



高等学校实践教学系列丛书

电气工程生产实习

主 编 陆 地



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn



21世纪

高等学校实践教学系列丛书

电气工程生产实习

主 编 陆 地



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书是为面向 21 世纪高等学校实践教学系列丛书而编写的。

本书是以我国高低压开关设备大型企业的工业生产为背景、主要内容取材于多年实习基地的主要产品,资料真实可靠,且经过长期的生产实践验证,具有科学性、实践性和启发性。全书共分六章,主要内容包括绪论,供配电基础知识,安全生产,开关设备,工艺管理和装配。每章后附有复习思考题,以配合教学的需要,体现“因材施教”的原则。附录内容丰富,以便于广大读者查阅。

本书理论联系实际,简明扼要,深入浅出,便于自学,特别强调对学生工程实践能力、工程素质和创新能力的培养,突出实践性。

本书是高等工科院校电气工程及其自动化专业本科生生产实习的基本教材,也可供从事高低压开关设备设计、安装、维修工作的工程技术人员及技术工人参考。

图书在版编目(CIP)数据

电气工程生产实习 / 陆地主编. — 北京: 中国水利水电出版社, 2010.6

(21世纪高等学校实践教学系列丛书)

ISBN 978-7-5084-7540-0

I. ①电… II. ①陆… III. ①电气工程—实习—高等学校—教材 IV. ①TM-45

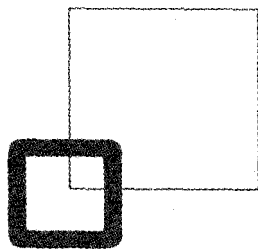
中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第098087号

书 名	21 世纪高等学校实践教学系列丛书 电气工程生产实习
作 者	主编 陆地
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路 1 号 D 座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市兴怀印刷厂
规 格	184mm×260mm 16 开本 10.75 印张 255 千字
版 次	2010 年 6 月第 1 版 2010 年 6 月第 1 次印刷
印 数	0001—3000 册
定 价	19.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前言



随着高等教育教学改革的不深入,对实践教学环节质量和工程创新人才培养的要求愈来愈高。本科生的实践教学环节是高等教育的一个重要组成部分,是培养工程创新人才的重要举措,是学生理论联系实际、接触社会、培养劳动观念、增强社会责任感的重要手段,是培养学生工程意识、动手能力、分析和解决问题能力和形象思维能力的有效途径,也是培养学生团队协作精神、创新意识和造就现代工程师的重要方法。加强实践教学环节,对于提高教学质量、推进素质教育、培养适应社会需求的综合型工程创新人才具有十分重要的意义和作用。

生产实习是学生理论联系实际、教学与生产实际相结合的重要实践性教学环节。在业务方面,通过生产实习使学生了解高低压开关柜的生产、组装、配线、调试等的生产过程,了解电流互感器、真空断路器、交流高压真空接触器等产品的性能,使学生开阔眼界,拓宽知识面,同时了解工厂组织系统及生产管理方面的情况,学习技术人员和工人师傅的科学态度和工作作风,培养学生热爱学习、热爱专业、勤奋工作的精神。通过收集资料、现场考察和咨询,培养学生调查研究、分析问题、解决问题的能力,为后续的专业课学习、设计打下良好基础。通过生产实习,培养学生调查研究的能力,养成重视生产实际,虚心向工人学习的习惯。

本书是为面向 21 世纪高等学校实践教学系列丛书而编写的。

本书是以我国高低压开关设备大型企业的工业生产为背景、主要内容取材于多年实习基地的主要产品,资料真实可靠且经过长期的生产实践验证,具有科学性、实践性和启发性。全书共分六章,主要内容包括绪论,供配电基础知识,安全生产,开关设备,工艺管理和装配。每章后附有复习思考题,以配合教学的需要,体现“因材施教”的原则。附录内容非常丰富,以便于广大读者查阅。本书理论联系实际,深入浅出,便于自学,特别突出实践性。

参加本书编写的单位和人员：西安建筑科技大学陆地、刘晨、朱磊、李翔、许岩；天水长城开关厂有限公司陈晓伶、杨凌波；西安交通大学刘姝玮；长安大学陆路；清华大学许路等。其中前言、第一章、第二章第四节、第四章第二节、第五章第一节、第一章至第二章复习思考题、附录一、附录十至附录十二由陆地编写；第三章第三节至第五节由陈晓伶编写；第三章至第四章复习思考题、附录二至附录九由刘姝玮编写；第四章第三节由杨凌波编写；第二章第一节至第三节由刘晨编写；第三章第一节至第二节、第四章第一节由朱磊编写；第五章第二节至第四节、第六章第一节由李翔编写；第六章第二节由陆路编写；第六章第三节由许路编写；第五章至第六章复习思考题、附录十三至附录十四由许岩编写。全书由陆地担任主编，负责全书的总纂、定稿。由陆地、刘姝玮、陆路、许路、许岩负责全书的校核工作。

本书由西安高压电器研究院有限公司薛晔主审并提出了宝贵的意见和建议，谨在此表示衷心的感谢！

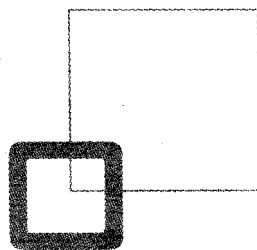
本书在编写过程中，得到了天水长城开关厂有限公司胡玉琳和吴庆平、中国电工技术学会电力电子学会陈守良、西安交通大学王兆安、长安大学段晨东、国电公司西安供电局沈溢升等同志的大力支持和帮助，在此谨敬谢忱。

限于本人业务水平，书中错漏和不妥之处在所难免，敬请广大读者批评指正，本人不胜感激！

编者

2010年3月

目 录



前言

第一章 绪论	1
第一节 生产实习的目的、内容和基本要求	1
第二节 生产实习方式	2
第三节 生产实习规章制度	3
第四节 生产实习报告的编写及格式	4
第五节 生产实习成绩评定办法	5
复习思考题	6
第二章 供配电基础知识	7
第一节 电力系统	7
第二节 供电系统	11
第三节 工厂电力线路	14
第四节 名词解释	17
复习思考题	30
第三章 安全生产	31
第一节 安全生产及相关法规	31
第二节 安全生产管理知识	34
第三节 安全生产技术常识	39
第四节 职业卫生	41
第五节 企业三级安全生产教育考试题	44
复习思考题	49
第四章 开关设备	50
第一节 高压开关设备	50
第二节 低压开关设备	60
第三节 高压开关柜与低压配电屏	67
复习思考题	77

第五章 工艺管理	78
第一节 工艺术语及工艺工作	78
第二节 工艺纪律概念及其意义	82
第三节 工艺管理及其主要内容	84
第四节 开关柜壳体、断路器的制造工艺及特点	85
复习思考题	88
第六章 装配	90
第一节 电气识图的基本概念与相关知识	90
第二节 装配基础知识与焊接操作技能	97
第三节 产品的装配、调试与故障检修	101
复习思考题	104
附录一 生产实习报告编写格式示例	106
附录二 常用电气符号	109
附录三 企业供电系统常用电气设备全型号的表示和含义	120
附录四 用电设备组的需要系数、二项式系数及功率因数	128
附录五 用电设备组的附加系数 K_d	129
附录六 各类建筑物的负荷密度（用电指标）	130
附录七 开关电器技术数据	131
附录八 互感器技术数据	137
附录九 并联电容器技术数据	141
附录十 电力变压器技术数据	145
附录十一 电力线路技术数据	147
附录十二 避雷器技术数据	156
附录十三 接地装置要求的接地电阻值	158
附录十四 企业三级安全生产教育考试题答案	161
参考文献	164

第一章 绪 论

实践教学环节是一项复杂的系统工程，既要具有优化其体系和内容的教学手段与方法，还需要改革考核方法等多个环节，才能实现实践教学整体优化，促进专业教学质量全面提高。加强实践教学环节，对于提高教学质量、推进素质教育、培养适应社会需求的综合型工程创新人才具有十分重要的意义和作用。通过对电气工程及其自动化专业实践方式的研究，结合本专业特点，根据教育部对高等教育工程实践能力的培养目标要求，结合实践的内容，培养一批具有指导实践能力的教师队伍，建立一套实践的管理模式，并结合教育部对高等教育本科教学水平评估的基本要求，形成完善的实践教学质量评估体系，将使学生对实践的目的和要求有更清楚的理解，使实践教学环节更具有科学化、系统化和规范化。

本章主要介绍了生产实习的目的、内容、要求和方式，着重阐述了生产实习规章制度及安全责任，以及对生产实习报告的编写、格式和生产实习的成绩评定办法作了较详细的说明。

第一节 生产实习的目的、内容和基本要求

一、生产实习的目的

生产实习是学生理论联系实际，教学与生产实际相结合的重要实践性教学环节。通过生产实习，使学生获得必要的生产实践知识、技术管理知识和技术开发知识。并培养学生调查研究的能力，养成重视生产实际，虚心向工人学习的习惯。

在业务方面，通过生产实习使学生了解典型生产机械的结构、运动规律及其对电气控制系统的要求，了解高压开关柜的生产、组装、配线、调试等的生产过程，了解电流互感器、真空断路器、交流高压真空接触器等产品的性能。通过参观一些与专业相关、有代表性的工厂、研究所及自动化程度较高的生产设备，使学生开阔眼界，拓宽知识面，同时了解工厂组织系统及生产管理方面的情况，学习技术人员和工人师傅的科学态度和工作作风，培养学生热爱学习、热爱专业、勤奋工作的精神。锻炼学生，使之提高社会适应能力，提高独立进行专业实践的能力，为学好专业课积累必要的感性知识。通过收集资料、现场考察和咨询，培养学生调查研究、分析问题、解决问题的能力，为后续的专业课学习、课程设计和毕业设计打下良好基础。

生产实习对巩固和加深所学理论知识，培养学生的独立工作能力，加强劳动观点的教育都有重要作用。

生产实习是大学本科教学的一个非常重要的环节，是实践性、社会性较强的综合教学过程。生产实习是学生学完技术基础课之后，安排在校外大型企业完成的实践性教学环节。生产实习的目的是让学生到生产实践中去，使学生对电气产品的设计、生产、安装、调试有所了解，增强对所学基础理论和专业知识的感性认识；了解电气工程建设中的实际问题、方针政策、施工规范和解决方法，提高理论联系实际的能力。通过生产实习，可以接触社会、了解社会，以便毕业后能尽快地适应工作的需要。

二、生产实习的内容

(1) 了解控制对象。

1) 了解实习单位各厂部生产等设备的结构、工作原理、生产工艺。

2) 了解生产机械设备对电气控制系统的要求。

(2) 了解和学习高电压开关设备的工作原理和内部结构，了解电气产品安装调试和实验过程。

(3) 了解工厂的生产、质量管理情况，了解车间生产计划、经济核算、安全生产制度及措施。

三、生产实习的基本要求

(1) 生产实习是本科教学中主要实践性教学环节，要求学生在思想上必须充分重视。在整个实习期间都要刻苦学习、认真钻研，注重理论联系实际，培养分析问题和解决问题的能力。

(2) 了解工程技术人员、生产管理人员在生产过程中的作用和职责，广泛接触工人、技术人员，学习他们的技术知识和丰富的实践经验，学习他们热爱劳动、认真负责、一丝不苟、实事求是、大公无私、团结互助、遵守纪律的优良品质和作风。

(3) 遵守工厂和车间的各项规章制度和有关操作规程、注意安全、遵纪守法、一切行动听从指挥。

(4) 对实习工厂组织结构、产品内容、生产过程及生产组织管理体制有较全面的了解。

第二节 生产实习方式

生产实习分为重点深入生产车间实习、一般参观实习及听专题报告等多种方式。

1. 重点深入生产车间实习

重点深入生产车间实习内容是将学生分组，安排在设计部门、各车间。用相对较长时间对生产工艺和电气控制系统安装、调试和机械结构等方面进行深入调查研究，增加感性认识。

2. 一般参观实习

使学生获得更广泛的生产实践知识，扩大知识面，并重点参观一些自动化程度较高的生产设备或生产线。



3. 听专题报告

为了更深入具体地了解工厂生产实际情况、生产设备、生产工艺及高低电压开关设备,学习生产第一线人员的丰富经验,配合重点深入生产车间实习和一般参观实习,聘请工厂工程技术人员、技术管理干部和工人师傅作专题报告。

第三节 生产实习规章制度

为顺利完成生产实习任务,确保学生的人身安全和财产不受损失,特制定此规章制度。

(1) 生产实习以实习队的形式进行,实习队由实习指导教师和实习生组成,实习指导教师主要由电气工程及其自动化专业教研室教师组成,负责生产实习的全部工作,实习生必须服从实习指导教师的统一安排、管理。

(2) 实习队在生产实习前需做一次实习动员报告,主要涉及实习内容、实习要求和实习安全等。

(3) 实习生应在实习动员报告前,交一寸免冠照片及相关实习费用。

(4) 实习生务必在规定的时间内,到指定的实习地点报到,提前报到者,费用自理。未按时报到者,按自动放弃实习对待。

(5) 实习生在指定的实习地点报到后,到所分派的宿舍住宿,禁止随意调换宿舍。

(6) 实习生宿舍由实习指导教师选派的舍长负责管理。所发放的生活用品(脸盆、水瓶、被褥等)和配备的公共用品,如有遗失、损坏均由舍长负责,宿舍内应保持卫生,注意防火、防盗,严禁赌博及其他违法活动。

(7) 实习生应严格遵守实习作息时间表。在工厂实习以外的时间,不提倡外出,因需要外出的实习生,发生任何事故,后果自负。

(8) 实习生点名1次不到(无任何原因),提出警告,并写出书面检查,如发生事故,后果自负。点名2次不到,责令其返校。实习生不可代他人签到,如有发生,两人均按违纪处理。

(9) 实习生在实习期间应严格遵守实习工厂的各项规章制度,在厂区内禁止吸烟、喝酒及其他娱乐性活动。

(10) 实习生无论何种原因与他人发生打架斗殴事件,都责令返校,并取消实习资格。

(11) 实习生在实习期间如遇特殊情况难以继续实习,可向实习队提出中途返校申请,实习领队指导教师批准后方可执行。

(12) 实习生应随身携带出入证,作为实习及出入厂门的依据。

(13) 实习生入厂前需穿戴好工作服(按规定统一着装),不允许穿高跟鞋、凉鞋、拖鞋、背心、短裤、裙子。女生在厂区内必须戴帽子,并将头发压于帽内。

(14) 实习生应在指定的组内进行实习,不得私自串组、换组。

(15) 实习过程中,禁止说笑、打闹及易造成分散注意力的行为。

(16) 实习过程中,禁止随意触摸任何设备。

(17) 实习过程中,注意周围的吊装及搬运车辆,以免发生事故。



(18) 实习过程中,按实习队规定的时间休息,不可擅自离开实习地点。擅离实习地点者,如无任何事故发生时,则记过一次并写出书面检查;发生事故,后果自负。

(19) 实习过程中,应记好实习日记,由实习队不定期抽查,并记入实习成绩。

(20) 实习生应在实习业余时间,整理实习日记,完成实习报告,并在实习结束前,按规定时间上交实习队。

(21) 实习过程的法定假日期间,实习队不组织、不提倡外出旅游,个人如需出游,必须写清出厂时间、出游地点、出游时间等,并由舍长、班长签字后,交予实习队,批准后方可进行(返厂时间必须在晚上点名之前),回厂后要及时销假。出游时一定要注意安全,在出游时间内发生的任何事故,后果自负。

(22) 实习结束时,必须由舍长向实习领队交清报到时所发的生活用品,并确保公共用品完好的情况下,宿舍全体人员才能离开宿舍,如有损坏或丢失,照价赔偿。

(23) 实习结束后,返校的时间由实习领队指导教师统一安排。每位学生需写清返校的日期、车次及到校时间,并由舍长、班长签字后交予实习队,返校后由学院本级辅导员点名。实习学生在实习结束后应立即返校,返校期间发生的事故,由本人负责。

(24) 班干部应及时向实习领队指导教师反映学生在实习期间的情况,协助实习指导教师掌握学生思想动态,并完成一些辅助性事务工作。

(25) 实习成绩不及格或由于违纪原因被取消实习资格者,须跟下一届重修,费用自理。

(26) 对实习期间出现的助人为乐、克己奉公等高尚风格的学生,将给予表扬,并在实习成绩中予以体现。

(27) 在实习期间,因违反规定而造成的伤亡事故,后果自负,费用自理。

(28) 该规章及责任书生效时间从在实习地点报到时起,到在实习地宣布实习结束时止。

第四节 生产实习报告的编写及格式

一、写作细则

(1) 标点符号应按新闻出版总署公布的《标点符号用法》使用。

(2) 科学技术名词术语应采用全国自然科学名词审定委员会公布的规范词或国家标准、部颁标准中规定的名称,尚未统一规定的名词术语,可采用通用的名称。使用外文缩写词时,首次出现时应在括号内注明其含义。外国人名一般采用英文原名,按名前姓后的原则书写。比较熟知的外国人名(如牛顿、达尔文、马克思等)可按通常标准译法写译名。

(3) 量和单位应符合相关国家标准的要求,以国际单位制(SI)为基础。非物理量的单位,如件、台、人、元等,可用汉字与符号构成组合形式的单位,例如件/台、元/km。

(4) 测量统计数据一律用阿拉伯数字,但在叙述不是很大的数目时,一般不用阿拉伯数字,如“三力作用于一点”,不宜写成“3力作用于1点”。大约的数字可以用中文数



字,也可以用阿拉伯数字,如“约一百五十人”,也可写成“约150人”。

(5) 个别名词或情况需要解释时,可加注说明,注释可用页末注(将注文放在加注页的下端)或篇末注(将全部注文集中在文章末尾)。

二、格式要求

(1) 实习报告应采用统一规定的封面,学生应在封面的空白栏内准确填入相应的信息。

(2) 实习报告中的摘要、目录、正文、参考文献及附录部分均应采用统一规定的书写纸书写,或采用16开(幅面184mm×260mm)的70g打印纸打印,版面的页边距为2.6cm(上)、1.3cm(下)、2.1cm(左)和1.8cm(右),版心为34行(在“文档网络”中设置),页眉与页脚的边距分别为2cm和1cm。

(3) 段落的基本行距为单倍行距,两端对齐,基本字号与字体为小四号宋体(中文)和小四号Times New Roman(英文)。

三、书写格式示例

实习报告书写格式见附录一。

第五节 生产实习成绩评定办法

一、生产实习成绩考核

在实习结束前,学生除提交实习报告、实习日记外,指导教师对每一位学生进行考核,考核以笔试、闭卷形式进行(或实习工厂进行入厂三级安全教育考试)。根据考核情况、实习日记、实习报告的质量,并结合实习期间的思想政治表现、组织纪律、任务完成情况等方面综合后,按照优秀、良好、中等、及格、不及格五级分制评定学生的实习成绩。

实习成绩所占的比例为:

平时成绩(主要包括实习期间的学习、组织纪律性、出勤率等) 20%

考试成绩(或入厂三级安全教育考试成绩) 10%

实习日记 30%

实习报告 40%

二、生产实习成绩评分标准

1. 优秀

能很好地完成实习任务,达到实习大纲中规定的全部要求,实习报告能对实习内容进行全面、系统的总结,并能运用学过的理论知识对某些问题加以分析。在考核时能圆满地回答问题,并有某些独到的见解,实习态度端正,实习期间无违纪行为。

2. 良好

能很好地完成实习任务，达到实习大纲中规定的全部要求，实习报告能对实习内容进行全面、系统的总结，在考核时能圆满地回答问题，实习态度端正，实习期间无违纪行为。

3. 中等

达到实习大纲中规定的主要要求，实习报告能对实习内容进行比较全面的总结，在考核时能正确地回答主要问题。实习态度端正，实习中无违纪行为。

4. 及格

实习态度基本端正，完成了实习的主要任务，达到实习大纲中规定的基本要求，能够完成实习报告，内容基本正确，但不够完整、系统，考核中能回答主要问题，实习中虽然有较轻微的违纪行为，但能够深刻认识，并及时纠正。

5. 不及格

凡具备下列条件者，均以不及格论。未达到实习大纲中的基本要求，实习报告马虎潦草，或者有明显错误；考核时不能回答主要问题或有原则性错误；未能参加实习的时间超过全部时间的三分之一以上者；实习中有违纪行为，教育不改，或有严重违纪行为，或发生重大事故者，取消其实习资格，实习成绩按不及格处理，在补作实习期间的一切费用由实习学生个人自理。

复 习 思 考 题

- 1-1 生产实习的目的是什么？
- 1-2 生产实习的主要内容是什么？
- 1-3 对生产实习的基本要求有哪些？
- 1-4 生产实习的方式主要有哪几种？

第二章 供配电基础知识

本章讲述工厂供电基本知识和基本问题。首先扼要说明电力系统构成、电力系统运行特点、电力系统运行要求和额定电压，然后简介了各类工厂供电系统，最后介绍工厂电力线路的接线方式。

第一节 电力系统

一、电力系统的构成

电力系统是由各种不同电压等级的电力线路将发电厂、变配电所和电力用户联系起来的包含着发电、输电、变电、配电和用电的一个统一整体。

发电厂 (power plant) 又称发电站，是将自然界蕴藏的各种一次能源转换为电能 (二次能源) 的工厂。

发电厂按其所利用的能源不同，分为水力发电厂、火力发电厂、核能发电厂以及风力发电厂、地热发电厂、太阳能发电厂等类型。

1. 水力发电厂

水力发电厂，简称水电厂或水电站，它利用水流的位能来生产电能。当控制水流的闸门打开时，水流沿进水管进入水轮机蜗壳室，冲动水轮机，带动发电机发电。其能量转换过程是：水流位能→机械能→电能。由于水电站的发电容量与水电站所在地点上下游的水位差 (即落差，又称水头) 及流过水轮机的水量 (即流量) 的乘积成正比，所以建造水电站必须用人工的办法来提高水位。最常用的一种提高水位的办法，是在河流上建筑一个很高的拦河坝，形成水库，提高上游水位，使坝的上下游形成尽可能大的落差，电站就建在堤坝的后面。这类水电站称为坝后式水电站。我国一些大型水电站，包括长江三峡水电站都属于这种类型。另一种提高水位的办法，是在具有相当坡度的弯曲河段上游，筑一低坝，拦住河水，然后利用沟渠或隧道，将上游水流直接引至建在河段末端的水电站。这类水电站，称为引水式水电站。还有一类水电站，是上述两种方式的综合，由高坝和引水渠道分别提高一部分水位，这类水电站，称为混合式水电站。

2. 火力发电厂

火力发电厂，简称火电厂，它利用燃料的化学能来生产电能。我国的火电厂以燃煤为主。为了提高燃煤的效率，都将煤块粉碎成煤粉燃烧。煤粉在锅炉的炉膛内充分燃烧，将锅炉内的水烧成高温高压的蒸汽，推动汽轮机带动发电机旋转发电。其能量转换过程是：燃料的化学能→热能→机械能→电能。现代火电厂一般都根据环保要求，考虑了“三废”



(废水、废气、废渣)的综合利用,有的不仅发电,而且供热。兼供热能的火电厂,称为热电厂或热电站。

3. 核能发电厂

核能(原子能)发电厂,通常称为核电站,它主要是利用原子核的裂变能来生产电能。其生产过程与火电厂基本相同,只是以核反应堆(俗称原子锅炉)代替燃煤锅炉,以少量的核燃料代替大量的煤炭。其能量转换过程是:核裂变能→热能→机械能→电能。由于核能是巨大的能源,而且核电也是相当安全和清洁的能源,所以世界上很多国家都非常重视核电建设,核电在整个发电量中的比重逐年增长,我国在20世纪80年代就确定要适当发展核电,并已陆续兴建了几座大型核电站。

4. 风力发电厂

风力发电厂利用风力的动能来生产电能。它建在有丰富风力资源的地方。

5. 地热发电厂

地热发电厂利用地球内部蕴藏的大量地热能来生产电能。它建在有足够地热资源的地方。

6. 太阳能发电厂

太阳能发电厂是利用太阳光能或太阳热能来生产电能。利用太阳光能发电,是通过光电转换元件如光电池等直接将太阳光能转换为电能,这已广泛应用于人造地球卫星和宇航装置上。利用太阳热能发电可分直接转换和间接转换两种方式。温差发电、热离子发电和磁流体发电,均属于热电直接转换。而通过集热装置和热交换器,加热给水,使之变为蒸汽,推动汽轮发电机发电,与火电厂的发电原理相同,属间接转换发电。太阳能发电厂应建在常年日照时间长的地方。

二、电力系统

为了充分利用动力资源,减少燃料运输,降低发电成本,因此有必要在有水力资源的地方建造水电站,而在有燃料资源的地方建造火电厂。但这些有动力资源的地方,往往离用电中心较远,所以必须用高压输电线路进行远距离输电,如图2-1所示。

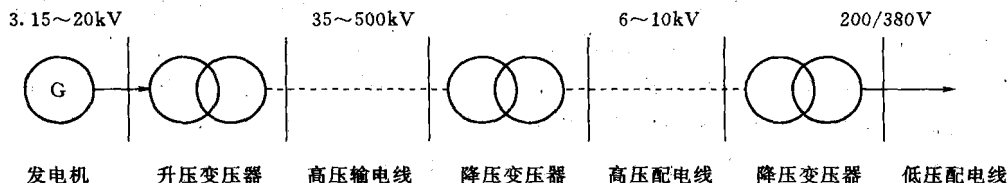


图 2-1 从发电厂到用户的送电过程示意图

图2-2是一个大型电力系统的系统简图。由各级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、输电、变电、配电和用电的整体,称为电力系统(power system)。

电力系统中各级电压的电力线路及其联系的变电所,称为电力网或电网(power network)。但习惯上,电网或系统往往以电压等级来区分,如说10kV电网或10kV系统。这里所指的电网或系统,实际上是指某一电压级的相互联系的整个电力线路。

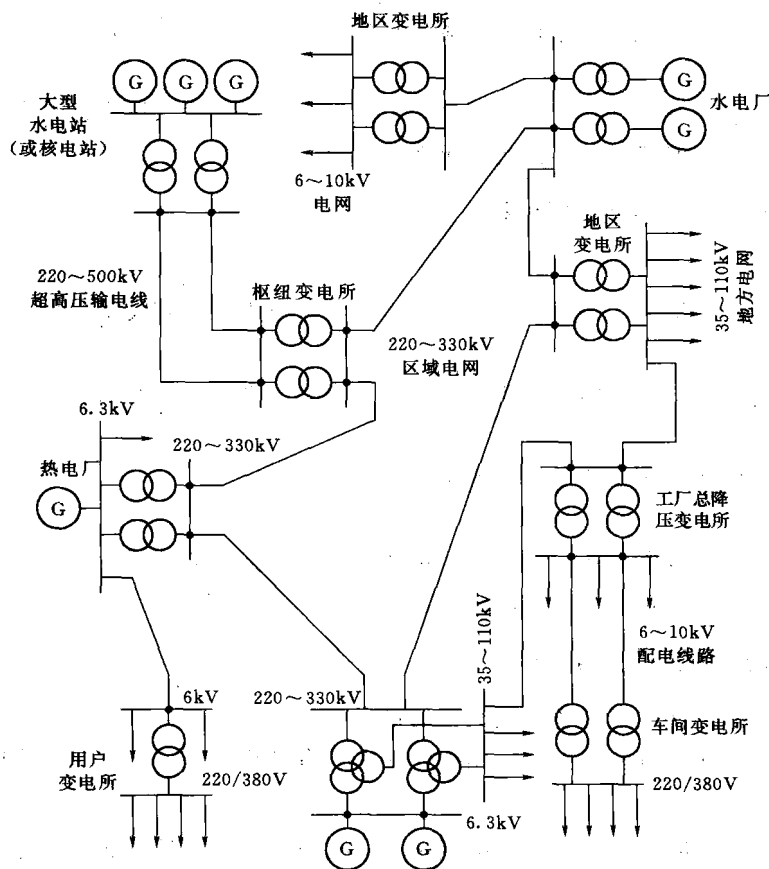


图 2-2 大型电力系统简图

电网可按电压高低和供电范围大小分为区域电网和地方电网。区域电网的范围大，电压一般在 220kV 及以上。地方电网的范围小，最高电压一般不超过 110kV。工厂供电系统就属于地方电网的一种。

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，称为动力系统。

三、电力系统运行的特点

1. 电力系统发电与用电之间的动态平衡

由于电能目前还不能大容量储存，导致电能的生产和使用是同步进行的。因此，为避免造成系统运行的不稳定，电力系统必须保持电能的生产、输送、分配和使用处于一种动态平衡的状态。

2. 电力系统的暂态过程十分迅速

由于电能的传输具有极高的速度，电力系统中开关的切换、电网的短路等暂态过渡过程的持续时间十分短暂，以 $10^{-6} \sim 10^{-3} \text{ s}$ 计。因而，在设计电力系统的自动化控制、测量和保护装置时，应充分考虑其灵敏性。

3. 电力系统的地区性特色明显

前已提到，电能可由不同形式的能量转化而来。不同地区的能源结构具有一定差异。



因此,需要因地制宜,充分利用地方资源,尽量减少能源的运输工作量,降低电能成本。

4. 电力系统的影响重要

随着社会的进步和电气化程度的提高,电能对国民经济和人民生活具有重要影响,任何原因引起的供电中断或供电不足都有可能造成重大损失。

四、对电力系统运行的要求

1. 安全

在电能的生产、输送、分配和使用中,应确保不发生人身和设备事故。

2. 可靠

在电力系统的运行过程中,应避免出现供电中断,满足用户对供电可靠性的要求。

3. 优质

满足用户对电压和频率等质量的要求。

4. 经济

降低电力系统的投资和运行费用,尽可能节约有色金属的消耗量,通过合理规划和调度,减少电能损耗,实现电力系统的经济运行。

五、电力系统的额定电压

额定电压是指能使电气设备长期运行的最经济的电压。

众所周知,三相交流系统中,三相视在功率 S 和线电压 U 、线电流 I 之间的关系为

$$S = \sqrt{3}UI \quad (2-1)$$

当输送功率一定时,电压越高,电流越小,线路、电气设备等的载流部分所需的截面积就越小,有色金属投资也就越小;同时,由于电流小,传输线路上的功率损耗和电压损失也较小。另外,电压越高,对绝缘的要求则越高,变压器、开关等设备以及线路的绝缘投资也就越大。综合考虑这些因素,对应一定的输送功率和输送距离都有一个最为经济、合理的输电电压。

GB 156—1993《标准电压》规定的部分额定电压见表 2-1。

表 2-1 我国规定的电力系统额定电压及平均额定电压 (交流) 单位: kV

用电设备额定电压 (系统标称电压)		0.38/0.22	0.66/0.38	3	6	10		20	35	66	110	220	330	500
交流发电机 额定电压		0.40	0.69	3.15	6.3	10.5	13.8 15.75 18	20						
变压器 额定 电压	一次绕组	0.38/0.22	0.66/0.38	3 3.15	6 6.3	10 10.5	13.8 15.75 18	20 21	35	66	110	220	330	500
	二次绕组	0.40/0.23	0.69/0.40	3.15 3.3	6.3 6.6	10.5 11		21 22	38.5	69	121	242	363	550
系统平均 额定电压		0.40/0.23	0.69/0.40	3.15	6.3	10.5		21	37	69	115	231	347	525