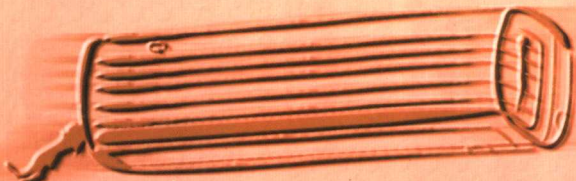
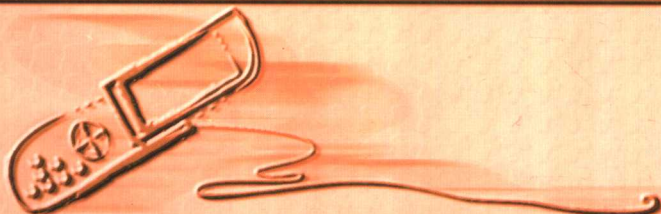
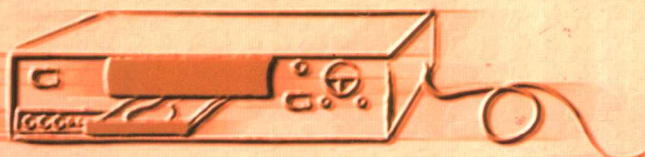
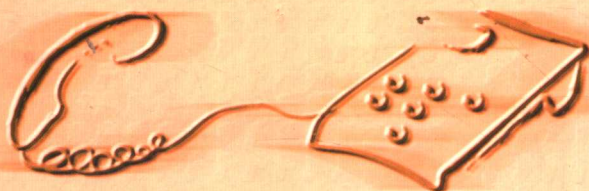
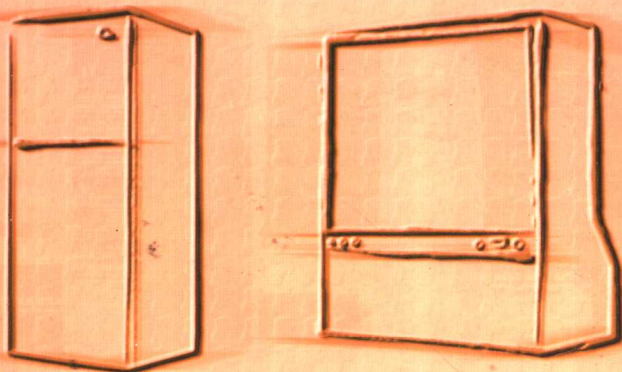


家用电器维修培训教材

刘午平 主编 刘建清 寻立波 编著

家电维修  
从入门  
到精通丛书



随书附光盘一张

# 模拟电子技术

从入门到精通

国防工业出版社

<http://www.ndip.cn>

# 模拟电子技术从入门到精通

刘午平 主编

刘建清 寻立波 编著

国防工业出版社

·北京·

## 内 容 简 介

本书将传统教材分类中的电工技术与模拟电子电路技术合二为一,从模拟电子技术的总体应用出发,提纲挈领、通俗、全面、详细地讲解了模拟电子技术的基础知识、各种基本单元电路以及模拟电路的应用与故障排除。本书除可作为模拟电子技术的教学与自学教材外,也可作为模拟电子电路的应用手册使用。

本书附赠光盘中还包括 2000 多个型号的线性(模拟)集成电路的代换资料,以及 100 多张模拟电子技术应用与制作的电路图。

本书可供家电维修人员、工矿企业的技术人员、技工、农村电工、无线电爱好者阅读,也可作为中专、中技的教材使用。

### 图书在版编目(CIP)数据

模拟电子技术从入门到精通 / 刘建清, 寻立波编著.

北京: 国防工业出版社, 2006. 1

(家电维修从入门到精通丛书/刘午平主编)

ISBN 7-118-04171-8

I. 模... II. ①刘... ②寻... III. 模拟电路—电子技术—基本知识 IV. TN710

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 110604 号

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

北京市李史山胶印厂

新华书店经售

开本 787×1092 1/16 印张 20½ 510 千字

2006 年 1 月第 1 版 2006 年 1 月北京第 1 次印刷

印数: 1—5000 册 定价: 32.00 元(含光盘)

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

国防书店: (010)68428422

发行邮购: (010)68414474

发行传真: (010)68411535

发行业务: (010)68472764

## 丛书前言

随着我国科学技术的发展和人民生活水平的迅速提高,各种各样的现代家用电器已经普及到千家万户,与此同时对于家用电器的维修问题也提出了更高的要求。现在,家电维修已经成为一个行业,有越来越多的新手和大批的无线电爱好者正在加入到这一行业中。为此,我们组织编写了这套丛书,以期向希望从事家电维修工作的读者提供一套实用的家电维修自学和培训教材。

“丛书”的写作宗旨是力求通俗易懂、实用好用,指导初学者快速入门、步步提高、逐渐精通,成为家电维修的行家里手。“丛书”在写作时,既考虑了初学者的“入门”,又照顾了一般维修人员的“提高”,还兼顾了中等层次维修人员的“精通”,因此,指导性和实用性成为“丛书”的两大特征。

现在图书市场上有关家电维修的书籍也已经不少,但本套丛书还是有很多与众不同的新想法和特点:

理论与实践紧密结合是这套丛书的第一大特点。对维修人员来说,不讲理论的维修是提高不了的,但关键是所讲的理论知识要能看得懂、用得上。因此,本丛书在介绍理论知识时特别注重和实践相结合,突出与修理实践密切相关的电路分析和介绍,不讲过深、过繁以及与实践联系不紧密的理论知识。

注重方法和思路、注重技巧与操作是这套丛书的第二大特点。家电维修是一件操作性和技巧性比较强的工作,很多修理方法和技巧是在传统教科书中所学不到的。丛书的作者都是家电维修的行家里手,他们既有比较扎实的理论基础,又有丰富的维修实践经验,在丛书的各个分册中介绍了很多非常实用的检修方法和检修技巧,其中有不少是作者经多年实践总结出来的“看家本领”。

图文并茂、好读易用是本丛书的第三大特点。丛书在写作风格上力求轻松、易懂。为了让读者方便、快捷地抓住书中的重点和要点,尽快获取自己所需要的信息,书中特意安排了提示图标。读者根据这些图标的提示去阅读,可大大提高阅读效率,使所花费的阅读时间减到最少,而对重点、难点了解得更快、更全。

本丛书由国防工业出版社总编辑杨星豪总策划,由家电维修行业知名专家、中国电子学会高级会员刘午平任主编。在丛书的组织和编写过程中,还得到了消费电子领域的专家学者和家电维修界各方面专家的大力支持和指导,其中包括:国家广播电视产品质量检测中心安永成教授,北京牡丹电子集团吴建中高级工程师,北京兆维电子集团闫双耀高级工程师,《家电维修》杂志杨来英副主编,北京市技术交流站宋友山高级工程师,家用电子产品维修专业高级讲师李士宽,北京索尼特约维修站主任王强技师、王立纯技师,北京东芝特约维修站主任聂阳技师、贾平生技师,北京夏普特约维修站主任刘洪弟技师,北京飞利浦特约维修站张旭东技师,北京长虹康佳特约维修站谢永成技师等,在此表示感谢。

我们衷心希望这套丛书能对从事家电维修的人员有所帮助,更希望业内专家、学者以及广大的读者朋友对这套丛书提出宝贵意见和建议。

丛书编者

# 前 言

模拟电子技术是研究各种电子器件的性能及其组成的电路与应用的学科,是一门重要的基础平台课程,尽管数字化是当今技术转移的重点,但基本器件和基本电路仍是技术的基础,它们在电子设备中也具有不可替代的作用。模拟电子技术内容庞杂、概念性强、分析方法多,初学者倍感“入门难”。为了帮助读者学好这门基础课,我们组织编写了这本入门读物。

本书写作的出发点是不讲过深的理论知识,不涉及高等数学方面的公式,力求做到理论和应用相结合,循序渐进、由浅入深、通俗实用,以指导初学者快速入门、步步提高、逐渐精通,使初学者能够在较短的时间内学好和用好这门课程。

本书在写作时,既考虑了初学者的入门,简要介绍了电路基础等方面的知识,又兼顾了中等水平人员的提高和精通,详细分析了放大电路、振荡电路和电源电路等基本电路。因此,指导性和系统性是本书的两大特征。

按照由浅入深、循序渐进的写作宗旨,本书分为入门篇、提高篇及精通篇。

“入门篇”:介绍了电路基础方面的知识,主要包括直流电路、电磁基础和交流电路等方面的内容。

“提高篇”:首先简要介绍了二极管基本电路,然后详细分析了三极管基本放大电路、多级放大电路、负反馈放大电路和功率放大电路,最后阐述了场效应管及基本放大电路。

“精通篇”:主要包括运算放大电路、正弦波振荡电路、电源电路和模拟电路的检测四个方面的内容。为了便于读者理解和扩展知识面,本篇中加入了大量实用应用电路,并进行了简要分析。

本书内容新颖、资料翔实、通俗易懂,分析方法简洁,具有较强的针对性、启发性和指导性。特别适合电子产品维修人员和电子爱好者作为入门性指导教材和学习参考书。

本书附赠光盘中还包括 2000 多个型号的线性(模拟)集成电路的代换资料,以及 400 多张模拟电子技术应用与制作的电路图,是学习与应用模拟电子技术的宝贵资料。

参加本书编写工作的还有刘为国、王春生、孙保书、李风伟等同志。由于编著者水平有限,疏漏之处在所难免,诚恳希望各位同行、读者批评指正。

编 著 者

# 目 录

## 入门篇

<b>第一章 直流电路基础知识</b> .....	2
<b>第一节 电路基本知识</b> .....	2
一、电路的概念 .....	2
二、电路基本物理量 .....	3
三、电路的三种状态 .....	7
四、电阻定律 .....	7
五、电阻的串联与并联 .....	7
<b>第二节 欧姆定律和焦耳定律</b> .....	8
一、部分电路欧姆定律 .....	8
二、焦耳定律 .....	8
三、闭合电路欧姆定律 .....	9
<b>第三节 基尔霍夫电流和电压定律</b> .....	11
一、支路、结点、回路和网孔 .....	11
二、基尔霍夫电流定律(KCL) .....	11
三、基尔霍夫电压定律(KVL) .....	12
四、电路中电位的计算 .....	13
<b>第四节 电压源和电流源及其等效变换</b> .....	14
一、电压源 .....	14
二、电流源 .....	16
三、电压源与电流源的等效变换 .....	17
四、电源的串并联 .....	17
<b>第五节 电路基本分析方法</b> .....	18
一、支路电流法 .....	18
二、结点电压法 .....	20
<b>第六节 电路分析重要定理</b> .....	21
一、叠加原理 .....	21
二、戴维南定理 .....	23
三、诺顿定理 .....	25
<b>第二章 电磁基础知识</b> .....	28
<b>第一节 磁场和磁感线</b> .....	28
一、磁场 .....	28

二、磁感线	28
三、电流的磁场和磁感线	29
第二节 安培力和磁感应强度	30
一、安培力的大小和磁感应强度	30
二、安培力的方向和左手定则	31
第三节 电磁感应	32
一、磁通量	32
二、电磁感应现象	33
三、法拉第电磁感应定律	33
四、楞次定律	34
五、右手定则	35
六、自感	36
七、涡流	37
第四节 磁性材料	38
一、磁导率	38
二、磁场强度	38
三、磁性材料的磁性能	38
四、磁性材料的分类	39
第五节 互感	40
一、互感现象	40
二、互感系数	40
三、互感电动势	41
四、互感线圈的同名端及其判断方法	41
五、互感线圈的连接	43
第六节 变压器	45
一、变压器的结构	46
二、变压器的原理	46
三、变压器的同名端特性说明	50
四、变压器的屏蔽	50
第三章 交流电路	52
第一节 正弦交流电的产生及变化规律	52
一、交流电的概念	52
二、正弦交流电的变化规律	52
第二节 正弦交流电的三要素	54
一、周期、频率和角频率	54
二、瞬时值、最大值和有效值	54
三、相位、初相位和相位差	55
第三节 正弦交流电的表示法	57
一、函数法	57
二、图像法	57

三、相量图表示法	57
第四节 电阻、电感和电容交流电路	60
一、纯电阻电路	60
二、纯电感电路	61
三、纯电容电路	65
四、RLC 串联交流电路	68
第五节 功率因数的提高	72
一、提高功率因数的意义	72
二、提高功率因数的方法	73
第六节 RC 和 LC 电路	74
一、RC 串联和并联电路	74
二、滤波器	75
三、LC 自由振荡电路	77
四、LC 串联谐振电路	79
五、LC 并联谐振电路	81
六、陷波器	82
七、RC 移相电路	84

## 提高篇

第四章 二极管基本电路	90
第一节 半导体基础知识	90
一、导体、绝缘体和半导体	90
二、半导体的特性	90
三、半导体的结构	91
四、PN 结单向导电特性	93
第二节 半导体二极管	94
一、二极管的结构	95
二、二极管的类型	95
三、二极管的伏安特性	95
四、二极管的主要参数	96
第三节 特殊二极管	97
一、稳压二极管	97
二、变容二极管	99
三、发光二极管	100
四、红外接收二极管	104
第四节 二极管基本电路	104
一、普通二极管基本电路	104
二、稳压管基本电路	112
第五章 三极管放大电路	115



第一节 半导体三极管	115
一、半导体三极管的结构	115
二、三极管的工作电压	116
三、三极管的电流分配关系	117
四、三极管的输入输出特性曲线	119
五、晶体三极管的主要技术参数	121
第二节 共发射极放大电路	124
一、放大电路的技术指标	124
二、共发射极放大电路的定性分析	126
三、共射放大电路的定量分析	128
四、工作点的稳定	142
第三节 共集电极和共基极放大电路	145
一、共集电极电路	145
二、共基极放大电路	147
三、三种放大电路的比较	148
第四节 多级放大电路	151
一、阻容耦合	152
二、变压器耦合	154
三、直接耦合	155
第五节 放大电路的频率响应	160
一、频率响应基本概念	160
二、放大电路的频率响应	161
第六节 放大电路的负反馈	162
一、反馈的分类	162
二、四种常见负反馈电路分析	165
三、反馈的一般表达式	167
四、负反馈对放大电路的影响	168
五、负反馈放大电路的自激及校正	171
第七节 功率放大电路	175
一、功率放大电路常用概念	175
二、OTL 功率放大电路	177
三、OCL 功率放大电路	180
四、BTL 功率放大电路	181
五、集成功率放大器	183
<b>第六章 场效应管放大电路</b>	<b>189</b>
第一节 场效应管的结构及特性	189
一、结型场效应管	189
二、绝缘栅场效应管	191
三、场效应管的主要参数	194
四、场效应管与晶体三极管的区别	196

第二节 场效应管放大电路	196
一、共源极放大器	197
二、共漏极放大电路(源极输出器)	198

## 精通篇

<b>第七章 运算放大电路</b>	200
第一节 集成电路基本知识	200
一、集成电路的种类	200
二、集成电路的结构特点	201
三、集成电路的外形	201
四、集成电路的优缺点	202
第二节 集成运放的基本组成	202
一、差分放大输入级	203
二、偏置电路	211
三、中间级	212
四、输出级	214
五、集成运放的主要技术参数	214
第三节 基本运算放大电路	215
一、运算放大器的分类	215
二、运算放大器的特点	216
三、常见运算放大电路	217
第四节 集成运放电路的应用	224
一、有源滤波电路	224
二、电压比较器	227
三、非正弦波发生器	232
四、集成运放应用中的几个问题	236
<b>第八章 正弦波振荡电路</b>	238
第一节 正弦波振荡电路组成和工作过程	238
一、正弦波振荡电路的组成	238
二、产生正弦波振荡的条件	239
三、振荡电路的工作过程	239
第二节 正弦波振荡电路分析	240
一、电感三点式正弦波振荡器	240
二、电容三点式振荡电路	242
三、石英晶体振荡电路	245
四、RC 正弦波振荡器	250
五、变压器耦合正弦波振荡器	253
<b>第九章 电源电路</b>	256
第一节 直流稳压电源的分类及组成	256

一、直流稳压电源的分类 .....	256
二、直流稳压电源的组成 .....	256
第二节 整流电路 .....	257
一、半波整流电路 .....	257
二、全波整流电路 .....	258
三、桥式整流电路 .....	260
四、倍压整流电路 .....	262
第三节 滤波电路 .....	263
一、电容滤波电路 .....	264
二、 $\pi$ 型 RC 滤波电路 .....	265
三、电感滤波电路 .....	266
四、LC 滤波电路 .....	267
五、 $\pi$ 型 LC 滤波电路 .....	267
六、电子滤波器电路 .....	267
第四节 直流稳压电路 .....	268
一、硅稳压管稳压电路 .....	269
二、串联型稳压电路 .....	269
三、集成稳压器 .....	273
四、开关型稳压电路(开关电源) .....	282
第五节 可控整流电路和晶闸管触发电路 .....	294
一、可控整流电路 .....	294
二、晶闸管的触发电路 .....	298
第六节 交流稳压电源电路 .....	303
一、手动调压器 .....	303
二、自动调压器 .....	303
第七节 逆变电源和 UPS 电源电路 .....	308
一、逆变电源 .....	308
二、UPS 电源 .....	308
<b>第十章 模拟电路检测方法和技巧 .....</b>	<b>311</b>
第一节 电路的测试及检测技巧 .....	311
一、直流电压及检测技巧 .....	311
二、交流电压及检测技巧 .....	313
三、测试电阻值及检测技巧 .....	313
四、直流电流及检测技巧 .....	314
第二节 电路的检测方法 .....	314
一、检查电路工作点 .....	315
二、改变偏置状态观察电路工作状态 .....	316
三、强迫停振观察振荡级工作状态 .....	316
<b>参考文献 .....</b>	<b>317</b>

# 入门篇

本篇主要介绍了电路的一些基础知识,着重讨论了直流电路、电磁基础和交流电路等内容。掌握这些内容,对于深入理解和分析模拟电子线路具有重要的指导意义。



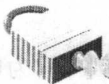
**图例说明:**为了让读者方便、快捷地从书中获取所需要的信息,书中特意安排了下面这些图标,根据这些图标的指示去阅读,可使花费的时间减到最少,重点、难点了解得更快、更全。



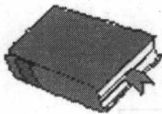
**重点提示** 这个图标所示内容比较重要,认真阅读并充分理解这些内容,能快速地掌握电路的一些基础知识和知识要点。



**难点释疑** 这个图标标注的是具有代表性的疑难问题,以及容易产生错误或混淆不清的概念,认真阅读这些内容,能澄清模糊概念、领会重要概念的实质,以开拓思路。



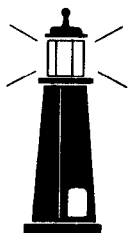
**方法技巧** 这个图标所示内容是电路分析中的方法和技巧。仔细体会、灵活运用,可增强读者分析问题、解决问题的能力。



**阅读材料** 这个图标标注的是拓展和辅助性的材料,仔细阅读这些内容,不但可扩大知识面,而且对理解电路原理具有一定的指导意义。



# 第一章 直流电路基础知识



电路是电子技术中主要研究对象,电路理论是电子产品设计与维修人员必须具备的基础理论,而直流电路则是电路中最重要、也是最基础的理论。本章主要介绍直流电路的基本概念和基本定律,阐述直流电路的基本分析方法导和重要定理。这些内容是分析和计算电路的依据,也是学习后续课程的基础知识。

## 第一节 电路基本知识

### 一、电路的概念

#### 1. 电路

电路就是电的流通过径,通常由电源、负载、连接导线和控制器组成。其中,电源是将非电能转换为电能的设备,如电池、发电机等;负载是将电能转换为非电能的设备,如电灯、电炉、电动机等;连接导线用以传输及分配电能;控制器用来控制电路通断、保护电源,如开关、保险丝、继电器等。图 1-1 所示的是一个最简单的电路,也就是我们日常生活中经常用到的手电筒电路。

#### 2. 电路图

在实际工作中,为便于分析,通常将电路中的实际元件用图形符号表示在电路中,称为电路原理图,也叫电路图。图 1-2 是图 1-1 的电路图。

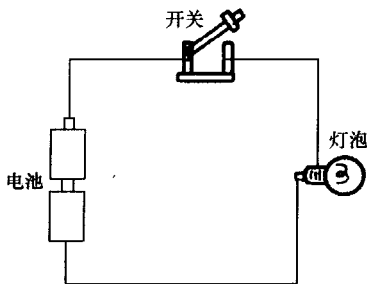


图 1-1 简单电路

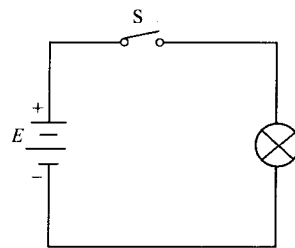


图 1-2 简单电路的电路图

图 1-3 是电路图中几种常用元件符号。

#### 3. 串联电路和并联电路

如图 1-4 所示,把两只小灯泡,顺次连接在电路里,一只灯泡亮时另一只也亮。像这样把元件逐个顺次连接起来,就组成了串联电路。

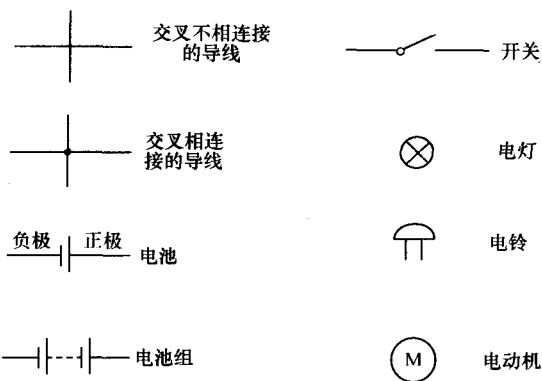


图 1-3 电路元件符号

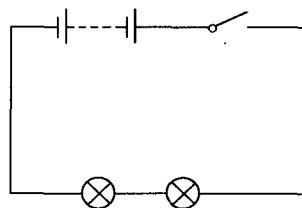


图 1-4 串联电路

如果要求两只灯泡可以各自开和关,互不影响,可以按图 1-5 那样,把两只灯泡并列地接在电路中,并各自安装一个开关。像这样把元件并列地连接起来,就组成了并联电路。

串联电路和并联电路是最基本的电路,它们的实际应用非常普遍。市场上出售的一种装饰用小彩灯,经常被用来装饰店堂、居室,烘托欢乐的气氛,其中的几十只彩色小灯泡就是串联的。在家庭中,像电灯、电风扇、电冰箱、电视机等用电器,都是并联在电路中的,如图 1-6 所示。

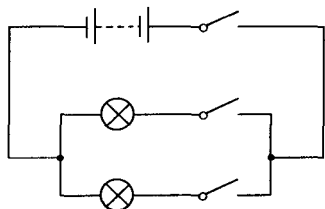


图 1-5 并联电路

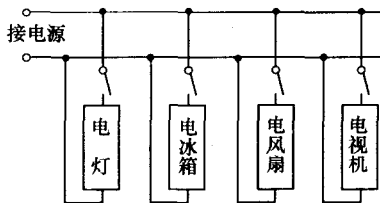


图 1-6 家用电器的并联连接

有了串联电路和并联电路的知识,就可以根据实际需要来连接电路了,如果要使几个电器总是同时工作(只要有一个开路,其他的就停止工作),可以把它们串联在电路中,如果要求几个用电器可以分别控制,就应该将它们并联在电路中,并且分别装上开关。

## 二、电路基本物理量

### 1. 电流

#### 1) 电流的定义

电流是由电荷的移动形成的,在一定时间内,通过导体某一横截面的电荷越多即电量越多,电流就越大。

电流的大小用电流强度(简称电流)表示,电流强度等于 1 秒钟内通过导体横截面的电量。国际上通常用字母  $I$  表示电流,如果用  $q$  表示通过导体横截面的电量, $t$  表示通电时间,那么

$$I = \frac{q}{t}$$

如果上式中  $q$  的单位用库(C),时间  $t$  的单位用秒(s),电流  $I$  的单位就是安[培],简称安,符号是 A。常用的电流单位还有毫安(mA)和微安( $\mu$ A)。电流单位的换算关系如下:

$$1\text{A} = 1\,000\text{mA}$$

$$1\text{mA} = 1\,000\mu\text{A}$$



## 2) 电流的方向

电流不但有大小,而且还有方向,习惯规定正电荷运动的方向或负电荷(自由电子)运动的反方向为电流的实际方向。电路中电流数值的正与负,与参考方向密切相关。

参考方向是计算复杂电路时任意假定的电流或电压的方向,并不一定是它们的实际方向。所以,参考方向仅仅是计算电流或电压值和确定其实际方向的依据。

引入参考方向这个概念的目的在于,可以用代数量说明电流的大小和方向,代数值的绝对值表示电流的大小,正值和负值可以判定它们的实际方向。

引入参考方向后,解决了电路中电流值的计算及实际方向的确定问题。那么,参考方向怎样设置,代数量怎样表示电流的大小和方向呢?

参考方向是任意假定的电流的方向。如图 1-7(a)、(b) 所示,电流的方向,不是  $a$  到  $b$ , 就是  $b$  到  $a$ , 可以任意选定一个方向。

若电流的计算值为正,表示实际方向与参考方向相同,如图 1-7(a) 所示;若电流的计算值为负,表示实际方向与参考方向相反,如图 1-7(b) 所示。

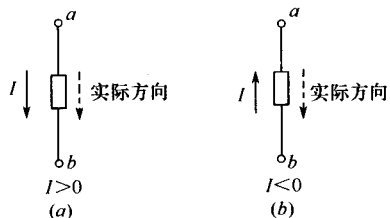


图 1-7 电流的方向

需要说明的是,电流的实际方向是客观存在的,与参考方向的设置无关。参考方向假定的电流方向,是计算的惟一依据,一经选定,在电路计算中就要以此为标准,不能随意变动。在不注明参考方向时,电流的正负值均无意义。对同一电流,若参考方向选择不同,计算结果应差一个负号。

## 3) 电流的分类

电流可分为直流电流和变动电流两大类。

直流电流是大小和方向不随时间变化的恒定电流,一般用大写字母  $I$  表示,如图 1-8(a) 所示。变动电流是大小和方向均随时间变化的电流,常见的变动电流主要有正弦交流电流,如图 1-8(b) 所示,以及锯齿波电流,如图 1-8(c) 所示。交流电流一般用小写字母  $i$  表示。

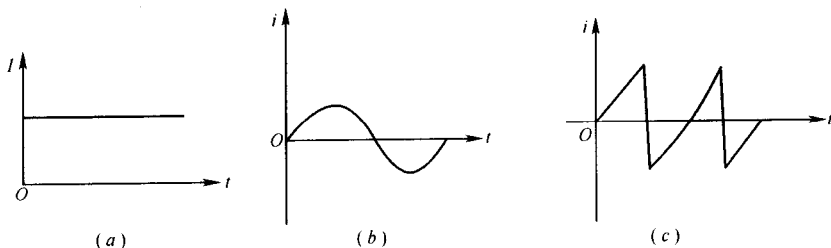


图 1-8 直流电流和变动电流

## 2. 电压

### 1) 电压的定义

为了衡量电场力做功的大小,引入了电压这个物理量。其定义为: $a$ 、 $b$  两点间的电压  $U_{ab}$  在数值上等于把单位正电荷从  $a$  点移到  $b$  点时,电场力所做的功,如图 1-9 所示。用公式表示为

$$U_{ab} = \frac{W}{q}$$

电压的单位是伏[特],简称伏,符号是  $V$ ,比伏大的单位有千伏( $kV$ ),比伏小的单位有毫伏( $mV$ )、微伏( $\mu V$ )等。它们的换算关系如下:

$$1\text{kV} = 1\,000\text{V}$$

$$1\text{V} = 1\,000\text{mV}$$

$$1\text{mV} = 1\,000\mu\text{V}$$

## 2) 电压的方向

电压不但有大小,而且还有方向,电压的实际方向规定由实际高电位指向实际低电位。在不知道电压实际方向时,可以先假定一个参考方向。

参考方向是任意假定的电压的方向。如图 1-10(a)、(b) 所示,电压的方向不是  $a$  到  $b$ , 就是  $b$  到  $a$ , 你可以任意选定一个方向。

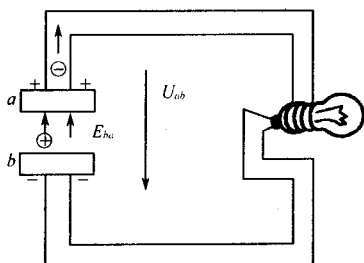


图 1-9 电压定义示意图

若电压的计算值为正,表示实际方向与参考方向相同(见图 1-10(a))。若电压的计算值为负,表示实际方向与参考方向相反(见图 1-10(b))。

在电路图中,一般用“+”、“-”号标出电压的参考方向。“+”号为高电位,“-”号为低电位,由高电位指向低电位的方向是电压的参考方向。文字叙述时,多用字母加双下标表示参考方向。例如,在图 1-10 所示的电路中,电压的参考方向由  $a$  到  $b$ , 可用  $U_{ab}$  表示。

## 3) 电压的分类

电压可分为直流电压和变动电压两大类。直流电压是指大小和方向均不随时间变化的电压,也称为恒定电压,一般用大写字母  $U$  表示,如图 1-11(a) 所示。大小和方向均随时间变化的电压,称为变动电压,一般用小写字母  $u$  表示。常见的变动电压有方波电压、正弦波电压等,如图 1-11(b)、(c) 所示。

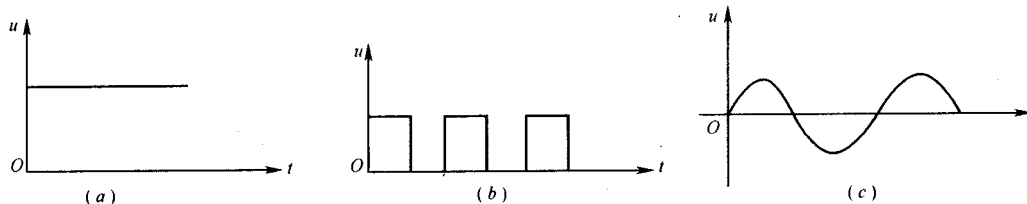


图 1-11 直流电压和变动电压

## 3. 电位

在电子线路分析中,经常用到“电位”这个物理量,那么“电位”是什么呢?在电路中任选一参考点,计算或测量其他各点对参考点的电压降,所得的结果就是结点的电位。

对于“电位”,需要说明以下几点:

- (1) 电位是相对物理量,如果不确定参考点,讨论电位的高低是无意义的。
- (2) 在同一电路中,参考点不同时,各点电位值也不同。





(3) 在同一电路中,参考点确定后,电路中各点电位有惟一确定数值(电位单值性原理)。

(4) 常选大地或设备机壳作为参考点。

(5) 电位的单位与电压单位相同。

#### 4. 电动势

每一电源都有正、负两极(电势高的为正极),通常把电源内部正、负两极之间的电路称为内电路。正电荷由正极流出,经过外电路流入负极,然后,正电荷再靠非静电力从负极经内电路流到正极,内、外电路构成闭合电路,在电源作用下,电荷在闭合电路中往复循环流动,形成恒稳电流。

实验证明,在结构一定的电源内部,当恒稳电流通过时,其他形式的能量转变为电能的量正比于所迁移的电量;不同的电源,当一定量的电荷从电源内部通过时,其他形式的能转变为电能的多少是不同的。这表明,在不同的电源内部,非静电力移送单位电量所做的功是不同的。为了表明电源非静电力做功本领的大小,以便比较各种不同的电源,我们引入了电源电动势这个概念。

电源电动势是电源中非静电力做功能力大小的标志,它在数值上等于电源内部非静电力移送单位正电荷从负极到正极所做的功。电源电动势的大小只取决于电源本身的结构和所处的状态,而与外电路无关。从电动势定义知,它的单位与电压单位相同,也是伏[特]。电动势是电源特有的物理量,其值始终是正的。为便于应用,常给电动势规定一个方向:从电源的负极指向正极。

#### 5. 电功

电功即电流所做的功,是电路消耗电能多少的量度,若电路中的电流为  $I$ ,其两端的电压为  $U$ ,则在时间  $t$  内消耗的总电能即电功为

$$W = UI t \text{ (适用条件: } I, U \text{ 不随时间变化)}$$

电功  $W$  的单位用焦[耳],焦这个单位很小,用起来不方便,生活中常用“度”作电功的单位。“度”在技术中叫做“千瓦时”,符号是“ $\text{kW} \cdot \text{h}$ ”。是指用电设备功率为 1 千瓦,运转 1 小时所耗用的电能,即为 1 千瓦小时或 1 度电的用电量。度和焦的换算关系如下:

$$1 \text{ 度} = 3.6 \times 10^6 \text{ 焦, 即 } 1 \text{ kW} \cdot \text{h} = 3.6 \times 10^6 \text{ J}$$

#### 6. 电功率

##### (1) 电功率的定义

电流在单位时间内所做的功叫做电功率。电功率用  $P$  来表示,  $P = W/t$ , 而  $W = UI t$ , 所以

$$P = UI$$

上式表明,电功率等于电压与电流的乘积。

在上式中,若电压  $U$  的单位为伏,电流  $I$  的单位为安,则电功率  $P$  的单位为瓦[特]。电功率的单位还有千瓦,1 千瓦 = 1 000 瓦,即  $1 \text{ kW} = 1 \text{ 000 W}$ 。

##### (2) 额定值

为使电气设备安全、经济运行和保证一定的使用期限,生产部门要对产品的电压、电流、功率等值的使用范围做一定的限制,额定值就是制造厂对产品使用参数的规定。

额定值通常标注在设备的铭牌上(机壳上的一块小金属牌),所以额定值又叫做铭牌数据。额定值一般用带下标  $N$  的符号表示,如额定电压  $U_N$ 、额定电流  $I_N$ 、额定功率  $P_N$ 。

如灯泡上标着“pZZ220 - 100”,表示额定电压是 220V,额定功率是 100W;使用时应将其接在 220V 电源上,此时灯泡消耗的功率是 100W。若将其接在 110V 电源上,灯泡就很暗;若接