

## 接触电阻

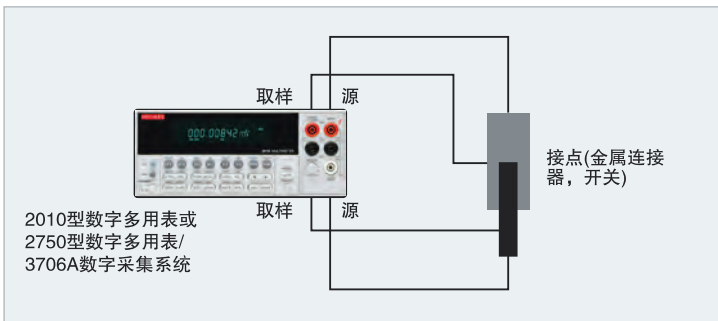
### 概述

接触电阻就是电流流过闭合的接触点对时的电阻。这类测量是在诸如连接器、继电器和开关等元件上进行的。接触电阻一般非常小其范围在微欧姆到几个欧姆之间。根据器件的类型和应用的情况，测量的方法可能会有所不同。ASTM 的方法 B539 “测量电气连接的接触电阻”和 MIL-STD-1344 的方法 3002 “低信号电平接触电阻”是通常用于测量接触电阻的两种方法。一般地说，一些基本的原则都采用开尔文四线法进行接触电阻的测量。

### 测量方法

图 1 说明用来测试一个接点的接触电阻的基本配置。使用具有四端测显能力的欧姆计，以避免在测量结果中计入引线电阻。将电流源的端子接到该接点的两端。取样 (Sense) 端子则要连到距离该接点两端电压降最近的地方。其目的是避免在测量结果中计入测试引线和体积电阻 (bulk resistance) 产生的电压降。体积电阻就是假定该接点为一块具有相同几何尺寸的金属实体，而使其实际接触区域的电阻为零时，整个接点所具有的电阻。

图 1. 使用微欧姆计或数字多用表测量接点两端的四线电阻



设计成只有两条引线的器件有的时候很难进行四线连接。器件的形式决定如何对其进行连接。一般地说，应当尽可能按照其正常使用的状态来进行测试。在样品上放置电压探头时不应当使其对样品的机械连接产生影响。例如，焊接探头可能会使接点发生不希望的变化。然而，在某些情况下，焊接可能是不可避免的。被测接点上的每个连接点都可能产生热电动势。然而，这种热电动势可以用电流反向或偏置补偿的方法来补偿。其具体方法请参见第 3.3.2 节。

### 干电路 (Dry Circuit) 测试

通常，测试接点电阻的目的是确定接触点氧化或其它表面薄膜积累是否增加了被测器件的电阻。即使在极短的时间内器件两端的电压过高，也会破坏这种氧化层或薄膜，从而破坏测试的有效性。击穿薄膜所需要的电压电平通常在 30mV 到 100mV 的范围内。

在测试时流过接点的电流过大也能使接触区域发生细微的物理变化。电流产生的热量能够使接触点及其周围区域变软或熔解。结果，接点面积增大，并导致其电阻降低。

为了避免这类问题，通常采用干电路的方法来进行接点电阻测试。干电路就是将其电压和电流限制到不能引起接触结点的物理和电学状态发生变化电平的电路。一般地说，这就意味着其开路电压为 20mV 或更低，短路电流为 100mA 或更低。

由于所使用的测试电流很低，所以需要非常灵敏的电压表来测量这种通常在微伏范围的电压降。由于其它的测试方法可能会引起接点发生物理或电学的变化，所以对器件的干电路测量应当在进行其它的电学测试之前进行。

有关干电路测试的更详细的信息请参见第 3.3.5 节。

### 使用微欧姆计或数字多用表

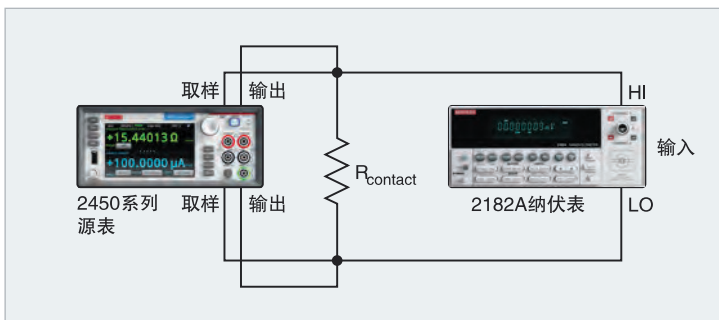
图 1 示出使用 580 型微欧姆计、2010 型数字多用表或 2750 型数字多用表数据采集系统进行四线接触电阻测量的基本配置情况。这些仪器能够采用偏置补偿模式自动补偿取样电路中的热电动势偏置，并且还具有内置的干电路测量能力。对于大多数的应用来说，微欧姆计或数字多用表足以用来进行接触电阻的测量工作。如果短路电流或者被测电阻值比微欧姆计或数字多用表的技术指标小得很多，则必须使用纳伏表加精密电流源的组合来进行。

## 使用纳伏表和电流源

图 2 示出使用 2182A 型纳伏表和 2400 系列数字源表仪器进行接触电阻测量的测试配置情况。2400 系列仪器强制电流流过接点，而纳伏表则测量接点两端产生的电压降。为了进行干电路测试，设置数字源表的钳位电压为 20mV，这样就把电路的开路电压钳位到 20mV。为了保证钳位电压只出现在接点两端，而不是出现在测试引线的两端，该数字源表采用四线模式。在使用较大的电流时，这一点特别重要。因为和接点两端的电压降相比，测试引线两端的电压降可能会比较大。

为了避免发生瞬变现象，一定要先将电流源关闭，然后再把接点接入测试夹具或将其断开。将一个 100Ω 的电阻器直接跨接在电流源的输出端，能够进一步降低瞬变现象。

图 2. 使用纳伏表和电流源测量接触电阻



可以使用电流反向法将热电势偏置降至最小。2182A 的 Delta 模式与数字源表仪器配合可以自动地实现这种技术。在这种模式下，2182A 自动地触发电流源改变极性，然后对每一种极性触发测量一个读数。接着，2182A 显示“经过补偿”的电压值：

$$\text{Delta } V = \frac{V_1 - V_2}{2}$$

接点电阻则可计算如下：

$$R_{\text{contact}} = \frac{\text{Delta } V}{I}$$

其中：I = 测试电流的绝对值。