

电子·教育

工厂供配电技术 (第3版)

张焕丽

严俊 副主编

汪晓凌 主 审



電子工業出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>



欢迎登录 **免费** 获取优质教学资源
http://www.hxedu.com.cn



新编21世纪高等职业教育电子信息类规划教材

通信技术专业

电子线路
信号与系统 (第2版)
通信网基础 (第2版)
现代通信原理 (第3版)
电路分析基础
现代通信技术 (第2版)
数字通信原理与技术
计算机网络与通信 (第3版)
程控交换技术与设备 (第2版)
移动通信与终端 (第2版)
通信工程施工与监理
单片机原理与接口技术 (第3版)
通信技术专业英语
数字信号处理

应用电子技术专业

电路基础
电工基础
电子技术 (第2版)
数字电子技术
低频电子线路 (第2版)
数字逻辑电路 (第2版)
电子测量技术 (第2版)
高频电子线路 (第3版)
VCD/DVD机技术 (第2版)
电工技能与实训 (第2版)
电子技术实训 (第2版)
单片机应用技术 (第3版)
电子技术专业英语 (第3版)
彩色电视机原理与维修
音响设备技术 (第2版)
现代电子设计与制作技术 (第2版)
现代办公设备原理与检修
电热电动机具原理与维修 (第2版)
电子产品生产工艺与管理 (第2版)
EDA技术及应用 (第2版)
DSP技术及应用
模拟电子技术
电路分析基础 (第2版)
电子检测技术

电工电子实践
电子技术项目教程
电路实验与综合训练 (第2版)

电气自动化技术专业

电子CAD技术 (第2版)
电路基础
电子技术基础 (第2版)
电力电子技术 (第2版)
电工技能实训
电子技术实训
MCS-51单片机原理及接口技术 (第2版)
电气控制与PLC原理及应用 (西门子型) (第2版)
电气控制与PLC原理及应用 (欧姆龙机型) (第3版)
自动控制原理与系统 (第2版)
自动控制专业英语
工厂供配电技术 (第3版)
检测技术及应用 (第2版)
变频调速技术与应用 (第2版)
电子CAD技能与实训——Protel 99 SE
计算机监控系统的设计与调试——组态控制技术 (第2版)

机电一体化技术专业

机械制造技术 (第2版)
现代制造技术——机电专业英语
电机与电气控制 (第2版)
传感器与检测技术 (第2版)
Pro/ENGINEER 2001基础教程 (第2版)
工程力学与机械设计基础 (第2版)
单片机与可编程控制器应用技术
电工与电子技术实训
机械制造技术实训
电机与电力拖动 (第2版)
电工技术
电子技术 (第2版)
工程制图
工程制图习题集
机械量精密测量技术
公差配合与测量
机械设计基础 (第2版)
机械制造基础 (第2版)
AutoCAD 2008 工程绘图及实训

单片机C语言编程与实践
电动机与变压器应用技术 (第3版)
电机与电气控制技术
电子电子技术基础
单片机技能与实训

数控技术应用专业

金工实训
数控技术专业英语 (第2版)
数控机床 (第2版)
数控加工编程与操作 (第2版)
CAD/CAM应用技术之一
——Pro/Engineer造型篇
数控机床加工工艺及设备 (第2版)
数控机床故障诊断与维修 (第2版)
数控机床与数控编程技术 (第2版)
数控加工技术与实训 (第2版)
数控技术应用教程——数控车床
数控技术应用教程——数控铣床和加工中心
CAXA制造工程师2006实用教程
数控机床仿真实训 (第2版)
数控车床中、高级工技能考工实训
加工中心中级工、高级工实训教程
数控系统安装与调试——基于工作过程工学结合
课程实施整体解决方案
Pro/Engineer Wildfire 4.0 中文版基础教程

模具设计与制造专业

模具设计与制造基础
模具数控加工技术
UGNX 4 注塑模具设计
UGNX 4 三维造型
NX 5 数控编程精解与实例
MasterCAM X2实用教程
冲压工艺与模具设计
UG NX 5 工业设计精解与实例
就业指导与创业教育 (第2版)
新编计算机应用基础教程 (第3版)

公共课

ISBN 978-7-121-09969-4



定价: 29.00元



策 划: 陈晓明
责任编辑: 陈晓明
责任美编: 王 嵩

本书贴有激光防伪标志, 凡没有防伪标志者, 属盗版图书。

新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材·电气自动化技术专业

工厂供配电技术

(第3版)

张莹 主编

张焕丽 副主编
严俊

汪晓凌 主审

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

全书主要内容有：供电系统概述，工厂变配电所及供配电设备功能和使用，工厂变配电所电气主接线方案，工厂电力网络构成和特点，工厂电力负荷和短路计算，供电线路的导线和电缆使用及选择，工厂供配电系统的保护功能，工厂供配电系统二次回路和自动装置功能，工厂电气照明，工厂供配电故障诊断等。各章均附有习题。

本书在论述工厂供配电系统构成和功能、强调运用维护的同时，特别注重加强系统的实用性，较多地关注供配电系统运行故障处理和诊断检测，提供设备检修的案例作为参考，并介绍相关仪器仪表的使用。在内容的选择上参考职业技能鉴定标准，力图使教材内容与职业教育的要求相吻合。

本书除可作为高职高专教材用书外，也可供从事电力系统运行管理方面的技术人员参考。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有，侵权必究。

图书在版编目（CIP）数据

工厂供配电技术 / 张莹主编. —3 版. —北京：电子工业出版社，2010.1

新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材 · 电气自动化技术专业

ISBN 978-7-121-09969-4

I. 工… II. 张… III. ①工厂—供电—高等学校：技术学校—教材②工厂—配电系统—高等学校：技术学校—教材 IV. TM727.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2009）第 217987 号

策 划：陈晓明

责任编辑：陈晓明 特约编辑：王 芳

印 刷：北京季蜂印刷有限公司

装 订：三河市鹏成印业有限公司

出版发行：电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编：100036

开 本：787×1092 1/16 印张：18.75 字数：480 千字

印 次：2011 年 1 月第 4 次印刷

印 数：3 000 册 定价：29.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：（010）88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线：（010）88258888。

前 言

近年来,我国对高等职业教育培养的各类人才有相当大的需求,要求培养出实际动手能力强,岗位技能水平高,具有现场实践能力的高新技术应用性人才。为适应高等职业教育的需要,并为保证职业教育教材满足职业人员学习的需要,我们在本书第一、二版的基础上进行了修订。

新版教材参考了职业技能鉴定规范及技术工人等级考核标准,除体现“淡化理论,够用为度,培养技能,重在应用”的编写原则外,强化职业技能的应用,帮助学生提高自学水平,提供自学渠道。本书涉及的领域主要是工程应用领域,习题设计时更注重实用性,主要使用客观题和技能题,以强化学生对供电常识的认识,和基本操作的应用。实验(实训)指导环节内容为将来从事供配电职业的人员提供实践参考。提醒读者如何进行电力电气设备检修和诊断,帮助读者近距离了解电力系统运行方式。对企业内从事相关技术的人员也有一定的参考意义。

本书重点论述工厂供配电系统接线方案、常用电气设备、保护类型及设置,除让读者熟悉掌握工厂供配电系统的构成、功能、保护方式以外,更强调系统的运行维护,使读者掌握供配电系统操作、运行、检修、维护等技术要求和技术标准。

本书介绍了供配电系统分析和测试常用的仪器仪表的外观、结构和使用方法,使读者能尽快掌握实际系统维护所需要的仪器仪表知识,也满足电类其他专业知识对仪器仪表使用要求。

本书提供了工厂供配电系统的常用实验(实训)指导,以具体电路的形式指导读者熟练掌握供配电系统的构成,通过实验(实训),熟悉仪器仪表的使用操作技能,熟悉供配电回路的构成,掌握电路分析方法和排除故障方法,对技能培养大有帮助。

全书修订了第一、二版中的错误,继续配有电子教案,方便读者使用。

本书由湖南铁道职业技术学院张莹担任主编,四川绵阳职业技术学院张焕丽、湖南铁道职业技术学院严俊担任副主编。其中,张莹编写了第1、2、3、4、5、7章,张焕丽编写了第6、8、9章,严俊编写了10、11章,由张莹统编全稿,汪晓凌主审全书。

在本书的编写过程中,柳树林、舒振均、唐建国、邓久山、谢凤生教授和朱洪求硕士对本书提出了宝贵建议并审阅了部分章节。杨瀛瑜、李新文高级工程师提供了部分资料,谨在此表示衷心的感谢!

由于编者水平有限,书中难免存在一些缺点和错误,殷切希望广大读者及同行批评指正。

编 者
2009年9月

目 录

第 1 章 供电系统概述	(1)
1.1 绪论	(1)
1.2 工厂供电系统的基本概念	(2)
1.2.1 发电厂	(3)
1.2.2 变配电所	(5)
1.2.3 工厂供电系统示意图	(6)
1.2.4 输送电网	(8)
1.2.5 工厂配电线路	(10)
1.2.6 电力系统的中性点运行方式	(10)
1.2.7 电能用户	(14)
1.2.8 用电负荷的分类	(14)
1.3 电力系统的电压	(15)
1.3.1 供电质量的主要指标	(15)
1.3.2 额定电压的国家标准	(16)
1.3.3 工厂供电电压的选择	(18)
本章小结	(19)
习题 1	(20)
第 2 章 工厂变配电所及供电设备	(22)
2.1 工厂变配电所的作用、类型和位置	(22)
2.2 工厂变配电所常用的高、低压电气设备	(23)
2.2.1 工厂变配电所常用的高压电气设备	(23)
2.2.2 电流互感器和电压互感器	(32)
2.2.3 工厂变配电所常用的低压电气设备	(38)
2.3 电力变压器	(46)
2.3.1 工厂变电所常用电力变压器的结构和类型	(46)
2.3.2 三相电力变压器的连接组别	(48)
2.3.3 工厂变电所中变压器的过负荷能力	(50)
2.3.4 变压器的并列运行	(52)
2.3.5 变压器的操作及维护	(53)
2.4 成套配电装置	(55)
2.4.1 成套配电装置分类与特点	(55)
2.4.2 高压成套配电装置(高压开关柜)	(55)
2.4.3 低压成套配电装置	(57)
2.4.4 动力配电箱和照明配电箱	(57)
2.4.5 变配电所配电装置图的读图	(58)

2.5	工厂变配电所的电气主接线	(60)
2.5.1	对电气主接线的基本要求	(60)
2.5.2	主接线的基本接线方式	(62)
2.5.3	车间变电所的电气主接线	(63)
2.5.4	变配电所电气主接线的读图	(66)
2.5.5	变配电所电气主接线实例分析	(68)
2.6	工厂变配电所的布置与结构	(70)
2.6.1	工厂变配电所总体布置要求	(70)
2.6.2	变配电所的总体布置方案	(70)
2.6.3	变配电所的结构	(72)
2.6.4	组合变电所	(75)
	本章小结	(77)
	习题2	(78)
第3章	工厂电力网络	(82)
3.1	工厂电力网络的基本接线方式	(82)
3.1.1	高压配电线路的接线方式	(82)
3.1.2	低压配电线路的接线方式	(84)
3.2	工厂架空线路	(85)
3.2.1	工厂架空线路的结构	(85)
3.2.2	工厂架空线路的运行管理和检修	(89)
3.2.3	架空绝缘线路	(91)
3.3	工厂电缆线路	(91)
3.3.1	电缆的结构、型号及敷设	(91)
3.3.2	电缆线路的运行维护	(95)
3.3.3	电缆故障的确定	(95)
3.4	车间内配电线路	(100)
3.4.1	车间线路的结构和敷设	(100)
3.4.2	车间动力电气平面布线图	(101)
3.4.3	车间内照明供电方式	(102)
3.4.4	车间配电线路的运行维护	(103)
3.5	线路运行时突然停电的处理	(104)
	本章小结	(104)
	习题3	(105)
第4章	工厂电力负荷计算及短路计算	(107)
4.1	工厂的电力负荷和负荷曲线	(107)
4.1.1	工厂常用的用电设备	(107)
4.1.2	工厂用电设备容量的确定	(109)
4.1.3	负荷曲线	(111)
4.2	工厂计算负荷的确定	(112)

4.2.1	概述	(112)
4.2.2	单个用电设备的负荷计算	(113)
4.2.3	用电设备组计算负荷的确定	(113)
4.2.4	单相用电设备计算负荷的确定	(118)
4.2.5	工厂电气照明负荷的确定	(118)
4.2.6	全厂计算负荷的确定	(119)
4.2.7	工厂的功率因数及无功补偿	(121)
4.2.8	尖峰电流的计算	(123)
4.3	短路计算	(125)
4.3.1	短路故障的原因	(125)
4.3.2	短路故障的种类	(125)
4.3.3	短路参数	(126)
4.3.4	无限大容量电源供电系统短路电流计算	(128)
4.3.5	短路的效应及危害	(135)
	本章小结	(137)
	习题 4	(137)
第 5 章	供电线路的导线和电缆	(140)
5.1	导线和电缆型号的选择	(140)
5.1.1	工厂常用架空线路裸导线型号的选择	(140)
5.1.2	工厂常用电力电缆型号的选择	(140)
5.1.3	工厂常用绝缘导线型号及选择	(141)
5.2	导线和电缆截面的选择	(141)
5.2.1	按发热条件选择导线和电缆的截面	(142)
5.2.2	按经济电流密度选择导线和电缆的截面	(144)
5.2.3	按机械强度校验导线截面	(145)
5.2.4	线路电压损耗的计算	(146)
5.2.5	母线的选择	(149)
	本章小结	(150)
	习题 5	(150)
第 6 章	工厂供配电系统的保护	(152)
6.1	供配电系统保护装置的作用和要求	(152)
6.2	常用保护继电器的类型与结构	(154)
6.2.1	电磁式电流和电压继电器	(154)
6.2.2	电磁式中间继电器	(155)
6.2.3	电磁式信号继电器	(156)
6.2.4	电磁式时间继电器	(156)
6.2.5	感应式电流继电器	(157)
6.3	工厂高压线路继电保护	(158)
6.3.1	电流互感器与电流继电器的接线方式	(159)

6.3.2	线路过电流保护	(161)
6.3.3	电流速断保护	(166)
6.3.4	线路的过负荷保护	(169)
6.3.5	单相接地保护	(169)
6.4	电力变压器的保护	(172)
6.4.1	电力变压器保护装置的设置	(172)
6.4.2	变压器的继电保护	(173)
6.4.3	变压器的单相保护	(180)
6.5	工厂低压供电系统的保护	(180)
6.5.1	熔断器保护	(180)
6.5.2	低压断路器保护	(182)
6.5.3	漏电保护	(184)
6.6	电气设备的防雷与接地	(186)
6.6.1	过电压与防雷	(186)
6.6.2	接地	(191)
	本章小结	(198)
	习题 6	(198)
第 7 章	工厂供配电系统二次接线与自动装置	(201)
7.1	二次接线的基本概念和二次回路图	(201)
7.2	断路器控制回路信号系统与测量仪表	(205)
7.2.1	控制回路	(205)
7.2.2	信号电路	(208)
7.2.3	测量仪表	(208)
7.3	绝缘监察装置	(212)
7.4	备用电源自动投入装置及自动重合闸装置	(213)
7.4.1	备用电源自动投入装置 (APD)	(213)
7.4.2	自动重合闸装置 (ARD)	(215)
7.5	计算机在工厂供电中的应用	(220)
7.5.1	计算机在工厂供电设计计算中的应用	(220)
7.5.2	工厂供电系统的计算机实时监控	(221)
7.5.3	计算机在继电保护及自动装置中的应用	(221)
	本章小结	(222)
	习题 7	(223)
第 8 章	工厂电气照明	(225)
8.1	电光源	(225)
8.1.1	概述	(225)
8.1.2	工厂常用的电光源	(227)
8.1.3	工厂常用灯具的选择与布置	(231)
8.1.4	照度标准	(234)

8.2 照明的供电方式及线路控制	(235)
本章小结	(236)
习题 8	(236)
第 9 章 工厂的节约用电	(238)
9.1 节约用电的意义、方法和途径	(238)
9.1.1 节约用电的意义	(238)
9.1.2 节约用电的科学管理方法	(238)
9.1.3 节约用电的一般措施	(238)
9.2 提高功率因数的方法	(239)
9.2.1 提高自然功率因数	(239)
9.2.2 采用人工补偿装置提高功率因数	(240)
本章小结	(245)
习题 9	(245)
第 10 章 工厂供配电安全技术措施及检修仪表	(247)
10.1 电气维护及检修的安全技术措施	(247)
10.1.1 停电	(247)
10.1.2 验电	(248)
10.1.3 装设接地线	(248)
10.1.4 悬挂标示牌及装设遮栏	(249)
10.2 检修仪表	(250)
10.2.1 常用检修仪表	(250)
10.2.2 特殊检修仪表	(254)
10.3 电力设备的红外诊断	(255)
10.3.1 电力设备故障红外诊断的原理和特点	(255)
10.3.2 红外诊断的仪器及选用	(257)
本章小结	(257)
习题 10	(258)
第 11 章 实训指导	(259)
11.1 实训须知	(259)
11.2 高压电器认识实训	(260)
11.3 低压电器认识实训	(261)
11.4 低压漏电保护实训	(264)
11.5 电磁式继电器整定实训	(266)
11.6 定时限过电流保护实训	(269)
11.7 感应式继电器动作特征实训	(271)
11.8 反时限过电流保护实训	(274)
11.9 接地电阻测量实训	(276)
附表	(278)
参考文献	(286)

第1章 供电系统概述

内容提要

本章概述工厂供配电技术的一些基本知识和基本问题。首先介绍供配电系统的基本情况，主要介绍工厂内供电系统的构成，各主要构成环节的作用及名称；其次介绍典型的各类工厂供配电系统及相关知识，主要介绍电力系统中性点运行方式；最后介绍工厂供配电电压等级和电网及用电设备、变压器的额定电压等级。

1.1 绪论

电能在日常生活中扮演着越来越重的角色，社会的各行各业都离不开电能。电能有很多优点，它能够转换为其他能量（机械能、热能、光能、化学能等）。电能的输配易于实现。电能可以做到比较精确的控制、计算和测量，应用灵活。因此，电能工农业、交通运输业以及人民的日常生活中得到越来越多的应用。作为一名工业电气技术人员应该掌握安全、可靠、经济、合理地供配电能和使用电能的技术。

在工厂里，电能虽然是工业生产的主要能源和动力，但是它在产品成本中所占的比重一般很小（除电化工业外）。例如，在机械工业中，电费开支仅占产品成本的5%左右。从投资额来看，一般机械类工厂在供电设备上的投资，也仅占总投资的5%左右。电能工业生产中的重要性，并不在于它在产品成本中或投资额中所占比重的多少，而在于工业生产实现电气化以后可以大大增加产量，提高产品质量，提高劳动生产率，降低劳动成本，减轻工人的劳动强度，改善工人的劳动条件，有利于实现生产过程自动化。从另一方面说，如果工厂的电能供应突然中断，则对工业生产可能造成严重的后果。例如，某些对供电可靠性要求很高的工厂，即使是极短时间的停电，也会引起重大设备损坏，或引起大量产品报废，甚至可能发生重大的人身事故，给国家和人民带来经济上甚至政治上的重大损失。

因此，工厂供配电工作对于发展工业生产，实现工业现代化，具有十分重要的意义。由于能源节约是工厂供配电工作的一个重要方面，而能源节约对于国家经济建设具有十分重要的战略意义，因此必须做好工厂供配电工作。

工厂供配电工作要很好地为工业生产服务，切实保证工厂生产和生活用电的需要，并做好节能工作，就必须达到以下基本要求：

- （1）安全。在电能的供应、分配和使用中，不应发生人身事故和设备事故。
- （2）可靠。应满足电能用户对供电可靠性的要求。
- （3）优质。应满足电能用户对电压和频率等质量的要求。
- （4）经济。供电系统的投资要少，运行费用要低，并尽可能地节约电能和减少有色金属消耗量。

此外，在供电工作中，应合理地处理局部和全局、当前和长远等关系，既要照顾局部和当前利益，又要有全局观点，能顾全大局，适应发展。例如，计划供用电的问题，就不能只考虑一个单位的局部利益，更要有全局观点。

本课程的任务，主要是讲述中小型机械类工厂内部的电能供应和分配问题，并讲述电气照明，使学生初步掌握中小型工厂供配电系统的基本知识和供配电技术的基本操作技能，为今后从事工厂供配电技术工作奠定一定的基础。

1.2 工厂供配电系统的基本概念

电能是由发电厂生产的，但发电厂往往距离城市和工业中心很远，这就需要将电能经过线路输送到城市或工业企业。为了减少输电时的电能损耗，输送电能时要升压，采用高压输电线路将电能输送给用户，同时为了满足用户对电压的要求，输送到用户之后还要经过降压，而且还要合理地将电能分配到用户或生产车间的各个用电设备。

为了提高供电的可靠性和经济性，将各发电厂通过电力网连接起来并联运行，组成庞大的联合动力系统。将各种类型发电厂中的发电机、升压降压变压器、输电线路以及各种用电设备组联系在一起构成的统一的整体就是电力系统，用以实现完整的发电、输电、变电、配电和用电，图 1.1 为从发电到供电的示意图，图 1.2 为电力系统的示意图（本书 380V/220V 即为 380V/220V）。

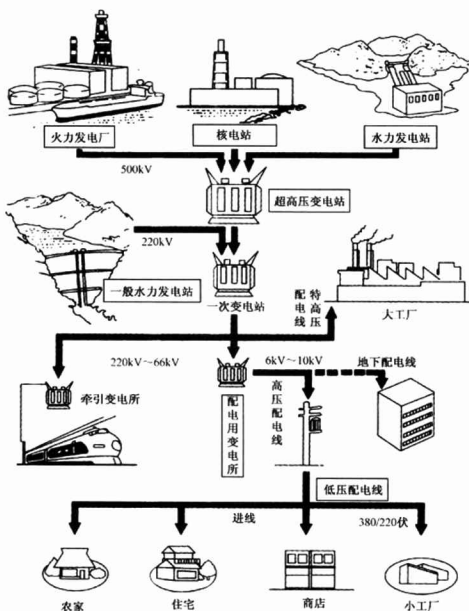


图 1.1 从发电到供电的示意图

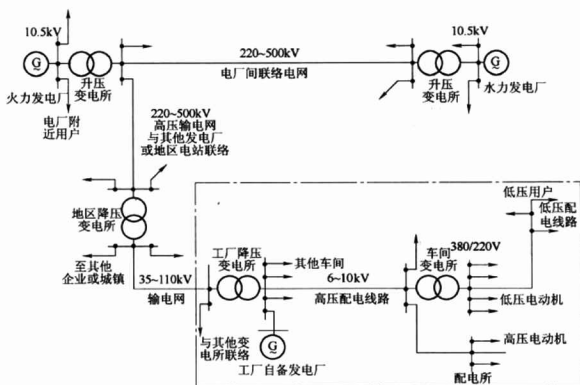


图 1.2 电力系统示意图

发电机生产的电能受发电机制造电压的限制，不能远距离输送。因此，通常使发电机的电压经过升压达 $220\sim 500\text{kV}$ ，再通过超高压远距离输电网送往远离发电厂的工业集中地区，通过那里的区域降压变电所将电压降到 $35\sim 110\text{kV}$ ，然后再用 $35\sim 110\text{kV}$ 的高压输电线路将电能送至工厂降压变电所降至 $6\sim 10\text{kV}$ 配电或终端变电所，如图 1.3 所示。

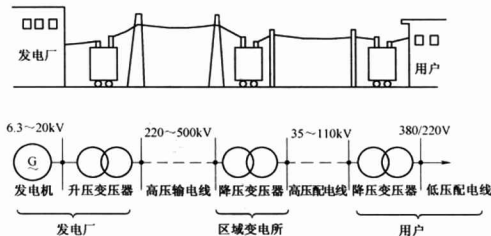


图 1.3 从发电厂到用户的送电过程示意图

下面简要介绍一下电能的生产、变压、输配和使用等几个环节。

1.2.1 发电厂

发电厂是生产电能的工厂。它把其他形式的能源，如煤炭、石油、天然气、水能、原子核能、风能、太阳能、地热、潮汐能等，通过发电设备转换为电能。我国以火力发电为主，其次是水力发电和原子能发电。

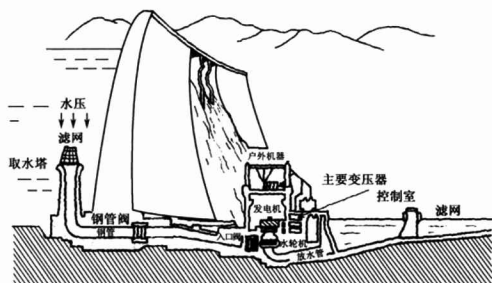
1. 火力发电厂

火力发电厂，简称火电站或火电厂，是指用煤、油、天然气等为燃料的发电厂。我国

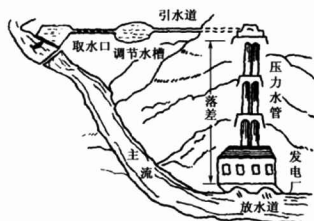
的火电厂以燃煤为主。为了提高燃料的效率，现代火电厂都将煤块粉碎成煤粉燃烧。煤粉在锅炉的炉膛内充分燃烧，将锅炉内的水烧成高温高压的水蒸气，推动汽轮机转动，带动与它连轴的发电机发电。其能量转换过程是：燃料的化学能→热能→机械能→电能。现代火电厂一般都考虑了“三废”（废水、废气、废渣）的综合利用，并且不仅发电，而且供热。这类兼供热能的火电厂称为热电厂或热电站。

2. 水力发电厂

水力发电厂，简称水电厂或水电站，它是把水的位能和动能转变成电能的发电厂，主要分为堤坝式水力发电厂和引水道式水力发电厂。图 1.4 即为这两种水电厂工作示意图。



(a) 堤坝式水力发电厂



(b) 引水道式水力发电厂

图 1.4 堤坝式水电站和引水道式水电站的工作示意图

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。由于水电厂的发电容量与水电厂所在地点上下游水位差及流过水轮机水量的乘积成正比，所以建造水电厂必须用人工的方法来提高水位。最常用的方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，电厂就建在堤坝的后面。这类水电厂即为堤坝式水电厂。我国一些大型水电厂包括三峡水电站都属于这种类型。三峡水电站建成后坝高 185m，水位 175m，总装机容量为 1 820 万千瓦，年发电量可达 847 亿千瓦时（度），居世界首位。另一

种提高水位的方法，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厂。这类水电厂就是引水式水电厂。还有一类水电厂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。这类水电厂称为混合式水电厂。

3. 原子能发电厂

原子能发电厂又称核电站，如我国秦山、大亚湾核电站，是利用核裂变能量转化为热能，再按火力发电厂方式发电的，只是它的“锅炉”为原子能反应堆，以少量的核燃料代替了大量的煤炭。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，而且核电站的建设具有重要的经济和科研价值，所以世界上很多国家都很重视核电建设，核电占整个发电量的比重逐年增长。

1.2.2 变配电所

变电所起着变换电能电压、接受电能与分配电能的作用，是联系发电厂和用户的中间环节。如果变电所只用以接受电能和分配电能，则称为配电所。图 1.5 是一大型变电所的结构示意图。

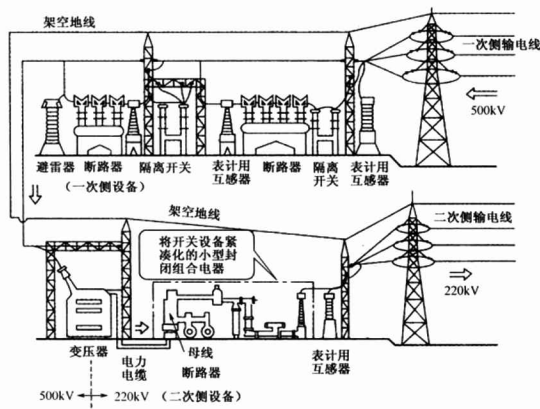


图 1.5 变电所的结构示意图

变电所有升压和降压之分。升压变电所多建在发电厂内，把电能电压升高后，再进行长距离输送。降压变电所多设在用电区域，将高压电能适当降低电压后，对某地区或用户供电。降压变电所又可分为以下三类。

1. 地区降压变电所

地区降压变电所又称为一次变电站，位于一个大用电区或一个大城市附近，从 220~

500kV 的超高压输电网或发电厂直接受电,通过变压器把电压降为 35~110kV,供给该区域的用户或大型工厂用电。其供电范围较大,若全地区降压变电所停电,将使该地区中断供电。

2. 终端变电所

终端变电所又称二次变电站,多位于用电的负荷中心,高压侧从地区降压变电所受电,经变压器降到 6~10kV,对某个市区或农村城镇用户供电。其供电范围较小,若全终端变电所停电,则只是该部分用户中断供电。

3. 工厂降压变电所及车间变电所

工厂降压变电所又称工厂总降压变电所,与终端变电所类似,它是对企业内部输送电能的中心枢纽。车间变电所接受工厂降压变电所提供的电能,将电压降为 220/380V,对车间各用电设备直接供电。

(1) 工厂降压变电所。一般大型工业企业均设工厂降压变电所,把 35~110kV 电压降为 6~10kV 电压向车间变电所供电。为了保证供电的可靠性,工厂降压变电所大多设置两台变压器,由单条或多条进线供电,每台变压器容量可从几千伏安到几万伏安。供电范围由供电容量决定,一般在几千米以内。

(2) 车间变电所。车间变电所将 6~10kV 的高压配电电压降为 380/220V,对低压用电设备供电。供电范围一般只在 500m 以内。

在一个生产厂房或车间内,根据生产规模、用电设备的布局设立一个或几个车间变电所。几个相邻且用电量都不大的车间,可以共同设立一个车间变电所。车间变电所的位置可以选择在这几个车间的负荷中心附近,也可以选择在其中用电量最大的车间内。车间变电所一般设置 1 或 2 台变压器,单台变压器的容量通常为 1000kVA 及以下,最大不宜超过 2000kVA。

1.2.3 工厂供配电系统示意图

一般中型工厂的电源进线电压为 6~10kV。电能先经高压配电所集中,再由高压配电线路将电能分送到各车间变电所,或由高压配电线路直接供给高压用电设备。车间变电所内装有电力变压器,将 6~10kV 的高压降为一般低压用电设备所需的电压 (380/220V),然后由低压配电线路分送给各用电设备使用。

图 1.6 是一个比较典型的中型工厂供电系统的系统图。本图未绘出各种开关电器(除母线和低压联络线上装设的开关外),而且只用一根线来表示三相线路,即绘成单线图的形式。

从图 1.6 可看出,该厂的高压配电所有两条 6~10kV 的电源进线,分别接在高压配电所的两段母线上。这两段母线间装设有一个分段隔离开关,形成所谓“单母线分段制”。在任一电源进线发生故障或进行检修而被切除后,可以利用分段隔离开关来恢复对整个配电所的供电,即分段隔离开关闭合后由另一条电源进线供电给整个配电所。这类接线的配电所通常的运行方式是:分段隔离开关闭合,整个配电所由一条电源进线供电,其电源通常来自公共电网(电力系统),而另一条电源进线作为备用,

通常由邻近单位取得备用电源。

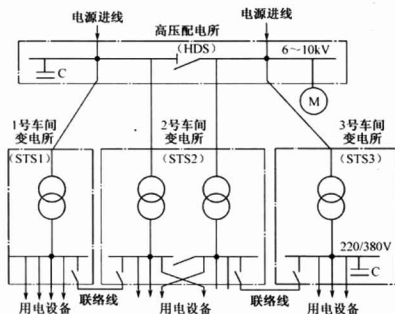


图 1.6 中型工厂供电系统的系统图

这个高压配电所有四条高压配电线，供电给三个车间变电所，其中 1 号车间变电所和 3 号车间变电所都只装有一台配电变压器，而 2 号车间变电所装有两台配电变压器，并分别由两段母线供电，其低压侧又采用单母线分段制，因此对重要的用电设备可由两段母线交叉供电。车间变电所的低压侧设有低压联络线相互连接，以提高供电系统运行的可靠性和灵活性。此外，该高压配电所还有一条高压配电线，直接供电给一组电动机；另有一条高压线，直接与一组并联电容器相连。3 号车间变电所低压母线上也连接有一组并联电容器。这些并联电容器都是用来补偿无功功率以提高功率因数。

对于大型工厂及某些电源进线电压为 35kV 及以上的中型工厂，一般经过两次降压。也就是电源进厂以后，先经总降压变电所，其中装有较大容量的电力变压器，将 35kV 及以上的电源电压降为 6~10kV 的配电电压，然后通过高压配电线将电能送到各个车间变电所。也有的经高压配电所再送到车间变电所。最后经配电变压器降为一般低压用电设备所需的电压，其系统图如图 1.7 所示。

有的 35kV 进线的工厂，只经一次降压，即 35kV 线路直接引入靠近负荷中心的车间变电所，经车间变电所的配电变压器直接降为低压用电设备所需的电压，如图 1.8 所示。这种供电方式称为高压深入负荷中心的直配方式。这种直配方式可以省去一级中间变压，从而简化了供电系统，节约有色金属，降低电能损耗和电压损耗，提高供电质量。然而这要根据厂区的环境条件是否满足 35kV 架空线路深入负荷中心的“安全走廊”

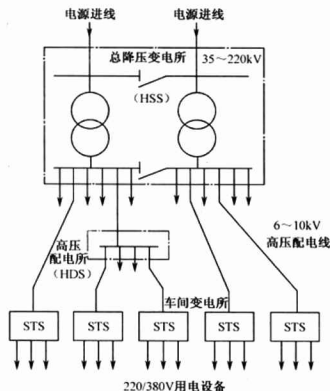


图 1.7 具有总降压变电所的工厂供电系统图