



中华人民共和国国家标准

GB/T 17791—2017
代替 GB/T 17791—2007

空调与制冷设备用铜及铜合金无缝管

Seamless copper and copper alloys tube for
air conditioner and refrigeration equipment

2017-07-12 发布

2018-02-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草的。

本标准代替 GB/T 17791—2007《空调与制冷设备用无缝铜管》。

本标准与 GB/T 17791—2007 相比,主要技术变化如下:

- 扩大了规格范围:外径由原来 3 mm~30 mm 扩大为 3 mm~54 mm,壁厚由原来 0.25 mm~2.0 mm 扩大为 0.25 mm~2.5 mm,并规定了增加规格的尺寸及其允许偏差;
- 增加了 TU0(T10130)和 QSn0.5-0.025(T50300)合金牌号,并规定了该牌号的力学性能要求;
- 增加了冰箱用铜管的清洁度要求,包括:残留物(总量)、氯离子(Cl^-)、油分、石蜡和水分要求;
- 增加了附录 B、附录 C、附录 D、附录 E。

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/TC 243)归口。

本标准负责起草单位: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、中色奥博特铜铝业有限公司、青岛宏泰铜业有限公司、山东亨圆铜业有限公司、江西铜业股份有限公司、常熟中佳新材料有限公司、江苏萃隆精密铜管股份有限公司。

本标准主要起草人:李长杰、李剑平、曹建国、刘晋龙、王向东、何富良、董志强、张西平、章祥华、熊双奎、魏连运、李福鹏、燕志富、罗欣、赵钦海、周浩平、罗奇梁、田原晨、杨书虎、李仁伟、陈进芳、彭永聪、张春明、梁子浩。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB/T 17791—1999、GB/T 17791—2007。

空调与制冷设备用铜及铜合金无缝管

1 范围

本标准规定了空调与制冷设备用铜及铜合金无缝管的要求、试验方法、检验规则及包装、标志、运输、贮存、质量证明书和订货单(或合同)内容。

本标准适用于家用空调、冰箱(冰柜)、中小型中央空调及制冷设备用铜及铜合金无缝管(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 228.1—2010 金属材料拉伸试验 第1部分:室温试验方法

GB/T 242 金属管扩口试验方法

GB/T 246 金属管压扁试验方法

GB/T 2828.1 计数抽样检验程序 第1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 加工铜及铜合金属牌号和化学成分

GB/T 5248—2016 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、贮存和质量证明书

GB/T 23606 铜氢脆检验方法

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

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 要求

3.1 产品分类

3.1.1 牌号、状态和规格

管材的牌号、状态和规格应符合表1的规定。管材盘卷内外径尺寸应符合表2的规定。

表 1 牌号、状态和规格

牌号	代号	状态	种类	规格/mm		
				外径	壁厚	长度
TU0	T10130	拉拔硬(H80) 轻拉(H55) 表面硬化(O60-H)*	直管	3.0~54	0.25~2.5	400~10 000
TU1	T10150					
TU2	T10180					
TP1	C12000					
TP2	C12200	轻退火(O50) 软化退火(O60)	盘管	3.0~32	0.25~2.0	—
T2	T11050					
QSn0.5-0.025	T50300					
* 表面硬化(O60-H)是指软化退火状态(O60)经过加工率为1%~5% 的冷加工使其表面硬化的状态。						

表 2 盘卷内外径尺寸

类型	最小内径/mm	最大外径/mm	卷宽/mm
层绕盘卷	610;560	1 230	75~450

3.1.2 标记示例

产品标记按产品名称、标准编号、牌号(或代号)、状态和规格的顺序表示。

示例 1：牌号为QSn0.5-0.25 (T50300)、外径 6.0 mm、壁厚 0.4 mm 的轻退火(O50)态盘管，其标记为：

盘管 GB/T 17791-QSn0.5-0.025O50-φ6.0×0.4

或 盘管 GB/T 17791-T50300O50-φ6.0×0.4

示例 2：牌号为 TP2 (C12200)、外径 6.35 mm、壁厚 0.65 mm、长度 5 000 mm 的轻拉(H55)态直管，其标记为：

直管 GB/T 17791-TP2H55-φ6.35×0.65×5 000

或 直管 GB/T 17791-C12200 H55-φ6.35×0.65×5 000

3.2 化学成分

管材的化学成分应符合 GB/T 5231 中相应牌号的规定。

3.3 外形尺寸及其允许偏差

3.3.1 管材的外形尺寸及其允许偏差应符合表 3 和表 4 的规定。

表 3 管材的外径及其允许偏差 单位为毫米

尺寸范围	允许偏差
3.0~15	±0.05
>15~20	±0.06
>20~30	±0.07
>30~54	±0.08
注：当要求外径允许偏差全为(+)或全为(-)单向偏差时,其值为表中相应数值的 2 倍。	

表 4 管材的壁厚及其允许偏差 单位为毫米

平均外径	壁厚				
尺寸范围	0.25~0.4	>0.4~0.6	>0.6~0.8	>0.8~1.5	>1.5~2.5
	允许偏差(±)				
3.0~15	±0.03	±0.04	±0.05	±0.06	±0.07
>15~20	±0.04	±0.05	±0.06	±0.07	±0.09
>20~30	—	±0.05	±0.07	±0.09	±0.10
>30~54	—	—	±0.09	±0.10	±0.12
注：当要求壁厚允许偏差全为(+)或全为(-)单向偏差时,其值为表中相应数值的 2 倍。					

3.3.2 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分段时的锯切量,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 直管定尺长度允许偏差 单位为毫米

长度	允许偏差
400~600	+2 0
>600~1 800	+3 0
>1 800~4 000	+5 0
>4 000~10 000	+8 0

3.3.3 拉拔硬(H80)、轻拉(H55)和表面硬化(O60-H)状态的、壁厚不小于 0.4 mm 的直管圆度应符合表 6 的规定。

表 6 直管圆度

(壁厚/外径)比值	圆度/mm 不大于
0.01~0.03	公称外径的 1.5%
>0.03~0.05	公称外径的 1.0%
>0.05~0.10	公称外径的 0.8%(最小值 0.05)
>0.10	公称外径的 0.7%(最小值 0.05)

3.3.4 拉拔硬(H80)、轻拉(H55)和表面硬化(O60-H)状态直管的直度应符合表 7 的规定。

表 7 直管的直度 单位为毫米

长度	最大弧深
400~1 000	3
>1 000~2 000	5
>2 000~2 500	8
>2 500~3 000	12
≥3 000	全长中任意部位每 3 000 的最大弧深为 12

3.3.5 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。

3.4 力学性能

管材的室温力学性能应符合表 8 的规定。

表 8 管材的室温力学性能

牌号	状态	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 /%
TU00 TU0 TU1 TU2 TP1 TP2 T2	拉拔硬(H80)	≥315	≥250	—
	轻拉(H55)	245~325	≥120	—
	表面硬化(O60-H)	220~280	≥80	≥40
	轻退火(O50)	≥215	40~90	≥40
	软化退火(O60)	≥205	35~85	≥43
	软化退火(O60)	≥255	50~100	≥40
QSn0.5-0.025	软化退火(O60)	≥255	50~100	≥40

3.5 工艺性能

3.5.1 扩口试验

轻退火(O50)状态和软化退火(O60)状态管材应进行扩口试验,从管材的端部切取适当的长度作试样,采用 60°的冲锥,扩口率按照表 9 的要求,扩口后试样不应产生肉眼可见的裂纹或裂口。

表 9 扩口率

外径≤20 mm	外径>20 mm
40%	30%

3.5.2 压扁试验

轻退火(O50)状态和软化退火(O60)状态管材应进行压扁试验,压至两壁间距离等于壁厚,试样不应产生肉眼可看见的裂纹或裂口。

3.6 涡流探伤检验

管材进行涡流探伤检验时,在涡流探伤设备信号装置上不发出报警信号的直管,应认为是符合本标

准的管材。盘管应在缺陷位置打印不小于 300 mm 长的深色标记,缺陷允许数由供需双方协商确定。标准人工缺陷应为通孔,其钻孔直径应符合 GB/T 5248—2016 中 6.4 的表 4 的规定。

3.7 晶粒度

管材的平均晶粒度应符合表 10 的规定。

表 10 平均晶粒度

牌号	状态	平均晶粒度/mm
TU0 TU1 TU2	软化退火(O60)	0.015~0.060
TP1 TP2 T2	轻退火(O50)	≤0.040
QSn0.5-0.025	软化退火(O60)	0.010~0.035

3.8 氢脆试验

牌号为 TU0(T10130)、TU1(T10150)和 TU2(T10180)的铜管材应进行氢脆试验。试验采用闭合弯曲法,弯曲后式样的外侧面不应出现裂纹。

3.9 清洁度

3.9.1 软化退火(O60)和轻退火(O50)的管材内表面残留物(总量)应符合表 11 的规定。拉拔硬(H80)、轻拉(H55)和表面硬化(O60-H)状态的管材内表面残留物(总量)由供需双方协商确定。

表 11 内表面残留物(总量)

外径/mm	残留物(总量)/(mg/m ²)
≤15	≤25
>15	≤38

3.9.2 冰箱用铜管内表面残留物应符合表 12 的规定。

表 12 冰箱用铜管内表面残留物

项目	最大允许量/(mg/m ²)
残留物(总量)	25
油分	7
水分	25
氯离子(Cl ⁻)	0.2
石蜡	0.5
注 1: 残留物(总量)包括可溶性和不溶性两类杂质,不包括水分。	
注 2: 油分包括矿物油和非矿物油。	

3.10 表面质量

管材内外表面应清洁、光亮,不应有影响使用的有害缺陷。

4 试验方法

4.1 化学成分

管材的化学成分的分析按 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。

4.2 尺寸及其允许偏差

管材的外形尺寸及其允许偏差测量方法应按照 GB/T 26303.1 的规定进行。

4.3 力学性能

管材的拉伸试验按 GB/T 228.1—2010 的规定进行,其拉伸试样按 GB/T 228.1—2010 中 S7 试样规定进行,其中外径 $>30\text{ mm}$ ~ 50 mm 的管材拉伸试样可选用 GB/T 228.1—2010 中 S1 试样规定进行,外径 $>50\text{ mm}$ 的管材试样可选用 GB/T 228.1—2010 中 S2 试样规定进行。

4.4 扩口试验

管材的扩口试验按 GB/T 242 的规定进行。

4.5 压扁试验

管材的压扁试验按 GB/T 246 的规定进行。

4.6 涡流探伤

管材的涡流探伤检验按 GB/T 5248 规定进行。

4.7 晶粒度

管材的晶粒度检验按 YS/T 347 规定进行。

4.8 氢脆检验

管材的氢脆检验按 GB/T 23606 中的闭合弯曲法进行,仲裁时按照 GB/T 23606 中的反复弯曲法进行,弯曲次数为至少 6 次。

4.9 清洁度

外径 $\leq 30\text{ mm}$ 的管材内表面残留物(总量)检验应按照附录 A 规定进行,外径 $>30\text{ mm}$ 的管材内表面残留物(总量)试验方法由供需双方商定的方法进行。其中油分、水分、氯离子(Cl^-)和石蜡检验可参照附录 B、附录 C、附录 D、附录 E 的规定进行,或按供需双方商定的试验方法进行。

4.10 表面质量

管材用目视检验表面质量。

5 检验规则

5.1 检查与验收

5.1.1 产品应由供方进行检验,保证产品质量符合本标准及订货单(或合同)的规定,并填写质量证明书。

5.1.2 需方应对收到的产品按本标准的规定进行检验。检验结果与本标准及订货单(或合同)的规定不符时,应以书面形式向供方提出,由供需双方协商解决。属于表面质量及尺寸偏差的异议,应在收到产品之日起1个月内提出,属于其他性能的异议,应在收到产品之日起3个月内提出。如需仲裁,可委托供需双方认可的单位进行,并在需方共同取样。

5.2 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。

5.3 检验项目

管材出厂应进行化学成分、外形尺寸及其允许偏差、力学性能、扩口试验、涡流探伤、晶粒度、清洁度中的残留物(总量)、油分及水分和表面质量的检验。

当需方要求时,还应进行压扁试验、氢脆试验和清洁度中的氯离子(Cl⁻)及石蜡检验。

5.4 取样

取样应符合表 13 的规定。取样方法按 YS/T 668 的规定进行,力学性能和工艺性能试样制备按 YS/T 815 的规定进行。

表 13 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		每批任取 1 个试样	3.2	4.1
外形尺寸及其允许偏差		按照 GB/T 2828.1 规定取样,一般检验水平 II,接收质量限 AQL=2.5 或供需双方协商	3.3	4.2
力学性能		每批任取 2 根或盘,每根或盘任取 1 个试样	3.4	4.3
工艺性能	扩口试验	每批任取 2 根或盘,每根或盘任取 1 个试样	3.5	4.4
	压扁试验	每批任取 2 根或盘,每根或盘任取 1 个试样	3.5	4.5
涡流探伤		逐根或盘检验	3.6	4.6
晶粒度		每批任取 2 根或盘,每根或盘任取 1 个试样	3.7	4.7
氢脆试验		每批任取 2 根或盘,每根或盘任取 1 个试样	3.8	4.8
清洁度	残留物(总量)	每批任取 2 个试样,取样位置为头尾部截掉 2 m 后分别取一个试样。 盘管仲裁试验取样:任取 100 kg 左右的盘管,从最外层至最内层等分 8 份取样,共取 8 个试样	3.9	4.9
	油分			
	水分			
	氯离子(Cl ⁻)			
	石蜡			

表 13 (续)

检验项目	取样规定	要求的章条号	试验的章条号
表面质量	按照 GB/T 2828.1 规定取样,一般检验水平 II,接收质量限 AQL=2.5 或供需双方协商	3.10	4.10

5.5 检验结果判定

管材的检验结果按照表 14 规定进行判定。

表 14 检验结果判定

检验项目	检验结果判定
化学成分	如出现不合格时,则该批次不合格
外形尺寸及其允许偏差	如出现不合格时,判该根或盘管材不合格。每批中不合格件数超出接收质量限时判整批管材不合格,或由供方逐根或盘检验,合格者单独组批交货
表面质量	
力学性能	如出现试验结果不合格时,应从原抽样样品(包括原检验不合格的那根或盘管材)中再取双倍试样进行不合格项目的重复试验,重复试验结果全部合格,则判该批产品合格;否则,判该批不合格。允许本批逐根或盘进行检验,合格者单独组批交货
扩口试验	
压扁试验	
清洁度	
涡流探伤	逐根或盘检验不合格时,判单根或盘不合格
晶粒度	如出现试验结果不合格时,应从原抽样样品中再取双倍试样进行不合格项目的重复试验,重复试验结果全部合格,则判该批产品合格;否则,判该批不合格
氢脆	如出现不合格时,则该批次不合格

6 标志、包装、运输、贮存及质量证明书

6.1 标志

6.1.1 产品标志

在检验合格的管材上应标注如下标志:

- 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) 缺陷数;
- h) 净重;
- i) 冰箱用铜管(如是冰箱用铜管需标明);
- j) 执行标准;
- k) 生产许可证编号和 QS 标识;

l) 其他。

6.1.2 包装箱标志

管材的包装箱标志应符合 GB/T 8888 的规定。

6.2 包装

6.2.1 管材包装应符合 GB/T 8888 的规定。盘管应内充保护性气体后封口。

6.2.2 包装方式有特殊要求时由供需双方协商确定。

6.3 运输、贮存和质量证明书

管材的运输、贮存和质量证明书应符合 GB/T 8888 的规定。

7 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) 状态；
- d) 尺寸(管材的直径、壁厚或其他尺寸要求)；
- e) 供货形状；
- f) 重量；
- g) 压扁试验(有要求时)；
- h) 氢脆检验(有要求时)；
- i) 氯离子(Cl^-)、石蜡检验(冰箱用铜管有要求时)；
- j) 交货方式；
- k) 本标准编号；
- l) 其他要求。

附 录 A
(规范性附录)
铜管材内表面残留物(总量)测定方法

A.1 范围

本附录规定了铜管材的内表面残留物(总量)的测定方法。

本附录适用于测定外径 ≤ 30 mm的铜管材内表面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 $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 烘箱中烘干 60 min,取出后放入干燥器中,60 min 后称量使用。

A.4.2 截取试样:当管材内径 ≥ 5 mm时,取试样长度为 1.5 m;当管材内径 < 5 mm时,取试样长度为 2 m,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 10 min。注入溶剂量见表 A.1。

表 A.1 注入溶剂量

铜管内径 d/mm	注入试剂量/mL
$> 3 \sim 5$	≥ 20
$> 5 \sim 8$	≥ 30
$> 8 \sim 10$	≥ 50
$> 10 \sim 13$	≥ 80
> 13	≥ 100

A.4.5 将试样取出,试样中的溶剂倒入 A.4.1 所处理质量为 m_1 的干净烧杯,在 $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 烘干。

A.4.6 溶剂烘干后,将烧杯放入 $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 烘箱中,30 min 分钟后取出放入干燥器中,60 min 后称其

质量 m_2 。

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 m_0 。

A.5 计算

A.5.1 计算铜管内表面积:

$$S = \pi \cdot L \cdot d \qquad \dots\dots\dots (A.1)$$

- 式中:
- S ——铜管内表面积,单位为平方米(m^2);
 - π ——圆周率,取 3.14;
 - L ——铜管长度,单位为米(m);
 - d ——铜管内径,单位为米(m)。

A.5.2 计算结果:

$$Q = (m_2 - m_1 - m_0) / S \qquad \dots\dots\dots (A.2)$$

- 式中:
- Q ——残留物含量,单位为毫克每平方米(mg/m^2);
 - m_2 ——含杂质烧杯质量,单位为毫克(mg);
 - m_1 ——干净烧杯质量,单位为毫克(mg);
 - m_0 ——空白值,单位为毫克(mg);
 - S ——铜管内表面积,单位为平方米(m^2)。

附 录 B
(资料性附录)
铜管材内表面油分测定方法

B.1 范围

本附录规定了铜管材内微量残留油分的测定。
本附录适用于铜管材内表面残留油分的测定。

B.2 方法提要

用特种溶剂溶解管材内残留的油分,在红外区域 $3.4\ \mu\text{m}\sim 3.5\ \mu\text{m}$ 波长处都有一个 C-H 键的特征吸收谱线,对谱线强度的定量分析,得出油分的含量。

B.3 仪器、试剂

B.3.1 油分分析仪(分析精度:0.1 mg/L)。

B.3.2 萃取剂(H-997、S-316、四氯化碳等)。

B.4 试验步骤

B.4.1 样品制备

取 1 m 长度的铜管,倾斜约 70° 放置,用注射器抽取 20 mL 的 S-316,从铜管上端口注入,下端放干净烧杯用来接收,冲洗 4 次,接收体积约 80 mL。

B.4.2 仪器预热

打开仪器,预热 20 min,直至加热指示灯(WARM UP)熄灭,在溶剂排放口处放置 200 mL 烧杯,用于接收排出溶剂。

B.4.3 零校正

B.4.3.1 按模式键(MODE)至校准(CAL)灯亮,按确认键(ENT)键进入零校准状态。

B.4.3.2 用注射器取 20 mL S-316 萃取剂,从萃取池上方小孔注入。

B.4.3.3 按开始键(START)仪器自动进行操作。

B.4.3.4 重复 B.4.3.2~B.4.3.3 3 次,仪器显示为 0,回到初始状态。其中前 2 次用于清洗系统。

B.4.4 测量

B.4.4.1 按模式(MODE)键至自动测量(AUTO MEAS)灯亮。

- B.4.4.2 用注射器取 20 mL 待测溶液,从萃取池上方小孔注入。
- B.4.4.3 按开始键(START)仪器自动进行操作。
- B.4.4.4 重复 B.4.4.2~B.4.4.3 3 次,仪器显示溶液浓度值 M 。其中前 2 次用于清洗系统。

B.5 计算

$$c = (M \cdot V) / (1\,000 \times S) \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

- c ——残留油分,单位为毫克每平方米(mg/m²);
- M ——溶液中含油浓度,单位为毫克每升(mg/L);
- V ——注入萃取剂体积,单位为毫升(mL);
- S ——铜管内表面积,单位为平方米(m²)。

注: 试验步骤以使用 HORIBA OCMA—300 油分分析仪为例。

附 录 C
(资料性附录)
铜管材内表面水分测定方法

C.1 范围

本附录规定了铜管材内表面水分的测定方法。
本附录适用于铜管材内表面残留水分的测定。

C.2 方法提要

用干燥氮气将铜管内的水分带进检测器,在检测器中被 P_2O_5 吸收,并电解为氢气和氧气排出,通过积分所耗电量,转换为水分含量。

C.3 仪器

水分分析仪(分析精度:1 mg)。

C.4 试验步骤

- C.4.1 样品制备:从两端封口的成品管上取样 1 m~2 m 长的试样,样品两端同样封口。
- C.4.2 接通气源,先打开氮气瓶总阀,再缓慢打开减压阀,维持流量为 70 mL/min $\pm$ 20 mL/min。
- C.4.3 接通电源(把电源开关置于开),按下“调零”键,此时仪器显示数值较高,随气流系统逐渐干燥,显示值逐渐降低,直至降至 0.050 mg 以下,并基本稳定(越低越好)。
- C.4.3 接通电源(把电源开关置于开),按下“调零”键,此时仪器显示数值较高,随气流系统逐渐干燥,显示值逐渐降低,直至降至 0.050 mg 以下,并基本稳定(越低越好)。
- C.4.4 调零:调零键按下后,先将“调零”旋钮左旋到头,当显示值小于 0.050 mg 后(越小越好),右旋(顺时针方向)调零旋钮以减小显示值,直至显示值为 0.001 mg~0.005 mg(不能调到显示 0.000 mg),调好零后,在以下的连续测定过程中,此旋钮的位置固定不动。
- C.4.5 按下旁通档 20 min。
- C.4.6 按下“测量”档,将样品一端用割刀割开迅速与仪器 A 端联连,另一端割开后与仪器 B 端联连(必须先 A 端后 B 端),立即按一下“复零”开关,水分分析仪开始显示累计水分值(以上操作时间越短,显示值越可靠)。
- C.4.7 当电磁阀停止切换后,累计速度逐渐减慢,当累计数字变化小于每分钟 5 个字时,即可读数 M 。

C.5 计算

管材内表面残留水分用式(C.1)计算:

$$c = M/S \quad \dots\dots\dots (C.1)$$

式中:

- c ——管材内表面残留水分,单位为毫克每平方米(mg/m²);
- M ——仪器显示水分含量,单位为毫克(mg);
- S ——铜管内表面积,单位为平方米(m²)。

附录 D

(资料性附录)

铜管材内表面氯离子(Cl^-)测定方法

D.1 范围

本附录规定了铜管材内表面氯离子(Cl^-)的测定方法。

本附录适用于铜管材内表面氯离子(Cl^-)的测定。

D.2 方法提要

管材内表面的氯离子溶解后,利用高性能色谱分析柱将溶液中的阴离子进行分离,在电导池中对各种组分进行检测,通过电导池对标准样品和被测样品的响应对比,确定未知样品中离子的浓度。

D.3 仪器、试剂

D.3.1 离子色谱仪检测限:10 $\mu\text{g/L}$, 仪器精度:1 $\mu\text{g/L}$ 。

D.3.2 淋洗液:0.003 5 mol/L Na_2CO_3 + 0.001 mol/L NaHCO_3 。

D.3.3 标准溶液:NaCl 标准溶液, Cl^- 含量 50 $\mu\text{g/L}$ 。

D.3.4 纯水:电导率小于 0.1 $\mu\text{S/cm}$ 。

注:本测定方法配制溶剂用水均为纯水。

D.4 试验步骤

D.4.1 样品制备:取 1 m 长的铜管,用注射器注满淋洗液(D.3.2),记下注入淋洗液体积 $V(\text{mL})$ 。浸泡 2 h 后,倒入预先用纯净水洗净晾干的烧杯中。

D.4.2 打开仪器前面板电源开关,(Column A)灯亮,按(Pump)按钮打开泵电源,2 min 后,抑制器中有水流出,按(SRS)按钮开启抑制器电源。

D.4.3 开启计算机,启动 T2000 在线色谱工作站程序,选择实时进样通道 1,在分析菜单中选择氯离子分析所用的分析项目。

D.4.4 按色谱面板(Flow Setting)按钮查看流速,调整仪器内的流速调节旋钮将流速调到 1.0 mL/min ~ 1.4 mL/min。基线稳定后,可开始测试。

D.4.5 选取标样样品项,用注射器抽取标准溶液(D.3.3)注入进样口,同时按面板 Load/Inject 按钮和 A 按钮,机器响一声后开始自动进样,1 min 后再响表示进样结束。样品中各组分出峰完毕后,单击停止采样按钮,接校正钮校正仪器。

D.4.6 选取样品的样品项,用注射器抽取 D.4.1 中待测溶液注入进样口,进样。样品中各组分出峰完毕后,单击停止采样按钮,采集的样品谱图自动存储,单击报告按钮,显示溶液中 Cl^- 的浓度 $M(\mu\text{g/L})$ 。

D.5 计算

管材内表面 Cl^- 的浓度用式(D.1)计算:

$$c=M\cdot V\cdot 10^{-6}/S$$

.....(D.1)

式中：

- c ——管材内表面 Cl^- 的浓度,单位为毫克每平方米(mg/m^2)；
- M ——溶液中含 Cl^- 的浓度,单位为微克每升($\mu\text{g}/\text{L}$)；
- V ——注入淋洗液体积,单位为毫升(mL)；
- S ——铜管内表面积,单位为平方米(m^2)。

注：本试验步骤以使用 DIONEX DX—120 离子色谱仪为例。

附录 E
(资料性附录)
铜管材内表面石蜡分析方法

E.1 范围

本附录规定了铜管材内部残留石蜡的定量与定性测定。
本附录适用于铜管材内表面残留石蜡的测定。

E.2 方法提要

用有机溶剂溶解管材内残留有机物,将有机溶剂加热挥发,用乙醇溶解残留物,在低温下放置,通过析出物的量确定管材中的石蜡残留。

E.3 仪器、试剂

- E.3.1 家用电冰箱(冷冻温度低于-18℃)。
- E.3.2 四氯化碳(分析纯)。
- E.3.3 无水乙醇(分析纯)。
- E.3.4 石蜡(含油量≤5%)。

E.4 标准溶液配制

- E.4.1 称取 0.1 g 石蜡于 100 mL 烧杯,加入热乙醇(E.3.3)溶解后倒入 1 000 mL 容量瓶中,用热乙醇(E.3.3)冲洗烧杯倒入容量瓶中,烧杯冲洗干净后,容量瓶冷却后用无水乙醇定容于 1 000 mL,此溶液石蜡浓度为 0.1 mg/mL。
- E.4.2 从 E.4.1 中容量瓶中取出 20 mL 于 100 mL 容量瓶中,用无水乙醇定容,其石蜡浓度为 0.02 mg/mL。
- E.4.3 从 E.4.2 中 100 mL 容量瓶中分别取出 5 mL、10 mL、15 mL、20 mL、25 mL 于 50 mL 比色管中,用无水乙醇定容为 25 mL,则比色管中含石蜡分别为 0.1 mg、0.2 mg、0.3 mg、0.4 mg、0.5 mg。

E.5 定量分析试验步骤

- E.5.1 将 50 mL 烧杯和 500 mL 蒸馏瓶清洗干净,烘干待用。
- E.5.2 截取试样,用管子割刀截取试样,试样内表面积不小于 0.6 m²,长度用式(E.1)计算:
$$L = 600 / (3.14 \times d) \quad \dots\dots\dots (E.1)$$

式中:
L ——试样长度,单位为米(m);
d ——试样内径,单位为毫米(mm)。

- E.5.3 将试样弯圆盘,平放台上,弯曲内层端口向上,外层端口稍向上,然后向下。
- E.5.4 将 500 mL 蒸馏瓶放于外层端口下方。

E.5.5 将 100 mL 四氯化碳(E.3.2)用注射器注入试样内层端口,从注入端加压吹出于烧杯,压力不能太大,以免溅出,重复 3 次。

E.5.6 将蒸馏瓶在 100 °C 以下加热使四氯化碳挥发,残留 30 mL 左右时转入 50 mL 烧杯继续加热至完全挥发。

E.5.7 将 20 mL 无水乙醇(E.3.3)倒入烧杯,在电炉上煮沸 1 min,趁热转入比色管内,冷却至室温,定容为 25 mL,加塞密封,放入冰箱(E.3.1)冷冻室。

E.5.8 经 24 h 冷冻,取出比色管,迅速与标准溶液对照,可得出铜管材内表面残留石蜡的量。

E.6 定性试验步骤

E.6.1 将 50 mL 烧杯和 500 mL 蒸馏瓶清洗干净,烘干待用。

E.6.2 截取试样,用管子割刀截取试样,取样长度约 15 m。

E.6.3 将试样弯圆盘,平放台上,弯曲内层端口向上,外层端口稍向下。

E.6.4 将烧杯放于外层端口下方。

E.6.5 将 100 mL 四氯化碳(E.3.2)用注射器注入试样内层端口,从注入端加压吹出于烧杯,压力不能太大,以免溅出,重复 3 次。

E.6.6 将蒸馏瓶在 100 °C 以下加热使四氯化碳挥发,残留 30 mL 左右时转入 50 mL 烧杯继续加热至完全挥发。

E.6.7 将 20 mL 无水乙醇(E.3.3)倒入烧杯,在电炉上煮沸 1 min,趁热转入比色管内,冷却至室温,定容为 25 mL,加塞密封,放入冰箱冷冻室。

E.6.8 经 24 h 冷冻,取出比色管,迅速观察,有絮状悬浮物或肉眼可见混浊,可判定铜管材内表面有残留石蜡。
