

T/CIEP

中国工业环保促进会团体标准

T/CIEP XXXX—XXXX

超级奥氏体不锈钢无缝管设计规范

Design specification for super austenitic stainless steel seamless tube

(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

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

超级奥氏体不锈钢无缝管设计规范

1 范围

本文件规定了超级奥氏体不锈钢无缝管的设计流程、设计要求。
本文件适用于超级奥氏体不锈钢无缝管。

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 226 钢的低倍组织及缺陷酸蚀检验法
GB/T 229 金属材料 夏比摆锤冲击试验方法
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 1979 结构钢低倍组织缺陷评级图
GB/T 6394 金属平均晶粒度测定方法
GB/T 10561 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 17395 无缝钢管尺寸、外形、重量及允许偏差
GB/T 24737.8 工艺管理导则 第8部分：工艺验证
GB/T 38896 无损检测 集成无损检测 总则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

超级奥氏体不锈钢 Super austenitic stainless steel

具有高铬、钼、氮含量且耐点腐蚀指数PREN 不小于40的奥氏体不锈钢。

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 符号

下列符号适用于本文件。

D_0 : 无缝管的平均外径。

S: 无缝管的公称壁厚。

D_I : 无缝管的平均内径。

P: 无缝管承受的工作压力。

σ : 材料应力。

- K: 壁厚系数。
- k: 弯曲度。
- L_w : 无缝管的最大弯曲距离。
- L: 无缝管的总长。
- o: 不圆度。
- u: 壁厚不均度。
- S_{max} : 无缝管的最大壁厚。
- S_{min} : 无缝管的最小壁厚。
- S_{avg} : 无缝管的平均壁厚。

5 设计流程

5.1 需求分析

进行应用调研与分析，确定被开发无缝管的设计要求、技术要求和验证方法，完成《需求说明书》的编写，《需求说明书》的格式要求应符合附录A。

5.2 设计

- 5.2.1 设计前应对《需求说明书》进行可靠性评估；对无法完成的设计要求应与需求方沟通，修改后再次进行评估，直至达成可靠性评估。
- 5.2.2 设计前应结合产品用途、基本构成、性能要求、贮存条件、验收要求等，列出每项设计内容（如图样、工艺流程、相关条例、质量保证等）、完成节点对应的时间规划。
- 5.2.3 设计时应按《需求说明书》选取合适的材料和尺寸规格。
- 5.2.4 设计时应满足力学性能、耐腐蚀性、工艺性能等技术验证指标。
- 5.2.5 过程中围绕重要参数、指标产出的曲线、图表、数据等分析内容应备案；
- 5.2.6 产出后应整合生产过程中备案文件及有效成果，组织评审。

5.3 评审

- 5.3.1 评审项目的设置要合理、精简。
- 5.3.2 评审的主要依据为：研制任务书和合同、产品设计图样、技术文件及有关条例、标准、规范、技术管理和质量保证文件等。
- 5.3.3 对评审时提出的问题、建议，工艺部门应研究、分析。对采纳的意见应有改进措施，有实施计划，按规定审批，并进行跟踪管理。

5.4 验证

应符合GB/T 24737.8的规定。

6 设计要求

6.1 材料要求

6.1.1 常用材料牌号

除GB/T 38807中7.1.1提到的钢材以外，无缝管常用材料还有N08925、N08926、N08367。各材料的使用场景应符合附录B的规定。

6.1.2 制造方法要求

- 6.1.2.1 设计时应根据不同材料性能选取合适的冶炼方法。
- 6.1.2.2 设计时应根据不同材料调整热处理加工、机器轧制次数、校正拉直等流程。
- 6.1.2.3 设计时应根据不同材料的强度，调整浇注方式，减少孔眼、裂纹、表面、组织及性能类缺陷。

6.2 尺寸规格

6.2.1 外径和壁厚

6.2.1.1 需求方已提供具体平均外径 (D_0) 和公称壁厚 (S) 值, 应按要求完成加工。

6.2.1.2 需求方未提供具体平均外径 (D_0) 和公称壁厚 (S) 值, 提供其他关联数值要求, 应按相应公式得出对应数值、完成加工。

a) 提供平均内径 (D_I) 和公称壁厚 (S), 按式 (1) 计算。

$$D_0 = D_I + 2S \quad \text{..... (1)}$$

式中:

D_0 ——无缝管的平均外径, 单位为毫米(mm);

D_I ——无缝管的平均内径, 单位为毫米(mm);

S ——无缝管的公称壁厚, 单位为毫米(mm)。

b) 提供承受压力 (P)、壁厚系数 (K) 和材料应力 (σ), 按式 (1) 和式 (2) 计算。

$$S = \frac{P}{2\sigma K} \quad \text{..... (2)}$$

式中:

S ——无缝管的公称壁厚, 单位为毫米(mm);

P ——无缝管承受的工作压力, 单位是兆帕斯卡(Mpa);

σ ——无缝管的材料应力, 单位是兆帕斯卡(Mpa);

K ——壁厚系数。

c) 提供平均内径 (D_I) 和壁厚系数 (K), 按式 (1) 和式 (3) 计算。

$$K = 0.5 + 2.25 \left(\frac{D_I}{D_0} \right)^2 \quad \text{..... (3)}$$

式中:

K ——壁厚系数;

D_I ——无缝管的平均内径, 单位为毫米(mm);

D_0 ——无缝管的平均外径, 单位为毫米(mm)。

d) 其他要求

1) 外形需求, 应符合 GB/T 17395 的规定。

2) 允许偏差需求, 应符合 GB/T 17395 的规定。

3) 其他未提及要求, 应与需求方沟通确认具体平均外径 (D_0) 和公称壁厚 (S) 值。

6.2.2 弯曲度

6.2.2.1 需求方已提供弯曲度 (k), 应按要求完成加工。

6.2.2.2 需求方未提供弯曲度 (k), 应按式 (4) 测出最大幅度的形变距离, 对照 GB/T 17395 确认弯曲度等级。

$$k = \frac{L_w}{L} \quad \text{..... (1)}$$

式中:

k ——弯曲度, 单位为每米弯曲度 (mm/m)

L_w ——无缝管的最大弯曲距离, 单位为毫米(mm);

L ——无缝管的总长度, 单位为为米(m)。

6.2.3 不圆度

6.2.3.1 需求方已提供不圆度 (o), 应按要求完成加工。

6.2.3.2 需求方未提供不圆度 (o), 应用圆度测量仪等仪器完成测量。

6.2.4 壁厚不均

6.2.4.1 需求方已提供壁厚不均度 (u), 应按要求完成加工。

6.2.4.2 需求方未提供壁厚不均度 (u), 应按式 (5) 测出无缝管的不均匀度。

$$u = \frac{S_{max} - S_{min}}{S_{avg}} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- u——壁厚不均度，单位为百分比（%）；
- S_{max} ——无缝管的最大壁厚，单位为毫米（mm）；
- S_{min} ——无缝管的最小壁厚，单位为毫米（mm）；
- S_{avg} ——无缝管的平均壁厚，单位为毫米（mm）。

6.2.5 端头外形

6.2.5.1 需求方已提供端头外形要求，应按要求完成加工。

6.2.5.2 需求方未提供端头外形要求，应检验无缝管端头符合无明显扭转、切口垂直、无毛刺、曲线圆滑等要求。

6.3 设计验证

产品加工完成后应进行包含但不限于下列要求的验证：

- a) 耐腐蚀性能：应符合 GB/T 226 的规定。
- b) 低倍组织：应符合 GB/T 1979 的规定。
- c) 非金属夹杂物：应符合 GB/T 10561 的规定。
- d) 表面质量：无缝管的内外表面不应有裂纹、折叠、结疤、轧折和离层。
- e) 无损检测：应符合 GB/T 38896 的规定。
- f) 晶粒度：应符合 GB/T 6394 的规定。
- g) 冲击：应符合 GB/T 229 的规定。
- h) 压扁试验：应符合 GB/T 246 的规定。
- i) 扩口试验：应符合 GB/T 242 的规定。
- j) 液压试验：应符合 GB/T 241 的规定。

附录 A
(规范性)
需求说明书

超级奥氏体不锈钢无缝管的需求说明书应使用下列格式：

表 A.1 超级奥氏体不锈钢无缝管需求说明书

单位	
时间	
1. 项目背景	
2. 需求概述	
3. 用户需求	
4. 时间安排	
5. 成本估算	
6. 风险管理/安全性协定	
7. 合同条款	

附 录 B
(规范性)

超级奥氏体不锈钢无缝管常用材料使用场景

超级奥氏体不锈钢无缝管常用材料的使用场景应符合下表规定：

表 B.1 超级奥氏体不锈钢无缝管常用材料使用场景

序号	代号	牌号	使用场景
1	S31254	015Cr20Ni18Mo6CuN	<p>1、海洋工程。S31254不锈钢因其出色的耐海水腐蚀性能而被广泛应用于海洋构造物、海水淡化、海水养殖以及海水热交换系统中。</p> <p>2、环保领域。特别是在火力发电的烟气脱硫装置和废水处理设施中，S31254不锈钢能够有效抵抗腐蚀，确保设备的长期稳定运行。</p> <p>3、能源领域。在原子能发电、煤炭综合利用以及海潮发电等领域，S31254不锈钢的应用同样广泛，其优异的耐腐蚀性和高温性能使其成为理想的选择。</p> <p>4、石油化工领域。S31254不锈钢可用于炼油厂和化学化工设备的制造，特别是在处理高浓度氯离子和腐蚀性介质的场合。</p> <p>5、食品领域。S31254不锈钢因其无毒性和高耐腐蚀性，被用于制盐、酱油酿造等食品加工设备。</p> <p>6、高浓度氯离子环境。在造纸工业和各种漂白装置中，S31254不锈钢能够有效抵抗高浓度氯离子的腐蚀，确保设备的长期稳定运行。</p>
2	S32654	015Cr24Ni22Mo8Mn3CuN	<p>1、石油化工领域。S32654具有良好的耐腐蚀性能，能够抵抗多种腐蚀介质的侵蚀，包括盐酸、硫酸、硝酸、氯化物等，还能在高温环境下保持良好的耐蚀性。在石油化工行业中常用于管式裂解炉等设备和管道系统，裂解反应温度较高（约800℃），管外壁温度更高，S32654能适应这种高温、强腐蚀的环境，保障设备正常运行。</p> <p>2、海洋工程领域。S32654在海洋环境这种存在氯化物的苛刻情况下，能够有效抵御点蚀和缝隙腐蚀，并且具有优异的机械性能，所以被广泛应用于海上石油平台、海洋工程设备等，能够适应海洋中的高湿度、高盐度环境，保证设备结构的稳定性和安全性。</p> <p>3、造船领域。由于S32654的耐腐蚀性能和机械性能优越，在造船业中可用于制造船体结构和一些容易受到腐蚀的零部件，能抵御海水等腐蚀介质的侵蚀，延长船舶的使用寿命。</p>

表B.1 超级奥氏体不锈钢无缝管常用材料使用场景（续）

序号	代号	牌号	使用场景
2	S32654	015Cr24Ni22Mo8Mn3CuN	4、冶金工业。在冶金工业生产过程中的热处理、加热炉、轧钢、炼钢、测量等均离不开高温过程，不少冶金设备的接触高温的部件需要高温合金，S32654的耐高温性能优越，能够在高达800℃的环境中保持良好的力学性能，适用于制造如传送带、马弗炉和炉子零件、热处理炉的炉底辊、辐射管、高温通风机、压力铸造的压铸模等高温工况下的设备部件。
3	N08925	015Cr20Ni25Mo6CuN	1、化工工业。N08925合金因其优异的耐腐蚀性而被广泛使用。它可以抵御酸、碱、盐等腐蚀介质的侵蚀，因此常用于制造化工设备、储罐、反应器等部件。 2、石油和天然气工业。N08925合金能够承受高温高压环境下的腐蚀和应力腐蚀裂纹，这使得它非常适合在石油和天然气工业中使用。它适用于炼油厂、石油化工装置、海上石油平台等领域。 3、发电行业。N08925合金能在高温环境下保持较好的强度和抗腐蚀性，因此被广泛应用于发电锅炉、换热器、脱硫装置等设备制造。 4、核工业。N08925合金在核电站中的应用也非常广泛，例如制造核反应堆的核燃料元件、核反应堆压力容器等。 5、航空航天领域。N08925合金常用于制造发动机部件、涡轮叶片等，这是因为它的高温性能和耐腐蚀性能使其成为航空航天领域的理想材料。 6、船舶和海洋工程。由于N08925合金具有良好的耐海水腐蚀性能，它被广泛应用于船舶、海洋工程等领域。 7、腐蚀性介质的储存和处理设备。N08925合金被广泛应用于腐蚀性介质的储存和处理设备中，如化工设备、储罐和反应器。其优质的耐腐蚀性能和高温强度，使其成为耐腐蚀不锈钢的优质选择。
4	N08926	015Cr20Ni25Mo6CuN1	1、化学和石化工业。N08926合金常用于制造设备和管道系统，如换热器、反应器和储罐。这些设备和管道系统通常会接触到腐蚀性化学品，因此需要一种能够抵抗腐蚀的高性能材料。N08926合金的耐腐蚀性能使其成为这些应用的理想选择。 2、制药工业。N08926合金也被广泛使用，尤其是在制造过程中需要抵抗腐蚀的设备。这种合金能够在处理腐蚀性化学品的过程中保持其性能，从而确保产品的质量和安全。 3、海洋工程。海洋环境中含有大量的氯化物，这对材料的耐腐蚀性提出了很高的要求。N08926合金被用于海水淡化装置、海洋结构物以及海洋勘探设备中，保证了设备的长久耐用性。

表B.1 超级奥氏体不锈钢无缝管常用材料使用场景（续）

序号	代号	牌号	使用场景
4	N08926	015Cr20Ni25Mo6CuN1	<p>4、环保工程。在环保工程中，N08926合金用于处理腐蚀性废水和气体的设备，包括烟气脱硫系统。这种合金的耐腐蚀性能使其能够在恶劣的环境中长期使用，从而提高了系统的可靠性和效率。</p> <p>5、石油和天然气工业。在石油和天然气工业中，N08926不锈钢板广泛应用于石油和天然气开采设备中，如输油管道、换热器和反应器等。这些设备在高腐蚀环境下工作，N08926的耐腐蚀性和高强度使其成为理想的选择。</p> <p>6、清洁能源领域。N08926不锈钢板在核电、垃圾焚烧以及风能、太阳能等清洁能源领域同样得到了广泛应用。其卓越的耐热和耐腐蚀性能，使其能够适应各种严苛的使用环境，提高了设备的安全性和使用寿命。</p>
5	N08367	022Cr21Ni24Mo6N	<p>1、航空航天领域。N08367在航空航天领域中发挥着重要作用。由于其优异的耐热性能和机械性能，这种材料常用于制造飞机发动机部件、涡轮叶片和其他关键组件，以确保在极端条件下的可靠性和安全性。</p> <p>2、能源行业。在能源行业中，N08367被广泛应用于核电站、热电厂和石化企业。例如，它被用来制造烟气脱硫设备（FGD）、原油蒸馏塔及填料、脱盐设备和泵等。这些设备在高温和腐蚀性环境中运行，因此需要一种能够抵抗腐蚀并保持高强度的材料。</p> <p>3、化工行业。N08367在化工行业中的应用也非常广泛。它被用于制造化工容器和管道，特别是在处理高氯化物水溶液和氯化物腐蚀环境的设备中。此外，它还被用于纸浆漂白过程中的压滤机、贮罐和压辊等设备。</p> <p>4、海洋工程。在海洋工程中，N08367被用于制造海洋油气平台的装置系统，以及与海水或原油接触的冷凝器、换热器和管道系统。这种材料能够在海洋环境中抵抗腐蚀，延长设备的使用寿命。</p> <p>5、制药和食品加工。N08367还被用于制药设备和食品生产设备中。在制药行业，它被用于制造与药品接触的设备，以确保药品的纯净。在食品加工行业，它被用于制造与食品接触的设备，以保证食品安全和质量。</p>