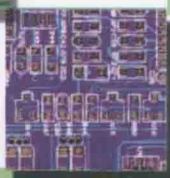
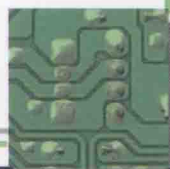
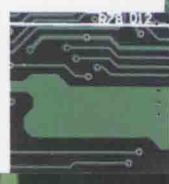


高等职业教育“十二五”电类基础课规划教材

电工与电子技术

Gaodeng zhiye jiaoyu shierwu dianlei jichuke guihuajiaocai

▶ 孙立坤 周芝田 主编



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



赠电子课件等

高等职业教育“十二五”电类基础课规划教材

电工与电子技术

主 编 孙立坤 周芝田
副主编 孟然平 韩会山 吴俊芹
参 编 李俊珍 佟海侠 方红彬 纪春明 王永祥
汪 红 崔培雪 曹芳菊 刘 飞 高铁军
主 审 陈菊红



机械工业出版社

本书是根据教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》精神和《高职高专教育电工电子技术课程教学基本要求》编写的，主要介绍了电工电子技术的基本知识、理论以及与之相关的基础技能。

全书共分 15 章，介绍了电路与电路分析基础，正弦交流电路，三相交流电路，磁路与变压器，电动机，低压电器与控制电路，半导体器件基础，基本放大电路，集成运算放大器与功率放大器，直流稳压电源，现代光电子技术，数字电路基础，组合逻辑电路，时序逻辑电路，以及数模和模数转换。书后还精选了一些实验和实训，任课教师可根据具体专业情况选用。

本书可作为高职高专院校、成教学院、广播电视大学机电类专业及工科其他各专业电工电子课程的教材，也可以作为岗位培训教材。

为方便教学，本书备有免费电子课件及习题参考答案，凡选用本书作为授课教材的老师，均可来电索取，咨询电话：010-88379375。

图书在版编目 (CIP) 数据

电工与电子技术/孙立坤，周芝田主编. —北京：机械工业出版社，2010.12
高等职业教育“十二五”电类基础课规划教材
ISBN 978-7-111-32612-0

I. ①电… II. ①孙…②周… III. ①电工技术—高等学校：技术学校—教材②电子技术—高等学校：技术学校—教材 IV. ①TM②TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 235952 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑：于宁 责任编辑：于宁 曹雪伟

版式设计：霍永明 责任校对：樊钟英

封面设计：赵颖喆 责任印制：乔宇

北京瑞德印刷有限公司印刷 (三河市明辉装订厂装订)

2011 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 18.75 印张 · 460 千字

0001—4000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-32612-0

定价：34.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心：(010)88361066

门户网：<http://www.cmpbook.com>

销售一部：(010)68326294

教材网：<http://www.cmpedu.com>

销售二部：(010)88379649

读者服务部：(010)68993821

封面无防伪标均为盗版

前 言

本书是根据教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》精神和《高职高专教育电工电子技术课程教学基本要求》编写的，可作为高职高专院校、成教学院、广播电视大学机电类专业及工科其他各专业电工电子课程的教材。

本书涵盖了电工电子技术领域的基本知识，内容丰富，视野开阔。对常用电路、电气设备、电子器件、集成组件等的介绍，本着“必需”和“够用”的原则，强化功能的理解，突出对知识与技能的掌握，体现了高等职业技术教育的特点。

本书的编写特色如下：

1. 在保持传统教材优秀风格的基础上，以更为开阔的视野，引入了许多新颖的、前沿的、实用的知识点。

2. 在各章节中的适当位置插入『科技前沿』和『知识链接』版块，介绍前沿的科技成果和相关领域知识，以拓展学生的知识面。

3. 较多地引入实用电路和实物拆解图，强调对实践技能的掌握。

4. 适度避开了繁琐的参数、公式和数理推导，内容简洁明快，让学生掌握最必需、最有用的知识。同时精选了例题和习题。

5. 本书可读性强，图文并茂，版面生动美观。

本书由孙立坤、周芝田任主编，孟然平、韩会山、吴俊芹任副主编。本书编写分工如下：河北化工医药职业技术学院孟然平（第1、2章）、汪红（第8、9章）；张家口职业技术学院李俊珍（第3章）、崔培雪（第11章）、刘飞（实验6~8）、高铁军（实验9~11）、周芝田（实训1）；石家庄理工职业学院佟海侠（第4章磁路部分）；河北机电职业技术学院方红彬（第4章变压器部分和第5章1~4节）、吴俊芹（第12~14章）；河北建材职业技术学院纪春明（第5章5~7节）；大连职业技术学院孙立坤（第6章）；广州航海高等专科学校王永祥（第7章）；邢台职业技术学院曹芳菊（第10章和实验1~5）、韩会山（第15章和实训2、3）。

本书由南京工程学院陈菊红教授任主审，陈老师在百忙中对全书进行了认真、细致的全面审阅，提出了许多宝贵的修改意见，编者在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中难免会出现疏漏和不妥之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

绪 论

1. 能源与自然资源

电能是自然界中应用最为广泛的一种能源，在工农业生产、科学研究和日常生活中被广泛地应用。

电能可以从自然界中的许多种能量（如热能、机械能、核能、风能、化学能等）转化而来。通过变压器升压，由高压输电线路输送到各地的变电、配电装置，然后送到各工业企业和千家万户，用电设备又可以将电能转换成其他形式的能（如光能、热能、声能、机械能等）并加以利用。电能的转化、传输和分配过程如图 0-1 所示。

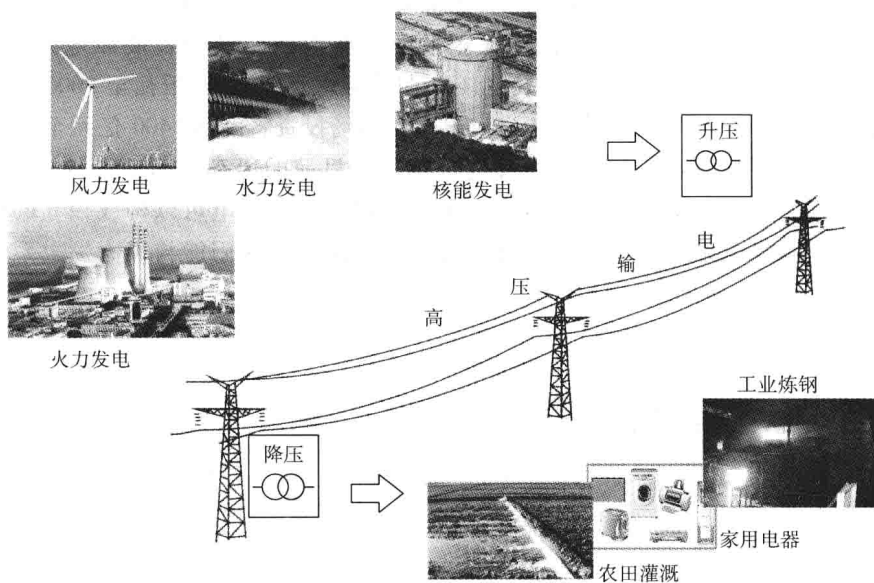


图 0-1 电能的转化、传输和分配过程

(1) 火力发电 利用煤、石油、天然气或其他燃料的化学能（燃烧后转变为热能）来生产电能。世界上多数国家的火电厂以燃煤为主，由汽轮机实现蒸汽热能向旋转机械能的转换。高速旋转的汽轮机转子拖动发电机发出电能，电能由发电厂电气系统升压之后送入电网。

火电需要燃烧煤、石油等化石燃料。一方面化石燃料蕴藏量有限、面临着枯竭的危险。另一方面燃料燃烧将排出 CO_2 和硫的氧化物，导致温室效应和酸雨，影响地球环境。

(2) 水力发电 利用水流的动能和势能来生产电能。中国第一座水电站为始建于 1910 年的云南省石龙坝水电站，1950 年以后水电建设有了较大发展，建设了一批大型骨干水电站，如葛洲坝水利枢纽和三峡水电站。随着三峡水电站的建成，长江水电资源将得到有效的开发和利用。三峡水电站共有单机 70 万千瓦的发电机组 26 台，总装机容量 1820 万千瓦，

年发电 847 亿千瓦时，总装机容量和年发电量都堪称世界第一。

(3) 核能发电 利用铀、钚、钍等核燃料在核反应堆中核裂变所释放出的热能，将水加热成高温高压蒸汽以驱动汽轮发电机组发电。

核电在正常情况下固然是安全的，但万一发生核泄漏，后果同样是严重的。前苏联切尔诺贝利核电站事故，已使 900 万人受到了不同程度的伤害，而且这一影响并未终止。

2. 新能源开发

太阳能和风能是人类理想中清洁的可再生新能源。太阳能发电和风力发电正在世界范围内形成一股热潮。

照射在地球上的太阳能非常巨大，大约 40min 照射在地球上的太阳能，便足以供全球人类一年能量的消费。可以说，太阳能是真正取之不尽、用之不竭的理想能源。

随着技术的发展，目前，中国已经有三家太阳能企业进入了全球前十名，标志着中国将成为全球新能源科技的中心之一。

我国风能资源丰富，可开发利用的风能储量约 10 亿千瓦，其中，陆地上风能储量约 2.53 亿千瓦，海上风能储量约 7.5 亿千瓦。中国新能源战略已把发展风电列为重点项目。按照国家规划，未来 15 年，全国风力发电装机容量将达到 2000 万千瓦至 3000 万千瓦。以每千瓦装机容量设备投资 7000 元计算，未来风电设备市场投资将高达 1400 亿元至 2100 亿元。

风力发电所需要的装置，称作风力发电机组。依目前的风车技术，大约是 3m/s 的微风速度，便可以开始发电。采用水平轴风力发电和太阳能光伏发电可以构成独立的电源系统来供应电力，新能源发电系统是一个具有高科技含量的系统。太阳能与风力发电系统的组成如图 0-2 所示。

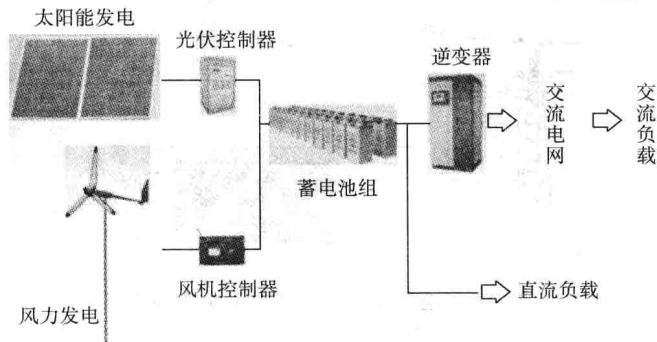


图 0-2 太阳能与风力发电系统的组成

3. 电路与信号的传输处理

信号包括电信号和非电信号，信号的传输可以分为有线传输和无线传输。

声音、图像、温度、湿度、流量、压力等都属于非电信号，非电信号可以通过电气装置或设备转变成电信号，然后进行传输和处理。

电视节目的发射与接收就是电信号转换、传输和处理的典型应用，其电路框图如图 0-3 所示。

图像、声音等非电信号通过摄像机和传声器转变成了电信号，发射机和发射天线将电信号转变成无线电波，无线电波被接收后又转换为电信号，电信号经过传递和处理，送到显像

管和扬声器，将图像、声音、文字等信息再还原出来。

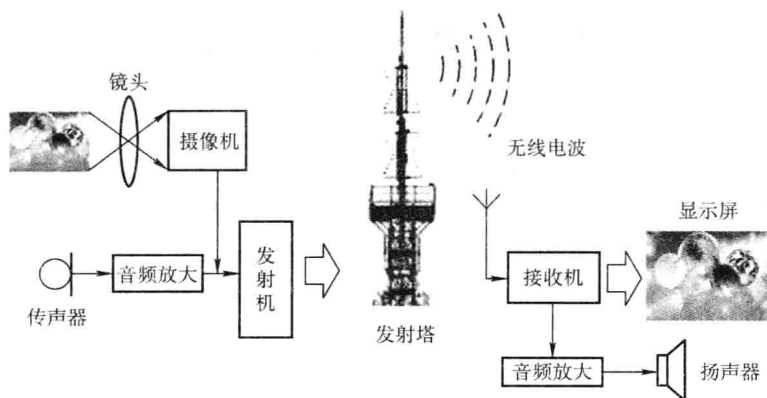


图 0-3 电视节目的发射与接收

在信号传递和处理的过程中，电源或信号源的电压、电流都被称为激励，它是驱动电路工作的原动力。在激励的作用下，电路中各元器件上产生的电压或流过该元器件的电流则被称为响应。激励是表示电源供给电路以能量，响应则表示该元器件对该能量所作出的反应。

4. 电工电子技术的发展历程

在 18 世纪末和 19 世纪初，库仑（C. A. Coulomb）在 1785 年首先从实验中确定了电荷间的相互作用力。在法拉第（M. Faraday）研究工作的基础上，麦克斯韦（C. Maxwell）在 1873 年提出了电磁波理论，为无线电技术的发展开辟了道路。杰出的俄罗斯工程师多里沃·多勃罗沃尔斯基是三相电力系统的创始者，他研制出了三相异步电动机和三相变压器。

1883 年美国发明家爱迪生（T. A. Edison）发现了热电子效应，随后弗莱明（Fleming）在 1904 年利用这个效应制成了电子二极管。美国贝尔实验室的几位研究人员 1948 年发明晶体管以来，在大多数领域中已逐渐用晶体管来取代电子管。集成电路是在 1958 年见诸于世的，随着制造工艺的进步，出现了大规模和超大规模集成电路。

数控机床从 1952 年研制出来后，数字控制、数字通信和数字测量等技术也在快速地发展，并得到日益广泛的应用。

从 1946 年诞生第一台电子计算机以来，多媒体计算机、光纤通信和互联网的发展，已成为计算机诞生以来的又一次信息革命。未来人工智能技术的迅速发展，更将给人们的生活带来前所未有的变化。

5. 课程的性质和在教学中的地位

电工与电子技术是高等职业教育工科非电类专业必修的一门技术基础课，是研究电路理论和应用技术的一门实践性很强的课程。

通过对本课程的学习，可使学生掌握电工电子技术课程的基本理论。基本知识和基本分析问题的方法，了解电子技术的发展趋势和最新技术，为学生进一步学习有关专业课程和日后从事相关专业工作打下基础。因此本课程在工科各专业的教学中占有极其重要的地位。

目 录

前言	
绪论	1
第1章 电路与电路分析基础	4
1.1 电路及电路模型	4
1.1.1 电路及组成	4
1.1.2 电路模型	4
1.2 电路的基本物理量	5
1.2.1 电流	5
1.2.2 电压	5
1.2.3 电动势	6
1.2.4 电流、电压的参考方向	7
1.3 电路中的电阻	8
1.3.1 电阻元件	8
1.3.2 欧姆定律与电阻的串并联	9
1.3.3 导体材料及电阻	10
1.3.4 远距离输电及线路功率损耗	10
1.4 电路的工作状态	12
1.4.1 有载	12
1.4.2 短路	13
1.4.3 开路	13
1.5 电流源和电压源及其等效变换	14
1.5.1 电压源与电流源	14
1.5.2 电压源与电流源的等效变换	15
1.6 基尔霍夫定律	17
1.6.1 几个基本概念	17
1.6.2 基尔霍夫电流定律	17
1.6.3 基尔霍夫电压定律	18
1.7 电路的基本分析方法	19
1.7.1 支路电流法	19
1.7.2 叠加定理	20
1.7.3 节点电压法	21
1.7.4 戴维南定理	22
本章小结	24
习题与思考题	25
第2章 正弦交流电路	27
2.1 正弦交流电基础	27
2.1.1 正弦交流电的基本概念	27
2.1.2 正弦量的三要素	27
2.2 正弦交流电的相量表示	29
2.2.1 复数基本知识	29
2.2.2 相量和相量图	30
2.3 单一元件交流电路	31
2.3.1 纯电阻电路	31
2.3.2 纯电感电路	32
2.3.3 纯电容电路	34
2.4 R 、 L 、 C 串联电路	37
2.5 阻抗的串联与并联	40
2.6 功率因数的提高	41
2.7 谐振电路	42
本章小结	44
习题与思考题	44
第3章 三相交流电路	47
3.1 三相交流电源	47
3.2 三相电源的连接	48
3.2.1 三相电源的星形联结	48
3.2.2 三相电源的三角形联结	49
3.3 三相负载的连接	49
3.3.1 三相负载的星形联结	50
3.3.2 三相负载的三角形联结	52
3.4 三相交流电路的功率	53
3.5 安全用电常识	54
3.5.1 触电的有关知识	54
3.5.2 保护接地与保护接零	54
3.5.3 安全操作规程	55
本章小结	56
习题与思考题	56
第4章 磁路与变压器	58
4.1 磁场的基本物理量	58
4.2 磁路	59
4.3 铁磁材料	59
4.3.1 铁磁物质的磁化	59
4.3.2 磁化曲线	61
4.3.3 铁磁材料的分类	62
4.3.4 涡流与趋肤效应	63

4.4 变压器	64	6.1.7 热继电器	97
4.4.1 变压器的结构	65	6.1.8 控制按钮	98
4.4.2 变压器的工作原理	65	6.1.9 万能转换开关	99
4.4.3 三相变压器	67	6.1.10 行程开关	99
4.5 特殊变压器	68	6.2 三相异步电动机基本控制电路	102
4.5.1 自耦变压器	68	6.2.1 单向控制电路	102
4.5.2 仪用互感器	68	6.2.2 点动控制电路	102
4.5.3 电焊变压器	70	6.2.3 正、反转控制电路	103
本章小结	70	6.2.4 位置控制	104
习题与思考题	70	6.2.5 顺序控制电路	105
第5章 电动机	72	6.2.6 时间控制电路	106
5.1 三相异步电动机	72	6.2.7 多地联锁控制	106
5.1.1 三相异步电动机的结构	72	6.2.8 Y- Δ 联结减压起动控制电路	107
5.1.2 三相异步电动机的工作原理	73	6.2.9 电气控制系统主要的保护环节	107
5.1.3 三相异步电动机的铭牌	76	本章小结	109
5.2 三相异步电动机的起动、调速 和制动	77	习题与思考题	109
5.2.1 三相异步电动机的起动	77	第7章 半导体器件基础	111
5.2.2 三相异步电动机的调速	79	7.1 半导体的基础知识	111
5.2.3 三相异步电动机的制动	79	7.1.1 本征半导体	111
5.3 单相异步电动机	80	7.1.2 N型和P型半导体	112
5.3.1 电容分相式单相异步电动机	81	7.1.3 PN结的形成及特性	113
5.3.2 罩极式单相异步电动机	81	7.2 半导体二极管	114
5.4 同步电动机	82	7.2.1 二极管的结构	114
5.5 直流电动机	83	7.2.2 二极管的伏安特性	115
5.5.1 直流电动机的工作原理	83	7.2.3 二极管的主要参数	116
5.5.2 直流电动机的励磁方式	84	7.2.4 稳压二极管	116
5.6 步进电动机	84	7.3 晶体管	117
5.7 常用的电动工具	85	7.3.1 晶体管的结构和类型	117
5.7.1 电动工具的基本结构	85	7.3.2 晶体管的电流分配关系及放大 能力	117
5.7.2 常用电动工具简介	86	7.3.3 晶体管的特性曲线	118
5.7.3 电动工具维修实例——单相电钻 绕组重绕	87	7.3.4 晶体管的主要参数	119
本章小结	89	7.4 晶闸管	121
习题与思考题	90	7.4.1 晶闸管的结构	121
第6章 低压电器与控制电路	91	7.4.2 晶闸管的导电实验与工作原理	122
6.1 常用的低压电器	91	本章小结	123
6.1.1 刀开关	91	习题与思考题	124
6.1.2 低压断路器	91	第8章 基本放大电路	125
6.1.3 熔断器	93	8.1 晶体管单管放大电路	125
6.1.4 接触器	93	8.1.1 共发射极基本放大电路的组成	125
6.1.5 中间继电器	95	8.1.2 共发射极基本放大电路的工作 原理	125
6.1.6 时间继电器	96	8.1.3 静态工作点的选择与波形失真	127

8.1.4	工作点稳定的放大电路	129	第10章 直流稳压电源	175
8.1.5	电压放大倍数、输入电阻和输出电阻	130	10.1 整流电路	175
8.1.6	射极输出器	131	10.1.1 单相半波整流电路	175
8.2	多级放大电路	132	10.1.2 单相桥式整流电路	176
8.2.1	多级放大电路的组成	132	10.2 滤波电路	178
8.2.2	级间耦合方式	132	10.2.1 电容滤波电路	178
8.2.3	多级放大电路的性能指标	133	10.2.2 电感滤波电路	179
8.3	放大电路中的负反馈	134	10.2.3 复式滤波电路	180
8.3.1	反馈的基本概念	134	10.3 稳压电路	180
8.3.2	负反馈的类型及其判别方法	134	10.3.1 并联型稳压电路	180
8.3.3	负反馈对放大电路性能的影响	138	10.3.2 串联型稳压电路	181
8.4	正弦波振荡器	139	10.3.3 集成稳压器	182
8.4.1	正弦波振荡器的基本知识	139	本章小结	183
8.4.2	LC 正弦波振荡器	140	习题与思考题	183
8.4.3	RC 正弦波振荡器	142	第11章 现代光电子技术	185
8.4.4	石英晶体振荡器	143	11.1 光电器件基础	185
本章小结		145	11.1.1 发光器件	186
习题与思考题		146	11.1.2 光敏器件	187
第9章 集成运算放大器与功率放大器			11.1.3 光电显示器件	190
9.1	差分放大器	150	11.1.4 激光头与光盘	191
9.1.1	基本差分放大器	150	11.2 光电检测及控制技术	193
9.1.2	差分放大器的几种接法	152	11.2.1 光电检测装置	193
9.2	集成运算放大器简介	154	11.2.2 光电控制技术及应用	194
9.2.1	集成运算放大器的基本知识	154	11.3 光纤通信技术	195
9.2.2	集成运算放大器的主要参数	156	11.3.1 数字光纤通信系统的基本组成	195
9.2.3	集成运算放大器的分析方法	156	11.3.2 光纤的结构与光的传输原理	196
9.3	集成运算放大器的应用	158	11.3.3 光纤通信技术的特点与应用	198
9.3.1	比例运算电路	158	11.4 光机电一体化技术	198
9.3.2	加法运算电路	159	11.4.1 光机电一体化技术的特征	198
9.3.3	减法运算电路	161	11.4.2 光机电一体化技术研究现状	199
9.3.4	积分运算电路	161	11.4.3 光机电一体化技术发展趋势	199
9.3.5	微分运算电路	162	本章小结	200
9.3.6	电压比较器	162	习题与思考题	201
9.3.7	集成运算放大器的使用常识	164	第12章 数字电路基础	202
9.4	功率放大器	166	12.1 数字信号与数字电路	202
9.4.1	功率放大器的要求	166	12.1.1 数字信号	202
9.4.2	功率放大器的分类	167	12.1.2 数字电路应用实例	203
9.4.3	互补对称功率放大器	168	12.1.3 数字电路的特点	204
9.4.4	集成功率放大器	170	12.2 数制和码制	204
本章小结		171	12.2.1 数制	204
习题与思考题		172	12.2.2 数制之间的转换	205
			12.2.3 码制	207

12.3 逻辑代数	207	第 15 章 数模和模数转换	250
12.3.1 基本逻辑和常用复合逻辑	208	15.1 概述	250
12.3.2 逻辑函数的表示方法	212	15.1.1 数模和模数转换器的概念	250
12.3.3 逻辑代数的基本公式和定律	212	15.1.2 D/A 与 A/D 在数字控制系统 中的应用	250
12.3.4 逻辑函数的公式法化简	213	15.2 D/A 转换器	251
12.4 集成逻辑门电路	213	15.2.1 D/A 转换器的基本工作原理	251
本章小结	216	15.2.2 D/A 转换器的技术指标	251
习题与思考题	216	15.2.3 倒 T 形电阻网络 D/A 转换器	252
第 13 章 组合逻辑电路	218	15.3 A/D 转换器	253
13.1 组合逻辑电路的分析与设计	218	15.3.1 A/D 转换器的基本工作原理	253
13.1.1 组合逻辑电路的分析	218	15.3.2 A/D 转换器的技术指标	254
13.1.2 组合逻辑电路的设计	219	本章小结	255
13.2 常用组合逻辑器件	220	习题与思考题	256
13.2.1 编码器	220	实验部分	257
13.2.2 译码器	223	实验 1 电路元件伏安特性测绘	257
13.2.3 数据选择器	227	实验 2 基尔霍夫定律	259
本章小结	229	实验 3 电压源与电流源的等效变换	260
习题与思考题	229	实验 4 叠加定理的验证	262
第 14 章 时序逻辑电路	231	实验 5 戴维南定理的验证	263
14.1 触发器	231	实验 6 荧光灯电路及功率因数的提高	265
14.1.1 RS 触发器	231	实验 7 晶体管共发射极单管放大电路	266
14.1.2 JK 触发器	233	实验 8 集成运算放大器的线性应用	268
14.1.3 D 触发器	236	实验 9 基本门电路逻辑功能测试	270
14.1.4 T 和 T' 触发器	237	实验 10 触发器逻辑功能的测试	271
14.2 集成寄存器	238	实验 11 集成计数器的应用	273
14.2.1 数码寄存器	238	实训部分	276
14.2.2 移位寄存器	239	实训 1 三相异步电动机的运行控制	276
14.3 计数器	241	实训 2 无线传声器的分析与制作	278
14.3.1 同步计数器	242	实训 3 红外线报警器的分析与制作	282
14.3.2 异步计数器	242	附录 常用电气图形符号	288
14.3.3 集成计数器	243	参考文献	290
本章小结	247		
习题与思考题	247		

绪 论

1. 能源与自然资源

电能是自然界中应用最为广泛的一种能源，在工农业生产、科学研究和日常生活中被广泛地应用。

电能可以从自然界中的许多种能量（如热能、机械能、核能、风能、化学能等）转化而来。通过变压器升压，由高压输电线路输送到各地的变电、配电装置，然后送到各工业企业和千家万户，用电设备又可以将电能转换成其他形式的能（如光能、热能、声能、机械能等）并加以利用。电能的转化、传输和分配过程如图 0-1 所示。

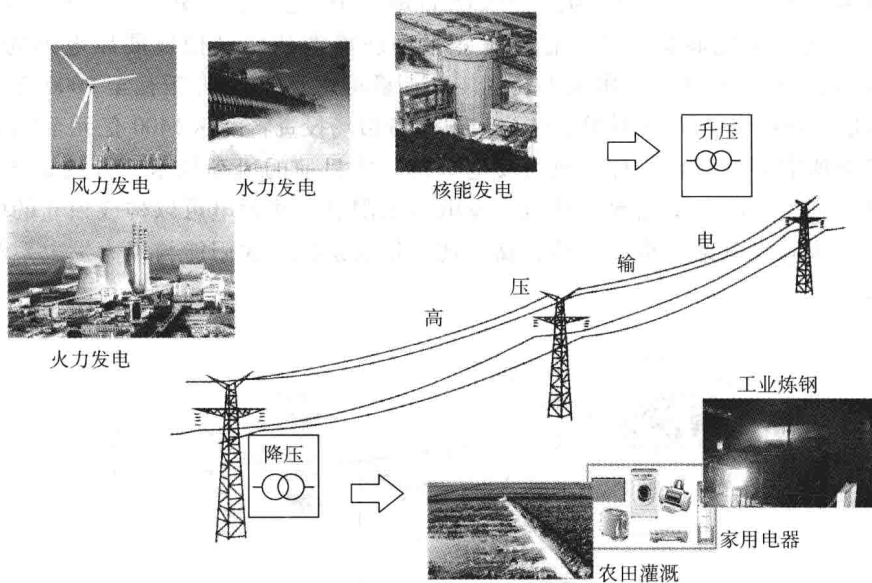


图 0-1 电能的转化、传输和分配过程

(1) 火力发电 利用煤、石油、天然气或其他燃料的化学能（燃烧后转变为热能）来生产电能。世界上多数国家的火电厂以燃煤为主，由汽轮机实现蒸汽热能向旋转机械能的转换。高速旋转的汽轮机转子拖动发电机发出电能，电能由发电厂电气系统升压之后送入电网。

火电需要燃烧煤、石油等化石燃料。一方面化石燃料蕴藏量有限、面临着枯竭的危险。另一方面燃料燃烧将排出 CO_2 和硫的氧化物，导致温室效应和酸雨，影响地球环境。

(2) 水力发电 利用水流的动能和势能来生产电能。中国第一座水电站为始建于 1910 年的云南省石龙坝水电站，1950 年以后水电建设有了较大发展，建设了一批大型骨干水电站，如葛洲坝水利枢纽和三峡水电站。随着三峡水电站的建成，长江水电资源将得到有效的开发和利用。三峡水电站共有单机 70 万千瓦的发电机组 26 台，总装机容量 1820 万千瓦，

年发电 847 亿千瓦时，总装机容量和年发电量都堪称世界第一。

(3) 核能发电 利用铀、钚、钍等核燃料在核反应堆中核裂变所释放出的热能，将水加热成高温高压蒸汽以驱动汽轮发电机组发电。

核电在正常情况下固然是安全的，但万一发生核泄漏，后果同样是严重的。前苏联切尔诺贝利核电站事故，已使 900 万人受到了不同程度的伤害，而且这一影响并未终止。

2. 新能源开发

太阳能和风能是人类理想中清洁的可再生新能源。太阳能发电和风力发电正在世界范围内形成一股热潮。

照射在地球上的太阳能非常巨大，大约 40min 照射在地球上的太阳能，便足以供全球人类一年能量的消费。可以说，太阳能是真正取之不尽、用之不竭的理想能源。

随着技术的发展，目前，中国已经有三家太阳能企业进入了全球前十名，标志着中国将成为全球新能源科技的中心之一。

我国风能资源丰富，可开发利用的风能储量约 10 亿千瓦，其中，陆地上风能储量约 2.53 亿千瓦，海上风能储量约 7.5 亿千瓦。中国新能源战略已把发展风电列为重点项目。按照国家规划，未来 15 年，全国风力发电装机容量将达到 2000 万千瓦至 3000 万千瓦。以每千瓦装机容量设备投资 7000 元计算，未来风电设备市场投资将高达 1400 亿元至 2100 亿元。

风力发电所需要的装置，称作风力发电机组。依目前的风车技术，大约是 3m/s 的微风速度，便可以开始发电。采用水平轴风力发电和太阳能光伏发电可以构成独立的电源系统来供应电力，新能源发电系统是一个具有高科技含量的系统。太阳能与风力发电系统的组成如图 0-2 所示。

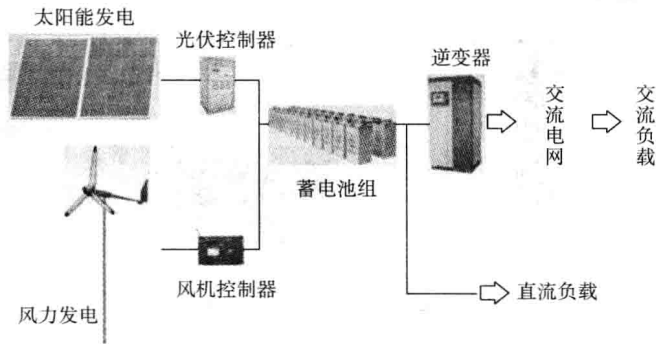


图 0-2 太阳能与风力发电系统的组成

3. 电路与信号的传输处理

信号包括电信号和非电信号，信号的传输可以分为有线传输和无线传输。

声音、图像、温度、湿度、流量、压力等都属于非电信号，非电信号可以通过电气装置或设备转变成电信号，然后进行传输和处理。

电视节目的发射与接收就是电信号转换、传输和处理的典型应用，其电路框图如图 0-3 所示。

图像、声音等非电信号通过摄像机和传声器转变成了电信号，发射机和发射天线将电信号转变成无线电波，无线电波被接收后又转换为电信号，电信号经过传递和处理，送到显像

管和扬声器，将图像、声音、文字等信息再还原出来。

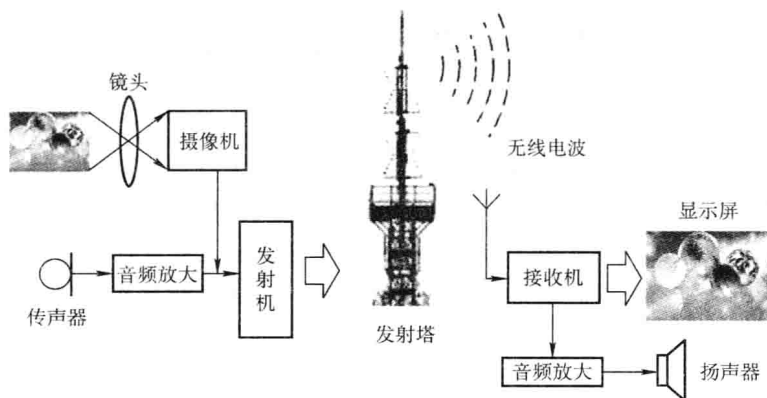


图 0-3 电视节目的发射与接收

在信号传递和处理的过程中，电源或信号源的电压、电流都被称为激励，它是驱动电路工作的原动力。在激励的作用下，电路中各元器件上产生的电压或流过该元器件的电流则被称为响应。激励是表示电源供给电路以能量，响应则表示该元器件对该能量所作出的反应。

4. 电工电子技术的发展历程

在 18 世纪末和 19 世纪初，库仑（C. A. Coulomb）在 1785 年首先从实验中确定了电荷间的相互作用力。在法拉第（M. Faraday）研究工作的基础上，麦克斯韦（C. Maxwell）在 1873 年提出了电磁波理论，为无线电技术的发展开辟了道路。杰出的俄罗斯工程师多里沃·多勃罗沃尔斯基是三相电力系统的创始者，他研制出了三相异步电动机和三相变压器。

1883 年美国发明家爱迪生（T. A. Edison）发现了热电子效应，随后弗莱明（Fleming）在 1904 年利用这个效应制成了电子二极管。美国贝尔实验室的几位研究人员 1948 年发明晶体管以来，在大多数领域中已逐渐用晶体管来取代电子管。集成电路是在 1958 年见诸于世的，随着制造工艺的进步，出现了大规模和超大规模集成电路。

数控机床从 1952 年研制出来后，数字控制、数字通信和数字测量等技术也在快速地发展，并得到日益广泛的应用。

从 1946 年诞生第一台电子计算机以来，多媒体计算机、光纤通信和互联网的发展，已成为计算机诞生以来的又一次信息革命。未来人工智能技术的迅速发展，更将给人们的生活带来前所未有的变化。

5. 课程的性质和在教学中的地位

电工与电子技术是高等职业教育工科非电类专业必修的一门技术基础课，是研究电路理论和应用技术的一门实践性很强的课程。

通过对本课程的学习，可使学生掌握电工电子技术课程的基本理论。基本知识和基本分析问题的方法，了解电子技术的发展趋势和最新技术，为学生进一步学习有关专业课程和日后从事相关专业工作打下基础。因此本课程在工科各专业的教学中占有极其重要的地位。

第1章 电路与电路分析基础

教学目标：本章从工程技术的角度出发，以直流电路为分析对象，着重讨论电路的基本概念、基本定律以及电路的分析计算方法。通过对本章的学习，要着重理解电路的基本概念，了解电源的输出特性、电路的工作状态、电路电阻的特点和电能传输的功率损耗，掌握分析复杂电路的基本理论依据和常用方法。这些原理和方法稍加扩展，还可适用于交流电路及其他线性电路。

1.1 电路及电路模型

1.1.1 电路及组成

把一些元器件或电气设备按一定的方式，通过中间线路连接起来构成的电流通路称为电路。从结构上看，电路基本由电源、中间电气元件、导线、负载四部分组成。

电源是将其他形式的能量转换为电能的装置。负载将电能转换为其他形式的能量。中间电气元件是连接电源和负载的部分，用来传输、分配、控制电能或处理信号，对电路进行有效控制，如熔断器、放大器、开关等。导线将各部分连接起来，构成闭合电路。

1.1.2 电路模型

电路中的元件所表现的电磁特性和能量转换特征一般比较复杂。工程上常采用“理想化”的方法，即突出电气元件主要的电磁特性，抽象为只含一个参数的理想电路元件。例如，用金属丝一圈一圈绕制而成的电阻丝，既有电感量也有电阻值，往往忽略其电感性质，而主要考虑电阻，这就理想化为一个纯电阻元件。

由理想电路元件组成的电路称为理想电路模型，简称电路模型。用规定的图形符号代表实际电路中的各种元件，并将其连接后的图称为电路图。根据不同的需要，电路图具有不同的形式，如原理图、印制电路图、安装接线图、框图等。图1-1所示为晶体管放大电路，其中图1-1a为实际电路，图1-1b为电路原理图。

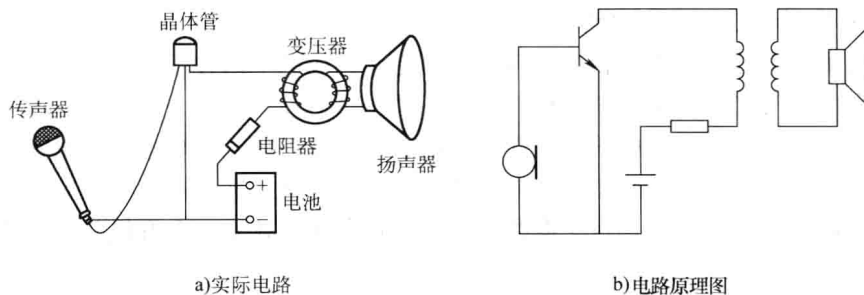


图1-1 晶体管放大电路

1.2 电路的基本物理量

1.2.1 电流

在电场力的作用下,电荷有规则地定向移动形成了电流。习惯上规定正电荷移动的方向为电流的实际方向。电流的定义是:单位时间内流过导体横截面的电量。电流的单位为安培(A)。随时间而变化的电流用*i*表示,随时间*t*变化的电量用*q*表示,则有

$$i = \frac{dq}{dt} \quad (1-1)$$

式(1-1)表明电流是电量随时间的变化率。当变化率为常数时,电流的大小和方向都不随时间变化,称作直流电流,简称直流,用大写字母“*I*”表示。

电流的方向可用箭头表示,也可用双下角标字母的顺序表示,如*i_{ab}*,如图1-2所示。

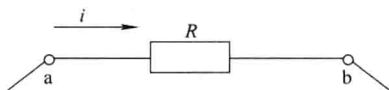


图1-2 电流的方向

『知识链接』

电流的效应

热效应、磁效应、化学效应称为电流的三大效应。

电阻是导体本身的一种性质,不同的导体,其电阻一般不同。导体的电阻越大,表示导体对电流的阻碍作用越大。当电流通过电阻时,消耗电能产生了热,这种现象称为电流的热效应。通电导线周围产生磁场的现象,称为电流的磁效应。电流的化学效应主要是电流中的带电粒子(电子或离子)参与而使物质发生了化学变化。例如电镀,就是利用电极通过电流,使金属的电离子沉积附着在物体表面上。

1.2.2 电压

电压是反映电场力做功能力的物理量。电场力把单位正电荷从电场中的*a*点移到*b*点所做的功称为*a*、*b*间的电压,用*u_{ab}*表示。电压的单位是伏特(V)。

$$u_{ab} = \frac{dw}{dq} \quad (1-2)$$

分析电路时,常将电路中某点与参考点之间的电压称为该点的电位。参考点可以是电路中的任意一点。参考点也称零电位点,如选定义*b*点为参考点,则*U_b*=0。电位的单位是伏特(V)。

原则上,参考点任意选取,但实际应用中,电力电路习惯上选大地为参考点,用符号“ \perp ”表示。在电子电路中常以多数支路汇集的公共点为参考点,也称为“地”,用符号“ \perp ”表示。

电路中某点的电位随参考点选择的不同而不同。但任意两点之间的电压是不变的。由此,电路中两点之间的电压也可用两点间的电位差来表示。即

$$U_{ab} = U_a - U_b \quad (1-3)$$

由定义可知,电压的实际方向是电位降低的方向,即由高电位点指向低电位点,可用双下角标字母的顺序表示,如 U_{ab} 表示电压的实际方向是由高电位点 a 指向低电位点 b 。在电路图中,电压的实际方向可用箭头表示;也可以用正负极性(+, -)表示,“+”表示高电位点,“-”表示低电位点,如图1-3所示。

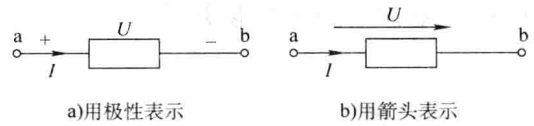


图1-3 电压的方向

确定电路中某一点的电位一般遵循下列步骤:首先标明电路各元件中电流的方向,然后根据电流的方向确定各元件两端的极性,电位高的一端记为“+”,电位低的一端记为“-”,最后从电路的待求点出发,沿任何路径到参考点,沿途遇电位降记为正,遇电位升记为负,累计其代数和即为该点的电位。

从待求点到参考点的路径往往不止一条,但对同一参考点而言,某一点的电位值具有唯一性。一般尽量选择简单的路径进行计算。

1.2.3 电动势

电动势反映了电源把其他形式的能量转换为电能本领的大小。在数值上等于把单位正电荷由电源负极经电源内部移到正极时非静电力所做的功,用符号 E 或 U_s 表示,单位是伏特(V)。习惯上规定电动势的实际方向为由电源负极经电源内部到电源正极,即电源内部电位升高的方向。

电源可以提供恒定的电压,维持电路中稳定的电流。从不同的角度,可以将电源分为电压源和电流源、直流电源和交流电源。电压源向电路提供恒定的电压;电流源向电路提供恒定的电流;常用的电源一般为电压源。

直流电源(DC power)是维持电路中形成稳恒电流的装置,主要向各种电子仪器、电解、电镀、直流电力拖动等方面的设备提供能量,具体设备的类型很多,如直流发电机、直流稳压电源、电池等,不同类型的直流电源,非静电力的性质不同,能量转换的过程也不同,应用范围因而存在差异。

『科技前沿』

新型电池

新型电池作为直流电源的一种,正日渐受到人们的青睐。现在新型电池一般包括锂电池、燃料电池等。

锂电池是一类由锂金属或锂合金为负极材料、使用非水电解质溶液的电池。习惯上,人们把锂离子电池也称为锂电池。锂电池通常有圆柱形和方形两种外形,如图1-4所示。

锂电池优点很多,如具有高储存能量密度、重量轻、使用寿命长、自放电率很低、高温适应性强,尤其绿色环保,不论生产、使用和报废,都不含有、也不产生任何铅、汞、镉等有毒有害重金属元素和物质,而且生产基本不消耗水,对缺水的我国来说,十分有利。随着微电子技术的发展,锂电池正广泛应用在手机、计算器、手表、计算机、电动工具、电动车和路灯备用电源等方面。

燃料电池是通过氢和氧的化学反应产生电能和热能。因为是通过化学反应而产生电能,所以称为“电池”,实际是一种发电装置。图1-5是典型的质子交换膜结构燃料电池。燃料