团体标准

液氢压力容器用不锈钢钢板和钢带

Stainless steel plate,sheet and strip for liguid hydrogen perssure vessel

XXXX-XX-XX发布

XXXX-XX-XX实施

ICS 77.140.50

CCS H 46

T/SSEA XXXX—2025

T/CSTA XXXX—2025

中国特钢企业协会

中关村不锈及特种合金新材料 发布

产业技术创新联盟

 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。使用许可可于发布机构获取。

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》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团体标准化工作委员会、中关村不锈及特种合金新材料产业技术创新联盟团体标准化工作委员会联合提出并归口。

本文件起草单位：山西太钢不锈钢股份有限公司、冶金工业规划研究院

本文件主要起草人：

液氢压力容器用不锈钢钢板和钢带

1. 范围

本文件规定了液氢压力容器用不锈钢钢板的分类及代号、订货内容、制造工艺、技术要求、试验方法、检验规则、包装、标志和质量证明书。

本文件适用于液氢压力容器用不锈钢热轧单轧钢板、热连轧钢板及钢带、冷轧钢板和钢带（以下简称钢板和钢带）。

1. 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成为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 223.5 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 223.11 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 223.59 钢铁及合金 磷含量的测定 铋磷钼蓝分光光度法和锑磷钼蓝分光光度法

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 223.68 钢铁及合金化学分析方法 管式炉内燃烧后碘酸钾滴定法测定硫含量

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 713.1 承压设备用钢板和钢带 第1部分：一般要求

GB/T 713.7 承压设备用钢板和钢带 第7部分：不锈钢和耐热钢

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 4340.1 金属材料 维氏硬度试验 第1部分：试验方法

GB/T 6394 金属平均晶粒度测定方法

GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定

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 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 13305 不锈钢中α-相面积含量金相测定法

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)

1. 术语和定义

GB/T 713.1界定的术语和定义适用于本文件。

1. 分类和代号

按边缘状态可分为：

a) 切边，EC；

b) 不切边，EM。

1. 订货内容

按本文件订货的合同或订单应包括下列内容：

1. 本文件编号；
2. 产品名称；
3. 牌号或统一数字代号；
4. 尺寸及精度；
5. 交货的重量（数量）；
6. 表面加工类型；
7. 边缘状态；
8. 交货状态；
9. 特殊要求。
10. 制造工艺
    1. 制造方法
       1. 合金由氧气转炉或电炉冶炼，并采用炉外精炼工艺，经供需双方协商，并在合同中注明，也可采用其他冶炼方法。
       2. 连铸坯、钢锭的压缩比不小于3；电渣重熔坯的压缩比不小于2。
       3. 除非另有规定，钢板应是单轧钢板或连轧钢板，对于热处理交货的连轧钢板应在钢带热轧态开平后进行热处理，按照单张钢板进行交货。除非经需方同意，连轧钢板不应包含拼接焊缝。
    2. 交货状态

钢板和钢带经热轧或冷轧后，按照附录B进行热处理及酸洗或类似处理后交货。当进行光亮热处理时，可省去酸洗等处理。必要时可进行矫直、平整或研磨。

1. 技术要求
   1. 牌号和化学成分
      1. 钢的牌号和化学成分（熔炼分析）应符合表1的规定。
      2. 成品化学成分允许偏差应符合GB/T 222的规定。
      3. 钢的低温下马氏体自发转变温度应低于-254℃，推荐按式（1）计算：

MS（℃）=｛75×（14.6-Cr）+110×（8.9-Ni）+60×（1.33-Mn）+50×（0.47-Si）+3000×[0.068-（C+N）]-32｝/1.8.........................(1)

式中：Ms（℃ ）——低温下马氏体自发转变温度，单位为℃；

Ni—— 镍含量，质量分数 ( % ) ；

Cr —— 铬含量，质量分数 ( % ) ；

Mn—— 锰含量，质量分数 ( % ) ；

Si —— 硅含量，质量分数 ( % ) ；

C —— 碳含量，质量分数 ( % ) ；

N —— 氮含量，质量分数（ % ）。

* + 1. 本文件钢的牌号与其他文件相近钢牌号的对照参见附录A。

表1 牌号和化学成分（熔炼分析）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 统一数字代号 | 牌号 | 化学成分（质量分数）/% | | | | | | | | | |
| C | Si | Mn | P | S | Ni | Cr | Mo | N | Δa |
| S30403 | 022Cr19Ni10 | ≤  0.030 | ≤  0.75 | ≤  2.00 | ≤  0.030 | ≤  0.015 | 9.00~  12.00 | 18.00~  20.00 | — | 0.06~  0.10 | ≥0 |
| S30408 | 06Cr19Ni10 | ≤  0.08 | ≤  0.75 | ≤  2.00 | ≤  0.030 | ≤  0.015 | 9.00~  10.50 | 18.00~  20.00 | — | 0.06~  0.10 |
| S30453 | 022Cr19Ni10N | ≤  0.030 | ≤  0.75 | ≤  2.00 | ≤  0.030 | ≤  0.015 | 9.00~  11.00 | 18.00~  20.00 | — | 0.10~  0.16 |
| S30458 | 06Cr19Ni10N | ≤  0.08 | ≤  0.75 | ≤  2.00 | ≤  0.030 | ≤  0.015 | 9.00~  11.00 | 18.00~  20.00 | — | 0.10~  0.16 |
| S31603 | 022Cr17Ni12Mo2 | ≤  0.030 | ≤  0.75 | ≤  2.00 | ≤  0.030 | ≤  0.015 | 11.00~  14.00 | 16.00~  18.00 | 2.00~  3.00 | 0.06~  0.10 |
| S31608 | 06Cr17Ni12Mo2 | ≤  0.08 | ≤  0.75 | ≤  2.00 | ≤  0.030 | ≤  0.015 | 11.00~  14.00 | 16.00~  18.00 | 2.00~  3.00 | 0.06~  0.10 |
| S31653 | 022Cr17Ni12Mo2N | ≤  0.030 | ≤  0.75 | ≤  2.00 | ≤  0.030 | ≤  0.015 | 11.00~  13.00 | 16.00~  18.00 | 2.00~  3.00 | 0.10~  0.16 |
| S31658 | 06Cr17Ni12Mo2N | ≤  0.08 | ≤  0.75 | ≤  2.00 | ≤  0.030 | ≤  0.015 | 11.00~  13.00 | 16.00~  18.00 | 2.00~  3.00 | 0.10~  0.16 |
| a 奥氏体稳定系数Δ计算方法为：Δ=Ni+0.5Mn+35C-0.0833×(Cr+1.5Mo-20)2-12。 | | | | | | | | | | | |

* 1. 力学性能

钢板和钢带的力学性能应符合表2规定。推荐的热处理制度参加附录B。

表2 力学性能

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 统一数字代号 | 牌号 | 规定塑性延伸强度*Rp0.2/*MPa | 规定塑性延伸强度*Rp1.0/*MPa | 抗拉强度  *Rm*/MPa | 断后伸长率a  A/% | 硬度b | | |
| HBW | HRB | HV |
| 不小于 | | | | 不大于 | | |
| S30403 | 022Cr19Ni10 | 220 | 250 | 500~700 | 45 | 201 | 92 | 210 |
| S30408 | 06Cr19Ni10 | 230 | 260 | 520~720 | 45 | 201 | 92 | 210 |
| S30453 | 022Cr19Ni10N | 205 | 310 | 515 | 45 | 201 | 92 | 220 |
| S30458 | 06Cr19Ni10N | 240 | 310 | 550 | 45 | 201 | 92 | 220 |
| S31603 | 022Cr17Ni12Mo2 | 210 | 240 | 520~680 | 45 | 217 | 95 | 220 |
| S31608 | 06Cr17Ni12Mo2 | 220 | 260 | 520~680 | 45 | 217 | 95 | 220 |
| S31653 | 022Cr17Ni12Mo2N | 205 | 320 | 515 | 40 | 217 | 95 | 220 |
| S31658 | 06Cr17Ni12Mo2N | 240 | — | 550 | 35 | 217 | 95 | 220 |
| a 厚度不大于3mm时使用A50mm试样。  b 对于几种不同硬度的试验，可根据钢板的不同尺寸和状态按其中一种方法检验。 | | | | | | | | |

* 1. 冲击性能

7.4.1 对于厚度不小于6mm钢板应进行-196℃横向冲击试验，厚度小于6mm钢板不进行冲击试验。钢板的冲击性能（横向）应符合表3的规定。

表3 经固溶处理后奥氏体钢的冲击性能

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 试验温度  ℃ | 标准试样夏比冲击试验 | |
| 冲击吸收能量KV2/J | 侧向膨胀量LE/mm |
| -196 | ≥100 | ≥0.76 |
| 注：标准试样尺寸为10mm×10 mm×55 mm。 | | | |

7.4.2 经供需双方协商，可采用试验温度为-269℃进行横向冲击试验，其冲击吸收能量不应小于80J。

7.4.3 对厚度不小于12mm的钢材冲击试样尺寸应取10mm×10mm×55mm的标准试样。当钢板不足以制取标准试样时，可采用7.5mm×10mm×55mm或5mm×10mm×55mm的小尺寸试样，冲击吸收能量应分别为不小于表3规定值的75%或50%，试样的侧向膨胀量应满足表3的规定值。试样尺寸应优先选择较大的尺寸。

7.4.4 三个试样的冲击吸收能量平均值应满足规定，允许有一个试样的冲击吸收能量低于规定值，但不得低于规定值的70%。

* 1. 低温拉伸试验

经供需双方协商，可进行低温拉伸试验，试验温度和合格数值由双方协商确定。

* 1. 铁素体含量

钢板和钢带应按照GB/T 13305进行铁素体含量测定，铁素体含量应不大于3%。

* 1. 表面加工类型

钢板和钢带的表面加工类型见表4。

表4 表面加工类型

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 简称 | 加工类型 | 表面状态 | 备注 |
| 1E | 热轧、热处理、机械去除氧化皮 | 无氧化皮 | 机械去除氧化皮的方法（粗磨或喷丸）取决于产品种类，除另有规定外，由供方选择 |
| 1D | 热轧、热处理、酸洗 | 无氧化皮 | 适用于确保良好耐腐蚀性能的大多数钢的标准。是进 一步加工产品常用的精加工。允许有研磨痕迹 |
| 2D | 冷轧、热处理、酸洗或除鳞 | 表面均匀、呈亚光状 | 冷轧后热处理、酸洗或除鳞。亚光表面经酸洗产生。可用毛面辊进行平整。毛面加工便于在深冲时将润滑剂保留在钢板表面。这种表面适用于加工深冲部件，但这些部件成型后还需进行抛光处理 |
| 2B | 冷轧、热处理、酸洗或除鳞、光亮加工 | 较2D表面光滑平直 | 在2D表面的基础上，对经热处理、除鳞后的钢板用抛光辊进行小压下量的平整。属最常用的表面加工。除极为复杂的深冲外，可用于任何用途。 |
| BA | 冷轧、光亮退火 | 平滑、光亮、反光 | 冷轧后在可控气氛炉内进行光亮退火。通常采用干氢或干氢与干氮混合气氛，以防止退火过程中的氧化现象。也是后工序再加工常用的表面加工。 |

* 1. 表面质量
     1. 热轧单轧钢板、热连轧钢板及钢带不应存在有影响使用的缺陷。经酸洗后的钢板及钢带表面不应有氧化皮及过酸洗。允许对钢板表面局部缺陷进行修磨消理，但应保证钢板的最小厚度。由于钢带一般没有除掉缺陷的机会，允许带有少量不正常的部分。
     2. 冷轧钢板不允许有影响使用的缺陷。允许有个别深度小于厚度公差之半的轻微麻点、擦划伤、压痕、凹坑、辊印和色差等不影响使用的缺陷。允许局部修磨，但应保证钢板最小厚度。
     3. 冷轧钢带不允许有影响使用的缺陷。允许有少量不正常的部分，对不经抛光的钢带，表面允许有个别深度小于厚度公差之半的轻微麻点、擦划伤、压痕、凹坑、辊印和色差。
     4. 冷轧钢带边缘应平整。切边钢带边缘不允许有深度大于宽度公差之半的切割不齐和大于钢带厚度公差的毛刺；不切边钢带不允许有大于宽度公差的裂边
  2. 尺寸及允许偏差
     1. 钢板和钢带的公称尺寸范围应符合表5的规定。根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，可供应其他尺寸的产品。
     2. 钢板和钢带的尺寸允许偏差应符合GB/T 713.7中相关规定 。

表5 公称尺寸范围及允许偏差 单位为毫米

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 产品类别 | 公称厚度 | 公称宽度 |
| 热轧单轧钢板 | 6.0~100.0 | 600~4800 |
| 热连轧钢板和钢带 | 2.00~14.0 | 600~2100 |
| 冷轧钢板和钢带 | 0.30~8.00 | 600~2100 |

* 1. 外形

钢板和钢带外形应符合GB/T 713.7中相关规定 。

* 1. 重量

钢板和钢带按实际重量交货。按理论计重时，钢的密度应符合附录C的规定。

* 1. 特殊要求

根据需方要求，经供需双方协商，可对钢板和钢带提出非金属夹杂物、晶间腐蚀试验、晶粒度等其他特殊要求。

1. 试验方法
   1. 钢的化学成分试验方法按GB/T 11170、GB/T 20123、GB/T 20124或通用方法的规定进行，但仲裁时应按GB/T 223.5、GB/T 223.11、GB/T 223.25、GB/T 223.28、GB/T 223.36、GB/T 223.59、GB/T 223.63、GB/T 223.68、GB/T 223.86的规定执行。
   2. 钢板和钢带的检验项目、取样方法及试验方法应符合表6的规定。

表6 检验项目、取样数量、取样方法及试验方法

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 检验项目 | 取样数量 | 取样方法 | 试验方法 |
| 1 | 化学成分 | 1个/炉 | GB/T 20066 | 见8.1 |
| 2 | 拉伸试验 | 1 | GB/T 2975横向 | GB/T 228.1 |
| 3 | 硬度试验 | 1 | GB/T 2975 | GB/T 230.1、GB/T 231.1、GB/T 4340.1 |
| 4 | 冲击试验 | 3 | GB/T 2975横向 | GB/T 229 |
| 5 | 铁素体含量 | 1 | GB/T 13305 | GB/T 13305 |
| 6 | 非金属夹杂物 | 1 | GB/T 10561 | GB/T 10561—2023中A法 |
| 7 | 晶间腐蚀试验 | 1 | 协商 | 协商 |
| 8 | 晶粒度 | 1 | GB/T 6394 | GB/T 6394 |
| 9 | 尺寸、外形 | 逐张 | — | GB/T 713.7 |
| 10 | 表面质量 | 逐张 | — | 目视 |

1. 检验规则
   1. 检查和验收

钢板和钢带的检查和验收由供方质量检验部门进行。

* 1. 组批规则

钢板和钢带应成批验收，每批由同一牌号、同一炉号、同一厚度、同一交货状态、同一热处理制度的钢板和钢带组成。每批钢板或钢带的重量应不超过40t。

* 1. 取样数量

钢板和钢带的取样数量应符合表6的规定。

* 1. 复验和判定规则

钢板和钢带的复验与判定应符合GB/T 713.1的规定。

* 1. 数值修约

数值判定采用修约值比较法进行修约，修约规则应符合GB/T 8170的规定。

1. 包装、标志和质量证明书

钢板和钢带的包装、标志和质量证明书应符合GB/T 713.1的规定。

附录 A

（资料性）  
国内外近似牌号对照

A.1 本文件牌号与国外近似牌号的对照参见表A.1。

表A.1本文件与其他文件的牌号对照

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 统一数字代号 | 本文件 | 美国文件 | 日本文件 | 欧洲文件 |
| 1 | S30403 | 022Cr19Ni10 | 304L | SUS304L | 1.4306 |
| 2 | S30408 | 06Cr19Ni10 | 304 | SUS304 | 1.4301 |
| 3 | S30453 | 022Cr19Ni10N | 304LN | SUS304LN | 1.4311 |
| 4 | S30458 | 06Cr19Ni10N | 304N | SUS304N1 | 1.4315 |
| 5 | S31603 | 022Cr17Ni12Mo2 | 316L | SUS316L | 1.4404 |
| 6 | S31608 | 06Cr17Ni12Mo2 | 316 | 316 | 1.4401 |
| 7 | S31653 | 022Cr17Ni12Mo2N | 316LN | SUS316LN | 1.4406 |
| 8 | S31658 | 06Cr17Ni12Mo2N | 316N | SUS316N | — |

附录 B

（资料性）  
推荐的热处理制度

B.1 推荐的热处理制度见表B.1。

表B.1推荐的热处理制度

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 统一数字代号 | 牌号 | 热处理温度计冷却方式 |
| S30403 | 022Cr19Ni10 | 1040℃~1090℃，水冷或其他方式快冷 |
| S30408 | 06Cr19Ni10 | 1040℃~1090℃，水冷或其他方式快冷 |
| S30453 | 022Cr19Ni10N | 1040℃~1090℃，水冷或其他方式快冷 |
| S30458 | 06Cr19Ni10N | 1040℃~1090℃，水冷或其他方式快冷 |
| S31603 | 022Cr17Ni12Mo2 | 1040℃~1090℃，水冷或其他方式快冷 |
| S31608 | 06Cr17Ni12Mo2 | 1040℃~1090℃，水冷或其他方式快冷 |
| S31653 | 022Cr17Ni12Mo2N | 1040℃~1090℃，水冷或其他方式快冷 |
| S31658 | 06Cr17Ni12Mo2N | 1040℃~1090℃，水冷或其他方式快冷 |

附录 C

(规范性)

不锈钢的密度值

C.1不锈钢的密度值见表C.1。

表C.1 不锈钢的密度值

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 牌号 | 密度（20℃）/（kg/dm3） |
| 1 | 022Cr19Ni10 | 7.93 |
| 2 | 06Cr19Ni10 | 7.93 |
| 3 | 022Cr19Ni10N | 7.93 |
| 4 | 06Cr19Ni10N | 7.93 |
| 5 | 022Cr17Ni12Mo2 | 8.00 |
| 6 | 06Cr17Ni12Mo2 | 8.00 |
| 7 | 022Cr17Ni12Mo2N | 8.00 |
| 8 | 06Cr17Ni12Mo2N | 8.00 |