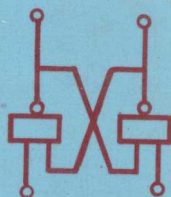
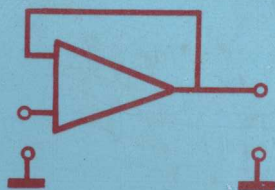
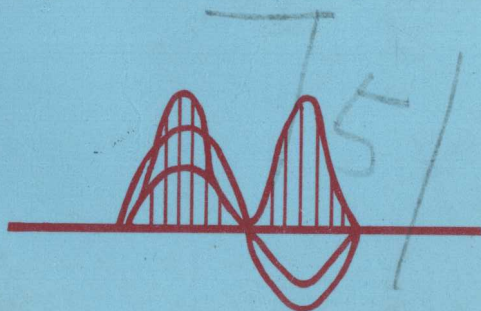


电工电子 技术基础

马文杰主编



辽宁科学技术出版社

电工电子技术基础

马文杰 主编

辽宁科学技术出版社出版发行(沈阳市南京街6段1里2号)
中山印刷厂印刷

开本:787×1092 1/32 印张:19 1/4 字数:425.000
1997年6月第1版 1997年6月第1次印刷

责任编辑 栾世禄 插图 马文杰
封面设计 邹君文

印数:1-10000

统一书号:ISBN7-5381-0551-4/TM.28 定价:25.00元

前 言

电工电子学是工科大专院校各种非电专业的重要基础课程。为了满足此类学校电工电子学教学的需要，我们编写了这本教材。

本书包括电路及电子技术两方面的基本理论与实际知识，并在此基础上对新技术的开发与应用方面作了适当介绍。本教材有如下特点：

1、本着内容加宽不加深，强调基本理论实际应用的原则，与以往此类教材比，删掉了老化知识，增进了新技术（如适当介绍了运算放大、数字技术及集成电路等内容）。力求取材少而精，教学用时少，适用于80—100学时教学。

2、在保证教材的科学性、系统性、严密性与条理性的基础上，在体系及内容的结构上作了新尝试（如将变压器、异步电动机作为交流铁芯线圈电路基本理论的实际应用放在同一章中）。

3、考虑到各种专业间知识互相渗透的实际，力求适用于多种专业教学的需要。教师可根据教学大纲的要求和实际教学时数，灵活掌握。

本教材适用于工业民用建筑、建筑材料、供热通风、给排水、环境保护、能源、化工、水利、农林、矿冶、机械等专业的短学时教学需要，有较普遍的使用价值。

本书的第二、七、八、十、十一、十二章及第一到第十二章的例题、思考题、习题由沈阳大学马文杰编写与演算，第一章由沈阳矿山职工大学朱国威编写，第三章由本溪大学倪德林编写，第四章和第六章分别由沈阳化工学院李玉玲与

王德志编写，第五章由沈阳航空工业学院贾国栋编写，第九章由丹东大学陶铭昆编写，第十三章及第十章第四节由沈阳航空工业学院张起时编写。马文杰绘制了第一至第十二章插图，贾国栋绘制了第十三章插图。

全书经东北工学院有关专家审定，并提出了宝贵意见。编者修改后又经复审，最后定稿。在此一并表示感谢。

由于编者的水平和经验有限，书中难免有不妥或错误。敬请使用本书的师生提出建议和批评，以便修改使之逐渐完善。

马 文 杰

目 录

第一篇 电路基础	1
第一章 电路的基本概念	1
1—1 电路的基本物理量	1
一、电路的组成	
二、电路的作用	
三、基本物理量	
1—2 电路的工作状态	12
一、负载状态	
二、空载状态	
三、短路状态	
四、负载获得最大功率的条件	
五、电路图的简单画法	
1—3 电路中电位的计算	17
1—4 克希荷夫定律	20
一、克希荷夫第一定律	
二、克希荷夫第二定律	
第二章 电路的分析与计算方法	26
2—1 支路电流法	26
2—2 节点电位法	29
2—3 迭加原理	31
2—4 等效电源定理	36
一、代文宁定理	
二、诺顿定理	
三、电压源和电流源的等效互换	
第三章 交流电的基本概念	44
3—1 电流的几种型式	44

一、恒定电流	
二、脉动电流	
三、交变电流	
3—2 正弦交流电的产生及应用	46
一、正弦交流电的产生	
二、正弦交流电的应用	
3—3 正弦交流电的特征	48
一、幅值	
二、周期与频率	
三、初相位、相位、相位差	
3—4 正弦交流电的有效值	55
3—5 正弦交流电的表示方法	58
一、正弦交流电的解析式表示法	
二、正弦交流电的波形图表示法	
三、正弦量的旋转矢量表示法	
四、正弦量的复数表示法	
第四章 单相正弦交流电路的计算	69
4—1 交流电路的理想化	69
4—2 暂态与稳态的概念	70
4—3 纯电阻元件的交流电路	71
一、纯电阻电路中电流电压关系	
二、纯电阻电路中的功率关系	
4—4 纯电感元件的交流电路	74
一、纯电感电路中电流、电压与自感电势的关系	
二、纯电感电路中的功率关系	
4—5 纯电容元件的交流电路	81
一、纯电容电路中电压与电流的关系	
二、纯电容电路中的功率关系	
4—6 电阻、电感、电容元件串联的交流电路	87
一、R、L、C串联电路电压与电流的关系	

二、R、L、C串联电路的功率关系	
三、R、L、C串联电路的谐振状态	
4—7 负载并联的交流电路	102
一、并联电路的计算	
二、并联电路的谐振状态	
4—8 电感性负载与功率因数的提高	112
一、电感性负载及其功率因数	
二、功率因数低引起的问题	
三、提高功率因数的方法	
4—9 交流电路的复数运算	117
一、负载串联的交流电路的复数运算	
二、负载并联的交流电路的复数运算	
第五章 三相正弦交流电路	123
5—1 三相交流电路的概念	123
5—2 三相电动势的产生及其表示法	124
5—3 三相电源的联接方法	127
5—4 三相负载的联接方法	131
一、三相负载的星形接法	
二、三相负载的三角形接法	
5—5 三相电路功率的计算及其测量	143
一、三相功率的计算	
二、三相有功功率的测量	
第六章 铁芯线圈电路及其应用	150
6—1 磁路的一般概念	150
一、磁路的基本概念	
二、磁路的物理量	
三、磁路定律	
6—2 交流铁芯线圈电路	157
一、空芯线圈交流电路	
二、铁芯线圈交流电路	

6—3	变压器	163
一、	变压器的用途	
二、	变压器的基本结构	
三、	变压器的工作原理	
四、	变压器的特性	
五、	变压器的功率和效率	
六、	变压器的极性及其鉴别	
七、	特殊类型的变压器	
6—4	三相异步电动机	178
一、	概述	
二、	三相异步电动机的基本构造	
三、	三相异步电动机的转动原理	
四、	异步电动机的电磁转矩和机械特性	
五、	异步电动机的使用	
六、	异步电动机的选择	
七、	异步电动机的控制和保护	
第七章	防雷与预防用电事故	221
7—1	建筑防雷	221
一、	雷电的破坏作用及其活动规律	
二、	防雷措施	
7—2	用电事故及其预防方法	225
一、	一般用电事故及其处理	
二、	安全用电的基本措施	
第二篇	电子技术基础	237
第八章	晶体二管和整流电路	237
8—1	半导体的基本知识	237
一、	什么是半导体	
二、	半导体的原子结构及导电方式	
三、	杂质半导体	
四、	PN结的形成及其单向导电性	

8—2	晶体二极管及其伏安特性和主要参数···	224
一、	晶体二极管的构成	
二、	晶体二极管的伏安特性	
三、	晶体二极管的主要参数	
四、	二极管性能的简易测试法	
8—3	二极管的主要用途·····	248
一、	单相半波整流电路	
二、	单相桥式整流滤波电路	
8—4	硅稳压管与稳压电路·····	255
一、	硅稳压管及其伏安特性	
二、	硅稳压管的主要参数	
三、	硅稳压管稳压电路	
第九章	晶体三极管及交流放大电路基础·····	261
9—1	晶体三极管·····	261
一、	晶体三极管的结构	
二、	晶体管的电流放大作用	
三、	晶体管的特性曲线	
四、	晶体管的工作状态	
五、	晶体管的主要参数	
六、	晶体管的测试方法	
9—2	放大电路的组成和工作原理·····	282
一、	放大电路中晶体管的三种基本接法	
二、	放大电路的基本分析方法	
9—3	放大器的偏置稳定电路·····	301
一、	温度变化对放大器工作点的影响	
二、	典型分压式偏置稳定电路	
9—4	放大器的输入电阻和输出电阻·····	307
一、	输入电阻 r_i	
二、	输出电阻 r_o	
9—5	反馈在放大器中的应用·····	309

一、反馈的基本概念	
二、反馈的种类	
三、负反馈对放大器性能的影响	
四、基本负反馈放大电路举例	
五、反馈的判别	
9—6 场效应管放大电路简介	324
一、结型场效应管	
二、结型场效应管放大电路	
第十章 晶体管放大器	331
10—1 射极输出器	331
一、射极输出器电路的特点	
二、射极输出器的主要性能	
三、射极输出器的应用	
10—2 多级交流放大器	336
一、概述	
二、阻容耦合多级电压放大器	
三、功率放大器	
10—3 直流放大器	348
一、直接耦合放大器	
二、差动放大器	
10—4 运算放大器	355
一、运算放大器的组成和符号	
二、集成运算放大器的主要参数	
三、理想运算放大器	
四、运算放大器的基本运算电路	
第十一章 晶体管电路应用举例	371
11—1 晶体管振荡器	371
一、概述	
二、振荡原理	
三、LC自激振荡器	
四、RC自激振荡器	

11—2	晶体管稳压电源	382
一、	单管串联式稳压电路	
二、	典型串联式晶体管稳压电路	
11—3	喊话器	886
11—4	50瓦晶体管扩音机	388
11—5	晶体管超外差式收音机	392
一、	什么是超外差式收音机	
二、	超外差式收音机的组成及作用	
三、	超外差式晶体管收音机的整机电路	
11—6	阅读电子电路图的方法梗概	397
一、	掌握全局	
二、	化繁为简	
三、	分析整机信号传递过程	
第十二章	集成电路及其应用	400
12—1	集成电路的基本知识	400
一、	集成电路的产生和发展	
二、	集成电路的种类	
12—2	集成化稳压电源	402
一、	概述	
二、	5G14的电路组成及工作原理	
三、	W7800三端集成稳压器的组成及其使用	
第十三章	数字电路	413
13—1	数字电路与脉冲波形	414
一、	数字电路	
二、	计算体制	
三、	脉冲波形	
13—2	半导体管的开关特性	427
一、	二极管开关特性	
二、	三极管开关特性	
13—3	逻辑门电路	437

一、什么是门电路	
二、基本门电路	
三、复合门电路	
13—4	TTL 集成与非门电路 445
一、TTL与非门电路的构成	
二、TTL与非门的工作原理	
三、电压传输特性和主要参数	
13—5	逻辑代数的基本知识 453
一、最基本的逻辑运算	
二、逻辑代数的常用公式	
13—6	逻辑电路分析与逻辑函数化简 458
一、逻辑电路分析与设计	
二、逻辑函数式化简方法	
13—7	双稳态触发器 462
一、R—S触发器	
二、主从J—K触发器	
三、T触发器	
四、D触发器	
13—8	寄存器 471
一、单端输入的数码寄存器	
二、移位寄存器	
13—9	计数器 474
一、四位同步二进制加法计数器	
二、异步二进制加法计数器	
三、异步二进制减法计数器	
四、同步十进制加法计数器	
13—10	译码显示电路 483
一、数码显示器	
二、辉光数码管译码器	
例题、思考题、习题	 491
附录 国产半导体器件型号命名法	 606

第一篇 电路基础

第一章 电路的基本概念

1—1 电路的基本物理量

一、电路的组成

电荷有秩序的定向运动叫做电流。电流所通过的路径就是电路。如果在电路中流动的是直流电，这种电路就叫直流电路。

下面以最简单的手电筒电路（如图1—1所示）为例，来讨论电路的组成。

本电路由干电池、灯泡、联接铜片和按钮开关组成。

干电池把化学能转换成电能，是提供电能的元件，

称为电源；灯泡起着把电能转换成光能的作用，它是用电装置，称为负载；联接铜片用来联接干电池和灯泡，按钮的作

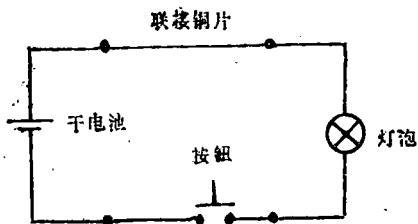


图1—1 手电筒电路图

用是控制电源和负载的接通或断开，开关、联接导体统称中间环节。

当按下开关时，电源、负载和联接导线共同构成一个闭合回路，在这个回路中就有电流流动，灯泡因而发光。由此可见，任何一个用电设备不论其结构如何复杂，电路都少不了电源、负载和中间环节三个基本组成部分。

电路中由负载和中间环节所组成的电流通路叫做外电路；电源内部的电流通路叫做内电路。

二、电路的作用

电路的作用是利用电流输送、转换和控制能量再加以利用。但因其输送、转换和控制能量的规模大小和使用目的的不同，电路的作用大致可以分为下述两个方面。

1 传递电能和变换电能

在电力工程中，发电、输电、配电，电力拖动、电气照明以及交直流电之间的变换都属于解决这类问题，当然这要靠组成电路来完成。但是这类电路的特点是转送和变换的能量较大，应用高电压大电流，即所谓强电，因此对这类电路的要求是在转送和变换过程中尽可能地减少损耗，强调提高效率。

2 传递信息和处理信息

在电子技术领域中，组成电路的目的往往是为了传递信息和处理信息。例如，语言、文学、音乐、图象的传送和接收，生产过程中的自动调节，电子计算机中对信息的处理，都属于这类问题。这类电路虽然也存在能量的输送和转换问题，然而这类电路的特点是能量较小，应用低电压小电流。对这类电路的要求是传递处理信息要准确，即强调尽可能的

减小失真。

三、基本物理量

1 电流强度

一般地说，电荷运动的速率是随时间而变化的。因此，电流也将随时间而变化。为了计量电流的强弱，规定了电流强度这一物理量。

电流强度是指单位时间内通过某一导体横截面的电量（图1—2）。

设在极短的时间 dt 内，通过导体截面 S 的微小电量为 dq ，则电流强度为

$$i = \frac{dq}{dt} \quad (1-1)$$

如果电流强度不随时间而变化，即



$$\frac{dq}{dt} = \text{常数}$$

图1—2 导体中的电流

则这种电流称为恒定电流，简称直流，直流电流强度用大写字母 I 表示。在这种情况下，式（1—1）改写为

$$I = \frac{Q}{t} \quad (1-2)$$

电流强度的单位是安培，用 A 表示。在实际应用中，根据不同需要，大电流用千安培（ KA ）、小电流用毫安培（ mA ）或微安培（ μA ）作单位。它们的关系是

$$1 \text{ 千安 (KA) } = 1000 \text{ 安 (A)}$$

$$1 \text{ 毫安 (mA) } = \frac{1}{1000} \text{ 安 (A)}$$

$$1 \text{ 微安 } (\mu\text{A}) = \frac{1}{1000000} \text{ 安 } (\text{A})$$

在工程上，电流强度简称为电流。

当研究具体电路时，不可避免地会遇到有关电流的方向问题。电流的实际方向是一定的。在直流电路中，习惯上规定，外电路中电流的方向是从电源的正极流出、负极流进的。但如果在分析和计算电路的过程中，电路比较复杂，某些电流的实际方向开始时无法确定，分析和计算将无法进行。为此，常可任意选定某一方向作为电流的正方向，所选电流的正方向并不一定与电流实际方向一致。正方向用箭头表示在电路图上，这样就可以根据所标定的正方向对电路进行分析计算了。计算的结果，如电流为正值，则电流的实际方向与假定的正方向相同；如果电流是负值，则电流的实际方向与假定的正方向相反。

必须指出，只有在选定正方向时，电流值才有正负之分。

2 电位能与电位

电流现象是由于电荷的定向移动而形成的。而电荷移动的原因是电场力对电荷的作用(图1—3)。a和b是两个电极，a带正电，b带负电，

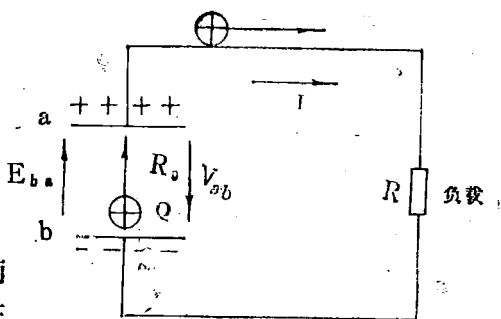


图1—3 电荷在电场力和电源力作用下做定向运动

因此在a、b之间便有电场存在，方向是a到b。如果用导线把

负载和 a 、 b 联接起来，则正电荷将受到正极的排斥沿电场方向（从 a 经负载到 b ）运动，或者说负电荷逆电场方向（从 b 经负载到 a ）运动。二者是等效的，后者是实际情况。在电荷移动过程中，电场力要克服电路对电荷移动的阻力，由此可见，电场力对电荷做功是产生电流的原因。

电荷流经一段电路的过程中不断消耗能量，它由电路的一点移至另一点时所减少的能量，就等于电场力在这段电路上所做的功。因此说，电荷在电路上的不同点具有不同的能量。正如重力场中的物体，在不同高度时具有不同重力位能一样，当物体下落（或上移）后，其重力位能减小（或增加）的数值，就等于重力（或外力）做功的大小。

电荷在电路上各点所具有的能量叫做电荷的电位能。

电位能还不能反映电路中各点的性质。因为电荷的电位能与电荷所带电量成正比。电量多，电位能大，电量少，电位能小。这说明对于不同的电量，即或在电路中处于同一点，其电位能也是不相同的。于是规定：

单位正电荷在电场中某一点所具有的电位能称为该点的电位，其数学表示式为

$$\varphi_a = \frac{W_a}{Q} \quad (1-3)$$

式中： W_a — a 点的电位能，单位为焦耳；

φ_a — a 点的电位，单位为伏特。

由图 1—4 可知，外电路电流是从电源的正极出发，沿导线经负载到电源的负极。正极是高电位，负极是低电位，电流是由高电位流向低电位的。

但是电路中电位的高低是相对的。如图 1—4 中， b 点的电位比 a 点低，然而比 c 点高。因此，不确定一个标准点，