

中华人民共和国能源行业标准

NB/T 47019.2—2021
代替 NB/T 47019.2—2011

锅炉、热交换器用管订货技术条件 第 2 部分：规定室温性能的非合金钢和合金钢

Purchase technical specification for boiler & heat exchanger tubes—
Part 2: Non-alloy and alloy steel with room temperature properties

2021-01-07 发布

2021-07-01 实施

国家能源局 发布

目 次

前言	28
1 范围	29
2 规范性引用文件	29
3 术语和定义	30
4 一般要求	30
5 尺寸和外形	30
6 技术要求	30
7 检验规则	34
8 运输包装、标志和质量证明书	35
附录 A (资料性) 管子的高温力学性能	36
附录 B (规范性) 10 (HSC) 无缝换热管技术要求	37

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。

NB/T 47019—2021 涵盖了锅炉、热交换器等承压设备中常用的钢管和有色金属管的订货技术条件，主要分为以下9个部分：

- 第1部分：通则；
- 第2部分：规定室温性能的非合金钢和合金钢；
- 第3部分：规定高温性能的非合金钢和合金钢；
- 第4部分：低温用低合金钢；
- 第5部分：不锈钢；
- 第6部分：奥氏体-铁素体型双相不锈钢；
- 第7部分：铜和铜合金；
- 第8部分：钛和钛合金；
- 第9部分：镍和镍合金。

本文件为 NB/T 47019—2021《锅炉、热交换器用管订货技术条件》的第2部分。

本文件代替 NB/T 47019.2—2011《锅炉、热交换器用管订货技术条件 第2部分：规定室温性能的非合金钢和合金钢》。与 NB/T 47019.2—2011 相比，主要技术变化如下：

- 修改了钢的牌号和化学成分，增加了钢牌号 Q345B、Q345C、Q345D、12Cr9Mo、12Cr1Mo、10Cr9Mo1VNbN；
- 增加了铬钼钢的冶炼要求；
- 修改了热轧管坯制造方法应符合的标准；
- 修改了管子涡流检测、超声检测验收等级；
- 增加了资料性附录 A 管子的高温力学性能；
- 增加了 10（HSC）无缝换热管技术要求；
- 增加了 09CrCuSb 管子耐腐蚀性能试验方法和要求；
- 增加了 08Cr2AlMo 管子应力腐蚀试验要求。

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。

本文件由全国锅炉压力容器标准化技术委员会（SAC/TC 262）提出并归口。

本文件起草单位：江苏冠邦钢管有限公司、上海蓝滨石化设备有限责任公司、中石化广州工程有限公司、中国石化工程建设有限公司、江苏常宝普莱森钢管有限公司、上海石油化工换热设备工程技术研究中心、国家热交换器产品质量检验中心（上海）。

本文件主要起草人：孙登峰、张国信、张延丰、张迎恺、姚丽、周文学、戴建东、鲍贵斌、陈战杨、马一鸣、张向南。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

- 2011年首次发布为 NB/T 47019.2—2011；
- 本次为第一次修订。

锅炉、热交换器用管订货技术条件

第2部分：规定室温性能的非合金钢和合金钢

1 范围

本文件规定了非合金钢和合金钢无缝钢管的一般要求，尺寸和外形，技术要求，检验规则，运输包装、标志和质量证明书等订货技术要求。

本文件适用于规定室温性能要求的锅炉、热交换器用非合金钢和合金钢无缝钢管的订货。

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 150（所有部分） 压力容器

GB/T 223（所有部分） 钢铁及合金化学分析方法

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 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 1979 结构钢低倍组织缺陷评级图

GB/T 2102 钢管的验收、包装、标志和质量证明书

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 4157—2017 金属在硫化氢环境中抗硫化物应力开裂和应力腐蚀开裂的实验室试验方法

GB/T 4336 碳素钢和中低合金钢 多元素含量的测定 火花放电原子发射光谱法（常规法）

GB/T 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—2017 金属平均晶粒度测定方法

GB/T 7735—2016 无缝和焊接（埋弧焊除外）钢管缺欠的自动涡流检测

GB/T 8650 管线钢和压力容器钢抗氢致开裂评定方法

GB/T 10561—2005 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 12606—2016 无缝和焊接（埋弧焊除外）铁磁性钢管纵向和/或横向缺欠的全圆周自动漏

磁检测

GB/T 17395 无缝钢管尺寸、外形、重量及允许偏差

GB/T 20066 钢和铁 化学成分测定用试样的取样和制样方法

NB/T 47019.1 锅炉、热交换器用管订货技术条件 第1部分：通则

YB/T 4149 连铸圆管坯

YB/T 5137 高压用热轧和锻制无缝钢管圆管坯

3 术语和定义

NB/T 47019.1 界定的术语和定义适用于本文件。

4 一般要求

4.1 按本文件提供的管子，除应符合相应的国家标准规定外，还应符合 NB/T 47019.1 的规定。

4.2 按本文件订货时，应提供相应产品的技术标准号。

5 尺寸和外形

5.1 管子的外径和壁厚应符合 GB/T 17395 和本文件的规定。

5.2 根据需方要求，供需双方协商，可供应其他外径和壁厚的管子。

5.3 管子尺寸、外形的允许偏差应符合 NB/T 47019.1 的规定。

6 技术要求

6.1 管子的牌号和化学成分

6.1.1 管子的材料牌号和化学成分(成品分析)应符合表 1 的规定, 12CrMo、15CrMo、12Cr5MoI、12Cr5MoNT、12Cr9MoI、12Cr9MoNT、12Cr1Mo、12Cr2Mo1、10Cr9Mo1VNbN 牌号钢中 $N \leq 60 \times 10^{-6}$, $H \leq 3 \times 10^{-6}$, $O \leq 30 \times 10^{-6}$ 。

6.1.2 表 1 中成品分析 P 的允许正偏差应不超过 P 含量的 0.003%, S 的允许正偏差应不超过 S 含量的 0.002%。

6.2 制造方法

6.2.1 钢应采用电炉或氧气转炉加炉外精炼冶炼工艺。除 10、20、Q345B 外，其余牌号钢还需真空脱气处理，也可采用电渣重熔冶炼工艺。

6.2.2 管坯可采用连铸、模铸或热轧(锻)方法制造。连铸管坯应符合 YB/T 4149 的规定，管坯低倍组织检验应无中心裂纹、中间裂纹、皮下裂纹和皮下气泡等缺陷；热轧(锻)管坯应符合 YB/T 5137 的规定；模铸管坯(钢锭)按照热轧(锻)管坯的规定执行。

6.3 交货状态

6.3.1 管子在最后一道冷轧(拔)后，应按表 2 规定的热处理制度进行热处理后交货。如果用户要求，也可进行光亮热处理后交货。

6.3.2 管子热处理后(包括轧制前的母管)不应进行补焊。

6.4 力学性能

6.4.1 管子的室温力学性能应符合表 3 的规定。管子的拉伸试验应沿管子纵向取样；当管子不足以截取纵向试样时，应做全管子拉伸。

6.4.2 管子的冲击试样原则上取自交货状态的管子，如果交货状态的管子不能取样，可在母管或中间轧制管通过模拟管子的最终热处理后进行冲击试验，其冲击吸收能量应符合表 3 的规定。

6.4.3 管子的高温力学性能参见附录 A。

6.5 工艺性能

6.5.1 外径大于或等于 19mm，且壁厚不大于 10mm 的换热管应按 NB/T 47019.1 的规定进行压扁试验。压扁试验时，试样应一直压到平板间距离小于 H 值。压扁试验后试样弯曲处外侧不应出现裂缝和裂口。

6.5.2 换热管应按 NB/T 47019.1 的规定进行扩口试验，扩口后试样不应出现裂缝或裂口。

表 1 材料牌号和化学成分

序号	材料 牌号	化学成分 (质量分数)															
		C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	Nb	V	Cu	Al _t	Sb	W	Ti	Sn	P	S
1	10 ^a	0.07~ 0.13	0.17~ 0.37	0.35~ 0.65	≤0.20	≤0.15	≤0.25			≤0.20						0.025	0.015
2	20 ^a	0.17~ 0.23	0.17~ 0.37	0.35~ 0.65	≤0.20	≤0.15	≤0.25			≤0.20						0.025	0.015
3	Q345B	0.12~ 0.20	0.20~ 0.50	1.15~ 1.65	≤0.30	≤0.10	≤0.50	≤0.07	≤0.10							0.025	0.015
4	Q345C	0.12~ 0.20	0.20~ 0.50	1.15~ 1.65	≤0.30	≤0.10	≤0.50	≤0.07	≤0.10							0.025	0.010
5	Q345D	0.12~ 0.18	0.20~ 0.50	1.20~ 1.70	≤0.30	≤0.10	≤0.50	≤0.07	≤0.10							0.025	0.010
6	09CrCuSb	≤0.07	0.20~ 0.40	0.35~ 0.65	0.90~ 1.10	0.20~ 0.30	≤0.25	≤0.25	≤0.10	0.45~ 0.55	0.18~ 0.20	0.18~ 0.20	0.10~ 0.20			0.025	0.010
7	08Cr2AlMo	0.05~ 0.10	0.15~ 0.40	0.20~ 0.50	2.25~ 2.50	0.60~ 0.70	≤0.25	≤0.10	≤0.10	0.30~ 0.50						0.015	0.010
8	12CrMo	0.08~ 0.15	0.17~ 0.37	0.40~ 0.70	0.40~ 0.70	0.40~ 0.55	≤0.30			≤0.20						0.025	0.015
9	15CrMo	0.12~ 0.18	0.17~ 0.37	0.40~ 0.70	0.80~ 1.10	0.40~ 0.55	≤0.30			≤0.20						0.025	0.015
10	12Cr5MoI、 12Cr5MoNT	0.08~ 0.15	≤0.50	0.30~ 0.60	4.00~ 6.00	0.45~ 0.60				≤0.20						0.025	0.015
11	12Cr9MoI (T9)、 12Cr9MoNT (T9)	0.08~ 0.15	0.25~ 1.00	0.30~ 0.60	8.00~ 10.00	0.90~ 1.10				≤0.20						0.020	0.010
12	12Cr1Mo (T11)	0.11~ 0.17	0.50~ 0.80	0.30~ 0.80	1.15~ 1.50	0.45~ 0.65	≤0.30			≤0.20						0.020	0.010
13	12Cr2Mo1 (T22)	≤0.15	≤0.50	0.30~ 0.60	2.00~ 2.50	0.90~ 1.10	≤0.30			≤0.20						0.020	0.010
14	10Cr9Mo1VNbN (T91)	0.07~ 0.14	0.20~ 0.50	0.30~ 0.60	8.00~ 9.50	0.85~ 1.05	≤0.40	0.06~ 0.10	0.18~ 0.25	≤0.20	≤0.020		Ti、Zr≤ 0.010		0.020	0.010	

^a Cr+Mo+Cu≤0.4%。

表2 管子的热处理制度

序号	材料牌号	热处理制度
1	10	正火：温度为 900℃~940℃
2	20	正火：温度为 890℃~920℃
3	Q345B	正火：温度为 900℃~930℃
4	Q345C	正火：温度为 900℃~930℃
5	Q345D	正火：温度为 900℃~930℃
6	09CrCuSb	正火
7	08Cr2AlMo	正火+回火（回火温度不低于 680℃）
8	12CrMo	正火+回火：正火温度为 900℃~960℃，回火温度为 670℃~730℃
9	15CrMo	正火+回火：正火温度为 900℃~960℃，回火温度为 680℃~730℃
10	12Cr5MoI	完全退火或等温退火，退火温度为 850℃~950℃
11	12Cr5MoNT	正火+回火：正火温度为 930℃~980℃，回火温度为 730℃~770℃
12	12Cr9MoI（T9）	完全退火或等温退火，退火温度为 950℃~980℃
13	12Cr9MoNT（T9）	正火+回火：正火温度为 890℃~950℃，回火温度为 720℃~800℃
14	12Cr1Mo（T11）	正火+回火：正火温度为 900℃~960℃，回火温度为 680℃~720℃
15	12Cr2Mo1（T22）	正火+回火：正火温度为 900℃~960℃，回火温度为 690℃~730℃
16	10Cr9Mo1VNbN（T91）	正火+回火：正火温度为 1 040℃~1 080℃，回火温度为 730℃~800℃

表3 管子的力学性能

序号	材料牌号	力学性能						硬度值 (HBW)
		抗拉强度 R_m /MPa	下屈服强度 R_{eL} 或规定非比例 延伸强度 $R_{p0.2}$ /MPa	断后伸长率 A /%		冲击吸收能量 KV_2 /J		
				纵向	横向	纵向	横向	
				不小于				不大于
1	10	335~475	205	25	23	40	27	
2	20	410~550	245	24	22	40	27	
3	Q345B	490~670	320	21	19	40	27	140
4	Q345C	490~670	320	21	19	40	27	140
5	Q345D	490~670	320	21	19	40	31	140
6	09CrCuSb	390~550	245	25	25	60	42	163
7	08Cr2AlMo	400~540	250	25	25	60	42	170
8	12CrMo	410~560	205	21	19	40	27	156

表 3 (续)

序号	材料牌号	力学性能						硬度值 (HBW)
		抗拉强度 R_m /MPa	下屈服强度 R_{eL} 或规定非比例 延伸强度 $R_{p0.2}$ /MPa	断后伸长率 A /%		冲击吸收能量 KV_2 /J		
				纵向	横向	纵向	横向	
				不小于				不大于
9	15CrMo	440~640	235	22	20	47	32	163
10	12Cr5MoI	390~565	195	22	20	47	32	170
11	12Cr5MoNT	480~640	280	20	18	47	32	—
12	12Cr9MoI (T9)	415~595	205	20	18	47	32	179
13	12Cr9MoNT (T9)	590~740	390	18	16	47	32	—
14	12Cr1Mo (T11)	415~560	275	22	20	47	32	163
15	12Cr2Mo1 (T22)	450~660	280	22	20	60	42	163
16	10Cr9Mo1VNbN (T91)	585~755	414	20	18	47	32	190

注：Q345C 冲击温度为 0℃，Q345D 冲击温度为 -20℃，其余管子冲击温度为 20℃。

6.6 水压试验

6.6.1 管子应逐根进行水压试验。试验压力按式(1)计算，最小试验压力不应低于 7MPa，最大试验压力不宜超过 20MPa，且不应超过材料最低屈服强度的 90%。在试验压力下，稳压时间不少于 10s，管子不应出现渗漏现象。

$$p=2SR/D \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

p ——试验压力，MPa（修约到最接近的 1MPa）；

S ——管子壁厚，mm；

D ——管子公称外径或计算外径，mm；

R ——允许应力，为表 3 规定下屈服强度或规定非比例延伸强度的 80%，MPa。

6.6.2 08Cr2AlMo、12CrMo、15CrMo、12Cr5MoI、12Cr5MoNT、12Cr9MoI、12Cr9MoNT、12Cr1Mo、12Cr2Mo1、10Cr9Mo1VNbN 牌号管子不应采用漏磁检测或涡流检测代替水压试验。

6.7 低倍检验

采用钢锭直接轧制的钢管应做低倍检验，钢管横截面酸浸试片不应有目视可见的白点、夹杂、翻皮、分层和皮下气泡。

6.8 非金属夹杂物检验

连铸坯或钢锭直接轧制的管子应做非金属夹杂物检验。管子的非金属夹杂物按 GB/T 10561—2005 中的 A 法标准评级图评级，A、B、C、D 各类夹杂物（粗系和细系）级别不应大于 1.5 级，A、B、C、D 各类夹杂物的粗系列级别总数和细系列级别总数不应大于 4.5 级；DS 类夹杂物不应大于 1.0 级。

6.9 无损检测

6.9.1 管子应逐根进行涡流检测,对比样管人工缺陷和验收等级应符合 GB/T 7735—2016 的规定。DN ≤25 的管子通孔直径为 0.8mm, DN>25 的管子验收等级应符合 E2H 级的规定;采用对比刻槽时管子验收等级应符合 E3 级的规定。

6.9.2 管子应逐根进行超声波探伤检测,超声检测对比样管纵向刻槽深度等级应符合 GB/T 5777—2019 中 U3 级(10、20、Q345 系列钢管)的规定,其余钢管应符合 U2.5 级的规定。

6.10 耐腐蚀性能试验

6.10.1 09CrCuSb 管子应进行耐腐蚀性能试验。每批在 2 根管子上各取 1 个长 10mm 的管子试样,在质量分数为 50%的 H₂SO₄ 溶液中、70℃±2℃ 的恒温条件下浸泡 24h 后,试样的腐蚀速率平均值不应大于 40g/m²·h。

6.10.2 根据需方要求并在合同中注明,08Cr2AlMo 管子可进行应力腐蚀试验。应力腐蚀试验方法和合格指标由双方协商确定。

6.11 技术要求

根据需方要求,经供需双方协商并在合同中注明,当优质碳素钢换热管用于湿硫化氢环境时,材料化学成分、力学性能和腐蚀试验等要求应符合附录 B 的规定。

6.12 表面质量

6.12.1 管子的内外表面应在充分照明条件下逐根目视检查表面质量。

6.12.2 管子的尺寸与外形应采用符合精度要求的量具逐根测量。

6.12.3 管子的内外表面不应有裂纹、折叠、斩折、离层和结疤。若有这些缺陷,应完全清除,清除厚度不应超过壁厚的 8%,缺陷清除处的实际壁厚不应小于壁厚所允许的最小值。

7 检验规则

7.1 管子的检查和验收应由制造商的质量部门进行。

7.2 管子按批进行检查和验收,同批管子应由同一牌号、同一炉号、同一规格、同一热处理制度的管子组成。每批管子的数量不应超过如下规定:

- a) 10、20、Q345B、Q345C、Q345D 牌号管子: 400 根;
- b) 其他牌号管子: 200 根。

7.3 管子的检验和试验项目、取样数量应符合表 4 的规定。

表 4 检验和试验项目、试验和取样方法、取样数量一览表

序号	试验项目	试验和取样部位	取样数量
规定的检验与试验项目			
1	成品分析	GB/T 223、GB/T 4336、GB/T 20066	每批 1 个试样
2	室温拉伸	GB/T 228.1、GB/T 2975	每批 2 根管子各取 1 个试样
3	冲击试验	GB/T 2975、GB/T 229	每批 2 根管子各取 1 组 3 个试样
4	硬度试验	GB/T 2975、GB/T 231.1	每批 2 根管子各取 1 个试样
5	压扁试验	GB/T 246	每批 2 根管子各取 1 个试样
6	扩口试验	GB/T 242	每批 2 根管子(压扁试验以外管子)各取 1 个试样

表 4 (续)

序号	试验项目	试验和取样部位	取样数量
规定的检验与试验项目			
7	水压试验	GB/T 241	逐根
8	漏磁检测	GB/T 12606—2016	逐根
9	低倍检验	GB/T 226、GB/T 1979	每炉 2 根管子各取 1 个试样
10	非金属夹杂物	GB/T 10561—2005	每炉 2 根管子各取 1 个试样
11	涡流检测	GB/T 7735—2016	逐根
12	超声检测	GB/T 5777—2019	逐根
13	耐腐蚀性能检验	6.10	每批 2 根管子各取 1 个试样为 1 组
14	表面质量	目视	逐根
15	尺寸检验	量具	逐根
约定的检验与试验项目			
1	应力腐蚀试验	双方协商	双方协商
2	熔炼分析	GB/T 223、GB/T 4336、GB/T 20066	每炉 1 个试样

7.4 管子的复验与判定规则应符合 GB/T 2102 的规定。

8 运输包装、标志和质量证明书

管子的运输包装、标志和质量证明书应符合 NB/T 47019.1 和 GB/T 2102 的规定。

附 录 A
(资料性)
管子的高温力学性能

管子的高温力学性能应符合表 A.1 的要求。

表 A.1 高温规定非比例延伸强度

序号	材料牌号	在下列温度(℃)下的 R_{eL} ($R_{p0.2}$)/MPa (不小于)									
		20	100	150	200	250	300	350	400	450	500
1	10	205	181	172	162	147	133	123	113	98	—
2	20	245	220	210	196	176	162	147	132	117	—
3	Q345B	320	290	270	250	230	210	195	185	175	—
4	Q345C	320	290	270	250	230	210	195	185	175	—
5	Q345D	320	290	270	250	230	210	195	185	175	—
6	09CrCuSb	245	220	205	190	—	—	—	—	—	—
7	08Cr2AlMo	250	225	210	195	185	175	—	—	—	—
8	12CrMo	205	181	172	162	152	142	132	123	118	113
9	15CrMo	235	210	196	186	176	162	152	142	137	132
10	12Cr5MoI	195	176	167	162	157	152	147	142	137	127
11	12Cr5MoNT	280	245	237	230	223	216	206	196	181	167
12	12Cr9MoI (T9)	207	186	180	178	177	175	171	165	154	140
13	12Cr9MoNT (T9)	390	363	348	334	330	326	322	316	311	290
14	12Cr1Mo (T11)	275	240	228	219	208	165	156	148	144	143
15	12Cr2MoI (T22)	280	255	245	235	230	225	220	215	205	194
16	10Cr9Mo1VNbN (T91)	414	384	378	377	377	377	371	358	337	306

附录 B

(规范性)

10 (HSC) 无缝换热管技术要求

B.1 总则

本附录规定了优质碳素钢钢管 10 (HSC) 用于湿硫化氢腐蚀环境的技术要求。需方也可规定不同于本附录的其他技术要求。

B.2 补充技术要求

B.2.1 换热管材料应采用电炉或氧气转炉、炉外精炼加真空脱气方法生产。

B.2.2 换热管的化学成分应符合表 B.1 的规定。

表 B.1 换热管材料的化学成分 (质量分数)

化学元素	10 (HSC) 成品分析
C	0.07~0.13
Si	0.17~0.33
Mn	0.35~0.52
P	≤0.012
S	≤0.003
Nb	≤0.04
Ti	≤0.020
Cu	≤0.20
Cr	0.20~0.50
Ni	≤0.10
Mo	0.15~0.25

注：应添加稀土元素 (Re) 改善其耐蚀性能。

B.2.3 换热管的力学性能应符合表 B.2 的规定。

表 B.2 换热管室温力学性能

钢号	力学性能					交货状态
	抗拉强度 R_m /MPa	屈服强度 R_{eL} /MPa	伸长率 A /% (横向)	冲击吸收能量 KV_2 /J (-30℃)	硬度 (HBW)	
10 (HSC)	335~475	≥205	≥26	(见注)	≤140	正火

注：3 个试样平均值不小于 35J，1 个试样最低值不小于 25J。如果成品换热管由于厚度原因不能取样，则可以在荒管或母管上取样。

B.2.4 其他性能要求如下：

a) 碳当量 CE (IIW) 应按式 (B.1) 计算且不应大于 0.35：

$$CEV=C+Mn/6+(Cr+Mo+V)/5+(Ni+Cu)/15\cdots\cdots\cdots (B.1)$$

b) 换热管 (钢锭) 晶粒度应符合 GB/T 6394—2017 的规定，晶粒度不大于 6 级；

c) 换热管 (钢锭) 非金属夹杂物按 GB/T 10561—2005 规定的 B 法、评级图 II 对粗、细级夹杂物分别进行评定，硫化物 (A 类)、氧化铝类 (B 类)、硅酸盐类 (C 类) 及球状氧化物类 (D 类)、单颗粒球状类 (DS 类) 均不应大于 1 级，且粗、细级应分别满足 $A+C \leq 2.0$ 、 $B+D \leq 2.0$ ，总数 $A+B+D+C+DS \leq 4.0$ 。

B.2.5 换热管应采用冷拔 (轧) 无缝方法制造，交货状态为正火。

B.2.6 换热管的试验要求：

a) 湿硫化氢环境用 10 (HSC) 换热管 (钢锭) 应按 GB/T 4157—2017 的规定进行抗硫化物应力开裂试验，试验方法为 A 法，其开裂门槛值应大于或等于 $0.8R_{p0.2}$ ；

b) 湿硫化氢环境用 10 (HSC) 换热管 (钢锭) 应按 GB/T 8650 的规定进行抗氢诱导开裂 (R-HIC) 试验，具体要求如下：取样部位为 $T \times 1/2T$ 处，锻件取样方向为切向，试样尺寸为 $20\text{mm} \times 20\text{mm} \times 100\text{mm}$ 。试剂为 $\text{pH}=3.0 \sim 4.5$ 的 H_2S 饱和 0.5% 醋酸 + 5% NaCl 混合溶液，试验结果应符合表 B.3 的规定。

表 B.3 抗氢诱导开裂 (R-HIC) 试验结果

开裂长度比 CLR	$\leq 5.0\%$
开裂厚度比 CTR	$\leq 1.5\%$
开裂敏感性比 CSR	$\leq 0.5\%$

B.2.7 换热管的其他要求应符合本文件的规定。

加入“常州精密钢管博客官方知识星球”即可免费下载所有的专业技术文档！

常州精密钢管博客 知识星球

专业的 钢铁知识 钢管知识 热处理知识 钢铁行业资讯 分享网站

官方网站: <http://www.josen.net>

微信扫码加入星球

 知识星球

