ICS 77.140.75
CCS H 48

中华人民共和国国家标准

GB/T 14976—2025
代替 GB/T 14976—2012、GB/T 38810—2020、GB/T 40317—2021

输送流体用不锈钢无缝钢管

Seamless stainless steel pipes for fluid transport

2025-08-01 发布　　2026-02-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会　发布

目　　次

前言 …… Ⅲ
1　范围 …… 1
2　规范性引用文件 …… 1
3　术语和定义 …… 2
4　分类和代号 …… 2
5　订货内容 …… 2
6　制造工艺 …… 3
6.1　钢的冶炼方法 …… 3
6.2　钢管的制造方法 …… 3
6.3　交货状态 …… 3
7　技术要求 …… 4
7.1　钢的牌号和化学成分 …… 4
7.2　力学性能 …… 9
7.3　液压 …… 10
7.4　工艺性能 …… 10
7.5　晶间腐蚀 …… 11
7.6　表面质量 …… 11
7.7　无损检测 …… 11
7.8　特殊要求 …… 11
7.9　尺寸、外形及重量 …… 12
8　试样 …… 14
8.1　拉伸试验试样 …… 14
8.2　冲击试验试样 …… 14
8.3　弯曲试验试样 …… 14
9　试验方法 …… 15
10　检验规则 …… 16
10.1　检查和验收 …… 16
10.2　组批规则 …… 16
10.3　取样数量 …… 16
10.4　复验与判定规则 …… 16
11　包装、标志和质量证明书 …… 16
附录A（规范性）　低温工况用奥氏体不锈钢管的附加要求 …… 17
A.1　通则 …… 17
A.2　制造方法 …… 17
A.3　室温力学性能 …… 17
A.4　冲击 …… 17

A.5 压扁 …… 18
A.6 超声检测 …… 18
附录 B（规范性） 氧气管线用奥氏体不锈钢管的附加要求 …… 19
B.1 通则 …… 19
B.2 冲击 …… 19
B.3 工艺性能 …… 19
B.4 表面质量 …… 20
B.5 脱脂 …… 20
B.6 超声检测 …… 20
B.7 包装 …… 20
附录 C（规范性） 钢管表面油脂残留量测定方法 …… 21
C.1 总则 …… 21
C.2 重量法 …… 21
C.3 油分分析仪测定法 …… 22

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 14976—2012《流体输送用不锈钢无缝钢管》、GB/T 38810—2020《液化天然气用不锈钢无缝钢管》、GB/T 40317—2021《氧气管线用不锈钢无缝钢管》。本文件以GB/T 14976—2012为主，整合了GB/T 38810—2020、GB/T 40317—2021的内容，与GB/T 14976—2012相比，除结构调整、内容整合和编辑性改动外，主要技术变化如下：

a) 更改了分类中的制造方式[见4.1 b)，2012年版的3.1]；
b) 更改了钢的冶炼方法(见6.1，2012年版的6.2.1)；
c) 更改了钢管的制造方法(见6.2，2012年版的6.2.2)；
d) 增加了热轧(挤)奥氏体不锈钢管在线热处理要求(见6.3.2)；
e) 更改了部分牌号的密度(见表1，2012年版的表4)；
f) 增加了07Cr19Ni10、015Cr21Ni26Mo5Cu2、015Cr20Ni18Mo6CuN牌号及其要求(见表1、表2、表3)，06Cr13由马氏体不锈钢更改为铁素体不锈钢(见表1、表2、表3，2012年版的表3、表4)；
g) 更改了拉伸性能要求(见表3，2012年版的表4)；
h) 增加了弯曲试验代替压扁试验要求(见7.4.2)；
i) 增加了特殊要求(见7.8)；
j) 增加了低温工况用钢管附加技术要求(见7.8.1、附录A)；
k) 增加了氧气管线用钢管附加技术要求(见7.8.2、附录B)；
l) 增加了公称内径供货方式及要求(见7.9.1.1、7.9.1.3)；
m) 更改了外径、壁厚允许偏差(见表4、表5，2012年版的表1、表2)；
n) 更改了长度要求(见7.9.2，2012年版的5.2)；
o) 更改了每米弯曲度要求(见7.9.3.2，2012年版的5.3.2)；
p) 增加了拉伸、冲击、弯曲试验试样要求(见第8章)；
q) 增加了氧气管线用钢管表面油脂残留量测定方法(见附录C)。

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：江苏武进不锈股份有限公司、山西太钢不锈钢钢管有限公司、浙江中达新材料股份有限公司、浙江久立特材科技股份有限公司、浙江永上特材有限公司、华迪钢业集团有限公司、盛德鑫泰新材料股份有限公司、钢研纳克检测技术股份有限公司、上上德盛集团股份有限公司、江苏银环精密钢管有限公司、浙江博盛钢业集团有限公司、钢铁研究总院有限公司、安徽应升钢管制造有限公司、浙江金信不锈钢制造有限公司、中兴能源装备有限公司、浙江德威不锈钢管业股份有限公司、无锡腾跃特种钢管有限公司、江阴市南方不锈钢管有限公司、康增特材集团有限公司、上海神洲阳光特种钢管有限公司、苏州钢特威钢管有限公司、青山钢管有限公司、浙江华田特种材料有限公司、常州市联谊特种不锈钢管有限公司、中纲不锈钢管业科技山西有限公司、太原中金天威不锈钢管股份有限公司、浙江纯雨实业有限公司、福建青拓特钢技术研究有限公司、常熟华新特殊钢有限公司、鹏业控股集团有限公司、浙江丰业集团有限公司、浙江聚隆特材集团有限公司、江阴市华昌不锈钢管有限公司、江苏常宝普莱森钢管有限公司、太原科技大学、浙江宏海钢管制造有限公司、浙江泰富无缝钢管有限公司、浙江卓业能源装备有

限公司、冶金工业信息标准研究院、浙江鼎尚不锈钢有限公司、浙江巨钢特材集团有限公司、浙江新瑞特钢有限公司、浙江大大不锈钢有限公司、金保莱管道系统江苏有限公司、上海宇洋特种金属材料有限公司。

本文件主要起草人：吉祥、陈亮、康喜唐、陈小福、李郑周、方德伟、姜增和、周文庆、罗静、季学文、庄卓俊、王潮声、宋志刚、倪楠、范长江、仇云龙、谢祎、王志标、薛建军、王建国、张培丽、刘凯、陈涛、程建池、徐朱莉、邬莉华、王涛、吴红苗、刘毅、秦利军、李继刚、王剑、夏仁爱、黄云云、高佩、楚志兵、范定泽、王正、林日和、李奇、李国烨、黎毅、苏诚、邓志坚、张将、陈佳一、王锋、何西扣、娄镇、朱卫飞、郭思奇、钱航宇、姚菁琪、王永建、张奇、项凌鹤、刘洋、拓雷锋、崔涛、黄武军、郭碧城、罗庚山、陈继强、范相杰、王超、项力中、余泽、刘玉宇。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——1994 年首次发布为 GB/T 14976—1994，2002 年第一次修订，2012 年第二次修订；

——本次为第三次修订，并入了 GB/T 38810—2020《液化天然气用不锈钢无缝钢管》、GB/T 40317—2021《氧气管线用不锈钢无缝钢管》的内容。

输送流体用不锈钢无缝钢管

1 范围

本文件规定了输送流体用不锈钢无缝钢管的分类和代号、订货内容、制造工艺、技术要求、试样、试验方法、检验规则、包装、标志和质量证明书。

本文件适用于输送流体用不锈钢无缝钢管(以下简称“钢管”)。

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 223.9 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 223.18 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 镍含量的测定 丁二酮肟分光光度法

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 钼含量的测定 硫氰酸盐分光光度法

GB/T 223.28 钢铁及合金化学分析方法 α-安息香肟重量法测定钼量

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 223.37 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 223.40 钢铁及合金 铌含量的测定 氯磺酚 S 分光光度法

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 223.60 钢铁及合金 硅含量的测定 重量法

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 223.84 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 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 229 金属材料 夏比摆锤冲击试验方法

GB/T 232 金属材料 弯曲试验方法

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 1031 产品几何技术规范(GPS) 表面结构 轮廓法 表面粗糙度参数及其数值

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 4334—2020 金属和合金的腐蚀 奥氏体及铁素体-奥氏体(双相)不锈钢晶间腐蚀试验方法

GB/T 5777 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 6394 金属平均晶粒度测定方法

GB/T 7735 无缝和焊接(埋弧焊除外)钢管缺欠的自动涡流检测

GB/T 10561—2023 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 11170 不锈钢 多元素含量的测定 火花放电原子发射光谱法(常规法)

GB/T 17395 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 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

YB/T 4395 钢 钼、铌和钨含量的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法

YB/T 4396 不锈钢 多元素含量的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法

3 术语和定义

GB/T 30062 界定的术语和定义适用于本文件。

4 分类和代号

4.1 钢管按制造方式分类和代号如下:

a) 冷轧(拔)钢管,代号为 W-C;

b) 热轧(挤、锻、扩)钢管,代号为 W-H。

4.2 钢管按尺寸精度分类和代号如下:

a) 普通级,代号为 PA;

b) 高级,代号为 PC。

4.3 下列符号适用于本文件。

D:外径(如无特殊说明,包括公称外径和/或计算外径,单位为毫米)。

D_c:计算外径(按公称内径与公称壁厚计算的外径值,单位为毫米)。

d:公称内径(单位为毫米)。

S:壁厚(如无特殊说明,包括公称壁厚和/或平均壁厚,单位为毫米)。

S_c:平均壁厚(按最小壁厚及其允许偏差计算的壁厚最大值与最小值的平均值,单位为毫米)。

S_{min}:最小壁厚(单位为毫米)。

S_c:平均壁厚(按最小壁厚及其允许偏差计算的壁厚最大值与最小值的平均值,单位为毫米)。

5 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) 钢的牌号或统一数字代号;

d) 尺寸规格；
e) 订购的数量(总重量或总长度或支数)；
f) 交货状态；
g) 特殊要求。

6 制造工艺

6.1 钢的冶炼方法

钢应采用电弧炉加炉外精炼或转炉加炉外精炼方法冶炼，或电渣重熔法冶炼。经供需双方协商，并在合同中注明，可采用其他更高要求的方法冶炼。

6.2 钢管的制造方法

钢管应采用冷轧(拔)或热轧(挤、锻、扩)无缝方法制造。需方指定某一种制造方法时，应在合同中注明。

6.3 交货状态

6.3.1 钢管应以热处理并酸洗状态交货。凡经整体磨、镗或保护气氛热处理的钢管可不经酸洗交货。钢管的推荐热处理制度见表1。

表1 热处理制度、密度

组织类型	序号	统一数字代号	牌号	推荐热处理制度	密度(ρ) kg/dm^3
奥氏体	1	S30210	12Cr18Ni9	1 010 ℃～1 150 ℃，水冷或其他方式快冷	7.93
	2	S30403	022Cr19Ni10	1 010 ℃～1 150 ℃，水冷或其他方式快冷	7.93
	3	S30408	06Cr19Ni10	1 010 ℃～1 150 ℃，水冷或其他方式快冷	7.93
	4	S30409	07Cr19Ni10	1 010 ℃～1 150 ℃，水冷或其他方式快冷	7.93
	5	S30453	022Cr19Ni10N	1 010 ℃～1 150 ℃，水冷或其他方式快冷	7.93
	6	S30458	06Cr19Ni10N	1 010 ℃～1 150 ℃，水冷或其他方式快冷	7.93
	7	S30478	06Cr19Ni9NbN	1 010 ℃～1 150 ℃，水冷或其他方式快冷	7.93
	8	S30908	06Cr23Ni13	1 030 ℃～1 150 ℃，水冷或其他方式快冷	7.98
	9	S31008	06Cr25Ni20	1 030 ℃～1 180 ℃，水冷或其他方式快冷	7.98
	10	S31252	015Cr20Ni18Mo6CuN	≥1 150 ℃，水冷或其他方式快冷	8.10
	11	S31603	022Cr17Ni12Mo2	1 010 ℃～1 150 ℃，水冷或其他方式快冷	7.98
	12	S31608	06Cr17Ni12Mo2	1 010 ℃～1 150 ℃，水冷或其他方式快冷	7.98
	13	S31609	07Cr17Ni12Mo2	≥1 040 ℃，水冷或其他方式快冷	7.98
	14	S31653	022Cr17Ni12Mo2N	1 010 ℃～1 150 ℃，水冷或其他方式快冷	7.98
	15	S31658	06Cr17Ni12Mo2N	1 010 ℃～1 150 ℃，水冷或其他方式快冷	7.98
	16	S31668	06Cr17Ni12Mo2Ti	1 000 ℃～1 100 ℃，水冷或其他方式快冷	7.98
	17	S31683	022Cr18Ni14Mo2Cu2	1 010 ℃～1 150 ℃，水冷或其他方式快冷	7.98

表 1　热处理制度、密度（续）

组织类型	序号	统一数字代号	牌号	推荐热处理制度	密度(ρ) kg/dm^3
奥氏体	18	S31688	06Cr18Ni12Mo2Cu2	1 010 ℃～1 150 ℃，水冷或其他方式快冷	7.98
	19	S31703	022Cr19Ni13Mo3	1 010 ℃～1 150 ℃，水冷或其他方式快冷	7.98
	20	S31708	06Cr19Ni13Mo3	1 010 ℃～1 150 ℃，水冷或其他方式快冷	7.98
	21	S32168	06Cr18Ni11Ti	920 ℃～1 150 ℃，水冷或其他方式快冷	7.93
	22	S32169	07Cr19Ni11Ti	冷轧(拔)≥1 100 ℃，热轧(挤、锻、扩)≥1 050 ℃，水冷或其他方式快冷	7.93
	23	S34778	06Cr18Ni11Nb	920 ℃～1150 ℃，水冷或其他方式快冷	8.03
	24	S34779	07Cr18Ni11Nb	冷轧(拔)≥1 100 ℃，热轧(挤、锻、扩)≥1 050 ℃，水冷或其他方式快冷	8.03
	25	S39042	015Cr21Ni26Mo5Cu2	1 065 ℃～1 150 ℃，水冷或其他方式快冷	8.05
铁素体	26	S11306	06Cr13	800 ℃～900 ℃，缓冷或 750 ℃空冷	7.75
	27	S11348	06Cr13Al	780 ℃～830 ℃，空冷或缓冷	7.75
	28	S11510	10Cr15	780 ℃～850 ℃，空冷或缓冷	7.70
	29	S11710	10Cr17	780 ℃～850 ℃，空冷或缓冷	7.70
	30	S11763	022Cr17NbTi	780 ℃～950 ℃，空冷或缓冷	7.70
	31	S11972	019Cr19Mo2NbTi	800 ℃～1050 ℃，空冷	7.75
马氏体	32	S41010	12Cr13	800 ℃～900 ℃，缓冷或 750 ℃空冷	7.75

6.3.2　对于热轧(挤)奥氏体不锈钢管，如果最终热变形后钢管在表 1 规定的热处理温度范围内进行直接水冷或其他方式快冷，则应认为符合热处理要求。

6.3.3　根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，冷轧(拔)奥氏体不锈钢管可以冷加工状态交货，其弯曲度、力学性能、压扁试验等要求由供需双方协商确定。

6.3.4　经供需双方协商，并在合同中注明，钢管可采用表 1 以外的其他热处理制度。

7　技术要求

7.1　钢的牌号和化学成分

7.1.1　钢的牌号和化学成分(熔炼分析)应符合表 2 的规定。根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，可供应表 2 规定以外牌号或化学成分的钢管。

7.1.2　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/T 222 的规定。

表 2　钢的牌号和化学成分(熔炼分析)

组织类型	序号	统一数字代号	牌号	化学成分(质量分数) %										
				C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	N	其他元素
奥氏体	1	S30210	12Cr18Ni9	0.15	1.00	2.00	0.035	0.030	8.00～10.00	17.00～19.00	—	—	0.10	—
	2	S30403	022Cr19Ni10	0.030	1.00	2.00	0.035	0.030	8.00～12.00	18.00～20.00	—	—	—	—
	3	S30408	06Cr19Ni10	0.08	1.00	2.00	0.035	0.030	8.00～11.00	18.00～20.00	—	—	—	—
	4	S30409	07Cr19Ni10	0.04～0.10	1.00	2.00	0.035	0.030	8.00～11.00	18.00～20.00	—	—	—	—
	5	S30453	022Cr19Ni10N	0.030	1.00	2.00	0.035	0.030	8.00～11.00	18.00～20.00	—	—	0.10～0.16	—
	6	S30458	06Cr19Ni10N	0.08	1.00	2.00	0.035	0.030	8.00～11.00	18.00～20.00	—	—	0.10～0.16	—
	7	S30478	06Cr19Ni9NbN	0.08	1.00	2.00	0.035	0.030	7.50～10.50	18.00～20.00	—	—	0.15～0.30	Nb:0.15
	8	S30908	06Cr23Ni13	0.08	1.00	2.00	0.035	0.030	12.00～15.00	22.00～24.00	—	—	—	—
	9	S31008	06Cr25Ni20	0.08	1.50	2.00	0.035	0.030	19.00～22.00	24.00～26.00	—	—	—	—
	10	S31252	015Cr20Ni18Mo6CuN	0.020	0.80	1.00	0.030	0.010	17.50～18.50	19.50～20.50	6.00～6.50	0.50～1.00	0.18～0.22	—

表 2　钢的牌号和化学成分(熔炼分析)(续)

组织类型	序号	统一数字代号	牌号	化学成分(质量分数) %										
				C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	N	其他元素
奥氏体	11	S31603	022Cr17Ni12Mo2	0.030	1.00	2.00	0.035	0.030	10.00～14.00	16.00～18.00	2.00～3.00	—	—	—
	12	S31608	06Cr17Ni12Mo2	0.08	1.00	2.00	0.035	0.030	10.00～14.00	16.00～18.00	2.00～3.00	—	—	—
	13	S31609	07Cr17Ni12Mo2	0.04～0.10	1.00	2.00	0.035	0.030	10.00～14.00	16.00～18.00	2.00～3.00	—	—	—
	14	S31653	022Cr17Ni12Mo2N	0.030	1.00	2.00	0.035	0.030	10.00～13.00	16.00～18.00	2.00～3.00	—	0.10～0.16	—
	15	S31658	06Cr17Ni12Mo2N	0.08	1.00	2.00	0.035	0.030	10.00～13.00	16.00～18.00	2.00～3.00	—	0.10～0.16	—
	16	S31668	06Cr17Ni12Mo2Ti	0.08	1.00	2.00	0.035	0.030	10.00～14.00	16.00～18.00	2.00～3.00	—	0.10	Ti:5(C+N)～0.70
	17	S31683	022Cr18Ni14Mo2Cu2	0.030	1.00	2.00	0.035	0.030	12.00～16.00	17.00～19.00	1.20～2.75	1.00～2.50	—	—
	18	S31688	06Cr18Ni12Mo2Cu2	0.08	1.00	2.00	0.035	0.030	10.00～14.00	17.00～19.00	1.20～2.75	1.00～2.50	—	—
	19	S31703	022Cr19Ni13Mo3	0.030	1.00	2.00	0.035	0.030	11.00～15.00	18.00～20.00	3.00～4.00	—	—	—
	20	S31708	06Cr19Ni13Mo3	0.08	1.00	2.00	0.035	0.030	11.00～15.00	18.00～20.00	3.00～4.00	—	—	—

表 2　钢的牌号和化学成分(熔炼分析)(续)

组织类型	序号	统一数字代号	牌号	化学成分(质量分数) %										
				C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	N	其他元素
奥氏体	21	S32168	06Cr18Ni11Ti	0.08	1.00	2.00	0.035	0.030	9.00～12.00	17.00～19.00	—	—	0.10	Ti:5(C+N)～0.70
	22	S32169	07Cr19Ni11Ti	0.04～0.10	0.75	2.00	0.035	0.030	9.00～13.00	17.00～20.00	—	—	0.10	Ti:4(C+N)～0.70
	23	S34778	06Cr18Ni11Nb	0.08	1.00	2.00	0.035	0.030	9.00～12.00	17.00～19.00	—	—	—	Nb:10C～1.10
	24	S34779	07Cr18Ni11Nb	0.04～0.10	1.00	2.00	0.035	0.030	9.00～12.00	17.00～19.00	—	—	—	Nb:8C～1.10
	25	S39042	015Cr21Ni26Mo5Cu2	0.020	1.00	2.00	0.035	0.030	23.00～28.00	19.00～23.00	4.00～5.00	1.00～2.00	0.10	—
铁素体	26	S11306	06Cr13	0.08	1.00	1.00	0.035	0.030	0.60	11.5～13.50	—	—	—	—
	27	S11348	06Cr13Al	0.08	1.00	1.00	0.035	0.030	0.60	11.50～14.50	—	—	—	Al:0.10～0.30
	28	S11510	10Cr15	0.12	1.00	1.00	0.035	0.030	0.60	14.00～16.00	—	—	—	—

表 2　钢的牌号和化学成分(熔炼分析)(续)

组织类型	序号	统一数字代号	牌号	化学成分(质量分数)%										
				C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	N	其他元素
铁素体	29	S11710	10Cr17	0.12	1.00	1.00	0.035	0.030	0.60	16.00～18.00	—	—	—	—
	30	S11763	022Cr17NbTi	0.030	1.00	1.00	0.035	0.030	0.60	16.00～19.00	—	—	—	Ti 或 Nb:0.10～1.00
	31	S11972	019Cr19Mo2NbTi	0.025	1.00	1.00	0.035	0.030	1.00	17.50～19.50	1.75～2.50	—	0.035	(Ti+Nb):[0.20+4(C+N)]～0.80
马氏体	32	S41010	12Cr13	0.15	1.00	1.00	0.035	0.030	0.60	11.50～13.50	—	—	—	—

注：表中所列成分除标明范围或最小值外，其余均为最大值。

7.2 力学性能

钢管交货状态下室温拉伸性能应符合表 3 的规定。

表 3 钢管室温拉伸性能

组织类型	序号	统一数字代号	牌号	抗拉强度(R_m) MPa		规定塑性延伸强度($R_{p0.2}$) MPa	断后伸长率(A) %	
							纵向	横向
				不小于				
奥氏体	1	S30210	12Cr18Ni9	520		205	35	30
	2	S30403	022Cr19Ni10	480		175	40	35
	3	S30408	06Cr19Ni10	520		205	35	30
	4	S30409	07Cr19Ni10	520		205	35	30
	5	S30453	022Cr19Ni10N	550		245	35	30
	6	S30458	06Cr19Ni10N	550		275	35	30
	7	S30478	06Cr19Ni9NbN	685		345	35	30
	8	S30908	06Cr23Ni13	520		205	35	30
	9	S31008	06Cr25Ni20	520		205	35	30
	10	S31252	015Cr20Ni18Mo6CuN	$S\leqslant 5$ mm	675	310	35	30
				$S>5$ mm	655			
	11	S31603	022Cr17Ni12Mo2	480		175	40	35
	12	S31608	06Cr17Ni12Mo2	520		205	35	30
	13	S31609	07Cr17Ni12Mo2	515		205	35	30
	14	S31653	022Cr17Ni12Mo2N	550		245	35	30
	15	S31658	06Cr17Ni12Mo2N	550		275	35	30
	16	S31668	06Cr17Ni12Mo2Ti	530		205	35	30
	17	S31683	022Cr18Ni14Mo2Cu2	480		180	35	30
	18	S31688	06Cr18Ni12Mo2Cu2	520		205	35	30
	19	S31703	022Cr19Ni13Mo3	480		175	35	30
	20	S31708	06Cr19Ni13Mo3	520		205	35	30
	21	S32168	06Cr18Ni11Ti	$S\leqslant 9.5$ mm	520	205	35	30
				$S>9.5$ mm	485	170		
	22	S32169	07Cr19Ni11Ti	$S\leqslant 9.5$ mm	520	205	35	30
				$S>9.5$ mm	480	170		
	23	S34778	06Cr18Ni11Nb	520		205	35	30
	24	S34779	07Cr18Ni11Nb	520		205	35	30
	25	S39042	015Cr21Ni26Mo5Cu2	490		220	35	30

表 3　钢管室温拉伸性能（续）

组织类型	序号	统一数字代号	牌号	抗拉强度(R_m) MPa	规定塑性延伸强度($R_{p0.2}$) MPa	断后伸长率(A) %	
						纵向	横向
				不小于			
铁素体	26	S11306	06Cr13	370	180	22	20
	27	S11348	06Cr13Al	415	205	20	18
	28	S11510	10Cr15	415	240	20	18
	29	S11710	10Cr17	415	240	20	18
	30	S11763	022Cr17NbTi	415	205	20	18
	31	S11972	019Cr19Mo2NbTi	415	275	20	18
马氏体	32	S41010	12Cr13	415	205	20	18

7.3　液压

7.3.1　钢管应进行液压试验。液压试验压力按公式(1)计算，且当钢管公称外径不大于 88.9 mm 时，最大试验压力为 17 MPa；钢管公称外径大于 88.9 mm 时，最大试验压力为 19 MPa。在试验压力下，稳压时间应不少于 10 s，钢管不应出现渗漏现象。

$$P = 2SR/D \qquad \cdots\cdots(1)$$

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 ——钢管的公称壁厚或平均壁厚(按最小壁厚交货时)，单位为毫米(mm)；

R ——允许应力，按表 3 中规定塑性延伸强度最小值的 60%，单位为兆帕(MPa)；

D ——钢管的公称外径或计算外径(按公称内径交货时)，单位为毫米(mm)。

7.3.2　根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，可采用其他试验压力进行液压试验。

7.3.3　供方可用超声检测或涡流检测代替液压试验。用超声检测时，对比样管人工缺陷应符合 GB/T 5777中验收等级 U3 的规定；用涡流检测时，对比样管人工缺陷应符合 GB/T 7735 中验收等级 E4H 或 E4 的规定。

7.4　工艺性能

7.4.1　压扁

7.4.1.1　根据需方要求，经供需双方协商，钢管可进行压扁试验。试验时，将试样压至两平板间距离为 H，试样不应出现裂缝或裂口。H 按公式(2)计算。

$$H = \frac{(1+\alpha)S}{\alpha + S/D} \qquad \cdots\cdots(2)$$

式中：

H ——两平板间的距离，单位为毫米(mm)；

α ——单位长度变形系数，奥氏体钢管为 0.09，其他钢管为 0.07；

S ——钢管的公称壁厚或平均壁厚(按最小壁厚交货时)，单位为毫米(mm)；

D ——钢管的公称外径或计算外径(按公称内径交货时),单位为毫米(mm)。

7.4.1.2 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裂缝或裂口;

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

7.4.2 弯曲

7.4.2.1 $D>400$ mm 或 $S>40$ mm 的钢管可用弯曲试验代替压扁试验。一组弯曲试验应包括一个正向弯曲(靠近钢管外表面的试样表面受拉变形)和一个反向弯曲(靠近钢管内表面的试样表面受拉变形)。

7.4.2.2 弯曲试验的压头直径为 25 mm,试样应在室温下弯曲 180°。

7.4.2.3 弯曲试验后,试样弯曲受拉表面及侧面不应出现目视可见的裂缝或裂口。

7.4.3 扩口

根据需方要求,经供需双方协商,$D\leqslant150$ mm 且 $S\leqslant10$ mm 的钢管可进行扩口试验。扩口试验的顶心锥度为 60°,扩口后外径的扩口率为 10%,扩口后试样不应出现裂缝或裂口。

7.5 晶间腐蚀

除 07Cr19Ni10、07Cr17Ni12Mo2、07Cr19Ni11Ti、07Cr18Ni11Nb 牌号外,奥氏体不锈钢管应进行晶间腐蚀试验。晶间腐蚀试验方法应符合 GB/T 4334—2020 中方法 E 的规定,试验后试样不应出现腐蚀倾向。经供需双方协商,并在合同中注明,可采用其他晶间腐蚀试验方法。

7.6 表面质量

7.6.1 钢管的内外表面不应有裂纹、折叠、轧折、离层和结疤。这些缺陷应完全清除,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所允许的最小值。缺陷清除处不准许焊补,且应圆滑过渡。

7.6.2 钢管内外表面的直道深度应符合如下规定:

a) 热轧(挤、锻、扩)钢管:不大于壁厚的 5%,且外径不大于 140 mm 的钢管不大于 0.5 mm,外径大于 140 mm 的钢管不大于 0.8 mm;

b) 冷轧(拔)钢管:壁厚小于 1.4 mm 的钢管不大于 0.05 mm,其余钢管不大于壁厚的 4%且不大于 0.30 mm。

7.6.3 不超过壁厚下偏差的其他局部缺欠允许存在。

7.7 无损检测

7.7.1 根据需方要求,经供需双方协商,钢管可进行超声检测或涡流检测。超声检测时,对比样管人工缺陷应符合 GB/T 5777 中验收等级 U3 的规定;涡流检测时,对比样管人工缺陷应符合 GB/T 7735 中验收等级 E4H 或 E4 的规定。

7.7.2 根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,钢管可采用其他标准规定的方法进行超声检测或涡流检测。

7.8 特殊要求

7.8.1 低温工况用钢管

需方在合同中注明钢管用于低温工况(设计温度低于 −101 ℃)时,其附加技术要求应符合附录 A

的规定。

7.8.2 氧气管线用钢管

需方在合同中注明钢管用于氧气管线时，其附加技术要求应符合附录 B 的规定。

7.8.3 其他特殊要求

需方有下述其他特殊要求时，由供需双方协商，并在合同中注明：

a) 晶粒度；
b) 非金属夹杂物；
c) 高温拉伸；
d) 其他要求。

7.9 尺寸、外形及重量

7.9.1 外径、内径和壁厚

7.9.1.1 除非合同中另有规定，钢管按公称外径和公称壁厚交货。根据需方要求，经供需双方协商，钢管可采用公称外径和最小壁厚、公称内径和公称壁厚或其他尺寸规格方式交货。

7.9.1.2 钢管的公称外径和公称壁厚应符合 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。

7.9.1.3 钢管按公称外径和公称壁厚交货时，其公称外径和公称壁厚的允许偏差应符合表 4 的规定。钢管按公称外径和最小壁厚交货时，其公称外径的允许偏差应符合表 4 的规定，最小壁厚的允许偏差应符合表 5 的规定。钢管按公称内径和公称壁厚交货时，公称内径允许偏差为 $\pm 1\%d$，公称壁厚的允许偏差应符合表 4 的规定。

表 4 公称外径和公称壁厚的允许偏差

单位为毫米

热轧(挤、锻、扩)钢管				冷轧(拔)钢管			
尺寸		允许偏差		尺寸		允许偏差	
		普通级(PA)	高级(PC)			普通级(PA)	高级(PC)
公称外径(D)	≤168	$\pm 1\%D$	$\pm 0.8\%D$	公称外径(D)	6～10	±0.2	±0.15
					>10～30	±0.3	±0.2
					>30～50	±0.4	±0.3
					>50～219	$\pm 0.85\%D$	$\pm 0.75\%D$
	>168	$\pm 1.25\%D$	$\pm 1\%D$		>219	$\pm 0.9\%D$	$\pm 0.8\%D$
公称壁厚(S)	<15	$\pm 12.5\%S$	$\pm 10\%S$	公称壁厚(S)	≤3.0	$\pm 12\%S$	$\pm 10\%S$
	≥15	$+15\%S$ $-12.5\%S$	$+12.5\%S$ $-10\%S$		>3.0	$+12.5\%S$ $-10\%S$	$\pm 10\%S$

表 5　最小壁厚的允许偏差

单位为毫米

制造方式	尺寸	允许偏差	
		普通级(PA)	高级(PC)
热轧(挤、锻、扩)钢管(W-H)	$S_{min}<15$	$+25\%S_{min}$ 0	$+22\%S_{min}$ 0
	$S_{min}\geqslant15$	$+27.5\%S_{min}$ 0	
冷轧(拔)钢管(W-C)	所有壁厚	$+22\%S_{min}$ 0	$+20\%S_{min}$ 0

7.9.1.4　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尺寸精度的规定。当需方要求高级尺寸精度时，应在合同中注明。

7.9.1.5　根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，可供应表 4、表 5 规定以外尺寸允许偏差的钢管。

7.9.2　长度

7.9.2.1　通常长度

7.9.2.1.1　钢管的通常长度为 4 000 mm～12 000 mm。

7.9.2.1.2　经供需双方协商，并在合同中注明，可供应长度大于 12 000 mm 或小于 4 000 mm 的钢管；长度小于 4 000 mm 的钢管，其数量应不超过该批钢管交货总量的 5%。

7.9.2.2　定尺长度和倍尺长度

7.9.2.2.1　根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，钢管可采用定尺长度或倍尺长度交货。定尺长度和倍尺总长度应在通常长度范围内。

7.9.2.2.2　定尺长度允许偏差应符合如下规定：

a)　$D<219$ mm 时，$^{+10}_{0}$ mm；

b)　$D\geqslant219$ mm 时，$^{+30}_{0}$ mm。

7.9.2.2.3　倍尺长度每个切口应按如下规定留出余量：

a)　$D\leqslant159$ mm 时，5 mm～10 mm；

b)　$D>159$ mm 时，10 mm～15 mm。

7.9.3　弯曲度

7.9.3.1　全长弯曲度

钢管的全长弯曲度应不大于钢管长度的 0.15%。

7.9.3.2　每米弯曲度

钢管的每米弯曲度应不大于如下规定：

a)　$S\leqslant15$ mm 时，1.5 mm；

b)　$S>15$ mm 时，2.0 mm。

7.9.4 端头外形

7.9.4.1 钢管两端应垂直平切，并应清除切口毛刺。

7.9.4.2 根据需方要求，经供需双方协商，钢管两端可加工坡口，坡口型式由供需双方协商确定。

7.9.5 不圆度和壁厚不均

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

7.9.6 重量

7.9.6.1 钢管按实际重量交货。经供需双方协商，钢管可采用理论重量交货。钢管的每米理论重量按公式(3)计算。

$$W=\frac{\pi}{1\ 000}\rho S(D-S) \qquad \cdots\cdots(3)$$

式中：

W ——钢管的每米理论重量，单位为千克每米(kg/m)；

π ——3.141 6；

ρ ——钢的密度，单位为千克每立方分米(kg/dm^3)，钢的密度按表1；

S ——钢管的公称壁厚或平均壁厚(按最小壁厚交货时)，单位为毫米(mm)；

D ——钢管的公称外径或计算外径(按公称内径交货时)，单位为毫米(mm)。

7.9.6.2 按最小壁厚交货钢管，应采用平均壁厚计算理论重量。按公称内径交货钢管，应采用计算外径计算理论重量。

7.9.6.3 钢管按理论重量交货时，供需双方可协商重量允许偏差，并在合同中注明。

8 试样

8.1 拉伸试验试样

8.1.1 $D<219$ mm 的钢管，拉伸试验应沿钢管纵向取样。

8.1.2 $D\geqslant219$ mm 的钢管，当钢管尺寸允许时，拉伸试验应沿钢管横向截取直径为10 mm的圆形横截面试样；当钢管尺寸不足以截取10 mm试样时，则应采用直径为8 mm或5 mm中可能的较大尺寸横向圆形横截面试样；当钢管尺寸不足以截取5 mm圆形横截面试样时，拉伸试验应沿钢管纵向取样。横向圆形横截面试样应取自未经压扁的样坯。

8.2 冲击试验试样

冲击试验应优先沿钢管横向截取试样，当不能截取横向试样时，试样应沿钢管纵向截取。无论沿钢管横向截取还是沿钢管纵向截取，冲击试样均应为标准尺寸和厚度为7.5 mm、5 mm、3.3 mm和2.5 mm中可能的较大尺寸试样。

8.3 弯曲试验试样

8.3.1 试样制备

弯曲试验的试样应沿钢管的一端横向截取，试样的制备应符合GB/T 232的规定。试样截取时，正向弯曲试样尽量靠近外表面，反向弯曲试样尽量靠近内表面。试样弯曲受拉变形表面不应有明显伤痕

和其他缺陷。

8.3.2 试样尺寸

试样加工后的截面尺寸为 12.5 mm×12.5 mm 或 25 mm×12.5 mm(宽度×厚度);截面上的 4 个角应加工成圆角,圆角半径应不大于 1.6 mm;试样长度应不大于 150 mm。

9 试验方法

9.1 钢管化学成分分析的取样遵守 GB/T 20066 的规则。化学成分分析通常遵守 GB/T 11170、GB/T 20123、GB/T 20124、YB/T 4395、YB/T 4396 或其他通用方法的规定,仲裁时应遵守 GB/T 223.9、GB/T 223.11、GB/T 223.18、GB/T 223.19、GB/T 223.23、GB/T 223.25、GB/T 223.26、GB/T 223.28、GB/T 223.36、GB/T 223.37、GB/T 223.40、GB/T 223.59、GB/T 223.60、GB/T 223.63、GB/T 223.84、GB/T 223.85、GB/T 223.86、YB/T 4395、YB/T 4396 的规定。

9.2 钢管的尺寸和外形应采用符合精度要求的量具逐根测量。

9.3 钢管的内外表面应在充分照明条件下逐根目视检查,直道深度应采用符合精度要求的量具测量。

9.4 钢管其他检验项目的试验方法和取样方法应符合表 6 的规定。

表 6 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	技术要求条款
1	化学成分	每炉取 1 个试样	GB/T 20066	9.1	7.1
2	拉伸	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 2975、8.1	GB/T 228.1	7.2、A.2
3	液压	逐根	—	GB/T 241	7.3
4	超声	逐根	—	GB/T 5777	7.3.3、7.7、A.6、B.6
5	涡流	逐根	—	GB/T 7735	7.3.3、7.7
6	压扁	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 246	GB/T 246	7.4.1、A.5、B.3.1
7	弯曲	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 232、8.3	GB/T 232	7.4.2
8	扩口	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 242	GB/T 242	7.4.3、B.3.2
9	晶间腐蚀	每批在两根钢管上各取 1 组试样	GB/T 4334—2020 中方法 E	GB/T 4334—2020 中方法 E	7.5
10	晶粒度	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 6394	GB/T 6394	7.8.3
11	非金属夹杂物	每批在两根钢管上各取 1 个试样	GB/T 10561—2023	GB/T 10561—2023	7.8.3
12	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	7.8.3
13	冲击	每批在一根钢管上取一组 3 个试样	GB/T 2975、8.2	GB/T 229	A.4、B.2
14	表面粗糙度	每批抽检两根钢管	—	GB/T 1031	B.4.2
15	脱脂	采用 B.5 d)检测时,每批抽检两根钢管;采用 B.5 中其他方法,逐根	B.5、附录 C	B.5、附录 C	B.5

10 检验规则

10.1 检查和验收

钢管的检查和验收由供方质量技术监督部门进行。

10.2 组批规则

钢管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 时,500 根;

b) 外径大于 351 mm 时,50 根;

c) 其他尺寸时,200 根。

10.3 取样数量

每批钢管各项检验的取样数量应符合表 6 的规定。

10.4 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。

11 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。

附 录 A
（规范性）
低温工况用奥氏体不锈钢管的附加要求

A.1 通则

低温工况（设计温度低于－101 ℃）用奥氏体不锈钢管，如液化天然气等领域用管，应符合附录 A 的规定。

A.2 制造方法

钢管应采用冷轧（拔）无缝方法制造。

A.3 室温力学性能

钢管室温拉伸性能应符合表 A.1 的规定。

表 A.1 钢管室温拉伸性能

序号	统一数字代号	牌号	抗拉强度（R_m）MPa	规定塑性延伸强度（$R_{p0.2}$）MPa	断后伸长率（A）%	
					纵向	横向
			不小于			
1	S30403	022Cr19Ni10	520	205	40	35
2	S30408	06Cr19Ni10	520	205	40	35
3	S31603	022Cr17Ni12Mo2	520	205	40	35
4	S31608	06Cr17Ni12Mo2	520	205	40	35

A.4 冲击

A.4.1 钢管应进行夏比 V 型缺口（KV_2）冲击试验，冲击试验温度为－196 ℃，试验结果应符合表 A.2 的规定。冲击试样应选取表 A.2 中可能的较大尺寸试样，当钢管尺寸不足以截取 10 mm×2.5 mm 的冲击试样时，冲击试验不做要求。

A.4.2 当设计温度低于－196 ℃时，钢管的冲击性能由供需双方协商确定。

表 A.2 钢管冲击性能

试样尺寸（宽度×厚度）mm×mm	3 个试样平均冲击吸收能量（KV_2）J		单个试样冲击吸收能量（KV_2）J		侧膨胀值（LE）mm
	纵向	横向	纵向	横向	
	不小于				
10×10	60	48	42	34	0.38
10×7.5	45	36	31	25	0.38

表 A.2 钢管冲击性能（续）

试样尺寸（宽度×厚度）mm×mm	3 个试样平均冲击吸收能量(KV_2) J		单个试样冲击吸收能量(KV_2) J		侧膨胀值(LE) mm
	纵向	横向	纵向	横向	
	不小于				
10×5	30	24	21	17	0.38
10×3.3	20	16	14	12	0.38
10×2.5	15	12	10	8	0.38

A.5 压扁

A.5.1 钢管应进行压扁试验。试验按以下步骤进行。

a) 第一步延性试验，将试样压至两平板间距离为 H，试样不应出现裂缝或裂口。H 按公式(A.1)计算。

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

式中：

H ——两平板间的距离，单位为毫米(mm)；

α ——单位长度变形系数，取 0.09；

S ——钢管的公称壁厚或平均壁厚(按最小壁厚交货时)，单位为毫米(mm)；

D ——钢管的公称外径或计算外径(按公称内径交货时)，单位为毫米(mm)。

b) 第二步完整性试验(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。

A.5.2 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裂缝或裂口；

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

A.6 超声检测

钢管应进行超声检测。超声检测对比样管人工缺陷应符合 GB/T 5777 中验收等级 U2.5 的规定。

附 录 B
（规范性）
氧气管线用奥氏体不锈钢管的附加要求

B.1 通则

氧气管线用奥氏体不锈钢管应符合附录 B 的规定。

B.2 冲击

低温氧用钢管应进行夏比 V 型缺口（KV_2）冲击试验，试验温度为－196 ℃，试验结果应符合表 B.1 的规定。冲击试样应选取表 B.1 中可能的较大尺寸试样，当钢管尺寸不足以截取 10 mm×2.5 mm 的冲击试样时，冲击试验不做要求。

表 B.1 钢管冲击性能要求

试样尺寸（宽度×厚度）mm×mm	3 个试样平均冲击吸收能量（KV_2）J		单个试样冲击吸收能量（KV_2）J		侧膨胀值（LE）mm
	纵向	横向	纵向	横向	
	不小于				
10×10	60	48	42	34	0.38
10×7.5	45	36	31	25	0.38
10×5	30	24	21	17	0.38
10×3.3	20	16	14	12	0.38
10×2.5	15	12	10	8	0.38

B.3 工艺性能

B.3.1 压扁

B.3.1.1 钢管应进行压扁试验。试验按以下步骤进行。

a) 第一步延性试验，将试样压至两平板间距离为 H，试样不应出现裂缝或裂口。H 按公式（B.1）计算。

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

式中：

H ——两平板间的距离，单位为毫米（mm）；

α ——单位长度变形系数，取 0.09；

S ——钢管的公称壁厚或平均壁厚（按最小壁厚交货时），单位为毫米（mm）；

D ——钢管的公称外径或计算外径（按公称内径交货时），单位为毫米（mm）。

b) 第二步完整性试验（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。

B.3.1.2 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裂缝或裂口；
b) 当 $S/D>0.1$ 时，试样 6 点钟(底部)和 12 点钟(顶部)位置处内表面的裂缝或裂口。

B.3.2 扩口

公称外径不大于 150 mm 且公称壁厚不大于 10 mm 的钢管应进行扩口试验，扩口试验按 7.4.3 的规定。

B.4 表面质量

B.4.1 钢管的内外表面不应有裂纹、折叠、轧折、离层、结疤、毛刺、直道和锈蚀。这些缺陷应完全清除，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所允许的最小值。缺陷清除处不准许焊补，且应圆滑过渡。

B.4.2 钢管内表面的粗糙度 *Ra* 应符合表 B.2 的规定。当合同中未注明粗糙度等级时，钢管按普通级交货。

表 B.2 钢管内表面粗糙度

序号	内表面粗糙度(*Ra*) μm	
1	普通级(PA)	高级(PC)
2	≤6.3	≤3.2

B.5 脱脂

钢管内外表面应进行脱脂处理。供方应选择下列任意一种方法进行表面检查，并符合相应要求：

a) 采用波长为 320 nm～380 nm 的紫外光检查钢管表面，无油脂荧光为合格；
b) 采用清洁干燥的白色滤纸或绸布擦拭钢管表面，无油脂痕迹为合格；
c) 采用无油蒸汽吹洗钢管，用洁净器皿取其冷凝液，投入一粒直径小于 1 mm 的纯樟脑，以樟脑粒不停旋转为合格；
d) 对脱脂钢管表面的油脂残留量进行定量分析，不大于 120 mg/m^2 为合格，其分析方法符合附录 C 的规定。

B.6 超声检测

钢管应进行超声检测。超声检测验收等级应符合 GB/T 5777 中 U2.5 的规定。

B.7 包装

B.7.1 钢管应采用防护材料进行包装。常用的防护材料有牛皮纸、气相防锈纸、防油纸、塑料薄膜或用于钢管两端封堵的塑料封帽。外径大于 426 mm 的钢管可用麻袋布或塑料布对管端两头进行封口包装。

B.7.2 钢管的外包装应清晰标识“氧气用　禁油脂”。钢管标志的其余要求应符合 GB/T 2102 的规定。

附 录 C
（规范性）
钢管表面油脂残留量测定方法

C.1 总则

采用重量法或油分分析仪测定法测定钢管表面油脂残留量。

C.2 重量法

C.2.1 原理

用四氯化碳清洗被测钢管表面，加温使四氯化碳挥发，获得残留油分。

C.2.2 仪器及材料

试验用仪器和材料包括：

a） 300 mL 烧杯；
b） 水浴锅；
c） 干燥器；
d） 四氯化碳；
e） 中速定性滤纸；
f） 纱布；
g） 天平；
h） 恒温箱。

C.2.3 试验程序

C.2.3.1 四氯化碳产品含油测试（定量）。烧杯称重，取四氯化碳，用中速定性滤纸过滤四氯化碳至称过重量的烧杯中并达到 300 mL，将烧杯置于（85±5）℃水浴锅中，使四氯化碳挥发。目测烧杯内四氯化碳已挥发完毕，将烧杯放入（50±5）℃恒温箱中烘干 30 min，再放入干燥器中冷却 30 min 后称重，计算出烧杯前后的重量差（mg），即是四氯化碳的含油量 W。

C.2.3.2 残油量的测试。取定量四氯化碳清洗被测钢管表面的残油，清洗面积应大于 1 m^2，不到 1 m^2 应全部清洗。在使用过的四氯化碳中取 300 mL，用中速定性滤纸过滤至称过重量的烧杯中并达 300 mL。将烧杯置于（85±5）℃水浴锅中，使四氯化碳挥发。目测烧杯内四氯化碳已挥发完毕，将烧杯放入（50±5）℃恒温箱中烘干 30 min，再放入干燥器中冷却 30 min 后称重，计算出烧杯前后的重量差 W_1。被测表面油脂的残油量按公式（C.1）计算。

$$P=\frac{W_1-W}{A}\times\frac{B}{V} \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (C.1)$$

式中：

P ——被测表面油脂的残留量，单位为毫克每平方米（mg/m^2）；
W_1 ——清洗钢管表面后的四氯化碳含油量，单位为毫克（mg）；
W ——四氯化碳试剂的含油量，单位为毫克（mg）；
A ——清洗的面积，单位为平方米（m^2）；
B ——四氯化碳清洗用量，单位为毫升（mL）；
V ——四氯化碳的容积，单位为毫升（mL），取固定值 300 mL。

C.2.3.3 擦抹织物残油量的测试。对于不便清洗的部位，可用镊子夹无油干净的织物吸取定量四氯化

碳，对钢管表面进行擦抹，擦抹面积与清洗面积相同。擦抹后挤出织物中的四氯化碳，用中速定性滤纸过滤至称过重量的烧杯中并达到 300 mL。将烧杯置于(85±5)℃水浴锅中，使四氯化碳挥发。目测烧杯内四氯化碳已挥发完毕，将烧杯放入(50±5)℃恒温箱中烘干 30 min，再放入干燥器中冷却 30 min 后称重，计算出烧杯前后的重量差 W_2。被测表面油脂的残油量按公式(C.2)计算。

$$P=\frac{W_2-W}{A}\times\frac{B}{V} \qquad \cdots\cdots(C.2)$$

式中：

P ——被测表面油脂的残留量，单位为毫克每平方米(mg/m²)；

W_2 ——擦抹钢管表面后的四氯化碳含油量，单位为毫克(mg)；

W ——四氯化碳试剂的含油量，单位为毫克(mg)；

A ——擦抹检查的面积，单位为平方米(m²)；

B ——四氯化碳擦抹用量，单位为毫升(mL)；

V ——四氯化碳的容积，单位为毫升(mL)，取固定值 300 mL。

C.3 油分分析仪测定法

C.3.1 原理

用四氯化碳清洗被测表面，采用油分浓度测定仪测定四氯化碳清洗液中残油量。

C.3.2 仪器及材料

试验用仪器和材料包括：

a) 油分浓度测定仪；

b) 中性定性滤纸；

c) 烧杯；

d) 四氯化碳。

C.3.3 试验程序

取定量的四氯化碳清洗被测表面。对于不便清洗的部位，可用镊子夹无油干净的纱布吸取四氯化碳擦拭被测表面，挤出擦拭后的四氯化碳。取一部分清洗或擦抹后的四氯化碳，用中性定性滤纸过滤，再按规定注入油分浓度测定仪，测出含油四氯化碳的油分浓度，被测表面油脂的残留量按公式(C.3)计算。

$$P=\frac{M}{A}\times\frac{B}{1\ 000}\times 0.85 \qquad \cdots\cdots(C.3)$$

式中：

P ——被测表面油脂的残留量，单位为毫克每平方米(mg/m²)；

M ——油分浓度测定仪读数，单位为毫克每升(mg/L)；

A ——测定时清洗液擦抹的面积，单位为平方米(m²)；

B ——四氯化碳清洗液的用量，单位为毫升(mL)，对于擦抹测定，应为擦抹后挤出的四氯化碳的总量；

0.85——油的平均密度，单位为毫克每毫升(mg/mL)。

C.3.4 仪器操作方法

按仪器使用说明书执行。