



中华人民共和国国家标准

GB/T 38681—2020

工业炉用耐蚀合金无缝管

Seamless corrosion resistant alloy pipes and tubes for industrial furnace

2020-03-31 发布

2020-10-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

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:浙江久立特材科技股份有限公司、江苏武进不锈股份有限公司、山西太钢不锈钢钢管有限公司、中国石化工程建设有限公司、浙江青山钢管有限公司、冶金工业信息标准研究院、永兴特种材料科技股份有限公司、浙江永上特材有限公司、上上德盛集团有限公司、上海一郎合金材料有限公司、宝钢特钢有限公司。

本标准主要起草人:王坤、苏诚、李郑周、陆红萍、拓雷锋、刘明洲、蔡建光、王金光、陈涛、王心禾、邓志坚、付华清、王建勇、季学文、钱晶、杜雯雯、马明娟。

工业炉用耐蚀合金无缝管

1 范围

本标准规定了工业炉用耐蚀合金无缝管的分类及代号、订货内容、尺寸、外形、技术要求、试验方法、检验规则、包装、标志和质量证明书。

本标准适用于公称外径不大于 406 mm 且公称壁厚不大于 60 mm 的石油炼化、化工、多晶硅等行业工业炉用铁镍基、镍基耐蚀合金无缝管(以下简称合金管)。

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 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 223.8 钢铁及合金化学分析方法 氟化钠分离-EDTA 滴定法测定铝含量
- 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 223.17 钢铁及合金化学分析方法 二安替比林甲烷光度法测定钛量
- 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 223.25 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钼量
- 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 223.63 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 223.65 钢铁及合金 钴含量的测定 火焰原子吸收光谱法
- 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 223.79 钢铁 多元素含量的测定 X-射线荧光光谱法(常规法)
- 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 228.1 金属材料 拉伸试验 第 1 部分:室温试验方法
- GB/T 228.2 金属材料 拉伸试验 第 2 部分:高温试验方法
- 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 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 6394 金属平均晶粒度测定方法
- 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 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 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 11261 钢铁 氧含量的测定 脉冲加热惰气熔融-红外线吸收法
GB/T 15007 耐蚀合金牌号
GB/T 15260 金属和合金的腐蚀 镍合金晶间腐蚀试验方法
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(常规方法)
NB/T 47013.5—2015 承压设备无损检测 第5部分:渗透检测
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

3 分类及代号

3.1 合金管按产品制造方式分为两类,类别和代号为:

- a) 热挤压合金管 W-H;
- b) 冷轧(拔)合金管 W-C。

3.2 合金管按尺寸精度分类和代号如下:

- a) 普通级精度 PA;
- b) 高级精度 PC。

4 订货内容

按本标准订货的合同或订单应至少包括下列内容:

- a) 本标准编号;
- b) 产品名称;
- c) 合金牌号;
- d) 尺寸规格(外径×壁厚,单位为毫米);
- e) 交货数量(总重量、总长度或支数);
- f) 制造方法;
- g) 交货状态;
- h) 特殊要求。

5 尺寸、外形

5.1 外径和壁厚

5.1.1 除非合同中另有规定,合金管按公称外径(D)和公称壁厚(S)交货。根据需方要求,经供需双方协商,合金管可按公称外径和最小壁厚(S_{\min})交货。合金管的公称外径和公称壁厚应符合 GB/T 17395 的规定。

5.1.2 合金管的公称外径允许偏差应符合表 1 的规定,公称壁厚或最小壁厚的允许偏差应符合表 2 的规定。外径和壁厚的尺寸精度应在合同中注明,未注明时按普通级交货。

5.1.3 根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,合金管可按其他尺寸规格或表 1 和表 2 规定以外的尺寸精度交货。

表 1 合金管公称外径的允许偏差 单位为毫米

类别、代号	公称外径允许偏差	
	普通级(PA)	高级(PC)
热挤压合金管 W-H	$\pm 1\% D$	$\pm 0.75\% D$
冷轧(拔)合金管 W-C	$\pm 0.75\% D$	$\pm 0.50\% D$

表 2 合金管壁厚的允许偏差 单位为毫米

类别、代号	合金管尺寸	允许偏差	
		普通级(PA)	高级(PC)
热挤压合金管 W-H	按公称壁厚订货	$+15\% S$ $-10\% S$	$+12\% S$ $-10\% S$
	按最小壁厚订货	$+25\% S_{\min}$ 0	$+22\% S_{\min}$ 0
冷轧(拔)合金管 W-C	按公称壁厚订货	$+12\% S$ $-10\% S$	$+10\% S$ $-5\% S$
	按最小壁厚订货	$+22\% S_{\min}$ 0	$+15\% S_{\min}$ 0

5.2 长度

5.2.1 通常长度

合金管的通常长度为 3 000 mm~12 000 mm。根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,可供应其他长度的合金管。

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,可供应定尺长度和倍尺长度的合金管。合金管的定尺长度允许偏差为 $^{+10}_0$ mm。每个倍尺长度应留切口余量 5 mm~10 mm。

5.3 弯曲度

5.3.1 热挤压合金管的弯曲度应不大于 2.0 mm/m,且全长弯曲度应不大于长度的 0.15%。

5.3.2 冷轧(拔)合金管的弯曲度应不大于 1.5 mm/m,且全长弯曲度应不大于长度的 0.10%。

5.4 不圆度和壁厚不均

合金管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%。

5.5 端面外形

合金管两端端面应与合金管轴线垂直,切口毛刺应予以清除。

5.6 交货重量

5.6.1 合金管应按实际重量交货。根据需方要求,经供需双方协商,也可按理论重量交货。按公称壁厚交货时,合金管每米的理论重量按式(1)计算:

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

式中:

W ——合金管每米理论重量,单位为千克每米(kg/m);

π ——圆周率,取 3.141 6;

ρ ——合金的密度,单位为千克每立方分米(kg/dm³),合金的密度见表 4;

S ——合金管的公称壁厚,单位为毫米(mm);

D ——合金管的公称外径,单位为毫米(mm)。

5.6.2 按最小壁厚交货时,热挤压合金管的理论重量为按式(1)计算数值的 1.15 倍,冷轧(拔)合金管的理论重量为按式(1)计算数值的 1.1 倍。

6 技术要求

6.1 牌号和化学成分

6.1.1 合金的牌号和化学成分(熔炼分析)应符合表 3 的规定。

6.1.2 合金管的成品化学成分允许偏差应符合 GB/T 15007 的规定。

6.1.3 根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,供方可提供氢、氧、氮的含量。

6.2 制造方法

6.2.1 冶炼方法

合金应采用电弧炉加炉外精炼(或电渣重熔)的方法冶炼。经供需双方协商,并在合同中注明,也可采用能满足本标准要求的其他冶炼方法。

6.2.2 制管方法

6.2.2.1 制管用合金锭应采用热轧或热锻圆棒材。在圆棒材上相当于合金锭头、尾的部分应充分切除。

6.2.2.2 合金管应采用热挤压或冷轧(拔)的方法制造。

6.3 交货状态

6.3.1 合金管应经热处理并酸洗交货,推荐热处理制度见表 4。凡经整体磨、镗或经保护气氛热处理的合金管可不经酸洗。

6.3.2 根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,NS3306 合金管在固溶处理后可进行稳定化处理,稳定化处理制度由供需双方协商确定。

6.4 力学性能

6.4.1 交货状态合金管的室温纵向拉伸性能应符合表 4 的规定。

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 2.5 mm 的合金管可做洛氏硬度或布氏硬度试验,其硬度值由供需双方协商确定。

6.4.3 根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,合金管可进行高温拉伸试验,具体试验温度和力学性能由供需双方协商确定。

表 3 合金的牌号和化学成分

序号	统一数 字代号	合金 牌号	化学成分(质量分数)/%														
			C	Cr	Ni	Fe	Mo	Cu	Al	Ti	Nb+Ta	Co	Si	Mn	P	S	其他
1	H08800	NS1101	≤0.10	19.0~ 23.0	30.0~ 35.0	≥39.5	—	≤0.75	0.15~ 0.60	0.15~ 0.60	—	—	≤1.00	≤1.50	≤0.025	≤0.008	—
2	H08810	NS1102	0.05~ 0.10	19.0~ 23.0	30.0~ 35.0	≥39.5	—	≤0.75	0.15~ 0.60	0.15~ 0.60	—	—	≤1.00	≤1.50	≤0.025	≤0.008	—
3	H08811	NS1104	0.06~ 0.10	19.0~ 23.0	30.0~ 35.0	≥39.5	—	≤0.75	0.15~ 0.60	0.15~ 0.60	—	—	≤1.00	≤1.50	≤0.025	≤0.008	Al+Ti: 0.85~1.20
4	H08825	NS1402	≤0.05	19.5~ 23.5	38.0~ 46.0	≥22.0	2.5~ 3.5	1.5~ 3.0	≤0.20	0.60~ 1.20	—	—	≤0.50	≤1.00	≤0.025	≤0.008	—
5	H06625	NS3306	≤0.10	20.0~ 23.0	≥58.0	≤5.0	8.0~ 10.0	—	≤0.40	≤0.40	3.15~ 4.15	≤1.0	≤0.50	≤1.00	≤0.015	≤0.008	—

表 4 推荐热处理制度、力学性能及密度

序号	统一数字代号	合金牌号	推荐热处理制度	抗拉强度 R_m /MPa	规定塑性 延伸强度 $R_{p0.2}$ /MPa	断后 伸长率 $A/\%$	密度 ρ / (kg/dm ³)
				不小于			
1	H08800	NS1101	≥1 040 ℃,快冷	520	205	30	7.94
2	H08810	NS1102	1 120 ℃~1 180 ℃,快冷	450	170	30	7.94
3	H08811	NS1104	1 150 ℃~1 180 ℃,快冷	450	170	30	7.94
4	H08825	NS1402	870 ℃~1 080 ℃,快冷	585	240	30	8.14
5	H06625	NS3306 ^a	退火处理:870 ℃~1 093 ℃,快冷	830	415	30	8.44
6			固溶处理:1 093 ℃~1 150 ℃,快冷	690	275	35	

^a 两种制度由供方选其一,并在质量证明书中注明。

^a 两种制度由供方选其一,并在质量证明书中注明。

6.5 工艺性能

6.5.1 压扁

6.5.1.1 公称外径不大于 168.3 mm 且壁厚不大于外径的 15% 的合金管应做压扁试验,试样压至两平板间距 H 时不应出现裂缝或裂口。试样压扁后的外壁距 H 按式(2)计算。将试样继续压扁到破裂或上下内壁接触,在整个压扁试验期间,试样不应出现目视可见的分层、白点和夹杂。

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

式中:

H ——压扁后两平行压板间距离,单位为毫米(mm);

α ——单位长度变形系数,取 0.09;

S ——合金管的公称壁厚(按最小壁厚订货时按最小壁厚计算),单位为毫米(mm);

D ——合金管的公称外径,单位为毫米(mm)。

6.5.1.2 下述情况不应作为压扁试验合格与否的判定依据:

- 试样内表面缺陷引起的裂缝或裂口;
- 当 $S/D > 0.1$ 时,试样 6 点钟(底部)和 12 点钟(顶部)位置处内表面的裂缝和裂口。

6.5.2 扩口

公称外径不大于 150 mm 且壁厚不大于 10 mm 的合金管应做扩口试验。扩口试验的顶芯锥度为 60°,试样的外径扩口率应为 22%。扩口后试样不应出现裂缝和裂口。

6.5.3 弯曲

公称外径大于 168.3 mm 的合金管应进行弯曲试验,弯曲后试样不应出现裂缝和裂口。

6.6 晶粒度

NS1102 和 NS1104 合金管的平均晶粒度应为 5 级或更粗。根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,其他牌号的合金管可进行平均晶粒度检测,其合格级别由供需双方协商确定。

6.7 非金属夹杂物

合金管应进行非金属夹杂物检验,其合格级别应符合表 5 的规定。

表 5 非金属夹杂物合格级别

夹杂物 类型	A		B		C		D		DS
	粗系	细系	粗系	细系	粗系	细系	粗系	细系	
级别 不大于	1.0	1.0	1.5	1.5	1.0	1.0	1.5	1.5	1.5

6.8 晶间腐蚀

根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,合金管可进行晶间腐蚀试验,验收标准由供需双方协商确定。

6.9 液压试验

6.9.1 合金管应进行液压试验。试验压力应按式(3)计算,且不超过 20 MPa,稳压时间应不少于 10 s。在试验压力下,合金管不应出现渗漏现象。

$$P = \frac{2SR}{D} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

- P —— 试验压力,单位为兆帕(MPa);
- S —— 合金管的公称壁厚(按最小壁厚订货时按最小壁厚计算),单位为毫米(mm);
- R —— 允许应力,单位为兆帕(MPa),取表 4 中 $R_{p0.2}$ 最小值的 50%;
- D —— 合金管的公称外径,单位为毫米(mm)。

6.9.2 供方可用涡流检测代替液压试验。用涡流检测时,其验收等级应符合 GB/T 7735—2016 中 E4H 级或 E4 级的规定。根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,也可采用其他等级验收。

6.10 超声检测

6.10.1 合金管应进行超声检测,其验收级别应符合 GB/T 5777—2019 中 U2 级的规定。

6.10.2 根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,超声检测可采用其他验收等级。

6.11 渗透检测

6.11.1 合金管表面缺陷修磨处应进行渗透检测。

6.11.2 根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,可对合金管的外表面、端部及可达内表面进行渗透检测。

6.11.3 渗透检测应符合 NB/T 47013.5—2015 中其他部件的质量等级 I 级的规定。

6.12 表面质量

6.12.1 合金管的内外表面不应有裂纹、折叠、龟裂、分层和结疤。这些缺陷应完全清除,清除处的实际壁厚应不小于壁厚所允许的最小值。

6.12.2 合金管内外表面上直道的允许深度应符合如下规定:

- a) 冷轧(拔)合金管:不大于壁厚的 4%,且不大于 0.3 mm;

b) 热挤压合金管:不大于壁厚的 5%,且不大于 0.4 mm。

6.12.3 允许不超过壁厚下偏差的其他缺欠存在。

7 试验方法

7.1 合金管的检验项目和试验方法应符合表 6 的规定。

7.2 合金管的化学成分分析按 GB/T 223.79、GB/T 20123、GB/T 11261、GB/T 11170 等通用方法进行,但仲裁时按 GB/T 223.5、GB/T 223.8、GB/T 223.9、GB/T 223.11、GB/T 223.17、GB/T 223.18、GB/T 223.25、GB/T 223.28、GB/T 223.59、GB/T 223.63、GB/T 223.65、GB/T 223.69、GB/T 223.85、YB/T 4395 的规定进行。

7.3 合金管的内外表面应在充分照明条件下目视检查。

7.4 合金管的尺寸和外形应采用符合精度要求的量具测量。

表 6 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	取样部位	试验方法
1	化学成分	1 个/炉	GB/T 20066	见 7.2
2	室温拉伸	2 个/批	不同根合金管,GB/T 2975	GB/T 228.1
3	高温拉伸	2 个/批	不同根合金管,GB/T 2975	GB/T 228.2
4	压扁试验	2 个/批	不同根合金管,GB/T 246	GB/T 246
5	扩口试验	2 个/批	不同根合金管,GB/T 242	GB/T 242
6	弯曲试验	2 个/批	不同根合金管,GB/T 232	GB/T 232
7	硬度	2 个/批	不同根合金管,GB/T 230.1,GB/T 231.1	GB/T 230.1,GB/T 231.1
8	晶粒度	2 个/批	不同根合金管,GB/T 6394	GB/T 6394
9	非金属夹杂物	2 个/批	相当于合金锭头、尾部位的管坯上, GB/T 10561—2005	GB/T 10561—2005 中 A 法
10	晶间腐蚀	2 个/批	不同根合金管,GB/T 15260	GB/T 15260
11	液压	逐根	—	GB/T 241
12	涡流检测	逐根	—	GB/T 7735—2016
13	超声检测	逐根	—	GB/T 5777—2019
14	渗透检测	按 6.11.1 修磨的数量	—	NB/T 47013.5—2015
15	表面质量	逐根	—	见 7.3
16	尺寸、外形	逐根	—	见 7.4

8 检验规则

8.1 检查和验收

合金管的检查和验收由供方质量技术监督部门进行。需方有权按本标准规定对合金管进行检查与验收。

8.2 组批规则

合金管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(或炉次)的合金管组成。每批合金管的数量应不超过以下规定:

- a) 公称外径 $D \leq 114.3$ mm, 200 根;
- b) 公称外径 $D > 114.3$ mm, 100 根。

8.3 取样数量和取样部位

合金管的取样数量和取样部位应符合表 6 的规定。

8.4 复验与判定规则

合金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

合金管的包装、标志和质量证明书应符合 GB/T 2102 的规定。