

## 船舶用碳钢无缝钢管

GB 5312-85

## Carbon steel seamless steel tubes for ship

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

## 1 分类、代号

## 1.1 耐压管系用碳钢无缝钢管

船舶用耐压管系按其设计压力和设计温度分为三级，如表1所示。

管系设计压力是管系最高许用工作压力。管系设计温度应取管内流体的最高温度，但不得低于50℃。

表 1

管系	Ⅰ级	Ⅱ级	Ⅲ级
蒸汽	设计压力高于1.6N/mm <sup>2</sup> (16kgf/cm <sup>2</sup> )或设计温度大于 300℃	设计压力不高于1.6N/mm <sup>2</sup> (16kgf/cm <sup>2</sup> )和设计温度不大 于300℃	设计压力不高于0.7N/mm <sup>2</sup> (7kgf/cm <sup>2</sup> )和设计温度不大 于170℃
燃油	设计压力高于1.6N/mm <sup>2</sup> (16kgf/cm <sup>2</sup> )或设计温度大于 150℃	设计压力不高于1.6N/mm <sup>2</sup> (16kgf/cm <sup>2</sup> )和设计温度不大 于150℃	设计压力不高于0.7N/mm <sup>2</sup> (7kgf/cm <sup>2</sup> )和设计温度不大 于60℃
其他介质	设计压力高于4.0N/mm <sup>2</sup> (40kgf/cm <sup>2</sup> )或设计温度大于 300℃	设计压力不高于4.0N/mm <sup>2</sup> (40kgf/cm <sup>2</sup> )和设计温度不大 于300℃	设计压力不高于1.6N/mm <sup>2</sup> (16kgf/cm <sup>2</sup> )和设计温度不大 于200℃

注：① 其他介质是指空气、水、润滑油和液压油等。

② Ⅲ级耐压管系用无缝钢管，可根据相应的国家标准制造。

## 1.2 锅炉及过热器无缝钢管

船舶用锅炉及过热器无缝钢管按管壁工作温度分为碳钢无缝钢管和合金钢无缝钢管两类。

碳钢无缝钢管管壁工作温度不超过450℃。

合金钢无缝钢管管壁工作温度超过450℃，合金钢无缝钢管可根据相应的国家标准制造。

## 1.3 代号

Ⅰ级耐压管系用碳钢无缝钢管（以下简称Ⅰ级管）在钢级后面加“Ⅰ”表示。

Ⅱ级耐压管系用碳钢无缝钢管（以下简称Ⅱ级管）在钢级后加“Ⅱ”表示。

锅炉及过热器用碳钢无缝钢管（以下简称锅炉及过热器管）在钢级后加“G”表示。

## 2 尺寸、外形、重量

## 2.1 外径和壁厚

2.1.1 耐压管系用钢管的外径和壁厚尺寸应符合表2的规定。经供需双方协议，可生产表2以外的其他尺寸钢管。

锅炉及过热器管的外径和壁厚尺寸应符合GB 3087—82《低中压锅炉用无缝钢管》的规定。

表 2

公称通径 $D_g$ mm	钢管外径 $D$ mm	壁厚 $S$ , mm
6	10	2.0, 2.5
8	(12)	2.0, 2.5
8	14	2.0, 2.5, 2.8, 3.0
10	17	2.0, 2.5, 2.8, 3.0
10	(18)	2.0, 2.5, 2.8, 3.0
15	22	2.5, 3.0, 3.5
20	(25)	2.5, 3.0, 3.5, 4.0
20	(27)	2.5, 3.0, 3.5, 4.0
25	(32)	2.5, 3.0, 3.5, 4.0, 4.5, 5.5
25	34	2.5, 3.0, 3.5, 4.0, 4.5
32	(38)	2.5, 3.0, 3.2, 3.5
32	42	2.5, 3.0, 3.2, 3.5, 4.0, 5.0, 6.0
40	48	3.0, 3.5, 4.0, 5.0, 6.0, 7.0, 7.5
50	(57)	3.0, 3.5, 4.0, 4.5, 5.0, 5.5, 6.0, 8.0, 9.0
50	60	3.0, 3.5, 4.0, 4.5, 5.0, 5.5, 6.0, 8.0, 9.0
65	76	3.0, 4.0, 4.5, 5.0, 6.0, 7.0, 8.0
80	89	3.5, 4.0, 4.5, 5.5, 7.0, 7.5, 8.0, 9.5, 11.0
100	(108)	4.0, 4.5, 6.0, 7.0, 9.0, 11.0, 13.0, 14.0
100	114	4.0, 4.5, 6.0, 7.0, 9.0, 11.0, 13.0, 14.0
125	(133)	4.5, 5.0, 6.0, 7.0, 8.0, 9.5, 10.0, 11.0, 16.0
125	140	4.5, 5.0, 6.0, 7.0, 8.0, 9.5, 10.0, 11.0, 16.0
150	(159)	6.0, 7.0, 7.5, 9.0, 11.0
150	168	5.0, 5.5, 7.0, 9.0, 11.0, 18.0
(175)	(194)	6.0, 11.0
200	219	6.5, 8.0, 8.5, 10.0, 12.0
250	273	7.0, 9.0, 9.5, 10.0, 12.0, 14.0
300	325	8.0, 10.0, 11.0, 14.0, 16.0
350	(351)	9.0, 12.0
350	377	9.0, 11.0, 12.0, 14.0, 16.0
400	(402)	9.0, 13.0
400	426	9.0, 12.0, 13.0, 16.0, 18.0
450	480	9.0, 12.0, 20.0
500	530	9.0

表 2 中带括号的尺寸不推荐使用。

2.1.2 钢管外径和壁厚尺寸的允许偏差应符合表 3 的规定。

表 3

外 径 $D$				壁 厚 $S$			
热轧管		冷拔管		热轧管		冷拔管	
外径尺寸 mm	允许偏差 %	外径尺寸 mm	允许偏差	壁厚尺寸 mm	允许偏差 %	壁厚尺寸 mm	允许偏差 %
	高 级		高 级		高 级		高 级
$\leq 159$	$\pm 1.0$	$\leq 30$	$\pm 0.20\text{mm}$	$3 < S \leq 20$	$+15$ $-10$	1.5~3.0	$+12$ $-10$
		$> 30 \sim 50$	$\pm 0.30\text{mm}$	$S > 20$	$\pm 10$		
$> 159$	$\pm 1.25$	$> 50$	$\pm 0.8\%$	$D \geq 325$ 的热扩管	—	$> 30$	$\pm 10$

外径  $D \geq 325\text{mm}$  热扩管之壁厚允许偏差由供需双方协商并经船检部门认可。

## 2.2 长度

### 2.2.1 通常长度

钢管一般以通常长度交货。通常长度应符合如下规定：

热轧钢管：3m~12m；

冷拔钢管：3m~10m。

### 2.2.2 定尺长度和倍尺长度

钢管的定尺长度和倍尺总长度应在通常长度范围内，其长度允许偏差为  ${}^{+20}_0$  mm。每个倍尺长度还应按如下规定留出切口余量：

外径  $\leq 159\text{mm}$ ：5mm~10mm；

外径  $> 159\text{mm}$ ：10mm~15mm。

定尺长度和每个倍尺的长度应在订货合同中注明。

## 2.3 外形

### 2.3.1 钢管的弯曲度不得大于下述规定：

壁厚  $\leq 15\text{mm}$ ：1.5mm/m；

壁厚  $> 15\text{mm}$ ：2.0mm/m；

外径  $\geq 325\text{mm}$ ：3.0mm/m。

### 2.3.2 钢管的两端应切成直角，并清除切口毛刺。

## 2.4 重量

钢管按实际重量交货，也可按理论重量交货。钢管的每米理论重量（钢的密度为  $7.85\text{g/cm}^3$ ）按

式(1)计算:

$$W = 0.0246615 \cdot S \cdot (D - S) \dots\dots\dots (1)$$

式中:  $W$ ——钢管每米重量, kg/m;  
 $S$ ——钢管壁厚, mm;  
 $D$ ——钢管外径, mm。

**2.5 标记举例**

用牌号为C20钢级为410制造的外径76mm壁厚4mm的Ⅱ级耐压管用碳钢热轧无缝钢管:  
 410Ⅱ热管-76×4-GB 5312-85

用牌号为C10钢级为320制造的外径42mm、壁厚5mm定尺长度6000mm高级精度的锅炉及过热器用碳钢冷拔无缝钢管:

320G拔管-42×5×6000高-GB 5312-85

上述标记举例供设计和订货用。

**3 技术要求**

**3.1 牌号、钢级和化学成分**

钢管应用牌号C10(钢级320)、牌号C20(钢级410)的碳钢制造。其熔炼分析化学成分应符合表4的规定。

表 4 %

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
						不大于		不大于				
C10	320	镇静钢	<0.16	<0.35	0.40~ 0.70	0.035	0.035	0.25	0.30	0.10	0.30	0.70
C20	410	镇静钢	<0.21	<0.35	0.40~ 1.20	0.035	0.035	0.25	0.30	0.10	0.30	0.70

成品钢管作化学成分验证分析时,其允许偏差应符合GB 222-84《钢的化学分析用试样取样法及成品化学成分允许偏差》的规定。

**3.2 制造方法**

钢应用电弧炉、平炉或氧气转炉冶炼。

钢管应用热轧无缝法和冷拔无缝法制造。

**3.3 交货状态**

热轧无缝钢管应作正火处理。如终轧温度足以使钢管软化时,可按热轧状态交货。

冷拔无缝钢管应以正火或正火加回火状态交货。

**3.4 力学性能**

**3.4.1 钢管的常温力学性能应符合表5的规定。**

表 5

牌 号	钢 级	抗拉强度 N/mm <sup>2</sup> (kgf/mm <sup>2</sup> )	屈服点 N/mm <sup>2</sup> (kgf/mm <sup>2</sup> ) 不小于	伸长率, % 标距 $l_0 = 5.65\sqrt{F_0}$ ( $F_0$ 为试样横截面积, mm <sup>2</sup> ) 不小于
C 10	320	320~440 (33~45)	206 (21)	25
C 20	410	410~530 (42~54)	245 (25)	22

3.4.2 钢管在50℃或更高温度的公称最低屈服点或0.2%屈服强度值列于附录E(补充件)供设计用。当船检部门提出时,供方应提供高温性能的资料或进行验证试验。

3.5 工艺性能

3.5.1 压扁试验或弯曲试验

钢管应按下述规定进行压扁试验或弯曲试验。

3.5.1.1 钢管作压扁试验时,其压扁后平板间距离按式(2)计算:

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

式中:  $H$ ——压扁后平板间距离, mm;

$S$ ——钢管壁厚, mm;

$D$ ——钢管外径, mm;

$\alpha$ ——变形系数, 钢级320取0.10, 钢级410取0.08。

压扁试验后,试样上应无裂缝。试样边缘的微裂纹应不予考核。

钢管壁厚大于10mm的压扁试验,可采用C形试样。

3.5.1.2 弯曲试验时,弯芯直径应为钢管壁厚的4倍,弯曲180°。试验后试样上应无裂缝和分层。试样边缘的微裂纹应不予考核。

3.5.2 扩口试验或卷边试验

外径18mm~146mm(内径应大于15mm)的锅炉及过热器管应进行扩口试验或卷边试验。

扩口试验或卷边试验的外径增加最小百分数应符合表6的规定。

表 6

%

牌 号	钢 级	扩口试验或卷边试验外径增加的最小百分数		
		内径/外径		
		<0.6	>0.6~0.8	>0.8
C 10	320	12	15	19
C 20	410	10	12	17

扩口试验后, 试样的扩口部分应无裂纹。

卷边试验后, 试样的圆柱和折边部分应无裂纹。

**3.6 水压试验**

**3.6.1** 钢管应逐根进行水压试验, 水压试验的压力按(3)式计算:

$$P = \frac{2 \cdot \sigma \cdot S}{D} \quad (\text{或 } P = \frac{200 \cdot \sigma \cdot S}{D}) \dots\dots\dots (3)$$

式中:  $P$ ——试验压力,  $N/mm^2$  ( $kgf/cm^2$ );

$D$ ——钢管外径,  $mm$ ;

$S$ ——钢管壁厚,  $mm$ ;

$\sigma$ ——应力,  $N/mm^2$  ( $kgf/cm^2$ ), 取该钢管钢级规定的最低屈服点的80%。

**3.6.2** 水压试验耐压时间应不小于10 s, 钢管不得出现漏水、渗水。

**3.6.3** 经船检部门同意, 允许用无损检验方法代替水压试验。

**3.7 无损检验**

I级管、锅炉及过热器管应逐根进行无损探伤。

**3.8 表面质量**

钢管内外表面不允许有裂缝、裂纹、折迭、分层、结疤、轧折。这些缺陷应完全清除掉, 被清除部位的钢管壁厚应不小于允许的最小壁厚值。

钢管表面允许有个别直道, 其深度规定为:

冷拔钢管应不大于壁厚的4%, 最大深度为0.20mm;

热轧钢管应不大于壁厚的5%, 最大深度为0.50mm。

**4 试验方法**

**4.1 尺寸和外形检查**

钢管的尺寸和外形应用适宜的测量工具逐根进行测量和检查。

**4.2 表面质量检查**

钢管的内外表面应在充分照明的条件下用肉眼逐根检查。

**4.3 其他各项检查**

钢管的其他各项检查的试验方法, 取样数量, II级管应符合表7的规定; I级管、锅炉及过滤器管应符合表8的规定。

表 7

类别	检 验 项 目	取 样 数 量	试 验 方 法
II级耐 压管 系用 碳钢 无缝 钢管	化学成分	按熔炼成分验收。每炉罐号任 取一个试样	GB 222—84; GB 223.1~7—81、 GB 223.8~24—82、 GB 223.25~34—84 中的有关部分
	拉力试验	每批钢管中任取一个试验	附录A(补充件)“船舶用碳 钢无缝钢管力学性能试验法”

续表 7

类别	检验项目	取样数量	试验方法
II级耐压管系用碳钢无缝钢管	压扁试验或弯曲试验	每批钢管中任取一个试验	附录B(补充件)“船舶用碳钢无缝钢管工艺性能试验法”
	水压试验或无损检验	逐根钢管	水压试验按GB 241—82, 超声波检验按附录C(补充件)“船舶用碳钢无缝钢管超声波检验法” 涡流检验按附录D(补充件)“船舶用碳钢无缝钢管涡流检验法” 其他无损检验方法应得到船检部门同意

表 8

类别	检验项目	取样数量	试验方法
I级耐压管系、锅炉及过热器用碳钢无缝钢管	化学成分	按熔炼成分验收, 每熔炼炉罐号任取一个试样	GB 222—84; GB 223.1~7—81、 GB 223.8~24—82、 GB 223.25~34—84 中的有关部分
	拉力试验	每批钢管中任选至少2%根数的钢管(但不得少于2根), 每根钢管上各截取一个试样	附录A(补充件)
	压扁试验或弯曲试验		附录B(补充件)
	扩口试验或卷边试验 <sup>①</sup>		附录B(补充件)
	水压试验 <sup>②</sup>	逐根钢管	GB 241—82
	无损检验		超声波检验按附录C(补充件) 涡流检验按附录D(补充件) 其他无损检验方法应得到船检部门同意

注: ① 扩口试验或卷边试验仅对锅炉及过热器管检验。

② 水压试验按3.6.3的规定, 可用无损检验代替。

## 5 检验规则

### 5.1 检查和验收

钢管的质量检查和验收应由制造厂技术监督部门进行。

### 5.2 组批规则

钢管按批进行检查和验收。每批钢管应由同一熔炼炉罐号、同一钢级、同一规格、同一热处理制度组成。Ⅱ级管当钢管外径小于和等于325mm时，每批钢管数量不得超过200根；Ⅱ级管当钢管外径大于325mm时，每批钢管的数量不得超过100根。

### 5.3 取样数量

钢管各项检验项目的取样数量，Ⅱ级管按表7，Ⅰ级管、锅炉及过热器管按表8的规定。

### 5.4 判定和复验规则

**5.4.1** 各项试验（包括拉力试验、工艺性能试验）结果不符合本标准规定时，可在原取样钢管附近选取双倍数量的试样作不合格项目的附加试验。附加试验符合本标准规定要求，该批钢管予以验收交货。

**5.4.2** 若附加试验结果仍不合格，原取样钢管应挑出判废。但可在同一批钢管中按表7和表8的规定，另外任取双倍试样，进行全部试验项目的复验。如复验结果均合格，则该批钢管可以验收交货，否则不予验收。

**5.4.3** 对复验不合格的钢管，制造厂可以重新热处理（热处理次数不得超过二次），作为新的一批提交验收或将不合格的钢管挑出报废外，对未作试验的钢管，可进行逐根试验，合格者仍可逐根验收交货。

## 6 标志、包装和质量证明书

### 6.1 标志

**6.1.1** 直径大于或等于36mm的钢管，应逐根在其一端用喷印、滚印、盖印或粘贴标志。标记内容应包括：

- a. 制造厂标志或注册商标；
- b. 钢级及类别；
- c. 尺寸规格；
- d. 可追溯钢管全部生产过程的批号或其他代号；
- e. 需方要求的经认可的船检部门（船级社）标志。

直径小于36mm的钢管可不打印记。

**6.1.2** 成捆钢管的每捆上应挂2个以上标牌，其上除应有7.1.1规定的内容外，还应有重量（或根数）、生产日期、检验班别。

**6.1.3** 除7.1.1、7.1.2的规定外，有关标志的其他规定，应符合GB 2102—80《钢管验收、包装、标志及质量证明书的一般规定》的规定。

### 6.2 包装

钢管的包装应符合GB 2102—80的规定。

### 6.3 质量证明书

**6.3.1** 每批交货钢管应附有中英文对照的质量证明书。证明书由制造厂技术监督部门盖章并由制造厂技术监督部门负责人和船检部门验船师签证。

**6.3.2** 质量证明书还应包括下述内容：

- a. 制造厂厂名、标记或注册商标及质量证明书编号；
- b. 需方名称；
- c. 合同编号；



- d. 本标准号；
- e. 牌号、钢级、类别、规格、交货状态；
- f. 批号、捆数、重量（或根数）；
- g. 熔炼炉罐号及熔炼分析结果；
- h. 本标准规定的各项试验结果；
- i. 生产及发货日期；
- j. 需方要求的经认可的船检部门（船级社）标志。

**附录 A**  
**船舶用碳钢无缝钢管力学性能试验法**  
(补充件)

**A.1 一般规定****A.1.1 适用范围**

本试验方法适用于船舶用碳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 228—76《金属拉力试验法》、GB 2975—82《钢材力学及工艺性能试验取样规定》和YB 941—78《金属高温拉力试验法》的规定。

**A.1.2 试样的制备**

**A.1.2.1** 试样应是一批钢管中提供加工成试样以进行各项试验的试料,应能代表该批钢管的性能和质量。

**A.1.2.2** 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,不得过分受热或较大的冷变形。

试样制备应尽可能保留原轧制面或尽量接近原轧制面。

**A.1.3 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。

**A.1.4 试样报废**

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。并在同一钢管上靠近原试样处,重新截取试样。

**A.2 常温拉力试验****A.2.1 试样形状和尺寸**

钢管的试样可采用一般适当长度的两端堵住的全截面管段。试样的标距应为 $5.65\sqrt{F_0}$  ( $F_0$ 为试样的横截面积,  $\text{mm}^2$ )或50mm,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。也可由沿钢管纵向切取的板条制备试样,并加工成如图A 1和图A 2所示的尺寸。平行的试验长度部分不应展开,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:

$$F_0 = a \cdot b \dots\dots\dots (A1)$$

式中:  $F_0$  —— 试样的横截面积,  $\text{mm}^2$ ;

$a$  —— 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A 3所示的尺寸,也可采用轴线位于壁厚中央的圆截面试样。

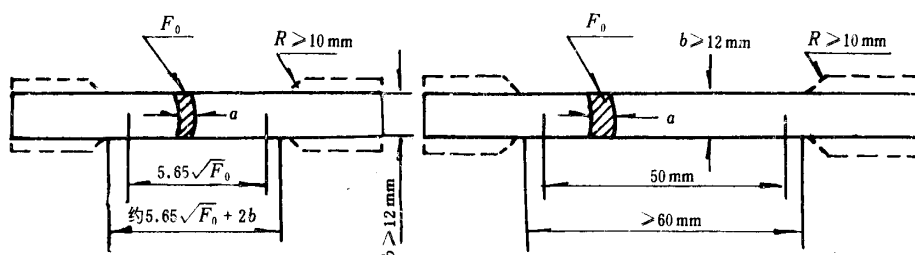


图 A1

图 A2

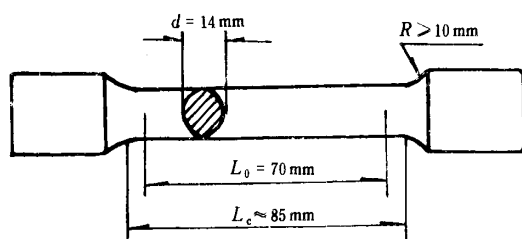


图 A3

**A.2.2 屈服点的定义**

对碳素钢，应测定上屈服点，可用下述方法之一确定：

- a. 试验机杠杆明显下降前的瞬时负荷；
- b. 试验机指针退回前的瞬时负荷或指针停止时的负荷；
- c. 拉伸图上显示屈服时，塑性变形的起点或屈服过程中所达到的最初顶点的负荷。

**A.2.3 试验**

**A.2.3.1** 试验温度为室温。

**A.2.3.2** 在测定屈服点时，其应力变化速率不大于每秒30N/mm<sup>2</sup> (3.1kgf/mm<sup>2</sup>)，在达到屈服点时的载荷后，在测定抗拉强度时，应变速率应不大于每分钟40%原标距长度。

**A.2.3.3** 当拉力试样在标距上或标距外断裂时，试验可以认为无效，允许重新截取试样进行试验。

**A.2.4 当量伸长率**

当实际的拉力试样标距不为5.65√F<sub>0</sub>时，可按式(A2)计算出实际试样尺寸相对于标距为5.65√F<sub>0</sub>，试样的最小当量伸长率：

$$\delta_E = 2 \delta_5 \left( \frac{\sqrt{F_0}}{L_0} \right)^{0.4} \dots\dots\dots (A2)$$

式中：δ<sub>E</sub>——实际试样相对于标距长度为l<sub>0</sub> = 5.65√F<sub>0</sub>试样的最小当量伸长率，%；

δ<sub>5</sub>——本标准所规定的标距长度为l<sub>0</sub> = 5.65√F<sub>0</sub>试样的最小伸长率，%；

F<sub>0</sub>——实际试样的横截面积，mm<sup>2</sup>；

L<sub>0</sub>——实际试样的标距长度，mm。

**A.2.5** 拉力试验结果应采用国际单位制(SI)。若N/mm<sup>2</sup>换算成kgf/mm<sup>2</sup>时，抗拉强度按四舍六入五单双修约到1kgf/mm<sup>2</sup>，屈服点按四舍六入五单双修约到0.5kgf/mm<sup>2</sup>。

**A.3 高温拉力试验**

**A.3.1** 在测定高温(>50℃)下的下屈服点或0.2%屈服强度时所用试样的标距(L<sub>0</sub>)应不小于50mm，横截面积(F<sub>0</sub>)应不小于65mm<sup>2</sup>。如果受到产品尺寸或试验机能力的限制，试样尺寸应取实

际可能达到的最大尺寸。

**A.3.2** 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 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 。

**A.3.3** 在接近下屈服点或条件屈服强度时,应变速率应控制在每分钟0.1%~0.3%原标距长度( $L_0$ )范围内。

**A.3.4** 由测量应变来确定应变速率的时间间隔应不大于6s。

**A.3.5** 高温下的下屈服点或0.2%屈服强度由 $\text{N}/\text{mm}^2$ 换算成 $\text{kgf}/\text{mm}^2$ 时,按四舍六入五单双修约到 $0.1\text{kgf}/\text{mm}^2$ 。

**附录 B**  
**船舶用碳钢无缝钢管工艺性能试验法**  
(补充件)

**B.1 一般规定****B.1.1 适用范围**

本试验方法适用于船舶用碳钢无缝钢管的工艺性能试验(包括压扁、弯曲、扩口、卷边试验),除本方法的规定外的其他试验要求,应符合GB 246—82《金属管压扁试验方法》、GB 232—82《金属弯曲试验方法》、GB 242—82《金属管扩口试验方法》、GB 245—82《金属管卷边试验方法》的规定。

**B.1.2 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A.1.2、A.1.3和A.1.4的规定。

**B.2 压扁试验**

**B.2.1** 压扁试验试样的截取应使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10mm或大于100mm,或均取为40mm。

**B.2.2** 试验应在室温下进行。压扁方向垂直于钢管的纵轴线。

**B.2.3** 试验时,将试样放在两块平板之间,均匀加压直到两平板间距不大于本标准式(2)给出的规定值 $H$ 。

**B.3 扩口试验**

**B.3.1** 扩口试验试样的截取应使其端面垂直于钢管的纵轴线,试样长度应等于钢管外径的1.5倍,但不得小于50mm。试样两端边缘可加工成圆角。

**B.3.2** 试验在室温下进行。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表6所规定的要求。试验时,顶芯和钢管不应转动,允许在顶芯涂以润滑剂。

**B.4 弯曲试验**

**B.4.1** 弯曲试验试样应在钢管上环向切取,其长度不小于40mm,一般应保留原管壁厚度。若管壁厚度较大,则可用机械加工减薄至20mm,然后加工成适宜于弯曲试验的试样,试样边缘可锉成半径为1.6mm的圆角。

**B.4.2** 试验在室温下进行,试验时按照本标准3.5.1.2的规定选取弯芯半径,在原来弯曲方向进行弯曲试验,弯曲角度为180°。

**B.5 卷边试验**

**B.5.1** 卷边试验试样的切取应使其端面与钢管的轴线垂直。试样长度应不小于钢管的外径。试样边缘可锉成圆角。

**B.5.2** 试验应在室温下进行,且采用淬硬钢管质锥形顶芯对称地将钢管一端卷边。

**B.5.3** 卷边试验的第一步应用顶角约为90°的锥形角顶芯(见图B1)进行,然后用如图B2所示的二次成形工具完成翻边试验。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为止。试样端部的外径增加的最小百分数应符合本标准3.5.2的规定。

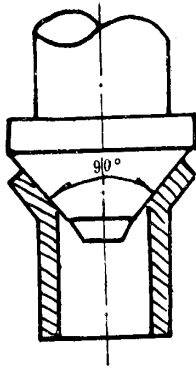


图 B1

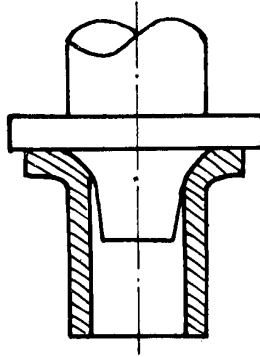


图 B2

附 录 C  
船舶用碳钢无缝钢管超声波检验法  
(补充件)

### C.1 检验方法的一般规定

C.1.1 超声波技术用于检验钢管的纵向特征为主的缺陷,亦可用于代替水压试验。

C.1.2 被检验的钢管表面不得有干扰检验结果的任何外来杂质。

C.1.3 在检验过程中,钢管或探头的活动,应使探头沿着螺旋线扫过钢管的表面。若需方无特殊要求,每个探头扫过的螺距最大应为25mm。

C.1.4 检验应是单方向射束扫描。如需方要求也可以两个方向射束扫描。

### C.2 校准用的标准样管

C.2.1 超声波探伤仪应采用在一个管段试样外表面和内表面(或只在外表面)上的纵向标准缺口进行校准,此管段试样称为标准样管。标准样管应与被检验的钢管公称尺寸相同,化学成分,表面状况和热处理制度相似。并按C.2.2的规定制备标准缺口。

凡使用外表面和内表面标准缺口的,其间距不应太远,足以使信号分辨即可。

#### C.2.2 标准缺口

##### C.2.2.1 形状和位置

标准缺口应是纵向的,其侧面应基本平行,其底面应与侧面大致垂直。

C.2.2.1.1 内径大于15mm的钢管,必须同时使用外表面和内表面缺口。

内径在10~15mm的钢管,需方事先未提出要求,一般不采用内表面缺口。

内径小于10mm的钢管,不采用内表面缺口。

外径与壁厚之比值小于4时,不采用内表面缺口。

##### C.2.2.2 长度

标准缺口的长度(按全深度)最小为50mm。

##### C.2.2.3 宽度

当壁厚小于和等于25mm时,标准缺口的宽度最大为1mm。

##### C.2.2.4 深度

C.2.2.4.1 用于代替水压试验,标准缺口的深度应为钢管壁厚的5%(热轧钢管应为钢管壁厚的8%)。最小深度为0.2mm。

C.2.2.4.2 按本标准3.7规定进行超声波检验时,标准缺口的深度应为钢管壁厚的8%(热轧钢管应为钢管壁厚的10%)。最小深度为0.20mm。

标准缺口深度的允许偏差为深度的 $\pm 15\%$ ,最小值为 $\pm 0.05\text{mm}$ 。

对于外径与壁厚之比值在4~5的钢管,内表面标准缺口深度应符合下表的規定。

外 径 壁 厚	内表面标准缺口深度
	外表面标准缺口深度
5	1
4.75	1.6
4.5	1.9
4.25	2.2
4	2.5

### C.3 探伤仪的校准和检定

C.3.1 超声波探伤仪应调整得能检测来自内表面标准缺口和外表面标准缺口的信号（在只采用外表面标准缺口的情况下，只检测来自外表面标准缺口的信号）。在校准过程中，自动装置的旋转速度或手动装置的移动速度应与检验过程中的速度大致相同。

C.3.2 在生产检验过程中，应定时（每小时或每2h）用标准样管进行验证试验。如果没有检验出内、外表面标准缺口之一，或两者都未检测出来，则在上次验证试验以来被检验过的全部钢管，都应在探伤仪重新校准后重新检验。

### C.4 判定和验收

C.4.1 检验时所产生的信号不大于标准缺口信号的钢管判为合格品。

C.4.2 检验时所产生的信号大于标准缺口信号的钢管，应检验该缺陷的深度，若该深度小于标准缺口的深度，则可忽略不计。当检验该缺陷的深度大于标准缺口的深度，可以修磨清除掉，但清除后的壁厚不得小于允许壁厚的最小值。然后再将该根钢管进行超声波检验。如不再产生比标准缺口信号还大的信号，则可验收。此外，亦可将钢管上有缺陷的那一段切掉，而剩下的部分应认为已通过超声波检验。

### C.5 操作人员

超声波检验的操作人员应是获得超声波探伤资格认可证书的具有一定实际操作经验的人员。超声波检验的合格证书应由取得法定机构签发的Ⅱ级（含Ⅱ级）以上资格认可证书的超声波检验人员签证。



**附录 D**  
**船舶用碳钢无缝钢管涡流检验法**  
(补充件)

**D.1 适用范围**

本方法适用于船舶用碳钢无缝钢管的涡流探伤的检验法。是一种对钢管紧密实度的检验。检验应在成品钢管上进行，本方法亦可用于代替钢管的水压试验。

**D.2 检验方法**

**D.2.1** 被检验的钢管的状态必须处在能保证整个钢管长度上受到良好的试验。

**D.2.2** 检验可以采用任何涡流试验技术，例如贯穿式线圈和旋转式线圈，读数可由合适的指示器或记录仪器得到。驱动钢管的机械传动装置以及试验速度的选择应便于B.3中所规定的孔。

**D.3 校准的标准样管**

**D.3.1** 用于制备标准样管的材料应与被检验钢管同一钢种、同一钢级、同一规格以及表面状况和热处理制度相似。标准样管的长度应不小于2 m。

**D.3.2** 标准样管缺口形状和尺寸

**D.3.2.1** 标准样管的缺口形状为孔。钻孔为穿过管壁三个与标准样管表面垂直的孔，三个孔沿圆周分布互为120°，三个孔彼此之间的距离为200mm，中间孔与管端相距1 m。

**D.3.2.2** 标准样管钻孔直径应符合下表的规定。

被检验钢管公称外径, mm	标准样管钻孔公称直径, mm
<25	1.2
>25~45	1.7
>45~65	2.2
>65~140	2.7
>140	3.2

钻孔直径小于2 mm时，其允许偏差为±0.05mm，钻孔直径大于和等于2 mm时，其允许偏差为0.10mm。

**D.4 试验程序**

**D.4.1** 按本方法B.2所规定的试验和B.3所规定的标准样管灵敏度进行试验。

**D.4.2** 每更换一项钢管尺寸以后，或在同一尺寸范围内也必须校准试验的灵敏度。一般每次校准的时间不大于2 h。如果发现功能失常，在重新校准试验装置和灵敏度后，对自上次试验过的钢管应全部重新检验。

**D.5 检验结果的判定和验收**

**D.5.1** 钢管所给出的指示小于相应标准样管钻孔的灵敏度给出的指示时，应认为该根钢管是密实的，判定为合格品。

**D.5.2** 钢管所给出的指示大于和等于相应标准样管钻孔的灵敏度给出的指示时,应判为不合格品。若用于代替水压试验则可按本标准3.6“水压试验”的规定再作水压试验,以证明其密实性,若水压试验符合要求,该根钢管可以验收交货,否则判废。

**D.5.3** 涡流检验的合格证书应由取得法定机构签发的Ⅱ级(含Ⅱ级)以上资格认可证书的涡流检验人员签证。

**附录 E**  
**船舶用碳钢无缝钢管的高温性能**  
(补充件)

船舶用碳钢无缝钢管在 50℃ 或更高温度下的最低公称下屈服点或 0.2% 屈服强度值列于下表。

屈服强度 N/mm <sup>2</sup> 钢 级	温 度									
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	
320	172	168	158	147	125	100	91	88	87	
410	217	210	199	188	170	149	137	134	132	

**附加说明:**

本标准由中华人民共和国冶金工业部提出。

本标准由上海钢管厂负责起草。

本标准主要起草人李福良。

本标准符合中国船级社 ZC(1983 年)和英国劳氏船级社 LR(1981 年版)的规定。