

ICS 27.060.30

CCS J 75

# NB

# 中华人民共和国能源行业标准

NB/T 47019.4—2021

代替 NB/T 47019.4—2011

---

## 锅炉、热交换器用管订货技术条件 第4部分：低温用低合金钢

Purchase technical specification for boiler & heat exchanger tubes—  
Part 4: Low alloy steel for low-temperature service

2021-01-07 发布

2021-07-01 实施

---

国家能源局 发布

## 目 次

前言	70
1 范围	71
2 规范性引用文件	71
3 术语和定义	71
4 一般要求	71
5 尺寸和外形	72
6 技术要求	72
7 其他要求	74
8 检验规则	74
9 运输包装、标志和质量证明书	75

## 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 4 部分。

本文件代替 NB/T 47019.4—2011《锅炉、热交换器用管订货技术条件 第 4 部分：低温用低合金钢》。与 NB/T 47019.4—2011 相比，主要技术变化如下：

- 增加了钢的冶炼要求；
- 增加管坯的制造方法与符合标准；
- 修改了管子的力学性能；
- 增加了管子低温冲击试验的取样时机；
- 修改了管子的低温冲击性能；
- 增加了 09MnNiD、08Ni3MoD 管子剩磁检测要求；
- 增加了管子涡流检测要求；
- 修改了管子超声检测验收等级；
- 规定了 4 个低温等级的钢牌号。

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：中石化广州工程有限公司、上海蓝滨石化设备有限责任公司、江苏冠邦钢管有限公司、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。

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

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 47019.4—2011；
- 本次为第一次修订。

# 锅炉、热交换器用管订货技术条件

## 第4部分：低温用低合金钢

### 1 范围

本文件规定了低温用低合金钢钢管的一般要求，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。

本文件适用于规定低温性能要求的锅炉、热交换器用低合金钢无缝管的订货。

### 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 222 钢的成品化学成分允许偏差

GB/T 223（所有部分） 钢铁及合金化学分析方法

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 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 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 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 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 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 按本文件要求供货的管子，除应符合本文件的规定外，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 的要求。

## 6 技术要求

### 6.1 管子的牌号和化学成分

6.1.1 材料牌号和化学成分（成品分析）应符合表 1 的规定。

6.1.2 表 1 中成品分析 P 的允许正偏差为 0.003%，S 的允许正偏差为 0.002%。

6.1.3 当需方有要求时，制造商还应提供管子的熔炼分析。成品管子的化学成分允许偏差应符合 GB/T 222 的规定。

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	V	Nb	Ni	Al <sub>s</sub>	P	S
												不大于
1	Q345E <sup>a</sup>	0.12~ 0.18	0.20~ 0.50	1.20~ 1.70	≤0.25	≤0.10	≤0.15	≤0.07	≤0.50	—	0.020	0.008
2	09MnD	≤0.12	0.15~ 0.35	1.35~ 1.50	—	—	—	—	—	≥0.015	0.015	0.008
3	09MnNiD	≤0.12	0.15~ 0.35	1.35~ 1.50	—	—	≤0.05	≤0.05	0.50~ 0.85	≥0.015	0.015	0.008
4	08Ni3MoD	≤0.10	0.15~ 0.35	0.30~ 0.65	—	0.05~ 0.12	≤0.05	—	3.25~ 3.75	—	0.015	0.005

<sup>a</sup> 化学成分还应满足 Cr+Mo+V≤0.4%的要求。

### 6.2 制造方法

6.2.1 钢的冶炼工艺应采用电炉或氧气转炉冶炼，并经炉外精炼和真空处理。

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 管子在最后一道冷拔（轧）后，应按表 2 规定的热处理制度进行热处理后交货。管子的热处理制度填写在质量证明书中。

表 2 管子的热处理制度

序号	材料牌号	热处理制度
1	Q345E	正火：温度为 880℃~940℃
2	09MnD	正火：温度为 880℃~940℃
3	09MnNiD	正火：温度为 890℃~940℃
4	08Ni3MoD	正火+回火：正火温度为 830℃~880℃，回火温度为 580℃~640℃

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 管子的力学性能应符合表3的规定。

表3 交货状态和力学性能

序号	材料牌号	交货状态	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 $A/\%$
1	Q345E	正火	490~670	$\geq 320$	$\geq 21$
2	09MnD	正火	420~560	$\geq 270$	$\geq 25$
3	09MnNiD	正火	440~580	$\geq 280$	$\geq 24$
4	08Ni3MoD	正火+回火	450~620	$\geq 260$	$\geq 23$

6.4.2 管子的低温冲击试验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钢管的最终热处理后进行冲击试验。一组3个标准冲击试样的冲击吸收能量平均值应符合表4的规定，允许1个试样的冲击吸收能量低于规定值，但不应低于规定值的70%。

表4 低温冲击性能

序号	牌号	试验温度/ $^{\circ}\text{C}$	冲击吸收能量 $KV_2$ /J		侧膨胀值 $LE$ /mm
			纵向	横向	
1	Q345E	-40	$\geq 55$	$\geq 40$	—
2	09MnD	-50	$\geq 55$	$\geq 40$	—
3	09MnNiD	-70	$\geq 55$	$\geq 40$	—
4	08Ni3MoD	-100	$\geq 55$	$\geq 40$	0.64

6.4.3 09MnNiD、08Ni3MoD 管子端部 300mm 内应逐根进行剩磁检测，不大于 50Gs。

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。

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。

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

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 不准许采用漏磁检测或涡流检测代替水压试验。

### 6.7 非金属夹杂物

连铸坯或钢锭直接轧制的钢管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 1.0 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 4.0 级；DS 类夹杂物不应大于 1.0 级。

### 6.8 无损检测

6.8.1 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。

6.8.2 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 U2 级的规定。

## 7 其他要求

7.1 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。

7.2 管子的尺寸与外形应采用符合精度要求的量具逐根测量。

## 8 检验规则

8.1 管子的检查和验收应由制造商的质量部门进行。

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

- a) 外径  $D \leq 25\text{mm}$ ：400 根；
- b) 外径  $D > 25\text{mm} \sim 51\text{mm}$ ：200 根；
- c) 外径  $D > 51\text{mm}$ ：100 根。

8.3 管子的检验和试验项目、取样数量应符合表 5 的规定。

8.4 管子的复验与判定规则应符合 GB/T 2102 的规定。

表 5 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	试验和取样方法	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	低温冲击试验	GB/T 229、GB/T 2975	每批 2 根坯料各取 1 组 3 个试样（管坯应模拟成品管热处理制度进行热处理后再加工成冲击试样）
4	剩磁检测	—	逐根
5	压扁试验	GB/T 246	每批 2 根管子（扩口试验以外钢管）各取 1 个试样
6	扩口试验	GB/T 242	每批 2 根管子（压扁试验以外钢管）各取 1 个试样
7	水压试验	GB/T 241	逐根

表 5 (续)

序号	试验项目	试验和取样方法	取样数量
规定的检验与试验项目			
8	涡流检测	GB/T 7735—2016	逐根
9	超声检测	GB/T 5777—2019	逐根
10	表面质量	目视	逐根
11	尺寸检验	量具	逐根
约定的检验与试验项目			
12	熔炼分析	GB/T 223、GB/T 4336、GB/T 20066	每炉 1 个试样

## 9 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。

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

