

21 世纪电工电子学课程系列教材

电工电子实用教程

(文理类)

主 编 宋学瑞

副主编 刘曼玲、袁秀湘 李 飞

中 南 大 学 出 版 社

21 世纪电工电子课程系列教材

电工电子实用教程 (文理类)

主 编 宋学瑞

副主编 刘曼玲 袁秀湘 李 飞

中南大学出版社
2002·长沙

21 世纪电工电子学课程系列教材编委会

主任:陈明义 宋学瑞

成员(以姓氏笔划为序):

文援朝 王英健 李义府 肖梓高 陈明义
宋学瑞 余明扬 罗桂娥 赖旭芝

电工电子实用教程

(文理类)

主 编 宋学瑞

副主编 刘曼玲 袁秀湘 李 飞

☐责任编辑 肖梓高

☐出版发行 中南大学出版社

社址:长沙市麓山南路 邮编:410083

发行科电话:0731-8876770 传真:0731-8710482

电子邮件:csucbs @ public. cs. hn. cn

☐经 销 湖南省新华书店

☐印 装 中南大学印刷厂

☐开 本 787×960 1/16 ☐印张 15.5 ☐字数 284 千字

☐版 次 2002 年 12 月第 1 版 ☐2002 年 12 月第 1 次印刷

☐书 号 ISBN 7-81061-551-3/TM·003

☐定 价 18.00 元

图书出现印装问题,请与经销商调换

前言

在提倡素质教育,加强综合能力培养的教育思想指导下,目前越来越多的非电类、非工科类专业学生的知识结构已经或正在向电工电子学科渗透,如经贸、管理、外语、人文、艺术等专业学生要求了解有关电的知识。长期以来,与非电工科类专业教学内容基本相同,学生很不适应,希望改革电工学的教学内容。由于我国的教育体制文理分科,文理科学学生缺少必要的数理基础,不习惯抽象思维,他们的思维方式和学习方法与工科学生有较大区别,为他们开设电工学课程不能照搬普通非电类专业的教学内容和教学方法,也不能等同于技工培训。我们认为本课程教学内容的出发点应该放在基础综合素质教育上,旨在拓宽学生知识面,让学生在掌握经济、人文专业知识的同时,融入适当有关电基本知识,扩展学生的视野,丰富其知识结构,从而达到提高综合素质的目的。文理科学学生学习“电工学”的目的在于拓宽知识面,在适当掌握电工电子技术基本知识的基础上,更多地在于了解电工电子技术的发展及其在各方面的应用,即了解“电”是如何被应用的。基于此原则,在每个主题中着重地阐明概念、分析理论,结合电工电子技术的实际问题,浅显地说明电工电子技术的实质和应用,避免传统的电工学教材中大量推导物理量的计算模式。

本书的基本特色是:内容叙述深入浅出,突出应用,突出物理概念,以概念讲解为主,减少传统的电工学教材中大量物理量推导和参数的计算。学生通过教材接受的是关于电系统完整的应用知识。在保证必要的理论知识基础上,不受旧框框的限制、从内容上突破了原“电工学”范围,拓宽了电工电子应用的领域,如通信技术,控制技术、智能控制及电器、计算机技术和纳米技术等。

本书是根据高等院校理科类专业电工课程的教学需要编写的。本书在内容的安排上,以拓宽学生的知识面,培养学生的工作能力为目的。全书共分为7章,第1章电能的产生、传输和使用;第2章电路的基本概念与基本定律;第3章电机及其控制;第4章电子技术分立器件及应用;第5章电子集成电路及其应用;第6章家用电器控制电路;第7章电工电子技术新发展。

本书可作为高等学校的工程管理、经贸管理、会计及财务管理专业和外语类等有关非电类各专业的少学时“电工学”课程的教材,也可作为职业大学,成人教育大学,电视大学等同类专业的教材,还可供具有一定电路基础知识的工程技术人员学习和参考。本教材可供32~48学时教学使用。

全书由中南大学信息科学与工程学院的宋学瑞老师任主编并负责全书的统稿。担任副主编的分别是中南大学信息科学与工程学院的李飞、刘曼玲老师和长沙交通学院的袁秀湘老师。本书的第1和第2章由袁秀湘编写;第3、第4章由刘曼玲编写,宋学瑞编写第五章,李飞编写第6、第7章。本书在编写过程中,得到了中南大学信息科学与工程学院的陈明义、李义府、罗桂娥及长沙交通学院的王英健、蔡灏等老师的帮助。另外,本书参考了不少的文献和教材,在此一并表示衷心的感谢。

由于本书编写时间过于仓促,加上编者水平有限,书中难免有不妥甚至错漏之处。敬请读者、特别是使用本书的教师和学生提出宝贵意见,以便在今后的工作中不断完善和改进。

编者

2002年8月10日

目 录

第1章 电能的产生、传输和使用	(1)
1.1 概述	(1)
1.2 电的发现	(1)
1.3 电能的产生	(4)
1.3.1 发电机的工作原理	(4)
1.3.2 自然能发电	(6)
1.4 电能的传输	(8)
1.5 直流电与交流电	(10)
1.5.1 直流电	(10)
1.5.2 交流电	(11)
1.6 变压器	(13)
1.6.1 变压器的结构与分类	(13)
1.6.2 变压器的工作原理	(15)
1.7 安全用电常识	(16)
1.7.1 触电事故	(17)
1.7.2 常见安全用电措施	(18)
本章小结	(19)
复习思考题	(20)
第2章 电路的基本概念与基本定律	(22)
2.1 电路的基本概念	(22)
2.1.1 电路的功能及分类	(22)
2.1.2 电路的基本组成及各部分作用	(23)
2.2 理想电路元件与电路模型	(23)
2.3 电流与电压的参数方向	(24)
2.4 电路的工作状态及电气设备的额定值	(25)
2.4.1 通路、开路、短路	(25)
2.4.2 电气设备的额定值	(27)
2.5 主要电路元件	(27)
2.5.1 电阻元件	(27)

2.5.2 电容元件	(28)
2.5.3 电感元件	(30)
2.5.4 电源元件	(31)
2.6 电路基本定律、定理和分析方法	(35)
2.6.1 欧姆定律	(35)
2.6.2 基尔霍夫定律	(37)
2.6.3 线性电路定理(叠加定理、戴维南定理)	(40)
2.6.4 结点电位法	(42)
本章小结	(43)
复习思考题	(44)
第3章 电机及其控制	(47)
3.1 常用电机	(47)
3.1.1 电动机的种类与用途	(47)
3.1.2 电动机的结构与原理	(49)
3.2 工业生产用电动机	(52)
3.2.1 电动机的启动	(52)
3.2.2 电动机的制动	(54)
3.2.3 电动机的调速	(55)
3.3 继电接触器控制系统	(56)
3.3.1 常用控制电器	(56)
3.3.2 低压配电电器	(61)
3.3.3 控制线路	(62)
3.4 可编程序控制器	(68)
3.4.1 可编程序控制器的产生与特点	(68)
3.4.2 可编程序控制器的组成与各部分的作用	(69)
3.4.3 可编程序控制器的应用	(72)
本章小结	(74)
复习思考题	(75)
第4章 电子技术分立器件及应用	(76)
4.1 概述	(76)
4.2 半导体二极管和稳压管	(77)
4.2.1 半导体材料、PN结	(77)
4.2.2 半导体二极管和稳压管的结构与特性	(79)
4.2.3 整流、滤波与稳压电路——直流电	(82)

4.3 晶体管与基本放大电路	(86)
4.3.1 晶体管的发明、结构、原理	(86)
4.3.2 三种基本放大电路	(90)
4.3.3 收音机的原理	(96)
4.4 MOS 场效应管	(97)
4.4.1 MOS 场效应管的结构与原理	(98)
4.4.2 MOS 场效应管的应用	(101)
4.5 晶闸管	(102)
4.5.1 常用晶闸管及触发器件	(103)
4.5.2 晶闸管的应用	(107)
4.6 其他器件	(108)
本章小结	(110)
复习思考题	(111)
第5章 电子集成电路及其应用	(113)
5.1 集成电路的概念	(113)
5.1.1 集成电路的概念	(113)
5.1.2 集成电路的发展趋势和应用	(115)
5.2 运算放大器	(116)
5.2.1 基本特性和主要参数	(116)
5.2.2 集成运放的线性应用:比例、求和、积分、微分运算电路	(119)
5.2.3 集成运放的非线性应用	(122)
5.3 组合逻辑电路	(125)
5.3.1 数字逻辑基础	(126)
5.3.2 逻辑门电路	(129)
5.3.3 组合逻辑电路特点和分析方法	(134)
5.3.4 常用逻辑门电路(加法器、编码器、译码器及显示器和 数据选择器等)	(136)
5.4 时序逻辑电路	(146)
5.4.1 触发器	(146)
5.4.2 常用时序逻辑电路(寄存器、计数器等)	(150)
5.5 半导体存储器和可编程逻辑器件	(155)
5.5.1 半导体存储器分类及性能指标	(155)
5.5.2 随机存储器和只读存储器	(157)
5.5.3 可编程逻辑器件(PLD)	(163)

5.6 A/D与D/A接口电路	(167)
5.6.1 概述	(167)
5.6.2 A/D转换器及接口电路	(168)
5.6.3 D/A转换器	(170)
本章小结	(172)
复习思考题	(175)
第6章 家用电器的控制电路	(180)
6.1 控制的基本原理	(180)
6.1.1 控制系统的几个概念	(180)
6.1.2 控制系统的基本结构	(181)
6.2 常用的单片机	(183)
6.2.1 单片机的历史及发展概况	(183)
6.2.2 单片机的结构	(185)
6.2.3 单片机的特点及应用	(187)
6.2.4 常用的单片机系列	(188)
6.3 智能控制技术	(189)
6.3.1 智能控制的发展与定义	(189)
6.3.2 智能控制的结构理论与特点	(190)
6.3.3 智能控制的研究领域	(193)
6.3.4 模糊控制系统	(195)
6.4 DSP技术	(198)
6.4.1 DSP技术的发展及展望	(198)
6.4.2 DSP技术常用的芯片	(199)
6.4.3 DSP的应用领域	(200)
6.4.4 DSP技术的实际应用	(201)
6.5 应用举例	(202)
6.5.1 洗衣机的结构及工作原理	(202)
6.5.2 洗衣机的模糊控制	(203)
本章小结	(205)
复习思考题	(205)
第7章 电工电子技术的新发展	(206)
7.1 激光技术	(206)
7.1.1 激光的基本概念	(206)
7.1.2 激光的特性	(207)

7.1.3 激光器的分类	(208)
7.1.4 激光器的应用	(209)
7.2 机器人	(209)
7.2.1 机器人技术的发展与展望	(209)
7.2.2 机器人的特点、结构与分类	(211)
7.2.3 传感器在机器人中的应用	(214)
7.2.4 对机器人控制的基本要求	(215)
7.2.5 机器人的实际应用	(216)
7.3 现代通讯	(217)
7.3.1 现代通讯技术的发展过程	(217)
7.3.2 计算机通讯网的组成及其功能	(218)
7.3.3 Internet 国际互联网	(219)
7.4 EDA 技术	(223)
7.4.1 EDA 技术的发展及展望	(223)
7.4.2 EDA 的常用芯片	(224)
7.4.3 EDA 技术在电工电子技术中的应用	(225)
7.5 纳米技术	(226)
7.5.1 纳米科学技术的发展与展望	(226)
7.5.2 纳米技术的应用领域	(227)
7.5.3 纳米技术在电子产品中的应用	(228)
本章小结	(229)
复习思考题	(229)
附录一 常用逻辑符号对照表	(230)
附录二 中英名词对照表	(232)
参考文献	(237)

第 1 章 电能的产生、传输和使用

1.1 概述

电的应用是极其广泛的。自 1800 年化学电池的发明揭开了人类利用电能的序幕以来,至今已经历了两个多世纪。电能是一种方便、干净的二次能源,与其他形式的能源相比,它可以方便而经济地进行远距离输送,也可以与其他形式的能量直接进行转换,且易于控制,因此可以广泛地应用于信息传递。这些优点使得电的应用不仅迅速地存在于社会物质生产的各个领域,而且越来越广泛地渗透到人类生活的各个层面。

工业上的各种生产机械(如机床、鼓风机、水泵等)主要是用电动机来驱动的。在机械制造工艺上,如电镀、高频淬火、超声波加工、电子束和离子束加工等,都是电能的应用。一些物理量(如长度、速度、压力、湿度、水位、流量等)都可以用电的方法来测量和进行自动调节。

随着生产和科学技术发展的需要,电子技术得到高度发展和广泛应用(如空间电子技术、生物医学电子技术、信息处理和遥感技术、微波应用等),它对于社会生产力的发展,起着变革性的推动作用。特别是电子计算机的高度发展,使得社会生产和生活发生了惊人的变化。如果说,19 世纪电工技术的发展使得人类实现了由机械化时代向电气化时代的转变,那么,20 世纪以后电子技术的发展又促进了通信、控制和计算机的迅速发展。计算机与通信技术等的结合,正在促进信息技术的根本变革,信息高速公路的出现,使得人类开始进入了全球化信息时代。

现代人类的生活可以说直接、间接地无时无刻都离不开电。那么人类究竟如何认知电的呢?

1.2 电的发现

人们对电的认识应该从“莱顿瓶”说起。在“莱顿瓶”未产生之前,人们曾经发现许多物质相互摩擦都会产生吸引轻小物体的现象(如用丝绸摩擦玻璃棒、毛皮摩擦橡胶棒)。古希腊科学家泰勒斯(Thales, 公元前 624~前 545)就发现用琥珀

珀与毛皮摩擦,会产生吸引轻微物体的能力,当时认为这是一种来自“琥珀”的力量,“电”这个词的来源就是英语单词“琥珀”的译音。

1745年,荷兰莱顿的马森布洛克,将电从摩擦起电机中用金属线引出,送至贴有金属箔的玻璃,并将电荷储存在瓶里,这就是起初的储存电荷的装置,后称莱顿瓶。典型的莱顿瓶的构造是在一个玻璃瓶的内外各贴有一层金属箔作为极板,金属棒从橡胶瓶塞当中插入。金属棒上端有一个圆形金属球,下端附金属链,可以与内层金属箔接触。用一定的操作方法,莱顿瓶可以带电或放电。

伟大的电学开创者富兰克林(R. Franklin, 1706~1790)就是从莱顿瓶开始了他对电学的研究的。1747年,一位英国朋友给富兰克林送来了一神奇的礼物——莱顿瓶,由此引起了他对电学的兴趣。当时,他年过四十,为了探索电的奥秘,冒着雷电致命的危险,在他儿子的协助下,用丝绸手帕做成一只大风筝,并且将它放飞上了阴霾将雨的天空。富兰克林用麻线系着风筝骨架,并连通到莱顿瓶中。当雷电交加,大雨倾盆的时候他终于感到了一股来自天上的强烈电震。他高声狂呼“我受电击了”,“闪电就是电”,“天上的电与地上的电是统一的”。科学的实验证明了雷电不是上帝发怒,它向人们宣布了闪电也是一种放电现象,承认了电是自然的客观存在。在这基础上富兰克林还发明了避雷针。这次大胆的实验后四年,1751年,他出版了《电学的实验与观察》,奠定了电学的基础理论。

意大利人伽伐尼在用金属刀去解剖青蛙时,发现青蛙腿会因此而痉挛起来。伽伐尼反过来想,蛙腿在痉挛的时候会不会产生所谓的“生物电”呢?伽伐尼把这个实验和他的想法告诉了他的同乡伏特。起初伏特同意伽伐尼的这种看法。但是细心的伏特重复做了这一实验之后有了新的发现。当他用两种不同金属接触死去的青蛙腿的时候,青蛙腿就会痉挛。当伏特用酸溶液替代青蛙腿,连接两块不同金属的时候,奇迹发生了,竟然产生了电流。而且这种电流是一种持续不断的电流。就是这样,在1800年,伏特发明了最原始的电池。在物理学上称之为“伏特电池”。

伏特的研究表明:电无所谓有“生物电”与“非生物电”之分,电的本质是一样的。电流是运动的电荷,流动的电荷。伏特电池的研究表明人们对电的研究已经从静电范畴推进到电流范畴。

在此前不久,法国人库仑于1785年提出电荷间作用力的公式,即库仑定律。

上述这些就是19世纪人们对电的基本知识的获得,人们将此称为经典电学发展的第一阶段。

与此同时,古典电磁学也在发展。对电磁关系的了解,具有开创性意义的研究者应该说是丹麦人奥斯特。1802年,奥斯特受伏特电池的影响,对电流的磁效应做了广泛深入的研究。1820年,奥斯特写出了《关于电的排斥力对磁针的

影响的各种实验》的论文,他首次把电和磁联系在一起了。在奥斯特发现了电流的磁效应后,英国物理学家法拉第在1822年,在日记中记载着“把磁转变成电”的开创性的伟大思想,之后,法拉第经过坚持不懈地努力,终于取得重大突破,于1831年发现了电磁感应现象,即磁场产生电流的条件和规律。

1831年,正当法拉第发现电磁感应的时候,一个伟大的物理学家麦克斯韦诞生了。当麦克斯韦看到法拉第的《电学实验研究》之后,他被法拉第的电磁场的思想强烈地吸引住了。从此,他决心完成法拉第电磁场的数量化工作,他成了法拉第的接班人。31岁的麦克斯韦指出:在变化的磁场中,放置不闭合的电路,同样会产生电场。没有传导电流的电场,同样可以产生磁场。麦克斯韦把电和磁二者作为统一的电来看待。1865年,麦克斯韦发表了《电磁场动力学》,大胆推理道:“交变的电场会产生交变磁场,而交变的磁场又能产生交变的电场。”电场到磁场,再到电场,如此继续,这就是电磁波的传播过程。麦克斯韦预言了电磁波的存在,建立了电磁场的波动方程。麦克斯韦的这一预言为后来的物理学家赫兹所证实。1873年,麦克斯韦发表了《电磁学通论》,从此完整的古典电磁理论被建立起来。

法拉第长于实验,麦克斯韦精于数学。因此法拉第被人称为“19世纪的伽利略”,麦克斯韦被誉为“19世纪的牛顿”。电磁感应现象是电磁学的重大发现之一,这一重大发现进一步揭示了电和磁的密切关系,是电工技术发展的重要理论基础。在此基础上建立的麦克斯韦的电磁波理论,为无线电技术的发展奠定了理论基础。

富兰克林(R. Franklin, 1706~1790)是美国民主主义者、科学家。1747年,他做了用风筝收集雷电的实验,1751年,出版了《电学的实验与观察》,奠定了电学的基础理论。他只受过短期的教育,全靠自学成材。1731年,在费城建立美国第一个图书馆,1743年,组织美国哲学会,1751年,创办宾夕法尼亚大学,1776年,参与起草、通过“独立宣言”,1787年积极参加制宪活动,主张废除奴隶制度。人们颂扬他“从天空抓到雷电,从专制统治者手中夺回权利”。

伏特(A. Volta, 1745~1827)是意大利物理学家。1800年,发明了电池。青年时代对电就很有兴趣,1775年,发明了产生静电的仪器——起电盘。1778年,发现并制出了甲烷气体。1779年,被聘任为帕维亚大学教授。1780年,他的朋友伽伐尼发现两种不同的金属与蛙的肌肉接触时,会产生电流。1794年,伏特发现产生电流不一定需要动物组织,他单独用金属做了实验,也能产生电流。这个发现引起了很多争论,并形成动物生电派和金属生电派。1800年,他展示出了第一个电池。1801年,他在巴黎把电池表演给拿破仑看,被封为伯爵和伦巴第王国参议员。1815年,奥地利皇帝任命他为帕多瓦大学哲学院院长。电动势

和电压的单位伏特(V),就是为纪念他而命名的。

法拉第(M. Faraday, 1791~1867)是英国物理学家、化学家。1831年,他发现了电磁感应现象。仅在10天中就进行了一系列实验,证明了磁场强度变化会感生电流。他出身在一个铁匠家庭,早年做化学家戴维的助手,1823年,研制出了液氯,同年发现磁致旋光效应。为了阐述电与磁的关系,他提出了磁力线和电力线的概念。1833年,他发现了电解的基本定律即法拉第电解定律,即电解出的物质质量与通过的电量成正比。他发现了电介质的作用,创立了相对电容率,即介电常数的概念。国际单位制中用法[拉](F)作为电容的单位,就是为纪念这位不顾多次失败,坚持实验终于获得重要发现的实验科学家。

麦克斯韦(J. C. Maxwell, 1831~1879)是英国物理学家。1865年,他预言了电磁波,提出了传输模型。1864年,他给皇家学会的论文《电磁场的动力学理论》确立了电磁理论,1887年,被H·赫兹证实。麦克斯韦用四个方程对电场与磁场的产生及其相互作用进行了完整的描述:①电场从电荷向四处发散,对库仑力进行了表述;②不存在单独的磁极;③变化的磁场产生电场,表述了法拉第电磁感应定律;④变化的电场或电流都产生涡旋磁场,它推广了安培定律。麦克斯韦(Mx)曾作为磁通量的单位,相当于 10^{-8} Wb。1870年,电工学进入成长期。电机、电器开始实用化。

1.3 电能的生产

能源,可以说与粮食和水一样,是支撑现代社会文明的物质基础之一。人类通过消耗能量而生活,进行社会活动。地球上可以利用的能源(能量资源)有化石能源、自然能源及核能源。电能是通过这些能源的变换而生产出来的,电能要运用,关键是要产生大量的电,要发电就要有发电机。

起初的发电机都是直流发电机,直流发电要有足够大的永久磁铁才行。1845年,英国人惠斯登用电磁铁代替永久磁铁发明了“他激发电机”。接着法国人西门子发明了“自激式”发电机,这种发电机以自身供电方式形成磁铁解决了电机磁场不强的问题。此后,发电机的发电量才得以大大提高。19世纪80年代,特斯拉成功建成了一个交流发电系统,进一步适应了高发电的需要,从此电力工业应运而生。

1.3.1 发电机的工作原理

不论用什么方法,只要穿过闭合电路的磁通量发生变化,闭合电路中就有电流产生。这种利用磁场产生电流的现象叫做电磁感应,产生的电流叫做感应电

流。这是法拉第著名的电磁感应实验的结论。众所周知,能量守恒定律是一个普适性定律,同样适用于电磁感应现象。在电磁感应现象中,电能是从机械能转化而来,发电机就是应用这个原理制成的。

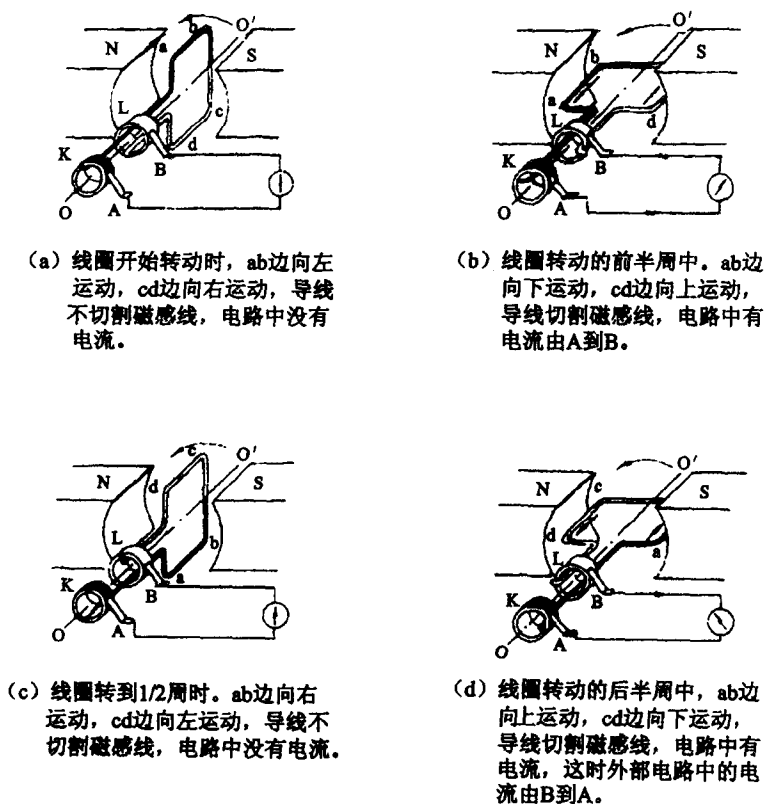


图 1-1 交流电的产生

图 1-1 是发电机的原理图,磁场里的线圈,两端各连一个铜环 K 和 L,它们分别跟电刷 A 和 B 接触,并跟电流表组成闭合电路。

让线圈在磁场中转动,由于 ab 边和 cd 边做切割磁力线的运动,线圈和外部电路中就有了电流:根据弗莱明(J. A. Fleming, 1849~1945)右手定则(又称为发电机原理)可知所产生的电流的方向。

图 1-1 其实就是一个发电机的模型,确切地说,是一个交流发电机模型。实际的发电机,结构比较复杂,但发电机的基本组成部分仍是线圈(通常叫电枢)和磁极。电枢转动、磁极不动的发电机,叫做旋转电枢式发电机。磁极转动,而电

枢不动,线圈依然切割磁力线,电枢同样会产生感生电动势,这种发电机叫旋转磁极式发电机。不论哪种发电机,转动的部分都叫转子,不动的部分都叫定子。

旋转电枢式发电机,转子产生的电流必须经过裸露着的滑环和电刷引到外电路,如果电压很高,就容易发生火花放电,有可能烧毁电机。同时,电枢可能占有的空间也受到限制,线圈匝数不能很多,产生的感生电动势也不会很高。这种发电机提供的电压一般不超过 500 V。旋转磁极式发电机克服了上述缺点,能够提供几千到几万伏的电压,输出功率可达几十万千瓦甚至百万千瓦以上。所以大型发电机都是旋转磁极式的。

实际应用中发电机的转子是由水轮机、汽轮机或内燃机来带动。动力机将机械能传递给发电机,发电机把机械能转化为电能输送给外电路。

除了交流发电机,还有向外部电路供给直流电的直流发电机,除了结构上有些不同,直流发电机的原理也是根据电磁感应原理。

1.3.2 自然能发电

目前,火力发电还是主要的发电技术,在美、俄、英、意、中国等国火力发电量在总发电量中所占比例为 70% 以上。其他的能源发电形式虽然有多种,但规模都不大。火力发电站要消耗很多的煤、石油和天然气,对环境的污染也十分严重。随着社会生产的日益发展,常规能源资源不断减少,全球范围内的能源危机也日益突出。经过第一次世界范围内“石油危机”的冲击,人类终于意识到地球蕴藏的矿物资源是有限的,总有一天会被消耗殆尽。

随着环境保护的呼声不断高涨,自然能发电技术的应用受到世界各国的普遍关注。科学技术的发展和高新技术的推广应用,使得自然能发电的技术性能和经济性能有了很大突破,自然能发电设备的成本不断降低,自然能供电系统的设计技术也日趋完善,自然能源的应用正在成为世界电力发展的潮流之一。

自然能发电在全球许多地区的经济竞争力日益增强,由于它比核电站和其他传统发电技术便宜得多,因而受到世界各国的普遍重视。太阳能和风能发电技术取得了巨大进展,成本大幅度降低,具备了直接与化石燃料竞争的能力。海洋能资源的利用也日益广泛。在西方发达国家和许多发展中国家,目前都安装了大量的自然能发电设备。在自然能发电技术中,水力发电是技术最成熟的一种。水力发电是在河流或沿海适当地利用水力资源产生电能。水力发电机组是水电站的主要设备,机组原动机使用水轮机,发电机多采用同步发电机,根据机组型号的不同,输出分单相和三相两种。图 1-2 是一般水电站的剖面示意图。

风能是太阳能的一种转化形式,它是由空气流动产生的动能。风力发电是继水力发电之后的主要的可再生能源发电技术。但是风不像水那样稳定,要想

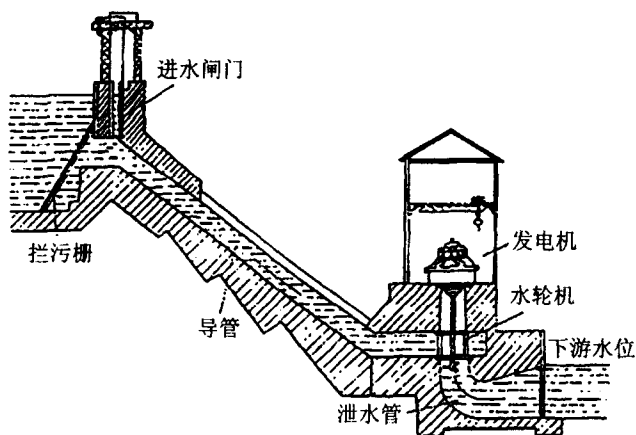


图 1-2 一般水电站示意图

使用风力,关键在于如何把风能贮存起来。

风力发电是将风能转换为电能的技术。现代风力发电系统由风、风力发电机组、监测显示装置、控制装置、储能装置和电能负载组成,有的还包括备用电源,如柴油发电机。美国、德国、英国目前已安装了大量的风力发电机。其他许多国家都制定了雄心勃勃的风力发电计划。

海洋能发电也在不断开发中。目前,人类已经通过实验开发出的海洋能发电技术有:潮汐能发电、波浪能发电、海洋温差发电。

潮汐能发电是一种利用海水在涨潮和落潮时出现的落差进行发电的水力发电技术。1968年,法国建成大型朗斯潮汐电站,总装机容量达24万千瓦,年发电量为5.44亿千瓦。海洋温差发电是一种利用海水表层和海水深层的温度差进行发电的技术。一般海水表层和海水深层的温度相差有 20°C 左右。据此估计,全球的海洋温差能为100亿千瓦数量级。温差发电技术现在已基本成熟,已达到现场试验和工程研究阶段。

太阳对地球来说是一个惟一永恒的能源。由于地球上资源的日益匮乏和环境污染日趋严重,太阳能以它清洁、无污染的特点逐渐被人们认识和利用。

太阳辐射包括光辐射和热辐射,大部分能量是光能。人类对太阳能的利用主要有光热利用和光电利用两个方面,光热利用约占80%,光电利用占20%。

光热利用即太阳能热发电,太阳能热发电的工作原理与常规火力发电厂的原理相似,只是用太阳集热装置取代了电厂的锅炉。它利用聚集起来的太阳热能加热某种工作物质(工质)到高温,再经热交换器产生蒸汽,驱动常规汽轮发电机组发电。整个系统由集热器、热传输系统、蓄热与热交换系统以及汽轮发电系统组成。这就是太阳能热电站。目前,世界上已经有10多座太阳能热发电的示