



中华人民共和国国家标准

GB/T 1531—2009
代替 GB/T 1531 1994

铜及铜合金毛细管

Capillary tube of copper and copper alloys

2009-04-15 发布

2010-02-01 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

本标准修改采用 ASTM B 360—2001《限流用拉制硬态铜毛细管》。

本标准与美国 ASTM B 360—2001《限流用拉制硬态铜毛细管》的差异：

本标准包括纯铜类、黄铜类、青铜类毛细管，ASTM B 360—2001 仅包括 C10800、C12000 或 C12200 牌号纯铜类毛细管；

——本标准根据用途将产品分为 2 级：高精级和普通级，高精级尺寸偏差严于 ASTM B 360—2001 尺寸偏差；

——本标准对铜合金毛细管力学性能有具体要求；

——本标准将毛细管清洁度要求分为内壁残渣要求、内壁油分要求以及内腔水分要求，ASTM B 360—2001 仅规定内表面积上的残渣总量要求。

本标准同时还参考了 BS EN 12540:1999《铜和铜合金——无缝圆形毛细管》。

本标准代替 GB/T 1531—1994《铜及铜合金毛细管》。

本标准与 GB/T 1531—1994 相比主要作了如下修改：

——原标准“根据用途将产品分为 3 级：高级、较高级和普通级”，修改为“2 级：高精级和普通级”，并对管材的尺寸偏差进行了加严；

——增加牌号 H90、H85、H80、H70、H65、H63，删除牌号 BZn15-20；

——拓宽了管材的规格，外径范围由原来 0.5 mm～3.0 mm 扩为 0.5 mm～6.10 mm；内径范围由原来 0.3 mm～2.5 mm 扩为 0.3 mm～4.45 mm；

直条供应管材其长度范围由“150 mm～3 500 mm”扩为“50 mm～6 000 mm”；

增加了定尺墩台(限位)毛细管长度、外径、内径及其公差要求；

——增加了铜合金管材卷边试验要求、维氏硬度试验要求和残余应力试验要求；

——增加了涡流探伤要求；

——将原标准中的毛细管清洁度测试方法，分解为毛细管内壁残渣测试方法、毛细管内壁油分测试方法以及毛细管内腔水分测试方法。

本标准的附录 A、附录 B、附录 C、附录 D、附录 E 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。

本标准由金龙铜管集团无锡金龙川村精管有限公司、高新张铜股份有限公司、浙江卓达铜业有限公司负责起草。

本标准主要起草人：刘滨、刘爱奎、王伟、高继军、马俊环、王从权、刘苏根、吴雪梅、董江华、郑斌荣、许强、王旭燕。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

GB/T 1531—1994。

铜及铜合金毛细管

1 范围

本标准规定了铜及铜合金毛细管(以下简称管材)的要求、试验方法、检验规则和标志、包装、运输、贮存及订货单(或合同)内容等。

本标准根据用途将产品分为2级:

高精级 适用于家用电冰箱、空调、电冰柜、高精度仪表、高精密医疗仪器等工业部门用的铜及铜合金毛细管。

普通级 适用于一般精度的仪器、仪表和电子等工业部门用的铜及铜合金毛细管。

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 245 金属管 卷边试验方法

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

GB/T 4340.1 金属维氏硬度试验 第1部分:试验方法

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

GB/T 10567.1 铜及铜合金加工材残余应力检验方法 硝酸亚汞试验法

GB/T 10567.2 铜及铜合金加工材残余应力检验方法 氨熏试验法

YS/T 347 铜及铜合金平均晶粒度测定方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

毛细管 capillary

具有高质量内表面并符合精密直径公差的小内径管。

3.2

压力差 pressure difference

一定长度毛细管的内孔阻力降。

3.3

流量 flow

在一定温度、一定大气压力和一定进口压力下单位时间内通过毛细管的气体体积。

3.4

残渣 residue

管材单位内表面积上残留的固体杂质。

3.5

定尺墩台(限位) bulge circle

为保证毛细管与其他零部件在连接时插入尺寸的准确性,在毛细直管上制成的限位环。

4 要求

4.1 产品分类

4.1.1 牌号、状态、规格

产品的牌号、状态和规格应符合表1的规定。

表1 牌号、状态和规格

牌 号	供 应 状 态	规格/mm 外径×内径	长度/mm	
			盘管	直管
T2、TP1、TP2、H85、H80、H70、 H68、H65、H63、H62	硬(Y)、半硬 (Y ₂)、软(M)	(φ0.5~φ6.10)× (φ0.3~φ4.45)	≥3 000	50~6 000
H96、H90 QSn4-0.3、QSn6.5-0.1	硬(Y)、软(M)			

注:根据用户需要,可供应其他牌号、状态和规格的管材。

4.1.2 标记示例

产品标记按产品名称、牌号、状态、精度、规格和标准编号的顺序表示。标记示例如下:

例1:用T2制造的、硬状态、高精级、外径为2.00 mm、内径为0.70 mm的毛细管标记为:

管 T2Y 高 2.00×0.70 GB/T 1531—2009

例2:用H68制造的、半硬状态、普通级、外径为1.50 mm、内径为0.80 mm的毛细管标记为:

管 H68Y₂ 1.50×0.80 GB/T 1531—2009

4.2 化学成分

管材的化学成分应符合GB/T 5231的规定。

4.3 尺寸及其允许偏差

4.3.1 高精级管材的外径、内径及其允许偏差应符合表2的规定。

表2 高精级管材的外径、内径及其允许偏差

单位为毫米

外 径		内 径	
公称尺寸	允许偏差	公称尺寸	允许偏差
<1.60	±0.02	<0.60 ^a	+0.015 ^a
≥1.60	±0.03	≥0.60	+0.02

^a 内径小于0.60 mm的毛细管,内径及其允许偏差可以不测,但必须用流量或压力差试验来保证。

4.3.2 普通级管材的外径、内径及其允许偏差应符合表3的规定。

表3 普通级管材的外径、内径及其允许偏差

单位为毫米

外 径		内 径
公称尺寸	允许偏差	允 许 偏 差
≤3.0	±0.03	±0.05
>3.0	±0.05	

4.3.3 直管长度允许偏差应符合表4的规定。

表 4 直管长度允许偏差

单位为毫米

长 度	允 许 偏 差
50~150	±1.0
>150~500	±2.0
>500~1 000	±3.0
>1 000~2 000	±5.0
>2 000~6 000	+7.0

4.3.4 定尺墩台(限位)毛细管(如图 1 所示)长度偏差执行表 4,其余偏差执行表 5。

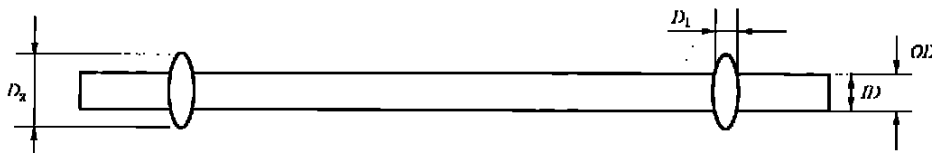


图 1 定尺墩台(限位)毛细管

表 5 定尺墩台(限位)毛细管尺寸允许偏差

单位为毫米

外径 OD	内径 ID	墩台外径 D_2	墩台宽度 D_1
±0.05	±0.03	$(OD+0.3\sim0.8)\pm0.4$	$(1.5\sim3.0)\pm0.5$
注:墩台外径、宽度值可根据用户要求具体确定。			

4.3.5 软管管材圆度不作规定,其他管材的圆度应不超出外径允许偏差。

4.4 力学性能

管材的纵向室温力学性能应符合表 6 的规定。需方有要求并在合同中注明时,可选择维氏硬度试验。当选择维氏硬度试验时,拉伸试验结果仅供参考。

表 6 管材的室温力学性能

牌 号	状 态	拉 伸 试 验		硬 度 试 验
		抗拉强度 R_m / (N/mm ²)	断后伸长率 A / %	维氏硬度 HV
TP2、T2、TP1	M	≥205	≥40	—
	Y ₂	245~370	—	—
	Y	≥345	—	—
H96	M	≥205	≥42	45~70
	Y	≥320	—	≥90
H90	M	≥220	≥42	40~70
	Y	≥360	—	≥95
H85	M	≥240	≥43	40~70
	Y ₂	≥310	≥18	75~105
	Y	≥370	—	≥100

表 6 (续)

牌 号	状 态	拉 伸 试 验		硬 度 试 验
		抗拉强度 R_m / (N/mm ²)	断后伸长率 A / %	维氏硬度 HV
H80	M	≥240	≥43	40~70
	Y ₂	≥320	≥25	80~115
	Y	≥390	—	≥110
H70、H68	M	≥280	≥43	50~80
	Y ₂	≥370	≥18	90~120
	Y	≥420	—	≥110
H65	M	≥290	≥43	50~80
	Y ₂	≥370	≥18	85~115
	Y	≥430	—	≥105
H63、H62	M	≥300	≥43	55~85
	Y ₂	≥370	≥18	70~105
	Y	≥440	—	≥110
QSn4-0.3 QSn6.5-0.1	M	≥325	≥30	≥90
	Y	≥490	—	≥120

注:外径与内径之差小于 0.30 mm 的毛细管不作拉伸试验。有特殊要求者,由供需双方协商解决。

4.5 工艺性能

4.5.1 通气性

普通级管材应进行通气性试验,内孔应畅通。允许有微量氧化粉末。长度小于 3 000 mm 的管材,通气性试验可以不做,但必须保证。

4.5.2 气密性

管材应进行气密性试验。在表 7 规定的时间和压力下,管材应不变形、不漏气。长度小于 3 000 mm 的管材,气密性试验可以不做,但必须保证。

表 7 气密性试验

外径与内径之差 (2 倍壁厚)/mm	气体压力/(N/mm ²)		持续时间/s
	高 精 级	普 通 级	
0.20~0.50	—	2.0	30~60
>0.50~0.70	—	2.9	
>0.70~1.00	6.9	4.9	
>1.00~1.80	7.8	6.9	

4.5.3 压力差试验或流量试验

高精级管材应进行压力差试验或流量试验,压力差值或流量值由供需双方协商。通常情况下,压力差值的偏差控制范围为±0.02 N/mm²,流量偏差控制在±5%以内。

4.5.4 卷边试验

需方有要求并在合同中注明时,软态铜合金管材可进行卷边试验。顶心锥度为 90°,顶心曲率半径为 1 mm;卷边后,卷边的外径应至少大于名义外径的 40%,应无肉眼可见的裂纹。

4.6 晶粒度

需方有要求并在合同中注明时,软态管材可进行晶粒度检验。管材的平均晶粒度要求由供需双方协商确定。

4.7 残余应力试验

硬态铜合金管材应进行消除应力退火。需方要求并在合同中注明时,可进行残余应力试验,试验后管材不应出现裂纹。

4.8 涡流探伤检验

需方要求并在合同中注明时,冷加工状态(包括退火前的冷加工状态)的管材可进行涡流探伤试验,其人工标准缺陷(钻孔直径)应符合 GB/T 5248 的规定。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。

4.9 表面质量

4.9.1 管材内外表面应光滑、清洁,不允许有裂纹、针孔、起皮、分层、气泡、夹杂和绿锈等影响使用的缺陷。

4.9.2 管材表面允许有轻微的、局部的、不使管材外径超出允许偏差的划伤、凹坑、压入物和斑点等缺陷。

4.9.3 管材两端内外侧不应有影响使用的毛刺、飞边等缺陷。

4.10 清洁度

高精级管材的内壁应足够清洁,管内腔水分不超过 0.1 g/m^2 ,内壁油分不超过 0.1 g/m^2 ,内壁残渣不超过 0.2 g/m^2 。

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 的规定进行。

5.2 尺寸测量方法

管材用相应精度的测量工具测量尺寸。

5.3 力学性能检验方法

管材的室温拉伸试验按 GB/T 228—2002 的规定进行,其拉伸试样按 GB/T 228—2002 中 S7 试样的规定进行。

管材维氏硬度试验按 GB/T 4340.1 的规定进行。

5.4 工艺性能检验方法

5.4.1 通气性检验方法

管材的通气性试验应在不大于 7.8 N/mm^2 的气体压力吹刷下进行,当置于水中的管材的一端有较剧烈的翻泡现象时,证明管材畅通。

5.4.2 气密性检验方法

管材的气密性试验,应将管材一端密封,浸入水中,在另一端通气,使其承受表 7 的试验要求。

5.4.3 压力差检验方法

管材的压力差试验参照附录 A 进行。有特殊要求时,试验方法由供需双方协商决定。

5.4.4 流量检验方法

管材的流量试验参照附录 B 进行。有特殊要求时,试验方法由供需双方协商决定。

5.4.5 卷边试验方法

管材的卷边试验方法按 GB/T 245 的规定进行。

5.5 晶粒度检验方法

管材的晶粒度检验按 YS/T 347 的规定进行。

5.6 残余应力检验方法

管材的残余应力试验方法按 GB/T 10567.1 或 GB/T 10567.2 的规定进行,推荐采用 GB/T 10567.2 的规定进行。

5.7 涡流探伤检验方法

管材的涡流探伤试验方法按 GB/T 5248 的规定进行。

5.8 表面质量检验

管材应用目视进行外表面检查。

5.9 清洁度检验方法

管材的内壁残渣试验可参照附录 C 进行,管材的内壁油分试验可参照附录 D 进行,管材的内腔水分试验可参照附录 E 进行。

6 检验规则

6.1 检查和验收

6.1.1 管材应由供方技术监督部门进行检验,保证产品质量符合本标准或订货合同的规定,并填写质量证明书。

6.1.2 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一个月内提出,属于其他性能的异议,应在收到产品之日起三个月内提出。如需仲裁,供需双方应在需方共同进行仲裁取样。

6.2 组批

管材应成批提交检验,每批应由同一牌号、状态和规格组成。每批重量应不大于 500 kg。

6.3 检验项目

每批管材应进行化学成分、外形尺寸偏差、力学性能、通气性、气密性及表面质量的检验,高精度管材还应进行压力差或流量试验和内壁清洁度的检验。

用户要求时,管材应进行晶粒度检验、残余应力检验、卷边试验检验和涡流探伤检验。

6.4 取样

取样应符合表 8 的规定。

表 8 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	任取 2 根/批,1 个试样/根	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	5.2
力学性能	任取 2 根/批,1 个试样/根	4.4	5.3
通气性	卷材任取 3 根/批,每根取 3 m~40 m	4.5.1	5.4.1
气密性	卷材任取 3 根/批,每根取 3 m~40 m	4.5.2	5.4.2
压力差	卷材任取 3 根/批	4.5.3	5.4.3
流量	卷材任取 3 根/批	4.5.3	5.4.4
卷边试验	任取 2 根/批,1 个试样/根	4.5.4	5.4.5
晶粒度	任取 2 根/批,1 个试样/根	4.6	5.5
残余应力	任取 2 根/批,每根取 150 mm	4.7	5.6

表 8 (续)

检验项目	取样规定	要求的章条号	试验的章条号
涡流探伤	逐根检验	4.8	5.7
表面质量	按照 GB/T 2828.1 规定取样， 一般检验水平 II 或供需双方协商	4.9	5.8
清洁度	任取 2 根/批，每根取 2 m	4.10	5.9
注：尺寸偏差和表面质量接收质量限 AQL=2.5。			

6.5 检验结果的判定

管材的检验结果应按表 9 的规定进行判定。

表 9 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。
力学性能	如试验中出现不合格，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。
工艺性能	
清洁度	
尺寸偏差	
表面质量	
涡流探伤	按根判不合格。
晶粒度	如试验中出现不合格，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。
残余应力	

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) 供方技术监督部门印记；
- b) 合金牌号；
- c) 规格；
- d) 供应状态；
- e) 批号；
- f) 生产日期；
- g) 净重或数量；
- h) 执行标准；
- i) 其他。

7.1.2 管材的包装标志应符合 GB/T 8888 的规定。

7.2 包装、运输、贮存及质量证明书

7.2.1 管材的包装、运输、贮存及质量证明书应符合 GB/T 8888 的规定。

7.2.2 包装方式有特殊要求时由供需双方协商确定。

7.2.3 高精级管材包装要求由供需双方协商确定。

8 订货单(或合同)内容

本标准所列材料的订货单(或合同)内应包括下列内容:

- a) 材料名称;
- b) 合金牌号;
- c) 材料状态;
- d) 尺寸规格;
- e) 尺寸允许偏差(有特殊要求时);
- f) 晶粒度;
- g) 硬度;
- h) 供货形状;
- i) 重量或数量;
- j) 压力差或流量要求;
- k) 本标准编号;
- l) 其他。

附录 A
(资料性附录)
毛细管压力差值测试方法

A.1 范围

A.1.1 本方法规定了毛细管压力差值测试方法。

A.1.2 本方法适用于毛细管的内孔通过能力的相对检测。

A.2 方法原理

利用毛细管的内孔节流特性,以固定的进口压力通过仪器上的阻尼管和被测毛细管读出中间压力差值来反映一定长度毛细管的内孔阻力,从而在很短的时间内可以判断出毛细管的流量特性。

A.3 设备

A.3.1 瓶装氮气或干燥压缩空气。

A.3.2 压力差专用测试装置(见图 A.1)。

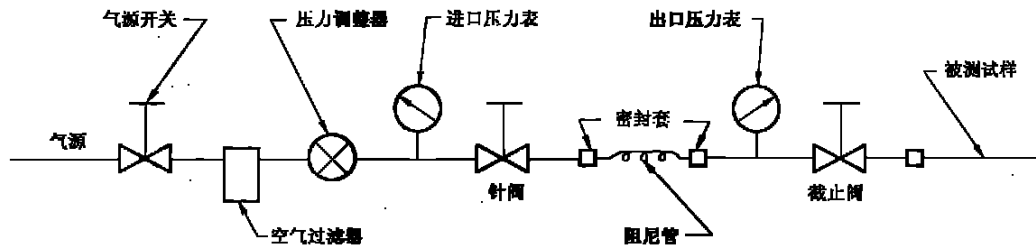


图 A.1 测定毛细管压力差的试验装置

A.4 测试条件

A.4.1 气源采用瓶装氮气或干燥压缩空气,其露点应在 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下。

A.4.2 进口压力要求波动小、稳定。用压力调整器调整到要求压力,其波动范围不得大于 0.01 N/mm^2 。

A.4.3 气源压力不得小于工艺规定进口压力值的2.5倍,以保证进口压力的稳定。

A.4.4 进、出口压力表采用最大刻度为 $1.5\text{ N/mm}^2\sim 2.5\text{ N/mm}^2$ 的压力表,其精度等级不低于0.5级。

A.4.5 气体温度应保持相对恒定,一般为 $20\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

A.4.6 被测毛细管内孔必须清洁,无油污、氧化物及其他任何杂质。被测管头部不能弯曲和破折。

A.5 测试方法

A.5.1 精确测量毛细管的外径、内径和长度。

A.5.2 在试验装置上关闭截止阀,打开气源开关。调节压力调整器,使进口压力表指针达到工艺要求压力。

A.5.3 将被测毛细管插入测试孔内。

A.5.4 打开截止阀,观察出口压力表指针变化情况,该根毛细管出口压力表值是否符合规定要求。

GB/T 1531—2009

A. 5.5 关闭截止阀,取下被测毛细管。

A. 5.6 如连续测定,可将第 2 根插入测试孔。

A. 6 测量精度

本方法测量精度为 $\pm 0.01 \text{ N/mm}^2$ 。

附录 B
(资料性附录)
毛细管流量测试方法

B.1 范围

B.1.1 本方法规定了毛细管内孔流量的测试方法。

B.1.2 本方法适用于毛细管的内孔通过流量的测定。

B.2 方法原理

在一定温度、一定大气压力和一定进口压力下毛细管通过的流量。

B.3 设备

B.3.1 瓶装氮气或干燥压缩空气。

B.3.2 流量测试装置(见图 B.1)。

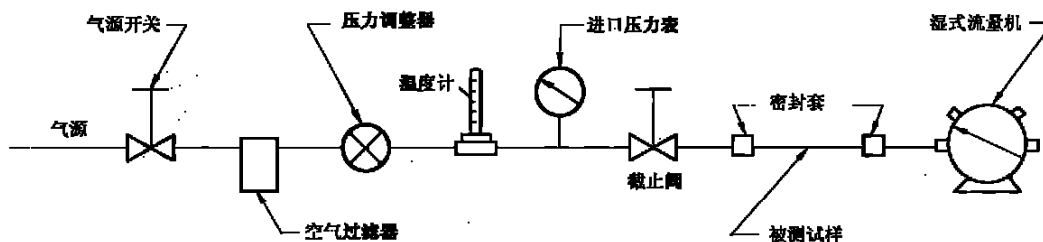


图 B.1 测定毛细管流量的试验装置

B.4 测试条件

B.4.1 气源采用瓶装氮气或干燥压缩空气,其露点应在 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下。

B.4.2 进口压力要求压力波动小、稳定。用压力调整器调整到要求压力,其波动范围不得大于 0.01 N/mm^2 。

B.4.3 气源压力不得小于工艺规定进口压力值的 2.5 倍,以保证进口压力的稳定。

B.4.4 进口压力表采用最大刻度为 $1.5\text{ N/mm}^2\sim 2.5\text{ N/mm}^2$ 的压力表,其精度等级不低于 0.5 级。

B.4.5 用相应精度和测量范围的湿式流量计。

B.4.6 气体温度应保持相对恒定,一般为 $20\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

B.4.7 被测毛细管内孔必须清洁,无油污、氧化物及其他任何杂质。被测管头部不应有弯头、被折过。

B.5 测试方法

B.5.1 精确测量毛细管内、外径和长度。记录温度和大气压。

B.5.2 在测试装置上关闭截止阀,打开气源开关,调节压力调整器,使进口压力表指针达到工艺要求的压力。

B.5.3 将被测毛细管二端插入 2 个测试孔内。

B.5.4 打开截止阀,待指针转数圈读数稳定后再按下秒表计数,将 1 min 时读出其流量值或看流量计上转 n 圈的时间数,均可求得其流量值 t/min 。

GB/T 1531—2009

B.5.5 关闭截止阀,取下被测毛细管,如需继续测定则按 B.4.3、B.4.4 进行。

B.6 测量精度

本方法测量精度不超过被测数的 2%。

附录 C
(资料性附录)
毛细管内壁残渣测试方法

C.1 范围

本方法规定了毛细管内壁残渣的测试方法。
本方法适用于毛细管内壁残渣含量的测定。

C.2 方法原理

用萃取剂对毛细管内壁清洗并对萃取剂进行微孔滤膜过滤,通过称重计算出管材内壁固体杂质含量,根据内壁面积计算出单位内表面积上残留的固体杂质质量。

C.3 仪器和试剂

- C.3.1 真空过滤器。
- C.3.2 微孔滤膜。
- C.3.3 玻璃皿。
- C.3.4 坩埚钳。
- C.3.5 分析天平(感量 0.000 1 g)。
- C.3.6 恒温干燥箱。
- C.3.7 烧杯(50 mL)。
- C.3.8 注射器(20 mL)。
- C.3.9 堵帽。
- C.3.10 S-316 萃取剂或其他萃取剂。

C.4 测试方法

- C.4.1 把微孔滤膜放在玻璃皿里,并放在 110 °C 的恒温干燥箱中 20 min,称重记为 G_0 。
- C.4.2 准确量取试样 1 m~2 m。
- C.4.3 用蘸有溶剂 S-316 的棉花球擦去试样两端外表面的油污。
- C.4.4 用注射器将 S-316 注入一端戴有堵帽的试样中,并注满另一端堵帽。
- C.4.5 大约 5 min 除去一端堵帽,使试剂流入烧杯中,直到流尽。
- C.4.6 把称重过的微孔滤膜置于真空过滤器的瓶口,过滤。
- C.4.7 将残渣连同微孔滤膜放入准备好的玻璃皿中,并放在 110 °C 的恒温干燥箱中 20 min,称重记为 G_1 。

C.5 计算结果

$$T = \frac{(G_1 - G_0)}{\pi d L} \times 1000 \quad \dots\dots\dots (C.1)$$

式中:

- T ——残渣,单位为克每平方米(g/m^2);
- G_0 ——微孔滤膜的重量,单位为克(g);
- G_1 ——残渣与微孔滤膜的总重量,单位为克(g);
- d ——毛细管内径,单位为毫米(mm);
- L ——毛细管长度,单位为米(m)。

附录 D
(资料性附录)
毛细管内壁油分测量方法

D.1 范围

本方法规定了毛细管内壁油分测量方法。
本方法适用于毛细管内壁残留油含量的测定。

D.2 方法原理

对任何类型的油,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,即可得出油的含量。

D.3 仪器、溶剂

D.3.1 OCMA-300 非色散红外油分分析仪。

D.3.2 S-316 萃取剂。

D.4 分析步骤**D.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,下端放于净烧杯用来接收,每次将铜管转动约 90° ,冲洗 4 次,接收体积约 80 mL,记录体积 V 。

D.4.2 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。

D.4.3 空白测量

D.4.3.1 按模式【MODE】键至自动测量(AUTO MEAS)灯亮。

D.4.3.2 用注射器取与冲洗铜管所用同一瓶中的 S-316 萃取剂 20 mL,从萃取池上方小孔注入。

D.4.3.3 按开始键【START】仪器自动进行操作,至溶剂完全排出。

D.4.3.4 重复三次,仪器显示记为 M_0 ,回到初始状态。其中前 2 次用于清洗系统。

D.4.4 测量:

用注射器取 20 mL 冲洗铜管得到的待测溶液,从萃取池上方小孔注入。操作同空白测量。仪器显示溶液浓度值 M 。

D.4.5 计算:

$$C = (M - M_0) \times V \times 10^{-6} / S \quad \text{----- (D.1)}$$

式中:

C 残留油分,单位为克每平方米(g/m^2);

M 溶液中含油浓度,单位为毫克每升(mg/L);

M_0 ——空白值,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(m^2)。

D.5 关机

关闭仪器后部电源开关,关闭注入口的保护盖。将排放出的液体倒入回收瓶,集中进行回收。

附录 E
(资料性附录)
毛细管内腔水分测试方法

E.1 范围

本方法规定了毛细管内腔水分测试方法。
本方法适用于毛细管内腔水分的测试。

E.2 方法原理

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,依据法拉第电解定律,通过积分所耗电量,转换为水分含量。

E.3 仪器

USI-3 型冰箱系统测水仪。

E.4 测试步骤

E.4.1 取样规定: 1 m~2 m 长,从两端封口的成品管上取样,样品两端同样封口。

E.4.2 开机前的准备。

E.4.2.1 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 $70 \text{ mL/min} \pm 20 \text{ mL/min}$ 。

E.4.2.2 接通电源(把电源开关置于开),同时按下“调零”键,此时仪器数值较高,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)。

E.4.2.3 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 $0.001 \text{ mg} \sim 0.005 \text{ mg}$ (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。

E.4.2.4 按下旁通档 20 min。

E.5 测量

E.5.1 按下“测量”档,将样品一端用割刀割开迅速与 A 端连接,另一端与 B 端连接(必须先 A 端后 B 端),立即按一下“复零”开关,水分显示仪累计显示(以上操作时间越短,显示值越可靠)。

E.5.2 当电磁阀停止切换后,累计速度逐渐减慢,当累计速度小于 5 个字/min 时,即可读数 M 。

E.6 数据处理

铜管内腔残留水分为:

$$C = M \times 10^{-3} / S \quad \dots\dots\dots (E.1)$$

式中:

C ——管内腔残留水分,单位为克每平方米(g/m^2);

M ——仪器显示水分含量,单位为毫克(mg);

S ——铜管内腔表面积,单位为平方米(m^2)。

E.7 停机

E.7.1 当天分析结束后,如果与下一次分析时间间隔不超过 48 h,不用关机,为使气路系统保持干燥

状态,应在仪器后板的“直流”插孔处接通 10 V~45 V 直流电源后,再将电源开关置于“关”,流量降至 50 mL/min 以下(采用高纯氮,流量可维持不变)。

E.7.2 如近期不进行测量,应同时切断气源(依次关闭钢瓶总阀,减压阀)和电源。并在仪器后面板上的四个气嘴加防尘帽,或用两段连接管分别将进气口和排气口,A 和 B 闭合连接,整机加防尘罩,干燥器两端用一段气路连接管闭合连接以密封防潮。
