



中华人民共和国国家标准

GB/T 20928—2007

无缝内螺纹铜管

Seamless inner grooved copper tube

2007-04-30 发布

2007-11-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

前 言

本标准的尺寸及偏差参考了日本神户、住友、日立等公司相关无缝内螺纹铜管的精度要求,综合了近年来国内主要无缝内螺纹铜管开发的新齿形和新规格进行的确定;其他技术要求参照了 EN 12735-02:2001《空调制冷用铜及铜合金无缝圆形管》、JIS H 3300—2006《铜及铜合金无缝铜管》和 ASTM B 280—2003《空调制冷领域用无缝铜管》的相应规定,充分结合我国无缝内螺纹铜管的实际情况制定的本标准。

本标准的附录 A、附录 B 是规范性附录。

本标准的附录 C 是资料性附录。

本标准由中国有色金属工业协会提出。

本标准由全国有色金属标准化技术委员会归口。

本标准由金龙精密铜管集团股份有限公司、高新张铜股份有限公司、浙江海亮股份有限公司负责起草。

本标准主要起草人:李长杰、郭照相、冯海良、张金利、魏笔、曹建国、刘爱奎、王向东、杨存利、王虎、马俊环。

本标准由全国有色金属标准化技术委员会负责解释。

无缝内螺纹铜管

1 范围

本标准规定了无缝内螺纹铜管的要求、试验方法、检验规则与包装、标志、运输和贮存。
本标准适用于空调与制冷用无缝内螺纹铜管。

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 228—2002 金属材料 室温拉伸试验方法

GB/T 242 金属管 扩口试验方法

GB/T 2828.1 计数抽样检验程序 第1部分:按接受质量限(AQL)检索的逐批检验抽样计划

GB/T 5121(所有部分) 铜及铜合金化学分析方法

GB/T 5231 加工铜及铜合金 化学成分和产品形状

GB/T 5248 铜及铜合金无缝管涡流探伤方法

GB/T 8888 重有色金属加工产品的包装、标志、运输和贮存

YS/T 347 铜及铜合金平均晶粒度测定方法

3 术语

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

无缝内螺纹铜管 *seamless inner grooved copper tube*

外表面光滑,内表面具有一定数量、一定规则螺纹、截面圆周连续的铜管。

3.2

轻软态 *light annealed*

为满足产品力学性能及名义平均晶粒度的轻微退火所获得的状态,本标准用 M₂ 标识。

3.3

米克重 *weight per meter*

每 1 m 长度内螺纹铜管的质量,单位:克每米(g/m)。

3.4

清洁度 *cleanness*

铜管每平方米内表面积残留物质量,单位:克每平方米(g/m²)。

4 要求

4.1 产品分类

4.1.1 牌号、状态和供货形状

管材的牌号、状态和供货形状应符合表 1 的规定。规格尺寸范围符合表 2 的规定,表 3 为本标准推荐规格。

表 1 产品的牌号状态

牌 号	状 态	供 货 形 状
TP2	轻软(M ₂) 软(M)	直管 盘管

表 2 规格尺寸范围

外径 D/mm	底壁厚 TW/ mm	齿高 H _f /mm	总壁厚 TWT/ mm	齿顶角 α/(°)	螺旋角 β/(°)	螺纹数 n/条
3~16	0.20~0.75	0.10~0.30	0.30~1.05	10~100	0~50	30~100

表 3 本标准推荐普通齿型规格的名义尺寸

序号	规 格	外径 D/ mm	内径 d/ mm	底壁厚 TW/mm	齿高 H _f /mm	总壁厚 TWT/mm	齿顶角 α /°	螺旋角 β/°	螺纹数 n/条
1	φ5.00×0.20+0.14-40-18	5.00	4.32	0.20	0.14	0.34	40	18	38
2	φ6.35×0.26+0.20-40-10	6.35	5.43	0.26	0.20	0.46	40	10	55
3	φ7.00×0.27+0.15-53-18	7.00	6.16	0.27	0.15	0.42	53	18	60
4	φ7.00×0.25+0.18-40-18	7.00	6.14	0.25	0.18	0.43	40	18	50
5	φ7.00×0.25+0.22-22-16	7.00	6.06	0.25	0.22	0.47	22	16	54
6	φ9.52×0.28+0.15-53-18	9.52	8.66	0.28	0.15	0.43	53	18	60
7	φ9.52×0.30+0.20-53-18	9.52	8.52	0.30	0.20	0.50			
8	φ9.52×0.27+0.16-30-18	9.52	8.66	0.27	0.16	0.43	30	18	70
9	φ12.70×0.41+0.25-53-18	12.70	11.38	0.41	0.25	0.66	53	18	60
10	φ15.88×0.52+0.30-53-18	15.88	14.24	0.52	0.30	0.82	53	18	74
注：内径的计算方法： $d = D - 2 \times TWT$ 。									

4.1.2 标记示例

产品标记按产品名称、牌号、状态、外径、底壁厚、齿高加齿顶角、螺旋角、螺纹数和标准编号的顺序表示：

示例 1：用 TP2 制造的、供应状态为 M₂、外径为 9.52 mm、底壁厚为 0.30 mm、齿高为 0.20 mm、齿顶角为 53°、螺旋角为 18°、螺纹数为 60 条的无缝内螺纹盘管，标记为：

无缝内螺纹盘管 TP2 M₂ φ9.52×0.30+0.20-53-18/60 GB/T 20928—2007

示例 2：用 TP2 制造的、供应状态为 M₂、外径为 9.52 mm、底壁厚为 0.30 mm、齿高为 0.20 mm、齿顶角为 53°、螺旋角为 18°、螺纹数为 60 条的左旋无缝内螺纹盘管，标记为：

无缝内螺纹盘管 TP2 M₂ φ9.52×0.30+0.20-53-L18/60 GB/T 20928—2007

注：螺旋角为左旋的无缝内螺纹铜管标示时在螺旋角前加“L”。

示例 3：用 TP2 制造的、供应状态为 M、外径为 7.00 mm、底壁厚为 0.27 mm、齿高为 0.15 mm、齿顶角为 53°、螺旋角为 18°、螺纹数为 60 条、长度为 3 000 mm 的无缝内螺纹直管，标记为：

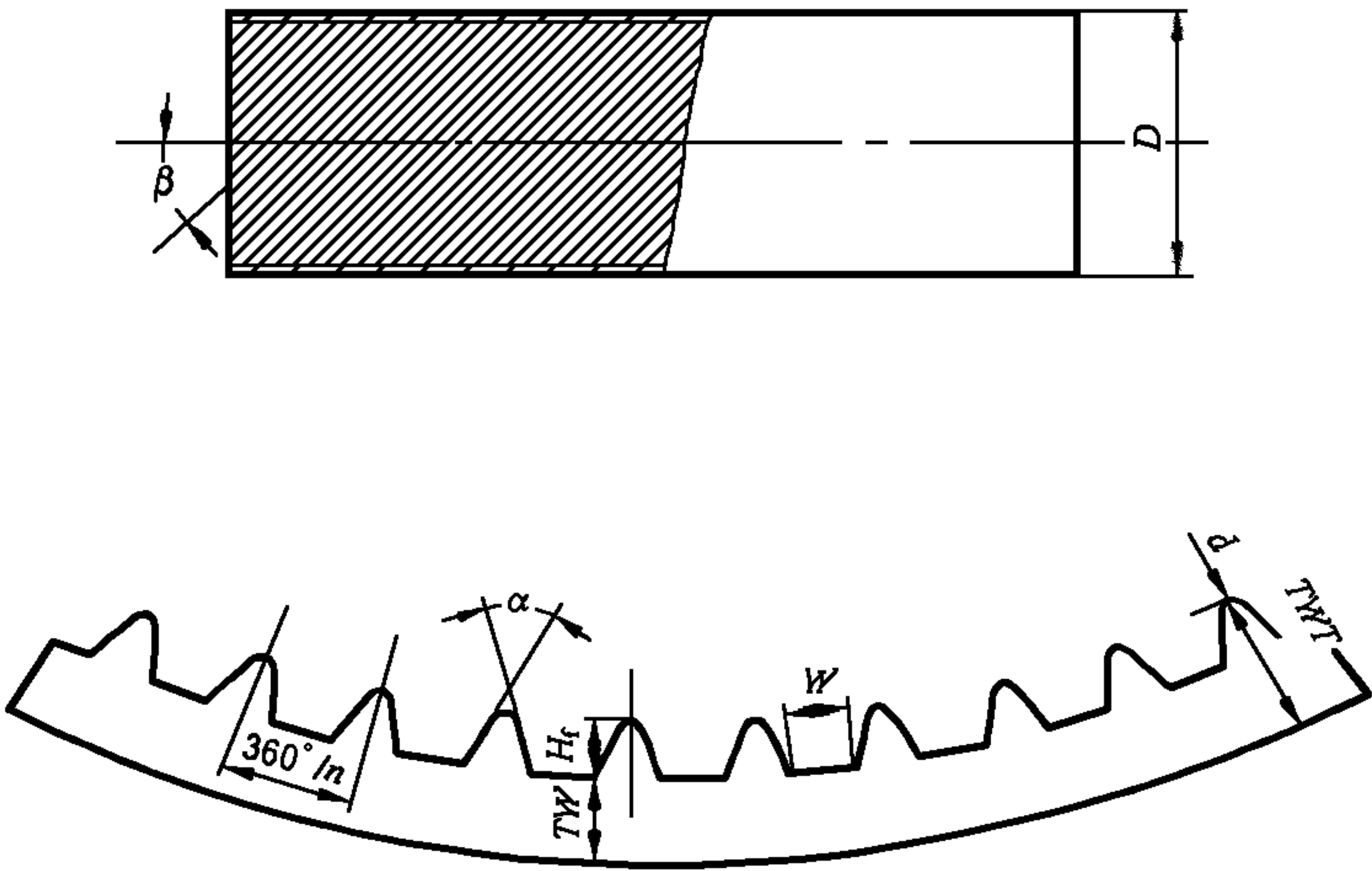
无缝内螺纹直管 TP2 M φ7.00×0.27+0.15-53-18/60×3000 GB/T 20928—2007

4.2 化学成分

管材的化学成分应符合 GB/T 5121 的规定。

4.3 外形尺寸及偏差

齿型图示见图 1。



D ——外径；
 d ——内径；
 TW ——底壁厚；
 H_f ——齿高；
 TWT ——总壁厚；
 W ——槽底宽；
 n ——螺纹数；
 α ——齿顶角；
 β ——螺旋角。

图 1 无缝内螺纹铜管齿型示意图

4.3.1 外径、齿型参数、米克重的允许偏差应符合表 4 的规定。

表 4 外径、齿型参数、米克重的允许偏差

名 称	尺 寸	允 许 偏 差
平均外径 D/mm	$3 \leq D < 7$	± 0.03
	$7 \leq D < 10$	± 0.04
	$10 \leq D < 12$	± 0.05
	$12 \leq D \leq 16$	± 0.06
圆度 /mm	$3 \leq D < 10$	$\leq$ 名义外径的 2.5%
	$10 \leq D \leq 16$	$\leq$ 名义外径的 4%
底壁厚 TW/mm	0.20~0.40	± 0.03
	$> 0.40 \sim 0.75$	± 0.05
齿高 H_f/mm	0.10~0.20	± 0.02
	$> 0.20 \sim 0.30$	± 0.03
总壁厚 TWT/mm	0.30~0.50	± 0.04
	$> 0.50 \sim 1.05$	± 0.05
齿顶角 $\alpha/(\text{°})$	10~40	± 7
	$> 40 \sim 100$	± 5
螺旋角 $\beta/(\text{°})$	0~50	± 2

表 4 (续)

名 称	尺 寸	允 许 偏 差
米克重	$3\text{ mm}\leq D\leq 7\text{ mm}$	$\pm 2\text{ g/m}$
	$7\text{ mm}< D\leq 12\text{ mm}$	$\pm 3\text{ g/m}$
	$12\text{ mm}< D\leq 16\text{ mm}$	$\pm 5\text{ g/m}$
注 1: 每米克重理论值由供需双方认可。 注 2: 对齿型、尺寸及允许偏差等如有特殊要求由供需双方协商确定。		

4.3.2 直管的不定尺长度为 400 mm~10 000 mm,管材的定尺或倍尺长度应在不定尺范围内,倍尺长度应加入锯切量,每一锯切量为 5 mm,直管定尺允许偏差应符合表 5 的规定。

表 5 直管定尺允许偏差 单位为毫米

长 度	允 许 偏 差
400~600	$+1.6$ 0
$>600\sim 1\,800$	$+2.0$ 0
$>1\,800\sim 4\,000$	$+5.0$ 0
$>4\,000\sim 10\,000$	$+8.0$ 0

4.3.3 管材端部应锯切平整,允许有轻微的毛刺,直管切斜不大于 2 mm。

4.4 室温力学性能和晶粒度

管材的室温力学性能和晶粒度应符合表 6 的规定。

表 6 管材的室温力学性能和晶粒度

状 态	抗拉强度 R_m / (N/mm ²)	规定非比例延伸 强度 $R_{p0.2}$ /(N/mm ²)	断后伸长率 $A/\%$	平均晶粒度/mm
软态(M)	≥ 210	45~100	≥ 43	0.020~0.060
轻软态(M ₂)	220~270	45~100	≥ 43	0.015~0.035

4.5 扩口试验

采用 60°的冲锥,扩口率为 40%,管材扩口试验后试样不应产生肉眼可见的裂纹或裂口。

4.6 无损探伤

4.6.1 管材应逐根进行无损涡流探伤。涡流探伤方法应采用穿过式探头和旋转式探头组合探伤。探伤过程中,直管不允许有探伤缺陷,盘管的探伤缺陷数由供需双方商定,探伤缺陷深色标记长度不小于 300 mm。

4.6.2 采用穿过式探头探伤时,标准样管人工缺陷为通孔,在保证探伤信噪比>10 dB 的情况下,其孔径应符合表 7 的规定。

表 7 标准样管人工缺陷孔径 单位为毫米

管 外 径	钻 孔 直 径
3.00~9.00	0.3
$>9.00\sim 12.00$	0.4
$>12.00\sim 16.00$	0.5

4.6.3 采用旋转式探头探伤时,标准样管人工缺陷为纵向刻槽,其纵向刻槽应符合表 8 的规定。

表 8 标准样管的纵向刻槽尺寸 单位为毫米

底壁厚	刻槽长度	刻槽宽度	刻槽深度
0.20~0.25	20	≤0.20	0.05
>0.25~0.30			0.06
>0.30~0.40			0.07
>0.40			0.08
注 1：旋转探伤的螺距应小于 20 mm。 注 2：需方对纵向刻槽尺寸有特殊要求时由供需双方协商确定。			

4.7 清洁度

无缝内螺纹铜管内表面残留物应不大于 0.025 g/m²。

4.8 盘卷的外形尺寸

无缝内螺纹铜盘管供货应为层绕盘管(需方有特殊要求时供需双方协商确定)。

卷内径(名义):610/560 mm;

卷外径:≤1 100 mm;

卷宽:≥200 mm。

4.9 表面质量

无缝内螺纹铜管表面应清洁、光亮,不应有影响使用的有害缺陷。轻微的表面加工环痕不作报废依据。

4.10 传热性能

传热性能由供需双方协商确定,需方要求时提供。

5 试验方法

5.1 化学成分的仲裁分析方法

管材的化学成分仲裁分析方法按 GB/T 5121 规定进行。

5.2 力学性能检验方法

管材的拉伸试验按 GB/T 228 规定进行,其拉伸试样按 GB/T 228 中 S7 试样规定进行。

注 1：管材试样的截面积按称重法算出；

注 2：铜的密度按 8.94×10³ kg/m³ 计算。

5.3 扩口试验方法

管材的扩口试验按 GB/T 242 规定进行。

5.4 尺寸测量方法

管材的尺寸用相应精度的测量工具进行测量,内表面螺纹尺寸及偏差的测量方法按附录 A 规定进行,仲裁方法采用附录 A 剖面放映仪测量方法。

5.5 晶粒度的测定方法

管材的晶粒度测定方法按 YS/T 347 规定进行。

5.6 无损检验方法

管材的无损检验按 GB/T 5248 规定进行。

5.7 清洁度的测定方法

管材的清洁度测定方法按附录 B 规定进行。

5.8 表面质量检验

管材用肉眼检验外表面质量。

5.9 传热性能试验

管材的传热性能试验可参照附录 C 规定进行,或由供需双方认可的方法进行。

6 检验规则

6.1 检查与验收

6.1.1 管材应由供方技术监督部门检验,并保证产品质量符合本标准的要求。

6.1.2 需方应对收到的产品进行检验,当检验结果与本标准规定不符合时,应在收到产品之日起三个月内向供方提出,由供需双方协商解决。

6.2 组批

管材应成批提交验收,每一批应由同一牌号、状态、规格和加工方法组成,每批重量不大于 10 000 kg。

6.3 检验项目

6.3.1 逐批检验

管材每批应进行化学成分、尺寸、力学性能、扩口试验、晶粒度、清洁度的检验。

管材应逐根进行涡流探伤及外表面质量检查。

6.3.2 型式检验

有下列任一情况时,应按标准规定对管材的传热性能进行型式检验:

- a) 新产品试制鉴定时;
- b) 正式生产后,如结构、材料、工艺有较大改变,可能影响产品性能时;
- c) 连续二年未进行型式检验时;
- d) 需方要求时。

6.4 取样

取样应符合表 9 的规定。

表 9 取样规定

检验项目	取 样 规 定	要求的章条号	试验的章条号
化学成分	1 个试样/炉次(供方),1 个试样/批(需方)	4.2	5.1
尺寸偏差	按照 GB/T 2828.1 规定取样,一般检验水平 II 或供需双方协商	4.3	5.4
力学性能	任取 2 根或盘/批,1 个试样/根或盘	4.4	5.2
晶粒度	任取 2 根或盘/批,1 个试样/根或盘	4.4	5.5
扩口性能	任取 2 根或盘/批,1 个试样/根或盘	4.5	5.3
无损检验	逐根检验	4.6	5.6
清洁度	1 个试样/批	4.7	5.7
外观质量	逐根检验	4.9	5.8
传热试验	供需双方协商	4.10	5.9
注 1:接收质量限 AQL= 4.0。 注 2:软态、轻软态取样测量齿型参数,试样需镶嵌处理或特殊处理。			

6.5 检验结果判定

管材的检验结果按表 10 的规定进行判定。

表 10 检验结果的判定

检验项目	检验结果的判定
化学成分	化学成分不合格,判该批不合格。
尺寸偏差	从该批产品(包括原检验不合格的那件产品)中再取双倍数量的试样进行重复试验,如仍有不合格则判该批不合格,允许逐件检验,合格者交付
力学性能	
扩口性能	
清洁度	
晶粒度	从该批产品(包括原检验不合格的那件产品)中再取双倍数量的试样进行重复试验,如仍有不合格则判该批不合格
外观质量	逐根检验不合格时,判单根不合格,合格者交货
无损检验	
传热试验	供需双方协商

7 标志、包装、运输、贮存

7.1 标志

7.1.1 在检验合格的管材标签上应标注如下标志：

- a) 供方技术监督部门的检印；
- b) 合金牌号；
- c) 规格；
- d) 供应状态；
- e) 批号；
- f) 生产日期；
- g) 缺陷点数；
- h) 净重；
- i) 执行标准；
- j) 其他。

7.1.2 管材的包装箱标志应符合 GB/T 8888 的规定。

7.2 包装

7.2.1 盘管应固定在法兰之间，置于托盘上固定后方可供货。

7.2.2 直管包装应符合 GB/T 8888 的规定。

7.2.3 包装方式有特殊要求时由供需双方协商确定。

7.3 运输、贮存及质量证明书

管材的运输、贮存及质量证明书应符合 GB/T 8888 的规定。

8 订货单(或合同)内容

本标准所列材料的订货单(或合同)内应包括以下内容:

- a) 材料名称;
- b) 合金牌号;
- c) 材料状态;
- d) 尺寸;
- e) 供货形状;
- f) 尺寸允许偏差(有特殊要求时);
- g) 重量;
- h) 传热性能(有特殊要求时);
- i) 本标准编号;
- j) 其他。

附 录 A (规范性附录)

无缝内螺纹铜管齿型参数测量方法

A.1 范围

本附录规定了无缝内螺纹铜管的底壁厚、齿高、齿顶角、螺旋角、槽底宽等齿型参数的测量方法。
本附录适用于无缝内螺纹铜管齿型参数的测量。

A.2 测量工具

显微镜,直尺,量角器,剖面放映仪等。

A.3 取样与制样

A.3.1 需要检测齿型参数的无缝内螺纹铜管应为硬态,即在螺纹成型后未退火前,所取样品没有大的变形。

A.3.2 对于无法得到硬态样品管时,可取软态没有大的变形的样品管。

A.3.3 取未变形的铜管锯下一段铜管样,得到锯切面,在砂纸上磨制锯切面,磨制结束后,再用小毛刷清扫试样上的异物及管子内的小毛刺和卷边等,最后用酒精清洗、吹干。

A.3.4 当同一批样品管,其不同状态下的螺纹参数测量数据不一致时,以硬态为准。

A.4 测量方法

无缝内螺纹管齿型参数测量可以采用以下三种方法,仲裁方法应用剖面放映仪测量方法进行。

A.4.1 显微镜测量方法

A.4.1.1 测量齿高、底壁厚、齿顶角

试样置于显微镜载物平台上,打开光源,初步调节 X、Y 方向旋钮,观察目镜,使得至少有一个较完整的齿处于视场内,任选一个齿进行测量。

a) 在目镜中测量齿高和底壁厚

仅需要测量齿高和底壁厚时,应采用目镜测量方法:

观测目镜,调节 X、Y 方向旋钮、旋转载物台及目镜,使齿顶与刻度线重叠并保证管的外壁与刻度线垂直,然后读出齿高和底壁厚数据。

b) 在毛玻璃上测量

当需要快速测量齿顶角时,应采用毛玻璃测量方法:

将齿形打到毛玻璃上,齿高及底壁厚的测量方法同 a);用透明纸从玻璃上描下齿形,用量角器测出齿顶角。

c) 在相纸上测量

须精确测量齿高、底壁厚和齿顶角时,应采用相纸测量方法:

为齿形拍出相片,烘干,然后根据照片放大倍数用直尺在相纸上量出齿高、底壁厚,用量角器量出齿顶角。

A.4.1.2 测齿条数

将试样置于显微镜下,放大 10 倍~40 倍,直接数出其齿条数。

A.4.1.3 测量螺旋角

将管材纵向剖开,展平,找出纵向基准线,用量角器读出螺旋角。

A.4.1.4 数据修约

齿高、底壁厚测量精确到 0.005 mm,螺旋角、齿顶角精确到 1°。

A.4.2 剖面放映仪测量方法

A.4.2.1 测齿高、底壁厚和槽底宽

A.4.2.1.1 将制备好的样品固定在剖面放映仪的载物台平面玻璃上,打开放映仪上底部的光源,让光线通过载物台平面玻璃底面反射至管材上。

A.4.2.1.2 调节仪器上的 X 轴、Y 轴,使得至少有一个较完整的齿处于剖面仪的光屏上,调节 X、Y 轴,使 X 轴线与齿底部的投影相切,Y 轴线与齿边缘相切,将 X、Y 轴的读数调整为 0,向上平行移动 X 轴线与齿顶相切,读出 X 轴的平移显示数即为齿高数值。

A.4.2.1.3 将 X 轴复位,移动 Y 轴线,使之与相邻的齿边缘相切,读出 Y 轴显示值即为槽底宽数值。

A.4.2.1.4 将 Y 轴线复位,向下移动 X 轴线与管材的外壁相切,读出 X 轴的显示值即为底壁厚数值。

A.4.2.2 测螺旋角

A.4.2.2.1 将无缝内螺纹铜管样品沿轴向剖开压平待用。

A.4.2.2.2 将制备好的样品固定在剖面放映仪的载物台平面玻璃上,打开放映仪上底部的光源,让光线通过载物台平面玻璃底面反射至管材上。

A.4.2.2.3 调节仪器上 X、Y 轴,使齿形呈清晰状,调节 X、Y 轴线,使 X 轴线与管端面垂直,将显示仪器上的角度显示屏的任一条线调至与 X 轴重合,角度显示器读数调为 0,逆时针方向旋转该直线与螺纹线重合,读出角度值,用 180°减去所读角度值,即为无缝内螺纹铜管的螺旋角。

A.4.3 专用软件测量方法

通过图像采集设备(摄像头、扫描仪、数码相机等)将制好的试样制成图像,将图像传送到测量计算机。

使用专用软件根据相关定义测量齿形的齿高、底壁厚、槽底宽等长度和齿顶角、螺旋角等角度,计算机直接读出测量数据。

附 录 B
(规范性附录)
铜管清洁度测定方法

B.1 范围

本附录规定了铜管清洁度的测定方法。
本附录适用于铜管材内表面清洁度的测定。

B.2 试样

取长度不小于 1.5 m 的样管。

B.3 试验步骤

将待测定管材按规定长度截取 1.5 m。按表 B.1 规定将四氯化碳或其他相同性质的溶剂注入待测样管内,充分振荡,以便彻底清洗内表面。20 min 后,将溶剂倒入一个充分洗净烘干并已称量重量为 G_1 的烧杯中。将烧杯置于温度为 100℃~120℃ 的控温加热板上,使溶剂蒸发干为止。再将烧杯放入 100℃~110℃ 的烘箱中烘 30 min。取出烧杯,放入干燥器中冷却 1 h,然后称出重量 G_2 。随同试样做空白试验,并测定空白值 G_0 。

表 B.1 无缝内螺纹铜管溶剂用量

管子内径 d /mm	注入溶剂量/mL
$5 \leq d < 8$	30
$8 \leq d < 10$	50
$10 \leq d < 13$	80

B.4 计算方法

B.4.1 铜管清洁度

按公式(2)计算铜管的清洁度 Q :

$$G = G_2 - G_1$$
$$Q = (G - G_0)/S \cdot L$$

.....(B.1)

.....(B.2)

式中:
 Q ——铜管清洁度,单位为克每平方米(g/m^2);
 G ——铜管残留物的重量,单位为克(g);
 G_1 ——空烧杯的重量,单位为克(g);
 G_2 ——清洗管子的溶剂蒸发后烧杯的重量,单位为克(g);
 G_0 ——空白值,单位为克(g);
 S ——铜管单位长度内表面积,单位为平方米每米(m^2/m);
 L ——试样长度,单位为米(m)。
计算结果表示为三位小数。

B.4.2 铜管单位长度内表面积

无缝内螺纹铜管单位长度内表面积 S 按公式(3)进行计算:

$$S = [W + 2 \times H_f/\cos(\alpha/2)] \times n/\cos\beta$$

.....(B.3)

式中：

S ——铜管单位长度内表面积，单位为平方米每米(m^2/m)；

W ——槽底宽，单位为米(m)；

H_f ——齿高，单位为米(m)；

α ——齿顶角，单位为度($^\circ$)；

β ——螺旋角，单位为度($^\circ$)；

n ——螺纹数。单位为条。

本算法将齿型看作近似三角形计算，误差 $\leq 5\%$ 。

附 录 C
(资料性附录)

无缝内螺纹铜管传热系数和流体阻力特性的测定方法

C.1 范围

本附录规定了无缝内螺纹铜管的传热系数和管内流动阻力特性的测试方法。
本附录适用于蒸汽压缩式制冷系统用无缝内螺纹铜管的传热系数和流体阻力特性的测定。
本附录测定的无缝内螺纹铜管为单管。

C.2 测试原理

C.2.1 测试原理

蒸汽压缩式制冷系统由压缩机、冷凝器、膨胀阀、蒸发器组成,用管道将它们连接成一个密封系统。试验部分由套管式换热器构成,待测试管为其内管。向待测试管内通入制冷剂,外套管内通入换热水,并使两者逆向流动。该装置使用工质为 R22、410A、407C。测试工况如表 C.1 所示。

表 C.1 测试工况

蒸 发		冷 凝	
饱和温度	6℃	饱和温度	45℃
入口干度	0.16~0.18	入口过热	15℃~25℃
出口过热	5℃~6℃	出口过冷	2℃~3℃
质量流速	100 kg/(m ² ·s) ~ 400 kg/(m ² ·s)	质量流速	100 kg/(m ² ·s) ~ 400 kg/(m ² ·s)

通过测量水侧和制冷剂侧进出口相关参数(流量、温度、压力等),可确定试验段部分总的传热系数,通过热阻分析,可获得测试工况下,待测试管管内表面传热系数。

通过测量制冷剂流过待测试管的进出口压力降可获得测试工况下的流体流动阻力特性。

C.2.2 试验系统见示意图 C.1。

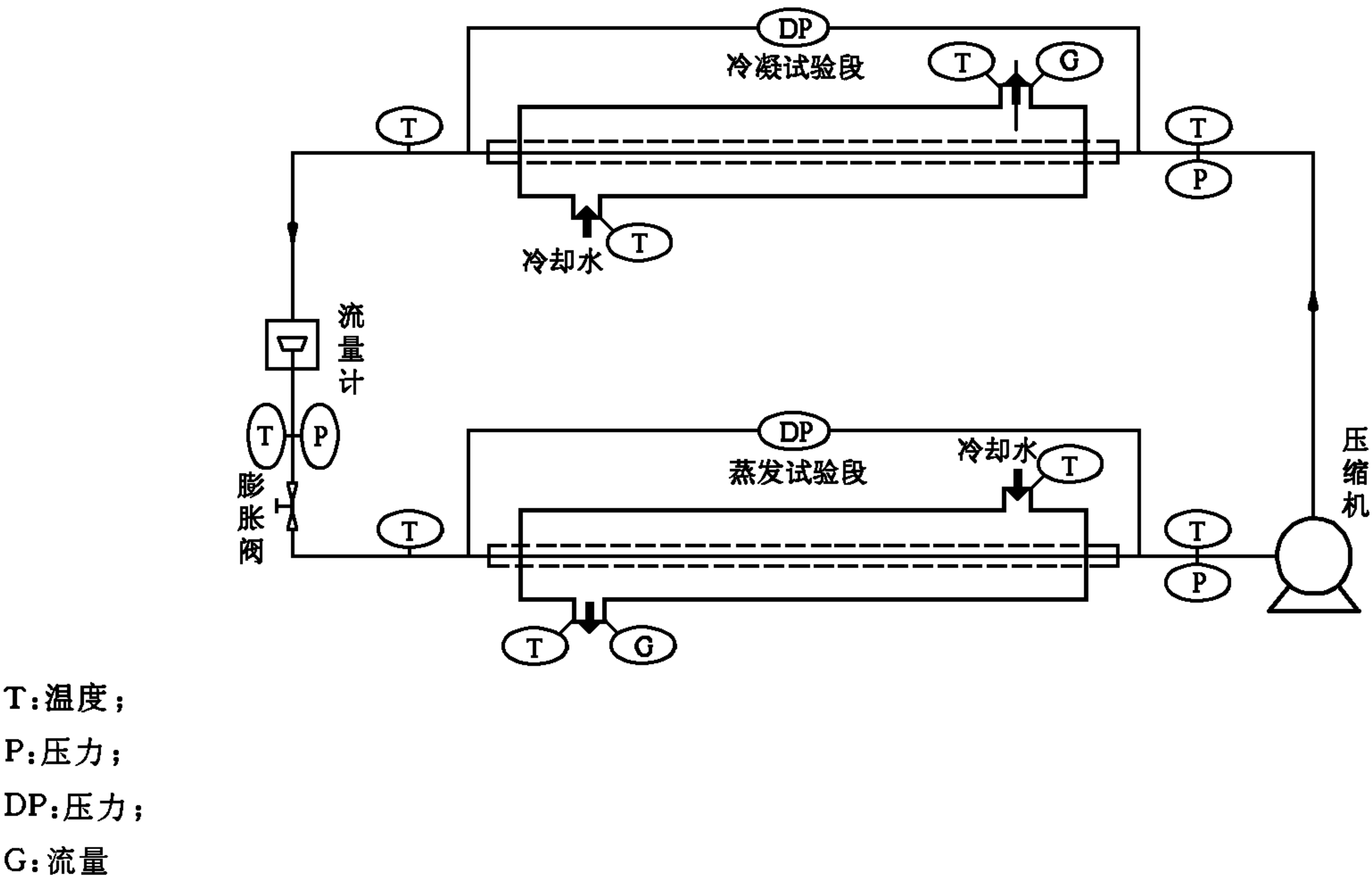


图 C.1 试验系统示意图

C.3 测定数据的计算及整理

C.3.1 测定数据计算过程所用公式：

C.3.1.1 总换热系数的计算：

$$K = \frac{Q}{A \Delta t} \dots\dots\dots (C.1)$$

式中：
K——测试管的总换热系数，单位为瓦每平方米开尔文(W/(m²·K))；
Δt——对数平均温差，单位为开尔文(K)；
Q——总换热量，单位为瓦(W)；
A——测试管的外表面积，单位为平方米(m²)。

C.3.1.2 水侧换热系数的计算：

$$h_w = 0.023 \times \frac{\lambda_t}{d} \times Re^{0.8} Pr^n \dots\dots\dots (C.2)$$

式中：
h_w——水侧的换热系数，单位为瓦每平方米开尔文(W/(m²·K))；
d——当量直径，单位为米(m)；
λ_t——某温度下水的导热系数，单位为瓦每米开尔文(W/(m·K))；
Re——雷诺数；
Pr——普朗特常数；
n——冷凝时 n=0.4，蒸发时 n=0.3。

C.3.1.3 管内壁面表面换热系数的计算：

$$h = \frac{1}{\frac{1}{K} - \frac{d_i}{2\lambda_t} \ln \frac{d_o}{d_i} - \frac{1}{h_w} \frac{d_i}{d_o}} \dots\dots\dots (C.3)$$

式中：
h——测试管的管内壁面表面换热系数，单位为瓦每平方米开尔文(W/(m²·K))；
d_i——水套内径，单位为米(m)；
d_o——测试管的外径，单位为米(m)；
λ_t——某温度下铜的导热系数，单位为瓦每米开尔文(W / (m·K))。

C.3.2 测定数据的整理

C.3.2.1 绘出无缝内螺纹铜管内表面换热系数 h 与冷媒质量流速 G_r 之间的关系曲线。

C.3.2.2 绘出冷媒单位长度压力降与冷媒质量流速 G_r 的关系曲线。

C.4 结论及分析

- C.4.1 传热性能的确定。
- C.4.2 流体阻力特性的确定。
- C.4.3 对测定结果进行分析及必要说明。

C.5 测试报告

- C.5.1 任务来源；
- C.5.2 测试目的；

- C.5.3 测试工况；
 - C.5.4 测试时间和参加人员；
 - C.5.5 测试数据的处理和计算方法；
 - C.5.6 结论及分析。
-

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
无缝内螺纹铜管
GB/T 20928—2007

*

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045

网址 www.spc.net.cn

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

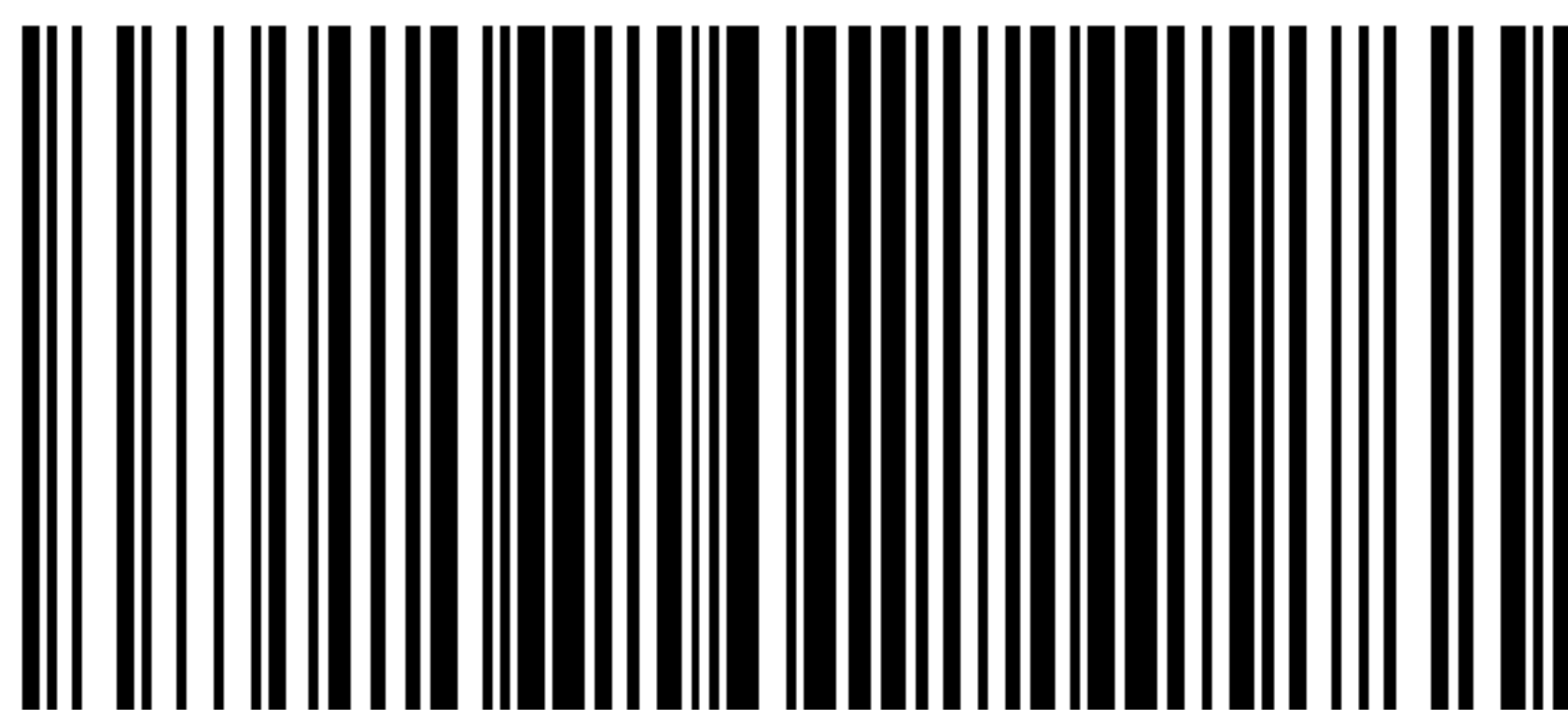
*

开本 880×1230 1/16 印张 1.25 字数 29 千字
2007 年 8 月第一版 2007 年 8 月第一次印刷

*

书号:155066·1-29807 定价 18.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68533533



GB/T 20928-2007