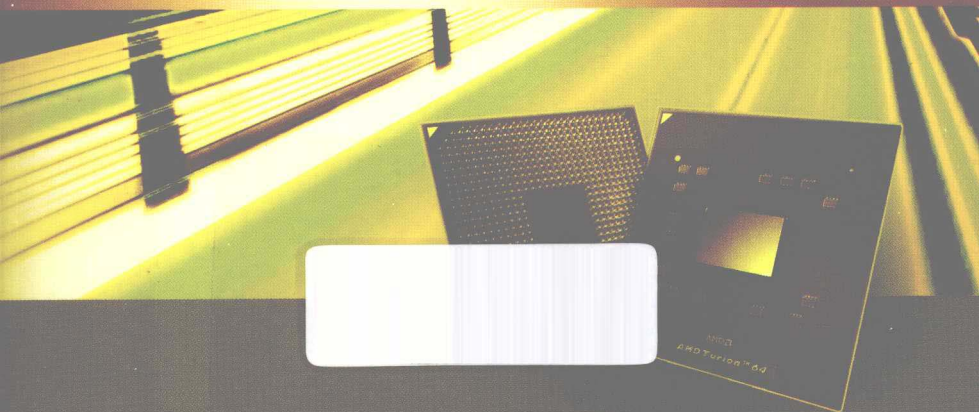




学技能就业直通车系列书

电子元器件与电路检测 快速入门

● 柳 淳 编著



☆图文并茂

结合大量图片讲解，直观具体，内容结合国家职业标准的要求，介绍必备知识，便于读者掌握。

☆轻松易懂

紧紧围绕入门展开，运用通俗的语言，将难以理解的理论知识转化为易懂易操作的技能，使读者轻松掌握、迅速精通。



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



学技能就业直通车系列书

电子元器件与电路检测 快速入门

柳 淳 编著



中国电力出版社

CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书参考国家职业标准《家用电子产品维修工》对初、中级人员的基本要求,结合维修人员的实际需求编写而成。本书主要特点是内容丰富,图文并茂,通俗易懂,新颖实用。在内容选择上把重点放在技能培养上,通过元器件检测操作图片和电路故障实例介绍,帮助读者熟悉和掌握万用表与示波器的使用,常用元器件的检测以及电路故障检测的通用方法与实例。重点讲述了放大电路、振荡电路、电源电路与数字电路的特点与整机电路故障的检测。

本书适合于具有初级电子技术的爱好者、青少年学生、企事业单位电子技术人员、产品维修人员及广大电气工程技术人員阅读,也可供职业院校相关专业学生作为辅助读物。

图书在版编目(CIP)数据

电子元器件与电路检测快速入门/柳淳编著. —北京:中国电力出版社, 2013. 2

(学技能就业直通车系列书)

ISBN 978 - 7 - 5123 - 3984 - 2

I. ①电… II. ①柳… III. ①电子元件-检测②电子器件-检测③电路-检测 IV. ①TN606②TM13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 013956 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2013 年 4 月第一版 2013 年 4 月北京第一次印刷

850 毫米×1168 毫米 32 开本 10.125 印张 255 千字 1 插页

印数 0001—3000 册 定价 23.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究



前言

电子元器件与电子电路是组成电子产品的重要基础。随着社会经济的快速发展,各种电子设备和生活电器已成为人们生产和生活中必不可少的工具。从事家用电子产品维修的人员越来越多,学技能好就业已是广大进城务工人员和职业院校学生的共同愿望。如何检测电子元器件与电路故障是电子产品维修的关键一步,找不到电路的故障点,就根本无从下手进行维修;找不到已损坏的元器件,就无法更换元器件与排除故障。为了帮助广大电子技术爱好者熟悉和掌握电子元器件与电路故障检测的技能,作者参考了国家职业标准《家用电子产品维修工》对初、中级人员的基本要求,结合维修人员的实际需求,编写了本书。

本书的特点是内容丰富,图文并茂,通俗易懂,新颖实用。在内容选择上把重点放在技能培养上,通过元器件检测操作图片和电路故障实例介绍,帮助读者熟悉和掌握万用表与示波器的使用,常用元器件的检测以及电路故障检测的通用方法与实例。重点讲述了放大电路、振荡电路、电源电路与数字电路的特点与整机电路故障的检测。

本书共分8章:第1章 万用表与示波器的使用;第2章 基本元件的检测;第3章 半导体器件的检测;第4章 其他元器件的检测;第5章 电路故障检测基础知识;第6章 模拟电路故障的检测;第7章 数字电路故障的检测;第8章 整机电路故障的检测。全书共收集整理了一百多个电路故障实例,内容涉及彩色电视机、彩色显示器、液晶平板电视机、影碟机、音响功放机、卫星数字电视接收机、有线数字电视机顶盒、洗衣机、电冰箱、空调、MP3播放器、MP4播放器、医疗与厨房电器等20多种电

子电器产品。书中有些电路图是根据实物描绘出来的，图中的文字符号可能与图标不完全相符，请读者注意。

本书在编写过程中，参考了大量的相关书籍以及《电子报》和《家电维修》等杂志的有关内容，在此谨向有关书刊和资料的作者及出版者表示真诚的谢意！

本书适合于具有初级电子技术的爱好者、青少年学生、企事业单位电子技术人员、产品维修人员及广大电气工程技术人員阅读，也可供职业院校相关专业学生作为辅助读物。

由于作者水平有限，加之科学技术日新月异，书中难免存在一些错误和缺点，恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第1章 万用表与示波器的使用	1
1.1 指针式万用表	1
1.1.1 指针式万用表的结构	1
1.1.2 指针式万用表的使用	4
1.2 数字式万用表	14
1.2.1 数字式万用表的结构	15
1.2.2 数字式万用表的使用	18
1.3 示波器	24
1.3.1 示波器的基本组成	24
1.3.2 示波器的使用	28
第2章 基本元件的检测	36
2.1 电阻器与电位器的检测	36
2.1.1 固定电阻器的检测	36
2.1.2 电位器的检测	37
2.2 敏感电阻器的检测	40
2.2.1 热敏电阻器的检测	40
2.2.2 压敏电阻器的检测	40
2.2.3 光敏电阻器的检测	42
2.3 电容器的检测	44
2.3.1 无极性电容器的检测	44
2.3.2 电解电容器的检测	45
2.3.3 可变电容器的检测	47

2.4 电感器与变压器的检测	48
2.4.1 电感器的检测	48
2.4.2 变压器的检测	50
第3章 半导体器件的检测	55
3.1 二极管的检测	55
3.1.1 普通二极管的检测	55
3.1.2 整流桥堆的检测	58
3.1.3 稳压二极管的检测	61
3.1.4 发光二极管的检测	64
3.1.5 光电二极管的检测	67
3.1.6 快恢复二极管的检测	69
3.1.7 肖特基二极管的检测	72
3.1.8 变容二极管的检测	75
3.2 三极管的检测	77
3.2.1 普通三极管的检测	77
3.2.2 光电三极管的检测	84
3.2.3 达林顿三极管的检测	86
3.3 场效应管的检测	88
3.3.1 结型场效应管的检测	88
3.3.2 VMOS 场效应管的检测	93
3.4 晶闸管的检测	98
3.4.1 单向晶闸管的检测	98
3.4.2 双向晶闸管的检测	104
3.5 绝缘栅双极晶体管 (IGBT) 的检测	110
3.5.1 基本结构	110
3.5.2 检测方法	111
第4章 其他元器件的检测	114
4.1 电声器件的检测	114
4.1.1 扬声器的检测	114

4.1.2	耳机与耳塞的检测	116
4.1.3	传声器的检测	118
4.2	压电元件的检测	120
4.2.1	石英晶体谐振器的检测	120
4.2.2	陶瓷滤波器的检测	122
4.2.3	声表面波滤波器的检测	124
4.3	其他器件的检测	125
4.3.1	电磁式继电器的检测	125
4.3.2	光电耦合器的检测	127
4.3.3	LED 数码显示管的检测	130

第 5 章 电路故障检测基础知识..... 134

5.1	电子电路图的识读	134
5.1.1	电路图的组成与形式	134
5.1.2	电路原理图的识读方法	138
5.2	电子电路发生故障的原因与检测实例	141
5.2.1	内部原因	141
5.2.2	外部原因	146
5.2.3	人为原因	148
5.3	电子电路故障检测的方法及应用	151
5.3.1	直观检测法及应用	151
5.3.2	电阻检测法及应用	155
5.3.3	电压检测法及应用	161
5.3.4	电流检测法及应用	165
5.3.5	短路检测法及应用	169
5.3.6	开路检测法及应用	172
5.3.7	加热检测法及应用	175
5.3.8	对比检测法及应用	177
5.3.9	代换检测法及应用	179
5.3.10	干扰检测法及应用.....	181

5.3.11 示波器检测法及应用	185
第6章 模拟电路故障的检测	189
6.1 放大电路故障的检测	189
6.1.1 放大电路的特点	189
6.1.2 小信号放大电路故障的检测	191
6.1.3 功率放大电路故障的检测	194
6.2 振荡电路故障的检测	200
6.2.1 振荡电路的特点	200
6.2.2 LC振荡电路故障的检测	200
6.2.3 石英晶体振荡电路故障的检测	202
6.3 电源电路故障的检测	207
6.3.1 电源电路的特点	207
6.3.2 开关电源电路故障的检测	210
6.3.3 三端稳压集成电路故障的检测	221
第7章 数字电路故障的检测	228
7.1 数字电路的特点	228
7.1.1 概述	228
7.1.2 逻辑门电路的特点	229
7.1.3 译码器的特点	235
7.1.4 触发器的特点	238
7.1.5 寄存器的特点	242
7.1.6 计数器的特点	246
7.2 查找数字电路故障的常用方法及应用	249
7.2.1 逻辑电平检测法及应用	250
7.2.2 清零复位检测法及应用	255
7.2.3 数字集成电路的检测	259
7.2.4 检测数字集成电路通用方法	260
7.2.5 数字集成电路内部电路故障检测	260
7.2.6 数字集成电路外部元器件故障检测	265

7.2.7 外部干扰引发的故障检测	267
第8章 整机电路故障的检测	272
8.1 整机电路故障检测原则与顺序	272
8.1.1 整机电路故障检测的原则	272
8.1.2 整机电路故障检测的一般顺序	274
8.2 整机电路分析与故障检测实例	280
8.2.1 电热水瓶整机电路故障检测	280
8.2.2 电饭锅整机电路故障检测	283
8.2.3 电压力锅整机电路故障检测	285
8.2.4 饮水机整机电路故障检测	287
8.2.5 豆浆机整机电路故障检测	291
8.2.6 抽油烟机整机电路故障检测	295
8.2.7 晶体管调幅收音机整机电路故障检测	298
8.2.8 普通彩色电视机整机电路故障检测	304
参考文献	313

第1章

万用表与示波器的使用



万用表是一种多功能便携式的仪表，其特点是用途广、量程多、使用方便。万用表分指针式和数字式两大类，可用来测量电阻、直流电流、交流电流、直流电压、交流电压，数字万用表还可测量电感、电容等。示波器是一种能将电信号用图形方式显示出来的电子测量仪器。它不仅能观察到电信号的波形，而且能定量地测量电信号的各种参数。例如测量电信号的幅度、周期、相位等。因此，万用表与示波器是从事电子元器件与电路故障检测不可缺少的工具，掌握万用表与示波器的使用也是初学者应具备的一项基本技能。

1.1 指针式万用表

1.1.1 指针式万用表的结构

指针式万用表主要由外壳、磁电式测量机构（简称表头）、测量电路、转换开关、调零电位器、表笔及其插孔（或接线柱）组成。下面以常用的 MF47 型万用表为例，介绍万用表的结构。MF47 型万用表的外形如图 1-1 所示。MF47 型万用表由表头、转换开关、调零电位器、四个表笔插孔、晶体管插孔及机械调零钮组成。

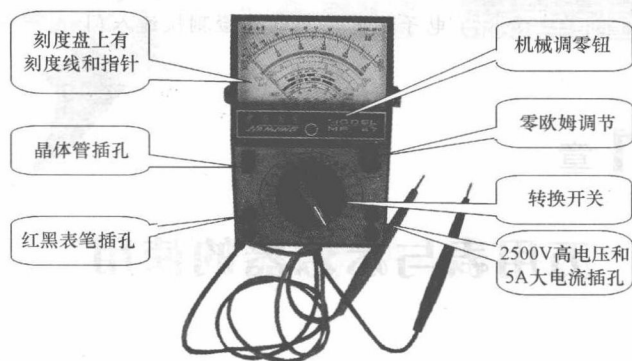


图 1-1 MF47 型万用表的外形

一、表头

表头是指针式万用表的重要组成部分，它实际上是一块高灵敏度磁电式直流微安表。表头的好坏在很大程度上决定了万用电表性能的优劣，表头一般由指针、表盘、磁路系统及偏转系统组成，它的满刻度偏转电流一般只有几微安至几百微安，满刻度偏转电流越小，表头灵敏度也就越高。MF47 型万用表使用的是内阻 $3.6\text{k}\Omega$ 、满度电流为 $50\mu\text{A}$ 的直流表头，而 500 型万用电表使用的是内阻 $1.8\text{k}\Omega$ 、满度电流为 $40\mu\text{A}$ 的直流表头。

由于万用电表的测量项目较多，为了便于指针读数，因而表头的表盘上印有多条刻度线，并附有各种符号、字母加以说明。万用表的功能越多，表盘上的刻度线也越多。正确理解表盘上各种符号、字母的意义及各条刻度线的读法，是正确使用万用电表的关键之一。MF47 型万用表的表盘上共有 8 条刻度线，如图 1-2 所示。从上往下依次是：电阻刻度线、交流 10V 电压专用刻度线、交直流电压和直流电流共用刻度线、电容刻度线、负载电压（稳压）刻度线、晶体管 β 值刻度线、电感刻度线和音频电平刻度线。表盘上还装有反光镜，用以消除测量视差。

由图 1-2 可知，万用表的刻度线有的均匀，有的不均匀。在电压、电流等均匀刻度线上读数时，如果指针停留在两条刻度

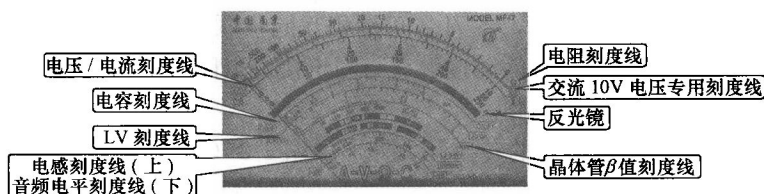


图 1-2 MF47 型万用表的表盘刻度线

线之间的某一位置，则应将两刻度线之间的距离等分后再估读一个数据，一般要精确到十分位。由于电阻挡刻度线的不均匀性，使电阻挡有效测量范围仅局限于基本误差较小的刻度线中央部分。它一般对应于 $1/10 \sim 10$ 倍的欧姆中心值，因此测量电阻时应合理选择量程，使指针尽量靠近中心处（满刻度的 $1/3 \sim 2/3$ ），确保所测阻值准确。

二、测量电路

测量电路的作用是将不同性质和大小的被测电学量转换为表头所能接受的直流电流。为了实现不同测量项目和测量量程（或倍率），在万用表的内部设置了一套测量电路。一般来说，万用表的测量电路是由多量程的直流电流表、多量程直流电压表、多量程整流式交流电压表和多量程欧姆表等测量线路组合而成的。在某些万用表中，还附加有电容、电感、晶体管直流放大倍数和温度测量等测量电路。

测量线路中的元件绝大部分是各种类型和各种数值的电阻元件，如绕线电阻、碳膜电阻、电位器等，此外，在测量交流电压的线路中还有整流元件。

三、转换开关

指针式万用表的转换开关，又称量程选择开关。万用表中各种测量种类及量程的选择是靠转换开关来实现的。转换开关里面有固定接触点和活动接触点，当固定接触点和活动接触点闭合时可以接通电路。转换开关上活动接触点称为“刀”，固定接触点通常称为“掷”。万用表中所用的转换开关往往都是特别的，通



常有多刀和几十个掷，各刀之间是相互同步联动的，旋转“刀”的位置可以使得某些活动接触点与固定接触点闭合，从而相应地接通所需要的测量线路。

MF47 型万用表的转换开关外形如图 1-3 (a) 所示，内部结构如图 1-3 (b) 所示。

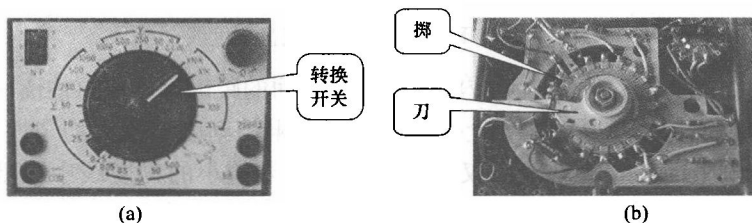


图 1-3 MF47 型万用表的转换开关

(a) 外形；(b) 内部结构

500 型万用电表使用两只转换开关，其中一只用来选择测量项目，另一只用来选择量程，配合使用才能选择测量项目和量程，其外形如图 1-4 (a) 所示，内部结构如图 1-4 (b) 所示。

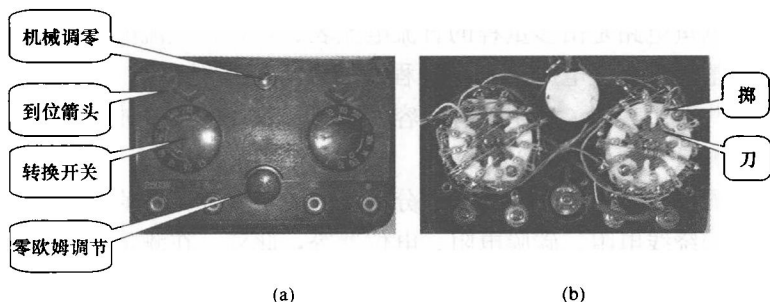


图 1-4 500 型万用表的转换开关

(a) 外形；(b) 内部结构

1.1.2 指针式万用表的使用

一、熟悉每个转换开关、旋钮、插孔和接线柱的作用

(1) 机械调零螺钉。机械调零螺钉是在测试前使用，通过调整机械调零螺钉，使万用表指针指在左侧刻度起始线上。调整的



方法是,当万用表的指针没有指向左侧刻度线的起始位置时,用一字螺丝刀缓慢调节该螺钉,使万用表指针指向左侧刻度线的起始位置即可,如图 1-5 所示。此调零螺钉与表内电池的有无没有任何关系,就是说表内没有装电池时,也可以进行机械调零。经过机械调零后的万用表,如果没有受到强烈振动,则一般无需每次使用时都进行调零。

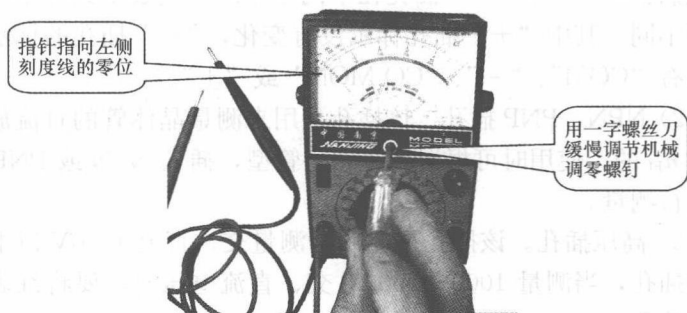


图 1-5 用螺丝刀调节表头上的机械调零螺钉

(2) 零欧姆调节旋钮。零欧姆调节旋钮是在使用电阻挡(欧姆挡)各量程时,用来调零用的。调零的方法是将红、黑表笔短接,然后调整零欧姆调节旋钮,使万用表的指针指向 0Ω 处即可,如图 1-6 所示。要说明的是,在进行电阻调零时必须保证表内所装的电池有一定的电量,否则将无法进行。

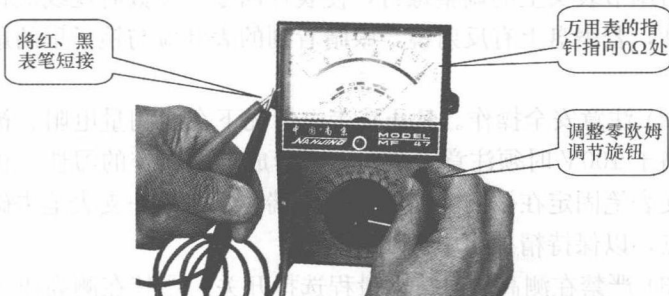


图 1-6 万用表调零



(3) 表上的插孔。MF 47 型万用表的面板有“+”、“-”插孔，NPN、PNP 插孔，高压插孔和大电流插孔。

1) “+”、“-”插孔。其中“+”为红表笔的插孔，当测量电阻、电流、电压时，红表笔都需要插入该孔，但测 1000V 以上的交、直流电压时，应将红表笔插入 2500V 高压插孔。“-”为黑表笔永久性插孔，就是说在测量任何电量时，黑表笔都应插入此插孔。“+”、“-”插孔在不同型号的万用表中其标示方法有所不同。其中“+”插孔标示没有变化，“-”插孔的标示方法还有“COM”、“*”、“CO-MON”或“ $\perp$ ”。

2) NPN、PNP 插孔。该插孔是用来测量晶体管的直流放大系数 h_{FE} 的。使用时可根据晶体管的管型，插入 NPN 或 PNP 插孔进行测量。

3) 高压插孔。该插孔是专用于测量交、直流 1000V 以上电压的插孔，当测量 1000~2500V 交、直流电压时，要将红表笔插入此孔。

4) 大电流插孔。该插孔是专用于测量交、直流 10A 以上电流的插孔，当测量 1~10A 交、直流电流时，要将红表笔插入此孔。

二、注意事项

在使用指针式万用表时应注意以下几点。

(1) 使用时应水平放置。若发现表针不指在机械零点，须用螺丝刀调节表头上的调整螺钉，使表针回零。读数时视线应正对着表针，若表盘上有反射镜，眼睛看到的表针应与镜子里的影子重合。

(2) 注意安全操作。禁止在带电情况下在线测量电阻。被测电压高于 100V 时须注意安全。应当养成单手操作的习惯，预先把一支表笔固定在被测电路的公共地端，拿着另一支表笔去碰触测试点，以保持精神集中。

(3) 严禁在测高压时拨动量程选择开关。严禁在测高压（如 220V）或大电流（5A）时拨动量程选择开关，以免产生电弧，

烧坏转换开关触点。

(4) 注意直流电流正负极性。测量电流时应将万用表串联到被测电路中，测直流电流时应注意正负极性，若表笔接反了，表针会反打，容易碰弯。

(5) 注意直流电压正负极性。测量电压时，应将万用表并联在被测电路的两端。测直流电压时要注意正负极性。如果误用直流电压挡去测交流电压，表针就不动或略微抖动。如果误用交流电压挡去测直流电压，则读数可能偏高一倍，也可能为零（和万用表的接法有关）。选取的电压量程，应尽量使表针偏转到满刻度的 $1/2$ 或 $1/3$ 。

(6) 注意手指勿碰表笔针。测量时注意手指不要碰到表笔的金属探针，以保证测量安全及测量结果准确。测高阻值电阻时，不允许两手分别捏住两支表笔的金属端，以免引入人体电阻（约为几百千欧），使读数减小。

(7) 注意信号波形。不能直接用万用表测量方波、矩形波、锯齿波等非正弦波电压。因为万用表交流挡实际测出的是交流半波整流的平均值，但刻度反映的是交流电压的有效值，并且这仅适用于正弦交流电。若被测电压为非正弦波，其平均值与有效值的关系会改变，因此不能直接读数。

(8) 注意分析误差。万用表测量高频信号电压时，误差很大。由于整流元件的非线性，万用表测 $1V$ 以下的交流电压的误差也会增大。

(9) 在线测量注意并联电阻的影响。测量线路内元件的电阻时，应考虑到与之并联电阻的影响。必要时应焊下被测元件的一端再测。

(10) 测量完毕注意将开关拨到合适位置。测量完毕，将量程选择开关拨到最高电压挡，防止下次开始测量时不慎烧表。有的万用表（如 500 型）设有空挡，用完应将转换开关拨到“.”所指位置，也有的万用表（如 MF47 型）设有“OFF”挡，用完应将转换开关拨到“OFF”所指位置，使表头短路，起到保护