

● 纺织技工学校教材

# 纺织电工

FANGZHI DIANGONG

张自勇 主 编  
张彦红 张镇生 副主编



中国纺织出版社

— 纺织技工学校教材 —

# 纺织电工

---

张自勇 主编

张彦红 张镇生 副主编



中国纺织出版社

## 内 容 提 要

本书介绍了纺织电工应知应会的基础知识和基本操作技能。其主要内容有常用电工仪表、工具及材料的基本知识,常用低压电气元件,基本电气识图,基本的操作技能,PLC 和变频器在纺织设备中的应用,照明、供电和配电,安全用电知识等。

本书是纺织技工学校(中职)教材,也可作为纺织企业电工上岗自学和培训教材,还可供纺织企业设备维护管理人员、纺织院校师生学习、参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

纺织电工/张自勇主编. —北京:中国纺织出版社,2013.5  
纺织技工学校教材

ISBN 978 - 7 - 5064 - 9651 - 3

I. ①纺… II. ①张… III. ①纺织工业—电工—技工学校—教材 IV. ①TS108.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 067934 号

---

策划编辑:王军锋      责任校对:寇晨晨  
责任设计:李 然      责任印制:储志伟

---

中国纺织出版社出版发行

地址:北京市朝阳区百子湾东里 A407 号楼 邮政编码:100124

邮购电话:010—67004461 传真:010—87155801

<http://www.c-textilep.com>

E-mail: [faxing@c-textilep.com](mailto:faxing@c-textilep.com)

北京通天印刷有限公司印刷 各地新华书店经销

2013 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

开本:880×1230 1/32 印张:10.125

字数:200 千字 定价:39.80 元

---

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社图书营销中心调换

一个上规模的纺织企业一般把电工分为常日班电工和运转班电工。常日班电工主要从事室外变配电装置、电缆线路安装,室内变配电装置、室内照明及动力电气线路、室内电气设备及元件安装,对新装和改造的电气设备元件及线路进行调整试验并进行送电试车、试运行,对损坏的电动机进行修理,使之恢复良好性能等工作。运转班电工主要对当班生产设备附属的电气设备、元件及线路进行维护、保养、检修、修理。

不管分工如何,一般一个电工要掌握如下几项技能。

1. 安装技能。安装技能是指按照规程、规范、标准和设计要求把电气设备、元件及线路固定在设定的位置或装置上并使其正常运行。

2. 调试技能。调试技能是指按照规程、规范和标准用试验仪器对安装的电气设备、元件、线路进行调整和试验,并对其可靠性、灵敏性、准确性和抗衰老性作出判断,保证其正常运行并能在非正常条件下作出响应而进行的一系列工作。

3. 维护技能。维护技能是指按照规定的要求和运行规程对运行的电气设备、元件及线路进行的清扫、检查、巡视、发现缺陷、更换小型元件、紧固螺栓、消除隐患而进行的工作。

4. 检修技能。检修技能是指按照规定的周期及停机会对运行中的电气设备、元件及线路按照运行规程的要求项目和运行中发现而不能修复的缺陷进行的中型修理工作。

5. 保养技能。保养技能是指对从运行中的设备及线路替代下来的部件进行的小型修理以及检修时对一些部件的保养性修理,如加

油、研磨触头、更换端子、更换设备中小型部件及弹簧等。

6. 修理技能。修理技能是指对从运行中的设备及线路替代下来的或损坏的设备元件进行的恢复性修理和大型修理,如更换线圈、主机大修等。

本书采用大量的实际操作图,由浅入深地进行实例分析,以加强上述技能的培训。同时本书还特别注重电工理论知识的阐述,能使读者学习技能的同时有进一步的提高,从而达到理论与实践的完美结合。本书把纺织电工应知应会的基础知识和基本操作技术,以及分散在大量纺织机电资料中的有关内容归纳起来,以便广大读者学习时更方便、更容易,从而用最少的的时间获取最多的知识。

本书由张自勇主编,参加本书编写的人员有张彦红、张镇生、张玉亮、陈玉琴、范小燕等,张彦红、张镇生为副主编。本书在写作过程中,参考了大量的书刊和有关资料,并引用了相关资料,在此成书之际也向有关书刊和资料作者一并表示衷心感谢。

由于编者水平有限,书中难免有不足之处,敬请读者批评指正。

编著者

2013年5月

|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| <b>第一章 电工常用仪表、工具及材料</b>       | <b>1</b>   |
| 第一节 电工仪表基础知识                  | 1          |
| 第二节 万用表                       | 4          |
| 第三节 钳形电流表                     | 10         |
| 第四节 绝缘电阻表                     | 12         |
| 第五节 电工常用工具                    | 15         |
| 第六节 常用电工材料                    | 33         |
| <b>第二章 常用低压电器</b>             | <b>44</b>  |
| 第一节 常用低压电器的分类和型号              | 44         |
| 第二节 常用低压电器的结构原理及其应用           | 47         |
| 第三节 电磁执行电器                    | 76         |
| 第四节 常用低压电器的故障及处理              | 85         |
| <b>第三章 纺织电气控制电路的识读和维修基础知识</b> | <b>94</b>  |
| 第一节 电气控制图的基本知识                | 94         |
| 第二节 电气原理图识图基本知识               | 98         |
| 第三节 常用电气控制电路                  | 102        |
| 第四节 纺织电气设备故障诊断与维修基本方法         | 118        |
| <b>第四章 电工基本操作技能</b>           | <b>127</b> |
| 第一节 对电工技能的要求                  | 127        |

|            |                          |            |
|------------|--------------------------|------------|
| 第二节        | 导线剥线技能 .....             | 129        |
| 第三节        | 常用导线的连接技能 .....          | 133        |
| 第四节        | 线头与接线柱的连接 .....          | 145        |
| 第五节        | 导线连接处的绝缘恢复处理 .....       | 149        |
| 第六节        | 电动机的拆装技能 .....           | 154        |
| <b>第五章</b> | <b>纺织企业常用的电动机 .....</b>  | <b>162</b> |
| 第一节        | 交流电动机 .....              | 163        |
| 第二节        | 直流电动机 .....              | 171        |
| 第三节        | 控制电动机 .....              | 174        |
| 第四节        | 异步电动机运行维护和管理 .....       | 176        |
| 第五节        | 异步电动机常见故障维修与处理 .....     | 180        |
| <b>第六章</b> | <b>纺织企业常用的传感器 .....</b>  | <b>188</b> |
| 第一节        | 概述 .....                 | 188        |
| 第二节        | 纺织用传感器 .....             | 192        |
| <b>第七章</b> | <b>PLC 与变频器 .....</b>    | <b>217</b> |
| 第一节        | PLC 的基本知识 .....          | 218        |
| 第二节        | PLC 的编程 .....            | 225        |
| 第三节        | PLC 外围接线 .....           | 231        |
| 第四节        | PLC 的日常维护及故障维修 .....     | 234        |
| 第五节        | 变频器的基本知识 .....           | 240        |
| 第六节        | 变频器的安装与接线 .....          | 246        |
| 第七节        | 变频器的维护与维修 .....          | 252        |
| 第八节        | PLC 和变频器在纺织企业的应用 .....   | 258        |
| <b>第八章</b> | <b>纺织企业的照明和供配电 .....</b> | <b>266</b> |

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 第一节 纺织企业的照明 .....      | 266 |
| 第二节 纺织企业供配电概述 .....    | 277 |
| 第三节 供配电设备 .....        | 280 |
| 第四节 变压器 .....          | 289 |
| <br>                   |     |
| 第九章 纺织企业安全用电 .....     | 294 |
| 第一节 触电的基本知识 .....      | 294 |
| 第二节 安全电压和安全用具 .....    | 298 |
| 第三节 触电的预防和急救 .....     | 301 |
| 第四节 电气防火、防爆的基本知识 ..... | 306 |
| <br>                   |     |
| 参考文献 .....             | 313 |



## 第一章

# 电工常用仪表、工具及材料

纺织电气设备的正常运行,需要仪器仪表对系统运行情况进行检测,反映其运行参数;而电气设备的维护维修,需要借助电工工具;电气设备的安装和连接,需要了解电工材料的性能和应用。熟悉电工仪表的结构和工作原理,掌握电工仪表的操作方法和注意事项,是电气设备监测人员和维修人员的基本功。因此,本章主要介绍了测量电流、电压、功率等的常用电工仪表的分类和工作原理,低压验电器、螺丝刀、钢丝钳等常用电工工具的使用方法,以及电工材料的基础知识。

## 第一节 电工仪表基础知识

测量电流、电压、功率等电量的指示仪表,称为电工仪表。

### 一、电工仪表的分类

按电工测量指示仪表的结构形式和工作原理,分为磁电式、电磁式、电动式、感应式等。由于磁电式仪表灵敏度高、准确度高,广泛用于制作测量直流电路中的电流和电压的标准表。电磁式仪表的结构简单、过载能力强、稳定性好、成本较低,适用于制作交、直流两用表。电动式仪表除了可以制作交、直流两用表及准确度较高的电流表、电压表外,还可以制作功率表、频率表和相位表。感应式仪表广泛应用于制作交流功率表、电能表(又称电度表)。

按仪表工作电流的种类,分为交流仪表、直流仪表和交直流两用仪表。

按被测量对象的种类,可分为电流表、电压表、功率表、频率表、相位表等。

按使用性质和装置方法的不同,可分为固定式(开关板式)、携带式。

按测量准确度不同,可分为 0.1、0.2、0.5、1.0、1.5、2.5、5.0 共七个等级。

按测量数据的表现形式不同,可分为机械式(指针式)和数字式。

## 二、电流和电压的测量

电工仪表是根据流过电路的电流大小和加在电路上电压大小的变化直接或间接测量电路的运行参数和设备、电器的性能,所以电流和电压的测量方法是其他参数测量的基础。

### (一) 电流的测量

测量电流时,电流表必须与被测电路串联。

1. 交流电流的测量 在测量量程范围内将电流表串入被测电路即可,如图 1-1 所示。

测量较大电流时,必须扩大电流表的量程。可在表头上并联分流电阻或加接电流互感器,其接法如图 1-2 所示。

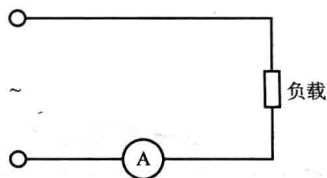


图 1-1 交流电流的测量

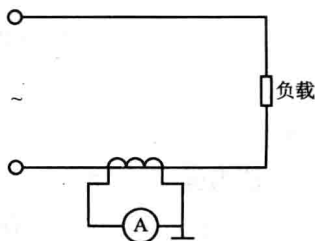


图 1-2 用互感器扩大交流电流表量程

2. 直流电流的测量 直流电流表有正、负极性,测量时,必须将电流表的正端钮接被测电路的高电位端,负端钮接被测电路的低电位

端,如图 1-3 所示。被测电流超过电流表允许量程时,须采取措施扩大大量程。对磁电式电流表,可在表头上并联低阻值电阻制成的分流器,如图 1-4 所示。

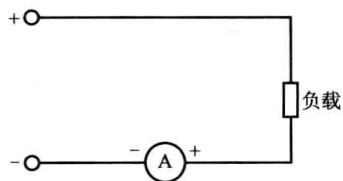


图 1-3 直流电流的测量

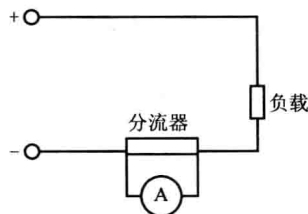


图 1-4 用分流器扩大量程

## (二) 电压的测量

测量电压时,电压表必须与被测电路并联。

1. 交流电压的测量 在测量量程范围内将电压表直接并入被测电路即可,如图 1-5 所示。如果被测电路的电压过大,那么可用电压互感器来扩大交流电压表的量程,如图 1-6 所示。

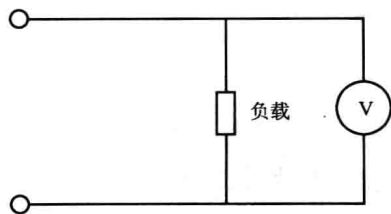


图 1-5 交流电压的测量

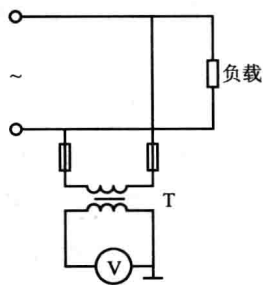


图 1-6 用互感器扩大交流电压表量程

2. 直流电压的测量 直流电压表有正、负极性,测量时,必须将电压表的正端钮接被测电路的高电位端,负端钮接被测电路的低电位端,如图 1-7 所示。在电压表外串联分压电阻扩大量程,如图 1-8 所示。

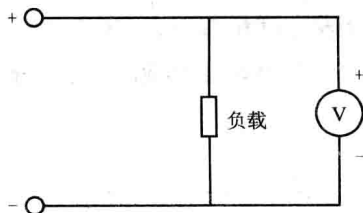


图 1-7 直流电压的测量

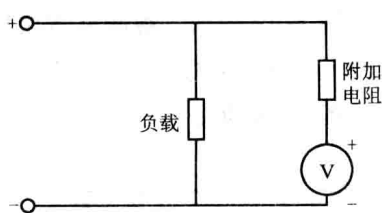


图 1-8 串联分压电阻扩大量程

## 第二节 万用表

万用表是一种多用途的便携式测量仪表,是电工必备的测量工具。万用表可以用来测量交直流电压、交直流电流和电阻,增加附加电路还可以测量电感、电容等参数。万用表的品种很多,可以从不同角度分类。从其结构不同可以分为指针式(机械式)万用表和数字式万用表两类。下面以 MF47 型指针式万用表和 DT840 型数字式万用表为例,了解其结构和性能,学会使用万用表正确测量电压、电流、电阻等基本电量的方法,熟悉有关使用的注意事项。

### 一、指针式万用表

近年来指针式万用表虽然已经不大使用,但由于一看指针位置就可以大致知道测量值,以及构造简单、经久耐用等优点,仍是许多电工爱用的基本工具。万用表的内部装有电池,因此可以测量电阻。要注意电池的消耗情况,长期不使用应取出电池。

#### (一) 指针式万用表的结构

指针式万用表主要由表头、测量线路、转换开关三部分组成。MF47 型指针式万用表的面板结构如图 1-9 所示。

#### (二) 指针式万用表的使用

(1) 测试前准备。万用表测试用表笔一副两支。一般红表笔插在

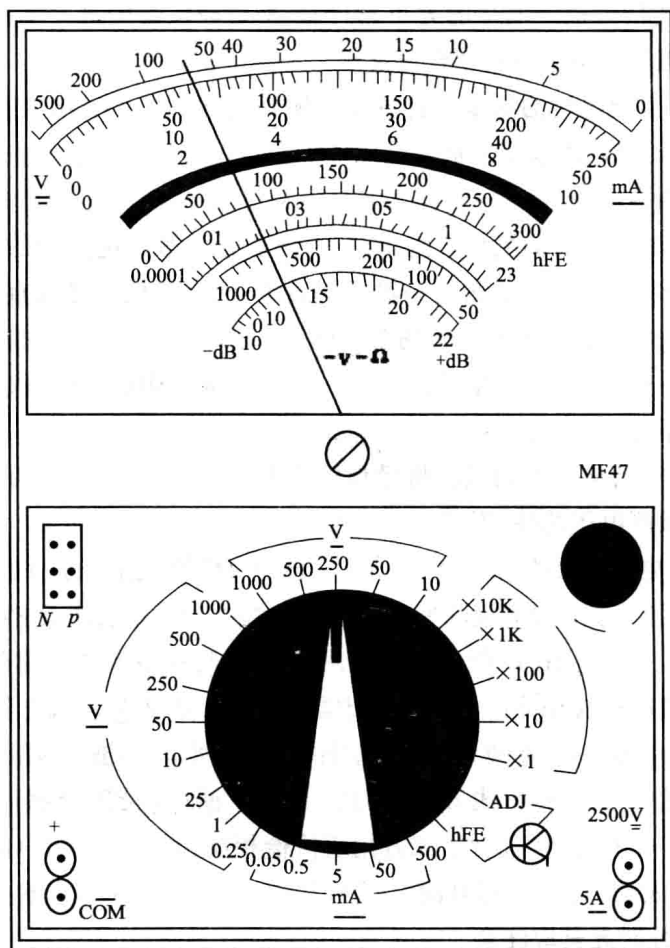


图 1-9 MF47 型指针式万用表的面板结构

万用表“+”插口,用来测试直流电量的高电位端;黑表笔插在“-COM”插口,作为测试直流电量的负极或测试其他电量的“公用端”使用。测试前,应校对指针是否停留在表盘最左端“0”的位置。如果不在表盘最左端“0”位,应通过“机械调零”旋钮进行调零。

测量任何电量,都要首先估计被测电量的大小,选择合适的量程。

如果不能估计被测电量的大小,应先选择对应电量的最大量程试测,然后根据试测结果转换至合适量程。

(2)直流电压的测量。将量程转换开关转到“- V”挡,红表笔接被测电压正极,黑表笔接被测电压负极,不可反接。否则,表头指针会因反转而损坏。

(3)直流电流的测量。测量时,万用表是串联在电路中的。为了电路连接牢固,电流的测量一般不用表笔;而是将插头导线直接接在电路中。将量程转换开关转到“- mA”挡,万用表“+”插口接电流流入端,“- COM”插口接电流流出端。与直流电压测量一样,依然要注意极性不可反接。

(4)交流电压的测量。将量程转换开关转到“~ V”挡,两支表笔并接在被测电压两端,不区分正负极。

(5)电阻的测量。将量程转换开关转到“ $\Omega$ ”挡,选择合适的量程,将两支表笔金属头部分短接调零,使表头指针指在刻度最右边 $\Omega$ 挡刻度的“0”位置。如果不在“0”位,要通过万用表“欧姆调零”旋钮进行调零。

先将被测电阻断电,再从电路中取下测试。两表笔接触电阻两端,通过表头刻度,读出数据,然后与选择的量程相乘,就是被测电阻值。

测量电阻时,指针式万用表的“- COM”插口(接黑表笔)与表内部电池“+”极相连,而数字式万用表恰恰相反,测量电阻时“COM”插口(接黑表笔)与表内部电池“-”极相连,这一点在测量判断晶体管PN结极性时尤其应注意。

(6) $h_{FE}$ 的测试。 $h_{FE}$ 又称 $\beta$ 值,它表示晶体管共发射级电流放大倍数的大小,是晶体管主要参数之一。 $\beta$ 值的范围很大,小的数十倍,大的几百倍甚至近千倍。在使用时,不同的电路需用不同 $\beta$ 值的晶体管。然而,晶体管在生产过程中,由于工艺上的原因,较难生产出同一批有着相同 $\beta$ 值的管子。因此必须对晶体管检测后进行分类。

为方便使用,大多数万用表都增设有晶体管 $h_{FE}$ 的测量功能。因晶体管的 $h_{FE}$ 受温度、电流等因素的影响很大,所以万用表性能不能很

精确的测量。用万用表测量  $h_{FE}$  值只是一个基本的判断而已。

进行  $h_{FE}$  测试时,将量程转换开关转到“ $h_{FE}$ ”挡。根据晶体管极性(NPN 或 PNP),把三条管脚对应插到  $h_{FE}$  测试口中,对应表头  $h_{FE}$  刻度读数,就是该晶体管的  $h_{FE}$  值。

万用表的  $h_{FE}$  功能还可以分辨晶体管的极性和管脚。因为只有极性和管脚都正确对应时, $h_{FE}$  才能正常显示(数值为几十或几百),如果极性、管脚有错误,表头指针只是微微偏转。

(7)高电压、大电流的测量。MF47 型万用表最大可以测量 1000V 的交直流电压和 5A 的电流。

(8)每次测量完毕,万用表应将量程转换开关转到交流电压最高挡位。

### (三)使用指针式万用表应注意的事项

为了在测量时获得良好效果及防止由于使用不慎而使万用表损坏,万用表在使用时,应遵守下列注意事项。

(1)万用表在测量时,不能旋转开关旋钮。

(2)当被测量不能确定其大约值时,应将量程转换开关旋到最大量程的位置上,然后再选择适当的量程,使指针得到最大的偏转。

(3)测量直流电流时,仪表应与被测电路串联,禁止将仪表直接跨接在被测电路的电压两端,以防止仪表过负荷而损坏。

(4)测量电路中的电阻阻值时,应先将被测电路的电源切断,如果电路中有电容器,应先将其放电后才能测量。切勿在电路带电的情况下测量电阻。

(5)仪表在携带时或每次使用完毕后,最好将开关旋钮旋至“V/ $h_{FE}$ ”位置上。

(6)仪表应经常保持清洁干燥,以免影响准确度和损坏仪表。

## 二、数字式万用表

数字式万用表在显示屏上直接显示测量的数值,测量倍率(量程)

多可自动切换。数字式万用表精度高、价格适中,应用广泛。

### (一) 数字式万用表的结构

DT840 型数字式万用表的面板结构如图 1-10 所示。

### (二) 数字式万用表的用法

1. 直流电压、交流电压的测量 先将黑表笔插入 COM 插孔,红

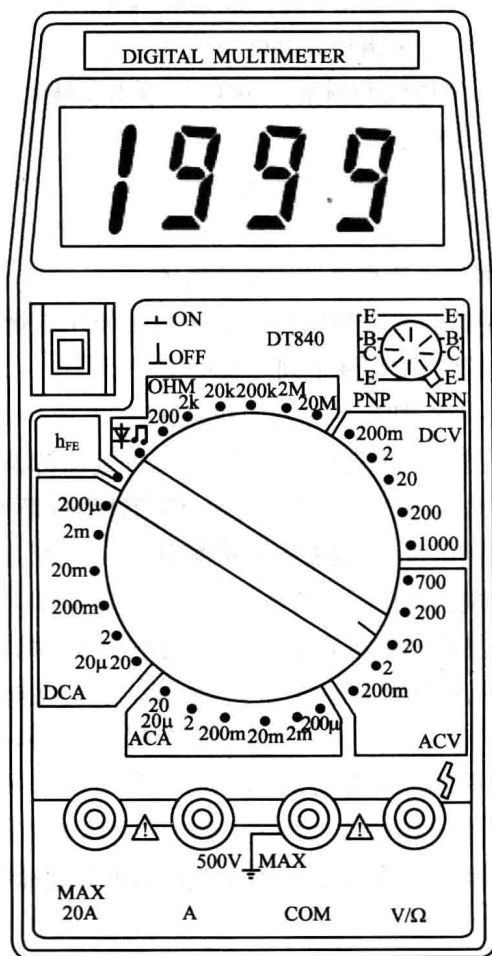


图 1-10 DT840 型数字万用表的面板结构



表笔插入  $V/\Omega$  插孔,然后将功能开关置于 DCV(直流)或 ACV(交流)量程,并将测试表笔连接到被测源两端,显示器将显示被测电压值。如果显示器只显示“1”,表示超量程,应将功能开关置于更高的量程(下同)。

2. 直流电流、交流电流的测量 先将黑表笔插入 COM 插孔,红表笔需视被测电流的大小而定。如果被测电流最大为 2A,应将红表笔插入 A 孔;如果被测电流最大为 20A,应将红表笔插入 20A 插孔。再将功能开关置于 DCA 或 ACA 量程,将测试表笔串联接入被测电路,显示器即显示被测电流值。

3. 电阻的测量 先将黑表笔插入 COM 插孔,红表笔插入  $V/\Omega$  插孔(注意:红表笔极性此时为“+”,与指针式万用表相反),然后将功能开关置于 OHM 量程,将两表笔连接到被测电路上,显示器将显示出被测电阻值。

4. 二极管的测试 先将黑表笔插入 COM 插孔,红表笔插入  $V/\Omega$  插孔,然后将功能开关置于二极管挡,将两表笔连接到被测二极管两端,显示器将显示二极管正向压降的 mV 值。当二极管反向时则过载。

根据万用表的显示,可检查二极管的质量及鉴别所测量的管子是硅管还是锗管。

(1)测量结果若在 1V 以下,红表笔所接为二极管正极,黑表笔为负极。

(2)测量显示若为 550 ~ 700mV 者为硅管;150 ~ 300mV 者为锗管。

(3)如果两个方向均显示超量程,则二极管开路;若两个方向均显示“0”V,则二极管击穿、短路。

5. 晶体管放大系数  $h_{FE}$  的测试 将功能开关置于  $h_{FE}$  挡,然后确定晶体管是 NPN 型还是 PNP 型,并将发射极、基极、集电极分别插入相应的插孔。此时,显示器将显示出晶体管的放大系数  $h_{FE}$  值。

(1)基极判别。将红表笔接某极,黑表笔分别接其他两极,若都出