

T/CIEP

中国工业环保促进会团体标准

T/CIEP XXXX—XXXX

高硅不锈钢无缝管设计制造工艺指南

High silicon stainless steel seamless pipe design and manufacturing process guide

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国工业环保促进会 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 订货内容	2
5 一般要求	2
6 技术要求	2
7 试验方法	4
8 检验规则	5
9 包装、标志及质量证明书	6
附 录 A （资料性） 浓硫酸均匀腐蚀试验方法	7

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。

本文件由中国工业环保促进会提出。

本文件由中国工业环保促进会归口。

本文件起草单位：XXX

本文件主要起草人：XXX

高硅不锈钢无缝管设计制造工艺指南

1 范围

本文件规定了高硅不锈钢无缝管（以下简称“无缝管”）设计制造的一般要求、技术要求、试验方法、检验规则等内容。

本文件适用于高硅不锈钢无缝管的设计与制造。

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 钢的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 223.18 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 223.19 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 223.25 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 α -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 223.37 钢铁及合金氮含量的测定蒸馏分离靛酚蓝分光光度法
- 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 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 246 金属材料 管 压扁试验方法
- GB/T 2101 型钢验收、包装、标志及质量证明书的一般规定
- 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 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 无缝和焊接（埋弧焊除外）钢管缺欠的自动涡流检测
- GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定
- GB/T 17395 钢管尺寸、外形、重量及允许偏差
- GB/T 17505 钢及钢产品交货一般技术要求
- 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）
- JB/T 7901 金属材料实验室均匀腐蚀全浸试验方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

高硅不锈钢无缝管 high silicon stainless steel seamless pipe

两端开口、含硅量大于4%（质量分数）、具有中空封闭断面、不带焊缝，且长度与断面周长具有较大比例的一种长条钢材。

3.2

低倍组织 macrostructure

低倍组织是在低倍状态下观察到的宏观组织形貌。

3.3

材料应力 material stress

材料由于外因而变形时，在物体内部各部分之间产生相互作用的内力，单位面积上的内力。

3.4

圆度测量仪 roundness measuring instrument

利用回转轴法测量工件圆度误差的测量工具。

4 订货内容

按本文件订购的合同或订单应包括下列内容：

- a) 文件编号；
- b) 产品名称；
- c) 牌号或统一数字代号；
- d) 交货的重量（或数量）；
- e) 尺寸、外形及其允许偏差（见第5章）；
- f) 交货状态；
- g) 特殊要求。

5 一般要求

无缝管的尺寸、外形、重量及其允许偏差应符合GB/T 17395的规定，具体要求应在合同中注明。

6 技术要求

6.1 牌号及化学成分

无缝管材料的牌号、统一数字代号及化学成分应符合表1的规定。

表1 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	Cu
1	S38148	06Cr18Ni13Si4	0.08	3.00-5.00	2.00	0.035	0.015	11.50-15.00	15.00-20.00	/	/
2	S35048	06Ni20Cr18Si5MoCu	0.07	4.80-6.00	2.00	0.045	0.030	19.00-22.00	16.50-19.50	0.30-1.50	1.50-2.50
3	S38843	022Ni16Cr14Si6MoCu	0.030	5.50-6.50	2.00	0.045	0.020	15.0-17.0	13.0-15.0	0.75-1.50	0.75-1.50

6.2 制造方法

6.2.1 冶炼

钢应采用电弧炉加炉外精炼或转炉加炉外精炼方法冶炼，或电渣重熔法冶炼。经供需双方协商，并在合同中注明，可采用其他更高要求的方法冶炼。

6.2.2 制造方法

无缝管应采用热轧（挤、扩）或冷拔（轧）方法制造。需方要求某一种方法制造时，应在合同中注明。

6.3 交货状态

6.3.1 热轧（扩）无缝管应以热轧（扩）或热处理状态交货。如有特殊要求由供需双方协商确定。

6.3.2 冷拔（轧）无缝管应固溶热处理状态交货。如有特殊要求由供需双方协商确定。

6.4 力学性能

6.4.1 拉伸性能

6.4.1.1 固溶热处理无缝管的拉伸性能应符合表 2 的规定。

6.4.1.2 冷拔（轧）状态交货无缝管的力学性能由供需双方协商确定。

表 2 室温拉伸性能

序号	统一数字代号	牌号	力学性能		断后伸长率 A/%
			抗拉强度Rm MPa	规定塑性延伸强度 Rp0.2 Mpa	
			不小于		
1	S38148	06Cr18Ni13Si4	520	205	35
2	S35048	06Ni20Cr18Si5MoCu	550	220	25
3	S38843	022Ni16Cr14Si6MoCu	540	255	30

注：热挤压管抗拉强度可降低20MPa。

6.4.2 硬度

退火或高温回火状态交货、且壁厚不小于5mm的无缝管，其硬度应符合表3的规定。

表 3 无缝管的硬度指标

序号	牌号	推荐的热处理制度		固溶态		固溶态 HBW
		加热温度 °C	冷却方式	HRB	HV	
1	06Cr18Ni13Si4	≥1010	水急冷	≤90	≤200	≤192
2	06Ni20Cr18Si5MoCu	(整体指标核对) ≥1040		≤90	≤200	≤192
3	022Ni16Cr14Si6MoCu	(整体指标核对) ≥1065		≤100	/	≤256

注：固溶态满足三个指标之一方可。

6.5 工艺性能

6.5.1 压扁

根据需方要求，经供需双方协商，无缝管可进行压扁试验。将试样压至两平板间距离为H，试样不应出现裂缝或裂口。无缝管压扁后二平板间距H按式（1）计算。

$$H = (1 + a)S / (a + S/D) \dots\dots\dots (1)$$

式中：

H——两平板间的距离，单位为毫米（mm）；

a——单位长度变形系数，无缝管为0.09；

S——无缝管的公称壁厚或平均壁厚（按最小壁厚交货时），单位为毫米（mm）；

D——无缝管的公称外径或计算外径（按公称内径交货时），单位为毫米（mm）。

注：下述情况不应作为压扁试验合格与否的判定依据：

a) 试样表面缺陷引起的裂缝或裂口；

b) 当 S/D大于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或裂口。

6.5.2 扩口

根据需方要求，经供需双方协商， $D \leq 150$ mm且 $S \leq 10$ mm的无缝管可进行扩口试验。扩口试验的顶心锥度为 60° ，扩口后外径的扩口率为10%，扩口后试样不应出现裂缝或裂口。

6.5.3 弯曲

6.5.3.1 $D > 400$ mm或 $S > 40$ mm的无缝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（靠近无缝管外表面的试样表面受拉变形）和一个反向弯曲（靠近无缝管内表面的试样表面受拉变形）。

6.5.3.2 弯曲试验的弯芯直径为25 mm，试样应在室温下弯曲 180° 。

6.5.3.3 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。

6.6 晶粒度

无缝管应进行晶粒度检验，其平均晶粒度不小于5级。

6.7 晶间腐蚀

6.7.1 钢管应进行晶间腐蚀试验。晶间腐蚀试验方法应符合GB/T 4334—2020中方法E的规定，试验后试样不应出现腐蚀倾向。

6.7.2 根据需方需求，经供需双方协商，牌号为S35048和S38843的无缝管可按需方提供的介质条件依据JB/T 7901进行均匀腐蚀试验，无缝管的耐蚀速率 ≤ 0.1 mm/a；浓硫酸介质条件下均匀腐蚀试验数据参见附录A。

6.8 无损检测

6.8.1 无缝管应按GB/T 5777的规定逐根进行超声波探伤检测。超声波探伤检测对比样管纵向刻槽深度按U2级。

6.8.2 当无缝管按最小壁厚交货时，对比样管刻槽深度按无缝管平均壁厚计算。

6.8.3 当无缝管壁厚与外径之比（S/D）大于0.2时，无损检测方法由双方协商。

6.8.4 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。

6.9 液压试验

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

$$P = \frac{2SR}{D} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

P ——试验压力，单位为兆帕（MPa）

S ——无缝管壁厚，单位为毫米（mm）；

D ——无缝管外径，单位为毫米（mm）；

R ——允许应力，取表2规定塑性延伸强度的50%，单位为兆帕（MPa）。

6.9.2 供方可用涡流探伤代替液压试验。用涡流探伤时，对比样管人工缺陷应符合GB/T 7735中验收等级E4H或E4级的规定。

6.10 表面质量

无缝管的内外表面不应有目视可见的裂纹、折叠、结疤、轧折和离层。这些缺陷应完全清除，清除深度应不超过公称壁厚的下偏差，清理处的实际壁厚应不小于壁厚所允许的最小值。不超过壁厚下偏差的其他局部缺欠允许存在。

7 试验方法

7.1 无缝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 11170、GB/T 20123、GB/T 20124、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 223.18、GB/T 223.19、GB/T 223.23、GB/T 223.25、GB/T 223.26、GB/T 223.28、GB/T 223.36、GB/T 223.37、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。

7.2 无缝管的尺寸和外形应采用符合精度要求的量具进行测量。

7.3 无缝管的内外表面应在充分照明条件下进行目视检查。

7.4 无缝管其他检验项目的取样方法和试验方法应符合表 4 的规定。

表 4 无缝管的检验项目、取样数量、取样部位和试验方法

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7.1
2	拉伸	2个/批	不同根无缝管, GB/T 2975	GB/T 228.1
3	硬度	2个/批	不同根无缝管, GB/T 230.1, GB/T 231.1	GB/T 230.1、GB/T 231.1
4	扩口	2个/批	不同根无缝管, GB/T 242	GB/T 242
5	压扁	2个/批	不同根无缝管, GB/T 246	GB/T 246
6	弯曲	2个/批	不同根无缝管, GB/T 232	GB/T 232
7	晶粒度	2个/批	不同根无缝管端部	GB/T 6394
8	晶间腐蚀	2个/批	不同根无缝管, JB/T 7901、GB/T 4334 中方法E	JB/T 7901、GB/T 4334中方法E
9	液压	逐根	-	GB/T 241
	超声	逐根	-	GB/T 5777
10	涡流	逐根	-	GB/T 7735
11	表面质量	逐根	-	目视
12	尺寸、外形	逐根	-	游标卡尺、千分尺等
13	重量	逐根	-	称重仪等

8 检验规则

8.1 检查和验收

8.1.1 无缝管出厂的检查和验收由供方质量技术监督部门进行。

8.1.2 供方应保证交货的无缝管符合本标准或合同的规定。必要时,需方有权对本标准或合同所规定的任一检验项目进行检查和验收。

8.2 组批规则

无缝管应按批检查和验收。每批由同一牌号、统一炉号、同一加工方法、同一尺寸、同一交货状态、同一热处理制度(或炉次)的无缝管组成。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 时, 500 根;
- b) 外径大于 351 mm 时, 50 根;
- c) 其他尺寸时, 200 根。

8.3 取样数量及取样部位

每批无缝管检验的取样数量及取样部位应符合表6的规定。

8.4 复验与判定规则

8.4.1 无缝管的复验与判定规则按 GB/T 2102 的规定执行。

8.4.2 供方若能保证无缝管合格时,对同一炉号的无缝管的低倍、力学性能和非金属夹杂物的检验结果,允许以坏代材,以大代小。

8.4.3 无缝管的试验结果应采用修约值比较法修约到与规定值本位数字所标识的数位相一致,其修约

规则应符合 GB/T 8170 第 3 章的规定。

9 包装、标志及质量证明书

无缝管的包装、标志和质量证明书应符合 GB/T 2101 的规定。

附录 A (资料性) 浓硫酸均匀腐蚀试验方法

A.1 概述

高硅不锈钢无缝管的耐蚀性能可根据供需双方约定进行试验,本部分给出本文件规定的各牌号高硅不锈钢焊接无缝管采用JB/T 7901金属材料实验室均匀腐蚀全浸试验方法,在93%浓硫酸和98%浓硫酸介质中的腐蚀数据。

A.2 试剂与材料

93%浓硫酸、98%浓硫酸。

A.3 仪器

电子天平: 0.1mg。

卡尺: 0.02mm。

数显恒温油浴锅: $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 。

A.4 试验条件和步骤

测试时间: 72h。

测试温度: 100°C 。

试验步骤参照JB/T 7901-1999。

A.5 试样

A.5.1 试验前样品表面经打磨处理。

A.5.2 试验后样品清洗方法: 清水冲洗→毛刷擦除→超声波清洗→酒精清洗吹干。

A.5.3 试样尺寸及制备等其他要求参照JB/T 7901进行。

A.6 计算

腐蚀速率 (R) 应按下列公式进行计算。

$$R = \frac{8.76 \times 10^7 \times (M - M_1)}{STD} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

R ——腐蚀速率, mm/a;

M ——试验前的试样质量, g;

M_1 ——试验后的试样质量, g;

S ——试样的总面积, cm^2 ;

T ——试验时间, h;

D ——材料的密度, kg/m^3 。