

# 中华人民共和国国家标准

GB/T 5312—2009  
代替 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

2009-10-30 发布

2010-05-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会

发布

中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准  
船舶用碳钢和碳锰钢无缝钢管  
GB/T 5312—2009

\*

中国标准出版社出版发行  
北京复兴门外三里河北街16号  
邮政编码:100045

网址 [www.spc.net.cn](http://www.spc.net.cn)

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

\*

开本 880×1230 1/16 印张 0.75 字数 17 千字

2009年12月第一版 2009年12月第一次印刷

\*

书号: 155066·1-39341

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话:(010)68533533

## 前 言

本标准参照中国船级社(CCS)《材料与焊接规范》(2006版)中无缝钢管技术内容修订。

本标准代替 GB/T 5312—1999《船舶用碳钢和碳锰钢无缝钢管》。本标准与 GB/T 5312—1999 相比,主要变化如下:

- 增加了订货内容;
- 删除了标记示例;
- 修改了热轧(挤压)钢管的外径允许偏差;
- 增加了长度允许偏差等级;
- 增加了全长弯曲度指标;
- 修改了硫、磷的含量;
- 修改了钢的冶炼方法;
- 修改了弯曲试验的方法;
- 取消了标准原附录 A、附录 B。

本标准的附录 A 为资料性附录。

本标准由中国钢铁工业协会提出。

本标准由全国钢标准化技术委员会归口。

本标准负责起草单位:宝山钢铁股份有限公司。

本标准参加起草单位:攀钢集团成都钢铁有限责任公司、江阴市界达特异制管有限公司。

本标准主要起草人:罗玉清、张耀飞、刘彩玲、李奇、薛建良、杨帆。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB/T 5312—1985、GB/T 5312—1999。

## 船舶用碳钢和碳锰钢无缝钢管

### 1 范围

本标准规定了船舶用碳钢和碳锰钢无缝钢管(以下简称钢管)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级承压管系、Ⅱ级承压管系、锅炉及过热器用的碳钢和碳锰钢无缝钢管。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

- GB/T 222 钢的成品化学成分允许偏差
- GB/T 223.5 钢铁 酸溶硅和全硅含量的测定 还原型硅钼酸盐分光光度法(GB/T 223.5—2008,ISO 4829-1:1986,ISO 4829-2:1988,MOD)
- GB/T 223.12 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 223.26 钢铁及合金 钼含量的测定 硫氰酸盐分光光度法
- GB/T 223.53 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 223.54 钢铁及合金化学分析方法 火焰原子吸收分光光度法测定镍量(GB/T 223.54—1987,eqv ISO/DIS 4940:1986)
- GB/T 223.59 钢铁及合金 磷含量的测定 钼磷钼蓝分光光度法和铈磷钼蓝分光光度法
- GB/T 223.63 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 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 钢铁及合金 碳含量的测定 管式炉内燃烧后气体容量法
- GB/T 228 金属材料 室温拉伸试验方法(GB/T 228—2002,eqv ISO 6892:1998)
- GB/T 229 金属材料 夏比摆锤冲击试验方法(GB/T 229—2007,ISO 148-1:2006,MOD)
- GB/T 232 金属材料 弯曲试验方法(GB/T 232-1999,eqv ISO 7438:1985)
- GB/T 241 金属管 液压试验方法
- GB/T 242 金属管 扩口试验方法(GB/T 242—2007,ISO 8493:1998,IDT)
- GB/T 245 金属管 卷边试验方法(GB/T 245—2008,ISO 8494:1998,IDT)
- GB/T 246 金属管 压扁试验方法(GB/T 246—2007,ISO 8492:1998,IDT)
- GB/T 2102 钢管的验收、包装、标志和质量证明书
- GB/T 2975 钢及钢产品 力学性能试验取样位置及试样制备(GB/T 2975—1998,eqv ISO 377:1997)
- GB/T 4336 碳素钢和中低合金钢的光电发射光谱分析方法
- GB/T 4338 金属材料高温拉伸试验(GB/T 4338—2006,ISO 783:1989,MOD)
- GB/T 5777 无缝钢管超声波探伤检验方法(GB/T 5777—2008,ISO 9303:1989,MOD)
- GB/T 7735 钢管涡流探伤检验方法(GB/T 7735—2004,ISO 9304:1989,MOD)
- GB/T 12606 钢管漏磁探伤方法(GB/T 12606—1999,eqv ISO 9402:1989,ISO 9598:1989)
- GB/T 17395 无缝钢管尺寸、外形、重量及允许偏差(GB/T 17395—2008,ISO 1127:1992、

ISO 4200:1991、ISO 5252:1991,NEQ)

GB/T 20066 钢和铁 化学成分测定用试样的取样和制样方法(GB/T 2006—2006,ISO 14284:1996,IDT)

### 3 分类、代号

3.1 钢管按产品制造方式分为两类,类别和代号如下:

- a) 热轧 WHR(挤压 WHEX、扩 WHE)钢管;
- b) 冷拔 WCD(轧 WCR)钢管。

3.2 钢管按用途分为:承压管系用无缝钢管和锅炉及过热器用无缝钢管。

3.2.1 承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

等级	I 级		II 级		III 级	
介质	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;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。  
 注 2: 其他介质是指空气、水、润滑油和液压油等。  
 注 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。

3.2.2 锅炉及过热器用无缝钢管管壁的工作温度应不超过 450℃。

3.2.3 表示方法如下:

- a) 承压管系用无缝钢管在钢级后面分别加“I”、“II”或“III”表示;
- b) 锅炉及过热器用无缝钢管在钢级后面加“G”表示。

### 4 订货内容

按本标准订购钢管的合同或订单应包括下列内容:

- a) 标准编号;
- b) 产品名称;
- c) 钢级及管系级别;
- d) 订购数量(总重量或总长度);
- e) 尺寸规格;
- f) 制造方法;
- g) 特殊要求。

### 5 尺寸、外形、重量及允许偏差

#### 5.1 外径和壁厚

5.1.1 钢管应优先选用 GB/T 17395 表 1 中系列 1 的尺寸。根据需方要求,经供需双方协商,可供应其他尺寸的钢管。

## 5.1.2 钢管外径和壁厚的允许偏差应符合表 2 的规定。

根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,可供表 2 规定以外尺寸允许偏差的钢管。

表 2 外径和壁厚允许偏差

单位为毫米

分类代号	制造方式	钢管尺寸		允许偏差
WHR (WHEX)	热轧(挤压)钢管	外径(D)	全部	$\pm 1\% D$ 或 $\pm 0.50$ (取其较大者)
		壁厚(S)	$\leq 20$	$+15\% S$ 或 $+0.45$ $-10\% S$ 或 $-0.30$ (取较大者)
			$> 20$	$\pm 10\% S$
WHE	热扩钢管	外径(D)	全部	$\pm 1\% D$
		壁厚(S)	全部	$\pm 15\% S$
WCD (WCR)	冷拔(轧)钢管	外径(D)	$\leq 30$	$\pm 0.20$
			$30 < D \leq 50$	$\pm 0.30$
			$> 50$	$\pm 0.8\% D$
		壁厚(S)	$1.5 \leq S \leq 3$	$+12.5\% S$ $-10\% S$
			$> 3$	$\pm 10\% S$

## 5.2 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,长度允许偏差等级为 L2。

## 5.3 弯曲度

## 5.3.1 钢管的每米弯曲度应符合表 3 的规定。

表 3 钢管每米弯曲度

钢管壁厚/mm	每米弯曲度/(mm/m)
$\leq 15$	$\leq 1.5$
$> 15 \sim 30$	$\leq 2.0$
$> 30$ 或 $D \geq 351$	$\leq 3.0$

## 5.3.2 钢管的全长弯曲度应不大于钢管总长的 1.5‰。

## 5.4 管端外形

钢管两端端面应与钢管轴线垂直,切口毛刺应予清除。

## 5.5 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%。

## 5.6 交货重量

钢管按实际重量交货,亦可按理论重量交货。钢管的每米理论重量按 GB/T 17395 的规定(钢的密度为  $7.85 \text{ kg/dm}^3$ )。

根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,交货钢管的实际重量与理论重量的偏差应符合如下规定:

- a) 单根钢管:  $\pm 10\%$ ;
- b) 每批最小为 10 t 的钢管:  $\pm 7.5\%$ 。

## 6 技术要求

## 6.1 钢级和化学成分

6.1.1 钢的级别和化学成分(熔炼分析)应符合表4的规定。

表4 钢级和化学成分

钢级	化学成分/%									
	C	Si	Mn	S	P	残余元素				
						Cr	Mo	Ni	Cu	总量
320	≤0.16	—	0.40~0.70	≤0.020	≤0.025	≤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	0.80~1.20							
490	≤0.23	≤0.35	0.80~1.50							

6.1.2 当需方要求做成品分析时,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。

## 6.2 制造方法

## 6.2.1 钢的冶炼方法

钢应采用电炉加炉外精炼或氧气转炉加炉外精炼方法冶炼。

## 6.2.2 钢管的制造方法

钢管应采用热轧(扩、挤压)或冷拔(轧)无缝方法制造。

## 6.3 交货状态

钢管以正火状态交货。热轧钢管的终轧温度不低于 Ar3 时,可视为正火。

## 6.4 力学性能

6.4.1 交货状态钢管的室温纵向力学性能应符合表5的规定。

表5 钢管的力学性能

钢级	抗拉强度 $R_m$ / MPa	下屈服强度 $R_{eL}$ / MPa	断后伸长率 A/ %
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

6.4.2 供设计用的无缝压力管的高温力学性能参见附录 A。

### 6.4.3 冲击试验

根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,壁厚大于 10 mm 的钢管可做冲击试验。

### 6.5 液压试验

钢管应逐根进行液压试验,试验压力按式(1)计算,最大试验压力为 14 MPa。在试验压力下,稳压时间应不少于 10 s,钢管不允许出现渗漏现象。

$$P = 2SR/D \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

$P$ ——试验压力,单位为兆帕(MPa);

$S$ ——钢管的公称壁厚,单位为毫米(mm);

$D$ ——钢管的公称外径,单位为毫米(mm);

$R$ ——允许应力,为表 5 规定的最小下屈服强度的 80%,单位为兆帕(MPa)。

经需方同意,供方可用无损检测(涡流探伤或漏磁探伤)代替液压试验。

### 6.6 工艺性能

#### 6.6.1 压扁试验

钢管应作压扁试验,试样压扁后平板间距离  $H$ (单位为毫米)按式(2)计算:

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

式中:

$S$ ——钢管的公称壁厚,单位为毫米(mm);

$D$ ——钢管的公称外径,单位为毫米(mm);

$\alpha$ ——单位长变形系数,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,试样上不允许出现裂缝或裂口。

#### 6.6.2 弯曲试验

6.6.2.1 外径大于 400 mm 或壁厚大于 40 mm 的钢管可以横向弯曲试验代替压扁试验。弯曲试验分别为钢管外表面(或尽量靠近外表面的机加工表面)受拉变形的正向弯曲和内表面(或尽量靠近内表面的机加工表面)受拉变形的反向弯曲。

弯曲试验的弯芯直径应为钢管公称壁厚的 4 倍,在室温下弯曲到 180°。弯曲试验后试样上应无裂缝或裂口。

6.6.2.2 弯曲试验的试样应从钢管的一端横向截取,一个试样尽量靠近外表面截取,另一个试样尽量靠近内表面截取。试样弯曲受拉变形表面可机加工为光亮表面,但应尽可能靠近原始轧制面(钢管的内、外表面)。试样弯曲受拉变形表面不允许有明显伤痕和其他缺陷。

试样加工后的截面尺寸为宽度( $b$ )25 mm,厚度( $a$ )12.5 mm;截面上的四个角应倒成圆角,圆角半径不大于 1.6 mm。试样外表面弧长应保证在规定的试验条件下进行弯曲,并可按式(3)估算。

$$L = \pi(d + 2.2a)/2 + (40 \sim 80) \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中:

$L$ ——试样外表面弧长,单位为毫米(mm);

$\pi$ ——圆周率,其值取 3.1;

$d$ ——弯芯直径,单位为毫米(mm);

$a$ ——试样厚度,单位为毫米(mm)。

#### 6.6.3 扩口试验或卷边试验

外径为 18 mm~146 mm,且内径大于 15 mm 的 I 级管和锅炉及过热器管应作扩口试验或卷边试验。

扩口试验的扩口率或卷边试验的卷边率应符合表 6 的规定。



表 6 钢管扩口试验的扩口率和卷边率

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

扩口试验后,试样的扩口处应无目视可见的裂纹。

卷边试验后,试样的卷边处应无目视可见的裂纹。

### 6.7 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。这些缺陷应完全清除,清除部位的实际壁厚应不小于壁厚偏差所允许的最小值。

钢管内外表面的直道深度应符合如下规定:

- a) 冷拔(轧)钢管应不大于公称壁厚的 4%,最大为 0.2 mm;
- b) 热轧(挤压、扩)钢管应不大于公称壁厚的 5%,最大为 0.4 mm。

### 6.8 无损检测

I 级管和锅炉及过热器管应逐根全长进行超声波探伤。超声波探伤检验按 GB/T 5777 的规定。对比样管纵向刻槽深度等级为:冷拔(轧)钢管 L2 级;热轧(挤压、扩)钢管 L2.5 级。

经供需双方协商,可增做其他无损检验。

## 7 检验和试验方法

7.1 钢管的尺寸和外形应采用符合精度要求的量具逐根测量。

7.2 钢管的内外表面应在充分照明条件下逐根目视检查。

7.3 钢管其他检验项目的试验方法、取样方法应符合表 7 和表 8 的规定。

表 7 I 级管和锅炉及过热器管的检验项目、试验方法、取样方法和取样数量

序号	检验项目	试验方法	取样方法	取样数量 <sup>a</sup>
1	化学成分	GB/T 223、GB/T 4336	GB/T 20066	每炉 1 个试样
2	拉伸试验	GB/T 228	GB/T 2975	每批在 2% 的钢管上(且不得少于 2 根)各取 1 个试样
3	冲击试验	GB/T 229	GB/T 2975	每批在 2% 的钢管上(且不得少于 2 根)各取 1 组 3 个试样
4	压扁试验	GB/T 246	GB/T 2975	每批在 2% 的钢管上(且不得少于 2 根)各取 1 个试样
5	弯曲试验	GB/T 232	GB/T 2975	每批在 2% 的钢管上(且不得少于 2 根)各取 1 组试样
6	扩口试验	GB/T 242	GB/T 2975	每批在 2% 的钢管上(且不得少于 2 根)各取 1 个试样
7	卷边试验	GB/T 245	GB/T 2975	每批在 2% 的钢管上(且不得少于 2 根)各取 1 个试样

表 7 (续)

序号	检验项目	试验方法	取样方法	取样数量 <sup>a</sup>
8	液压试验	GB/T 241	—	逐根
9	涡流检验	GB/T 7735	—	逐根
10	漏磁检验	GB/T 12606	—	逐根
11	超声波检验	GB/T 5777	—	逐根

<sup>a</sup> 当单根钢管作为检验批时,只取 1 个(组)试样。

表 8 II 级管检验项目、试验方法、取样方法和取样数量

序号	检验项目	试验方法	取样方法	取样数量
1	化学成分	GB/T 223、GB/T 4336	GB/T 20066	每炉取 1 个试样
2	拉伸试验	GB/T 228	GB/T 2975	每批在 1 根钢管上取 1 个试样
3	冲击试验	GB/T 229	GB/T 2975	每批在 1 根钢管上取 1 组 3 个试样
4	压扁试验	GB/T 246	GB/T 2975	每批在 1 根钢管上取 1 个试样
5	弯曲试验	GB/T 232	GB/T 2975	每批在 1 根钢管上取 1 组试样
6	液压试验	GB/T 241	—	逐根
7	涡流检验	GB/T 7735	—	逐根
8	漏磁检验	GB/T 12606	—	逐根
9	超声波检验	GB/T 5777	—	逐根

## 8 检验规则

### 8.1 检查和验收

钢管的检查和验收由供方质量技术监督部门进行。

### 8.2 组批规则

#### 8.2.1 钢管按批检查和验收。

8.2.2 若钢管切成单根后不再进行热处理,则从一根管坯轧制的钢管截取的所有管段都应视为一根。

8.2.3 每批应由同一牌号、同一炉号、同一规格和同一热处理制度(炉次)的钢管组成。对于 II 级管,外径不大于 325 mm 时,每批应不超过 200 根;外径大于 325 mm 时,每批应不超过 100 根。

### 8.3 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。

## 9 包装、标志和质量证明书

钢管的包装、标志和质量证明书应符合 GB/T 2102 的规定。

## 附录 A

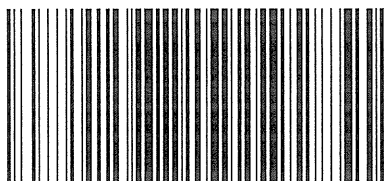
(资料性附录)

## 船舶用碳钢和碳锰钢无缝钢管高温力学性能

钢管的高温力学性能参见表 A.1。

表 A.1 高温力学性能

钢级	高温规定非比例延伸强度 $R_{P0.2}$ /MPa 不小于								
	50 °C	100 °C	150 °C	200 °C	250 °C	300 °C	350 °C	400 °C	450 °C
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



GB/T 5312-2009

版权专有 侵权必究

\*

书号:155066·1-39341