



## 绝缘电阻测试定义和使用

**摘要：**绝缘电阻测试仪是用来测量电器和电路绝缘状态的仪器，是安规测试中很重要的测试项目之一。本文主要讲绝缘电阻测试仪的定义和使用场合，进而讲述了几种如何使用绝缘电阻测试仪的方法和技巧。关于本文请讨论010-62176775。

**关键词：**绝缘电阻 兆欧表 安规检测 欧姆定律

### 一、绝缘电阻测试定义和用途

绝缘电阻测试仪俗称兆欧表或摇表，用来测量绝缘电阻大小的仪器，原理上采用欧姆定律  $U=I \times R$ 。绝缘电阻指用绝缘材料隔开两部分导体之间的电阻，常用绝缘材料（有时称为电介质材料）为橡胶、塑料、空气、玻璃和纸。为了保证电气设备安全运行，应对其不同极性导体间，或导体与外壳间的绝缘电阻提出最低要求。例如：家用电器规定为基本绝缘电阻为  $2M\Omega$ ，加强绝缘电阻为  $7M\Omega$ ，高压应用中导线的绝缘性能要求比较高。

影响绝缘电阻测量值的因素有很多，主要为温度、湿度、测量电压、作用时间、绕组中残存电荷、绝缘表面状况、损伤等。通过测量电气设备的绝缘电阻，我们可以了解以下方面：1、绝缘结构的绝缘性能，即验证测试。由优质绝缘材料组成的合理绝缘结构，应具有良好的绝缘性能和较高的绝缘电阻；

2、电气设备绝缘处理质量，即安全符合性检查。电器产品绝缘处理不佳，其绝缘性能将明显下降；

3、了解绝缘受潮和受污染情况，确定器件性能随时间的变化，即预防性维护。当电气设备的绝缘受潮及受污染后，其绝缘电阻通常会明显下降；

4、检验绝缘是否承受耐电压试验。若在电气设备的绝缘电阻低于某一限值时进行耐电压测试，将会产生较大的试验电流，造成热击穿而损坏电气设备的绝缘。

因此，通常情况下，各种试验标准均规定在耐电压试验前，要求先测量绝缘电阻。

### 二、绝缘电阻测试类型

一般来讲，测量绝缘材料性能有两种基本绝缘电阻测量方法：直接绝缘电阻阻值测量法和泄漏电流测量法。核心都是通过欧姆定律来推算。众所周知，所有绝缘层是防止导体的电流流到设计路径之外。但是没有什么绝缘体（有时称电介质）可以完全阻隔电流流入，所有绝缘体都会通过少量的泄漏电流，实际上绝缘材料的绝缘电阻总值取决于此泄漏电流大小。

绝缘系统中泄漏电流有三种形式：1、传导性泄漏电流：指流过两个导体之间绝缘层量很小的正常泄漏电流，例如从火线到地导线的泄漏电流；

2、电容性泄漏电流：由于电容效应而通过导线绝缘层的电流，此时两导线相当于电容器极板，绝缘层成为了电容器的电介质，直流电路中电容性泄漏电流一般持续几秒，而交流电压会产生持续的电容性泄漏电流；

3、表面泄漏电流：指从导线上被剥去绝缘层进行电气连接的区域流出的电流，尤其导线连接点。



能够进行电阻测试的仪表很多，最常见为**万用表**。万用表一般测量小电阻，虽然有些万用表（例如 0I859CF 等）能够测量到 50MΩ，但是万用表测试的激励电压小。而电气安全绝缘性能测试需要专用的绝缘电阻测试仪，其中最常见的是兆欧表。

兆欧表是在高压测试条件下（常用 1000V）用来测量绝缘退化状况的高电阻表，有电池供电、交流供电或手摇供电三种形式，因为最初是手摇供电，传统上俗称“摇表”。在兆欧表的基础上，有其它类型的仪表也可用来检查不同绝缘性能的完整性。

有时用到钳形漏电表 F65 或者万用表与漏电流钳组合（例如 MN73+0I857），通过测量泄漏电流的方法来看导线绝缘情况，此方法最常见的成型仪器为**耐压测试仪**，它通过在两个导体间施加比工作电压高几倍的测试电压，并测量泄漏电流，常用来测量绝缘材料的绝缘强度（也为介质强度）。

总之，通电情况下使用**泄漏电流计**可检查电器和电路的绝缘状态。但是，一般情况下都是停止电器和电路，通过使用绝缘电阻计来测试绝缘电阻。

### 三、绝缘电阻测试仪的应用

#### 1、低压电路测试方法

在额定电压为 500V 或 250/100V 电路，特别是电路中含有半导体元件等情况下，建议使用 250V 或 100V 等低额定测试电压的绝缘电阻表（例如 0I61-795），见表 1。

表1 绝缘电阻计额定测试电压使用举例

额定测试电压	一般电器	电气设备、电路
25V	安全电压的绝缘测试	——
50V	电话线路用机器绝缘测试	——
100V	控制机器的绝缘测试	100V以下低压电路和机器等维持管理用的绝缘测试
250V		200V以下低压电路和机器等维持管理用的绝缘测试
500V	300V以下电路、机器的绝缘测试（一般）	400V以下低压电路和机器等维持管理用绝缘测试，100、200及400V竣工时绝缘测试
1000V	300V以上电路、机器的绝缘测试（一般）	平时使用高电压机器（例高压电缆，高电压电器，使用高电压的通信机器等）绝缘测试

断开电源，使电路断电，测量低压电路电线间和电线与大地间的电阻值。若测试值在基准以下，将分支开关全部打开，对每个干线分支电路分别测试。低压电路的绝缘电阻值由电气设备技术基准规定，见表2。

表2 低压电路中的绝缘电阻值（参考电气设备技术基准14条）

电路的使用电压区分		绝缘电阻值
300V以下	对地电压（所谓接地式电路中电线和大地间电压，非接地式电路中电线间电压；以下相同）≤150V时情况	0.1MΩ
	其它情况	0.2MΩ
300V以上		0.4MΩ

#### 2、保护端子使用方法

像测试电缆时（图1），将裸导线缠在电缆芯线外的绝缘物上，然后连接至



保护端子，表面流动的漏电流不会进入仪器电路中，因此能够只测试保护层的电阻值。

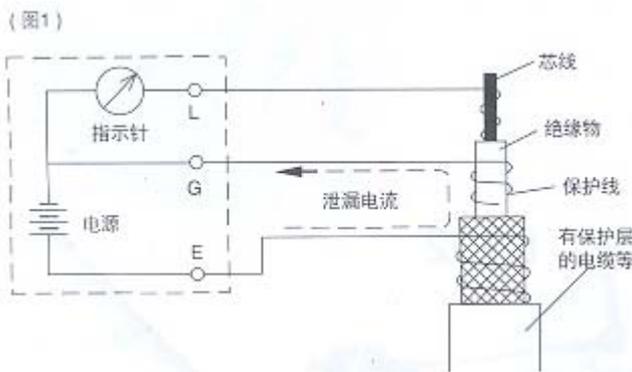


图1 绝缘电阻计保护端子使用方法

### 3、用高压绝缘电阻计对高压电缆绝缘劣化的判断方法

测试方法如下：1) E端子接地方式，适用于高压电缆单体的测试，注意E端子接地方式中，P-N间短路、G-N间开放。2) G端子接地方式，适用于将高压电缆中包含其它高压机器的电路在一起测试的情况。3) 高压绝缘电阻计的电压通常为5000V或10000V，见图2。

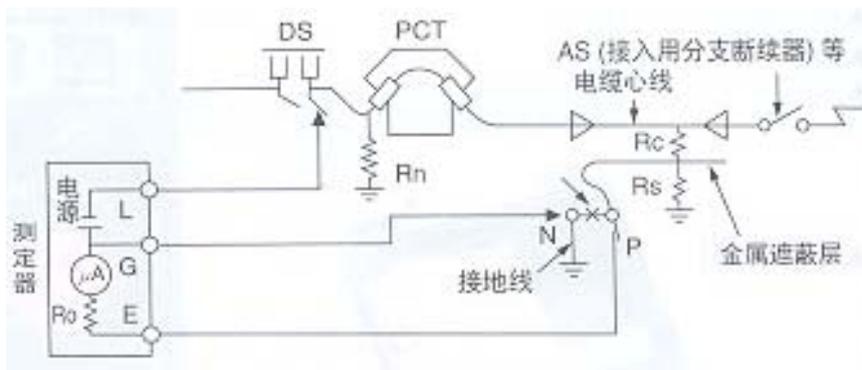


图2 G端子接地方式测试举例

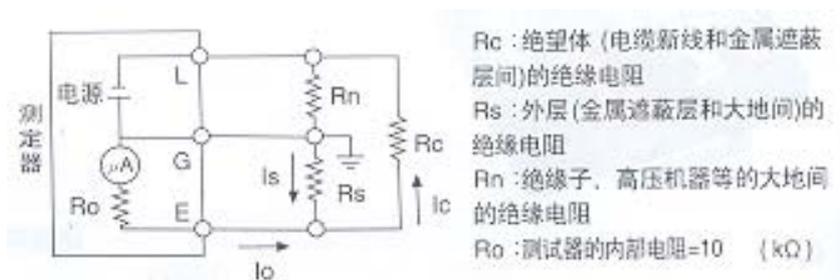


图3 图2等效电路

图3是G端子接地方式的等效电路，可通过下列公式求取高压电缆绝缘体的绝缘电阻。

$$I_o = I_c - I_s \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$I_o = R_s \times I_c \div (R_s + R_o) = I_c \div (1 + R_o \div R_s) \quad \dots\dots\dots (2)$$

算式2中，若 $R_o=10K\Omega$ 、 $R_s=1M\Omega$ ，即 $R_s > R_o$ ， $I_o=I_c$ 。因此，测试部分的读数与高压电缆绝缘体的漏电流值相等。一般来说，高压电缆中大多有用户电表用变量器等其TA3高压机器连接，因而图2的G端子接地方式较适用。

实际操作中的测试方法，最初是按E端子接地方式测试电路和大地间的绝缘



电阻值。例如：高压绝缘电阻计测试电压为5000V时，若测试值达到5000MΩ以上，以该值作为包括高压电缆在内的高压电路全部的绝缘电阻值；若未达5000MΩ，取走高压电缆的金属遮蔽层接地线，用G端子接地方式再次测试。此外，高压绝缘电阻计测试电压为10000V时，绝缘电阻值为10000MΩ。但是，按G端子接地方式测试时，金属遮蔽层和大地间的绝缘电阻值须在1MΩ以上。

#### 4、绝缘材料或电介质吸收测试

电介质吸收测试指检查潮湿或被污染的绝缘材料的吸收特性的绝缘电阻测试，里面有两个重要参数：DAR电介质吸收率和PI极化指数。其中极化指数是十分分钟测量值与一分钟测量值之比，低的极化指数（一般为1.5或更低）表明污染严重。有的绝缘电阻表可直接测量这两个值，例如[OI61-797](#)。

绝缘电阻表广泛应用于电气设备的安装、维护与排障，例如电动马达排障、电缆和电线质量测试、变压器测试等。海洋仪器（010-62176775）主要推出的兆欧表为[OI61-795](#)，售价只有¥5600元，该仪器为手持绝缘电阻表，显示高达4位，具有250V/500V/1000V测试电压，测量绝缘电阻可到4000MΩ，同时还测量导通性、小到0.1Ω的接地小电阻和600V交直流电压，更具有自动关机和模拟指针条棒显示，是测量设备和电机绕组绝缘性能的理想仪器。

海洋仪器（010-62176775）主要推出的台式绝缘电阻测试仪为[OIGPT-9612](#)，售价只有¥6200元，该仪器在测量绝缘电阻的同时，也可测量AC耐压。其显示高达4位，具有50V/100V/250V/500V/1000V测试电压，测量绝缘电阻可到2000MΩ，更具有视窗比较费时，是测量设备和电机绕组绝缘性能的理想仪器。