

前 言

本标准非等效美国 ASTM A335—90《高温用铁素体合金钢无缝钢管规范》、ASTM A106—91《高温用碳素钢无缝钢管规范》、德国 DIN 17175—79《用耐热钢制成的无缝钢管》、ISO/DIS 9329-2:1992《压力用无缝钢管——交货技术条件 第2部分：规定高温性能非合金钢和合金钢(钢管)》等标准。

本标准比原国家标准增加了5个牌号。

本标准纳入了连铸坯或钢锭直接轧制高压锅炉管的生产方法。规定了用连铸坯或钢锭直接轧制高压锅炉管的钢必须经过炉外精炼。

本标准将U型冲击试验修订为V型冲击试验。

本标准修订了钢管的回火保温时间、压扁试验和无损检验等条款。

本标准的附录A、附录B是提示的附录，高温性能数据供设计、使用参考。

本标准1985年首次发布，本次为首次修订。

本标准从1996年3月1日起实施，本标准从实施之日起，同时代替GB 5310—85。

本标准由中华人民共和国冶金工业部提出。

本标准起草单位：成都无缝钢管厂、冶金工业部信息标准研究院。

本标准主要起草人：刘亚励、游克敏、李永泉、任刚。

中华人民共和国国家标准

GB 5310—1995

高压锅炉用无缝钢管

代替 GB 5310—85

Seamless steel tubes and pipes for high pressure boiler

1 范围

本标准规定了高压锅炉用无缝钢管的尺寸、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。

本标准适用于制造高压及其以上压力的蒸汽锅炉、管道等用的优质碳素结构钢、合金结构钢和不锈钢耐热钢无缝钢管。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

- GB 222—84 钢的化学分析用试样取样法及成品化学成分允许偏差
- GB 223.5—88 钢铁及合金化学分析方法 草酸-硫酸亚铁硅钼蓝光度法测定硅量
- GB/T 223.10—91 钢铁及合金化学分析方法 铜铁试剂分离-铬天青 S 光度法测定铝量
- GB/T 223.11—91 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—91 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 223.14—89 钢铁及合金化学分析方法 钽试剂萃取光度法测定钒量
- GB 223.17—89 钢铁及合金化学分析方法 二安替比林甲烷光度法测定钛量
- GB 223.19—89 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
- GB/T 223.23—94 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 223.26—89 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—94 钢铁及合金化学分析方法 硫氰盐酸-乙酸丁酯萃取分光光度法测定钼量
- GB 223.37—89 钢铁及合金化学分析方法 蒸馏分离-靛酚蓝光度测定氮量
- GB 223.40—85 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 223.41—85 钢铁及合金化学分析方法 离子交换分离-连苯三酚光度法测定钽量
- GB/T 223.44—94 钢铁及合金化学分析方法 氯化四苯肼-硫氰酸盐-三氯甲烷萃取分光光度法测定钨量
- GB 223.59—87 钢铁及合金化学分析方法 锑磷钼蓝光度法测定磷量
- GB 223.63—88 钢铁及合金化学分析方法 高碘酸钠(钾)光度法测定锰量
- GB 223.68—89 钢铁及合金化学分析方法 燃烧-碘酸钾容量法测定硫量
- GB 223.69—89 钢铁及合金化学分析方法 燃烧气体容量法测定碳量
- GB/T 223.75—91 钢铁及合金化学分析方法 甲醇蒸馏-姜黄素光度法测定硼量
- GB 224—87 钢的脱碳层深度测定法
- GB 226—91 钢的低倍组织及缺陷酸蚀检验法

- GB 228—87 金属拉伸试验方法
- GB 241—90 金属管液压试验方法
- GB 242—82 金属管扩口试验方法
- GB 246—82 金属管压扁试验方法
- GB 1979—80 结构钢低倍组织缺陷评级图
- GB 2102—88 钢管的验收、包装、标志和质量证明书
- GB/T 229—1994 金属夏比缺口冲击试验方法
- GB 3652—83 金属管材高温拉伸试验方法
- GB 4163—84 不锈钢管超声波探伤方法
- GB 5777—86 无缝钢管超声波探伤方法
- GB 6395—86 金属高温拉伸持久试验方法
- GB 6397—86 金属拉伸试验试样
- GB 7735—87 钢管涡流探伤方法
- GB 10561—89 钢中非金属夹杂物显微评定方法
- GB/T 12606—90 钢管及圆钢棒的漏磁探伤方法
- GB/T 13298—91 金属显微组织检验方法
- YB/T 5137—93 高压用无缝钢管圆管坯
- YB/T 5148—93 金属平均晶粒度测定方法

3 尺寸、外形及重量

3.1 外径和壁厚

3.1.1 热轧(挤、扩)和冷拔(轧)钢管的外径和壁厚应分别符合表 1 和表 2 的规定。根据需方要求,经供需双方协商,可供应表 1 和表 2 规定以外的其他规格的钢管。

表 1 热轧(挤、扩)钢管的外径和壁厚

公称外径 mm	公称壁厚,mm														
	2.0	2.5	2.8	3.0	3.2	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	(6.5)	7.0	(7.5)	8.0
	理论重量,kg/m														
22	0.986	1.20	1.33	1.41	1.48	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	1.13	1.39	1.53	1.63	1.72	1.86	—	—	—	—	—	—	—	—	—
28	—	1.57	1.74	1.85	1.96	2.11	—	—	—	—	—	—	—	—	—
32	—	—	2.02	2.15	2.27	2.46	2.76	3.05	3.33	—	—	—	—	—	—
38	—	—	2.43	2.59	2.75	2.98	3.35	3.72	4.07	4.41	—	—	—	—	—
42	—	—	2.71	2.89	3.06	3.32	3.75	4.16	4.56	4.95	5.83	—	—	—	—
48	—	—	3.12	3.33	3.54	3.84	4.34	4.83	5.30	5.76	6.21	6.65	7.08	—	—
51	—	—	3.33	3.55	3.77	4.10	4.64	5.16	5.67	6.17	6.66	7.13	7.60	8.05	8.48
57	—	—	—	—	—	4.62	5.23	5.83	6.41	6.98	7.55	8.09	8.63	9.16	9.67
60	—	—	—	—	—	4.88	5.52	6.16	6.78	7.39	7.99	8.53	9.15	9.71	10.26
76	—	—	—	—	—	6.26	7.10	7.93	8.75	9.56	10.36	11.14	11.91	12.67	13.42
83	—	—	—	—	—	—	7.79	8.71	9.62	10.51	11.39	12.26	13.12	13.96	14.80
89	—	—	—	—	—	—	8.38	9.38	10.36	11.33	12.28	13.22	14.15	15.07	15.98
102	—	—	—	—	—	—	—	10.82	11.96	13.09	14.20	15.31	16.40	17.48	18.54
108	—	—	—	—	—	—	—	11.49	12.70	13.90	15.09	16.27	17.43	18.59	19.73
114	—	—	—	—	—	—	—	—	13.44	14.72	15.98	17.23	18.47	19.70	20.91
121	—	—	—	—	—	—	—	—	14.30	15.67	17.02	18.35	19.68	20.99	22.29
133	—	—	—	—	—	—	—	—	15.78	17.29	18.79	20.28	21.75	23.21	24.66
146	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20.71	22.36	23.99	25.62	27.22
159	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	22.64	24.44	26.24	28.02	29.79
168	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25.89	27.79	29.68	31.56
194	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	32.28	34.49	36.69
219	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	39.12	41.63
245	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
273	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
299	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
325	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
351	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
377	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
426	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
450	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
480	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
530	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

注：括号内的尺寸不推荐使用。

GB 5310—1995

表 1(完)

公称外径 mm	公称壁厚,mm																
	26	28	30	32	(34)	36	38	40	(42)	45	(48)	50	56	60	63	(65)	70
	理论重量,kg/m																
22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
38	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
42	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
48	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
51	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
57	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
76	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
83	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
89	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
102	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
108	52.58	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
114	56.42	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
121	60.91	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
133	68.60	72.50	76.20	79.70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
146	76.94	81.48	85.82	89.96	93.91	97.65	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
159	85.27	90.45	95.43	100.22	104.81	109.19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
168	91.04	96.67	102.09	107.32	112.35	117.18	121.82	126.26	—	—	—	—	—	—	—	—	—
194	107.71	114.62	121.33	127.84	134.15	140.27	146.18	151.91	157.43	165.35	—	—	—	—	—	—	—
219	123.74	131.88	139.82	147.57	155.11	162.46	169.61	176.57	183.32	193.09	202.41	208.38	—	—	—	—	—
245	140.41	149.83	159.06	168.08	176.91	185.54	193.98	202.21	210.25	221.94	233.18	240.44	—	—	—	—	—
273	158.37	169.17	179.77	190.18	200.39	210.40	220.21	229.83	239.25	253.01	266.33	274.96	—	—	—	—	—
299	175.04	187.12	199.01	210.70	222.19	233.48	244.58	255.48	266.18	281.86	297.10	307.02	335.57	353.62	—	—	—
325	191.71	205.07	218.24	231.21	243.99	256.56	268.94	281.12	293.11	310.72	327.88	339.07	371.48	392.09	—	—	—
351	208.38	223.03	237.48	251.73	265.79	279.64	293.31	306.77	320.04	339.57	358.66	371.13	407.38	430.56	—	—	—
377	225.05	240.98	256.71	272.25	287.58	302.73	317.67	332.42	346.97	368.43	389.43	403.19	443.29	469.03	487.82	500.10	529.94
426	256.46	274.81	292.96	310.91	328.67	346.23	363.59	380.75	397.72	422.80	447.43	463.61	510.96	541.53	563.95	578.65	614.53
450	271.85	291.38	310.72	329.85	348.79	367.53	386.08	404.42	422.57	449.43	475.84	493.20	544.10	577.04	601.24	617.12	655.96
480	291.09	312.10	332.91	353.53	373.94	394.17	414.19	434.02	453.65	482.75	511.35	530.19	585.53	621.43	647.84	665.20	707.74
500	303.91	325.91	347.71	369.31	390.71	411.92	432.93	453.74	474.36	504.91	535.02	554.85	613.15	651.02	678.91	697.26	742.27
530	323.14	346.62	369.90	392.98	415.87	438.55	461.04	483.34	505.43	538.20	570.53	591.84	654.57	695.41	725.52	745.35	794.05
注: 括号内的尺寸不推荐使用。																	

表 2 冷拔(轧)钢管的外径和壁厚

公称外径 mm	公称壁厚,mm																
	2.0	2.2	2.5	2.8	3.0	3.2	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	9.0
	13	12	11	10	9.0	8.0	7.5	7.0	6.5	6.0	5.5	5.0	4.5	4.0	3.5	3.2	3.0
理论重量,kg/m																	
10	0.395	0.423	0.462	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	0.493	0.532	0.586	0.635	0.666	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	0.690	0.749	0.832	0.911	0.962	1.01	1.08	1.18	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22	0.986	1.07	1.20	1.33	1.41	1.48	1.60	1.78	1.94	2.10	2.24	—	—	—	—	—	—
25	1.13	1.24	1.39	1.53	1.63	1.72	1.86	2.07	2.27	2.47	2.64	2.81	—	—	—	—	—
28	1.28	1.40	1.57	1.74	1.85	1.96	2.11	2.37	2.61	2.84	3.05	3.26	3.45	3.62	—	—	—
32	1.48	1.62	1.82	2.02	2.15	2.27	2.46	2.76	3.05	3.33	3.59	3.85	4.09	4.32	4.53	4.73	—
38	1.78	1.94	2.19	2.43	2.59	2.75	2.98	3.35	3.72	4.07	4.41	4.73	5.05	5.35	5.64	5.92	6.44
42	—	—	2.44	2.71	2.89	3.06	3.32	3.75	4.16	4.56	4.95	5.33	5.69	6.04	6.38	6.71	7.32
48	—	—	2.80	3.12	3.33	3.54	3.84	4.34	4.83	5.30	5.76	6.21	6.65	7.08	7.49	7.89	8.66
51	—	—	2.99	3.33	3.55	3.77	4.10	4.64	5.16	5.67	6.17	6.66	7.13	7.60	8.05	8.48	9.32
57	—	—	3.36	3.74	3.99	4.25	4.62	5.23	5.83	6.41	6.98	7.55	8.09	8.63	9.16	9.67	10.65
60	—	—	—	—	4.22	4.48	4.88	5.52	6.16	6.78	7.39	7.99	8.58	9.15	9.71	10.26	11.32
63	—	—	—	—	4.44	4.72	5.14	5.82	6.49	7.15	7.80	8.43	9.06	9.67	10.26	10.85	11.98
70	—	—	—	—	4.96	5.27	5.74	6.51	7.27	8.01	8.75	9.47	10.18	10.88	11.56	12.23	13.54
76	—	—	—	—	—	—	—	7.10	7.93	8.75	9.56	10.36	11.14	11.91	12.67	13.42	14.87
83	—	—	—	—	—	—	—	7.79	8.71	9.62	10.51	11.39	12.26	13.12	13.96	14.80	16.42
89	—	—	—	—	—	—	—	8.38	9.38	10.36	11.33	12.28	13.22	14.15	15.07	15.98	17.76
102	—	—	—	—	—	—	—	—	10.82	11.96	13.09	14.20	15.31	16.40	17.48	18.54	20.64
108	—	—	—	—	—	—	—	—	11.49	12.70	13.90	15.09	16.27	17.43	18.59	19.73	21.97
114	—	—	—	—	—	—	—	—	12.15	13.44	14.72	15.98	17.23	18.49	19.70	20.91	23.30

3.1.2 外径和壁厚的允许偏差应符合表3的规定。

热扩管的尺寸允许偏差由供需双方协商。

根据需方要求,经双方协商,并在合同中注明,可生产表3规定以外偏差的钢管。

表3 外径和壁厚的允许偏差

钢管种类	钢管尺寸 mm		允许偏差	
			普通级	高级
热轧(挤)管	外径 D	≤ 159	$\pm 1.0\%$ (最小值为 ± 0.5 mm)	$\pm 0.75\%$ (最小值为 ± 0.3 mm)
		> 159	$\pm 1.0\%$	$\pm 0.90\%$
	壁厚 S	< 3.5	$+15\%$ (最小值为 $+0.48$ mm) -10% (— 0.32 mm)	$\pm 10\%$ (最小值为 ± 0.2 mm)
		$3.5 \sim 20$	$+15\%$ -10%	$\pm 10\%$
		> 20	$D < 219$ $\pm 10\%$	$\pm 7.5\%$
			$D \geq 219$ $+12.5\%$ -10.0%	$\pm 10\%$
冷拔(轧)管	外径 D	≤ 30	± 0.20 mm	± 0.15 mm
		$> 30 \sim 50$	± 0.30 mm	± 0.25 mm
		> 50	$\pm 0.8\%$	$\pm 0.6\%$
	壁厚 S	$2 \sim 3$	$+12\%$ -10%	$\pm 10\%$
		> 3	$\pm 10\%$	$\pm 7.5\%$

3.2 长度

3.2.1 通常长度

钢管的通常长度为4 000~12 000 mm。

经供需双方协商,可交付不超过该批钢管交货总重量5%的长度不小于3 000 mm的短尺钢管。

3.2.2 定尺和倍尺长度

定尺和倍尺长度应在通常长度范围内,全长允许偏差为 ± 20 mm。每个倍尺长度按下述规定留出切口余量:

$D \leq 159$ mm.....5~10 mm

$D > 159$ mm.....10~15 mm

3.3 弯曲度

钢管的弯曲度不得大于如下规定:

$S \leq 15$ mm.....1.5 mm/m

$S > 15 \sim 30$ mm.....2.0 mm/m

$S > 30$ mm.....3.0 mm/m

集箱管总弯曲度不得大于12 mm。

3.4 端头外形

钢管两端应切成直角,并清除毛刺。

3.5 椭圆度和壁厚不均

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

3.6 交货重量

3.6.1 钢管按实际重量交货,亦可按理论重量交货。

优质碳素结构钢管、合金结构钢管的理论重量见表 1 和表 2。钢管每米的理论重量(钢的密度为 7.85 kg/dm^3)按公式(1)计算:

$$W = 0.024\ 66(D - S)S \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中: W ——钢管每米理论重量,kg;

S ——钢管的公称壁厚,mm;

D ——钢管的公称外径,mm。

奥氏体不锈钢耐热钢管的理论重量为表 1 和表 2 中理论重量的 1.015 倍。

3.6.2 根据需方要求,经双方协商,并在合同中注明,交货钢管的实际重量与理论重量允许偏差为:

单根钢管..... $\pm 10\%$

每批最少为 10 t 的钢管..... $\pm 7.5\%$

3.7 标记示例

用 12Cr1MoVG 钢制造的外径 108 mm、壁厚 8 mm 的钢管:

a) 热轧(挤、扩)钢管,直径和壁厚为普通级精度、长度为 5 500 mm 倍尺,其标记为:

钢管 12Cr1MoVG-108 $\times$ 8 $\times$ 5 500 倍-GB 5310—1995

b) 冷拔(轧)钢管,直径为高级精度,壁厚为普通级精度,长度为 8 000 mm,其标记为:

钢管拔(轧)12Cr1MoVG-108 高 $\times$ 8 $\times$ 8000-GB 5310—1995

4 技术要求

4.1 钢的牌号和化学成分

4.1.1 钢的牌号和化学成分(熔炼分析)应符合表 4 的规定,钢管按熔炼成分验收。

4.1.2 如需方要求进行成品分析时,应在合同中注明。

成品钢管的化学成分允许偏差应符合 GB 222 的规定。

4.2 制造方法

4.2.1 钢的制造方法

钢可采用平炉、电炉制造或采用平炉、电炉、氧气转炉加炉外精炼制造;1Cr18Ni9、1Cr19Ni11Nb 和 10Cr9Mo1VNb 钢采用电炉加炉外精炼或电渣重熔法制造;直接采用钢锭或连铸坯轧管的钢必须经过炉外精炼;钢锭亦可采用电渣重熔法制造;

经供需双方协商,也可采用其他冶炼方法制造。需方指定某一种冶炼方法时,应在合同中注明。

4.2.2 锻、轧管坯的制造方法

锻、轧管坯的制造及要求应符合 YB/T 5137 的规定。

4.2.3 钢管的制造方法

钢管采用热轧(挤、扩)或冷拔(轧)无缝方法制造。需方指定某一种方法制造钢管时,应在合同中注明。

4.3 交货状态

钢管按表 5 规定的热处理制度进行热处理后交货。热处理制度应填写在质量证明书中。

表 4 钢的牌号和化学成分

钢类	序号	钢 号	化 学 成 分 ， %													S	P
			C	Mn	Si	Cr	Mo	V	Ti	B	W	Ni	Al	Nb	N		
优质碳素 结构钢	1	20G	0.17~ 0.24	0.35~ 0.65	0.17~ 0.37	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.030	0.030
	2	20MnG	0.17~ 0.24	0.70~ 1.00	0.17~ 0.37	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.030	0.030
	3	25MnG	0.22~ 0.30	0.70~ 1.00	0.17~ 0.37	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.030	0.030
	4	15MoG	0.12~ 0.20	0.40~ 0.80	0.17~ 0.37	—	0.25~ 0.35	—	—	—	—	—	—	—	—	0.030	0.030
合金 结构钢	5	20MoG	0.15~ 0.25	0.40~ 0.80	0.17~ 0.37	—	0.44~ 0.65	—	—	—	—	—	—	—	—	0.030	0.030
	6	12CrMoG	0.08~ 0.15	0.40~ 0.70	0.17~ 0.37	0.40~ 0.70	0.40~ 0.55	—	—	—	—	—	—	—	—	0.030	0.030
	7	15CrMoG	0.12~ 0.18	0.40~ 0.70	0.17~ 0.37	0.80~ 1.10	0.40~ 0.55	—	—	—	—	—	—	—	—	0.030	0.030
	8	12Cr2MoG	0.08~ 0.15	0.40~ 0.70	≤0.50	2.00~ 2.50	0.90~ 1.20	—	—	—	—	—	—	—	—	0.030	0.030
	9	12Cr1MoVG	0.08~ 0.15	0.40~ 0.70	0.17~ 0.37	0.90~ 1.20	0.25~ 0.35	0.15~ 0.30	—	—	—	—	—	—	—	0.030	0.030
	10	12Cr2MoWVTiB	0.08~ 0.15	0.45~ 0.65	0.45~ 0.75	1.60~ 2.10	0.50~ 0.65	0.28~ 0.42	0.08~ 0.18	0.002~ 0.008	0.30~ 0.55	—	—	—	—	0.030	0.030
	11	12Cr3MoVSiTiB	0.09~ 0.15	0.50~ 0.80	0.60~ 0.90	2.50~ 3.00	1.00~ 1.20	0.25~ 0.35	0.22~ 0.38	0.005~ 0.011	—	—	—	—	—	0.030	0.030
	12	10Cr9Mo1VNb	0.08~ 0.12	0.30~ 0.60	0.20~ 0.50	8.00~ 9.50	0.85~ 1.05	0.18~ 0.25	—	—	—	≤0.40	≤0.040	0.06~ 0.10	0.030~ 0.070	0.010	0.020

4.4 力学性能

4.4.1 交货状态钢管的力学性能应符合表 6 的规定。

外径大于和等于 76 mm,且壁厚大于和等于 14 mm 的钢管应做纵向冲击试验。

外径大于和等于 219 mm,且壁厚大于和等于 25 mm 的钢管,可做横向力学性能试验代替纵向力学性能试验。

一组三个冲击试样中允许一个试样的冲击功比表 6 规定的最小值低 30%,但三个试样的算术平均值不小于表 6 中的规定值。

表 5 钢管的热处理制度

序号	牌 号	热 处 理 制 度
1	20G	900~930℃正火,热轧管的终轧温度不小于 900℃时,可以代替正火
2	20MnG 25MnG	900~930℃正火,热轧管的终轧温度不小于 900℃时,可以代替正火
3	15MoG ¹⁾ 20MoG ¹⁾	910~940℃正火
4	12CrMoG ¹⁾	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
5	15CrMoG ¹⁾	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
6	12Cr2MoG ¹⁾	900~960℃正火,700~750℃回火。 也可进行加热至 900~960℃,炉冷至 700℃保温 1 h 以上,空冷
7	12Cr1MoVG ¹⁾	980~1020℃正火,保温时间按壁厚每毫米 1 min 计,但不少于 20 min。720~760℃回火,保温时间,周期式炉大于 2 h,连续炉大于 1 h,当壁厚大于 30 mm 至 40 mm 应进行强制冷却;当壁厚大于 40 mm,应进行调质处理,淬火温度 950~990℃,回火温度 720~760℃,保温时间:周期式炉大于 2 h
8	12Cr2MoWVTiB	1 000~1 035℃正火,保温时间:按壁厚每毫米 1.5 min 计,但不少于 20 min。760~790℃回火,保温时间:周期式炉大于 2 h,连续炉大于 1 h
9	12Cr3MoVSrTiB	1 040~1 090℃正火,保温时间:按壁厚每毫米 1.5 min 计,但不少于 20 min。720~770℃回火,保温时间:周期式炉大于 2 h,连续炉大于 1 h
10	10Cr9Mo1VNb	1 040~1 060℃正火,保温时间:按壁厚每毫米 1.5 min 计,但不少于 20 min。770~790℃回火,保温时间:周期式炉大于 2 h,连续炉大于 1 h
11	1Cr18Ni9	固溶处理:固溶温度 $\geq 1 040^\circ\text{C}$
12	1Cr19Ni11Nb	固溶处理:热轧(挤、扩)管,固溶温度 $\geq 1 050^\circ\text{C}$,冷拔(轧)管固溶温度 $\geq 1 095^\circ\text{C}$
1) 当热轧 15MoG、20MoG、12CrMoG、15CrMoG、12Cr2MoG、12Cr1MoVG 钢管的终轧温度符合表 5 规定的正火温度时,可以热轧代替正火。		

表 6 钢管的力学性能

序号	钢类	牌 号	纵向力学性能				横向力学性能			
			抗拉强度 σ_b MPa	屈服点 σ_s MPa	伸长率 δ_5 %	冲击功 A_{kv} J	抗拉强度 σ_b MPa	屈服点 σ_s MPa	伸长率 δ_5 %	冲击功 A_{kv} J
				不 小 于			不 小 于			
1	优质碳素 结构钢	20G	410~550	245	24	35	400	215	22	27
2		20MnG	≥ 415	240	22	35				27
3		25MnG	≥ 485	275	20	35	—	—	—	27
4	合金 结构钢	15MoG	450~600	270	22	35	—	—	20	27
5		20MoG	≥ 415	220	22	35	—	—	—	27
6		12CrMoG	410~560	205	21	35	—	—	—	27
7		15CrMoG	440~640	235	21	35	440	225	20	27
8		12Cr2MoG ¹⁾	450~600	280	20	35	—	—	18	27
9		12Cr1MoVG	470~640	255	21	35	440	255	19	27
10		12Cr2MoWVTiB	540~735	345	18	35	—	—	—	27
11		12Cr3MoVSiTiB	610~805	440	16	35	—	—	—	27
12		10Cr9Mo1VNb	≥ 585	415	20	35	—	—	—	27
13	不锈钢 耐热钢	1Cr18Ni9	≥ 520	205	35	—	—	—	—	—
14		1Cr19Ni11Nb	≥ 520	205	35	—	—	—	—	—

1) 用 12Cr2MoG 钢制造的钢管,当壁厚不大于 3 mm,且外径不大于 30 mm 或当壁厚大于 16 mm~40 mm 时,屈服点允许降低 10 MPa;当壁厚大于 40 mm 时,屈服点允许降低 20 MPa。

4.4.2 成品管的高温规定非比例伸长应力最小值和 100 000 h 的持久强度推荐数据见附录 A(提示的附录)和附录 B(提示的附录)。根据需方要求,并在合同中注明试验温度,供方可提供钢管的高温规定非比例伸长应力值($\sigma_{0.2}$)其数值供参考。

4.5 工艺性能

4.5.1 压扁试验

外径大于 22 mm 至 400 mm 及壁厚不大于 40 mm 的钢管应做压扁试验,钢管压扁后平板间距离按公式(2)计算。

$$H = \frac{(1+a)S}{a + S/D} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中: H ——平板间距离,mm;

S ——钢管的公称壁厚,mm;

D ——钢管的公称外径,mm;

a ——单位长度变形系数。优质碳素结构钢、合金结构钢采用 0.08;不锈钢耐热钢采用 0.09;当 $S/D \geq 0.125$ 时, a 值应减小 0.01。

压扁试验后试样上不允许存在裂缝或裂口。

4.5.2 扩口试验

根据需方要求,并在合同中注明,壁厚小于和等于 8 mm 的钢管可做扩口试验。

扩口试验在冷状态下进行,顶心锥度为 30°、45°和 60°中的一种。扩口后试样的外径扩口率应符合表 7 的规定,扩口后试样不得出现裂缝或裂口。

表 7 钢管外径扩口率

钢 类	钢管外径扩口率, %		
	内径/外径		
	≤ 0.6	$> 0.6 \sim 0.8$	> 0.8
优质碳素结构钢	10	12	17
合金结构钢	8	10	15
不锈钢耐热钢	9	15	17

4.5.3 水压试验

钢管应逐根进行水压试验,试验压力按公式(3)计算。最大试验压力为 20 MPa,稳压时间不少于 10 s。在试验压力下,钢管不得出现漏水或出汗现象。

$$P = \frac{2SR}{D} \dots\dots\dots (3)$$

式中: P ——试验压力,MPa;

S ——钢管的公称壁厚,mm;

D ——钢管的公称外径,mm;

R ——允许应力,优质碳素结构钢和合金结构钢为表 6 规定的屈服点的 80%,不锈钢耐热钢为表 6 规定的屈服点的 70%。

经涡流探伤检验合格的钢管可不进行水压试验。经双方协商,并在合同中注明,可用漏磁探伤检验代替水压试验,对比样管采用外表面纵向矩形槽其深度为钢管公称壁厚的 12.5%,且最小值为 0.5 mm,最大值为 1.5 mm。

4.6 低倍检验

用连铸坯或钢锭直接轧制成的钢管,应作低倍检验。钢管横截面酸浸试片上不得有肉眼可见的白点、夹杂、皮下气泡、翻皮和分层。

4.7 非金属夹杂物

用连铸坯或钢锭直接轧制成的钢管,应作非金属夹杂物检验。钢管的非金属夹杂物按 GB 10561 中的 JK 系列评级图评级,其 A、C、B、D 各类夹杂物级别应分别不大于 2.5 级,按其中最严重者判定。根据用户要求,供需双方协商,在成品钢管上可作更严级别的检验。

4.8 实际晶粒度

优质碳素结构钢和合金结构钢成品钢管的实际晶粒度应不小于 4 级,两个试片上最大与最小级别差应不大于 3 级。对 12Cr2MoWVTiB、12Cr3MoVSiTiB、和 10Cr9Mo1VNb 成品钢管的实际晶粒度,按

实际检验结果交货。

4.9 显微组织

成品管的显微组织, 20G、20MnG 和 25MnG、钢管应为铁素体加珠光体。15MoG、20MoG、12CrMoG、15CrMoG、12Cr2MoG 和 12Cr1MoVG 钢管应为铁素体加珠光体(包括粒状贝氏体), 不得存在 $AC_1 \sim AC_3$ 之间不完全相变产物(如黄块马氏体等)。12Cr2MoWVTiB、12Cr3MoVSiTiB 钢管应为回火贝氏体, 不得存在自由铁素体。10Cr9Mo1VNb 钢管应为索氏体或索氏体加回火贝氏体。

4.10 脱碳层

外径小于和等于 76 mm 的冷拔(轧)成品钢管, 应检验全脱碳层, 其深度为:

外表面全脱碳层深度不大于 0.3 mm;

内表面全脱碳层深度不大于 0.4 mm;

二者之和不大于 0.6 mm。

4.11 表面质量

4.11.1 钢管内外表面不允许有裂纹、折叠、轧折、结疤和离层, 这些缺陷应完全清除掉。清除深度不得超过公称壁厚的负偏差, 其清理处的实际壁厚不得小于壁厚偏差所允许的最小值。

在钢管内外表面上, 直道允许的深度如下:

冷拔(轧)管: 不大于壁厚的 4%, 且最大深度不大于 0.2 mm;

热轧(挤)管: 不大于壁厚的 5%, 且最大深度不大于 0.4 mm;

热扩管: 最大深度不大于 0.5 mm。

不超过壁厚负偏差的其他局部缺陷允许存在。

4.11.2 钢管内外表面的氧化铁皮应清除掉, 但不妨碍检查的氧化薄层允许存在。

4.12 无损检验

钢管应按 GB 5777 的规定逐支进行超声波检验, 冷拔(轧)管按 C5 级执行, 热轧(挤、扩)管按 C8 级执行。

根据需方要求, 经双方协商, 并在合同中注明, 可增作其他无损检验。

5 检验和试验方法

5.1 钢管的尺寸和外形应采用符合精度要求的量具逐根进行测量。

5.2 钢管的内外表面应在充分照明条件下逐根进行目视检查。

5.3 钢管的检验项目、试验方法见表 8。

表 8 钢管的检验项目、试验方法及取样数量

序号	检 验 项 目	试 验 方 法	取 样 数 量
1	化学成分	GB 222 GB 223	每炉罐 1 个试样
2	拉伸试验	GB 228	每批在两根钢管上各取 1 个试样
3	冲击试验	GB/T 229	每批在两根钢管上各取 3 个试样
4	水压试验	GB 241	逐根
5	压扁试验	GB 246	每批在两根钢管上各取 1 个试样
6	扩口试验	GB 242	每批在两根钢管上各取 1 个试样
7	晶粒度检验	YB/T 5148	每批在两根钢管上各取 1 个试样

续表 8

序号	检 验 项 目	试 验 方 法	取 样 数 量
8	非金属夹杂物检验	GB 10561	每批在两根钢管上各取 1 个试样
9	显微组织检验	GB/T 13298	每批在两根钢管上各取 1 个试样
10	低倍检验	GB 226 GB 1979	每批在两根钢管上各取 1 个试样
11	脱碳层检验	GB 224	每批在两根钢管上各取 1 个试样
12	超声波检验	GB 5777 GB 4163	逐根
13	涡流检验	GB 7735	逐根
14	漏磁检验	GB/T 12606	逐根

6 检验规则

6.1 检查和验收

钢管的检查和验收由供方技术监督部门进行。

6.2 组批规则

钢管按批进行检查和验收。每批应由同一牌号、同一炉(罐)号或同一母炉号、同一规格和同一热处理制度(炉次)的钢管组成。每批钢管数量不大于如下规定:

外径不大于 76 mm,壁厚不大于 3.5 mm.....400 根

外径大于 351 mm.....50 根;

其他尺寸.....200 根。

6.3 取样数量

每批钢管各项性能检验的取样数量见表 8。

6.4 复验与判定规则

6.4.1 当成品钢管的全脱碳层检验不合格时,应取双倍试样进行复验,复验时即使有一个试样不合格,除将不合格者挑出外,对剩余钢管允许逐支检验或将该批钢管报废,不得重新进行热处理。

6.4.2 其他检验项目的复验与判定规则按 GB 2102 的规定执行。

7 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 2102 的规定。

根据需方要求,并在合同中注明,钢管可涂防腐涂料。

附 录 A
(提示的附录)

表 A 高温规定非比例伸长应力($\sigma_{0.2}$)最小值(MPa)

序号	牌 号	温 度 $^{\circ}\text{C}$										
		100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
1	20G	—	—	215	196	177	157	137	98	49	—	—
2	20MnG	219	214	208	197	183	175	168	156	151	—	—
3	25MnG	252	245	237	226	210	201	192	179	172	—	—
4	15MoG	—	—	225	205	180	177	160	155	150	—	—
5	20MoG	207	199	202	187	182	177	169	168	150	—	—
6	15CrMoG	—	—	269	256	242	228	216	285	198	—	—
7	12Cr2MoG	191	187	185	185	185	185	185	182	173	159	—
8	12Cr1MoVG	—	—	—	—	230	225	219	211	201	187	—
9	12Cr2MoWVTiB	—	—	—	—	368	357	352	343	328	305	274
10	12Cr3MoVSiTib	—	—	—	—	403	397	398	379	364	342	—
11	10Cr9Mo1VNb	—	—	380	370	360	350	340	325	300	260	200
12	1Cr18Ni9	171	155	144	136	128	124	119	115	111	106	—
13	1Cr19Ni11Nb	239	227	216	207	200	195	191	190	189	188	—

附录 B
(提示的附录)

表 B 100 000 h 的持久强度推荐数据

持久强度 试验温度 ℃ 钢号		100 000 h 持久强度 σ_{10^5} , MPa																																				
		400	410	420	430	440	450	460	470	480	490	500	510	520	530	540	550	560	570	580	590	600	610	620	630	640	650	660	670	680	690	700	710	720	730	740	750	
序 号																																						
1	20G	128	116	104	93	83	74	65	58	51	45	39																										
2	20MnG			110	100	87	75	64	55	46	39	31																										
3	25MnG			120	103	88	75	64	55	46	39	31																										
4	15MoG					245	209	174	143	117	93	74	59	47	38	31																						
5	20MoG								145	124	105	85	71	59	50	40																						
6	15CrMoG											168	145	124	106	91	75	61																				
7	12Cr2MoG											124	112	102	91	83	72	64	56																			
8	12Cr1MoVG											184	169	153	138	124	110	98	85	75	64	66																
9	12Cr2MoWVTiB															176	162	147	132	118	105	82	80	69	59	58												
10	12Cr3MoVS ₂ TiB															148	135	122	110	98	88	78	69	61	54	47												
11	10Cr9Mo1VNb																				112	88	89	74	63	53	44											
12	1Cr18Ni9																					95	88	81	74	68	63	57	52	48	43	40	36	33	31	28	26	
13	1Cr19Ni11Nb																					132	121	110	100	91	82	74	66	60	54	48	43	38	34	31	28	