



中华人民共和国国家标准

GB/T 31838.4—2019/IEC 62631-3-3:2015
代替 GB/T 10064—2006

固体绝缘材料 介电和电阻特性 第4部分：电阻特性(DC方法) 绝缘电阻

**Solid insulating materials—Dielectric and resistive properties—
Part 4: Resistive properties(DC methods)—Insulation resistance**

[IEC 62631-3-3:2015, Dielectric and resistive properties of solid insulating materials—Part 3-3: Determination of resistive properties (DC methods)—Insulation resistance, IDT]

2019-06-04 发布

2020-01-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言 I

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 意义 4

5 试验方法 4

6 试验报告 9

7 重复性和再现性 9

参考文献 10

前 言

GB/T 31838《固体绝缘材料 介电和电阻特性》目前发布以下部分：

- 第1部分：总则；
- 第2部分：电阻特性(DC方法) 体积电阻和体积电阻率；
- 第3部分：电阻特性(DC方法) 表面电阻和表面电阻率；
- 第4部分：电阻特性(DC方法) 绝缘电阻。

本部分为 GB/T 31838 的第4部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分代替 GB/T 10064—2006《测定固体绝缘材料绝缘电阻的试验方法》，与 GB/T 10064—2006 相比主要技术变化如下：

- 修改了规范性引用文件(见第2章,2006年版的第2章)；
- 增加了“电极装置”“圆锥形插销电极”“条形电极”“测量电阻”“圆锥形插销电极间的绝缘电阻”和“条形电极间的绝缘电阻”术语(见3.1~3.7)；
- 修改了“绝缘电阻”术语(见3.5,2006年版的第3章)；
- 修改了“试样设备、电极、试样处理”等章节内容(见第5章,2006年版的第5章至第15章、第17章至第19章)；
- 修改了“试验报告”(见第6章,2006年版的第16章)；
- 增加了“重复性和再现性”(见第7章)。

本部分使用翻译法等同采用 IEC 62631-3-3:2015《固体绝缘材料的介电和电阻特性 第3-3部分：电阻特性(DC方法) 绝缘电阻》。

与本部分中规范性引用的国际文件有一致对应关系的我国文件如下：

- GB/T 117—2000 圆锥销(ISO 2339:1986, IDT)；
- GB/T 10580—2015 固体绝缘材料在试验前和试验时采用的标准条件(IEC 60212:2010, IDT)；
- GB/T 11026.4—2012 电气绝缘材料 耐热性 第4部分：老化烘箱 单室烘箱(IEC 60216-4-1:2006, IDT)；
- GB/T 20774—2006 手用1:50锥度销子铰刀(ISO 3465:1975, MOD)。

本部分做了下列编辑性修改：

- 将标准名称修改为《固体绝缘材料 介电和电阻特性 第4部分：电阻特性(DC方法) 绝缘电阻》。

本部分由中国电器工业协会提出。

本部分由全国电气绝缘材料与绝缘系统评定标准化技术委员会(SAC/TC 301)归口。

本部分起草单位：机械工业北京电工技术经济研究所、烟台民士达特种纸业股份有限公司、苏州巨峰电气绝缘系统股份有限公司、四川东材科技集团股份有限公司、苏州太湖电工新材料股份有限公司、苏州电器科学研究院股份有限公司、浙江博菲电气股份有限公司、上海电缆研究所有限公司、无锡江南电缆有限公司、南京中超新材料股份有限公司、无锡统力电工股份有限公司、中电科仪器仪表有限公司、广东电网有限责任公司电力科学研究院、红光电气集团有限公司、上海慧检测技术有限公司、哈尔滨电机厂有限责任公司、上海电气电站设备有限公司上海发电机厂、中国质量认证中心。

本部分主要起草人：刘亚丽、陈昊、郭振岩、王志新、夏宇、李杰霞、顾健峰、柴洪勇、张敏、吴化军、

夏俊峰、鲍启伟、郭伟杰、戴涛、郭荣斌、付强、朱永华、钱艺华、林中华、孙岩磊、商绍萍、徐晓风、徐秀红、秦长春、陈思、付强、吴晓蕾、王立军、王莹、刘超、路波、林木松、程微、王亚海。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

——GB/T 10064—2006。

固体绝缘材料 介电和电阻特性

第4部分:电阻特性(DC方法)

绝缘电阻

1 范围

GB/T 31838 的本部分规定了直流电压下,测定固体绝缘材料绝缘电阻的试验方法。

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。

IEC 60212 固体绝缘材料在试验前和试验时采用的标准条件(Standard conditions for use prior to and during the testing of solid electrical insulating materials)

IEC 60216-4-1 电气绝缘材料 耐热性 第4-1部分:老化烘箱 单室烘箱(Electrical insulating materials—Thermal endurance properties—Part 4-1:Ageing ovens—Single-chamber ovens)

ISO 2339 圆锥销 未硬化(Taper pins unhardened)

ISO 3465 手用锥度销子铰刀(Hand taper pin reamers)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

电极装置 electrode arrangement

与被测试样表面相接触的两个导体装置。

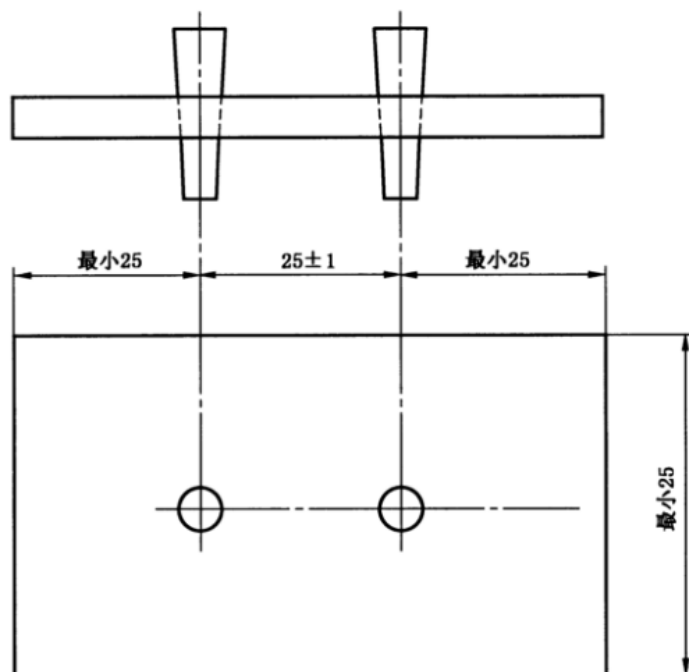
3.2

圆锥形插销电极 tapered pin electrodes

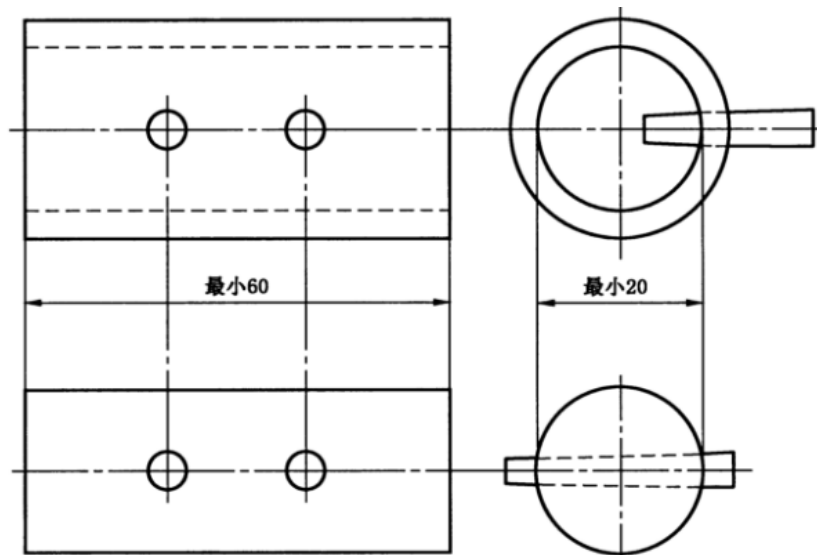
采用圆锥插销电极的电极装置。

注:圆锥插销电极示意图见图1。

单位为毫米



a) 平板状试样的电极装置



b) 管状或棒状试样的电极装置

图 1 圆锥形插销电极装置

3.3

条形电极 bar electrodes

采用条形电极的电极装置。

注：条形电极示意图见图 2。

单位为毫米

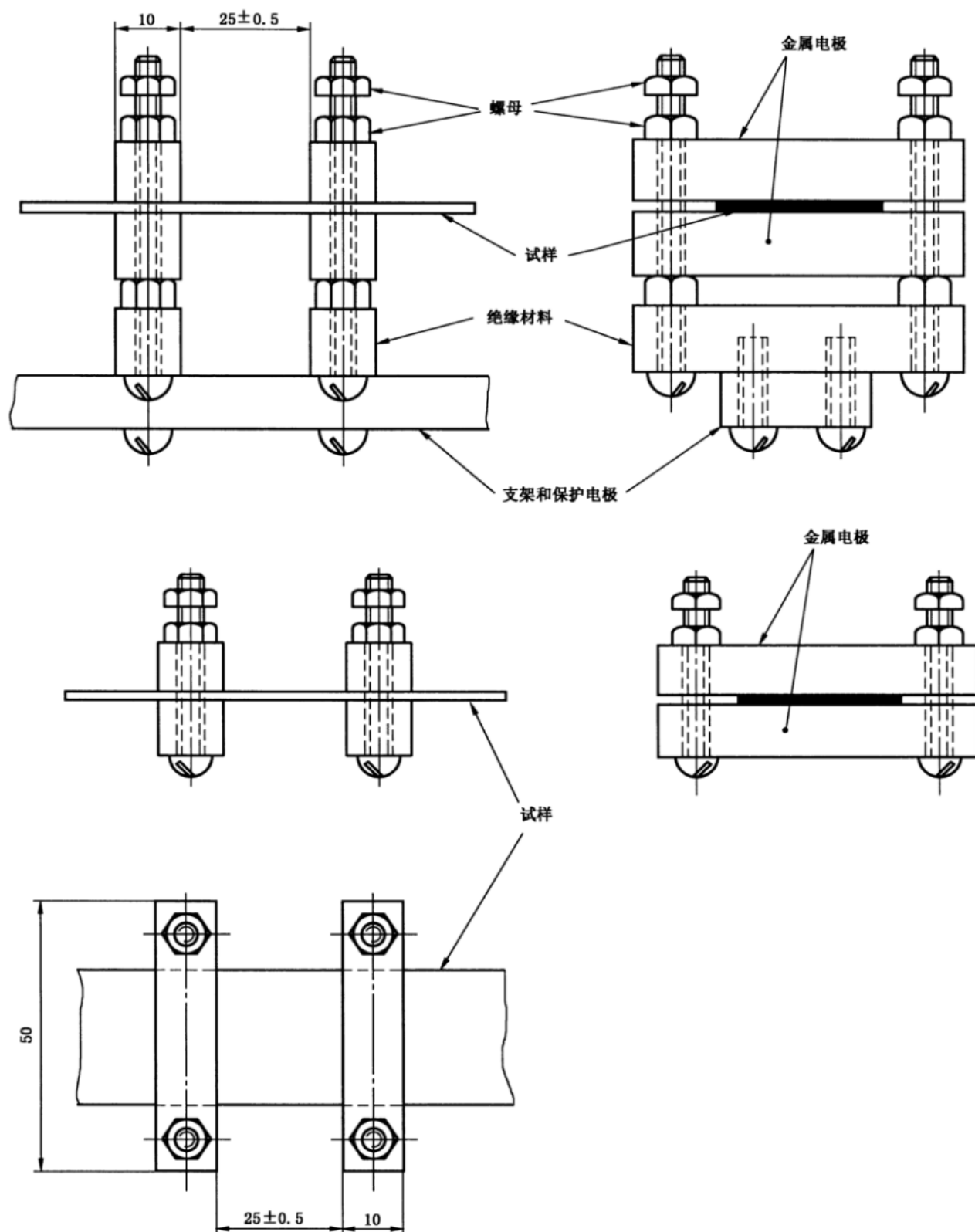


图2 条形电极装置

3.4

测量电阻 measured resistance

施加在试样的电极间的具有一定精度的直流电压与实测电流的比值。

注1: Wheatstone 电桥常用于被测电阻与标准电阻进行比较。目前,已较少使用此类电桥。

注 2: 根据 IEC 60050-121, “电导率”被定义为标量或张量, 它与电场强度的乘积是电流密度; “电阻率”是“电导率”的倒数。体积电阻率是在测量时单位体积内可能存在的各向异性的数量的平均值, 还包括在电极间可能产生的极化现象。

3.5

绝缘电阻 insulation resistance

R_I

本部分定义的电极装置间的测量电阻。

注: 绝缘电阻的符号使用 R_{IT} 还是 R_{IB} , 取决于所选用的电极装置, 单位为欧姆(Ω)。

3.6

圆锥形插销电极间的绝缘电阻 insulation resistance between tapered pin electrodes

R_{IT}

使用本部分定义的与被测试样接触的圆锥形插销电极装置测量得到的电阻。

注: 圆锥形插销电极主要与被测试样的体积接触, 但是表面也有助于测量绝缘电阻。

3.7

条形电极间的绝缘电阻 insulation resistance between bar electrodes

R_{IB}

使用本部分定义的与被测试样接触的条形电极装置测量得到的电阻。

注: 条形电极主要与被测试样的表面接触, 但是与被测试样整体接触的部分也有助于测量绝缘电阻。

4 意义

绝缘材料通常用于电气系统彼此间和对地间的电气隔离上。固体绝缘材料也可作为机械支撑部件。因此, 固体绝缘材料应具有足够高的绝缘电阻, 同时具有满足使用要求的机械、化学和耐热特性。

本部分规定的绝缘电阻 R_I 分为圆锥形插销电极间的绝缘电阻 R_{IT} 和条形电极间的绝缘电阻 R_{IB} 。

注 1: 同种材料测量的 R_{IT} 和 R_{IB} 不能进行结果比对。

R_{IT} 和 R_{IB} 这两类电阻均是电气绝缘材料或者由其制成产品的特征参数, 可表征整体电阻特性。绝缘电阻同时包含体积电阻(见 IEC 62631-3-1^[3])和表面电阻(见 IEC 62631-3-2^[4]), 这取决于被测试样和测量条件。

注 2: 过去, 特定的线形电极之间测量的电阻也被定义为绝缘电阻。这种电阻可以认为是 IEC 62631-3-2 中线形电极 R_{SD} 间的表面电阻。

为得到可比较的结果, 绝缘电阻应在本部分规定的固定几何条件下测量。在这些条件下, 考虑到这种方法只允许简化分类, 可用来比较不同的绝缘材料或产品。

注 3: 本部分定义的绝缘电阻 R_I 与电气设备内由电绝缘材料隔开的导体之间的电阻不同。但在最初进行产品设计时, 可起到重要的参考作用。

5 试验方法

5.1 概述

测量绝缘电阻应注意和考虑测量电路的电气特性及该绝缘材料的特殊电气特性。

采用高压进行绝缘电阻测量试验时, 应注意防止触电。

极化效应可能会影响测量。因此, 在同一试样两次连续试验之间未达到足够的间隔时间, 不宜进行第二次电阻测量。

注: 对于绝缘电阻不大于 $10^{12} \Omega$ 的材料, 1 h 的时间间隔是足够的。

5.2 试验条件

5.2.1 电压

测量电压应为 10 V、100 V、500 V、1 000 V 和 10 000 V。也可采用其他的电压。若无特殊规定，应使用 100 V 的电压。

注 1：超过规定的起始电压会引起局部放电，可能导致测量误差。若在空气中进行试验时，试验电压低于 340 V，不会引起局部放电。

注 2：电压源的纹波特性是十分具有参考价值的，电源电压为 100 V 时，纹波系数的典型值小于 5×10^{-5} 。

5.2.2 电极材料

作为电极材料的不锈钢的组成成分应至少满足表 1 要求。也可采用被证明具有与表 1 电极材料等效测量结果的其他电极材料。

表 1 钢材电极成分

化学元素	百分比 %
C	最大值 0.07
Si	最大值 1
Mn	最大值 2
P	最大值 0.045
S	最大值 0.015
N	最大值 0.11
Cr	17.00~19.50

注：这种钢被称为 X5CrNi18-10，见 EN 10088-2 的规定^[1]。该等级被称为料号 1.4301。具有相似成分的等级称为 AISI 304。更多的参考信息参见参考文献[5]和[6]。

当采用条形电极测量绝缘电阻时，若试样为刚性片材，应在试样表面镀上含有 99% Sn 的锡膜，以保证电极良好地接触。

5.3 设备

5.3.1 概述

宜注意，绝缘电阻受平行于电极装置的杂散电阻的影响，例如测量支架或电缆隔离。

若测量电阻高于 $10^{10} \Omega$ ，应使用屏蔽电缆和屏蔽箱以防止测量产生误差。

5.3.2 精度

可采用任何合适的设备，但测量装置至少能够测量整个精度范围内的未知电阻，测量电阻值的精度至少为：

- 电阻低于 $10^{10} \Omega$ ，测量误差不大于 $\pm 10\%$ ；
- 电阻在 $10^{10} \Omega$ 到 $10^{14} \Omega$ 之间，测量误差不大于 $\pm 20\%$ ；
- 电阻高于 $10^{14} \Omega$ ，测量误差不大于 $\pm 50\%$ 。

5.3.3 电压源

所施加电压源应为稳定的直流电压源，可由蓄电池或整流稳压电源提供。由电压不稳所引起的电

流变化足够小,而不影响测量的有效性。

5.4 校准

应根据被测试样体积电阻的幅值,校准测量设备。

注:商用的校准电阻器的范围可达到 100 TΩ。

5.5 试样

5.5.1 试样尺寸

由于绝缘电阻结合了绝缘材料的体积和表面特性,因为体积和表面间的比率可能不同,被测试样的尺寸会影响测量结果。

若有疑问,应由供需双方协商确定试样尺寸。除非相关产品标准另有规定,否则推荐使用的本部分规定的各形状试样尺寸。

5.5.2 用圆锥形插销电极的试样

5.5.2.1 片状材料

片状材料的试样尺寸应为: $\geq 60\text{ mm} \times \geq 15\text{ mm} \times \text{厚度}$,如图 1 和图 3 所示。

5.5.2.2 管状、条形和棒状材料

管状、条形和棒状材料的试样应为从实际产品的横截面上截取的长度至少为 60 mm 的一部分(见图 1)。

若为外直径大于 110 mm 的管状材料,截取部分的尺寸为: $\geq 60\text{ mm} \times \geq 15\text{ mm} \times \text{壁厚}$ 。若存有疑义,则宜截取完整的管材作为试样。

5.5.2.3 其他形状材料

其他形状材料的试样应为合适的尺寸。

5.5.3 用条形电极的试样

5.5.3.1 带状、条形和细棒状材料

带状、条形和细棒状材料的试样应为从产品上截取的长度至少为 50 mm,宽度最大为 25.5 mm 或更窄的部分。

5.5.3.2 其他形状材料

其他形状材料的试样应为合适的尺寸。

5.5.4 试样制备

试样的截取、制备和形状应由相关的产品标准决定。在试样的截取和制备期间,材料的状态应不发生变化,截取的试样应不被损坏。

若试样的表面是在电极接触区域上机加工,则应在测量报告中记录所采用的机加工方式。试样应具有简单的几何形状(如平行测量区域的板材、圆环状材料等)。

若采用圆锥形插销电极应采用直径为 $5_{-0.1}^{+0.1}\text{ mm}$ 的钻头钻孔。若被测材料为增强型材料,钻孔时可使用烧结金属制成的钻头。

若允许,从产品上截取的试样的厚度应保证与产品具有相同厚度。

5.5.5 试样数量

测量试样的数量应由相关产品标准决定。若没有可参考的标准,试样数量应至少为 3 个。

5.5.6 试样的条件处理和预处理

应按照相关的产品标准,进行试样的条件处理和预处理。若无相关的产品标准,应按照 IEC 60212 (标准环境条件 B),在 23 °C 和相对湿度 50% 条件下至少处理 4 天。

若采用圆锥形插销电极,进行条件处理时不应插入电极。

若无其他规定,不应进行试样清洁,以避免任何附加的污染。

5.6 电极应用

5.6.1 圆锥形插销电极应用

5.6.1.1 概述

依据 ISO 2339,应使用两个平行排列的尺寸类型 A—5×50(5 mm 直径和 1 : 50 的锥角)的金属圆锥作为插销电极。

若无其他规定,应在试样表面上钻出两个直径为 5 mm,中心距离为 (25 ± 1) mm 的连续的孔,孔与试样表面成直角,用来放入插销电极。

若不能确保锥形插销紧密地安装在孔中,直径为 5 mm,中心距离为 (25 ± 1) mm 的两孔的深度宜钻成大约材料厚度的 2/3,但深度至少为 10 mm。这些孔宜涂有石墨或导电银漆。

所钻的孔也可以加工为成型试样。应使用 ISO 3465 的所规定的直径为 5 mm 的锥形扩孔器和销钉在孔的两端配合电极插入,以保证插紧。

在条件处理和任何预处理后,应将锥形销钉插入孔中,以保证插紧。

5.6.1.2 薄片材料

应在试样的纵向中线上,并以试样中心对称的位置钻孔(见图 1 和图 3)。

5.6.1.3 管状和棒状材料

应在试样的纵向中线上,并以试样中心对称的位置钻孔(见图 1 和图 3)。

5.6.1.4 其他形状材料

应在试样上的可观察到的一条直线上规定中心,并以该中心对称,规定好两孔间的距离,在该直线上钻孔。

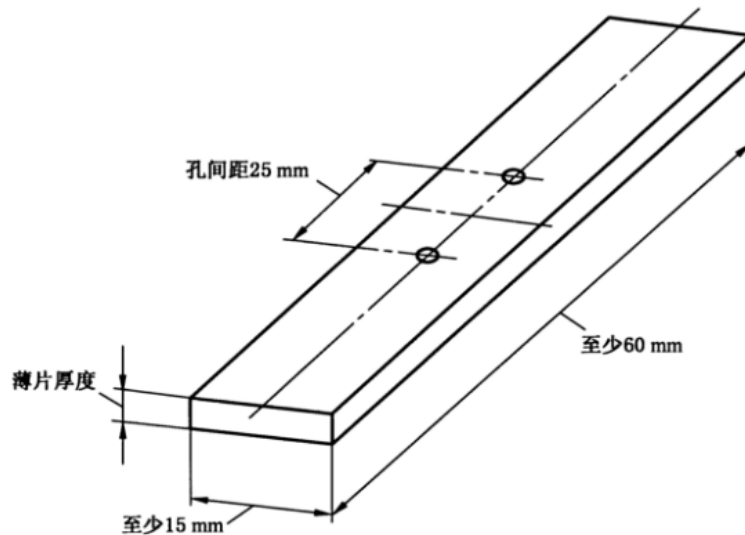


图 3 圆锥形插销电极间的绝缘电阻 R_i 的测量试样

5.6.2 条形电极应用

5.6.2.1 概述

条形电极是用螺丝和螺母固定的两个尺寸为 $10\text{ mm} \times 10\text{ mm} \times 50\text{ mm}$ 的夹子如图 2 所示。两电极应固定在试样内边缘,中心间距为 25 mm 的位置。

推荐使用保护金属支架支撑电极。应使用体积电阻率大于 $10^{12}\text{ }\Omega \cdot \text{m}$ 的绝缘材料将支架连接到电极上。金属支架的保护应避免产生平行于试样的杂散电流,而影响试验结果。

若未使用保护金属支架,试样应放置在体积电阻率大于 $10^{15}\text{ }\Omega \cdot \text{m}$ 的绝缘平板上。

注:可使用类似于聚四氟乙烯的绝缘材料。

5.6.2.2 带状、条状和细棒材料

与条形电极接触的区域应保证光滑。对于刚性试样,应在条形电极与试样接触的表面粘贴锡箔纸,但是,锡箔纸应不超过条形电极区域。

将条件处理或其他预处理后的试样应放置到条形电极间。应小心地拧紧螺钉,避免试样损坏,但应保证接触充分。若有疑问,应进行对比试验。

5.6.2.3 其他材料

由供需双方协商确定。

5.7 试验程序

若无其他规定,试验应在 IEC 60212(标准环境条件 B)标准空气、 $23\text{ }^\circ\text{C}$ 和相对湿度 50% 条件下进行。

若要确定绝缘电阻与温度的关系,应在热烘箱中进行试样的测量,试验条件见 IEC 60216-4-1。

试样制备和预处理见 5.5.6。处理后,应立即将电极安置到试样上。

试样应放置到绝缘支架上。

随后,应将完成条件处理或预处理后的试样,在不超过 2 min 的时间内进行 R_i 读数。若没有其他规定,应在施加电压后 1 min 进行读数。

5.8 评价

5.8.1 圆锥形插销电极间的绝缘电阻

采用圆锥形插销电极测量的绝缘电阻 R_{IT} 见式(1):

$$R_{\text{IT}} = R_{\text{I}} \quad \dots\dots\dots (1)$$

电阻单位为欧姆(Ω)。

5.8.2 条形电极间的绝缘电阻

采用条形电极测量的绝缘电阻 R_{IB} 见式(2):

$$R_{\text{IB}} = R_{\text{I}} \quad \dots\dots\dots (2)$$

电阻单位为欧姆(Ω)。

6 试验报告

试验报告应包括如下内容:

- 被测材料的完整描述,包括来源和制造商代码;
- 试样的形状和厚度(如果试样是从大的产品上截取的一小块);
- 试验电压;
- 仪器精度及校准方法(影响绝缘电阻测量结果);
- 材料的固化条件和任何的预处理;
- 试样的条件处理;
- 试验用装置描述及使用说明;
- 试样数量;
- 测量数据;
- 电极系统(圆锥形插销电极或条形电极);
- 报告体积电阻、体积电阻率的个别值和中值;
- 测量过程中的环境条件;
- 其他重要的信息(若适用)。

7 重复性和再现性

绝缘电阻的测量受多方面影响,经验表明,再现性为 50% 以上。

重复性的范围在 20%~50% 之间。

参 考 文 献

- [1] EN 10088-2 Stainless steels—Part 2: Technical delivery conditions for sheet/plate and strip of corrosion resisting steels for general purposes
 - [2] IEC 60050-121 International electrotechnical vocabulary—Part 121: Electromagnetism
 - [3] IEC 62631-3-1 Dielectric and resistive properties of solid insulating materials—Part 3-1: Determination of resistive properties (DC methods)—Volume resistance and volume resistivity2
 - [4] IEC 62631-3-2 Dielectric and resistive properties of solid insulating materials—Part 3-2: Determination of resistive properties (DC methods)—Surface resistance and surface resistivity2
 - [5] BRINGAS John E., Handbook of comparative world steel standards, 4th ed. ASTM data series DS67C. ISBN 978-0-8031-6223-5
 - [6] Stahlschlüssel-Taschenbuch 2013; Wissenswertes über Stähle, ISBN: 3922599281
-