ICS 77.140.75
H 48

中华人民共和国国家标准

GB/T 20409—2018
代替 GB/T 20409—2006

高压锅炉用内螺纹无缝钢管

Seamless multi-rifled steel tubes for high-pressure boiler

2018-05-14 发布　　2019-02-01 实施

国家市场监督管理总局
中国国家标准化管理委员会　发布

目　　次

前言 …… Ⅲ
1　范围 …… 1
2　规范性引用文件 …… 1
3　分类及代号 …… 2
4　订货内容 …… 3
5　尺寸、外形及重量 …… 3
5.1　尺寸规格 …… 3
5.2　尺寸及螺纹参数允许偏差 …… 7
5.3　长度 …… 7
5.4　弯曲度 …… 8
5.5　不圆度和壁厚不均 …… 8
5.6　端头外形 …… 8
5.7　重量 …… 8
6　技术要求 …… 8
6.1　钢的牌号和化学成分 …… 8
6.2　制造方法 …… 10
6.3　交货状态 …… 10
6.4　力学性能 …… 10
6.5　工艺性能 …… 11
6.6　液压试验 …… 12
6.7　显微组织 …… 13
6.8　晶粒度 …… 13
6.9　脱碳层 …… 13
6.10　表面质量 …… 13
6.11　无损检测 …… 13
7　试验方法 …… 14
8　检验规则 …… 14
8.1　检查和验收 …… 14
8.2　组批规则 …… 14
8.3　取样数量 …… 15
8.4　复验与判定规则 …… 15
9　包装、标志和质量证明书 …… 15
附录A（资料性附录）　内螺纹管的理论重量 …… 16

前　言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 20409—2006《高压锅炉用内螺纹无缝钢管》，与 GB/T 20409—2006 相比，主要技术变化如下：

——增加了 OM 型螺纹齿型（见 3.1）；

——修改了内螺纹管的图示，增加了内螺纹管齿型侧边图示（见 3.2，2006 年版的第 3 章）；

——增加了内螺纹管的代号和说明（见 3.3）；

——增加了 OM 型内螺纹管的尺寸规格及螺纹参数（见 5.1）；

——修改了内螺纹管尺寸及螺纹参数允许偏差要求（见 5.2，2006 年版的 5.2）；

——修改了长度偏差要求（见 5.3，2006 年版的 5.3）；

——增加了不圆度和壁厚不均要求（见 5.5）；

——删除了标记示例（见 2006 年版的 5.7）；

——增加了钢牌号 12Cr2MoG、12Cr1MoVG、10Cr9Mo1VNbN、10Cr9MoW2VNbBN（见 6.1）；

——修改了化学成分要求（见 6.1，2006 年版的 6.1）；

——删除了钢及管坯的制造方法（见 2006 年版的 6.2.1）；

——增加了管料要求和冷轧加工方法（见 6.2）；

——修改了热处理制度要求（见 6.3，2006 年版的 6.3）；

——修改了力学性能要求（见 6.4.1，2006 年版的 6.4.1）；

——增加了硬度试验要求（见 6.4.3）；

——修改了冲击试验要求（见 6.4.4，2006 年版的 6.4.1）；

——修改了压扁试验要求（见 6.5.1，2006 年版的 6.5.1）；

——增加了扩口试验要求（见 6.5.2）；

——修改了液压试验要求（见 6.6，2006 年版的 6.5.2）；

——修改了显微组织要求（见 6.7，2006 年版的 6.6.1）；

——修改了晶粒度要求（见 6.8，2006 年版的 6.6.2）；

——修改了脱碳层要求（见 6.9，2006 年版的 6.6.3）；

——修改了表面质量要求（见 6.10，2006 年版的 6.7）；

——修改了无损检测要求（见 6.11，2006 年版的 6.8）；

——修改了试验方法（见 7.1、7.2 和 7.4，2006 年版的 7.1 和 7.3）；

——修改了检验规则（见 8.2 和 8.4，2006 年版的 8.2 和 8.4）。

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（SAC/TC 183）归口。

本标准起草单位：常州常宝精特钢管有限公司、上海异型钢管有限公司、钢研纳克检测技术股份有限公司、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、上海锅炉厂有限公司、冶金工业信息标准研究院。

本标准主要起草人：金炜忠、钟超、高志建、宋志敏、武义、谭舒平、杨小川、王炯祥、董莉、赵才港、梁宝琦、李奇。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

——GB/T 20409—2006。

高压锅炉用内螺纹无缝钢管

1 范围

本标准规定了高压锅炉用内螺纹无缝钢管的分类及代号、订货内容、尺寸、外形及重量、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锅炉用冷拔或冷轧内螺纹无缝钢管(以下简称内螺纹管)。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 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 223.9 钢铁及合金 铝含量的测定 铬天青 S 分光光度法

GB/T 223.11 钢铁及合金 铬含量的测定 可视滴定或电位滴定法

GB/T 223.14 钢铁及合金化学分析方法 钽试剂萃取光度法测定钒含量

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 223.26 钢铁及合金 钼含量的测定 硫氰酸盐分光光度法

GB/T 223.30 钢铁及合金化学分析方法 对-溴苦杏仁酸沉淀分离-偶氮胂Ⅲ分光光度法测定锆量

GB/T 223.36 钢铁及合金化学分析方法 蒸馏分离-中和滴定法测定氮量

GB/T 223.40 钢铁及合金 铌含量的测定 氯磺酚 S 分光光度法

GB/T 223.43 钢铁及合金 钨含量的测定 重量法和分光光度法

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 磷含量的测定 铋磷钼蓝分光光度法和锑磷钼蓝分光光度法

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 碳含量的测定 管式炉内燃烧后气体容量法

GB/T 223.78 钢铁及合金化学分析方法 姜黄素直接光度法测定硼含量

GB/T 223.84 钢铁及合金 钛含量的测定 二安替比林甲烷分光光度法

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 224 钢的脱碳层深度测定法

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 2102 钢管的验收、包装、标志和质量证明书

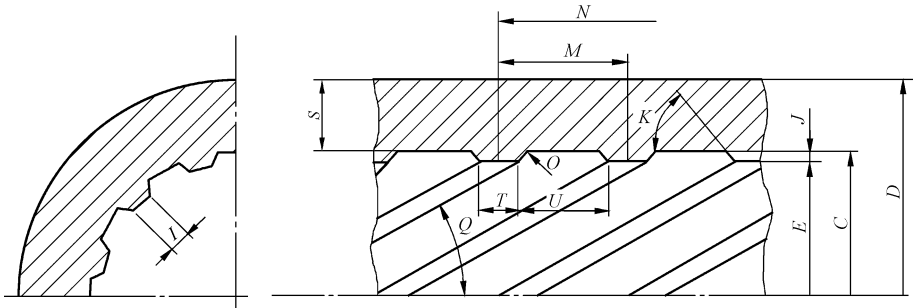
GB/T 2975　钢及钢产品　力学性能试验取样位置及试样制备
GB/T 4336　碳素钢和中低合金钢　多元素含量的测定　火花放电原子发射光谱法(常规法)
GB/T 4340.1　金属材料　维氏硬度试验　第1部分:试验方法
GB/T 5310　高压锅炉用无缝钢管
GB/T 5777—2008　无缝钢管超声波探伤检验方法
GB/T 6394　金属平均晶粒度测定方法
GB/T 7735—2016　无缝和焊接(埋弧焊除外)钢管缺欠的自动涡流检测
GB/T 13298　金属显微组织检验方法
GB/T 20066　钢和铁　化学成分测定用试样的取样和制样方法
GB/T 20123　钢铁　总碳硫含量的测定　高频感应炉燃烧后红外吸收法(常规方法)
GB/T 20124　钢铁　氮含量的测定　惰性气体熔融热导法(常规方法)
GB/T 31925—2015　厚壁无缝钢管超声波检验方法
YB/T 5137　高压用热轧和锻制无缝钢管圆管坯

3　分类及代号

3.1　本标准内螺纹管按齿型分为以下3类:

a)　A型:螺旋升角为30°,螺纹侧边角为55°,螺纹顶宽(轴向)为8.28 mm;
b)　B型:螺旋升角为30°,螺纹侧边角为50°,螺纹顶宽(轴向)为5.6 mm或6.64 mm;
c)　OM型:螺旋升角为40°,螺纹侧边角为55°,螺纹顶宽(轴向)为5.4 mm或5.6 mm,螺纹侧边平直段的高度占螺纹高度的比例不小于60%。

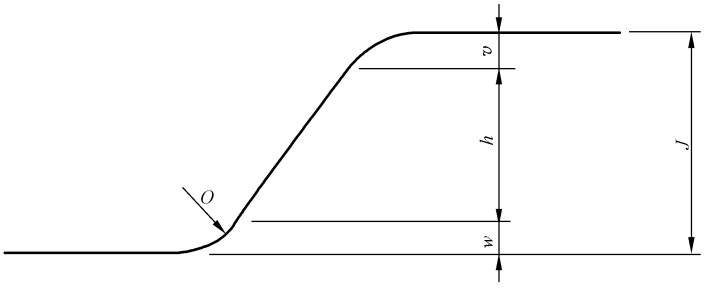
3.2　内螺纹管齿型见图1,齿型侧边见图2。



说明:

I ——螺纹顶宽(周向);
N ——螺纹导程;
M ——螺纹节距(螺纹节距等于螺纹导程除以螺纹头数);
S ——公称壁厚;
K ——螺纹侧边角;
J ——螺纹高度;
O ——螺纹根部圆角半径;
T ——螺纹顶宽(轴向);
U ——螺纹顶部槽宽(轴向);
Q ——螺旋升角;
E ——最小内径;
C ——螺纹根部内径;
D ——外径。

图1　内螺纹管齿型示意图



说明：

O ——螺纹根部圆角半径；

v ——螺纹侧边与螺纹顶部的圆弧过渡段高度；

h ——螺纹侧边平直段的高度；

w ——螺纹侧边与螺纹底部的圆弧过渡段高度；

J ——螺纹高度。

图 2　内螺纹管齿型侧边示意图

3.3　下列代号适用于本标准：

D　　外径(如无特殊说明，包括公称外径和/或计算外径)

S_{min}　　最小壁厚

S_c　　平均壁厚(按外径和螺纹根部内径之差除以 2 计算出来的壁厚值)

G　　螺纹头数

4　订货内容

按本标准订购内螺纹管的合同或订单应包括但不限于以下内容：

a)　标准编号；

b)　产品名称；

c)　钢的牌号；

d)　尺寸规格；

e)　螺纹齿型；

f)　订购的数量(重量或长度)；

g)　特殊要求。

5　尺寸、外形及重量

5.1　尺寸规格

5.1.1　内螺纹管按公称外径和最小壁厚交货。根据需方要求，经供需双方协商，内螺纹管可按其他尺寸规格方式交货。

5.1.2　A 型、B 型和 OM 型内螺纹管的尺寸规格及螺纹参数应分别符合表 1、表 2 和表 3 的规定。

根据需方要求，经供需双方协商，可选用表 1、表 2、表 3 规定以外规格的内螺纹管。

表 1　A 型内螺纹管的尺寸规格及螺纹参数

公称外径 D mm	螺纹根部内径 C mm	最小内径 E mm	公称壁厚 S mm	最小壁厚 S_{min} mm	螺纹头数 G	螺纹顶宽（周向）I mm	螺纹高度 J mm	螺纹侧边角 K (°)	螺纹根部圆角半径 O mm	螺纹节距 M mm	螺纹导程 N mm	螺旋升角 Q (°)	螺纹顶宽（轴向）T mm	螺纹顶部槽宽（轴向）U mm
28.60	15.84	13.39	6.38	5.80	4	4.78	0.85	55	0.13～1.27	21.55	86.19	30	8.28	13.27
44.50	33.18	30.34	5.66	5.10	6		1.01			30.08	180.49			21.80
45.00	33.00	30.20	6.00	5.40	6		1.01			30.00	180.00			21.70
50.80	37.92	34.93	6.44	5.80	8		1.06			25.79	206.29			17.51
51.00	38.35	35.35	6.33	5.70	8		1.10			26.10	208.80			17.80
60.00	46.00	42.92	7.00	6.30	8		1.10			31.30	250.40			23.00
60.00	44.00	41.00	8.00	7.20	8		1.10			30.00	240.00			21.70
60.30	43.40	40.32	8.33	7.50	8		1.12			29.52	236.16			21.24
60.30	42.30	39.10	9.00	8.10	8		1.12			28.76	230.10			20.49
60.30	31.44	28.55	14.43	13.00	8		1.02			21.38	171.07			13.11
63.50	48.80	45.64	7.33	6.60	8		1.16			33.19	265.54			24.91
63.50	48.50	45.30	7.50	6.70	8		1.16			33.00	264.00			24.70
63.50	47.72	44.53	7.89	7.10	8		1.17			32.49	259.89			24.21
63.50	47.52	44.29	7.99	7.20	8		1.15			32.31	258.51			24.03
63.50	39.24	36.19	12.13	10.90	8		1.07			26.70	213.49			18.42
63.50	39.09	36.10	12.21	11.00	8		1.04			26.59	212.70			18.31
63.50	35.30	32.32	14.10	12.70	8		1.04			24.00	192.00			15.72
63.50	34.64	31.66	14.43	13.00	8		1.04			23.56	188.49			15.28
69.80	37.77	34.72	16.04	14.40	8		1.07			25.68	205.46			17.40
70.00	50.00	46.72	10.00	9.00	8		1.20			34.00	272.00			25.72
70.00	52.00	48.70	9.00	8.10	8		1.20			35.37	282.95			21.09
76.20	39.55	36.47	18.33	16.50	8		1.07			26.99	215.19			18.62

表 2　B 型内螺纹管的尺寸规格及螺纹参数

公称外径 D mm	螺纹根部内径 C mm	最小内径 E mm	公称壁厚 S mm	最小壁厚 S_{min} mm	螺纹头数 G	螺纹顶宽（周向） I mm	螺纹高度 J mm	螺纹侧边角 K (°)	螺纹根部圆角半径 O mm	螺纹节距 M mm	螺纹导程 N mm	螺旋升角 Q (°)	螺纹顶宽（轴向） T mm	螺纹顶部槽宽(轴向) U mm
35.00	20.60	18.10	7.20	6.50	6	3.23	0.95	50	0.40～2.00	18.67	112.00	30	5.60	13.07
38.00	23.60	20.80	7.20	6.50	6		0.99			21.39	128.20			15.79
38.10	23.23	20.49	7.44	6.70	6		0.99			21.06	126.40			15.46
60.00	45.60	42.20	7.20	6.50	12		1.23			20.70	247.90			15.10
60.00	44.50	41.20	7.75	7.00	12		1.22			20.18	242.10			14.56
60.00	43.40	40.10	8.30	7.50	12		1.21			19.68	236.15			14.08
66.70	50.70	—	8.00	7.20	12	3.83	1.24			23.00	276.00		6.64	16.36
66.70	49.60	—	8.55	7.70	12		1.24			22.50	270.00			15.86

表 3　OM 型内螺纹管的尺寸规格及螺纹参数

公称外径 D mm	螺纹根部内径 C mm	公称壁厚 S mm	最小壁厚 S_{min} mm	螺纹头数 G	螺纹顶宽（周向）I mm	螺纹高度 J mm	螺纹侧边角 K (°)	螺纹顶部圆弧过渡段高度 v mm	螺纹侧边平直段高度 h mm	螺纹底部圆弧过渡段高度 w mm	螺旋升角 Q (°)	螺纹顶宽（轴向）T mm
28.60	15.04	6.78	6.11	4	5.10	0.92	55	≤30%J	≥60%J	≤30%J	40	5.60
31.75	20.12	5.82	5.24	4		1.17						
31.80	20.20	5.80	5.50	4	4.70	1.24						5.40
33.40	20.82	6.29	5.67	6	5.10	1.21						5.60
34.93	23.75	5.59	5.08	6		1.36						
35.00	20.82	7.09	6.35	6		1.21						
38.10	20.59	8.76	8.30	4	4.70	1.24						5.40

5.2 尺寸及螺纹参数允许偏差

A 型、B 型和 OM 型内螺纹管的尺寸及螺纹参数允许偏差应符合表 4 的规定。

表 4 内螺纹管尺寸及螺纹参数允许偏差

项目	外径范围/mm	A 型	B 型	OM 型
外径 D	≤38.1	±0.15 mm	±0.15 mm	±0.15 mm
	>38.1～<50.8	±0.2 mm	±0.2 mm	±0.2 mm
	≥50.8～<63.5	±0.25 mm	±0.25 mm	—
	≥63.5	±0.3 mm	±0.3 mm	—
螺纹根部内径[a] C	≤38.1	±0.15 mm	±0.15 mm	±0.15 mm
	>38.1～<50.8	±0.2 mm	±0.2 mm	±0.2 mm
	≥50.8～<63.5	±0.25 mm	±0.25 mm	—
	≥63.5	±0.3 mm	±0.3 mm	—
最小内径 E	—	下偏差为 0	下偏差为 0	—
最小壁厚[b、c] S_{min}	—	$^{+22\%S_{min}}_{0}$ mm	$^{+22\%S_{min}}_{0}$ mm	$^{+22\%S_{min}}_{0}$ mm
公称壁厚[b] S	—	±10%S mm	±10%S mm	±10%S mm
螺纹高度 J	≤38.1	±0.2 mm	±0.18 mm	±0.2 mm
	>38.1～<50.8	±0.3 mm	±0.2 mm	±0.2 mm
	≥50.8～<63.5	±0.3 mm	±0.23 mm	±0.2 mm
	≥63.5	±0.3 mm	±0.28 mm	±0.2 mm
螺纹侧边角度 K	—	±15°	±15°	$^{+30°}_{-10°}$
螺纹节距 M	—	±3.2 mm	±3.2 mm	—
螺纹导程 N	—	±3.2 mm×螺纹头数	±3.2 mm×螺纹头数	—
螺旋升角 Q	—	—	—	$^{+5°}_{0°}$
螺纹顶宽(轴向) T	—	±1.3 mm	±1.3 mm	±1.3 mm

[a] $C=D-1.11\times S_{min}\times 2$。

[b] 内螺纹管最小壁厚的允许偏差或公称壁厚的允许偏差,两者取其一。

[c] 尺寸规格为 31.8 mm×5.5 mm 和 38.1 mm×8.3 mm 的 OM 型内螺纹管,其最小壁厚允许偏差为 $^{+11\%S_{min}}_{0}$。

5.3 长度

5.3.1 内螺纹管通常长度为 8 000 mm～12 000 mm。

5.3.2 根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,内螺纹管可按定尺长度或其他长度交货。定尺长度允许偏差为 $^{+15}_{0}$ mm。

5.4 弯曲度

内螺纹管的弯曲度应不大于 1.0 mm/m。

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，内螺纹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

内螺纹管两端端面应与钢管轴线垂直，切口毛刺应予清除。

5.7 重量

内螺纹管按实际重量交货，亦可按理论重量交货。内螺纹管的理论重量参见附录 A。

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(熔炼分析)应符合表 5 的规定，钢中残余元素的含量应符合表 6 的规定。根据需方要求，经供需双方协商，可供应表 5 规定以外牌号的内螺纹管。

6.1.2 当需方要求做成品分析时，应在合同中注明。内螺纹管的成品化学成分允许偏差应符合 GB/T 5310 的规定。

表 5　钢的牌号和化学成分

钢类	序号	牌号	化学成分(质量分数)/%												
			C	Si	Mn	Cr	Mo	V	B	Ni	Al_{tot}	Nb	N	W	S	P
优质碳素结构钢	1	20G	0.17～0.23	0.17～0.37	0.35～0.65	—	—	—	—	—	[a]	—	—	—	≤0.015	≤0.025
	2	20MnG	0.17～0.23	0.17～0.37	0.70～1.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	≤0.015	≤0.025
	3	25MnG	0.22～0.27	0.17～0.37	0.70～1.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	≤0.015	≤0.025
合金结构钢	4	12CrMoG	0.08～0.15	0.17～0.37	0.40～0.70	0.40～0.70	0.40～0.55	—	—	—	—	—	—	—	≤0.015	≤0.025
	5	15CrMoG	0.12～0.18	0.17～0.37	0.40～0.70	0.80～1.10	0.40～0.55	—	—	—	—	—	—	—	≤0.015	≤0.025
	6	12Cr2MoG	0.08～0.15	≤0.50	0.40～0.60	2.00～2.50	0.90～1.13	—	—	—	—	—	—	—	≤0.015	≤0.025
	7	12Cr1MoVG	0.08～0.15	0.17～0.37	0.40～0.70	0.90～1.20	0.25～0.35	0.15～0.30	—	—	—	—	—	—	≤0.010	≤0.025
	8	10Cr9Mo1VNbN	0.08～0.12	0.20～0.50	0.30～0.60	8.00～9.50	0.85～1.05	0.18～0.25	—	≤0.40	≤0.020	0.06～0.10	0.030～0.070	—	≤0.010	≤0.020
	9	10Cr9MoW2VNbBN	0.07～0.13	≤0.50	0.30～0.60	8.50～9.50	0.30～0.60	0.15～0.25	0.001 0～0.006 0	≤0.40	≤0.020	0.04～0.09	0.030～0.070	1.50～2.00	≤0.010	≤0.020

除非冶炼需要，未经需方同意，不应在钢中有意添加本表中未提及的元素。制造厂应采取所有恰当的措施，以防止废钢和生产过程中所使用的其他材料把会削弱钢材力学性能及适用性的元素带入钢中。

注：Al_{tot}指全铝含量。

[a] 20G 钢中 Al_{tot}不大于 0.015%，不作交货要求，但应填入质量证明书中。

表 6　钢中残余元素含量

钢类	残余元素(质量分数)/%						
	Cu	Cr	Ni	Mo	V	Ti	Zr
	不大于						
优质碳素结构钢	0.20	0.25	0.25	0.15	0.08	—	—
合金结构钢	0.20	0.30	0.30	—	0.08	0.01[a]	0.01[a]
[a] 只适用于 10Cr9Mo1VNbN 和 10Cr9MoW2VNbBN。							

6.2　制造方法

6.2.1　管料要求

冷拔(轧)用管料应采用符合如下规定之一的无缝钢管：

a)　符合 GB/T 5310 的无缝钢管；

b)　采用符合 YB/T 5137 的管坯制造的无缝钢管，并应在加工内螺纹管之前进行超声检测：对于 $S/D \leqslant 0.2$ 的无缝钢管，超声检测对比样管表面纵向刻槽应符合 GB/T 5777—2008 中验收等级 L2 的规定；对于 $S/D > 0.2$ 且 $S/D < 0.3$ 的无缝钢管，超声检测对比样管表面纵向刻槽应符合 GB/T 31925—2015 中验收等级 U2 的规定。

6.2.2　内螺纹管的制造方法

内螺纹管应采用冷拔或冷轧加工方法制造。

6.3　交货状态

内螺纹管应以热处理状态交货，其热处理制度应符合表 7 的规定。

表 7　内螺纹管的热处理制度

序号	牌号	热处理制度
1	20G	正火：正火温度 880 ℃～940 ℃
2	20MnG	正火：正火温度 880 ℃～940 ℃
3	25MnG	正火：正火温度 880 ℃～940 ℃
4	12CrMoG	正火加回火：正火温度 900 ℃～960 ℃，回火温度 670 ℃～730 ℃
5	15CrMoG	正火加回火：正火温度 900 ℃～960 ℃，回火温度 680 ℃～730 ℃
6	12Cr2MoG	正火加回火：正火温度 900 ℃～960 ℃，回火温度 700 ℃～750 ℃
7	12Cr1MoVG	正火加回火：正火温度 980 ℃～1 020 ℃，回火温度 720 ℃～760 ℃
8	10Cr9Mo1VNbN	正火加回火：正火温度 1 040 ℃～1 080 ℃，回火温度 750 ℃～780 ℃
9	10Cr9MoW2VNbBN	正火加回火：正火温度 1 040 ℃～1 080 ℃，回火温度 760 ℃～790 ℃

6.4　力学性能

6.4.1　交货状态内螺纹管的室温力学性能应符合表 8 的规定。

表 8　内螺纹管的室温力学性能

序号	牌号	抗拉强度 R_m/MPa	下屈服强度[a] R_{eL}/MPa	断后伸长率 A/%	硬　度	
			不小于		HBW	HV
1	20G	410～550	245	24	120～160	120～160
2	20MnG	415～560	240	22	125～170	125～170
3	25MnG	485～640	275	20	130～180	130～180
4	12CrMoG	410～560	205	21	125～170	125～170
5	15CrMoG	440～640	295	21	125～170	125～170
6	12Cr2MoG	450～600	280	22	125～180	125～180
7	12Cr1MoVG	470～640	255	21	135～195	135～195
8	10Cr9Mo1VNbN	≥585	415	20	185～250	185～265
9	10Cr9MoW2VNbBN	≥620	440	20	185～250	185～265
[a] 如屈服现象不明显时，可测量 $R_{P0.2}$ 代替 R_{eL}。						

6.4.2　拉伸试样横截面积计算方法如下，其余要求应符合 GB/T 228.1 的规定：

a)　当采用管段试样时，试样的横截面积按式(1)计算；

$$Y = 1\,000 \times \frac{W}{7.85 \times L} \qquad \cdots\cdots(1)$$

式中：

Y——试样横截面积，单位为平方毫米(mm^2)；

L——试样的实际长度，单位为毫米(mm)；

W——试样的实际重量，单位为克(g)。

b)　当采用纵向弧形拉伸试样时，试样应去掉内螺纹，试样的横截面积按式(2)计算。

$$Y = S'V\left[1 + \frac{V^2}{6D(D-2S')}\right] \qquad \cdots\cdots(2)$$

式中：

Y——试样横截面积，单位为平方毫米(mm^2)；

S'——去掉内螺纹后试样厚度，单位为毫米(mm)；

V——试样宽度，单位为毫米(mm)；

D——内螺纹管外径，单位为毫米(mm)。

6.4.3　内螺纹管应做布氏硬度试验，也可做维氏硬度试验代替布氏硬度试验。其布氏硬度值或维氏硬度值应符合表 8 的规定。

6.4.4　$D \geqslant 76$ mm 且 $S \geqslant 14$ mm 的内螺纹管应做室温纵向夏比 V 型缺口冲击试验，3 个标准试样的冲击吸收能量平均值 KV_2 应不低于 40 J，允许其中 1 个试样的冲击吸收能量低于 40 J，但应不低于 28 J。

6.5　工艺性能

6.5.1　压扁

6.5.1.1　内螺纹管应进行压扁试验，内螺纹管压扁试验时应保留内螺纹。

6.5.1.2　压扁试验按以下两步进行：

a) 第一步是延性试验，将试样压至两平板距离为 H，H 按式(3)计算：

$$H=\frac{(1+\alpha)S}{\alpha+S/D} \qquad \cdots\cdots(3)$$

式中：

H ——平板间距离，单位为毫米(mm)；

α ——单位长度变形系数，系数为 0.08；当 $S/D>0.1$ 时，优质碳素结构钢的 α 可减小 0.01；

S ——内螺纹管公称壁厚，单位为毫米(mm)；

D ——内螺纹管外径，单位为毫米(mm)。

当试样压至两平板间距离为 H 时，试样上不应出现裂缝或裂口。

b) 第二步是完整性试验(闭合压扁)。压扁继续进行，直到试样破裂或试样相对两壁相碰。在整个压扁试验期间，试样不应出现目视可见的分层、白点和夹杂。

6.5.1.3 下述情况不应作为压扁试验合格与否的判定依据：

a) 试样表面缺陷引起的无金属光泽的裂缝或裂口；

b) 当 $S/D>0.1$ 时，试样 6 点钟(底)和 12 点钟(顶)位置处内表面的裂缝或裂口。

6.5.1.4 对 6.5.1.3 b)有争议时，可将钢管外壁车削使 S/D 减小至 0.1 后进行压扁试验，试验方法、两平板间距离 H(按车削后实际外径和壁厚计算)与判定要求按 6.5.1.2。

6.5.2 扩口

内螺纹管应进行扩口试验，内螺纹管扩口试验时应保留内螺纹。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 9 的规定，扩口后试样不应出现裂缝或裂口。

表 9 内螺纹管的外径扩口率

牌　　号	内径[a]/外径		
	≤0.6	>0.6～0.8	>0.8
20G、20MnG、25MnG	10%	12%	17%
12CrMoG、15CrMoG、12Cr2MoG、12Cr1MoVG、10Cr9Mo1VNbN、10Cr9MoW2VNbBN	8%	10%	15%
[a] 内径为螺纹根部内径。			

6.6 液压试验

6.6.1 内螺纹管应逐根进行液压试验。内螺纹管液压试验压力按式(4)计算，最大试验压力为20 MPa。在试验压力下，稳压时间应不少于 10 s，内螺纹管不应出现渗漏现象。

$$P=2SR/D \qquad \cdots\cdots(4)$$

式中：

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

S ——内螺纹管的公称壁厚，单位为毫米(mm)；

D ——内螺纹管的外径，单位为毫米(mm)；

R ——允许应力，为表 8 规定下屈服强度的 80%，单位为兆帕(MPa)。

6.6.2 供方可用涡流检测代替液压试验。涡流检测时，对比样管人工缺陷应符合 GB/T 7735—2016 中验收等级 E2H 或 E2 的规定。

6.7 显微组织

交货状态内螺纹管的显微组织应符合如下规定：

a) 20G、20MnG、25MnG 应为铁素体加珠光体；

b) 12CrMoG、15CrMoG 应为铁素体加珠光体，允许存在粒状贝氏体，不应存在相变临界温度 Ac_1～Ac_3 之间不完全相变产物(如黄块状组织)；

c) 12Cr2MoG 和 12Cr1MoVG 应为铁素体加粒状贝氏体、或铁素体加珠光体、或铁素体加粒状贝氏体加珠光体；不应存在相变临界温度 Ac_1～Ac_3 之间不完全相变产物(如黄块状组织)；

d) 10Cr9Mo1VNbN 和 10Cr9MoW2VNbBN 应为回火马氏体或保持马氏体位相的回火索氏体。

6.8 晶粒度

交货状态内螺纹管的实际晶粒度应符合表 10 的规定。

表 10 成品内螺纹管的晶粒度

序号	材料牌号	晶粒度级别	两个试片上晶粒度最大级别与最小级别差[a]
1	20G、20MnG、25MnG、12CrMoG、15CrMoG、12Cr2MoG、12Cr1MoVG	4 级～10 级	不超过 3 级
2	10Cr9Mo1VNbN、10Cr9MoW2VNbBN	≥4 级[b]	不超过 3 级

[a] 晶粒度最大与最小级别差算法举例：最小为 6 级，最大为 8 级，其差为 3 级；最小为 6 级，最大为 9 级，其差为 4 级。

[b] 当显微组织为马氏体时，可检验原奥氏体晶粒度，其级别应不小于 2 级。

6.9 脱碳层

外径不大于 76 mm 的成品内螺纹管应检验全脱碳层，其外表面全脱碳层深度应不大于 0.2 mm，内表面全脱碳层深度应不大于 0.3 mm，两者之和应不大于 0.4 mm。

6.10 表面质量

6.10.1 内螺纹管内外表面不应有裂纹、折叠、结疤、轧折和离层，这些缺陷应完全清除，缺陷清除深度应不超过壁厚的 10%，缺陷清除处的实际壁厚应不小于壁厚偏差允许的最小值，清除处应圆滑过渡。

6.10.2 螺纹形状应保持完整，不应存在拉丝、卷边、塌边现象。

6.10.3 内螺纹管内外表面直道(含非尖锐芯棒擦伤)允许深度应不大于最小壁厚的 4%，且最大为0.2 mm。

6.10.4 不超过壁厚允许负偏差的其他局部缺欠允许存在。

6.10.5 内螺纹管内外表面的氧化铁皮应予以清除，不妨碍检查的氧化薄层允许存在。

6.11 无损检测

6.11.1 内螺纹管应逐根全长进行超声检测，并应符合下列规定：

a) 当 $S/D \leqslant 0.2$ 时，应按 GB/T 5777—2008 的规定进行超声检测，超声检测对比样管表面纵向刻槽深度等级应为 L2；

b) 当 $S/D > 0.2$ 且 $S/D < 0.3$ 时，应按 GB/T 31925—2015 的规定进行超声检测，超声检测对比样管表面纵向刻槽深度等级为 U2；

c) 当内螺纹管按最小壁厚交货时，对比样管的刻槽深度按钢管平均壁厚计算。

6.11.2 根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，可增做其他无损检测。

7 试验方法

7.1 内螺纹管的化学成分分析取样按 GB/T 20066 的规则进行，化学成分分析通常按 GB/T 4336、GB/T 20123、GB/T 20124 或其他通用的方法进行，仲裁时应按 GB/T 223.5、GB/T 223.9、GB/T 223.11、GB/T 223.14、GB/T 223.19、GB/T 223.23、GB/T 223.26、GB/T 223.30、GB/T 223.36、GB/T 223.40、GB/T 223.43、GB/T 223.58、GB/T 223.59、GB/T 223.68、GB/T 223.69、GB/T 223.78、GB/T 223.84、GB/T 223.85、GB/T 223.86 的规定进行。

7.2 内螺纹管的螺纹参数应从同一规格、同一生产工艺且不超过 200 根中任选一根截取长度不小于 2 个螺纹节距的样管，剖开后采用符合精度要求的量具测量。内螺纹管的其他尺寸应采用符合精度要求的量具逐根测量。

7.3 内螺纹管的内外表面质量应在充分照明条件下逐根目视检查。

7.4 内螺纹管的其他检验项目的取样方法和试验方法应符合表 11 的规定。

表 11 内螺纹管的检验项目、取样数量、取样方法和试验方法

序号	检验项目	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	见 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	硬度	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 231.1、GB/T 4340.1	GB/T 231.1、GB/T 4340.1
4	冲击	每批在两根钢管上各取一组 3 个试样	GB/T 2975	GB/T 229
5	压扁	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 246	GB/T 246
6	扩口	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 242	GB/T 242
7	液压	逐根	—	GB/T 241
8	显微组织	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 13298	GB/T 13298
9	晶粒度	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 6394	GB/T 6394
10	脱碳层	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 224	GB/T 224
11	涡流检测	逐根	—	GB/T 7735—2016
12	超声检测	逐根	—	GB/T 5777—2008、GB/T 31925—2015

8 检验规则

8.1 检查和验收

内螺纹管的检查和验收由供方质量技术监督部门进行。

8.2 组批规则

内螺纹管的化学成分按熔炼炉检查和验收，内螺纹管的其余检验项目应按批进行检查和验收，每批应由同一牌号、同一炉号、同一规格和同一热处理制度(炉次)的内螺纹管组成。每批内螺纹管的数量应

不大于 200 根。

8.3 取样数量

内螺纹管各项检验的取样数量应符合表 11 的规定。

8.4 复验与判定规则

内螺纹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

内螺纹管的包装、标志和质量证明书应符合 GB/T 2102 的规定。

附 录 A
（资料性附录）
内螺纹管的理论重量

内螺纹管的理论重量参见表 A.1。内螺纹管的每米理论重量（钢的密度为 7.85 kg/dm^3）按式（A.1）计算。

$$Z=0.007\ 85\{\pi(D-S)S+GJ[I+(\tan Q/\tan K)J]\} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (A.1)$$

式中：

Z ——内螺纹管的每米理论重量，单位为千克每米（kg/m）；

D ——外径，单位为毫米（mm）；

S ——公称壁厚（平均壁厚），单位为毫米（mm）；

G ——螺纹头数；

I ——螺纹顶宽（周向），单位为毫米（mm）；

Q ——螺旋升角，单位为度（°）；

J ——螺纹高度，单位为毫米（mm）；

K ——螺纹侧边角度，单位为度（°）。

表 A.1 内螺纹管的理论重量

序号	齿型	外径/mm	公称壁厚/mm	最小壁厚/mm	理论重量/(kg/m)
1	A 型	28.60	6.38	5.80	3.66
2		44.50	5.66	5.10	5.66
3		45.00	6.00	5.40	6.01
4		50.80	6.44	5.80	7.37
5		51.00	6.33	5.70	7.30
6		60.00	7.00	6.30	9.47
7		60.00	8.00	7.20	10.58
8		60.30	8.33	7.50	11.00
9		60.30	9.00	8.10	11.71
10		60.30	14.43	13.00	16.64
11		63.50	7.33	6.60	10.48
12		63.50	7.50	6.70	10.68
13		63.50	7.89	7.10	11.14
14		63.50	7.99	7.20	11.26
15		63.50	12.13	10.90	15.69
16		63.50	12.21	11.00	15.76
17		63.50	14.10	12.70	17.50
18		63.50	14.43	13.00	17.78
19		69.80	16.04	14.40	21.58

表 A.1（续）

序号	齿型	外径/mm	公称壁厚/mm	最小壁厚/mm	理论重量/(kg/m)
20	A 型	70.00	10.00	9.00	15.12
21		70.00	9.00	8.10	13.86
22		76.20	18.33	16.50	26.47
23	B 型	35.00	7.20	6.50	5.10
24		38.00	7.20	6.50	5.64
25		38.10	7.44	6.70	5.79
26		60.00	7.20	6.50	9.72
27		60.00	7.75	7.00	10.33
28		60.00	8.30	7.50	10.93
29		66.70	8.00	7.20	10.80
30		66.70	8.55	7.70	11.40
31	OM 型	28.60	6.78	6.11	3.81
32		31.75	5.82	5.24	3.93
33		31.80	5.80	5.50	3.92
34		33.40	6.29	5.67	4.54
35		34.93	5.59	5.08	3.93
36		35.00	7.09	6.35	5.21
37		38.10	8.76	8.30	6.54