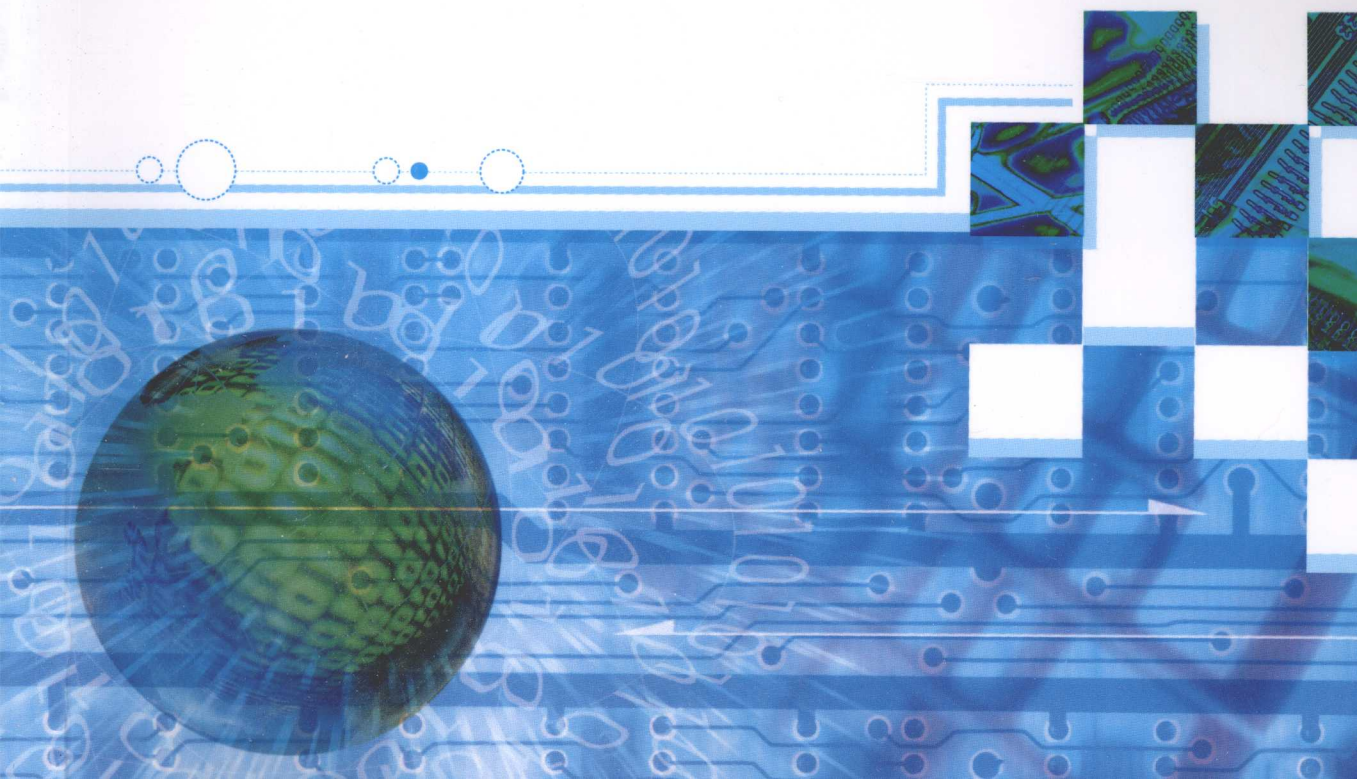


国家级示范性高等职业院校重点建设专业精品课程规划教材

电工电子技术基础

DIANGONG DIANZI JISHU JICHU

主编/李 殷 黄长贵 辛 锋
副主编/韦 娜 余 波 丁国香 黄双根



国家级示范性高等职业院校重点建设专业精品课程规划教材

电工电子技术基础

DIANGONG DIANZI JISHU JICHU



策划：一鸣传媒
责任编辑：王志勇 何立乾

封面设计：红十月设计室
hongshiyue@vip.sina.com

ISBN 978-7-5618-2997-4



9 787561 829974 >

定价：48.00元

国家级示范性高等职业院校重点建设专业精品课程规划教材

电工电子技术基础

主 编 李 殷 黄长贵 辛 锋

副主编 韦 娜 余 波 丁国香 黄双根



图书在版编目(CIP)数据

电工电子技术基础/李殷,黄长贵,辛锋主编. —天津:天津大学出版社,2009.8

ISBN 978-7-5618-2997-4

I. 电… II. ①李…②黄…③辛… III. 电工技术—高等学校—教材②电子技术—高等学校—教材 IV. TM TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 152950 号

出版发行 天津大学出版社

出版人 杨欢

地址 天津市卫津路 92 号天津大学内(邮编:300072)

电话 发行部:022-27403647 邮购部:022-27402742

网址 www.tjup.com

印刷 北京市通州京华印刷制版厂

经销 全国各地新华书店

开本 185mm×260mm

印张 32.75

字数 817 千

版次 2009 年 9 月第 1 版

印次 2009 年 9 月第 1 次

印数 1—2 000

定价 48.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,烦请向我社发行部门联系调换。

版权所有 侵权必究

编 委 会

主 编:	李 殷	江西工业贸易职业技术学院
第 二 主 编:	黄长贵	江西生物科技学院
第 三 主 编:	辛 锋	萍乡高等专科学校
第一副主编:	韦 娜	江西工业贸易职业技术学院
第二副主编:	余 波	九江职业大学
第三副主编:	丁国香	宜春职业技术学院
第四副主编:	黄双根	江西农业大学
参 编 人 员:	黄大星	韶关学院
	曹光跃	安徽电子信息职业技术学院
	江 颖	江西科技师范学院
	许 纯	江西科技师范学院

前 言

“电工电子技术基础”是机电类专业的一门专业技术基础课程。通过对本课程的学习,学生可获得电工电子技术方面的基本理论和基本技能。

为适应现代社会人才多样化的需求,更好地满足高等职业教育教学改革需要,按照国家级示范性高等职业技术学院机电类重点建设专业的教学改革要求,组织了一批有丰富教学经验的一线优秀教师编写了这本与精品课程建设要求配套的“教、学、做”一体化的项目化教材。

本教材的编写体系是以项目为先导,将电工电子技术的主要知识点贯穿到一个一个项目中。每个项目首先明确知识目标和技能目标,项目中划分出几个具体的任务,每个任务中首先介绍相关的知识点,然后在掌握了“必需、够用”的理论知识的基础上进行技能训练,从而达到技能目标。本教材的教学建议以实训为主线,理论教学穿插在实训之中。在模拟电子技术部分安排的“半导体收音机的装配与调试”综合实训项目,可作为集中实训项目或课外实践。教材的第四部分安排了“四路抢答器的设计与制作”和“正弦波信号发生器的设计和制作”两个课程设计项目,由于涉及 Protel99SE 和 EWB 软件的使用,如果教学计划中没有软件课程,可以安排 3—4 周的时间选择一个项目进行实训,教师在实训期间安排一定的课时介绍 Protel99SE 和 EWB 软件。通过实训,学生基本掌握两种软件在电子产品设计中的使用,并且掌握电子产品设计和 PCB 板的设计与制作工艺;如果教学计划中安排了软件课程,可以作为软件课程结束后的集中实训项目。各个院校和专业可以根据自己的具体情况进行选择和安排。

本书主要针对 170~278 学时的电工电子技术课程编写。整体结构采用模块式,分为四个模块:第一模块为电工技术,参考学时为 66;第二模块为模拟电子技术,参考学时为 54;第三模块为数字电子技术,参考学时为 68;第四模块课程设计,参考学时为 90。各模块间既相互独立,又相互联系。本教材打“*”号的项目作为选学内容,教师可以根据专业和课程学时的不同而选择不同的模块,也可重组模块。本书力求文字简明、概念清晰、条理清楚、讲解到位、插图规范,使之易教易学。每个项目均安排适量的思考题,供学生课后复习巩固使用。本书的编写由江西工业贸易职业技术学院李殷老师任主编,江西生物科技学院黄长贵老师任第二主编,萍乡高等专科学校辛锋老师任第三主编,江西工业贸易职业技术学院韦娜老师任第一副主编,九江职业大学余波老师任第二副主编,宜春职业技术学院丁国香任第三副主编,江西农业大学黄双根任第四副主编。另外参编人员还有韶关学院黄大星老师,安徽电子信息职业技术学院曹光跃老师,江西科技师范学院江颖、许纯老师。

由于编者水平有限,在编写过程中难免有疏漏和不当之处,恳请广大师生和读者对本教材提出批评和指正。

编者
2009 年 8 月

目 录

第一部分 电工技术

项目一 供配电知识 (0 学时—2 学时)	3
项目二 电工基本技能与安全用电常识 (0 学时—6 学时)	16
项目三 电路基本概念及规律——电阻的串并联及欧姆定律 (2 学时—2 学时)	42
项目四 电路的基本分析方法(一)——等效变换法 (2 学时—2 学时)	51
项目五 电路的基本分析方法(二)——基尔霍夫定律及支路电流法 (2 学时—2 学时)	63
项目六 电路的基本分析方法(三)——叠加定理 (2 学时—2 学时)	71
项目七 电路的基本分析方法(四)——戴维南定理 (2 学时—2 学时)	76
项目八 交流量及其表示方法——正弦量的相量表示法 (2 学时—2 学时) ...	85
项目九 简单正弦交流电路的计算——RLC 串联的交流电路 (2 学时—2 学时)	89
项目十 复杂正弦交流电路的计算——相量分析法 (2 学时—2 学时)	98
项目十一 提高交流电路的功率因数 (2 学时—2 学时)	113
项目十二 三相交流电路计算(一) (2 学时—2 学时)	122
项目十三 三相交流电路计算(二) (2 学时—2 学时)	134
项目十四 三相交流电路计算(三) (2 学时—2 学时)	141
项目十五 变压器原理及作用 (2 学时—2 学时)	146
项目十六 简单照明线路的装接 (0 学时—2 学时)	160
项目十七 单相电度表的装接 (0 学时—2 学时)	176
项目十八 三相四线有功电度表的装接 (0 学时—2 学时)	181

第二部分 模拟电子技术

项目一 电子实训准备工序 (0 学时—2 学时)	189
项目二 电子测量与检测技术 (0 学时—6 学时)	197
项目三 二极管钳位及三极管的开关作用 (2 学时—2 学时)	235
项目四 单管放大电路 (4 学时—4 学时)	248
项目五 负反馈的作用——负反馈放大电路的制作与调试 (2 学时—4 学时)	262
项目六 比例电路与电压比较器 (2 学时—4 学时)	272
项目七 功率放大电路 (2 学时—4 学时)	282

项目八 振荡电路	
(2 学时—4 学时)	294
项目九 直流稳压电路——直流稳压电路的制作与调试	
(4 学时—4 学时)	308
* 项目十 半导体收音机的装配与调试 (30 学时)	327
第三部分 数字电子技术	
项目一 数制与编码 (2 学时—2 学时)	351
项目二 逻辑代数——基本逻辑运算 (2 学时—4 学时)	363
项目三 逻辑函数——逻辑函数化简及转换 (2 学时—4 学时)	372
项目四 逻辑门电路——逻辑门电路检测 (2 学时—4 学时)	385
项目五 组合逻辑电路分析与设计 (2 学时—2 学时)	397
项目六 组合逻辑电路分析与设计(一)——编码器 (2 学时—4 学时)	406
项目七 组合逻辑电路分析与设计(二)——译码器 (2 学时—2 学时)	415
项目八 组合逻辑电路分析与设计(三)——数据选择器 (2 学时—2 学时) ...	428
项目九 触发器 (2 学时—4 学时)	436
项目十 计数器 (2 学时—2 学时)	448
项目十一 A/D 和 D/A 转换电路 (2 学时—2 学时)	466
项目十二 波形发生电路 (2 学时—2 学时)	481
第四部分 课程设计	
* 项目一 四路抢答器的设计与制作 (集中 90 学时—120 学时)	499
* 项目二 正弦波信号发生器的设计和制作 (集中 90 学时—120 学时)	507
参考文献	514

第一部分

电 工 技 术

项目一 供配电知识

知识目标:了解电力系统的基本概念

掌握供电系统的接线方式

技能目标:讲解和参观电力系统及变、配电所

任务一 电力系统的基本概念

一、电力系统

1. 电力系统的概念

由于电能不能大量储存,电能的生产、传输、分配和使用就必须在同一时间内完成。“由各种电压的电力线路将一些发电厂、变电所和电力用户联系起来”的一个发电、变电、输电、配电和用电的整体,称为电力系统。

电力系统加上发电厂的动力部分及其热能系统和热能用户,就是动力系统。

在整个动力系统中,除发电厂的锅炉、汽轮机等动力设备外的所有电气设备都属于电力系统的范畴,主要包括发电机、变压器、架空线路、电缆线路、配电装置、各类用电设备。图 1.1.1 所示是电力系统整体结构示意图,图 1.1.2 所示是从发电厂到电力用户的输、配电过程示意图。

2. 电力系统的优点

现在各国建立的电力系统越来越大,甚至出现了跨国电力系统。建立大型的电力系统可以更经济合理地利用动力资源,减少电能损耗,降低发电成本,保证供电质量,并大大提高供电可靠性,有利于整个国民经济的发展。为了充分利用动力资源,减少燃料运输,降低发电成本,可以在有水力资源的地方建造水电站,在有燃料资源的地方建造火电厂。但是,这些有动力资源的地方,往往离用电中心地区较远,必须用高压输电线路进行远距离输电。这就需要各种升压、降压变电所和输配电线路。特别是在构成环网后,对重要用户的供电就有了保证,当系统中某局部设备出故障或某部分线路检修时,可以通过变更电力网的运行方式,对用户连续供电,这就减少了由于停电所造成的损失,减少了系统的备用容量,使电力系统的运行更具有灵活性。另外,各地区也可以通过电力网互相支援,大大减少电网所必需的备用机组数量。

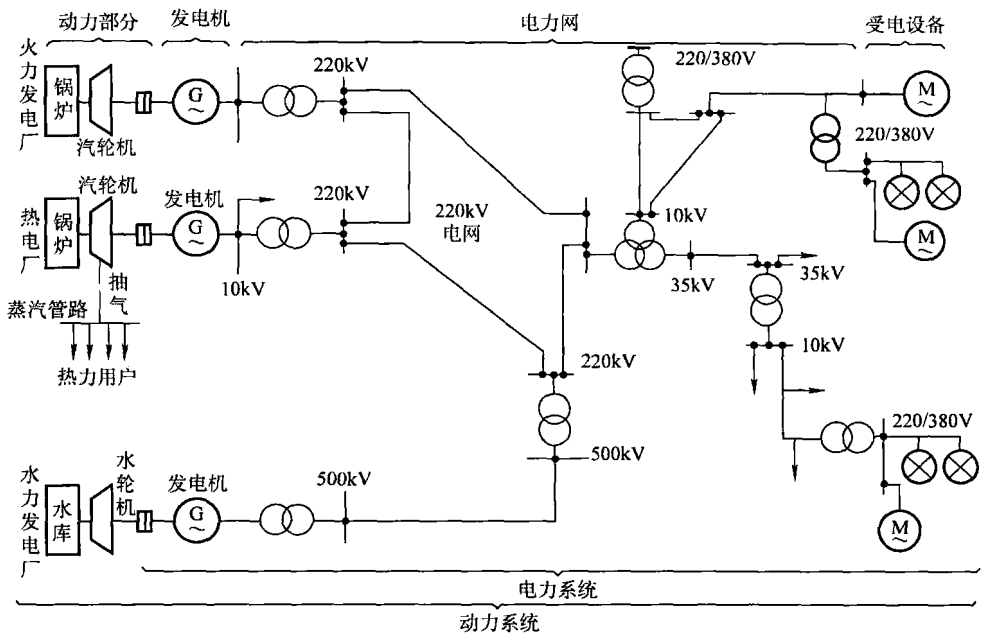


图 1.1.1 电力系统整体结构示意图

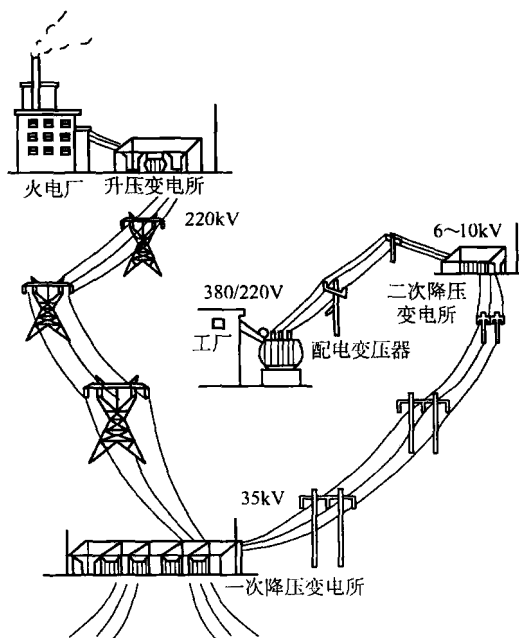


图 1.1.2 从发电厂到电力用户的输、配电过程示意图

二、电力网

1. 电力网的概念

在电力系统中,在各个发电厂、变电所和电力用户之间,用不同电压的电力线路将它们连接起来,这些不同电压的电力线路和变电所的组合,称为电力网。电力网的任务是输送和分配电能,即把由各发电厂发出的电能经过输电线路传送并分配给用户。

2. 电力网的分类

电力网按其电压、用途和特征可分为:直流电力网和交流电力网,低压电力网和高压电力网,城市电力网、工矿电力网和农村电力网,户外电力网和户内电力网等。

通常为了便于分析研究,把电力网分成区域电力网和地方电力网。电压在 35 kV 以上,供电区域较大的电力网叫区域电力网。电压在 35 kV 以下,供电范围不大的电力网叫地方电力网。至于 35 kV 的电力网,可属于区域电力网,也可属于地方电力网。

电力网按其在电力系统中的作用不同,又可分为供电网和配电网。如果电能是先从电源输送到供、配电中心,然后从供、配电中心再引出配电网,则这种电力网叫供电网,它是电力系统中的主网,又称网架,电压通常在 35 kV 以上。如果电能是由电源侧直接引向用户变电所,它的作用是把电能分配给配电所和用户,则这种电力网叫配电网,电压通常在 10 kV 以下。

电力网还可按电压等级来区分,如 10 kV 电力网、220/380 V 电力网等,这里的电力网实际指的是电力线路。

3. 输电线路

采用高压、超高压远距离输电是各国普遍采用的途径。在传输容量相同的条件下,高电压输电能减少输电电流,从而减少电能消耗。送电距离愈远,要求输电线的电压愈高。目前我国国家标准中规定的输电电压等级有 35 kV、110 kV、220 kV、330 kV、500 kV 等多种。输送电能通常采用三相三线制交流输电方式。随着电能输送的距离愈来愈长,输送的电压也愈来愈高,有些国家已经开始使用直流高压输电方式,把交流电转化成直流电后再进行输送。

电力输电线路一般都采用钢芯铝绞线,通过高架线路把电能送到远方的变电所。但在跨越江河和通过闹市区以及不允许采用架空线路的区域,则需采用电缆线路。电缆线路投资较大且维护困难。

4. 变电所

变电所有升压与降压之分。升压变电所通常与大型发电厂结合在一起,在发电厂电气部分中装有升压变压器,把发电厂发出的电压升高,通过高压输电网络将电能送向远方。降压变电所设在用电中心,将高压的电能适当降压后,向该地区用户供电。根据供电的范围不同,降压变电所可分为一次(枢纽)变电所和二次变电所。一

次变电所是从 110 kV 以上的输电网络受电,将电压降到 35~110 kV,供给一个大的区域用电。二次变电所大多数从 35~110 kV 输电网络受电,将电压降到 6~10 kV,向较小范围供电。

5. 配电线路

“配电”就是电力的分配,从配电变电站到用户终端的线路称为配电线路。配电线路上的电压,简称配电电压。电力系统电压高低的划分有不同的方法,但通常以 1 kV 为界限来划分。额定电压在 1 kV 及以下的系统为低压系统;额定电压在 1 kV 以上的系统为高压系统。常用的高压配电线的额定电压有 3 kV、6 kV 和 10 kV 三种,常用的低压配电线的额定电压有 380 V / 220 V。

三、电力负荷

1. 电力负荷的概念

电力负荷是指电路中的电功率。在交流电路中,电功率包含有功功率和无功功率。有功功率又称为有功负荷,单位为千瓦;无功功率称为无功负荷,单位为千乏。视在功率包含着有功、无功两部分,往往以负荷电流取而代之。由于系统电压比较稳定,电压乘电流就是视在功率。因此,系统中的电力负荷,也可以通过负荷电流反映出来。

2. 电力负荷的分类

(1) 按负荷发生的不同部位分类

①发电负荷:指电力系统中,发电厂的发电机向电网输出的电能。对电力系统来说,是发电厂向电网输出的总供电负荷。

②供电负荷:指电力系统向电网输出的发电负荷扣除厂用电、发电厂变压器损耗以及线路损耗以后的负荷。

③线损负荷:指电力网在输送和分配电能的过程中,线路和变压器功率损耗的总和。

④用电负荷:指电力系统中,用户实际消耗的负荷。

(2) 按负荷发生的不同时间分类

①高峰负荷:又称最高负荷,是指电网或用户在一天时间内所发生的最高负荷值。为了分析的方便常以小时用电量作为负荷。高峰负荷又分为日高峰负荷和晚高峰负荷。在分析某单位的负荷率时,选择一天 24 小时中用电量最高的一个小时的平均负荷作为高峰负荷。

②低谷负荷:又称最低负荷,是指电网中或某用户在 24 小时内发生的用电量最少的一个小时的平均电量。为了合理用电,应尽量减少发生低谷负荷的时间。对于电力系统来说,峰、谷负荷差越小,用电则越趋近于合理。

③平均负荷:指电网中或某用户在某一确定时间段的平均小时用电量。为了分析负荷率,常用日平均负荷,即一天的用电量被一天的用电小时来除。为了安排用电

量,做好用电计划,往往也用月平均负荷和年平均负荷。

(3)按用电性质及重要性分类

电力系统中的所有用电部门均为电力系统的用户。根据用户的重要程度和对供电的可靠性要求来分级,用电负荷可为三个级别,且各级别的负荷分别采用相应的方式供电。

①I类负荷。主要包括下列类型。

停电会造成人身伤亡、火灾、爆炸等恶性事故的用电设备的负荷。例如,炼钢厂、医院手术室、煤矿等井下工作场所。

停电将造成巨大的甚至不可挽回的政治或经济损失的用电设备和用电单位的负荷。例如,电视台、电台、大使馆用电或重要的活动场所。

重要交通枢纽、通信枢纽及国际、国内带有政治性的公共活动场所的用电。

对I类负荷供电电源的要求如下。

应由两个或两个以上的电源供电,当一个电源发生故障时,其他电源仍可保证重要负荷的连续供电。为保证重要负荷用电,严禁将其他非重要用电的负荷与重要用电负荷接入同一个供电系统。

②II类负荷。主要包括下列类型。

停电将大量减产或破坏生产设备,在经济上造成较大损失的用电负荷。

停电会造成较大政治影响的重要用电单位的用电负荷。

大型影剧院、商店、体育馆及公共场所的用电负荷。

对于第II类负荷,要尽可能有两个独立的电源供电。

③III类负荷。这是指不属于I、II类的用电负荷。III类负荷对供电没有什么特别要求,可以非连续性地供电,如市镇公共用电以及生产单位一般的辅助车间、小型加工作坊和农村照明负荷等,通常用一个电源供电。根据电气设计规程的有关规定,对于I类负荷的供电,应有至少两个独立的电源供电,必要时,应安装柴油发电机组作为紧急备用电源。

任务二 电力系统的类型

一、供电系统接线方式

在三相交流电力系统中,作为供电电源的发电机和变压器的三相绕组的接法通常采用星形连接方式,如图1.1.3所示。将三相绕组的三个末端连在一起,形成一个中性点,用O表示。从始端U,V,W引出三根导线作为电源线,称为相线或端线,俗称火线。从中性点引出一根导线,与三根相线分别形成单相供电回路,这根导线称为中性线(N)。以这种方式供电的系统称为三相四线制系统。通常U,V,W三根相线分别用黄、绿、红三种颜色的电线给予区分,而中性线则用黑色线表示。