



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 5312—2025

代替 GB/T 5312—2009, GB/T 31928—2015

## 船舶用无缝钢管

Seamless steel tubes and pipes for ship

2025-08-29 发布

2026-03-01 实施

国家市场监督管理总局  
国家标准化管理委员会 发布



目次

前言 ..... III

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义、符号 ..... 2

4 分类和代号 ..... 2

5 订货内容 ..... 3

6 制造工艺 ..... 4

7 技术要求 ..... 5

8 试样 ..... 17

9 试验方法 ..... 17

10 检验规则 ..... 18

11 包装、标志和质量证明书 ..... 18

附录 A（资料性） 订货可选特殊要求 ..... 19

附录 B（资料性） 高温规定塑性延伸强度 ..... 20

参考文献 ..... 21





## 前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替 GB/T 5312—2009《船舶用碳钢和碳锰钢无缝钢管》和 GB/T 31928—2015《船舶用不锈钢无缝钢管》。本文件以 GB/T 5312—2009 为主，整合了 GB/T 31928—2015 的内容，与 GB/T 5312—2009 和 GB/T 31928—2015 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 更改了适用范围(见第 1 章,GB/T 5312—2009 和 GB/T 31928—2015 的第 1 章)；
- b) 增加了术语和定义(见第 3 章)；
- c) 更改了制造方式代号(见 4.2,GB/T 5312—2009 的 3.1)；
- d) 更改了订货内容(见第 5 章,GB/T 5312—2009 和 GB/T 31928—2015 的第 4 章)；
- e) 增加了钢牌号及相应技术要求(见表 2～表 5)；
- f) 更改了不锈钢密度(见表 2,GB/T 31928—2015 的表 5)；
- g) 更改了液压试验要求和允许应力(见 7.3,GB/T 5312—2009 的 6.5 和 GB/T 31928—2015 的 6.5)；
- h) 更改了弯曲试验要求(见 7.4.2,GB/T 5312—2009 的 6.6.2 和 GB/T 31928—2015 的 6.6.2)；
- i) 更改了点腐蚀试验要求(见 7.6,GB/T 31928—2015 的 6.8)；
- j) 更改了表面质量要求(见 7.8,GB/T 5312—2009 的 6.7 和 GB/T 31928—2015 的 6.10)；
- k) 更改了尺寸允许偏差(见表 8、表 9,GB/T 5312—2009 的表 2 和 GB/T 31928—2015 的表 2、表 3)；
- l) 增加了“试样”一章(见第 8 章)；
- m) 更改了取样数量(见表 10,GB/T 5312—2009 的表 7 和 GB/T 31928—2015 的表 6)；
- n) 更改了组批规则(见 10.2,GB/T 5312—2009 的 8.2 和 GB/T 31928—2015 的 8.2)。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国钢铁工业协会提出。

本文件由全国钢标准化技术委员会(SAC/TC 183)归口。

本文件起草单位：宝山钢铁股份有限公司、浙江久立特材科技股份有限公司、衡阳华菱钢管有限公司、承德建龙特殊钢有限公司、盛德鑫泰新材料股份有限公司、钢研纳克检测技术股份有限公司、宝银特材科技股份有限公司、浙江博盛钢业集团有限公司、江阴市南方不锈钢管有限公司、中纲不锈钢管业科技山西有限公司、浙江德威不锈钢管业股份有限公司、浙江金信不锈钢制造有限公司、江苏武进不锈钢股份有限公司、钢铁研究总院有限公司、浙江中达新材料股份有限公司、中兴能源装备有限公司、上上德盛集团股份有限公司、山西太钢不锈钢钢管有限公司、浙江华田特种材料有限公司、青山钢管有限公司、浙江永上特材有限公司、中国船级社、鹏业控股集团有限公司、常州常宝精特钢管有限公司、太原中金天威不锈钢管股份有限公司、浙江卓业能源装备有限公司、福建青拓特钢技术研究有限公司、江苏新长江无缝钢管制造有限公司、苏州华创特材股份有限公司、江苏银环精密钢管有限公司、江苏界达特异新材料股份有限公司、浙江创岳金属材料有限公司、冶金工业信息标准研究院、嘉兴市锦佳船舶制造股份有限公司、招商局金陵鼎衡船舶(扬州)有限公司。

本文件主要起草人：许晴、代卫、邵羽、彭杨、柳玉伟、周文庆、刘春辉、罗静、庄卓俊、王潮声、薛建军、

王瑞森、沈莉、范长江、陆红萍、包汉生、陈小福、仇云龙、季学文、韩子健、程建池、陈涛、张婷、潘张仁、钟超、赵泽、林日和、江来珠、尹贤利、吴开传、刘瑜、薛建良、程东岳、李奇、陆海军、于安华、刘继林、张力彬、李子末、吴青松、徐乐谐、钱航宇、曹宇鑫、封佳敏、娄镇、高江君、丰涵、朱卫飞、乔小军、曹昕明、雷智申、李继刚、陈晨、姜骋阳、刘亮、卢大军、邵琪、骆素珍、彭先明、邬莉华、王孝兵、李钊、黄武军、王炜、李志刚、陈卫光、薛建忠、邹建新、刘聪。

本文件所代替文件的历次版本发布情况为：

- GB/T 5312, 1985 年首次发布, 1999 年第一次修订, 2009 年第二次修订；
- GB/T 31928, 2015 年首次发布。

# 船舶用无缝钢管

## 1 范围

本文件规定了船舶用无缝钢管的分类、代号、订货内容、制造工艺、技术要求、检验规则、包装、标志和质量证明书,描述了相应的试验方法。

本文件适用于制造船舶压力管系、锅炉及过热器用碳钢、碳锰钢、合金钢、不锈钢无缝钢管(以下简称钢管)。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 222 钢及合金 成品化学成分允许偏差

GB/T 223.9 钢铁及合金 铝含量的测定 铬天青 S 分光光度法

GB/T 223.11 钢铁及合金 铬含量的测定 可视滴定或电位滴定法

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 223.18 钢铁及合金化学分析方法 硫代硫酸钠分离-碘量法测定铜量

GB/T 223.23 钢铁及合金 镍含量的测定 丁二酮肟分光光度法

GB/T 223.25 钢铁及合金化学分析方法 丁二酮肟重量法测定镍量

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 223.28 钢铁及合金化学分析方法  $\alpha$ -安息香肟重量法测定钼量

GB/T 223.36 钢铁及合金化学分析方法 蒸馏分离-中和滴定法测定氮量

GB/T 223.40 钢铁及合金 铌含量的测定 氯磺酚 S 分光光度法

GB/T 223.50 钢铁及合金化学分析方法 苯基荧光酮-溴化十六烷基三甲基胺直接光度法测定锡量

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 223.59 钢铁及合金 磷含量的测定 铋磷钼蓝分光光度法和铋磷钼蓝分光光度法

GB/T 223.60 钢铁及合金 硅含量的测定 重量法

GB/T 223.63 钢铁及合金 锰含量的测定 高碘酸钠(钾)分光光度法

GB/T 223.84 钢铁及合金 钛含量的测定 二安替比林甲烷分光光度法

GB/T 223.85 钢铁及合金 硫含量的测定 感应炉燃烧后红外吸收法

GB/T 223.86 钢铁及合金 总碳含量的测定 感应炉燃烧后红外吸收法

GB/T 228.1 金属材料 拉伸试验 第 1 部分:室温试验方法

GB/T 229 金属材料 夏比摆锤冲击试验方法

GB/T 230.1 金属材料 洛氏硬度试验 第 1 部分:试验方法

GB/T 231.1 金属材料 布氏硬度试验 第 1 部分:试验方法

GB/T 232 金属材料 弯曲试验方法

GB/T 241 金属材料 管 液压试验方法

## GB/T 5312—2025

- GB/T 242 金属管 扩口试验方法
- GB/T 246 金属材料 管 压扁试验方法
- 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 4334—2020 金属和合金的腐蚀 奥氏体及铁素体-奥氏体(双相)不锈钢晶间腐蚀试验方法
- GB/T 4336 碳素钢和中低合金钢 多元素含量的测定 火花放电原子发射光谱法(常规法)
- GB/T 5777 无缝和焊接(埋弧焊除外)钢管纵向和/或横向缺欠的全圆周自动超声检测
- GB/T 7735 无缝和焊接(埋弧焊除外)钢管缺欠的自动涡流检测
- GB/T 11170 不锈钢 多元素含量的测定 火花放电原子发射光谱法(常规法)
- GB/T 12606 无缝和焊接(埋弧焊除外)铁磁性钢管纵向和/或横向缺欠的全圆周自动漏磁检测
- GB/T 13305 不锈钢中 $\alpha$ -相含量测定法
- GB/T 17395 钢管尺寸、外形、重量及允许偏差
- 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 20123 钢铁 总碳硫含量的测定 高频感应炉燃烧后红外吸收法(常规方法)
- GB/T 20124 钢铁 氮含量的测定 惰性气体熔融热导法(常规方法)
- GB/T 20125 低合金钢 多元素的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法
- GB/T 30062 钢管术语
- GB/T 39077 奥氏体-铁素体(双相)不锈钢中有害相的检测方法
- YB/T 4395 钢 钼、铌和钨含量的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法
- YB/T 4396 不锈钢 多元素含量的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法

## 3 术语和定义、符号

### 3.1 术语和定义

GB/T 30062 界定的术语和定义适用于本文件。

### 3.2 符号

下列符号适用于本文件。

- $D$  外径或公称外径,单位为毫米(mm)
- $S$  壁厚或公称壁厚,单位为毫米(mm)
- $S_{\min}$  最小壁厚,单位为毫米(mm)
- $d$  公称内径,单位为毫米(mm)

## 4 分类和代号

4.1 钢管按用途分为两类:压力管系用管、锅炉及过热器用管。压力管系用钢管按设计压力和设计温度分为3级,如表1所示。其类别、等级和代号为:

- I级压力管系用钢管(以下简称I级压力管),代号为I;
- II级压力管系用钢管(以下简称II级压力管),代号为II;
- III级压力管系用钢管(以下简称III级压力管),代号为III;
- 锅炉及过热器用钢管,代号为G。



表 1 压力管系等级

| 管系                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | I           |           | II          |           | III         |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 设计压力<br>MPa | 设计温度<br>℃ | 设计压力<br>MPa | 设计温度<br>℃ | 设计压力<br>MPa | 设计温度<br>℃ |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 大于          |           | —           |           | 不大于         |           |
| 蒸汽                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 1.6         | 300       | 0.7~1.6     | 170~300   | 0.7         | 170       |
| 热油                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 1.6         | 300       | 0.7~1.6     | 150~300   | 0.7         | 150       |
| 燃油、滑油、<br>可燃液压油                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 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       |
| <p>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两个参数均满足表中规定时，即定为 II 级管系或 III 级管系。</p> <p>注 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（如管路通过管套、防护套、屏蔽保护，以确保管内液体泄漏后不会导致周围区域发生潜在的危险或损坏），有时分为 II 级管系，但有毒介质除外。</p> <p>注 3：其他介质是指空气、气体、水和不可燃液压油和用于选择性催化还原（SCR）系统的尿素（管系材料根据 ISO 18611-3:2014 选取时）等；另外，氧气和乙炔管系为 I 级管系（有开口的泄放管除外）。</p> <p>注 4：货油管系一般为 III 级管系。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有时分为 III 级管系。</p> <p>注 5：热油是指动力管系的热油系统所用的循环油液。</p> |             |           |             |           |             |           |

4.2 钢管按产品制造方式分为两类，其类别和代号为：

- a) 热轧（挤压、扩）钢管，代号为 W—H；
- b) 冷拔（轧）钢管，代号为 W—C。

4.3 钢管按尺寸精度分为两级，级别和代号为：

- a) 普通级，代号为 PA；
- b) 高级，代号为 PC。

5 订货内容

按本文件订购钢管的合同或订单应包括但不限于下列内容：

- a) 本文件编号；
- b) 产品名称；
- c) 牌号或统一数字代号；
- d) 钢管用途代号（压力管系等级或锅炉及过热器用，见 4.1）；
- e) 尺寸规格；
- f) 订购的数量（总重量或总长度）；
- g) 交货状态；
- h) 制造方法；
- i) 选择性要求（供需双方协商确定附录 A 中列出的可选特殊要求）；
- j) 其他特殊要求。

6 制造工艺

6.1 钢的冶炼方法

钢应采用电弧炉加炉外精炼,或转炉加炉外精炼,或电渣重熔法冶炼。经供需双方协商,并在合同中注明,也可采用能满足本文件要求的其他冶炼方法。

6.2 钢管的制造方法

钢管应采用热轧(挤压、扩)或冷拔(轧)方法制造。需方指定某一种方法制造时,应在合同中注明。

6.3 交货状态



6.3.1 钢管应以热处理状态交货,热处理状态应符合表 2 的规定。

表 2 钢管的交货状态及密度

| 钢类         | 序号 | 统一数字代号 | 牌号                      | 交货状态                  | 密度( $\rho$ )<br>kg/dm <sup>3</sup> |
|------------|----|--------|-------------------------|-----------------------|------------------------------------|
| 碳钢和<br>碳锰钢 | 1  | U13260 | 320                     | 正火或正火加回火 <sup>a</sup> | 7.85                               |
|            | 2  | U13660 | 360                     | 正火或正火加回火 <sup>a</sup> | 7.85                               |
|            | 3  | U13664 | 360L <sup>c</sup>       | 正火或经用户同意的热处理方法        | 7.85                               |
|            | 4  | U14160 | 410                     | 正火或正火加回火 <sup>a</sup> | 7.85                               |
|            | 5  | U14164 | 410L <sup>c</sup>       | 正火或经用户同意的热处理方法        | 7.85                               |
|            | 6  | U14660 | 460                     | 正火或正火加回火 <sup>a</sup> | 7.85                               |
|            | 7  | U14664 | 460L <sup>c</sup>       | 正火或经用户同意的热处理方法        | 7.85                               |
|            | 8  | U14960 | 490                     | 正火或正火加回火 <sup>a</sup> | 7.85                               |
| 合金钢        | 9  | A30152 | 15CrMo-440              | 正火加回火                 | 7.85                               |
|            | 10 | A30122 | 12Cr2Mo-490             | 正火加回火 <sup>b</sup>    | 7.85                               |
|            | 11 | A60032 | 12Ni3-440L <sup>c</sup> | 正火或正火加回火或淬火加回火        | 7.85                               |
|            | 12 | A60092 | 10Ni9-690L <sup>c</sup> | 两次正火或正火加回火或淬火加回火      | 7.89                               |
| 奥氏体<br>不锈钢 | 13 | S30403 | 022Cr19Ni10             | 固溶处理                  | 7.93                               |
|            | 14 | S30408 | 06Cr19Ni10              | 固溶处理                  | 7.93                               |
|            | 15 | S30409 | 07Cr19Ni10              | 固溶处理                  | 7.93                               |
|            | 16 | S31603 | 022Cr17Ni12Mo2          | 固溶处理                  | 7.98                               |
|            | 17 | S31608 | 06Cr17Ni12Mo2           | 固溶处理                  | 7.98                               |
|            | 18 | S31668 | 06Cr17Ni12Mo2Ti         | 固溶处理                  | 7.98                               |
|            | 19 | S31703 | 022Cr19Ni13Mo3          | 固溶处理                  | 7.98                               |
|            | 20 | S31708 | 06Cr19Ni13Mo3           | 固溶处理                  | 7.98                               |
|            | 21 | S32168 | 06Cr18Ni11Ti            | 固溶处理                  | 7.93                               |
|            | 22 | S32169 | 07Cr19Ni11Ti            | 固溶处理                  | 7.93                               |
|            | 23 | S34778 | 06Cr18Ni11Nb            | 固溶处理                  | 8.03                               |
|            | 24 | S34779 | 07Cr18Ni11Nb            | 固溶处理                  | 8.03                               |

表 2 钢管的交货状态及密度（续）

| 钢类                                                                                                                                                                                          | 序号 | 统一数字代号 | 牌号               | 交货状态 | 密度( $\rho$ )<br>kg/dm <sup>3</sup> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|--------|------------------|------|------------------------------------|
| 奥氏体-<br>铁素体<br>不锈钢                                                                                                                                                                          | 25 | S22053 | 022Cr23Ni5Mo3N   | 固溶处理 | 7.80                               |
|                                                                                                                                                                                             | 26 | S22253 | 022Cr22Ni5Mo3N   | 固溶处理 | 7.80                               |
|                                                                                                                                                                                             | 27 | S25073 | 022Cr25Ni7Mo4N   | 固溶处理 | 7.80                               |
|                                                                                                                                                                                             | 28 | S25554 | 03Cr25Ni6Mo3Cu2N | 固溶处理 | 7.80                               |
| <p><sup>a</sup> 热轧钢管的终轧温度不低于相变临界温度(<math>A_{c3}</math>),且钢管是经过空冷时,则应认为钢管是经过正火的。</p> <p><sup>b</sup> 回火温度应为 650℃~750℃。根据需方要求,经双方协商,并在合同中注明,可规定更高的回火温度。</p> <p><sup>c</sup> 为低温铁素体钢压力管牌号。</p> |    |        |                  |      |                                    |

6.3.2 不锈钢钢管应经热处理并酸洗钝化后交货。凡经整体磨、镗或经保护气氛热处理的不锈钢钢管,可不经酸洗交货。

6.3.3 热轧(挤压)的不锈钢钢管,如果在热变形后温度及冷却方式符合固溶处理要求的,则应认为已符合钢管热处理要求。

7 技术要求

7.1 钢的牌号和化学成分

7.1.1 钢的牌号和化学成分(熔炼分析)应符合表 3 的规定。根据需方要求,经供需双方协商,可供应表 3 规定以外牌号的钢管。

7.1.2 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 牌号和化学成分

| 钢<br>类                     | 序<br>号 | 统一<br>数字代号 | 牌<br>号            | 化学成分(质量分数)<br>% |               |               |        |        |       |       |       |       |   |                                                          |
|----------------------------|--------|------------|-------------------|-----------------|---------------|---------------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|---|----------------------------------------------------------|
|                            |        |            |                   | C               | Si            | Mn            | P      | S      | Cr    | Ni    | Mo    | Cu    | N | 其他                                                       |
| 碳<br>钢<br>和<br>碳<br>锰<br>钢 | 1      | U13260     | 320               | ≤0.16           | —             | 0.40~<br>0.70 | ≤0.025 | ≤0.020 | ≤0.25 | ≤0.30 | ≤0.10 | ≤0.20 | — | Cr+Mo+Ni+Cu≤0.70                                         |
|                            | 2      | U13660     | 360               | ≤0.17           | ≤0.35         | 0.40~<br>0.80 | ≤0.025 | ≤0.020 | ≤0.25 | ≤0.30 | ≤0.10 | ≤0.20 | — |                                                          |
|                            | 3      | U13664     | 360L <sup>a</sup> | ≤0.17           | 0.10~<br>0.35 | 0.40~<br>1.00 | ≤0.025 | ≤0.020 | ≤0.25 | ≤0.30 | ≤0.10 | ≤0.20 | — | Cr+Mo+Ni+Cu≤0.70;<br>Al <sub>t</sub> ≥0.020 <sup>b</sup> |
|                            | 4      | U14160     | 410               | ≤0.21           | ≤0.35         | 0.40~<br>1.20 | ≤0.025 | ≤0.020 | ≤0.25 | ≤0.30 | ≤0.10 | ≤0.20 | — | Cr+Mo+Ni+Cu≤0.70                                         |
|                            | 5      | U14164     | 410L <sup>a</sup> | ≤0.20           | 0.10~<br>0.35 | 0.60~<br>1.40 | ≤0.025 | ≤0.020 | ≤0.25 | ≤0.30 | ≤0.10 | ≤0.20 | — | Cr+Mo+Ni+Cu≤0.70;<br>Al <sub>t</sub> ≥0.020 <sup>b</sup> |
|                            | 6      | U14660     | 460               | ≤0.22           | ≤0.35         | 0.80~<br>1.40 | ≤0.025 | ≤0.020 | ≤0.25 | ≤0.30 | ≤0.10 | ≤0.20 | — | Cr+Mo+Ni+Cu≤0.70                                         |
|                            | 7      | U14664     | 460L <sup>a</sup> | ≤0.20           | 0.10~<br>0.35 | 0.60~<br>1.40 | ≤0.025 | ≤0.020 | ≤0.25 | ≤0.30 | ≤0.10 | ≤0.20 | — | Cr+Mo+Ni+Cu≤0.70;<br>Al <sub>t</sub> ≥0.020 <sup>b</sup> |
|                            | 8      | U14960     | 490               | ≤0.23           | ≤0.35         | 0.80~<br>1.50 | ≤0.025 | ≤0.020 | ≤0.25 | ≤0.30 | ≤0.10 | ≤0.20 | — | Cr+Mo+Ni+Cu≤0.70                                         |

表 3 牌号和化学成分 (续)

| 钢<br>类      | 序<br>号 | 统 一<br>数 字 代 号 | 牌 号                     | 化 学 成 分 (质 量 分 数)<br>% |               |               |        |        |                 |                 |               |       |       |                                   |
|-------------|--------|----------------|-------------------------|------------------------|---------------|---------------|--------|--------|-----------------|-----------------|---------------|-------|-------|-----------------------------------|
|             |        |                |                         | C                      | Si            | Mn            | P      | S      | Cr              | Ni              | Mo            | Cu    | N     | 其他                                |
| 合 金 钢       | 9      | A30152         | 15CrMo-440              | 0.10~<br>0.18          | 0.10~<br>0.35 | 0.40~<br>0.70 | ≤0.025 | ≤0.020 | 0.70~<br>1.10   | ≤0.30           | 0.45~<br>0.65 | ≤0.20 | —     | Al <sub>i</sub> ≤0.020<br>Sn≤0.03 |
|             | 10     | A30122         | 12Cr2Mo-490             | 0.08~<br>0.15          | 0.10~<br>0.35 | 0.40~<br>0.70 | ≤0.025 | ≤0.020 | 2.00~<br>2.50   | ≤0.30           | 0.90~<br>1.20 | ≤0.20 | —     | Al <sub>i</sub> ≤0.020<br>Sn≤0.03 |
|             | 11     | A60032         | 12Ni3-440L <sup>a</sup> | ≤0.15                  | 0.10~<br>0.35 | 0.30~<br>0.90 | ≤0.015 | ≤0.008 | ≤0.25           | 3.25~<br>3.75   | ≤0.10         | ≤0.20 | —     | Cr+Mo+Cu≤0.60                     |
|             | 12     | A60092         | 10Ni9—690L <sup>a</sup> | ≤0.13                  | 0.10~<br>0.35 | 0.30~<br>0.90 | ≤0.015 | ≤0.008 | ≤0.25           | 8.50~<br>9.50   | ≤0.10         | ≤0.20 | —     |                                   |
|             | 13     | S30403         | 022Cr19Ni10             | ≤0.030                 | ≤1.00         | ≤2.00         | ≤0.035 | ≤0.030 | 18.00~<br>20.00 | 8.00~<br>12.00  | —             | —     | —     | —                                 |
| 奥 氏 体 不 锈 钢 | 14     | S30408         | 06Cr19Ni10              | ≤0.08                  | ≤1.00         | ≤2.00         | ≤0.035 | ≤0.030 | 18.00~<br>20.00 | 8.00~<br>11.00  | —             | —     | —     | —                                 |
|             | 15     | S30409         | 07Cr19Ni10              | 0.04~<br>0.10          | ≤1.00         | ≤2.00         | ≤0.035 | ≤0.015 | 18.00~<br>20.00 | 8.00~<br>11.00  | —             | —     | —     | —                                 |
|             | 16     | S31603         | 022Cr17Ni12Mo2          | ≤0.030                 | ≤1.00         | ≤2.00         | ≤0.035 | ≤0.030 | 16.00~<br>18.00 | 10.00~<br>14.00 | 2.00~<br>3.00 | —     | —     | —                                 |
|             | 17     | S31608         | 06Cr17Ni12Mo2           | ≤0.08                  | ≤1.00         | ≤2.00         | ≤0.035 | ≤0.030 | 16.00~<br>18.00 | 10.00~<br>14.00 | 2.00~<br>3.00 | —     | —     | —                                 |
|             | 18     | S31668         | 06Cr17Ni12Mo2Ti         | ≤0.08                  | ≤1.00         | ≤2.00         | ≤0.035 | ≤0.030 | 16.00~<br>18.00 | 10.00~<br>14.00 | 2.00~<br>3.00 | —     | ≤0.10 | Ti:5(C+N)~0.70                    |

表 3 牌号和化学成分 (续)

| 钢<br>类                           | 序<br>号 | 统一<br>数字代号 | 牌<br>号           | 化学成分(质量分数)<br>% |       |       |        |        |                 |                 |               |               |               |                 |
|----------------------------------|--------|------------|------------------|-----------------|-------|-------|--------|--------|-----------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|
|                                  |        |            |                  | C               | Si    | Mn    | P      | S      | Cr              | Ni              | Mo            | Cu            | N             | 其他              |
| 奥氏<br>体不<br>锈钢                   | 19     | S31703     | 022Cr19Ni13Mo3   | ≤0.030          | ≤1.00 | ≤2.00 | ≤0.035 | ≤0.030 | 18.00~<br>20.00 | 11.00~<br>15.00 | 3.00~<br>4.00 | —             | —             | —               |
|                                  | 20     | S31708     | 06Cr19Ni13Mo3    | ≤0.08           | ≤1.00 | ≤2.00 | ≤0.035 | ≤0.030 | 18.00~<br>20.00 | 11.00~<br>15.00 | 3.00~<br>4.00 | —             | —             | —               |
|                                  | 21     | S32168     | 06Cr18Ni11Ti     | ≤0.08           | ≤1.00 | ≤2.00 | ≤0.035 | ≤0.030 | 17.00~<br>19.00 | 9.00~<br>12.00  | —             | —             | ≤0.10         | Ti;5(C+N)~0.70  |
|                                  | 22     | S32169     | 07Cr19Ni11Ti     | 0.04~<br>0.10   | ≤0.75 | ≤2.00 | ≤0.035 | ≤0.015 | 17.00~<br>20.00 | 9.00~<br>13.00  | —             | —             | ≤0.10         | Ti;4(C+N)~0.70  |
|                                  | 23     | S34778     | 06Cr18Ni11Nb     | ≤0.08           | ≤1.00 | ≤2.00 | ≤0.035 | ≤0.030 | 17.00~<br>19.00 | 9.00~<br>12.00  | —             | —             | —             | Nb;10C~1.10     |
|                                  | 24     | S34779     | 07Cr18Ni11Nb     | 0.04~<br>0.10   | ≤1.00 | ≤2.00 | ≤0.035 | ≤0.015 | 17.00~<br>19.00 | 9.00~<br>12.00  | —             | —             | —             | Nb;8C~1.10      |
| 奥氏<br>体-<br>铁素<br>体不<br>锈钢       | 25     | S22053     | 022Cr23Ni5Mo3N   | ≤0.030          | ≤1.00 | ≤2.00 | ≤0.030 | ≤0.015 | 22.00~<br>23.00 | 4.50~<br>6.50   | 3.00~<br>3.50 | —             | 0.14~<br>0.20 | Cr+3.3Mo+16N≥35 |
|                                  | 26     | S22253     | 022Cr22Ni5Mo3N   | ≤0.030          | ≤1.00 | ≤2.00 | ≤0.030 | ≤0.015 | 21.00~<br>23.00 | 4.50~<br>6.50   | 2.50~<br>3.50 | —             | 0.08~<br>0.20 | Cr+3.3Mo+16N≥34 |
|                                  | 27     | S25073     | 022Cr25Ni7Mo4N   | ≤0.030          | ≤0.80 | ≤1.20 | ≤0.035 | ≤0.015 | 24.00~<br>26.00 | 6.00~<br>8.00   | 3.00~<br>5.00 | ≤0.50         | 0.24~<br>0.32 | Cr+3.3Mo+16N≥41 |
|                                  | 28     | S25554     | 03Cr25Ni6Mo3Cu2N | ≤0.040          | ≤1.00 | ≤1.50 | ≤0.035 | ≤0.015 | 24.00~<br>27.00 | 4.50~<br>6.50   | 2.90~<br>3.90 | 1.50~<br>2.50 | 0.10~<br>0.25 | —               |
| <sup>a</sup> 低温铁素体钢压力管牌号。        |        |            |                  |                 |       |       |        |        |                 |                 |               |               |               |                 |
| <sup>b</sup> 可用其他细化晶粒元素部分或全部代替铝。 |        |            |                  |                 |       |       |        |        |                 |                 |               |               |               |                 |

7.2 力学性能

7.2.1 拉伸

7.2.1.1 交货状态钢管的室温拉伸性能应符合表 4 的规定。

表 4 钢管的室温力学性能

| 钢类             | 序号 | 统一<br>数字代号 | 牌号              | 室温拉伸性能                   |                                                                            |                              |    | 硬度<br>不大于 |     |     |
|----------------|----|------------|-----------------|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------|----|-----------|-----|-----|
|                |    |            |                 | 抗拉强度<br>( $R_m$ )<br>MPa | 上屈服强度或规定<br>塑性延伸强度 <sup>a</sup><br>( $R_{eH}$ 或 $R_{p0.2}$ )<br>MPa<br>不小于 | 断后伸长率<br>( $A$ )<br>%<br>不小于 |    |           |     |     |
|                |    |            |                 |                          |                                                                            | 纵向                           | 横向 | HRB       | HRC | HBW |
| 碳钢<br>和碳<br>锰钢 | 1  | U13260     | 320             | 320~440                  | 195                                                                        | 25                           | 23 | —         | —   |     |
|                | 2  | U13660     | 360             | 360~480                  | 215                                                                        | 24                           | 22 | —         | —   |     |
|                | 3  | U13664     | 360L            | 360~480                  | 210                                                                        | 24                           | 22 | —         | —   |     |
|                | 4  | U14160     | 410             | 410~530                  | 235                                                                        | 22                           | 20 | —         | —   |     |
|                | 5  | U14164     | 410L            | 410~530                  | 235                                                                        | 22                           | 20 | —         | —   |     |
|                | 6  | U14660     | 460             | 460~580                  | 265                                                                        | 21                           | 19 | —         | —   |     |
|                | 7  | U14664     | 460L            | 460~580                  | 260                                                                        | 21                           | 19 | —         | —   |     |
|                | 8  | U14960     | 490             | 490~610                  | 285                                                                        | 21                           | 19 | —         | —   |     |
| 合金钢            | 9  | A30152     | 15CrMo-440      | 440~590                  | 275                                                                        | 22                           | 20 | —         | —   |     |
|                | 10 | A30122     | 12Cr2Mo-490     | 490~640                  | 275                                                                        | 16                           | 14 | —         | —   |     |
|                | 11 | A60032     | 12Ni3-440L      | 440~590                  | 245                                                                        | 16                           | 14 | —         | —   |     |
|                | 12 | A60092     | 10Ni9-690L      | 690~840                  | 510                                                                        | 15                           | 13 | —         | —   |     |
| 奥氏体<br>不锈钢     | 13 | S30403     | 022Cr19Ni10     | 480~680                  | 175                                                                        | 40                           | 35 | —         | —   |     |
|                | 14 | S30408     | 06Cr19Ni10      | 520~720                  | 205                                                                        | 35                           | 30 | —         | —   |     |
|                | 15 | S30409     | 07Cr19Ni10      | ≥520                     | 205                                                                        | 35                           | 30 | 90        | —   | 192 |
|                | 16 | S31603     | 022Cr17Ni12Mo2  | 480~680                  | 175                                                                        | 40                           | 35 | —         | —   |     |
|                | 17 | S31608     | 06Cr17Ni12Mo2   | 520~720                  | 205                                                                        | 35                           | 30 | —         | —   |     |
|                | 18 | S31668     | 06Cr17Ni12Mo2Ti | 520~720                  | 205                                                                        | 35                           | 30 | —         | —   |     |
|                | 19 | S31703     | 022Cr19Ni13Mo3  | 480~680                  | 175                                                                        | 40                           | 35 | —         | —   |     |
|                | 20 | S31708     | 06Cr19Ni13Mo3   | 520~720                  | 205                                                                        | 35                           | 30 | —         | —   |     |
|                | 21 | S32168     | 06Cr18Ni11Ti    | 520~720                  | 205                                                                        | 35                           | 30 | —         | —   |     |
|                | 22 | S32169     | 07Cr19Ni11Ti    | ≥520                     | 205                                                                        | 35                           | 30 | 90        | —   | 192 |
|                | 23 | S34778     | 06Cr18Ni11Nb    | 520~720                  | 205                                                                        | 35                           | 30 | —         | —   |     |
|                | 24 | S34779     | 07Cr18Ni11Nb    | ≥520                     | 205                                                                        | 35                           | 30 | 90        | —   | 192 |

表 4 钢管的室温力学性能（续）

| 钢类                                                                                          | 序<br>号 | 统一<br>数字代号 | 牌 号              | 室温拉伸性能                   |                                                                            |                              |    | 硬 度<br>不大于 |     |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------------|------------------|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------|----|------------|-----|-----|
|                                                                                             |        |            |                  | 抗拉强度<br>( $R_m$ )<br>MPa | 上屈服强度或规定<br>塑性延伸强度 <sup>a</sup><br>( $R_{eH}$ 或 $R_{p0.2}$ )<br>MPa<br>不小于 | 断后伸长率<br>( $A$ )<br>%<br>不小于 |    |            |     |     |
|                                                                                             |        |            |                  |                          |                                                                            | 纵向                           | 横向 | HRB        | HRC | HBW |
| 奥氏体-<br>铁素体<br>不锈钢                                                                          | 25     | S22053     | 022Cr23Ni5Mo3N   | ≥620                     | 450                                                                        | 25                           | 23 | —          | 30  | 290 |
|                                                                                             | 26     | S22253     | 022Cr22Ni5Mo3N   | ≥620                     | 450                                                                        | 25                           | 23 | —          | 30  | 290 |
|                                                                                             | 27     | S25073     | 022Cr25Ni7Mo4N   | ≥790                     | 550                                                                        | 20                           | 18 | —          | 32  | 300 |
|                                                                                             | 28     | S25554     | 03Cr25Ni6Mo3Cu2N | ≥690                     | 490                                                                        | 25                           | 23 | —          | 31  | 297 |
| <sup>a</sup> 碳钢、碳锰钢和合金钢测定 $R_{eH}$ ，当屈服不明显时可测定规定 $R_{p0.2}$ 代替 $R_{eH}$ 。不锈钢测定 $R_{p0.2}$ 。 |        |            |                  |                          |                                                                            |                              |    |            |     |     |

7.2.1.2 供设计用的钢管高温拉伸性能见附录 B。

7.2.2 硬度

壁厚不小于 1.7 mm 的不锈钢管应进行布氏硬度试验或洛氏硬度试验，其硬度值应符合表 4 的规定。

7.2.3 冲击

7.2.3.1 低温用碳钢、碳锰钢和合金钢应进行纵向夏比 V 型缺口冲击试验，试验温度和标准尺寸试样夏比 V 型缺口冲击吸收能量要求值应符合表 5 的要求。

7.2.3.2 对于奥氏体不锈钢管，当合同中注明在 -100 °C 或更低的工作温度使用时，应进行夏比 V 型缺口冲击试验，试验温度和标准尺寸试样夏比 V 型缺口冲击吸收能量要求值应符合表 5 要求。

7.2.3.3 根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，奥氏体-铁素体不锈钢管可进行夏比 V 型缺口冲击试验，试验温度和标准尺寸试样夏比 V 型缺口冲击吸收能量要求值应符合表 5 的要求。

表 5 钢管夏比 V 型缺口冲击吸收能量要求

| 钢类                 | 表 2 中<br>序号 | 统一数<br>字代号 | 牌号         | 试验温度                           | 冲击吸收能量(KV <sub>2</sub> )<br>J<br>不小于 |    |
|--------------------|-------------|------------|------------|--------------------------------|--------------------------------------|----|
|                    |             |            |            |                                | 纵向                                   | 横向 |
| 碳钢、碳<br>锰钢和<br>合金钢 | 3           | U13664     | 360L       | -20 °C 或低于设计温度 5 °C<br>(取其较低者) | 27                                   | —  |
|                    | 5           | U14164     | 410L       |                                | 27                                   | —  |
|                    | 7           | U14664     | 460L       |                                | 27                                   | —  |
|                    | 11          | A60032     | 12Ni3-440L | -95 °C                         | 34                                   | —  |
|                    | 12          | A60092     | 10Ni9-690L | -196 °C <sup>a</sup>           | 41                                   | —  |



表 5 钢管夏比 V 型缺口冲击吸收能量要求（续）

| 钢类                       | 表 2 中<br>序号 | 统一数<br>字代号 | 牌 号              | 试验温度                | 冲击吸收能量(KV <sub>2</sub> )<br>J<br>不小于 |    |
|--------------------------|-------------|------------|------------------|---------------------|--------------------------------------|----|
|                          |             |            |                  |                     | 纵向                                   | 横向 |
| 奥氏体<br>不锈钢               | 13          | S30403     | 022Cr19Ni10      | -196 ℃ <sup>a</sup> | 41                                   | 27 |
|                          | 14          | S30408     | 06Cr19Ni10       |                     |                                      |    |
|                          | 16          | S31603     | 022Cr17Ni12Mo2   |                     |                                      |    |
|                          | 17          | S31608     | 06Cr17Ni12Mo2    |                     |                                      |    |
|                          | 18          | S31668     | 06Cr17Ni12Mo2Ti  |                     |                                      |    |
|                          | 19          | S31703     | 022Cr19Ni13Mo3   |                     |                                      |    |
|                          | 20          | S31708     | 06Cr19Ni13Mo3    |                     |                                      |    |
|                          | 21          | S32168     | 06Cr18Ni11Ti     |                     |                                      |    |
|                          | 23          | S34778     | 06Cr18Ni11Nb     |                     |                                      |    |
| 奥氏体-<br>铁素体<br>不锈钢       | 25          | S22053     | 022Cr23Ni5Mo3N   | - 20 ℃              | 41                                   | 27 |
|                          | 26          | S22253     | 022Cr22Ni5Mo3N   |                     |                                      |    |
|                          | 27          | S25073     | 022Cr25Ni7Mo4N   |                     |                                      |    |
|                          | 28          | S25554     | 03Cr25Ni6Mo3Cu2N |                     |                                      |    |
| <sup>a</sup> 试样在液氮介质中温度。 |             |            |                  |                     |                                      |    |

7.2.3.4 当采用小尺寸冲击试样时,小尺寸试样的最小夏比 V 型缺口冲击吸收能量要求值应为标准尺寸试样冲击吸收能量要求值乘以表 6 中的递减系数。

表 6 小尺寸试样冲击吸收能量递减系数

| 试样规格   | 试样尺寸(宽度×厚度)<br>mm | 递减系数 |
|--------|-------------------|------|
| 标准尺寸试样 | 10×10             | 1    |
| 小尺寸试样  | 10×7.5            | 5/6  |
| 小尺寸试样  | 10×5              | 2/3  |

7.3 液压

7.3.1 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,钢管不应出现渗漏现象。

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

式中:

$P$  —— 试验压力,单位为兆帕(MPa),当  $P < 7$  MPa 时,修约间隔为 0.5 MPa,当  $P \geq 7$  MPa 时,修约间隔为 1 MPa;

$S$  —— 钢管的公称壁厚,单位为毫米(mm);

$R$  —— 允许应力,为表 4 中上屈服强度或规定塑性延伸强度的 80%,单位为兆帕(MPa);

$D$  —— 钢管的公称外径,单位为毫米(mm)。

7.3.2 经需方同意,供方可用以下一种无损检测代替液压试验:

- a) 涡流检测时,对比样管人工缺陷应符合 GB/T 7735 中验收等级 E4H 或 E4 级的规定;
- b) 漏磁检测时,对比样管外表面纵向人工缺陷应符合 GB/T 12606 中验收等级 F4 的规定。

## 7.4 工艺性能

### 7.4.1 压扁

钢管应进行压扁试验。压扁试验时,试样应压至两平板间距为  $H$ ,  $H$  按式(2)计算。压扁试验后,试样上不应出现裂缝或裂口。

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

式中:

$H$  —— 压扁后平行压板间距离,单位为毫米(mm);

$\alpha$  —— 单位长度变形系数,320 和 360、360L 牌号取 0.10,410、410L、12Ni3-440L 和 10Ni9-690L 牌号取 0.08; 15CrMo-440、12Cr2Mo-490、460、460L、490 牌号取 0.07,奥氏体不锈钢取 0.09,奥氏体-铁素体不锈钢取 0.07;

$S$  —— 钢管的壁厚或公称壁厚,单位为毫米(mm);

$D$  —— 钢管的外径或公称外径,单位为毫米(mm)。

### 7.4.2 弯曲

7.4.2.1  $D > 400$  mm 或  $S > 40$  mm 的钢管可用弯曲试验代替压扁试验。

7.4.2.2 弯曲试验应在室温下进行,试样应进行正向弯曲(钢管外表面受拉变形),弯曲角度为  $180^\circ$ 。除 022Cr25Ni7Mo4N 外的不锈钢钢管,弯芯直径应为试样厚度的 3 倍; 022Cr25Ni7Mo4N 和其余牌号钢管,弯芯直径应为试样厚度的 4 倍。

7.4.2.3 弯曲试验后,试样弯曲受拉表面及侧面不应出现目视可见的裂缝或裂口。

### 7.4.3 扩口

7.4.3.1 外径为 18 mm~146 mm 且内径大于 15 mm 的 I 级压力管系用管、锅炉及过热器管应进行扩口试验。低温铁素体钢压力管可不进行扩口试验。

7.4.3.2 扩口试验在室温下进行,顶芯锥度为  $60^\circ$ 。扩口后试样的外径扩口率应符合表 7 的规定,扩口后试样不应出现裂缝或裂口。

表 7 钢管的外径扩口率

| 钢类     | 表 2 中<br>序号 | 统一数字代号 | 牌号          | 钢管的外径扩口率<br>% |          |      |
|--------|-------------|--------|-------------|---------------|----------|------|
|        |             |        |             | 内径/外径         |          |      |
|        |             |        |             | ≤0.6          | >0.6~0.8 | >0.8 |
| 碳钢和碳锰钢 | 1           | U13260 | 320         | ≥12           | ≥15      | ≥19  |
|        | 2           | U13660 | 360         | ≥12           | ≥15      | ≥19  |
|        | 4           | U14160 | 410         | ≥10           | ≥12      | ≥17  |
|        | 6           | U14660 | 460         | ≥8            | ≥10      | ≥15  |
|        | 8           | U14960 | 490         | ≥8            | ≥10      | ≥15  |
| 合金钢    | 9           | A30152 | 15CrMo-440  | ≥8            | ≥10      | ≥15  |
|        | 10          | A30122 | 12Cr2Mo-490 | ≥8            | ≥10      | ≥15  |
| 不锈钢管   | 所有牌号        |        |             | ≥10           |          |      |

7.5 晶间腐蚀

7.5.1 除 07Cr19Ni10、07Cr19Ni11Ti、07Cr18Ni11Nb 外的奥氏体不锈钢管应按 GB/T 4334—2020 中方法 E 的规定进行晶间腐蚀试验。试验后,不应出现腐蚀倾向。

7.5.2 根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,奥氏体-铁素体不锈钢管可按 GB/T 4334—2020 中方法 E 的规定进行晶间腐蚀试验。试验后,不应出现腐蚀倾向。

7.5.3 根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,可采用其他晶间腐蚀试验方法。

7.6 点腐蚀

根据需方要求,经供需双方协议,并在合同中注明,奥氏体-铁素体不锈钢管可按 GB/T 39077 规定的氯化铁腐蚀试验法进行点腐蚀试验,并进行评定。

7.7 金相组织

奥氏体-铁素体不锈钢管的金相组织应为奥氏体和铁素体,铁素体含量应为 40%~60%。

7.8 表面质量

7.8.1 钢管的内外表面不应有裂纹、折叠、结疤、轧折和离层。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。

7.8.2 在钢管内外表面上,直道允许深度应符合如下规定:

- a) 热轧(挤、扩)钢管:不大于公称壁厚的 5%,且不大于 0.4 mm。
- b) 冷拔(轧)钢管:不大于公称壁厚的 4%,且不大于 0.2 mm。

7.8.3 不超过壁厚下偏差的其他局部缺欠允许存在。

7.9 无损检测

7.9.1 I 级压力管、锅炉及过热器管应按照 GB/T 5777 的规定逐根全长进行超声检测,验收等级应符合:冷拔(轧)钢管为 U2 级,热轧(挤压、扩)钢管为 U2.5 级。



7.9.2 当钢管按最小壁厚交货时,对比样管刻槽深度按平均壁厚计算。  
7.9.3 根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,可增做其他无损检测。

7.10 尺寸、外形、重量及允许偏差

7.10.1 外径和壁厚

7.10.1.1 除非合同中另有规定,钢管按公称外径( $D$ )和公称壁厚( $S$ )交货。根据需方要求,经供需双方协商,钢管可按公称外径和最小壁厚( $S_{\min}$ )、公称内径( $d$ )和公称壁厚或其他尺寸规格方式交货。

7.10.1.2 钢管的公称外径和壁厚应符合 GB/T 17395 的规定。根据需方要求,经供需双方协商,可供应 GB/T 17395 规定以外尺寸的钢管。当钢管按公称内径和公称壁厚交货时,其尺寸规格由供需双方协商确定。钢管按公称外径和公称壁厚交货时,公称外径和公称壁厚的允许偏差应符合表 8 的规定。

7.10.1.3 钢管按公称外径和最小壁厚交货时,公称外径的允许偏差应符合表 8 的规定,最小壁厚的允许偏差应符合表 9 的规定。

7.10.1.4 钢管按公称内径和公称壁厚交货时,热扩钢管公称内径的允许偏差为 $\pm 0.75\% d$ ,其余钢管公称内径的允许偏差为 $\pm 1\% d$ ,公称壁厚的允许偏差应符合表 8 的规定。

7.10.1.5 当需方未在合同中注明钢管尺寸允许偏差级别时,钢管外径和壁厚的允许偏差应符合普通级的规定。根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,可供应表 8 和表 9 规定以外尺寸允许偏差的钢管,或其他内径允许偏差的钢管。

表 8 钢管公称外径和公称壁厚允许偏差

单位为毫米

| 分类代号             | 制造方式             | 钢管尺寸                 |                                | 允许偏差                             |                                             |                 |
|------------------|------------------|----------------------|--------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------|-----------------|
|                  |                  |                      |                                | 普通级(PA)                          | 高级(PC)                                      |                 |
| W—H              | 热轧<br>(挤压)<br>钢管 | 公称外径<br>( <i>D</i> ) | <57                            |                                  | ±0.4                                        | ±0.3            |
|                  |                  |                      | 57~325                         | <i>S</i> ≤35                     | ±0.75% <i>D</i>                             | ±0.5% <i>D</i>  |
|                  |                  |                      |                                | <i>S</i> >35                     | ±1% <i>D</i>                                | ±0.75% <i>D</i> |
|                  |                  |                      | >325~600 <sup>a</sup>          |                                  | 允许上偏差: +1% <i>D</i> 或 +5, 取较小者<br>允许下偏差: -2 | —               |
|                  |                  |                      | >600 <sup>a</sup>              |                                  | 允许上偏差: +1% <i>D</i> 或 +7, 取较小者<br>允许下偏差: -2 | —               |
|                  | 热轧<br>(挤压)<br>钢管 | 公称壁厚<br>( <i>S</i> ) | ≤4.0                           |                                  | ±0.45                                       | ±0.4            |
|                  |                  |                      | >4.0~20                        |                                  | +12.5% <i>S</i><br>-10% <i>S</i>            | ±10% <i>S</i>   |
|                  |                  |                      | >20                            | <i>D</i> <219                    | ±10% <i>S</i>                               | ±7.5% <i>S</i>  |
|                  |                  |                      |                                | <i>D</i> ≥219                    | +12.5% <i>S</i><br>-10% <i>S</i>            | ±10% <i>S</i>   |
|                  | 热扩钢管             | 公称外径( <i>D</i> )     | 全部                             | ±1% <i>D</i>                     | ±0.75% <i>D</i>                             |                 |
| 公称壁厚( <i>S</i> ) |                  | 全部                   | +15% <i>S</i><br>-10% <i>S</i> | +12.5% <i>S</i><br>-10% <i>S</i> |                                             |                 |

表 8 钢管公称外径和公称壁厚允许偏差（续）

单位为毫米

| 分类代号                                                          | 制造方式            | 钢管尺寸        |                  | 允许偏差          |               |
|---------------------------------------------------------------|-----------------|-------------|------------------|---------------|---------------|
|                                                               |                 |             |                  | 普通级(PA)       | 高级(PC)        |
| W—C                                                           | 冷拔(轧)<br><br>钢管 | 公称外径<br>(D) | $\leq 25.4$      | $\pm 0.15$    | —             |
|                                                               |                 |             | $> 25.4 \sim 40$ | $\pm 0.2$     | —             |
|                                                               |                 |             | $> 40 \sim 50$   | $\pm 0.25$    | —             |
|                                                               |                 |             | $> 50 \sim 60$   | $\pm 0.3$     | —             |
|                                                               |                 |             | $> 60$           | $\pm 0.5\% D$ | —             |
|                                                               |                 | 公称壁厚<br>(S) | $< 3.0$          | $\pm 0.3$     | $\pm 0.2$     |
|                                                               |                 |             | $\geq 3.0$       | $\pm 10\% S$  | $\pm 7.5\% S$ |
| <sup>a</sup> D/S $\geq 20$ 的钢管,其外径允许偏差为 $^{+1}_{-0.75}\% D$ 。 |                 |             |                  |               |               |

表 9 钢管最小壁厚允许偏差

单位为毫米

| 分类代号 | 制造方式         | 壁厚范围                | 允许偏差                  |                       |
|------|--------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
|      |              |                     | 普通级 (PA)              | 高级 (PC)               |
| W—H  | 热轧 (挤压、扩) 钢管 | $S_{\min} \leq 4.0$ | $+0.9$<br>0           | $+0.7$<br>0           |
|      |              | $S_{\min} > 4.0$    | $+25\% S_{\min}$<br>0 | $+22\% S_{\min}$<br>0 |
| W—C  | 冷拔 (轧) 钢管    | $S_{\min} < 3.0$    | $+0.6$<br>0           | $+0.4$<br>0           |
|      |              | $S_{\min} \geq 3.0$ | $+20\% S_{\min}$<br>0 | $+15\% S_{\min}$<br>0 |

7.10.2 长度

7.10.2.1 通常长度



钢管的通常长度为 2 000 mm~12 000 mm。

7.10.2.2 定尺和倍尺长度

7.10.2.2.1 根据需方要求, 经供需双方协商, 并在合同中注明, 钢管可按定尺长度或倍尺长度交货。

7.10.2.2.2 不锈钢管的定尺长度和倍尺总长度允许偏差应为  $^{+10}_0$  mm, 其他钢管的定尺长度和倍尺总长度允许偏差应为  $^{+15}_0$  mm。

7.10.2.2.3 倍尺长度每个切口应按下列规定留出余量:

- a) 外径  $\leq 159$  mm, 5 mm~10 mm;
- b) 外径  $> 159$  mm, 10 mm~15 mm。

## 7.10.3 弯曲度

7.10.3.1 钢管的每米弯曲度应符合如下规定。

- a)  $S \leq 15$  mm 时,不大于 1.5 mm;
- b)  $15 \text{ mm} < S \leq 30$  mm 时,不大于 2.0 mm;
- c)  $S > 30$  mm 或  $D \geq 351$  时,不大于 3.0 mm;
- d) 不锈钢的热扩管每米弯曲度应不大于 3.0 mm。

7.10.3.2 钢管的全长弯曲度应不大于钢管长度的 0.12%。

7.10.3.3 根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,钢管的每米弯曲度和全长弯曲度可采用其他规定。

## 7.10.4 端头外形

7.10.4.1 钢管两端应垂直平切,并应清除切口毛刺。

7.10.4.2 根据需方要求,并在合同中注明,钢管两端可加工坡口,坡口要求由供需双方协商确定。

## 7.10.5 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%。

## 7.10.6 重量

## 7.10.6.1 交货重量

钢管按实际重量交货。供需双方协商,并在合同中注明,亦可按理论重量交货。

## 7.10.6.2 理论重量的计算

钢管的每米理论重量按式(3)计算。

$$W = \frac{\pi}{1\,000} \rho S (D - S) \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

$W$  —— 钢管每米理论重量,单位为千克每米(kg/m);

$\pi$  —— 3.141 6;

$\rho$  —— 钢的密度,单位为千克每立方分米(kg/dm<sup>3</sup>),钢的密度见表 2;

$S$  —— 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)。

按公称外径和最小壁厚交货的钢管,应采用平均壁厚计算理论重量,其平均壁厚是按壁厚及其允许偏差计算出来的壁厚最大值与最小值的平均值。按公称内径交货钢管,应采用计算外径计算理论重量。

## 7.10.6.3 重量允许偏差

根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,交货钢管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) 每批最少为 10 t 的钢管:  $\pm 7.5\%$ 。

8 试样

8.1 拉伸试验试样

试样应沿钢管纵向截取。公称外径不小于 219 mm 的钢管可截取横向试样。仲裁时,应以纵向试样为准。

8.2 冲击试验试样

8.2.1 试样应沿钢管纵向截取。公称外径不小于 219 mm 的钢管可截取横向试样。仲裁时,应以纵向试样为准。

8.2.2 冲击试样应为标准尺寸、厚度 7.5 mm、厚度 5 mm 中可能的较大尺寸试样。当钢管尺寸不足以截取厚度为 5 mm 的冲击试样时,冲击试验可不进行。

8.3 弯曲试验试样

应截取宽度不小于 40 mm 的全厚度圆周板条作为试样,试样的制备应符合 GB/T 232 的规定。对于管壁较厚的试样,可机加工减薄至 20 mm。试样的边缘可加工成半径为 1.6 mm 的圆角。

9 试验方法

9.1 钢管化学成分分析的取样遵守 GB/T 20066 的规则。化学成分分析通常遵守 GB/T 4336、GB/T 11170、GB/T 20123、GB/T 20124、GB/T 20125、YB/T 4395、YB/T 4396 或其他通用方法的规定,仲裁时应遵守 GB/T 223. 9、GB/T 223. 11、GB/T 223. 12、GB/T 223. 18、GB/T 223. 23、GB/T 223.25、GB/T 223.26、GB/T 223.28、GB/T 223.36、GB/T 223.40、GB/T 223.50、GB/T 223.53、GB/T 223.59、GB/T 223.60、GB/T 223.63、GB/T 223.84、GB/T 223.85、GB/T 223.86、GB/T 20125、YB/T 4395、YB/T 4396 的规定。

9.2 钢管的尺寸和外形应采用符合精度要求的量具逐根测量。

9.3 钢管的内外表面应在充分照明条件下逐根目视检查。

9.4 钢管的其他检验项目的试验方法、取样方法和取样数量应符合表 10 的规定。

表 10 钢管检验项目、试验方法、取样方法和取样数量

| 序号 | 检验项目            | 取样数量 <sup>a</sup>     | 取样方法                     | 试验方法                     | 适用条款  |
|----|-----------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------|-------|
| 1  | 化学成分            | 每炉 1 个试样              | GB/T 20066               | 9.1                      | 7.1   |
| 2  | 拉伸 <sup>b</sup> | 每批在 1 根钢管上取 1 个试样     | GB/T 2975、8.1            | GB/T 228.1               | 7.2.1 |
| 3  | 硬度 <sup>b</sup> | 每批在 1 根钢管上取 1 个试样     | GB/T 230.1<br>GB/T 231.1 | GB/T 230.1<br>GB/T 231.1 | 7.2.2 |
| 4  | 冲击 <sup>b</sup> | 每批在 1 根钢管上取 1 组 3 个试样 | GB/T 2975、8.2            | GB/T 229                 | 7.2.3 |
| 5  | 液压              | 逐根                    | —                        | GB/T 241                 | 7.3.1 |
| 6  | 涡流              | 逐根                    | —                        | GB/T 7735                | 7.3.2 |
| 7  | 漏磁              | 逐根                    | —                        | GB/T 12606               | 7.3.2 |
| 8  | 压扁 <sup>b</sup> | 每批在 1 根钢管上取 1 个试样     | GB/T 246                 | GB/T 246                 | 7.4.1 |

表 10 钢管检验项目、试验方法、取样方法和取样数量（续）

| 序号                                                                                                                                | 检验项目              | 取样数量 <sup>a</sup>     | 取样方法           | 试验方法                | 适用条款  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------------|----------------|---------------------|-------|
| 9                                                                                                                                 | 弯曲 <sup>b</sup>   | 每批在 1 根钢管上取 1 个试样     | GB/T 232、8.3   | GB/T 232            | 7.4.2 |
| 10                                                                                                                                | 扩口 <sup>b</sup>   | 每批在 1 根钢管上取 1 个试样     | GB/T 242       | GB/T 242            | 7.4.3 |
| 11                                                                                                                                | 晶间腐蚀 <sup>b</sup> | 每批在不少于 1% 的钢管上取 1 组试样 | GB/T 4334—2020 | GB/T 4334—2020 方法 E | 7.5   |
| 12                                                                                                                                | 点腐蚀 <sup>b</sup>  | 每批在不少于 1% 的钢管上取 1 组试样 | GB/T 39077     | GB/T 39077 和 7.6    | 7.6   |
| 13                                                                                                                                | 金相组织 <sup>b</sup> | 每批在 1 根钢管上取 1 个试样     | GB/T 13305     | GB/T 13305          | 7.7   |
| 14                                                                                                                                | 超声                | 逐根                    | —              | GB/T 5777           | 7.9   |
| <sup>a</sup> 当单根钢管作为检验批时，只取 1 个（组）试样。<br><sup>b</sup> 当Ⅰ级压力管、锅炉及过热器用管的单批根数超过 50 根时，力学性能、工艺性能、腐蚀、金相等检验项目的取样数量为每批在两根钢管上各取 1 个（组）试样。 |                   |                       |                |                     |       |

10 检验规则

10.1 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。

10.2 组批规则

- 10.2.1 钢管按批检查和验收。
- 10.2.2 若钢管切成单根后不再进行热处理，从一根管坯轧制的钢管截取的所有管段都应视为一根。
- 10.2.3 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。
- 10.2.4 每批钢管的数量应符合如下规定：
- a) 对于Ⅱ级压力管和Ⅲ级压力管，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；
  - b) 对于Ⅰ级压力管、锅炉及过热器用管，外径不大于 114 mm 时，每批应不超过 100 根；外径大于 114 mm 时，每批应不超过 50 根。

10.3 取样数量

每批钢管各项检验的取样数量应符合表 10 的规定。

10.4 复验与判定规则

钢管的复验与判定规则应符合 GB/T 2102 的有关规定。

11 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)  
订货可选特殊要求

表 A.1 列出的可选特殊要求由供需双方在订货时协商确定,并在按本文件订购钢管的合同中注明。

表 A.1 订货可选特殊要求

| 序号 | 内容                               | 本文件章条号    |
|----|----------------------------------|-----------|
| 1  | 钢的冶炼方法                           | 6.1       |
| 2  | 12Cr2Mo-490 牌号钢管要求更高的回火温度        | 6.3.1、表 2 |
| 3  | 需方指定的钢管制造方法                      | 6.2       |
| 4  | 表 3 以外牌号                         | 7.1.1     |
| 5  | 要求进行成品分析                         | 7.1.2     |
| 6  | 注明在－100 ℃或更低的工作温度使用              | 7.2.3.2   |
| 7  | 奥氏体-铁素体不锈钢管进行夏比 V 型缺口冲击试验        | 7.2.3.3   |
| 8  | 奥氏体-铁素体不锈钢管进行晶间腐蚀试验              | 7.5.2     |
| 9  | GB/T 4334—2020 中方法 E 以外的晶间腐蚀试验方法 | 7.5.3     |
| 10 | 点腐蚀试验                            | 7.6       |
| 11 | 增做超声以外的无损检测                      | 7.9.3     |
| 12 | 尺寸规格交货方式                         | 7.10.1.1  |
| 13 | 其他尺寸规格                           | 7.10.1.2  |
| 14 | 尺寸允许偏差级别                         | 7.10.1.5  |
| 15 | 定尺或倍尺钢管                          | 7.10.2.2  |
| 16 | 其他弯曲度要求                          | 7.10.3.3  |
| 17 | 管端坡口要求                           | 7.10.4.2  |
| 18 | 不圆度和壁厚不均要求                       | 7.10.5    |
| 19 | 理论重量交货方式                         | 7.10.6.1  |
| 20 | 重量允许偏差                           | 7.10.6.3  |



附 录 B  
(资料性)  
高温规定塑性延伸强度

部分牌号钢管的高温规定塑性延伸强度( $R_{p0.2}$ )见表 B.1。

表 B.1 高温规定塑性延伸强度

| 钢类         | 表 2 中<br>序号 | 统一数字<br>代号 | 牌号           | 高温规定塑性延伸强度( $R_{p0.2}$ )<br>MPa<br>不小于 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|------------|-------------|------------|--------------|----------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|            |             |            |              | 温度<br>℃                                |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|            |             |            |              | 50                                     | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 |
| 碳钢和<br>碳锰钢 | 1           | U13260     | 320          | 172                                    | 168 | 158 | 147 | 125 | 100 | 91  | 88  | 87  | —   | —   | —   |
|            | 2           | U13660     | 360          | 192                                    | 187 | 176 | 165 | 145 | 122 | 111 | 109 | 107 | —   | —   | —   |
|            | 4           | U14160     | 410          | 217                                    | 210 | 199 | 188 | 170 | 149 | 137 | 134 | 132 | —   | —   | —   |
|            | 6           | U14660     | 460          | 241                                    | 234 | 223 | 212 | 195 | 177 | 162 | 159 | 156 | —   | —   | —   |
|            | 8           | U14960     | 490          | 256                                    | 249 | 237 | 226 | 210 | 193 | 177 | 174 | 171 | —   | —   | —   |
| 合金钢        | 9           | A30152     | 15CrMo-440   | 254                                    | 240 | 230 | 220 | 210 | 183 | 169 | 164 | 161 | 156 | 151 | —   |
|            | 10          | A30122     | 12Cr2Mo-490  | 268                                    | 261 | 253 | 245 | 236 | 230 | 224 | 218 | 205 | 189 | 167 | 145 |
| 奥氏体<br>不锈钢 | 15          | S30409     | 07Cr19Ni10   | —                                      | 170 | 154 | 144 | 135 | 129 | 123 | 119 | 114 | 110 | 105 | 99  |
|            | 22          | S32169     | 07Cr19Ni11Ti | —                                      | 184 | 171 | 160 | 150 | 142 | 136 | 132 | 128 | 126 | 123 | 120 |
|            | 24          | S34779     | 07Cr18Ni11Nb | —                                      | 189 | 177 | 166 | 158 | 150 | 145 | 141 | 139 | 137 | 131 | 114 |

参 考 文 献

- [1] ISO 18611-3:2014 Ships and marine technology—Marine NO<sub>x</sub> reduction agent AUS 40—  
Part 3: Handling, transportation and storage
- 

