

管 系 施	工 工 艺	SRC -400-01-00	SHEET 2 OF 40
<div><div>1. 总述</div><div>为了如期圆满的完成 船的建造任务,特制定本工艺;</div><div>1) 本工艺的制定包含管子及附件订货前期准备工作, 订货、进厂检验、领料、下料、加工、焊接、酸洗钝化（镀锌）、酸洗钝化（镀锌）后的运输、船上安装等程序</div><div>2) 此管路工艺适用于船的所有管路系统。</div><div>3) 所有管路系统依照船级社的要求, 管路的制作、检查、试验和接收要服从 CCS 船级社认定的标准。</div><div>4) 所有的管路以及和管路相关联的系统（例如, 材料等级, 大小, 尺寸等等）要符合相应船级社的标准和规格书要求。所有材料要有鉴定报告或有可被接受的检验报告。</div><div>2. 参考标准</div><div>中国造船质量标准(CSQS)</div><div>《材料与焊接规范》</div><div>《船舶建造质量检验》</div><div>《钢制海船入级与建造规范》2006 版 第一篇、第三篇及修改通报;</div><div>CB/T3365-91 管子无余量下料工艺</div><div>GB2506-89 碳钢法兰标准</div><div>GB12459-90 不锈钢管件</div><div>CB/T3780-97 管子吊架;</div><div>CB*343-84 热镀锌通用工艺;</div><div>CB*Z 345-85 船舶管系布置和安装通用技术条件;</div><div>CB/T3790-97 船舶管子加工技术工艺;</div><div>CB/T3619-94 船舶系统和动力管路安装及密性试验质量要求</div><div>GB5312-85 船用无缝钢管</div><div>MEPC.107(49)决议 -- 《修订的船舶机舱舱底水防污染设备指南和技术条件》</div><div>1974 SOLAS 公约 2000 修正案</div><div>3.对管系（附件）前期订货的准备工作:</div><div>根据 提供的《管系材料明细表》、《管系阀件附件汇总表》及《全船规格书》，结合详细设计的图纸（经审图中心审批，并将审图意见落实到图纸中的完善图纸），制定详细的订货计划，这其中包括以下几点:</div><div>3.1 管路系统等级分类: .</div><div>管子材料的机械性能和化学成分, 应符合国家标准、行业标准和我国造船规范要求。</div><div>各种管材, 根据其设计压力和设计温度分为三级。对于 I 级与 II 级管系, 必须持有 CCS 检验部门的合格证书及制造厂的炉罐号, III 级管系应具有型式认可证书。如表 1:</div></div>			

管系等级区分表 1:

管系	I 级		II 级		III 级	
	设计压力 (MPa)	设计温度 (°C)	设计压力 (MPa)	设计温度 (°C)	设计压力 (MPa)	设计温度 (°C)
蒸汽	>1.6	或>300	≤1.6	和≤300	≤0.7	和≤170
热油	>1.6	或>300	≤1.6	和≤300	≤0.7	和≤150
燃油、滑油、可燃液压油	>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

注意: 1. 当管系的设计压力和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;当设计压力和设计温度其中1个参数达到表中II级规定时,即定为II级管系;两参数均不超过表中III级规定时,即定为III级管系。

2. 有毒和腐蚀介质、加热温度超过其闪点的可燃介质和闪点低于 60℃ 介质、以及液化气体等一般为 I 级管系;如设有安全保护措施以防泄漏和泄漏后产生的后果,也可为 II 级管系,但有 毒介质除外。

3. 货油管系一般为 III 级管系。

4. 不受压的开式管路如泄水管、溢流管、排气管、透气管和锅炉放汽管等也为 III 级管系。

5. 其他介质是指空气、水和不可燃液压油等。

3.2 管系材料及规格表:

3.2.1船用无缝钢管系列（GB5312-1999 ）表 2

表 2:

通 径	外径 (mm)		壁厚 (mm)						备注
	JIS	GB	Sch.40	GB	Sch.80	GB	Sch.160	GB	
15		22	2.8	3.0	3.7	4.0	4.7	5.0	
20		27	2.9	3.0	3.9	4.0	5.5	5.5	
25		34	3.4	3.5	4.5	4.5	6.4	6.5	
32		42	3.6	3.5	4.9	5.0	6.4	6.5	
40		48	3.7	3.5	5.1	5.0	7.1	7.0	
50		60	3.9	4.0	5.5	5.5	8.7	8.5	
65		76	5.2	5.0	7.0	7.0	9.5	9.5	
80		89	5.5	5.5	7.6	7.5	11.1	11.0	
100		114	6.0	6.0	8.6	9.0	13.5	13.5	
125		140	6.6	6.5	9.5	10.0	15.9	16.0	
150		168	7.1	7.0	11.0	11.0	16.0	16.0	
200		219	8.2	9.0	12.7	13.0	16.0	16.0	
250		273	9.3	10.0	12.7	13.0	16.0	16.0	
300		325	9.5	10.0	12.7	13.0	16.0	16.0	
350	355.6	351	9.5	10.0	12.7	13.0	16.0	16.0	

注意: 1 使用介质范围: 油、空气、蒸汽、排汽 (气) 及锅炉给水等。

2.A 类壁厚用于工作压力为 3MPa, 温度低于 300 度的管子, B、C 两类管子壁厚为选用者按需要进行选择。

牌 号	钢 级	脱氧方法	熔炼分析化学成分									
			C	Si	Mn	P	S	残余元素				
								Cr	Ni	Mo	Cu	总量
C10	320	镇静钢	≤ 0.16	≤ 0.35	0.40~ 0.70	0.035	0.035	0.25	0.3	0.1	0.3	0.7
C20	410	镇静钢	≤ 0.21	≤ 0.35	0.40~ 1.20	0.035	0.035	0.25	0.3	0.1	0.3	0.7

2) 钢管的常温力学性能应符合下表:

牌 号	钢 级	抗拉强度 N/mm (Kgf/mm ²)	屈服点 N/mm (Kgf/mm ²) 不小于	伸长率, % 标距 10=5.65 F0 (F0 为试样横截面积, mm2) 不小于
C10	320	320~440 (33~45)	206 (21)	25
C20	410	410~530 (42~54)	245 (25)	22

如果船东要求作工艺性能试验(包括压扁、弯曲、扩口、卷边试验)时,应积极配合,并应适应GB246-82《金属管压扁试验方法》、GB232-82《金属弯曲试验方法》、GB242-82《金属管扩口试验方法》、GB245-82《金属管卷边试验方法》的试验要求。

4.2.2 检验后的堆放:

- 1) 经检验合格的管子,应按照材质与规格的不同进行堆放,管材应按照 ISO9000 质量体系认证的有关条款进行堆放,即用铭牌标明每一种管子的直径、壁厚、长度以及所使用船舶的编号;
- 2) 碳钢管如堆放在露天,不允许直接堆放在地面上,以免地面有积水,造成腐蚀速度加快;应用木块或其它物品进行垫放,垫放块的数量应按照管子的长度和管子的直径进行确定,尽量保证边进货边使用的原则,绝对不允许长时间堆放;更不允许将这条船的管子用在另一条船上。以免造成乱拉乱用(有新进厂的管子而不用原进厂的管子,或需要用 10#材质的管子而用了 20#材质的管子)。

5.管子的领料及切割

按照厂内的规章制度:管子加工人员(或外包工人员),在接到技术部门下发的放样小票时,应根据管子材料汇总表及附件汇总表;如果仓库内没有相应数量的管材及附件(包括不是针对这条船的材料),请尽量不要领料,以免造成工作中的断断续续,待这批管子(附件)材料足够这次预制后在进行。

如果材料足够一批(或一套)小票的数量,请在核对材质后,再进行领料;有时,一批(或一套)下发的图纸中,需要的管子数量、规格及材质众多,难免造成混用,这就需要下料人员有充分的思想准备;即不同材质的管子,不能同时进行搬运;

按照放样小票,划出管子的切割位置、代号及长度,为防止切割时产生偏差,切割工具采用得力 GD 式切割带锯机床,由专人负责操作;切割好的管子,按照系统堆放整齐。

对外径超过 32mm 钢管,可允许使用气割的方式;切割后,切口必须修整光滑,氧化渣和毛刺必须全部消除干净,被清除的表面区域应无不利于焊接的腐蚀和杂质等。管段被清理的长度,从切割端起,不

得少于 50mm。

管子切割后的，管断面和管子外表面的垂直度应符合下列规定：

- A. 小于等于 DN100mm 的管子，垂直度小于等于 1mm；
- B. 大于 DN100mm 小于等于 DN200mm 的管子，垂直度小于等于 2mm；
- C. 大于 DN200mm 的管子，垂直度小于等于 3mm；

6.管子的弯曲及装配：

6.1.1 预制

下好料的管子进行预制时，施工人员将所要弯曲管子的小票提供给操作人员，操作人员根据管子的型号及壁厚选用合适的胎具和芯头，不能随便使用；换装胎具后，可用同材质及规格的管材做弯曲试验；试验时，应将管子的内表面（或芯头）涂一层抗拉油（防止管子及芯头拉毛），以检验芯头长度是否合适、管子弯曲部位是否有折皱、管壁减薄率是否符合规范要求；弯曲后，检查弯曲的角度是否达到要求（管子弯曲后回弹系数不一样）；夹紧块是否将管子夹扁。全部检验合格后，进行施工作业。

管子的弯曲数据：

Nominal dia. 通 径		钢 管		不锈钢管		铜 管	
A	B	R	前轧头数据	R	前轧头数据	R	前轧头数据
15	22	66	140	66	140	66	140
20	27	81	140	81	140	81	140
25	32	96	135	96	135	96	135
25	34	102	135	102	135	102	135
32	38	114	135	114	135	114	135
32	42	126	135	126	135	126	135
40	45					135	135
40	48	144	120	144	120	144	120
50	55					165	120
50	60	180	150	180	120	180	150
65	76	228	185	228	185		
80	89	267	220	267	220		
100	114	342	270				

注意：采用冷弯的管子，应在弯曲后，进行管子圆度、褶皱高度、壁厚减薄率的检测；如果超过下列数据，应将管子予以废除，并在查找原因后，重新进行弯曲；主机烟管采用虾壳式焊接弯管（斜接焊弯管）

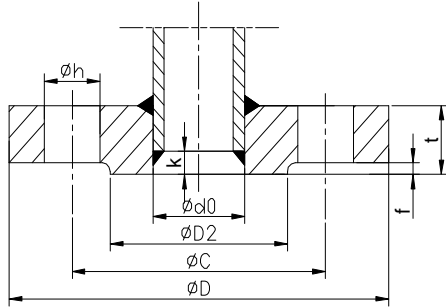
- 管子弯曲后，允许有均匀折皱存在，但其高度不得超过管子实际外径的 2%，对于 DN65 以下的管子应予消除；
- 管子弯曲处的圆度应符合下表：（我厂为 3 D_W）

弯曲半径 R	R≤2 D _W	2 D _W <R≤3 D _W	3D _W <R≤4 D _W	R>4 D _W
圆度 O，（%）	≤10	≤9	≤9	≤5
注：D _W 代表管子的实际直径				

圆度 O 应按下式计算：

$$O=（A-B）/D_w\times100$$

管 系 施 工 工 艺	SRC	-400-01-00	SHEET 7 OF 40
<p>式中：O----表示弯曲处截面圆度 %；</p> <p>D_w----管路实际外径， mm；</p> <p>A----表示弯曲处截面最大外径 ， mm；</p> <p>B----表示弯曲处截面最小外径 mm；</p> <p>管子弯曲处的管壁厚减薄率</p> <p>管壁减薄率 η 按下式计算：</p> $\eta = (t - t_1) / t \times 100$ <p>式中： η ----弯曲处管壁减薄率， %；</p> <p>t----弯曲前的管壁平均厚度， mm；</p> <p>t_1----弯曲后的管壁最薄处的厚度， mm；</p> <p>管壁减薄率 η 应符合下列公式要求：</p> $\eta < (1/25) \times (D_w/R) \times 100$ <p>式中： η ----弯曲处管壁减薄率， %；</p> <p>D_w----管子实际外径， mm；</p> <p>R----弯曲半径， mm；</p> <p>弯曲附加余量 b 应不小于按下式计算之值：</p> $b = 0.4 \frac{D}{R} \delta_o \quad \text{mm}$ <p>式中：</p> <p>R ——平均弯曲半径， mm， 通常 R 不小于 3D；</p> <p>D ——钢管外径， mm；</p> <p>δ_o —— 基本计算壁厚， mm，</p> <p>6.1.2 热弯</p> <p>热弯应得到船东的许可，为易于弯曲，可采用感应加热法。在 500℃ 以上，退火至少 5 分钟</p> <p>6.1.3 弯头</p> <p>对厂内设备而言，碳钢管的通路大于 DN100 时，采用定型弯头进行对接，壁厚与相连管子相符。</p> <p>对于用弯头相连的管子，弯头材料要与管子材料相同，各种弯头采用统一的标准（碳钢管采用 GB/T10752-1995 标准）</p> <p>6.1.4 异径接头：</p> <p>对于用异径接头相连的管子，异径接头材料要与管子材料相同，各种异径接头采用统一标准（碳钢管采用 GB/T10752-1995 标准）。</p> <p>6.1.5 三通接头：</p> <p>对于用三通接头相连的管子，三通接头应与管子的材质相同，各种三通接头采用统一标准（碳钢管用 GB/T10752-1995 标准）。</p> <p>6.1.6 法兰：</p> <p>碳钢法兰按照 GB2501-89 标准进行加工，因此在本船碳钢管路中我们采用 GB2501-89 的法兰标准。法兰形式为搭焊钢法兰。法兰尺寸请参考下图。</p>			



6.2 管子的装配:

弯曲后的管子，在装配前，应检查弯曲后长度与小票数据是否有误，如有应进行校正。

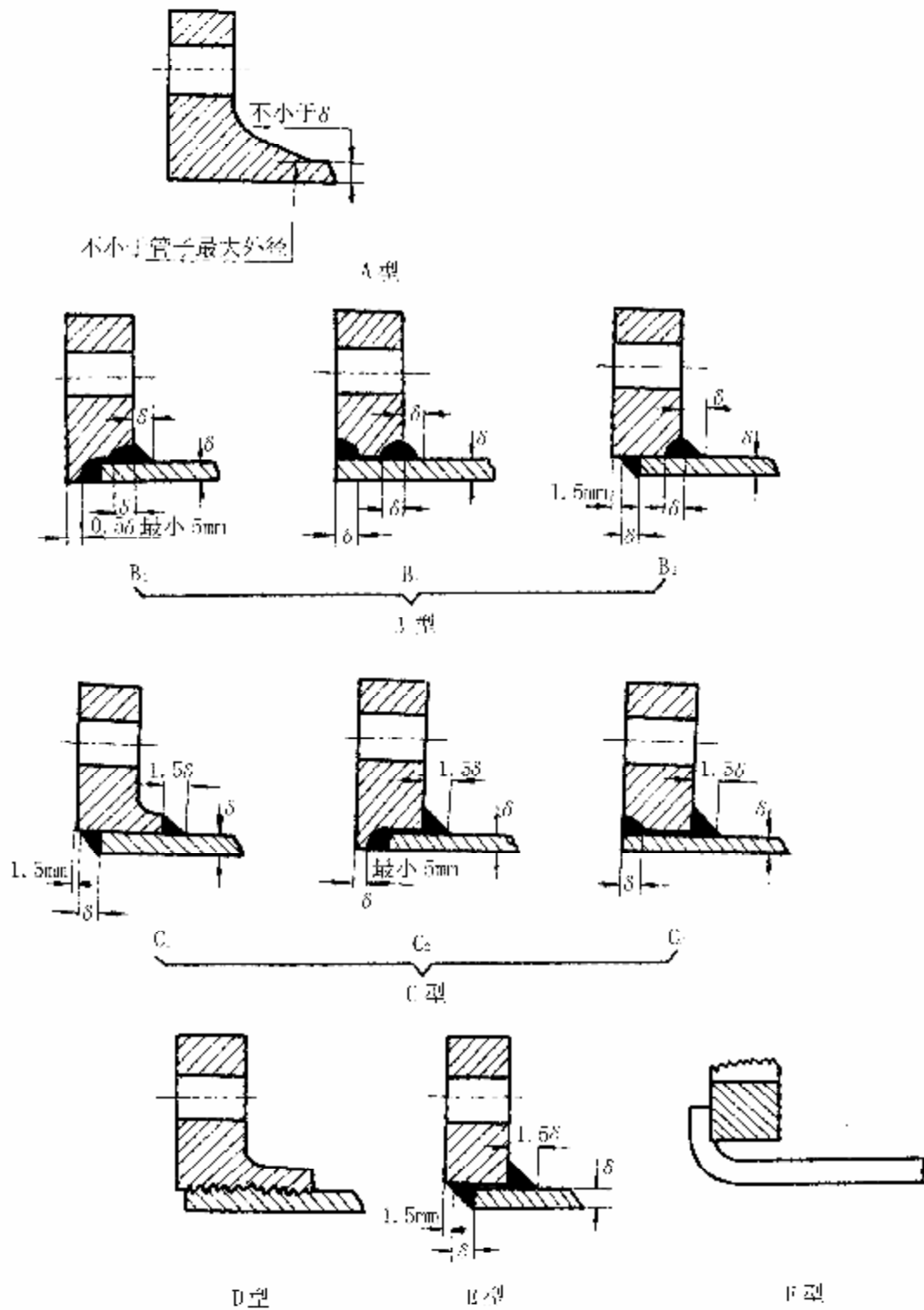
管子的装配误差应控制在标准范围内，如果装配误差较大，应重新调整，直到达到规定要求后才能进行焊接；管子的装配误差见下表 1:

表 1

序号	项 目	偏差mm	略 图	备注
1	直管	ΔL ± 4		<div>①L、h、a、θ 为图纸尺寸。</div> <div>② ΔL、Δh、Δa、$\Delta \theta$ 为管子测量尺寸与图纸尺寸误差。</div> <div>③ 角度校正，以长管段为基准。</div>
2	弯管	ΔL ± 4 Δh ± 4 $\Delta \theta$ $\pm 1^\circ$		
3	弯管	ΔL ± 4 Δa ± 5 Δh ± 3 $\theta 1 - \theta 2$ $\pm 2^\circ$		
4	立体弯管	ΔL ± 4 Δa ± 4 Δh ± 4 $\Delta \theta 1$ $\pm 1^\circ$ $\Delta \theta 2$ $\pm 1^\circ$		
5	分支管	ΔL ± 4 Δa ± 4 Δh ± 4 $\Delta \theta$ $\pm 1^\circ$		
6	贯通管	ΔL ± 4 Δa ± 4 $\Delta \theta$ $\pm 1^\circ$		

法兰的连接型式和适用范围见下表:

表:



7.管子的焊接

7.1 焊接材料:

7.1.1 根据材质的不同, 选用不同的焊丝、焊条及焊剂, 焊丝、焊条及焊剂必须经中国船级社的认可, 所有材料必须具有制造厂的产品合格证。

7.1.2 焊丝、焊剂应存放在干燥通风的室内, 严防焊丝生锈和焊剂受潮。焊丝在使用前盘入焊丝盘时,

应清除焊丝上的油污、杂质，焊剂在使用时应进行烘干。

7.1.3 焊条必须存在于干燥、通风良好的库房内，库房的温度宜为 10~35 度，相对湿度小于 50%，严防焊条受潮变质。焊条在使用时，应根据焊条的说明书进行烘干。

7.1.4 氩气、二氧化碳气瓶的罐气，应严格执行充装技术规程，防止将空气、水分等杂质带入瓶内。

7.2 焊接前的准备工作:

7.2.1清理杂质 焊前清除焊接部位表面的油污、油脂和杂质；表面氧化皮较薄时，可用酸洗清除；氧化皮较厚时，可用钢丝刷、打磨或喷丸等机械方法清理。

7.2.2点焊定位的焊渣和叠焊前的焊渣都要清除干净。

7.2.3根据焊缝尺寸要求和管子壁厚，选择不同直径和焊接电流，所选焊接材料的强度应不低于母材强度的下限。

7.2.4 焊工应按有关《焊工考试规格》进行考试,取得上岗证后方可进行施焊。

7.3焊接技术要求:

7.3.1钢管的对接接头、支管和法兰连接的焊接必须使用CO₂自动焊、手工焊或埋弧半自动焊的焊接方法。氧-乙炔气体焊,限于DN≤100mm或壁厚不超过9.5mm的钢管对接接头。并仅适用III级管系。不锈钢管对接接头、支管和法兰连接的焊接必须使用钨极氩弧焊、氩弧焊或手工焊的焊接方法。氧-乙炔气体焊不适应不锈钢管。

7.3.2碳钢管与法兰的连接应采用双面焊，DN25mm以下的管子，如采用单面焊，可提前书面申请验船师的同意。

7.3.3 通径小于100mm的直三通和斜三通支管应采用氩弧焊打底,或单面焊双面成型工艺。

7.3.4 管子的套管连接和对口的焊缝尺寸应符合规范要求

7.3.5 滑油、燃油、液压系统及对清洁要求较高系统的管子焊接或支管焊接时，单面焊应采用气体保护焊作为封底焊；双面焊内圈焊缝须光滑。

7.3.6 在低温环境中的焊接要求

i. 一般碳钢管焊接（含碳量 0.23% 以下），其环境温度不能低于 -20 度。

ii. 合金钢管在低温区焊接时, 应将工件进行预热, 其预热温度和相应材料钢板预热温度相同;

iii. 管件应尽可能在车间焊接, 避免受雨、雪和强风的影响。

7.3.7 管子焊接完工后，应清除焊渣、药粉及飞溅粒子，法兰内圈、支管焊缝及法兰密封面均应进行修整：

7.3.8 碳钢和碳锰钢管，其含碳量超过 0.23%或含碳量不超过 0.23%，但壁厚超过 30mm 者，在焊接后应进行消除应力的热处理，热处理的保温温度为 580~620 度。

7.4 质量标准:

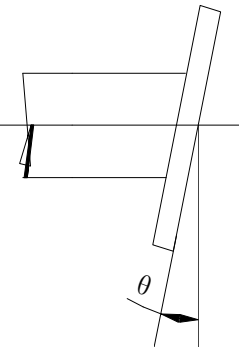
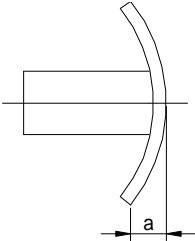
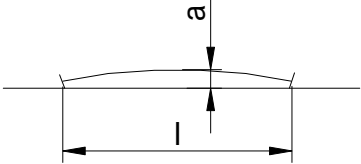
7.4.1 焊缝表面不应有裂纹、焊瘤、气孔、咬边及未添满的弧坑或凹陷存在, 管内壁不允许塌陷; 如有上述塌陷, 应按焊缝缺陷标准进行修补。

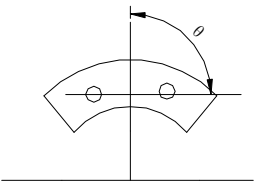
对于不加垫圈和不采用气体保护焊封底的对接焊缝，其内表面的凸出部分不宜超过 2mm，一般不允许凹陷，对于要求高的管子，需进行打磨（如液压系统）。

管子的对接焊头，应根据造船规范要求 进行 X 射线或 Y 射线检查，或取得 CCS 验船师的认可，采用其他方式。

法兰焊接完毕，未进行水压试验前，按下表进行检验装配公差：

表 7.4.1

序号	项目		公称通径 DN	偏差范围	简图
1	法兰面直角度	θ	>300 $200\sim300$ <200	$\leq 10'$ $\leq 20'$ $\leq 30'$	
2	法兰面弯曲	a	≥ 200 <200	≤ 1.0 ≤ 0.5	
3	管子弯曲	a	≥ 40	$\leq 1.5/1000$	

管 系 施 工 工 艺			SRC	-400-01-00	SHEET	12	OF	40
4	法兰螺孔	Δ θ	<100 ≥ 100	$\leq 0.5^{\circ}$ $< 1^{\circ}$				

7.4.2 返修

当焊接接头有超标缺陷时必须进行返修，并应书面型式进行汇报：

- 1) 经无损检测的焊缝需返修，必须用砂轮机将需修补的部位打磨坡口，然后进行焊接。
- 2) 同一部位的返修次数一般不超过两次，当焊缝进行两次返修或以上者，以及焊缝质量批量不合格，必须上报工程主管负责人；由工程主管负责人汇总并与焊接技术人员、检验员、工艺制定人员，共同制定返修工艺，并填报“焊接返修工艺批报单”；“焊接返修工艺批报单”应进行存档，并报验船师及建造组。

7.4.3 管子的打磨

焊接后的管子，在检验前应进行打磨处理：

碳钢管在打磨时，只能将焊缝周遍的飞溅物清除干净，不得打磨焊缝；如进行双面焊时，内孔出现的超高焊缝应打磨光滑，以免影响到液体的流通面积。

8. 压力试验

- 1.内场加工完的管子，除尽毛刺焊渣后，经检验各项质量指标合格后，按图纸要求在车间内场进行压力试验，试验压力是系统压力的 1.5 倍
- 2.水压试验时，试验设备应安装两块压力相同的压力表，以检验试验压力的准确性；先将管内的空气排尽，然后逐级增加试验压力，中间应作短暂停压，不得一次升到试验压力；在试压过程中所发现的缺陷，应在压力完全取消之后加以消除，将泄露（渗漏）处的焊缝用磨光机打坡口，再进行焊接，然后再进行第二次试验；压力升高到规定值时，保压 5~10min 无泄露。
- 3.管路上船安装结束后，应按图纸要求对各系统进行密性试验；在进行试验前，将管路和机械、热交换器、箱柜等设备隔开（将隔离处用认可型式的软管进行连接）；按照系统设计的密性试验压力进行试压。

管 系 施		工 工 艺		SRC	-400-01-00	SHEET	13	OF	40
船各系统压力试验及密性试验表：									
序号	系统名称		压力试验	密性试验	试验介质	备 注			
1	液压管系系统		27.5MPa	18.5MPa	油	船上保压5分钟不得泄露			
2	主机燃油供给管系		0.5MPa	0.45MPa	油				
3	燃油泄放系统原理图		0.4MPa	-----	空气 or 油				
4	燃油输送管系	吸入管系	0.3MPa	0.2MPa	油	设计压力0.2MPa			
		泵后管系	1.05MPa	0.7MPa	油	设计压力0.7MPa			
5	滑油系统图	主机滑油管系	1.2MPa	工况检查泄漏	空气 or 油				
		齿轮箱备用泵管路	3.75MPa	工况检查泄漏	空气 or 油				
6	滑油泄放系统原理图		0.2MPa	-----					
7	海水冷却系统原理图		0.5MPa	0.4MPa	水				
8	淡水冷却系统原理图		0.5MPa	0.4MPa	水				
9	全船空气、测量系统原理图		-----	灌水试验	水				
10	全船水消防系统原理图		1.125MPa	0.75MPa	水				
11	机舱供水系统原理图		0.6MPa	0.5MPa	水				
12	全船供水系统原理图		0.6MPa	0.5MPa	水				
13	全船舱室疏排水系统原理图		-----	灌水试验	水				
14	全船舱底水管系图	吸入管	0.3MPa	0.2MPa	水				
		排出管	1.125MPa	0.75MPa	空气 or 水				
15	空调冷热水管系图	进水管	0.6MPa	0.4MPa	水				
		回水管	0.6MPa	0.4MPa	水				
16	全船舱底、压载系统原理图	吸入管	0.3MPa	0.2MPa	水				
		排出管	1.125MPa	0.75MPa	水				
17	压缩空气系统原理图		0.5MPa	0.42MPa	水				
			4.95MPa	3.3MPa	空气				
			1.65MPa	1.1MPa	空气				
			1.16MPa	0.77MPa	空气				
			0.66MPa	0.44MPa	空气				
18	应急消防泵室系统图	海水吸入管	0.3MPa	0.2MPa	水				
		消防管	1.125MPa	0.75MPa	水				
		压缩空气管	0.5MPa	工况下无泄漏	空气				

9. 管路的镀锌、酸洗及钝化处理

9.1 酸洗

酸洗的目的是对经检验合格后的管子，将其内外表面的锈斑、油污、氧化皮和其它污物进行清除，使管子达到船级社及国家有关行业标准。

本船所有的管子都要进行酸洗，酸洗的程序如下：

- A) 将需要酸洗的管子按系统进行，用吊筐将管子放入碱水溶液池内，进行脱脂及去除管子表面的油污。
- B) 将脱脂后的管子吊装到酸洗槽中浸泡，注意管子的放置方向（有 U 型或直角弯的管子，不要将管子口朝上或朝下，应进行平放），避免管子内存有空气或上道工序存有的积液；并应翻动管子，使管子的溶液不断更新。
- C) 将酸洗脱氧后的管子用苏打水溶液中和酸性
- D) 将中和好的管子用清洁的淡水冲洗，并用压缩空气吹干。
- E) 燃油、滑油管酸洗后进行钝化处理，并内壁涂防锈油；液压油管在酸洗钝化后，拉白布清洁后，在向内壁涂防锈油。
- F) 经过钝化并涂防锈油的管子，在管口处加装塑料堵头，并用胶带固定好，以保持管子内的清洁，并防止生锈。

9.2 镀锌

为了保护管子防止腐蚀损坏，需将下列系统的管子进行热镀锌处理，消防管系、舱底管系、压载管系、空气管系（燃、滑油系统液货系统除外）、注入测量管（燃、滑油系统液货系统除外）、供水管系、疏排水管系、海水管系、淡水管系（除主机淡水冷却管系）、压缩空气管系、电缆管、凝水管系等需要进行热镀锌；热镀锌是在酸洗后进行，锌膜厚度70~80 μm；

对于无法进行热镀锌的管子，用电镀锌，但镀锌层应光滑，不得有明显的漏镀、烧黑、流挂、剥落、起泡、麻点、伤痕等缺陷。镀锌厚度 δ 的要求： $\delta \geq 20 \mu\text{m}$ ，外壁 $\delta \geq 30 \mu\text{m}$ 。

所有镀锌的管子，在搬运及安装过程中，应做到轻拿轻放，并且不得与其他管子存放在一起，以免破坏管子的镀锌层；如上船安装时间过长，应将管子的进出口封堵，以免赃物进入管子内部；小口径的管子在装船前用压缩空气吹净后，再安装。

10. 管路垫片的选用

根据船各系统用途的不同，选用不同的垫片；垫片成品外观应平整、光滑、无损伤、剥落、撕破等缺陷。

- a) 不锈钢石墨复合垫片 (适用介质为排烟气等管系)

- 須提供无毒证书

11.1 安装前的准备工作

11.1 管子的安装

11.1.3 在通道、检修操作及拆装维修等必要空间内,一般不应布置管路;布置油管、蒸汽管时,应按

11.1.12 直接与主、辅机等设备连接的管子，必须装嵌补管，其法兰连接面应平行，不允许强制性连接。安装时法兰位置误差可参照下表。

特殊情况除外与设备相连的管子,其叉口、位移在保证密性的前提下不得引起设备的变形。

11.1.14 管路不能与船体相碰。在一般情况下，两管间的最小距离不得小于 10mm，包扎绝缘材料的管子间距不得小于 30mm（指隔热层之间间距）。蒸汽管、排气管和热水管应远离电缆，蒸汽管管壁距电缆不应小于 200mm，热水管管壁与电缆间距应保持 100mm 以上，交叉敷设的应不小于 50mm。特殊情况不能满足上述规定时，应增加管子隔热层厚度。

11.1.15 在条件许可情况下，管段尽可能放长，减少接头，有利于管路密性，但为拆装方便，一般以 2~3m 为宜。

在管上开支管时, 尽可能开在母管管端, 便于加工和清洁。

11.1.16 镀锌钢管不得敲击，也不准使用火焰加热、气割和电焊焊接。下列情况可除外，但必须用环氧富锌底漆或其它等效涂层修补。

- 在船上焊接的套筒接头；
- 在船上焊接的通舱管件复板；
- 必须在船上调整定位的船校管和法兰以及焊接在镀锌管上的紧固件。

11.1.17 船上校管内径 32mm 以下（含 32mm）用砂轮切割机切割，内径 32mm 以上（不含内径 32mm）管子允许用火焰进行切割，但切割后的管口毛刺、飞溅，必须清除干净。

11.1.18 温度计等焊接座板焊装时，应逆着管子流向倾斜一定角度（ $\Phi 60\text{mm}$ 以下小通径管路上如装温包，则温包管子应比该系统管子直径放大一档），以便介质流动；但倾斜角度不宜对准附近机电设备，以防液体流出损坏设备。对位置较低不易观察的水银温度计应改装温度表。温度计、感温杆的插入深度应为 $1/3 \sim 1/2$ 管径。

11.1.19 用于海水系统、水舱、机舱花钢板以下及露天部位的螺栓、螺母均应镀锌；油舱、油柜内一般采用发黑处理的固紧件。

11.1.20 管子支架

11.1.20. 1 管子支架的结构形式一般可由角钢和 U 型螺栓或盖板组成,也可选用“丁字形”等合适的结构形式。纵放时,尽量选用通用的组合式支架,内场制作好,以减少现场焊、割工作量,提高装船质量。

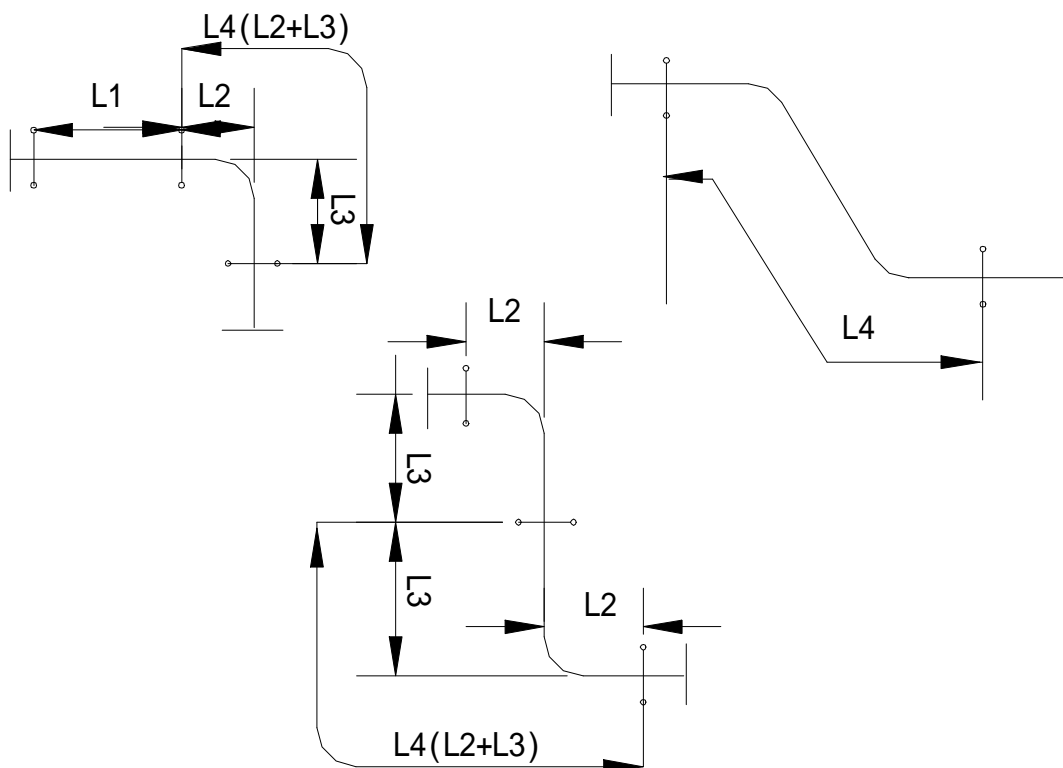
图一 管子支架结构型式

管 系 施	工 工 艺	SRC	-400-01-00	SHEET	18	OF	40
<p>11.1.17 船上校管内径 32mm 以下（含 32mm）用砂轮切割机切割，内径 32mm 以上（不含内径 32mm）管子允许用火焰进行切割，但切割后的管口毛刺、飞溅，必须清除干净。</p> <p>11.1.18 温度计等焊接座板焊装时，应逆着管子流向倾斜一定角度（$\Phi 60\text{mm}$ 以下小通径管路上如装温包，则温包管子应比该系统管子直径放大一档），以便介质流动；但倾斜角度不宜对准附近机电设备，以防液体流出损坏设备。对位置较低不易观察的水银温度计应改装温度表。温度计、感温杆的插入深度应为 $1/3 \sim 1/2$ 管径。</p> <p>11.1.19 用于海水系统、水舱、机舱花钢板以下及露天部位的螺栓、螺母均应镀锌；油舱、油柜内一般采用发黑处理的固紧件。</p> <p>11.1.20 管子支架</p> <p>11.1.20. 1 管子支架的结构形式一般可由角钢和 U 型螺栓或盖板组成，也可选用“丁字形”等合适的结构形式。纵放时，尽量选用通用的组合式支架，内场制作好，以减少现场焊、割工作量，提高装船质量。</p> <p style="text-align: center;">图一 管子支架结构型式</p>							

管 系 施	工 工 艺	SRC	-400-01-00	SHEET	18	OF	40
<p>11.1.17 船上校管内径 32mm 以下（含 32mm）用砂轮切割机切割，内径 32mm 以上（不含内径 32mm）管子允许用火焰进行切割，但切割后的管口毛刺、飞溅，必须清除干净。</p> <p>11.1.18 温度计等焊接座板焊装时，应逆着管子流向倾斜一定角度（$\Phi 60\text{mm}$ 以下小通径管路上如装温包，则温包管子应比该系统管子直径放大一档），以便介质流动；但倾斜角度不宜对准附近机电设备，以防液体流出损坏设备。对位置较低不易观察的水银温度计应改装温度表。温度计、感温杆的插入深度应为 $1/3 \sim 1/2$ 管径。</p> <p>11.1.19 用于海水系统、水舱、机舱花钢板以下及露天部位的螺栓、螺母均应镀锌；油舱、油柜内一般采用发黑处理的固紧件。</p> <p>11.1.20 管子支架</p> <p>11.1.20. 1 管子支架的结构形式一般可由角钢和 U 型螺栓或盖板组成，也可选用“丁字形”等合适的结构形式。纵放时，尽量选用通用的组合式支架，内场制作好，以减少现场焊、割工作量，提高装船质量。</p> <p style="text-align: center;">图一 管子支架结构型式</p>							

管子公称 直径 DN	直管段支架间距		弯曲管段支架间距					
	钢 管	铜 管	钢 管			铜 管		
	L1	L1	L2	L3	L4	L2	L3	L4
10	1000~1300	500~600	300	500	800	100	400	500
15	1200~1500	1000~1200	300	700	1000	200	800	1000
20	1300~1700	1000~1200	300	800	1100	200	800	1000
25	1600~2000	1000~1200	300	1000	1300	200	800	1000
32	1800~2300	1000~1200	300	1100	1400	200	800	1000
40	2000~2500	1500~1800	350	1250	1600	300	1200	1500
50	2200~2700	1500~1800	400	1300	1700	300	1200	1500
65	2500~3100		450	1450	1900			
80	2600~3300		500	1500	2000			
100	3000~3600		550	1750	2300			
125	3200~3800		600	1900	2500			
150	3500~4200		700	2000	2700			
175	3700~4600		850	2050	2900			
200	4000~5000		950	2150	3100			
225	4100~5200		1000	2200	3200			
250	4300~5400		1100	2300	3400			
300	4500~5800		1250	2450	3700			
350	5000~6200		1400	2500	3900			

支架的间距参照下图，图中L1、L2、L3、L4的距离参照表2：



11.1.20.3 严禁管子支架直接焊装在船体外板上。如不可避免时，支架底部必须加焊复板。

11.1.20.4 所有支架应采用包角双面焊，防止因振动脱焊；蒸汽管子支架安装采用双螺母，紧固螺栓应伸出螺母 1 ~ 4 牙。

11.1.20.5 仪表管支架可采用扁铁制成，其间距了按实际情况现场决定。

11.1.20.6 对内场加工的管子和现场实配的管子，装船前必须按本船涂装要求打好底漆和面漆。

11.1.20.7 镍黄铜管及铜管加固定管卡时，管卡内必须加垫帆布。

11.2.21 船上开孔

11.2.21.1 管子凡要穿过船体结构（如舷侧、横梁、纵桁、内底板、肋骨、肘板、液舱、箱柜及甲板等）时，应严格按开孔图或工艺技术要求中规定先划线，并经指定人员复检无误后方可开孔，严禁任意开孔。

在船体重要构件上开孔，应按要求补强，即用开孔补偿方法进行加强。对补板及开孔应打磨；与有水密要求的隔壁和构件焊装应双面施焊。

11.2.21.2 通舱管件开孔，应严格按图纸尺寸划线，并经自检，互检后在开孔。

11.2.21.3 开孔公差要求

- 开孔中心线的位置偏差一般不得超过 5mm。
- 各种管路通舱管件、甲板漏水口、法兰焊接座板等开孔孔径公差为 1 ~ 4mm；
- 复板通舱管件和管子通过无水密要求的舱壁或平台时，开孔孔径公差为 1 ~ 7mm；
- 舷侧开孔与接管的间隙不应大于 3mm。

12. 试验

12.1 各类管系在船上施工结束后，应检查系统安装的完整性及准确性；在确认无误后，应按各管系施工图中的技术要求，对系统进行密性试验。

12.2 当个别管路的强度试验只能在船上进行时，其强度试验可以和装船后的密性试验一起进行，但必须考虑与其相连工作的设备、附件和管路的承压能力。

12.3 通径小于 15mm 的管子可只做密性试验。

12.4 各类管路密性试验要求均按图纸及工艺规定进行。

12.5 管系的投油、冲洗试验

12.5.1 燃、滑油系统和液压系统在船上应按表 4 规定进行投油冲洗试验，以确保管路清洁和设备工作的可靠。

12.5.2 对滑油系统的供油管路，应先在内场投油冲洗，装船后经密性试验合格后，再次在船上进行投油试验，以确保柴油机的可靠运行。

表 4 管子系统冲洗方法与介质

管系	应 用 的 系 统	冲 洗 方 法 和 介 质
润滑油	主机、尾轴管、柴油、发电机组	冲洗油或工作油、压力循环冲洗
燃油	主机	柴油、压力循环冲洗
	柴油发电机	压缩空气吹除冲洗
液压油	舵机、甲板机械	采用工作油、压力循环冲洗
	遥控	采用工作油、压力循环冲洗或者干燥空气或氮气吹除
压缩空气	主辅机起动空气和控制空气管路	压缩空气吹干

12.5.3 系统投油试验应按工艺用规定精度的滤网，油液温度一般不低于 45℃。在投油冲洗过程中应振动、敲击管子，一般 2 小时内检查和清洗滤器（滤网）一次，一直到清洁为止。

12.5.4 由柴油机厂机带管路一般不再冲洗。若要冲洗，则必须在确认船厂制装的滑油管路完全清洁后，再把机带滑油管与外部系统接通，再次进行冲洗。

12.5.5 起动和控制空气管路的冲洗，应先将主、辅机与其起动、控制空气管路脱开，并在离空气瓶最远的地方打开，然后用压缩空气吹除。

12.5.6 需要投油冲洗管路中的阀件和附件，在装船前也应进行打磨和冲洗，确保其内无杂物并完全清洁。

12.5.7 在需投油冲洗管子上开支管或与连接附件焊接时必须采取严格的清洁措施，必要时，焊前、焊后管子均要进行清洗。

12.5.1 在Ⅰ级管系中，外径大于 76mm 的管子对接焊缝，应全部经 X 射线检查。在特殊情况下，经验船师同意，可以以超声波检查代替。

12.5.2 在Ⅱ级管系中，外径大于 102mm 的管子对接焊缝以及Ⅰ级管系中外径小于 76mm 的管子对接

- 对于垂直管，螺栓应从上向下插入安装；水平管子的螺栓，由艏向艉插入安装；
- 法兰螺母的紧固应从法兰平面开度大的一侧先紧固；两法兰基本平行后对角紧固；圆周紧固后，法兰密封面应保持平行，螺栓伸出螺母距离为 1 至 4 个螺距。
- 使用套管连接时，伸入套管的管子两端面（或焊缝），应有 2mm 的间隙，伸入套管的管子长度应大于 25mm。见套管连接表：

见下图及表：

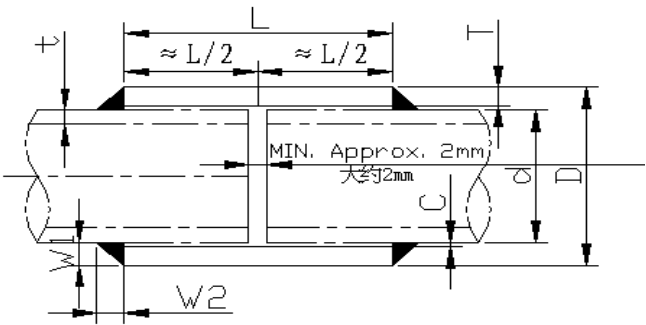



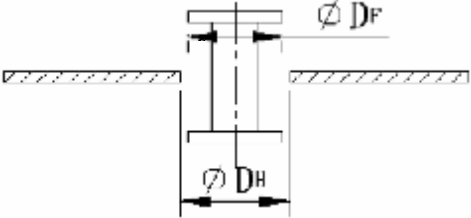
表 5：

DN	d	D	T	C	L (STD)	APPLICATION TO PIPE 适用钢管及不锈钢管		
15	22	34.0	4.5	1.65	50	B	C	
20	27	38.1	4.0	1.35	50	B	C	
		40.0	5.0	1.10		B	C	
25	34	45.0	4.5	1.00	50	B	C	
		48.6	6.0	1.20		B	C	
32	42	55.0	5.0	1.15	50	B	C	
		57.0	6.0	1.15		B	C	
40	48	60.5	4.9	1.05	50	B	C	
		63.5	6.0	1.45		B	C	
50	60	73.0	5.0	1.25	50	B	C	
		76.3	6.0	1.90		B	C	
65	76	96.0	8.0	1.85	80	B	C	
		101.6	11.0	1.65		B	C	
80	89	105.0	6.0	1.95	80	B	C	
		114.3	11.0	1.60		B	C	
100	114	130.0	6.0	1.85	100	B	C	
		139.8	11.0	1.75		B	C	
125	140	165.2	11.0	1.70	100	B	C	
		168.3	13.0	1.25		B	C	
150	168	190.7	11.0	1.75	150	B	C	
		198.2	15.0	1.50		B	C	
200	219	240.3	10.0	2.00	150	B	C	
		252.3	16.0	2.00		B	C	
250	273	291.4	10.0	2.00	200	B	C	
		303.4	16.0	2.00		B	C	
300	325	342.5	10.0	2.00	200	B	C	
		354.5	16.0	2.00		B	C	
350	355	379.6	10.0	2.00	250	B	C	
		391.6	16.0	2.00		B	C	

注：上表中，“D”、“T”和“C”的数值仅做参考。实际使用中，合适的 B 或 C 类的钢管或不锈钢管将被用作套管。

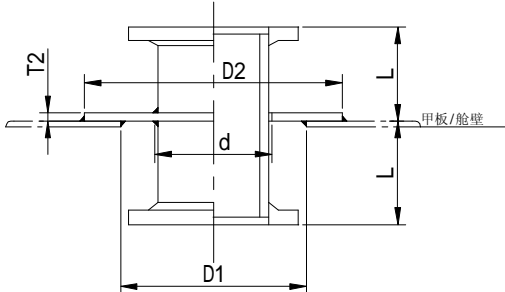
15.管路通舱方法

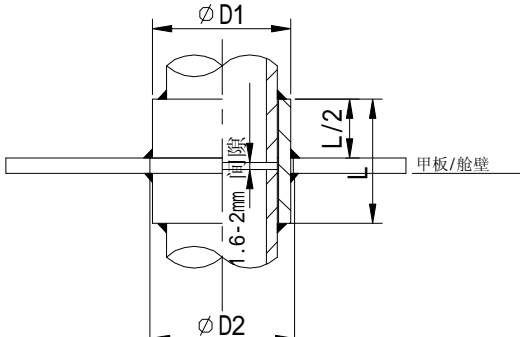
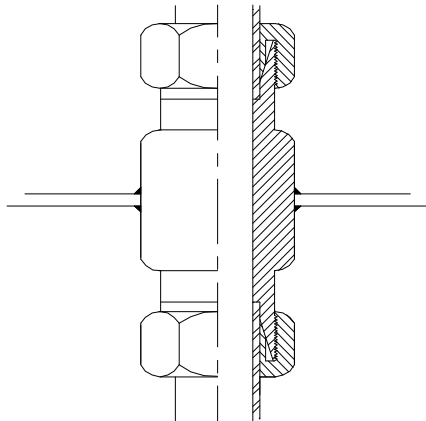
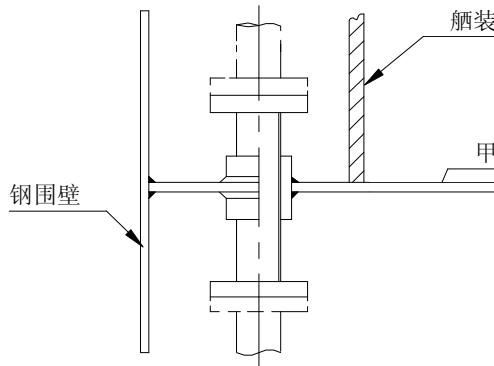
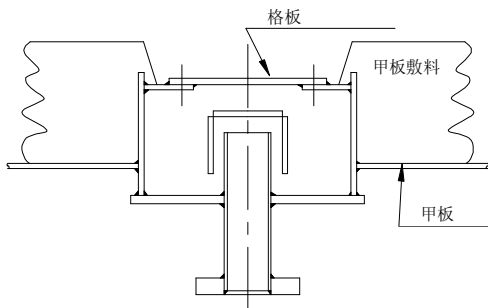
15.1 非水密甲板或舱壁的通舱：

								
NOMIN AL DIA	OUT DIA	PIPE	5K FLANGE		10K FLANGE		16K FLANGE	
		DH	DF	DH	DF	DH	DF	DH
6	10	12						
10	17	19	75	80	90	95	90	95
15	22	24	80	85	95	100	95	100
20	27	29	90	95	105	110	105	110
25	34	36	100	105	115	120	115	120
32	42	45	120	130	140	145	140	145
40	48	51	130	135	150	155	150	155
50	60	63	140	150	165	170	165	170
65	76	79	160	170	185	190	185	190
80	89	92	190	200	200	210	200	210
100	114	118	210	220	220	230	220	230
125	140	144	240	250	250	260	250	260
150	168	175	265	275	285	295	285	295
200	219	224	320	330	340	350	340	350
250	273	278	375	385	395	405	405	415
300	325	330	440	450	445	455	460	470
350	355	360	490	500	505	515	520	530
400	406	411	540	550	565	575	580	590

15.2 钢管的通舱件：

通过水密舱壁或露天甲板的钢管通舱件应为加厚系列的钢管。通舱形式及应用情况如下：

类型	简图	应用及备注
A		<p>适用于钢管或不锈钢管,受力较大的舱壁/甲板将使用这种通舱法兰。</p> <p>d=钢管外径+2~5mm,T2 厚度不能小于甲板或舱壁厚度.</p> <p>D1=法兰外径+2~5mm</p> <p>D2=D1+100mm</p>

管 系 施 工 工 艺		SRC	-400-01-00	SHEET	26	OF	40
B		适用于透气测深舱内连接和其它形式 $D2=D1+2\sim5$					
C		卡套通舱管件，用于气控操车、蒸气伴行管等小口径的管子及铜管					
D		狭窄部位的管路连接（在舯装板背后的部位）					
E		地面排水孔（镀锌）（水密封）					
备注：1.要求双面全焊； 2. 穿过内底板及燃油舱的加热管全部要求双面全焊。							

16. 舷侧排水口

16.1 舷侧排水口位置

所有泵排泄口都不能安装在救生艇所在的区域,如果排泄口不可避免地要安装在这个区域,泵的遥控停止开关应安装在机舱外容易接近的位置。

所有的排泄口都不能安装在生活区舷梯区域和拖船的区域。

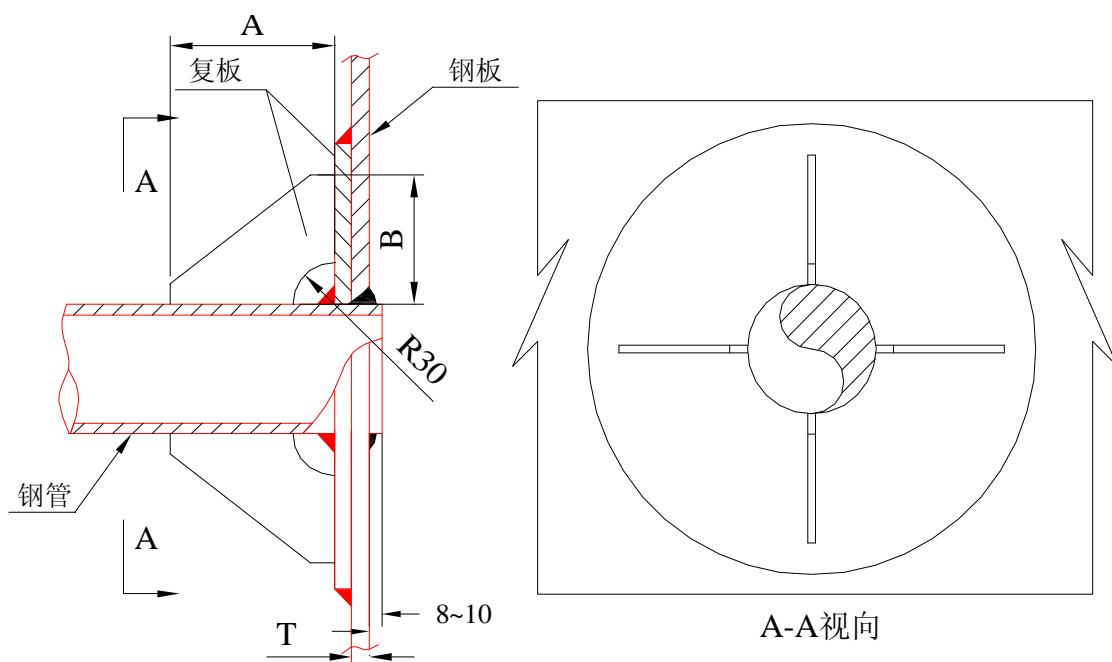
排泄口应位于空载水线和到港状况下的压载水线之间。

在舷外板的阀门在安装前要进行力学测试,材料延展量至少 12% 在 50mm 。

强关阀方便在地面或栅格之上操作。开关指示正确

16.2 固定在外板上的舷外排水阀处的短管

短管的加强筋板安装在舷侧纵桁或船的短纵梁上。船的短纵梁位于上下甲板的舷侧纵桁之间

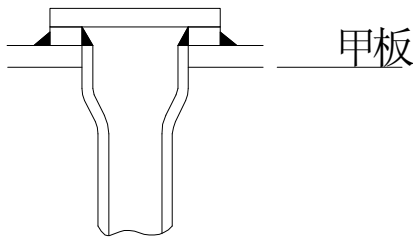


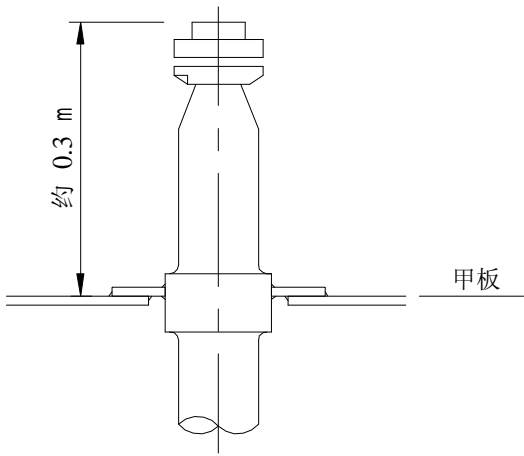
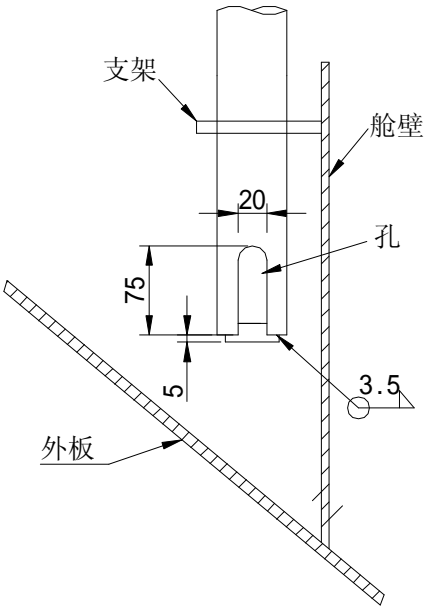
复板规格

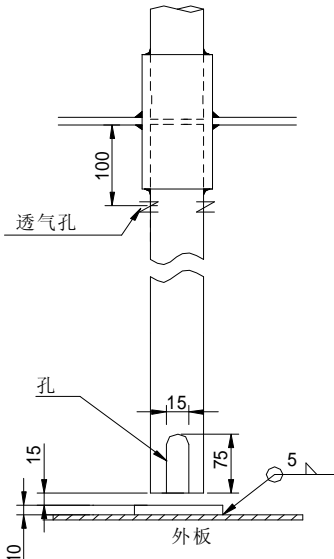
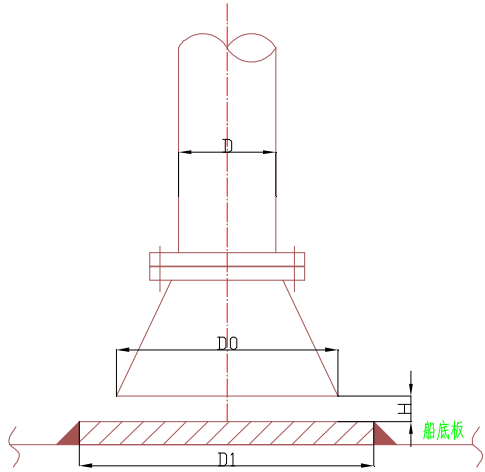
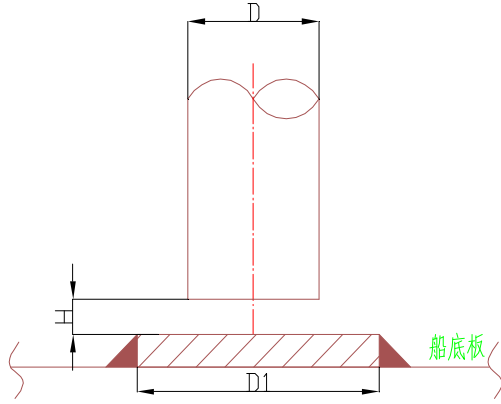
通径 Dn	无缝管外径dw	复板			
		内径 D1	外径D2	A	B
50	φ60	φ63	φ223	150	60
65	φ76	φ79	φ239	150	60
80	φ89	φ92	φ251	150	60
100	φ114	φ117	φ277	150	60
125	φ140	φ143	φ303	200	60
150	φ168	φ171	φ313	200	60
200	φ219	φ222	φ381	200	60
250	φ273	φ276	φ466	250	75

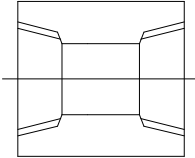
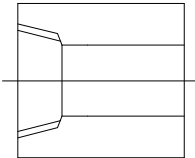
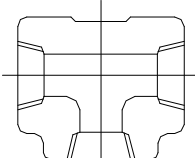
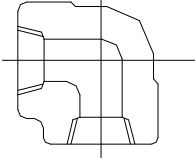
备注：复板的厚度 t>=船体外板板厚

17.测深管、注入、吸入管详图

类型	简图	应用及备注
A		嵌入式

管 系 施 工 工 艺		SRC	-400-01-00	SHEET	29	OF	40
B		上升式测深管					
C		冲击板焊在测深管上					
类型	简图		应用及备注				

管 系 施 工 工 艺		SRC	-400-01-00	SHEET	30	OF	40
D		冲击板焊在舱底板上					
E		吸入管路详图 吸入口高度 $H \geq D/4$, 但不小于 25mm $D1 \geq D0 + 50\text{mm}$					
F		注入管路详图 注入口高度 $H \geq D/4$, 但不小于 30mm $D1 \geq D + 60\text{mm}$					
17.1 钢管的螺纹联结:							

种类	简图	应用&备注
A		螺纹接头 一般用于通径≤50mm
B		半边连接
C		三通接头
D		弯头

17.2 卡套联结：

种类	简图	应用&备注
A		单咬入式联管节（直的） 液压油管路，铜管 泡沫系统用的不锈钢管路 空气管路
B		单咬入式联管节（90° 弯头） 液压油管，铜管 同上述。
C		单咬入式联管节（三通） 同上述。
D		单咬入式接头（外螺纹联管节） 同上述。
E		单咬入式接头（测量联管节） 同上述。

易燃液体所用的卡套式管接头应为认可后的标准。

接头的材料

钢管-----钢 或 黄铜

不锈钢钢管-----不锈钢

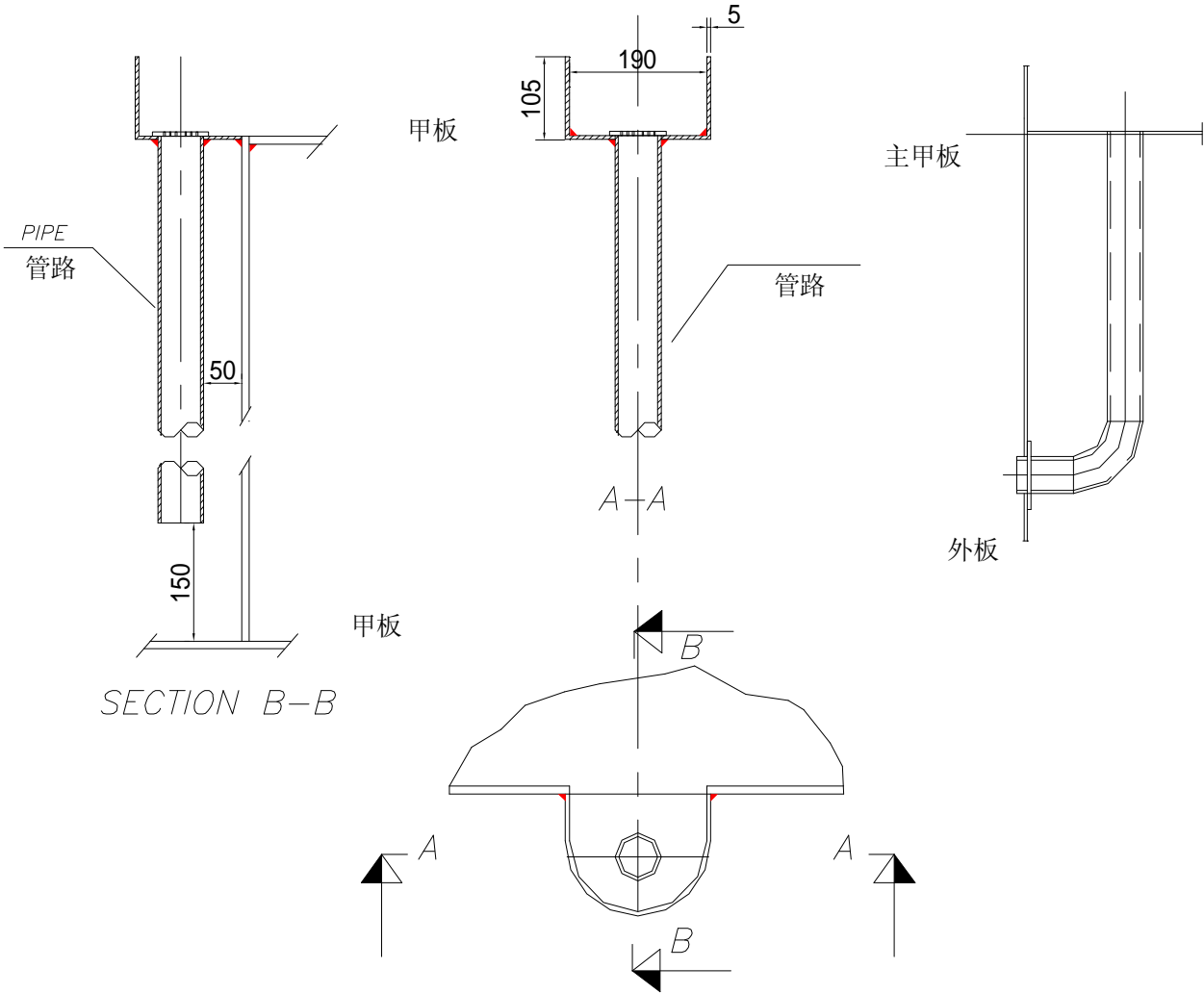
铜管-----不锈钢 或 黄铜

最大压力/温度变化率

对钢：最大400Kg/cm 300° 以下；

对铜：最大 140Kg/cm 210° 以下。

18.甲板排水管



19.管路的绝热

1.为防止机械设备外表面温度过高，伤及到操作人员的安全，在 220℃ 以上的所有机械表面应包扎绝热材料，可拆接头及阀件处的绝热材料应便于拆换；如绝热材料的表面是吸油的或可能被油渗透，则应采用薄钢板或类似材料妥善包裹。

饮用水、热水经过空调间或有空调管的房间，应包扎岩棉管或玻璃棉管；机舱内所有的排烟管应包扎硅酸铝管和玻璃布。

采用岩棉的绝热材料和覆盖层厚度：

绝热材料/管子直径	15~50	65~100	125~250	300
-----------	-------	--------	---------	-----

岩棉≥100℃	20	25	25	30
岩棉 60℃	30	20	25	30

20.铭牌

管路系统铭牌应该使操作者清楚了解该怎样操作以防止误操作。

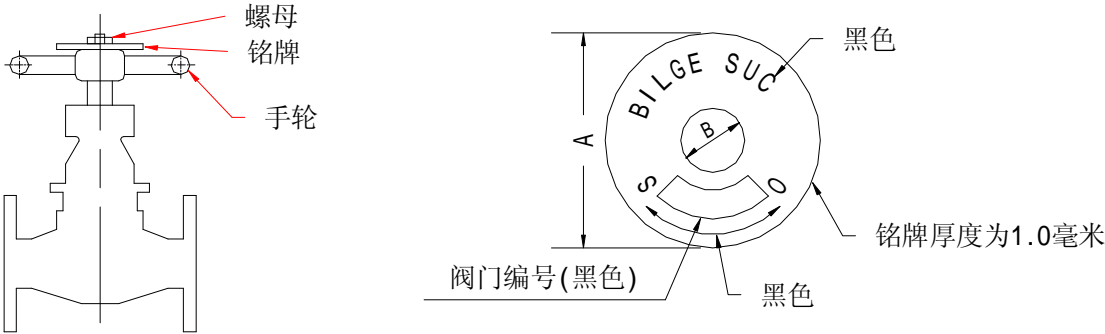
基本上所有的阀、旋塞、通风管头(测深管头)等都要有铭牌,固定方法参见后面表格。

铭牌不锈钢钢板或者黄铜板制成,铭牌上的字母雕刻完后以黑色瓷漆覆盖,而消防系统的铭牌应以红色瓷漆覆盖。

所有舱室及甲板上的铭牌都应采用上述形式。文字的尺寸根据制造商的标准。

本章所述的名牌型式和尺寸为典型的情况,在特殊情况下可以采用其他形式。

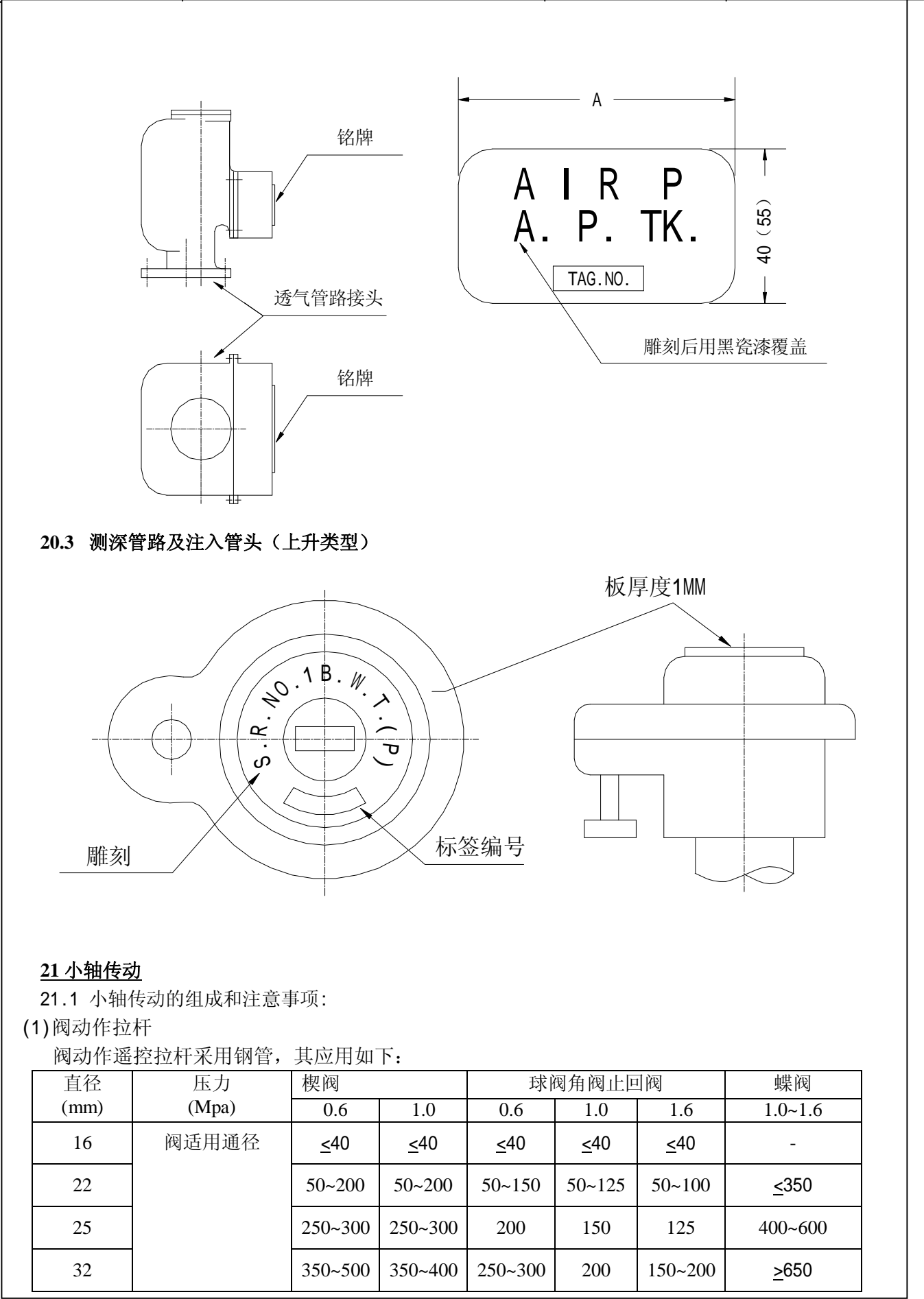
20.1 阀门的通用铭牌:



铭牌的尺寸要根据阀门手轮的尺寸确定。参考下表:

手轮尺寸	铭牌尺寸			
	A	B	厚度	
80	30	10	1mm	
100/120	40	12	1mm	
140	50	14	1mm	
160/180	75	16	1mm	
200	90	20	1mm	
280	125	26	1mm	
360	150	30	1mm	
450	150	35	1mm	

20.2 透气管路、测深管路及注入管路接头处的铭牌



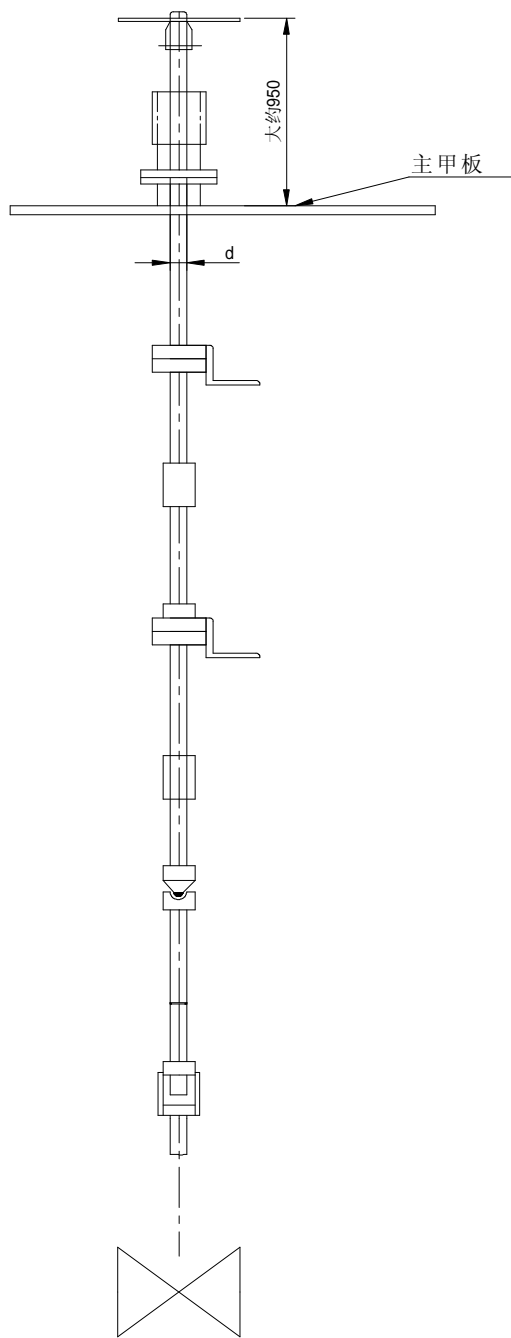
38		550~600	500	≥350	≥250	≥250	
----	--	---------	-----	------	------	------	--

- (2)万向接头
万向接头在适用的条件下尽可能少使用。
- (3)套筒接头
通常，拉杆接头采用套筒型焊接接头。
- (4)拉杆的长度及具体跨距

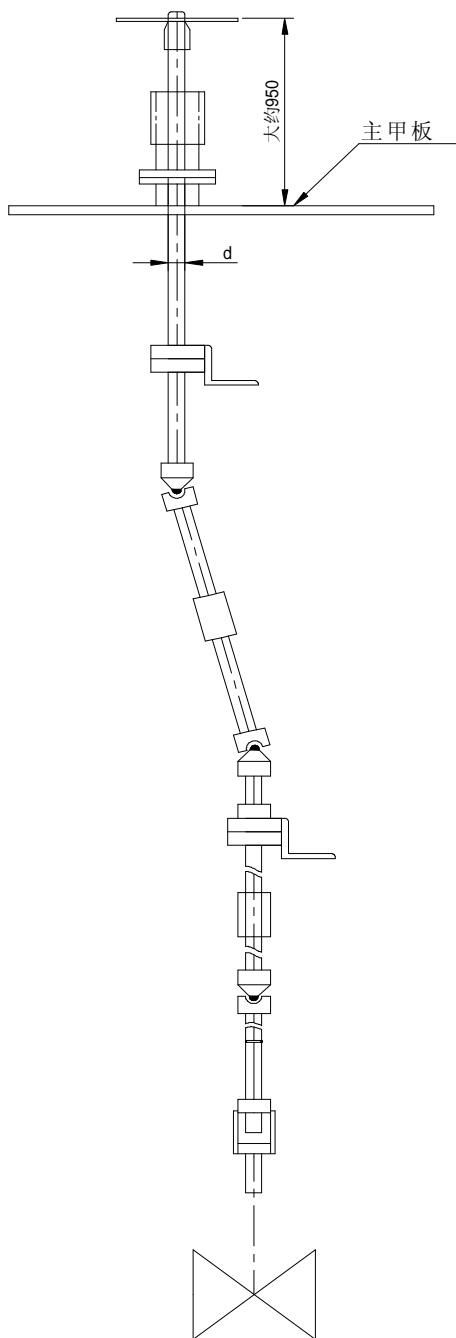
小轴圆头直径	传动管		传动管跨距	
	外径	壁厚	标准（m）	最大值(m)
12	16	2	2.0	2.2
18	22	2	2.4	2.7
21	25	2	2.7	3.2
27	32	2.5	3.3	3.8
33	38	2.5	4.0	4.5

注意：1.小轴传动装置元件参见 CB/T 3791-1999

21.2 拉杆的典型布置：



小轴传动，直线型



小轴传动，倾斜型

21.吸入口

21.1 吸入口型式、参数和基本尺寸

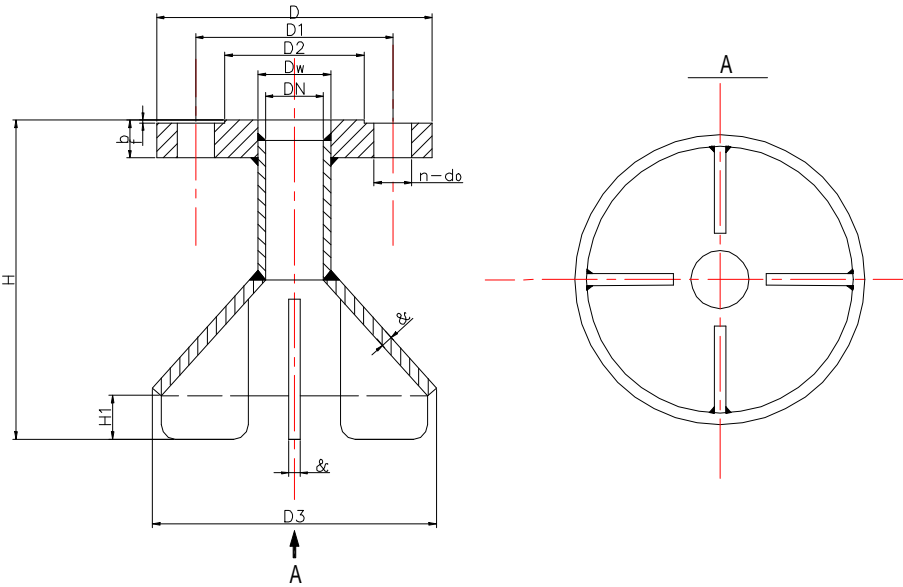
21.1.1 吸入口的型式为：

- A 型-法兰连接尺寸按 GB569 的法兰焊接吸入口；
- B 型-法兰连接尺寸按 GB569 的法兰铸铁吸入口
- C 型-焊接连接吸入口。

21.1.2 吸入口的参见表达 1.

型式	公称通径 DN
A	20-300
B	80-500
C	20-300

21.1.2 A 型吸入口的基本尺寸按图 1 和表 2.



A型 AS型

DN 通 径	D _w 管外 径	结构尺寸				法兰尺寸						螺栓		流通 面积 比	重量 (kg)
		D3	H	H1	&	D	D1	D2	b	d ₀	f	n	Th.		
20	25	100	110	15	4	95	68	48	13	13	1	4	M12	13.7	1.1 1
25	30	105	115			105	73	56	14					9.2	1.3 4
32	38	110	120			4.5	115	83	64			15	6	M14	5.9
40	45	125	125	125	93		74	15	4.4	2.0 4					
50	57	130	130	135	103		84		14	2.9	2.2 3				
65	70	160	140	20	5	155	123	104		15	1	8	M14	2.9 2	4.3 9
80	89	220	175			170	138	118	14					2.6	5.4 4
100	108	250	185			190	158	138						1.9	6.5 4
125	133	280	195	25	5	215	183	164		15	1	10		1.7	6.5 4
150	159	320	205			240	208	190	12					1.4	7.8 7
200	219	350	230	40	6	295	264	247		15	17	14	M16		1.3
250	273	480	315	45		365	327	306	16	20. 49					
300	325	550	330	50	8	430	386	360	19	21		M20	1.2	32. 13	

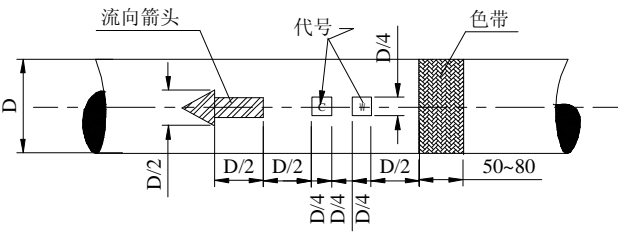
22.管子的涂装

管子在船上安装后，为便于区分管内介质和加强对管路的管理，按系统的不同分别涂装不同的色别；对不锈钢管、镀锌管和包绝缘的管路不在管路全长上涂刷油漆，可按表一与表二进行制作；色带宽度：管径小于 150mm 者为 50mm，管径大于 150mm 者为 80mm。

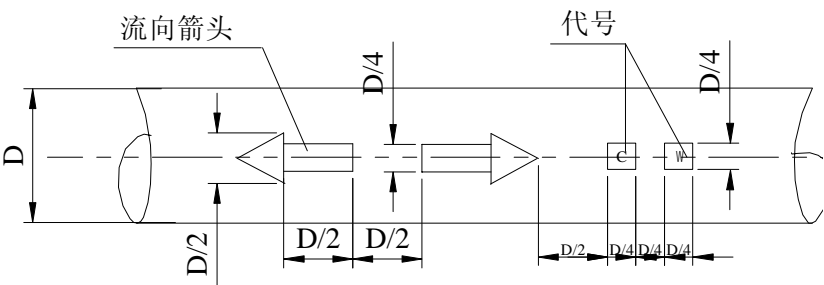
管子色标的色别见下表：

介质名称		代号	油漆颜色	按 GB3181 的漆膜颜色编号
水	冷却海水	CW	中绿水	G04
	压载海水	BW		
	消防水	FF	大红色	R03
	闭式泄放水	CD	黑色	
	开式泄放水	OD		
	处理水	TW		
	废水	WW		
	蒸汽冷凝水	SC	淡灰色	B03
	热水	HW		
	淡水	FW		
	饮用水	PW		

	注入水	IW	中酞蓝色	PB04
	流程用水	OW		
蒸汽	蒸汽	ST	银灰色	B04
空气	仪表用空气	IA	淡酞蓝色	PB06
	杂用空气	UA		
气体	CO2 等灭火气体	FG	大红色	R03
	废气	GP	银灰色	B04
	惰性气体	IG	淡酞蓝色	PB06
油	原油	CR	棕色	YR05
	净化原油	CT		
	柴油	DO		
	润滑油	LO	中黄色	Y07
	液压油	HO		



表一



表二