



中华人民共和国黑色冶金行业标准

YB/T 4332—2013

流体输送用大直径碳素结构钢无缝钢管

Large diameter carbon structural seamless steel pipes
for liquid service

2013-04-25 发布

2013-09-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

前 言

本标准按 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

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(SAC/TC183)归口。

本标准起草单位:中兴能源装备股份有限公司、衡阳华菱钢管有限公司、冶金工业信息标准研究院。

本标准主要起草人:马小军、朱卫飞、赵斌、董莉、仇云龙、张琪。

本标准为首次发布。

流体输送用大直径碳素结构钢无缝钢管

1 范围

本标准规定了流体输送用大直径碳素结构钢无缝钢管的分类和代号、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。

本标准适用于外径不小于 426mm 的石油化工、煤制油装置工艺配管及其他一般流体输送用碳素结构钢无缝钢管(以下简称钢管)。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 223.11 钢铁及合金 铬含量的测定 可视滴定或电位滴定法
- GB/T 223.14 钢铁及合金化学分析方法 钼试剂萃取光度法测定钒量
- GB/T 223.19 钢铁及合金化学分析方法 新亚铜灵-三氯甲烷萃取光度法测定铜量
- 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 223.26 钢铁及合金 钼含量的测定 硫氰酸盐分光光度法
- GB/T 223.58 钢铁及合金化学分析方法 亚砷酸钠-亚硝酸钠滴定法测定锰量
- 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铋磷钼蓝分光光度法
- 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 226 钢的低倍组织及缺陷酸蚀检验法
- 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 232 金属材料 弯曲试验方法
- GB/T 241 金属管 液压试验方法
- GB/T 1979 结构钢低倍组织缺陷评级图
- 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 4336 碳素钢和中低合金钢 火花源原子发射光谱分析方法(常规法)
- GB/T 5777—2008 无缝钢管超声波探伤检验方法
- GB/T 7735—2004 钢管涡流探伤检验方法
- GB/T 10561—2005 钢中非金属夹杂物含量的测定 标准评级图显微检验法
- GB/T 12606—1999 钢管漏磁探伤方法
- GB/T 17395 无缝钢管尺寸、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(常规分析方法)
- YB/T 4149 连铸圆管坯

YB/T 5137 高压用热轧和锻制无缝钢管圆管坯

YB/T 4322 静态浇注空心管坯

3 分类和代号

3.1 本标准的钢管按产品制造方式分为两类,其类别和代号如下:

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

3.2 下列代号适用于本标准:

- D 外径或公称外径
- S 壁厚或公称壁厚
- S_{\min} 最小壁厚
- d 公称内径
- D_c 计算外径

4 订货内容

按本标准订购钢管的合同或订单,应包括但不限于下列内容:

- a) 标准编号;
- b) 产品名称;
- c) 钢的牌号;
- d) 订购的数量(总重量或总长度);
- e) 尺寸规格;
- f) 特殊要求。

5 尺寸、外形及重量

5.1 外径和壁厚

5.1.1 除非合同中另有规定,钢管按公称外径和公称壁厚交货。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、公称内径和公称壁厚或其他尺寸规格方式交货。

5.1.2 钢管的公称外径不小于 426mm,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 规定以外尺寸规格的钢管。

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。

注:如无特殊说明,本标准中所述“壁厚(S)”包括公称壁厚和最小壁厚,所述“外径(D)”包括公称外径和计算外径。

5.1.3 钢管按公称外径和公称壁厚交货时,其公称外径和公称壁厚的允许偏差应符合表 1 的规定。

表 1 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 | 公称外径的允许偏差 | 公称壁厚的允许偏差 |
|------|--------|------------------|---------------------------------------|
| W-H | 热轧(挤压) | $\pm 1\%D$ | $+12.5\%S$ $-10\%S$ |
| W-H | 热扩 | $\pm 1\%D$ | $+15\%S$ $-10\%S$ |
| W-H | 锻造镗孔 | $+4.8$ -0.8 | $^{+4.0}_0$ 或 $^{+10\%S}_0$,取两者中的较小值 |
| W-C | 冷拔(轧) | $\pm 1\%D$ | $\pm 10\%S$ |

钢管按公称外径和最小壁厚交货时,其公称外径的允许偏差应符合表 1 的规定,壁厚的允许偏差应符合表 2 的规定。

表 2 钢管最小壁厚的允许偏差

单位为毫米

| 分类代号 | 制造方式 | 允许偏差 |
|------|---------------|----------------------|
| W-H | 热轧(挤压、扩)、锻造镗孔 | $+25\%S_{\min}$ 0 |
| W-C | 冷拔(轧) | $+20\%S_{\min}$ 0 |

锻造镗孔的钢管按公称内径和公称壁厚交货时,公称内径的允许偏差为 $0_{-3.2}^0\text{mm}$,公称壁厚的允许偏差为 $0_{-3.2}^{+3.2}\text{mm}$ 。

5.1.4 根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,可供应表 1 和表 2 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。

5.2 长度

5.2.1 通常长度

钢管的通常长度为 3000mm~12000mm。

经供需双方协议,并在合同中注明,可交付长度大于 12000mm 或短于 3000mm 但不短于 2000mm 的钢管;长度短于 3000mm 但不短于 2000mm 的钢管,其数量应不超过该批钢管交货总数量的 10%。

5.2.2 定尺长度和倍尺长度

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。钢管的定尺长度允许偏差为 0_{-25}^{+25}mm 。每个倍尺长度应留出 10mm~15mm 的切口余量。

5.3 弯曲度

5.3.1 钢管的每米弯曲度应符合如下规定:

- a) $S \leq 15\text{mm}$ 时,不大于 1.5mm/m;
- b) $S > 15\text{mm} \sim 30\text{mm}$ 时,不大于 2.0mm/m;
- c) $S > 30\text{mm}$ 时,不大于 3.0mm/m。

5.3.2 钢管的全长弯曲度应不大于钢管长度的 0.15%。

5.3.3 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。

5.4 不圆度和壁厚不均

根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,钢管的不圆度和壁厚不均应分别不超过外径和壁厚公差的 80%。

5.5 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。

5.6 重量

5.6.1 交货重量

钢管按公称外径和公称壁厚或公称内径和公称壁厚交货时,钢管按实际重量交货,亦可按理论重量交货。

钢管按公称外径和最小壁厚交货时,钢管按实际重量交货;供需双方协商,并在合同中注明,钢管亦可按理论重量交货。

5.6.2 理论重量的计算

钢管理论重量按式(1)计算。

$$W = \frac{\pi}{1000} \rho S (D - S) \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- W——钢管的理论重量,单位为千克每米(kg/m)；
- $\pi=3.1416$ ；
- ρ ——钢的密度,单位为千克每立方分米(kg/dm³),按 7.85kg/dm³；
- D——钢管的公称外径,单位为毫米(mm)；
- S——钢管的公称壁厚,单位为毫米(mm)。

按公称外径和最小壁厚交货钢管,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;按公称内径和公称壁厚交货钢管,应采用计算外径计算理论重量,其计算外径是按公称内径和公称壁厚计算出来的外径值。

5.6.3 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:±10%；
- b) 每批最小为 10t 的钢管:±7.5%。

6 技术要求

6.1 钢的牌号和化学成分

6.1.1 钢的牌号和化学成分(熔炼分析)应符合表 3 的规定。

表 3 钢的牌号和化学成分

| 序号 | 牌号 | 化学成分(质量分数)/% | | | | | | | | | |
|----|------|--------------|-----------|-----------|-------|-------|------|------|------|------|------|
| | | C | Si | Mn | P | S | Cu | Cr | Ni | Mo | V |
| | | 不大于 | | | | | | | | | |
| 1 | 10 | 0.07~0.13 | 0.17~0.37 | 0.35~0.65 | 0.025 | 0.015 | 0.20 | 0.25 | 0.25 | 0.15 | 0.08 |
| 2 | 20 | 0.17~0.23 | 0.17~0.37 | 0.35~0.65 | 0.025 | 0.015 | 0.20 | 0.25 | 0.25 | 0.15 | 0.08 |
| 3 | 20Mn | 0.17~0.23 | 0.17~0.37 | 0.70~1.00 | 0.025 | 0.015 | 0.20 | 0.25 | 0.25 | 0.15 | 0.08 |
| 4 | 25Mn | 0.22~0.29 | 0.17~0.37 | 0.70~1.00 | 0.025 | 0.015 | 0.20 | 0.25 | 0.25 | 0.15 | 0.08 |

6.1.2 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

钢应采用电弧炉加炉外精炼或氧气转炉加炉外精炼,并经真空脱气处理或电渣重熔。

经供需双方协商,并在合同中注明,可采用其他较高要求的冶炼方法。需方指定某一种冶炼方法时,应在合同中注明。

6.2.2 管坯的制造方法及要求

管坯可采用连铸、模铸或热轧(锻)方法制造。

连铸管坯应符合 YB/T 4149 的规定,其中低倍组织缺陷中心裂纹、中间裂纹、皮下裂纹和皮下气泡的级别应分别不大于 2 级。

热轧(锻)管坯应符合 YB/T 5137 的规定。

空心管坯应符合 YB/T 4322《静态浇注空心管坯》的规定,其他模铸管坯(钢锭)可参照热轧(锻)管坯的规定执行。

6.2.3 钢管的制造方法

钢管应采用热轧(挤压、扩)、冷拔(轧)无缝方法或锻造镗孔方法制造。热扩钢管应是指坯料钢管经整体加热后扩制变形而成的更大直径的钢管。

6.3 交货状态

钢管应以正火状态交货。钢管的正火温度为 880℃～940℃。热轧(挤压、扩)、锻造镗孔钢管终轧(锻)温度在 A_{c3} 至 940℃ 的范围内,且钢管是经过空冷时,则应认为钢管是经过正火的。

6.4 力学性能

6.4.1 交货状态钢管的室温力学性能应符合表 4 的规定。

表 4 钢管的力学性能

| 序号 | 牌号 | 抗拉强度 R_m MPa | 下屈服强度 R_{eL} /MPa | | | 断后伸长率 $A/\%$ | | 冲击吸收能量 KV_2/J | |
|----|------|----------------------|---------------------|----------------|--------|-----------------|----|--------------------|----|
| | | | 钢管壁厚/mm | | | | | | |
| | | | ≤ 16 | $> 16 \sim 30$ | > 30 | 纵向 | 横向 | 纵向 | 横向 |
| | | | 不小于 | | | | | | |
| 1 | 10 | 335~475 | 205 | 195 | 185 | 26 | 24 | 40 | 27 |
| 2 | 20 | 410~530 | 245 | 235 | 225 | 24 | 22 | 40 | 27 |
| 3 | 20Mn | 415~560 | 275 | 265 | 255 | 22 | 20 | 40 | 27 |
| 4 | 25Mn | 485~640 | 295 | 285 | 275 | 20 | 18 | 40 | 27 |

6.4.2 根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,壁厚不小于 14mm 的钢管可做夏比 V 型缺口冲击试验,冲击吸收能量值应符合表 4 的规定。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全尺寸试样冲击吸收能量要求值乘以表 5 中的递减系数。

表 5 小尺寸试样冲击吸收能量递减系数

| 试样规格 | 试样尺寸(高度×宽度)/(mm×mm) | 递减系数 |
|------|---------------------|------|
| 标准试样 | 10×10 | 1.00 |
| 小试样 | 10×7.5 | 0.75 |
| 小试样 | 10×5 | 0.50 |

6.5 液压试验

钢管应逐根进行液压试验。液压试验压力按式(2)计算,最大试验压力为 20MPa。在试验压力下,稳压时间应不少于 10s,钢管不允许出现渗漏现象。

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

式中:
 p ——试验压力,单位为兆帕(MPa),当 $p < 7\text{MPa}$ 时,修约到最接近的 0.5MPa,当 $p \geq 7\text{MPa}$ 时,修约到最接近的 1MPa;
 S ——钢管壁厚,单位为毫米(mm);
 D ——钢管公称外径或计算外径,单位为毫米(mm);
 R ——允许应力,为表 4 规定下屈服强度的 80%,单位为兆帕(MPa)。

供方可用涡流探伤或漏磁探伤代替液压试验。用涡流探伤时,对比样管人工缺陷应符合 GB/T 7735—2004 中验收等级 A 的规定;用漏磁探伤时,对比样管外表面纵向缺口槽应符合 GB/T 12606—1999 中验收等级 L4 的规定。

6.6 工艺性能

6.6.1 压扁试验

钢管应进行压扁试验。试样压扁后的平板间距离 H 按式(3)计算。

$$H = \frac{(1+\alpha)S}{\alpha + S/D} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

H ——两平板间的距离,单位为毫米(mm);

S ——钢管壁厚,单位为毫米(mm);

D ——钢管公称外径或计算外径,单位为毫米(mm);

α ——单位长度变形系数,取 0.08。

试样压至两平板间距离为 H 时,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 600mm 或壁厚大于 40mm 的钢管可用弯曲试验代替压扁试验。一组弯曲试验应包括一个正向弯曲(靠近钢管外表面的试样表面受拉变形)和一个反向弯曲(靠近钢管内表面的试样表面受拉变形)。

弯曲试验的弯芯直径为 25mm,试样应在室温下弯曲 180°。

弯曲试验后,试样弯曲受拉表面及侧面不允许出现目视可见的裂缝或裂口。

6.6.2.2 弯曲试验的试样应沿钢管横向截取,试样的制备应符合 GB/T 232 的规定。试样截取时,正向弯曲试样尽量靠近外表面,反向弯曲试样应尽量靠近内表面。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 12.5mm×12.5mm 或 25mm×12.5mm(宽度×厚度);截面上的四个角应倒成圆角,圆角半径不大于 1.6mm;试样长度不大于 150mm。

6.7 低倍检验

采用钢锭或空心浇注管坯直接轧制的钢管应做低倍检验,钢管低倍检验横截面酸浸试片上不允许有目视可见的白点、夹杂、皮下气泡、翻皮和分层。

6.8 非金属夹杂物

用钢锭、空心浇注圆管坯和连铸圆管坯直接轧制的钢管应做非金属夹杂物检验。非金属夹杂物按 GB/T 10561—2005 中的 A 法评级,其 A、B、C、D 各类夹杂物的细系级别和粗系级别应分别不大于 2.5 级,DS 类夹杂物应不大于 2.5 级;A、B、C、D 各类夹杂物的细系级别总数与粗系级别总数应各不大于 6.5 级。

根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,成品钢管的非金属夹杂物可要求更严级别。

6.9 表面质量

6.9.1 钢管的内外表面不允许有裂纹、折叠、结疤、轧折和离层。这些缺陷应完全清除,缺陷清除深度应不超过壁厚的 10%,缺陷清除处的实际壁厚应不小于壁厚所允许的最小值。

钢管内外表面上直道允许的深度应符合如下规定:

a) 冷拔(轧)钢管:不大于壁厚的 4%,且最大为 0.2mm;

b) 热轧(挤压、扩)、锻造镗孔钢管:不大于壁厚的 5%,且最大为 0.4mm。

不超过壁厚允许负偏差的其他局部缺陷允许存在。

6.9.2 钢管内外表面的氧化铁皮应清除,但不妨碍检查的氧化薄层允许存在。

6.10 无损检验

钢管应逐根全长进行超声波探伤检验。超声波探伤检验对比样管纵向刻槽深度等级应符合 GB/T 5777—2008 中 L3 级的规定。

当钢管壁厚与外径之比大于 0.2 时,除非合同中另有规定,钢管内壁人工缺陷深度按 GB/T 5777—2008 中附录 C 的 C.1 规定执行。

当钢管按最小壁厚交货时,对比样管刻槽深度按钢管平均壁厚计算。

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取样方法和试验方法应符合表 6 的规定。

表 6 钢管的检验项目、试验方法、取样方法和取样数量

| 序号 | 检验项目 | 取样数量 | 取样方法 | 试验方法 |
|----|----------|--------------------|-----------------|-----------------------------------|
| 1 | 化学成分 | 每炉取一个试样 | GB/T 20066 | GB/T 223、GB/T 4336、 GB/T 20123 |
| 2 | 室温拉伸试验 | 每批在两根钢管上各取一个试样 | GB/T 2975 | GB/T 228.1 |
| 3 | 冲击试验 | 每批在两根钢管上各取一组 3 个试样 | GB/T 2975 | GB/T 229 |
| 4 | 液压试验 | 逐根 | — | GB/T 241 |
| 5 | 压扁试验 | 每批在两根钢管上各取一个试样 | GB/T 246 | GB/T 246 |
| 6 | 弯曲试验 | 每批在两根钢管上各取一组 2 个试样 | GB/T 232、6.6.2 | GB/T 232 |
| 7 | 低倍检验 | 每炉在两根钢管上各取一个试样 | GB/T 226 | GB/T 226 GB/T 1979 |
| 8 | 非金属夹杂物检验 | 每炉在两根钢管上各取一个试样 | GB/T 10561—2005 | GB/T 10561—2005 |
| 9 | 超声波探伤检验 | 逐根 | — | GB/T 5777—2008 |
| 10 | 涡流探伤 | 逐根 | — | GB/T 7735—2004 |
| 11 | 漏磁探伤 | 逐根 | — | GB/T 12606—1999 |

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

钢管的化学成分、低倍检验和非金属夹杂物检验可按熔炼炉检查和验收,钢管的其余检验项目应按批检查和验收。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。每批钢管的数量应不超过 50 根。

8.3 取样数量

每批钢管各项检验的取样数量应符合表 6 的规定。

8.4 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。

中华人民共和国黑色冶金
行 业 标 准
流体输送用大直径碳素结构钢无缝钢管
YB/T 4332—2013

*

冶金工业出版社出版发行
北京北河沿大街嵩祝院北巷 39 号
邮政编码:100009

三河市双峰印刷装订有限公司印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 0.75 字数 19 千字
2013 年 9 月第一版 2013 年 9 月第一次印刷

*

统一书号:155024·518 定价:25.00 元