伸试样；
 合金钢曲轴锻钢件取一个拉伸试样和一组三个冲击试样。

4.4.6 力学性能

- 4.4.6.1 碳钢和碳锰钢的曲轴锻钢件，其拉伸试验的结果应符合本章表 4.3.5.1 的规定。
- 4.4.6.2 合金钢曲轴锻钢件的力学性能应符合表 4.4.6.2 的规定。

表 4.4.6.2 合金钢曲轴锻钢件的力学性能

抗拉强度 σ_s 不小于 N/mm ²	屈服点 σ_s 不小于 N/mm ²		伸长率 δ_5 不小于 %			夏比 V 型缺口试验平均 冲击功不小于, J						夏比 U 型缺口试验平均 冲击功不小于, J						硬 度 HB
	正火加 回火	淬火加 回火	纵向	切向	横向	正火加回火			淬火加回火			正火加回火		淬火加回火				
						纵向	切向	横向	纵向	切向	横向	纵向	切向	纵向	切向	纵向	切向		横向
600	330	420	18	16	14	25	20	15	41	31	24	25	22	17	35	29	24	175 ~ 215
650	355	450	17	15	13	25	15	13	32	24	22	22	17	15	30	24	23	190 ~ 235
700	380	480	16	14	12	20	15	12	32	24	22	22	17	15	30	24	23	205 ~ 245
750	405	530	15	13	11	18	14	11	32	24	20	20	16	14	30	24	22	215 ~ 260
800	430	590	14	12	10	15	12	9	32	24	20	17	15	12	30	24	22	235 ~ 275
850	455	640	13	11	9	15	12	9	27	22	18	17	15	12	26	23	20	245 ~ 290
900	—	690	13	11	9	—	—	—	27	22	18	—	—	—	26	23	20	260 ~ 310
950	—	750	12	10	8	—	—	—	25	19	16	—	—	—	25	21	18	275 ~ 330
1000	—	810	12	10	8	—	—	—	25	19	16	—	—	—	25	21	18	290 ~ 340
1050	—	870	11	9	7	—	—	—	21	15	13	—	—	—	23	17	15	310 ~ 365
注																		
1 取样方向应按本章各节图示所规定的方向。																		
2 对于抗拉强度的中间值,其所对应的 σ_s 、 δ_5 和平均冲击功的最小值均可用内插法求得。																		
3 对抗拉强度<900N/mm ² 的各强度级锻钢,其抗拉强度的范围均为 150N/mm ² ;对抗拉强度 900N/mm ² 的各强度级锻钢,其抗拉强度的范围均为 200N/mm ² ;																		
4 冲击试验在室温(18 ~ 25)下进行。平均冲击功仅适用于直径 250mm 的锻钢件,对于直径更大的锻钢件,其平均冲击功应符合验船部门认可的其它标准。																		

- 4.4.6.3 如一个锻钢件作二次或二次以上的拉伸试验，其抗拉强度的允许差值应符合表 4.4.6.3 的规定。

表 4.4.6.3 抗拉强度允许差值

抗拉强度 σ_b ，N/mm ²	抗拉强度允许差值不大于，N/mm ²
600 而<900	100
900	120

- 4.4.6.4 对按批试验的小型曲轴锻钢件，每个锻钢件应进行硬度试验，且硬度值应不低于本章表 4.3.5.1 和表 4.4.6.2 中的规定值。

4.4.7 无损检测

- 4.4.7.1 曲轴锻钢件的所有加工表面均应进行磁粉检测，尤其应注意对下列部位进行检查:
 1) 对整体曲轴，应注意曲柄销和主轴颈与曲柄臂相连的圆角半径处；
 2) 对半组合曲轴，应注意曲柄销以及曲柄销和曲柄臂相连的圆角半径处。
- 4.4.7.2 应对所有曲轴锻钢件进行超声波检测。

第 5 节 齿轮锻钢件

4.5.1 适用范围

4.5.1.1 本节规定适用于主推进轴功率 147kW、辅机功率 100kW 以上的齿轮传动装置。其它较小功率的齿轮传动装置，可适当放宽。

4.5.1.2 碳钢和碳锰钢锻造齿轮，其抗拉强度应不小于 400N/mm^2 。且应不超过 760N/mm^2 。凡抗拉强度超过 760N/mm^2 的齿轮、齿圈和齿轮套锻钢件，均采用合金钢锻造，并应将有关技术资料提交验船部门审核。

4.5.1.3 齿轮传动装置中的弹性联轴器、套筒轴和齿轮轴等锻钢件，应符合本章第 3 节的有关规定。

4.5.2 制造

齿轮锻钢件应具有足够的加工余量，以便机加工去除锻钢件表面的缺陷或脱碳层，以及热处理中可能产生的轻微弯曲和变形。

4.5.3 化学成分

碳钢和碳锰钢齿轮锻钢件的桶样化学成分应符合本章 4.3.2.1 的规定。

4.5.4 热处理

4.5.4.1 除本节 4.5.4.2 至 4.5.4.5 的规定外，齿轮锻钢件应采用下列热处理方法：

- 1) 正火加回火；或
- 2) 淬火加回火。

其中，回火温度应不低于 550°C 。

4.5.4.2 碳钢和碳锰钢锻钢件的抗拉强度大于 700N/mm^2 时，只允许作淬火加回火处理。

4.5.4.3 采用渗碳、氮化或高频淬火等方法对齿轮的齿面进行表面硬化处理时，应将其工艺规程、技术条件等资料提交验船部门审核。对初次制造齿轮的工厂，应通过试验以证实其齿面硬度的均匀性以及硬化层的深度是否能达到要求，而不损害本体的质量。

4.5.4.4 进行齿面氮化或高频淬火的齿轮锻钢件，应在轮齿机加工后的适当阶段进行热处理，以获得所需的力学性能，并为其以后的齿面硬化处理作好准备。

4.5.4.5 需要在最后机加工完毕后进行渗碳的齿轮锻钢件，应先作完全退火或正火加回火的热处理。

4.5.5 试样

每个齿轮锻钢件至少应提供一套试验材料，包括一个拉伸试样，一组三个冲击试样。试样的切取方法应符合下列规定：

1) 成品齿轮直径超过 200mm 的小齿轮锻钢件，应靠近齿部截取切向试样，如图 4.5.5(1)中部位 B 所示。若受尺寸限制无法在部位 B 取样时，则应按图中部位 C 所示，在轴颈末端截取横向试样；当该轴颈直径不超过 200mm 时，应在图中部位 A 截取纵向试样；

当有齿部分的成品长度超过 1.25m 时，应从锻钢件的两端截取试样；

图 4.5.5(1)

- 2) 成品齿轮直径不超过 200mm 的小齿轮锻钢件，可按图 4.5.5(1)在部位 A 截取纵向试样；
- 3) 大齿轮锻钢件的取样部位，应按图 4.5.5(3)所示，在任一 B 部位截取切向试样；

图 4.5.5(3)

4) 大齿圈的取样部位，应按图 4.5.5(4)所示，在任一 B 部位截取周向试样(相当于切向试样)，当成品大齿圈直径超过 2.5m 或质量(热处理状态，不包括试验材料)超过 3t 时，应在大齿圈直径方向的相对部位截取两套试样，如图 4.5.5(4)中部位 B 所示；

图 4.5.5(4)

5) 小齿套锻钢件的取样部位，应按图 4.5.5(5)所示，在任一 C 部位截取横向或切向试样，当小齿套成品长度超过 1.25m 时，试样应从两端截取。

图 4.5.5(5)

4.5.6 力学性能

4.5.6.1 碳钢和碳锰钢齿轮锻钢件和合金钢齿轮锻钢件的力学性能应分别符合本章表 4.3.5.1 和表 4.4.6.2 的规定。

4.5.6.2 如一个锻钢件作二次或二次以上的拉伸试验，其抗拉强度的允许差值应符合表 4.5.6.2 的规定。

表 4.5.6.2 抗拉强度允许差值

抗拉强度 σ_b , N/mm ²	抗拉强度允许差值不大于 , N/mm ²
<600	70
600 而<900	100
900	120

4.5.6.3 经同意，小齿轮锻钢件可按本章 4.1.5.2 规定进行批量试验。但每一锻钢件应进行硬度试验。

4.5.7 表面硬化处理

4.5.7.1 采用氮化或高频淬火对齿轮表面进行硬化处理的齿轮锻钢件，其抗拉强度应不低于 800N/mm²。

渗碳的齿轮锻钢件,应将其渗碳工艺规程,试样的制取以及试验规程等详细资料提交验船部门审核。其抗拉强度应不低于 750N/mm²，而且拉伸和冲击试验的结果均应符合表 4.4.7.2 中对淬火加回火合金钢锻件的规定，但表中最低屈服点和最高抗拉强度不适用。

4.5.7.2 所有齿轮锻钢件均应在热处理后和齿加工前进行硬度试验，并在拟作齿加工的圆周表面上的四

个等分点上 进行硬度测定，若加工后的齿轮直径超过 2.5m，则应在锻钢件的两端八个等分点上 进行硬度测定。

4.5.7.3 所有硬度试验的结果应符合本章表 4.3.5.1 和表 4.4.6.2 的规定。任一齿轮锻钢件经硬度试验后，所测得的最高和最低硬度的差值应符合表 4.5.7.3 的规定。

表 4.5.7.3 硬度允许差值

抗拉强度 σ_b , N/mm ²	硬度允许差值不大于 , HB
<600	25
600 而<900	35
900	42

4.5.7.4 渗氮和 高频淬火的锻钢件还应在表面硬化和机加工完成后对齿轮进行硬度试验，试验的方法和结果应符合验船部门认可的有关标准。

4.5.8 无损检测

4.5.8.1 所有齿轮锻钢件包括经氮化、渗碳或高频淬火进行表面硬化处理的齿轮锻钢件，均应进行磁粉检测或着色检验，检测的结果应符合验船部门认可的有关标准。

4.5.8.2 所有加工后直径超过 200mm 的齿轮锻钢件应在拟作切齿部分的表面上进行超声波检测 ,其结果应符合验船部门认可的标准。

4.5.8.3 若有必要，验船师可要求进行硬化层深度的测定。

第 6 节 锅炉、受压容器与管系用锻钢件

4.6.1 适用范围

4.6.1.1 本节规定适用于制造锅炉、受压容器和受压管系的碳钢、碳锰钢和低合金钢的锻钢件。若采用本节规定以外的碳钢、碳锰钢或合金钢时，应将其详细技术资料提交验船部门审核。

4.6.1.2 若采用焊接方法装配锻钢件，应将其化学成分、力学性能，热处理规程和焊接工艺等详细资料提交验船部门审核。

4.6.2 化学成分

碳钢、碳锰钢和低合金钢锻钢件的桶样化学成分应符合表 4.6.2 的规定。

表 4.6.2 锅炉、受压容器与管系用锻钢件的化学成分

钢种	抗拉强度 σ_b 不小于, N/mm ²	化学成分, %						
		C	Si	Mn	S	P	Al	残余元素
碳钢 和 碳锰钢	410	0.20	0.10 ~ 0.40	0.50 ~ 1.20	0.04	0.04	1)	Ni 0.40, Cu 0.30
	460	0.23	0.10 ~ 0.40	0.60 ~ 1.40	0.04	0.04		Mo 0.10, Cr 0.25
	490	0.25	0.10 ~ 0.40	0.90 ~ 1.70	0.04	0.04		总量 0.80
1Cr0.5Mo	410	0.20	0.10 ~ 0.40	0.40 ~ 0.70	0.04	0.04	0.02 2)	Cr 0.85 ~ 1.15 Mo 0.45 ~ 0.65
2.25Cr1Mo	490	0.15	0.10 ~ 0.40	0.40 ~ 0.70	0.04	0.04	0.02 2)	2.0 ~ 2.50 0.90 ~ 1.20

1) 细化晶粒钢的酸溶铝含量应 0.015%，或总铝含量 0.018%。
2) 对于合金钢只要酸溶铝含量不超过 0.020%，总铝含量的测定值均可接受。

4.6.3 热处理

4.6.3.1 碳钢和碳锰钢锻钢件应采取下列热处理办法:

- 1) 正火；或
- 2) 正火加回火；或
- 3) 淬火加回火。

4.6.3.2 合金钢锻钢件应采用下列热处理方法:

- 1) 正火加回火；或
- 2) 淬火加回火。

4.6.4 试样

锻钢件的试样数量和取样方法规定如下:

- 1) 除本条 4)的规定之外，每个锻钢件至少取一个拉伸试样。除锻钢件的尺度和形状受限制外，一般应沿锻钢件纵向取样；
- 2) 对每一端部开口的无缝鼓筒和联箱锻钢件，应在其两端截取试验材料，但对一端实心的锻钢件，可只在开口端截取试验材料；
- 3) 如果空心锻钢件的一端被锻成封口时，则应在封闭之前切下环状试验材料，并与锻钢件一起热处理；对于开口的空心锻钢件，应在最终热处理后截取试验材料。
- 4) 单件质量不超过 1t，每批质量不超过 10t 的小型锻钢件，可按本章 4.1.5.2 的规定进行批量试验，但应逐个进行锻钢件硬度试验；
- 5) 除另有规定外，拉伸试样应沿纵向且位于锻钢件表面下约 12.5mm 处切取。

4.6.5 力学性能

4.6.5.1 碳钢、碳锰钢和合金钢的锻钢件的力学性能应符合表 4.6.5.1 的规定。

表 4.6.5.1 锅炉、压力容器与管系用锻钢件的力学性能

钢种	直径或等效厚度 t, mm	抗拉强度 σ_b 不小于, N/mm ²	屈服点 σ_s 不小于, N/mm ²	伸长率 δ_5 , 不小于, %	硬度 HB
碳钢和碳锰钢	t 63	410	215	20	110 ~ 115
	63<t 250		205		
	t 63	460	245	18	130 ~ 170
	63<t 250		235		
	t 63	490	265	16	140 ~ 180
	63<t 250		255		
细晶粒碳钢和 碳锰钢	t 63	410	235	20	110 ~ 155
	63<t 250		220		
	t 63	460	275	18	130 ~ 170
	63<t 250		255		
	t 63	490	305	16	140 ~ 180
	63<t 250		280		
1Cr0.5Mo	t 100	410	255	18	110 ~ 160
2.25Cr1Mo	t 100	490	275	18	140 ~ 185

续表 4.6.5.1

注
1 对抗拉强度的中间值，其所对应的 σ_s 和 δ_5 的最小值可用内插法求得。
2 表中各级强度级的碳钢和碳锰钢的抗拉强度的范围均为 120N/mm ² ；合金钢的抗拉强度范围均为 150N/mm ² 。

3 取自锻钢件两端的拉伸试样，其抗拉强度的差值应不超过 70N/mm ² 。
4 仅对按批试验的小型锻钢件有硬度试验的要求。

4.6.5.2 拟用于温度高于 200 的锻钢件，应做高温拉伸试验，试样应取自与常温试验所取试件相邻的材料。试验程序和结果应符合验船部门认可的有关标准。

4.6.6 无损检测

对锻造的筒体和联箱铸钢件，应进行超声波检测；对盆形端部的筒体和鼓筒锻钢件应在其盆形端部进行磁粉检测或着色检测。

对壁厚小于 100mm 的锻钢件，可不要求进行上述检测。

4.6.7 压力试验

空心锻钢件应作压力试验。

第 5 章 铸钢件

第 1 节 通 则

5.1.1 适用范围

5.1.1.1 本章规定适用于建造船体、机械、锅炉、受压容器和管系的铸钢件。

5.1.1.2 采用本章规定以外的碳钢、碳锰钢或合金钢时,其化学成分、热处理规程和力学性能应经验船部门同意。

5.1.1.3 由同一炉钢水浇铸,尺寸大致相同并进行相同热处理的批量生产的小型铸钢件经验船部门同意,可按批进行检验。

5.1.2 制造加工

5.1.2.1 铸钢件应由验船部门认可的铸造厂制造,所用原料也应由验船部门认可的制造厂提供。

5.1.2.2 采用气割进行切割和开槽或使用碳弧气刨铲除铸钢件的多余部分或浇冒口时,应按认可的施工方法进行,且这些工作应在最后热处理之前完成。必要时,还应视铸钢件的化学成分或厚度进行预热。凡受切割影响的区域要进行机加工或用打磨方法除去。

5.1.2.3 凡由二个或二个以上铸钢件焊接而成一个复合件时,应将焊接工艺规程提交验船部门审核。必要时,应进行焊接工艺试验。

5.1.3 质量

5.1.3.1 铸钢件表面和内部应无气孔、裂缝、缩孔、冷隔、结疤等缺陷,以及将会影响铸钢件使用的其他缺陷。

5.1.3.2 铸钢件应按批准图纸的要求,加工到规定的表面粗糙度。

5.1.3.3 铸钢件表面不可进行敲打和锤击,也不可以任何方式来掩盖其表面缺陷。

5.1.4 化学成分

5.1.4.1 铸钢件应采用镇静钢制成。铸钢件的桶样化学成分应符合本章各节有关规定。

5.1.4.2 铸造厂选用的细化晶粒元素及其含量,应在化学成分报告中说明。

5.1.5 热处理

5.1.5.1 铸钢件应进行热处理以改善其组织结构。所采用的热处理方法,应符合本章各节的有关规定。

5.1.5.2 如铸钢件经过局部再加热,或在最终热处理以后又进行了校直,还应再次进行热处理,以消除有害的残余应力。

5.1.6 试样

5.1.6.1 每个或每批铸钢件应能提供足够的试验材料,以符合规定的试验和可能进行的复试的需要。试件可与铸钢件一起整体浇铸或附带于铸钢件的本体上,试件厚度应不小于 30mm。对薄壁淬火加回火铸钢件,试件厚度至少为 20mm,且应与铸钢件的厚度相适应。

5.1.6.2 试验材料应在最终热处理完成之后才能与铸钢件本体分离。分离之前,应标上明显的标记。

5.1.6.3 按本节 5.1.1.3 提交批量检验的小型铸钢件,其试件可单独浇铸,但应与其所代表的铸钢件一起作热处理,并标上其所代表的批量的标记。

5.1.6.4 全部试样应按照本篇第 2 章的规定制备。拉伸试样的横截面积应大于 150mm²。

5.1.7 力学性能

铸钢件的力学性能应符合本章各节的有关要求。

5.1.8 目测和无损检测

5.1.8.1 检验前, 铸钢件表面应采用酸洗、局部打磨、喷丸、喷砂、钢丝刷清理等方法处理。

5.1.8.2 所有铸钢件均应提交验船师进行目检, 在可能的情况下, 应包括对内表面的检验。

5.1.8.3 经精加工的铸钢件表面按本章各节规定进行磁粉检测, 检测部位应符合下列规定:

- 1) 经批准的图纸上所指明的部位;
- 2) 所有填角和截面突变处;
- 3) 用气割或碳弧气刨加工过的部位;
- 4) 组装时焊接过的部位;
- 5) 在使用中有可能承受高应力的区域。

上述检测不可采用干粉法进行磁粉检测, 且一般应在验船师在场时进行。

5.1.8.4 对铸钢件的下列部位应进行超声波检测:

- 1) 图纸上所指明的部位;
- 2) 组装时焊接过的部位;
- 3) 根据经验有可能出现严重内部缺陷的部位。

5.1.8.5 铸钢件的 X 射线检测, 可按本节 5.1.8.4 规定的部位进行。X 射线检测的技术细节、全部射线照片以及验收标准, 均应提交验船部门审核。

5.1.9 压力试验

当有要求时, 铸钢件还应在验船师在场的情况下进行压力试验。

5.1.10 缺陷的修补

5.1.10.1 铸钢件如有影响验收的缺陷, 应采用下列方法之一予以去除:

- 1) 机加工;
- 2) 批凿;
- 3) 打磨;
- 4) 气割或碳弧气刨。

5.1.10.2 铸钢件缺陷铲除后, 应进行无损检测以证实缺陷已被完全消除。如铲除缺陷所产生的浅槽或凹坑, 对铸钢件的使用无不良影响, 可将其打磨成光滑的圆弧表面, 但应经验船师检查和验收。

5.1.10.3 采用气割或碳弧气刨铲除重要缺陷时, 可视铸钢件的化学成分、缺陷的大小和性质, 进行必要的预热。

5.1.10.4 凡拟采用焊补方法对铸钢件的缺陷进行修补时, 应将所探明缺陷的数量、大小和部位的草图以及焊补工艺规程, 提交验船部门审核。

5.1.10.5 焊补应按照认可的工艺规程, 由考试合格的焊工在平焊位置或能保证焊补质量的位置进行, 并应避免气候条件的不良影响。

5.1.10.6 铸钢件缺陷的焊补应采用经认可的低氢型焊接材料, 其焊缝的熔敷金属应具有不低于铸钢件母材的力学性能。焊补之前, 应进行焊接工艺认可试验, 以证明所采用的焊接工艺能保证预期的焊接性能。

5.1.10.7 所有合金钢铸钢件在焊补前均应进行适当的预热。碳钢和碳锰钢铸钢件也可根据其化学成分、缺陷的大小和位置进行预热。如果拟焊补的是重大缺陷, 则在焊补前, 铸钢件应进行细化晶粒处理。

5.1.10.8 焊补完毕后, 铸钢件应按本章有关要求, 进行温度不低于 550 的消除应力的热处理。

焊补面积小且机加工又进行到最后阶段的铸钢件，可采用局部消除应力的热处理。

5.1.10.9 在焊后热处理以后，焊补处及其邻近的母材应打磨光滑，并根据原来缺陷的数量、大小和部位的草图，用适当的无损检测作进一步的复查，以确保缺陷全部消除。

5.1.10.10 铸钢曲轴缺陷的焊补，应符合本章第 4 节的规定。

5.1.11 标记与证书

5.1.11.1 铸造厂对每一铸钢件或每批铸钢件 ,应至少在一个位置清晰地标上验船部门的标志和以下的标记：

- 1) 炉罐号或供查阅此铸钢件制造过程的识别标记；
- 2) 验船部门负责检验的单位及其钢印；
- 3)负责检验的验船师的印章；
- 4) 试验压力(如有时)；
- 5) 最后检验的日期。

5.1.11.2 制造厂应对每一铸钢件或每批铸钢件提供包括下列内容的合格证书：

- 1) 铸钢件质量及铸钢件说明书；
- 2) 炉罐号和化学成分；
- 3) 热处理规程；
- 4) 力学性能试验结果；
- 5) 试验压力(如有时)；
- 6) 无损检测的方法和结果。

第 2 节 船体结构用铸钢件

5.2.1 适用范围

本节规定适用于建造船体结构用的碳钢或碳锰钢铸钢件。如采用比本节 5.2.4.2 所述抗拉强度更高的碳钢或碳锰钢，或采用合金钢时，应将其化学成分、力学性能和热处理规程等提交验船部门审核。

5.2.2 化学成分

铸钢件的桶样化学成分应符合表 5.2.2 的规定。

表 5.2.2 船体结构用铸钢件的桶样化学成分

化学成分，%							
C	Si	Mn	P	S	残余元素		
					Ni	Cr	Mo	Cu
0.23	0.60	1.60	0.04	0.04	0.80		
注:锰含量应不小于实际含碳量的三倍。							

5.2.3 热处理

铸钢件应采用下列热处理方法:

- 1) 完全退火；或
- 2) 正火；或
- 3) 正火加回火，回火温度应不低于 550 。

5.2.4 力学性能

- 5.2.4.1 铸钢件试样的制备规定如下:
- 1) 铸钢件的拉伸试样应以与铸钢件同炉的钢水铸成, 可以从铸钢件本体上截取或与铸钢件附带一起浇铸。一起浇铸时, 试样与铸钢件本体之间应有明显的间隔;
 - 2) 每一铸钢件或每批铸钢件应至少制备一个拉伸试样;
 - 3) 当铸钢件的质量超过 10t 或形状复杂时, 应制备二个拉伸试样。若单个大型铸钢件系由二炉或二炉以上的钢水浇铸, 且各炉钢水在浇铸前未曾在同一钢水包内混合时, 则拉伸试样应按炉数在与铸钢件有明显间隔的位置上与铸钢件一起浇铸。
- 5.2.4.2 铸钢件的力学性能应符合表 5.2.4.2 的规定。

表 5.2.4.2 船体结构用铸钢件的力学性能

抗拉强度 σ_b 不小于, N/mm ²	屈服点 σ_s 不小于, N/mm ²	伸长率 δ_5 , 不小于, %	断面收缩率 ψ 不小于, %
400	200	25	40

- 5.2.5 无损检测
- 凡用作尾柱、舵和螺旋桨轴架的铸钢件均应做超声波检测和磁粉检测, 其验收标准应经验船部门认可。其他铸钢件的检测应按批准图纸中的要求进行。

第 3 节 机械结构用铸钢件

- 5.3.1 适用范围
- 本节规定适用于机械结构用碳钢或碳锰钢铸钢件。若用含碳量高于本节表 5.3.2.1 规定的碳钢或碳锰钢, 或采用合金钢时, 应将其化学成分、力学性能和热处理规程等资料提交验船部门验船部门审核。
- 5.3.2 化学成分
- 5.3.2.1 铸钢件的桶样化学成分应符合表 5.3.2.1 的规定。

表 5.3.2.1 机械结构用铸钢件桶样化学成分

钢种	化学成分, %								
	C	Si	Mn	S	P	残余元素			
						Ni	Cr	Mo	Cu
碳钢和碳锰钢	0.40	0.60	0.50 ~ 1.60	0.04	0.04	0.40	0.30	0.15	0.30

- 5.3.2.2 当二个或二个以上的铸钢件, 以焊接方式连接成整体时, 其含碳量应不超过 0.23%, 并应具有良好的可焊性。若使用更高含碳量的碳钢、碳锰钢或合金钢的焊接结构, 应经验船部门特批。
- 5.3.3 热处理
- 5.3.3.1 铸钢件应采用下列热处理方法:
- 1) 完全退火; 或
 - 2) 正火; 或
 - 3) 正火加回火, 回火温度应不低于 550 。
- 5.3.3.2 主机底座铸钢件和在尺寸稳定和消除残余应力方面有要求的其他铸钢件, 均应按下列规定进行消除应力的热处理:
- 1) 将铸钢件加热到 550 以上, 然后随炉冷却到 300 或更低的温度; 或

2) 完全退火后，随炉冷却到 300 或更低的温度。

5.3.4 力学性能

- 5.3.4.1 每一铸钢件或同炉浇铸的每批铸钢件至少应截取一个拉伸试样。
- 5.3.4.2 如铸钢件形状复杂或质量超过 10t ,则应制备二个拉伸试样。当采用二炉或二炉以上的钢水浇铸成一个大型铸钢件 ,且各炉钢水在浇铸前未在同一钢水包中混合时 ,应按炉数截取相应数量的拉伸试样。这些试验材料均应与铸钢件铸成一体，且彼此之间应尽量远离。
- 5.3.4.3 碳钢和碳锰钢铸钢件的力学性能应符合表 5.3.4.3 的规定。

表 5.3.4.3 机械结构用铸钢件的力学性能

抗拉强度 σ_b 不小于 ²⁾ , N/mm ²	屈服点 σ_s 不小于 ¹⁾ , N/mm ²	伸长率 δ_5 ¹⁾ , 不小于, %	断面收缩率 ψ 不小于, %
400	200	25	40
440	220	22	30
480	240	20	27
520	260	18	25
560	300	15	20
600	320	13	20

1) 抗拉强度为中间值时，其对应的 σ_b 、 δ_5 、 ψ 的最小值，均可用内插法求得。

2) 表中各强度级铸钢的抗拉强度范围均为 150N/mm²。

5.3.5 无损检测

- 重要机械结构用铸钢件的无损检测应符合下列规定:
- 1) 柴油机机座、活塞顶和气缸盖铸钢件，均应做磁粉检测和超声波检测；
- 2) 在批准图纸上有所规定或验船部门有要求的其他铸钢件，亦应进行无损检测。

第 4 节 曲轴铸钢件

5.4.1 适用范围

本节规定适用于半组合和全组合式的碳钢和碳锰钢曲轴铸钢件。如拟采用高于本节规定含碳量的碳钢或采用合金钢时，应将其化学成分、力学性能和热处理规程等资料提交验船部门审核。对合金钢，其抗拉强度应不大于 700N/mm²。

5.4.2 制造

半组合式曲轴铸钢件的铸造方法应提交验船部门审核。制造厂应进行必要的工艺认可试验，以验证拟采用的铸造方法是否能保证铸钢件的质量以及铸钢件重要部位符合要求。

5.4.3 化学成分

曲轴铸钢件的桶样化学成分应符合本章表 5.3.2.1 的规定，但其残余元素应符合下列要求：

- Cu 0.40%
- Cr 0.40%
- Ni 0.40%
- Mo 0.20%

残余元素的总含量应不超过 1.00%。

5.4.4 热处理

曲轴铸钢件应按下列规定进行热处理。

- 1) 完全退火并在炉内冷却到 300 或更低的温度；
- 2) 正火加回火，回火温度应不低于 550 ，并在炉内冷却到 300 或更低的温度。

5.4.5 力学性能

5.4.5.1 曲轴铸钢件的试件应附带于铸钢件的本体上。试件的数量和部位应由铸造厂提出并送交验船部门审核。

5.4.5.2 每个铸钢件的试件上应至少能制备一套试样和可能进行的复试的试样。每套试样应包括一个拉伸试样和一组三个冲击试样。

5.4.5.3 碳钢和碳锰钢曲轴铸钢件的力学性能应符合表 5.4.5.3 的规定。

表 5.4.5.3 曲轴铸钢件的力学性能

抗拉强度 σ_b 不小于, N/mm ²	屈服点 σ_s 不小于, N/mm ²	伸长率 δ_5 不小于, %	断面收缩率 ψ 不小于, %	夏比 V 型缺口冲击试验 平均冲击功不小于, J	夏比 U 型缺口冲击试验 平均冲击功不小于, J
400	200	28	45	32	30
440	220	26	45	28	27
480	240	24	40	25	25
520	260	22	40	20	22
550	275	20	35	18	20

注:

- 1 抗拉强度为中间值时，其对应的 σ_b 、 δ_5 、 ψ 和平均冲击功的最小值，均可用内插法求得。
- 2 表中各强度级铸钢的抗拉强度范围均为 120N/mm²。
- 3 冲击试验的温度为室温（18 ~ 25 ）。除另有规定外，可由制造厂任选 V 型或 U 型缺口冲击试样。

5.4.6 无损检测

5.4.6.1 每个曲轴铸钢件均应进行超声波检测。

5.4.6.2 曲轴铸钢件的所有表面均应进行磁粉检测。

5.4.7 缺陷的修补

5.4.7.1 对曲轴铸钢件表面的轻微缺陷，应首先考虑用机械方法打磨或修整成有过渡圆弧的光滑表面，但修整所形成凹坑的深度应不大于 $0.01d$ (d 为曲柄销或套合孔的直径)。

对有加工余量的表面轻微缺陷，可用机加工予以去除。

5.4.7.2 一般仅允许对偶然和意外出现的表面缺陷进行焊补，但事先应经验船部门同意。

5.4.7.3 在下列情况下，不能对曲轴铸钢件缺陷进行焊补：

- 1) 由于铸造工艺不当或施工不正确而重复出现的缺陷；
- 2) 表面靠堆焊来增加厚度或填补大面积的凹坑；
- 3) 含碳量超过 0.30% 时；
- 4) 按下列公式计算出的碳当量 C_{eq} 大于 0.65% 时：

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{C_r + M_o + V}{5} + \frac{N_i + C_u}{15} \quad \%$$

5.4.7.4 若确有必要, 经验船部门同意, 曲轴铸钢件的表面缺陷的焊补应符合下列规定:

1) 对曲臂表面:

a) 单个焊补沟槽的最大体积应不大于 $3.2t(\text{cm}^3)$ ；每个曲臂所有焊补沟槽的总体积应不大于 $9.6t(\text{cm}^3)$ ；其中 t 为曲臂沿轴线方向的厚度值(cm)。如图 5.4.7.4(1)和(2)所示；

- b) 对全组合和半组合曲轴, 如图 5.4.7.4(1)和(2)所示, 标有交叉阴影线的部位不能进行焊补;
 - c) 如不影响曲臂的强度, 且在重力平衡的范围之内, 焊补范围可适当放宽。
- 2) 对曲臂套合孔内的表面:
- a) 各焊补区域的间距应不小于 125mm;
 - b) 如图 5.4.7.4(1)和(2)所示, 在距孔边 $t/5$ 的孔内环带以及图示 120° 弧长范围内的任何位置均不能焊补;
 - c) 套合孔内表面焊补的最大体积应不大于 $1.1t(\text{cm}^3)$, 且任一套合孔内表面的焊补应不超过三处。

图 5.4.7.4(1)

图 5.4.7.4(2)

5.4.7.5 在焊补区域内的缺陷材料挖除后, 应采用磁粉检测或其他适当的方法, 核实该缺陷是否被铲除干净。由于挖除缺陷材料所形成的沟槽和凹坑, 可修整成适当的形状, 以利于施焊。

5.4.7.6 焊补应由合格的焊工, 采用不低于曲轴铸钢件强度的低氢型焊条, 以平焊的方式进行施焊。

5.4.7.7 曲轴铸钢件应于焊补前进行细化晶粒热处理, 并应在焊补前预热至 200°C 或更高温度, 建议此种预热在炉内进行, 并一直保持温度到焊补结束和焊后热处理为止。

5.4.8 焊后热处理及检查

5.4.8.1 焊补完毕, 曲轴铸钢件应进行下列焊后热处理:

- 1) 完全退火; 或
- 2) 正火加回火。如经上述热处理后仍有单个小缺点, 可允许再次补焊, 但随后应进行不低于 550°C 的焊后处理。

5.4.8.2 所有补焊表面均应打磨光滑, 并进行磁粉检测, 以证实焊缝表面及其邻近母材没有危害性缺陷。

第 5 节 锅炉、受压容器与管系用铸钢件

5.5.1 适用范围

本节规定适用于锅炉、受压容器和管系用的碳钢或合金钢铸钢件。若采用抗拉强度大于 490N/mm^2 而小于 520N/mm^2 的碳钢和碳锰钢或采用本节规定范围之外的合金钢时, 应将其化学成分、力学性能和热处理规程等资料提交验船部门审核。

5.5.2 化学成分

铸钢件的桶样化学成分应符合表 5.5.2 的规定。

表 5.5.2 锅炉、受压容器与管系用铸钢件的桶样化学成分

钢种	化学成分，%									
	C	Si	Mn	S	P	残余元素				
						Cr	Mo	Cu	Ni	总含量
碳钢和碳锰钢	0.25	0.60	0.50 ~ 1.60	0.40	0.40	0.25	0.15	0.30	0.40	0.80
合金钢	C	Si	Mn	S	P	Cr	Mo	V	残余元素	
									Cr	Cu Ni
0.5Mo	0.25	0.60	0.50 ~ 1.0	0.40	0.40	—	0.35 ~ 0.65	—	0.25	0.30 0.40
1Cr0.5Mo	0.23	0.60	0.50 ~ 0.80	0.40	0.40	1.0 ~ 1.50	0.45 ~ 0.65	—	—	0.30 0.40
2.25Cr1Mo	0.20	0.60	0.40 ~ 0.80	0.40	0.40	2.0 ~ 2.75	0.90 ~ 0.20	—	—	0.30 0.40
0.5Cr0.5Mo0.25v	0.20	0.45	0.40 ~ 0.80	0.40	0.40	0.30 ~ 0.50	0.40 ~ 0.60	0.20~0.30	—	0.30 0.40

5.5.3 热处理

铸钢件应进行下列热处理:

- 1) 完全退火；或
- 2) 正火；或
- 3) 正火加回火；或
- 4) 淬火加回火。

5.5.4 力学性能

5.5.4.1 每个铸钢件至少应制备一个拉伸试样 ,对形状复杂的铸钢件或质量超过 2.5t 的单件成品铸钢件，至少应制备二个拉伸试样。

试件应与铸钢件要求一起整体浇铸，且位置应尽量远离。

5.5.4.2 经验船部门同意，小型铸钢件可按本章的规定进行批量试验

5.5.4.3 铸钢件的力学性能应符合表 5.5.4.3 的规定。

表 5.5.4.3 锅炉、压力容器与管系用铸钢件的力学性能

钢种	抗拉强度 σ_b 不小于，N/mm ²	屈服点 σ_s 不小于，N/mm ²	伸长率 δ_5 不小于，%	断面收缩率 ψ 不小于，%
碳钢和碳锰钢	410	205	25	40
	460	230	22	30
	490	245	20	25
0.5Mo	440	245	21	30
1Cr0.5Mo	480	280	17	20
2.25Cr1Mo	480	280	17	20
0.5Cr0.5Mo0.25V	510	295	17	20
注:表中各强度级铸钢件的抗拉强度范围均为 150N/mm ²				

5.5.5 无损检测

铸钢件应按批准的图纸的要求进行无损检测。

5.5.6 高温力学性能

高温下使用的铸钢件应将其高温力学性能的有关资料提交验船部门审核。

第 6 节螺旋桨铸钢件

5.6.1 适用范围

本节规定适用于碳钢及碳锰钢的螺旋桨和桨叶的铸钢件。如采用合金钢，应将其化学成分、力学性能和热处理规程提交验船部门审核。

5.6.2 化学成分

铸钢件的桶样化学成分，应符合本章表 5.3.2.1 的规定，但其碳含量了应不大于 0.25%。

5.6.3 热处理

碳钢及碳锰钢的螺旋桨及其桨叶的铸钢件，均应进行下列热处理，

- 1) 完全退火；或
- 2) 正火；或
- 3) 正火加回火，回火温度应不低于 550 。

5.6.4 力学性能

5.6.4.1 试件应与螺旋桨的桨毂或桨叶法兰的铸钢件本体一起浇铸。

5.6.4.2 每个铸钢件应至少截取一个拉伸试样和一组三个夏比 V 型缺口冲击试样。

5.6.4.3 螺旋桨铸钢件的力学性能应符合本章表 5.6.4.3 的规定。

表 5.6.4.3 螺旋桨铸钢件的力学性能

钢种	抗拉强度 σ_b 不小于 N/mm ²	屈服点 σ_s 不小于 N/mm ²	伸长率 δ_5 不小于 %	断面收缩率 Ψ 不小于 %	夏比 V 型缺口冲击试验平均 冲击功 ¹⁾ ，不小于 J	
					0	-10
碳钢和碳锰钢	400	200	25	40	20	20
低合金钢	400	225	18	25	—	20
1) 夏比 V 型缺口冲击试验的平均冲击功应不小于表中的值，当试验结果小于表中要求的冲击功时，不论原试验中的实际值如何，允许再进行一组三个试样的复试。但复试的结果应与原来的结果一起平均，即六个试样的新的平均冲击功，仍应不小于表中的值。						

5.6.5 无损检测

螺旋桨及桨叶的铸钢件，应在桨叶根部的表面进行磁粉检测。对奥氏体不锈钢桨叶铸钢件，应进行着色检验。

第 6 章 铸铁件

第 1 节 通 则

6.1.1 适用范围

6.1.1.1 本章规定适用于建造船舶结构、机械、锅炉、受压容器和管系的灰铸铁、球墨铸铁或其他高强度铸铁。凡采用本章规定以外的铸铁，经验船部门同意，可按认可的有关标准检验。

6.1.1.2 铸铁件应按本篇第 1 章、第 2 章以及本章的有关规定进行制造和试验。

6.1.1.3 由同一炉铁水浇铸、尺寸相近并经相同热处理的小型铸铁件，经验船部门同意，可按批进行检验。

6.1.2 制造加工

6.1.2.1 铸铁件应由验船部门认可的铸造厂制造。

6.1.2.2 浇口和其他多余材料，应采用适当的方法去除。若采用热切割方法，则应采用机加工方法去除了受到热影响的切割面。

6.1.2.3 在正式批量生产同类铸铁件前，制造厂应进行工艺认可试验，以证明该工艺能确保铸铁件的质量良好、稳定。

6.1.3 质量

6.1.3.1 铸铁件上不应有裂纹、气孔、缩孔、疏松、砂眼、冷隔等影响其后机加工和使用的各种有害缺陷。

6.1.3.2 铸铁件应按已批准图纸的要求，加工到规定的粗糙度。

6.1.4 化学成分

除另有规定外，铸造厂可自行决定铸铁件的化学成分，但化学成分应适合铸铁件的尺寸和本章各节所规定的力学性能。

6.1.5 热处理

除另有规定外，铸铁件可以铸态或适当的热处理状态交货。

6.1.6 试样

6.1.6.1 每一铸铁件或每批铸铁件应能提供足够的试验材料，以符合规定的试验和可能进行的复试的需要。若大型铸铁件系由二炉(罐)或二炉(罐)以上的铁水浇铸，则应提供相应炉(罐)数的试件，以代表各炉(罐)铁水的特性。

6.1.6.2 试件可单独浇铸，但应采用与铸铁件同一种造型材料制成的铸型浇铸。试件应在温度低于 500℃ 时，才能从铸型内取出。

6.1.6.3 应对所有的铸铁件试件做好标记，清楚地标明它所代表的铸铁件。

6.1.6.4 如铸铁件需经热处理后交货，则试件应与其代表的铸铁件一起进行热处理。

6.1.6.5 所有试样的制备和试验方法应符合本篇第 2 章的规定。

6.1.7 力学性能

铸铁件的力学性能应符合本章的有关规定。

6.1.8 目检和无损检测

6.1.8.1 所有铸铁件均应经适当的清理,以便对其内外表面进行目检。铸铁件表面不可采用敲打、锤击、喷丸或其他有可能掩盖缺陷的方法进行清理。

6.1.8.2 除批准图纸另有要求或认为铸铁件存在危险性缺陷外,一般不要求对铸铁件进行无损检测。

6.1.8.3 制造厂应保证铸铁件的尺寸具有足够的精度。

6.1.8.4 如有必要,在最后验收前可要求对铸铁件进行压力试验。

6.1.9 缺陷的修补

6.1.9.1 铸铁件表面的轻微缺陷,可采用适当的方法予以清除。

6.1.9.2 铸铁件表面缺陷一般不允许焊补。若确有必要,应事先提交焊补的详细资料,经验船部门同意后,方可焊补。

6.1.9.3 凡不承受内压力的铸铁件,其局部疏松,经验船师同意后,可采用适当的塑性填充物进行填充。

6.1.10 标记与证书

6.1.10.1 制造厂对验收合格的每一件铸铁件或每批铸铁件,应至少在一个位置清晰地标出验船部门的标志和以下标记:

- 1) 炉罐号或供查阅铸铁件铸造全过程的识别标记;
- 2) 验船部门负责检验的单位及其钢印;
- 3) 负责检验的验船师印章;
- 4) 试验压力(如进行该试验时);
- 5) 最后检验日期。

6.1.10.2 制造厂应对已验收的每一件铸铁件或每批铸铁件出具一份包括下列内容的合格证书:

- 1) 铸铁质量及铸铁件说明书;
- 2) 炉罐号和化学成分;
- 3) 热处理工艺;
- 4) 力学性能试验结果;
- 5) 试验压力(如果进行该试验时)。

第 2 节 灰铸铁件

6.2.1 适用范围

本节规定适用于机械、管路零件和螺旋桨用的灰铸铁件。

6.2.2 试样

6.2.2.1 试件形状一般为直径 30mm 和有适当长度的圆棒。当二个或二个以上的试件在同一铸模中浇铸时,每一圆棒之间至少有 50mm 的间距。

6.2.2.2 当铸铁件厚度超过 20mm 时,质量超过 200kg 时,经制造厂与客户协商,可采用整体浇铸试件,试样的型式和位置应能保证与其所代表的铸铁件的冷却条件基本一致。

6.2.2.3 对于清理后单件质量不超过 1t 的铸铁件,可进行批量试验。同一批铸铁件应具有相同的类型和尺寸,并用同一炉铁水浇铸。每批铸铁件(经清理后)为 2t 取一个试样。

6.2.2.4 对于大批量连续浇铸的同一类型的铸铁件,每批质量可增加到二小时浇铸的产量。

6.2.2.5 如果大批量连续浇铸的同一类型的铸铁件,并且整个生产过程通过系统检查,若激冷试验、化

学分析、热值分析等受到严格的监控，经验船部门同意后，可以延长取样时间间隔。

6.2.2.6 对于整体浇铸的试件，应与该铸铁件一起进行热处理。

6.2.2.7 每个试件加工一个拉伸试样，试样直径为 20mm。

6.2.3 热处理

若考虑到铸铁件在高温下使用或对铸铁件的尺寸和形状稳定性有要求时，应进行适当的回火或消除应力处理。

6.2.4 力学性能

6.2.4.1 灰铸铁件的力学性能应符合表 6.2.4.1 的规定。

表 6.2.4.1 灰铸铁件的力学性能

灰铸铁牌号	抗拉强度 σ_b 不小于 ¹⁾ ，N/mm ²	布氏硬度 ²⁾ ，HB
HT200	200	150 ~ 225
HT250	250	168 ~ 251
HT300	300	
HT350	350	203 ~ 304
1) 表列各强度级铸铁件的抗拉强度范围均为 100N/mm ² 。		
2) 硬度试验仅对螺旋桨、柴油机气缸体、气缸套、活塞、活塞环、导板等有耐磨要求的铸铁件。		

6.2.4.2 铸铁件的抗拉强度应不小于 200N/mm²。所有拉伸试样的断口应成均匀的灰色结晶状外观。

第 3 节 球墨铸铁件

6.3.1 适用范围

6.3.1.1 本节规定适用于机械和管路零件用的球墨铸铁件。

6.3.1.2 本节规定适用于常温下使用的球墨铸铁件。若用于低温或高温环境，应经验船部门特别许可。

6.3.2 热处理

6.3.2.1 若考虑到铸铁件在高温下使用或对铸铁件有尺寸和形状稳定性的要求时，应在机加工或细化晶粒热处理前进行适当的热处理以消除有害的应力。对抗拉强度为 350N/mm² 和 400N/mm² 有特殊要求的铸铁件以及要求进行冲击试验的铸铁件，应进行铁素体化热处理。

6.3.2.2 若需对铸铁件表面进行硬化处理，其有关工艺应提交验船部门审核。

6.3.3 试样

6.3.3.1 试件形状一般分为 U 型和 Y 型两种，应分别按图 6.3.3.1(1)、(2)的规定单独或整体浇铸，也可按验船部门同意的其他形状浇铸。

图 6.3.3.1(1)

图 6.3.3.1(2)

- 6.3.3.2 取样方法规定如下:
- 1) 对整体浇铸的试件:每个或每批质量为 2t 的铸铁件,至少应提供一个试件,试件应取自铸铁件浇口附近;
 - 2) 对分开单独浇铸的试件:每个或每批质量不超过 1t 的铸铁件,至少应提供一个试件;质量超过 1t 时,则每 2t 应分别浇铸试件;
 - 3) 对多于一炉铁水浇铸的大型铸铁件或批量铸铁件,则每炉应按本条 1)或 2)的规定提供试件;
 - 4) 如果铸铁件需进行热处理时,则整体浇铸的试件只能在热处理后,才能在铸铁件上截取。而单独分开浇铸的试件,应与所代表的铸铁件同炉热处理。
- 6.3.3.3 每个试件应加工一个拉伸试样。

6.3.4 力学性能

6.3.4.1 球墨铸铁件的力学性能应符合表 6.3.4.1 的规定。

表 6.3.4.1 球墨铸铁件的力学性能

抗拉强度 σ_b 不小于, N/mm ²	屈服点 σ_s 不小于, N/mm ²	伸长率 δ_5 不小于, %	硬度, HB	金相组织
400	250	12	130 ~ 180	铁素体
500	320	7	170 ~ 230	铁素体+珠光体
600	370	3	190 ~ 270	铁素体+珠光体
700	420	2	225 ~ 305	珠光体
800	480	2	245 ~ 335	珠光体或回火组织
900	600	2	280 ~ 360	贝氏体或回火马氏体

注:中间值可以用内插法计算,表中的力学性能以试样的抗拉强度和伸长率为验收依据,如在设计图纸中有要求时,屈服点和硬度亦可作验收依据;对整体浇铸的试件,其伸长率可降低 2%。

- 6.3.4.2 如果一个拉伸试样的结果不符合要求,则应从该铸铁件或该批铸铁件中另取二个试样复试。如果这二个试样复试的结果符合要求,则该铸铁件或该批铸铁件可以验收。如果其中任一试样复试不合格,则该铸铁件或该批铸铁件不能验收。
- 6.3.4.3 如有必要,验船部门可要求进行冲击试验。应从每个试件上制备一组三个夏比 V 型缺口冲击试样进行试验,试样的尺寸和试验程序应符合本篇第 2 章的有关规定。
- 6.3.5 金相检查
- 6.3.5.1 金相试样应从每一炉铸铁件中截取,也可从拉伸试样上切取。
- 6.3.5.2 金相试验应表明至少有 90%的石墨呈分散性的球状或团絮状。典型的金相结构列于表 6.3.4.1 内。

第 4 节 曲轴铸铁件

- 6.4.1 适用范围
- 本节对柴油机和制冷压缩机铸铁曲轴作了附加规定。灰铸铁曲轴仅适用于制冷压缩机。
- 6.4.2 热处理

6.4.2.1 曲轴铸铁件除已进行过完全退火、正火或淬火(油冷)和回火热处理外,在机加工前,应进行消除内应力的热处理。

6.4.2.2 若对铸铁曲轴的轴颈进行表面硬化处理,则应将详细的工艺资料提交验船部门审核。曲轴在进行这种处理前,应进行验证试验,并应征得验船部门同意。

6.4.3 试验材料

6.4.3.1 试件的尺寸应保证它们的力学性能确能代表曲轴铸铁件的平均力学性能。

6.4.3.2 对大型曲轴铸铁件,每个铸铁件的试件应从铸铁件本体截取或附带浇铸在铸铁件上。

6.4.3.3 对于每个质量不超过 100kg,批量生产的小型曲轴铸铁件,可按本章 6.3.3 的规定浇铸试件。

6.4.4 力学性能

6.4.4.1 灰铸铁曲轴的抗拉强度应不小于 300N/mm^2 。球墨铸铁曲轴的抗拉强度应不小于 490N/mm^2 ,其力学性能应符合本章表 6.3.4.1 的要求。

6.4.4.2 除进行抗拉强度试验外,还应在每个铸铁件上进行硬度试验。球墨铸铁件的硬度值应符合本章表 6.3.4.1 的规定,灰铸铁曲轴的硬度值应符合验船部门认可的有关标准。

6.4.5 缺陷的修补

铸铁曲轴的缺陷不允许焊补,瑕疵不能用填充物填充。

6.4.6 无损检测

曲轴铸铁件在最终机加工后应进行磁粉检测。磁粉检测的结果应提交验船部门审核。

第 7 章 钢管

第 1 节 通 则

7.1.1 适用范围

7.1.1.1 本章规定适用于锅炉管和过热器管以及建造锅炉、压力容器、船舶和机械的压力管系所用的钢管。

7.1.1.2 在高温下工作的钢管，应将其高温力学性能资料提交验船部门审核。

7.1.1.3 所有钢管(除 级管外)的制造和试验，除符合本篇第 1 章和第 2 章的规定外，还应符合本章各节的规定。

7.1.2 制造

7.1.2.1 钢管应由验船部门认可的工厂制造。除另有协议外，所用钢材应采用碱性吹氧转炉、电炉或平炉冶炼的镇静钢，并应采用模铸或经验船部门认可的连铸工艺。

7.1.2.2 钢管可采用下列方法制造：

- 1) 热轧无缝钢管工艺；
- 2) 冷拔无缝钢管工艺；
- 3) 电阻焊或高频电流焊的焊接管工艺；
- 4) 电弧焊的焊接管工艺。

7.1.2.3 制造过程中，与任何有色金属或其化合物相接触的钢管的表面应无污染，以免对其后的加工和使用产生不良影响。

7.1.3 质量

7.1.3.1 无缝钢管的内、外表面应无裂缝、折叠、分层、结疤、轧折、发纹等缺陷存在。若有上述缺陷则应清除，但被清除部位的壁厚应不小于最小壁厚。

7.1.3.2 焊接钢管的内、外表面不允许存在裂缝、结疤、错位、毛刺、烧伤、压痕和深的划道等缺陷。但允许存在深度不超过壁厚允许偏差范围的小压痕、轻微的错位、辊印线、薄的氧化铁皮以及打磨与清除外毛刺的痕迹等缺陷。

7.1.3.3 钢管的外观应平直。钢管末端的切口应无毛刺，并应与该管轴线垂直。

7.1.3.4 钢管的品种规格和尺寸公差应符合验船部门认可的有关标准。

7.1.4 化学成分

钢材的脱氧方法和桶样化学成分应符合本章各节的有关规定。

7.1.5 热处理

所有规格的钢管应进行热处理，并按本章各节的有关规定以相应的热处理交货。

7.1.6 试验与试样

7.1.6.1 钢管可按批检查和试验。每一批钢管应由同一钢种、同一规格、同一炉罐号和同一热处理规程的钢管组成。

7.1.6.2 对于 级压力管系的钢管、锅炉管和过热器管，应从每批钢管中任选至少 2% 根数的钢管制备所需的试样。

7.1.6.3 对于 级压力管系用的钢管取样批量应不超过表 7.1.6.3 的规定。试样的数量应从每批或不足一批的钢管中任选至少一根管子制备所需的试样。

表 7.1.6.3 级钢管取样批量

钢管外径 D , mm	每批数量 , 根
D 325	200
D>325	100

7.1.6.4 应按本篇第 2 章以及本章各节的有关规定，截取和加工所需的试样，并进行试验和验收。

7.1.6.5 试样应沿钢管纵向截取，但对直径不小于 200mm 的钢管，也可垂直钢管轴线截取横向试样。

7.1.7 无损检测

所有焊接钢管应采用无损检测方法对所有焊缝区域进行检测，其结果应符合验船部门认可的有关标准。

7.1.8 液压试验

7.1.8.1 每根钢管均应在制造厂进行液压试验。经同意，也可用超声波检测或涡流检测代替液压试验，但制造厂应提供证明该方法可靠性的技术文件。

7.1.8.2 应按下列规定进行液压试验:

1) 试验压力应为钢管工作压力的二倍，且不低于 7.0MPa。如订货方要求，亦可按合同的试验压力进行试验，但应将有关资料提交验船部门审核；

2) 本条 1)中所述的试验压力不必超过按下列确定的值:

$$P = \frac{2\sigma}{D} \text{ MPa}$$

式中: P —— 试验压力，MPa；
 D —— 钢管的公称外径，mm；
 t —— 钢管的公称壁厚，mm；
 σ —— 应力值，MPa；对于碳钢钢管，为屈服点(σ_s 或 $\sigma_{p0.2}$)的 80%。

3) 在试验压力下应保持足够的时间。

7.1.9 缺陷的修补

7.1.9.1 钢管表面的缺陷，如修整后管壁厚度不小于所规定的最小厚度时，允许用机械方法进行打磨，然后光滑过渡至钢管表面。

7.1.9.2 当拟用焊补修复钢管表面的小缺陷时，应将焊补工艺规程，包括预热和焊后热处理等资料提交验船部门审核。修补区域均应进行磁粉检测。

7.1.10 标记与证书

7.1.10.1 制造厂应在已验收钢管的端部清晰地标上验船部门的标志及下列标记：

- 1) 制造厂名称及商标；
- 2) 钢管的规格和钢级标志；
- 3) 炉罐号或供查阅钢管全部生产过程的识别标志；
- 4) 负责最终检验的验船师的印章。

钢印应用油漆框出，以求明显易认。

7.1.10.2 制造厂应出具包括下列内容的钢管产品合格证书:

- 1) 订货方的名称和合同号；
- 2) 钢管发货、收货地址；
- 3) 钢管规格及钢级；
- 4) 钢管技术条件；
- 5) 炉罐号和化学成分；
- 6) 力学性能试验结果和晶间腐蚀试验结果(如进行该项试验)；
- 7) 交货状态。

如制造厂使用由炼钢厂提供的钢材时，则炼钢厂应出具证明，说明炼钢方法、炉罐号和化学成分，且该炼钢厂应经验船部门认可。

第 2 节 无缝压力管

7.2.1 适用范围

本节规定适用于碳钢、碳锰钢和低合金钢制成的铁素体钢无缝压力管。

7.2.2 制造与化学成分

- 7.2.2.1 无缝压力管应采用热轧或冷拔工艺进行制造。
- 7.2.2.2 钢材的脱氧方法和桶样化学成分应符合表 7.2.2.2 的规定。

表 7.2.2.2 无缝压力管钢材的脱氧方法和桶样化学成分

钢种	强度级 N/mm ²	脱氧 方法	化学成分，%											
			C	Si	Mn	S	P	Ni	Cr	Mo	Cu	Sn	V	Al
碳钢 和 碳锰钢	320	半镇静	0.16	—	0.4~0.7	0.04	0.04	Ni 0.30 Cr 0.25 Mo 0.10 Cu 0.30 残余元素总含量 0.7						
	360	镇静或微镇静	0.17	0.35	0.4~0.8	0.04	0.04							
	410	镇静	0.21	0.35	0.4~1.2	0.04	0.04							
	460		0.22	0.35	0.8~1.4	0.04	0.04							
	490		0.23	0.35	0.8~1.5	0.04	0.04							
0.5Mo	440	镇静	0.1~0.18	0.1~0.35	0.4~0.7	0.04	0.04	0.3	0.7~1.1	0.45~0.65	0.25	0.003	—	0.002
2.25Cr1Mo	410 490		0.08~0.15	0.1~0.35	0.4~0.7	0.04	0.04	0.3	2.0~2.5	0.9~1.2	0.25	0.003	—	0.002
0.5Cr0.5Mo0.25V	460		0.1~0.18	0.1~0.35	0.4~0.7	0.04	0.04	0.3	0.3~0.6	0.5~0.7	0.25	0.003	0.22~0.32	0.002

7.2.3 热处理

钢管应进行热处理并应符合下列规定:

- 1) 对碳钢、碳锰钢无缝钢管应作正火或正火加回火处理，但热轧的终轧温度足以使钢管软化时，则可采用热轧状态交货；
- 2) 对合金钢无缝压力管应按表 7.2.3(2)进行热处理。

表 7.2.3(2) 合金钢无缝压力管的热处理

合金钢		热处理工艺
1Cr0.5Mo		正火加回火
2.25Cr1Mo	410 强度级	完全退火
	490 强度级	正火加回火(回火温度 650 ~ 780 或 650 ~ 750)
0.5Cr0.5Mo0.25V		正火加回火

7.2.4 力学性能和工艺性能

7.2.4.1 钢管可按批验收，取样数量应符合本章 7.1.6 的规定。进行试验的每根压力管应进行拉伸和压扁或弯曲试验，试验结果应符合表 7.2.4.1 的规定。

7.2.4.2 供设计用的无缝压力管的高温力学性能见表 7.2.4.2(1)和 7.2.4.2(2)。

表 7.2.4.1 无缝压力管的力学性能和工艺性能

钢种	强度级 N/mm ²	抗拉强度 σ _b 不小于，N/mm ²	屈服点 σ _s 不小于，N/mm ²	伸长率 δ ₅ 不小于，%	压扁试验 系数，C	弯曲试验弯心 直径，mm
碳钢和碳锰钢	320	320	195	25	0.10	4t (t为厚度)
	360	360	215	24	0.10	
	410	410	235	22	0.08	
	460	460	265	21	0.07	
	490	490	285	21	0.07	
1Cr0.5Mo	440	440	275	22	0.07	4t
2.25Cr1Mo	410	410	135	20	0.07	4t
	490	490	275	16		
0.5Cr0.5Mo0.25V	460	460	275	15	0.07	4t
注						
1 对碳钢和碳锰钢，表中的各强度级钢管的抗拉强度范围均为 120N/mm ² 。						
2 对合金钢，表中的各强度级钢管的抗拉强度范围均为 150N/mm ² 。						

表 7.2.4.2(1) 无缝压力管的高温力学性能

钢种	强度级 N/mm ²	高温屈服点 σ _s ^T 不小于，N/mm ²											
		温度，											
		50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
碳钢和碳锰钢	320	172	168	158	147	125	100	91	88	87	—	—	—
	360	192	187	176	165	145	122	111	109	107	—	—	—
	410	217	210	199	188	170	149	137	134	132	—	—	—
	460	241	234	223	212	195	177	162	159	156	—	—	—
	490	256	249	237	226	210	193	177	174	171	—	—	—
1Cr0.5Mo	440	254	240	230	220	210	183	169	164	161	156	151	—
2.25Cr1Mo	410 ¹⁾	121	108	99	92	85	80	76	72	69	66	64	62
	490 ²⁾	268	261	253	245	236	230	224	218	205	189	167	145
0.5Cr0.5Mo0.25V	460	266	259	248	235	218	192	184	177	168	155	148	—
1) 退火状态。													
2) 正火加回火状态。													

表 7.2.4.2(2) 无缝压力管的高温破断平均应力

钢种	强度级 N/mm ²	100 000h 下破断强度 σ _D ^T 参考值，N/mm ²
		温度，

		380	390	400	410	420	430	440	450	460	470	480	490	500	510	520	530	540	550	560	570	580
碳钢和碳锰钢	320	171	155	141	127	114	102	90	78	67	57	47	36	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	360	171	155	141	127	114	102	90	78	67	57	47	36	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	410	171	155	141	127	114	102	90	78	67	57	47	36	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	460	227	203	179	157	136	117	100	85	73	63	55	47	41	—	—	—	—	—	—	—	—
	490	227	203	179	157	136	117	100	85	73	63	55	47	41	—	—	—	—	—	—	—	—
1Cr0.5Mo	440	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	210	177	146	121	99	81	67	54	43	35	—
2.25Cr1Mo	410 ¹⁾	—	—	—	—	—	—	—	196	182	168	154	141	127	115	102	90	78	69	59	51	44
	490 ²⁾	—	—	—	—	—	—	—	221	204	186	170	153	137	122	107	93	79	69	59	51	44
0.5Cr0.5Mo0.25V	460	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	218	191	170	150	131	116	100	85	72	59	46
1) 退火。 2) 正火加回火，若回火温度大于 750 时，应参考 410 强度级的数值。																						

第 3 节 焊接压力管

7.3.1 适用范围

- 7.3.1.1 本节规定适用于碳钢、碳锰钢和合金钢制成的铁素体钢焊接压力管。
- 7.3.1.2 若采用纵向埋弧焊焊制钢管时，应将其详细资料提交验船部门审核。

7.3.2 制造和化学成分

- 7.3.2.1 焊接管采用电阻焊或高频焊工艺制造。
- 7.3.2.2 钢材的脱氧方法和桶样化学成分应符合本章表 7.2.2.2 的规定，但其中 490N/mm² 强度级的碳钢、碳锰钢和 2.25Cr1Mo、0.5Cr0.5Mo0.25V 合金钢除外。

7.3.3 热处理

对碳钢及碳锰钢管的热处理，应作正火处理。制造厂也可自行决定进行正火加回火处理；对合金钢管，应作正火加回火处理。

7.3.4 力学性能和工艺性能

- 7.3.4.1 钢管应按本章 7.1.6 的规定按批验收。应从钢管上交替地截取试样中心带焊缝和不带焊缝的两种试样，凡位于焊缝标距范围内的加强焊缝应予以去除。
- 7.3.4.2 进行试验的每根耐压管应进行拉伸和压扁或弯曲试验，试验结果应符合本章表 7.2.4.1 的规定，但其中 490N/mm² 强度级的碳钢和碳锰钢、2.25Cr1Mo 和 0.5Cr0.5Mo0.25V 合金钢除外。
- 7.3.4.3 320N/mm² ~ 460N/mm² 强度级的碳钢和碳锰钢以及 1Cr0.5Mo 合金钢的高温力学性能见本章表 7.2.4.2(1)和 7.2.4.2(2)。

第 4 节 锅炉管与过热器管

7.4.1 适用范围

本节规定适用于碳钢、碳锰钢和低合金钢制造的锅炉管与过热器管。

7.4.2 制造及化学成分

锅炉管与过热器管应为无缝钢管或焊接管，并符合本章第 2 节和第 3 节的有关规定。所用钢材的脱氧方法和桶样化学成分应符合本章表 7.2.2.2 的规定，但其中 490N/mm² 强度级的碳钢、碳锰钢和 0.5Cr0.5Mo0.25V 合金钢除外。

7.4.3 热处理

锅炉管与过热器管均应进行热处理，并应符合表 7.4.3 的规定。

表 7.4.3 锅炉管与过热器管的热处理

钢种		热处理
碳钢和碳锰钢		正火或正火加回火 ¹⁾
1Cr0.5MO		正火加回火 ²⁾
2.25Cr1MO	410 强度级	完全退火
	490 强度级	
		正火并在 650 ~ 780 或 650 ~ 750 回火
1) 对热轧无缝钢管工艺制造的锅炉管与过热器管，当终轧温度足以使钢管软化时，可采用热轧状态处理。		
2) 含碳量>0.15% 的 1Cr0.5Mo 合金钢可采用正火状态处理。		

7.4.4 力学性能和工艺性能

7.4.4.1 钢管可按批验收并应符合本章 7.1.6 的规定。进行试验的每根锅炉管与过热器管至少应进行拉伸、压扁或弯曲、扩口或卷边试验，试验结果应符合表 7.4.4.1 的规定。

表 7.4.4.1 锅炉管与过热器管的力学性能和工艺性能

钢种	强度级 N/mm ²	抗拉强度 σ_b 不小于 ¹⁾ N/mm ²	屈服点 σ_s 不小于 ¹⁾ N/mm ²	伸长率 δ_5 不小于 %	压扁试验 系数 C	弯曲试验 弯心直径 mm	扩口或卷边试验外径扩大值，%		
							内径/外径		
							0.6	>0.6，	0.8	>0.8
碳钢和碳 锰钢	320	320	195	25	0.10	4t (t 为厚度)	12	15	19
	360	360	215	24	0.10		12	15	19
	410	410	235	22	0.08		10	12	17
	460	460	265	21	0.07		8	10	15
1Cr0.5Mo	440	440	275	22	0.07	4t	8	10	15
2.25Cr1Mo	410	410	135	20	0.07	4t	8	10	15
	490	490	275	16					
1) 对碳钢和碳锰钢，表中各强度级的抗拉强度范围均为 120N/mm ² 。 注:对合金钢，表中各强度级钢管的抗拉强度范围均为 150N/mm ² 。									

7.4.4.2 320 N/mm² ~ 460N/mm² 强度级的碳钢和碳锰钢以及 1Cr0.5Mo 和 2.25Cr1Mo 合金钢的高温力学性能见本章表 7.2.4.2(1)和(2)。

第 8 章 有色金属

第 1 节 螺旋桨铜铸件

8.1.1 适用范围

- 8.1.1.1 本节规定适用于制造螺旋桨(包括桨毂和桨叶)的铜合金铸件。
- 8.1.1.2 铸件按本篇第 1 章和第 2 章及本节的规定进行制造和检验。
- 8.1.1.3 如果采用本节规定以外的铜合金时,应向验船部门提交材料的化学成分、热处理工艺、力学性能和耐海水腐蚀性能等资料,经验船部门同意,可按验船部门认可的有关标准验收。

8.1.2 制造

- 8.1.2.1 所有铸件的制造厂应经验船部门认可。
- 8.1.2.2 铜合金铸件一般应采用砂型浇铸,浇铸方法应确保铸件内无有害应力存在。

8.1.3 质量

铸件上应无裂纹、气孔、缩孔、冷隔、结疤和较大的非金属夹杂等影响其使用的各种缺陷。

8.1.4 化学成分

- 8.1.4.1 铸件的桶样化学成分应符合表 8.1.4.1 的规定。

表 8.1.4.1 螺旋桨铜铸件桶样的化学成分

铜合金 种类	化学成分, %							
	Cu	Al	Mn	Zn	Fe	Ni	Sn	Pb
1 级锰青铜	52 ~ 62	0.5 ~ 3.0	0.5 ~ 4.0	35 ~ 40	0.5 ~ 2.5	1.0	1.5	0.5
2 级镍锰青铜	50 ~ 57	0.5 ~ 2.0	1.0 ~ 4.0	33 ~ 38	0.5 ~ 2.5	2.5 ~ 8.0	1.5	0.5
3 级镍铝青铜	77 ~ 82	7.0 ~ 11.0	0.5 ~ 4.0	1.0	2.0 ~ 6.0	3.0 ~ 6.0	0.1	0.03
4 级锰铝青铜	70 ~ 80	6.5 ~ 9.0	8.0 ~ 20.0	6.0	2.0 ~ 5.0	1.5 ~ 3.0	1.0	0.05

- 8.1.4.2 建议 Cu1 和 Cu2 级合金的锌当量不超过 45%。锌当量可按下列公式计算:

锌当量, % = 100 - $\frac{100 \times Cu\%}{100 + A}$

式中: A 为下列各项的代数和: 1 × Sn% ;

- 5 × Al% ;
- 0.5 × Mn% ;
- 0.1 × Fe% ;
- 2.3 × Ni%。

- 8.1.4.3 若铸件是用同一种铜合金的铸锭熔化浇铸,则可采用铸锭生产厂提供的化学成分报告。

8.1.5 热处理

铸件可以铸态或适当的热处理状态交货。

8.1.6 力学性能

- 8.1.6.1 铸件应按下列要求制备试样:

- 1) 试件应采用与螺旋桨铸件的铸型相同的铸型材料,并应在同样的冷却条件下单独浇铸,如图

8.1.6.1(1)所示的吉尔型试件；若一个铸件由几炉铜水合浇而成，则每炉铜水都要取样；

图 8.1.6.1(1)

2) 若仅需一个试件时，应在浇铸过程即将结束时浇铸试件；若需要几个试件时，则应在浇铸过程开始和结束时分别浇铸；

3) 拉伸试样的尺寸应符合本篇表 2.2.2.1 中序号 I(B)的规定。

8.1.6.2 拉伸试验结果应符合表 8.1.6.2 的规定。

表 8.1.6.2 螺旋桨铜铸件的力学性能

铜合金种类	抗拉强度 σ_b 不小于, N/mm ²	规定非比例伸长应力 $\sigma_{p0.2}$ 不小于, N/mm ²	伸长率 δ_5 不小于, %
1 级锰青铜	440	175	20
2 级镍锰青铜	440	175	20
3 级镍铝青铜	590	245	16
4 级锰铝青铜	630	275	18
注:除特殊规定外，表中的规定非比例伸长应力 $\sigma_{p0.2}$ 仅供参考。			

8.1.7 目检和无损检测

8.1.7.1 所有的成品铸件应提交验船师进行内外表面检查。

8.1.7.2 成品质量超过 15t 的螺旋桨和成品质量超过 3t 的单铸桨叶，应在每一桨叶的压力面上磨光一块表面进行目检和着色检测。磨光的表面区域应包括图 8.1.7.2 所示的 A 区和叶根圆角区。

图 8.1.7.2

8.1.7.3 着色检测的结果，应符合验船部门认可的其他标准。

8.1.8 金相组织检验

1 级锰青铜和 2 级镍锰青铜应逐炉检验金相组织，试样可由拉伸试样的一端截取。为保证足够的韧性，由五个读数计算出的平均值至少应含有 25%的 相组织。

8.1.9 缺陷的修补

8.1.9.1 对于不影响强度的小缺陷，一般可不修补。对桨毂端面或内孔表面的局部气孔，经适当处理后，可采用适当的塑性填料进行填充。

8.1.9.2 当铸件中发现超标的缺陷时，可用机械方法将其去除，并将由此产生的凹坑打磨光滑。缺陷除去后应作着色检测，以证明缺陷已经消除。

8.1.9.3 螺旋桨一般不应焊补，若确有必要，应经验船部门同意，且应事先提交详细的焊补工艺和焊补范围等资料供验船部门审核。

8.1.10 标记与证书

- 8.1.10.1 制造厂对所有已验收铸件至少在一个位置清晰地标出验船部门的标志和以下标记：
- 1) 炉罐号及供查阅此铸件铸造过程的标记；

2) 合金牌号；

3) 验船部门负责检验的单位及其钢印；

4) 负责检验的验船师印章；

5) 最后检验日期。
- 8.1.10.2 制造厂应对已验收的每一件铸铁件或每批铸铁件出具一份包括下列内容的合格证书：
- 1) 铸件说明书；

2) 炉罐号和合金牌号；

3) 热处理规程；

4) 力学性能试验结果；

5) 无损检测结果。

第 2 节 铸铜合金

- 8.2.1 适用范围
- 8.2.1.1 本节规定适用于阀体、泵壳体、轴套、衬套和其他配件的铜合金铸件。

8.2.1.2 铸件应按本篇第 1 章和第 2 章及本节有关规定进行制造和试验。若采用本节规定以外的铸铜合金，须经验船部门同意。
- 8.2.2 制造
- 8.2.2.1 所有的铸件应由验船部门认可的铸造厂进行制造。

8.2.2.2 铸件可根据其形状选用砂型浇铸、冷硬浇铸、离心浇铸和连续浇铸等铸造方法。
- 8.2.3 质量
- 所有铸件应清理光整，不应有缩孔、疏松、气孔、裂纹、夹杂以及影响其使用的表面或内部缺陷。
- 8.2.4 化学成分
- 8.2.4.1 铸件的化学成分应符合表 8.2.4.1 的规定。

表 8.2.4.1 铸铜合金的化学成分

牌 号	化 学 成 分 , %								建议应用范围
	Cu	Sn	Zn	Pb	Ni	Mn	P	Fe	
铜锡磷青铜 90/10	余量	90~110	0.50	0.75	0.5	—	0.50	—	轴套、衬套、阀体、泵壳体和配件
炮铜 88/10/2	余量	8.5~11.0	1.0~3.0	1.5	1.0	—	—	—	轴套、阀体、和 配件
炮铜 83/7/4/6	余量	6.0~8.0	3.0~5.0	5.0~7.0	2.0	—	—	—	轴套和衬套
铅炮铜 85/5/5/5	余量	4.0~6.0	4.0~6.0	4.0~6.0	2.0	—	—	—	衬套、阀体和配件
铜镍铁合金 90/10	余量	—	—	—	9.0~11.0	0.5~1.0	—	1.0~1.8	阀体、泵壳体和配件
铜镍铁合金 70/30	余量	—	—	—	29.0~32.0	0.5~1.5	—	0.4~1.0	轴套、阀体、泵壳体和配件
注:制造厂应保证其他元素的含量在验船部门认可的范围之内。									

- 8.2.4.2 生产厂所提供的铸锭化学成分应符合本章 8.1.4.2 的规定。
- 8.2.5 热处理
- 铸件可以铸态或适当的热处理状态交货。

8.2.6 力学性能

- 8.2.6.1 试件可按本章图 8.1.6.1(1)吉尔型试件逐炉单独浇铸。轴套和衬套的试件也可从铸件端部截取。
- 8.2.6.2 若铸件以热处理状态交货，则试件应进行相同的热处理。
- 8.2.6.3 每一试件上应制备一个拉伸试样，试样尺寸应符合本篇表 2.2.2.1 的规定。
- 8.2.6.4 铸件的拉伸试验结果应符合表 8.2.6.4 的规定。

8.2.6.4 铸铜合金的力学性能表

合金牌号	抗拉强度 σ_b 不小于, N/mm ²	规定非比例伸长应力 $\sigma_{p0.2}$ 不小于, N/mm ²	伸长率 δ_5 不小于, %
铜锡磷青铜 90/10	250	120	15
炮铜 88/10/2	270	130	13
炮铜 83/7/4/6	270	130	16
铅炮铜 85/5/5/5	200	100	16
铜镍铁合金 90/10	320	160	20
铜镍铁合金 70/30	420	220	20

8.2.7 外观检查及缺陷的修整

- 8.2.7.1 所有铸件应经清理后提交验船师进行内、外表面检查。
- 8.2.7.2 对有局部气孔的铸件，若孔隙对铸件强度无有害影响，经验船师同意，可采用适当的塑性填充物加以填充。
- 8.2.7.3 若确有必要用焊补方法修整缺陷时，应事先征得验船部门同意，并将缺陷的数量、大小、部位和焊补工艺提交验船部门审核。对铅含量大于 0.5% 的铜合金轴瓦，不允许焊补。

8.2.8 压力试验

若对铸件有压力试验要求时，则应在有验船师在场的情况下进行试验。

8.2.9 标记与证书

- 8.2.9.1 对经验收的铸件至少应在一个位置清晰地标出验船部门的标志和以下标记：
- 1) 炉罐号及供查阅此铸件制造过程的标记；
 - 2) 验船部门负责检验的单位及其钢印；
 - 3) 负责检验的验船师印章；
 - 4) 压力试验(如有时)；
 - 5) 最后检验日期。
- 8.2.9.2 制造厂应对每一铸件提交包括下列内容的合格证书：
- 1) 铸件说明书；
 - 2) 炉罐号；
 - 3) 铸锭或某一铸次的化学成分；
 - 4) 热处理规程；
 - 5) 焊补说明书；

第 3 节 铜管

8.3.1 适用范围

本节规定适用于冷凝器、热交换器和压力管系用的铜合金管材。若采用本节规定以外的铜合金，经验船部门同意，可按认可的有关标准进行验收。

8.3.2 制造

- 8.3.2.1 所有的管子应由验船部门认可的工厂进行制造。
- 8.3.2.2 管子一般应采用无缝工艺制造。若采用焊接管，应将其性能和制造方法提交验船部门审核。

8.3.3 质量

管子的质量应符合本篇第 7 章的有关要求。

8.3.4 化学成分

管子的化学成分应符合表 8.3.4 的规定。

表 8.3.4 铜管的化学成分

牌号	化学成分，%							
	Cu	As	Fe	Pb	Ni	Al	Mn	Zn
铝青铜	76.0 ~ 79.0	0.02 ~ 0.06	0.06	0.07	—	1.8 ~ 2.5	—	余量
铜镍铁合金 90/10	余量	—	1.0 ~ 2.0	—	9.0 ~ 11.0	—	0.5 ~ 1.0	—
铜镍铁合金 70/30	余量	—	0.4 ~ 1.0	—	29.0 ~ 33.0	—	0.5 ~ 1.5	—

注:除表中的主要元素外，制造厂应保证其他元素的含量在验船部门认可的范围之内。

8.3.5 热处理

所有的管子均应进行退火处理。铝青铜管若在退火后进行矫直，则应作消除应力热处理。

8.3.6 力学性能和工艺性能

- 8.3.6.1 管子可按同一材料、同一尺寸和同一热处理规程为一批提交试验，每批管子应不超过 300 根。
- 8.3.6.2 每批管子的试验项目和取样数量如下：

- 1) 拉伸试验:每批至少取一个试样；
- 2) 压扁试验:每批至少取一个试样；
- 3) 扩口试验:每批至少取一个试样；

若管子以盘卷交货时，则每批至少应任取一卷，每 10 圈或不足 10 圈的余量应截取一个试样。

8.3.6.3 力学性能试验方法和试样尺寸应符合本篇第 2 章的规定。压扁试验应将管子试样压扁至管子内表面相碰为止，试样上应无破裂或裂纹。扩口试验应采用夹角为 45° 的钢锥头，将管子外径扩大 30%，扩大部分应无破裂和裂纹。

8.3.6.4 管子的力学性能应符合表 8.3.6.4 的规定。

表 8.3.6.4 铜管的力学性能

合金牌号	抗拉强度 σ_b 不小于，N/mm ²	规定非比例伸长应力 $\sigma_{p0.2}$ 不小于，N/mm ²	伸长率 δ_5 不小于，%
铝青铜	320	110	35
铜镍铁合金 90/10	270	100	30
铜镍铁合金 70/30	360	120	30

8.3.7 应力腐蚀开裂试验

铝青铜管子应按批进行应力腐蚀开裂试验，其方法如下：

- 1) 从每批管子中，任选一根管子，割取一段长度为 150mm 的管子作为试样；

- 2) 将试样浸入硝酸亚汞溶液中, 保持 2h;
- 3) 从溶液中取出试样后, 用 5 倍 ~ 10 倍的放大镜观察其内外表面, 应无裂痕出现;
- 4) 若试样出现裂纹, 则该试样代表的所有管子应全部拒收。但经消除内应力后, 仍可重新提交试验。

8.3.8 液压试验

每根管子均应进行液压试验, 试验压力应为管子设计压力的 1.5 倍或 7.0N/mm^2 , 取大值经验船部门同意可用涡流检测代替液压试验。

8.3.9 目测和缺陷修整

8.3.9.1 应对所有的管子进行内外表面的目测和尺寸校核。管子表面应光滑清洁, 不应有针孔、裂纹、气泡、分层和绿锈等缺陷存在。

8.3.9.2 表面缺陷不允许用焊补方法修整, 但可用打磨方法予以消除, 经打磨的部位与管子的表面应平滑过渡, 且不应超出允许的尺寸公差。

8.3.10 标记与证书

8.3.10.1 制造厂应对每批管子清晰地标上验船部门的标志和下列标记:

- 1) 制造厂名称或产品商标;
- 2) 材料牌号。

8.3.10.2 不可在管子上使用硬印作上述标记。

8.3.10.3 制造厂应对每批管子提供具有下列内容的合格证书:

- 1) 材料的技术规格或等级;
- 2) 产品名称和尺寸;
- 3) 炉罐号和化学成分;
- 4) 力学及工艺性能试验结果;
- 5) 应力腐蚀开裂试验结果;
- 6) 液压试验结果。

第 4 节 轴承合金

8.4.1 适用范围

船舶机械用的轴承, 可采用锡基轴承合金、铅基轴承合金、铝基轴承合金及铜铅合金。若采用其它轴承合金, 其化学成分应符合设计要求, 并提交验船部门审核。

8.4.2 检验项目及要求

轴承合金的检验项目及要求如下:

- 1) 化学分析:按炉取样, 并符合表 8.4.3 的要求
- 2) 宏观检查:每件检验, 且每件轴承合金的表面应光滑、整洁, 无熔渣和非金属夹杂物。
- 3) 粘结检查:每件检验, 且轴承合金应与轴承壳牢固地粘结在一起。
- 4) 显微分析和硬度检查:必要时对柴油机的主轴承、连杆上下端的轴承和推力轴承的白合金作显微分析(放大 100 倍)和硬度检查。
- 5) 金相组织检查:仅对铜铅合金作检查。在金相组织中, 铅应以中等粒度、呈圆粒状或断续网状均匀分布于铜基体中, 无块状析出。

8.4.3 化学成分

轴承合金的化学成分应符合表 8.4.3 的规定。

表 8.4.3 轴承合金的化学成分

牌号	化学成分，%				
	Sn	Cu	Sb	Fb	Al
ChSnSb11 - 6	余量	5.5 ~ 6.5	10 ~ 12	—	—
ChSnSb7.5 - 3	余量	3 ~ 4	7 ~ 8	—	—
ChSnSb16 - 16 - 1.8	15 ~ 17	1.5 ~ 2	15 ~ 17	余量	—
ChSnSb15 - 5.5 - 2.8	5 ~ 6	2.5 ~ 3	14 ~ 16	余量	—
QPb30	—	余量	—	27 ~ 33	—
(210)锡铜铝 - 钢双金属板	20	1	—	—	余量

8.4.4 其他要求

- 8.4.4.1 每块轴承合金的表面应光滑、整洁，应无熔渣和非金属夹杂物存在。
- 8.4.4.2 轴承合金应能与轴承壳牢固地粘结在一起。
- 8.4.4.3 铜铅合金在金相组织检查中，铅应以中等粒度、呈圆粒状或断续网状均匀分布于铜基体中，无块状析出。

第 5 节 铝合金活塞

8.5.1 制造

柴油机铝合金活塞可用铸造铝合金材料。如果采用其他铝合金，其化学成分和力学性能应符合设计要求，并应提交验船部门审核。

8.5.2 检验项目

铝合金活塞铸件的检验项目如下：

- 1) 化学成分:按炉取样；
- 2) 拉伸试验:每炉取一个试样，试样尺寸应符合本篇表 2.2.2.1 的规定；
- 3) 硬度试验；
- 4) 宏观检查:每件检验。

8.5.3 化学成分和力学性能

铝合金活塞的化学成分和力学性能应符合表 8.5.3(1)、(2)的规定。

8.5.4 宏观检查

铸件表面不应有气孔、裂纹等有害缺陷。

表 8.5.3(1) 铝合金活塞的化学成分

牌号	化学成分，%				
	Si	Cu	Mn	Mg	Al
ZL108	11 ~ 13	1 ~ 2	0.3 ~ 0.9	0.4 ~ 1.0	余量
ZL110	4 ~ 6	5 ~ 8	—	0.2 ~ 0.5	余量

表 8.5.3(2) 铝合金活塞的力学性能

牌号	抗拉强度 σ_b 不小于 N/mm ²	硬度不小于 HB	热处理
ZL108	200	85	人工时效
	260	90	淬火加完全时效
ZL110	170	90	人工时效

第9章 设备

第1节 船用锚

9.1.1 适用范围

本节规定适用于锚头、锚杆、锚卸扣的锻钢件和铸钢件以及组合式钢锚头。

9.1.2 制造和力学性能

9.1.2.1 所有锚均应在验船部门认可的工厂制造。

9.1.2.2 铸造的锚头、锚杆和锚卸扣应按本篇第5章第1节和第2节的有关规定进行制造和试验。铸造锚可按同一炉钢水、同一规格、同一热处理规程且总质量不超过3t的铸件为一批,每批至少取一个试样进行拉伸试验。

9.1.2.3 锻造的锚头、锚杆和锚卸扣应按本篇第4章第1节和第2节的有关规定进行制造和试验。当单个锻件的质量超过3t时,应进行热处理。

9.1.2.4 组合式钢锚头所用钢板应符合本篇第3章第2节和第3节的有关规定。

9.1.3 锚的拉力试验

9.1.3.1 名义质量(包括锚杆在内)大于或等于75kg的锚、大抓力锚为大于或等于56kg应进行拉力试验。拉力试验机应经校准并经认可。

9.1.3.2 锚的拉力试验方法规定如下:

- 1) 拉力作用点,一端在锚卸扣处,另一端在距锚爪尖1/3处,如图9.1.3.2(1)所示;

图 9.1.3.2(1)

- 2) 无杆锚应同时拉其两爪,先在一面拉试后,再转到另一面做同样的试验;

- 3) 有杆锚的两个锚爪,应分别进行拉力试验;

4) 拉力试验前,每个锚应在锚卸扣处的锚杆上及锚爪每一尖端处,各作一标记(打冲眼或划线,作为试验时测量间距用)。对无杆锚应先施加拉力至试验负荷的10%,保持5min后,测量两标记间的距离。然后逐渐增加拉力到试验负荷,保持5min。当拉力减少至试验负荷的10%时,再测量两标记间的距离。对有杆锚应一次施加拉力至试验负荷,保持5min后,卸去负荷,测量两标记间的距离。

9.1.3.3 锚的拉力试验负荷应符合表9.1.3.3的规定。表中锚的质量按下列规定计算:

- 1) 对于无杆锚,为锚的总质量;

- 2) 对于有杆锚,为不包括横杆的锚的质量;

3) 对于大抓力锚,名义质量等于锚的实际质量的1.33倍。除非另有协议,否则系泊锚的质量也同样计算。

9.1.3.4 经拉力试验后,无杆锚的残余变形(即两标记间的距离)不超过20mm,且应检查锚爪转动至最大角度的灵活性。如果上述转动不灵活或不能转到最大角度时,应消除缺陷,并重新做拉力试验,如仍不合格,则锚不能验收。对有杆锚,在拉力试验后应无永久变形。

表 9.1.3.3 锚的拉力试验负荷

锚的质量 m_a	拉力试验负荷 Q	锚的质量 m_a	拉力试验负荷 Q	锚的质量 m_a	拉力试验负荷 Q
kg	kN	kg	kN	kg	kN
50	23.2	500	116.0	1800	335.0
55	25.2	550	125.0	2000	349.0
60	27.1	600	132.0	2100	362.0
65	28.9	650	140.0	2200	376.0
70	30.7	700	149.0	2300	388.0
75	32.4	750	158.0	2400	401.0
80	33.9	800	166.0	2500	414.0
90	36.3	850	175.0	2600	427.0
100	39.1	900	182.0	2700	438.0
120	44.3	950	191.0	2800	450.0
140	49.0	1000	199.0	2900	462.0
160	53.3	1000	199.0	3000	474.0
180	57.4	1050	208.0	3100	484.0
200	61.3	1100	216.0	3200	495.0
225	65.8	1150	224.0	3300	506.0
250	70.4	1200	231.0	3400	517.0
275	79.5	1250	239.0	3500	528.0
300	84.1	1300	247.0	3600	537.0
350	88.8	1350	255.0	3700	547.0
375	93.4	1400	262.0	3800	557.0
400	97.9	1450	270.0	3900	567.0
425	103.0	1500	278.0	4000	577.0
450	107.0	1600	292.0	4100	586.0
475	112.0	1700	307.0	4200	595.0

注:如锚的质量为中间值时,其拉力试验负荷可由内插法确定。

9.1.4 大抓力

大抓力锚应符合下列要求:

- 1) 新设计的锚,凡申请认可作为大抓力锚,应在海上进行试验,以证实该锚的拉力为其质量相同的无杆锚抓力的二倍以上;
- 2) 如果设计大抓力锚系列,至少应选取两种规格的锚在海上进行抓力试验;
- 3) 试验应在不少于三种不同类型的海底进行。通常为软泥或淤泥、砂或砾石、坚硬的粘土或类似坚实的底质;
- 4) 试验通常可由拖轮进行拖拉,并以测力计测定抓力。试验时,被试验的锚和用于比较的无杆锚应采用相同长度的锚链。锚链的长度应不小于锚链筒口至海底垂直距离的六倍,但建议锚链长度为锚链筒口至海底垂直距离的 10 倍。试验时亦可用钢丝绳代替锚链。
- 5) 大抓力锚的设计应保证当锚从普通型式锚链筒中抛落时,无论其落在海底的原始角度或位置如何,都能在短时间内使锚爪有效地抓住海底,且抓力达到本条 1)的要求。对此如有怀疑时,可要求验证。

9.1.5 标记

经检验合格的锚,应打上认可的标志和以下的标记:

- 1) 制造厂的商标;
- 2) 试验证书号码;
- 3) 试验日期;

- 4) 锚的总质量；
- 5) 锚杆的质量；
- 6) 经认可的大抓力锚的印记 HHP。

无杆锚的标记，应打在每个锚爪上。有杆锚的印记，应打在锚身与锚爪的连接处。

第 2 节 锚链及其附件

9.2.1 适用范围

9.2.1.1 本节规定适用于轧制的圆钢、锻钢和铸钢制成的有档锚链及其附件。如采用无档短环链，可按验船部门认可的有关标准。

9.2.1.2 锚链根据其抗拉强度，分 AM1、AM2 二个等级。

9.2.2 制造

9.2.2.1 制造锚链及其附件的工厂应经验船部门认可。所有用于制造锚链及其附件的材料，也应由验船部门认可的制造厂提供。

9.2.2.2 锚链及其附件应按认可的标准制造，其典型的结构见图 9.2.2.2(1)~9.2.2.2(7)，图中数字为链径 d 的倍数。每节锚链的链环数应为奇数。对不同于上述图中所规定结构和焊接方法的附件，应将其尺寸、制造方法及热处理规程的全部图纸及工艺提交验船部门认可。

图 9.2.2.2(1)

图 9.2.2.2(2)

图 9.2.2.2(3)

图 9.2.2.2(4)

图 9.2.2.2(5)

图 9.2.2.2(6)

图 9.2.2.2(7)

9.2.2.3 有档锚链应尽量采用闪光对接焊制造，锚链允许用落锻或浇铸的方法制造。对公称直径小于或等于 26mm 的无档链，根据要求也可采用电阻对接焊。

9.2.2.4 锚链附件,如卸扣、转环和转动卸扣等至少应采用不低于 AM2 级锚链所用的钢材,采用锻造或铸造方法制造。如采用焊接方法制造,应经验船部门特别认可。

9.2.2.5 链环档的焊接应符合下列要求:

- 1) 横档的焊入应只在与闪光焊缝相对一侧的链环上进行,横档的两端与链环之间应无肉眼可见的缝隙;
- 2) 应尽量在平焊位置,由合格的焊工用合适的材料进行焊接;
- 3) 所有的焊接作业应在锚链最后热处理前进行;
- 4) 焊后应无影响锚链使用性能的缺陷。对咬边、端部弧坑和类似的缺陷应采用打磨的方法予以去除。对横档的焊接,可要求进行焊接方法的试验。

9.2.3 表面质量

9.2.3.1 所有锚链及其附件应具有与其制造方法相适应的光洁表面,且应无裂纹、沟槽和降低产品性能的其它缺陷。由于落锻或顶锻所产生的飞边应予清除。

9.2.3.2 小的表面缺陷,可采用打磨方法予以清除,但打磨后的链径应不小于按公差范围所允许的尺寸(见本节 9.2.4.2),且打磨部位与其周围的表面应平顺过渡,同时对远离链冠部位的打磨深度允许放宽,但不应超过公称链径的 5%。

9.2.3.3 如需对缺陷进行焊补,应将有关焊补工艺规程提交验船部门认可。链冠处不允许焊补。

9.2.4 尺寸和公差范围

9.2.4.1 锚链及其附件的结构尺寸,应符合认可的有关标准,典型的结构尺寸见本节图 9.2.2.2(1)~9.2.2.2(7)。

9.2.4.2 链环应符合下列尺寸公差:

1) 链径的尺寸公差(d 为公称链径):

$d \leq 40\text{mm}$:	- 1mm
$40\text{mm} < d \leq 84\text{mm}$:	- 2mm
$84\text{mm} < d \leq 122\text{mm}$:	- 3mm
$d > 122\text{mm}$:	- 4mm

链环的直径应在链环平面内的链冠处测量,链径的正偏差应不大于公称链径的 5%。链冠部位的横截面积不允许有负偏差;

- 2) 每五个链环组成的长度的制造公差为 $0\% \sim +2.5\%$ (在锚链的拉力试验后测量);
- 3) 在锚链的所有零件相互适配的情况下,锚链的其它所有尺寸的制造公差均为 $\pm 2.5\%$;
- 4) 横档应处于链环的中心位置,并与链环的两侧保持垂直。若横档具有良好的配合,且横档两端与链环内侧没有间隙(按图 9.2.4.2(4)进行测量),则允许存在不超过下列要求的制造公差:

图 9.2.4.2(4)

- a) 相对中心位置的最大偏差 $X=(A - a)/2$ 为公称尺寸的 10%;
- b) 相对 90° 位置的角度偏差 4° 。

为了便于拆装连接卸扣,每节锚链两端的加大链环的横档可不位于链环的中心位置。

9.2.4.3 锚链附件尺寸公差应不超过下列值：

- 公称直径:(0 ~ +5)% ；
- 其它直径: ± 2.5%。

9.2.5 焊接锚链用材料

9.2.5.1 拟制造锚链的锚链圆钢应符合本篇第 3 章第 1 节的有关规定。

9.2.5.2 圆钢的脱氧方法和桶样化学成分应符合表 9.2.5.2 的规定。

表 9.2.5.2 锚链圆钢的脱氧方法和桶样化学成分

锚链等级	锚链圆钢等级	脱氧方法	化学成分，%					
			C	Si	Mn	P	S	Al ²⁾
AM1	一级锚链钢	镇静	0.20	0.10~0.35	0.40	0.040	0.040	—
AM2 ¹⁾	二级锚链钢	镇静细晶处理	0.24	0.15~0.55	1.6	0.035	0.035	0.015

1) 经验船部门同意，可添加合金元素。

2) 系指酸溶铝含量，如果要测定铝的总含量，则总的含量应不小于 0.020%；铝可部分由其他细精粒元素代替。

9.2.5.3 圆钢应以同一炉号、同一直径，质量为 40t 或不足 40t 为一批，按批提交试验。从每批提交试验的圆钢中，任意截取一段长度适当的试件。取样前，试件应进行与成品锚链相同的热处理。

9.2.5.4 对所有等级的锚链钢均应从所选定的试件上切取一个拉伸试样，对二级锚链钢还应从同一试件上切取一组三个夏比 V 型缺口冲击试样。拉伸和冲击试验的试样应沿圆钢的纵向截取，且位于距圆钢表面 1/6 直径处，对直径较小的圆钢应尽可能靠近这个位置，如图 9.2.5.4 所示。

图 9.2.5.4

9.2.5.5 试样的制备和尺寸应符合本篇第 2 章的有关规定，拉伸试验和冲击试验的结果应符合表 9.2.5.5 的规定。

表 9.2.5.5 锚链、附件及锚链材料的力学性能

锚链或附件等级	锚链材料等级或种类	屈服点 σ_s 不小于，N/mm ²	抗拉强度 σ_b 不小于，N/mm ²	伸长率 δ_5 不小于，%	断面收缩率 ψ 不小于，%	夏比 V 型缺口冲击试验	
						试验温度	平均冲击功，J
AM1	一级锚链	—	490 ²⁾	25	—	—	—
AM2	二级锚链钢 锻钢 铸钢	295	490 ~ 690	22	—	0	27 ¹⁾

1) 若 AM2 级锚链或附件以热处理状态交货，其冲击试验可予免除。

2) 当 $305 < \sigma_b \leq 400$ 时， δ_5 应大于 30。

9.2.6 锻造锚链用材料

9.2.6.1 除本节另有规定外，用于锻造锚链和附件的锻钢材料，应符合本篇第 4 章第 1 节的有关规定。

9.2.6.2 锻钢的化学成分应符合验船部门认可的技术条件，制造厂应测定每炉钢的化学成分，并出具相应的证明书。

9.2.6.3 锻件应根据相应锚链和附件的等级进行正火或淬火加回火处理。

9.2.6.4 具有同一炉罐号、同一热处理规程和尺寸相近的锻件，可进行批量试验。批量试验时，可取其中一个锻件试件或采用单独锻成的锻件作为试件，至少应从每批锻件中取一个拉伸试样和一组三个夏比 V 型缺口冲击试样进行拉伸和冲击试验。从试件上截取试样的部位，应符合本节图 9.2.5.4 的规定。

9.2.6.5 锻钢件的拉伸试验和冲击试验结果应符合本节表 9.2.5.5 中对锚链或附件的规定。

9.2.7 铸造锚链用材料

9.2.7.1 除本节另有规定外，用于铸造锚链和附件的铸钢的制造和试验，应符合本篇第 5 章第 1 节的有关规定。

9.2.7.2 铸钢的化学成分应符合认可的条件，制造厂应测定每炉钢的化学成分，并出具相应的证明书。

9.2.7.3 所有铸钢件应根据相应锚链和附件的等级进行正火或淬火加回火处理。

9.2.7.4 具有同一炉罐号、同一热处理规程和尺寸相近的铸件，可进行批量试验。批量试验时，可取其中一个铸件作为试件或采用同样造型材料与铸件同时浇铸出铸件作为试件。从每批铸件中至少应取一个拉伸试样和一组三个夏比 V 型缺口冲击试样进行拉伸和冲击试验。从试件上截取试样的部位，应符合本节图 9.2.5.4 的规定。

9.2.7.5 铸钢件的拉伸试验和冲击试验的结果应符合本节表 9.2.5.5 中对 AM2 锚链或附件的规定。

9.2.8 链档材料

链档应采用相当于锚链钢的材料制成(如低含碳量的轧制钢、铸钢或锻钢)。不允许采用灰铸铁或球墨铸铁等材料。

9.2.9 成品锚链和附件的交货状态

锚链或附件应根据其等级按表 9.2.9 规定的热处理状态交货。热处理应在锚链或附件制造完工后且未进行拉力试验和拉断试验之前进行。

表 9.2.9 锚链的交货状态

锚链或附件等级	制造方法	交货状态
AM1	焊接	焊接态或正火态
AM2	焊接、铸造或落锻	正火、正火加回火或淬火加回火

9.2.10 成品锚链的试验

9.2.10.1 所有的成品锚链应在验船师在场时，按验船部门认可的标准进行拉力和拉断试验。为此不可在锚链上涂油漆或防腐涂料。

9.2.10.2 拉力试验:每节锚链(27.5m)应在经认可的试验机上按表 9.2.10.2 中相应等级锚链所规定的拉力负荷进行试验。当卸除负荷后，应对每节锚链包括其尺寸进行试验，不应有明显的缺陷，且永久伸长应不超过原始长度的 5%。

9.2.10.3 拉断试验:应按表 9.2.10.3 规定的数量，由验船师从锚链上选取三环或五环试样，并按本节表 9.2.10.2 规定的拉断负荷进行试验。试验链环应与锚链在同一制造过程中制成，并与锚链一起进行焊接和热处理。试验链环应在验船师在场的情况下从锚链上取下。

如果试验机的拉力不足以供大链径的锚链作拉断试验，则应与验船部门协商采用其它等效的方法进行试验。

如果施加所规定的负荷之后，试样未出现破断现象，则认为试样已通过该项试验。

表 9.2.10.2 锚链的拉力和拉断试验负荷

锚链直径 mm	AM1		AM2	
	拉力试验负荷，kN	拉断试验负荷，kN	拉力试验负荷，kN	拉断试验负荷，kN
11	36	51	51	72
12.5	46	66	66	92
14	58	82	82	116
16	76	107	107	150
17.5	89	127	127	179
19	105	150	150	211
20.5	123	175	175	244
22	140	200	200	280
24	167	237	237	332
26	194	278	278	389
28	225	321	321	449
30	257	368	368	514
32	291	417	417	583
34	328	468	468	655
36	366	523	523	732
38	406	581	581	812
40	448	640	640	896
42	492	703	703	981
44	538	769	769	1080
46	585	837	837	1170
48	635	908	908	1270
50	696	981	981	1370
52	739	1060	1060	1480
54	794	1140	1140	1590
56	851	1220	1220	1710
58	909	1290	1290	1810
60	969	1380	1380	1940

表 9.2.10.3 锚链拉断试验的取样数量

锚链等级	制造方法和交货状态	试样数量
AM1	焊接，并未经热处理	从每节长为 27.5m 或小于 27.5m 的锚链中取三环和五环试样一个
AM1	焊接，经热处理	从每四节节长为 27.5m 或不足此长度的锚链中取三环或五环试样一个
AM2	焊接或落锻，经热处理	
AM2	铸造，经热处理	每一热处理批量中取试样一个，但每四节或不足四节(每节长度 27.5m)的锚链中至少取三环或五环试样一个

9.2.10.4 复试:如果拉断试验不符合要求，则可以在同一节锚链上再取一个试样进行试验，如能符合要求，则认为试验合格。如果复试仍不合格，则该节锚链应判为不合格。但可根据制造厂的要求，将其余三节锚链分别作拉断试验，如果其中一个试验结果不符合要求，则三节锚链全部不合格。如果拉力试验不符合要求，可用经热处理的新链环换下有缺陷的链环，再重新作拉力试验。此外，还应找出试验失败的原因。

9.2.11 锚链附件的试验

- 9.2.11.1 拉力试验:所有的附件应按本节表 9.2.10.2 规定的相应锚链的拉力负荷进行拉力试验。
- 9.2.11.2 拉断试验:对由 25 个或不足 25 个卸扣、转环、旋转卸扣、加大链环和末端链环组成的每个制造批量(炉罐号、链径和热处理相同)应取一个附件作拉断试验试样；而对由 50 个或不足 50 个连接链环组成的每个制造批量应取一个链环作为试样，按本节表 9.2.10.2 所规定的拉断负荷进行拉断试验。凡做过试验的附件不可再使用。

9.2.11.3 凡同时符合下列条件者，可同意免作拉断试验:

- 1) 对相同结构附件进行认可试验时，其拉断负荷已被验证者；
- 2) 每一制造批量的力学性能和冲击功已被验证者；
- 3) 已对附件采用适当的无损检测者。

9.2.11.4 凡按规定的拉断负荷作过试验合格的附件，如果其所用材料的抗拉强度高于规定的等级，或附件的尺寸足以承受试验时拉断负荷 1.4 倍的拉断负荷，则可同意该附件继续使用。

9.2.12 标记

经检验合格的锚链和附件，应按图 9.2.12 的要求在每节锚链的两端均打上下述钢印:

- 1) 锚链等级；
- 2) 证书编号；
- 3) 检验标志。

图 9.2.12

第 3 节 钢丝绳

9.3.1 适用范围

本节规定适用于作系船索、拖索和尾锚索的钢丝绳。

9.3.2 制造

钢丝绳的结构型式一般应符合表 9.3.2 的规定，但亦可采用验船部门认可的其它标准，或采用破断负荷相当、与用途相适应的其它结构型式。

表 9.3.2 钢丝绳的结构型式

用途	钢丝绳规格			钢丝绳结构					
	股数	钢丝数	股芯	股芯	内芯丝	内层	中层	外层	分层记号
尾锚索 拖索 系船索	6	24	纤维	纤维	0	—	9	15	6(0+9+15)
	6	37	纤维	钢丝	1	6	12	18	6(1+6+12+18)
	6	26	纤维	钢丝	1	5	(5+5)	10	6(1+5+ $\frac{5}{5}$ +10)
	6	31	纤维	钢丝	1	6	(6+6)	12	6(1+5+ $\frac{6}{6}$ +10)
	6	36	纤维	钢丝	1	7	(7+7)	14	6(1+5+ $\frac{7}{7}$ +10)
	6	41	纤维	钢丝	1	8	(8+8)	16	6(1+5+ $\frac{8}{8}$ +10)
	6	30	纤维	纤维	0	—	12	18	6(0+12+18)
与绞车配 合的拖索 和系船索	6	31	钢丝	钢丝	1	6	6+6	12	6(1+6+ $\frac{6}{6}$ +12)
	6	36	钢丝	钢丝	1	7	7+7	14	6(1+7+ $\frac{7}{7}$ +14)
	6	41	钢丝	钢丝	1	8	8+8	16	6(1+8+ $\frac{8}{8}$ +16)

9.3.3 钢丝绳

9.3.3.1 制造钢丝绳用的钢丝，应采用优质碳素结构钢，其磷、硫含量应不大于 0.035%，其它元素的含量应符合认可的有关标准。由钢材冷拔拉制的钢丝应呈圆形截面，且应材质均匀，强度一致，表面应无裂纹竹节、起刺、锈蚀和伤痕等影响钢丝绳性能的缺陷。

9.3.3.2 钢丝的抗拉强度一般应在 1420N/mm² ~ 1570N/mm² 或 1770N/mm² ~ 1960N/mm² 的范围内。

9.3.3.3 钢丝绳应采用镀锌的钢丝绞制而成。钢丝应采用热浸法或电解法镀锌。钢丝的镀锌层应平滑、完整和牢固。镀层可分为下列三级：

- 1 级:厚镀层，在镀锌后拔丝；
- 2 级:厚镀层，在拔丝后镀锌；
- 3 级:薄镀层，在镀锌后拔丝。

9.3.4 试样与试验

9.3.4.1 应从成品钢丝绳中截下适当的长度并将其捻开和校直后，从中任选六根钢丝作为试样，进行扭转和卷绕试验，用以检验钢丝镀锌层的粘着程度。此外，还应对镀锌层的含锌质量和均匀性进行试验。以上试验也可以在钢丝绳捻成之前的钢丝中，选取所需数量进行试验。

9.3.4.2 扭转试验应符合下述规定:

- 1) 试样在夹头间的长度应为钢丝直径的 100 倍或 300mm，取较小者；
- 2) 钢丝在扭转试验机上，用夹具夹住两端，使其扭转，直至断裂为止。为了保持钢丝始终呈伸展状态，可在夹具上施加不超过 2%的钢丝破断负荷的拉力；
- 3) 试验机的转速和扭转次数应分别符合表 9.3.4.2(1)和(2)的规定。

表 9.3.4.2(1) 钢丝扭转试验的最大扭转速度

镀锌钢丝直径 d，mm	最大扭转速度，次/min
d<1.5	90
1.5 d<3.0	60
3.0 d<4.0	30

表 9.3.4.2(2) 钢丝扭转试验的最小扭转次数

镀锌钢丝直径 d，mm	最小扭转次数			
	2 级镀锌层		1 级或 3 级镀锌层	
	捻制前试验	捻制后试验	捻制前试验	捻制后试验
d<1.3	15	13	27	24
1.3 d<2.3	15	13	26	23
2.3 d<3.0	14	12	23	20
3.0 d<4.0	12	10	21	18

9.3.4.3 镀层试验

钢丝绳应镀锌。锌的镀层厚度是按每单位面积上的镀锌层质量测定的，其最小值应不低于表 9.3.4.3 的规定，镀锌层质量的测定应按验船部门认可的标准进行。一般应从钢丝绳中截取不同直径的钢丝进行试验，采用化学方法将钢丝的镀锌层溶解，测定脱锌后钢丝的质量损失量来确定镀锌层的质量。镀锌层的均匀性应按验船部门认可的标准采用浸液试验来测定。

表 9.3.4.3 钢丝镀锌层质量

镀锌钢丝直径 d , mm	单位面积镀锌层的质量最小值 , g/mm ²	
	1 级或 2 级	3 级
0.4 d<0.5	75	40
0.5 d<0.6	90	50
0.6 d<0.8	110	60
0.8 d<1.0	130	70
1.0 d<1.2	150	80
1.2 d<1.5	165	90
1.5 d<1.9	180	100
1.9 d<2.5	205	110
2.5 d<3.2	230	125
3.2 d<4.0	250	135

9.3.4.4 卷绕试验

镀锌层的粘着力应通过卷绕试验予以检验。将钢丝在圆柱体上卷绕 10 整圈后，镀层如不出现起皮、剥落和开裂现象，即为合格。每种规格的钢丝至少要取五根进行试验，且钢丝直径与圆柱体直径之比应符合表 9.3.4.4 的规定。

表 9.3.4.4 钢丝卷绕试验规定

镀锌层	镀锌钢丝直径 , mm	钢丝直径与圆柱体直径之比
1 级或 2 级	<1.5	1:4
	1.5	1:6
3 级	<1.5	1:2
	1.5	1:3

9.3.4.5 成品钢丝绳的破断试验

1) 凡是制造长度在 10 000m 以下的钢丝绳，应从每根钢丝绳的端头截取一段作破断试验。试样在夹头间的净试验长度至少应为索径的 36 倍。如果制造长度超过 10 000m 时，则应从钢丝绳上截取第二段试样进行试验：

2) 在试验时，应控制试验机夹具上试验负荷增加的速度。开始可快速加载，当试验负荷达到钢丝绳公称破断负荷的 4/5 时，试验负荷递增的速度应平稳和缓慢，以确保不在钢丝绳试样上造成冲击负荷。若钢丝绳破断时，其破断位置在试验机夹具附近，则此项试验结果应作废，允许取试样复试。试验中如实测的破断负荷小于验船部门认可的标准所规定的最小值，则该试验结果应判为不合格；

3) 若因设备条件的限制不能以完整钢丝绳进行试验时，可采用单根钢丝试验，则钢丝绳破断负荷为单根钢丝的破断拉力乘以钢丝的总数，再乘以表 9.3.4.5(3)中所列换算系数而求得。

表 9.3.4.5(3) 单根钢丝试验换算系数

钢丝绳规格	换算系数
6 × 24	0.87
6 × 37	0.825
注:其他规格钢丝绳的换算系数可参照认可的其他标准中的有关规定。	

9.3.5 标记

经验收合格的每根钢丝绳均应在明显易见处贴上钢丝绳型号、规格、长度及厂名的标签，并应打上标志。

第 4 节 纤维绳

9.4.1 适用范围

本节规定适用于系船索和拖船用的植物纤维绳和合成纤维绳。

9.4.2 制造

9.4.2.1 纤维绳应由验船部门认可的工场制造。

9.4.2.2 纤维绳可用植物纤维(椰子壳纤维、大麻、马尼拉麻或龙舌兰麻)制成，也可用化学合成(人造)纤维(聚酰胺、聚脂和聚丙烯)制成。若采用其它材料，应经验船部门同意。

9.4.2.3 船用纤维绳的结构形式应符合验船部门认可的有关标准。根据纤维绳的材料和类型，其结构形式可以为三股、四股或九股，也可以考虑其它结构形式。

9.4.3 材料

制造纤维绳的材料应质地良好，材质均匀，耐腐蚀，并应符合认可的有关标准。索内不应加入任何填料和增加其质量的物质。植物纤维中任何浸渍润滑剂的用量应减至最小值，任何防腐和防水措施均不对植物纤维造成危害。上述各种措施，均不可造成增加索的质量，降低其强度和缩短其使用寿命。

9.4.4 破断试验

在成品纤维绳中截取试样，其试验长度和初始负荷可按表 9.4.4 的规定。施加初始负荷后，校验试样的直径是否符合名义尺寸和搓捻均匀度，然后将试样按表 9.4.4 所规定的应变率，均匀增加负荷，直至断裂。其实际破断拉力，应不小于验船部门认可的有关标准中所规定的值。

试验时，若索的断裂位置在距夹具 150mm 范围之内，可重新取样复试，但每卷纤维绳的破断试验应不超过两次。若试样在被夹持部位或捻接部位发生断裂，而其试验结果已达到对纤维绳规定的最大破断负荷的 90%以上时，则可认为该试验是合格的。

表 9.4.4 纤维破断试验参数

材料	试样在夹具间的最小自由长度	初始负荷/最小破断负荷	应变率，mm/min
植物纤维	1800mm	2%	150 ± 50
合成纤维	900mm	1%	75 ± 25

9.4.5 标记

经验收合格的每卷(或每捆)成品纤维绳均应在明显易见处贴上纤维绳号、材料、结构、规格及厂名的标签，并应打上标志。

组合型材的剖面模数 W 和惯性矩 I 计算方法如下(附图 1):

1) T 型材连同带板的剖面模数 W 和惯性矩 I (附图 1):

$$W = \frac{d_w}{10} \left[a + \frac{f_s}{6} \left(1 + \frac{2(A-a)}{2A+f_s} \right) \right] \quad \text{cm}^3$$

$$I = \left(\frac{d_w}{10} \right)^2 \left[\frac{1}{3} f_s + \frac{A_a - 0.25 f_s^2}{A + a + f_s} \right] \quad \text{cm}^4$$

式中: a —— 构件面板剖面积, cm^2 ;

A —— 构件带板剖面积, cm^2 ;

f_s —— 构件腹板剖面积, cm^2 ;

d_w —— 构件面板与带板中心线之间的距离, mm 。

2) 槽形舱壁一个槽形宽度 s 的剖面模数 W 和惯性矩 I (附图 2):

$$W = d_w t \left(a + \frac{b}{3} \right) \quad \text{cm}^3$$

$$I = \frac{1}{20} d_w^2 t \left(a + \frac{b}{3} \right) \quad \text{cm}^4$$

式中: a —— 槽形平面部分宽度, m ;

b —— 槽形斜面部分宽度, m ;

d_w —— 槽形深度, mm ;

t —— 槽形舱壁板厚度, mm 。

附图 1

附图 2

勘误表

第二篇 轮机

页	条、款	表	错	正
113		2.2.2.1	注: × × × 取决于外部质。	注: × × × 取决于外部节质。
169	7.3.6.3		× × 控距机构 × ×	× × 调距机构 × ×
200	8.6.4.2 中 1) 中 2) 中 3)		mm mm mm	Mm ² Mm ² Mm ²
204	9.1.3.2		× × 15 × ×	× × 15 ° × ×

第三篇 电气装置

页	条、款	表	错	正
234	1.1.1.3 中 2)		× × × 供。	× × × 供电。
238		1.3.2.2 中 2)	和或	和(或)
244	2.3.2.4 中 1) 2.3.2.4 中 2) 2.3.2.4 中 3)		× × × 端短。 × × × 排短。 × × × 排短。	× × × 端短路。 × × × 排短路。 × × × 排短路。
246	2.3.5.4 中 1) 2.3.5.5. 中 1)		× × × 瞬时动。 × × × 保持有。	× × × 瞬时动作。 × × × 保持有效。
249	2.4.3.1 中 3) 2.4.3.2		× × × 开头。 × × × 开头。	× × × 开关。 × × × 开关。
260	2.13.3.3		× × 穿边 × ×	× × 穿过 × ×
280		4.2.3.3	注: × × 4)的 × ×	注: × × 2)的 × ×