ICS 77.140.75

中国特钢企业协会

中国技术经济学会

CCS H 48

团体标准

T/SSEA XXXX—2023

T/CSTE XXXX—2023

**质量分级及“领跑者”评价要求**

**超超临界锅炉用合金无缝管**

Assessment requirements for quality grading and forerunner —

Alloy seamless tube for Ultra Supercritical Boiler

XXXX- XX-XX实施

发布

XXXX- XX-XX发布

版权保护文件

版权所有归属于该标准的发布机构。除非有其他规定，否则未经许可，此发行物及其章节不得以其他形式或任何手段进行复制、再版或使用，包括电子版，影印件，或发布在互联网及内部网络等。使用许可请与发布机构获取。

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》和T/CAS 700—2023、T/CSTE 0321—2023《质量分级及“领跑者”评价标准编制通则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国特钢企业协会和企业标准“领跑者”工作委员会提出。

本文件由中国特钢企业协会团体标准化工作委员会、中国技术经济学会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

本文件为首次发布。

质量分级及“领跑者”评价要求 超超临界锅炉用合金无缝管

# 1 范围

本文件规定了超超临界锅炉用合金无缝管产品质量及企业标准水平的基本要求、评价指标及要求、评价方法及等级划分。

本文件适用于超超临界锅炉用合金无缝管（以下简称无缝管）产品质量及企业标准水平评价。相关机构开展质量分级和企业标准水平评估、“领跑者”评价以及相关认证时可参照使用，相关企业在制定企业标准时也可参照本文件。

# 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；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 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 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 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 2039 金属材料 单轴拉伸蠕变试验方法

GB/T 4340.1 金属材料 维氏硬度试验 第1部分：试验方法

GB/T 5310 高压锅炉用无缝钢管

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 10561—2023 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 19001 质量管理体系 要求

GB/T 23331 能源管理体系 要求及使用指南

GB/T 24001 环境管理体系 要求及使用指南

GB/T 30062 钢管术语

GB/T 45001 职业健康安全管理体系 要求及使用指南

NB/T 47013.5—2015 承压设备无损检测 第5部分:渗透检测

T/SSEA 0249—2022 超超临界锅炉用合金无缝管

# 3 术语和定义

GB/T 30062界定的术语和定义适用于本文件。

# 4 基本要求

4.1近三年，企业无较大及以上质量、环境、安全等事故。

4.2企业应未列入国家信用信息严重失信主体相关名录。

4.3企业可根据GB/T 19001、GB/T 23331、GB/T 24001、GB/T 45001建立并运行相应质量、能源、环境和职业健康安全等管理体系，鼓励企业根据自身运营情况建立其他高水平的相关管理体系。

4.4产品应为量产产品，无缝管质量分级及“领跑者”标准应满足国家强制性标准及相关标准规定的要求。

5 评价指标及要求

5.1评价指标分类

5.1.1无缝管评价指标体系包括基础指标、核心指标和创新性指标。

5.1.2 基础指标包括长度及允许偏差、端头外形、化学成分、抗拉强度、规定塑性延伸强度、断后伸长率、硬度试验、液压试验、压扁试验、扩口试验、晶粒度、晶间腐蚀、表面质量、无损检测。

5.1.3核心指标包括公称外径、公称壁厚、最小壁厚、不圆度和壁厚不均、每米弯曲度、全长弯曲度、非金属夹杂物、渗透检测。核心指标分为三个等级，包括先进水平，相当于企业标准排行榜中5星级水平；平均水平，相当于企业标准排行榜中4星级水平；基准水平，相当于企业标准排行榜中3星级水平。

5.1.4创新性指标为高温规定塑性延伸强度、高温持久强度，划分成先进水平一个等级，相当于企业标准排行榜中的5星级水平；鼓励根据条件成熟情况适时增加与产品性能和消费者关注的相关创新性指标。

## 5.2 评价指标体系框架

无缝管评价指标体系框架符合表1的规定。

表1无缝管评价指标体系框架

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 指标类型 | 评价指标 | 指标来源 | 指标水平分级 | | | 判定依据/方法 |
| 先进水平  （5星级） | 平均水平  （4星级） | 基准水平  （3星级） |
| 1 | 基础指标 | 长度及允许偏差 mm | T/SSEA 0249—202 | 1. 无缝管的通常长度为4 000 mm～12 000 mm。根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，可交付长度超过12000mm的无缝管；  2. 根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，无缝管可按定尺长度或倍尺长度交货。无缝管的定尺长度允许偏差为0~+15mm。每个倍尺长度应留出5mm～10mm的切口余量 | | | 目视、合适的量具 |
| 2 | 端头外形 | T/SSEA 0249—202 | 无缝管两端端面应与无缝管轴线垂直，切口毛刺应予清除 | | | 目视、合适的量具 |
| 3 | 化学成分 | T/SSEA 0249—2022 | 符合T/SSEA 0249—2022中7.1要求，见附录A | | | T/SSEA 0249—2022中7.1 |
| 4 | 1. 抗拉强度*R*m/MPa | T/SSEA 0249—2022 | 符合T/SSEA 0249—2022中7.5表4、表5要求，见附录B | | | GB/T 228.1 |
| 5 | 1. 规定塑性延伸强度*R*p0.2/MPa | T/SSEA 0249—2022 | 符合T/SSEA 0249—2022中7.5表4、表5要求，见附录B | | | GB/T 228.1、GB/T 228.2 |
| 6 | 1. 断后伸长率A/% | T/SSEA 0249—2022 | 符合T/SSEA 0249—2022中7.5表4、表5要求，见附录B | | | GB/T 228.1 |
| 7 | 1. 硬度试验 | T/SSEA 0249—2022 | 壁厚不小于5.0 mm的无缝管进行洛氏硬度或布氏硬度试验；壁厚小于5.0mm的无缝管，进行洛氏硬度试验；根据需方要求经供需双方协商，并在合同中注明，无缝管可做维氏硬度试验代替布氏或洛氏硬度试验。验收值由供需双方协商确定。需方也可根据产品使用环境要求提出相应验收值 | | | GB/T 230.1、GB/T 231.1、GB/T 4340.1 |
| 8 | 1. 液压试验 | T/SSEA 0249—202 | 符合T/SSEA 0249—2022中7.6要求，见附录C | | | GB/T 241 |
| 9 | 1. 压扁试验 | T/SSEA 0249—202 | 符合T/SSEA 0249—2022中7.7.1要求，见附录D | | | GB/T 246 |
| 10 | 1. 扩口试验 | T/SSEA 0249—202 | D≤76mm且S≤8mm的（固溶态）无缝管应进行扩口试验。扩口试验在室温下进行，顶芯锥度为60°，扩口后试样的外径扩口率应为18%，扩口后试样不得出现裂缝和裂口 | | | GB/T 242 |
| 11 | 1. 晶粒度 | T/SSEA 0249—2022 | 无缝管平均晶粒度级别应为2~7级，两个试片上晶粒度最大级别与最小级别差不超过3级。根据需方要求，经供需双方协商，可供应其他晶粒度级别的无缝管 | | | GB/T 6394 |
| 12 | 1. 晶间腐蚀 | T/SSEA 0249—202 | 根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，无缝管可做晶间腐蚀试验，晶间腐蚀试验方法和评定要求由供需双方协商确定 | | | 协商 |
| 13 | 1. 表面质量 | T/SSEA 0249—202 | 1. 无缝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，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。  2. 无缝管内外表面直道（含非尖锐芯棒擦伤）允许的深度应符合如下规定：  a）冷拔（轧）无缝管：不大于壁厚的4%，且最大为0.2mm；  b）热挤压（轧）无缝管：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。 | | | 目视 |
| 14 | 1. 无损检测 | T/SSEA 0249—202 | 1. 无缝管应按GB/T 5777—2019的规定逐根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为U2。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。  2. 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。 | | | GB/T 5777—2019 |
| 15 | 核心指标 | 公称外径mm | T/SSEA 0249—2022 | 符合T/SSEA 0249—2022中6.1表1高级要求，见附录E | 符合T/SSEA 0249—2022中6.1表1普通级要求，见附录E | | 目视、合适的量具 |
| 16 | 公称壁厚mm | T/SSEA 0249—2022 | 符合T/SSEA 0249—2022中6.1表1高级要求，见附录E | 符合T/SSEA 0249—2022中6.1表1普通级要求，见附录E | | 目视、合适的量具 |
| 17 | 最小壁厚 mm | T/SSEA 0249—2022 | 符合T/SSEA 0249—2022中6.1表2高级要求，见附录F | 符合T/SSEA 0249—2022中6.1表2普通级要求，见附录F | | 目视、合适的量具 |
| 18 | 不圆度和壁厚不均 | T/SSEA 0249—2022 | 无缝管的不圆度和壁厚不均应不超过外径和壁厚公差的80%，与高级外径、壁厚公差水平相对应 | 无缝管的不圆度和壁厚不均应不超过外径和壁厚公差的80%，与普通级外径、壁厚公差水平相对应 | | 目视、合适的量具 |
| 19 | 每米弯曲度mm/m | T/SSEA 0249—2022 | 无缝管的每米弯曲度应不大于1.0mm | 无缝管的每米弯曲度应不大于1.2mm | 无缝管的每米弯曲度应不大于1.5mm | 目视、合适的量具 |
| 20 | 全长弯曲度mm | T/SSEA 0249—2022 | 无缝管的全长弯曲度应不大于无缝管长度的0.08% | 无缝管的全长弯曲度应不大于无缝管长度的0.09% | 无缝管的全长弯曲度应不大于无缝管长度的0.10% | 目视、合适的量具 |
| 21 | 非金属夹杂物 | T/SSEA 0249—2022 | 无缝管的A类细系不大于2.0级、粗系不大于1.5级，B类、D类细系和粗系不大于1.5级，C类细系和粗系不大于1.0级，DS类夹杂物应不大于2.0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6.0级 | | 无缝管的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 | GB/T 10561—2023 |
| 22 | 渗透检测 | T/SSEA 0249—2022 | 无缝管的外表面、端部及可达内表面进行渗透检验 | 无缝管表面缺陷修磨处进行渗透检验 | — | NB/T 47013.5—2015 |
| 23 | 创新性指标 | 高温规定塑性延伸强度*R*p0.2/MPa | 市场需求 | 提供不少于3个温度的数据，符合附录G要求 | — | — | GB/T 228.2 |
| 24 | 高温持久强度  *Rm*/MPa | 市场需求 | 提供不少于3000h的持久强度，强度不低于已公开的数据 | — | — | GB/T 2039 |

6评价方法及等级划分

1. 6.1 对无缝管产品企业标准的全部指标进行综合评价，评价结果划分为先进水平（5星级）、平均水平（4星级）、基准水平（3星级），划分依据见表2。
2. 6.2综合评价满足表1中先进水平要求的企业标准为先进水平（5星级），企业标准进入所对应无缝管产品的企业标准“领跑者”入围名单。
3. 6.3综合评价满足表1中平均水平要求的企业标准为平均水平（4星级）。
4. 6.4综合评价满足表1中基准水平要求的企业标准为基准水平（3星级）。

表2指标评价要求及等级划分

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 标准等级 | 满足条件 | | | |
| 先进水平  （5星级） | 基本要求 | 基础指标要求 | 核心指标先进水平（5星级）要求 | 满足1项创新性指标（5星级）要求 |
| 平均水平  （4星级） | 核心指标平均水平（4星级）要求 | — |
| 基准水平  （3星级） | 核心指标基准水平（3星级）要求 | — |

**附　录　A**

（资料性）

化学成分

A.1 化学成分

无缝管的化学成分应符合表A.1的规定。

表A.1 化学成分

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 化学成分（质量分数）/% | | | | | | | | |
| C | Mn | Si | P | S | Cr | Fe | Co | Mo |
| GH4750 | 0.010~0.060 | ≤0.20 | ≤0.150 | ≤0.010 | ≤0.001 | 23.00~25.50 | ＜0.50 | 10.00~14.50 | 0.30~3.50 |
| GH3617 | 0.050~0.150 | ≤1.00 | ≤1.00 | — | ≤0.015 | 20.00~24.00 | ≤3.00 | 10.00~15.00 | 8.00~10.00 |
| GH4070T | 0.030~0.080 | ≤0.30 | ≤0.30 | ≤0.020 | ≤0.010 | 19.00~22.00 | 25.00~29.00 | 1.00~3.00 | 0.30~0.70 |
| 07Cr22Ni25W3Cu3Co2NbN | 0.04~0.10 | ≤0.60 | ≤0.40 | ≤0.025 | ≤0.015 | 21.50~23.50 | 余 | 1.0~2.0 | — |
| 牌号 | Ti | Al | N | Cu | W | B | V | Nb | Ni |
| GH4750 | 1.00~2.50 | 1.00~2.50 | ≤0.0035 | ＜0.10 | 0.50~2.50 | 0.001~0.050 | ≤0.50 | 0.80~2.20 | 余 |
| GH3617 | ≤0.60 | 0.80~1.50 | — | ≤0.50 | — | ≤0.006 | — | — | ≥44.50 |
| GH4070T | 2.00~2.50 | 1.80~2.50 | ≤0.010 | — | ≤0.50 | 0.001~0.005 | — | ≤0.50 | 余 |
| 07Cr22Ni25W3Cu3Co2NbN | — | — | 0.200~0.300 | 2.50~3.50 | 3.00~4.00 | 0.002~0.008 | — | 0.40~0.60 | 23.50~26.50 |

**附　录　B**

（资料性）

力学性能

B.1 （固溶态）力学性能

（固溶态）无缝管的力学性能应符合表B.1的规定。

表B.1（固溶态）无缝管推荐热处理制度及力学性能

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 牌号 | 推荐热处理制度 | 力学性能 | | | 密度  ρ/（kg/dm3） |
| 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*/% |
| 不小于 | | |
| 1 | GH4750 | 1060~1180℃，急冷 | ≤900 | ≤540 | ≥40 | 8.1 |
| 2 | GH3617 | 1060~1180℃，急冷 | ≥665 | ≥240 | ≥35 | 8.4 |
| 3 | GH4070T | ①1080℃~1150℃，急冷  ②980℃~1050℃，急冷 | ≥600 | ≥260 | ≥30 | 7.9 |
| 4 | 07Cr22Ni25W3Cu3Co2NbN | 1180~1250℃，急冷 | ≥655 | ≥310 | ≥40 | 8.1 |

B.2（时效态）力学性能

（时效态）无缝管的力学性能应符合表B.2的规定。

表B.2 （时效态）无缝管推荐热处理制度及力学性能

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 牌号 | 推荐热处理制度 | 力学性能 | | |
| 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*/% |
| 不小于 | | |
| 1 | GH4750 | 760～816℃，保温时间≥4小时 | ≥1035 | ≥620 | ≥20 |
| 2 | GH4070T | ①600℃~700℃，保温时间：8h~20h；  ②750℃~820℃，保温时间：4h~8h | ≥900 | ≥500 | ≥20 |

**附　录　C**

（资料性）

液压试验

C.1 液压试验

C.1.1无缝管应逐根进行液压试验。试验压力按公式（1）计算。最大试验压力为20 MPa。在试验压力下，稳压时间应不少于10 s，无缝管不允许出现渗漏现象。

P=2SR/D....................................................................(1)

式中：

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

S——无缝管的壁厚，单位为毫米（mm）；

D——无缝管的公称外径，单位为毫米（mm)；

R——允许应力，无缝管为规定塑性延伸强度的70%，单位为兆帕（MPa）。

C.1.2供方可用自动电磁检测代替液压试验，验收等级应符合GB/T 40080的规定。

**附　录　D**

（资料性）

压扁试验

D.1 压扁试验

D.1.1（固溶态）无缝管应做压扁试验。

a）第一步是延性试验，试样压扁后的两平板间距为H按公式（2）计算。

H= (2)

式中：

H——两平板间的距离，单位为毫米（mm）；

S——无缝管的壁厚，单位为毫米（mm）；

D——无缝管的公称外径，单位为毫米（mm）；

α——单位长度变形系数为0.09；当S/D≥0.125时，α值应为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。

b）第二步是完整性试验（闭合压扁）。压扁继续进行，直到试样破裂或试样相对两壁相碰。在整个压扁试验期间，试样不应出现目视可见的分层、白点、夹杂。

D.1.2下述情况不应作为压扁试验合格与否的判定依据：

a) 试样内表面缺陷引起的裂缝或裂口；

b) 当S/D>0.1时，试样6点钟（底部）和12点钟（顶部）位置处内表面出现的裂缝和裂口。

D.1.3对D.1.2b有争议时，可将无缝管外壁车削使S/D缩小至0.1后进行压扁试验，试验方法、两平板间距离H（按车削后实际外径和壁厚计算）与判定要求应符合D.1.2的规定。

**附　录　E**

（资料性）

外径和公称壁厚的允许偏差

E.1外径和公称壁厚的允许偏差

无缝管外径和公称壁厚的允许偏差应符合表E.1的规定。

表 E.1无缝管外径和公称壁厚的允许偏差 单位为毫米

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 分类代号 | 制造方式 | 公称尺寸 | | 允许偏差 | |
| 普通级 | 高级 |
| W-H | 热挤压（轧） | 公称外径D | ≤140 | ±1.25%D | ±1.0%D |
| ＞140 | ±1.0%D | ±0.75%D |
| 公称壁厚S | ≤4 | ±0.45 | ±0.35 |
| ＞4 | ±12.5%S | ±10%S |
| W-C | 冷拔（冷轧） | 公称外径D | ≤25 | ±0.15 | ±0.10 |
| ＞25~40 | ±0.20 | ±0.15 |
| ＞40~50 | ±0.25 | ±0.20 |
| ＞50~60 | ±0.30 | ±0.25 |
| ＞60 | ±0.50%D | ±0.45%D |
| 公称壁厚S | ≤3.0 | ±0.3 | ±0.2 |
| ＞3.0 | ±10%S | ±7.5%S |

**附　录　F**

（资料性）

最小壁厚的允许偏差

F.1最小壁厚的允许偏差

无缝管最小壁厚的允许偏差应符合表F.1的规定。

表 F.1无缝管最小壁厚的允许偏差 单位为毫米

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 分类代号 | 制造方式 | 最小壁厚Smin | 允许偏差 | |
| 普通级 | 高级 |
| W-H | 热挤压（轧） | ≤4 | +0.9  0 | +0.7  0 |
| ＞4 | +25%Smin  0 | +20%Smin  0 |
| W-C | 冷拔（轧） | ≤3.0 | +0.6  0 | +0.4  0 |
| ＞3.0 | +20%Smin  0 | +15%Smin  0 |

**附　录　G**

（规范性）

高温规定塑性延伸强度

G.1 高温规定塑性延伸强度

无缝管的高温规定塑性延伸强度（Rp0.2）应符合表G.1的规定，其要求仅当合同有规定时适用。

表G.1 高温规定塑性延伸强度

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 牌号 | 高温规定塑性延伸强度  *Rp0.2*/MPa不小于 | | | | | | | | | | | | |
| 500 | 525 | 550 | 575 | 600 | 625 | 650 | 675 | 700 | 725 | 750 | 775 | 800 |
| 1 | GH4750a | 529 | 529 | 529 | 529 | 529 | 529 | 529 | 529 | 529 | 522 | 508 | 489 | 463 |
| 2 | GH3617b | 162 | 161 | 161 | 161 | 161 | 161 | 161 | 161 | 161 | 161 | 161 | 161 | 159 |
| 3 | GH4070Ta | 485 | 485 | 485 | 485 | 485 | 481 | 477 | 471 | 464 | 455 | 446 | 434 | 421 |
| 4 | GH4070Tb | 207 | 207 | 207 | 207 | 207 | 207 | 207 | 207 | 207 | 207 | 207 | 207 | 207 |
| 5 | 07Cr22Ni25W3Cu3Co2NbN b | 195 | — | — | — | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| a：时效状态  b：固溶状态 | | | | | | | | | | | | | | |

**附　录　H**

（资料性）

100 000h持久强度推荐数据

H.1 100 000h持久强度推荐数据

无缝管的100 000h持久强度推荐数据如表H.1所示。

表H.1 100 000 h持久强度推荐数据

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 牌号 | 在下列温度（℃）下的100000 h持久强度推荐数据  MPa | | | | | | |
| 500 | 550 | 600 | 650 | 700 | 750 | 800 |
| 1 | GH4750a | — | — | 494 | 331 | 209 | 123 | 66 |
| 2 | GH3617b | 462 | 299 | 194 | 126 | 81 | 53 | 34 |
| 3 | GH4070Ta b | — | — | — | 203 | 139 | 93 | 60 |
| 4 | 07Cr22Ni25W3Cu3Co2NbN b | 405 | 325 | 230 | 155 | 95 | 50 | 25 |
| a：时效状态  b：固溶状态 | | | | | | | | |