

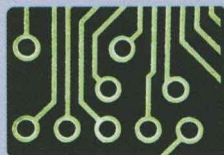
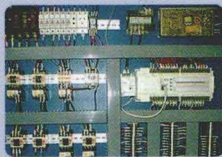
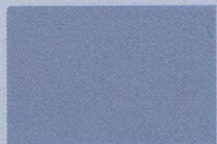
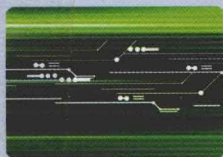
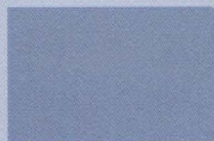


普通高等教育“十二五”创新型规划教材
高等教育课程改革项目研究成果

Electric Circuit Foundation (2nd Edition)

电路基础 (第2版)

◆ 主 编 李雪红 韦禄民
◆ 副主编 雷红梅 黄 权 黄 东 周厚全



普通高等教育“十二五”创新型规划教材
高等教育课程改革项目研究成果

电 路 基 础

(第 2 版)

主 编	李雪红	韦禄民		
副主编	雷红梅	黄 权	黄 东	
	周厚全			
参 编	李 健	罗英和	王 森	
	欧阳恕	胡慧艳	徐贵财	
主 审	邓海鹰			

 **北京理工大学出版社**

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

电路基础/李雪红, 韦禄民主编. —2 版. —北京: 北京理工大学出版社, 2011. 8

ISBN 978 - 7 - 5640 - 5051 - 1

I. ①电… II. ①李…②韦… III. ①电路理论—高等学校—教材
IV. ①TM13

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 171889 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(总编室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / [http:// www. bitpress. com. cn](http://www.bitpress.com.cn)

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 天津紫阳印刷有限公司

开 本 / 710 毫米×1000 毫米 1/16

印 张 / 14.75

字 数 / 276 千字

版 次 / 2011 年 8 月第 2 版 2011 年 8 月第 1 次印刷

责任编辑 / 张慧峰

印 数 / 1~1500 册

责任校对 / 陈玉梅

定 价 / 38.00 元

责任印制 / 王美丽

图书出现印装质量问题, 本社负责调换

前 言

电路基础是一门强电、弱电专业必修的技术基础课程，它不仅为后续专业课程打基础，也是学生走向工作岗位所必须具备的专业基础知识。

根据高等应用型人才培养目标的要求，考虑各专业不同的课时安排及学生的接受能力，本书的编写主要从以下几方面着手：

一、在理论上以够用为度，尽量避免较深的数学过程推导，而较多地在物理意义上解释，尽力让它成为一本教师好教，学生觉得好学的基础教材。

二、采用项目教学法，实行理论、实践一体化的单元式教学。每个项目有教学目标要求，包括能力目标要求和知识目标要求；每单元安排一个或若干个实训，包括实训目的、器材、内容和实训报告要求。

三、每单元均有小结和习题，帮助学生巩固基本概念，掌握重点知识；在例题和习题的选择上，尽量列举生活中能接触到的或与后续课程相关的一些实际电路，以激发学生的学习兴趣。

四、在第一版教材使用两年的基础上，于2011年春、夏季经收集各方意见，对本教材第一版进行了局部修改，更有利于工学结合及今后的教与学。

本书由邓海鹰担任主审，负责全书的审稿工作；李雪红担任第一主编，负责全书的统稿工作并编写项目一、三、四；韦禄民担任第二主编并编写项目一；雷红梅担任副主编，编写项目一、二、三、四和项目六并参与全书的统稿工作；黄权担任副主编并编写项目五；黄东担任副主编并编写项目二、项目六；周厚全担任副主编并编写项目三；罗英和王森一起参与项目一的编写；李健、欧阳恕参与项目二、项目六的编写；胡慧艳参与项目三的编写；徐贵财参与项目五的编写。本书在编写过程中参考了不少同行编写的优秀教材，从中得到了不少启发和教益，在此致以诚挚的感谢！

虽然我们编写组同心协力，但由于水平有限，书中错误和不妥之处在所难免，敬请广大师生和读者提出宝贵意见，以便今后进一步修改提高。

编 者

目录

Contents <<< <<<

项目一 直流电路的基本概念	1
【实训 1.1】简单的日常照明电路、扩音电路	1
1.1 电路和电路模型	3
1.1.1 电路	3
1.1.2 电路模型	3
【实训 1.2】简单直流电路的电压、电流和电位测量	4
1.2 电路的基本物理量	5
1.2.1 电流	5
1.2.2 电压和电位	6
1.2.3 电动势	9
1.2.4 电能和电功率	10
1.3 电路的三种基本元件及其伏安关系	11
1.3.1 电阻元件及其伏安特性	11
1.3.2 电容元件及其伏安特性	12
1.3.3 电感元件及其伏安特性	13
【实训 1.3】复杂直流电路中的电压、电流	15
1.4 基尔霍夫定律	16
1.4.1 基本电路的分析	16
1.4.2 基尔霍夫电流定律和基尔霍夫电压定律	18
1.5 电压源和电流源（包括受控源）	19
1.5.1 电压源	19
1.5.2 电流源	20
1.5.3 电压源与电流源的等效变换	21
1.5.4 受控源	22
【实训 1.4】万用表的使用	23
【实训 1.5】磁电系电流表、电压表的扩程与校验	27
【实训 1.6】直流单臂电桥、兆欧表的使用	29
本章小结	33
习题	34

项目二 直流电路的分析方法	37
2.1 电阻的连接	37
2.1.1 电阻的串、并联	37
2.1.2 电阻的三角形和星形连接	40
2.2 支路电流法	43
2.3 网孔电流法	45
2.3.1 网孔电流及其与支路电流的关系	45
2.3.2 网孔电流方程	45
2.4 节点电压法	47
2.4.1 节点电压	47
2.4.2 节点电压方程	48
2.4.3 节点电压法的应用	49
【实训 2.1】叠加定理的验证	51
2.5 叠加定理	53
【实训 2.2】戴维南定理的验证	55
2.6 有源二端网络定理	57
2.6.1 戴维南定理	57
2.6.2 诺顿定理	61
2.6.3 最大功率传输定理	61
本章小结	63
习题	64
项目三 单相交流电路	67
【实训 3.1】单相交流电的波形观察与分析	67
3.1 正弦交流电路的基本概念	69
3.1.1 正弦交流量的三要素	69
3.1.2 正弦交流量的有效值	71
3.1.3 同频率正弦交流量的相位差	72
3.2 正弦交流量的相量表示法	74
3.2.1 复数的基本概念	74
3.2.2 正弦交流量的相量表示法	76
3.2.3 基尔霍夫定律的相量形式	79
3.3 正弦交流电路中的电阻、电感、电容元件伏安关系及其功率	80
3.3.1 电阻元件伏安关系及其功率	80
3.3.2 电感元件伏安关系及其功率	82
3.3.3 电容元件伏安关系及其功率	84
3.4 复阻抗与复导纳	87
3.4.1 单一元件的复阻抗与复导纳	87

3.4.2 R 、 L 、 C 串联电路的复阻抗	88
3.4.3 R 、 L 、 C 并联电路的复导纳	90
3.4.4 复阻抗的连接	92
3.4.5 复阻抗与复导纳的等效变换	94
3.4.6 相量分析法	97
3.5 正弦交流电路的功率	98
3.5.1 瞬时功率	98
3.5.2 有功功率 (平均功率)	99
3.5.3 无功功率	100
3.5.4 视在功率	100
3.5.5 功率因数	100
3.5.6 复功率	100
【实训 3.2】日光灯电路及功率因数的提高	101
3.6 功率因数的提高	103
3.6.1 功率因数提高的意义	103
3.6.2 功率因数提高的方法	103
【实训 3.3】 RLC 串联谐振电路	105
3.7 正弦交流电路中的谐振	107
3.7.1 R 、 L 、 C 串联电路的谐振	107
3.7.2 R 、 L 、 C 并联电路的谐振	109
【实训 3.4】同名端及互感系数的测量	111
3.8 耦合电感电路	114
3.8.1 耦合电感电路的基本概念	114
3.8.2 耦合电感电路	117
3.8.3 耦合电感电路的分析与应用	119
【实训 3.5】线圈参数的测量	124
【实训 3.6】单相电能表的校验	126
【实训 3.7】家庭照明线路的设计与连接	128
本章小结	129
习题	134
项目四 三相正弦交流电路	137
【实训 4.1】三相正弦交流电路电压、电流的测量	137
4.1 三相正弦交流电路的基本概念	140
4.1.1 对称三相正弦交流电源	140
4.1.2 对称三相正弦交流电的特点	141
4.1.3 三相电源的联接	141
4.1.4 三相电路中的电压、电流	142



4.2 三相负载及其电压、电流关系	144
4.2.1 三相负载的星形联接	145
4.2.2 三相负载的三角形联接	147
4.3 对称三相电路的分析方法	149
4.3.1 对称三相电路的 Y—Y 联接	149
4.3.2 对称三相电路的其他联接	152
4.4 简单不对称三相电路的分析	153
4.4.1 低压供电系统中的三相不对称电路	154
4.4.2 一相负载短路的三相不对称电路	155
4.4.3 一相负载断路的三相不对称电路	156
4.4.4 对称三相电路中一相线断路	158
【实训 4.2】三相正弦交流电路功率的测量	161
4.5 三相电路的功率及测量	162
4.5.1 三相电路的功率	163
4.5.2 三相电路的功率测量	164
本章小结	166
习题	170
项目五 动态电路的暂态分析	172
5.1 一阶电路的基本概念	172
5.1.1 暂态过程和一阶电路	172
5.1.2 换路定则	173
5.1.3 初始值	174
5.2 一阶电路的零输入响应	175
5.2.1 一阶电路零输入响应的分析	175
5.2.2 一阶电路零输入响应的应用	178
5.3 一阶电路的零状态响应	180
5.3.1 一阶电路零状态响应分析	180
5.3.2 一阶电路零状态响应的应用	182
5.4 一阶电路的全响应	183
5.5 一阶电路的三要素法	184
本章小结	186
习题	188
项目六 磁路、交流铁芯线圈和非正弦周期电流电路	190
6.1 磁场的基本物理量	190
6.1.1 磁感应强度	190
6.1.2 磁通	191
6.1.3 磁导率	191

6.1.4	磁场强度	192
6.2	铁磁物质的磁化	192
6.2.1	铁磁物质的磁化	192
6.2.2	铁磁物质的磁化曲线	192
6.2.3	铁磁物质的分类	194
6.3	磁路的基本定律	195
6.3.1	磁路	195
6.3.2	磁路的基本物理量	196
6.3.3	磁路的基尔霍夫定律	196
6.3.4	磁路的欧姆定律	197
6.4	交流铁芯线圈	198
6.4.1	电磁关系表达式	198
6.4.2	电磁关系波形	198
6.4.3	交流铁芯线圈的损耗	200
6.4.4	等效电路	201
6.5	变压器	205
6.5.1	变压器的基本结构	205
6.5.2	变压器的工作原理	206
6.5.3	电力变压器的铭牌数据	209
6.5.4	常用变压器	212
6.6	非正弦周期电流电路	216
6.6.1	非正弦周期电流电路的分析	216
6.6.2	非正弦周期电流电路的计算	221
	本章小结	223
	习题	225

项目一

Chapter 1

直流电路的基本概念

教学目标要求

1. 能力目标要求

- (1) 能识别基本的电路元器件、看懂直流电路图及进行正确接线。
- (2) 能分析和测试电路元件的伏安特性。
- (3) 能用欧姆定律、基尔霍夫定律求解基本的直流电路。
- (4) 能正确使用万用电表和直流电源。

2. 知识目标要求

- (1) 掌握电路和电路模型的概念。
- (2) 掌握电流、电压、电位、电动势、电功率、电能等基本物理量。
- (3) 掌握电压、电流的参考方向和电路元件的伏安特性。
- (4) 掌握基尔霍夫定律。

【实训 1.1】简单的日常照明电路、扩音电路

实训目的

1. 熟悉常用照明灯具，学会电压表、电流表的使用方法。
2. 掌握开关、插座的安装方法。
3. 熟练掌握日光灯照明电路的安装与检修方法。

实训器材

常用灯具、灯座、插座、开关 1 套；电压表、电流表、万用表、单相电度表各 1 只；电工工具 1 套；自制木台 1 个，导线若干。

实训内容

1. 白炽灯照明电路的安装

- (1) 白炽灯安装的主要步骤与工艺要求。

- ① 木台的安装。
- ② 挂线盒的安装。
- ③ 灯座的安装。
- ④ 开关的安装。
- ⑤ 插座的安装。插座的种类很多，按安装位置分，有明插座和暗插座；按

电源相数分,有单相插座和三相插座;按插孔数分,有两孔插座和三孔插座。目前新型的多用组合插座或接线板更是品种繁多,将两眼与三眼,插座与开关,开关与安全保护等合理地组合在一起,既安全又美观,在家庭和宾馆得到了广泛地应用。

(2) 白炽灯安装使用注意事项。

① 相线和零线应严格区分,将零线直接接到灯座上,相线经过开关再接到灯头上。对螺口灯座,相线必须接在螺口灯座中心的接线端上,零线接在螺口的接线端上,千万不能接错,否则就容易发生触电事故。

② 用双股棉织绝缘软线时,有花色的一根导线接相线,没有花色的导线接零线。

③ 导线与接线螺钉连接时,先将导线的绝缘层剥去合适的长度,再将导线拧紧以免松动,最后环成圆扣。圆扣的绕向应与螺钉拧紧的方向一致,否则旋紧螺钉时,圆扣就会松开。

④ 当灯具需接地(或零)时,应采用单独的接地导线(如黄绿双色)接到电网的零干线上,以确保安全。

(3) 白炽灯电路的常见故障与处理。

2. 日光灯照明电路的安装

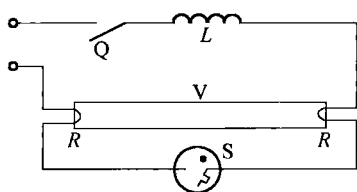


图 1-1 日光灯线路

(1) 日光灯线路的安装。按图 1-1 连接好电路,其中, Q 为开关, L 为镇流器, V 为日光灯灯管, R 为灯丝, S 为启辉器。

(2) 日光灯电路通电观察。接好电路后,合上开关,应看到启辉器有辉光闪烁,灯管在 3s 内正常发光。

(3) 日光灯电路故障分析与检测。合上开关后,如果发现灯管不发光,说明电路或灯管有故障,应进行故障分析和检测,其步骤如下:

① 用测电笔或万用表检查电源电压是否正常。确认电源有电后,闭合开关,转动起辉器,检查起辉器与起辉器座是否接触良好。如果仍无反应,可将起辉器取下,查看起辉器座内弹簧片弹性是否良好,位置是否正确,若不正确则用旋具修正,使其复位。

② 用测电笔或万用表检查起辉器座上有无电压,如有电压,则起辉器损坏的可能性很大,可以换一只起辉器重试。

③ 若测量启辉器座上无电压,应检查灯脚与灯座是否接触良好,可用两手分别按住两个灯脚挤压,或用手握住灯管转动一下。若灯管开始闪光,说明灯脚与灯座接触不良,可将灯管取下来,将灯座内弹簧片拨紧,再把灯管装上。

(4) 安装注意事项。

① 镇流器、启辉器和荧光灯管的规格应相配套,不同功率不能互相混用,否则会缩短灯管寿命造成启动困难。当选用附加线圈的镇流器时,接线应正确,

不能搞错,以免损坏灯管。

② 使用荧光灯管必须按规定接线,否则将烧坏灯管或使灯管不亮。

③ 接线时应使相线通过开关,经镇流器到灯管。

3. 扩音电路的认识

实训报告要求

1. 绘制常用照明电路。
2. 绘制扩音电路的组成框图。
3. 指出常用照明电路安装时的注意事项。

1.1 电路和电路模型

1.1.1 电路

电路是电流的通路。实际电路是为了某种需要由某些电气设备或电路元器件按一定方式互连接组成的整体,并实现某一特定功能。电路的结构有多种形式,不同电路的作用也各不相同。按其完成的基本功能,电路可分为两类:一类是能够进行能量转换和传输的电路,如电力电路;另一类是能够实现信号的产生、传递和处理的电路,如电话线路,扩音机电路等。

虽然实际电路的组成很复杂,形式也有很多种,但是对于一个完整的电路,无论它是进行能量的转换和传输,还是实现信号的产生、传递和处理,都是由电源、负载和中间环节组成。

电源是为电路提供电能的装置,其主要作用是把其他形式的能量转换成电能。负载是电路中使用电能的装置,其主要作用是把电能转换成其他形式的能量。中间环节的主要作用是传递、分配和控制电能。最简单的中间环节是连接电源和负载的导线、控制电路通断的开关。

1.1.2 电路模型

实际电路是由起各种不同作用的实际电路元件组成,在分析电路时,物理过程比较复杂,即使是最简单的电阻器,也很难用一个简单的数学表达式来表示出其物理过程。为了简化分析,常略去元件次要的物理过程,突出其主要的物理过程,把它近似化、理想化,使之可以用一个简单的数学式来描述。这种经过简化的器件称为理想元件或元件模型。理想元件分为有源元件和无源元件两种。无源元件包括:电阻元件、电容元件和电感元件;有源元件包括:电压源元件、电流源元件等。其图形符号如图1-2所示。

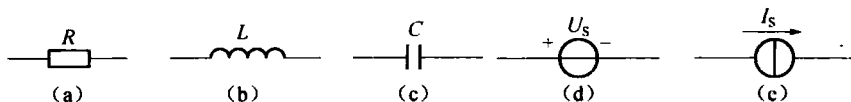


图 1-2 电路中常见的几种元件的图形符号

(a) 电阻元件；(b) 电感元件；(c) 电容元件；(d) 电压源元件；(e) 电流源元件

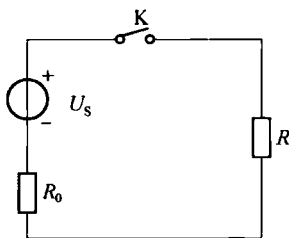


图 1-3 电路模型

用理想电路元件及其组合代替实际电路元件，用特定的符号代表理想元件而绘制的电路图，表示实际电路的连接关系及功能，称之为实际电路的电路模型。如手电筒的电路模型，如图 1-3 所示，电珠是电阻元件，其参数为电阻 R ，干电池是电源元件，其参数为电动势 U_s 和内电阻 R_0 ，筒体是联结干电池与电珠的中间环节（还包括开关），其电阻忽略不计，认为是一无电阻的理想导体。

今后，如未加特别说明，我们所说（本书中提到）的电路均是电路模型，所说（本书中提到）的元件均是理想元件。

【实训 1.2】简单直流电路的电压、电流和电位测量

实训目的

1. 掌握使用万用表测量电流、电压和电位的方法。
2. 掌握简单直流电路的连接方法。
3. 通过对直流电路电压、电流的测量，掌握电路电压、电流关系的特点。
4. 通过电压、电位的测定，初步了解电压和电位的区别和联系。

实训器材

可调直流稳压电源 1 个、万用表 1 个、电学实验台 1 台、导线若干。

实训内容

1. 已知 $R_1 = 100 \Omega$, $R_2 = 300 \Omega$ ，在实验板上按图 1-4 插拼连接电路。

2. 检查电路无误后，调准直流稳压电源电压值为 $U_{S1} = 6 \text{ V}$, $U_{S2} = 3 \text{ V}$ ，再将其接入实验线路中。

3. 使用万用表电流挡测量 I_1 、 I_2 的电流值，数据填入表中。

4. 以图中的 D 点作为电位的参考点，使用万用表电压挡，分别测量 A 、 B 、 C 、 D 各点的电位值 V_A 、 V_B 、 V_C 、 V_D ，数据填入表中。

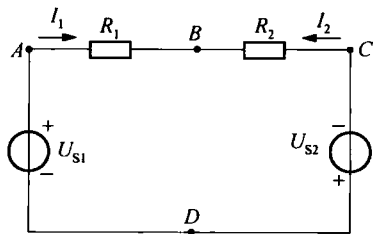


图 1-4 电压、电位的测量

5. 使用万用表电压挡, 分别测量两点间的电压值 U_{AB} 、 U_{BC} 、 U_{CD} 、 U_{DA} , 数据填入表中。

6. 以 B 点作为参考点, 重复实验内容 4、5 的测量, 测得数据填入表中。

实训报告要求

1. 设计实验数据表, 并将实验数据填入表中。
2. 分析实验数据, 说明电压和电位的区别和联系。
3. 分析实验数据, 说明电路电压关系、电流关系的特点。
4. 总结使用万用表测量电流、电压和电位的方法。

1.2 电路的基本物理量

1.2.1 电流

电荷的定向移动形成电流。要形成电流, 电荷必须是自由电荷。导体类物质的原子核外电子较易挣脱原子核的束缚成为自由电子, 因此一切导体中都有自由电荷。例如: 金属中的自由电子, 电解溶液、气态导体中的正、负离子, 都是自由电荷。

什么条件下自由电荷 (简称电荷) 才能做定向移动呢?

在图 1-5 所示电路中, 导体 (负载白炽灯) 的两端经开关 K 分别接到电源的两极上, 合上开关 K , 导体两端有了电压, 这时导体中也有了电场, 电场力的方向由电压的正极指向负极, 导体中的电荷在电场力的作用下发生定向移动, 形成电流。正电荷定向移动方向与电场力方向相同, 而负电荷定向移动方向与电场力方向相反。导体中的电流

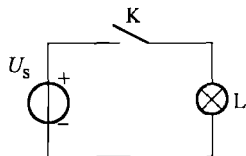


图 1-5 简单电路

可以是正电荷也可以是负电荷的定向移动。习惯上规定正电荷定向移动的方向为电流的实际方向。电路中电源的作用是保持导体上的电压, 使导体存在电场, 从而使导体中有持续的电流。

电流的大小如何表征呢?

在一段时间 Δt 内, 通过导体横截面的电荷量为 Δq , 则电流 i 可定义为

$$i = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{dq}{dt} \quad (1-1)$$

式 (1-1) 中, 电流 i 的单位是安 (A), 电荷量 q 的单位是库仑 (C)。常用的电流单位还有毫安 (mA) 和微安 (μA) 等。

$$1A = 10^3 mA$$

$$1A = 10^6 \mu A$$

当任意一段时间 Δt 内流过导体横截面的电荷量 Δq 都相等时, 式 (1-1) 可

简化为

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \text{恒量} \quad (1-2)$$

式 (1-2) 说明导体电流大小是恒定的, 把大小和方向均不随时间改变的电流称为恒定电流, 简称直流 (DC)。

当任意一段时间 Δt 内流过导体横截面的电荷量 Δq 不等时, 导体电流大小是变化的, 把大小和方向随时间改变的电流称为变动电流。周期性变化且平均电流为零的变动电流称为交变电流, 简称交流 (AC)。把大小随时间改变而方向不变化的电流称为脉动直流电流。直流、交流和脉动直流随时间变化的关系如图 1-6 所示。

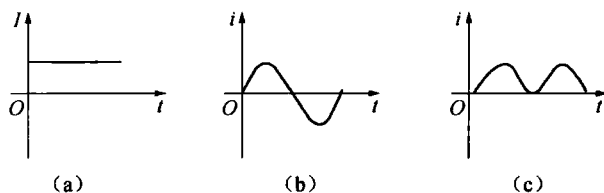


图 1-6 $I(i) - t$ 变化关系图

(a) 直流; (b) 交流; (c) 脉动直流

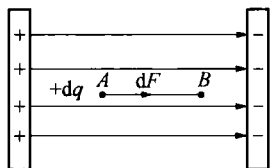
注意:

- (1) 电流即是一种物理现象, 又是一个表示电荷定向运动强弱的物理量。
- (2) i 小写字母表示电流为交变电流, I 大写字母表示电流为直流。

1.2.2 电压和电位

1.2.2.1 电压

电荷在电场力的作用下移动时, 电场力要做功。在图 1-7 所示电场中, 电



荷 dq 在电场力 ΔF 作用下, 由 A 点移动到 B 点, 移动距离为 L_{AB} , 那么电场力对电荷做的功为

$$dW = dFL_{AB}$$

为了衡量电场力做功能力的大小, 引入电压这个物理量。电场力把电荷由 A 点移动到 B 点所做的功 dW , 与被移动电荷电荷量 dq 的比, 叫做 A、B 两点

图 1-7 电场力对电荷做功

间的电压 u_{AB} , 可用式 (1-3) 表示

$$u_{AB} = \frac{dW}{dq} \quad (1-3)$$

式中, W 的单位为焦耳 (J); u_{AB} 单位是伏特 (V)。

在国际单位制中, 电压的常用单位还有千伏 (kV) 和毫伏 (mV):

$$1 \text{ kV} = 10^3 \text{ V}$$

$$1 \text{ V} = 10^3 \text{ mV}$$

电压的实际方向规定为在电场中正电荷受电场力作用而移动的方向，即高电位指向低电位的方向。

任何时刻电场力将电荷 dq 从 A 点移动到 B 点，所做的功 dW 都相等时，式 (1-3) 可以简化为

$$U_{AB} = \frac{dW}{dq} = \text{恒量} \quad (1-4)$$

式 (1-4) 说明导体两端的电压 U_{AB} 为直流电压，它具有大小和方向均不随时间改变的特点。

任何时刻电场力将电荷 dq 从 A 点移动到 B 点，所做的功 dW 不相等时，导体两端的电压 u_{AB} 为交流电压，其大小和方向随时间改变。

1.2.2.2 电位

在电路中，选定某点 O 作为参考点，把任一点 A 与参考点 O 之间的电压 u_{AO} 称为点 A 的电位 V_A 。选定的参考点的电位为零，即 $V_O = 0$ ，所以参考点也叫零电位点。参考点在电路图中常用符号 “ $\perp$ ” 表示。设图 1-8 所示的一段电路中取 O 作为参考点，有

$$V_A = u_{AO}, V_B = u_{BO}$$

1.2.2.3 电压和电位的区别和联系

电压和电位有何区别和联系呢？如图 1-9 电路中，已知各电阻均为 100Ω ，直流电源电压 $U_S = 20 \text{ V}$ ，分别以 A 点、 B 点为参考零电位点，各点的电位值及其两点间的电压值如表 1-1 所示。

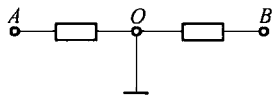


图 1-8 某点的电位

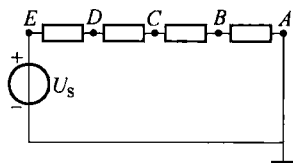


图 1-9 电压与电位

表 1-1 电压与电位的关系

参考点	测量内容									
	电压					电位				
	U_{BA}	U_{CB}	U_{DA}	U_{EC}	U_{AB}	V_A	V_B	V_C	V_D	V_E
A 点	5	5	15	10	-5	0	5	10	15	20
B 点	5	5	15	10	-5	-5	0	5	10	15

观察并分析表 1-1 数据, 不难发现:

- (1) 电压和电位的单位都是伏 (V);
- (2) 电压是指电路中两点间的电压, 而电位是指电路中某一点的电位 (即电路中某一点到参考点的电压称为电位);
- (3) 电压是绝对的, 即两点间的电压与参考点的选择无关, 而电位是相对的, 即某一点的电位是相对于参考点而言, 与参考点的选择有关;
- (4) $U_{BA} = -U_{AB}$, 即 B 点到 A 点的电压方向与 A 点到 B 点的电压方向相反;
- (5) $U_{BA} = V_B - V_A$, $U_{EC} = V_E - V_C$ 等, 即两点间的电压等于这两点的电位之差。

【例 1-1】 在图 1-10 所示电路中, $U_{AC} = 4 \text{ V}$, $U_{CB} = -14 \text{ V}$, $U_{OC} = 6 \text{ V}$, 求 V_A 、 V_B 、 V_C 的电位值。

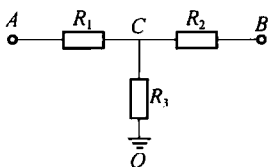


图 1-10 例 1-1 图

解: 图中标明 O 点接地, 则 $V_O = 0$

$$U_{OC} = V_O - V_C = 0 - V_C = -V_C$$

$$V_C = -6(\text{V})$$

$$U_{AC} = V_A - V_C$$

$$V_A = U_{AC} + V_C = 4 + (-6) = -2(\text{V})$$

$$U_{CB} = V_C - V_B$$

$$V_B = V_C - U_{CB} = (-6) - (-14) = 8(\text{V})$$

1.2.2.4 电流与电压的参考方向

电流和电压是电路分析中通常要求解的物理量。前面虽然对电流和电压的方向作了明确的规定, 但在电路计算时, 有很多情况是事先无法确定电路中电流或电压的实际方向, 为了计算方便, 常常事先选取一个电流或电压方向 (假想的方向), 称为参考方向。

参考方向如何表示呢? 在电路中参考方向一般用实线箭头表示, 电压参考方向还可以用“+”“-”符号表示, “+”号表示假设的高电位端, “-”号表示假设的低电位端, 由“+”号指向“-”号的方向就是电压的参考方向, 也可以用双下标表示, 如 i_{AB} 、 u_{AB} 等。如图 1-11 所示。

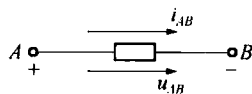


图 1-11 电流与电压的参考方向

任意选取的电流、电压的参考方向可能一致, 也可能相反。在电路中, 将一段电路或某个元件的电流、电压参考方向选取一致, 这种关系的参考方向称为关联参考方向, 简称关联方向, 本书中若未特别说明, 均采用关联方向。

参考方向与实际方向有什么关系呢? 在电路中, 选定电流 (或电压) 的参考方向后, 如果计算的结果为正值, 那么电流 (或电压) 的实际方向与参考方向一致, 如果计算的结果为负值, 那么电流 (或电压) 的实际方向与参考方向相反。