ICS XXX



H62

GB/T 20928－XXXX

代替 GB/T 20928-2007

无缝内螺纹铜管

**Seamless inner grooved copper tube**

（送审稿）

XXXX－XX－XX 发布 XXXX－XX－XX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**

本标准是按照GB/T1.1-2009给出的规则起草的。

本标准代替GB/T 20928-2007《无缝内螺纹铜管》。

本标准与GB/T 20928-2007相比，主要变化如下：

——按照新国标修改了牌号和状态的表示方法；

——增加了TU1和TU2两个牌号，并规定其力学性能和晶粒度要求；

——增加了4种推荐规格；

——将力学性能中原来的“规定总延伸强度RP0.2”改为“规定塑性延伸强度RP0.2”,力学性能的试验方法修改为按照GB/T 34505规定进行；

——软化退火（O60）态的晶粒度由原来的“0.020mm～0.060mm”修改为“0.015mm～0.060mm”，轻退火（O50）态的晶粒度由原来的“0.015mm～0.035mm”修改为“0.010mm～0.035mm”；

——增加了“取样方法按照YS/T 668规定进行，力学性能和工艺性能试样的制备按照YS/T 815的规定进行”；

——删除了原附录A《无缝内螺纹铜管齿型参数测量方法》，原附录B变为附录A，原附录C变为附录B。

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(SAC/TC243)归口。

本标准起草单位：金龙精密铜管集团股份有限公司、浙江海亮股份有限公司、浙江耐乐铜业有限公司、江苏萃隆精密铜管股份有限公司、中色奥博特铜铝业有限公司、山东兴鲁有色金属集团有限公司、青岛宏泰铜业有限公司、宁波金田铜业（集团）股份有限公司、佛山市华鸿铜管有限公司、江西铜业公司、江西耐乐铜业有限公司、青岛宏泰金属制品有限公司、山东中佳电子科技有限公司、清华大学。

本标准主要起草人：

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

——GB/T 20928-2007。

无缝内螺纹铜管

1 范围

本标准规定了无缝内螺纹铜管（以下简称管材）的要求、试验方法、检验规则及包装、标志、运输、贮存、质量证明书和合同（或订货单）等内容。

本标准适用于空调与制冷设备用无缝内螺纹铜管（以下简称管材）。

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 242 金属管 扩口试验方法

GB/T 2828.1 计数抽样检验程序 第一部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批抽样计划

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 8170 数值修约规则与极限数值的表示和和判定

GB/T 8888 重有色金属加工产品的包装、标志、运输和贮存

GB/T 26303.1 铜及铜合金加工材外形尺寸检测方法 第1部分 管材

GB/T 34505-2017 铜及铜合金材料 室温拉伸试验方法

YS/T 347 铜及铜合金平均晶粒度测定方法

YS/T 482 铜及铜合金分析方法 光电发射光谱法

YS/T 668 铜及铜合金理化检测取样方法

YS/T 815 铜及铜合金力学性能和工艺性能试样的制备方法

3 术语与定义

下列术语与定义适用于本标准。

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

米克重 Weight per metre

每1m长度内螺纹铜管的质量，单位：克每米（g/m）。

4 分类及标记

4.1 产品分类

管材的牌号、代号、状态和供货形状应符合表1的规定。规格尺寸范围应符合表2的规定，层绕盘卷的内外径及卷宽尺寸应符合表3的规定，表4为本标准推荐规格。

表1 代号、牌号、状态和供货形状

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 代号 | 状态 | 供货形状 |
| TU1  TU2  TP2 | T10150  T10180  C12200 | 轻退火（O50）  软化退火（O60） | 直管 盘管 |

表2 规格尺寸范围

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 外径  D/mm | 底壁厚TW/mm | 齿高  Hf/mm | 总壁厚TWT/mm | 齿顶角  α/（°） | 螺旋角  β/（°） | 螺纹数  n/条 | 长度 |
| 3～16 | 0.20～0.75 | 0.10～0.30 | 0.30～1.05 | 10～100 | 0～45 | 30～100 | 直管：400～10000mm  盘管：≥15000mm |

表3层绕盘卷内外径及卷宽尺寸

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 类型 | 最小内径/mm | 最大外径/mm | 卷宽/mm |
| 层绕盘卷 | 610；560 | 1230 | ≥200 |

表 4本标准推荐规格的名义尺寸

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 规格 | 外径D/mm | 内径  d/mm | 底壁厚TW/mm | 齿高Hf/mm | 总壁厚TWT/mm | 齿顶角  α/（°） | 螺旋角  β/（°） | 螺纹数n/条 |
| 1 | φ5.00×0.20+0.14-40/18-38 | 5.00 | 4.32 | 0.20 | 0.14 | 0.34 | 40 | 18 | 38 |
| 2 | φ6.35×0.26+0.20-40/10-55 | 6.35 | 5.43 | 0.26 | 0.20 | 0.46 | 40 | 10 | 55 |
| 3 | φ7.00×0.24+0.15-25/30-54 | 7.00 | 6.22 | 0.24 | 0.15 | 0.39 | 25 | 30 | 54 |
| 4 | φ7.00×0.25+0.18-15/15-44 | 7.00 | 6.14 | 0.25 | 0.18 | 0.43 | 15 | 15 | 44 |
| 5 | φ7.00×0.25+0.18-40/18-50 | 7.00 | 6.14 | 0.25 | 0.18 | 0.43 | 40 | 18 | 50 |
| 6 | φ7.00×0.27+0.15-53/18-60 | 7.00 | 6.16 | 0.27 | 0.15 | 0.42 | 53 | 18 | 60 |
| 7 | φ7.00×0.27+0.22-22/16-54 | 7.00 | 6.06 | 0.25 | 0.22 | 0.47 | 22 | 16 | 54 |
| 8 | φ7.94×0.25+0.18-20/20-60 | 7.94 | 7.08 | 0.25 | 0.18 | 0.43 | 20 | 20 | 60 |
| 9 | φ9.52×0.27+0.15-15/30-55 | 9.52 | 8.68 | 0.27 | 0.15 | 0.42 | 15 | 30 | 55 |
| 10 | φ9.52×0.27+0.16-30/18-70 | 9.52 | 8.66 | 0.27 | 0.16 | 0.43 | 30 | 18 | 70 |
| 11 | φ9.52×0.28+0.15-53/18-60 | 9.52 | 8.66 | 0.28 | 0.15 | 0.43 | 53 | 18 | 60 |
| 12 | φ9.52×0.30+0.20-53/18-60 | 9.52 | 8.52 | 0.30 | 0.20 | 0.50 | 53 | 18 | 60 |
| 13 | φ12.7×0.41+0.25-53/18-60 | 12.70 | 11.38 | 0.41 | 0.25 | 0.66 | 53 | 18 | 60 |
| 14 | φ15.88×0.52+0.30-53/18-74 | 15.88 | 14.24 | 0.52 | 0.30 | 0.82 | 53 | 18 | 74 |

4.2 产品标记：

管材标记按产品名称、标准编号、牌号、状态、外径、底壁厚加齿高、齿顶角、螺旋角和螺纹数的顺序表示。标记示例如下：

示例1：牌号为TP2(C12200)、状态轻退火(O50)，外径9.52mm、底壁厚0.30mm、齿高0.20mm，齿顶角53°、螺旋角18、螺纹数60的右旋内螺纹盘管，其标记为：

内螺纹盘管GB/T 20928 –TP2 O50- ф9.52×0.30+0.20-53/18-60

或 内螺纹盘管GB/T 20928 –C12200 O50-ф9.52×0.30+0.20-53/18-60

示例2：牌号为TU2（T10180）、状态软化退火（O60）、外径7.00mm、底壁厚0.27mm、齿高0.20mm，齿顶角53°、螺旋角18、螺纹数60，长度为3000mm的左旋内螺纹直管，其标记为：

内螺纹直管GB/T 20928 –TU2 O60- ф7.00×0.27+0.20-53/L18-60×3000

或 内螺纹直管GB/T 20928 –T10180 O60-ф7.00×0.27+0.20-53/L18-60×3000

注：螺旋方向默认为右旋，左旋加注L。

5 技术要求

5.1 化学成分

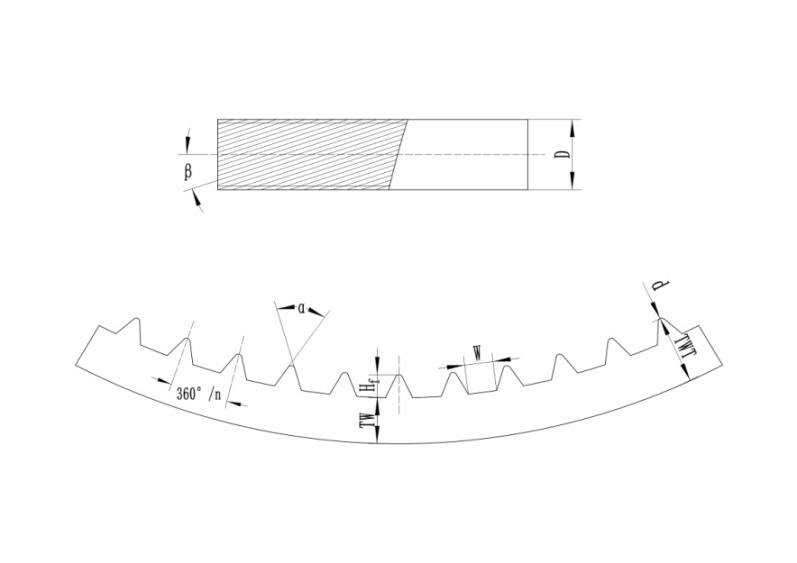
化学成分应符合GB/T 5231的规定。

5.2外形尺寸及其允许偏差

5.2.1 外径、圆度、齿形参数和米克重的允许偏差应符合表5的规定。齿形示意图见图1。

表5外径、齿形参数、米克重的允许偏差

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 名称 | 尺寸 | 允许偏差 |
| 平均外径D/mm | 3～7 | ±0.03 |
| ＞7～10 | ±0.04 |
| ＞10～12 | ±0.05 |
| ＞12～16 | ±0.06 |
| 圆度/mm | 3≤D＜10 | ≤名义外径的2.5% |
| 10≤D≤16 | ≤名义外径的4% |
| 底壁厚TW/mm | 0.20～0.40 | ±0.03 |
| ＞0.40～0.75 | ±0.05 |
| 齿高Hf/mm | 0.10～0.20 | ±0.02 |
| ＞0.20～0.30 | ±0.03 |
| 总壁厚TWT/mm | 0.30～0.50 | ±0.04 |
| ＞0.50～1.05 | ±0.05 |
| 齿顶角α(°) | 10～40 | ±7 |
| ＞40～100 | ±5 |
| 螺旋角β(°) | 0～45 | ±2 |
| 米克重/ g/m | 3mm≤D≤7mm | ±2 |
| 7mm＜D≤12mm | ±3 |
| 12mm＜D≤16mm | ±5 |
| 注1：米克重公称值由供需双方认可。  注2：对齿形、尺寸及允许偏差等如有特殊要求由供需双方协商确定。 | | |



D——外径

d——内径

TW——底壁厚

Hf——齿高

TWT——总壁厚

W——槽底宽

n——螺纹数

α——齿顶角

β——螺旋角

图 1 齿形示意图

5.2.2直管的不定尺长度为400mm～10000mm，管材的定尺或倍尺长度应在不定尺范围内，倍尺长度加入锯切量，每一锯切量为5mm，直管定尺允许偏差应符合表6的规定。

表6直管定尺允许偏差 单位为毫米

|  |  |
| --- | --- |
| 长度 | 允许偏差 |
| 400～600 | +1.6  0 |
| ＞600～1800 | +2.0  0 |
| ＞1800～4000 | +5.0  0 |
| ＞4000～10000 | +8.0  0 |

5.2.3直管端部锯切平整，允许有轻微的毛刺，直管切斜不大于2mm.

5.3室温力学性能

管材的室温力学性能应符合表7的规定。

表7管材的室温力学性能

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 状态 | 抗拉强度Rm  MPa | 规定塑性延伸强度Rp0.2  MPa | 断后伸长率A  % |
| 软化退火(O60) | ≥210 | 45～100 | ≥43 |
| 轻退火(O50) | 220～270 | 45～100 | ≥43 |

5.4 晶粒度

管材的晶粒度应符合表8的规定

表8管材的晶粒度

|  |  |
| --- | --- |
| 状态 | 平均晶粒度/mm |
| 软化退火(O60) | 0.015～0.060 |
| 轻退火(O50) | 0.010～0.035 |

5.5扩口试验

管材应进行扩口试验，采用60°的顶芯，扩口率为40%，试验后试样不应产生肉眼可见的裂纹或裂口。

5.6 涡流探伤

管材应进行涡流探伤。标准样管人工缺陷应符合GB/T5248的规定。涡流探伤应采用穿过式探头和旋转式探头组合探伤。直管不允许有探伤缺陷，盘管的缺陷数由供需双方协商，盘管的探伤缺陷深色标记长度不小于300mm。

5.7 清洁度

管材内表面残留物应不大于0.025g/m2.

5.8传热性能

管材可进行传热性能检验，传热性能指标由供需双方协商确定，

5.9表面质量

管材表面应清洁、光亮，不应有影响使用的有害缺陷。轻微的表面加工环痕不做报废依据。

6试验方法

6.1化学成分

管材的化学成分的分析按照GB/T 5121（所有部分）或YS/T 482的规定进行。仲裁时按GB/T 5121（所有部分）的规定进行。

6.2外形尺寸及允许偏差

管材的外形尺寸及允许偏差测量按照GB/T 26303.1规定进行。

6.3力学性能

管材的拉伸试验按GB/T 34505-2017规定进行，其拉伸试样按GB/T 34505-2017中全截面试样规定进行。

6.4晶粒度

管材的晶粒度按YS/T 347规定进行。

6.5 扩口试验

管材的扩口试验按GB/T 242规定进行。

6.6涡流探伤

管材的涡流探伤按GB/T 5248规定进行。

6.7清洁度

管材的清洁度测定按附录A（规范性附录） 规定进行。

6.8传热性能

管材的传热性能可参照附录B（资料性附录）规定进行，或由供需双方认可的方法进行。

6.9表面质量

管材外表面质量用目视检验。

7检验规则

7.1检查与验收

7.1.1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。

7.1.2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。

7.2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10000kg.

7.3检验项目

管材的检验项目应按照表9的规定进行。

有下列任一情况时，应按标准规定进行型式检验；

1. 新产品试制鉴定时；
2. 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；
3. 连续二年未进行型式检验时；
4. 需方要求时；
5. 国家质量监督机构提出进行型式试验的要求时。

表9 检验项目

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 检验项目 | 出厂检验项目 | 型式检验项目 |
| 化学成分 | √ | √ |
| 外形尺寸及允许偏差 | √ | √ |
| 力学性能 | √ | √ |
| 晶粒度 | √ | √ |
| 扩口试验 | √ | √ |
| 无损检测 | √ | √ |
| 清洁度 | √ | √ |
| 表面质量 | √ | √ |
| 传热性能 | △ | √ |
| 注：表中“√”表示“检验项目”；“△”表示“需方有要求时进行的检验项目”。 | | |

7.4取样

取样应符合表10的规定。

表10取样

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 检验项目 | 取样规定 | 要求的章条号 | 试验的章条号 |
| 化学成分 | 供方每炉次取1个试样，需方每批取1个试样，按照YS/T 668规定取样、制备试样 | 5.1 | 6.1 |
| 外形尺寸及允许偏差 | 按照GB/T2828.1规定取样，一般检验水平Ⅱ或供需双方协商，接收质量限AQL=2.5。 | 5.2 | 6.2 |
| 力学性能 | 每批任取2根（盘），每根（盘）取1个试样，按照YS/T 668规定取样，按照YS/T 815制备试样 | 5.3 | 6.3 |
| 晶粒度 | 每批任取2根（盘），每根（盘）取1个试样，按照YS/T 668规定取样，按照YS/T 815制备试样 | 5.4 | 6.4 |
| 扩 口 | 每批任取2根（盘），每根（盘）取1个试样，按照YS/T 668规定取样，按照YS/T 815制备试样 | 5.5 | 6.5 |
| 涡流检验 | 逐根（或盘） | 5.6 | 6.6 |
| 清洁度 | 每批取1个试样 | 5.7 | 6.7 |
| 传热试验 | 供需双方协商 | 5.8 | 6.8 |
| 外观质量 | 逐根（或盘） | 5.9 | 6.9 |
| 注：测量齿形参数，试样需镶嵌处理或特殊处理。 | | | |

7.5检验结果判定

7.5.1 检验结果的数据按照GB/T 8170规定进行修约，并采用修约值比较法判定。

7.5.2 管材的各项检验结果按表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。 |
| 外形尺寸及允许偏差 | 管材的外形尺寸及其允许偏差和表面质量不合格时，按根（或盘）判不合格。每批中不合格件数超过接收质量限时判整批不合格，或由供方逐根（或盘）检验，合格者交货。 |
| 力学性能 | 出现不合格时，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。 |
| 扩 口 |
| 清洁度 |
| 晶粒度 | 出现不合格时，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。 |
| 涡流检验 | 不合格时，判单根（或盘）不合格。 |
| 传热试验 | 供需双方协商。 |
| 外观质量 | 出现不合格时，判单根不合格。 |

7.5.3当出现其他缺陷时，该批管材由供需双方协商解决。

8 标志、包装、运输、贮存及质量证明书

8.1标志

8.1.1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) 生产厂名称、地址、电话、商标

c) 合金牌号；

d) 供应状态；

e) 规格；

f) 批号。

8.1.2管材的包装箱标志应符合GB/T8888的规定。

8.2包装、运输、贮存及质量证明书

管材的包装、运输、贮存及质量证明书应符合GB/T8888的规定。

9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：

1. 产品名称；
2. 合金牌号；
3. 状态；
4. 尺寸；
5. 供货形状；
6. 尺寸允许偏差(有特殊要求时)；
7. 重量（根或盘数）；
8. 传热性能(有特殊要求时)；
9. 本标准编号；
10. 其他。

附录 A

（规范性附录）

铜管材内表面残留物测定方法

A.1范围

本附录规定了铜管材的内表面残留物的测定方法。

本附录适用于测定外径≤30mm的铜管材内部残留的不挥发油及固体残留物。

A.2方法提要：

用四氯化碳等有机溶剂清洗铜管材内表面，将管材内表面残留物提取到溶剂中，有机溶剂在烧杯中加热蒸发后，烧杯的质量增加就是管材内的残留物。

A.3仪器、试剂

A.3.1 超声波振荡器：功率不小于2 kW；有效容积不小于70 L

A.3.2 分析天平（分度值0.1 mg）

A.3.3 溶剂（分析纯四氯化碳或三氯乙烯）

A.4 试验步骤

A.4.1 将烧杯清洗干净，在105℃±5℃烘箱中烘干60 min，取出后放入干燥器中，60min后称重使用。

A.4.2 截取试样：当试样内径不小于5 mm时，取试样长度为1500mm，否则，取长度为2000mm，用管子割刀截取，以免产生铜屑。

A.4.3 将试样弯成U形，平放台上，然后弯曲两端口向上。

A.4.4 将定量的溶剂（A.3.3）用注射器注入试样近满，小心放入超声波振荡器（A.3.1）中，振荡10min。注入溶剂量见表A1

表A1 注入溶剂量

|  |  |
| --- | --- |
| 铜管内径d/mm | 注入试剂量/mL |
| ＞3～5 | ≥20 |
| ＞5～8 | ≥30 |
| ＞8～10 | ≥50 |
| ＞10～13 | ≥80 |
| ＞13 | ≥100 |

A.4.5 将试样取出，试样中的溶剂倒入A.4.1所处理重量为G1的干净烧杯，将烧杯放入105℃±5℃烘箱中，30min后取出放入干燥器中，60min后称其重量G2。

A.4.7 同时用相同量溶剂（A.3.3）进行空白试验，测定空白值G0 。

A.5 计算

A.5.1 按公式（A.1）计算内螺纹铜管内表面积：

S =（W+2×Hf÷cos（α/2））×n÷cosβ×L …………………………（A.1）

式中：

S——内螺纹铜管内表面积，单位为平方米（m2）；

W——内螺纹铜管槽底宽，单位为米（m）；

Hf——内螺纹铜管齿高，单位为米（m）；

α——内螺纹铜管齿顶角，单位为度（°）；

β——内螺纹铜管螺旋角，单位为度（°）；

L——铜管长度，单位为米（m）；

A.5.2 按公式（A.2）计算结果：

Q=（G2－G1－G0）/S …………………………（A.2）

式中：

S——铜管内表面积，单位为平方米（m2）；

G2——含杂质烧杯重量，单位为克（g）；

G1——干净烧杯重量，单位为克（g）；

G0——空白值，单位为克（g）；

Q——残留物含量，单位为克每平方米（g/m2）。

附录B

（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

B.1范围

本附录推荐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。

B.2方法提要

蒸汽压缩式制冷系统有压缩机、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。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。

B. 3 测试仪器和试剂

B.3.1试验系统见示意图A.1。

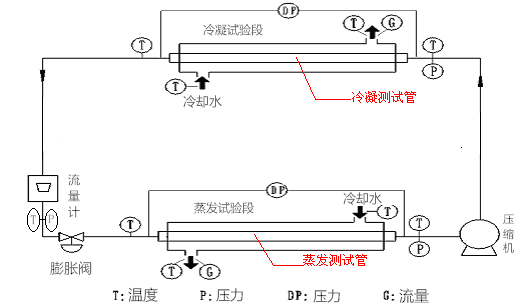


图 B.1试验系统示意图

B.3.2 试剂

B.3.2.1 制冷剂：R22，R32，R134a，R410a和R407C等；

B.3.2.2 纯净水

B.4 试验步骤

B.4.1 测量测试用水套内径，单位为米；

B.4.2 测量测试铜管外径D和长度L，单位为米，计算测试铜管的外表面积，计算公式为：M外=πDＬ；

B.4.3 将待测试管安装在如图B.1所示指定位置，冷凝管在压缩机出口和膨胀阀进口处；蒸发管在膨胀阀出口和压缩机进口处。

B.4.4 向待测试管注入制冷剂，外套管内注入纯净水，使两者逆向流动。系统运行参数见表B1。

B.4.5 系统稳定30min后开始采集数据，采集时长约5min一组，至少采集5组。

采集数据项目：冷凝侧：水的流量，冷媒的流量，进口温度，出口温度；

蒸发侧：水的流量，冷媒的流量，进口温度，出口温度；

表 B1 测试参数

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 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 | 50kg/(㎡.s)-600 kg/(㎡.s) | 质量流速 | 50kg/(㎡.s)-600 kg/(㎡.s) |

B.5数据计算

B.5.1测定数据计算过程所用公式：

B.5.1.1总换热系数的计算：

K=Q/ M外∆t ----------------(B.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/(㎡.K));

∆t－对数平均温差，单位为开尔文(K)（可从 高等教育出版社 《传热学》（第四版，作者：杨世铭 陶文铨）查询）；

M外－测试管的外表面积，单位为平方米（㎡）。

Q－总换热量单位为瓦(W); 当热平衡误差在5%以内时，Q=(Q水+QR)/2，

Q水=cp×M×｜tin-tout｜，其中cp为水的定压比热，

当水温在0～230℃时，cp=4.179×103+7.9×10-5×（t-10）2.9

QR=m∆h，其中，m为冷媒的流量，∆h为冷媒的进出口焓差（可从NIST物性表查询）；

B.5.1.2水侧换热系数的计算：

hw=0.023λ水/dRe0.3Prn ----------------(B.2)

式中:

hw－水侧的换热系数，单位为瓦每平方米开尔文(W/(㎡.K));

d－当量直径，单位为米(m)；

λ水－某温度下水的导热系数，单位为瓦每米开尔文(W/(m.K))；可从NIST物性表查询；

Re－雷诺数；无纲量数（可从高等教育出版社出版《传热学》（第四版，作者：杨世铭 陶文铨）查询）；

Pr－普朗特数；无纲量数（可从高等教育出版社出版《传热学》（第四版，作者：杨世铭 陶文铨）查询）；

n－冷凝时n=0.4，蒸发时n=0.3，试验时需保证Re≥10000。

B.5.1.3管内壁面表面换热系数的计算：

h=1/（1/K－（d1/2λt）ln（d0/d1）－（1/hw）（d1/d0）） ----------------(B.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/(㎡.K));

d1－水套内径，单位为米(m);

d0－测试管的外径，单位为米 (m);

λt=398，单位为瓦每米开尔文(W/(m.K))。

B.5.2数据整理

B.5.2.1绘出无缝内螺纹铜管内表面换热系数h与冷媒质量流速Gr之间的关系曲线。

B.5.2.2绘出冷媒单位长度压力降与冷媒质量流速Gr的关系曲线。

B.6结论及分析

B.6.1传热性能的确定。

B.6.2流体阻力特性的确定。

B.6.3对测定结果进行分析及必要说明。

B.7测试报告

B.7.1任务来源；

B.7.2测试目的；

B.7.3测试工况；

B.7.4测试时间和参加人员；

B.7.5测试数据的处理和计算方法

B.7.6结论及分析。

──────────