



中华人民共和国国家标准

GB/T 5312—1999

船舶用碳钢和碳锰钢无缝钢管

Carbon and carbon-manganese steel seamless steel tubes
and pipes for ship

1999-11-01 发布

2000-08-01 实施

国家质量技术监督局 发布

目 次

前言 1

1 范围 1

2 引用标准 1

3 分类、代号..... 2

4 尺寸、外形及重量..... 2

5 技术要求 3

6 试验方法 6

7 检验规则 6

8 包装、标志和质量证明书..... 7

附录 A(标准的附录) 船舶用碳钢和碳锰钢无缝钢管力学性能试验方法 8

附录 B(标准的附录) 船舶用碳钢和碳锰钢无缝钢管工艺试验方法 10

附录 C(提示的附录) 供设计用的船舶用碳钢和碳锰钢无缝钢管高温力学性能 11

前 言

本标准非等效采用英国劳埃德船级社(LR)《船舶入级规范》(1997年版),满足中国船级社(CCS)《钢质海船入级与建造规范》(1996年版)对钢管部分的要求。对 GB/T 5312—1985《船舶用碳钢无缝钢管》进行修订。

本标准比原国家标准增加了 360、460、490 三个强度等级碳钢和碳锰钢。

本标准纳入了连铸坯轧制船用钢管的生产方法。

本标准对钢管无损检验方法进行了修订,取消了原国家标准的附录 C、附录 D(补充件),采用了国家标准 GB/T 5777—1996《无缝钢管超声波探伤检验方法》、GB/T 7735—1995《钢管涡流探伤检验方法》、GB/T 12606—1990《钢管及圆钢棒的漏磁探伤方法》。

本标准对原国家标准钢管的尺寸及允许偏差、供货长度作了修订。

本标准附录 A、附录 B 是标准的附录。

本标准附录 C 是提示的附录。

本标准自实施之日起,代替 GB/T 5312—1985《船舶用碳钢无缝钢管》。

本标准由国家冶金工业局提出。

本标准由全国钢标准化技术委员会归口。

本标准起草单位:上海钢管股份有限公司。

本标准主要起草人:张耀飞、刘彩玲、韩 敏、李福良、李 勇。

本标准于 1985 年 8 月首次发布。

船舶用碳钢和碳锰钢无缝钢管

代替 GB/T 5312—1985

Carbon and carbon-manganese steel seamless steel tubes and pipes for ship

1 范围

本标准规定了船舶用碳钢和碳锰钢无缝钢管的分类、代号、尺寸、外形、重量、技术要求、试验方法、检验规则、包装、标志和质量证明书。

本标准适用于制造船舶用的Ⅰ级耐压管系、Ⅱ级耐压管系、锅炉及过热器用的碳钢和碳锰钢无缝钢管。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

- GB/T 222—1984 钢的化学分析用试样取样法及成品化学成分允许偏差
- GB/T 223.5—1997 钢铁及合金化学分析方法 还原型硅钼酸盐光度法测定酸溶硅含量
- GB/T 223.12—1991 钢铁及合金化学分析方法 碳酸钠分离-二苯碳酰二肼光度法测定铬量
- GB/T 223.24—1994 钢铁及合金化学分析方法 萃取分离-丁二酮肟分光光度法测定镍量
- GB/T 223.27—1994 钢铁及合金化学分析方法 硫氰酸盐-乙酸丁酯萃取分光光度法测定钼量
- GB/T 223.53—1987 钢铁及合金化学分析方法 火焰原子吸收分光光度法测定铜量
- GB/T 223.59—1987 钢铁及合金化学分析方法 铈磷钼蓝光度法测定磷量
- GB/T 223.63—1988 钢铁及合金化学分析方法 高碘酸钠(钾)光度法测定锰量
- GB/T 223.68—1997 钢铁及合金化学分析方法 管式炉内燃烧后碘酸钾滴定法测定硫含量
- GB/T 223.69—1997 钢铁及合金化学分析方法 管式炉内燃烧后气体容量法测定碳含量
- GB/T 228—1987 金属拉伸试验方法
- GB/T 232—1988 金属弯曲试验方法
- GB/T 241—1990 金属管液压试验方法
- GB/T 242—1997 金属管扩口试验方法
- GB/T 245—1997 金属管卷边试验方法
- GB/T 246—1997 金属管压扁试验方法
- GB/T 2102—1988 钢管的验收、包装、标志和质量证明书
- GB/T 4336—1984 碳素钢和中低合金钢的光电发射光谱分析方法
- GB/T 4338—1995 金属材料高温拉伸试验
- GB/T 5777—1996 无缝钢管超声波探伤检验方法
- GB/T 7735—1995 钢管涡流探伤检验方法
- GB/T 12606—1999 钢管漏磁探伤方法
- GB/T 17395—1998 无缝钢管尺寸、外形、重量及允许偏差

3 分类、代号

3.1 分类

3.1.1 耐压管系用无缝钢管

船舶耐压管系用无缝钢管,按设计压力和设计温度分为3级,如表1所示。

表1 管系等级

管 系	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 ℃
	大于		—		不大于	
蒸汽和热油	1.6	300	0.7~1.6	170~300	0.7	170
燃油	1.6	150	0.7~1.6	60~150	0.7	60
其他介质	4.0	300	1.6~4.0	200~300	1.6	200

注

- 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;当管系的设计压力和设计温度二个参数均满足表中II级规定时,即定为II级管系。
- 2 其他介质是指空气、水、润滑油和液压油等。
- 3 III级管系用无缝钢管可根据船检部门认可的国家标准制造。

3.1.2 锅炉及过热器用无缝钢管

船舶锅炉及过热器用无缝钢管管壁工作温度不超过450℃。

3.2 代号

I级压力管系用碳钢和碳锰钢无缝钢管(以下简称I级管)在钢级后面加“I”表示。

II级压力管系用碳钢和碳锰钢无缝钢管(以下简称II级管)在钢级后面加“II”表示。

锅炉及过热器用碳钢和碳锰钢无缝钢管(以下简称锅炉及过热器管)在钢级后面加“G”表示。

4 尺寸、外形及重量

4.1 外径和壁厚

4.1.1 钢管尺寸应优先选用GB/T 17395—1998表1普通钢管尺寸第一组。

钢管外径应优先选用GB/T 17395—1998第1系列:标准化管道的外径尺寸。

根据需方要求可生产GB/T 17395—1998表1规定以外尺寸的钢管。

4.1.2 外径和壁厚的允许偏差应符合表2的规定。

表2 外径和壁厚的允许偏差

钢管种类	钢管尺寸		允 许 偏 差
		mm	
热轧(扩、挤)管	外径 D	≤159	±1.0%,最小值±0.5 mm
		>159	±1.25%
	壁厚 S	≤20	+15% -10%,最小值 $\begin{matrix} +0.45 \\ -0.30 \end{matrix}$ mm
		>20	±10%
		D≥351 热扩管	±15%

表 2(完)

钢管种类	钢管尺寸 mm		允 许 偏 差
冷拔 (轧)管	外径 D	≤ 30	± 0.20 mm
		$30 < D \leq 50$	± 0.30 mm
		> 50	$\pm 0.8\%$
	壁厚 S	$1.5 \leq S \leq 3.0$	$+12.5\%$ -10%
		> 3.0	$\pm 10\%$

根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,可生产表 2 规定以外允许偏差的钢管。

4.2 长度

钢管的通常长度、定尺长度和倍尺长度应符合 GB/T 17395 的规定。

4.3 弯曲度

钢管的弯曲度不得大于如下规定:

公称壁厚 ≤ 15 mm 1.5 mm/m;

公称壁厚 > 15 mm 2.0 mm/m。

外径不小于 351 mm 的热扩管,弯曲度不得大于 3.0 mm/m。

4.4 端头外形

钢管两端端面应与钢管轴线垂直,切口毛刺应予清除。

4.5 不圆度和壁厚不均

根据需方要求,并在合同中注明,钢管同一横截面的不圆度和壁厚不均应分别不超过外径公差和壁厚公差的 80%。

4.6 交货重量

钢管以实际重量交货,亦可按理论重量交货。钢管的每米理论重量(钢的密度为 7.85 kg/dm^3)按式(1)计算:

$$W = 0.0246 \ 615 (D - S) S \dots\dots\dots (1)$$

式中: W ——钢管的每米理论重量, kg/m;

D ——钢管的公称外径, mm;

S ——钢管的公称壁厚, mm。

4.7 标记举例

用钢级为 410 制造的外径 76 mm、壁厚 4 mm 的热轧 II 级管:

410 II 热管—76×4—GB/T 5312—1999

用钢级为 320 制造的外径 42 mm、壁厚 5 mm、定尺长度 6 000 mm 的冷拔锅炉及过热器管:

320G 拔管—42×5×6 000—GB/T 5312—1999

5 技术要求

5.1 钢级和化学成分

5.1.1 钢级和化学成分(熔炼分析)应符合表 3 的规定。钢级 490 仅适用于压力管系。

5.1.2 当需方要求进行成品分析时,应在合同中注明。成品钢管的化学成分允许偏差应符合 GB/T 222 的规定。

表 3 钢级和化学成分

钢种	钢级	脱氧方法	化 学 成 分,%									
			C	Si	Mn	S	P	残余元素				
								Cr	Mo	Ni	Cu	总量
			不大于		不大于		不大于					
碳 钢 和 碳 锰 钢	320	镇 静	0.16	0.35	0.40~0.70	0.035	0.035	0.25	0.10	0.30	0.30	0.70
	360		0.17	0.35	0.40~0.80							
	410		0.21	0.35	0.40~1.20							
	460		0.22	0.35	0.80~1.40							
	490		0.23	0.35	0.80~1.50							

5.2 制造方法

5.2.1 钢的制造方法

钢应采用电炉、氧气转炉或平炉冶炼的镇静钢,可采用模铸或连铸工艺。

5.2.2 钢管的制造方法

钢管可采用热轧(扩、挤)无缝方法或冷拔(轧)无缝方法制造。

5.3 交货状态

钢管通常以正火状态或正火加回火状态交货。如钢管以热轧状态交货时,钢管的终轧温度应不低于 A_{r3} 。

5.4 力学性能

5.4.1 钢管的常温力学性能应符合表4的规定。

表 4 钢管的常温力学性能

钢 级	抗拉强度 σ_b MPa	屈服点 σ_s , MPa	伸长率 δ_s , %
		不小于	
320	320~440	195	25
360	360~480	215	24
410	410~530	235	22
460	460~580	265	21
490	490~610	285	21

5.4.2 供设计用的无缝压力管的高温力学性能见附录C(提示的附录)。当船检部门要求时,供方应提供高温性能的资料或进行型式试验。

5.5 工艺试验

5.5.1 钢管应按下述规定进行压扁试验或弯曲试验。

5.5.1.1 压扁试验

钢管的壁厚不大于40 mm时作压扁试验,其压扁后平板间距离按式(2)计算:

$$H = \frac{(1 + \alpha)S}{\alpha + S/D} \dots\dots\dots (2)$$

式中: H ——压扁后平板间距离, mm;

S ——钢管的公称壁厚, mm;

D ——钢管的公称外径, mm;

α ——钢管压扁试验变形系数,320、360 钢级取 0.10;410 钢级取 0.08;460、490 钢级取 0.07。

压扁试验后,试样上应无裂缝。试样边缘的微裂纹不予考核。

钢管壁厚大于 10 mm 或 $S/D \geq 0.125$ 时,压扁试验可采用 C 形试样。

5.5.1.2 弯曲试验

钢管作弯曲试验时,弯芯直径应为钢管公称壁厚的 4 倍,弯曲角度为 180°。弯曲试验后试样上应无裂缝和分层,试样边缘的微裂纹不予考核。

5.5.2 外径为 18~146 mm,且内径大于 15 mm 的锅炉及过热器管应按下述规定进行扩口试验或卷边试验。

扩口试验的扩口率和卷边试验的卷边率应符合表 5 的规定。

表 5 钢管扩口试验的扩口率和卷边试验的卷边率

钢级	扩口率和卷边率, %		
	内径/外径		
	≤ 0.6	$> 0.6 \sim 0.8$	> 0.8
320	12	15	19
360	12	15	19
410	10	12	17
460	8	10	15

扩口试验后,试样的扩口处应无裂纹。

卷边试验后,试样的卷边处应无裂纹。

5.5.3 液压试验

钢管应逐根进行液压试验,液压试验的压力按式(3)计算,最大值为 14 MPa。

$$P = \frac{2SR}{D} \dots\dots\dots (3)$$

式中: P ——试验压力,MPa;

S ——钢管的公称壁厚,mm;

R ——允许应力,为表 4 规定的最小屈服点的 80%,MPa;

D ——钢管的公称外径,mm。

试验时,稳压时间不少于 10 s,在试验压力下,钢管不得出现渗漏现象。

经船检部门同意,可用无损检验方法(涡流探伤检验、漏磁探伤检验或超声波探伤检验)代替液压试验。

5.6 表面质量

钢管的内外表面不允许有裂纹、折叠、分层、结疤和轧折。这些缺陷应予完全清除,且清除部位的实际壁厚应不小于壁厚偏差所允许的最小壁厚。

钢管的内外表面允许有的直道深度规定为:

冷拔(轧)钢管应不大于公称壁厚的 4%,最大深度为 0.20 mm。

热轧(挤、扩)钢管应不大于公称壁厚的 5%,最大深度为 0.50 mm。

5.7 无损检验

I 级管、锅炉及过热器管应逐根进行漏磁或超声波无损检验(其检验方法不得与代替液压试验的检验方法采用同一种形式)。漏磁无损检验人工对比试样应为 GB/T 12606—1990 的 N12.5 的矩形槽,槽口深度的最小值为 0.5 mm,最大值为 1.5 mm;超声波无损检验的人工对比试样;冷拔管按 GB/T 5777—1996 中 C5 的规定;热轧管按 GB/T 5777—1996 中 C8 的规定。

6 试验方法

6.1 尺寸和外形检查

钢管尺寸和外形应用适宜的测量工具逐根进行测量和检查。

6.2 表面检查

钢管的内外表面质量应在充分照明的条件下逐根进行目视检查。

6.3 其他各项检验

钢管的其他各项检验的试验方法：Ⅰ级管和锅炉及过热器管应符合表6的规定；Ⅱ级管应符合表7的规定。

表6 Ⅰ级管和锅炉及过热器管的检验项目、试验方法及取样数量

序号	检验项目	试验方法	取样数量
1	化学成分 ¹⁾	GB/T 222, GB/T 223, GB/T 4336	每炉(罐)1个试样
2	拉伸试验	附录A(标准的附录)	每批钢管中任选2%根数量的钢管且不得少于2根,在每根钢管上各取一个试样
3	压扁试验或弯曲试验	附录B(标准的附录)	
4	扩口试验或卷边试验	附录B(标准的附录)	
5	液压试验	GB/T 241	逐根钢管
6	涡流检验	GB/T 7735	逐根钢管
7	漏磁检验	GB/T 12606	
8	超声波检验	GB/T 5777	

1) GB/T 223规定的有关元素测定方法为仲裁检验方法

表7 Ⅱ级管的检验项目、试验方法及取样数量

序号	检验项目	试验方法	取样数量
1	化学成分 ¹⁾	GB/T 222, GB/T 223, GB/T 4336	每炉(罐)1个试样
2	拉伸试验	附录A(标准的附录)	每批钢管中任选1根钢管,在钢管上取1个试样
3	压扁试验或弯曲试验	附录B(标准的附录)	
4	液压试验	GB/T 241	逐根钢管
5	涡流检验	GB/T 7735	
6	漏磁检验	GB/T 12606	
7	超声波检验	GB/T 5777	

1) GB/T 223规定的有关元素测定方法为仲裁检验方法

7 检验规则

7.1 检查和验收

钢管的质量检查和验收应由供方技术监督部门进行,并经船检部门认可。

7.2 组批规则

钢管按批进行检查和验收。每批钢管应由同一钢级、同一熔炼炉(罐)号、同一规格、同一热处理规程的钢管组成。

对于Ⅱ级管,当外径不大于325 mm时,每批数量不大于200根;当外径大于325 mm时,每批数量应不大于100根。同一轧制根上的钢管可视为一根。

7.3 取样数量

钢管各项检验项目取样数量：Ⅰ级管和锅炉及过热器管应符合表6的规定，Ⅱ级管应符合表7的规定。

7.4 复验和判定规则

钢管的复验和判定规则应符合 GB/T 2102 的规定。

8 包装、标志和质量证明书

8.1 钢管的包装应符合 GB/T 2102 的规定。

8.2 钢管的标志除应符合 GB/T 2102 的规定外，并应有船检部门的标志。

8.3 每批钢管应附有中英文对照的质量证明书，内容应符合 GB/T 2102 的规定，并应有验船师(或验船代理人)签署，或备有船检部门颁发的船用产品证书。



附录 A

(标准的附录)

船舶用碳钢和碳锰钢无缝钢管力学性能试验方法

A1 一般规定

A1.1 适用范围

本试验方法适用于船舶用碳钢和碳锰钢无缝钢管的力学性能试验。除本方法规定外,力学性能试验的其他要求应符合 GB/T 228 和 GB/T 4338 的规定。

A1.2 试样的制备

A1.2.1 试验材料应是一批钢管中提供加工成试样以进行各项试验的材料,应能代表该批钢管的性能和质量。

A1.2.2 试样的截取应以冷加工方法进行。如采用剪切方法或火焰切割方法,则其切割线与试样边缘之间供加工的余量应能保证在试样上完全消除切割工艺对钢管性能的影响。

试样在矫直或机械加工时,不得过分受热或有较大的冷变形。

试样制备应尽可能保留原轧制面或接近原轧制面。

A1.3 试验设备

所有试验均应由能胜任试验工作的操作人员在经船检部门认可型号的试验设备上进行。试验设备应保持良好而准确的状态,每年应进行一次校准。校准应由国家承认的计量机构或其他标准计量机构进行,所有的校准记录应完整地保存在试验室内,以备随时查核。

A1.4 试样报废

A1.4.1 由于试样上有意外缺陷或试验设备发生故障,或操作失误而造成试验结果不合格时,可将试样报废。并在同一根钢管上靠近原试样处,重新截取试样。

A1.4.2 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,该试样作废,并重新取样进行试验。

A2 常温拉伸试验

A2.1 试样形状和尺寸

钢管的试样可采用一段适当长度(两端可用塞栓堵住)的全截面管段。试样的标距应为 $5.65 \sqrt{A}$ [A 为试样的横截面积(mm^2)]或 50 mm,夹具或塞栓间的长度(取较小者)不得小于标距与外径 D 之和。也可用由沿钢管纵向切取的板条制备试样,并加工成如图 A1 和图 A2 所示的尺寸。试样的平行长度部分不应展平,但是延长端可以展平,以便夹在试验机上。板条试样的横截面积由式(A1)算出:

$$A = a \cdot b \quad \dots\dots\dots (A1)$$

式中: A ——试样的横截面积, mm^2 ;

a ——试样的平均径向厚度, mm ;

b ——试样的平均宽度, mm 。

若管壁厚度足够使试样加工成图 A3 所示的尺寸,也可采用轴线位于壁厚中央的圆截面试样。

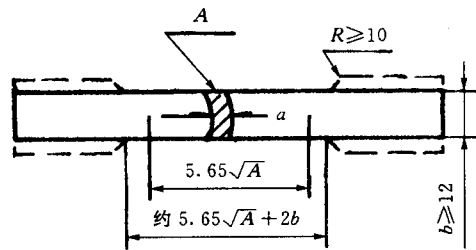


图 A1

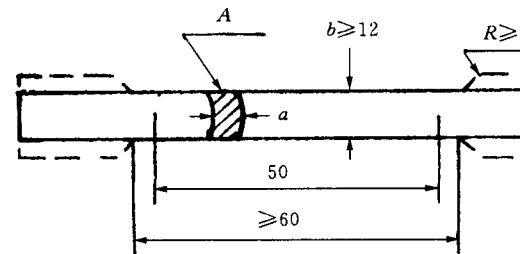


图 A2

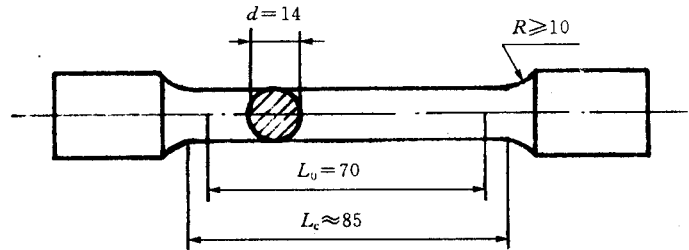


图 A3

A2.2 屈服点的定义

屈服点指上屈服点,可用下述方法之一确定:

- 试验机杠杆明显下降前的瞬时载荷;
- 试验机指针退回前的瞬时载荷或指针停止时的载荷;

c) 拉伸图上显示屈服阶段,塑性变形的起点的载荷或屈服阶段的第一个峰值的载荷,不论该峰值是否等于或小于随后出现的其他峰值载荷。

A2.3 试验

A2.3.1 试验温度为室温(18~25℃)。

A2.3.2 在测定屈服点时,其应力变化速率不大于每秒 30 MPa,在达到屈服点时的载荷后,在拉强度时,应变速率不大于每分钟 40% 原标距长度。

A2.3.3 当拉伸试样在标距标记上或标记外断裂时,试验可以认为无效,允许重新截取试样进行试验。

A2.4 等效伸长率

当实际的拉伸试样标距不为 $5.65\sqrt{A}$ 时,可按式(A2)计算实际试样尺寸相对于标距为 $5.65\sqrt{A}$ 试样的最小等效伸长率:

$$\delta_E = 2\delta_5 \left(\frac{\sqrt{A}}{L} \right)^{0.4} \quad \dots\dots\dots$$

式中: δ_E ——实际试样相对于标距长度为 $L=5.65\sqrt{A}$ 试样的最小等效伸长率, %;

δ_5 ——本标准所规定的标距长度为 $L=5.65\sqrt{A}$ 试样最小伸长率, %;

A ——实际试样平行段的原始横截面积, mm^2 ;

L ——实际试样的标距长度, mm。

A3 高温拉伸试验

A3.1 在测定高温($\geq 50^\circ\text{C}$)下的屈服点或 0.2% 规定非比例伸长应力所用试样的标距(L)应不小于 50 mm,横截面积(A)应不小于 65 mm^2 。如果受到产品尺寸或试验机能力的限制,试样尺寸应取可能达到的最大尺寸。

A3.2 加热设备应保证在试验时,试样温度与规定温度间的偏差不大于 $\pm 5^\circ\text{C}$ 。

A3.3 在接近下屈服点或 0.2% 规定非比例伸长应力时,应变速率控制在每分钟 0.1%~0.3% 长度范围内。

A3.4 由测量应变来确定应变速率时间间隔应不大于 6 s。

附录 B

(标准的附录)

船舶用碳钢和碳锰钢无缝钢管工艺试验方法

B1 一般规定

B1.1 适用范围

本试验方法适用于船舶用碳钢和碳锰钢无缝钢管的工艺试验(包括压扁、弯曲、扩口、卷边试验),除本方法规定外的其他试验要求应符合 GB/T 246、GB/T 232、GB/T 242、GB/T 245 的规定。

B1.2 试样的制备、试验设备、试样报废

试样的制备、试验设备和试样报废应符合本标准附录 A 的 A1.2、A1.3 和 A1.4 的规定。

B1.3 试验在室温下进行,室温应为 18~25℃。

B2 压扁试验

B2.1 压扁试验试样的截取应使两端面垂直于钢管的轴线,试样长度应等于外径的 1.5 倍,但不得小于 10 mm 亦不得大于 100 mm。

B2.2 压扁方向垂直于钢管的轴线。

B2.3 试验时,将试样放在两块平板之间,均匀加压直到平板间距不大于本标准 5.5.1.1 中式(2)给出的规定值 H 。平板的尺寸应超过压扁后试样的长度和宽度。

B3 扩口试验

B3.1 扩口试验试样的截取应使两端面垂直于钢管的轴线,试样长度应等于钢管外径的 1.5 倍,但不得小于 50 mm。试样两端边缘可加工成圆角。

B3.2 试验采用 45° 或 60° 锥度的顶芯压入试样的一端,使其均匀扩张到本标准 5.5.2 中表 5 所规定的扩口率。试验时,顶芯和钢管不应转动,允许在顶芯涂以润滑剂。

B4 弯曲试验

B4.1 弯曲试验试样应在钢管上环向切取宽度不小于 40 mm 的全厚度圆周条板。若管壁厚度较大,则可用机械加工减薄至 20 mm,然后加工成适宜于弯曲试验的试样,试样边缘可加工成半径为 1.6 mm 的圆角。

B4.2 试验时按照本标准 5.5.1.2 的规定选取弯芯半径,在原来弯曲方向进行弯曲试验。

B5 卷边试验

B5.1 卷边试验试样的切取应使两端面与钢管的轴线垂直。试样长度应不小于钢管的外径。试样边缘可加工圆角。

B5.2 试验应采用淬硬钢质锥形顶芯对称地将钢管一端卷边。

B5.3 卷边试验的第一步应用顶芯顶角约为 90° 的锥形角顶芯(见图 B1)进行扩口,然后用如图 B2 所示的二次成形顶芯完成卷边试验。顶芯应予以润滑,在试验过程中,钢管和顶芯不得转动。试验应进行到扩口部分形成垂直于试样轴线的折边,试样端部的外径卷边率应符合本标准 5.5.2 中表 5 的规定。

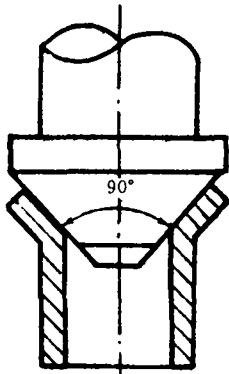


图 B1

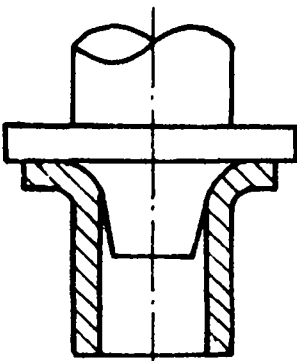


图 B2

附录 C

(提示的附录)

供设计用的船舶用碳钢和碳锰钢无缝钢管高温力学性能

钢 级	高温屈服点 σ_s^T , MPa 不小于								
	温度, °C								
	50	100	150	200	250	300	350	400	450
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