

中华人民共和国国家标准

GB/T 15022.2—2007
代替 GB/T 15023—1994

电气绝缘用树脂基活性复合物 第2部分：试验方法

Resin based reactive compounds used for electrical insulation—
Part 2: Methods of test

(IEC 60455-2:1998, MOD)

2007-12-03 发布

2008-05-20 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

GB/T 15022《电气绝缘用树脂基活性复合物》由下列部分组成:

- GB/T 15022.1 电气绝缘用树脂基活性复合物 第1部分:定义及一般要求
- GB/T 15022.2 电气绝缘用树脂基活性复合物 第2部分:试验方法
- GB/T 15022.3 电气绝缘用树脂基活性复合物 第3部分:环氧树脂复合物
- GB/T 15022.4 电气绝缘用树脂基活性复合物 第4部分:不饱和聚酯浸渍树脂

本部分为 GB/T 15022《电气绝缘用树脂基活性复合物》的第2部分。

本部分修改采用 IEC 60455-2:1998《电气绝缘用树脂基活性复合物 第2部分:试验方法》。

本部分与 IEC 60455-2:1998 相比较,主要变化如下:

- a) 删除了 IEC 60455-2:1998 的前言内容,同时将其引言的有关内容列在本部分的前言;
- b) 本部分将“规范性引用文件”中的部分国际标准(ISO、IEC)改为采用其等同或等效转化的国家标准;
- c) 删除了 IEC 60455-2:1998 的“定义”一章的内容,因其已列入 GB/T 2900.5—2002《电工术语 绝缘固体、液体和气体》,在本部分不再重复;
- d) 删除了“填料含量”、“不饱和聚酯和丙烯酸酯树脂的双键数”、“酸酐硬化剂的酸及酸酐含量”、“胺基值”、“线性热膨胀”、“热导率”、“热冲击”、“水蒸汽透过率”,因这些章条无具体要求;
- e) 增加了 4.6“固化中挥发分含量”、4.16“厚层固化能力”、4.17“复合物对漆包线的作用”条。

本部分代替 GB/T 15023—1994《电气绝缘用无溶剂可聚合树脂复合物 试验方法》。

本部分与 GB/T 15023—1994 相比较变化如下:

- a) 将第1章“主题内容与适用范围”的标题修改为本部分的“范围”,其内容根据 IEC 60455-2:1998 作相应修改;
- b) 将第2章“引用标准”的标题修改为本部分的“规范性引用文件”,增加导语,增加或修改其引用文件;
- c) 将第3章“试验一般说明”调整为本部分的第4章,删除“试验报告”条款,并对保留条款根据 IEC 60455-2:1998 作了相应修改;
- d) 将第1篇“供货状态复合物的试验”的标题修改为本部分的第4章“活性复合物和其组分的试验方法”,删除了“外观”、“针入度与时间的关系”、“表面干燥时间”、“薄层固化性”、“复合物对铜的作用”、“浸渍树脂的浸渍量”章条;增加了 4.1“闪点”、4.5“软化温度”、4.10“水分含量”、4.13“适用期”;
- e) 将第2篇“固化后复合物的试验”的标题修改为本部分的第5章“固化后活性复合物的试验方法”,删除了“耐绝缘液体性”、“耐溶剂蒸汽性”、“耐放电性”、“热失重”章条;增加了 5.3.2“压缩性能”、5.4.2.1“玻璃化转变温度”。

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。

本部分主要起草人:罗传勇。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为:GB/T 2643—1981,GB/T 15023—1994。

电气绝缘用树脂基活性复合物

第2部分:试验方法

1 范围

GB/T 15022 的本部分规定了电气绝缘用树脂基活性复合物及其组分以及固化复合物的试验方法。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 15022 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 528—1998 硫化橡胶或热塑性橡胶拉伸应力应变性能的测定(eqv ISO 37:1994)

GB/T 1034—1998 塑料 吸水性试验方法(eqv ISO 62:1980)

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 1409—2006 测量电气绝缘材料在工频、音频、高频(包括米波波长)下相对介电常数和介质损耗因数的推荐试验方法(IEC 60250:1969, MOD)

GB/T 1410—2006 固体绝缘材料体积电阻率和表面电阻率试验方法(IEC 60093:1980, IDT)

GB/T 1633—2000 热塑性塑料维卡软化温度(VST)的测定(idt ISO 306:1994)

GB/T 1634.1—2004 塑料 负荷变形温度的测定 第1部分:通用试验方法(ISO 75-1:2003, IDT)

GB/T 1634.2—2004 塑料 负荷变形温度的测定 第2部分:塑料、硬橡胶和长纤维增强复合材料(ISO 75-2:2003, IDT)

GB/T 1634.3—2004 塑料 负荷变形温度的测定 第3部分:高强度热固性层压材料(ISO 75-3:2003, IDT)

GB/T 1981.2—2003 电气绝缘用漆 第2部分:试验方法(IEC 60464-2:2001, IDT)

GB/T 2423.16—1999 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验J和导则:长霉(idt IEC 60068-2-10:1988)

GB/T 4074.4—1999 绕组线试验方法 第4部分:化学性能(idt IEC 60851-4:1996)

GB/T 4207—2003 固体绝缘材料在潮湿条件下相比电痕化指数和耐电痕化指数的测定方法(IEC 60112:1979, IDT)

GB/T 4613—1984 环氧树脂和缩水甘油酯无机氯的测定(eqv ISO 4573:1978)

GB/T 6753.4—1998 色漆和清漆 用流出杯测定流出时间(eqv ISO 2431:1993)

GB/T 6753.5—1986 涂料及有关产品闪点测定法 闭口杯平衡法(eqv ISO 1523:1983)

GB/T 7193.4—1987 不饱和聚酯树脂 80℃下反应活性的测定方法(eqv ISO 584:1982)

GB/T 9341—2000 塑料弯曲性能的测定(idt ISO 178:1993)

GB/T 10582—1989 测定因绝缘材料引起的电解腐蚀的试验方法(eqv IEC 60426:1973)

GB/T 11020—2005 固体非金属材料暴露在火焰源时的燃烧性试验方法清单(IEC 60707:1999,

IDT)

GB/T 11026.1—2003 电气绝缘材料 耐热性 第1部分:老化程序和试验结果的评定(IEC 60216-1:2001,IDT)

GB/T 11026.2—2000 确定电气绝缘材料耐热性的导则 第2部分:试验判断标准的选择(idt IEC 60216-2:1990)

GB/T 11026.3—2006 电气绝缘材料 耐热性 第3部分:计算耐热性特征参数的规程(IEC 60216-3:2002,IDT)

GB/T 11026.4—1999 确定电气绝缘材料耐热性的导则 第4部分:老化烘箱 单室烘箱(idt IEC 60216-4-1:1990)

GB/T 11028—1999 测定浸渍剂对漆包线基材粘结强度的试验方法(eqv IEC 61033:1991)

GB/T 15022(第3部分的所有部分) 电气绝缘用树脂基活性复合物 单项材料规范

GB/T 11547—1989 塑料耐液体化学药品(包括水)性能测定方法(eqv ISO 176:1981)

GB/T 12007.5—1989 环氧树脂密度测定方法 比重瓶法(eqv ISO 1675:1985)

GB/T 12007.3—1989 环氧树脂总氮含量的测定方法(eqv ISO 4615:1979)

IEC 60216-5:2003 电气绝缘材料 耐热性 第5部分:耐热性特征参数实际应用的指导

IEC 60814:1997 绝缘液体 油浸纸和油浸纸用卡尔·费休尔自动电量滴定法测定水份

IEC 61006:2004 电气绝缘材料 测定玻璃化转变温度的试验方法

IEC 61099:1992 电气用未使用过的合成有机酯规范

IEC 60296:2003 变压器和开关用的未使用过的矿物绝缘油

ISO 179-1:2000 塑料 简支梁冲击强度的测定 第1部分:无损冲击试验

ISO 527-1:1998 塑料 拉伸性能测定 第1部分:总则

ISO 527-2:1998 塑料 拉伸性能测定 第2部分:模塑料和挤塑料的试验条件

ISO 604:1993 塑料 压缩性能的测定

ISO 868:1985 塑料和橡胶 用硬度计测定压痕硬度(Shore 硬度)

ISO 1183:1987 塑料 非泡沫塑料密度和相对密度的试验方法

ISO 1513:1992 色漆和清漆 试验样品的检验和制备

ISO 2039-1:1993 塑料 硬度的测定 第1部分:球压痕法

ISO 2114:1996 不饱和聚酯树脂 部分酸值和总酸值的测定

ISO 2535:1997 塑料 不饱和聚酯树脂 25℃下凝胶时间的测定

ISO 2554:1997 塑料 不饱和聚酯树脂 羟基值测定

ISO 2555:1989 塑料 液态、乳化态或分散态树脂 用 Brookfield 计试验方法测定表观粘度

ISO 2592:1973 石油产品 闪点和燃点的测定 Cleveland 开口杯法

ISO 3001:1997 塑料 环氧化合物 环氧当量的测定

ISO 3219:1993 塑料 液态、乳化态或分散聚合物/树脂 用规定剪切速率的旋转粘度计测定

粘度

ISO 3451-1:1997 塑料 灰分的测定 第1部分:通用方法

ISO 3521:1997 塑料 不饱和聚酯和环氧树脂 总体积收缩率的测定

ISO 3679:1983 涂料、漆、石油和相关产品 闪点的测定 快速平衡法

ISO 4583:1998 塑料 环氧树脂和有关材料 易皂化氯的测定

ISO 4625:1980 涂料和漆的基料 软化点的测定 环球法

ISO 9396:1997 塑料 酚醛树脂 用自动仪测定给定湿度下的凝胶时间

ISO 15528:2000 色漆、清漆和相应的原料 取样

3 试验方法的一般说明

除非在相应的产品标准或试验方法中另有规定,所有的试验均应在温度 21℃~29℃、相对湿度为 45%~70% 的大气环境条件下进行。测定前,样品或试样应在上述大气环境条件中进行预处理,直到足以使样品或试样与大气达到平衡状态。有关液态或糊状物的取样,可参照 ISO 15528:2000。有关上述试样的制备按 ISO 1513:1992 的规定。

注:有关标准大气术语定义见 ISO 558。上述规定的试验大气条件,并不符合像 ISO 291 中所规定的两个标准大气条件中的任何一个,但是覆盖了包括其公差在内的两个范围。

通常,有关试验方法的所有要求都在说明中规定,而简图仅用来说明进行试验的大概布局。在本部分与产品规范不一致的情况下,应优先按产品规范规定。

当其他标准被引用在某一试验方法时,应报告涉及的标准。

4 活性复合物和其组分的试验方法

固化之前的材料有树脂(1),其他活性或非活性组分(2)(例如硬化剂、催化剂、稳定剂、填料),以及待用的活性复合物(3)。

4.1 闪点(适用于 1,2 和 3)

对于闪点等于或高于 79℃ 的试样,应采用 ISO 2592:1973 中规定的方法。对于闪点低于 79℃ 的试样,应采用 GB/T 6753.5—1986 中规定的方法,采用该标准附录 A 中规定的任何一种闭口杯装置来测定。GB/T 6753.5—1986 应结合 ISO 3679:1983 使用。

分别对两个试样进行测定,报告两次闪点的测定结果及所采用的标准。

4.2 密度(适用于 1,2 和 3)

采用 GB/T 12007.5—1989 中规定的方法测定,并报告两次密度的测定结果。

4.3 粘度(适用于 1,2 和 3)

在(23±0.5)℃ 下采用合适的装置测定。如果采用旋转粘度计,应按照 ISO 2555:1989 (Brookfield)或 ISO 3219:1993(在规定剪切速率下测量)进行。如果采用流出杯法,其试验方法和试验用流出杯应符合 GB/T 6753.4—1998 的要求。

进行两次测定,报告两次粘度的测定结果以及所采用的标准。

4.4 贮存期(适用于 1,2 和 3)

贮存期应通过在某一温度条件下,经过一定的贮存时间后,测定某一规定特性的变化来确定。经验表明,4.3 中的粘度和 4.14 中的凝胶时间是合适的特性参数。为确定贮存期,应分别按照 4.3 和/或 4.14 的要求,按照供需双方商定的温度和终点,测定粘度和/或凝胶时间。分别对试验前试样及在供需双方商定的某温度下经贮存一段时间后的试样进行测定。报告两次测定结果以及所采用的标准。结果应包括贮存前和贮存后试样的粘度和/或凝胶时间,以及贮存时间、贮存温度和试验时温度。

4.5 软化温度(适用于 1 和 2)

应采用 GB/T 1633—2000 或 ISO 4625:1980 中规定的方法。进行两次测定,报告两次测定值以及所采用的标准。

4.6 固化中挥发分含量

采用底面积为 45 mm×45 mm、高 20 mm、厚度约 0.1 mm 的铝皿。在铝皿中加入 10 g 试样,水平放置于烘箱中烘焙,烘焙温度和时间由产品规范规定。

用精度值为 0.1 mg 的分析天平分别称量试样烘焙前后的质量,按下式计算固化中挥发分含量:

固化中挥发分含量(X(%)),按下式计算:

$$X = \frac{m - m_1}{m} \times 100$$

式中:

m ——烘焙前试样的质量,单位为克(g);

m_1 ——烘焙后试样的质量,单位为克(g)。

试验结果以三次试验的算术平均值表示。

以三次试验结果的平均值作为固化中挥发分含量。

4.7 灰分含量(适用于 1 和 2)

采用 ISO 3451-1:1997 中规定的方法 A。进行两次测定,报告两次测定值。

4.8 氯含量

4.8.1 不饱和聚酯和环氧树脂的总氯含量(适用于 1 和 2)

采用 GB/T 12007.3—1989 中规定的方法。进行两次测定,报告两次测定值。

4.8.2 环氧树脂和缩水甘油酯中有机氯含量(适用于 1)

采用 GB/T 4613—1984 中规定的方法。进行两次测定,报告两次测定值。

4.8.3 环氧树脂及相关材料易皂化氯含量(适用于 1)

采用 ISO 4583:1998 中规定的方法。进行两次测定,报告两次测定值。

4.9 环氧树脂的环氧当量(适用于 1)

采用 ISO 3001:1987 中规定的方法。进行两次测定,报告两次测定值。

4.10 水分含量(卡尔·费休法)(适用于 1 和 2)

用 IEC 60814:1997 中规定的方法。进行两次测定,报告两次测定值。

4.11 羟基值

4.11.1 聚酯树脂

采用 ISO 2552:1997 中规定的方法。进行两次测定,报告两次测定值。

4.12 聚酯树脂的酸值(适用于 1)

采用 ISO 2111:1996 中规定的方法。进行两次测定,报告两次测定值。

4.13 适用期(适用于 3)

适用期应在组分混合后,通过测定某一规定特性的变化来确定。为确定适用期,应分别按照 4.3 和/或 4.14 的规定,在供需双方商定的温度和终点下,测定粘度和凝胶时间。分别对刚配制的试样和配制后在供需双方商定的温度下,贮存一段时间后的试样进行测定。报告适用期的两次测定结果以及所采用的标准。报告应包括贮存前或贮存后试样的粘度和/或凝胶时间、贮存温度和试验时温度。

4.14 凝胶时间

4.14.1 不饱和聚酯复合物(适用于 3)

凝胶时间是活性复合物达到凝胶状态的时间间隔。应采用 ISO 2535:1997 中规定的方法,试验温度由供需双方商定。进行两次测定,报告两次测定值和试验温度。

4.14.2 酚醛树脂复合物(适用于 3)

采用 ISO 9396:1997 中规定的方法。进行两次测定,报告两次测定值。

4.15 放热温升

4.15.1 不饱和聚酯树脂复合物(适用于 3)

采用 GB/T 7193.4—1987 中规定的方法。进行两次测定,报告两次测定结果。

4.16 厚层固化能力

按 GB/T 1981.2—2003 进行试验。

4.17 复合物对漆包线的作用

复合物对漆包线的作用是以符合 GB/T 4074.4—1994 中平直的漆包线经浸渍后以漆包线漆膜的铅笔硬度来表示。

试验三根平直的漆包线,报告铅笔硬度的三次测定结果。

4.18 环氧和不饱和聚酯树脂基复合物的总体积收缩率(适用于3)

应采用 ISO 3521:1997 中规定的方法。进行两次测定,报告两次测定结果。报告应包括测试温度,在试验温度下复合物的密度,以及固化后复合物试样的密度。

5 固化后活性复合物的试验方法

固化后的复合物具有自支撑能力,容许制备刚性和柔性试样。

5.1 试样

术语“试样”是表示满足试验方法所要求形状的固化后的材料固体件。

5.1.1 活性复合物的制备

活性复合物为符合供应商规定的组分比例的均匀混合物,按照供应商的配制说明书,对组分和复合物进行干燥、脱氯和加热以及其他处理。当复合物中含有填料时,还要考虑到可能沉降。

5.1.2 试样的制备

试样按相关产品规范中特定试验方法所规定的条件下,或根据供需双方的商定条件制备,这些条件包括浇铸过程的温度及真空度,固化温度和时间或温度——时间程序、脱模、退火和冷却条件等。

按照供方要求在室温下固化的活性复合物,通常在室温下达到最终固化状态需数天或数周。为要达到规定的固化程度,复合物应在室温下固化 24 h,然后再在 80℃ 下保持 24 h,或者按照供需双方的商定。

试样按照试验方法的要求浇铸成合适的形状和尺寸,或者由浇铸板材加工而成。它们应无孔隙、气泡、裂痕和擦伤。在机加工中,加工表面应冷却以避免过热,例如用水冷却。

注:采用脱模剂及由镀铬或其他合适材料制成的模具,固化复合物容易脱模。

5.1.3 试样类型和数量

特定试验方法所要求的试样类型和数量在 GB/T 15022 相关产品规范中规定,或由供需双方商定。

5.2 密度

采用 ISO 1183:1987 规定的方法 A 或方法 B 测定。测定两次,报告试样制备方法和尺寸,采用的试验方法和两次测定结果。

5.3 机械性能

5.3.1 拉伸性能

5.3.1.1 刚性材料

采用 ISO 527:1993 规定的方法,试验速度应能在 (60 ± 15) s 以内使试样断裂。试样类型按照 ISO 527:1993 规定选择。测试五个试样,报告试样制备方法、试样尺寸及类型、试验速度及五个试样的拉伸试验结果。如果可能,还报告拉伸屈服应力、最大负荷和断裂拉伸应力,屈服和断裂伸长率以及弹性模量。

5.3.1.2 柔软材料

对于哑铃型试样采用 GB/T 528—1998 规定的方法。测定五个试样。报告试样制备方法以及哑铃类型,五个拉伸试验值。报告还包括拉伸强度、断裂伸长率以及弹性模量。

5.3.2 压缩性能

采用 ISO 604:1993 规定的方法。测定五个试样。报告试样制备方法、试样尺寸、变形速率以及压缩性能五个测定值。如果可能,还报告最大负荷压缩强度、压缩屈服应力、百分压缩破裂应变值。

5.3.3 弯曲性能

采用 GB/T 9341—2000 规定的方法。压头和支架的相对移动速率,应能使试样在 (60 ± 15) s 内断裂或达到最大的弯曲负荷。测定五个试样。报告试样制备方法、试样尺寸、压头相对移动速率以及五个试样的弯曲性能测定值。如果可能,还报告断裂或最大负荷下的弯曲应力及相应的挠度、弹性模量。

5.3.4 冲击强度

5.3.4.1 无缺口试样

采用 ISO 179-1:2000 规定的方法。测定十个试样。报告试样制备方法、试样尺寸和类型以及十个试样的冲击强度结果值。

5.3.4.2 缺口试样

采用 ISO 179-1:2000 缺口试样的测定方法。测定十个样。报告试样制备方法、试样尺寸和类型以及十个试样冲击强度测定值。

5.3.5 硬度

5.3.5.1 刚性材料

采用 ISO 2039-1:1993 规定的方法(球压痕法)。或按照 ISO 868:1985 规定的方法(肖氏 D 硬度)。对一个或更多个试样进行五次测定。报告试样制备方法、试样尺寸、试验负荷以及五个硬度测定值。

5.3.5.2 柔软材料

采用 ISO 868:1985 规定的方法(优先选用肖氏 A 硬度)。对一个或更多个试样进行五次测定。报告试样制备方法、试样尺寸、硬度计类型(A 或 D 型),以及五个压痕硬度的测定值。

5.4 热性能

5.4.1 高温下的粘结强度

采用 GB/T 11028—1999 规定的扭绞线圈试验(A 法)或螺旋线圈试验(B 法)。试验温度应符合 GB/T 15022 的产品规范的要求,或根据供需双方商定。测定五个试样。报告采用的方法、用作绕制试样基材的漆包线类型,以及五次测定值。

5.4.2 玻璃化转变

5.4.2.1 玻璃化转变温度

采用 IEC 61006:2004 所规定的方法之一。测量两次。报告试样制备方法,如果需要还包括试样尺寸、采用的方法(A1:DSC 或 DTA,B1:TMA,膨胀方式,或 B2:TMA,针入度方式)以及两次测定值。

5.4.2.2 负荷变形温度

采用 GB/T 1634—2004 规定的方法 A 或方法 B。测定两个试样。报告试样制备方法、试样尺寸、采用的方法以及两次测定值。

注:负荷变形温度与玻璃化转变温度是类似的一种特性,但是 GB/T 1634 规定的方法,所测定的温度不能低于 40℃。因此,建议优先采用 5.4.2.1 中的方法。

5.4.3 可燃性

采用 GB/T 11020—2005 规定的 FH 和 FV 法。每种方法均测定五个试样。FH 法仅在按照 FV 法测得的结果差于 FV2 级时才采用。报告试样制备方法、试样尺寸以及按 FV 法测得的可燃性结果,如果需要,还报告 FH 法测得的可燃性结果。

5.4.4 温度指数

注:温度指数取决于试验判断标准和试验终点的选择。因此对同一和相同的材料,温度指数的测定结果可能相差 80 K 或更大。

5.4.4.1 程序

采用 GB/T 11026 规定的方法。试验及终点判断标准应符合 GB/T 15022 相应产品规范的规定,或按照供需双方商定。应采用两个试验标准。对每一个试验标准至少应选定三个暴露温度点。两个相邻的暴露温度点的差值应不大于 20 K。如果试验结果的相关系数小于 0.95,应对另一组试样在不同于原来所选的暴露温度点下进行试验。

注:ISO 2578 中的方法是基于 GB/T 11026 的原理。ISO 2578 删除了对设计和运行温度指数试验以及结果计算不必要的内容,是实验室简要修订本。

5.4.4.2 结果

对于每个试验判断标准,报告试样制备方法、类型和尺寸,每个试验的试样数量、暴露温度。对每个

试验组的试验结果,应包括试样终点时间,即对每个暴露温度到达终点的时间,表示特性值与终点时间对数值的函数曲线图,在耐热图纸上绘制的热耐久图(第一阶回归曲线)、温度指数和相关系数。

5.5 化学性能

5.5.1 吸水性

采用 GB/T 1034—1998 规定的方法 1(23℃)和方法 3(沸水中)进行测定。每种方法测定三个试样。报告试样制备方法和尺寸以及采用方法 1 和方法 3 对三个试样的吸水性测定值。保留一个未经处理的试样作为参照样。

5.5.2 液体化学品的影响

采用 GB/T 11547—1989 规定的方法。除非另有规定,试验液体的温度为 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$,浸泡时间为 $(168 \pm 1)\text{h}$ (7 d)。每种试验液体试验三个试样。报告试样制备方法和尺寸、试验液体种类和每种试验液体的三个试验结果。并对每种试验液体报告每个试样外观尺寸和质量的变化。保留一个未经处理的试样作为参照样。

5.5.3 耐霉菌生长

采用 GB/T 2423.16—1999 规定的方法。采用下列 5.6.1.2 规定的试样进行试验。报告三个试样的耐霉菌生长的试验的结果。保留一个未经试验的样品作为参照样。

5.6 电气性能

5.6.1 浸水对体积电阻率的影响

采用 GB/T 1410—2006 规定的方法。如果被测定材料不适宜采用 GB/T 1410—2006,那么可采用下面的试验方法。

5.6.1.1 设备

采用下列设备:

- 任何市场上可购得的 10^{12} 欧姆表,其精度为 $\pm 10\%$;
- 用作电极的金属圆柱体(上电极),其直径至少为 60 mm,其质量可使在试样上产生大约 0.015 MPa 的压力。
- 两个导电橡胶圆片,直径与上电极相同,厚 3 mm~5 mm,最大电阻值为 1 000 Ω ,肖氏 A 硬度值 65~85;
- 直径与上电极相同的金属圆柱体,高度约 70 mm(下电极)。

5.6.1.2 试样

试样为圆片或方块,直径或边长尺寸至少比上电极直径大 10 mm。厚度不超过 3 mm,上下平面相互平行。制备三个试样。

注:试样可以在两块金属板之间通过浇铸制成,用一个漆包线绕制件作为定位垫圈。

5.6.1.3 程序

试样用橡胶圆片作为隔离层放在两个金属圆柱体电极之间组成试验装置,完整的试验配置见图 1。在电极上施加一直流试验电压,使电极间产生的电场强度不大于 1 000 V/mm。分别对浸去离子水之前和之后的试样进行测定。除非另有规定,去离子水的温度保持在 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$,浸入时间为 $(168 \pm 1)\text{h}$ (7 d)。

试样浸水处理完成后,从水中取出,放在两片滤纸间吸干表面多余的水分,立即组成试验装置,并在 15 min 内完成电阻测量,在仪器充电后 $(60 \pm 5)\text{s}$ 内进行读数。

当上电极直径是 60 mm 时,电阻率应按下式计算:

$$\rho = (2.83 \times R)/d$$

式中:

ρ ——电阻率,单位为欧姆米(Ωm);

d ——试样厚度,单位为毫米(mm);

R ——测得的电阻,单位为欧姆(Ω)。

当上电极直径 D 不是 60 mm 时,可用下式代替系数 2.83:

$2.83D^2/3\ 600$, D 单位用毫米。

5.6.1.4 结果

测定三个试样,报告试样制备方法和试样尺寸、电极尺寸、试验电压、试样浸水前、浸水后的三个电阻率测定值,以及采用的标准。结果还应包括体积电阻和体积电阻率。

5.6.2 介质损耗因数($\tan \delta$)和相对介电常数(ϵ_r)

采用 GB/T 1409—2006 规定的方法。如果被测材料不适宜采用 GB/T 1409—2006,可采用下面的试验方法。

5.6.2.1 设备

任何市场上购得的合适阻抗表均可采用,要求可精确测量介质损耗因数($\tan \delta$)和相对介电常数(ϵ_r)。

5.6.2.2 试样

采用符合 5.6.1.2 规定的试样。

5.6.2.3 程序

上电极直径至少为 40 mm,可采用或不采用屏蔽电极。下电极直径至少大于上电极直径 20 mm,使用时应与上电极保持同轴心。

电极涂刷上一层导电的分散物质,如石墨、或银。或采用一层厚度不大于 0.005 mm 的金属箔,用油将它粘附在电极上,或采用任何其他等效的合适方法。

除非另有规定,试验在 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ 下进行,采用频率 1 kHz 的正弦试验电压,按试验设备的说明书连接试样。

5.6.2.4 结果

测定两个试样,报告试样制备方法、试验尺寸、试验温度、采用的电极、试验电压及其频率,两次试验结果以及采用的标准。报告应包括介质损耗因数和相对介电常数。

5.6.3 击穿电压和电气强度

击穿电压按 GB/T 1408.1—2006 规定测定,具体升压方式根据单项材料规范确定。如果被试材料不适宜采用 GB/T 1408.1—2006,可按下列条款对其中的第 5 章和第 7 章进行修正。

5.6.3.1 电极

配置球——平板电极。对于刚性材料,高压电极由抛光的、半径为 $(3 \pm 0.000\ 5)\text{mm}$ 的钢球构成,对于柔性材料,钢球半径为 $(10 \pm 0.000\ 5)\text{mm}$,抛光后的钢球表面优于 0.001 mm 的粗糙度,例如对于滚珠轴承(3 级)中用的钢球,证明可满足试验要求。接地电极为直径 $(75 \pm 1)\text{mm}$ 的平板,其边缘倒角半径 $(3 \pm 0.1)\text{mm}$ 。用于柔性材料测定的完整试验装置见图 2。对于刚性材料,上电极和试样配置如图 3 所示。

注 1: 与平板——平板电极配置比较,球——平板电极配置能产生一个稍微增强的电场,场强提高程度取决于球形电极的半径和试样的厚度。

例:对于电极半径为 10 mm,试样厚度为 0.1 mm 的试验配置,与平板——平板型电极配置相比,场强大约提高 10%。

注 2: 如果把试验装置和液体放在具有足够尺寸的圆柱体玻璃容器中,接地电极处于容器的底部,这样的装置,使得在施加电压后,能够用肉眼观察整个试验过程。另外,还允许通过底部电极接地,让流体流过底部电极,并通过容器上端流出,见图 2。如果需要升高试验温度,这种装置允许液体进行加热。

5.6.3.2 试样

试样承受击穿试验部分的厚度应不超过 1 mm。对一个试样组,任何两个试样的厚度变化不应大于 10%。

注：通常对具有玻璃化转变温度高于 80℃ 的固化复合物，其电气强度为 50 kV/mm，甚至更高，如热固性脂环族环氧基复合物。若试样厚度超过 1 mm，采用 GB/T 1981.2—2003 规定的 25/75 mm 电极组合，可能要求试验电压在 220 kV 以上。这样将可能导致闪络或部分闪络，不可避免会出现在电极范围以外发生击穿的现象。

5.6.3.2.1 刚性材料

试样应浇铸成一根圆柱型棒，直径约 30 mm，而长度(mm)是估计的击穿电压(kV)数值的两倍。棒的中央有一根导线，其一端与一个钢球相连接，除了另一端伸出外，其余部分应完全埋封在浇铸树脂中。

将试样从模具中取出后，在与钢球靠近的试样一端，应打磨成规定的厚度，然后抛光，再涂上导电层，如石墨或银分散层，以此作为接地电极。打磨时，厚度应通过厚度校准过的渗透仪型装置来控制。试样配置实例见图 3。这种配置也可放在如图 2 所示的玻璃容器中。

注：浇铸时可采用一根玻璃管作为模具，其中放置一根导线和一球形电极，并通过合适方法让它们处在管子的中心部位。如可采用直径为 3 mm 的可焊金属线作导线，一端焊上球形电极。

试验完后，取下试样，采用百分尺在击穿处测量抛光面与球形电极间的距离，测定值则作为试样厚度。

5.6.3.2.2 柔性材料

采用符合 5.6.1.2 规定的试样。

5.6.3.3 程序

试验电压的上升速度应不大于 500 V/s，除非另有规定；试验温度应为 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ 。将试样和试验电极放在电介质液体中进行测定，介质循环流动并维持在规定的温度。除非另有规定，符合 IEC 60296:2003 规定的未使用过的矿物绝缘油或符合 IEC 61099:1992 规定的未使用过的合成有机酯均可采用。

5.6.3.4 结果

测定五个试样。报告试样制备方法和类型、试样尺寸、试验温度、球电极半径，采用的电介质液体的类型以及五个测定结果和使用的标准。结果应包括试样在击穿处的厚度，击穿电压和电气强度。

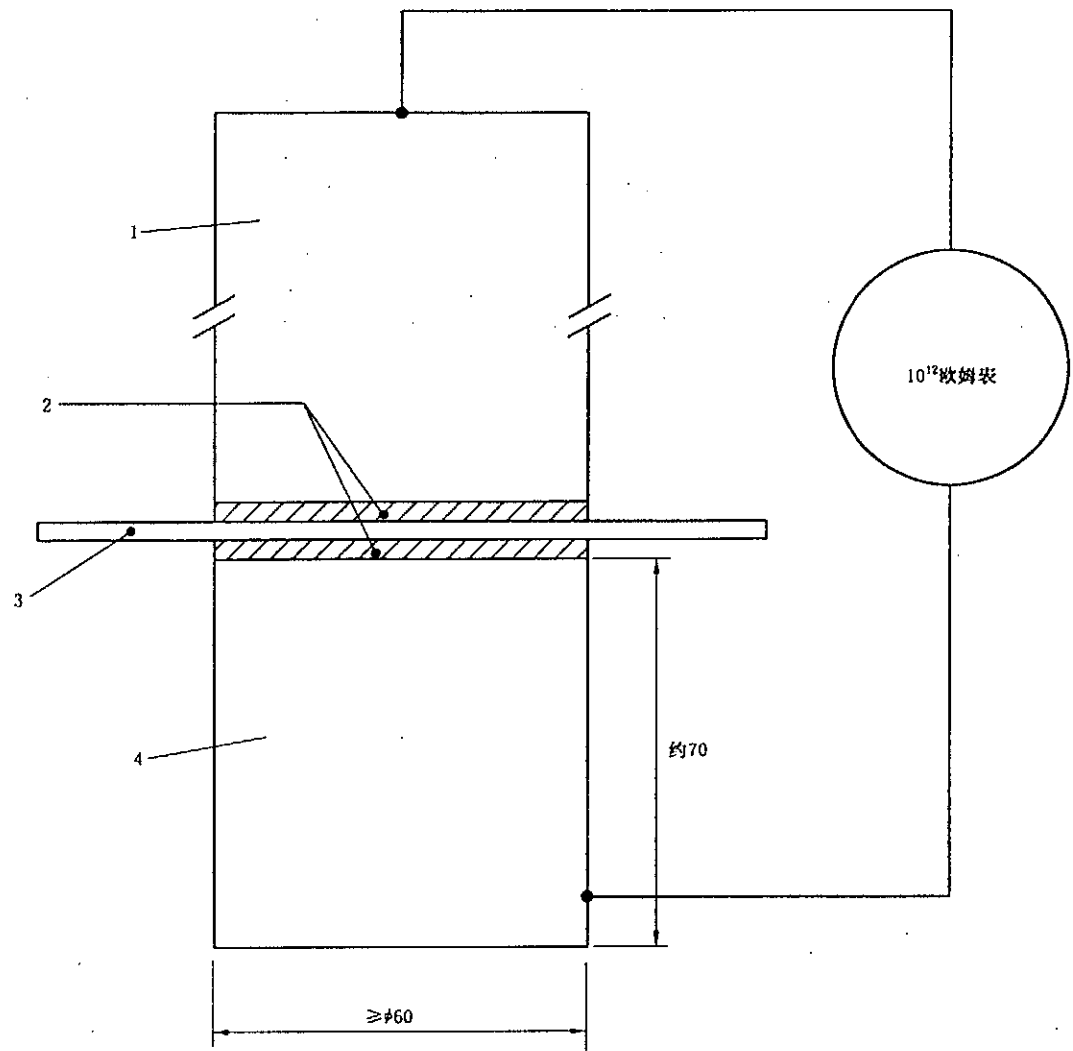
5.6.4 耐电痕化指数(PTI)

采用 GB/T 4207—2003 规定的方法。试验三个试样，选择的耐电压值应符合相关产品规范的规定，或根据供需双方确定。报告试样制备方法、尺寸及 PTI 测定值。结果还包括采用的耐电压值和测得的液滴数。

5.6.5 电解腐蚀

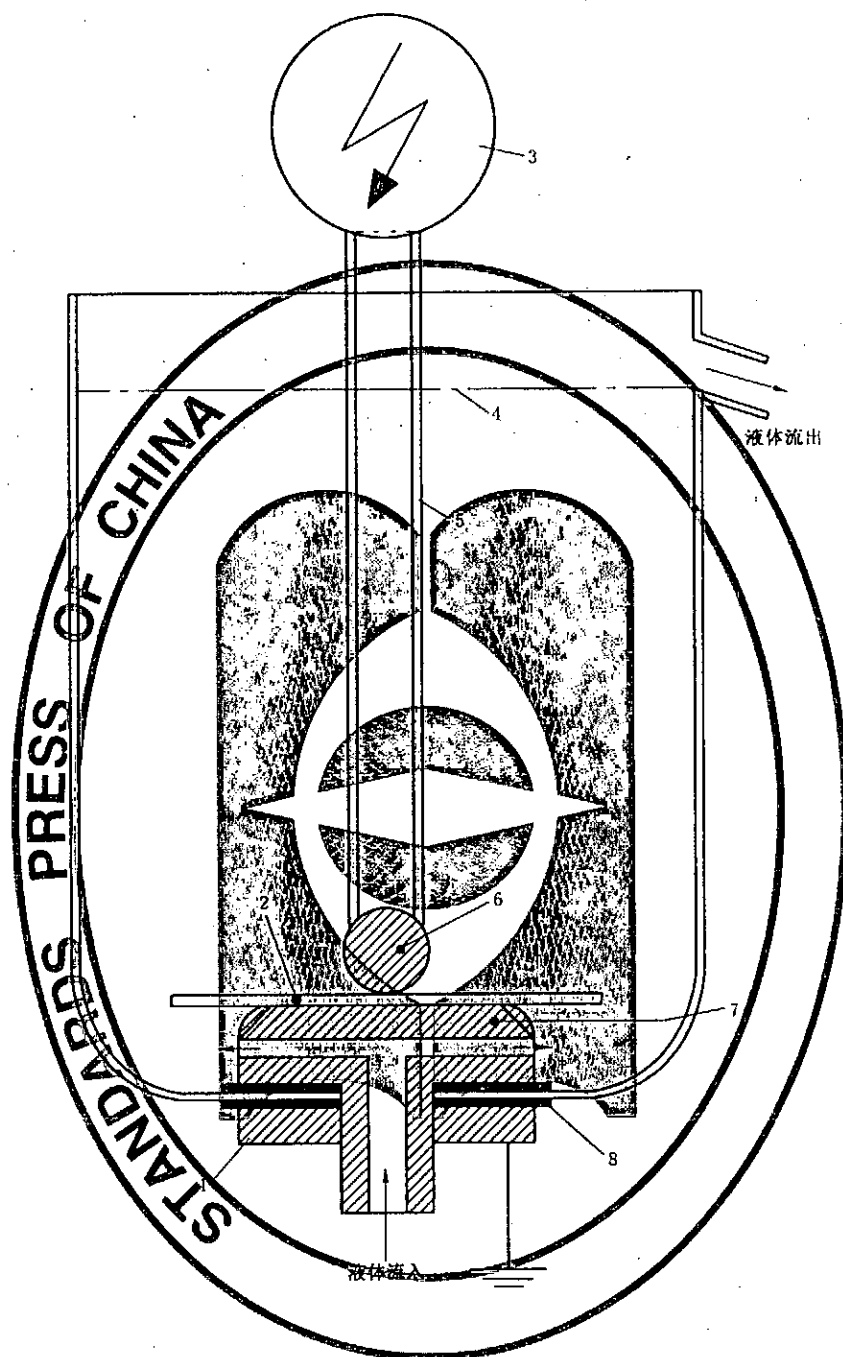
按照 GB/T 10582—1989 规定的方法，用肉眼观察三个试样试验，报告三个电解腐蚀的观察结果。

单位为毫米



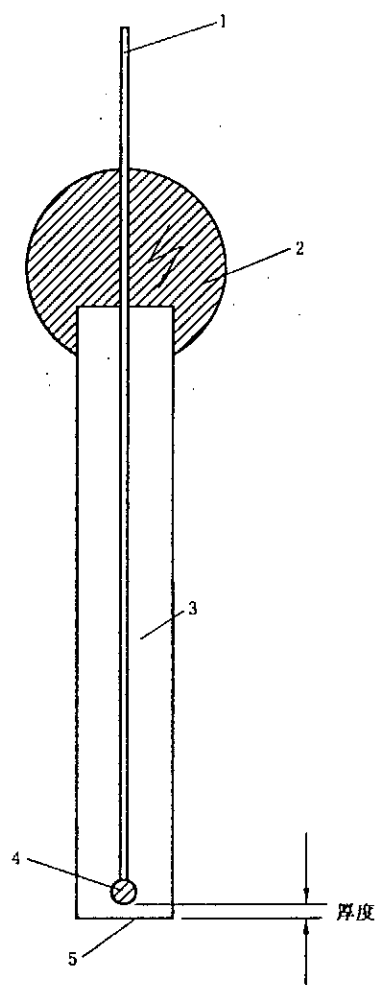
- 1——上部圆柱体电极；
- 2——导电橡胶层；
- 3——试样；
- 4——下部圆柱体电极。

图 1 测定体积电阻率的试验装置



- 1——螺帽；
- 2——试样；
- 3——用于高压连接的球头；
- 4——液体平面；
- 5——金属管；
- 6——球电极；
- 7——平板电极；
- 8——密封垫片。

图 2 柔性固化复合物的电极配置实例



- 1——铅线；
- 2——用于高压连接的球形帽；
- 3——固化后复合物；
- 4——球电极；
- 5——导电涂层。

图 3 刚性固化复合物的电极配置实例

参 考 文 献

- [1] ISO 291:1977 塑料 状态调节和试验用标准大气
 - [2] ISO 558:1980 调节和试验 标准大气 定义
 - [3] ISO 2578:1993 塑料 长期热暴露作用后时间和温度极限的测定
-

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
电气绝缘用树脂基活性复合物
第 2 部分: 试验方法
GB/T 15022.2—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

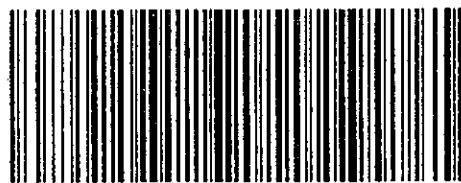
中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 1.25 字数 28 千字
2008 年 4 月第一版 2008 年 4 月第一次印刷

*

书号: 155066 · 1-30920 定价 18.00 元



GB/T 15022.2—2007

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