



跟高手全面学会 **电工电子** 技术

轻松掌握 电子元器件

曹振华 主 编
王美西 沈子雄 副主编



识别、检测与应用



一看就懂 一学就会

高手为你答疑解惑

零基础学会电工电子技术

先人一步轻松上岗走上成才路



化学工业出版社



跟高手全面学会 **电工电子** 技术

轻松掌握 电子元器件

曹振华 主 编
王美西 沈子雄 副主编



识别、检测与应用



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书由资深硬件维修培训师精心编写，重点讲解了电子元器件检修常用工具和使用方法、各种元器件的检测和维修方法，详细介绍了电阻器、电容器、电感器、变压器、二极管、三极管、场效应晶体管、晶闸管、继电器类、传感器类、开关、电声器件、石英晶体、集成电路、显示器件、微电机等器件的检测维修技术。为加深读者理解和正确运用检测这些元器件的方法，对于某些电子元器件，给出了典型应用电路实例以及常用的修理或代换方法，帮助读者轻松掌握电子元器件相关知识和检测技能。

本书可供广大电子爱好者、初学者及电子技术人员阅读，也可供相关专业院校师生及再就业培训人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

轻松掌握电子元器件识别、检测与应用/曹振华主编.
北京: 化学工业出版社, 2014. 6
(跟高手全面学会电工电子技术)
ISBN 978-7-122-20356-4

I. ①轻… II. ①曹… III. ①电子元件-识别②电子元件-检测③电子元件-应用 IV. ①TN60

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 071574 号

责任编辑: 刘丽宏
责任校对: 陶燕华

文字编辑: 陈 喆
装帧设计: 刘丽华

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: 化学工业出版社印刷厂
787mm×1092mm 1/16 印张 15¼ 字数 413 千字 2015 年 2 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: 49.00 元

版权所有 违者必究

前言

随着科学技术的日新月异,电工电子技术不断融合,电工、电子技术已成为日常生活和工业、科技不可或缺的一部分,只要涉及用电的地方,就有电工、电子技术存在。同时大量新工艺、新技术的电子电气产品不断涌现,不仅带动了电子电气工业生产、维修等行业的发展,也为社会创造了许多就业机会。

“家有万贯,不如一技在身”。很多人非常想学好电工电子技术,但由于种种原因,常常望而却步。为了让初学者能轻松掌握电工或电子技术,快速上岗,胜任工作,让有技术基础的人员能全面学会电工电子技术,争当技术能手、高手,我们组织电工电子领域有丰富实践经验的技术高手编撰了这套《跟高手全面学会电工电子技术》丛书(以下简称《丛书》)。

《丛书》基础起点低,语言通俗易懂,用图、表说话,分册涵盖了从电工基础识图、高低压电工到电子技术、电气维修等相关实用技术内容,主要包括《轻松掌握家装电工技能》、《轻松掌握汽车维修电工技能》、《轻松掌握维修电工技能》、《轻松掌握高压电工技能》、《轻松掌握低压电工技能》、《轻松掌握电动机维修技能》、《轻松看懂电动机控制电路》、《轻松看懂电子电路图》、《轻松掌握电子元器件识别、检测与应用》、《轻松掌握电梯安装与维修技能》,帮助读者轻松、快速、高效掌握电工电子相关知识和技能。

本书为《轻松掌握电子元器件识别、检测与应用》分册。

电子元件是组成电子线路的核心器件,掌握电子元件的结构、性能及检测应用,是广大电子技术人员的基本功。针对广大电子爱好者、初学者及技术人员学习电子元器件相关知识和技能的需要,我们编写了本书。

本书从实用角度出发,重点讲解了电子元器件检修常用工具和使用方法、各种元器件的检测和维修方法,详细介绍了电阻器、电容器、电感器、变压器、二极管、三极管、场效应晶体管、晶闸管、继电器类、传感器类、开关、电声器件、石英晶体、集成电路、显示器件、微电机等器件的检测维修技术。为加深读者理解和正确运用检测这些元器件的方法,书中首先对元器件的性能参数作了简要介绍;对于某些电子元器件,还给出了典型应用电路实例;对于一些具有可修复性的元器件,还介绍了常用的修理或代换方法。

在编写过程中,笔者充分考虑了初学者的需要,语言通俗,图文并茂,技术内容介绍时都给出了笔者多年总结的经验和技巧。同时,本书注重新器件、新产品、新技术的体现,在介绍相关电子元器件的检测和识别时,提供最新的电子元器件检测和识别方法。相信会对读者有很好的启发作用。

本书由曹振华主编,王美西、沈子雄任副主编,参加本书编写的还有禹雪松、季金、侯江薇、马子敬、吴晶晶、张红芳、陈晔、郭杨杨,全书由张伯虎审核。

由于水平所限,书中不足之处难免,敬请读者批评指正。

编者

目录 <<<—

第一章 电子测量仪器及工具	1
第一节 常用电子测量仪表	1
一、机械式万用表	1
二、数字万用表	6
三、波形显示数字万用表	8
四、数字电容表	10
第二节 常用电子测量仪器	12
一、万用电桥	12
二、半导体管特性测试仪	14
第三节 常用工具	18
一、电烙铁	18
二、吸锡电烙铁与吸锡器	20
三、焊锡丝	21
第二章 电阻器件	23
第一节 电阻器的分类及用途	23
一、电阻器的分类	23
二、电阻器的特点及用途	24
第二节 固定电阻器的检测	25
一、固定电阻器的符号及参数	25
二、固定电阻器的检测	28
第三节 可变电阻器	30
一、可变电阻器的符号及功能	30
二、电位器	30
三、电位器的检测与修理	32
第四节 光敏电阻	33
一、光敏电阻的结构、种类和特性参数	33
二、光敏电阻的检测	34
第五节 压敏电阻	34
一、压敏电阻的类别及作用	34
二、压敏电阻的种类及参数	35

三、压敏电阻的检测与应用·····	37
第六节 湿敏电阻·····	38
一、湿敏电阻的种类及特性·····	38
二、湿敏电阻的检测·····	38
第七节 热敏电阻·····	38
一、热敏电阻的特性分类及用途·····	38
二、正温度系数热敏电阻·····	39
三、负温度系数热敏电阻·····	40
第八节 其他类型电阻器件·····	41
一、保险电阻·····	41
二、排阻·····	42
三、特殊电阻器·····	44
第三章 电容器件 ·····	45
第一节 电容器的结构与分类·····	45
一、电容器的基本结构和特性·····	45
二、电容器的分类、命名及用途·····	46
三、电容器的主要性能参数·····	48
第二节 电容器的检测·····	50
一、固定电容器的检测·····	50
二、可变电容器·····	52
第四章 电感器件 ·····	55
第一节 电感器的特性与命名·····	55
一、电感器的特性与分类·····	55
二、电感线圈的命名及表示法·····	56
三、电感器的主要参数及标注方法·····	57
四、电感线圈的检测与应用·····	58
第二节 变压器器件·····	59
一、变压器的工作原理·····	59
二、电源变压器的命名作用及参数·····	59
三、通用变压器·····	60
四、高中频变压器·····	63
第五章 电声器件与声电器件 ·····	68
第一节 电声器件·····	68
一、扬声器·····	68
二、耳机和耳塞·····	71
三、压电陶瓷片·····	73
第二节 声电器件·····	73
一、驻极体话筒·····	73

二、动圈式话筒	76
第六章 晶体二极管	78
第一节 通用二极管	78
一、晶体二极管的种类	78
二、晶体二极管的结构特性及主要参数	79
三、通用二极管的检测与应用	79
第二节 整流二极管及整流组件	81
一、半桥组件	81
二、全桥组件	82
三、检测肖特基二极管	83
四、检测快恢复、超快恢复二极管	84
五、检测片状二极管	85
六、高压硅堆	85
七、玻封高速开关管	85
第三节 特殊用途二极管	86
一、稳压二极管	86
二、发光二极管	88
三、光电二极管	97
四、保护类二极管	100
五、变容二极管	102
六、高频变阻二极管	103
七、磁敏二极管	104
八、双基极二极管	106
第七章 晶体三极管	109
第一节 三极管的结构与参数	109
一、晶体三极管的结构与种类	109
二、晶体三极管的主要参数	111
第二节 常用三极管的测量与应用	112
一、晶体管的测量	112
二、普通晶体管的检测与应用	115
三、带阻尼三极管及带阻三极管	116
四、光电晶体三极管	117
五、磁敏晶体管	118
六、差分对管	119
七、达林顿管	120
第八章 晶闸管	123
第一节 晶闸管的分类与参数	123
一、晶闸管分类	123
二、单向晶闸管和双向晶闸管常用参数	123

第二节 单向晶闸管检测与应用	125
一、单向晶闸管构造及特性	125
二、单晶闸管的检测	126
第三节 双向晶闸管应用与检测	128
一、双向晶闸管构造及特性	128
二、双向晶闸管的识别与检测	129
第四节 光控晶闸管	131
一、光控晶闸管结构特性	131
二、光控晶闸管检测及应用	131
第五节 四端小功率晶闸管	132
一、四端小功率晶闸管的结构、性能特点	132
二、四端小功率晶闸管的检测应用	132
第六节 可关断晶闸管	134
一、可关断晶闸管的性能特点及参数	134
二、可关断晶闸管的检测应用	135
第七节 BTG 晶闸管	136
一、BTG 晶闸管的结构和性能特点及参数	136
二、BTG 晶闸管的检测应用	137
第九章 光耦合器件	138
第一节 光电开关	138
一、光电开关的种类特点	138
二、光电开关的检测与修理	139
三、光电开关的应用	139
第二节 光耦合器	140
一、光电耦合器的种类与特性	140
二、光耦合器的测试	141
三、光耦合器的代换及应用	141
第十章 场效应晶体管	147
第一节 场效应晶体管的分类与参数	147
一、场效应晶体管分类	147
二、场效应晶体管工作原理	147
三、场效应晶体管的主要参数	149
四、场效应晶体管三种电路	150
第二节 场效应晶体管的检测	150
一、结型场效应晶体管的检测	150
二、双栅极场效应晶体管的检测	151
三、MOS 管测量	152
四、检测 VMOS 场效应晶体管	152
第三节 绝缘栅双极型晶体管及其模块的检测	155
一、绝缘栅双极型晶体管	155
二、绝缘栅双极型晶体管模块	157

三、IGBT 模块选用	159
四、IGBT 的测量方法	161
第十一章 传感器	162
第一节 热释电人体红外传感器	162
一、热释电人体红外传感器的结构与工作原理	162
二、热释电人体红外传感器的应用	164
第二节 气敏传感器	164
一、气敏传感器的结构与特性	164
二、气敏传感器的应用与检测	165
第三节 磁性传感器	167
一、压磁式传感器	167
二、磁电式传感器	168
三、霍尔元件磁电传感器	169
第四节 力敏传感器	172
一、应变式力敏传感器	172
二、压电效应和力敏传感器	173
第五节 超声波与超声波传感器	173
一、结构性能参数	174
二、超声波传感器应用电路	175
第六节 湿敏传感器	175
一、湿敏传感器的种类和性能	176
二、湿敏传感器应用电路	177
第七节 温度传感器	178
一、热电偶	178
二、热敏电阻传感器	180
第八节 光电式传感器	181
一、光敏电阻及光敏管	181
二、光电池	182
第十二章 显示器件	183
第一节 LED 显示器件	183
一、一位 LED 数码管	183
二、多位 LED 数码管	185
三、数码管的应用电路	186
第二节 LED 点阵显示器	187
一、单色 LED 点阵显示器	188
二、彩色 LED 点阵显示器	189
三、矩阵显示应用电路	191
第三节 液晶显示屏的检测	191
一、液晶显示器的特点构造及原理	191
二、LCD 应用电路	193
第四节 真空荧光显示屏	195

一、基本结构	195
二、真空荧光显示屏的工作原理	195
三、检测与应用	196
第十三章 滤波器选频及定时元件	197
第一节 声表面波滤波器	197
一、声表面波滤波器的工作原理	197
二、应用电路及检测	198
第二节 陶瓷滤波器	198
一、分类与特性	198
二、陶瓷滤波器检测与应用	199
第三节 石英谐振器	200
一、分类与特性	200
二、石英晶体的检测	202
第十四章 微电机与电磁铁	205
第一节 微电机	205
一、直流微电机	205
二、永磁同步电机	207
三、罩极式电动机	209
第二节 电磁铁	210
一、电磁铁的结构原理	210
二、电磁铁的检测	212
第三节 电磁阀	213
一、电磁阀结构原理	213
二、电磁阀的检测	215
第十五章 开关与继电器	216
第一节 插接件	216
一、两芯插头座	216
二、印制电路板插座	218
第二节 电磁继电器	219
一、电磁继电器结构及参数	219
二、电磁继电器检测及应用	220
第三节 固态继电器	222
一、固态继电器种类结构及工作原理	222
二、固态继电器的检测应用	224
第四节 干簧管及簧管继电器检测	225
一、干簧管	225
二、簧管继电器	226
第五节 各种小型机械开关元件	227
一、开关的结构与性能要求	227
二、开关的检测	229

第十六章 集成电路	230
一、种类	230
二、引脚分布规律	231
三、集成电路检测与应用	232
参考文献	234

电子测量仪器及工具

第一节 常用电子测量仪表

一、机械式万用表

机械式万用表由表头（磁电式表头）、转换开关、调零电位器、表笔、插座、电流挡、插孔构成。按旋转开关的形式可分为两类：一类为单旋转开关型，如 MF9 型、MF10 型等；另一类为双旋转开关式，常用的为 MF500 型。

1. 单旋转开关型

以 MF50 型万用表为例，MF50 型万用表的外形如图 1-1 所示。

(1) 表头 它采用满刻度为 $40\ \mu\text{A}$ 的磁电式微安表作为表头。表头的内部由很细的漆包线绕制的线圈、上下游丝（类似手表的游丝）及磁铁等组成。当微小的电流通过表头时，由于电磁感应的作用，线圈在磁场的作用下，发生转动并带动指针偏转。指针偏转角度的大小取决于通过表头电流的大小。由于表头线圈的线径比较细，所以允许通过的电流很小，为了能够满足较大量程的需要，通常在万用表内部由电阻等元件组成分流及降压电路来完成对各种物理量的测量。

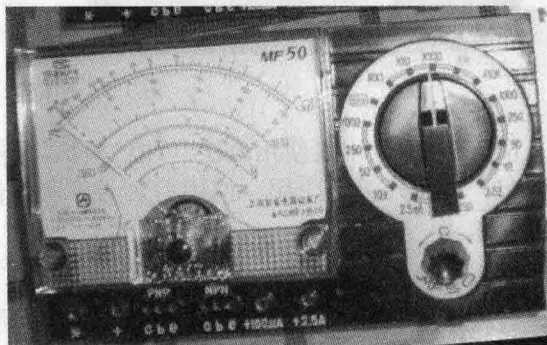


图 1-1 MF50 型万用表外形

(2) 表盘 如图 1-1 所示，由上向下，第一条刻度线为电阻挡的读数，它的右端为“0”，左端为“ ∞ （无穷大）”，且刻度线是不均匀的，读数时应该从右向左读，即表针越靠近左端阻值越大。第二条刻度线是交流电压、直流电压及各直流电流的读数，左端为“0”，右端为最大读数。根据量程转换开关位置的不同，即使表针摆到同一位置时，其所指示的电压、电流的数值也不相同。第三条刻度线是交流电

压读数线，它是为了提高小电压读数的精度而设置的。第四、五条刻度线是测晶体管放大倍数 (h_{FE}) 挡的读数线：第四条为 PNP 型管的读数线，第五条为 NPN 型管的读数线。第六、七条刻度线分别是测量负载电流和负载电压的读数线。第八条线为音频电平 (dB) 的读数线。

(3) 转换开关的读数

- ① 测量电阻 应该将指示标记拨至 $R \times 1 \sim R \times 10k$ 挡位。
- ② 测量交流电压 将指示标记拨至 $10 \sim 1000V$ 挡位。
- ③ 测量直流电压 将指示标记拨至 $2.5 \sim 1000V$ 挡位。
- ④ 测量直流电流 将指示标记拨至 $2.5 \sim 250mA$ 挡位。

如需测量小的电流，应该把“正”（红）表笔插入“+100 μ A”孔内；若测量大的电流，应把“正”（红）表笔插入“+2.5A”孔内，此时“负”（黑）表笔还应插在原来的位置。

⑤ 测量晶体管放大倍数 将指示标记拨至 h_{FE} 挡, 测 PNP 型管时, 读第四条线的数; 测 NPN 型管时, 读第五条线的数。

⑥ 测量负载电流 I 和负载电压 V 使用电阻挡的任何一个挡位均可。

⑦ 测量音频电平 (dB) 应该使用交流电压挡。

2. 双旋转开关型

以 MF500 型万用表为例,其外形如图 1-2 所示。由于 MF500 型万用表具有双调整开关,使用时需要将两个开关配合使用。

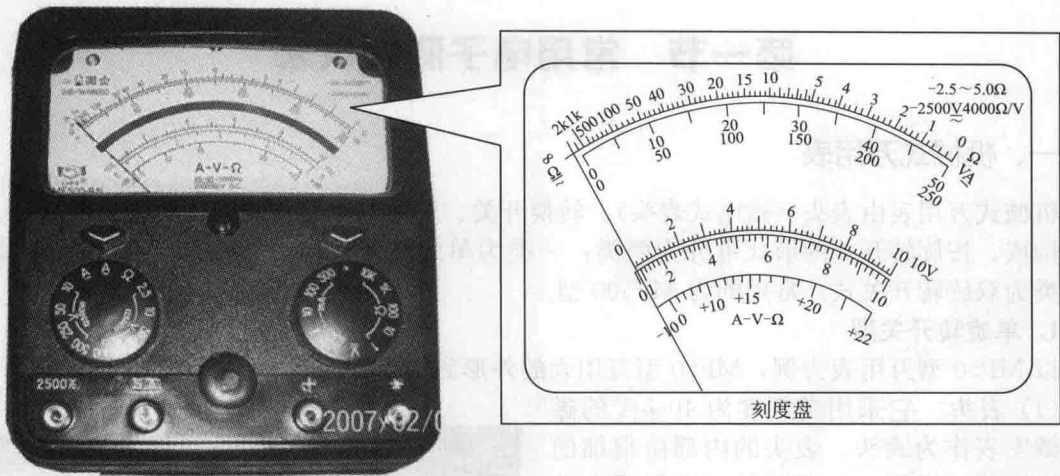


图 1-2 MF500 型万用表的外形

MF500 型万用表使用方法（注：机械调零钮为 S3，左开关为 S2，右开关为 S1）如下。

(1) 转换开关的应用 使用前, 必须调整机械调零开关“S3”, 使指针准确地指示在标度尺的零位上。

(2) 直流电压的测量 将两测试表笔短杆分别插在插口“+”(红笔)和“-”(黑笔)内,转换开关“S1”旋至“ $\frac{V}{-}$ ”位置上,转换开关“S2”旋至所欲测量的直流电压的相应量程位置上,再将测试杆长杆跨接在被测电路的两端,当无法估计被测直流电压的数值时,可将开关旋至最大量程的位置上,然后根据指示的大概数值选择适当的量程,使指针得到最大偏转度。

测量直流电压时，当指针向相反方向偏转时，只需将测试杆的“+”、“-”极互换即可。

(3) 交流电压的测量 将开关“S1”旋至“ $\frac{V}{\sim}$ ”位置上,将“S2”旋转至所欲测量的交流电压值相应的量程上,其具体测量方法与直流电压的测量相似。50V、250V、500V 量程的

指示值见“50V”刻度, 10 V 量程见“10V”专用刻度。

仪表指示系统按正弦波形交流电压的有效值校正, 对被测交流电压的波形失真应在任意瞬时值之间与基本正弦波上相应的瞬时值之间的差别不超过基本波形振幅的 $\pm 2\%$ 。当被测电压为非正弦波时(如测量铁磁饱和稳压器的输出电压时), 仪表的指示值将因波形失真而引起误差。

(4) 直流电流的测量 将开关“S2”旋至 A 位置上, 开关“S1”旋到需要测量直流电流值相应的量程位置上, 然后将测试杆串接在被测电路中, 就可量出被测电路中的直流电流值, 指示值见“—”或“~”刻度。测量过程中仪表与电路的接触应保持良好的, 并应注意切勿将测试杆直接跨接在直流电压的两端, 以防止仪表过负荷而损坏。

(5) 电阻的测量 将开关 S2 旋到 Ω 位置上, 开关 S1 旋到 Ω 量程内。先将两测试杆短路, 使指针向满刻度偏转, 然后调整 Ω 调零钮, 使指针指示在欧姆标度尺 0Ω 位置上, 再将测试杆分开, 进行测量未知电阻的阻值, 指示值见 Ω 刻度。

(6) 交流电流的测量 将开关 S2 旋至 A 位置上, 开关 S1 旋到需要测量 mA 值相应的量程位置上; 然后将测试杆串接在被测电路中, 就可量出被测电路中的交流电流值。读数见 VA 刻度线。

3. 万用表的使用

(1) 使用万用表之前, 应先注意表针是否指在 ∞ (无穷大)的位置, 如果表针不正对此位置, 应用螺钉旋具调整机械调零 S3, 使表针正好处在无穷大的位置。注意: 此螺钉只能调半圈, 否则会将螺钉损坏, 以致无法调整。

(2) 在测量前, 应首先明确测试的物理量, 并将转换开关拨至相应的挡位上, 同时还要考虑好表笔的接法, 然后再进行测试, 避免因误操作而造成万用表的损坏。

(3) 将黑表笔(负)插入“—”或“*”孔内, 红表笔插入“+”孔内。如需测量大电流或高电压, 可以将红表笔插入 5A 或 2500V 插孔。

(4) 测电阻: 在使用电阻挡不同量程之前, 都应先将正负表笔对接, 调整“调零电位器 Ω ”, 让表针正好指在零位, 然后再进行测试, 否则测得的阻值误差太大。注意: 每换一次挡, 都应进行一次调零, 调零完毕, 将表笔接在被测物的两端, 就可以测得其阻值了。

测量完毕后, 电阻值的读法是: 将开关所指的数与表盘上的读数相乘, 就是被测电阻的阻值。例如, 用 $R \times 100$ 挡测量一只电阻, 表针指在“10”的位置, 那么这只电阻的阻值是 $10 \times 100\Omega = 1000\Omega = 1\text{k}\Omega$; 如果表针指在“1”的位置, 其电阻值为 100Ω ; 若指在“100”, 则为 $10\text{k}\Omega$, 以此类推。

(5) 测电压: 用万用表测量电压时, 应将其并联在电路中进行测量, 如需测量交流电压或直流电压, 应该先将转换开关拨至交流挡或直流挡位。测量交流电压时, 表笔可以不分正负极; 但测量直流电压时应注意表笔的极性, 红表笔接电源的正极, 黑表笔接电源的负极, 如果接反, 表笔会向相反的方向摆动(俗称反打)。如果测量前不能估测出被测电路电压的大小, 应用较大的量程去试测, 如果表针摆动很小, 再将转换开关拨到较小量程的位置; 如果表针迅速摆到零位, 应该马上把表笔从电路中移开, 加大量程后再去测量。注意: 测量电压时, 应一边观察表针的摆动情况, 一边用表笔试着进行测量, 以防电压太高把表针打弯或把万用表烧毁。

(6) 测直流电流: 应该临时将电路断开, 将表笔串联在电路中进行测量。红表笔接电路的正极, 黑表笔接电路的负极。测量时应该先用高档位, 如果表针摆动很小, 再换低挡位。如需测量大电流, 应该用扩展挡。注意: 万用表的电流挡是最容易被烧毁的, 在测量时千万注意。

(7) 晶体管放大倍数(h_{FE})的测量: 先把转换开关转到 $R \times 1\text{k}$ 挡, 调好零位(有些万用表专门设置 h_{FE} 挡的调零挡位, 如 MF47 型的 ADJ 挡的调零挡位), 再把转换开关转到 h_{FE} 进行测量。将晶体管的 b、c、e 三个级分别插入万用表上的 b、c、e 三个插孔内, PNP 型晶体管插 PNP 位置, 读第四条刻度线上的数值; NPN 型晶体管插入 NPN 位置, 读第五条刻度线

的数值；均按实数读。

(8) 穿透电流的测量：按照“晶体管放大倍数 (h_{FE}) 的测量”的方法将晶体管插入对应的孔内，但晶体管的“b”极不插入，这时表针将有一个很小的摆动，根据表针摆动的大小来估测“穿透电流”的大小，表针摆动幅度越大，穿透电流越大，否则就越小。

由于万用表 LV、LI 刻度线及 dB 刻度线应用得很少，可以根据各自的万用表说明书使用，在此不再赘述。

4. 万用表使用注意事项

(1) 不能在正负表笔对接时旋转转换开关，以免旋转到 h_{FE} 挡位时，表针迅速摆动，将表针打弯。

(2) 在测量电压、电流时，如果不能断定其大约值，应该选用最大量程的挡位试测，再选择合适的量程去测量。

(3) 不能在通电的状态下测量电阻，否则不仅测量值不准确，而且还容易烧坏万用表。另外，最好断开电阻的一端进行测试，测完后再焊好。

(4) 万用表每次使用完毕，都应该将转换开关调到交流最高挡位，以防止由于第二次使用不注意或外行人乱动烧坏万用表。

(5) 在每次测量之前，应该先看转换开关的挡位。严禁不看挡位就进行测量，这是一个从初学时就应养成的良好习惯。

(6) 万用表最忌受到振动，剧烈振动后会使万用表的灵敏度下降。同时，使用万用表时应远离磁场，以免影响表的性能。

(7) 万用表长期不用时，应该把表内的电池取出，以免腐蚀表内的元器件。

总之，对于万用表要使用得当，倍加爱护，轻拿轻放，以保证万用表完好、准确，用起来才能得心应手。尽管如此，再好的万用表，使用几年后也会由于自然损坏出现很大的误差。关于万用表的其他用途，以及表盘上各种符号的含义，还应在实践中不断积累，逐步掌握。

5. 机械式万用表常见故障的检修

以 MF500 型万用表为例，其电路原理如图 1-3 所示。

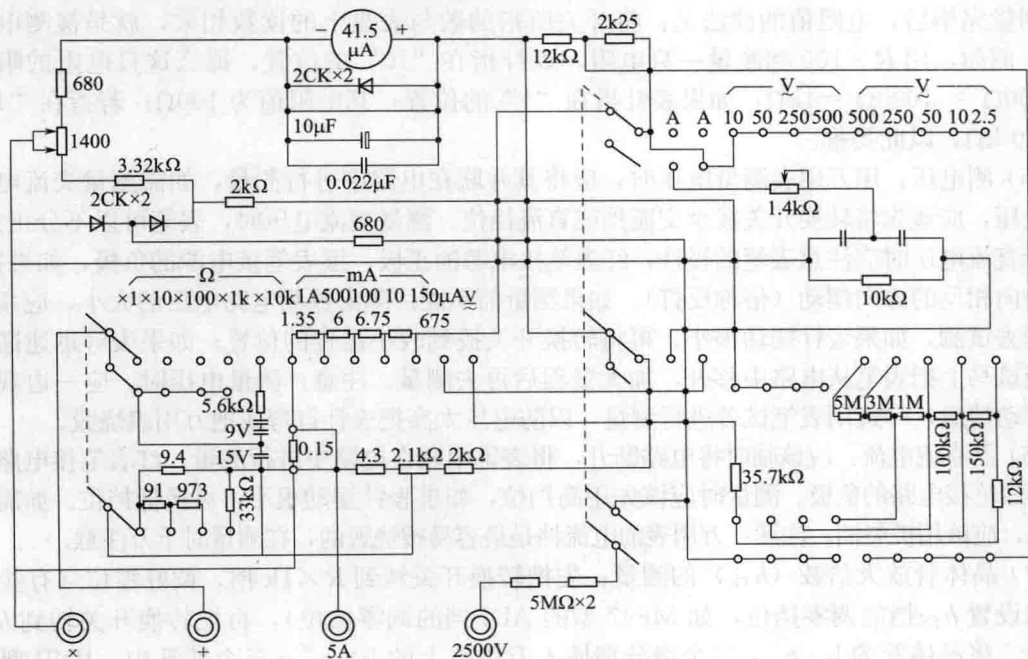


图 1-3 MF500 型万用表电路原理

(1) 磁电式表头故障

① 在不通电摆动表头的情况下, 指针摆幅很大且没有阻尼作用。其原因是可动线圈断路、游丝脱焊或表头支路分流电阻断路而引起的。

② 电路通, 但指示不稳定。其原因是表头接线端松动或可动线圈引出线、游丝、分流电阻等脱焊或接触不良。

③ 零点变化大, 通电检查回程误差大。其原因可能是轴承与轴承配合不妥当, 轴尖磨损比较严重, 致使摩擦误差增加, 游丝严重变形, 游丝太脏而粘圈, 过分受热退火致使游丝弹性疲劳而引起; 另外, 磁间隙中有异物也可能引起该故障。

(2) 直流电流挡故障

① 进行通电试验时指针无偏转, 这种故障的主要原因大致有: 表头回路断路, 使电流等于零; 表头分流电阻短路, 使绝大部分电流流不过表头; 测量端接线脱焊, 使测量电流等于零。

② 部分量程不通, 其余量程误差大。这种故障的主要原因是由于分流电阻断路、短路或变值所引起的。

③ 误差超出允许范围, 其原因是分流电阻阻值变大, 导致正误差; 阻值变小, 导致负误差。

④ 量程难以控制, 指示无规律。其原因是由于量程转换开关位置窜动, 调整位置, 安装正确后即可解决。

(3) 直流电压挡故障

① 指针不偏转, 指示值始终为零。原因大多是附加电阻断线或表笔断线。

② 误差明显超差。其原因是附加电阻的阻值增加引起指示值的正误差, 阻值减小引起指示值的负误差。

③ 正误差超差并随着电压量程变大而变严重。其故障范围是由不同程度的漏电引起的, 例如表内电压电路元件受潮而漏电, 电路元件或其他元件漏电, 印制电路板受污、受潮、击穿、电击碳化等引起漏电。修理时, 刮去烧焦的纤维板, 清除粉尘, 用航空汽油或酒精清洗电路后烘干处理, 必要时也可更换印制电路。

④ 不通电时指针有偏转, 小量程时更为明显。其故障原因是由于受潮和污染严重, 使电压测量电路与内置电池形成漏电回路。一般采用清洗、烘干和改变边线位置的办法解决问题。

(4) 交流电压、电流挡故障

① 置于交流挡时指针不偏转、指示值为零或很小, 原因是整流元件短路或断路, 或引脚脱焊。应对整流元件进行检查, 重焊或更换整流元件。

② 置于交流挡时, 指示值都减少一半。其原因是由整流电路故障引起的, 即当全波整流电路局部失效而变成半波整流电路时, 就会发生上述现象, 只要更换整流元件, 故障即可排除。

③ 置于交流电压挡时, 指示值超差。其原因是由于串联电阻阻值变化超过元件允许误差而引起的。当串联电阻阻值降低、绝缘电阻降低、转换开关漏电时, 将导致指示值偏高。相反, 当串联电阻阻值变大时, 将使指示值偏低而超差, 对于这类故障, 可采用更换元件、烘干和修复转换开关的办法加以排除。

④ 置于交流电流挡时, 指示值超差, 其原因是分流电阻阻值变化或电流互感器发生匝间短路, 可以更换元器件或调整修复元器件加以排除。

⑤ 置于交流挡时, 出现指针抖动现象。产生此种故障的原因往往是由于表头的轴尖配合太松, 修理时指针安装不紧, 转动部分质量改变等, 由于其固有频率刚好与外加交流电频率相同, 从而引起共振。尤其是当电路中的旁路电容变质失效而无滤波作用时更为明显。排除故障的办法是修复表头或更换旁路电容。

(5) 电阻挡故障

① 指针不偏转, 电阻指示值总是无穷大。故障原因大多是由于表笔断线, 转换开关接触

不良, 电池电极与引出簧片之间接触不良, 电池日久失效已无电压, 以及调零电位器断路。找到具体原因之后作针对性的修复, 或更换内置电池, 故障即可排除。

② 在 $R \times 1$ 挡两表笔短接之后, 调节调零电位器不能使指针偏转到零位。出现这类故障的原因, 多是由于万用表内置电池电压不足, 或电极触簧受电池漏液腐蚀生锈产生接触不良。此类故障在仪表长期不更换电池情况下出现最多。如果电池电压正常, 接触良好, 调节调零电位器指针偏转不稳定, 无法调到欧姆零位, 大多是调零电位器损坏。

③ 在 $R \times 1$ 挡可以调零, 但在其他量程挡调不到零, 或只是 $R \times 10k$ 、 $R \times 100k$ 挡调不到零。出现故障的原因是由于分流电阻阻值变小, 或者高阻量程的内置电池电压不足。更换电阻元件或叠层电池, 故障就可排除。

④ 在 $R \times 1$ 、 $R \times 10$ 、 $R \times 100$ 挡测量误差大。在 $R \times 100$ 挡调零不顺利, 即使调到零, 但经几次测量后, 零位调节又变为不正常, 出现这种故障, 是由于量程转换开关触点上黑色污垢, 使接触电阻增加且不稳定, 通过清理各挡开关触点直至露出银白色为止, 保证其接触良好, 故障即可排除。

⑤ 表笔短路, 表头指示不稳定。故障原因多是由于线路中有假焊点, 电池接触不良或表笔引线内部断线, 修复时应从最容易排除的故障做起, 即先保证电池接触良好, 表笔正常, 如果表头指示仍然不稳定, 就需要寻找线路中假焊点加以修复。

⑥ 在某一量程挡测量电阻时严重失准, 而其余各挡正常。这种故障往往是由于量程开关所指的表箱内对应电阻已经烧毁或断线所致。

6. 机械式万用表的选用

万用表按灵敏度可分为高、中、低挡, 按体积可分为大、中、小三种, 按精度可分为精密、普通两级。一般来说, 精密、高灵敏度、功能多、大体积的万用表质量好、价格贵。万用表的型号有很多, 而不同型号之间功能也存在差异。一般情况下, 指针式万用表都具有以下基本量程: $\times 1$ 、 $\times 10$ 、 $\times 100$ 、 $\times 1k$ 、 $\times 10k$ 电阻挡, $0V$ 、 $2.5V$ 、 $10V$ 、 $50V$ 、 $250V$ 、 $500V$ 直流电压挡, $0V$ 、 $10V$ 、 $50V$ 、 $250V$ 、 $500V$ 交流电压挡, $0A$ 、 $50\mu A$ 、 $1mA$ 、 $10mA$ 、 $100mA$ 、 $500mA$ 直流电流挡, 而数字式万用表量程更大、更多。因此在选购万用表的时候, 通常要注意以下几个方面。

(1) 用于检修无线电等弱电子设备时。在选用万用表时一定要注意以下三个方面。

① 万用表的灵敏度不能低于 $20k\Omega/V$, 否则在测试直流电压时, 万用表对电路的影响太大, 而且测试数据也不准。

② 需要上门修理时, 应选外形稍小一些的万用表, 如 MF50 型万用表。如果不上门修理, 可选择 MF500 型万用表。

③ 检测频率特性 (俗称是否抗峰值)。方法是用直流电压挡测高频电路 (如彩色电视机的行输出电路电压) 看是否显示标称值, 如是则频率特性高; 如指示值偏高则频率特性差 (不抗峰值)。则此表不能用于高频电路的检测。

(2) 检修电力设备时, 例如检修电动机、空调、冰箱等。选用的万用表一定要有交流电流测试挡。

(3) 检查表头的阻尼平衡。先进型机械调零, 将表在水平、垂直方向来回晃动, 指针不应该有明显的摆动; 将表水平旋转和竖直放置时, 表针偏转不应该超过一小格; 将表针旋转 360° 时, 指针应该始终在零附近均匀摆动。如果达到了上述要求, 就说明表头在平衡和阻尼方面达到了标准。

二、数字万用表

数字万用表是一种数字化的新型测量工具, 输入阻抗高、测量精确、量程宽、读数显示准确直观。数字万用表可以测量交、直流电压、电流、电阻等, 有的还能测量电容、电感、