



中华人民共和国国家标准

GB/T 20628.2—2006

电气用纤维素纸 第2部分：试验方法

Cellulosic papers for electrical purposes—
Part 2: Methods of test

(IEC 60554-2:2001, MOD)



2006-11-09 发布

2007-04-01 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



中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
电气用纤维素纸

第 2 部分:试验方法

GB/T 20628.2—2006

*

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 1.5 字数 42 千字

2007年4月第一版 2007年4月第一次印刷

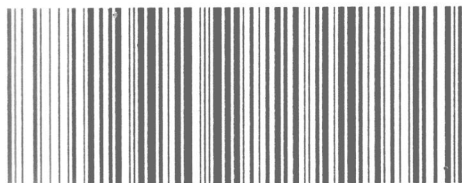
*

书号:155066·1-29080 定价 20.00 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 20628.2-2006

前 言

GB/T 20628《电气用纤维素纸》目前包括 3 个部分：

——第 1 部分：定义和一般要求

——第 2 部分：试验方法

——第 3 部分：单项材料规范

本部分为 GB/T 20628 的第 2 部分。

本部分修改采用 IEC 60554-2:2001《电气用纤维素纸 第 2 部分：试验方法》。在涉及到修改的条款页边空白处用垂直单线标识，在附录 A 中列出了本部分章条编号与 IEC 60554-2:2001 章条编号的对照一览表。

本部分与 IEC 60554-2:2001 相比，存在如下技术差异：

- a) 删除了 IEC 60554-2:2001 的前言；
- b) 由于 IEC 60554-2:2001 存在层次上的前后不统一、表述上不一致和印刷错误，如无统一公式编号、图号顺序与章条顺序不一致，标题与内容相矛盾等。因此，本部分参照 IEC 60554-2:2001 重新编写；
- c) 更正了 IEC 60554-2:2001 技术方面的错误，如：引用标准中 ISO 9964-3:1993《水质 钠和钾的测定 第 3 部分：火焰发射光谱法测定钠和钾》，而在相应的第 20 章中为“火焰原子吸收分光光度法”；在第 21 章增加了透气度单位 $\text{m}/(\text{Pa} \cdot \text{s})$ ；
- d) 在引用标准中，对于有与国际标准对应的国家标准的情况，均采用国家标准替代，同时增加了 GB/T 1408.2—2006《绝缘材料电气强度 第 2 部分：对直流试验的附加要求》、GB/T 5591.2—2002《电气柔软复合材料 第 2 部分：试验方法》和 GB/T 20628.1—2006《电气用纤维素纸 第 1 部分：定义和一般要求》三个引用标准，从而简化本部分；另外删除了边缘撕裂夹具示图（GB/T 5591.2—2002 有此图）；
- e) 增加了资料性附录 A。

本部分由中国电器工业协会提出。

本部分由全国绝缘材料标准化技术委员会(SAC/TC 51)归口。

本部分起草单位：桂林电器科学研究所、四川乐山瑞松纸业有限公司。

本部分主要起草人：李学敏、朱晓红、赵莹、于龙英。

本部分首次制定。

目 次

前言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 定义	1
4 关于试验的总说明	2
5 厚度	2
6 定量(每平方米质量,基重或标重)	2
7 表观密度	3
8 拉伸强度和伸长率	3
9 内撕裂度	3
10 边缘撕裂度	3
11 耐破度	3
12 耐折度	3
13 水分	4
14 灰分	4
15 水抽出液电导率	4
16 水抽出液 pH 值	5
17 水抽出液的氯含量	5
18 硫酸盐含量	7
19 有机抽出液的电导率	7
20 钠和钾含量的测定(火焰原子吸收分光光度法)	8
21 透气度	8
22 吸水性(芯吸法)	9
23 吸油性(改进的 Cobb 法)	10
24 电气强度	11
25 介质损耗因数和相对电容率	12
26 导电点	14
27 热稳定性	15
附录 A (资料性附录) 本部分章条编号与 IEC 60554-2:2001 章条号对照	19

电气用纤维素纸

第2部分:试验方法

1 范围

本部分规定了电气用纤维素纸的试验方法。

本部分适用于电气用纤维素纸。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 20628 的本部分的引用而成为本部分的条款。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部分,然而,鼓励根据本部分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部分。

- GB/T 451.2—2003 纸和纸板定量的测定(ISO 536:1995,IDT)
- GB/T 451.3—2002 纸和纸板厚度的测定(ISO 534:1988,IDT)
- GB/T 453—2002 纸和纸板抗张强度的测定法(恒速加荷法)(idt ISO 1924-1:1992)
- GB/T 454—2002 纸耐破度的测定(idt ISO 2758:2001)
- GB/T 455—2002 纸和纸板撕裂度的测定(eqv ISO 1974:1990)
- GB/T 462—2003 纸和纸板 水分的测定(ISO 287:1985,MOD)
- GB/T 463—1989 纸和纸板 灰分的测定(neq ISO 2144:1983)
- GB/T 1408.1—2006 绝缘材料电气强度试验方法 第1部分:工频下试验(IEC 60243-1:1998, IDT)
- GB/T 1408.2—2006 绝缘材料电气强度试验方法 第2部分:对应用直流试验的附加要求(IEC 60243-2:2001,IDT)
- GB/T 1409—* 测量电气绝缘材料在工频、音频、高频(包括米波波长在内)下介电常数和介质损耗因数推荐方法(IEC 60250:1969,MOD)
- GB/T 1540—2002 纸和纸板吸水性测定(可勃法)(ISO 535:1991,NEQ)
- GB/T 5591.2—2002 电气绝缘用柔软复合材料 第2部分:试验方法(IEC 60626-2:1995,MOD)
- GB/T 5654—1985 液体绝缘材料相对介电常数、介质损耗因数和体积电阻率的测量(neq IEC 60247:1978)
- GB/T 11026(系列标准) 电气绝缘材料 耐热性(IEC 60216,IDT)
- GB/T 11904—1989 水质 钾和钠的测定 火焰原子吸收分光光度法
- GB/T 12914—1991 纸和纸板抗张强度的测定法(恒速拉伸法)(eqv ISO 1924-2:1985)
- GB/T 20628.1—2006 电气用纤维素纸 第1部分:定义和一般要求(IEC 60554-1:1977,MOD)
- IEC 60296:2003 变压器和开关用的未使用过的矿物油规范
- IEC 60450:1974 电工用新纸和老化纸的粘均聚合度的测量
- IEC 60554-3 电气用纤维素纸 第3部分:单项材料规范

3 定义

下列定义适用于本部分。

* 本标准出版时,修改采用 IEC 60250:1969 的最新国家标准 GB/T 1409 正在报批过程中。

3.1

样品 specimen

从选定的包装单元中抽出一卷或一张纸样,按规定尺寸将其裁切成矩形的纸。

3.2

试样 test piece

按试验方法在其上进行每一单项测定的纸样。它可以取自一个样品,在某些情况下,它可以是样品本身。

3.3

透气度 Air permeability

见 GB/T 20628.1—2006 的 3.8。

4 关于试验的总说明

除另有规定外,裁好后的样品应在温度为 $(23\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 和相对湿度为 $(50\pm 5)\%$ 的条件下处理不少于 16 h。并在该条件下,从样品上裁切试样并进行试验。

在有争议情况下,条件处理的温度为 $(23\pm 1)^{\circ}\text{C}$ 和相对湿度为 $(50\pm 2)\%$,且试样接近完全干燥状态(经 70°C 下干燥到水分小于 4% 之后)。

除另有规定外,样品数量应为 3 个。

除另有规定外,应取测量值的中值作为结果并报告最大值和最小值。

5 厚度

除下述不同外,厚度测量应按 GB/T 451.3—2002 规定进行。

5.1 单张纸的厚度测定

a) 原理

本方法是应用精密表盘式测厚仪,在施加 (100 ± 10) kPa 静负荷压力下测量单张纸的厚度。

b) 特别说明

试验应在 3 个试样上进行,每个试样上作 1 组 5 次测量:在试样的每一角部和中央各测量 1 次,结果以微米(μm)表示。

当需要测定沿着宽度方向的厚度以便确定宽度方向的厚度变化时,按 IEC 60554-3 相应的单项材料规范的规定进行。

5.2 纸的平均厚度测定

a) 原理

本方法是应用精密表盘式测厚仪在施加 (100 ± 10) kPa 静负荷压力下测量最少由 5 张纸组成的叠层厚度。

b) 特别说明

试验应在三个试样上进行,每个试样最少由 5 张纸样组成,每张纸样尺寸为 $250\text{ mm}\times 250\text{ mm}$ 并应从同一个单张样品上切取,每个试样上作一组 5 次测量:在试样的每一角部和中央各测量 1 次。结果以微米(μm)表示。

当宽度小于 250 mm 时,应在 400 mm 长的样品上以大致等间隔方法进行 5 次测量。

试验结果以单张纸厚度表示,单位为微米(μm)。

当需要测定沿着宽度方向的厚度以确定宽度方向的厚度变化时,按 IEC 60554-3 相应的单项材料规范的规定进行。

6 定量(每平方米质量,基重或标重)

a) 原理

测量每一试样的面积和质量,并计算以克为单位表示的每平方米的质量值(g/m^2)。

b) 特别说明

除下述不同外,纸的定量应按 GB/T 451.2—2003 规定进行。

试验应在 3 个试样上进行,每个试样作一次测定。质量测定时试样的面积应不小于 500 cm^2 ,质量测量准确度为 0.5%。

当需要测定沿着宽度方向的定量以确定宽度方向的定量变化时,按 IEC 60554-3 相应的单项材料规范的规定进行。

7 表观密度

按第 5 章和第 6 章测定 3 个试样的厚度和定量,计算每一个试样的表观密度,以克每立方厘米(g/cm^3)表示。

8 拉伸强度和伸长率

a) 原理

在标准试验条件下,测定施加于尺寸为 $15 \text{ mm} \times 250 \text{ mm}$ 试样上并使试样破坏所需要的力。

b) 除下述不同外,拉伸强度和伸长率应按 GB/T 453—2002 或 GB/T 12914—1991 规定进行(由 IEC 60554-3 相应的单项材料规范规定采用何种方法)。

分别沿纵向和横向各切取 9 个试样进行试验;

以每一方向的测量值的中值作为结果,并报告每一方向的最大值和最小值;

若有要求,结果也可用以米为单位的断裂长表示,修约到 100 m。

9 内撕裂度

a) 原理

采用具有单一切口的矩形试样,供撕裂试验的剩余长度为 43 mm,测量撕裂该切口剩余长度所需要的能量。

b) 特别说明

除下述不同外,纸的内撕裂度应按 GB/T 455—2002 规定进行。

使用单口撕裂仪,分别沿纵向和横向各切取 9 个试样进行试验。

10 边缘撕裂度

按 GB/T 5591.2—2002 第 8 章规定进行。

11 耐破度

a) 原理

放置试样,使其与圆形弹性胶膜接触,再稳固地将其周围夹紧,但可以自由地随胶膜鼓起。用泵以恒定速率将液压流体注入,使胶膜鼓起直至试样破裂,试样的耐破度就是所施加液压压力的最大值。

b) 特别说明

耐破度应按 GB/T 454—2002 规定进行,试样条件处理应按第 4 章规定进行。

12 耐折度

12.1 试验仪器

肖伯尔型(Schopper)耐折度测定仪。

12.2 试样

分别沿纸的纵向和横向各切取 9 个 15 mm 宽的试样。

12.3 程序

把试样夹持于两夹具内,对于厚度 0.03 mm 及以下的试样施加 5 N 拉力,对于厚度 0.03 mm 以上的试样,施加 10 N 拉力。应用厚度为 0.5 mm、曲率半径为 0.25 mm 的平板折头,以每分钟 100 次至 200 次的往复折叠次数的速度测定纸经受往复折叠的最大次数。

12.4 结果

结果以每个方向测得的折叠次数的中值作为试验结果,取两位有效数字,并报告最大值和最小值。

13 水分

按 GB/T 462—2003 的规定进行,在供货状态下测定 3 个试样的水分,结果应以水分占原始质量的百分数表示。

14 灰分

按 GB/T 463—1989 的规定进行,测定 3 个试样烧尽后留下的残渣的量,结果应以残渣占烘干后试样质量的百分数表示。

15 水抽出液电导率

15.1 试验仪器

- 已知池常数为 K 的电导率池;
- 在 50 Hz~3 000 Hz 频率范围内能测量电导最小读数 $1\ \mu\text{S}$,准确度为 5% 的电导或导纳测量仪器;
- 由耐酸碱玻璃制成的带有回流冷凝器的 $250\ \text{cm}^3$ 广口锥形瓶。

15.2 程序

测定是在收货状态的材料上进行的,在三个抽出液的每一个上测量一次。首先,应在准备使用的锥形瓶中煮沸 $(60\pm 5)\ \text{min}$ 的水进行空白试验。如果该水的电导率不大于 $200\ \mu\text{S}/\text{m}$,则该锥形瓶可以使用;如果电导率大于 $200\ \mu\text{S}/\text{m}$,该锥形瓶应该改用新鲜的水再次煮沸。如果第二次的电导率还是超过 $200\ \mu\text{S}/\text{m}$,则应改用其他的锥形瓶。

然后按下述程序对纸进行试验:

把质量约 20 g 的试样切成约 $10\ \text{mm}\times 10\ \text{mm}$ 的纸片。称取约 5 g 放入 $250\ \text{cm}^3$ 带有回流冷凝器的玻璃锥形瓶内,加入约 $100\ \text{cm}^3$ 具有电导率不大于 $200\ \mu\text{S}/\text{m}$ 的水,经和缓地煮沸 $(60\pm 5)\ \text{min}$,然后在锥形瓶中冷却至室温。此时,需要采取措施防止从空气中吸收二氧化碳。

然后将该抽出液倒入电导率测量池内,立即进行测量(用该水抽出液冲洗两次测量池),测量电导率应在 $(23.0\pm 0.5)^\circ\text{C}$ 下进行。

注 1: 可按第 17 章方法进行抽提,但在 $100\ \text{cm}^3$ 水中使用 5 g 样。

注 2: 在拿取、存放和操作过程中,必须确保准备用于测量水抽出液电导率、pH 值、氯含量的样品和供试验用试样不被大气,特别是化学试验室的大气污染,也不被裸手操作所污染。

15.3 计算

按下式计算抽出溶液的电导率:

$$Y_1 = k(G_1 - G_2) \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

Y_1 ——抽出物电导率,单位为 微西每米($\mu\text{S}/\text{m}$);

K ——电导池常数,单位为 每米(m^{-1});

G_1 ——抽出物溶液的电导,单位为微西(μS);

G_2 ——空白试验的电导,单位为微西(μS)。

15.4 结果

按第4章规定。

16 水抽出液 pH 值

16.1 试验仪器

——带有玻璃和甘汞电极的 pH 计,灵敏度至少为 0.05 pH 单位;

——耐酸碱玻璃制成的 250 cm³ 广口锥形瓶。

16.2 程序

三个抽出液分别进行一次测量。

按 15.2 所述制备抽出液。

为避免不必要地暴露于大气,仅当立即使用时才将抽出液倒出。用缓冲溶液校准 pH 计,该缓冲液 pH 值应在抽出液 pH 值的 ± 2 pH 单位内。从缓冲溶液中取出电极,用蒸馏水将其彻底冲洗几次,再用少量抽出液冲洗一次。

把电极浸入未经过滤的抽出液,在 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ 下测量抽出液的 pH 值。

注 1: 如果该抽出液要用作测定电导率,则在 pH 测定之前,先把用作测定电导率的样品从水抽出液中取出。这是因为从甘汞电极扩散出来的氯化钾,会对结果造成影响。

注 2: 见 15.2 的注 2。

16.3 结果

按第4章规定。

17 水抽出液的氯含量

17.1 方法 1

17.1.1 预防措施

本试验用的所有仪器应严格认真地清洗。建议所有锥形瓶、烧杯以及漏斗,经正常清洗和冲洗后,再在去离子水中煮沸。操作仪器时最好用不锈钢夹子,制备试样用的镊子和剪子应由不锈钢制成并按上述方法保持洁净。

注: 见 15.2 的注 2。

17.1.2 试验仪器

——能测出 $(0 \sim 300)$ mV 直流电压的测量仪器,其准确度为 2 mV(例如电子电压表、电位计或 pH 计);

——600 cm³ 的平底高级耐蚀的玻璃瓶或石英瓶;

——蒸气浴;

——分析天平;

——玻璃微量注射器(仅方法 1 用);

——微量滴定管,刻度为 0.01 cm³(仅方法 2 用);

——磁力搅拌器;

——量筒、烧杯、过滤漏斗、玻璃棒和针头等;

——快速级滤纸。

17.1.3 程序

应对三个抽出液分别进行一次测定。

对每一抽出液,应把纸切成大致 50 mm $\times$ 10 mm 的样条。称取 20 g 试样放入 600 cm³ 平底烧瓶

中,并加入约 300 cm³ 满足第 15 章电导率要求的煮沸去离子或蒸馏水。

将此混合物在蒸气浴中保持(60±5) min,用一个放在瓶颈上呈松配合的烧杯盖住烧瓶口。然后,在布氏(Buchner)漏斗内通过预先抽提过的滤纸对该悬浮液进行抽滤。此时,应用平头玻璃棒挤压纸的残余物的滤饼,以挤出尽可能多的抽出液。

测量抽出液的体积(V)和称量残留湿纸滤饼的质量(W)。

再把抽出液倒回到一个与抽出用烧瓶相似的烧瓶中并在热水浴中蒸干,通过在烧瓶上倒挂一个大烧杯(约 250 cm³)来防止污染。

待完全蒸干后,在烧瓶中加入约 20 cm³ 的去离子水并再次蒸干。

然后加入(5.00±0.05) cm³ 的 10% HNO₃ 溶液溶解抽提过的残留物,再将它移到 100 cm³ 烧杯中,用(5.00±0.05) cm³ 的丙酮冲洗烧瓶两次后倒入烧杯。

再用磁力搅拌器,玻璃参比电极及带有测量仪表的银丝指示器,例如 pH 计,通过电位滴定法测定抽出物的氯含量。

滴定标准液为 0.02 M 的 AgNO₃ 溶液,每次用量为 0.01 cm³,用微量注射器通过玻璃针头滴入滴定池。

滴定试剂空白组成为(340-W) cm³ 的水并蒸干,5 cm³ 的 10% HNO₃ 和 10 cm³ 丙酮。

17.1.4 计算

抽出溶液的氯含量以 10⁻⁶ 纸质量中的氯离子的质量表示并按下式计算:

$$C_1 = 35.46 \frac{(A-B)M}{D} \times \left[1 + \frac{W-D}{V} \right] \times 10^3 \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

C_1 ——抽出液的氯含量,以 10⁻⁶ 纸质量中的氯离子的质量表示;

M ——AgNO₃ 溶液摩尔浓度,单位为摩尔每千克(mol/kg);

D ——干燥纸的质量,单位为克(g);

A ——滴定抽出液所消耗的 AgNO₃ 的体积量,单位为立方厘米(cm³);

B ——滴定试剂空白所消耗的 AgNO₃ 的体积量,单位为立方厘米(cm³);

W ——湿纸残留的质量,单位为克(g);

V ——抽出液的体积量,单位为立方厘米(cm³)。

17.1.5 结果

按第 4 章规定。

17.2 方法 2

17.2.1 本方法与方法 1 不同之处有以下几点:

称取 4 g 纸放入 100 cm³ 水中而不是将 20 g 纸放入 300 cm³ 水中剧烈煮沸(60±5) min。

按下述处理抽出液:

- 过滤或滗析已冷却的抽出液,称取(25.0±0.1) g 装入 200 cm³ 高脚烧杯中,再加入 125 cm³ 丙酮和 15 滴 1% 的硝酸;
- 把搅拌棒放入烧杯,然后把烧杯放在磁力搅拌器上搅拌,调节搅拌速率,使得液体表面不剧烈翻腾;
- 将电极浸入液体并让仪器稳定,然后开始滴定;
- 使用微量滴定管,以 0.01 cm³ 递增量加入 0.002 5M AgNO₃ 并记录电位变化,单位为毫伏(mV);
- 滴定至终点,该终点为表示电位最大变化的点,或滴定至固定点,该固定点为事先已从电位曲线上确定的点;
- 记录达到终点时所消耗滴定液总体积,单位为立方厘米(cm³);

g) 每次抽出液试验应进行双份滴定,且一致至 $\pm 0.01 \text{ cm}^3$ 。双份试样一致性应在 $\pm 5\%$ 以内,但对低于 2.0×10^{-6} 的低水平场合,差别可能很大属例外情况;

h) 滴定试剂空白组成为 $(25.0 \pm 0.1) \text{ g}$ 水, 125 cm^3 丙酮和15滴1% HNO_3 。

17.2.2 计算

抽出溶液的氯含量以 10^{-6} 纸质量中的氯离子的质量表示并按下式计算:

$$C_2 = 35.46 \frac{(A-B)M}{D} \times 4 \times 10^3 \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

C_2 ——抽出液的氯含量,以 10^{-6} 纸质量中的氯离子的质量表示;

A ——用于滴定抽出液所消耗的 AgNO_3 的体积,单位为立方厘米(cm^3);

B ——用于滴定试剂空白所消耗的 AgNO_3 的体积,单位为立方厘米(cm^3);

M —— AgNO_3 溶液的摩尔浓度,单位为摩尔每千克(mol/kg);

D ——烘干后试样的质量,单位为克(g)。

17.2.3 结果

按第4章规定。

18 硫酸盐含量

考虑之中。

19 有机抽出液的电导率

19.1 原理

本试验的目的是测定绝缘材料中是否存在被离子化的有机物质,根据有机抽出液电导率的增加可证实它们的存在,当本试验应用于那些被浸渍于氯化制冷剂或浸渍剂中的纤维素纸绝缘材料时,它具有特殊的意义。

注:采取措施见15.2的注2。

19.2 试验仪器

应使用符合 GB/T 5654—1985 的电导池。测量仪器是一种适用的电子万用兆欧计,其使用直流电压不超过100 V;或是一个检流计,电位差计及不超过100 V的直流电源。

溶剂是实验室试剂级的三氯乙烯,并经过提纯,提纯方法为:加入约1%重量的漂白土或其他合适材料(例如硅胶)经搅拌,并通过烧结玻璃过滤器过滤(通常具有最大孔径为 $5 \mu\text{m}$ ~ $15 \mu\text{m}$ 的过滤器是适用的)。

注:如果漂白土吸湿,可在温度不超过 120°C 的干净空气中加热使其干燥。

在每次抽提之前,要进行空白试验,如果测得电导率超过 $5 \times 10^{-4} \mu\text{S/m}$,则需要对溶剂进一步提纯直至电导率不大于该值。

虽然将提纯过的三氯乙烯保存在暗处或棕色瓶中是稳定的,但是在使用其进行抽提之前,仍需对其电导率进行校验。

在抽提和测量过程中,溶剂应避免受强光照射,特别是直射阳光,应贮存于暗处。

19.3 程序

应对三个抽出液分别作一次测定。

按15.2所述的水抽出液电导率的程序处理被试材料,制备抽出液。试样在 80°C ~ 100°C 的空气中并加热约2 h去除所吸收的微量水分。然后立即将材料转移到一个合适的锥形瓶中,并用提纯过的三氯乙烯将其覆盖,应用比例为1 g材料加入 10 cm^3 三氯乙烯溶剂。采用带有磨口接头结构的全玻璃仪器,在回流状态下,将溶剂和缓煮沸约1 h。

在本循环结束时,盖紧锥形瓶并将其放置在暗处过夜。此时,因蒸发而损失的体积应小于10%。

如果不知道电导池常数 K 时,则可通过一个已知电导率的水抽出溶液或通过电容法进行确定。

在注入三氯乙烯抽出液之前,应用蒸馏水彻底冲洗电导池(如果上一次是用水电解液时),干燥后再用提纯过的三氯乙烯清洗数次。为避免因冷却引起的水分冷凝,防止电极吸湿,在注入抽出液之前,先干燥电导池,要在连续不断的热空气下把液体从一个容器转移到另一个容器。

抽出溶液的电阻应在 $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ 温度下,并在施加直流电压 1 min 后进行测量。

19.4 计算

有机抽出液的电导率按下式计算:

$$\gamma_2 = \frac{k}{R} \dots\dots\dots (4)$$

式中:

γ_2 ——有机抽出液的电导率,单位为微西每米($\mu\text{S}/\text{m}$);

k ——电导池常数,单位为每米(m^{-1});

R ——电阻,单位为兆欧($\text{M}\Omega$)。

19.5 结果

按第4章规定。

20 钠和钾含量的测定(火焰原子吸收分光光度法)

本方法应用于高纯度产品,例如,电气用纸和纸浆中钠和钾的测定。将 10 g 纸或纸浆的试样应按照第14章灼烧成灰,并将灰溶解于 10 cm^3 盐酸中,所用的盐酸应符合“32%的分析用盐酸”规定,其所含 K^+ 不大于 0.000 01% 以及 Na^+ 不大于 0.000 05% (约 6 mol/L 溶液),并按 GB/T 11904—1989 规定进行分光光度测量。

21 透气度

21.1 原理

在恒定空气压差下,在规定时间内以通过单位面积纸的空气体积来测量透气度。

用于测量中等透气度范围(在 0.01 单位~5 单位)的仪器,通常采用压差为 1 kPa。对透气度低到 0.000 1 单位的低范围的纸,可使用压差达到 3.5 kPa 的仪器。而对高透气度的纸(范围达到 2×10^6 单位),例如电气用纸,可使用压差低到 100 Pa 的仪器。对质量有特殊要求的纸,这些压差可在 IEC 60554-3 相应的单项材料规范中规定。

21.2 试验仪器

21.2.1 体积测量准确到 $\pm 2\%$,时间测量准确到 $\pm 1\%$,流速测量准确到 $\pm 5\%$ 。

21.2.2 试样上的起始压差应能读取至 $\pm 2\%$,且在测量过程中的偏差应不大于 5%。

21.2.3 应用一个密封垫圈在试样的受压面将其夹紧,该密封圈的变形程度应使试样的试验面积变化不大于 1%。

21.2.4 试样的试验面积应不小于 6 cm^2 ,推荐试验面积为 10 cm^2 。

21.2.5 当采用水作为传动媒质时,通过试样的气流的方向为气流在通过试样之前不与水接触。

21.2.6 应检验漏气情况,方法是在仪器放置试样处,夹持一块硬质的不透气的材料(例如金属箔),任何漏气应小于某一具体仪器可测量的最小透气度的 0.025 倍。

21.3 试样

试样应按第4章规定进行条件处理。从试验样品切取至少 5 个试样,试样的最小尺寸应使其在所有方向上都能明显地露出夹具之外,并符合 21.2.4 要求的试验面积。

21.4 程序

试验程序依据所使用仪器而定,但重要的是:

- a) 准确校对施加于试样上的压差；
- b) 在测定之前和测定过程中，确保圆筒或控制气流装置能稳定移动；
- c) 确保没有可能会影响空气排出的振动存在；
- d) 确保试样夹持均匀而无变形；
- e) 在测量之前确保仪器处在水平基准面上。

21.5 计算

纸的透气度按下式计算：

$$\pi = \frac{V}{Atp} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

- π ——纸的透气度，单位为米每帕·秒($\text{m}/(\text{Pa} \cdot \text{s})$)；
- V ——为透过空气的体积，单位为立方米(m^3)；
- A ——透气试验的面积，单位为平方米(m^2)；
- t ——试验的时间，单位为秒(s)；
- p ——恒定空气压差，单位为帕(Pa)。

21.6 结果

应按式(5)计算，并把结果换算成 1 kPa 空气压力。取 5 个试样测得的中值作为结果，并报告最大值和最小值及施加于试样上的标称压差。

22 吸水性(芯吸法)

22.1 原理

本试验是在封闭容器内进行以达到实验室温度下的湿气饱和条件，将一条被试材料垂直地悬挂并将其一端浸入水中，在规定时间内，吸液高度就是纸的吸水性。

22.2 蒸馏水或去离子水

可以使用饮用水，但仅局限于所得到的结果与使用蒸馏水或去离子水测得的结果相一致的场合，有争议时，应使用蒸馏水或去离子水。

22.3 设备

- a) 透明水箱，深度至少 250 mm。
- b) 水箱盖和试样夹持器的联合体，装有两个至少长 200 mm 的可调定距片。

注：图 1 示出一种适用的装置，它可由 6 mm 厚透明的丙烯酸酯板制成，其定距片指向下端，并在其上加工螺纹以便于调节。

- c) 计时器，能指示出 15 min 并准确到秒。
- d) 测高计或至少长 300 mm 的分度直尺，能读出 0.5 mm。
- e) 用于把试样连接到试样支架上的合适的栓钉或销钉。
- f) 纸夹、铅笔、直尺。

22.4 条件处理

按第 4 章规定。

22.5 试样

沿样品的纵向切取 10 个宽(15 ± 1) mm、长至少 200 mm 的样条。如果有横向要求时，再从样品的横向切取另外 10 个。

注：如果无法得到最小试验长度 200 mm 试样时(例如实验室手工制作的片材)，可以把这样的试样连接到一个惰性载体(不起作用的)上以达到规定的长度。此时，应规定该载体的长度并在报告中说明。

距每一试样一端的(15 ± 1) mm 处，沿试样宽度画一铅笔标线，并在该线与纸端之间，悬挂一个合

适的砝码以保证试样垂直悬挂(通常纸夹是合适的)。

22.6 程序

把水箱置于一个水平面上并加入 $(23\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 的水直至水深为 $(50\pm 5)\text{ mm}$ 。整个试验过程保持水温在 $(23\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 。把水箱盖子盖上并调节其上的定距片,使定距片的尖端正好触及水的表面。

移去水箱盖并放置在工作台上,此时定距片呈水平状态。在两定距片之间,放置一把直尺,把每一个试样放在规定的位置上并使其标线对准直尺,再用栓钉或销钉把试样固定在盖上。通常,一次可同时试验5个试样。

当所有试样固定于规定位置后,再把盖子置于水箱上,使得试样加重的一端浸没水中直至15 mm铅笔标线,立即启动计时器开始试验。

经 $10\text{ min}\pm 5\text{ s}$ 后,把盖子连同试样一起取出并把它们置于工作台上。在把它们从水中取出的10 s内,沿着试样上的润湿前沿画一条铅笔标线。如果该润湿前沿不直,则估计其平均位置。测量两个铅笔标线之间的距离,准确至0.5 mm。

注1:有时改变试验时间可能是方便的,此时,应报告所选取的时间。

注2:测得的结果可能会受到纸中可溶成分的影响。为尽可能减少这种影响,在每次新的一组试验时,应采用新鲜的水。

22.7 结果

计算每一方向10个结果的平均值。

对吸水性小于 $20\text{ mm}/10\text{ min}$ 者,结果准确至0.5 mm。

对吸水性等于或大于 $20\text{ mm}/\text{min}$ 者,结果准确至1 mm。

计算每一试验方向的试验结果的标准偏差。

22.8 报告

试验报告应包括下述内容:

- 试样长度以及惰性载体长度(如果使用时);
- 纵向吸水率的平均值及标准偏差;
- 如果有要求,横向吸水率的平均值及标准偏差;
- 任何与本方法规定不同之处,包括浸渍时间或其他可能会影响结果的情况说明。

23 吸油性(改进的 Cobb 法)

23.1 原理

在本试验中,把油加到一叠纸的一个已知面积的纸面上,在某一规定的时间后,把油排空,吸干纸叠最上面一张纸上的多余的油,通过直接称重测定纸叠吸油性。本试验是参考 GB/T 1540—2002 中吸水性试验并经过改进的。

23.2 试验仪器

本试验用的仪器如图2a)所示,是由一个内截面积为 100 cm^2 和高约50 mm的金属圆筒组成。该圆筒封接于底板上并配备有一个盖板,盖板由一块其尺寸足以盖住圆筒的耐油橡胶粘结于金属板上组成。

盖板上配备有将其固定在底板上的装置。圆筒壁厚约6 mm,其顶端应机加工成光滑表面,耐油橡胶片的IRH(国际橡胶硬度)应不小于65。

应配备有一个固定装置,以便牢固地将仪器固定于实验台上。

图2b)给出了对 GB/T 1540—2002 中规定用作 Cobb 吸水性试验仪的改进要求。

22.3 试样

试样由每张尺寸为 $130\text{ mm}\times 130\text{ mm}$ 的纸叠组成,纸的张数应由试验确定且至少要比被油渗透的张数多一张。共试验两组,每一组由5个试样组成,第一组是将纸叠试样上的一个纸面与油接触,而第

二组是将相反的一个纸面与油接触。

在叠加纸张时,务必要保证没有一张纸面叠反,即所有的纸张的面应与最上面的一张纸的面相同。

23.4 程序

所使用的油是符合 IEC 60296:2003 的 II 级油,使用前最好贮存在条件处理温度下的密闭容器中。每一次试验使用 100 cm³ 油,但第一次试验后,要把油补充到要求的水平。试验时,油池和油的温度应保持在条件处理温度。

测定试样的质量,把油加入试验油池并放置试样,使得当油池被翻转过来时,油与纸面相接触。盖上盖板,拧紧蝶形螺帽。

翻转油池,让油浸泡纸 45 s,然后再把油池翻转回来,并固定于固定架的原来位置,滴干 10 s。

松开蝶形螺帽,通过牵引试样的两个角,把试样缓慢而连续地从池体与盖板之间取出。取出动作应在约 10 s 内完成,且务必保证试样的下表面始终保持与油池前边缘接触。轻微地吸去最顶上纸张多余的油,吸干要在不大于 10 s 内完成。

测定浸油后试样的质量,并注明被渗透纸的张数。

再用 5 个新的试样,使纸的相反一纸面与油接触并重复上述程序。

23.5 结果

以质量增量表示吸油性,单位为克每平方米(g/m²),面积为暴露于油的圆形面积,并给出每一组试验 5 次结果的中值。个别值与中值偏差大于 20% 者应从计算中舍去。若有两个偏差大于 20% 时,则应重做另外 6 个试验。

若又出现另外的分散结果时,则在确定中值时应包括全部的 11 个结果,并报告纸的吸油性是可变的。

是以叠层试样的正面和反面试验得到的两个结果中较低的数值作为纸的吸油性。

24 电气强度

24.1 工频电压下试验

应按 GB/T 1408.1—2006 规定在空气中进行。

24.1.1 试验仪器

试验仪器应按 GB/T 1408.1—2006 第 7 章规定,电极应按该标准的 5.1.1.1 或 5.1.2 规定。优选电极的直径分别为 25 mm 和 75 mm。当因材料的宽度限制而不能使用大电极时,允许使用较小电极。两个电极的面应相互平行且无凹坑或其他缺陷。

24.1.2 试样

所有的试样应足够大以防止闪络。

在一个试样上可以进行所要求的试验次数。当对纸叠电气强度有要求时,应按 IEC 60554-3 相应的单项材料规范规定的叠加层数进行试验。

当试验的温度或湿度与第 4 章中规定不同时,应按 IEC 60554-3 相应的单项材料规范规定进行。

24.1.3 程序

应按 GB/T 1408.1—2006 的 10.1 施加电压,并按该标准第 11 章击穿判断标准进行 9 次试验。

24.1.4 结果

根据测得的厚度计算电气强度(kV/mm),报告应按 GB/T 1408.1—2006 的第 13 章规定并报告最大值和最小值。

24.2 直流电压下试验

应按 GB/T 1408.2—2006 规定在空气中进行。

24.2.1 电极

应使用由不锈钢(表面光洁度为 2.5 μm 或更佳)制成的圆柱形电极,两个电极面要平行且无凹坑

或其他缺陷,电极边缘应加工成曲率半径为 3.0 mm 的圆弧。

上电极直径应是 25 mm,高 25 mm;下电极直径应是 75 mm,高约 15 mm,且应按 GB/T 1408.1—2006 图 1a),将其与上电极同轴地放置。有时,与地电位相连接的电极也可以用厚 40 μm ~50 μm 的铝箔片替代。

24.2.2 试样

试样应足够大以防止闪络,除 IEC 60554-3 相应的单项材料规范另有规定外,要在重叠的两层纸上进行试验。

试样应从一个样品上获取。例如从样品中取一张 40 cm $\times$ 40 cm 并将其切成两层 20 cm $\times$ 20 cm 的试样。

24.2.3 试验程序

应把不多于 20 层的试样垂直地悬挂或松散堆积在一个空气循环烘箱内,在(105 $\pm$ 2.5) $^{\circ}\text{C}$ 温度下干燥 60 min 后,在从烘箱取出的 1 min 内开始试验。若有争议时,应在该温度下的烘箱内进行试验。

24.2.4 测量次数

最少要做 9 次击穿试验,当对试验结果有 95%置信下限要求时,则击穿试验应做 20 次或以上。

24.2.5 测量程序

施加电压的方式:从预期击穿电压值的一半至击穿的时间为(5~10) s(通过两次预击穿试验找到合适的击穿电压值)。

例如,对标称厚度小于或等于 25 μm 的纸,按(200~300) V/s 速度施加电压直至击穿(即当短路电流达到(0.1~1.0) mA 时,则视为击穿)。

注:限制短路电流在(0.1~1.0) mA 是为了避免损坏电极,这可在电路中放置一个与试样串联的保护电阻器来实现。

24.2.6 报告

报告应包括下述内容:

- 双层纸的厚度;
- 电极类型和尺寸;
- 计算由中值除以双层纸厚度得到的电气强度(kV/mm),并报告最小值和最大值;
- 当对 95%置信下限(≥ 20 次试验)有要求时,其计算方法如下:

$$L_{LC} = \bar{X} - (SD \times 1.64) \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中:

L_{LC} ——置信下限;

$\bar{X}$ ——平均值;

SD ——标准偏差。

25 介质损耗因数和相对电容率

25.1 试验仪器

25.1.1 电桥:符合 GB/T 1409 所述的电桥或者同等功能的仪器。

25.1.2 频率:50 Hz 或其他频率。

25.1.3 电极

符合 GB/T 1409 电极,电极由具有高热导率和能经受反复温度循环而不变形的金属制成,电极表面应抗氧化,电极表面的平整度应在 0.125 μm 内,且应保持良好状态。

电极尺寸应满足所测得的电容是在电桥的有效测量范围之内,保护电极与被保护电极之间的间隙应尽量小。

当试验液体浸渍纸时,应把下电极做成具有约 10 mm 高的圆形边缘的凸缘以留住浸渍液体。

通过在上电极增加重物,使施加于试样上的总压力为 20 kPa(除非 IEC 60554-3 相应的单项材料规范另有规定)。

当试验未浸渍纸时,为了便于去除试样中的潮气,可用 0.4 mm 的钻头,沿着整个上电极钻一系列孔,孔是从上电极的顶面一直钻通到它的下表面。这些孔应不被任何附加到上电极的重物所阻塞。为便于清理,建议对浸渍纸的试验不采用钻孔电极。

25.1.4 真空干燥设备:是由配备有能将测量导线从腔室内引出的真空装置,并由测量真空度的仪表以及能维持真空度低于 2.7 Pa 的真空泵等组成。

25.1.5 加热设备:配备有能把电极和样品加热到规定温度的装置。

25.1.6 热电偶:埋入被保护电极以便准确指示试样温度。只要测量结果表明,在能准确指示试样温度时,也可以使用温度计。

25.1.7 空气干燥系统:一种能把完全干燥的空气或干燥的惰性气体引入真空烘箱的设备,例如含有浓硫酸和五氧化二磷或活性铝的干燥装置。

25.1.8 浸渍液:除另有规定外,当采用符合 IEC 60296:2003 的浸渍油时,需要对浸渍油进行脱气和干燥处理,其方法是在某一足以达到干燥和脱气而不去除浸渍油中较轻馏份的温度和真空下,让浸渍油向下通过玻璃珠塔来实现。

25.2 试样

纸叠试样至少比保护电极直径宽 3 mm。

25.3 程序

按 GB/T 1409 规定进行,只做一次测量。

25.3.1 先从纸卷上切取足够多层数的纸样,使纸叠厚度不小于 100 μm ,并再加上两张保护层,然后制备成适当尺寸的试样。用镊子除去外面的两张纸,把剩下的纸叠小心地放入两电极之间的中心位置。操作中切勿用裸手触摸需测试的试样部位。

25.3.2 除另有规定外,应在 $(115 \pm 5)^\circ\text{C}$ 及真空度小于 2.7 Pa 的条件下干燥试样和加热电极。如果上电极钻有易于排除潮气的小孔,此时处理时间为 16 h,否则需要 24 h 或更长时间(可通过试验确定,如果介质损耗因数达到稳定状态,则说明试样已经干燥)。

25.3.3 未浸渍纸试验

关闭加热器,通入干燥空气解除真空,在试样冷却过程中,测量介质损耗因数和电容。期间要尽可能在 115 $^\circ\text{C}$ 、105 $^\circ\text{C}$ 、90 $^\circ\text{C}$ 及 55 $^\circ\text{C}$ 温度下进行测量。测量时所施加的电场强度应在 1.2 kV/mm ~ 1.5 kV/mm 之间。

25.3.4 液体浸渍纸试验

关闭加热器,通入干燥空气解除真空。在 115 $^\circ\text{C}$ 温度下,测量介质损耗因数和电容。如果介质损耗因数与 25.3.3 试验所得到的值相近,则需重新对烘箱抽真空,直至比试验温度下浸渍剂蒸发压力还要高的真空度。把充分脱气的浸渍剂输入到下电极,让试样完全浸渍在浸渍剂中。10 min 后解除真空,在尽可能接近 115 $^\circ\text{C}$ 、105 $^\circ\text{C}$ 、90 $^\circ\text{C}$ 、70 $^\circ\text{C}$ 及 55 $^\circ\text{C}$ 温度下,测量介质损耗因数和电容,测量时所施加的电场强度同 25.3.3。

注 1: 在试验后检验一下浸渍油是否被污染是必要的。

注 2: 本方法不适用于高介电常数的液体。

25.4 结果

报告应包括下述内容:

- 介质损耗因数与温度关系曲线;
- 试样厚度;
- 按 GB/T 1409 计算得到的相对电容率;
- 施加的电场强度;
- 浸渍剂的属性。