

教育部规划教材辅助用书

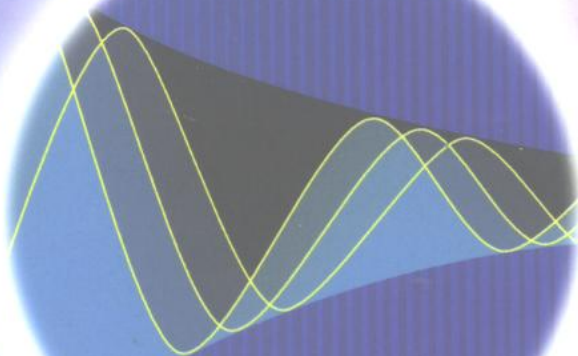
中等职业学校电子电器专业

(含岗位培训 行业中级技术工人等级考核)

电工技术基础教学参考书

全国中等职业学校电子电器专业教材编写组编

高宗智 主编



高等教育出版社

教育部规划教材辅助用书
中等职业学校电子电器专业
(含岗位培训 行业中级技术工人等级考核)

电工技术基础教学参考书

全国中等职业学校电子电器专业教材编写组编
高宗智 主编

高等教育出版社

(京)112 号

图书在版编目(CIP)数据

电工技术基础教学参考书/高宗智主编. — 北京:高等教育出版社,1999

ISBN 7-04-007160-6

I. 电… II. 高… III. 电工技术—专业学校—教学参考资料 IV. TM1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 04984 号

电工技术基础教学参考书

高宗智 主编

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号 邮政编码 100009

电 话 010—64054588 传 真 010—64014048

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

经 销 新华书店北京发行所

排 版 高等教育出版社照排中心

印 刷 北京联华印刷厂

开 本 850×1168 1/32 版 次 1999 年 6 月第 1 版

印 张 10.25 印 次 1999 年 6 月第 1 次印刷

字 数 250 000 定 价 13.10 元

凡购买高等教育出版社图书,如有缺页、倒页、脱页等
质量问题,请在所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

内 容 简 介

本书是中等职业学校电子电器专业教材《电工技术基础》(刘志平主编)的教学参考用书,也可配合《电工基础》(周绍敏主编)使用。本书按对应教材的章节顺序编写,为教师提供教学指导,主要内容有:教学中的重点、难点及其分析、解题分析、课时分配参考意见等,还介绍了一些教学过程中实用的教学方法,是教师备课和教学的重要参考书。

本书可作为中等职业学校电子电器、电工专业教师的教学参考书,也可供岗位培训中授课教师使用。

3/10/24

前 言

本书是为中等职业学校电子电器、电工专业讲授电工基础的教师编写的教学参考用书。

在教学活动中,学生是主体,但教师的教学水平和对教材的理解程度,以及授课、答疑、习题课、实验课等各个环节的分析讲解和指导情况,都极大地影响着教学质量的好坏。本书意在帮助广大教师特别是青年教师尽快掌握电工基础这门专业基础课的重点、难点,并通过介绍恰当的教学方法,使教师能够在教学中深入浅出地向学生讲授本课程的主要内容,提高教学效果。

本书围绕刘志平主编的《电工技术基础》和周绍敏主编的《电工基础》编写,并结合本课程的特点,注意和电工生产技术衔接,以突出概念、强化应用为重点,力图用通顺的语言、浅显的事例,多方位地揭示涉及到的电工技术中的电磁关系,帮助教师将抽象的理论讲好,使学生便于接受。

本书依《电工技术基础》的章节顺序编写,凡教材中已详细论述、严谨推导证明过的定义、定理、定律,本书不再重复。每章分为教学要求、教学要点、教学指导、解题指导和学时分配几部分。教学要求以了解、理解和掌握等不同层次区分学生对教材内容的掌握程度;教学要点明确教学中的重点和难点;教学指导中又分为若干个相对独立的知识点,对重点、难点加以分析;解题指导中提供解题思路以协助教师分析习题,归纳典型题型的典型解法;学时分配提出课时分配建议,供教师参考。

本书由北京电力高等专科学校王明思副教授审稿,并提出了许多宝贵意见。在编写过程中还得到了北京市职业技术教育‘中心校际教研会’数位老师及北京教科院职教所刘志平老师的指导帮

助。同时,北京团结湖一中的赵茜、周永军老师、北京 146 中学的叶孔伟老师、北京海淀外语电子职高的齐燕老师等都提出了不少意见,在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中错漏在所难免,恳请读者批评指正。

编者

1998 年 10 月

目 录

第一章 直流电路基础知识	1
一、教学要求	1
二、教学要点	1
三、教学指导	2
四、解题指导	28
五、学时分配参考意见	34
第二章 直流电路	35
一、教学要求	35
二、教学要点	35
三、教学指导	36
四、解题指导	72
五、学时分配参考意见	82
第三章 电容器	84
一、教学要求	84
二、教学要点	84
三、教学指导	84
四、解题指导	91
五、学时分配参考意见	94
第四章 磁与电磁	96
一、教学要求	96
二、教学要点	96
三、教学指导	97
四、解题指导	129
五、学时分配参考意见	131
第五章 正弦交流电路	133
一、教学要求	133

二、教学要点	134
三、教学指导	134
四、解题指导	179
五、学时分配参考意见	186
第六章 符号法	187
一、教学要求	187
二、教学要点	187
三、教学指导	188
四、解题指导	195
五、学时分配参考意见	202
第七章 三相交流电路和电动机	203
一、教学要求	203
二、教学要点	203
三、教学指导	204
四、解题指导	245
五、学时分配参考意见	249
第八章 变压器	251
一、教学要求	251
二、教学要点	251
三、教学指导	251
四、解题指导	268
五、学时分配参考意见	271
第九章 非正弦交流电路	272
一、教学要求	272
二、教学要点	272
三、教学指导	273
四、解题指导	281
五、学时分配参考意见	284
第十章 过渡过程	285
一、教学要求	285
二、教学要点	285

三、教学指导	286
四、解题指导	307
五、学时分配参考意见	314
参考文献	315

第一章 直流电路基础知识

一、教学要求

本章不仅是直流电路的基础,也是全书的基础,它是在物理电磁学的基础之上,进一步从工程技术角度出发,分析、研究各种电工装置所发生的具有共同特点的电磁现象,为学生学习以后各章,掌握电工领域的技术知识打下基础。本章的教学要求是:

- (1) 在了解电场的基础上,建立起电路的概念。
- (2) 正确区分实际电路和电路模型、实际电路器件和电路元件。
- (3) 掌握主要物理量的概念,强化电流、电压及它们的方向的概念;掌握电位、电动势和功率的概念。
- (4) 运用欧姆定律进行计算。
- (5) 正确区分理想电源和实际电源;掌握功率和电能的计算。
- (6) 掌握电阻电路负载变化时获得最大功率的条件并进行计算。
- (7) 对电路实验有初步的了解。

二、教学要点

1. 重点

- (1) 电路的组成,实际电路和电路模型。
- (2) 电阻元件和电阻器。
- (3) 理想电源和实际电源。
- (4) 欧姆定律及其应用。
- (5) 电压、电位和电动势及其相互关系。

(6) 实验的基本技巧及测量误差的分析。

2. 难点

(1) 电流、电压的方向及参考方向。

(2) 功率的计算。

(3) 最大功率传输定理的应用。

三、教学指导

在讲解电路组成时,首先要用具体电路实例引导学生认识在生活和生产当中,为完成某种需要将各种电气设备按一定方式组合连接起来,所形成的电路是实际电路。实际电路多种多样,规模有大有小,大到供电系统的电力网、全国乃至世界范围的计算机网络;小到一块电子手表或一个手电筒,其复杂程度有极大区别。但应向学生强调,我们所要讨论的电路不是这些实际的电路,而是主要考虑电路的电磁性能,不论电路规模的大小,结构简单还是复杂,都可以将其归纳成几个主要组成部分,并用电路模型代替。

(一) 实际电路的组成

1. 电源

电源是电路中提供能量的部件,它能把其他形式的能转变成电能,如电池是消耗化学能转变成电能。信号发生器是把一种形式的电能转变成电信号,也归纳在电源的范畴之内。

2. 负载

有了电,人们就要让它为人类服务,负载是消耗电能的设备,它把电能转变成其他形式的能,达到用电的目的,我们把用电器具和接受信号的设备统称负载,如电灯、电动机、扬声器等。

3. 导线

有了电源和负载,要解决如何把电能送到用电的地方,这就需要导线,导线是用来连接电源和用电器具的,由导线来传送、分配、控制电能和信号。实际应用中的导线有多种,材料也不一样,如铜导线、铝导线等。

(二) 电路模型

本课程讨论的重点不是实际电路而是电路模型,要正确区分两者的异同。

1. 实际器件与电路元件的区别

实际的电路器件复杂程度不一,尺寸大小不同,其电磁性能的表现也是多样性的,如一盏电灯,它不仅把电能转变成光能并发热,同时还有磁效应,但主要是消耗电能发光发热,磁效应极小,可以忽略不计。因此在分析时可以只突出其电阻性,且认为它是一个阻值不变的电阻,可用欧姆定律进行计算分析。这样就把实际电路器件用理想化的元件来代替,引入元件的概念,只突出主要的电磁性能,以便于分析研究,虽有误差,也是在工程计算允许的范围之内,是可行的。所以在授课时应向学生着重说明,引入元件的概念,是为了便于分析。我们研究的电路元件都是高度概括,抽象化、理想化的元件,这些元件是由实际电路器件抽象而来,但又不同于原来器件,只突出表现了器件的主要性能。电磁性能越单一,它的特点越突出,分析研究越方便。如果对电路器件的近似程度要求越高,电路元件越复杂,就增加了分析研究的困难。

由于我们研究的电路元件,是理想化了的器件,为区别实际器件而称为元件,如电阻元件、电容元件、电感元件等。

2. 电路模型

实际电路尺寸、结构大小不一,线路有长有短,线路材料也不一样,为方便分析并保证误差在允许范围之内,就以模型电路代替真正的实际电路。在以后分析电路时应向学生着重说明,我们分析的电路都是由理想化的元件组成的电路模型,这些电路大多是从实际电路抽象简化而来,用理想的电路元件代替实际的电路器件,反映了原电路的主要电磁性能。电路图是以国家标准规定的符号代替了实物图,按原来的物理关系组合而成。

实际电路中的电源,如发电机、电池等,当它们的内阻很小时,电路模型图中可以用一个内阻为零、输出恒定电压的理想电压源

来表示。又如,光电管在一定光照下输出的电流恒定不变,它可以用一个输出恒定电流的理想电流源来表示,它反映了电源的主要特性。负载可以用电阻来表示,表明它消耗电能转变成其他形式的能。电路的导线不论长短粗细,都用无阻线表示。教师在教学中,应使学生迅速建立起电路模型的概念。

有的学生会有怀疑,用电路模型代替实际电路来进行分析,不会使计算结果和实际值相差太大。教师应指出这时可以用理想元件及其组合来相当精确地表示实际电路。例如,一个实际干电池的电路模型就是电压源和电阻元件的串联;一个电感线圈的电路模型就是电阻元件和电感元件的串联,等等。建立的电路模型忽略的因素越少,电路模型就越接近实际电路,但会使计算分析复杂化,要恰当处理好两者的关系。

教师还应向学生指出,今后电路模型简称电路,它是由理想元件组成的,我们在现阶段只分析已建立好的电路,还不能自己建立电路模型,只有等到知识水平有相当提高之后,才有建立电路模型的能力。

为了今后更好的学习,同学们对电路模型应注意以下几点:

(1) 我们分析的电路模型是集总参数电路,即导线无电阻,电阻只集中在电阻元件内,导线虽通电却无电感,电感只集中在电感线圈内,电场只集中在电容器里。

(2) 各元件参数都是非时变参数,即为定常参数,不受时间及外界条件的影响,永远保持为恒定值。

(三) 电路中的主要物理量

电流和电压是电路中主要的物理量,也是电路部分主要要讨论研究的对象,可以用理论分析的方法计算,也可以用实测法测出,它们的大小和方向是继续讨论其他电参数和电气设备的基础。电动势、功率等也是电路中的物理量。

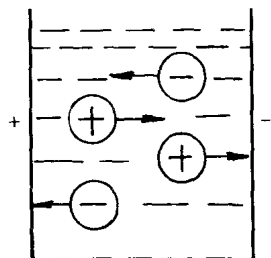
1. 电流

(1) 电流的大小 电流是一种物理现象,又是一个表示带电

粒子定向运动的强弱的物理量。所谓带电质点的运动,要着重区别于物质内部带电质点杂乱无序的热运动,因为组成物质的基本粒子时刻都在做着热运动,因不受外力,这种热运动并不显现电性,更不会形成电流。带电质点做定向有序运动,是受到电场力的作用才形成电流,是一种物理现象。电流作为物理量,其数值大小的定义及计算,教材中已有详细论述,此处从略。

教学中应特别强调,电流不仅有大小,还有方向问题,电流方向问题是学生学习中的难点,如果重视不够或没有规范处理电流问题的习惯,将对以后的学习造成困难。

习惯上把电流的真实方向规定为正电荷运动的方向。在电场力的作用下,不同带电粒子运动方向不同。如金属导体中可运动的带电粒子是带负电荷的电子,在电场力作用下,电子由低电位向高电位运动;在电解液中(如氯化钠水溶液),带正电荷的离子团在电场力作用下由高电位到低电位,带负电荷的离子团却由低电位到高电位,这些不同表现如何统一呢?我们说习惯上规定电流的方向为正电荷运动的方向,它在电场力作用下在外电路中应从高电位到低电位。负电荷运动



——→ I

图 1-1 电流的实际方向

方向恰恰相当于正电荷向相反方向运动。所以不论何种性质的负电荷均相当于正电荷向相反方向的运动,即相当于正电荷由高电位到低电位,如图 1-1 中虚线所示箭头方向就是电流的真实方向,或称为电流的实际方向。

应向学生讲清楚,确定电流方向和实际电流的流向是十分必要的。尤其对于复杂电路,判断每一条支路上的电流,元件上的电压、电流关系,以及以后学习基尔霍夫定律,判断元件是电源还是负载,确定电流方向是必须具备的基础知识,这也是实测电流所必须掌握的。

(2) 电流的参考方向 电路中电流的真实方向往往未知,尤其是复杂电路或交流电路,其各处的真实方向就更难判断了,为了解决这一困难,可在电路分析时,首先任意假定电流的方向,在电路模型中用箭头标示,称为电流的参考方向。电路中电流的真实方向,有可能和假设的参考方向一致,也可能相反,但不会出现第三种情况。如果假定的参考方向和电流真实方向一致,这时假定的电流记为正值,如果假定的电流参考方向和电流真实方向相反,就把电流记为负值。可见电路中电流的参考方向假定后,电流就是一个有正负的代数量,如图 1-2 所示。反之,如果有了参考方向又有了电流的正值或负值,也可以判定出导体中电流的真实方向。很明显,这一代数值一定要结合图上给定的参考方向才能正确地表示导线中的电流大小和方向。

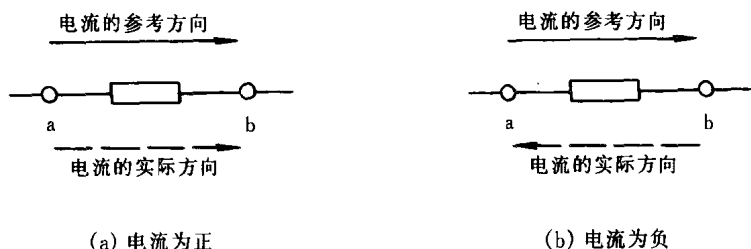


图 1-2 电流的参考方向

在教学过程中,学生们往往容易忽视标出电流的参考方向而只注意数值的大小。如果不标出电流流向,只有数值大小是没有意义的。要注意强调我们感兴趣的是电流的参考方向,今后电路图中所标的方向均是参考方向。教师一定要培养学生在电路上标出电流方向的习惯。电流的参考方向是随意设定的,这对正确分析电路不会有任何影响。如图 1-3 所示

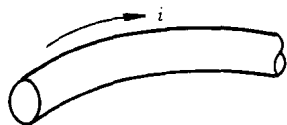


图 1-3 电流的表示

电流的参考方向,若 $i = 3\text{A}$,说明导线中电流真实方向和箭头方向一致是从左向右。若仍以图 1-3 为例,当电流 $i = -5\text{A}$ 时,说明

电流大小是 5A, 真实电流的流向和图上标示正好相反, 是从右向左。为了全面准确地表示电路里的电流, 除在图上用箭头标示参考方向外, 必须要有电流数值大小与其相结合。还可以用双下标表示电流参考方向, 如 I_{AB} 表示电流是从 A 流到 B, 如果 $I_{AB} = -3A$, 则 $I_{BA} = 3A$, 当然图上要有 A、B 的标记。

电流用英文字母 I 表示, 大写字母表示电流的大小和方向不随时间变化, 如恒定直流。小写字母 i 表示电流的大小和方向随时间变化, 也是常用的电流的一般符号。电压、功率的大小写表示方法也是如此。这一大小写的规定应特别提醒学生遵守, 不管他们学习外语的习惯如何, 均应符合电工领域关于大小写含义不同的规定, 否则将会造成概念上的错误。

在用直流电流表进行电流测量时, 仪表上的接线柱“+、-”号的标记, 是表示这个接线柱应接的位置。因为电流表本身是无电源设备, “+”号是指示电流表这个接线柱应接到电路的高电位处, 电流由此流入。仪表上的“-”号则表示接到低电位处, 电流由此流出。测电阻的欧姆表则不同, 因欧姆表内装有电源, 所以标“+”号的接线柱表示的是内电源的正极, 标“-”号的接线柱则为内电源的负极。

(3) 电流形成的条件 要在电路中形成持续电流应具备下列条件:

① 必须明确我们讨论的是稳恒电流, 要保持电路中有恒定电流, 必须有可以自由运动的带电质点, 即要有提供带电质点自由运动的导体, 可以是金属、电解液或导电气体。

② 要使导体两端保持一定电压, 使导体内存在着电场, 才能不断地推动自由电荷做定向运动。将这个概念运用于具体电路, 判断电路中是否有电流并不是容易的, 下面通过一些例子来加深学生的理解。

首先要会判断电阻元件两端有无电压。图 1-4(a) 中, 看起来好像 R 两端有电压, 仔细分析会发现 U_0 正极相当于是参考点

的电位,在 R 上没有电流流过就没有电压,所以电路中不会有稳态电流通过。

因此,在有电压的情况下,再看是否形成回路,不形成回路亦不会有电流,如图 1-4(b)所示电路。 ab 两端没有连接(短接或通过负载连接),形不成回路,亦不会有电流。

所以,形成持续电流的条件应是:有电压且形成闭合回路,才能形成电流。所谓有电压就是要有电源来维持电位差,能使正电荷由这个电源的正极出发,经过外电路能回到这个电源负极;在电源内部,在外力作用下,正电荷由负极到正极形成电荷的通路,才能有电流。例如一个电压源,它有电动势在电源内部,也可以看成这个电压源在电路中形成了电路的电压,如图 1-4(c)所示,但在没有形成闭合回路时,即没有形成通路时是不会有电流的。

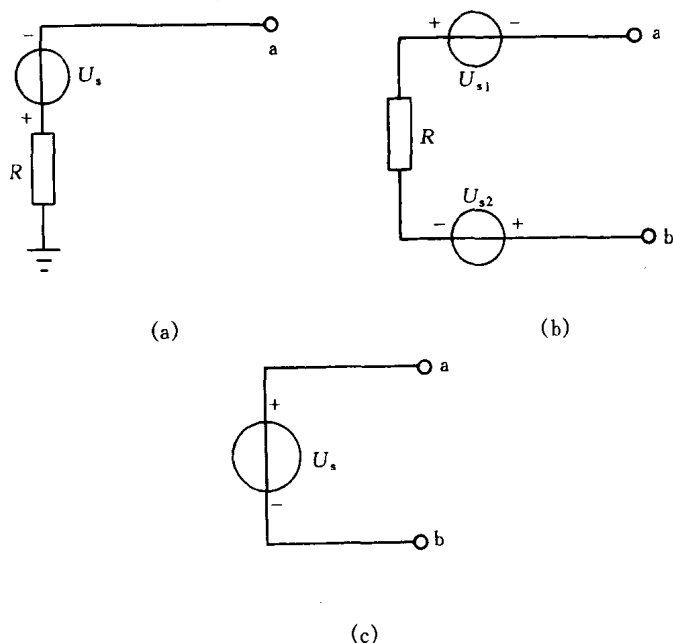


图 1-4

2. 电压

(1) 电压的大小及方向 电路中的电压应理解为两点间的电