



中华人民共和国国家标准

GB 9948—2006
代替 GB 9948—1988

石油裂化用无缝钢管

Seamless steel tubes for petroleum cracking

(ISO 9329-2:1997, Seamless steel tubes for pressure purposes—
Technical delivery conditions—Part 2: Unalloyed and alloyed steels with
specified elevated temperature properties, NEQ)

2006-08-16 发布

2007-01-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

前 言

本标准的全部技术内容为强制性。

本标准对应于 ISO 9329-2:1997《压力用途的无缝钢管 交货技术条件 第2部分:规定高温性能的非合金钢和合金钢》(英文版)。一致性程度为非等效。

本标准自实施之日起,GB 9948—1988《石油裂化用无缝钢管》废止。

本标准与 GB 9948—1988 相比,主要变化如下:

- 修改标准的适用范围;
- 修改冷拔管的交货长度,规定了短尺管的交货数量;
- 修改各牌号的化学成分,取消了牌号 1Cr2Mo;
- 明确钢管的交货状态;
- 修改力学性能和工艺性能;
- 增加用钢锭轧制的钢管低倍检验要求及用连铸坯和钢锭轧制的钢管非金属夹杂物检验要求;
- 提高了冷拔管超声波检验级别。

本标准由中国钢铁工业协会提出。

本标准由全国钢标准化技术委员会归口。

本标准起草单位:鞍山钢铁集团公司。

本标准主要起草人:朴志民、张会轩。

本标准 1988 年首次发布。

石油裂化用无缝钢管

1 范围

本标准规定了石油裂化用无缝钢管的分类、代号、尺寸、外形、重量、技术要求、试验方法、检验规则、包装、标志和质量证明书。

本标准适用于石油化工用的炉管、热交换器管和压力管道用无缝钢管。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 222 钢的成品化学成分允许偏差

GB/T 223.3 钢铁及合金化学分析方法 二安替比林甲烷磷钼酸重量法测定磷量

GB/T 223.5 钢铁及合金化学分析方法 还原型硅钼酸盐光度法测定酸溶硅含量

GB/T 223.11 钢铁及合金化学分析方法 过硫酸铵氧化容量法测定铬量

GB/T 223.12 钢铁及合金化学分析方法 碳酸钠分离-二苯碳酰二肼光度法测定铬量

GB/T 223.13 钢铁及合金化学分析方法 硫酸亚铁铵滴定法测定钒含量

GB/T 223.14 钢铁及合金化学分析方法 钼试剂萃取光度法测定钒含量

GB/T 223.18 钢铁及合金化学分析方法 硫代硫酸钠分离-碘量法测定铜量

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 钢铁及合金化学分析方法 丁二酮肟分光光度法测定镍量

GB/T 223.24 钢铁及合金化学分析方法 萃取分离-丁二酮肟分光光度法测定镍量

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 223.26 钢铁及合金化学分析方法 硫氰酸盐直接光度法测定钼量

GB/T 223.27 钢铁及合金化学分析方法 硫氰酸盐-乙酸丁酯萃取分光光度法测定钼量

GB/T 223.37 钢铁及合金化学分析方法 蒸馏分离-靛酚蓝光度法测定氮量

GB/T 223.39 钢铁及合金化学分析方法 氯磺酚 S 光度法测定铌量

GB/T 223.40 钢铁及合金化学分析方法 离子交换分离-氯磺酚 S 光度法测定铌量

GB/T 223.53 钢铁及合金化学分析方法 火焰原子吸收分光光度法测定铜量

GB/T 223.54 钢铁及合金化学分析方法 火焰原子吸收分光光度法测定镍量

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 钢铁及合金化学分析方法 铈磷钼蓝光度法测定磷量

GB/T 223.60 钢铁及合金化学分析方法 高氯酸脱水重量法测定硅含量

GB/T 223.61 钢铁及合金化学分析方法 磷钼酸铵容量法测定磷量

GB/T 223.62 钢铁及合金化学分析方法 乙酸丁酯萃取光度法测定磷量

GB/T 223.63 钢铁及合金化学分析方法 高碘酸钠(钾)光度法测定锰量

GB/T 223.64 钢铁及合金化学分析方法 火焰原子吸收光谱法测定锰量

GB/T 223.67 钢铁及合金化学分析方法 还原蒸馏-次甲基蓝光度法测定硫量

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 钢铁及合金化学分析方法 管式炉内燃烧后气体容量法测定碳含量

- GB/T 223.71 钢铁及合金化学分析方法 管式炉内燃烧后重量法测定碳含量
GB/T 223.72 钢铁及合金化学分析方法 氧化铝色层分离-硫酸钡重量法测定硫量
GB/T 223.74 钢铁及合金化学分析方法 非化合碳含量的测定
GB/T 226 钢的低倍组织及缺陷酸蚀检验法
GB/T 228 金属材料 室温拉伸试验方法(GB/T 228—2002,eqv ISO 6892:1998)
GB/T 229 金属夏比缺口冲击试验方法(GB/T 229—1994,eqv ISO 83:1976、ISO 148:1983)
GB/T 231.1 金属布氏硬度试验 第1部分:试验方法(GB/T 231.1—2002,eqv ISO 6506-1:1999)
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 242—1997,eqv ISO 8493:1986)
GB/T 246 金属管 压扁试验方法(GB/T 246—1997,eqv ISO 8492:1986)
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 2975—1998,eqv ISO 377:1997)
GB/T 4336 碳素钢和中低合金钢 火花源原子发射光谱分析方法(常规法)
GB/T 5777 无缝钢管超声波探伤检验方法(GB/T 5777—1996,eqv ISO 9303:1989)
GB/T 7735 钢管涡流探伤检验方法(GB/T 7735—2004,ISO 9304:1989,MOD)
GB/T 10561—1989 钢中非金属夹杂物显微评定方法(eqv ISO 4967:1979)
GB/T 11170 不锈钢的光电发射光谱分析方法
GB/T 12606 钢管漏磁探伤方法(GB/T 12606—1999,eqv ISO 9402:1989)
GB/T 17395—1998 无缝钢管尺寸、外形、重量及允许偏差(neq ISO 1127:1992、ISO 4200:1991、ISO 5252:1991)
GB/T 17505 钢及钢产品交货一般技术要求(GB/T 17505—1998,neq ISO 404:1992)
GB/T 20066 钢和铁 化学成分测定用试样的取样和制样方法
YB/T 081 冶金技术标准的数值修约与检测数值的判定原则
YB/T 5137 高压用无缝钢管圆管坯

3 分类、代号

本标准的无缝钢管按产品制造方式分为两类,类别和代号为:

- a) 热轧(挤压、扩)钢管 WH;
- b) 冷拔(轧)钢管 WC。

4 订货内容

按本标准订购钢管的合同或订单应包括下列内容:

- a) 标准编号;
- b) 产品名称;
- c) 牌号;
- d) 订购的数量(总重量或总长度);
- e) 尺寸规格(外径×壁厚,单位为毫米)及精度等级;
- f) 制造方法;
- g) 特殊要求。

5 尺寸、外形、重量及允许偏差

5.1 外径和壁厚

5.1.1 钢管的外径和壁厚应符合 GB/T 17395—1998 中表 1 或表 3 的规定。根据需方要求,经供需双方协商,可供应其他外径和壁厚的钢管。

5.1.2 钢管外径和壁厚的允许偏差应符合表 1 的规定。当需方未在合同中注明钢管尺寸允许偏差级别时,钢管外径和壁厚的允许偏差应符合普通级的规定。

根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,可生产表 1 规定以外尺寸允许偏差的钢管。

表 1 钢管的外径和壁厚允许偏差 单位为毫米

分类代号	制造方式	钢管公称尺寸		允许偏差	
				普通级	高级
WH	热轧 (挤压) 钢管	外径 (D)	≤50	±0.50	±0.30
			>50~159	±1% D	±0.75% D
			>159	±1% D	±0.9% D
		壁厚 (S)	≤20	+15% S -10% S	±10% S
			>20	+12.5% S -10% S	±10% S
	热扩钢管	外径 (D)	全部	±1% D	
		壁厚 (S)	全部	±15% S	
WC	冷拔(轧) 钢管	外径 (D)	14~30	±0.20	±0.15
			>30~50	±0.30	±0.25
			>50	±0.75% D	±0.6% D
		壁厚 (S)	≤3.0	+12.5% S -10% S	±10% S
			>3.0	±10% S	±7.5% S

5.2 长度

5.2.1 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,可交付长度不小于 3 000 mm 的短尺钢管,但其重量不应超过该批钢管交货总重量的 5%。

5.2.2 定尺长度和倍尺长度

根据需方要求,并在合同中注明,钢管可按定尺长度或倍尺长度交货。钢管的定尺长度和倍尺总长度应在通常长度范围内,其允许偏差应符合如下规定:

- a) 长度≤6 000 mm,0~10 mm;
- b) 长度>6 000 mm,0~15 mm。

每个倍尺长度应按下述规定留出切口余量:

- a) 外径≤159 mm,5 mm~10 mm;
- b) 外径>159 mm,10 mm~15 mm。

5.3 弯曲度

钢管的弯曲度应不大于如下规定:

- a) 壁厚≤15 mm:1.5 mm/m;
- b) 壁厚>15 mm~30 mm:2.0 mm/m;
- c) 壁厚>30 mm 或外径≥351 mm:3.0 mm/m。

5.4 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%。

5.5 端头外形

钢管两端端面应与钢管轴线垂直,切口毛刺应予清除。

5.6 重量

钢管按实际重量交货,亦可按理论重量交货。优质碳素结构钢(10、20)、合金结构钢(12CrMo、15CrMo)和耐热钢(1Cr5Mo)钢管理论重量按 GB/T 17395—1998 的规定(钢的密度为 7.85 kg/dm³),奥氏体不锈钢(1Cr19Ni9、1Cr19Ni11Nb)钢管理论重量为按 GB/T 17395—1998 规定计算理论重量的 1.015 倍。

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

- a) 单根钢管:±10%;
- b) 每批最小为 10t 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 2 的规定。

表 2 钢的牌号和化学成分

牌号	化学成分(质量分数)/%								
	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	Nb	P	S
	不大于								
10	0.07~ 0.13	0.17~ 0.37	0.35~ 0.65	—	—	—	—	0.030	0.020
20	0.17~ 0.23	0.17~ 0.37	0.35~ 0.65	—	—	—	—	0.030	0.020
12CrMo	0.08~ 0.15	0.17~ 0.37	0.40~ 0.70	0.40~ 0.70	0.40~ 0.55	—	—	0.030	0.020
15CrMo	0.12~ 0.18	0.17~ 0.37	0.40~ 0.70	0.80~ 1.10	0.40~ 0.55	—	—	0.030	0.020
1Cr5Mo	≤0.15	≤0.50	≤0.60	4.00~ 6.00	0.45~ 0.60	≤0.60	—	0.030	0.020
1Cr19Ni9	0.04~ 0.10	≤1.00	≤2.00	18.00~ 20.00	—	8.00~ 11.00	—	0.030	0.020
1Cr19Ni11Nb	0.04~ 0.10	≤1.00	≤2.00	17.00~ 20.00	—	9.00~ 13.00	8C~ 1.00	0.030	0.020

6.1.2 钢中残余元素含量应符合表 3 的规定。

表 3 各牌号残余元素含量

牌号	残余元素(质量分数)/%				
	Ni	Cr	Cu	Mo	V
	不大于				
10	0.25	0.15	0.20	—	—
20	0.25	0.25	0.20	0.15	0.08
其他	0.30	0.30	0.20	—	—

6.1.3 用氧气转炉冶炼的钢的氮含量应不大于 0.008%。

6.1.4 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

优质碳素结构钢、合金结构钢应采用电炉、氧气转炉加炉外精炼或电渣重熔法冶炼。
不锈钢、耐热钢应采用电炉加炉外精炼或电渣重熔法冶炼。
经供需双方协商,也可采用其他冶炼方法。需方指定某一种冶炼方法时,应在合同中注明。

6.2.2 管坯的制造方法

管坯应采用热轧(锻)方法制造,热轧(锻)管坯应符合 YB/T 5137 的规定;也可采用连铸坯或钢锭。

6.2.3 钢管的制造方法

钢管应采用热轧(挤压、扩)或冷拔(轧)无缝方法制造。

6.3 交货状态

钢管应按表 4 规定的热处理制度(方式)热处理后交货。热处理制度(方式)应填写在质量证明书中。

表 4 钢管的热处理制度(方式)

牌 号	热处理制度
10	正火 ^a
20	正火 ^a
12CrMo	900℃~930℃正火,670℃~720℃回火,保温时间:周期式炉大于 2 h,连续炉大于 1 h
15CrMo	930℃~960℃正火,680℃~720℃回火,保温时间:周期式炉大于 2 h,连续炉大于 1 h
1Cr5Mo	退火
1Cr19Ni9	固溶处理:固溶温度≥1 040℃
1Cr19Ni11Nb	固溶处理:热轧(挤压、扩)钢管固溶温度≥1 050℃,冷拔(轧)钢管固溶温度≥1 095℃
^a 热轧钢管终轧温度符合正火温度时,可以代替正火。	

6.4 力学性能

交货状态钢管的室温纵向力学性能应符合表 5 的规定。

外径不小于 76 mm,且壁厚不小于 14 mm 的钢管应做纵向标准试样 V 型缺口冲击试验。冲击试验结果的评定按 GB/T 17505 的规定。

表 5 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 /%	冲击功 A_{KV} /J	布氏 硬度值 / HB
		钢管壁厚/mm					
		≤16	>16~30	>30			
		不小于					
10	335~475	205	195	185	25	35	—
20	410~550	245	235	225	24	35	—
12CrMo	410~560	205	195	185	21	35	156
15CrMo	440~640	235	225	215	21	35	170
1Cr5Mo	390~590	195	185	175	22	35	187
1Cr19Ni9	≥520	205	195	185	35	—	—
1Cr19Ni11Nb	≥520	205	195	185	35	—	—

6.5 液压试验

钢管应逐根进行液压试验,试验压力按式(1)计算,最大试验压力为 20 MPa。在试验压力下,稳压时间不少于 10 s,钢管不得出现渗漏现象。

$$P = 2SR/D$$

.....(1)

式中:

- P ——试验压力,单位为兆帕(MPa);
- 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);
- R ——允许应力,优质碳素结构钢和合金结构钢为表 5 规定的下屈服强度的 80%,不锈钢和耐热钢为表 5 规定的下屈服强度的 70%,单位为兆帕(MPa)。

供方可用涡流探伤或漏磁探伤代替液压试验。用涡流探伤时,对比样管人工缺陷应符合 GB/T 7735 中验收等级 A 的规定;用漏磁探伤时,对比样管外表面纵向缺口槽应符合 GB/T 12606 中验收等级 L4 的规定。

6.6 工艺性能

6.6.1 压扁试验

外径大于 22 mm~400 mm 的钢管应做压扁试验,试样压扁后平板间距离 H (单位为毫米)按式(2)计算:

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

.....(2)

式中:

- 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,10 钢为 0.09,20 钢、合金结构钢和耐热钢为 0.08,不锈钢为 0.09;当 $S/D \geq 0.125$ 时, α 值应减少 0.01。

压扁试验后,试样上不得有裂缝或裂口。

6.6.2 扩口试验

外径不大于 76 mm,且壁厚不大于 8 mm 的优质碳素结构钢和不锈钢钢管应做扩口试验。根据需方要求,经供需双方协商,合金结构钢钢管和耐热钢钢管也可做扩口试验。

扩口试验在室温下进行,顶芯锥度为 60°。扩口后试样的外径扩口率应符合表 6 的规定,扩口后试样不允许出现裂缝或裂口。

表 6 钢管外径扩口率

牌 号	钢管外径扩口率/%		
	内径/外径		
	≤0.6	>0.6~0.8	>0.8
10、20	10	12	17
12CrMo、15CrMo、1Cr5Mo	8	10	15
1Cr19Ni9、1Cr19Ni11Nb	12	15	20

6.7 低倍检验

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上不应有目视可见的白点、夹杂、皮下气泡、翻皮和分层。

6.8 非金属夹杂物

用连铸坯或钢锭直接轧制的钢管应做非金属夹杂物检验。钢管的非金属夹杂物按 GB/T 10561—1989 中的 A 法和 JK 标准评级图评级,A、B、C、D 各类夹杂物级别应各不大于 2.5 级,按其中最严重者判定。

6.9 表面质量

钢管的内外表面不允许有裂纹、折叠、结疤、轧折和离层。这些缺陷应完全清除,清除深度不应超过公称壁厚的负偏差,清理处的实际壁厚应不小于壁厚所允许的最小值。

在钢管的内外表面上直道的允许深度或高度应符合如下规定:

- a) 冷拔(轧)钢管:不大于公称壁厚的 4%,且最大为 0.2 mm;
- b) 热轧(挤压、扩)钢管:不大于公称壁厚的 5%,且最大为 0.4 mm。

不超过壁厚允许负偏差的其他局部缺陷允许存在。

6.10 无损检验

钢管应按 GB/T 5777 的规定逐根进行超声波探伤检验。对比样管外表面纵向刻槽深度等级为:冷拔(轧)钢管 C5,热轧(挤压、扩)钢管 C8。

经供需双方协商,可增做其他无损检验。

7 试验方法

7.1 钢管的尺寸和外形应采用符合精度要求的量具逐根测量。

7.2 钢管的内外表面应在充分照明条件下逐根目视检查。

7.3 钢管的其他检验应符合表 7 的规定。

表 7 钢管的检验项目、取样数量、取样方法和试验方法

序号	检验项目	试验方法	取样方法	取样数量
1	化学成分	GB/T 223 GB/T 4336 GB/T 11170	GB/T 20066	每炉(罐)取 1 个试样
2	拉伸试验	GB/T 228	GB/T 2975	每批在两根钢管上各取 1 个试样
3	硬度试验	GB/T 231.1	GB/T 2975	每批在两根钢管上各取 1 个试样

表 7 (续)

序号	检验项目	试验方法	取样方法	取样数量
4	冲击试验	GB/T 229	GB/T 2975	每批在两根钢管上各取 3 个试样
5	液压试验	GB/T 241	—	逐根
6	压扁试验	GB/T 246	GB/T 246	每批在两根钢管上各取 1 个试样
7	扩口试验	GB/T 242	GB/T 242	每批在两根钢管上各取 1 个试样
8	低倍检验	GB/T 1979	GB/T 226	每批在两根钢管上各取 1 个试样
9	非金属夹杂物检验	GB/T 10561—1989	GB/T 10561—1989	每批在两根钢管上各取 1 个试样
10	涡流探伤检验	GB/T 7735	—	逐根
11	漏磁探伤检验	GB/T 12606	—	逐根
12	超声波探伤检验	GB/T 5777	—	逐根

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监督部门进行。

8.2 组批规则

钢管按批检查和验收。每批应由同一牌号、同一炉(罐)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 ≤ 76 mm,且壁厚 ≤ 3 mm:400 根；
- b) 外径 > 351 mm:50 根；
- c) 其他尺寸:200 根。

8.3 复验与判定规则

钢管的复验与判定规则应符合 GB/T 2102 和 GB/T 17505 的规定。

8.4 数值修约

数值修约应符合 YB/T 081 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。
