ICS 77.140.75
CCS H 48

中华人民共和国国家标准

GB/T 24187—2023
代替 GB/T 24187—2009

冷拔精密单层焊接钢管

Cold-drawn precision single welded steel tubes

2023-08-06 发布　　2024-03-01 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 …… Ⅰ
1　范围 …… 1
2　规范性引用文件 …… 1
3　术语和定义 …… 2
4　分类及代号 …… 2
5　订货内容 …… 2
6　尺寸、外形、重量及允许偏差 …… 3
7　技术要求 …… 5
8　试验方法 …… 7
9　检验规则 …… 8
10　包装、标志和质量证明书 …… 9
附录A（规范性）　汽车用钢管的喇叭口试验 …… 10
附录B（规范性）　制冷用高清洁度钢管内表面要求及试验方法 …… 12
附录C（规范性）　钢管外镀层、包覆层的要求和试验方法 …… 13
附录D（规范性）　残留物检验方法 …… 15

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 24187—2009《冷拔精密单层焊接钢管》，与GB/T 24187—2009相比，除结构调整及编辑性改动外，主要技术变化如下：

a) 增加了钢管的表面状态种类(见4.3)；
b) 订货内容删除了尺寸精度(见2009年版的第4章)；
c) 更改了外径允许偏差，增加了外径允许偏差按普通精度交货要求(见6.1.2，2009年版的5.1.2)；
d) 更改了壁厚允许偏差(见6.1.3，2009年版的5.1.3)；
e) 删除了钢带的力学性能要求(见2009年版的6.1.2)；
f) 更改了钢管的制造方法要求(见7.2，2009年版的6.2)；
g) 更改了钢管的力学性能要求(见7.3，2009年版的6.3)；
h) 更改了扩口试验要求(见7.4.2，2009年版的6.4.2)；
i) 更改了气密性试验要求(见7.6，2009年版的6.6)；
j) 更改了充氮密封压力(见7.7，2009年版的6.7)；
k) 更改了表面质量要求，增加了HPPP和HPPA钢管表面要求(见7.8，2009年版的6.8)；
l) 更改了检验项目的取样方法和试验方法(见8.6，2009年版的7.6)；
m) 增加了检验分类和型式检验规则(见9.1、9.3)；
n) 删除了喇叭口试验90°区域外观判定规则(见2009年版的A.3)；
o) 将附录B、附录C由资料性更改为规范性(见附录B、附录C，2009年版的附录B、附录C)；
p) 增加了外包覆方法(见C.1.2)；
q) 更改了包覆层耐蚀要求及制冷用钢管耐蚀时间(见C.2.1，2009年版的C.2.1)；
r) 增加了HPPP和HPPA钢管包覆层的特殊要求(见C.4)；
s) 更改了内表面清洁度残留物的试验溶剂种类(见D.2.1，2009年版的D.2.1)。

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：浙江康盛股份有限公司、常州市武进顺达精密钢管有限公司、青岛炬宏精密钢管有限公司、张家港勇邦管业有限公司、青岛海尔智能技术研发有限公司、广东三迅精密科技有限公司、杭州超越管业有限公司、浙江康盛科工贸有限公司、扬州凯锐德机械设备科技有限公司、江苏智润管业有限公司、冶金工业信息标准研究院。

本文件主要起草人：张国良、王辉良、彭炳炬、勇沛浩、李宝萍、刘法先、陈富祥、滕世政、顾仁发、葛强志、占利华、张小伟、李治玉、凌齐进、姜周生、于占水、朱金苗、何柳、朱爱琴、张红春、李奇。

本文件于2009年首次发布，本次为第一次修订。

冷拔精密单层焊接钢管

1 范围

本文件规定了冷拔精密单层焊接钢管的分类及代号、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。

本文件适用于制冷、汽车、电热电器等工业中用于制作冷凝器、蒸发器、燃料管、润滑油管、电热管、冷却器管以及一般配管用冷拔精密单层焊接钢管(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 223.5 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 223.59 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 223.63 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 228.1—2021 金属材料 拉伸试验 第1部分:室温试验方法

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 2423.22 环境试验 第2部分:试验方法 试验N:温度变化

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 7141 塑料热老化试验方法

GB/T 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验

GB/T 11547 塑料 耐液体化学试剂性能的测定

GB/T 11605 湿度测量方法

GB/T 16422.3 塑料 实验室光源暴露试验方法 第3部分:荧光紫外灯

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 20126 非合金钢 低碳含量的测定 第2部分:感应炉(经预加热)内燃烧后红外吸收法

GB/T 30062 钢管术语

HJ 637 水质 石油类和动植物油类的测定 红外分光光度法

3 术语和定义

GB/T 30062 界定的术语和定义适用于本文件。

4 分类及代号

4.1 尺寸精度

钢管按尺寸精度分类和代号如下：

a) 普通精度，代号为 PA；

b) 高级精度，代号为 PC。

4.2 力学性能

钢管按力学性能分类和代号如下：

a) 普通钢管，代号为 MA；

b) 软态钢管，代号为 MB。

4.3 表面状态

钢管按表面状态分类和代号见表 1。

表 1 钢管的表面种类、状态和代号

序号	种类	状态	代号
1	光亮表面	钢管内外表面无镀层	SL
2	镀铜表面	钢管的外表面镀铜	Cu
3	镀锌表面[a]	钢管的外表面镀锌或锌合金	Zn
4	双面镀铜表面[b]	钢管的内外表面均镀铜	Cu/Cu
5	外镀锌内镀铜表面[c]	钢管的外表面镀锌或锌合金，内表面镀铜	Zn/Cu
6	聚酰胺表面	钢管的外表面包覆聚酰胺保护层	HPPA
7	聚丙烯表面	钢管的外表面包覆聚丙烯保护层	HPPP

[a] 采用电镀、化学镀或热浸镀的方法。

[b] 采用双面镀铜的钢带制造。焊缝处的镀层要求由供需双方协商确定。

[c] 采用双面镀铜的钢带制造，外表面锌、锌合金采用电镀、化学镀或热浸镀的方法。

5 订货内容

按本文件订购钢管的合同或订单至少包括下列内容：

a) 本文件编号；

b) 产品名称；

c) 尺寸规格(钢管的外径、壁厚，单位为毫米)；

d) 力学性能(MA 或 MB)；

e） 表面种类；

f） 订购的数量(总重量、总长度或总支数)；

g） 特殊要求。

6 尺寸、外形、重量及允许偏差

6.1 外径和壁厚

6.1.1 无镀层的钢管公称外径(D)、公称壁厚(S)和理论重量应符合表 2 的规定。根据需方要求，经供需双方协商，可供应表 2 规定以外尺寸规格的钢管。

表 2 钢管公称外径、公称壁厚和理论重量

公称外径(D) mm	公称壁厚(S) mm									
	0.30	0.40	0.50	0.60	0.65	0.70	0.80	0.90	1.00	1.30
	理论重量[a] kg/m									
3.18	0.021 3	0.027 4	0.033 0							
4.00	0.027 4	0.035 5	0.043 2	0.050 3						
4.76	0.033 0	0.043 0	0.052 5	0.061 6	0.065 9	0.070 1				
5.00	0.034 8	0.045 4	0.055 5	0.065 1	0.069 7	0.074 2				
6.00	0.042 2	0.055 2	0.067 8	0.079 9	0.085 8	0.091 5	0.102 6	0.113 2	0.123 3	
6.35	0.044 8	0.058 7	0.072 1	0.085 1	0.091 4	0.097 5	0.109 5	0.121 0	0.131 9	
7.94	0.056 5	0.074 4	0.091 7	0.108 6	0.116 9	0.125 0	0.140 9	0.156 3	0.171 2	0.212 9
8.00	0.057 0	0.075 0	0.092 5	0.109 5	0.117 8	0.126 0	0.142 1	0.157 6	0.172 6	0.214 8
9.53	0.068 3	0.090 1	0.111 3	0.132 1	0.142 3	0.152 4	0.172 2	0.191 5	0.210 4	0.263 9
10.00	0.071 8	0.094 7	0.117 1	0.139 1	0.149 9	0.160 5	0.181 5	0.202 0	0.222 0	0.278 9
12.00	0.086 6	0.114 4	0.141 8	0.168 7	0.181 9	0.195 1	0.221 0	0.246 4	0.271 3	0.343 0
12.70	0.091 7	0.121 3	0.150 4	0.179 0	0.193 2	0.207 2	0.234 8	0.261 9	0.288 5	0.365 5
14.00	0.101 4	0.134 2	0.166 5	0.198 3	0.214 0	0.229 6	0.260 4	0.290 8	0.320 6	0.407 2
15.88	0.115 3	0.152 7	0.189 6	0.226 1	0.244 1	0.262 1	0.297 5	0.332 5	0.367 0	0.467 4
16.00	0.116 2	0.153 9	0.191 1	0.227 9	0.246 1	0.264 1	0.300 0	0.335 2	0.369 9	0.471 3
18.00	0.131 0	0.173 6	0.215 8	0.257 5	0.278 1	0.298 7	0.339 3	0.379 5	0.419 2	0.535 4

[a] 无镀层钢管的理论重量；理论重量的计算按照 6.4.2 的规定，钢的密度按 7.85 kg/dm^3。

6.1.2 无镀层钢管的外径允许偏差应符合表 3 的规定。当合同中未规定外径精度时，钢管外径的允许偏差按普通精度执行。根据需方要求，经供需双方协商，可供应表 3 规定以外尺寸允许偏差的钢管。

表 3　钢管外径的允许偏差

单位为毫米

公称外径(D)	普通精度(PA)	高级精度(PC)
＜4.76	±0.08	±0.05
4.76～8.00	±0.12	±0.06
＞8.00～12.00	±0.16	±0.09
＞12.00	±0.20	±0.11

6.1.3　无镀层钢管壁厚的允许偏差应符合表 4 的规定。

表 4　钢管壁厚的允许偏差

单位为毫米

公称壁厚(S)	允许偏差
＜0.70	±0.04
≥0.70	±0.06

6.2　长度

6.2.1　钢管的通常长度为 1.5 m～4 000 m。长度不大于 8 m 的钢管以条状交货，大于 8 m 的钢管以盘状交货。

6.2.2　根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，钢管可按定尺长度交货。钢管的定尺长度应在通常长度范围内，按条状交货的定尺钢管，其定尺长度的允许偏差应符合表 5 的规定。

表 5　钢管定尺长度的允许偏差

单位为毫米

长度	允许偏差
≤2 000	$^{+4}_{0}$
＞2 000～5 000	$^{+7}_{0}$
＞5 000～8 000	$^{+10}_{0}$

6.3　外形

6.3.1　弯曲度

条状交货钢管的弯曲度应不大于 5 mm/m。

6.3.2 端部形状

条状交货钢管的两端端面应与钢管轴线垂直，切口毛刺应予清除。

6.4 重量

6.4.1 盘状钢管以实际重量交货；条状钢管以实际重量交货，也可以支数或无镀层的理论重量交货。

6.4.2 无镀层钢管的理论重量应符合表 2 的规定或按式(1)计算。

$$W = 0.024\ 661\ 5(D - S)S \qquad \cdots\cdots(1)$$

式中：

W ——钢管每米理论重量，单位为千克每米(kg/m)；

D ——钢管的公称外径，单位为毫米(mm)；

S ——钢管的公称壁厚，单位为毫米(mm)。

6.4.3 按理论重量交货的钢管，每批实际重量与理论重量的允许偏差应为±7.5%。

6.5 标记示例

钢管标记顺序为：(尺寸精度)-尺寸规格-力学性能(类别)-表面种类及镀层后处理-本文件编号。

示例 1：

公称外径 4.76 mm、公称壁厚 0.50 mm，外表面镀铜的盘状制冷用软态冷拔精密单层焊接钢管，其标记为：

4.76×0.50 - MB - Cu - GB/T 24187—2023

示例 2：

高级精度，公称外径 8.00 mm、公称壁厚 0.70 mm、定尺长度 6 000 mm，外表面镀锌层厚度 8 μm 钝化成深色的条状冷拔精密单层焊接钢管，其标记为：

PC - 8.00×0.70×6 000 - MA - Zn 8 D - GB/T 24187—2023

7 技术要求

7.1 钢带要求

7.1.1 制造钢管用钢带应采用冷轧低碳钢带或冷轧超低碳钢带，钢带的化学成分(熔炼分析)应符合表 6 的规定。

表 6 钢带的化学成分

类别	化学成分(质量分数)/%				
	C	Si	Mn	P	S
冷轧低碳钢带	≤0.08	≤0.03	≤0.30	≤0.030	≤0.030
冷轧超低碳钢带	≤0.008	≤0.03	≤0.25	≤0.020	≤0.030

7.1.2 钢带的化学成分按熔炼成分验收。当需方要求进行成品分析时，在合同中注明，成品化学成分的允许偏差应符合 GB/T 222 的规定。

7.1.3 经供需双方协商，并在合同中注明，也可采用其他化学成分的钢带。

7.2 制造方法

钢管应采用钢带成型、纵缝焊接后进行冷拔、热处理的方法制造。经供需双方协商，并在合同中注

明，钢管可采用其他方法制造。

7.3 力学性能

钢管的室温纵向力学性能应符合表 7 的规定。

表 7 钢管的力学性能

类别	抗拉强度(R_m) MPa	下屈服强度(R_{eL})[a] MPa	断后伸长率(A)[b] %
普通钢管(MA)	≥300	≥180	≥18
软态钢管(MB)	250～340	≥150	≥35
[a] 当屈服现象不明显时，可采用规定塑性延伸强度($R_{p0.2}$)代替 R_{eL}。 [b] 试样类型为 GB/T 228.1—2021 中的试样编号 S7。			

7.4 工艺性能

7.4.1 压扁

钢管应进行压扁试验。试样长度为 50 mm～100 mm。试验时，焊缝应位于施力方向 90°位置；用压板将试样匀速压扁至内壁贴合。试验后，试样不应出现裂缝、裂口或焊缝开裂。

7.4.2 扩口

钢管应进行扩口试验。试验时，顶芯锥度为 30°，外径扩口率应符合表 8 的规定。试验后试样不应出现裂缝、裂口或焊缝开裂。

表 8 钢管的外径扩口率

类别	外径扩口率/%
普通钢管(MA)	20
软态钢管(MB)	30

7.4.3 弯曲

钢管应进行弯曲试验。弯芯半径为钢管外径的 3 倍，弯曲角度为 360°，焊缝应位于弯曲方向外侧。试验后，试样不应出现皱折、裂缝或焊缝开裂。

7.4.4 喇叭口扩口

汽车用钢管应进行喇叭口扩口试验。喇叭口扩口试验要求应符合附录 A 的规定。

7.5 液压试验

汽车用钢管应进行液压试验。试验压力按式(2)计算。在试验压力下，稳压时间应不少于 5 s，钢管不应出现破裂或渗漏现象。

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

式中：

P ——试验压力，单位为兆帕(MPa)；

S ——钢管的公称壁厚，单位为毫米(mm)；

R ——允许应力，其值取 140 MPa；

D ——钢管的公称外径，单位为毫米(mm)。

7.6 气密性

盘状钢管应进行水下气密性或活性气体气密性试验。对于水下气密性试验，试验压力应不小于 1.8 MPa，稳压时间应不少于 3 min，钢管不应出现气体渗漏现象。对于活性气体气密性试验，活性气体试验压力应不低于 0.5 MPa，稳压时间应不小于 10 min，钢管不应出现气体渗漏现象。

7.7 充氮密封

根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，盘状钢管应充入压力不小于 1.0 MPa 的氮气后将钢管的两端采用压扁、焊接或其他方法密封，充入的气体在密封处不应出现泄漏。

7.8 表面质量

7.8.1 钢管的内外表面应清洁、无锈斑和污迹，不应有裂纹、结疤、分层、搭焊。

7.8.2 无镀层、覆层的钢管表面应光亮无锈斑；有镀层、覆层的钢管，镀层、包覆层应均匀、完整、结合牢固。

7.8.3 钢管表面允许有长度不大于 50 mm、深度不超过壁厚下偏差的擦伤和划痕。

7.8.4 钢管外表面焊缝毛刺应清除，内表面焊缝余高应不大于 0.20 mm。

7.8.5 采用热浸镀的钢管，表面允许有不影响使用的局部粗糙面、锌瘤、锌花和暗斑。

7.8.6 HPPP 和 HPPA 钢管外表面包覆层一般选用黑色，包覆层应均匀、清洁、平滑，不应有裂纹、结疤、划伤、压伤、变形、凹凸不平等影响使用的缺陷。包覆层外表面允许有局部的不影响使用的微小颗粒缺欠。

7.9 内表面清洁度

7.9.1 钢管应进行内表面清洁度残留物检验，残留物应不超过 160 mg/m^2。

7.9.2 根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，制冷用高清洁度钢管按附录 B 规定内表面高清洁度。

7.10 表面镀层、包覆层

7.10.1 不同种类钢管的表面状态应符合表 1 的规定。根据需方要求，经供需双方协商，可供应表 1 以外表面状态的钢管。

7.10.2 根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，可按附录 C 规定钢管外镀层、包覆层。

8 试验方法

8.1 钢管的化学成分以钢带制造厂的质量证明书为准。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 20126 或其他通用方法的规定，仲裁时应遵守 GB/T 223.5、GB/T 223.59、GB/T 223.63、GB/T 223.85、GB/T 223.86 的规定。

8.2 钢管的尺寸和外形应采用符合精度要求的量具逐根(卷)测量，壁厚的测量应避开焊缝。

8.3 钢管的表面应在充分照明条件下逐根(卷)目视检查。

8.4 钢管的气密性试验由供方在以下方式中选择一种：

a) 钢管内通入干燥的气体，在达到规定的压力后将钢管置于水下，在规定的时间内目视检查是否出现因管内气体渗漏而产生的气泡；

b) 钢管的一端接入气压表，另一端通入干燥的气体，在达到规定的压力后断开气源，稳压到规定的时间，检查气压表的压力是否出现下降，试验时应保证钢管端部接口处的密封。

8.5 钢管充氮时，一端接入气压表，另一端通入干燥的氮气，达到规定的压力后断开气源，把密封后的管端置于水下检查，检查密封处是否出现因管内气体渗漏而产生气泡。

8.6 钢管检验项目的取样方法和试验方法应符合表9规定。

表9 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	出厂检验	型式检验	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、8.1
2	力学性能	●	●	每批取1个试样	GB/T 2975、GB/T 228.1—2021
3	压扁	●	●	每批取1个试样	GB/T 246
4	扩口	●	●		GB/T 242
5	弯曲	●	●		GB/T 244
6	喇叭口扩口	—	●	每批取1个试样	附录A
7	液压试验	—	●	每批取1个试样	GB/T 241
8	气密性	●	●	逐卷	8.4
9	充氮密封	●	●	逐卷	8.5
10	内表面清洁度	●	●	供需双方协商	附录B、附录D
11	表面镀层、包覆层	●	●	供需双方协商	附录C
注：“●”表示应检项目；“—”表示免检项目。					

9 检验规则

9.1 检验分类

钢管的检验分为出厂检验和型式检验。

9.2 出厂检验

钢管的出厂检查和验收由供方质量技术监督部门进行，出厂检验项目应符合表9的规定。

9.3 型式检验

有下列情况之一时，应进行型式检验，型式检验项目应符合表9的规定：

a) 工厂首次制造或产品定型时；

b) 正式生产后，结构、材料或工艺有较大改变，可能影响产品性能时；

c) 停产半年及以上，恢复生产时；

d) 出厂检验结果与上次型式试验有较大差异时。

9.4 组批规则

钢管应按批进行检查和验收。每批应由同一钢带类别、同一力学性能类别、同一规格、同一表面状态的钢管组成。每批钢管的重量应不超过 10 000 kg。

9.5 取样数量

钢管各项检验的取样数量应符合表 9 的规定。

9.6 复验与判定规则

9.6.1 出厂检验判定规则

钢管的复验与判定规则应符合 GB/T 2102 的规定。

9.6.2 型式检验判定

型式检验的全部项目均符合本文件规定时，判定该型式检验合格。任何不合格项目均应在改进后重新复检，直至所有项目合格，方可判定该型式检验合格。

10 包装、标志和质量证明书

10.1 条状钢管应捆扎成捆，用防潮纸、气相防锈纸或塑料薄膜包裹后用塑料编织带、无纺布等防护性包装材料捆扎。

10.2 盘状钢管应用塑料编织带、无纺布等防护包装材料捆扎，或根据需要先用防潮纸、气相防锈纸或塑料薄膜包裹。

10.3 盘状钢管没有充氮密封时两端应进行防尘封闭，防尘封闭可采用加塞、加帽、加套、压扁或焊接方法。

10.4 特殊包装方式由供需双方协商确定。

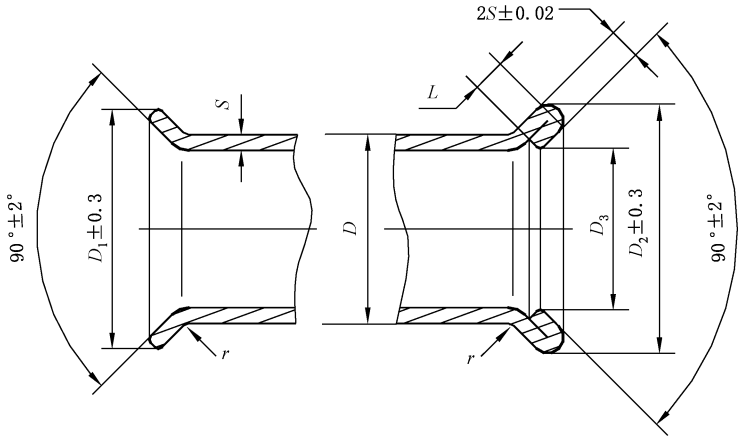
10.5 钢管的标志和质量证明书应符合 GB/T 2102 的规定。

附 录 A
（规范性）
汽车用钢管的喇叭口试验

A.1 除非供需双方另有规定，喇叭口扩口试验采用单层或双层形式由供方选择。扩口端应清除毛刺，内外圆应光滑。

A.2 喇叭口的单、双层试验应按图 A.1 和表 A.1 规定的形状和尺寸进行。扩口后的部位不应出现开裂或裂纹。

A.3 扩口后的 90°区域内应光滑、无裂缝。扩口后的表面允许有不影响密封性能的不规则痕迹，但不应有扩口工具损坏或异物粘沾而造成的压痕。



a） 单层　　b） 双层

图 A.1 单、双层喇叭口形状

表 A.1 单、双层喇叭口尺寸

单位为毫米

公称外径（D）	单层扩口外径（D_1）	双层扩口外径（D_2[a]）	双层扩口最小长度（L）	双层扩口内径（D_3[a]）	扩口圆角半径（r）
3.18	4.5	5.0	1.0	最大：$(D-2S)+0.25$ 最小：$(D-2S)-0.50$	1.0±0.3
4.00	5.4	6.0	1.0		
4.76	6.3	7.0	1.0		
5.00	6.6	7.3	1.0		
6.00	7.7	8.4	1.0		
6.35	8.1	8.8	1.0		
7.94	10.1	10.7	1.6		
8.00	10.1	10.8	1.6		
9.53	11.8	12.5	1.6		
10.00	12.3	13.0	1.6		

表 A.1　单、双层喇叭口尺寸（续）

单位为毫米

公称外径（D）	单层扩口外径（D_1）	双层扩口外径（D_2[a]）	双层扩口最小长度（L）	双层扩口内径（D_3[a]）	扩口圆角半径（r）
12.00	14.6	15.2	1.6	最大：$(D-2S)+0.25$ 最小：$(D-2S)-0.50$	1.0±0.3
14.00	17.0	17.5	2.1		
15.88	19.1	19.6	2.1		
16.00	19.2	19.7	2.1		
18.00	21.5	22.0	2.1		
[a] D_2 和 D_3 只选其一。					

附 录 B
（规范性）
制冷用高清洁度钢管内表面要求及试验方法

B.1 含水量

B.1.1 钢管内表面的含水量应不大于 30 mg/m^2。

B.1.2 钢管内表面含水量的试验方法应符合 GB/T 11605 中电解法的规定。经供需双方协商，也可采用电解法的水分分析仪，仪器测定的不确定度应不大于 5%，试样的准备和试验的方法按仪器说明书的规定。

B.2 残留物含量

钢管内表面残留物应不大于 30 mg/m^2。

B.3 含油量

B.3.1 钢管内表面的含油量应不大于 10 mg/m^2。

B.3.2 钢管内表面含油量的试验方法应符合 HJ 637 的规定。经供需双方协商，也可采用红外光谱吸收法的油分分析仪，仪器测定的不确定度应不大于 5%，试样的准备和试验的方法按仪器说明书的规定。

附 录 C
（规范性）
钢管外镀层、包覆层的要求和试验方法

C.1 钢管外镀、包覆方法

C.1.1 钢管外镀层可采用电镀、化学镀、热浸镀方法。经供需双方协商，并在合同中注明，也可采用其他方法。

C.1.2 钢管的外包覆层可采用挤塑方法。经供需双方协商，并在合同中注明，也可采用其他方法。

C.2 钢管镀层、包覆层的标记及耐蚀要求

C.2.1 制冷用钢管

制冷用钢管镀层、包覆层的标记、类型、中性盐雾试验（NSS）出现红锈的最短耐蚀时间按照表 C.1 的规定。

表 C.1 制冷用钢管镀层、包覆层的标记、类型及耐蚀时间

标记	类型	最短耐蚀时间
Cu	镀铜	—
Zn	镀锌或锌合金	推荐选用时间：48 h，96 h，120 h，168 h，240 h，360 h，500 h，720 h
HPPA	聚酰胺包覆	3 000 h
HPPP	聚丙烯包覆	1 000 h

C.2.2 汽车用钢管

钢管镀锌后进行钝化处理形成转化膜。转化膜的标记、类型、典型外观、盐雾试验（NSS）出现白色腐蚀物的最短耐蚀时间应符合表 C.2 的规定。

表 C.2 钢管的转化膜的标记、类型、典型外观及耐蚀时间

标记	类型	典型外观	最短耐蚀时间
A	光亮	透明、光亮有时带轻微蓝色	6 h
B	漂白	略带彩虹且透明	24 h
C	彩虹	黄彩虹色	72 h
D	深色	橄榄绿隐约可见棕色或青铜色	96 h
E	复合	黑色	200 h
本表依据铬酸盐转化膜，采用其他处理方式时是否适用由供需双方协商确定			

C.3 钢管镀层、包覆层的其他要求

C.3.1 钢管镀层、包覆层的盐雾试验（NSS）按 GB/T 10125 的规定。盐雾试验时，钢管镀层的转化膜不

应受到破坏且应经 24 h 的室温老化处理。

C.3.2 钢管镀层、包覆层规定厚度时，镀层的厚度采用阳极溶解库仑法或重量法检测，包覆层的厚度采用符合精度要求的量具测量。

C.3.3 钢管外镀层应进行弯曲试验，弯芯直径为钢管外径的 6 倍，弯曲角度为 360°，试验后试样不应有镀层剥落，弯曲过程中允许有轻微钝化层粉末脱落现象。

C.3.4 钢管外镀层鼓励采用环保型的材料和工艺。

C.4 HPPP 和 HPPA 钢管包覆层的特殊要求

C.4.1 热氧化试验

HPPP 和 HPPA 钢管应进行热氧化试验。取 3 段 200 mm 长的 HPPP 或 HPPA 钢管试样，用半径为 13 mm 的槽轮弯曲 180°，放置在 120 ℃恒温箱 168 h。试验后包覆层不应产生裂纹或起皮现象。热氧化试验的试验方法按 GB/T 7141 的规定执行。

C.4.2 特定状态中性盐雾试验

HPPP 和 HPPA 钢管应进行特定状态的中性盐雾试验。将经热氧化试验的 HPPP 或 HPPA 钢管进行 360 h 中性盐雾试验，基体钢管表面不应出现锈蚀痕迹。经中性盐雾试验的管路进行不低于 3 min 的气密性检验，压力不低于 1.8 MPa，不应出现泄露现象。中性盐雾试验的测试方法按 GB/T 10125 的规定执行。

C.4.3 耐化学试剂测试

HPPP 和 HPPA 钢管应进行耐化学试剂测试。取 3 段 200 mm 长的 HPPP 或 HPPA 钢管试样，用半径为 13 mm 的槽轮弯曲 180°，并将管端进行封闭处理。根据实际需要进行 5%乙酸、10%柠檬酸、10%乳酸或 1%氢氧化钠溶液的浸泡试验。试验温度为(23±2)℃，浸泡 168 h 后将试样取出。试验后包覆层不应产生裂纹、起皮、起泡、分层或表面发黏、溶解现象，基体钢管表面不应出现锈蚀痕迹。耐化学试剂测试的测试方法按 GB/T 11547 的规定执行。

C.4.4 高低温冲击试验

HPPP 和 HPPA 钢管应进行高低温冲击试验。取 3 段 200 mm 长的 HPPP 或 HPPA 钢管试样，用半径为 13 mm 的槽轮弯曲 180°，放入高低温冲击箱，以低温－40℃暴露 2 h 和高温 85 ℃暴露 2 h 为 1 个周期，运行 10 个周期的冷热冲击试验。试验后包覆层不应产生裂纹或起皮现象。高低温冲击试验的测试方法按 GB/T 2423.22 的规定执行。

C.4.5 紫外光老化试验

HPPP 和 HPPA 钢管应进行紫外光老化试验。将经高低温冲击试验的 HPPP 或 HPPA 钢管试样，放入紫外光耐候试验箱，光源应采用 1A 型(UVA-340)荧光紫外灯，辐照度为 0.76 W/m^2，连续照射 168 h 后，对试样直管部位进行折弯 180°一次。试验后包覆层不应产生裂纹及起皮现象。紫外光老化试验的测试方法按 GB/T 16422.3 的规定执行。

附 录 D
（规范性）
残留物检验方法

D.1 试样

D.1.1 截取长度不小于 12 m 的钢管作为试样。试验时可将试样分为多段操作，每段的长度应大于 1.5 m。

D.1.2 取样时应防止尘、屑等进入管内，取样后应将管端清洁干净。

D.2 溶剂

D.2.1 分析纯正庚烷、优级纯四氯化碳。

D.2.2 溶剂量为 100 mL。

D.2.3 溶剂在使用中及使用后处理时应注重环保。

D.3 试验方法

D.3.1 用溶剂清洗全部试样的内表面。

D.3.2 将清洗后的溶剂倒入一个重量已知、清洁的容器内，用蒸汽或低温电炉对容器加热使溶剂蒸发，并在 100 ℃～110 ℃温度下干燥，直到溶剂完全蒸发（注意不让容器过热以防残留物碳化）后再称出重量。

D.3.3 前后两次重量相减得出试样的残留物重量，计算出每平方米钢管内表面清洁度的残留物的克数。