



中华人民共和国国家标准

GB/T 38810—2020

液化天然气用不锈钢无缝钢管

Seamless stainless steel pipes for liquefied natural gas

2020-06-02 发布

2020-12-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

前 言

本标准按照 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/TC 183)归口。

本标准起草单位：江苏武进不锈股份有限公司、浙江久立特材科技股份有限公司、山西太钢不锈钢管有限公司、中国寰球工程有限公司北京分公司、上上德盛集团有限公司、中兴能源装备有限公司、苏州钢特威钢管有限公司、浙江永上特材有限公司、惠生(南通)重工有限公司、冶金工业信息标准研究院。

本标准主要起草人：邹海东、张贤江、李郑周、张晓、李敏、季学文、仇云龙、金仁明、张光金、沈小兵、董莉、侯小龙、王坤、康喜唐、贾琦月、朱卫飞、杨之光、李奇。

液化天然气用不锈钢无缝钢管

1 范围

本标准规定了液化天然气用不锈钢无缝钢管的订货内容、尺寸、外形及重量、技术要求、试验方法、检验规则、包装、标志和质量证明书。

本标准适用于液化天然气用冷轧(拔)奥氏体不锈钢无缝钢管(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 223.11 钢铁及合金 铬含量的测定 可视滴定或电位滴定法
- GB/T 223.25 钢铁及合金化学分析方法 丁二酮肟重量法测定镍量
- GB/T 223.28 钢铁及合金化学分析方法 α -安息香肟重量法测定钨量
- GB/T 223.40 钢铁及合金 钨含量测定 氯磺酚 S 分光光度法
- 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 223.60 钢铁及合金化学分析方法 高氯酸脱水重量法测定硅含量
- 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 223.84 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 241 金属管 液压试验方法
- 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 5777—2019 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—2016 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 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(常规方法)

3 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) 本标准编号；
- b) 产品名称；
- c) 钢的牌号；
- d) 尺寸规格(公称外径×公称壁厚,单位为毫米)；
- e) 订购的数量(总重量或总长度)；
- f) 选择性要求；
- g) 其他特殊要求。

4 尺寸、外形及重量

4.1 外径和壁厚

4.1.1 钢管的公称外径(D)和公称壁厚(S)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 规定以外的其他尺寸钢管。

4.1.2 钢管公称外径和公称壁厚的允许偏差应符合表 1 的规定。

4.1.3 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尺寸精度的规定。当需方要求高级尺寸精度时,应在合同中注明。

4.1.4 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 规定以外尺寸允许偏差的钢管。

表 1 外径和壁厚的允许偏差

单位为毫米

尺寸		允许偏差	
		普通级 PA	高级 PC
公称外径 D	≤ 30	± 0.3	± 0.2
	$> 30 \sim 50$	± 0.4	± 0.3
	$> 50 \sim 219$	$\pm 0.85\% D$	$\pm 0.75\% D$
	> 219	$\pm 0.9\% D$	$\pm 0.8\% D$
公称壁厚 S	≤ 3.0	$\pm 12.5\% S$	$\pm 10\% S$
	> 3.0	$+12.5\% S$ $-10\% S$	

4.2 长度

4.2.1 钢管的通常长度为 1 000 mm~12 000 mm。

4.2.2 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。定尺长度和倍尺总长度应在通常长度范围内,全长允许偏差应为 $^{+10}_0$ mm,每个倍尺长度应按下列规定留出切口余量:

- a) 外径不大于 159 mm, 5 mm~10 mm;
- b) 外径大于 159 mm, 10 mm~15 mm。

4.3 弯曲度

4.3.1 钢管的全长弯曲度应不大于钢管长度的 0.15%。

4.3.2 钢管的每米弯曲度应不大于如下规定:

- a) 壁厚不大于 15 mm, 1.5 mm/m;
- b) 壁厚大于 15 mm, 2.0 mm/m。

4.4 端头外形

4.4.1 钢管两端端面应平切, 并应清除切口毛刺。

4.4.2 根据需方要求, 经供需双方协商, 并在合同中注明, 钢管两端可加工坡口, 坡口型式由供需双方协商确定。

4.5 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, 钢管的不圆度应不超过外径公差的 80%, 钢管的壁厚不均应不超过壁厚公差的 80%。

4.6 重量

4.6.1 钢管按实际重量交货。根据需方要求, 经供需双方协商, 并在合同中注明, 钢管亦可按理论重量交货。

4.6.2 钢管的每米理论重量按式(1)计算:

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

式中:

W —— 钢管理论重量, 单位为千克每米(kg/m);

π —— 3.141 6;

ρ —— 钢的密度, 单位为千克每立方分米(kg/dm³), 见表 3;

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)。

5 技术要求

5.1 牌号和化学成分

5.1.1 钢的牌号和化学成分(熔炼分析)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, 可供应表 2 规定以外牌号和/或化学成分的钢管。

5.1.2 如需方要求进行成品分析, 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 2 钢的牌号和化学成分

序号	统一数字代号	牌号	化学成分(质量分数)/%									
			C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Ti	Nb
1	S30408	06Cr19Ni10	≤0.08	≤1.00	≤2.00	≤0.035	≤0.030	8.00 ~ 11.00	18.00 ~ 20.00	—	—	—
2	S30403	022Cr19Ni10	≤0.030	≤1.00	≤2.00	≤0.035	≤0.030	8.00 ~ 11.00	18.00 ~ 20.00	—	—	—
3	S31608	06Cr17Ni12Mo2	≤0.08	≤1.00	≤2.00	≤0.035	≤0.030	10.00 ~ 14.00	16.00 ~ 18.00	2.00 ~ 3.00	—	—
4	S31603	022Cr17Ni12Mo2	≤0.030	≤1.00	≤2.00	≤0.035	≤0.030	10.00 ~ 14.00	16.00 ~ 18.00	2.00 ~ 3.00	—	—
5	S32168	06Cr18Ni11Ti	≤0.08	≤1.00	≤2.00	≤0.035	≤0.030	9.00 ~ 12.00	17.00 ~ 19.00	—	5C ~ 0.70	—
6	S34778	06Cr18Ni11Nb	≤0.08	≤1.00	≤2.00	≤0.035	≤0.030	9.00 ~ 12.00	17.00 ~ 19.00	—	—	10C ~ 1.10

5.2 制造方法

5.2.1 钢应采用电弧炉加炉外精炼或转炉加炉外精炼方法冶炼。经供需双方协商,也可采用其他冶炼方法。

5.2.2 钢管应采用冷轧(拔)无缝方法制造。

5.3 交货状态

钢管应以热处理并酸洗状态交货。凡经整体磨、镲或经保护气氛热处理的钢管,可不经酸洗交货。成品钢管的推荐热处理制度见表 3。经供需双方协商,并在合同中注明,可采用表 3 规定以外的其他热处理制度。

5.4 力学性能

5.4.1 拉伸

钢管的室温纵向拉伸性能应符合表 3 的规定。

表 3 拉伸性能、硬度、密度和推荐热处理制度

序号	统一数字代号	牌号	推荐热处理制度	拉伸性能			硬度		密度 ρ kg/dm ³
				抗拉强度 R_m MPa	规定塑性延伸强度 $R_{p0.2}$ MPa	断后伸长率 A %	洛氏 HRBW	布氏 HBW	
				不小于			不大于		
1	S30408	06Cr19Ni10	1 040 °C~1 150 °C， 水冷或其他方式快冷	520	205	35	90	192	7.93
2	S30403 ^a	022Cr19Ni10	1 040 °C~1 150 °C， 水冷或其他方式快冷	480	175	35	90	192	7.90
3	S31608	06Cr17Ni12Mo2	1 040 °C~1 150 °C， 水冷或其他方式快冷	520	205	35	90	192	8.00
4	S31603 ^a	022Cr17Ni12Mo2	1 040 °C~1 150 °C， 水冷或其他方式快冷	480	175	35	90	192	8.00
5	S32168	06Cr18Ni11Ti	920 °C~1 150 °C， 水冷或其他方式快冷	520	205	35	90	192	8.03
6	S34778	06Cr18Ni11Nb	1 040 °C~1 150 °C， 水冷或其他方式快冷	520	205	35	90	192	8.03

^a 经供需双方协议，并在合同中注明，可规定抗拉强度 R_m 不小于 520 MPa，规定塑性延伸强度 $R_{p0.2}$ 不小于 205 MPa。

5.4.2 冲击

钢管应进行纵向夏比 V 型缺口 (KV_2) 冲击试验，冲击试验温度为 -196 °C，试验结果应符合表 4 的规定。冲击试样应选取表 4 中可能的较大尺寸试样，当钢管尺寸不足以截取 10 mm×2.5 mm 的冲击试样时，冲击试验不做要求。

表 4 冲击性能要求

试样尺寸(宽度×厚度) mm	三个试样平均冲击吸收能量 J	单个试样最小冲击吸收能量 J	侧膨胀值 mm
10×10	≥60	≥42	≥0.38
10×7.5	≥45	≥31	≥0.38
10×5	≥30	≥21	≥0.38
10×3.3	≥20	≥14	≥0.38
10×2.5	≥15	≥10	≥0.38

5.4.3 硬度

根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,对壁厚不小于 1.7 mm 的钢管可做洛氏或布氏硬度试验,其值应符合表 3 的规定。

5.5 液压

5.5.1 钢管应逐根进行液压试验。试验压力按式(2)计算,当钢管外径不大于 88.9 mm 时最大试验压力为 17 MPa,当钢管外径大于 88.9 mm 时最大试验压力为 19 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。

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

式中:

P ——试验压力,单位为兆帕(MPa),当 $P < 7$ MPa 时,修约到最接近的 0.5 MPa,当 $P \geq 7$ MPa 时,修约到最接近的 1 MPa;

S ——钢管的公称壁厚,单位为毫米(mm);

R ——允许应力,按表 3 中规定塑性延伸强度最小值的 60%,单位为兆帕(MPa);

D ——钢管的公称外径,单位为毫米(mm)。

5.5.2 用于液压试验的水中氯离子(Cl^-)含量(质量分数)应不超过 0.005 0%。

5.5.3 根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,可采用其他试验压力进行液压试验。

5.5.4 供方可用涡流检测代替液压试验。涡流检测对比样管人工缺陷应符合 GB/T 7735—2016 中验收等级 E4H 级或 E4 级的规定。

5.6 工艺性能

5.6.1 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(3)计算。压扁后,试样弯曲处外侧不应出现裂缝或裂口。

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

式中:

H ——两平板间的距离,单位为毫米(mm);

α ——单位长度变形系数,取 0.09;

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)。

5.6.2 扩口

根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,外径不大于 168.3 mm 且壁厚不大于 10 mm 的钢管可进行扩口试验。扩口试验的顶芯锥度为 60° ,外径的扩口率为 10%,扩口后试样无目视可见裂纹。

5.7 晶间腐蚀

根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,钢管可进行晶间腐蚀试验,晶间腐蚀试验方法应符合 GB/T 4334—2020 中 E 法的规定,试验后试样不应出现晶间腐蚀倾向。

5.8 表面质量

5.8.1 钢管的内外表面不应有裂纹、折叠、轧折、离层和结疤。这些缺陷应完全清除，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。

5.8.2 钢管内外表面的直道允许深度应不大于壁厚的 4%，且不大于 0.3 mm。

5.8.3 不超过壁厚下偏差的其他局部缺欠允许存在。

5.9 超声检测

钢管应进行超声检测。超声检测对比样管人工缺陷应符合 GB/T 5777—2019 中验收等级 U3 的规定。

6 试验方法

6.1 钢管的化学成分分析取样按 GB/T 20066 的规则进行。化学成分分析通常按 GB/T 11170、GB/T 20123 或其他通用的方法进行，仲裁时应按 GB/T 223.11、GB/T 223.25、GB/T 223.28、GB/T 223.40、GB/T 223.59、GB/T 223.60、GB/T 223.63、GB/T 223.84、GB/T 223.85、GB/T 223.86 的规定进行。

6.2 钢管的尺寸和外形应采用符合精度要求的量具逐根测量。

6.3 钢管的内外表面应在充分照明条件下逐根目视检查或内窥镜检查。

6.4 钢管其他检验项目的试验方法和取样方法应符合表 5 的规定。

表 5 钢管的检验项目、取样数量、取样方法和试验方法

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 1 个试样	GB/T 20066	见 6.1
2	拉伸	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 2975、5.4.1	GB/T 228.1
3	冲击	每批取一组 3 个试样	GB/T 2975、5.4.2	GB/T 229
4	硬度	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 230.1、 GB/T 231.1	GB/T 230.1、GB/T 231.1
5	液压	逐根	—	GB/T 241
6	涡流	逐根	—	GB/T 7735—2016
7	压扁	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 246	GB/T 246
8	扩口	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 242	GB/T 242
9	晶间腐蚀	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 4334—2020	GB/T 4334—2020 方法 E
10	超声	逐根	—	GB/T 5777—2019

7 检验规则

7.1 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。

7.2 组批规则

钢管应按批进行检查和验收。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如下规定:

- a) 外径不大于 76 mm 且壁厚不大于 3 mm,500 根;
- b) 外径大于 351 mm,50 根;
- c) 其他尺寸,200 根。

7.3 取样数量

每批钢管各项检验的取样数量应符合表 5 的规定。

7.4 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。

8 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。
