

韩雪涛 韩广兴 吴 瑛 等编著



电子技术与技能实训丛书



电子仪表应用 技术与技能实训 (修订版)



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

电子技术与技能实训丛书

电子仪表应用技术与技能实训

(修订版)

韩雪涛 韩广兴 吴 瑛 等编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书结合国家职业技能鉴定的考核标准和社会就业的实际需求,在对原版图书修订中,将整体构架和内容设置进行全新的编排。注重知识性、系统性、操作性的结合,讲解电子仪表的结构、特点、功能和使用方法。将电子仪表应用技能划分成9个模块,具体掌握的内容依次为万用表、钳形表、兆欧表、示波器、信号发生器、频率计数器、场强仪、频谱分析仪及毫伏表/微伏表的功能特点与应用技能实训。

本书充分发挥图解特色,对电子仪表应用中的各项技能通过示意图与实物照片的形式展现操作过程和操作细节;对于知识内容,则以实用、够用为原则,依托案例展开教学,力求让读者在最短时间内掌握电子仪表应用技术的各项知识和技能。为了检验学习效果,每章均附有习题与参考答案。

本书参照《高等职业教育电子信息类专业“双证课程”培养方案》内容的要求编写而成,适合从事电子产品生产、组装、调试、维修和电气线路安装与维修的技术人员及业余爱好者阅读;也可作为职业技术学院的专业教材及电子、电工行业培训教材,供广大师生使用。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

电子仪表应用技术与技能实训 / 韩雪涛等编著. —修订本. —北京: 电子工业出版社, 2012.4
(电子技术 with 技能实训丛书)

ISBN 978-7-121-16560-3

I. ①电… II. ①韩… III. ①电工仪表—技术培训—教材 IV. ①TM93

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 049208 号

策划编辑: 谭佩香

责任编辑: 鄂卫华

印 刷: 中国电影出版社印刷厂

装 订: 中国电影出版社印刷厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 17 字数: 414 千字

印 次: 2012 年 4 月第 1 次印刷

定 价: 38.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

出版说明

发展职业教育是经济社会发展的重要基础和教育工作的战略重点。国务院关于大力发展职业教育的决定中明确指出,为适应全面建设小康社会对高素质劳动者和技能型人才的迫切要求,促进社会主义和谐社会建设,必须以就业为导向,改革与发展职业教育。职业教育要为我国走新型工业化道路,调整经济结构和转变增长方式服务。因此职业教育要以服务社会主义现代化建设为宗旨,要与市场需求和劳动就业紧密结合,要校企合作,建立有中国特色的现代职业教育体系,实施国家技能型人才培养培训工程。

为进一步深化职业教育教学的改革,各类职业学校根据市场和社会需求,在不断更新教学内容,改进教学方法,各家科技出版社也正在为推进现代科学技术在教学中的应用做好教材服务工作。

电子工业出版社一贯重视职业教育工作。在认真学习领会国家相关政策,研究职业教育规律和特点的基础上,组织相关院校和企业共同研发,成功出版了大量职业教育方面的书籍,并取得了很好的社会效益和经济效益。在全国职业教育工作会议隆重召开以后,我社为更好地适应职业教育教学改革的需要,深入职业学校进行了认真调研,组织长期从事电子技术行业工作的专家和在教育第一线的有丰富经验的教师共同编写《电子技术技能实训教程丛书》。我社推出的本丛书是以构建职业标准指导下的能力本位为主导,以提高学生科技素养为宗旨,以就业为导向,指导学生进行专业实践能力的训练,提高学生的技术运用能力和岗位工作能力。

《电子技术技能实训教程丛书》的编写主要遵循了以下原则:

(1) 教学内容充分体现职业性,即本职业生产岗位必备的知识和技能,充分满足本行业生产一线的需求。

(2) 建立职业院校的课程与国家行业标准之间的紧密联系,从职教课程中能清晰地看到国家行业的职业标准要求,形成一种新的职业能力培养的系统化课程。

(3) 行业标准指导下的先进性原则。克服专业教学存在的内容陈旧和不适应产业发展需求的弊端,突出本专业领域的新知识、新技术、新流程、新方法,理论和实践一体化,使之符合职业能力的发展规律,培养学生的学习能力、工作能力、创新思维的能力。

为突出本丛书实用性强的特点,从内容的安排上,以理论指导实践,重点突出技能训练,不仅结合各章内容安排了实训,而且有的书还在全书的最后安排了综合实训项目,使读者将电子专业知识和电子技术灵活运用于实践,在实践中加深理解和积累知识,并在知识和技能不断积累的基础上进行有创造性的实践,从而更有利于技能型人才的培养,更好地提高读者的就业能力、工作能力、职业转换能力和创业能力。

今年修订的电子技术技能实训丛书主要包括:《电子技术基础与技能实训(修订版)》,《电子产品制作技术与技能实训(修订版)》,《电子产品装配技术与技能实训(修订版)》,《电子仪表应用技术与技能实训(修订版)》,《传感技术基础与技能实训(修订版)》,《Protel DXP 2004 SP2 应用技术与技能实训(修订版)》。以后将根据职业学校教材的需求不断拓展新的选题。

我们期盼本丛书能成为通俗易懂的、专业性强和实用性强的、学得会和用得巧的职教选用教材和广大读者的自学教程。

電子工業出版社

前 言

随着电子信息技术的飞速发展，无论是电子产品的生产能力，还是电子产品的社会保有量、生产量，我国都已经跃居到世界的首位。如此强大的生产能力和产品数量，为我国电子产品的生产、调试、销售、维修提供了广阔的市场空间和就业机会。而在这些就业岗位中，电子仪表应用技术毋庸置疑地成为必备的基础技能。

无论是在电子产品的生产线上，还是在电子产品的调试车间及售后维修部门，以及在电气线路的安装与维修岗位，随处可见各种各样电子仪表的广泛应用，这些电子仪表种类多样，功能各异，在生产、调试、检测方面发挥着各自的功能，确保电子产品生产、销售、维修和电气线路的安装与维修产业链中顺利运行。

为适应市场需求，我们对电子仪表进行了细致地归纳和整理，特于 2006 年组织编写了《电子仪表应用技术与技能实训教程》一书，图书参照高等职业教育电子信息类专业《双证课程培养方案》的内容要求，按照原信息产业部颁布的电子、电工的行业标准，对电子仪表所应具备的基础知识和技能进行了系统的讲解，目标是培养岗位所需的技能型人才。

经过近 6 年的市场考验，《电子仪表应用技术与技能实训教程》已经得到了社会的认可和广大读者的好评，被众多职业学校和企业培训机构选作教材，许多读者来信来电，在表达对图书内容充分肯定的同时也提出了很多好的建议。近 6 年来，电子、电工行业发生了很大变化，新产品、新技术、新器件、新工艺的不断涌现，使电子仪表的功能和种类都有了一定的扩展，有的电子仪表随着相对应的生产工艺的消退也逐渐淡出市场，或被功能更加强大的电子仪表所取代。为使图书能够紧贴社会的发展需求，使书中的知识和技能能够真正符合社会岗位的需求，我们重新对该书进行了修订。为扩大读者群，将书名改为《电子仪表应用技术与技能实训（修订版）》。

修订后的图书在表达方式上，沿袭了原图书的风格，以真实的现场操作实例为主线，通过“图解演示”的方式将各种电子仪表的功能、特点、使用方法以及应用实例全方位地展示，对于理论知识的讲解以实用、够用为原则。

在表现形式上，充分发挥“图解”的特色，通过二维效果图、三维仿真图、原理示意图、结构组成图以及数码照片等多种形式向读者直观、形象、生动地演示并讲解各种常用电子仪表的使用方法和应用技能。

为确保图书的知识内容能够直接指导就业，在图书内容的选取上从实际岗位需求的角度出发，将国家职业技能鉴定的考核认证标准融入到图书的各个知识点和技能实训中，所有的知识技能在满足实际工作需要的同时也完全符合国家职业技能相关专业的考核规范。

读者通过学习不仅可以掌握检修的各项知识技能，同时也可以申报相应的国家职业资格认证的认证。争取获得国家统一的专业资格证书。使得人生的职业规划和行业定位更加准确。真正实现知识技能与人生职业规划的巧妙融合。

为了使本书能够成为技能培训与国家职业技能考核辅导完美结合的典范，本书特聘全

国电子行业资深专家韩广兴教授担任顾问，由数码维修工程师鉴定指导中心组织编写。编写人员均由资深行业专家、一线教师和高级维修技师组成。图书所有内容以国家职业资格认证标准作为依据，充分以市场需求和社会就业需求为导向。

本书由韩雪涛、韩广兴、吴琰等编著，参加编写的人员还有张丽梅、王自刚、马楠、宋永欣、张雯乐、梁明、宋明芳、张鸿玉、吴玮、韩雪冬、吴惠英、高瑞征等。

为更好地满足读者需求，达到最佳的学习效果，数码维修工程师鉴定指导中心还提供了网络远程教学 and 多媒体视频自学两种培训途径，读者可以直接登录数码维修工程师官方网站进行培训或定制购买配套的 VCD 系列教学光盘进行自学（本书不含光盘，如有需要请读者按以下地址联系购买）。

网站提供有最新的行业信息，存有大量的视频教学资源、图纸等学习资料。读者可随时了解最新的行业资讯，知晓电子电气领域的业界动态，实现远程在线视频学习，下载需要的图纸、技术手册等学习资料。此外，读者还可通过网站的技术交流平台进行技术的交流与咨询。

读者如果在学习或国家专业技术资格认证方面有什么问题，也可通过网络或电话与我们联系。

数码维修工程师鉴定指导中心

网址：<http://www.chinadse.org>

联系电话：022-83718162/83715667/13114807267

E-MAIL:chinadse@163.com

地址：天津市南开区榕苑路 4 号天发科技园 8-1-401

邮编：300384

图书联系方式：tan_peixiang@phei.com.cn

编著者

2012 年 3 月

目 录

第 1 章 万用表的功能特点与技能实训	1
1.1 万用表的种类和功能特点	1
1.1.1 万用表的种类特点	1
1.1.2 万用表的功能特点	3
1.2 万用表的结构与键钮功能	8
1.2.1 指针式万用表的结构与键钮功能	8
1.2.2 数字式万用表的结构与键钮功能	12
1.3 万用表的使用	16
1.3.1 指针式万用表的使用	16
1.3.2 数字式万用表的使用	23
1.4 万用表的应用实训	32
1.4.1 指针式万用表的应用实训案例	32
1.4.2 数字式万用表的应用实训案例	36
本章小结	39
习题 1	39
第 2 章 钳形表的功能特点与技能实训	41
2.1 钳形表的种类和功能特点	41
2.1.1 钳形表的种类特点	41
2.1.2 钳形表的功能特点	43
2.2 钳形表的结构与使用	45
2.2.1 钳形表的结构与键钮分布	45
2.2.2 钳形表的使用	49
2.3 钳形表的应用实训	53
2.3.1 钳形表的应用实训案例 1	53
2.3.2 钳形表的应用实训案例 2	54
本章小结	55
习题 2	55

第 3 章 兆欧表的功能特点与技能实训	57
3.1 兆欧表的种类和功能特点	57
3.1.1 兆欧表的种类特点	57
3.1.2 兆欧表的功能特点	58
3.2 兆欧表的结构与使用	61
3.2.1 兆欧表的结构与按钮分布	61
3.2.2 兆欧表的使用	66
3.3 兆欧表的应用实训	68
3.3.1 兆欧表的应用实训案例 1	68
3.3.2 兆欧表的应用实训案例 2	70
本章小结	71
习题 3	71
第 4 章 示波器的功能特点与技能实训	73
4.1 示波器的种类和功能特点	73
4.1.1 示波器的种类特点	73
4.1.2 模拟示波器的基本功能和工作原理	79
4.1.3 数字示波器的基本功能和工作原理	85
4.2 模拟示波器的结构与使用	102
4.2.1 模拟示波器的结构与按钮分布	102
4.2.2 模拟示波器的使用	111
4.3 数字示波器的结构与使用	120
4.3.1 数字示波器的结构与按钮分布	120
4.3.2 数字示波器的使用	127
4.4 示波器的应用实训	138
4.4.1 示波器的应用实训案例 1	138
4.4.2 示波器的应用实训案例 2	140
本章小结	145
习题 4	145
第 5 章 信号发生器的功能特点和技能实训	147
5.1 信号发生器的种类和功能特点	147
5.1.1 信号发生器的种类特点	147
5.1.2 信号发生器的功能特点	148
5.2 信号发生器的结构与使用	153

5.2.1	信号发生器的结构与键钮分布	153
5.2.2	信号发生器的使用	161
5.3	信号发生器的应用实训	167
5.3.1	信号发生器的应用实训案例 1	167
5.3.2	信号发生器的应用实训案例 2	168
5.3.3	信号发生器的应用实训案例 3	169
5.3.4	信号发生器的应用实训案例 4	170
本章小结		174
习题 5		174
第 6 章	频率计数器的功能特点与技能实训	175
6.1	频率计数器的种类和功能特点	175
6.1.1	频率计数器的种类特点	175
6.1.2	频率计数器的功能特点	178
6.2	频率计数器的结构与使用	183
6.2.1	频率计数器的结构与键钮分布	183
6.2.2	频率计数器的使用	185
6.3	频率计数器的应用实例	190
6.3.1	频率计数器的应用实训案例 1	190
6.3.2	频率计数器的应用实训案例 2	194
本章小结		198
习题 6		198
第 7 章	场强仪的功能特点与技能实训	199
7.1	场强仪的种类和功能特点	199
7.1.1	场强仪的种类特点	199
7.1.2	场强仪的功能特点	201
7.2	场强仪的结构与使用	203
7.2.1	场强仪的结构与键钮分布	203
7.2.2	场强仪的使用	212
7.3	场强仪的应用实训	218
7.3.1	场强仪的应用实训案例 1	218
7.3.2	场强仪的应用实训案例 2	222
本章小结		223
习题 7		223

第 8 章 频谱分析仪的功能特点与技能实训 225

8.1 频谱分析仪的种类和功能特点 225

8.1.1 频谱分析仪的种类特点 225

8.1.2 频谱分析仪的功能特点 226

8.2 频谱分析仪的结构与使用 227

8.2.1 频谱分析仪的结构与键钮分布 227

8.2.2 频谱分析仪的使用 231

8.3 频谱分析仪的应用实训 238

8.3.1 频谱分析仪的应用实训案例 1 238

8.3.2 频谱分析仪的应用实训案例 2 238

本章小结 239

习题 8 240

第 9 章 毫伏表/微伏表的功能特点与技能实训 241

9.1 毫伏表/微伏表的种类和功能特点 241

9.1.1 毫伏表/微伏表的种类特点 241

9.1.2 毫伏表/微伏表的功能特点 242

9.2 毫伏表/微伏表的结构与使用 243

9.2.1 毫伏表/微伏表的结构与键钮分布 243

9.2.2 毫伏表/微伏表的使用 248

9.3 毫伏表/微伏表的应用实训 251

9.3.1 毫伏表的应用实训案例 251

9.3.2 微伏表的应用实训案例 254

本章小结 255

习题 9 255

附录 A 习题答案 257

习题 1 答案 257

习题 2 答案 257

习题 3 答案 258

习题 4 答案 259

习题 5 答案 259

习题 6 答案 260

习题 7 答案 260

习题 8 答案 261

习题 9 答案 261

第 1 章 万用表的功能特点与技能实训

1.1 万用表的种类和功能特点

万用表是一种多功能、多量程的便携式检测工具，一般的万用表具备直流电流、交流电流、直流电压、交流电压和电阻值等检测挡位，还有一些万用表的功能更强大，可以测量三极管的放大倍数、信号频率、电感器和电容器的值及放大器的放大值（分贝值：dB）等。

1.1.1 万用表的种类特点

通常万用表可以根据显示的方式不同，可分为指针式万用表和数字式万用表。

1. 指针式万用表

指针式万用表根据旋钮个数的不同可以分为单旋钮式指针万用表和多旋钮式指针式万用表两种，如图 1-1 所示。单旋钮式指针式万用表是由一个单独旋钮选择测试项目和测试挡位的，旋钮式指针式万用表通常是有两个选择旋钮的指针式万用表，一个调节旋钮可以用于调节挡位，另一个调节旋钮可以用于调节功能。

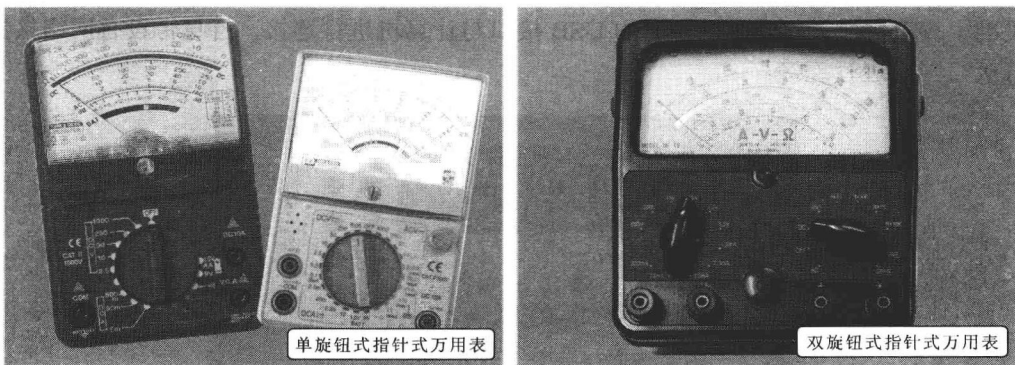


图 1-1 指针式万用表

2. 数字式万用表

根据数字式万用表的用途进行分类，可以分为普通数字式万用表、智能数字式万用表、双显示及多重显示数字式万用表。

(1) 普通数字式万用表

普通数字式万用表是通过数字直接显示测量的数值，它的准确度较高，功能较全，如图 1-2 所示为普通数字式万用表的实物外形，并且在测量中可以进行随意的移动，可以通过记忆或锁定功能锁定数字式万用表的读数。



图 1-2 普通式数字式万用表

值得注意的是数字式万用表也可以通过显示的位数及检测的功能判断该数字式万用表的性能。低档数字式万用表属于 $3\frac{1}{2}$ 位万用表，其功能简单、数码显示位数较少；中档数字式万用表 $4\frac{1}{2}$ 万用表，而功能较多的数字式万用表可以用于测量的挡位较多。

(2) 智能数字式万用表

智能数字式万用表是指内部带有单片机的高档智能数字式万用表，该类数字式万用表内部通常设有 8~16 位单片机，如图 1-3 所示为智能数字式万用表。它具有数据处理、自动校准、故障自检、可以通过背面的 USB 接口与计算机进行连接，自身带设有网络接口可以直接与网络进行连接。

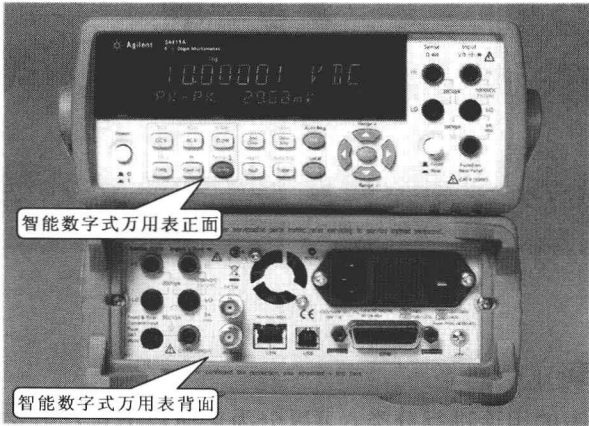


图 1-3 智能数字式万用表

(3) 双显示及多显示数字式万用表

双显示数字式万用表在原有普通数字式万用表的数字直接显示的模式上又添加了波形显示功能，它可以迅速反应被测量的变化过程及变化趋势等；多显示数字式万用表可以同时显示多组数据，它是在双显式数字式万用表的基础上发展而成的，能够同时显示三组或

三组以上的数值，例如最大值、最小值、平均值等，图 1-4 所示为双显示及多显示数字式万用表的实物外形。



图 1-4 双显示及多显示式数字式万用表

1.1.2 万用表的功能特点

1. 指针式万用表的功能特点

指针式万用表其表头是利用一只灵敏的磁电式直流电流表（微安表）做表头，当微小电流通过表头时，就会有电流指示。此外在万用表中还设有分流器（用以扩大电流的测量范围），倍率器（用以扩大电压的测量范围），整流器（将交流变成直流），电池（为测量电阻值时提供电源），功能开关等部分，如图 1-5 所示为指针式万用表的结构示意图。

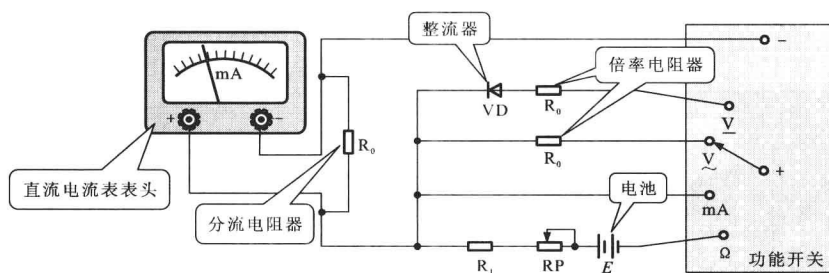


图 1-5 指针式万用表内部结构图

指针式万用表是维修电子产品或电气设备不可缺少的一种仪表，图 1-6 所示为检测彩色电视机的环境图，当彩色电视机出现故障时，作为维修人员，可以通过指针式万用表来检测各关键部位的电压和电流，以及关键元器件的电阻值等参数，通过对检测数值的比较，便可以找出故障部位和确定故障元器件。

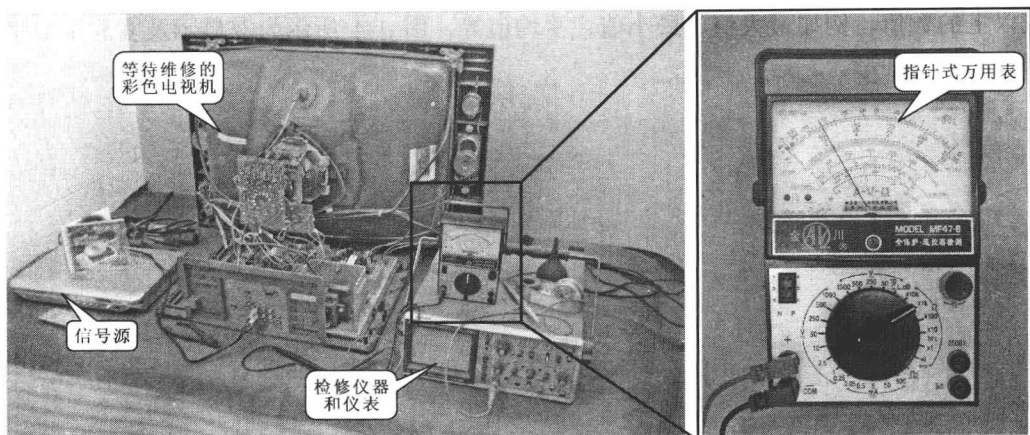


图 1-6 检测彩色电视机的环境

指针式万用表也可用于电子产品或电气设备电路的生产调试方面，使用万用表来观察电阻值或电压值的变化过程，以便判别输出电压能够符合要求。一个小型的串联型稳压电路，通过对电位器 R_2 的调整，便可以改变输出端电压值的大小。如图 1-7 所示为指针式万用表的测量应用。

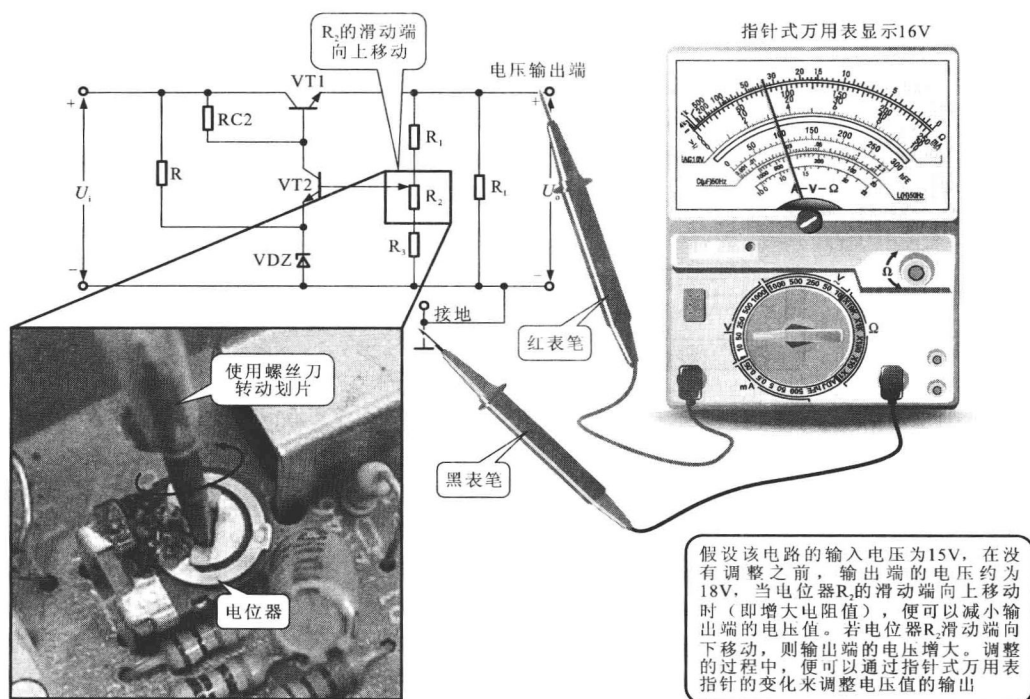


图 1-7 指针式万用表的测量应用

测量电解电容器的充放电过程用指针式万用表比较直观，可以从指针的偏摆过程和偏摆角度判别电解电容器的性能。

2. 数字式万用表的功能特点

数字式万用表的电路原理方框图如图 1-8 所示,从图可见从被测输入端直到整流输出端,数字式万用表与模拟式万用表的结构和功能相同。其区别是数字式万用表就是将测量的结果进行数字化,使用 A/D 转换器将测量值变成数字值,通过计数显示驱动电路,将测量结果以数字的形式由液晶显示屏显示出来。数字式万用表也可以用指针和表盘方式指示测量结果,测量结果转换成直流电流 ($0\sim 50\ \mu\text{A}$)。

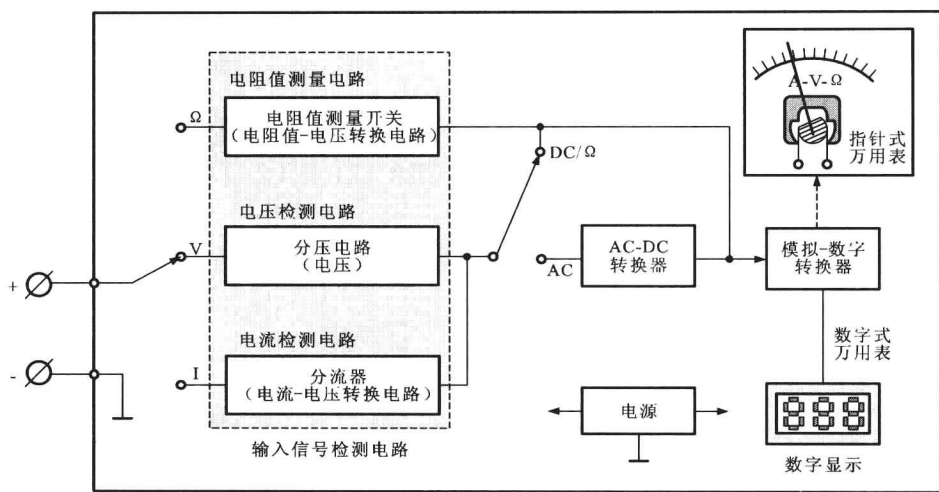


图 1-8 数字式万用表的电路原理方框图

如图 1-9 所示为典型的数字式万用表内部的电路图。从图可见,数字式万用表的输入测量电路和功能开关,以及量程切换等部分与模拟万用表基本相同,主要是它采用了数字处理和数码显示驱动集成电路 TCL7136,这个集成电路是一个大规模集成电路,被测量的电流、电压、电阻值、电容等模拟量送入集成电路后变成数字信号进行处理和运算,测量的结果再用数字的形式显示在液晶显示器上,直接显示测量的结果。同时万用表还设有蜂鸣器和发光二极管,用声光提示测量状态。

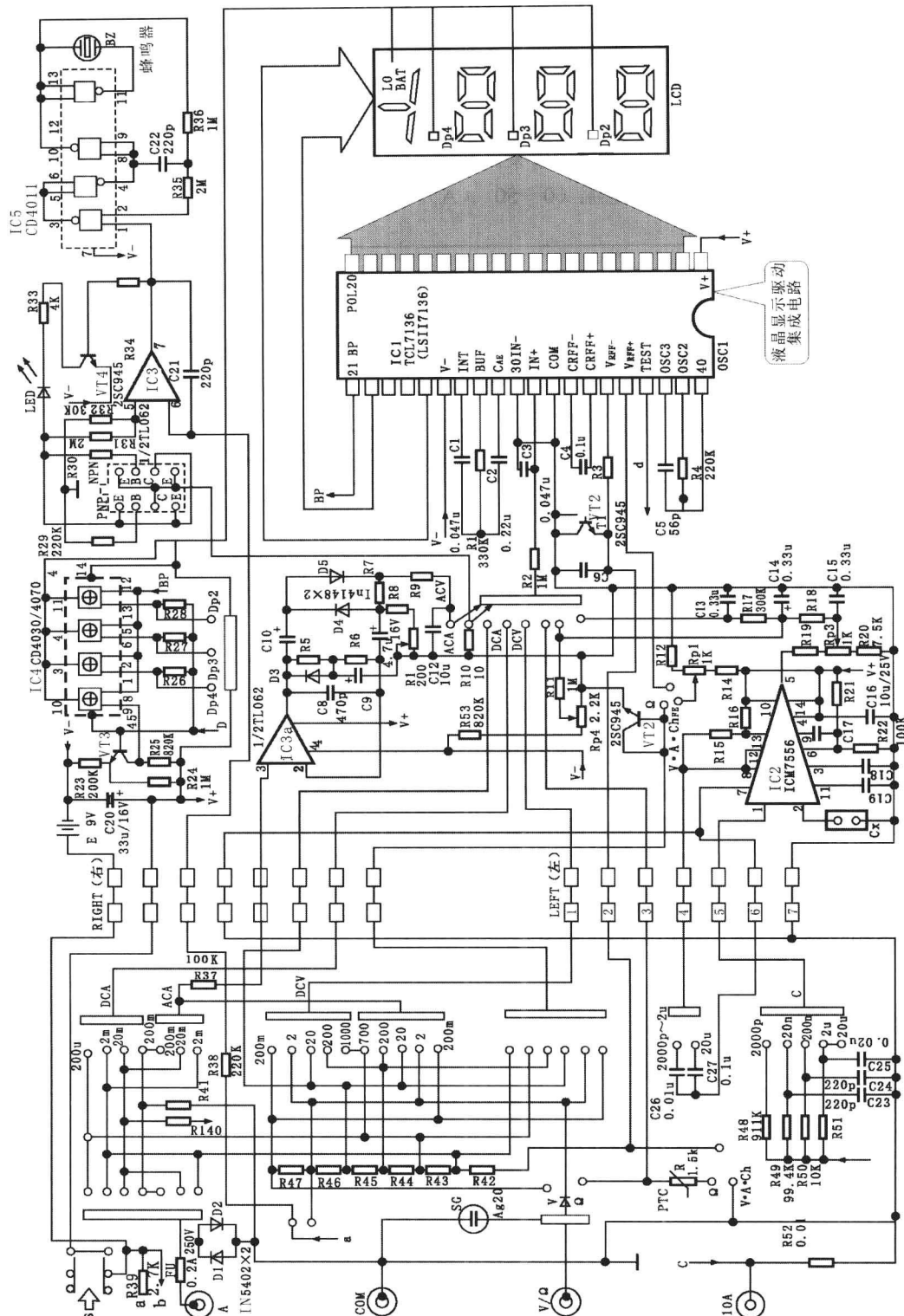


图 1-9 典型数字式万用表的内部电路图