



中等职业教育课程改革规划教材
工业和信息化人才教育与培养指导委员会审定

电工电子技术 与技能

陈振源 主编



 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

中等职业教育课程改革规划教材
工业和信息化人才教育与培养指导委员会审定

电工电子技术 与技能

陈振源 主编

人民邮电出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

电工电子技术与技能 / 陈振源主编. — 北京: 人民邮电出版社, 2010.6
中等职业教育课程改革规划教材
ISBN 978-7-115-22580-1

I. ①电… II. ①陈… III. ①电工技术—专业学校—教材②电子技术—专业学校—教材 IV. ①TM②TN

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第065857号

内 容 提 要

本书是参照教育部2009年新颁布的《中等职业学校电工电子技术与技能教学大纲》编写的,同时还参考了相关行业的职业技能鉴定规范及中级技术工人等级考核标准。

本书的主要内容包括:直流电路、电容与电感、单相正弦交流电路、三相正弦交流电路、用电技术和常用低压电路、电动机及基本控制电路、常用半导体器件、直流稳压电源、放大电路与集成运算放大器、数字电路基础知识、组合逻辑电路与时序逻辑电路等。本书采用理论实践一体化的教学模式,各章配套技能实训项目,书中的“动手做”、“应用提示”突出工程应用能力的培养。

本书表述简约清楚,通俗易懂,图文并茂,重点突出,教学内容贴近生产实际,贴近岗位需求,适宜中等职业学校各专业学生使用。

中等职业教育课程改革规划教材
工业和信息化人才教育与培养指导委员会审定
电工电子技术与技能

-
- ◆ 主 编 陈振源
责任编辑 李海涛
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
中国铁道出版社印刷厂印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 17.5
字数: 446千字
印数: 1—5 000册
- 2010年6月第1版
2010年6月北京第1次印刷

ISBN 978-7-115-22580-1

定价: 28.00元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154

前 言

本书是根据教育部 2009 年新颁布的《中等职业学校电工电子技术与技能教学大纲》编写的，同时还参考了相关行业的职业技能鉴定规范及中级技术工人等级考核标准，可供中等职业学校各专业学生使用。

本书主编从 2008 年 5 月开始参与了教育部新一轮电类教学大纲起草和修订工作，深深体会到：为了适应新一轮的职业教育课程改革，职业学校的电类基础课程正面临着 3 个重要的转换，即培养模式由课堂教学为主向工学结合新教学体制转换；教学内容由学科体系为主向以能力为主转换；对专业技能培养由理论实践的分离式教学向一体化教学转换。为了及时出版与新教学大纲的教学改革精神配套的教材，在修订教学大纲的同时，编者即着手规划新教材的编写工作，尝试用新的职业教育理念、新的课程结构体系、新的教学方案、新的表现形式来反映本课程的教学改革的成果，使教材建设能适应当前电工电子基础课程改革的要求。本书的编写具有以下特点。

1. 以新大纲为依据，突出职业教育的特色

将新教学大纲在教学内容和教学模式的改革思路体现到教材中去，突出实践能力培养，将理论与实践一体化，形成职业教育的特色，将建设精品化的“电工电子技术与技能”课程教材作为教材建设的目标。

2. 体现以就业为导向的职业教育办学理念

本书根据中等职业学校的教学实际，精简电路的工作原理介绍，避免繁杂的数学推导和理论分析，打破以学科为中心、以知识为本位的教材体系，突出电工电子技术的实用性，为此本书设置了“应用提示”、“动手做”等栏目。本课程不仅仅只是传授知识，更为重要的是教会学生如何应用所学的知识，特别是在实际工作场合如何应用所学的知识去解决实际的问题。编者结合企业的实践经验和教材编写的优势，力求在工程应用方面凸显特色和亮点。

3. 大大降低教学难度，贴近电工电子技术的新发展

本书删减了陈旧内容，新增技术更新与产业升级带来的新知识、新技术、新材料、新工艺，使教学内容具有时代性和应用性。引入现行技术大类中电工电子新技术的基本应用内容，删除了陈旧的元器件，增加了节约用电、新型电光源等新技术及新器件的实际应用，注意突出集成电路的外部特性和应用。同时充分考虑基础课程的特点，注意把握好基础知识与新知识的衔接问题。

4. 在教学设计上体现新的教学模式

本书的编写充分考虑了中等职业学校学生的知识基础和教学实际，精简学时，力求内容简洁、精练，突出实践技能的培养。吸收本课程先进的教学经验和教学改革成果，在教材中设置“动手做”栏目，实施“做中学”的教学模式，教材的编写适应“三段式”教学模式改革和校企合作办

学的要求。

5. 注重教学内容的直观性和形象化

本书配有元器件实物图和功能电路的实物连接图，图文并茂，这对学生理解抽象的概念、熟练实际的电路、增加对电工电子技术的学习兴趣、培养实践能力等诸方面都有较大的帮助。插入图形标志，改观教材单调、死板的体例，在排版设计方面力求生动、新颖、有特色。

6. 强化学生实践能力和技术应用能力的培养

编者将提高学生的工程实践能力作为课改的重点，本书的“技能实训”是以指导学生完成工作任务，并由此提高实践的操作技能为主要目的的。在实训内容的设计方面，增加了电路安装调试、故障检修、集成电路应用等有助于提高工程应用能力的实训，减少验证性实验，改变该类教材实验内容针对性不强以及实践指导性欠缺的弊端。

本课程的参考教学时数为 66~86 学时，通过本书的学习，将使学生掌握必备的电工电子技术的基本原理、方法与技能，有助于学生解决涉及电工电子技术的常见实际问题，增强学生就业能力。各章的参考教学课时见以下的课时分配表。

章 节	教 学 内 容	课 时 分 配
第 1 章	直流电路	8
第 2 章	电容与电感	4~6
第 3 章	单相正弦交流电路	6~8
第 4 章	三相正弦交流电路	4~6
第 5 章	用电技术和常用低压电器	6~8
第 6 章	电动机及基本控制电路	6~8
第 7 章	常用半导体器件	6~8
第 8 章	直流稳压电源	6~10
第 9 章	放大电路与集成运算放大器	8~10
第 10 章	数字电路基础知识	4
第 11 章	组合逻辑电路与时序逻辑电路	8~10
课 时 总 计		66~86

本书由陈振源任主编，张永强、吴友明任副主编。参加本书编写工作的还有陈绥、洪新华、夏东风、孙金荣、洪海山、邱朝东、刘斯。

本书配有电子课件及习题答案，教师可登录人民邮电出版社教学服务与资源网（<http://www.ptpedu.com.cn>）下载。

由于编者水平有限，书中难免存在错误和不妥之处，恳切希望广大读者批评指正。

编 者

2010 年 4 月

目 录

第 1 章

直流电路	1
1.1 电路	1
1.1.1 电路的组成.....	1
1.1.2 电气元件符号及电路图.....	2
1.1.3 电路的状态.....	3
1.2 电路的常用物理量	4
1.2.1 电流.....	5
1.2.2 电压.....	5
1.2.3 电位.....	7
1.2.4 电动势.....	8
1.2.5 电能.....	10
1.2.6 电功率.....	10
1.3 电阻元件	11
1.3.1 电阻.....	11
1.3.2 欧姆定律.....	13
1.4 电阻的连接	15
1.4.1 电阻串联电路及特点.....	15
1.4.2 电阻并联电路及特点.....	17
1.4.3 电阻的混联电路.....	18
1.5 电路基本定律	19
1.5.1 电路的几个名词.....	19
1.5.2 基尔霍夫定律.....	20
1.5.3 支路电流法.....	21
1.6 技能实训	23
任务一 认识电工电子实训室.....	23
任务二 直流电流、电压的测量.....	25
任务三 绝缘电阻的测量.....	26
本章小结	28
自我测评	29

第 2 章

电容与电感 31

2.1 电容 31

2.1.1 电容的概念 31

2.1.2 电容器的参数和种类 33

2.1.3 电容器的充电和放电 34

2.1.4 电容器的连接 37

2.2 电磁基础知识 (选学) 38

2.2.1 磁场 38

2.2.2 磁场的基本物理量 41

2.2.3 电磁感应 42

2.3 电感 44

2.3.1 线圈和电感 44

2.3.2 电感元件的电流与电压 45

2.3.3 电感器的参数和种类 46

2.4 技能实训 49

任务一 电容器的放电实验 (选做) 49

任务二 电容、电感元件的识读和测量 50

本章小结 52

自我测评 53

第 3 章

单相正弦交流电路 55

3.1 交流电的基本知识 55

3.1.1 正弦交流电的三要素 56

3.1.2 正弦交流电的表示法 59

3.2 基本正弦交流电路 60

3.2.1 纯电阻电路 60

3.2.2 纯电感电路 63

3.2.3 纯电容电路 66

3.3 串联交流电路 69

3.3.1 电阻与电感串联电路 69

3.3.2 电阻与电容串联电路 (选学) 72

3.4 LC 谐振电路 (选学) 74

3.4.1 串联谐振电路 74

3.4.2 并联谐振电路 76

3.4.3 谐振电路的特点和 Q 值 77

3.5 技能实训 78

任务一 交流电的测量 78

任务二 示波器的使用与波形观测 80

任务三 荧光灯电路的安装 83



本章小结 85

自我测评 86

第 4 章

三相正弦交流电路 88

4.1 三相正弦交流电源 88

4.1.1 三相交流电的产生 88

4.1.2 三相交流电的特点 89

4.1.3 三相交流电源的联结 89

4.2 三相负载的联结(选学) 91

4.2.1 三相负载的星形联结 91

4.2.2 三相负载的三角形联结 92

4.3 安全用电 94

4.3.1 触电的种类和形式 94

4.3.2 电气安全技术措施 95

4.3.3 触电急救常识 97

4.4 技能实训 99

任务一 三相负载的联结与测量(选做) 99

任务二 触电事故应急处理技术训练 101

本章小结 102

自我测评 102

第 5 章

用电技术和常用低压电器 104

5.1 电力供电与节约用电 104

5.1.1 电力系统简介 104

5.1.2 节约用电 107

5.2 变压器 109

5.2.1 变压器的种类 109

5.2.2 单相变压器 109

5.2.3 三相变压器(选学) 112

5.3 照明灯具的选用及安装 113

5.3.1 灯具的选用和检查 113

5.3.2 白炽灯照明电路的安装 114

5.4 常用低压电器 115

5.4.1 低压开关 115

5.4.2 熔断器 117

5.4.3 主令电器 118

5.4.4 自动空气开关 120

5.4.5 交流接触器 122

5.4.6 继电器 123

5.5 技能实训 126

28	任务一 照明线路的安装与维修	126
38	任务二 红绿灯转换控制电路的安装(选做)	129
88	本章小结	130
88	自我测评	130
第 6 章	电动机及基本控制电路	132
98	6.1 交流异步电动机	133
98	6.1.1 三相异步电动机的基本结构	133
104	6.1.2 三相异步电动机的工作原理	136
104	6.1.3 三相异步电动机的机械特性	138
104	6.1.4 单相异步电动机(选学)	139
140	6.2 三相异步电动机的基本控制电路	141
140	6.2.1 电动机的直接起动控制	141
140	6.2.2 电动机的正反转控制	143
140	6.2.3 三相异步电动机的降压起动控制(选学)	146
140	6.3 实训项目	149
140	任务一 点动与连续运行控制电路配电板的配线及安装	149
140	任务二 接触器互锁正反转控制电路配电板的配线及安装	152
150	本章小结	153
150	自我测评	154
第 7 章	常用半导体器件	156
160	7.1 晶体二极管	156
160	7.1.1 半导体的基础知识	156
160	7.1.2 二极管的结构和导电特性	157
160	7.1.3 二极管的特性曲线	158
160	7.1.4 二极管使用常识	160
160	7.2 特殊二极管	161
160	7.2.1 稳压管	162
160	7.2.2 发光二极管	163
160	7.2.3 光电二极管	164
160	7.3 晶体三极管	165
160	7.3.1 结构与分类	165
160	7.3.2 三极管的电流放大作用	166
160	7.3.3 三极管的特性曲线	168
160	7.3.4 三极管的使用常识	169
160	7.4 晶闸管	172
160	7.4.1 晶闸管的结构及特性	172
160	7.4.2 晶闸管的型号及参数	174
160	7.5 技能实训	175



055	任务一 二极管和三极管的检测	175
059	任务二 常用电子仪器的使用	177
059	本章小结	178
059	自我测评	179

第 8 章

直流稳压电源

055	8.1 整流电路	181
055	8.1.1 半波整流电路	182
055	8.1.2 桥式整流电路	183
055	8.2 滤波电路	185
055	8.2.1 电容滤波电路	185
055	8.2.2 电感滤波电路	187
055	8.2.3 π 形滤波电路	188
055	8.3 稳压电路(选学)	188
055	8.3.1 稳压管并联型稳压电路	188
055	8.3.2 集成稳压器	189
055	8.4 技能实训	192
055	任务一 焊接训练	192
055	任务二 直流稳压电源制作与性能测试(选做)	194
055	本章小结	196
055	自我测评	196

第 9 章

放大电路与集成运算放大器

055	9.1 基本放大电路	200
055	9.1.1 放大电路的构成	200
055	9.1.2 放大原理	201
055	9.1.3 静态工作点对放大波形的影响	202
055	9.1.4 放大器的主要性能指标	203
055	9.1.5 放大器的分析方法(选学)	204
055	9.1.6 分压式偏置放大电路	207
055	9.1.7 多级放大器的级间耦合	208
055	9.2 集成运算放大器	211
055	9.2.1 认识集成运放	211
055	9.2.2 集成运放的应用	212
055	9.3 放大电路中的负反馈(选学)	215
055	9.3.1 反馈的基本概念	215
055	9.3.2 负反馈放大器的类型	217
055	9.3.3 负反馈对放大器性能的影响	217
055	9.4 技能训练	218
055	任务一 单管低频放大器的安装与调试	218

任务一 集成运算放大器的安装与测试	220
本章小结	222
自我测评	223
第 10 章 数字电路基础知识	225
10.1 脉冲与数字信号	226
10.1.1 脉冲的基本概念	226
10.1.2 数字信号	227
10.2 数制与码制	227
10.2.1 数制	227
10.2.2 码制	230
10.3 逻辑门电路	230
10.3.1 基本逻辑门	231
10.3.2 复合逻辑门	234
10.3.3 集成逻辑门电路	236
10.4 技能实训	239
任务 基本逻辑电路的功能测试	239
本章小结	240
自我测评	240
第 11 章 组合逻辑电路与时序逻辑电路	243
11.1 组合逻辑电路	244
11.1.1 组合逻辑电路的读图方法	244
11.1.2 编码器	245
11.1.3 译码器	247
11.2 触发器	251
11.2.1 基本 RS 触发器	252
11.2.2 同步 RS 触发器	253
11.2.3 JK 触发器	255
11.2.4 D 触发器	256
11.3 时序逻辑电路	258
11.3.1 寄存器	258
11.3.2 计数器	260
11.4 技能实训	265
任务一 制作数码显示计数器	265
任务二 寄存器控制彩灯的安装和测试(选做)	266
本章小结	268
自我测评	269

第 1 章

直流电路

在 19 世纪三四十年代, 欧洲的有线电话和有线电报迅速发展起来, 人们迫切需要了解和计算电路各部分电流、电压及电功率之间的关系和大小。许多科学家通过大量的实验得出许多重要定律, 奠定了现代电路理论的基础。其中对电路理论做出很重要贡献的科学家有欧姆、基尔霍夫、安培、伏特、焦耳、楞次、戴维南等。

在本章中, 主要介绍电路的概念、常用物理量和基本定律, 为学好电工与电子技术打下基础。

知识目标

- 了解电路的基本组成, 会识读基本的电器符号和简单的电路图。
- 理解电路中的常用物理量的含义。
- 认识电阻元件并掌握其接法。
- 理解基尔霍夫定律并能简单应用。

技能目标

- 会用万用表测量直流电压、直流电流。
- 会用万用表测量电阻器的阻值。
- 能用兆欧表进行绝缘电阻的测量。

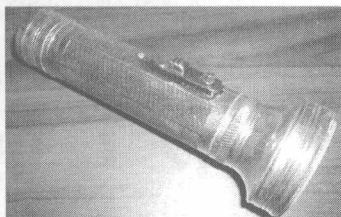
1.1 电路

1.1.1 电路的组成

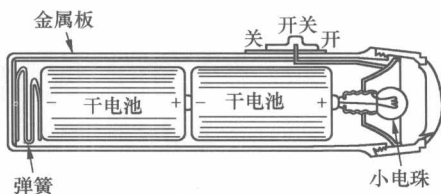
可以使电流流通的闭合路径叫做电路。各种电气设备的电路形式多种多样, 但它们却有着共同点, 都是由电源、导线、负载和控制器构成的。

图 1.1 所示为日常生活中用的手电筒电路, 它也是由 4 部分组成的, 电源是干电池, 负载是灯泡, 控制器是开关, 金属外壳起导线的作用。合上开关, 就构成一个闭合回路, 有电流流通,

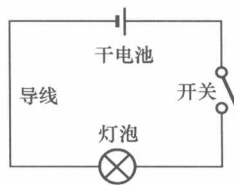
灯泡就发光。因为干电池是直流电源，所以此电路是一个直流电路。



(a) 手电筒实物图



(b) 手电筒结构图



(c) 手电筒电路图

图 1.1 手电筒实物及电路



动手做

小灯泡和电动机的转换电路

【器材】干电池组 (3V)、钮子开关、小灯泡 (2.5V、0.3A)、玩具小电动机、导线若干。

【要求】连接图 1.2 所示的元器件，使电路中的钮子开关处于不同的挡位时，分别出现以下 3 种状态：

- (1) 小灯泡亮、小电动机不转；
- (2) 小灯泡不亮、小电动机不转；
- (3) 小灯泡不亮、小电动机转。

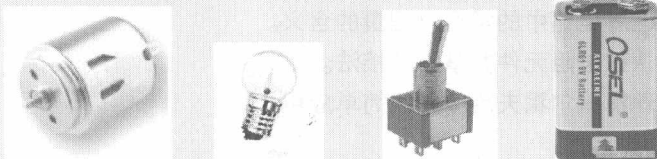


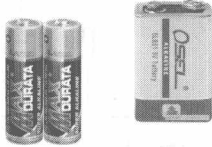

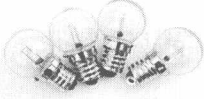

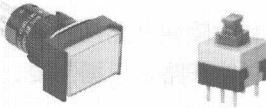
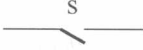


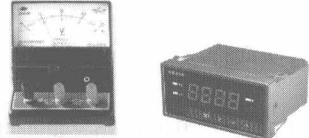

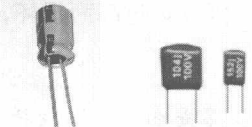

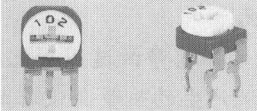

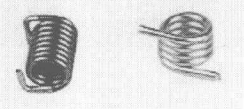

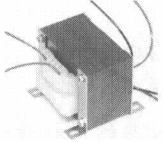



图 1.2 怎么连接可以控制小灯泡和电动机

1.1.2 电气元件符号及电路图

电气元件种类繁多、形状各异，画图时如果要把电气元件实物画出来，既困难又麻烦，所以常用符号来标识它们。我国制定了国家标准，用特定的图形符号及文字符号表示各种电气元件，将实际电路用电气元器件符号绘制出来的图就称为电路图。表 1.1 所示为几种常用的电气元件及其符号。

表 1.1 常用电气元件及其符号

元器件名称	实物图	符号
固定电阻		
可调电阻		

元器件名称	实物图	符号
电池		E_c 
电灯		EL 
开关		S 
电流表		
电压表		
电容		C 
可调电容		C 
无铁芯电感		L 
有铁芯电感		L 
熔断器		FU 

1.1.3 电路的状态

电路有 3 种状态：开路状态、有载状态和短路状态，如图 1.3 所示。

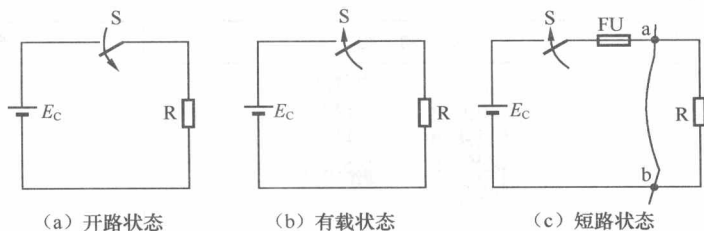


图 1.3 电路的 3 种状态

1. 开路状态

电路处于开路状态,可分为控制性开路和故障性开路两种。开路状态时电路中没有电流流过。开路通常又叫断路。如图 1.3 (a) 所示,控制性开路是根据需要,人为将开关断开,使电路切断。而故障性开路是意想不到发生的断路。

2. 有载状态

如图 1.3 (b) 所示,当开关 S 闭合后电源与负载接成闭合回路,电源处于有载工作状态,电路中有电流流过。

3. 短路状态

如图 1.3 (c) 所示,当 a、b 两点接通时,电源被短路,此时电源的两个极性端直接相连。电源被短路往往会造成严重后果,如导致电源因发热过高而损坏,或电流过大而引起电气设备的损伤,因而要绝对避免电源被短路。



应用提示

- 电路产生短路的原因大多是由于绝缘材料损坏或接线不慎,因此应经常检查电气设备和线路的绝缘情况。
- 为避免电源和线路出现短路事故造成损失,通常在回路中接入熔断器 FU,在发生短路时,很大短路电流产生的热量会使熔断丝立即熔断,从而保护了电源和线路免于烧毁。



思考与练习

1. 什么叫电路? 电路主要由哪几部分所构成?
2. 电路有几种状态, 哪种状态是应该避免的?
3. 为防止电路出现短路造成损失, 通常采取的措施是什么?



1.2 电路的常用物理量

表示电路状态的基本物理量有电流、电压、电动势、电位、电功率等。

1.2.1 电流

1. 电流的形成

闭合手电筒的开关，灯泡亮了，因为有电流流过灯泡。电流的概念与水流有相似之处。水分子的流动形成了水流，而电流则是由电荷的运动形成的。

2. 电流的方向

通常把正电荷运动的方向规定为电流的方向，也是电子（负电荷）运动的反方向。如图 1.4 所示的电流方向是从电池的正极出发，通过外电路流向电池负极。

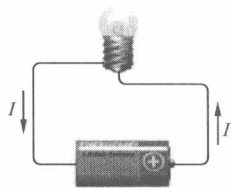


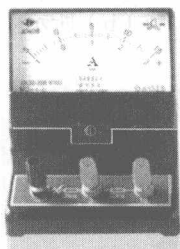
图 1.4 电路中电流的方向

3. 电流的大小

流过手电筒小灯泡的电流与流过 60W 白炽灯的电流强弱是不一样的，电流是用来表示电流强弱的物理量。电流的大小用每秒钟通过导体横截面的电荷量 q 来表示，即：

$$I = \frac{q}{t} \quad (1.1)$$

式中的 q 表示电量，单位为库仑 (C)； t 表示时间，单位为秒 (s)；电流的基本单位是安培 (A)，常用的单位还有毫安 (mA)、微安 (μA)，换算关系为： $1\text{A}=10^3\text{mA}=10^6\mu\text{A}$ 。



(a) 电流表



(b) 万用表

图 1.5 测量电流的仪表

4. 电流的测量

测量电流的仪表是电流表或万用表，如图 1.5 所示。



应用提示

用电流表来测量电流的大小时，应注意以下几点。

- 电流表必须串接到被测量的电路中，如图 1.6 所示。
- 对交流电流、直流电流应分别用交流电流表和直流电流表测量。
- 测量直流电流时，应使电流从电流表的正端 (+) 流入，负端 (-) 流出，与电路的极性相一致，不能接错，否则指针要反转，容易损坏电流表。
- 测电流时，一般要先估计被测电流的大小，再选择电流表的量程使其大于实际电流的数值，以防烧坏电流表。若无法估计，可先用电流表的最大量程挡测量，再改用较小挡去测量，最好使指针偏转到满刻度的 $2/3$ 左右，读数的准确度高。

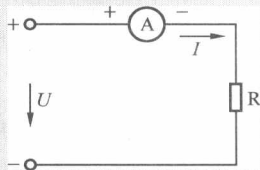


图 1.6 直流电流的测量

1.2.2 电压

“电压”一词在日常生活中常常提起，如家庭用电的电压一般是 220V，但在用电的高峰期，

会出现电压下降的情况。电压的概念与水压有相似之处，水压低了，自来水龙头的出水量就变小，同样电网上的电压降低了，通过白炽灯的电流就减小了，所以白炽灯的亮度会减弱。

电压又称电位差，是衡量电场力做功本领大小的物理量，用符号 U 表示。

1. 电压的大小

电压的大小是单位正电荷从电场中 A 点移到 B 点电场力所做的功。电压用带双下标的符号 U_{AB} 表示。若电荷的电量为 q ，电场力做功为 W ，电压 U_{AB} 的表达式为：

$$U_{AB} = \frac{W}{q} \quad (1.2)$$

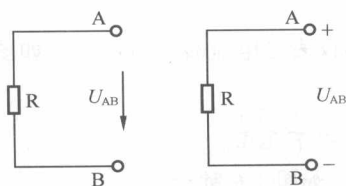
若电场力将 1 库仑 (C) 的电荷从 A 点移动到 B 点，所做的功是 1 焦耳 (J)，则 A 、 B 两点之间的电压就是 1 伏特 (V)。常用的电压单位还有千伏 (kV)、毫伏 (mV) 和微伏 (μV)。换算关系为： $1\text{kV} = 10^3\text{V}$ ， $1\text{V} = 10^3\text{mV} = 10^6\mu\text{V}$ 。

2. 电压的方向

电压的实际方向是从高电位点指向低电位点，即由电源正极指向负极。电压的方向有两种表示方法：一种用箭头表示，如图 1.7 (a) 所示；另一种用正、负极性符号表示，如图 1.7 (b) 所示。

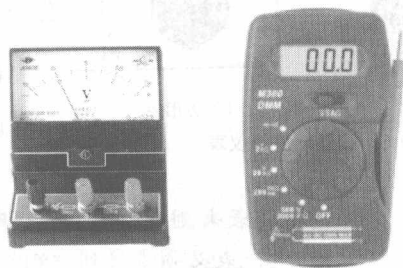
3. 电压的测量

测量电压的仪表是电压表或万用表，如图 1.8 所示。



(a) 箭头表示 (b) 极性表示

图 1.7 电压的方向标示



(a) 电压表 (b) 万用表

图 1.8 测量电压的仪表



应用提示

用电压表来测量电压的大小时，应注意以下几点。

- 电压表必须并联在被测电路的两端，如图 1.9 所示。

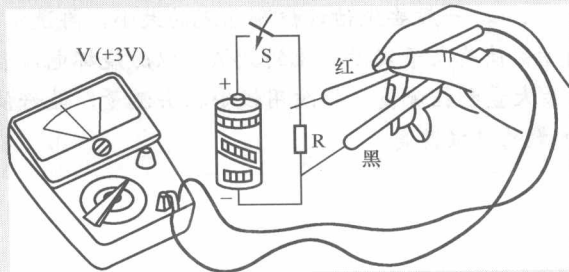


图 1.9 直流电压的测量