



“十三五” 职业教育规划教材

DIANLU JI CILU

电路及磁路

路桂明 王 滢 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



“十三五”职业教育规划教材

DIANLU JI CILU

电路及磁路

主编 路桂明 王 滢

编写 孙飞月

主审 孙爱东

常州大学图书馆
藏书章



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书为“十三五”职业教育规划教材。

本书共分9个项目,分别为直流照明电路的分析、等效变换法求解复杂电路、多网孔多支路电路的求解方法、日常家庭照明电路的分析与安装、变压器电路的分析、无线调频耳机的制作、三相彩灯负载电路的接线与测试、晶闸管过电压保护电路的制作、磁路和铁芯线圈电路。

本书可供高职高专电类各专业教学使用,任课教师可根据各专业的特点、需要和学时数,取舍有关内容,也可供从事电子、电力、电信等行业的工程技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

电路及磁路/路桂明,王滢主编. —北京:中国电力出版社,2016.8

“十三五”职业教育规划教材

ISBN 978-7-5123-9580-0

I. ①电… II. ①路… ②王… III. ①电路-高等职业教育-教材②磁路-高等职业教育-教材 IV. ①TM13 ②TM14

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第169398号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京雁林吉兆印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2016年8月第一版 2016年8月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 18.5印张 447千字

定价:37.00元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

前言

本书是依据教育部制定的《高等学校工程专科电路及磁路课程教学基本要求》并结合编者多年讲授该课程的经验编写而成。本书精选了传统电路理论的内容,并增加了应用 Multisim10.0 软件仿真分析电路和安装、制作、调试一些实用电路的内容。

在编写本书的过程中,考虑到高职高专学生数学基础较薄弱的实际情况,编者严格把握深度,内容以适量、实用为度,不贪多求难,力求叙述简练,概念清晰,通俗易懂。由于高职高专教育的目的是培养应用型高级专门人才,侧重于培养学生解决生产实际问题的能力,因而在教学中以掌握概念、强化应用为重点。基于此,对于必需的基本概念、基本定律定理和基本分析方法在要求理解和掌握的基础上,更强调理论的应用。为使理论和实践相结合,编者选择了一些日常生活和生产实际中常接触到的实际电路为电路模型,利用 Multisim10.0 电路仿真软件加以分析,以加深学生对相关知识的理解和记忆,并将动手制作调试这些实际电路作为技能点,以锻炼学生的动手能力,实现项目化教学的“学中做,做中学”的培养目标。另外,根据教学实践中学生普遍反映理论易懂、习题难解的情况,本书增加了一些典型习题分析,旨在加深学生对所学理论的进一步理解。本书每个项目均附有小结,对本项目内容作出比较系统、完整的归纳,以帮助学生更深入地理解和全面掌握本项目内容。

通过本书的学习,要求学生掌握电路的基本概念、基本定律和基本的分析计算方法,理解磁路的特点,会计算简单的磁路,为学习后续课程准备必要的电路及磁路知识。

本书由南通职业大学路桂明和王滢主编。路桂明编写绪论、项目一至项目三、项目五、项目九,并负责全书的组织策划和定稿工作;王滢编写项目四、项目六至项目八。南通职业大学孙飞月和陈卫兵两位教授参与了部分项目的编写工作,江苏现代电力科技股份有限公司顾曹新高级工程师为本书提供了部分项目案例。本书由山西电力职业技术学院孙爱东主审,提出了宝贵的修改意见,另外在编写过程中借鉴了不少同行编写的教材和资料,受到不少启发,在此一并表示衷心的感谢。

限于编者水平,书中难免存在不妥和错误之处,恳请读者和使用本书的同行批评指正。

编者

2016年5月

目 录

前言

绪论 走进电的奇妙世界·····	1
项目一 直流照明电路的分析·····	7
任务1 认识电路的组成及电路的物理量·····	7
知识点1 电路模型和电路的工作状态·····	7
知识点2 电路的基本物理量·····	9
知识点3 电阻元件及欧姆定律·····	15
知识点4 常用电阻的介绍和电阻的测量·····	17
任务2 电源的特性及常用电源·····	19
知识点1 理想电压源·····	19
知识点2 理想电流源·····	20
知识点3 受控源·····	21
知识点4 工业常用电源·····	22
任务3 基尔霍夫定律——分析电路的基础·····	23
知识点1 基尔霍夫电流定律(KCL)·····	24
知识点2 基尔霍夫电压定律(KVL)·····	25
知识点3 全电路欧姆定律和弥尔曼定理·····	26
知识点4 电路中各点电位的计算·····	29
任务4 帮助电路分析的软件——Multisim 电路仿真软件的使用·····	30
技能点1 界面介绍·····	30
技能点2 应用实例使用说明·····	34
任务5 常用的电压表、电流表和万用表的使用·····	42
技能点3 测量仪表及其使用·····	42
知识拓展 典型习题分析·····	45
技能拓展 直流照明电路的设计及故障分析(以充电LED手电筒为例)·····	48
项目小结·····	50
习题一·····	51
项目二 等效变换法求解复杂电路·····	55
任务1 复杂电路变换遵循的原则——等效变换·····	55
知识点1 什么是等效变换·····	55

知识点 2 理解等效变换需要掌握的概念和结论	56
任务 2 电阻的连接及等效变换	56
知识点 1 多个电阻元件的串联	57
知识点 2 多个电阻元件的并联	58
知识点 3 多个电阻元件的混联	59
知识点 4 电阻的星形、三角形连接及其等效变换	60
任务 3 电源的连接及其等效变换	64
知识点 1 理想电源的串联和并联	64
知识点 2 实际电压源和电流源的电路模型	65
知识点 3 实际电压源和电流源的相互等效	66
知识点 4 复杂二端网络的等效变换	68
任务 4 基于 Multisim 软件的复杂电路的分析	71
技能点 复杂电路的仿真分析及相关工具的使用	71
知识拓展 直流电桥的分析	74
知识拓展 典型习题分析	76
知识拓展 直流电源模块的制作与调试	78
项目小结	81
习题二	82
项目三 多网孔多支路电路的求解方法	85
任务 1 用网孔分析法分析电路	85
知识点 1 学会列写网孔方程	85
知识点 2 网孔分析法的注意事项	87
任务 2 用节点分析法分析电路	89
知识点 1 学会列写节点方程	89
知识点 2 节点方程的注意事项	90
任务 3 认识叠加定理	93
知识点 1 叠加定理的验证	93
知识点 2 叠加定理的几点说明和应用分析	94
任务 4 认识戴维南定理和诺顿定理	96
知识点 1 戴维南定理	96
知识点 2 利用戴维南定理分析电路的几点说明和应用分析	97
知识点 3 诺顿定理	100
任务 5 电路的最大功率传输	101
知识点 1 最大功率传输定理的验证	101
知识点 2 最大功率传输定理的应用	103

任务 6 基于 Multisim 软件的多网孔多支路电路的分析	104
技能点 1 利用定理求解复杂电路的仿真分析	104
技能点 2 复杂电路的仿真分析	109
知识拓展 典型习题分析	112
项目小结	114
习题三	116
项目四 日常家庭照明电路的分析与安装	121
任务 1 正弦交流电源的观察与测量	121
知识点 1 正弦量的三要素	121
知识点 2 同频率正弦量的相位差	123
知识点 3 正弦电流、电压的有效值	125
知识点 4 正弦量的相量表示	126
任务 2 R、L、C 三种基本元件的伏安特性和功率的计算	128
知识点 1 三种基本元件的伏安关系及其相量形式	128
知识点 2 三种基本元件的功率和能量	134
任务 3 正弦交流电路的伏安特性和功率的计算	138
知识点 1 基尔霍夫定律的相量形式	138
知识点 2 阻抗和导纳	139
知识点 3 正弦交流电路的相量模型和相量解法	141
知识点 4 二端网络的功率的计算	144
任务 4 基于 Multisim 软件的交流电路的分析	150
技能点 1 交流电路相关仿真工具的使用	150
技能点 2 家庭照明电路的仿真分析	151
任务 5 常用的家庭照明电路的安装与调试	155
技能点 1 常用的家庭照明电路的安装	155
技能点 2 常用的家庭照明电路的调试	157
知识拓展 典型单相交流电路的习题分析	158
技能拓展 两居室公寓的家用电路设计	160
项目小结	163
习题四	165
项目五 变压器电路的分析	169
任务 1 含耦合电感元件的正弦交流电路分析	169
知识点 1 认识耦合电感元件	169
知识点 2 耦合电感元件的正弦交流电路分析	175
任务 2 变压器	181

知识点 1 认识变压器	181
知识点 2 含有变压器电路的分析	183
任务 3 基于 Multisim 软件的变压器电路分析	186
技能点 1 变压器仿真元件介绍	186
技能点 2 含变压器的交流电路仿真分析	188
知识拓展 典型习题分析	189
项目小结	191
习题五	192
项目六 无线调频耳机的制作	195
任务 1 RLC 电路串并联谐振的测量及信号观察	195
知识点 1 频率响应	195
知识点 2 RC 电路及 RLC 电路的频率响应	196
知识点 3 RLC 串联谐振	200
知识点 4 RLC 并联谐振	203
任务 2 基于 Multisim 软件的谐振电路的分析	205
技能点 1 谐振电路相关仿真工具的使用	205
技能点 2 RLC 串联谐振电路的仿真分析	206
任务 3 无线调频耳机电路的安装与调试	207
技能点 1 无线调频耳机电路的安装	207
技能点 2 无线调频耳机电路的调试	210
项目小结	210
习题六	212
项目七 三相彩灯负载电路的接线与测试	214
任务 1 三相交流电源的测量及信号观察	215
知识点 1 三相交流电源的产生	215
知识点 2 三相电源的连接方式	216
知识点 3 三相交流电源的电压电流测量及波形观察	217
任务 2 三相电路的分析	218
知识点 1 三相负载的两种连接方式	218
知识点 2 三相电路的电压电流分析计算	219
知识点 3 三相电路的功率计算和测量	226
任务 3 基于 Multisim 软件的三相交流电路的分析	229
技能点 1 三相交流电路相关仿真工具的使用	229
技能点 2 三相交流电路的仿真分析	229
任务 4 三相彩灯负载电路的接线与测试	231

技能点 1 三相彩灯负载电路的接线	231
技能点 2 三相彩灯负载电路的测试	232
项目小结	233
习题七	234
项目八 晶闸管过电压保护电路的制作	236
任务 1 电路中过渡过程的观察及初始值计算	236
知识点 1 过渡过程的概念	236
知识点 2 换路定律及初始值的计算	238
任务 2 RC 电路过渡过程的分析	240
知识点 1 RC 电路的三种响应	240
知识点 2 一阶 RC 电路过渡过程分析的三要素法	245
知识点 3 微分电路和积分电路	247
任务 3 基于 Multisim 软件的晶闸管过电压保护电路的分析	249
技能点 1 晶闸管过电压保护电路相关仿真工具的使用	249
技能点 2 晶闸管过电压保护电路的仿真分析	250
任务 4 晶闸管过电压保护电路的制作与调试	251
技能点 1 晶闸管过电压保护电路的制作	251
技能点 2 晶闸管过电压保护电路的调试	253
项目小结	254
习题八	255
项目九 磁路和铁芯线圈电路	257
任务 1 磁场	257
知识点 1 磁场的产生	257
知识点 2 磁场的基本物理量和磁场的基本性质	258
知识点 3 磁场的基本性质	260
任务 2 铁磁性物质的磁化曲线	261
知识点 1 铁磁性物质的起始磁化曲线	261
知识点 2 铁磁性物质的磁滞回线	262
知识点 3 铁磁性物质的基本磁化曲线	263
任务 3 磁路及磁路定律	264
知识点 1 磁路	264
知识点 2 磁路中的基本规律和计算	264
任务 4 交流铁芯线圈	267
知识点 1 线圈电压与磁通的关系	268
知识点 2 功率损耗	269

知识点 3 含交流铁芯线圈电路的等效电路	270
技能拓展 磁路和变压器原理的应用——互感器	271
技能点 1 电流互感器	271
技能点 2 电压互感器	275
项目小结	277
习题九	278
参考答案	280
参考文献	286

绪论 走进电的奇妙世界

电在日常生活中无处不在(见图0-1、图0-2),手机、电视、电脑、电梯、电气设备和工厂生产等没有电是运行不起来的。那么电到底是什么,电又是如何产生和发现的呢?

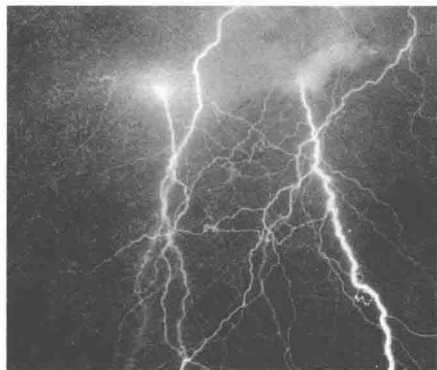


图0-1 闪电

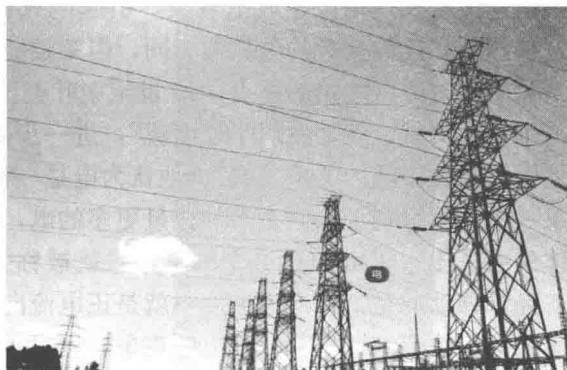


图0-2 高压输电线

一、电的产生和发现

人们用梳子梳理干燥的头发或在干燥的天气换衣服时,常常会听到噼里啪啦的声音,如果是在光线较暗的地方,还会看到一些微小的火花。这时将摩擦过的梳子或衣服放到一撮纸屑的旁边,纸屑就会被吸起来,这种现象就是摩擦起电。

实际这些现象在很多年前,就已被古代的人们发现了。早在2500多年前,古希腊有一个叫塞利斯的人发现,用毛皮去摩擦琥珀(一种天然宝石),这块被摩擦过的琥珀能吸引一些像绒毛、麦秆等一些轻小的东西。那时候的人们无法解释这种现象,只好说:琥珀中存在一种特殊神力,他们把这种特殊神力称作“电”。电就是从希腊文的“琥珀”这个词演变而来的。现在大家都知道用丝绸摩擦过的玻璃棒带的电荷为正电荷,用毛皮摩擦过的橡胶棒带的电荷为负电荷。同种电荷互相排斥,异种电荷互相吸引,这是电荷间的相互作用。

关于“电力”“电磁力”专业术语的来源,相传公元1600年,英国医生吉尔伯特发现用摩擦的方法不但可以使琥珀具有吸引轻小物体的性质,而且可以使玻璃棒、硫黄、瓷、松香等也具有吸引轻小物体的性质。吉尔伯特经过多年的实验,发现有两种不同性质的电,一种是用丝绸摩擦玻璃棒,玻璃棒能吸起像纸屑、木屑之类的轻小物体,他称这种吸引力为带电现象。他将两根用丝绸摩擦过的玻璃棒靠在一起,发现它们相互排斥,于是就把玻璃棒带的电,称为“玻璃电”(即正电);另一种是用毛皮摩擦松香也产生带电现象,用毛皮摩擦过的松香靠近用丝绸摩擦过的玻璃棒,发现这两者相互吸引,于是他将松香所带的电称为“松香电”(即负电)。这就是人们所讲的同种电相互排斥、异种电相互吸引的现象。吉尔伯特把这种吸引力称为“电力”“电吸引”,关于电的很多专用术语也是从他而来,因此许多人称他是电学研究之父。

关于电,还有一个莱顿瓶的有趣实验。1745年,普鲁士(德国的前身)的一位副主教克萊斯特做了一个实验。他利用一根导线将摩擦起电装置上的电引向装有铁钉的玻璃瓶,使瓶子充电,当他的手触及铁钉时,感到猛烈的一击。实际上这是一次放电现象,铁钉上聚集的电穿过人体(人体就是一种导体),使人感受到强烈的电的震动。1746年,荷兰人莱顿在上述实验的启发下做成了莱顿瓶(见图0-3)。莱顿瓶实际上是一个玻璃瓶,瓶的外面和里面均贴上像纸一样的银箔,将摩擦起电装置所产生的电用导线引到瓶内的银箔上面,而将瓶外壁的银箔接地,这样就可以使电在瓶内聚集起来。如果用一根导线把瓶内的银箔和瓶外壁的银箔连接起来,则产生放电现象,引起电火花,发生响声,并伴随着一种气味。简单地说,莱顿瓶和我们今天的电容器相同,但莱顿瓶的实验对电学的发展具有很大的推动作用。

关于“电流”术语的提出,18世纪中叶美国大电学家本杰明·富兰克林(见图0-4)的第一个重大贡献,就是发现了“电流”,进一步揭示了电的性质。1747年,他在给朋友的一封信中提出关于电的“单流说”。他认为电是一种没有重量的流体,存在于所有的物体之中,如果一个物体得到了比它正常的分量更多的电,它就被称为带正电(或“阳电”);如果一个物体失去了比它正常份量更少的电,它就被称为带负电(或“阴电”)。根据富兰克林的说法,经常移动的是正电,所谓放电就是正电流向负电的过程。富兰克林的这个说法,在当时确实能够比较圆满地解释一些电的现象,但对于电的本质的认识与我们现在的看法却相反。

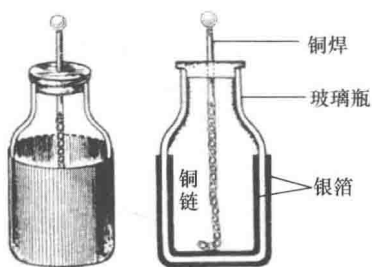


图0-3 莱顿瓶

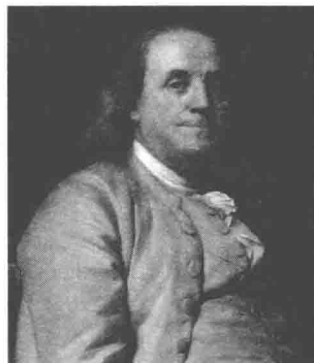


图0-4 本杰明·富兰克林

富兰克林对电学的另一重大贡献,是1752年著名的风筝实验。他用金属丝把一个很大的风筝放到云层里去,金属丝的下端接了一段绳子,另外金属丝上还挂了一串钥匙。当时富兰克林一手拉住绳子,用另一手轻轻触及钥匙时,立即感到一阵猛烈的冲击(电击),同时还看到手指和钥匙之间产生了小火花。这个实验表明:与风筝相连接的金属丝变成了导体,将空中闪电的电荷引到手指与钥匙之间,同时也证明,天空的闪电和地面上的电是一回事。

富兰克林对电流现象的研究,对于人们深入研究电学和电磁现象有着重要的意义。现在大家知道,电流就是电荷向一定方向的移动,在金属导体中的电流是靠自由电子的运动形成的。电流通过电路时,会产生许多新的效应,如电流通过电灯的时候,电灯发热发光;电流通过电风扇的时候,电风扇能转动;电流可使蓄电池充电;可带动电动机做功等。这些现象表明,电流也是一种能量传输过程,电能可以通过各种特定的器件转化为其他形式的能量。

关于“伏打电池”,1800年春季,有关电流起因的争论有了进一步的突破。伏打(见图

0-5) 在他自己看法的指导下发明了“伏打电池”(见图 0-6)。这种电池是由一系列圆形锌片和银片相互交叠而成的装置,在每一对银片和锌片之间,用一种在盐水或其他导电溶液中浸过的纸板隔开。银片和锌片是两种不同的金属,盐水或其他导电溶液作为电解液,它们构成了电流回路。现在看来,这只是一种比较原始的电池,是由很多锌电池连接而成为电池组,但在当时的历史时期,伏打能发明这种电池确实是很不容易的。伏打电池可以说是伏打赠给 19 世纪的宝贵礼物。他的发明为电流效应的应用开创了前景,并很快成为进行电磁学和化学研究的有力工具。



图 0-5 伏打

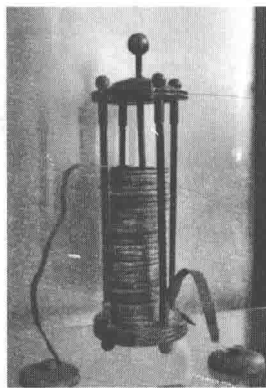


图 0-6 伏打电池

1821 年,英国人法拉第(见图 0-7)完成了一项重大的电发明。1819 年,奥斯特发现如果电路中有电流通过,它附近的普通罗盘的磁针就会发生偏移。法拉第从中得到启发,认为假如磁铁固定,线圈就可能会运动。根据这种设想,他发明了一种装置,在装置内,只要有电流通过线路,线路就会绕着一块磁铁不停地转动。法拉第又坚持研究很久得出结论:金属线与磁石之间的相对运动是产生感应电流的必要条件。他又进一步引入了磁力线的概念,总结出被后人称为法拉第电磁感应定律的定理。为了使磁电为人类所用,他又制造了世界上第一台电磁感应发电机。当然,这一部发电机是很简陋的,却是日后所有发电机的祖先。

200 多年过去了,尽管现在发电机的种类繁多,如同步发电机、异步发电机等,容量从几微瓦到上亿瓦,发电方式各不相同,有火力发电、水力发电、风能发电、核能发电等,但是它们的原理却与法拉第造的第一台发电机的原理是相同的,都是法拉第电磁感应原理。

随着科技的发展,德国人维尔纳·冯·西门子(Siemens)于 1866 年制成世界上第一台工业用发电机。1869 年,比利时人格拉姆制成了环形电枢,发明了环形电枢发电机,这种发电机是用水力来转动发电机转子的,经过反复改进得到了 3.2kW 的输出功率。由于科技的不断发展和进步,电逐渐进入人们的生活,变成了不可或缺的部分。

二、现代社会,电能的获取

现代社会,电能是如何获得的呢?

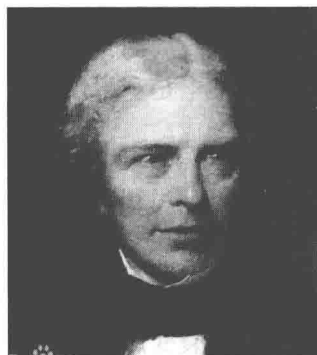


图 0-7 法拉第

日常生活中使用的电能主要来自其他形式能量的转换,包括水能(水力发电)、内能(俗称热能、火力发电)、核能(核能发电)、风能(风力发电)、化学能(电池)及光能(光电池、太阳能电池等)等(见图 0-8~图 0-11)。电能可转换成其他形式的能量,也可以进行远距离传输。

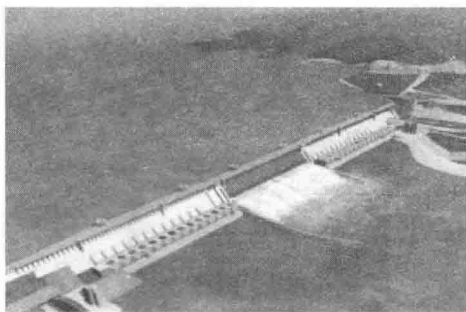


图 0-8 水力发电

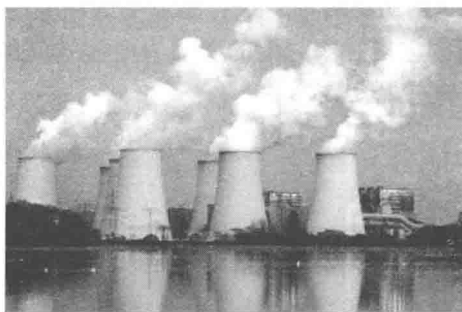


图 0-9 火力发电

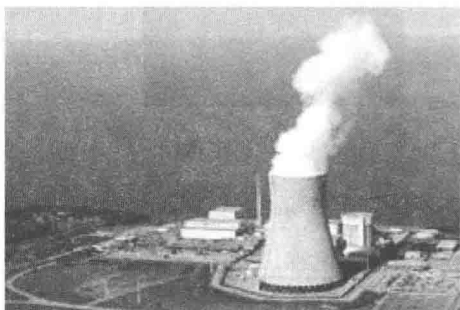


图 0-10 核能发电



图 0-11 风力发电

水力发电是利用河流、湖泊等位于高处具有势能的水流至低处,将其中所含势能转换成水轮机的动能,再借水轮机为原动力,推动发电机产生电能。水力发电厂所发出的电力电压较低,要输送给距离较远的用户,就必须将电压经过变压器增高,再由输电线路输送到用户集中区的变电站,最后降低为适合家庭用户、工厂用电设备的电压,并由配电线路输送到各个工厂及家庭。水能是一种取之不尽、用之不竭、可再生的清洁能源。但为了有效利用天然水能,需要人工修筑能集中水流落差和调节流量的建筑物,如大坝、引水管涵等,因此工程投资大、建设周期长。但水力发电效率高,发电成本低,机组启动快,调节容易。

火力发电是利用煤、石油、天然气等固体、液体、气体燃料燃烧时产生的热能来加热水,使水变成高温、高压水蒸气,然后再由水蒸气推动汽轮机转动,再带动发电机来发电。火力发电中存在着三种型式的能量转换过程:燃料化学能 $\rightarrow$ 蒸汽热能 $\rightarrow$ 机械能 $\rightarrow$ 电能。以煤、石油或天然气作为燃料的发电厂统称为火力发电厂。在火力发电方面,燃气轮机和蒸汽轮机发电厂目前已经实现了迄今最高的能源效率。

核电站用的燃料是铀,铀是一种很重的金属,用铀制成的核燃料在一种叫“反应堆”的设备内发生裂变而产生大量热能,再用处于高压力下的水把热能带出,在蒸汽发生器内产生蒸汽,蒸汽推动汽轮机带着发电机一起旋转,电就源源不断地产生出来,并通过电网送到四

面八方。这也是最普通的压水反应堆核电站的工作原理。

风力发电是把风的动能转变成机械能，再把机械能转化为电能。风力发电的原理，是利用风力带动风力发电机的叶片旋转，再通过增速机将旋转的速度提升，来促使发电机发电。依据目前的风车技术，大约是 3m/s 的微风速度（微风的风速），便可以开始发电。风力发电正在世界上形成一股热潮，因为风力发电不需要使用燃料，也不会产生辐射或空气污染。

电池（见图 0-12）是指盛有电解质溶液和金属电极以产生电流的杯、槽或其他容器或复合容器的部分空间，能将化学能转化成电能的装置，具有正极、负极之分。随着科技的进步，电池泛指能产生电能的小型装置，如太阳能电池。电池的性能参数主要有额定容量、额定电压、充放电速率、阻抗和寿命等。利用电池作为能量来源，可以得到稳定电压和稳定电流，并可以长时间稳定供电。电池结构简单，携带方便，充放电操作简便易行，不受外界气候和温度的影响，在现代社会生活中的各个方面发挥很大作用。

太阳能发电有两大类型：一类是太阳光发电（也称太阳能光发电），另一类是太阳热发电（也称太阳能热发电）。太阳能光发电是将太阳能直接转变成电能的一种发电方式，包括光伏发电、光化学发电、光感应发电和光生物发电 4 种形式。太阳能热发电是先将太阳能转化为热能，再将热能转化成电能（见图 0-13）。



图 0-12 电池

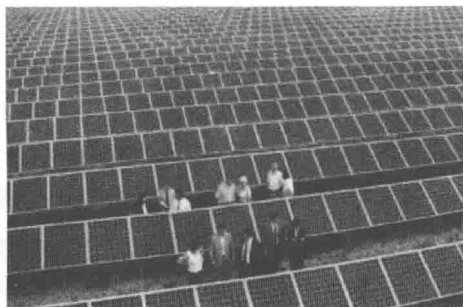


图 0-13 太阳能热发电

沼气发电（见图 0-14）是随着大型沼气池建设和沼气综合利用的不断发展而出现的一项沼气利用技术。它将厌氧发酵处理产生的沼气用于发动机上，并装有综合发电装置，以产生电能和热能。沼气发电具有创效、节能、安全和环保等特点，是一种分布广泛且价廉的分布式能源。它利用工业、农业或城镇生活中的大量有机废弃物（如酒糟液、禽畜粪、城市垃圾和污水等），经厌氧发酵处理产生的沼气，驱动沼气发电机组发电，并可充分将发电机组的余热用于沼气生产。

地热发电（见图 0-15）将地下热能转换为机械能，然后再将机械能转换为电能。根据地热能的储存形式，地热能可分为蒸汽型、热水型、干热岩型、地压型和岩浆型 5 类。从地热能的开发和能量转换的角度来说，上述 5 类地热资源都可以用来发电，但目前开发利用较多的是蒸汽型及热水型两类资源。地热发电的优点是：一般不需燃料，发电成本多数情况下都比水电、火电、核电要低，设备的利用时间长，建厂投资一般都低于水电站，且不受降雨等季节变化的影响，发电稳定，可以大大降低环境污染等（见图 0-15）。

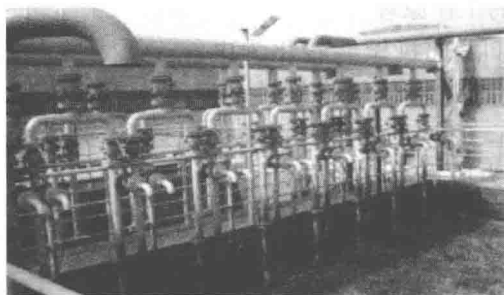


图 0-14 沼气发电



图 0-15 地热发电

三、关于电路及磁路的学习方法

本书按照由简到难,由直流到交流的顺序编排,学习时可以按照书中目录对应的知识点,系统地学习,注重学习质量,减少知识断层。

作为电类专业的一门基础课程,学习电路及磁路时要尽量做到以下几点:

(1) 课前预习。课前预习可以对学习内容的重点、难点做到心中有数,带着预习中未解决的问题听课,可以使听课更有目的性,提高听课效率。

(2) 作好课堂笔记。课堂笔记记录课程的重点、难点,以及在听课过程中尚未完全理解的内容,以便课后进一步学习。学习时可以参照教师的多媒体课件,或者到网站下载多媒体课件,课后详细观看,帮助整理听课笔记,巩固课堂所学的知识。

(3) 课后认真阅读教材。阅读教材时,应先根据教学大纲和教材上学习内容的要求,了解每一个项目的知识要点,重点深入理解基本概念、定义和定理,对某些重点问题可以充分利用 Multisim 仿真学习软件,结合例题或作业题深入思考,勤于练习,前后联系,系统地理解,

(4) 独立完成作业,多做练习题。课后独立完成作业,多做练习题,以检验学习效果,巩固课程知识。此处需注意,在完成作业的过程中,电路图的绘制要清晰和规范,各种电路变量要标示单位。多用 Multisim 仿真学习软件帮助分析电路,检验做题结果,养成良好的习惯和专业素养。

(5) 注重实践,提高操作技能。多做实验(实物电路实验和仿真实验),有助于对知识点的理解、动手能力和学习兴趣的培养,提高自己的专业技能。

(6) 有选择地广泛阅读各种经典电路原理和实践的参考书。不同的书可能会从不同角度进行分析阐述,对于学生理解课程中的难点、重点有所帮助。

希望学生按照书中的学习内容提要,重点掌握基本原理、基本定理和基本方法,解决书中提出的主要任务,不断归纳、概括所学知识,建立自己的知识体系。

项目一 直流照明电路的分析

【项目描述】

一般的直流照明电路（见图 1-1）采用灯泡或 LED 灯、开关、电源和导线等分立元件组成。电路具有结构简单、使用方便、性能可靠、效率高的特点，广泛用于户外、野外以及停电时等场合。同样直流照明电路是电路及磁路中的基础部分。通过本项目的学习使学生掌握电路的学习方法，并能够利用 Multisim 电路仿真软件设计和分析电路。

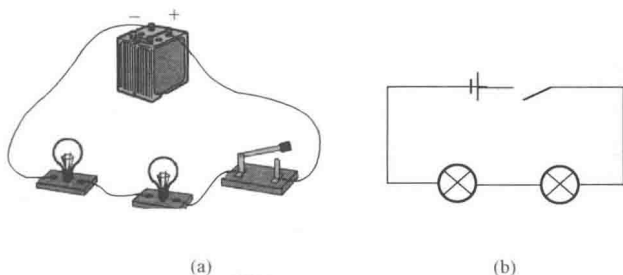


图 1-1 直流照明电路
(a) 照明电路；(b) 电路原理图

【学习内容】

了解电路模型的概念，识别电路元件，掌握电路的基本物理量；掌握线性电阻元件的伏安特性以及功率计算；熟练掌握应用 KCL 和 KVL 定律分析电路；应用全电路欧姆定律进行单回路电路的分析，应用弥尔曼定理分析单节偶电路；掌握电路中电位的计算方法，读懂电子电路中电源的习惯画法；会分析和设计简单直流照明电路；会使用 Multisim 电路仿真软件。

任务 1 认识电路的组成及电路的物理量

【任务要求】掌握电路模型的概念，以及电压、电流、功率、能量、电位等电路中的基本物理量；掌握线性电阻元件的伏安特性。

知识点 1 电路模型和电路的工作状态

电路分析研究的对象是电路模型。分析电路从建立电路模型出发，认识电路的基本物理量，重点讨论欧姆定律、基尔霍夫定律、理想电源和电路的等效变换等重要概念。它们始终贯穿于全书，因此必须充分重视。