



Q/YT

湖州永兴特种不锈钢有限公司企业标准

Q/YT 207—2023

真空绝热液氢压力容器用 不锈钢棒

stainless steel bar for vacuum-insulated liquid hydrogen pressure vessel

2023-02-25 发布

2023-03-01 实施

湖州永兴特种不锈钢有限公司 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：标准文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件在编制中遵循了 YB/T 2008—2007《不锈钢无缝钢管圆管坯》、GB/T 1220—2007《不锈钢棒》和 NB/T 47010—2017《承压设备用不锈钢和耐热钢锻件》标准的基本要求，根据 CGA G-5.6—2005 (R2013)《氢气管道系统》第一部分（《HYDROGEN PIPELINE SYSTEMS》FIRST EDITION）中的相关内容，结合真空绝热液氢压力容器用不锈钢棒的使用要求制定。本文件与 GB/T 1220—2007 相比，主要技术差别如下：

- 增加了奥氏体稳定性系数、低温下马氏体自发转变温度计算。
- 增加了-196℃冲击性能试验。
- 增加了-269℃冲击性能试验。
- 提高了化学成分、力学性能、低倍组织、非金属夹杂物、 α 相、晶粒度检验的要求。

本文件由湖州永兴特种不锈钢有限公司提出及归口。

本文件的技术要求由机械工业上海蓝亚石化设备检测所有限公司组织审查。

本文件经企业标准信息公共服务平台备案且自标准发布之日起有效期为4年。

本文件起草单位：湖州永兴特种不锈钢有限公司、永兴特种材料科技股份有限公司。

本文件主要起草人：陈根保、杨雪澜、王建勇、金卫强、代卫星、丁斌华、杜雯雯

本文件于2023年2月首次发布。



真空绝热液氢压力容器用不锈钢棒

1 范围

本文件规定了真空绝热液氢压力容器用不锈钢棒的钢号表示方法、规格、外形、订货内容、技术要求、试验方法、检验规则、包装、标志及质量证明书等内容。

本文件适用于直径不大于 400mm 的奥氏体不锈钢圆棒订货、生产和验收等要求。

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 223.5 钢铁及合金 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 223.58 钢铁及合金化学分析方法 亚砷酸钠-亚硝酸钠滴定法测定锰量
- 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铈磷钼蓝分光光度法
- 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 223.69 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 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 229 金属材料 夏比摆锤冲击试验方法
- GB/T 1979 结构钢低倍组织缺陷评级图
- 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 6394 金属平均晶粒度测定方法
- GB/T 7736 钢的低倍缺陷超声波检验法
- 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 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 15574 钢产品分类
- 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）



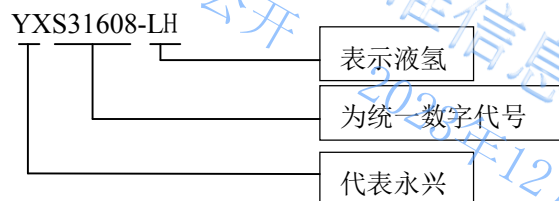
GB/T 20124 钢铁 氮含量的测定 惰性气体熔融热导法（常规方法）

GB/T 20878 不锈钢和耐热钢 牌号及化学成分

3 术语和定义

GB/T 20878 和 GB/T 15574 中界定的术语和定义适用于本文件。

4 钢号表示方法



5 订货内容

按本文件订货的合同或订单应包括下列内容：

- 标准编号；
- 产品名称；
- 钢号；
- 尺寸规格；
- 交货重量；
- 交货状态；
- 特殊要求。

6 尺寸、外形及重量

6.1 尺寸

6.1.1 热轧圆棒的直径为 16mm~130mm。

6.1.2 锻制圆棒的直径为 100mm~400mm。

6.1.3 热轧圆棒的尺寸及其允许偏差应符合表 1 的规定。

表 1 热轧圆棒的尺寸允许偏差

截面公称尺寸（圆钢直径）/mm	尺寸允许偏差/mm
$\geq 16 \sim 20$	± 0.35
$> 20 \sim 30$	± 0.40
$> 30 \sim 50$	± 0.50
$> 50 \sim 80$	± 0.70
$> 80 \sim 110$	± 1.00
$> 110 \sim 130$	± 1.30



6.1.4 锻制圆棒的尺寸及其允许偏差应符合表 2 的规定。

表 2 锻制圆棒尺寸允许偏差

截面公称尺寸（圆钢直径）/mm	尺寸允许偏差/mm
100	+3.0 -1.0
>100~120	+3.0 -1.5
>120~140	+3.5 -1.5
>140~160	+4.0 -2.0
>160~180	+5.0 -2.0
>180~200	+6.0 -2.0
>200~220	+6.0 -3.0
>220~240	+7.0 -3.0
>240~260	+8.0 -3.0
>260~300	+9.0 -3.0
>300~350	+10.0 -3.0
>350~400	+11.0 -3.0

6.1.5 圆棒的交货长度应为 3 000mm~12 000mm，需方特殊要求应在合同中注明。

6.2 外形

6.2.1 直径不大于 50mm 热轧圆棒的不圆度应不大于直径公差的 0.50 倍，直径大于 50mm 热轧和锻制圆棒的不圆度应不大于直径公差的 0.65 倍。

6.2.2 热轧圆棒的弯曲度应不大于 3mm/m，总弯曲度应不大于其长度的 0.3%；锻制圆棒的弯曲度应不大于 4mm/m，总弯曲度应不大于其长度的 0.4%。

6.2.3 热轧圆棒的端部切斜度应不大于公称直径的 0.15 倍，锻制圆棒的端部切斜度应不大于 8mm。

6.3 重量

圆棒按实际重量交货。

7 技术要求

7.1 化学成分

7.1.1 钢的化学成分（熔炼分析）应符合表 3 的规定。

7.1.2 圆棒的化学成分允许偏差应符合 GB/T 222 的规定



表 3 化学成分

钢号	化学成分（质量百分比）/%									
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	N	Δ
YXS31608-LH	0.05~ 0.08	≤ 0.75	≤ 2.00	≤ 0.030	≤ 0.015	16.00~ 18.00	10.80~ 14.00	2.00~ 3.00	0.06~ 0.10	≥0

注：奥氏体稳定性系数 Δ 应按式（1）计算。

7.1.3 产品质量证明书上的化学成分的实测值应进行奥氏体稳定性系数、低温下马氏体自发转变温度的计算，其计算和结果应符合下列规定：

a) 奥氏体稳定性系数 (Δ) 按式(1)计算，其计算结果应不小于 0；

$$\Delta = \text{Ni} + 0.5\text{Mn} + 35\text{C} - 0.0833(\text{Cr} + 1.5\text{Mo} - 20)^2 - 12 \dots\dots\dots (1)$$

式中：

Δ ——奥氏体稳定性系数；

Ni——镍含量，质量分数(%)；

Mn——锰含量，质量分数(%)；

C——碳含量，质量分数(%)；

Cr——铬含量，质量分数(%)；

Mo——钼含量，质量分数(%)。

b) 低温下马氏体自发转变温度按式（2）计算，其计算结果应不高于真空绝热液氢压力容器最低设计金属温度且不高于-254℃。

$$M_s (^\circ\text{C}) = \{ 75(14.6 - \text{Cr}) + 110(8.9 - \text{Ni}) + 60(1.33 - \text{Mn}) + 50(0.47 - \text{Si}) + 3000[0.068 - (\text{C} + \text{N})] - 32 \} / 1.8 \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$M_s (^\circ\text{C})$ ——奥氏体开始向马氏体转变的温度；

Cr——铬含量，质量分数(%)；

Ni——镍含量，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(%)。

7.2 冶炼方法

7.2.1 钢水采用电炉冶炼加炉外精炼。

7.2.2 当采用电渣重熔等其它冶炼方法，应经供需双方协商且在合同中注明。

7.3 交货条件

7.3.1 圆棒以热轧或锻制、固溶状态交货，特殊要求需在合同中注明。

7.3.2 当圆棒以固溶状态交货时，其力学性能符合 7.4 的规定。

7.3.3 管坯用圆棒以热轧或锻制状态交货，力学性能不作为交货条件。

7.4 力学性能

7.4.1 室温拉伸

圆棒应按 GB/T 228.1 的规定进行室温拉伸性能的检验，其结果应符合表 4 的规定。



7.4.2 冲击试验

圆棒应按 GB/T 229 的规定进行低温冲击性能检验，其冲击性能（纵向）应符合表 5 的规定。

表 4 圆棒的室温拉伸性能

规定非比例延伸强度 $R_{p0.2}/(\text{N/mm}^2)$	规定非比例延伸强度 $R_{p1.0}/(\text{N/mm}^2)$	抗拉强度 $R_m/(\text{N/mm}^2)$	断后伸长率 A/%	断面收缩率 Z/%
≥ 220	≥ 250	≥ 520	≥ 40	≥ 60

表 5 圆棒的低温冲击性能

数量	试验温度/℃	标准试样夏比冲击试验		备注
		吸收冲击能量 KV_2^{10} /J	侧膨胀值 LE /mm	
1 组（3 个）	-196	≥ 100	≥ 0.76	标准试样 10mm×10mm×55mm
1 组（3 个）	-269	≥ 80	≥ 0.53	
注： 1）1 组（3 个）试样的冲击吸收能量平均值应满足规定值，允许有 1 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%。 2）当低温冲击试验温度-269℃时，经供需双方协商。				

7.5 低倍组织

7.5.1 圆棒的低倍组织应按照 GB/T 226 进行检验，按照 GB/T 1979 进行评定，在圆棒横截面酸浸低倍组织试片上，不允许有目视可见的缩孔、分层、裂纹、气泡、夹杂和翻皮。

7.5.2 酸浸组织合格级别应符合表 6 的规定。

7.5.3 供方若能保证，允许采用超声波探伤法或其它无损探伤法代替低倍检验。

表 6 低倍组织合格级别

一般疏松	中心疏松	偏析
≤ 1.5	≤ 1.5	≤ 1.5

7.6 非金属夹杂物

根据需方要求，并在合同中注明，圆棒的非金属夹杂物按 GB/T 10561 中的 A 法检验，并按 GB/T 10561 中附录 A 规定的 A、B、C、D 评级图进行评级，其合格级别应符合表 7 规定：

表 7 非金属夹杂物合格级别

夹杂物类别							
A		B		C		D	
粗系	细系	粗系	细系	粗系	细系	粗系	细系
≤ 1.0	≤ 1.0	≤ 2.0	≤ 2.0	≤ 2.0	≤ 2.0	≤ 1.5	≤ 1.5

7.7 α 相

经供需双方协商，圆棒按 GB/T 13305 进行 α 相检验，直径不大于 150mm 的圆棒不大于 1.5 级合格；直径大于 150mm 且直径小于或等于 250mm 的圆棒不大于 2.0 级合格；直径大于 250mm 的圆棒提供实测数据。

7.8 晶粒度



圆棒应按 GB/T 6394 进行晶粒度检验，直径不大于 250mm 的圆棒奥氏体晶粒度应不小于 4 级；直径大于 250mm 且不大于 400mm 的圆棒奥氏体晶粒度应不小于 3 级。

8 试验方法

每批圆棒的检验项目、取样数量及试验方法应符合表 8 的规定。

表 8 圆棒检验项目、取样数量、取样部位及试验方法

序号	检验项目	取样数量	取样方法及部位	试验方法
1	化学成分	每炉 1 个	GB/T 20066	GB/T 223、GB/T 11170 GB/T 20123、GB/T 20124
2	拉伸试验	每批 2 个	不同根圆棒，	GB/T 228.1
3	冲击试验	每批 2 个	GB/T 2975	GB/T 229
4	低倍组织	每批 2 个	相当于钢锭头部的不同根圆棒； 连铸钢在任意不同根圆棒	GB/T 226、GB/T 1979 GB/ T7736
5	非金属夹杂物	每批 2 个	相当于钢锭头部的不同根圆棒 1/2 半径处；连铸钢在任意不同根圆棒 1/2 半径处	GB/T 10561
6	α 相	每批 2 个	相当于钢锭头部的不同根圆棒 1/2 半径处；连铸钢在任意不同根圆棒 1/2 半径处	GB/T 13305
7	晶粒度	每批 2 个	不同根圆棒 1/2 半径处	GB/T 6394
8	尺寸、外形	逐根	—	卡尺、千分尺

9 检验规则

9.1 检查和验收

圆棒的检查和验收由供方质量部门进行。

9.2 组批规则

圆棒应按批进行检查和验收。每批应由同一炉号、同一钢号、同一尺寸、同一加工方法和同一交货状态的圆棒组成。采用电渣重熔冶炼的钢，在工艺稳定且能保证本标准各项技术要求的条件下，允许以自耗电极的熔炼母炉号组批发货，并在质量证明书中注明。

9.3 复验和判定规则

9.3.1 复验和判定规则应按 GB/T 2101 的有关规定。

9.3.2 供方若能保证圆棒合格时，对同一炉号圆棒的力学性能、低倍组织、非金属夹杂物、 α 相、晶粒度的检验结果，允许以坯代材、以大代小。

10 包装、标志和质量证明书

圆棒的包装、标志和质量证明书除应符合 GB/T 2101 的规定外，质量证明书还需提供奥氏体稳定性系数 (A) 和低温下马氏体自发转变温度 (M_s) 的值。