

陶瓷绝缘材料高温电阻的测量

龙涛 周宝山

(南京泰龙特种陶瓷有限责任公司 南京 210038)

摘要 体积电阻率被用作选择特定用途绝缘材料的一个重要参数。电除尘器用瓷绝缘子是在高温环境中工作的产品,在生产和验收过程中必须对其高温绝缘电阻进行控制和检测。本文介绍了测量绝缘电阻的常用方法,特别是对采用三电极保护的测试方法和原理进行了讨论和阐述,着重探讨了在不同的测试条件和方法下,如何克服测量误差,提高和确保测量的精确度。在高温条件下,对测试绝缘材料的热态绝缘电阻特性影响因素,如电极式样、试样处理、温度控制、电化时间等都进行初步探讨。

关键词 热态绝缘电阻 伏安法 电桥法 电流表法 三电极 测量精度 电化时间

0 引言

通常,绝缘材料用于将电气系统的各部件相互绝缘和对地绝缘;在电除尘器中,固体绝缘材料还起机械支撑作用。对于这些用途,一般都希望材料具有尽可能高的绝缘电阻,有均匀一致的、得到认可的机械、化学和耐热性能。材料的绝缘电阻主要由表面电阻和体积电阻组成,表面电阻随湿度变化很快;而体积电阻随温度变化,不同的材料,其响应的速率也不一样。

电阻率随温度和湿度的变化而显著变化,因此在为一些运行条件而设计时必须对其了解。在电除尘器绝缘结构设计中,考虑到湿度的变化对绝缘子表面电阻的影响,一般都采取了保温防露措施;体积电阻率则被用作选择特定用途绝缘材料的一个重要参数。体积电阻率的测量常被用于检查绝缘材料生产是否始终如一,或检测能影响材料质量而又不能用其他方法检测到的导电杂质。

鉴于电除尘器较高的工作温度环境,对

绝缘子材料在高温下电阻和电阻率的测量尤为显得重要。特别是在即将发布的《电除尘器用瓷绝缘子》的标准中规定了陶瓷绝缘材料的高温绝缘电阻的要求,在产品的生产和验收过程中对该参数必须进行控制和检测。因此,非常有必要对陶瓷绝缘材料高温绝缘电阻测试方法进行探讨和了解。

1 试验方法和原理

1.1 方法

测量高温电阻常用的方法^[1]是直接法或比较法。直接法是测量加在试样上的直流电压和流过它的电流(伏安法)而求得未知电阻;比较法是确定电桥线路中试样未知电阻与电阻器已知电阻之间的比值,或是在固定电压下比较通过这两种电阻的电流。

伏安法需要一适当精度的伏特表,但该方法的灵敏度和精确度主要取决于电流测量装置的性能,该装置可以是一个检流计或电子放大器或静电计。对于不大于 $10^{11} \Omega$ 的电阻,可以用检流计来测定其体积电阻率。对于大于 $10^{11} \Omega$ 的电阻,建议使用直流放大器或静电计。

电桥法只需要一灵敏的电流检测器作为零点指示器,测量精确度主要取决于已知的桥臂电阻器,桥臂电阻应在一定宽度的电阻值范围内具有较高的精密度和稳定性。同样,电流比较法的精确度取决于已知电阻器的精确度和电流测量装置,包括与它相连的测量电阻器的稳定性和线性度。

电阻测量仪可采用高阻表或检流计等仪器,电阻测量范围应达 $10^5 \sim 10^{17} \Omega$,测量误

差不大于±15%。

利用电流测量装置的方法可以自动记录电流,以简化稳态测试过程。现已有测量高电阻的一些专门的仪器和设备^[2]。只要它们有足够的精确度和稳定度,且在需要时能使试样完全短路并在电化前测量电流者,均可使用。

1.2 原理

1.2.1 伏安法

如图1所示。用直流电压表测量所施加的电压。用电流测量装置测量电流;电流测量装置可以是检流计(现在已很少使用)、电子放大器或静电计。

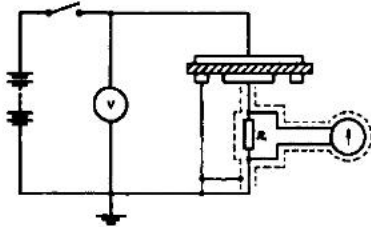


图1 用来测量体积电阻的伏安法原理图

一般说来,当试样被充电时,测量装置宜短路,以避免在此期间损坏。检流计应具有比较高的电流灵敏度,并配有通用分流器。

未知电阻 R_x (以 Ω 表示) 计算如下:

$$R_x = \frac{U}{k\alpha}$$

式中:

U —— 所施加的电压,单位为伏(V);

K —— 检流计的灵敏度,以 A/刻度表示;

α —— 偏转,以刻度表示。

电阻不超过 $10^{10}\Omega \sim 10^{11}\Omega$ 时,用检流计在 100V 电压下进行测量,就可满足和达到所需要的精确度。

如果被测试样具有高的输入电阻、并由一个已知高的电阻值 R_s 所分压的电子放大器或静电计可用来作为电流测量装置。借助于电阻 R_s 两端的电压降 U_s 来测量电流。

未知电阻 R_x 计算如下:

$$R_x = \frac{U \cdot R_s}{U_s}$$

式中:

U —— 是所施加的电压(假设 $R_s \ll R_x$)。

这里,能否精确测量最大的电阻值取决于电流测量装置的性能。 U_s 的误差是由指示器误差、放大器的零点漂移和增益的稳定性来决定的。在合理设计的放大器和静电计中,增益的不稳定性是可忽略的,零点漂移也可保持在一个较低的水平。高增益的电子电压表的指示误差一般为满刻度偏转的 $\pm(2\% \sim 5\%)$,因此,使用具有相同的精确度而又不大于 $10^{12}\Omega$ 的电阻器是可行的。如果电压测量装置有大于 $10^{14}\Omega$ 的输入电阻,且在输入电压为 10 mV 时有满刻度偏转,则能以约 $\pm 10\%$ 的精确度来测量 $10^{-14}A$ 的电流。

测量 $10^{16}\Omega$ 的电阻,可用具有更高电阻的精密电阻器和电子放大电压表或静电计在 100V 电压下进行测量,就可满足和达到所需要的精确度。

1.2.2 比较法

1.2.2.1 惠斯登电桥法

如图2所示,试样与惠斯登电桥的一个臂相连接三个已知桥臂应具有尽可能高的电阻值,它们受到桥臂中电阻器的固定误差所限制通常电阻 R_B 是以十进级变化的,电阻 R_A 用来作平衡微调,而 R_N 在测量过程中是固定不变的。检测器是一个直流放大器,它的输入电阻比电桥内任何一个桥臂的电阻值都高。

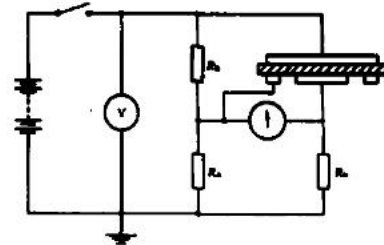


图2 用于测量体积电阻的惠斯登电桥法

未知电阻 R_x 计算如下:

$$R_x = \frac{R_N \cdot R_B}{R_A}$$

式中:

R_A 、 R_B 和 R_N 如图2所示。

当电桥的电平指示器有足够的灵敏度时,计算出的电阻的最大百分误差是 R_A 、 R_B 和 R_N 的百分误差的总和。如果 R_A 和 R_B 为绕线电阻,且其值较低,例如 $1\text{ M}\Omega$,则它们的误差可忽略不计。测量很高的电阻时, R_N 可选为 $10^9\Omega$, R_N 的测量精确度为 $\pm 2\%$ 。测定比值 R_B/R_A 的精确度取决于电平指示器的灵敏度。如果未知电阻 $R_x \gg R_N$,则测定比值 $r = R_B/R_A$ 时的不精确性 $\Delta r/r$ 由 $\Delta r/r = I_x \cdot R_x/U$ 来决定,式中 I_x 是电平指示器的最小分辨电流, U 是施加到电桥的电压。例如,使用电子放大器,其输入电阻为 $1\text{ M}\Omega$,满刻度偏转时的输入电压为 10^{-5} V ,则最低的分辨电流约为 $2 \times 10^{-13}\text{ A}$,相当于满刻度偏转的 2% 。当 I_x 为此值, $U = 100\text{ V}$, $R = 10^{13}\Omega$ 时,可得到 $\Delta r/r = 0.02$ 或 2% 。

电阻值不大于 $10^{13}\Omega \sim 10^{14}\Omega$ 的电阻,用惠斯登电桥法在 100 V 电压下进行测量,就可满足和达到所需要的精确度。

1.2.2.2 电流表法

如图3所示,其元件与1.2.1中所述的一样,再加上一个已知电阻值的电阻器 R_N 和一个用来短路被测电阻的开关。重要的是这个开关在断开时的电阻值要比被测电阻值 R_x 大得多,确保不影响后者的测量(很容易得到此条件的方法是用一根导线将 R_x 短路,然后在测量 R_x 时将导线拿开)。通常,为了在试样被破坏时能限制电流,以达到保护电流测量装置的目的,宁可把 R_N 一直留在线路里。

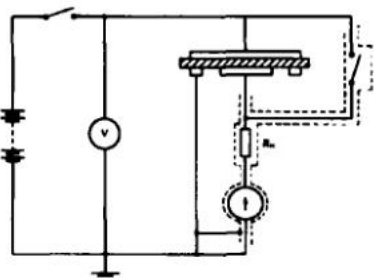


图3 用作测量体积电阻的电流表法

断开开关,测量通过 R_x 和 R_N 的电流,记录仪器的偏转 α_x 和分流比 F_x 。将这个分流比调到尽可能接近最大的偏转刻度,然后短路 R_x ,测量通过 R_N 的电流,记录仪器偏转 α_N 和分流

比 F_N ,再从最低的灵敏度开始,将分流比调到尽可能接近最大偏转刻度。在测试过程中只要施加电压 U 不变,则 R_x 可按下式计算:

$$R_x = R_N \left(\frac{\alpha_N \cdot F_N}{\alpha_x \cdot F_x} - 1 \right)$$

如果 $\alpha_N \cdot F_N / \alpha_x \cdot F_x > 100$,则可使用近似公式:

$$R_x = R_N \frac{\alpha_N F_N}{\alpha_x F_x}$$

用本方法来测定 R_x ,可以得到与1.2.1中所述的直接法几乎相同的精确度,但本方法的优点是电流测量装置本身可通过对 R_N 的测量来进行校核,若用具有 0.1% 或更高精确度的绕线电阻器,则 R_N 的误差可忽略不计。因而测量通过 R_x 的电流可更为可靠。

1.3 保护

组成测量线路的绝缘材料,最好应具有与被试材料差不多的性能。试样的测量误差可以由下列原因产生:

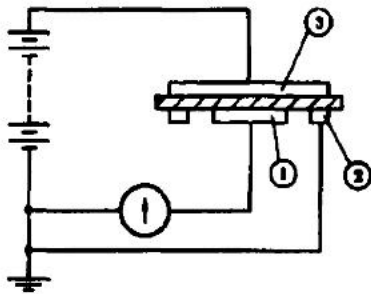
a) 外来寄生电压引起的杂散电流,通常不知道它的大小,并具有漂移的特点;

b) 具有未知而易变的电阻值的绝缘(测试回路中未知的旁路电阻)与试样电阻、标准电阻器或电流测量装置的不正常的分路。

为了使整个测试设备在使用状态下有尽可能高的绝缘电阻来近似地修正这些影响因素,人们曾采取过许多方法。这些方法有的可能导致测试设备变得很笨重,而又不足以测量高于几百兆欧的绝缘电阻。

较为满意的修正方法是使用保护技术来实现这个目的。保护就是在所有关键的绝缘部位插入保护导体进行屏蔽^[3],保护导体截住所有可能引起误差的杂散电流。这些保护导体联接在一起,组成保护系统并与测量端

形成三电极网络。当线路联接恰当时,所有外来寄生电压产生的杂散电流被保护系统分流到测量电路以外,任一测量端到保护系统的绝缘电阻与一个电阻低得多的线路元件并联,试样电阻仅限于两测量端之间。采用这个技术可大大地减小误差概率,在保护端和被保护端之间所存在的电解电动势、接触电动势或热电动势较小时,均能被补偿掉。图4为使用保护电极测量体积电阻和表面电阻的基本线路。



①—被保护电极;②—保护电极;③—不保护电极

图4 使用保护电极测量体积电阻率的基本线路

图1和图3给出了电流测量法中保护系统的使用方法,图中指出保护系统接到电源和电流测量装置的连接点。图2表示惠斯登电桥法,其保护系统接到两个较低电阻值的桥臂的连接点上。在所有情况下,保护系统必须完善,包括对测试人员在测量时操作仪器设备的保护。

1.4 温度及其控制

1.4.1 加热室

应采用合适的电热烘箱或电炉加热试样,其结构应能使整个试样均匀受热,温度的波动要尽量小。为避免试样受到加热元件的直接辐射,可用合适的隔热罩遮蔽试样。隔热罩可以用陶瓷做成,例如氧化铝瓷或类似于这类的材料。炉膛内还要安装用耐高温、抗氧化、导电良好的材料(如不锈钢或类似材料)制成的接地金属屏蔽罩,防止加热回路与测量回路之间发生漏电流。在试样电阻

很高的情况下,测量期间,必须断开加热元件电源,以免测量受到干扰。

1.4.2 测量导线

为防止泄漏电流影响试验结果,采用带有绝缘的测量导线穿过高电阻的陶瓷穿墙绝缘子而进入加热室内,穿墙绝缘子应采取冷却保护(如水冷或风冷)措施。进入加热室的导线应用耐高温抗氧化及足够机械稳定性的金属或合金制成,如不锈钢等。

1.4.3 温度控制

推荐用两支热电偶或温度计(如图5),其中7放在加热室内用来控制温度,3用来直接测量试样温度。测量试样温度用的热电偶,应放在离试样尽可能近的地方,并使在测量电阻时不产生电场干扰。例如热电偶可直接插到电极的孔中,热电偶的测量端尽可能接近试样。热电偶装在靠近电极处时,绝缘必须良好,否则测量时应把热电偶断开或抽出。

温度控制仪应能实现自动或手动控温,控温范围为室温至1000℃,温度误差不大于±1%。

2 试样和电极

2.1 试样

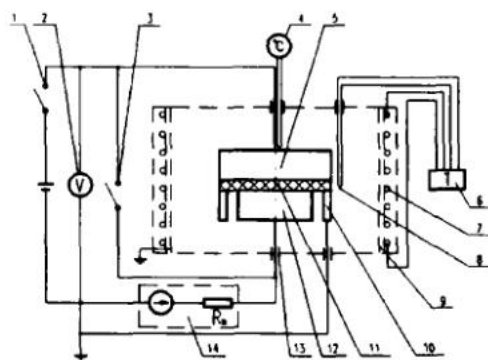
测定体积电阻率的试样形状一般不限,只要能允许使用第三电极来抵消表面效应引起的误差即可。如果能够证明去掉保护对测试结果的影响很小,可忽略不计的话,测量体积电阻的试样甚至可以去掉第三电极保护。如产品验收时,就允许直接用产品进行试验,只要产品两端与电极接触部位平整光滑,可与电极紧密接触就可。

但为了确保测量精确度,获取有效的设计参试,建议最好采用标准的平板试样进行试验。

图6给出了标准的三电极平板试样的结构。在测量体积电阻时,电极1是被保护电极,电极2为保护电极,电极3为不保护电极。被保护电极的直径 d_1 应至少为试样厚

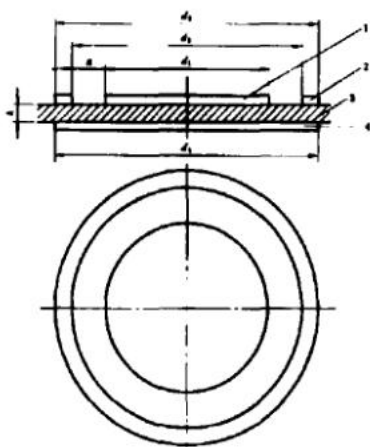
度 h 的 10 倍,通常至少为 25 mm。不保护电极的直径 d_4 和保护电极的外直径 d_3 应相等,环形保护电极的宽度应等于或大于试样厚度,(即 $d_3 - d_2 \geq 2h$)。在被保护电极与保护电极之间的试样表面上的间隙 g 要有均匀的

宽度,并且在表面泄漏不至于引起测量误差的条件下间隙应尽可能的窄。1mm 的间隙通常为切实可行的最小间隙。试样表面应平整光滑,上下面的平行度为 0.2mm。



1—测试开关;2—电压表;3—短路开关;4—测温计;5—高压端电极;6—温控仪;7—加热电炉;8—热电偶;9—屏蔽罩;10—保护电极;11—试样;12—测量电极;13—穿墙套管;14—电阻测量仪

图5 高温电阻测量示意图



1—被保护电极;2—保护电极;3—试样;
4—不保护电极; d_1 —被保护电极直径;
 d_2 —保护电极内径; d_3 —保护电极外径;
 d_4 —不保护电极直径; g —电极间隙; h —
试样厚度

图6 平板试样上的电极装置示例

2.2 电极

电极应采用容易与陶瓷试样表面紧密接触,且不至于因电极电阻或对试样的污染而引入很大误差的导电材料。在试验条件下,电极应能耐高温、耐腐蚀、导电好。电极最好是便于加工的圆形,通常是由烧熔导电涂料

经蒸发或喷涂于试样表面,形成导电覆层,组成电极。

用于测量高温电阻的电极材料最好是用金或铂等耐高温、抗氧化的贵金属材料制作。如在 1000℃ 左右测量 95% 氧化铝瓷的高温电阻或 T_e 值,就要采用此类材料作电极。但作为电除尘器用绝缘子的高温电阻测量,不用达到那么高的温度,一般最高测试温度有 500℃ 就可以了,因此采用银或铜^[4] 电极也是一种很不错的选择。

上下电极压块应采用耐高温、抗氧化、强度高的不锈钢材料制作。电极压块分动块和静块,静块可固定在加热室内;动块可以移动,并带有导正装置,在安装试样时,可自动校正与静块的同轴度。电极压块的接触面的尺寸等于试样上的电极尺寸,使电极压块(包括保护电极压块)能够准确无误地分别压在试样的电极上。

此外,试验也可在惰性气体中进行,这样就可使用其它导电材料制作,而不用担心高温氧化的问题。不管用何种材料制作,电极压块的强度一定要好。应具有足够的厚度,以

防翘曲,能使试样紧密地放在加热室内的金属电极压块之间,并保证试样和电极压块温度均等。

2.3 试样的处理

绝缘电阻的测量值很大程度上取决于试样的表面状况,应注意选择表面没有损伤的试样。为使电极之间或测量电极与大地之间的杂散电流对于测试仪器的影响降到最低。测试时加电极到试样上和安放试样时均要极为小心,以免可能产生对测试结果有不良影响的杂散电流通路。

由于水分被吸收到电介质内是相对缓慢的过程,因此测定湿度对体积电阻率的影响需要延长处理期。吸收水分后通常会降低体积电阻,有些试样可能需要处理数月才能达到平衡。这一过程叫试样的条件处理。试样的处理条件取决于被试材料,建议按 GB/T 10580-2003 进行条件处理。

多数情况下,一般都要求试验在使用条件下进行,此时,试样不必清洁处理。如果试样受到污染,应在条件处理以前将试样表面用乙醇和乙醚混合液或其他合适的溶剂擦净,并不与裸手指接触(建议带醋酸纤维手套)。条件处理以后,除了相同材料的另一个试样的未被触碰过的表面可接触被测试样外,表面被测部分不应被任何东西触及。

3 测试与计算

3.1 电化时间

当直流电压加在与试样相接触的两电极之间时,通过试样的电流会渐近地减小到一个稳定值。电流随时间的减小可能是由于电介质极化和可动离子位移到电极所致。对于体积电阻率小于 $10^{11} \Omega$ 的材料,其稳定状态通常在一分钟内达到。对于体积电阻率较高的材料,电流减小的过程可能会持续到几分钟、几小时、几天甚至几星期。因此,经过这个电化时间再测定电阻,可以得到相对比较准确的数据。

3.2 加温方式

加温方式分连续加温和分段加温两种。

连续加温就是在试样上施加规定的电压,并以一定速度升温,升温速度取决于试样的厚度,且不大于 $5^\circ\text{C}/\text{min}$,随着温度的升高,分别在不同的温度点测量电阻,确定电阻和温度之间关系。这种方法虽然能够快速获得在很宽温度范围内试样电阻和温度之间关系,但由于边加温边测试,容易受到热电偶、电炉回路等电动势的干扰,试验结果的精确度较差。只能用作对不同材料比较时进行参考。

分段加温就是将试样放入金属电极之间,并保持紧密接触,试样的温度应尽快地从室温升到所要求的试验温度。当电极的温度稳定在所要求的试验温度的 $\pm 1\%$ 温度范围内,打开测试开关,在试样上施加规定的电压,1 min 后(具体电化时间见 3.3),若仪表显示基本稳定,记录下该参数。然后再升温到下一个试验温度测量电阻。每次测量完成后,应除去电压,并把高压极、测量极和保护极(如必要时)互相短接(短路)。为确保测量精度,每次测量时可按 1.4.3 的方法安放和断开热电偶。

应选择 5 个以上试验温度点,来确定所要求的温度范围内电阻和温度之间的关系^{a)}。温度

注 a):电阻和温度的关系以电阻(电阻率)的对数与温度的倒数的关系表示。

间隔一般在 $50^\circ\text{C} \sim 100^\circ\text{C}$ 之间。温度较低时,温度间隔可小一些,随着试验温度的升高,温度间隔可适当增大。如果要测量 T_e 值,可采取逼近法,不断调整温度,尽量逼近和找到试样体积电阻 $1\text{M}\Omega \cdot \text{cm}$ 时的温度点。

在整个加温工程中应该注意:

1) 试样在试验温度下应保持足够长的时间以达到热平衡;

2) 在一系列逐级升温下试验后,应将温度降到起始温度上再进行测量,以便观察试

样暴露在高温下,其电阻值是否产生永久性变化。

3.3 测量

在测试以前应使试样具有电介质稳定状态。为此,通过短路开关将试样的测量电极之间短路(见图5),逐步增加电流测量装置的灵敏度到符合要求,同时观察短路电流的变化,如此继续到短路电流达到相当恒定的值为止,此值应小于电化电流的稳定值,或者小于电化100 min的电流。由于短路电流有可能改变方向,因此即使电流为零,也要维持短路状态到需要的时间。当短路电流 I_0 变得基本恒定时(可能需要几小时),记下 I_0 的值和方向。

然后加上规定的直流电压并同时开始计时。除非另有规定,在如下每个电化时间作一次测量:1 min,2 min,5 min,10 min,50 min,100 min。如果两次连续测量得出同样的结果,则可以结束试验并用这个电流值来计算体积电阻。记录第一次观察到相同测量结果时的电化时间。如果在100 min内不能达到稳定状态,则记录体积电阻与电化时间的函数关系。

作为验收试验,按照有关规范的规定,使用一个固定的电化时间如1min后的电流值来计算体积电阻率。

3.4 计算

体积电阻率按下式计算:

$$\rho_v = R_x \frac{A}{h}$$

式中:

ρ_v — 体积电阻率,单位为欧姆厘米($\Omega \cdot \text{cm}$);

R_x — 测得的体积电阻,单位为欧姆(Ω);

A — 是被保护电极的有效面积,单位

为平方厘米(cm^2)

h — 试样的平均厚度,单位为厘米(cm)。

对于具有高电阻率的材料,电化以前的短路电流 I_0 。(见3.3)与电化期间的稳定电流 I_x 相比不能忽略不计。在这种情况下按下式计算体积电阻:

$$R_x = \frac{U_x}{I_x \pm I_0}$$

式中:

R_x — 体积电阻,单位为欧姆(Ω);

U_x — 施加电压,单位为伏(V);

I_x — 电化期间(或1min,10min,100min后)的稳态电流,单位为安(A);

I_0 — 电化前的短路电流,单位为安(A);

当 I_0 与 I_x 方向相同时使用负号,反之使用正号。

4 结语

高温电阻的测量是一项细致而复杂的技术工作。采用不同的测试方法,得到的结果也不尽相同,精确度的误差有时相差甚远。采用何种方法,主要取决于测试的目的。如果是为产品设计收集参数,提供依据,则需要采用比较精密的仪器设备和精确的方法,试验时间往往长达数天或数月;如果是为了产品验收或是比较不同材料的特性,则电化时间常常1min就可满足,虽然测试数据可能不是太准,但方法简单易行,效率较高。

另外,事先能了解被测对象的大概特性和参数范围,对优化测试条件,简化测试方法都有帮助,可起到事半功倍的效果。以下摘录一些常用陶瓷绝缘材料的高温电阻参数^[5](见表1),供测试时参考。

表1 常用陶瓷绝缘材料的高温电阻

牌号	名称		主要成分 %	体积电阻率/ $\Omega \cdot \text{cm}$			Te 值 $1\text{M}\Omega \cdot \text{cm}$ 时的温度/ $^{\circ}\text{C}$
				20 $^{\circ}\text{C}$	200 $^{\circ}\text{C}$	500 $^{\circ}\text{C}$	
C110	硅质瓷	可塑	粘土 45~55 石英 30~40	$>10^{13}$	10^9	10^5	350
C111		压制	粘土 45~55 石英 30~40	$>10^{12}$	10^9	10^5	350
C112	方石英瓷		石英 ≥ 60	$>10^{13}$	10^9	10^5	350
C120	铝质瓷		粘土 45~55 氧化铝 30~40	$>10^{13}$	10^9	10^5	350
C130	铝质瓷(高强)		氧化铝 40~50	$>10^{13}$	10^9	10^5	350
C140	锂质瓷		氧化锂 10~30	$>10^{13}$	10^{10}	10^5	350
C 610	低碱莫来石瓷	50瓷	氧化铝 50~65	$>10^{13}$	10^{11}	10^7	600
C 620		75瓷	氧化铝 65~80	$>10^{13}$	10^{11}	10^7	600
C 780	高铝瓷	80瓷	氧化铝 50~65	$>10^{14}$	10^{12}	10^8	700
C 786		85瓷	氧化铝 50~65	$>10^{14}$	10^{12}	10^9	800
C 795		95瓷	氧化铝 50~65	$>10^{14}$	10^{12}	10^{10}	900
C 799		99瓷	氧化铝 50~65	$>10^{14}$	10^{12}	10^{10}	1000

参 考 文 献

- [1] 金月新;张彩霞. 绝缘电阻的测量[J]. 沈阳工程学院学报(自然科学版),2009年01期.
- [2] 种满东. 新型绝缘/导通电阻测试仪的研制[J]. 中国科技财富,2009年04期.
- [3] 高振国. 绝缘电阻试验中屏蔽方法的研究[J]. 沈阳工程学院学报(自然科学版),2008年02期.
- [4] 罗怀平. 覆箔板热态绝缘电阻特性初探[J]. 电机电器技术,1988年04期.
- [5] Sladk R. 现代窑炉技术对高压陶瓷绝缘子的质量保障[J]. 国际陶瓷中文版,1994;43("C"):21

Abstract: Bulk resistivity to be used as insulating materials for specific purposes as an important parameter. ESP ceramic insulator is a product in high-temperature environment, production and acceptance in the process of high temperature insulation resistance must be controlled and detected. This paper introduces the measurement of insulation resistance of the commonly used method, especially for the protection of a three-electrode test methods and principles are discussed and explained, focusing on the different test conditions and methods, how to overcome the measurement error, to enhance and ensure the measurement accuracy. In high-temperature conditions, to influencing factors for the insulation properties test, such as electrode design, sample handling, temperature control and polarization time to carry out preliminary studied.

Key words: High-temperature insulation resistance; Volt-ampere; Bridge; ammeter method; three-electrode; measurement accuracy; Electric polarization time.