

轻轻松松学电工

基础篇

杨清德 余明飞 主编

◎ 有趣

通过数百条口诀归纳电工操作要点

◎ 易学

以图表和模块化结构呈现电工知识

◎ 实用

由高级技师讲授多年电工实践经验

◎ 规范

符合相关标准和职业技能鉴定要求

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

POSTS & TELECOM PRESS

轻轻松松学电工

——基础篇

杨清德 余明飞 主编

人民邮电出版社

北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

轻轻松松学电工. 基础篇 / 杨清德, 余明飞主编. —北京:
人民邮电出版社, 2008.11
ISBN 978-7-115-18603-4

I. 轻… II. ①杨…②余… III. 电工—基本知识 IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 116480 号

内 容 提 要

本书根据《国家职业标准——维修电工》初级和中级部分的基础知识和技能要求,并结合广大电工人员的实际需要编写而成。全书共分为 9 章,主要介绍维修电工所必须掌握的电工基础知识,包括直流电路、磁与电、电容器及其应用、交流电路、电动机与变压器、常用电工工具、电工识图和安全用电等内容。以通俗的语言介绍电工知识是本书的一大特色,书中每一个章节的标题都采用了一句读者耳熟能详的短语进行辅助说明,以加深读者对知识的理解和掌握。本书的新(新技术、新方法、新工艺、新应用)、实(贴近实际、注重应用)、简(文字简洁、风格明快)、活(模块式结构配以图表,便于自学)的编写风格可带给读者耳目一新的感受。

本书适合初学电工技术的人员阅读,也可作为电工培训教材以及各类职业院校相关专业师生的参考书。

轻轻松松学电工——基础篇

-
- ◆ 主 编 杨清德 余明飞
责任编辑 刘 朋
 - ◆ 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>
北京顺义振华印刷厂印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 13.75
字数: 331 千字
印数: 1—5 000 册
 - 2008 年 11 月第 1 版
2008 年 11 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-18603-4/TN

定价: 24.00 元

读者服务热线: (010)67120142 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

前 言

电的应用不仅影响到国民经济的方方面面,也越来越广泛地渗透到人们生活的各个层面。在某种程度上,电气化已成为现代化不可或缺的重要组成部分之一,电气化程度也成为衡量社会发展水平的一个重要标志。做一名合格的电工,学到一技之长,是许多电工人员的迫切愿望。

电工技术是一门知识性、实践性和专业性都很强的实用技术,其中的符号、规范比较多,学习起来相对比较枯燥乏味。初学者学习电工技术时,往往会遇到先学什么,再学什么,怎么学,怎样才能轻轻松松快速入门,怎样才能学以致用等一系列问题。鉴于此,我们组织有关专家学者和技术人员进行了深入系统的考虑和研究,并根据广大初学者的特点和实际需要,结合《国家职业标准——维修电工》初级与中级部分的相关知识与技能要求,编写了这套“轻轻松松学电工”系列图书。本套丛书可作为广大电工技术初学者的自学读物,也可作为岗前培训以及各类电工短期培训班的教材,还可供职业院校相关专业的师生学习相关课程时参考阅读。

本套丛书试图从读者的兴趣和认知规律出发,一步一步地、手把手地引领初学者学习电工职业所必须掌握的基础知识和基本技能,学会操作使用基本的电气工具、仪表和设备。书中内容实用性和针对性较强。本套丛书按照4个模块,即基础篇、器件篇、技能篇和应用篇来编写,各篇既相互关联又相对独立,适合读者有选择性地阅读,也便于培训单位有针对性地组织教学。

《轻轻松松学电工——基础篇》:重点介绍初级电工必须掌握的基础知识,包括直流电、电磁现象、正弦交流电、电工工具、电工识图以及安全用电等内容。

《轻轻松松学电工——器件篇》:重点介绍常用电子元器件、高/低压电器、电工材料以及仪表的种类、检测和使用方法等内容。

《轻轻松松学电工——技能篇》:重点介绍电工基本操作技能,如焊接、导线连接、照明线路安装、电动机的拆卸与装配、电动机控制线路以及其他常用电气设备的安装方法等。

《轻轻松松学电工——应用篇》:重点介绍照明线路、电动机、变压器、常用电动工具及其他电气设备的使用、维护、故障检修方法和电工应用小技巧。

本套丛书在编写时力图体现以下特点。

◆ 在内容安排上,立足于初学者的实际需要,旨在帮助读者快速提高职业技能,尽量做到少讲理论、多讲方法,不求高深、只求实用,任务驱动、目标明确,要点突出、上手容易,一看就懂、一学就会。读者通过学习本套丛书可构建自己的知识体系,掌握电工必备知识和操作技能,同时也可以从中了解电工新知识、新技术、新设备、新材料、新工艺和新方法,为今后工作和进一步学习打下基础。书中标有“*”号的内容是对初级电工必备知识的提高和扩展,读者可根据实际情况自行安排学习。

◆ 在标题设置上,每一个章节的标题都搭配了一句读者耳熟能详的成语、短语或流行

语，这既是对主标题的补充说明，又显得诙谐风趣，留给读者较大的思索空间，有助于读者与常见事物相联系，加深对知识的理解和记忆（联想记忆）。

◆ 在写作方式上，用典故、成语或歇后语点题，大量采用比喻、拟人、类比等修辞手法，以细腻通俗的文字向读者娓娓道来，以拉近编者与读者的距离，增加亲切感；中间穿插“知识链接”、“器件应用”、“技能提高”、“想一想”、“能力PK”、“电工小百科”、“轻松一刻”等板块，以增强趣味性和可读性；同时书中配以大量的图片和表格，形象直观，便于总结。

◆ 在版式设计上，克服了传统电工技术图书单调刻板的缺点，在图表的应用和版面的安排上进行了大胆尝试和创新，力求内容与形式相统一，带给读者新的阅读享受。

《轻轻松松学电工——基础篇》主要介绍直流电路、磁与电、交流电路、电容器、电动机、变压器、常用电工工具、电工识图和安全用电等电工基础知识。通过阅读本书，读者可以掌握电工基本理论、常用电气设备的结构原理和应用操作、电工工具的使用方法，并了解一般电工线路的识读方法和安全用电常识等。本书由维修电工高级技师杨清德和余明飞主编。编者所在单位的领导对于本书的出版给予了很大的关心和支持，在此一并表示谢意。希望本套丛书的出版对广大初学者学习电工技术和走上就业岗位能够有所帮助。

由于编者水平有限，加之时间仓促，书中难免存在不足之处，敬请广大读者批评指正。读者若对本书有任何意见和建议，请发电子邮件至 yqd611@163.com。

编 者

目 录

第 1 章 直流电路基础知识——电工航船始发港	1
1.1 电路的组成——三点一线成电路	2
1.2 电路的几个重要物理量——类比水流好记忆	3
1.2.1 电流——打开龙头水外流，接通电路有电流	4
1.2.2 电压——高低落差有水压，电位之差称电压	6
1.2.3 电功率——电流做功有快慢，电流乘以电压算	8
1.2.4 电能——电器工作靠电能，电表计量最可行	10
1.3 电阻——是利是弊看需要	14
1.3.1 电阻及其单位——导体通电受阻碍，原是电阻在作怪	14
*1.3.2 电阻与温度的关系——温度升降受影响，电阻系数来衡量	15
1.4 欧姆定律——电阻等于 U 除以 I	18
1.5 电阻的连接——串联与并联	21
1.5.1 电阻串联电路——首尾相连不分家，电流相等可分压	21
1.5.2 电阻并联电路——并行连接多支路，电压相等分电流	22
*1.5.3 电阻串并联电路的特点及应用——串联并联两形式，分压分流看实际	22
第 2 章 磁与电——形影不离亲兄弟	26
2.1 电流的磁效应——运动电荷生磁场	27
2.1.1 通电导体与磁场的关系——导线通电生磁场，电流越大磁越强	27
2.1.2 安培定则——导体周围磁力线，安培定则来判断	27
*2.2 磁场的基本物理量——磁场无形参数描	29
2.3 电磁感应——磁电互感关系大	31
2.3.1 感应电流的产生——导体切割磁力线，电磁感应磁生电	31
2.3.2 判断感应电流的方向——右手定则判方向，四指确定 I 流向	32
*2.3.3 楞次定律——来者拒，去者留	32
第 3 章 电容器及其应用——隔断直流通交流	36
3.1 电容器的分类和充放电——安全使用莫漏电	37
3.1.1 电容器的结构与分类——储存电荷电容器，有无极性看仔细	37
3.1.2 电容器的充电和放电——充电多少容量定，放电过程非线性	39
3.1.3 电容器质量的判别——检测电容先放电，排除短路与漏电	40
3.1.4 电容量——本领大小看容量，压差大时带电强	41

3.2	电容器的两个主要参数——使用要留富余量	43
*3.3	电容器串联和并联电路——变容增压各不同	45
3.3.1	电容器串联电路——电容串联真可靠，容量减小耐压高	45
3.3.2	电容器并联电路——电容两端电压同，耐压不增大电容	46
第4章	交流电路基础知识——丰富多彩的电力世界	50
4.1	正弦交流电——生产生活最常用	51
*4.1.1	正弦交流电的产生——线圈切割磁力线，旋转产生交流电	51
4.1.2	发电、输电和电能分配——四通八达电力网，星罗棋布遍城乡	52
4.1.3	正弦交流电的波形——交流电源变化多，周而复始正弦波	55
*4.1.4	正弦交流电的主要参数——振幅频率初相位，三个要素有针对	55
4.2	三相交流电路基础——三相演义	59
4.2.1	三相电源和三相交流电路——三相线圈交流电，不可或缺中性线	59
*4.2.2	相序——相序排列可不同，对称分布一二零	59
4.2.3	三相四线制供电电路——三根相线加零线，两种电压能实现	59
第5章	电动机及其应用——控制接线最重要	62
5.1	单相异步电动机——小电器的心脏	63
5.1.1	单相异步电动机的结构——定子转子支撑件，顺利启动靠附件	63
5.1.2	常用单相异步电动机——单相电机应用多，生产生活乐呵呵	66
*5.1.3	单相异步电动机的调速——多种方式可调速，降压变匝控转速	69
*5.1.4	家用电器中的单相异步电动机——冰箱空调洗衣机，运行全靠电动机	72
5.1.5	接线方式及故障处理——单相电机闹罢工，启动附件是帮凶	77
5.2	三相异步电动机简介——生产设备动力源	82
5.2.1	三相异步电动机的结构——定子转子前后盖，机座轴承散热片	82
5.2.2	三相异步电动机的铭牌——额定参数有规定，正确接线好运行	85
5.3	启动、调速和制动——控制电机本领大	88
5.3.1	三相异步电动机的启动——直接启动电流大，降压启动就不怕	88
5.3.2	三相异步电动机的调速——转速快慢可变换，速度改变要连贯	91
5.3.3	三相异步电动机的制动——快速停转靠制动，机械电力都可用	97
第6章	变压器及其应用——电力火炬传递手	102
6.1	变压器的结构及工作原理——线圈同芯	103
6.1.1	变压器的结构——附件铁芯和线圈，电磁联姻把手牵	103
6.1.2	变压器的工作原理——变流变压变阻抗，电磁感应工作忙	109
6.2	变压器的额定值——安全限值	110
6.3	单相变压器的绕组判别——看表识相	111
6.4	电力变压器的安装——安家落户	113
6.4.1	室外变压器的安装方式——杆塔台墩地台式，又要安全少投资	113

6.4.2 变压器的安装方法——电线杆上装配变, 台底离地两米半	115
6.5 特种变压器——各有所长	121
6.5.1 电焊变压器——引弧电压六七十, 短路状态用这里	121
6.5.2 互感器——心有灵犀一点通, 测量 IU 立大功	123
6.5.3 自耦变压器——抽头接线可变换, 升压降压听使唤	125
6.6 小型电源变压器的绕制与维修——按部就班	127
6.6.1 线圈绕制工艺——绕制线圈如纺线, 右手摇柄左握线	127
6.6.2 常见故障的判断及修复——电流电压和温升, 正常运行无噪声	132
第7章 电工工具——电工贴身小助手	134
7.1 试电笔——有电无电电笔检, 千万别碰金属杆	135
7.2 高压验电器——检验有无高压电, 一人监护一人验	140
7.3 旋具——型号规格要备齐, 巧用旋具省力气	143
7.4 电工刀——庖丁解牛熟生巧, 电工刀具离不了	146
7.5 电工钳——选取型号看导线, 带电操作重安全	148
7.6 其他电工工具——电工工具实在多, 按需选用去定度	152
7.7 万用表——万用电表掌中宝, 电量检测少不了	157
7.7.1 万用表的结构和测量功能——多种功能灵活用, 选好量程与插孔	157
7.7.2 万用表的使用方法——测量之前先调零, 选好量程才可行	162
7.8 钳形电流表——钳口只容一相线, 安全使用防触电	167
7.9 兆欧表——测量之前先校表, 读数之时莫停摇	170
*第8章 电工识图基础——电工通用“语言”	176
8.1 电工识图基本知识——符号传递信息	177
8.1.1 电路图的组成——电路说明标题栏, 电气符号接线连	177
8.1.2 常用电工用图——电工用图有多种, 认真阅图好施工	184
8.2 怎样看电工图——火眼金睛需多练	188
8.2.1 电工识图的基本方法——看图方法四结合, 触点常开未闭合	188
8.2.2 电工识图的步骤——线路复杂要分辨, 五看步骤反复练	189
8.3 识读照明电路图——胸有图纸好工作	192
8.3.1 怎样看照明电路平面图——照明识图抓关键, 设备位置及导线	192
8.3.2 怎样看照明控制接线图——导线走向莫混淆, 控制关系要记牢	193
8.3.3 识图举例——方法步骤须牢记, 触类旁通记典例	197
第9章 安全用电常识——安全用电规矩多	200
9.1 电流对人体的危害——电流产生热效应, 轻则受伤重要命	201
9.2 触电类型——单相两相和跨步, 触电种类心有成	203
9.3 安全用电的基本要求——遵守规程顾大局, 人财两安真幸福	205
参考文献	210

第1章 直流电路基础知识

——电工航船始发港

时代在发展，电的应用也越来越广泛，在日常生活中我们常常听到“电难以理解”的说法。其实，若把一个个电学现象与日常生活中的事例进行对比，就不难理解了。交流电和直流电所组成的电路既有各自的特点，也有许多共性。本章重点介绍直流电路的概念、基本物理量、基本元件和基本定律，为读者学习电工技术打下基础。其中的许多知识与大家都是一见如故的“老朋友”，因为在中学物理课程中基本上都学习过。

通过本章学习，要求达到以下目标。

知识目标

- ① 掌握电路、电流、电压、电位、电功率、电能和电阻等概念。
- ② 掌握部分电路欧姆定律和全电路欧姆定律的公式。
- ③ 掌握电阻串联电路和电阻并联电路的特点。
- ④ 理解电流的热效应。
- ⑤ 理解电路的几个基本物理量，理解电路的工作状态。
- ⑥ 了解电阻与温度的关系。

能力目标

- ① 掌握电阻串联电路、电阻并联电路的分析和计算方法。
- ② 掌握欧姆定律的应用。

1.1 电路的组成

——三点一线成电路

犹如汽车行驶需要道路一样, 电流流动也需要“道路”——电路。电路就是电流所经过的路径。

日常生活中有各种形式的电路, 如手电筒电路、照明电路和电动机控制电路等, 它们都是由元器件按照一定的方式连接起来的。了解电路的组成是安装、检修和调试电路的基础。那么, 电路是如何组成的呢? 它又有何作用?

1. 简单电路

简单电路一般由电源、负载、中间环节、控制及保护装置组成。把这 4 个基本部分按照一定的方式连接起来构成闭合回路, 就成为了简单的实用电路。

图 1-1 所示为一种简单的实验电路, 它同样由 4 部分组成: 电源——干电池, 负载——灯泡, 中间环节——连接导线, 控制及保护装置——开关。

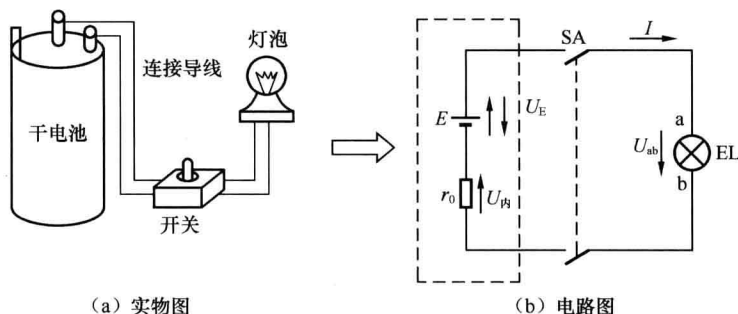


图 1-1 简单电路的组成及其电路图

有人把电路的组成比喻为“三点一线”, 即把电源、负载、控制及保护装置称为三点, 中间环节(连接导线)称为一线。这个比喻非常形象, 把电路与人们的日常生活联系起来了, 便于理解和记忆。实践证明, 联想记忆是一种行之有效的学习方法, 读者在今后的学习过程中可灵活运用这种学习方法。

2. 家庭照明电路

图 1-2 所示为一种常见的家庭照明电路组成实例, 它仍然由 4 部分组成: 电源——220V 交流电源, 负载——灯泡及各种家用电器等, 中间环节——进户线、室内线路、电能表及插座等, 控制及保护装置——总开关、控制开关和保险盒。



电路各组成部分的作用

电路由若干元器件按照一定的规则组合而成。对电源来讲, 负载、连接导线、控制及保护装置称为外电路, 电源内部的一段电路称为内电路。电路各组成部分既相互独立又彼此联

系, 任何一个环节出现故障, 都会影响整个电路的正常工作。

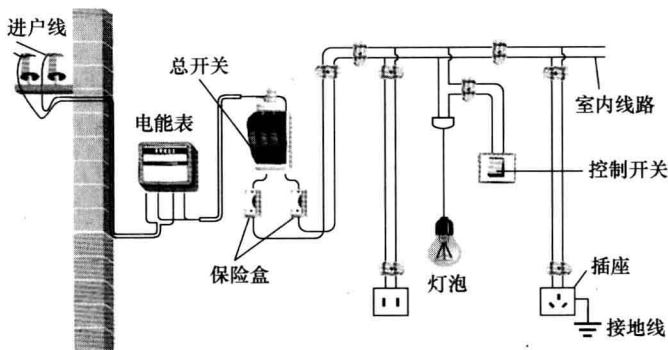


图 1-2 家庭照明电路的组成

电路各组成部分的作用见表 1-1。

表 1-1 电路各组成部分的作用

组 成 部 分	作 用	举 例
电源	电路中电能的提供者, 即将其他形式的能量转化为电能的装置 (如图 1-1 中的干电池是将化学能转化为电能)。含有交流电源的电路叫做交流电路, 含有直流电源的电路叫做直流电路	蓄电池、发电机等
负载	即用电装置, 其作用是将电源供给的电能转换成所需形式的能量 (如灯泡将电能转化为光能和热能)	灯泡、电视机、电炉等用电器
控制及保护装置	根据负载的需要, 控制整个电路的工作状态	开关、熔断器等控制电路工作状态(通/断)的器件和设备
中间环节	使电源与负载形成通路, 用于输送和分配电能	各种连接电线



想一想

- ① 联系实际简述什么是电路, 它由哪些部分组成? 各部分的作用是什么?
- ② 为什么在实际电路中要安装熔断器?

1.2 电路的几个重要物理量

——类比水流好记忆

电学比较抽象, 确实难于理解。如果我们把电路比喻成水路, 则电流、电压、电阻、交流电、直流电、漏电、纹波、电容等概念就很容易理解了。把电看成水, 则电流相当于水流, 电压相当于水压, 电阻相当于水流中的障碍物, 漏电相当于漏水, 纹波相当于波浪, 电路相当于水路, 电容相当于盛水的容器……

1.2.1 电流——打开龙头水外流，接通电路有电流

1. 什么是电流，其方向是如何规定的

水管中的水沿着一个方向流动，我们就说水管中有水流。同样，电路中的电荷沿着一个方向定向运动就形成了电流。

如图 1-3 所示，只要家中的电灯开关闭合，发电厂的电便通过电力线路进入用电器，此时线路中就有源源不断的电流。开关断开时，电流就没有了。

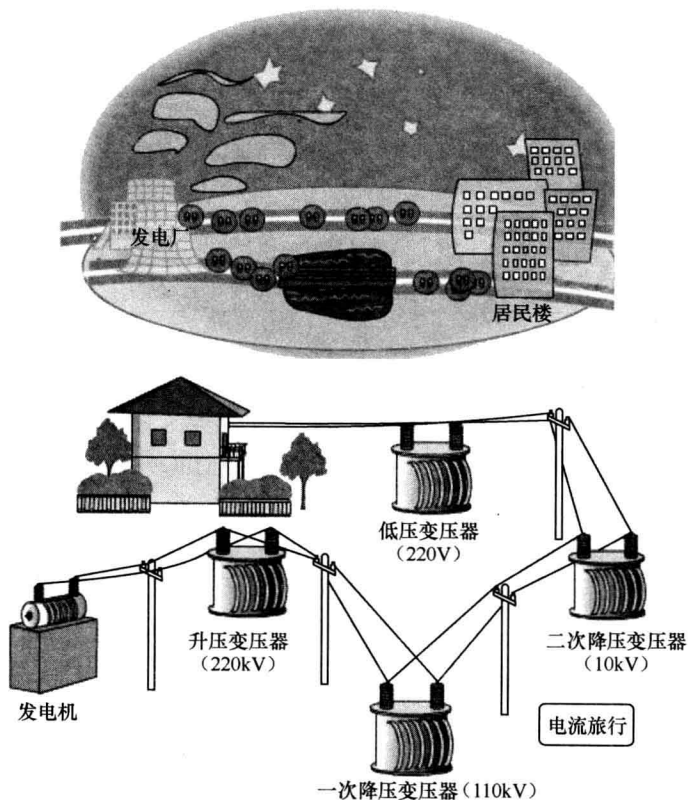


图 1-3 源源不断的电流

电流就是电荷的定向运动。

电流的方向为正电荷定向运动的方向。在金属导体中，电流的方向与自由电子定向运动的方向相反。例如：当手电筒开关打开、灯泡发光时，电子从电池的负极流出。追寻电子是如何运动的，就形成了一个电流通道，如图 1-4 所示。

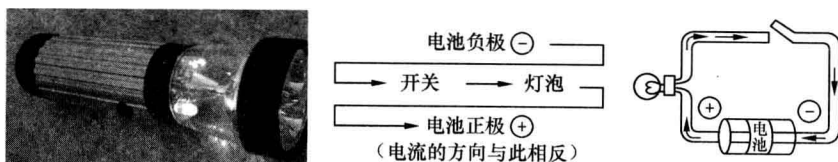


图 1-4 手电筒的工作过程

2. 形成电流需要哪两个条件

- ① 要有能够定向移动的自由电荷，这是形成电流的内因。
- ② 导体两端必须保持一定的电位差（即电压），这是形成电流的外因。电流形成的内因和外因两者缺一不可，必须同时具备，如图 1-5 所示。

电路中有电流通过时，常常表现为热、磁等物理现象及化学效应，如灯泡发光、电饭煲发热、扬声器发出声音等。

3. 怎样测量电流

电流的大小可以用适当量程的电流表直接测量。在需要监测电流的电路中，可在配电板上安装电流表来测量电流，如图 1-6（a）所示。在安装或维修时，电工一般用万用表的电流挡来测量直流电流，如图 1-6（b）所示；用钳形电流表来测量交流电流，如图 1-6（c）所示。关于测量的具体方法，请阅读本书第 7 章的内容。

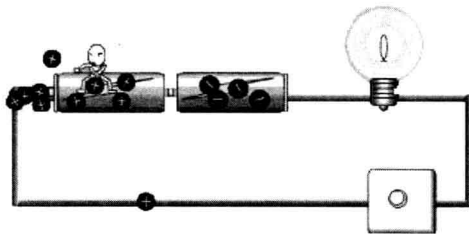
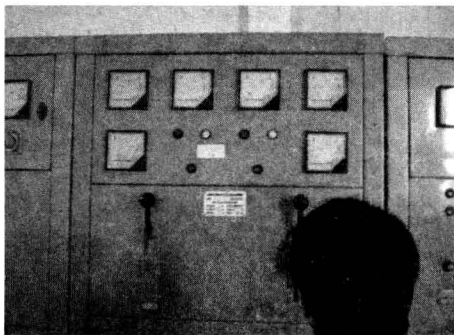
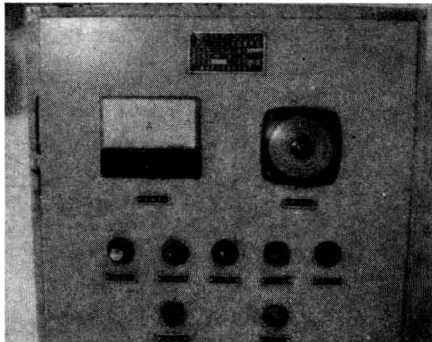


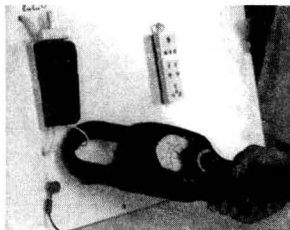
图 1-5 电流形成的条件



(a) 在配电板上用电流表测量电流



(b) 用万用表测量直流电流



(c) 用钳形电流表测量交流电流

图 1-6 测量电流

电流不但有大小，而且有方向。大小和方向都不随时间变化的电流，称为稳恒直流电流，如图 1-7（a）所示；大小随时间作周期性变化而方向不随时间变化的电流称为脉动直流电流，如图 1-7（b）所示；大小和方向均随时间作周期性变化的电流称为交流电流，如图 1-7（c）所示。

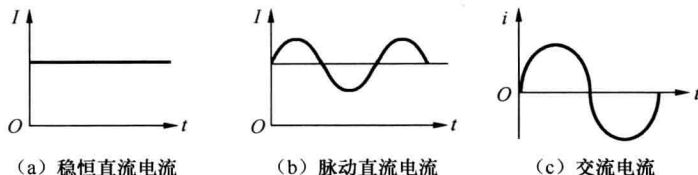


图 1-7 电流与时间的关系曲线

电流的方向是客观存在的，电流的大小是可以计算的。

应用提高

例题 1.1 5s 内通过导体横截面的电量为 0.05C（库仑），求电流的大小为多少。

$$\text{解： } I = \frac{q}{t} = \frac{0.05}{5} = 0.01\text{A} = 10\text{mA}$$

式中： I 为电流，单位为安培（A）； q 为电荷量，单位为库仑（C）； t 为时间，单位为秒（s）。

电流的常用单位是安培（A），常用的单位还有毫安（mA）和微安（ μA ），其换算关系为：

$$1\text{A} = 10^3\text{mA} = 10^6\mu\text{A}$$



想一想

① 电流的方向是如何规定的？电流的单位是什么？

② 当电路中的开关断开后，负载上还有没有电流？为什么？

提示：可结合形成电流的条件去分析。

1.2.2 电压——高低落差有水压，电位之差称电压

1. 什么是电压，其单位是什么

可以把电的流动比作水的流动，要让水流动需要自然的坡度，如果没有，就要用人工的方法形成落差，以便产生水压。电场力做负功就是要产生这种落差。在电学中，把相当于“水流的东西”称为电流，把“水压”类比为电压，如图 1-8 所示。

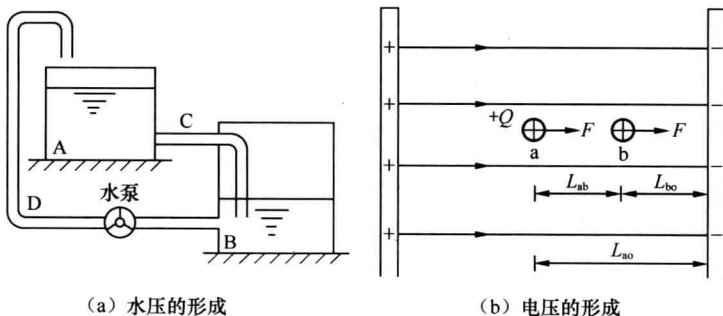


图 1-8 水压和电压的形成

一般情况下，物体所带正电荷越多，其电位越高。如果把两个电位不同的带电体用导线连接起来，电位高的带电体中的正电荷便向电位低的那个带电体流去，于是导体中便产生了电流，就如同水会从高处向低处流一样。在电路中任意两点之间的电位差，称为这两点间的电压。

电压可分为直流电压和交流电压。电池的电压为直流电压，直流电压用大写字母 U 表示，它是通过化学反应维持电能量的。交流电压是随时间周期性变化的电压，用小写字母 u 表示，发电厂的电压一般为交流电压。

电压的国际单位制单位为伏特 (V)，常用的单位还有毫伏 (mV)、微伏 (μV) 和千伏 (kV) 等，它们与 V 的换算关系为：

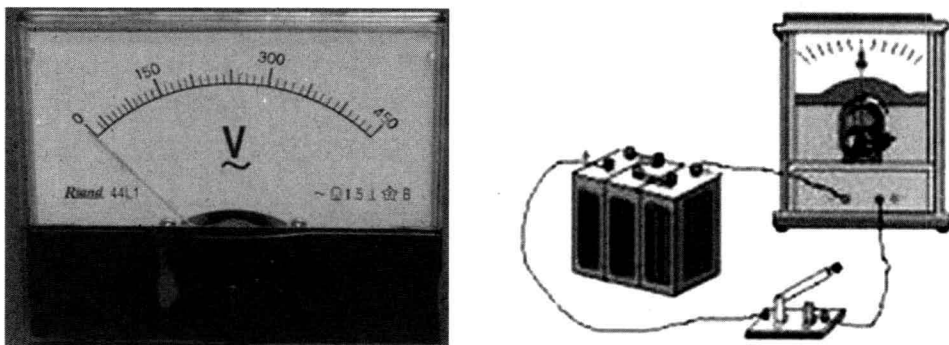
$$1\text{mV} = 10^{-3}\text{V}; 1\mu\text{V} = 10^{-6}\text{V}; 1\text{kV} = 10^3\text{V}$$

在实际应用中提到的电压一般是指两点之间的电位差。通常指定电路中的某一点作为参考点，在电力工程中规定以大地作参考点，认为大地的电位等于零。如果没有特别说明，所谓某点的电压就是指该点与大地之间的电位差。

我国规定标准电压有许多等级，经常接触的有：安全电压 12V、36V，民用市电单相电压 220V，低压三相电压 380V，城乡高压配电电压 10kV 和 35kV，输电电压 110kV 和 220kV，长距离超高压输电电压 330kV 和 500kV。

2. 如何测量电压

电压的大小可以用适当量程的电压表测量，如图 1-9 (a) 所示。使用直流电压表的规则为：一不，二要，三看清。



(a) 用电压表测量电压



(b) 用万用表测量电压

图 1-9 电压的测量

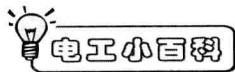
一不：被测电压不能超过电压表的量程。

二要：电压表要并联在被测电路的两端；测量直流电压时，要使电流从电压表的“+”

接线柱流入,从电压表的“—”接线柱流出。

三看清:读数时不仅要看清电压表所用的量程和指针所停的位置,还要看清每一小格所表示的数值。

在进行线路安装和维修时,电工一般使用万用表的直流电压挡来测量直流电压,用万用表的交流电压挡来测量交流电压,如图 1-9 (b) 所示。关于测量方法及注意事项,详见本书第 7 章的相关内容。



电压等级越高, 输送距离越远

目前,世界上电压等级最高、输送距离最远的直流输电工程是四川—上海 $\pm 800\text{kV}$ 高压直流输电工程。该工程于 2007 年 5 月开工,计划于 2011 年建成投运,其输送路线如图 1-10 所示。工程建成后,将创造 18 项世界纪录,如世界上额定电流最大的直流输电工程(4000A),世界上电压等级最高、输送功率最大的输电工程($\pm 800\text{kV}$, 额定输送功率 6400MW, 最大输送功率 7000MW),世界上单位走廊输送能力最大的输电工程(超过 84MW/m)等。

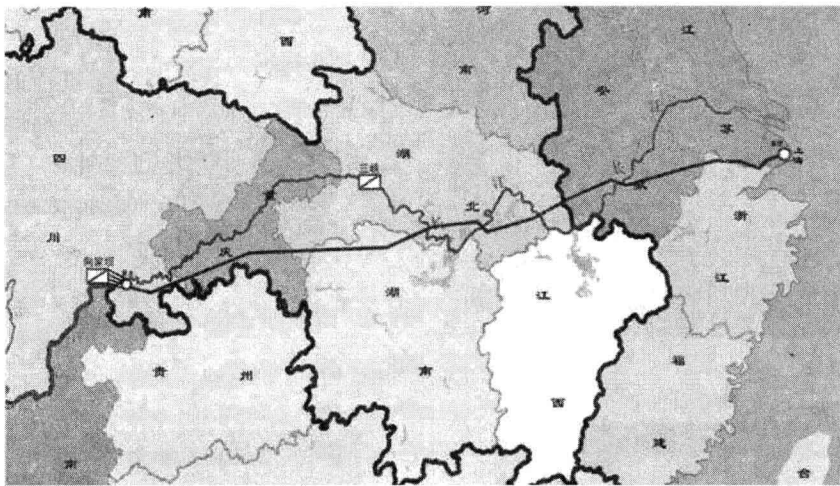


图 1-10 四川—上海 $\pm 800\text{kV}$ 高压直流输电工程输电示意图



① 有人说,电压的高低对人体没有影响,只有电流的大小对人体有影响,对吗?

提示:这个说法不正确。如接触高压电而发生触电时,则因皮肤破裂而使人体电阻大为降低,此时,通过人体的电流即随之增大。此外,接近高压电时还有感应电流的影响,因而是很危险的。

② 电路中没有电压,会产生电流吗?

提示:不会。

1.2.3 电功率——电流做功有快慢, 电流乘以电压算

1. 什么是电功率

电功率是衡量电能转化为其他形式能量快慢的物理量。我们平常说这个灯泡是 40W, 那

个灯泡为 60W，电饭煲为 750W，这里指的就是电功率。电流在单位时间内所做的功称为电功率，用符号“ P ”表示。

2. 电功率的计算公式是什么

$$P = \frac{W}{t}$$

式中： W 的单位为焦耳（J）， t 的单位为秒（s）， P 的单位为瓦特（W）。

由于用电器的电功率与其电阻有关，电功率的公式还可以写成：

$$P = UI = \frac{U^2}{R} = I^2 R$$

如图 1-11 所示，在相同电压下，并联接入同一电路中的 25W 和 100W 灯泡的发光亮度明显不同，这是因为 100W 灯泡的功率大，25W 灯泡的功率小。

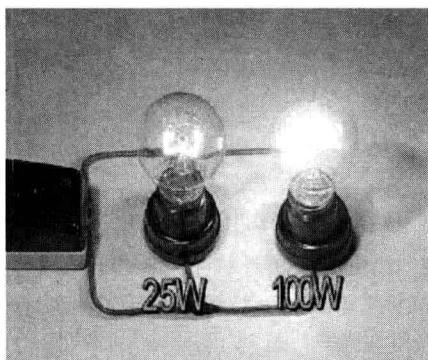
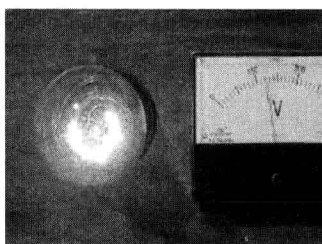
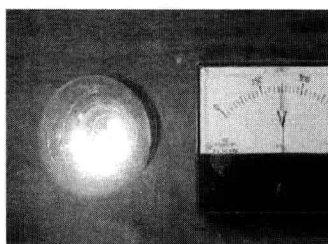


图 1-11 相同电压下功率不同的灯泡发光亮度不同

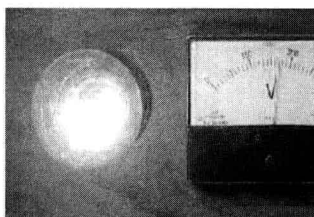
我们在日常生活中还有这样的体验，同一盏灯在电压不同的时候发光强度不一样（如图 1-12 所示），这说明电功率与电压有关。



(a) 180V 电压时的发光情况



(b) 220V 电压时的发光情况



(c) 240V 电压时的发光情况

图 1-12 同一灯泡在不同电压下的发光强度