

★ ★ ★
电气信息类
精品系列
★ ★ ★

工业企业供配电

◎主 编 钱卫钧 裴 娟 聂 兵



 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

7M7273
34

工业企业供配电

主 编 钱卫钧 裴 娟 聂 兵
副主编 杨 威 耿福江 孙丰收
主 审 赵卫国 李 鹏



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

全书共分9个项目,主要内容有:电力系统概述、变配电所的高压设备、工业企业供电系统、负荷计算与无功功率补偿、导线和电缆截面的选择、短路电流的计算和高压设备的选择、工业企业供电系统的继电保护、工厂变电所二次回路和自动装置以及防雷与接地。本书可作为高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院和民办高校的电气自动化、机电一体化、供用电技术、计算机技术、电子技术和数控技术等专业的“工业企业供配电”课程的教材,也可供有关工程技术人员参考。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

工业企业供配电/钱卫钧,裴娟,聂兵主编. —北京:北京理工大学出版社, 2015.5

ISBN 978-7-5682-0510-8

I. ①工… II. ①钱…②裴…③聂… III. ①工业用电-供电-高等学校-教材
②工业用电-配电系统-高等学校-教材 IV. ①TM727.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 077050 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / [http:// www. bitpress. com. cn](http://www.bitpress.com.cn)

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 三河市天利华印刷装订有限公司

开 本 / 787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张 / 18

字 数 / 417 千字

版 次 / 2015 年 5 月第 1 版 2015 年 5 月第 1 次印刷

定 价 / 49.00 元

责任编辑 / 钟 博

责任校对 / 杨 露

责任印制 / 王美丽

图书出现印装质量问题,本社负责调换

本书是按照高等院校工程类专业课程教学要求,结合我国高等教育的现状和发展趋势编写的,可作为高等教育学校、成人高校和民办高校的电气自动化、机电一体化、供用电技术、计算机技术、电子技术和数控技术等专业的“工业企业供配电”课程的教材,也可供有关工程技术人员参考。

“工业企业供配电”课程是高等教育学校、成人高校和民办高校的电气自动化、机电一体化、供用电技术、计算机技术、电子技术和数控技术等专业学生必修的一门专业基础课。

本书力争做到概念准确、内容精练、理论联系实际。在编写中,考虑到高等教育的特点,淡化了数学推导,突出了工业企业供配电应用案例,重点培养学生解决实际工程问题的能力。全书共分9个项目,主要内容有:电力系统概述、变配电所的高压设备、工业企业供电系统、负荷计算与无功功率补偿、导线和电缆截面的选择、短路电流的计算和高压设备的选择、工业企业供电系统的继电保护、工厂变电所二次回路和自动装置以及防雷与接地。

本书由钱卫钧、裴娟、聂兵担任主编,杨威、淄博嘉周热力有限公司耿福江、山东工业职业学院孙丰收担任副主编,全书由钱卫钧统稿。山东工业职业学院赵卫国、山东电力集团公司淄博供电公司李鹏担任主审并提出了详尽的修改意见,在此表示感谢。

由于编者水平有限,书中的缺点和错误在所难免,希望广大读者批评、指正。

编 者



Contents 目录

Contents

项目一 概论	(1)
任务1 电力系统的一般概念	(1)
一、电力系统	(2)
二、电力系统运行的特点	(6)
任务2 工业企业供电概述	(7)
一、总降压变电所	(8)
二、车间变电所	(8)
三、厂区配电线路	(9)
任务3 电力系统的电压	(10)
一、电力系统的额定电压	(10)
二、供电电压的选择	(12)
三、供电电压的质量	(13)
四、供电电压的调整	(13)
任务4 电力系统的中性点运行方式	(14)
一、概述	(14)
二、中性点不接地的电力系统	(15)
三、中性点经消弧线圈接地的电力系统	(16)
四、中性点直接接地的电力系统	(17)
项目二 变配电所的高压设备	(20)
任务1 电弧的产生及灭弧方法	(20)
任务2 隔离开关	(22)
一、高压隔离开关的型号	(23)
二、高压隔离开关的运行与维护	(24)
任务3 高压负荷开关	(25)
一、高压负荷开关的型号	(26)
二、常用 10kV 户内高压负荷开关	(26)
三、负荷开关的运行与维护	(27)
任务4 高压熔断器	(28)
一、RN 型高压熔断器	(28)
二、RW2—35 型角形熔断器	(29)

三、户外跌落式熔断器	(29)
任务5 高压断路器	(32)
一、高压断路器的分类、型号和参数	(32)
二、油断路器	(34)
任务6 互感器	(38)
一、电流互感器 (TA)	(39)
二、电压互感器 (TV)	(41)
任务7 母线和绝缘子	(43)
一、母线	(44)
二、绝缘子	(45)
三、电抗器	(47)
项目三 工业企业供电系统	(50)
任务1 电力负荷分级及对供电的要求	(50)
一、电力负荷的分级	(51)
二、不同负荷对供电的要求	(51)
任务2 供电网络的结线方式	(52)
一、工厂配电系统接线方式	(53)
二、车间低压供电网络的接线方式	(56)
任务3 变电所的主接线	(58)
一、变压器原边主接线方式	(58)
二、变压器副边主接线方式	(61)
三、工业企业变电所主接线形式选择	(62)
任务4 工业企业供配电线路	(64)
一、厂区架空线路	(64)
二、厂区电缆线路	(67)
三、车间低压线路	(69)
任务5 工业企业变电所	(71)
一、变配电所布置的总体要求	(71)
二、总降压变电所	(71)
三、车间变电所	(74)
四、成套高压配电装置	(75)
项目四 负荷计算与无功功率补偿	(82)
任务1 负荷曲线与计算负荷	(82)
一、负荷曲线	(83)
二、计算负荷	(85)
三、用电设备的工作制及其设备容量的确定	(85)
任务2 计算负荷的确定	(88)
一、单台用电设备计算负荷的确定	(88)

二、用电设备组计算负荷的确定	(89)
三、配电干线或车间变电所低压母线上计算负荷的确定	(89)
四、单项用电设备组计算负荷的确定	(90)
任务3 电力系统的功率损耗及功率因数的提高	(92)
一、供电线路的有功及无功功率损耗	(92)
二、变压器的有功及无功功率损耗	(93)
三、提高功率因数的意义	(93)
四、提高功率因数的方法	(93)
五、功率因数计算	(94)
六、采用并联电容器补偿	(95)
七、并联电容器的补偿方式	(96)
任务4 全厂负荷计算示例	(97)
项目五 导线和电缆截面的选择	(103)
任务1 按允许发热条件选择导线和电缆截面	(104)
一、三相系统相线截面的选择	(104)
二、中性线 and 保护线截面的选择	(105)
任务2 按经济电流密度选择导线和电缆截面	(107)
任务3 按允许电压损耗选择导线和电缆截面	(109)
一、电压损耗的计算公式介绍	(109)
二、按允许电压损耗选择、校验导线截面	(111)
项目六 短路电流的计算和高压设备的选择	(115)
任务1 短路电流的计算	(115)
一、短路概述	(115)
二、无限大容量电力系统发生三相短路的变化过程	(117)
三、短路电流的计算	(120)
四、短路电流的力效应和热效应	(126)
任务2 高压电气设备的选择	(130)
一、电气设备选择的一般原则	(130)
二、高压开关电气选择	(131)
三、电流互感器的选择	(132)
四、电压互感器的选择	(134)
五、母线与绝缘的选择	(134)
项目七 工业企业供电系统的继电保护	(139)
任务1 常用继电器的识别	(140)
一、电磁式继电器	(140)
二、感应式电流继电器	(146)
任务2 继电器与电流互感器的接线方式	(150)
一、三相式完全星形接线	(150)

二、两相式不完全星形接线	(151)
三、两相差式接线	(152)
四、一相式接线	(153)
任务3 电力线路过电流保护装置	(153)
一、定时限过流保护装置的组成与工作原理	(154)
二、反时限过流或有限反时限过流保护装置	(154)
三、启动电流的整定和灵敏度校验	(154)
四、时限整定	(157)
五、低电压闭锁的过电流保护	(159)
任务4 线路电流速断保护装置	(161)
任务5 电力线路接地保护装置	(164)
一、交流电网绝缘监察装置	(165)
二、小接地电流系统的接地保护装置	(166)
任务6 电力变压器的继电保护	(168)
一、保护装置的接线方式及低压侧单相短路保护	(169)
二、变压器的过电流保护、电流速断保护和过负荷保护	(171)
三、变压器的气体继电保护	(173)
四、变压器差动保护	(177)
项目八 工厂变电所二次回路和自动装置	(183)
任务1 变电所的自用电与操作电源	(183)
一、变电所的自用电源	(184)
二、由蓄电池组供电的直流操作电源	(185)
三、由整流装置供电的直流操作电源	(185)
四、交流操作电源	(186)
任务2 高压断路器的控制回路	(188)
任务3 变电所的信号装置	(196)
一、状态指示信号	(196)
二、故障信号	(197)
三、预告信号	(200)
任务4 直流系统的绝缘监察	(202)
任务5 备用电源自动投入装置	(205)
一、备用进线采用 CT8 型操作机构的 APD 装置	(207)
二、母线分段开关 APD 装置	(209)
任务6 自动重合闸装置	(211)
项目九 防雷与接地	(217)
任务1 雷电过电压与防雷设备	(217)
一、雷的形成及危害	(218)
二、防雷设备及其保护范围	(220)

任务2 防雷措施	(228)
任务3 接地与接零	(232)
一、触电和影响触电后果的因素	(232)
二、接地装置	(233)
三、接地电压、接触电压及跨步电压	(234)
四、接地与接零	(234)
任务4 接地电阻的计算与测量	(239)
一、接地电阻的允许值	(239)
二、接地电阻的计算	(241)
三、接地电阻的测量方法	(246)
四、降低接地电阻的方法	(248)

项目一

概 论

【项目需求】

工厂供电系统是电力系统的主要组成部分，它是电能的主要用户，根据几个工业国家的统计，工厂用电量约占全国发电量的50%甚至70%。绝大多数的工厂都由国家电力系统供电。所以本项目主要对电力系统及中性点运行方式予以介绍。

【项目工作场景】

现代化电力系统的规模都比较大，通常把许多城市的所有发电厂都并联起来，形成大型的电力网络，对电力进行统一的调度和分配。这样不但能显著地提高经济效益，而且还有效地加强了供配电的可靠性。在电力系统中电力从生产到供给用户，通常需要经过发电、输电、变电和配电等几个环节。本项目主要针对这几方面以及电力系统的中性点接地方式进行讲解。

【方案设计】

先了解电力系统的一般概念，并分析发电厂的基本知识；然后分析并确定电力系统的额定电压、电力系统的中性点运行方式。

【相关知识和技能】

1. 理解电力系统、电力网和并网的概念。
2. 熟悉电力系统中性点运行方式分类及特点。
3. 能说出电力系统图中各符号的含义。
4. 会根据用户选择电网运行方式。
5. 会确定工厂供配电电压并根据电网的额定电压确定电气设备的额定电压。

任务1 电力系统的一般概念

【任务目标】

1. 了解供配电工作的意义与要求。
2. 掌握供配电系统及发电厂、电力系统的基本知识。
3. 熟悉企业变电所的组成。

【任务分析】

发电是供配电系统的重要组成部分，我们要明确电力系统的组成，能说出电力系统图中的符号含义并掌握发电厂的生产过程以及供配电系统图的分析。

【知识准备】

电能属二次能源，它是在发电厂中将一次能源（如煤、水等）经过多次能量转换而生

成的。电能具有很多优点，如容易产生，输送方便，易于分配；可简便地转换为其他形式的能量；便于控制，利于实现生产过程自动化，提高产品质量和经济效益等。因而，电能

在工矿企业、交通运输、科学技术、国防建设和人民生活中得到了广泛应用。

由于工矿企业所需要的电能绝大多数是由公共电力系统供给的，所以本任务对电力系统予以简要介绍。

一、电力系统

电力系统是由发电厂、电力网和用电设备组成的统一整体。

电力网是电力系统的一部分。它包括变电所、配电所及各种电压等级的电力线路。根据电力网的电压高低和供电范围不同，电力网可分为地方电力网和区域电力网两大类。地方电力网的电压在 110kV 以下，供电距离不超过 50km，可以认为区域变电所二次出线以后的网路为地方电力网，如一般工矿企业、城市和农村的电力网等；区域电力网的电压在 110kV 以上，供电距离为几十千米甚至几百千米以上，可以认为从发电厂出口至区域变电所的网路为区域电力网。例如，我国著名的平武输电线路（北起河南平顶山，南至武汉凤凰山），全长 600 多千米，电压为 500kV，就属于区域电力网。

与电力系统相关联的还有动力系统。动力系统是电力系统和“动力部分”的总和。所谓“动力部分”，包括火力发电厂的锅炉、汽轮机、热力网和用热设备；水力发电厂的

水库、水轮机以及原子能发电厂的核反应堆等。所以，电力系统是动力系统的一个组成部分。如图 1-1 所示为电力系统、电力网和动力系统三者之间的关系。

电力系统的作用是由各个组成环节分别完成电能的生产、变换、输送、分配和消费等任务。现对这几个环节的基本概念说明如下。

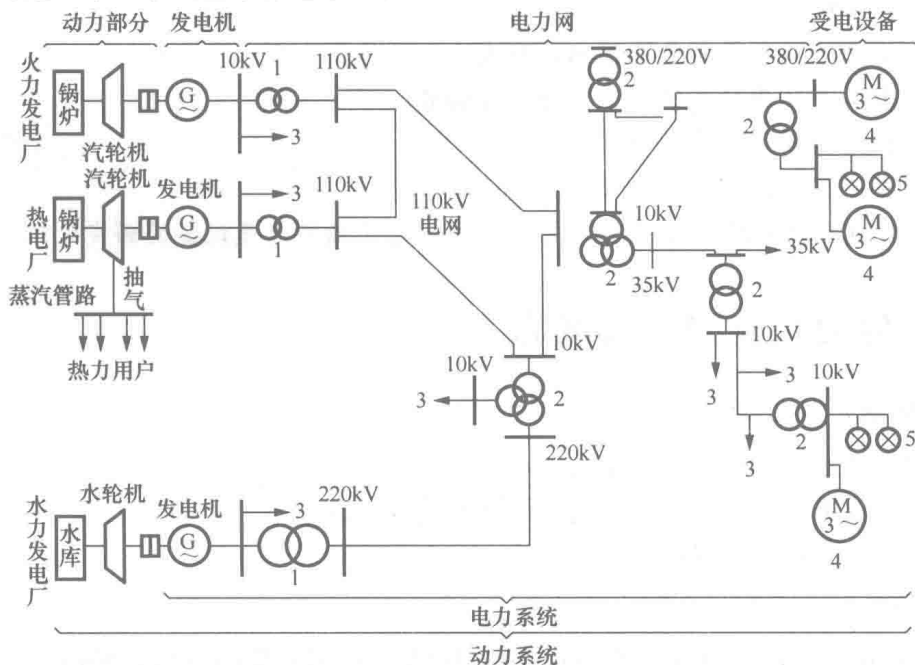


图 1-1 电力系统、电力网、动力系统三者之间的关系

1—升压变压器；2—降压变压器；3—负荷；4—电动机；5—电灯

1. 发电厂（或称发电站）

发电厂是将各种形式的能量转换为电能的特殊工厂，它的产品是电能。根据所利用一次能源的不同，发电厂可分为火力发电厂；水力发电厂；原子能发电厂；其他类型的发电厂，如太阳能发电厂、风力发电厂、地热发电厂和潮汐发电厂等。目前我国接入电力系统的发电厂主要是火力发电厂和水力发电厂，近几年内原子能发电厂将并入电力系统运行。下面简单介绍火力发电厂、水力发电厂和原子能发电厂的生产过程。

1) 火力发电厂（简称火电厂）

火电厂把燃料的化学能转变成电能，所用的燃料有煤、石油和天然气等，由于我国煤的资源丰富、分布较广，所以我国目前火电厂仍以煤为主要燃料。火电厂使用的原动机有蒸汽轮机、柴油机和燃气轮机等，目前大型火电厂多采用蒸汽轮机。如图 1-2 所示为凝汽式火电厂的生产过程示意，其生产过程为

燃料化学能锅炉→热能→机械能→电能

在汽轮机内做完功的蒸汽将进入凝汽器 3，蒸汽在凝汽器被冷却，凝结成水，凝结水由凝结水泵 4 打至除氧器 5，经加温脱氧后由给水泵 6 打入锅炉内。

这里需要指出，冷却水在凝汽器中，吸收了蒸汽的热量后排出，从而带走了一部分热量。因此，一般凝汽式发电厂效率很低，只有 30% ~ 40 %。

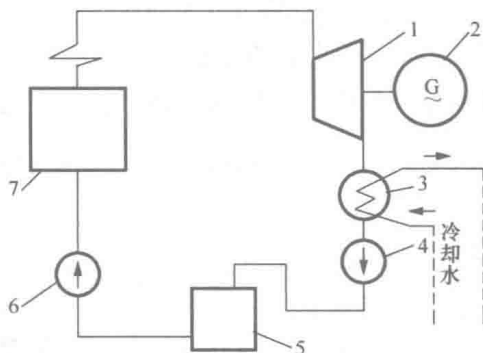


图 1-2 凝汽式火电厂的生产过程示意

1—汽轮机；2—发电机；3—凝汽器；
4—凝结水泵；5—除氧器；6—给水泵；7—锅炉

热电厂与凝汽式火电厂不同，它的汽轮机中一部分做过功的蒸汽，从中间段抽出来供给热力用户，或经过热交换器将水加热后把热水供给用户。这样，便可减少被循环水带走的热损失。现代热电厂一般都考虑了“三废”（废渣、废水、废气）的综合利用，不仅可发电，而且还可供热，效率可达 60% ~ 70%。

目前已有采用燃气轮机带动发电机发电的火电厂。燃气轮机是让高温高压燃气直接冲击叶片旋转，带动发电机发出电能，由于燃气轮机省却了笨重的锅炉，所以具有体积小、效率高的优点。柴油发电机多适用于农村、林区、地质勘察和土建施工等供电，容量一般不大。

2) 水力发电厂（简称水电站）

水电厂是利用高水位处的水经过压力管道，将水的位能变成动能冲击水轮机转动，带动发电机发电，水电厂总容量与水的流量及落差成正比，在流量一定时，要获得较大的发电容量，必须有较大的落差。

(1) 水力发电厂的类型。

根据形成落差的方法不同，有三种不同类型的水电厂：堤坝式、引水式和混合式。

①堤坝式水力发电厂（或称坝式）。在河道上修建堤坝拦河蓄水，形成水库，提高水位，集中落差，调节径流，利用水能发电。这种堤坝式水力发电厂又可分为河床式和坝后式两种。

河床式水力发电厂，厂房建在河床上，与堤坝布置在一条直线上，承受水的压力，如葛洲坝水电厂就属于此种形式，其总装机容量达 270 多万千瓦。

坝后式水力发电厂，厂房位于坝后（坝的下游），厂房与坝分开，不承受压力。如刘家峡水电厂就属于此种形式。综上所述，坝式水电厂，综合利用效益高，但落差小，水库淹没区大，工程大，投资也多。

②引水式水力发电厂。在河流坡降较陡的河段上游，筑一堤坝蓄水，通过人工建造的引水渠道、隧洞、压力水管等将水引到河段下游，用以集中落差发电。此种水电厂落差较大，工程较小，造价低，可利用天然地形条件，但综合利用效益差。

③混合式水力发电厂。这是堤坝式和引水式两者兼有的水力发电厂。其中一部分落差由拦河坝集中，另一部分落差由引水渠道集中。由于有水库，可以调节径流，因此又具备引水式特点。

(2) 水力发电厂的生产过程。水力发电厂的生产过程比火力发电厂简单，下面以堤坝式水电厂为例说明水电厂的生产过程，如图 1-3 所示。由拦河坝 1 维持在高水位的水，经压力水管 2 进入螺旋形蜗壳 3，利用水的流速和压力冲击水轮机叶轮 4，推动转子转动，将水能变成机械能，水轮机再带动发电机 5 转动，将机械能变为电能，即

水流位能 $\xrightarrow{\text{水轮机}}$ 机械能 $\xrightarrow{\text{发电机}}$ 电能

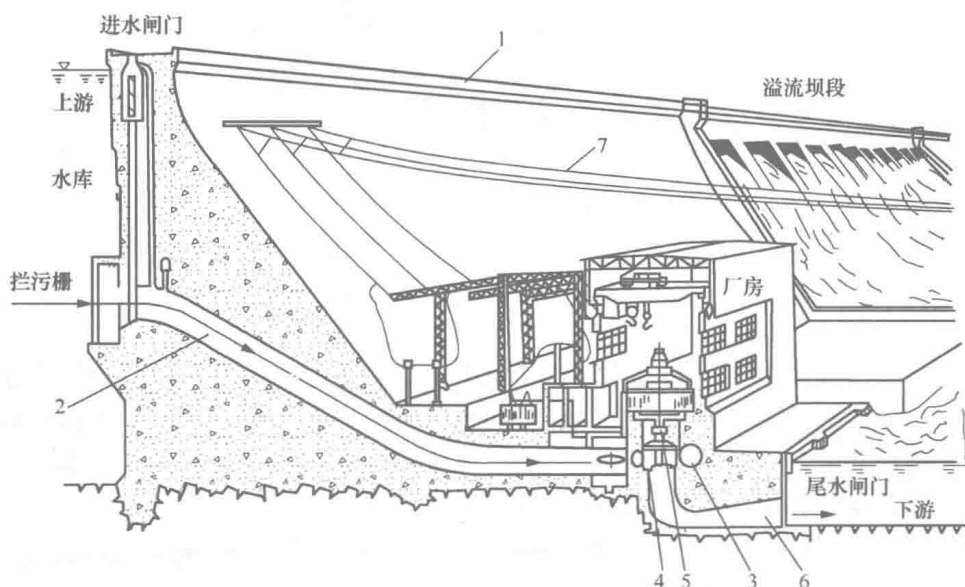


图 1-3 水力发电厂的生产过程

1—拦河坝；2—压力水管；3—螺旋形蜗壳；
4—水轮机叶轮；5—发电机；6—尾水管；7—输电线

做过功的水由尾水管 6 排往下游。发电机发出的电能经升压变压器升压后由高压输电

线7送到供电系统。

水电厂与火电厂相比,不消耗燃料,没有污染,能量转换效率高,发电成本低(为火力发电的25%~35%),但建设投资大,运行中易受自然水情影响。由于水轮发电机组启动迅速,运行灵活,易于实现自动化,因此它在电力系统中除担任正常负荷外也多用于担负尖峰负荷,调频负荷以及作为事故备用电源。

(3) 原子能发电厂(简称核电站)

核电厂和火电厂类似,“原子反应堆”相当于锅炉,利用核裂变产生的大量热能使水汽化来推动蒸汽轮机带动发电机发电。其能量转换过程为

核能变能 $\xrightarrow{\text{核反应堆}}$ 热能 $\xrightarrow{\text{汽轮机}}$ 机械能 $\xrightarrow{\text{发电机}}$ 电能

核电厂消耗“燃料”极少,如100万千瓦的核电厂,年消耗浓缩铀30t,相当于标准煤250万吨。因此,它可以建立在远离其他一次能源(如煤、水)的用电中心处或用热中心处,如我国广东大亚湾和浙江秦山核电厂。

在我国,煤电约占60%,水电约占23%,其他约占17%,由于核能是极其巨大的能源,建设核电站具有重要的经济和科研价值。我国不仅适当发展核电,而且还应因地制宜开发多种发电能源,如由地方兴办小水电、风力发电和地热发电等。

2. 变电所(或称变电站)

变电所是接收电能、变换电压和分配电能的场所。为了实现电能的经济输送和满足用电设备对供电质量的要求,需要对发电机的端电压进行多次变换,这项任务是由变电所完成的。变电所的主要设备有电力变压器、母线和开关设备等。变电所可分为升压变电所和降压变电所两大类:升压变电所的主要任务是将低电压变换为高电压,一般建在发电厂;降压变电所的主要任务是将高电压变换到一个合理的电压等级,一般建在靠近负荷中心的地点。降压变电所根据其在电力系统中地位、作用和供电范围不同,又可分为区域变电所和地方变电所。

(1) 区域变电所。

它是从110~500kV的输电网络受电,将电压降为35~220kV,供给大区域用电。在区域变电所中多装设大容量的三绕组变压器,将电压降为35kV和60~220kV两种不同的电压,分别供给与发电厂联系的枢纽,故有时称其为枢纽变电所,如图1-4所示中的变电所B。

(2) 地方变电所。

这种变电所通过35~110kV的网路从区域变电所或本地区发电厂直接受电,将电压降为6~10kV,向某个市区或某工业区供电,其供电范围较小,一般约为数千米,如图1-4所示中的变电所C和D。

只用来接受和分配电能,而不承担变换电压任务的场所,称为配电所,多建在工厂内部。配电所与变电所不同之处在于配电所没有电力变压器,不需要变换电压。

用来将交流电流变换为直流电流,或反之的电能变换场所称为变流站。

这里需要指出的是,为什么要采用高压输电呢?这是因为,在导线截面和线路电压损失一定的条件下,输电电压越高,则输送距离越远,输送功率也越大。如果输送功率、送电距离和线路电压损失一定时,则输电电压越高,其导线截面将越小,可以大大节省导线所用的有色金属,所以必须采用高压输电。

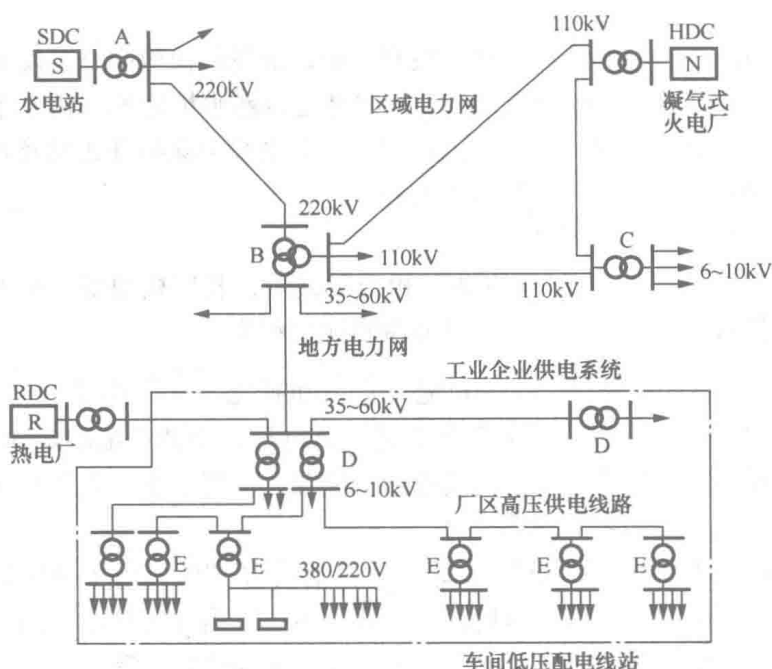


图 1-4 工业企业供电系统示意

3. 电力线路（也称输电线）

电力线路是输送电能的通道。由于火力发电厂和水力发电厂多建在水力、煤等动力资源丰富的地方，距电能用户较远，所以需要各种不同电压等级的电力线路作为发电厂、变电所和电能用户联系起来的纽带，将发电厂生产的电能源源不断地送到电能用户。

通常，把由降压变电所分配给用户的 10kV 及以下电力线路，称为配电线路；而把电压在 35kV 及以上的高压电力线路称为送电线路。

4. 电能用户（又称电力负荷）

在电力系统中，一切消费电能的用电设备均称为电能用户。用电设备按其用途可分为：动力用电设备（如电动机等）、工艺用电设备（如电解、冶炼、电焊、热处理等设备）、电热用电设备（如电炉、干燥箱、空调等）、照明用电设备和试验用电设备等，它们分别将电能转换为机械能、热能和光能等不同形式的适于生产需要的能量。

二、电力系统运行的特点

电力系统的运行与其他工业生产相比，具有以下明显的特点：

(1) 电能不能大量储存。电能的生产、输送、分配和消费，实际上是同时进行的。即在电力系统中，发电厂任何时刻生产的电能，必须等于同一时刻用电设备所消费的电能与电力系统本身所消耗的电能之和。

(2) 电力系统暂态过程非常短促。发电机、变压器、电力线路和电动机等设备的投入和切除，都是在一瞬间完成的。电能从一地点输送到另一地点所需的时间也很短促。电力系统由一种运行状态到另一种运行状态的过渡过程也是非常短促的。

(3) 与国民经济各部门及人民日常生活有极为密切的关系。供电中断或供电质量差都会带来严重的损失和后果。

因此，对电力系统的设计和运行有着严格的要求，必须确保供电的可靠性、经济性和电能质量等指标满足用户要求。

【任务实施】

电力系统图的分析报告见表 1-1。

表 1-1 电力系统图的分析报告

姓名		专业班级		学号	
任务内容及名称		电力系统图的组成及各部分的含义			
1. 任务实施目的： 掌握电力系统的组成及电力系统图的读图			2. 任务完成时间：1 学时		
3. 任务实施内容及方法步骤： 分析图 1-1（电力系统、电力网和动力系统示意图）及图 1-4（工业企业供电系统示意），用讲述的形式实施，并写出分析报告					
4. 分析报告：					
指导教师评语（成绩）： 年 月 日					

【任务总结】

本任务的学习，让学生能对电力系统的基本知识有大题的了解和认识，并能正确地识别电力系统图，对后续知识的学习作铺垫。

任务 2 工业企业供电概述

【任务目标】

- 1. 掌握供配电系统的组成。
- 2. 明确供电系统组成部分及各自的任务。
- 3. 熟悉企业变配电所的组成及布置。

【任务分析】

首先明确工业企业供电系统的组成，理解各部分的作用和任务，从而在设计供电系统的时候才能满足技术上和经济上的要求。

【知识准备】

工业企业供电系统由总降压变电所、车间变电所、厂区高低压配电线路以及用电设备等组成。图 1-4 中虚线框内所表示的即为工业企业供电系统，是联合电力系统的一部分，其具体任务是按企业所需要的容量和规格把电能从电源输送并分配到用电设备。考虑到大型联合企业的生产对国民经济的重要性，需要自建电厂作备用电源；或者有的企业为了满

足供热以及用电量大又不准停电的要求,有时一个企业或几个企业单独或联合建立发电厂,满足供热与供电的需要。这种情况,必须经过技术上和经济上综合分析,证明确实具有明显的优越性时,方可建立适当容量的自备电厂。要求供电不能中断的一般工业企业,也可以采取从电力系统两个独立电源进行供电的方式。所谓独立电源,是互不联系,没有影响,或联系很少影响很小的两个电源。获得两个独立电源的方法,除建立自备电厂外,也可以采用两条进线分别由不同上级变电所,或由上级变电所中两台不同变压器、两段不同母线供电。

近年来,由于某些大型企业用电量增大,供电可靠程度要求又高,例如大型矿山、冶金联合企业、电弧炉冶炼以及大型铝厂等,此时可将超高压 110 ~ 220kV 直接引进总降压变电所,且由几路进线供电,如图 1-4 所示中变电所 C,由 110kV 环形电网直接供电。又如某铝厂由 220kV 四路进线,某热轧厂用 110kV 三回电缆线路直接供电给总降压变电所。这对企业增容,减少网路上电能损耗和电压损失,以及节省导体材料都有十分重大的意义。

一、总降压变电所

总降压变电所是对工业企业输送电能的中心枢纽,故也称它为中央变电所。它与系统中的地方变电所一样,也是由区域变电所引出的 35 ~ 220kV 网路直接受电,经过一台或几台电力变压器降为向企业内部各车间变电所供电。企业中总降压变电所的数量取决于企业内供电范围和供电容量。有的大型联合企业内设有多个总降压变电所,分别担负各区域供电。为了提高供电可靠性,在各总降压变电所之间也可互相联系。冶金企业的总降压变电所中通常设置两台甚至多台电力变压器,由两条或多条进线供电,每台容量可达几千甚至几万千伏安,其二次侧出口分别接到二次母线的各段上,由母线上再引出多条 3 ~ 10kV 线路供电给各用电区的车间变电所,如图 1-4 所示。

在中型冶金企业中一般只建立一个总降压变电所,多由两回线供电。小型工业企业可以不建立总降压变电所,而由相邻企业供电或者几个小型企业联合建立一个共用的总降压变电所,一般仅由电力系统引进一条进线供电。企业中究竟设置多少个总降压变电所,主要视需要容量与供电范围,并通过技术经济综合分析、方案比较后来决定。

一般地,大型工厂和某些负荷较大的中型工厂,常采用 35 ~ 110kV 电源进线,先经总降压变电所将 35 ~ 110kV 的电源电压降至 3 ~ 10kV,然后经过高压配电线路将电能送到各车间变电所,再由 3 ~ 10kV 降至 380 / 220V,最后由低压配电线路将电能送至车间用电设备。这种供电方式称为二次降压供电方式。

二、车间变电所

车间变电所从总降压变电所引出的 6 ~ 10kV 厂区高压配电线路受电,将电压降为低压如 380 / 220 V 对各用电设备直接供电,如图 1-4 所示的变电所 E。各车间内根据生产规模、用电设备的多少、布局和用电量的大小等情况,可设立一个或多个车间变电所。在车间变电所中,设置一台或两台最多不宜超过 3 台、容量一般不超过 1 000kV · A 的电力变压器,而且采取分列运行,这是为了限制短路电流而采取的相应措施。但近年来由于新型开关设备断路容量的提高,车间变压器的容量已可以采用 2 000kV · A 的。车间变电所通过车间低压线路给车间低压用电设备供电,其供电范围一般为 100 ~ 200m。生产车间的高