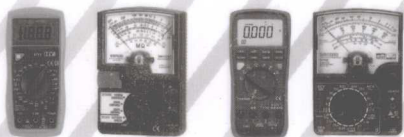


零起点
看图学

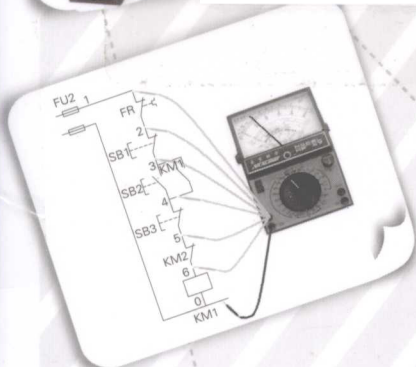
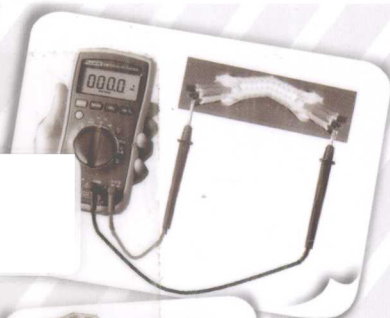
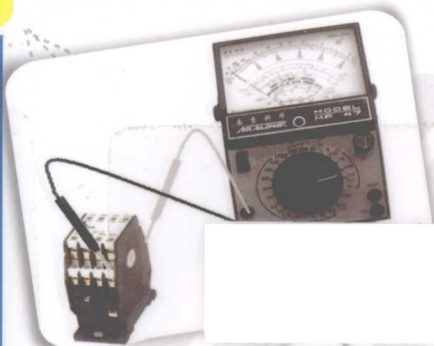


LINGQIDIAN KANTUXUE

万用表检测 电子元器件

杨宗强 辜竹筠 编

WANYONGBIAO JIANCE
DIANZI YUANQIJIAN



化学工业出版社

零起点
看图学



LINGQIDIAN KANTUXUE

万用表检测 电子元器件

辜竹筠 编

WANYONGBIAO JIANCE
DIANZI YUANQIJIAN



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

万用表检测电子元器件/杨宗强, 辜竹筠编. —北京:
化学工业出版社, 2010.6
零起点 看图学
ISBN 978-7-122-08243-5

I. 万… II. ①杨… ②辜… III. ①复用电表-检测-
电子元件 ②复用电表-检测-电子器件 IV. TN606

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 068887 号

责任编辑: 宋 辉

装帧设计: 王晓宇

责任校对: 洪雅姝

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 装: 三河市延风印装厂
880mm×1230mm 1/32 印张 7½ 字数 182 千字
2010 年 7 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686)

售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

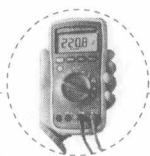
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 19.00 元

版权所有 违者必究

前言

FOREWORD



万用表是从事电气安装、调试和维修时常用的一种测量仪表。为了适应有意从事电气工作的初学者的学习特点和要求,帮助初学者较快地掌握万用表的使用方法和测量技巧,编者结合多年电气工作和培训工作的经验编写了本书。

本书内容结合生产实际,取材于实践经验,采用图片与文字相结合的方式,介绍万用表的各种常用功能和使用技巧。从实用角度着重介绍了使用万用表检测常用电子元件、电力电子器件等的检测方法和技巧。同时还介绍了常用电气元件的基础知识,选择、使用电气元件时的注意事项,使读者在学习使用万用表的同时,对电气元器件的特性有较全面的总结。本书内容丰富、图文并茂,文字简明扼要、通俗易懂。

本书内容包括:万用表的结构、原理及使用方法,使用万用表检测电器元件和电子元器件的方法,使用万用表检测半导体二极管和晶体三极管的方法,使用万用表检测晶闸管和场效应晶体管的方法,使用万用表检测集成电路的方法,使用万用表检测基本电量和电路的方法。本书共10章,第1章~第3章由刘春英编写,第4章~第7章由辜竹筠编写,第8章~第10章由杨宗强编写,杨宗强负责全书的统稿。

由于编者水平有限,书中难免存在纰漏之处,敬请广大读者批评指正。

编者

第1章 指针式万用表的结构、原理及使用方法 /1

1.1 指针式万用表 /1

1.1.1 指针式万用表的组成 /1

1.1.2 指针式万用表的结构 /2

1.1.3 指针式万用表的技术指标 /3

1.2 指针式万用表的原理 /4

1.2.1 指针式万用表的测量原理 /4

1.2.2 指针式万用表的选择电路 /4

1.3 指针式万用表的使用方法 /7

1.3.1 指针式万用表使用前的准备 /7

1.3.2 使用指针式万用表时应注意的事项 /9

第2章 数字式万用表的结构、原理及使用方法 /11

2.1 数字式万用表 /11

2.1.1 数字式万用表的组成 /11

2.1.2 数字式万用表的结构 /11

2.1.3 数字式万用表的技术指标 /13

2.2 数字式万用表的原理 /15

2.2.1 数字式万用表的测量原理 /15

2.2.2 数字式万用表的显示原理 /18

2.3 数字式万用表的使用方法 /19

2.3.1 数字式万用表使用前的准备 /19

2.3.2 使用数字式万用表时应注意的事项 /20

第3章 使用万用表检测电气元件 /25

3.1 线路中连接导线的检测 /25

3.1.1 测量多芯电缆的通断 /25

3.1.2 印制电路板上线路通断的检测 /25

3.1.3 线路虚接的检查 /29

3.2 插接件的检测 /30

3.2.1	常用插接件介绍	/30
3.2.2	插接件的检测	/31
3.3	开关器件的检测	/33
3.3.1	常用开关器件类型	/33
3.3.2	继电控制电路中常用开关器件的检测	/33
3.3.3	电子电路中常用开关器件的检测	/33
3.4	传感器的检测	/40
3.4.1	接近开关的检测	/40
3.4.2	光电开关的检测	/41
3.4.3	霍尔传感器的检测	/44
3.5	继电器/接触器的检测	/46
3.5.1	常用继电器/接触器结构	/46
3.5.2	常用继电器/接触器工作原理	/47
3.5.3	使用万用表检测继电器/接触器的触点	/48
3.5.4	使用万用表检测继电器/接触器的线圈	/49
第4章 使用万用表检测电子元器件		/52
4.1	用万用表检测电阻器	/52
4.1.1	电阻器的基础知识	/52
4.1.2	电阻器的检测	/55
4.2	用万用表检测电位器	/62
4.2.1	电位器基础知识	/62
4.2.2	电位器的检测	/63
4.3	用万用表检测电容器	/66
4.3.1	电容器的基础知识	/66
4.3.2	电容器的检测	/70
4.4	用万用表检测电感	/75
4.4.1	电感的基础知识	/75
4.4.2	电感器件的检测	/76

4.5	用万用表检测变压器	/78
-----	-----------	-----

4.5.1	变压器的基础知识	/78
-------	----------	-----

4.5.2	变压器的检测	/81
-------	--------	-----

第5章	使用万用表检测半导体二极管	/87
------------	----------------------	------------

5.1	二极管的基础知识	/87
-----	----------	-----

5.1.1	二极管的类型	/87
-------	--------	-----

5.1.2	整流二极管的主要参数	/87
-------	------------	-----

5.2	二极管的检测	/90
-----	--------	-----

5.2.1	二极管极性的判断	/90
-------	----------	-----

5.2.2	二极管好坏的检测	/90
-------	----------	-----

5.3	用万用表检测稳压二极管	/93
-----	-------------	-----

5.3.1	稳压管的特点	/93
-------	--------	-----

5.3.2	稳压管的主要参数	/93
-------	----------	-----

5.3.3	稳压管的检测	/96
-------	--------	-----

5.4	用万用表检测双基极二极管	/98
-----	--------------	-----

5.4.1	双基极二极管的结构特点	/98
-------	-------------	-----

5.4.2	双基极二极管主要参数	/99
-------	------------	-----

5.4.3	双基极二极管的检测	/100
-------	-----------	------

5.5	用万用表检测发光二极管	/101
-----	-------------	------

5.5.1	发光二极管的类型	/101
-------	----------	------

5.5.2	发光二极管的主要参数	/103
-------	------------	------

5.5.3	发光二极管的检测	/104
-------	----------	------

5.6	用万用表检测 LED 七段数码显示器	/110
-----	--------------------	------

5.6.1	LED 七段数码显示器的结构	/110
-------	----------------	------

5.6.2	LED 七段数码显示器的种类	/112
-------	----------------	------

5.6.3	LED 七段数码显示器的检测	/113
-------	----------------	------

5.7	用万用表检测 LCD 液晶显示器	/116
-----	------------------	------

5.7.1	LCD 的性能特点	/116
-------	-----------	------

5.7.2 LCD 液晶显示器的检测 /117

5.7.3 使用 LCD 显示器注意事项 /120

第 6 章 使用万用表检测晶体三极管 /122

6.1 晶体三极管的基础知识 /122

6.1.1 三极管的分类 /122

6.1.2 三极管的主要参数 /123

6.2 用万用表检测三极管 /125

6.2.1 三极管的识别 /125

6.2.2 三极管类型的判别 /130

6.2.3 三极管引脚的判别 /131

6.2.4 三极管好坏的判别 /134

6.2.5 三极管放大倍数的测量 /137

6.2.6 三极管选择和使用注意事项 /139

6.3 用万用表检测达林顿三极管 /139

6.3.1 达林顿三极管的结构特点 /139

6.3.2 达林顿三极管的检测 /140

6.4 用万用表检测光电三极管 /145

6.4.1 光电三极管的类型 /145

6.4.2 光电三极管的检测 /146

第 7 章 使用万用表检测晶闸管 /150

7.1 晶闸管的基础知识 /150

7.1.1 晶闸管的结构 /150

7.1.2 晶闸管的种类 /151

7.1.3 晶闸管的主要参数 /151

7.2 用万用表检测晶闸管 /155

7.2.1 晶闸管引脚判别 /155

7.2.2 晶闸管好坏的判别 /155

7.2.3 使用数字万用表检测晶闸管 /158

7.3	用万用表检测双向晶闸管	/161
7.3.1	双向晶闸管的特点	/161
7.3.2	双向晶闸管的检测	/164
7.4	用万用表检测可关断晶闸管	/167
7.4.1	可关断晶闸管的结构特点	/167
7.4.2	可关断晶闸管的检测	/168
第8章	使用万用表检测场效应晶体管	/171
8.1	场效应管的基础知识	/171
8.1.1	场效应晶体管的类型	/171
8.1.2	场效应管主要参数	/172
8.1.3	场效应管的特点	/174
8.1.4	使用场效应管应注意的事项	/175
8.2	场效应管的检测	/175
8.2.1	绝缘栅型场效应管的检测	/175
8.2.2	用万用表检测结型场效应管	/184
第9章	使用万用表检测集成电路	/189
9.1	检测集成电路的一般方法	/189
9.2	用万用表检测整流桥	/192
9.2.1	整流桥的特点及主要参数	/192
9.2.2	整流桥的检测	/194
9.3	用万用表检测常用三端稳压器	/201
9.3.1	常用三端稳压器的基础知识	/201
9.3.2	常用三端稳压器的引脚识别	/202
9.3.3	常用三端稳压器的检测	/204
9.4	用万用表检测模拟运算放大器	/206
9.4.1	模拟运算放大器的封装形式与引脚识别	/206
9.4.2	常用模拟运算放大器 LM324 的检测	/207
9.5	用万用表检测光电耦合器	/210

第 10 章 使用万用表检测基本电量和电路 /214

10.1 检测直流电源电路 /214

10.2 万用表在机电控制电路检修中的应用 /217

10.2.1 使用万用表检测电动机控制电路 /217

10.2.2 使用万用表检测电动机 /223

参考文献 /225

(1) 曾文品, 盘斌, 魏国栋, 姜永, 王保, 周章, 章 8 第

10.1 万用表检测直流电源电路 /214

10.1.1 检测直流电源电路 /214

10.1.2 检测直流电源电路 /214

10.1.3 检测直流电源电路 /214

10.1.4 检测直流电源电路 /214

10.1.5 检测直流电源电路 /214

10.1.6 检测直流电源电路 /214

10.1.7 检测直流电源电路 /214

10.2 万用表在机电控制电路检修中的应用 /217

10.2.1 使用万用表检测电动机控制电路 /217

10.2.2 使用万用表检测电动机 /223

10.2.3 检测直流电源电路 /214

10.2.4 检测直流电源电路 /214

10.2.5 检测直流电源电路 /214

10.2.6 检测直流电源电路 /214

10.2.7 检测直流电源电路 /214

10.2.8 检测直流电源电路 /214

10.2.9 检测直流电源电路 /214

10.2.10 检测直流电源电路 /214

10.2.11 检测直流电源电路 /214

10.2.12 检测直流电源电路 /214

第1章

指针式万用表的结构、原理及使用方法

1.1 指针式万用表

1.1.1 指针式万用表的组成

万用表是从事电类工作岗位人员常用的一种仪表。万用表又称为欧姆表，它是用测量机构配合测量电路来实现对各种电量测量的仪表。目前一般的万用表都可以用来测量直流电流、交流电流、直流电压、交流电压、音频电平、电阻、电容及晶体管的放大倍数等电量。

万用表的种类很多，分类形式也很多。按其读数形式可分为机械指针式万用表和数字式万用表两类。机械指针式万用表是通过指针摆动角度的大小来指示被测量的值，因此也被称为指针式万用表。数字式万用表是采用集成模/数转换技术和液晶显示技术，将被测量的值直接以数字的形式反映出来的一种电子测量仪表。我们先介绍指针式万用表，图 1-1 是指针式 M-47 型万用表的示意图。

万用表主要由测量机构（习惯上称为表头）、测量线路、转换开关和刻度盘四部分构成。万用表的面板上有带有多条标度尺的刻度盘、转换开关旋钮、调零旋钮和接线插孔等。各种类型的万用表外型布置不完全相同。

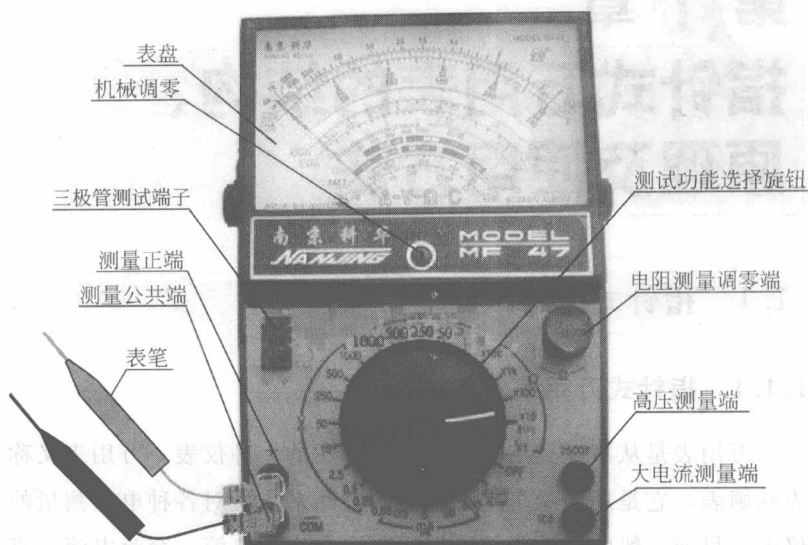


图 1-1 M-47 型万用表示意图

1.1.2 指针式万用表的结构

① 表头 指针式万用表的表头通常采用灵敏度高、准确度好的磁电系测量机构，它是指针式万用表的核心部件，其作用是指示被测电量的数值。指针式万用表性能的好坏，很大程度上取决于表头的质量。

② 测量线路 测量线路是指针式万用表的中心环节。它实际上包括了多量程电流表、多量程电压表和多量程欧姆表等几种测量线路。正因为有了测量线路，指针式万用表才能满足实际测量中对各种不同电量和不同量程的需要。

③ 转换开关 转换开关用来选择不同的量程和被测量的电量。它由固定触点和活动触点两大部分构成。指针式万用表所用的转换开关有多个固定触点和活动触点，包括交流电压挡、欧姆挡、直流

电流挡和直流电压挡四大部分。

④ 表盘 如前所述,指针式万用表是多电量、多量程的测量仪表。在测量不同电量时,为了便于读数,指针式万用表表盘上都印有多条刻度线,并附有各种符号加以说明。因此正确理解表盘上各符号、字母的意义及每条刻度线的读法,是使用好指针式万用表的前提。

1.1.3 指针式万用表的技术指标

为了能够使测量结果准确、可靠,对指针式万用表的性能提出了一系列要求,即指针式万用表的性能指标,主要有以下几个方面:

① 准确度 指针式万用表的准确度通常称为精度。它反映了指针式万用表在测量中基本误差的大小。基本误差是指指针式万用表在规定的正常温度和放置方式、不存在外界电场或磁场影响的情况下,由于活动部分的摩擦、标尺刻度不准确、结构工艺不完善等原因造成的误差。它是仪表所固有的一种误差。基本误差越小仪表的准确度越高。根据国家标准仪表的规定,准确度可分为七个等级,即 0.1、0.2、0.5、1.0、1.5、2.5 和 5.0 级。万用表的等级一般在 1.0~5.0 级之间。

② 电压灵敏度 电压灵敏度为电压挡内阻与该挡量程电压的比值,其单位为 Ω/V 。国产指针式万用表中,电压灵敏度最高的可以达到 $100k\Omega/V$ 。而一般的指针式万用表电压灵敏度为 $20k\Omega/V$ 。在测量电压时指针式万用表要与被测电路并联,这样会产生分流,从而使测量产生误差。电压灵敏度高时,指针式万用表的内阻比较大,对被测电路的分流小,电压的测量误差较小。同时电压灵敏度愈高,指针式万用表消耗的功率也愈小。

③ 工作频率范围 指针式万用表测量交流电压的电路中,采用了整流二极管元件,而二极管存在极间电容,当被测电压频率很高时,二极管将失去整流作用,从而使测量产生严重的误差。因此

指针式万用表测量的交流电压的频率范围受到了限制,一般指针式万用表工作频率范围为 $50\sim 2000\text{Hz}$ 。

④ 测量范围 指针式万用表测量种类和测量范围也是指针式万用表的重要性能之一。不同型号的指针式万用表,测量的种类和范围也不相同。

1.2 指针式万用表的原理

1.2.1 指针式万用表的测量原理

指针式万用表是把被测量电量转换为指针的偏转角,并使二者之间保持一定的比例关系。偏转角的大小就反应了被测电量的数值,而表头就是用来实现这一转换的核心部件。

表头由固定部分和活动部分两部分组成。固定部分主要用来产生一个均匀的辐射状的磁场。而活动部分则在外部的电量产生的电流的作用下产生转动力矩。固定部分和活动部分共同配合,就可以带动指针产生角度的偏移,从而指示出被测电量的大小。

当线圈流过电流时,固定部分的磁场会对通电线圈产生电磁力,从而形成转动力矩,使指针发生偏转。线圈转动时,会引起游丝的形变,产生反抗力矩。反抗力矩的大小与偏转角的大小成正比。当反抗力矩与转动力矩相等时,活动部分停止转动。指针稳定在某一个偏转角上,从而起到指示作用。当线圈电流断开时,游丝使线圈返回平衡位置。

1.2.2 指针式万用表的选择电路

测量电压、电流和电阻是指针式万用表的三种基本功能,通过测量转换开关实现。

① 直流电流的测量选择电路 测量直流电流时,通过选择开

关的转换使指针式万用表构成电流表，选择的电路如图 1-2 所示。图中 I 为被测电流， R 为分流器，PA 为电流表头，被测电流由 A 端流入，B 端流出，流经表头和分流器电流的大小由分流器的阻值和表头的内阻的比例决定。表头按比例指示被测电流的大小。为扩大量程，指针式万用表的电流测量电路采取扩量程的方法。电路如图 1-2 (b) 所示。

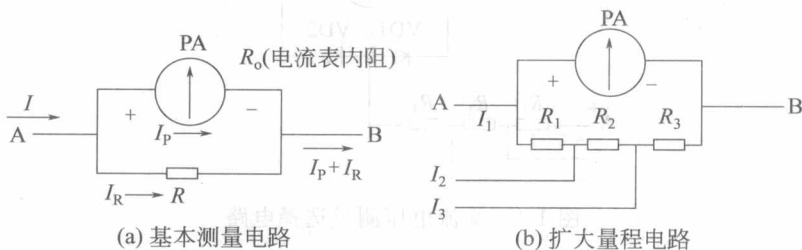


图 1-2 测量直流电流电路

② 直流电压测量选择电路 测量直流电压时，通过选择开关的转换使指针式万用表构成电压表，选择的电路如图 1-3 所示。

被测量加在 A、B 两端，注意电压极性，A 端为正极，B 端为负极。被测电压为分压器压降与表头压降之和，分配比例由表头内阻值和分压器的阻值之比决定。表头按比例指示被测电压的大小。为扩大量程，指针式万用表采用了图 1-3 (b) 的扩量程电路。

③ 交流电压测量选择电路 测量交流电压时，通过选择开关

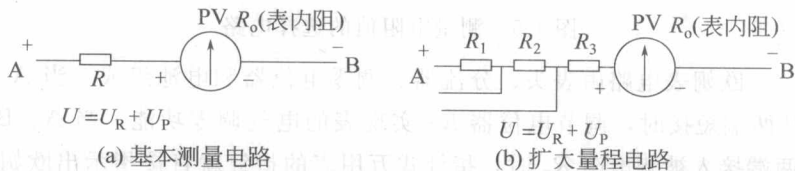


图 1-3 测量直流电压电路

的转换使指针式万用表构成交流电压表,选择的电路如图 1-4 所示。分压器、整流二极管 VD1、VD2 和表头 PA 串联,交流电压正半周时经 VD1 整流后通过表头,VD2 为负半周续流二极管。此测量原理与直流电压相同。

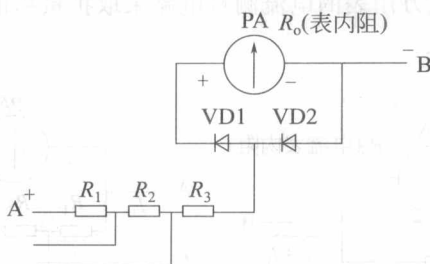


图 1-4 交流电压测量选择电路

④ 测量电阻值的选择电路 测量电阻时,通过选择开关的转换使指针式万用表构成欧姆表,选择的电路如图 1-5 所示。

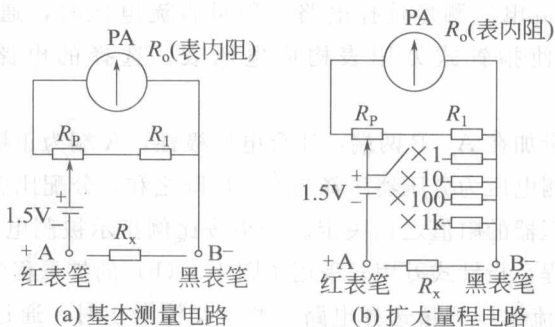


图 1-5 测量电阻值的选择电路

欧姆表电路由表头、分流器、调零电位器和电池组成。当 A、B 两端短接时,调节电位器 R_P 实现表的电气调零功能。当 A、B 两端接入被测电阻 R_x 时,指针式万用表的指针就直接指示出欧姆值。欧姆表电路换挡原理如图 1-5 所示。



提示!

万用表欧姆挡刻度线的特点是，刻度线最右边是 0Ω ，最左边的刻度线为 ∞ ，而且为非线性。

读数方法：表指针所指数值乘以量程挡位，即为被测电阻的阻值。

1.3 指针式万用表的使用方法

1.3.1 指针式万用表使用前的准备

指针式万用表的结构和型式多种多样。表盘、旋钮的分布也各不相同。使用指针式万用表之前，必须熟悉每个转换开关、旋钮、按键、插座和接线柱的作用。了解表盘上每条刻度的特点及其对应的被测电量。这样可以充分发挥指针式万用表的作用，使测量准确可靠，还可以保证指针式万用表在使用中不被损坏。

① 使用指针式万用表测量时，要将其水平放置，指针调零位，如不在零位，应使用一字螺丝刀调整表头下方“机械零位”调整处，将指针调到零位，如图 1-6 所示。

② 正确选择指针式万用表上的测量项目及量程开关，进行电气调零，如图 1-7 所示。

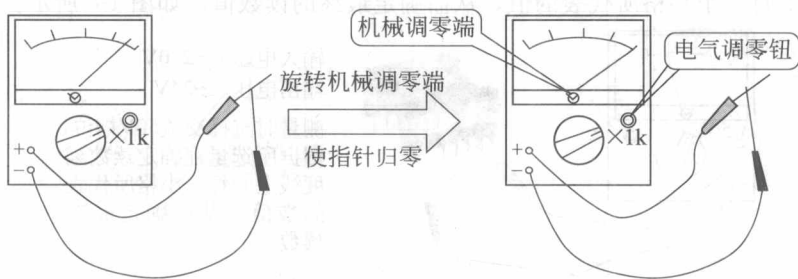


图 1-6 万用表机械零位调整