电工学

上　册

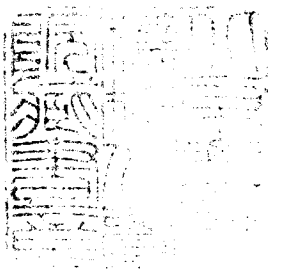
DIANGONGXUE

北京工业学院沈世锐主
中央广播电视大学

电 工 学

上 册

北京工业学院　沈世锐主编



中央广播电视大学出版社

期 限 表

请于下列日期前将书还回

一九八六年二月廿五日

TM
8

271792

电工学
上册

注 意

1 借书到期请即送还。
2 请勿在书上批改圈点，折角。
3 借去图书如有污损遗失等情形须照章赔偿。

京卡0701

电 工 学

上 册

北京工业学院 沈世锐主编

*

中央广播电视大学出版社出版
新华书店北京发行所发行
人民教育出版社印刷厂印装

*

开本 787×1092 1/16 印张 14.5 千字 322
1984 年 12 月第 1 版 1985 年 5 月第 1 次印刷
印数 1—154,000
书号：13300·28 定价：2.10 元

TM
8

271792

前　言

本书是中央广播电视大学理工科非电类各专业电工学课程的试用教材，亦可供各类大专院校、职工大学、函授大学等非电专业学习电工学作教学参考之用。

全书分上、下两册。上册包括直流电路、单相交流电路、三相交流电路、非正弦交流电路、电路中的过渡过程和变压器六章。下册包括异步电动机、直流电动机、异步电机的继电一接触控制、半导体二极管及整流电路、半导体三极管及交流放大器、正弦波振荡器和直流放大器七章。

全书授课计划为 110 学时，其中电视讲授 80 学时，实验 30 学时。

鉴于电大教学的特点，我们在编写中考虑到既要坚持少而精的原则，又要便于学员自学，因此本书力求作到通俗易懂、物理概念清楚、并尽量按教学大纲要求精选内容，在顺序上，与电视讲课配合一致。每章书后附有学习指导，介绍学习目的、重点和要求。除此，每章均附有习题，其中包括思考题和计算题。

参加本书编写工作的有北京工业学院沈世锐（编绪论、第二、三、六、七、八章），刘蕴陶（编第一、九、十二、十三章）；中央广播电视大学李立群（编第四、五章），李西平（编第十、十一章）。

全书由北京工业学院沈世锐担任主编。

本书由大连工学院蒋德川教授及刘志秀同志审阅，他们对本书初稿提出了许多宝贵的意见，谨此表示感谢。

由于我们水平有限，加上编写时间仓促，书中可能存在不少缺点和错误，敬请读者批评指正。

编者

1984 年 9 月

绪　论

随着四个现代化的不断发展，我国的工业、农业、国防、科学技术等各个领域，以及人们的日常生活，都愈来愈广泛地应用电能。当今研究电能应用的电工技术，已经成为发展现代社会物质生产的基础技术、提高人民文化生活水平的重要手段。

电能之所以得到广泛地应用，主要由于电能比其它形态的能量具有更多的优点。

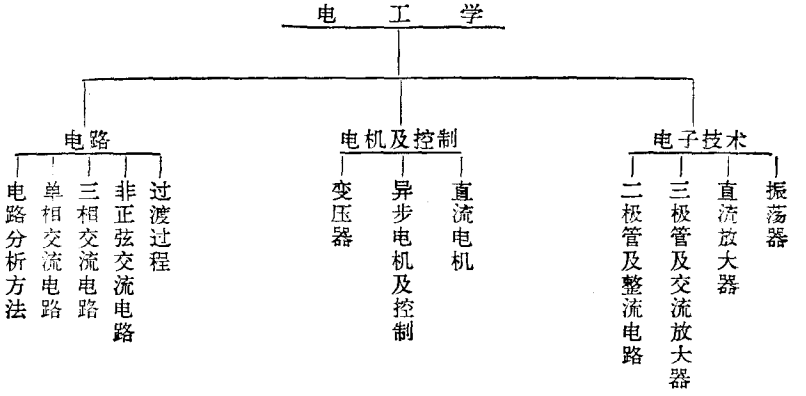
首先，电能易于转换，它既可很方便地由其它形式的能量，如热能、水能、光能、原子能等转换得到，又可很方便地转换成其它形式的能量，如机械能、热能、光能等，而且利用变压器可以很经济地把电能从发电站经过远距离输送到各个用电部门。加之电能使用便利，控制容易，易于实现远距离控制和自动化。

电能之所以优越于其它形式的能量，还在于60年代以来，电子技术飞速发展和电子计算机技术的普遍应用，它们为信息的传递、转换和处理，创造了良好的条件。

现在电能的应用已经深入到机械、建筑、运输、农机、矿冶、化工、轻工、医疗、企业管理等各行、各业中去。为了促进生产的发展，从事上述各个非电专业的技术人员，都应该具备最基本的电工和电子方面的知识。

《电工学》就是专为理工科非电类专业开设的一门实践性较强的公共技术基础课。通过本课程的学习，可使非电专业学员获得最必要的基本理论，基本知识和基本技能，为以后学习专业课和毕业后从事工程技术工作，在"电"的方面打下初步基础。

《电工学》由电路、电机和控制以及电子技术三大部分组成。详见下表。



电路部分是全课程的基础，重点介绍电路分析方法(即电阻性直流电路)和单相交流电路中最基本的概念、定律、原理、分析方法和应用，这些内容既为本课后续章节的电机和电子学部分提供必要的知识，也为今后学习有关后续专业课程打下基础。

电机及控制部分重点介绍各专业广泛应用的变压器和异步电机等。各章内容的阐述主要从

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

基本原理、物理概念和实际应用等方面出发，尽量避免过深、过繁的数学推导，以期能达到在理解原理的基础上学会正确使用这些电机电器。

电子学是近年来电工技术发展较快的领域，在全课中电子技术部分所占比重较大，内容较多。这部分的重点在交流和直流放大电路。对于元、器件，主要是搞清楚外部特性和功能，内部物理过程只作简要说明。希望通过本部分的学习能使同学们掌握主要电子线路的基本原理和应用。

本课程尽管教学内容大都与电专业的《电路分析基础》、《电机与拖动》及《模拟电子技术》等课相似，但在要求上，深广度上及计算方法上是有区别的，侧重点也不相同。《电工学》更侧重稳态分析、定性分析、近似计算、工程实用知识等方面。对于定律，非特殊需要，一般不作证明。总之内容比电专业所学上述课程要少些、浅些，但又是非电专业学员必须掌握的基本内容。

下面谈谈学好《电工学》应注意的几个问题：

1．本课与先修课的关系

学习本课程需要掌握一定的高等数学和大学普通物理的知识，因此应在学完这两门课之后，再学本课。

为避免不必要的重复，本课程对数学中已学过的行列式、复数、微积分、微分方程等内容；物理中已学过的电场、磁场、欧姆定律、电磁感应定律、基本物理量的定义及测量等内容均不复述，但是这些内容在电工学的教学中经常直接引用，希望学员们预先复习。

2．本课与实验环节的关系

本课是一门实践性很强的技术基础课，实验是电工学不可缺少的组成部分。非电专业学员对电工学的理解及两个能力的培养，经常要通过实验手段或实际使用电工仪表或电子仪器等具体设备来学习和提高，因此加强实验环节的教学和实验技能的训练是十分必要的。

电工学实验的目的一般说有以下三点：

(1) 培养学生的基本技能。

(2) 验证理论、巩固和加深对理论的理解。

(3) 培养学生科学实验的能力和养成严谨的科学作风。

其中在实验技能方面，希望达到以下基本要求：

(1) 学会使用最常用的电工测量仪表、电机和电器及电子仪器等设备。

(2) 能按实验要求连接和操作实验线路。

(3) 会读取实验数据，测绘波形曲线，分析实验结果，编写实验报告。

(4) 能初步阅读简单的电气和电子设备的原理电路图。

(5) 具有一定的安全用电常识。

3．本课与习题的关系

为了巩固和加深所学基本概念和基本理论，培养学生分析问题的能力，训练必要的计算技能，在电工学的各章里都布置了一定数量的练习题，做好练习题是学好电工学的关键一环，特别是电工学电路部分的习题，一定要认真及时地作好，不得短缺。

在计算技能方面要求同学达到

(1) 能计算直流电路，会用相量法计算简单正弦交流电路和对称三相交流电路。能用相量图分析正弦交流电路的问题，但不要求对复杂的交流电路作熟练运算。

(2) 能看懂并应用电动机的产品目录、铭牌、数据，能查阅一般的电工手册。

(3) 能估算常用典型晶体管电路，能查阅半导体器件手册。

(4) 作业要求书写整洁，答数准确(要求有效位数准确到三位数)，符号、单位正确。

本课的习题包括两种类型。

(1) 复习参考题：这类题目，有的很简单，有的与书中某部分内容或某例题相近，但思考性、概念性较强，要求同学们自己练习，一般不要求交给教师。

(2) 必做题，这类习题要求及时演算并交给辅导教师批改。做题时可参考教材中的例题，但要注意掌握做题的思路、方法、工程语言的使用、数值计算和单位的正确。切忌不动脑筋，死套公式。必做习题一定要自己独立、按时完成。

如果学员们在完成必做习题之后，尚有余力和兴趣，还可在各章附的习题里挑选相应的题目演算，以加深对本课的理解和运算能力的培养，这部分我们不作具体要求。

最后必须指出：本课程内容面广，学时紧，要学好本课，除按上述要求去做外，还应注意听讲、刻苦钻研、努力自学，有为做好本专业工作而努力学习的决心，有为四化献身的精神，才能克服学习中的困难，专心致志学好本课程。

目　录

前言……(1)
绪论……(2)
第一章　电路的基本分析方法……(5)
§1-1　电路的组成及其基本物理量……(5)
§1-2　电压源及电流源……(16)
§1-3　电路的状态……(18)
§1-4　电路的基本定律……(22)
§1-5　电阻的串联和并联……(30)
§1-6　支路电流法……(35)
§1-7　迭加原理……(39)
§1-8　电源的串、并联等效化简及变换……(42)
§1-9　戴文宁定理……(47)
§1-10　电路中各点电位的计算……(51)
学习指导……(53)
习题一……(56)
第二章　正弦交流电路……(64)
§2-1　正弦交流电的特征及表示法……(65)
§2-2　正弦交流电量的矢量分析法……(73)
§2-3　正弦交流电的相量分析法……(77)
§2-4　单一参数的交流电路……(83)
§2-5　*RLC* 串联电路……(100)
§2-6　*R-L* 和 *R-C* 的并联电路……(107)
§2-7　交流电路的功率……(112)
§2-8　功率因数的提高……(117)
§2-9　谐振电路……(122)
学习指导……(130)
习题二……(133)
第三章　三相正弦交流电路……(138)
§3-1　概述……(138)
§3-2　三相电源……(138)
§3-3　负载的连接……(142)
§3-4　三相电路的计算……(144)
§3-5　三相电路的功率……(154)
学习指导……(158)

习题三 ……(159)
第四章 非正弦交流电路 ……(161)
§4-1 非正弦周期波的合成与分解 ……(162)
§4-2 线性非正弦交流电路的计算 ……(165)
*§4-3 非正弦周期量的平均值和有效值 ……(167)
学习指导 ……(169)
习题四 ……(170)
第五章 电路中的过渡过程 ……(173)
§5-1 概述 ……(173)
§5-2 换路定律及储能电路初始值的确定 ……(176)
§5-3 *RC* 电路的过渡过程 ……(178)
§5-4 微分电路与积分电路 ……(191)
*§5-5 *RL* 电路的过渡过程 ……(193)
学习指导 ……(198)
习题五 ……(199)
第六章 变压器 ……(202)
§6-1 概述 ……(202)
§6-2 变压器的类别和构造 ……(205)
§6-3 变压器的工作原理 ……(206)
§6-4 变压器的作用 ……(212)
§6-5 变压器的额定值 ……(215)
*§6-6 自耦变压器 ……(218)
§6-7 变压器的同名端和连接 ……(219)
学习指导 ……(220)
习题六 ……(222)
（“*”号为选学内容）

前　言

本书是中央广播电视大学理工科非电类各专业电工学课程的试用教材，亦可供各类大专院校、职工大学、函授大学等非电专业学习电工学作教学参考之用。

全书分上、下两册。上册包括直流电路、单相交流电路、三相交流电路、非正弦交流电路、电路中的过渡过程和变压器六章。下册包括异步电动机、直流电动机、异步电机的继电一接触控制、半导体二极管及整流电路、半导体三极管及交流放大器、正弦波振荡器和直流放大器七章。

全书授课计划为 110 学时，其中电视讲授 80 学时，实验 30 学时。

鉴于电大教学的特点，我们在编写中考虑到既要坚持少而精的原则，又要便于学员自学，因此本书力求作到通俗易懂、物理概念清楚、并尽量按教学大纲要求精选内容，在顺序上，与电视讲课配合一致。每章书后附有学习指导，介绍学习目的、重点和要求。除此，每章均附有习题，其中包括思考题和计算题。

参加本书编写工作的有北京工业学院沈世锐（编绪论、第二、三、六、七、八章），刘蕴陶（编第一、九、十二、十三章）；中央广播电视大学李立群（编第四、五章），李西平（编第十、十一章）。

全书由北京工业学院沈世锐担任主编。

本书由大连工学院蒋德川教授及刘志秀同志审阅，他们对本书初稿提出了许多宝贵的意见，谨此表示感谢。

由于我们水平有限，加上编写时间仓促，书中可能存在不少缺点和错误，敬请读者批评指正。

编者

1984 年 9 月

绪　论

随着四个现代化的不断发展，我国的工业、农业、国防、科学技术等各个领域，以及人们的日常生活，都愈来愈广泛地应用电能。当今研究电能应用的电工技术，已经成为发展现代社会物质生产的基础技术、提高人民文化生活水平的重要手段。

电能之所以得到广泛地应用，主要由于电能比其它形态的能量具有更多的优点。

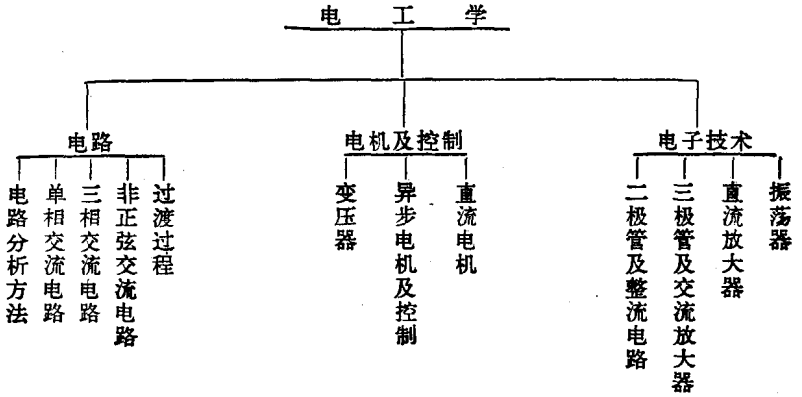
首先，电能易于转换，它既可很方便地由其它形式的能量，如热能、水能、光能、原子能等转换得到，又可很方便地转换成其它形式的能量，如机械能、热能、光能等，而且利用变压器可以很经济地把电能从发电站经过远距离输送到各个用电部门。加之电能使用便利，控制容易，易于实现远距离控制和自动化。

电能之所以优越于其它形式的能量，还在于60年代以来，电子技术飞速发展和电子计算机技术的普遍应用，它们为信息的传递、转换和处理，创造了良好的条件。

现在电能的应用已经深入到机械、建筑、运输、农机、矿冶、化工、轻工、医疗、企业管理等各行、各业中去。为了促进生产的发展，从事上述各个非电专业的技术人员，都应该具备最基本的电工和电子方面的知识。

《电工学》就是专为理工科非电类专业开设的一门实践性较强的公共技术基础课。通过本课程的学习，可使非电专业学员获得最必要的基本理论，基本知识和基本技能，为以后学习专业课和毕业后从事工程技术工作，在"电"的方面打下初步基础。

《电工学》由电路、电机和控制以及电子技术三大部分组成。详见下表。



电路部分是全课程的基础，重点介绍电路分析方法(即电阻性直流电路)和单相交流电路中最基本的概念、定律、原理、分析方法和应用，这些内容既为本课后续章节的电机和电子学部分提供必要的知识，也为今后学习有关后续专业课程打下基础。

电机及控制部分重点介绍各专业广泛应用的变压器和异步电机等。各章内容的阐述主要从

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

基本原理、物理概念和实际应用等方面出发，尽量避免过深、过繁的数学推导，以期能达到在理解原理的基础上学会正确使用这些电机电器。

电子学是近年来电工技术发展较快的领域，在全课中电子技术部分所占比重较大，内容较多。这部分的重点在交流和直流放大电路。对于元、器件，主要是搞清楚外部特性和功能，内部物理过程只作简要说明。希望通过本部分的学习能使同学们掌握主要电子线路的基本原理和应用。

本课程尽管教学内容大都与电专业的《电路分析基础》、《电机与拖动》及《模拟电子技术》等课相似，但在要求上，深广度上及计算方法上是有区别的，侧重点也不相同。《电工学》更侧重稳态分析、定性分析、近似计算、工程实用知识等方面。对于定律，非特殊需要，一般不作证明。总之内容比电专业所学上述课程要少些、浅些，但又是非电专业学员必须掌握的基本内容。

下面谈谈学好《电工学》应注意的几个问题：

1. 本课与先修课的关系

学习本课程需要掌握一定的高等数学和大学普通物理的知识，因此应在学完这两门课之后，再学本课。

为避免不必要的重复，本课程对数学中已学过的行列式、复数、微积分、微分方程等内容；物理中已学过的电场、磁场、欧姆定律、电磁感应定律、基本物理量的定义及测量等内容均不复述，但是这些内容在电工学的教学中经常直接引用，希望学员们预先复习。

2. 本课与实验环节的关系

本课是一门实践性很强的技术基础课，实验是电工学不可缺少的组成部分。非电专业学员对电工学的理解及两个能力的培养，经常要通过实验手段或实际使用电工仪表或电子仪器等具体设备来学习和提高，因此加强实验环节的教学和实验技能的训练是十分必要的。

电工学实验的目的一般说有以下三点：

(1) 培养学生的基本技能。

(2) 验证理论、巩固和加深对理论的理解。

(3) 培养学生科学实验的能力和养成严谨的科学作风。

其中在实验技能方面，希望达到以下基本要求：

(1) 学会使用最常用的电工测量仪表、电机和电器及电子仪器等设备。

(2) 能按实验要求连接和操作实验线路。

(3) 会读取实验数据，测绘波形曲线，分析实验结果，编写实验报告。

(4) 能初步阅读简单的电气和电子设备的原理电路图。

(5) 具有一定的安全用电常识。

3. 本课与习题的关系

为了巩固和加深所学基本概念和基本理论，培养学生分析问题的能力，训练必要的计算技能，在电工学的各章里都布置了一定数量的练习题，做好练习题是学好电工学的关键一环，特别是电工学电路部分的习题，一定要认真及时地作好，不得短缺。

在计算技能方面要求同学达到

(1) 能计算直流电路，会用相量法计算简单正弦交流电路和对称三相交流电路。能用相量图分析正弦交流电路的问题，但不要求对复杂的交流电路作熟练运算。

(2) 能看懂并应用电动机的产品目录、铭牌、数据，能查阅一般的电工手册。

(3) 能估算常用典型晶体管电路，能查阅半导体器件手册。

(4) 作业要求书写整洁，答数准确(要求有效位数准确到三位数)，符号、单位正确。

本课的习题包括两种类型。

(1) 复习参考题：这类题目，有的很简单，有的与书中某部分内容或某例题相近，但思考性、概念性较强，要求同学们自己练习，一般不要求交给教师。

(2) 必做题，这类习题要求及时演算并交给辅导教师批改。做题时可参考教材中的例题，但要注意掌握做题的思路、方法、工程语言的使用、数值计算和单位的正确。切忌不动脑筋，死套公式。必做习题一定要自己独立、按时完成。

如果学员们在完成必做习题之后，尚有余力和兴趣，还可在各章附的习题里挑选相应的题目演算，以加深对本课的理解和运算能力的培养，这部分我们不作具体要求。

最后必须指出：本课程内容面广，学时紧，要学好本课，除按上述要求去做外，还应注意听讲、刻苦钻研、努力自学，有为做好本专业工作而努力学习的决心，有为四化献身的精神，才能克服学习中的困难，专心致志学好本课程。

第一章　电路的基本分析方法

本章将在《物理学》中电学部分有关内容的基础上，讨论电路的基本分析方法。它所介绍的有关电路的基本概念、基本定律、计算方法，以及等效变换的概念，都具有普遍的适用意义，并且贯穿于《电工学》的全部内容。可以说，本章具有承上启下的作用，是整个课程的基础，地位十分重要。

本章包括如下几个方面的主要内容：电路的组成及基本物理量；电路的状态及额定值；电路的基本定律——克希荷夫定律；支路电流法；迭加原理；电源的简化和等效变换；有源二端网络的等效变换；电位的计算。

§1-1　电路的组成及其基本物理量

一、电路的基本组成部分

日常生活和生产中的用电常识告诉我们，要用电，就离不开电路；要使电灯发光照明，要使电炉发热，要使电动机转动，……都必须用导线将电源、用电设备连接起来，组成电路。随着科学技术的发展，电的应用越来越广泛，电路的形式也是多种多样的。但是，不管电路的具体形式如何变化，也不管有多么复杂，电路都是由一些最基本的部件组成的。例如，我们在日常生活中最常用的手电筒电路就是一个最简单的电路，它的组成，体现了所有电路的共性。现将手电筒电路简化表示于图 1-1(a)。

组成电路的基本部件是：

电源：如手电筒电路中的干电池，它是电路中电能的来源。电源的本质是将其它形式的能量转换成为电能。例如电池将化学能转换成为电能、发电机将机械能转换成为电能，等等。

负载：用电设备叫负载，它将电能转换成其它形式的能量。例如手电筒中的灯泡就是负载，它将电能转换为光能。其它用电设备，如电动机将电能转换为机械能，电阻炉将电能转换为热能，等等。在直流电路中，负载主要是电阻性负载，它的基本性质是当电流流过时呈现阻力，即有一定的电阻，并将电能转换成为热能。

中间环节：主要是指连接导线和控制电路通断的开关电器，它们将电源及负载连接起来，构成电流通路。此外，中间环节还包括有关的保障安全用电的保护电器(如熔断器等)。

所有电路从本质上来说，都是由以上三个部分组成的。因此，电源、负载、中间环节总称为组成电路的“三要素”。所谓电路，就是由电源、负载及中间环节等电工设备组成的总体，是电流流通的闭合路径。

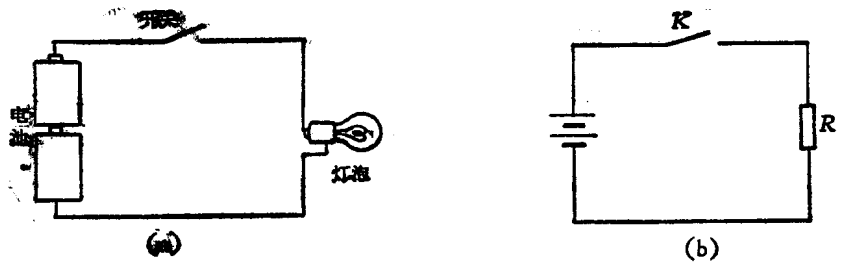


图1-1 电路的组成

构成实际电路的电路元件是多种多样的。我们在分析、研究电路问题时，不可能、也没有必要把这些元件直接表示在电路中，而是采用一些电路符号来表示。这些电路符号表示了同类型元件电气性能的一般性和普遍性。例如，在直流电路中的负载：白炽灯、电阻炉、……的基本性质是电阻性质，因此，直流电路中的负载均采用电阻符号表示，并标以"R"。电池的表示符号则是 $\dashv\vdash$，一般直流电源的符号是 $\ominus$。前面提到的手电筒电路对应表示在图1-1(b)中。

电路的基本作用是进行电能与其它形式能量之间的转换。根据其侧重点的不同，主要有如下两方面的具体功能。第一、电能的传送、分配与转换。例如，电厂的发电机生产电能(电流)，通过变压器、输电线等送到用电单位，并通过负载把电能转换成为其它形式的能量（如机械能等）。这就组成了一个十分复杂的供电系统——电路。我们在本书第二篇中所介绍的电路就是这种功能的典型运用。第二、进行信息的传递和处理，即通过电路将输入的电信号进行传送、转换或加工处理，使之成为满足一定要求的输出信号。例如生产和科研中使用的电子自动控制设备、测量仪表、电子计算机，以及日常生活中使用的电视机、收音机等电子电路。这方面的内容我们将在本书的第三篇中介绍。

除了"电路"之外，我们还经常遇到"网络"这个名词，这是两个既有一定区别、又有时通用的名词。通常网络的涵义更具有普遍的适用性，特别是在讨论普遍规律及复杂的电路问题时，常常把电路称作网络。而在讨论比较简单或者是某一具体电路时，则比较多地使用"电路"这个名词。所以可以认为，网络是电路的泛称。总之，这两个名词意义相近，有时通用。

二、电路中的基本物理量

既然电路的作用是进行电能与其它形式能量之间的相互转换的。那么，就必须用一些物理量来表示电路的状态及电路各部分之间能量转换的相互关系，以便分析、计算。这些物理量主要是电流、电位和电压、电动势、电功率。虽然，我们在《物理学》中已经学习过、并初步了解了这些物理量，但是因为它们是分析与计算电路的基础、贯穿《电工学》的全部内容，所以有必要对这部分内容进行复习。同时还应该注意本课程的特点：第一，在正确理解和掌握概念的基础上，着重于物理量在电路中、特别是在实用电路中的应用与计算。第二，有关物理量还有一个正方向（参考方向）问题，这是一个新概念，也是一个十分重要的概念。同学们应认真领会，切实掌握好。

1. 电流

(1) "电流"有两个涵义

第一、电流表示一种物理现象：电荷有规则的运动就形成电流。通常在金属导体内部的电流是由自由电子在电场力作用下运动而形成的。而在电解液中(如蓄电池)，或者被电离后的气体导电过程中，电流是由正、负离子在电场力作用下，沿着相反方向的运动而形成的。负电荷的运动效果与等量正电荷在相反方向上的运动效果是相同的。

第二、电流的大小用电流强度来表示。电流强度是指在单位时间内通过导体横截面的电荷量。如果电流是随时间变化的，则可用微变量表示：假设于 dt 时间内通过导体横截面的电量为 dq，则

电流强度　　$i=\dfrac{dq}{dt}$

所以说，电流强度就是流过导体横截面的电荷量对时间的变化率。如果电流的大小和方向都不随时间变化，则称为恒定电流，简称直流，这时的电流强度规定用大写字母 I 表示，则

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

q 是 t 时间间隔内通过导体横截面的电荷量。

电流强度平时多简称电流，所以电流又代表一个物理量。这是"电流"的第二个涵义。

电流这个物理量的单位是安培(库仑/秒)，简称"安"，用大写字母"A"表示(国际单位制——SI)。根据不同的负载情况，电流大小的差别很大。动力用电动机的电流达到几十甚至上百安培，而三极管等电子电路中的电流则常常只有百分之几、甚至千分之几安培。对于较小的电流可以用毫安(mA)或微安(μA)作单位，它们的关系是：

$$1(\mathrm{A})=10^{3}(\mathrm{mA})=10^{6}(\mu\mathrm{A})$$

(2) 电流的真实方向和正方向

如上所述，电荷的有规则移动形成了电流，而形成电流的电荷可能是正电荷（如正离子），也可能是负电荷(如电子或负离子)。于是电流就有一个方向问题，而且在物理学中有关电流方向的规定是普遍适用的，即习惯上总是把正电荷运动的方向作为电流的方向。例如在图 1-2 中所表示的，一段金属导体中的自由电子在电场力的作用下由 B 向 A 运动，其效果与等量正电荷自 A 向 B 运动是相同的。我们就说，导体中电流的方向是从 A 到 B，这就是电流的真实方向或实际方向。

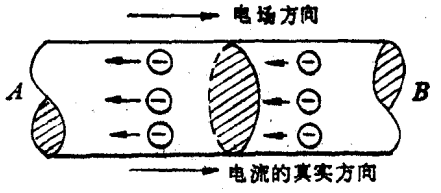


图 1-2　电流的真实方向

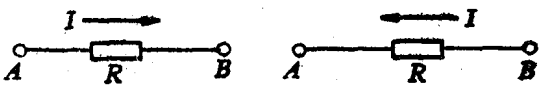
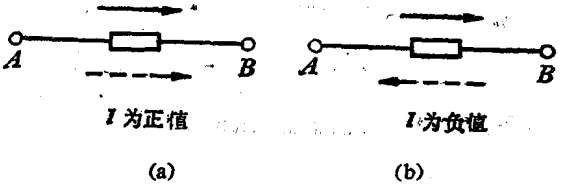


图 1-3　电流两种可能的真实方向

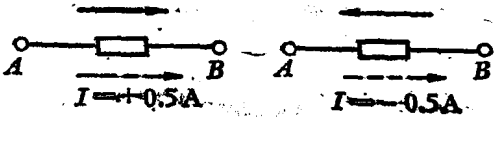
在实际电路的任何一段导体中，电流的真实方向都有两种可能，如图 1-3 所示。图中的箭头表示该段电路中电流可能的实际方向。在简单电路中，电流的真实方向能够很容易地通过电源或电压极性确定下来。但是，在比较复杂的电路中，一段电路里电流的真实方向往往很难预先确定下来。另外还有一种情况，就是在我们大量使用的交流电路中，电流的大小和方向都是随时间变化的(这方面的内容将在下一章中介绍)。这时，电流的方向又怎样表示呢？因此，根据分析与计算电路的需要，我们引入了电流参考方向的概念，参考方向又叫假定正方向，简称正方向。

所谓正方向，就是在一段电路里，在电流两种可能的真实方向中，任意选择一个作为标准，或者说作为参考。当实际的电流方向与它相同时，是正值；相反时，就是负值。在图 1-4 中，实线箭头是选定的正方向，虚线箭头表示的是该段电路中电流的真实方向。其中(a)图表示的电流真实方向与正方向一致，I 是正值；(b)图表示的是二者相反的情况，电流 I 是负值。



(a)　　(b)

图 1-4　电流的正方向



(a)　　(b)

图 1-5　电流正、负值的讨论

从另一个角度看，同一个电流，例如其大小为 0.5A，可以因选取正方向的不同，或者是正值，或者是负值。在图 1-5(a)中选定的正方向之下(用实线箭头表示)，电流 $I=+0.5$A，在图 1-5(b)中选定的正方向之下，电流 $I=-0.5$A。但是，它们实际上是同一个电流。

从这里我们可以得出如下的结论：电流的正方向与它的真实方向是两个不同的概念，不能混淆。①电流的真实方向是一种客观存在，不能任意选择。电流的正方向则是分析、计算电路的一种方法和手段，更确切地说，是用来确定电流真实方向的方法和手段。这种方法和手段在其它学科中也是经常使用的，例如在数学中需要对数轴或坐标轴规定一个正方向，才能正确地表示一个数或函数的图象。在物理学中，对温度、作用力与反作用力也需要事先规定一个标准。这样，温度的正、负，力的正、负，才有明确的意义。同样，电流的正方向也是我们事先规定的分析问题的标准，它可以是任意选择的。②一个直流电路确定之后，电路中各部分电流的真实方向也就全部确定了，它不受正方向的影响。但是，在规定了正方向之后，电流是一个代数量：可正、可负。从另一个角度说，某一个电流是正、还是负，都是相对于某一个确定的正方向来说的。否则，正或负就没有意义了。总之，某段电路的电流的正方向被确定了，该电流的正、负值也确定了，这二者结合，使该段电流的真实方向也就被确定了。例如在图 1-6 所示的电路中，箭头表示电流正方向，且 $I=-1$A。据电流为负值可知，电流的真实方向与假定方向相反，是从 A 流向 B 的。③一段电路里电流的正方向虽然是可以任意选定的，但是在可能条件下，总是尽量使正方向与真实方向相一致。尤其重要的一点是，电流的正方向一经确定，在整个分析与计算过程中就必须以此为准，不允许再更改了。今后在电路图中，所标注的电流方向一般都是正方向。如有例外，则应作特殊说明。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com