



中华人民共和国国家标准

GB/T 3087—2022

代替 GB/T 3087—2008

低中压锅炉用无缝钢管

Seamless steel tubes and pipes for low and medium pressure boiler

2022-04-15 发布



2022-11-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 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：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替 GB/T 3087—2008《低中压锅炉用无缝钢管》，与 GB/T 3087—2008 相比，除结构调整及编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 更改了规范性引用文件(见第 2 章,2008 年版的第 2 章)；
- b) 增加了“术语和定义”一章(见第 3 章)；
- c) 更改了冷拔(轧)钢管的外径允许偏差(见 5.2.1,2008 年版的 4.2.1)；
- d) 更改了热轧(扩)钢管的壁厚允许偏差(见 5.2.2,2008 年版的 4.2.2)；
- e) 更改了冷拔(轧)钢管的壁厚允许偏差(见 5.2.3,2008 年版的 4.2.2)；
- f) 更改了通常长度范围(见 5.3.1,2008 年版的 4.3.1)；
- g) 更改了定尺长度的允许偏差(见 5.3.2,2008 年版的 4.3.2)；
- h) 删除了管端切斜示意图(见 2008 版的 4.6.1)；
- i) 更改了钢的化学成分(见 6.1.1,2008 年版的 5.1.2)；
- j) 更改了管坯的制造方法(见 6.2.2,2008 年版的 5.2.2)；
- k) 更改了钢管的制造方法,删除了热扩钢管的定义(见 6.2.3,2008 年版的 5.2.3)；
- l) 更改了热轧(扩)钢管的交货状态(见 6.3.1、6.3.2,2008 年版的 5.3.1)；
- m) 更改了压扁试验要求(见 6.5.1,2008 年版的 5.5.1)；
- n) 更改了扩口试验要求(见 6.5.2,2008 年版的 5.5.2)；
- o) 更改了电磁检测代替液压试验的规定(见 6.6,2008 年版的 5.6)；
- p) 更改了超声检测的规定(见 6.9,2008 年版的 5.9)；
- q) 删除了组批规则中并批规定(见 2008 年版的 7.2.3)。

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。

本文件由中国钢铁工业协会提出。

本文件由全国钢标准化技术委员会(SAC/TC 183)归口。

本文件起草单位：鞍钢股份有限公司、衡阳华菱钢管有限公司、黄石市产品质量监督检验所、哈尔滨锅炉厂有限责任公司、东方电气集团东方锅炉股份有限公司、浙江泰富无缝钢管有限公司、靖江特殊钢有限公司、林州凤宝管业有限公司、德新钢管(中国)有限公司、内蒙古包钢钢联股份有限公司、江阴华润制钢有限公司、浙江伦宝金属管业有限公司、山东汇通工业制造有限公司、承德建龙特殊钢有限公司、冶金工业信息标准研究院。

本文件主要起草人：朴志民、翟利平、肖松良、成志敏、夏良伟、杨小川、毛飞、李飞、李静敏、陈冬、米永峰、顾玉萍、郑忠财、刘连会、冷永磊、李应雄、周慧敏、李洁、梁宝琦、姚勇、罗海炯、冯光体、常宏伟、李奇。

本文件于 1982 年首次发布,1999 年第一次修订,2008 年第二次修订,本次为第三次修订。

低中压锅炉用无缝钢管

1 范围

本文件规定了低中压锅炉用无缝钢管的订货内容、尺寸、外形、重量及允许偏差、技术要求、试验方法、检验规则、包装、标志和质量证明书。

本文件适用于制造低压和中压锅炉用优质碳素结构钢无缝钢管(以下简称“钢管”),其他管道用无缝钢管可参照本文件执行。



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 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 223.12 钢铁及合金化学分析方法 硫酸钠分离-二苯碳酸二胍光度法测定铬量
- GB/T 223.19 钢铁及合金化学分析方法 新亚铜灵-三氯甲烷萃取光度法测定铜量
- GB/T 223.23 钢铁及合金 镍含量的测定 丁二酮肟分光光度法
- GB/T 223.37 钢铁及合金 氮含量的测定 蒸馏分离靛酚蓝分光光度法
- 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铋磷钼蓝分光光度法
- 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 223.85 钢铁及合金 硫含量的测定 感应炉燃烧后红外吸收法
- 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 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 241 金属管 液压试验方法
- GB/T 242 金属管 扩口试验方法
- GB/T 244 金属材料 管 弯曲试验方法
- 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 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
- 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 3087—2022

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 30062 钢管术语

GB/T 40080 钢管无损检测 用于确认无缝和焊接钢管(埋弧焊除外)水压密实性的自动电磁检测方法

YB/T 4149 连铸圆管坯

YB/T 5222 优质碳素结构钢热轧和锻制圆管坯

3 术语和定义

GB/T 30062 界定的术语和定义适用于本文件。

4 订货内容

按本文件订购钢管的合同或订单应包括下列内容：

- a) 本文件编号；
- b) 产品名称；
- c) 钢的牌号；
- d) 尺寸规格；
- e) 订购的数量(总重量或总长度)；
- f) 交货状态；
- g) 特殊要求。

5 尺寸、外形、重量及允许偏差

5.1 外径和壁厚

钢管的公称外径(D)和公称壁厚(S)应符合 GB/T 17395 的规定。根据需方要求,经供需双方协商,可供应 GB/T 17395 规定以外尺寸的钢管。

5.2 外径和壁厚的允许偏差

5.2.1 钢管的外径允许偏差应符合表 1 的规定。

表 1 钢管的外径允许偏差

单位为毫米

制造方式	允许偏差
热轧(扩)钢管	$\pm 1\% D$ 或 ± 0.50 ,取其中较大者
冷拔(轧)钢管	$\pm 0.75\% D$ 或 ± 0.30 ,取其中较大者

5.2.2 热轧(扩)钢管的壁厚允许偏差应符合表 2 的规定。

表 2 热轧(扩)钢管壁厚允许偏差

制造方式	外径/mm	S/D	允许偏差/mm
热轧钢管	≤102	—	±12.5%S 或 ±0.40, 取其中较大者
	>102	≤0.05	±15%S 或 ±0.40, 取其中较大者
		>0.05~0.10	±12.5%S 或 ±0.40, 取其中较大者
		>0.10	+12.5%S -10%S
热扩钢管	所有规格	—	+17.5%S -12.5%S

5.2.3 冷拔(轧)钢管的壁厚允许偏差应符合表 3 的规定。

表 3 冷拔(轧)钢管壁厚允许偏差

单位为毫米

制造方式	壁厚	允许偏差
冷拔(轧)钢管	≤3	±12.5%S 或 ±0.15, 取其中较大者
	>3~10	+12.5%S -10%S
	>10	±10%S

5.2.4 根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,可供应表 1、表 2、表 3 规定以外尺寸允许偏差的钢管。

5.3 长度

5.3.1 通常长度

钢管的通常长度为 4 000 mm~12 000 mm。经供需双方协商,并在合同中注明,可供应通常长度以外的钢管。

5.3.2 定尺长度和倍尺长度

5.3.2.1 根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,钢管可按定尺长度或倍尺长度交货。

5.3.2.2 钢管的定尺长度允许偏差应符合下述规定:

- a) $D \leq 159$ mm 时, ${}^{+15}_0$ mm;
- b) $D > 159$ mm 时, ${}^{+30}_0$ mm。

5.3.2.3 倍尺长度每个切口应按下述规定留出余量:

- a) $D \leq 159$ mm 时, 5 mm~10 mm;
- b) $D > 159$ mm 时, 10mm~15 mm。

5.4 弯曲度

5.4.1 钢管的每米弯曲度应符合表 4 的规定。

5.4.2 钢管的全长弯曲度应不大于钢管长度的 0.15%, 且不大于 12 mm。

表 4 钢管的每米弯曲度

规格		每米弯曲度 mm/m
外径 mm	壁厚 mm	
<351	≤15	≤1.5
	>15~30	≤2.0
	>30	≤3.0
≥351	所有规格	

5.5 不圆度和壁厚不均

根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,钢管的不圆度和壁厚不均应分别不超过外径和壁厚公差的 80%。

5.6 端头外形



5.6.1 公称外径不大于 60 mm 的钢管,管端切斜应不超过 1.5 mm;公称外径大于 60 mm 的钢管,管端切斜应不超过钢管公称外径的 2.5%,且不超过 6 mm。

5.6.2 管端切口毛刺应予清除。

5.7 重量

5.7.1 钢管按实际重量交货,亦可按理论重量交货。钢管理论重量的计算按 GB/T 17395 的规定,钢的密度按 7.85 kg/dm³。

5.7.2 根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,交货钢管的实际重量与理论重量的偏差应符合如下规定:

- a) 单支钢管:±10%;
- b) 每批最小为 10 t 的钢管:±7.5%。

6 技术要求

6.1 钢的牌号和化学成分

6.1.1 钢的牌号和化学成分(熔炼成分)应符合表 5 的规定。

表 5 钢的牌号和化学成分

牌号	化学成分(质量分数) ^a /%							
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu
10	0.07~0.13	0.17~0.37	0.35~0.65	≤0.025	≤0.020	≤0.15	≤0.30	≤0.20
20	0.17~0.23	0.17~0.37	0.35~0.65	≤0.025	≤0.020	≤0.25	≤0.30	≤0.20

^a 氧气转炉冶炼的钢中氮含量(质量分数)应不大于 0.008%。供方能保证合格时,可不做分析。

6.1.2 当需方要求做成品分析时,应在合同中注明。成品钢管的化学成分允许偏差应符合 GB/T 222 的规定。

6.2 制造方法

6.2.1 钢的冶炼方法

钢应采用电弧炉加炉外精炼或氧气转炉加炉外精炼方法冶炼。经供需双方协商,并在合同中注明,可采用较高要求的其他冶炼方法制造。需方指定冶炼方法时,应在合同中注明。

6.2.2 管坯的制造方法

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;热轧(锻)管坯应符合 YB/T 5222 的规定;模铸管坯可参照热轧(锻)管坯的规定执行。

6.2.3 钢管的制造方法

钢管应采用热轧(扩)或冷拔(轧)无缝方法制造。需方指定钢管制造方法时,应在合同中注明。

6.3 交货状态

6.3.1 热轧(扩)钢管应以热轧(扩)或正火状态交货。

6.3.2 以热轧(扩)状态交货时,钢管的终轧(扩)温度应不低于相变临界温度(A_{r3})。

6.3.3 以正火状态交货时,对于热轧(扩)钢管,当其终轧(扩)温度不低于相变临界温度(A_{r3})且钢管是经过空冷时,则应认为钢管是经过正火的。

6.3.4 冷拔(轧)钢管应以正火状态交货。

6.4 力学性能

6.4.1 室温拉伸

交货状态钢管的室温纵向拉伸性能应符合表 6 的规定。

表 6 钢管的力学性能

牌号	抗拉强度(R_m) MPa	下屈服强度(R_{eL}) MPa		断后伸长率(A) %
		$S \leq 16$ mm	$S > 16$ mm	
		不小于		
10	335~475	205	195	24
20	410~550	245	235	20

6.4.2 高温拉伸

6.4.2.1 当需方在合同中注明钢管用于中压锅炉过热蒸汽管时,钢管的高温规定塑性延伸强度($R_{p0.2}$)应符合表 7 的规定,供方能保证时可不作检验。

6.4.2.2 根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明试验温度,钢管应做高温纵向拉伸试验,其对

应温度下的高温规定塑性延伸强度($R_{p0.2}$)应符合表 7 的规定。

表 7 钢管在高温下的规定塑性延伸强度

牌号	试样状态	规定塑性延伸强度($R_{p0.2}$)最小值					
		MPa					
		试验温度					
		200 °C	250 °C	300 °C	350 °C	400 °C	450 °C
10	交货状态	165	145	122	111	109	107
20		188	170	149	137	134	132

6.5 工艺性能

6.5.1 压扁

6.5.1.1 对于外径大于 22 mm~600 mm,且壁厚不大于 10 mm 的钢管应进行压扁试验。压扁试验两平板间距(H)按公式(1)计算。压扁试验后,试样不应出现裂缝或裂口。

$$H = \frac{(1 + \alpha)S}{\alpha + S/D} \dots\dots\dots(1)$$

式中:

H ——两平板间距,单位为毫米(mm);

S ——钢管公称壁厚,单位为毫米(mm);

D ——钢管公称外径,单位为毫米(mm);

α ——单位长度变形系数,0.08;当 $S/D \geq 0.125$ 时为 0.07。

6.5.1.2 当 $S/D > 0.1$ 时,试样 6 点钟(底)和 12 点钟(顶)位置处内表面的裂纹可不作为压扁试验合格与否的判定依据。

6.5.2 扩口

根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,对于壁厚不大于 10 mm 的钢管可做扩口试验。扩口试验顶芯角度为 60°,扩口后试样的外径扩口率应符合表 8 的规定,扩口后试样不应出现裂缝或裂口。

表 8 钢管外径扩口率

牌号	钢管外径扩口率/%		
	内径/外径		
	≤ 0.6	$> 0.6 \sim 0.8$	> 0.8
10	12	15	19
20	10	12	17

6.5.3 弯曲

外径不大于 22 mm 的钢管应做弯曲试验,弯曲角度为 90°,弯模半径为钢管外径的 6 倍,试样弯曲

后弯曲处不应出现裂缝或裂口。

6.6 液压

6.6.1 钢管应逐根进行液压试验。试验压力按式(2)计算,牌号为 10 的钢管最大试验压力为 7.0 MPa,牌号为 20 的钢管最大试验压力为 10.0 MPa。在试验压力下,稳压时间应不少于 5 s,钢管不应出现渗漏现象。

$$P = 2SR/D \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

P ——试验压力,单位为兆帕(MPa),当 $P < 7$ MPa 时,修约至最接近的 0.5 MPa;当 $P \geq 7$ MPa 时,修约至最接近的 1 MPa;

S ——钢管的公称壁厚,单位为毫米(mm);

R ——允许应力,取规定屈服强度的 60%,单位为兆帕(MPa);

D ——钢管的公称外径,单位为毫米(mm)。

6.6.2 供方可采用 GB/T 40080 规定的自动电磁检测代替液压试验。

6.7 低倍

采用钢锭直接轧制的钢管应进行低倍检验。钢管低倍检验横截面酸浸试片上不应有白点、夹杂、皮下气泡、翻皮和分层。

6.8 表面质量

6.8.1 钢管的内外表面不应有裂纹、折叠、结疤、轧折和离层。上述缺陷应完全清除,清除深度应不超过公称壁厚的 10%,清理处的实际壁厚应不小于壁厚允许的最小值,清除部位应圆滑过渡。

6.8.2 钢管内外表面直道(含非尖锐芯棒擦伤)深度应符合如下规定:

a) 对于冷拔(轧)钢管:不大于壁厚的 4%,且不超过 0.3 mm;

b) 对于热轧(扩)钢管:不大于壁厚的 5%,且不超过 0.5 mm。

6.8.3 不超过壁厚下偏差的其他局部缺欠允许存在。

6.9 超声检测

根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,钢管可进行超声检测,验收等级应符合 GB/T 5777—2019 中 U2.5 的规定。

7 试验方法



7.1 钢管化学成分分析的取样应遵守 GB/T 20066 的规定。化学成分分析通常遵守 GB/T 4336、GB/T 20123、GB/T 20124 或其他通用方法的规定,仲裁时应遵守 GB/T 223.5、GB/T 223.12、GB/T 223.19、GB/T 223.23、GB/T 223.37、GB/T 223.59、GB/T 223.63、GB/T 223.85、GB/T 223.86 的规定。

7.2 钢管的尺寸和外形应采用符合精度要求的量具逐根测量。

7.3 钢管的内外表面应在充分照明条件下逐根目视检查。

7.4 钢管其他检验项目的取样方法和试验方法应符合表 9 的规定。

表 9 钢管检验项目的取样数量、取样方法和试验方法

序号	检验项目	取样数量	取样方法	试验方法
1	化学成分	每炉取 1 个试样	GB/T 20066	7.1
2	室温拉伸	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 2975	GB/T 228.1
3	高温拉伸	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 2975	GB/T 228.2
4	压扁	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 246	GB/T 246
5	扩口	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 242	GB/T 242
6	弯曲	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 244	GB/T 244
7	液压	逐根	—	GB/T 241
8	电磁检测	逐根	—	GB/T 40080
9	低倍	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 226	GB/T 226
10	超声检测	逐根	—	GB/T 5777—2019

8 检验规则

8.1 检查和验收

钢管的检查和验收由供方技术质量监督部门进行。

8.2 组批规则

8.2.1 钢管应按批进行检查和验收。

8.2.2 若钢管在切成单根后不再进行热处理,则从一根管坯轧制的钢管截取的所有管段都应视为一根。

8.2.3 每批钢管应由同一牌号、同一炉号、同一规格和同一热处理制度(炉次)的钢管组成。每批钢管的数量应不超过如下规定:

- a) 外径不大于 76 mm 且壁厚不大于 3 mm:400 根;
- b) 外径大于 351 mm:50 根;
- c) 其他尺寸:200 根。

8.3 取样数量

每批钢管各项检验的取样数量应符合表 9 的规定。

8.4 复验与判定规则

钢管的复验与判定规则应符合 GB/T 2102 的规定。

9 包装、标志和质量证明书

钢管的包装、标志和质量证明书应符合 GB/T 2102 的规定。
