



高职高专电气工程类专业“十二五”规划系列教材



发电厂及变电所电气设备

FADIANCHANG JI BIANDIANSUO DIANQISHEBEI

■ 盛国林 陕春玲 主编



YZLI0890121691



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

高职高专电气工程类专业“十二五”规划系列教材

发电厂及变电所电气设备

图在编目(CIP)编目

主编 盛国林 陕春玲 副主编 夏敏静 鲁明芳 参编 王恺 周皓 陈春海 陈亚萍 戴盼攀

主 编 盛国林 陕春玲

副主编 夏敏静 鲁明芳

参 编 王 恺 周 皓 陈春海

陈亚萍 戴盼攀



YZLI0890121691

华中科技大学出版社

中国·武汉

内 容 简 介

本书为高职高专电气工程类专业“十二五”规划系列教材。

全书共分 14 章,主要内容包括绪论、电力系统中性点的运行方式、电力系统的短路、电弧的基本理论、高压开关电器、互感器、载流导体及绝缘子、限流电器、电力系统接线、电力系统配电装置、防雷与接地、电气设备的选择、电气总布置和电力系统计算机监控技术。本书在编写过程中坚持培养目标的要求,注重实用,力求结合我国生产实际,突出教材特点。

本书主要作为高职高专院校电气工程类和电力技术类专业的教材,也可作为电力行业技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

发电厂及变电所电气设备/盛国林 陕春玲 主编. —武汉:华中科技大学出版社,2012.1

ISBN 978-7-5609-7623-5

I. 发… II. ①盛… ②陕… III. ①发电厂-电气设备-高等教育-教材
②变电所-电气设备-高等教育-教材 IV. TM6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 270717 号

发电厂及变电所电气设备

盛国林 陕春玲 主编

策划编辑:谢燕群

责任编辑:江 津

封面设计:范翠璇

责任校对:代晓莺

责任监印:张正林

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录 排:禾木图文工作室

印 刷:华中科技大学印刷厂

开 本:710mm×1000mm 1/16

印 张:15

字 数:346 千字

版 次:2012 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

定 价:29.80 元



华中出版

本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

前 言

“发电厂及变电所电气设备”是高职高专院校电气类专业的专业核心课,具有实践性强、应用性广的特点。因此,在教学过程中应结合实习实训、教具模型及多媒体教学手段,加强学生对发电厂及变电所电气设备的感性认识。

为适应我国电力发展对人才的需要,根据《国务院关于大力发展职业教育的决定》和教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》等文件精神,我们组织了有丰富实践经验和教学经验的老师编写了本书。本书力求结合我国电力系统的实际情况,紧密联系生产实际,注重知识内容的前瞻性,内容通俗、简要、易学、易懂、易会,图文并茂,突出了新知识、新技术、新方法、新工艺的引进与运用,体现了职业教育的性质、任务和培养目标,符合职业教育的课程教学基本要求和有关岗位资格和技术等级要求,符合职业教育的特点和规律,符合国家有关部门颁发的技术质量标准。

本书由三峡电力职业学院盛国林、陕春玲主编,夏敏静、鲁明芳(三峡大学科技学院)副主编,王恺、周皓、陈春海、陈亚萍、戴盼攀等人参与部分章节的编写。

本书在编写过程中还得到了许多同行的帮助与支持,在此一并表示衷心的感谢。由于编者水平有限,加之时间仓促,书中难免有不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2011年11月

目 录

第 1 章 绪论	(1)
1.1 我国电力工业的发展	(1)
1.2 电力系统概述	(2)
1.3 电气设备及其额定参数	(10)
1.4 电能质量的主要指标	(13)
复习与思考题	(15)
第 2 章 电力系统中性点的运行方式	(16)
2.1 中性点不接地系统	(16)
2.2 中性点经消弧线圈接地系统	(18)
2.3 中性点直接接地系统	(19)
2.4 中性点不同接地方式的比较及其应用范围	(20)
复习与思考题	(22)
第 3 章 电力系统的短路	(23)
3.1 短路的类型及计算假设	(23)
3.2 标么值	(25)
3.3 三相短路电流计算	(27)
3.4 不对称短路电流的计算	(32)
复习与思考题	(38)
第 4 章 电弧的基本理论	(39)
4.1 电弧的形成与去游离	(39)
4.2 熄灭电弧的措施	(42)
4.3 电弧的特性及其分析	(44)
4.4 接触电阻的概念	(46)
复习与思考题	(49)
第 5 章 高压开关电器	(50)
5.1 概述	(50)
5.2 油断路器	(52)
5.3 真空断路器	(57)
5.4 SF ₆ 断路器	(58)
5.5 断路器的操动机构	(61)
5.6 隔离开关	(64)
5.7 高压负荷开关	(68)

复习与思考题	(69)
第 6 章 互感器	(70)
6.1 互感器概述	(70)
6.2 电流互感器	(71)
6.3 电压互感器	(76)
复习与思考题	(82)
第 7 章 载流导体及绝缘子	(83)
7.1 裸导线	(83)
7.2 电缆	(91)
7.3 绝缘子	(94)
复习与思考题	(97)
第 8 章 限流电器	(98)
8.1 限流电抗器	(98)
8.2 分裂变压器	(103)
复习与思考题	(104)
第 9 章 电力系统接线	(105)
9.1 电力系统接线方式	(105)
9.2 发电厂、变电所主接线	(106)
9.3 主接线方案的拟订	(120)
复习与思考题	(132)
第 10 章 电力系统配电装置	(133)
10.1 配电装置概述	(133)
10.2 屋内配电装置	(138)
10.3 屋外配电装置	(144)
复习与思考题	(152)
第 11 章 防雷与接地	(153)
11.1 防雷与过电压	(153)
11.2 防雷设备及其选择	(155)
11.3 架空线路的防雷保护	(160)
11.4 变配电所的防雷保护	(163)
11.5 变电所接地装置与接地电阻的计算	(165)
复习与思考题	(168)
第 12 章 电气设备的选择	(169)
12.1 电器和载流导体的发热	(169)
12.2 电器和载流导体的电动力效应	(176)
12.3 电气设备选择的一般条件	(179)
12.4 高压开关电器的选择	(182)

12.5 母线、电缆和绝缘子的选择	(186)
12.6 互感器的选择	(197)
复习与思考题	(203)
第 13 章 电气总布置	(204)
13.1 主变压器场地布置	(204)
13.2 电气总布置	(207)
复习与思考题	(212)
第 14 章 电力系统计算机监控技术	(213)
14.1 电力系统计算机监控技术概述	(213)
14.2 计算机监控系统的基本功能	(214)
14.3 计算机监控系统的结构和硬件配置	(216)
14.4 计算机监控系统设计	(220)
14.5 计算机监控系统的抗干扰	(225)
复习与思考题	(229)
参考文献	(230)

第1章 绪论

1.1 我国电力工业的发展

电力工业是国民经济的重要部门之一,是一种将煤、石油、天然气、水能、核能、风能等一次能源转换成电能这种二次能源的工业。它为国民经济其他各部门的快速、稳定发展提供了足够的动力,其发展水平既反映一个国家经济发达程度的重要标志,又和人民群众的日常生活有着密切的关系。只有电力工业先行,电力工业的发展优先于其他工业部门的发展,整个国民经济才能不断前进。

世界上第一个发电站于1882年在美国纽约市建立,其机组容量只有30 kW。此后,随着生产和科学技术的进步,电力工业有了迅速的发展,特别是近半个世纪以来发展得更快。据统计,截至1997年年底,全世界发电厂的总装机容量已达3 133 000 MW,最高交流输电电压已超过1 000 kV。从世界各国经济发展的进程来看,国民经济每增长1%,就要求电力工业增长1.3%~1.5%。因此,一些工业发达的国家几乎是每7~10年(个别的为5~6年)装机容量就要增长一倍。

我国具有极其丰富的能源资源。最新统计显示,全国水能资源的蕴藏量为694 000 MW(其中可开发利用的约为402 000 MW),居世界首位。此外,煤、石油、天然气等资源也很丰富。这些优越的自然条件为我国电力工业的发展提供了良好的物质基础。但是,旧中国的电力工业的发展步履蹒跚,发展缓慢,直至1949年新中国成立,全国总装机容量才有185 kW,年发电量43亿kW·h,居世界第25位。110 kV电压等级的电力系统仅东北有两个,总容量不超过72 kW。发电厂大部分集中在东北和沿海城市,设备陈旧,类型庞杂,规格极不统一,且效率低下,安全可靠性能很差。新中国成立后,在党和政府的领导下,我国的电力工业有了很大的发展。到1973年我国发电装机总容量和年发电量已分别为1949年的21倍和65倍,特别是进入20世纪80年代,随着改革开放的深入发展,我国电力工业的发展更快,到1987年全国发电装机容量突破了100 000 MW,截至2004年5月底,我国总发电装机容量已突破了400 000 MW大关,达到400 600 MW,2005年年底达到508 410 MW,并跃升到世界第2位,成为一个世界电力大国。电力工业的发展为我国国民经济的高速发展做出了巨大的贡献。

不仅如此,目前我国的电力工业已经开始进入“大电网”、“大机组”、“超高压交、直流输电”、“电网调度自动化”、“状态检修”等高新技术发展的新阶段,一些世界水平的先进高新技术,已在我国电力系统中得到了广泛应用。举世无双的三峡水电厂(总装机容量为1 820 MW)已经在2003年开始投产发电,2009年全部机组发电后,进一

步促进了全国统一电力系统的形成。500 kV 的超高压交流输电线路已经遍及全国各地,而 750 kV 的超高压交流输电线路也已建成投入运营;±500 kV 的超高压直流输电线路已投入运营。所有这些,都证明我国电力工业在技术上已经走在世界的前列。

但是,近年来随着我国国民经济的高速发展与人民生活用电的急剧增长,电力工业的发展仍不能满足整个社会发展的需要,未能起到很好的先行作用,仅以 2004 年夏季的供电负荷高峰期为例,全国总共缺电 30 000 MW 左右,有 24 个省区都先后出现了拉闸限电的现象。另外,我国人口众多,在发展中国家中,人均用电量也只处于中等水平,尚不及全世界人均用电量的一半。因而,要实现在 21 世纪初全面建设小康社会的目标,我国的电力工业还必须持续、稳步、大力发展,一方面要大力加强电力工程建设,搞好“西电东送”,以确保电力先行;另一方面,要继续深化电力体制改革,实施厂网分开、竞价上网,并建立起符合社会主义市场经济法则的、规范的电力市场。我们坚信:中国电力工业必将展现更加美好的前景,中国一定能够成为世界电力强国。

1.2 电力系统概述

1.2.1 电力系统相关概念

为了提高供电的可靠性和经济性,目前已将广泛分散于各地区的众多发电厂用电力网连接起来并联工作,以期实现大容量、远距离的输送,将电能输送到远方的电力负荷中心。这些由发电厂、升压变电所、输电线路、降压变电所及电力用户所组成的统一整体,称为电力系统。电力系统加上带动发电机转动的动力装置构成的整体称为动力系统。其中,由各类升压变电所、输电线路、降压变电所组成的电能传输和分配的网络称为电力网。

电力网按照结构特征可分为开式电力网和闭式电力网两种。凡用户只能从单方面得到供电的称为开式电力网;用户可以从两个或两个以上方面得到供电的称为闭式电力网。电力网按其供电容量、供电范围的大小及电压等级的高低可以分为地方电力网、区域电力网,以及超高压远距离输电网络等三种类型。地方电力网是指电压不超过 110 kV、输电距离在几十千米以内的电力网,主要是城市、工矿农村等的配电网络。区域电力网则是把范围较广地区的发电厂联系在一起,而且输电线路较长、用户类型也较多的配电网。在我国,目前区域电力网主要是电压为 220 kV 级的电力网,基本上各省(区)都有。超高压远距离输电网络主要由电压为 330~500 kV 及以上的远距离输电线路所组成,它担负着将远区发电厂的功率送往负荷中心的任务,同时还联系几个区域电力网,以形成跨省(区)的、全国的,甚至国与国之间的联合电力系统。

电力网中的变电所除了可分为升压变电所、降压变电所外,还可以分为系统枢纽变电所、地区变电所、中间变电所及终端变电所等。枢纽变电所一般汇集多个电源和

大容量联络线,且容量大,处于联系电力系统各部分的中枢位置,其地位非常重要;中间变电所则处于发电厂和负荷中心之间,从这里可以转送或抽引一部分负荷;终端变电所一般都是降压变电所,它只是负责供应一个局部地区的负荷而不承担转送功率。

动力系统、电力系统和电力网的示意图如图 1-1 所示。

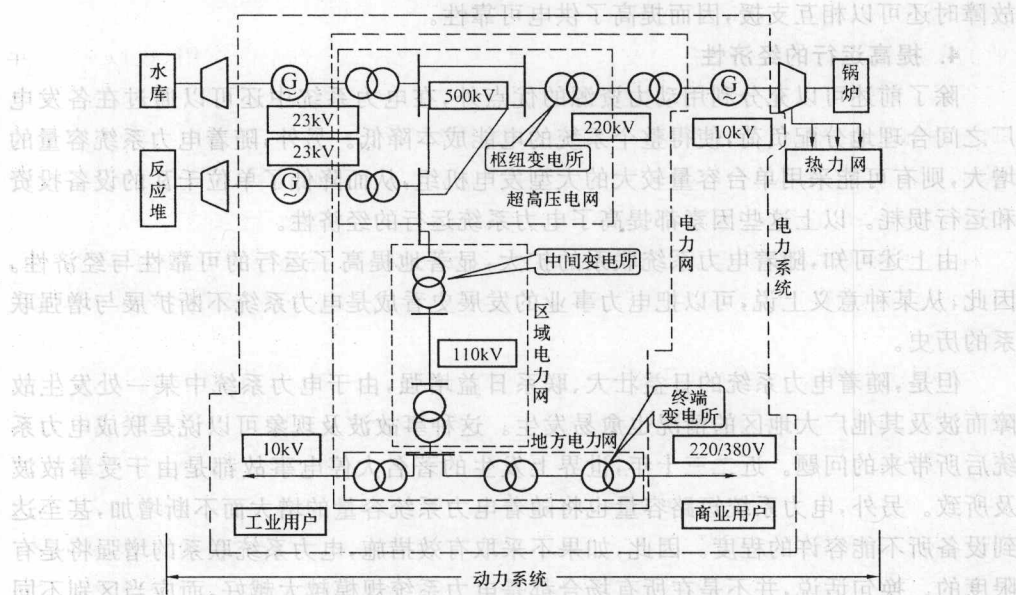


图 1-1 电力系统、动力系统和电力网的示意图

1.2.2 电力系统联系的优越性与存在的问题

实践证明,将各孤立运行的发电厂通过电力网连接起来,形成并联运行的电力系统,将在技术和经济上带来极大好处。

1. 减少系统中的总装机容量

由于负荷特性、地理位置等的不同,电力系统中各发电厂孤立运行时的最大负荷并不是同时出现的,因此系统的综合最大负荷小于各个发电厂单独供电时的最大负荷的总和,从而,相应地可减少系统中的总装机容量。

2. 合理利用动力资源,充分发挥水力发电厂的作用

如果不形成电力系统,很多能源就难以得到充分利用。例如,水力发电厂的出力取决于河流的来水情况,一年中的水流情况受自然条件影响较大,很难与电力负荷相适应,易造成枯水季节出力不足而在丰水季节却要弃水的情况。水力发电厂在联入电力系统后,在运行情况方面就可以与火力发电厂相互配合和调剂。在丰水季节,可以让水力发电厂尽量多地发电,而减少火力发电厂的出力,节省燃料;而在枯水季节,则让水力发电厂担负尖峰负荷,火力发电厂担负固定的基本负荷。这样既充分利用了水能资源,又提高了火力发电厂的运行效率,降低了煤耗。

3. 提高供电的可靠性

通常,孤立运行的发电厂必须单独装设一定的备用容量,以防止机组检修或出现事故时中断对用户的供电。但在联成电力系统后,则随着系统容量的增大,不仅可以减少备用机组的台数与容量,提高设备的利用率,而且不同发电厂之间在电厂或线路故障时还可以相互支援,因而提高了供电可靠性。

4. 提高运行的经济性

除了前述可以充分利用动力资源的优点外,在电力系统中还可以通过在各发电厂之间合理地分配负荷,使得整个系统的电能成本降低。另外,随着电力系统容量的增大,则有可能采用单台容量较大的大型发电机组,从而降低了单位千瓦的设备投资和运行损耗。以上这些因素都提高了电力系统运行的经济性。

由上述可知,随着电力系统联系的扩大,显著地提高了运行的可靠性与经济性。因此,从某种意义上说,可以把电力事业的发展史看成是电力系统不断扩展与增强联系的历史。

但是,随着电力系统的日益壮大、联系日益增强,由于电力系统中某一处发生故障而波及到其他广大地区的情况也愈易发生。这种事故波及现象可以说是联成电力系统后所带来的问题。近二三十年,世界上发生的著名大停电事故都是由于受事故波及所致。另外,电力系统短路容量也将随着电力系统容量的增大而不断增加,甚至达到设备所不能容许的程度。因此,如果不采取有效措施,电力系统联系的增强将是有限度的。换句话说,并不是在所有场合都是电力系统规模越大越好,而应当区别不同情况以适当的方式、按照适当的程度来实现电力系统的联系。

1.2.3 电力系统运行的特点及基本要求

1. 电力系统运行的特点

电能的生产、输送和使用本身所固有的特点,以及连接成电力系统后出现的新问题,决定了电力系统的运行与其他工业生产过程相比具有许多不同的特点。

1) 电能难以保存

电能的生产、分配、输送、再分配直至使用必须在同一时刻完成,即在任一时刻,在电力系统中必须保持电能的生产、输送和使用处于一种动态的平衡状态。如果在电力系统运行中发生了供电与用电的不平衡,电力系统运行的稳定性就会遭到破坏,甚至发生事故,使电力系统及国民经济遭受损失。

2) 正常输电过程和故障过程都非常迅速

由于电能是以电磁波的形式传播的,其传播速度为光速,因此不论是正常输电过程还是发生故障的过程都非常迅速,这就要求一系列能对电力系统进行灵敏而迅速的监测、控制和保护的装置,将操作或故障引起的电力系统变化限制在尽可能小的范围内。

3) 电力系统的地区性特点较强

各地区的组成情况不尽相同,因此在电力系统规划设计与运行管理时应从实际

出发,针对各个电力系统的特点来分别进行。

4) 电能生产与国民经济、人民生活的关系密切

电能供应的中断或不足,不仅会直接影响生产,造成人民生活秩序的紊乱,而且在某些情况下,甚至会酿成极其严重的社会性灾难。

2. 电力系统运行的基本要求

基于电力系统运行的特点,对电力系统运行有下列要求。

(1) 最大限度地满足用户的用电需要,为国民经济的各部门提供充足的电力。为此,首先应按照电力先行的原则做好电力系统发展的规划设计,认真搞好电力建设,以确保电力工业的建设优先于其他的工业部门。其次,要加强现有设备的维护,以充分发挥潜力,确保足够的备用容量,防止事故的发生。

(2) 保证供电的可靠性。这是电力系统运行中的一项极为重要的任务。运行经验表明,电力系统中的整体性事故往往是局部性事故扩大造成的。所以,为保证供电可靠性,首先要保证电力系统各元件的工作可靠性,这就需要搞好设备的正常运行维护和定期的检修试验。其次,要提高运行水平,防止误操作的发生,在事故发生后应尽量采取措施以防止事故扩大等。应当指出,要绝对防止事故的发生是不可能的,而且各种用户对供电可靠性的要求也是不一样的。因此,必须根据实际情况对这些不同类型的用户区别对待。对于某些重要用户(如某些矿井,连续生产的化工厂、钢铁厂,市政中心和交通枢纽,医院等),停电将会带来人身危险、设备损坏和产生大量废品,以及社会生活混乱等严重后果,在任何情况下都必须保证这些重要用户供电不会发生中断。而对于一些次要用户,则可以容许不同程度的短时停电。

(3) 保证电能的良好质量。主要是维持电压、频率及波形偏差不超出一定的范围。

(4) 保证电力系统运行的经济性。要致力于使电能在生产、输送和分配过程中效率高、损耗小,以期最大限度地降低电能成本。电能成本的降低不仅意味着能源的节省,而且还将使各用电部门成本降低,从而给整个国民经济带来收益。

把上述各点归纳起来可知,保证用户不间断地供给充足、优质而又廉价的电能,这就是电力系统的基本任务。

1.2.4 发电厂、变电所的类型及其生产过程简介

众所周知,电能是由一次能源转换而得的,所以发电厂的类型一般根据一次能源来分类。一次能源与粮食和水一样,是人类赖以生存,以及支撑现代社会文明的主要物质基础之一。从原始社会起,人类就通过消耗能量而生活,并进行各种社会活动,目前世界上可以利用的一次能源主要有化石能源(煤、石油、天然气),自然能源(水能、风能、太阳能等)及核能源。电能主要由这些一次能源变换而产生出来,其能量形态间的相互关系可简略地用图 1-2 表示。

电能可以很容易地转变为其他能量形态(如机械能、热能、光能、化学能等),其转换过程中的损耗极小,电能可以高效率地实现远距离的大容量输送,且是一种清洁、

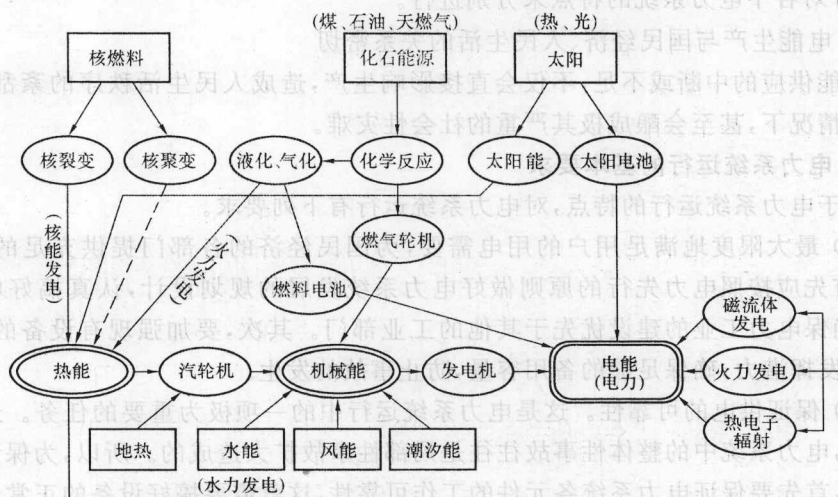


图 1-2 能量形态与电能生产的相互关系

环保的能源。以上这些优点,都使电能在整个社会的能源消耗中所占的比重越来越大,今后人类对电能的需求也将越来越大。

但是,地球上的一次能源资源的储存量是有限的,如不注意节约与合理使用,必将有一天人类会面临能源枯竭的危险。因此,在 21 世纪,对节约能源与开发新能源的研究,将是人类社会可持续发展所面临的一项重大挑战。

1. 发电厂

发电厂是电力系统的中心环节,它是把其他形式的一次能源转变成二次能源的一种特殊工厂。发电厂按其所用能源类别可划分为火力发电厂、水力发电厂、核能发电厂、风力发电厂、潮汐发电厂等,此外还有地热发电厂、太阳能发电厂、垃圾发电厂和沼气发电厂等;按发电厂规模和供电范围又可分为区域发电厂、地方发电厂和自备专用发电厂等。

1) 火力发电厂

火力发电厂是利用煤、石油、天然气或油页岩等燃料的化学能生产电能的工厂。

火力发电厂中的原动机可以是凝汽式汽轮机、燃气机或内燃机,我国大部分火力发电厂采用凝汽式汽轮发电机组,称为凝汽式火力发电厂。图 1-3 所示为凝汽式火力发电厂生产过程示意图,具体过程如下:通过燃烧将燃料的化学能转变为热能,加热锅炉中的水,使之变成高温高压蒸汽,过热蒸汽经主蒸汽管进入汽轮机,推动汽轮机的转子旋转,将热能转换为机械能,汽轮机带动联轴的发电机旋转发电,将机械能转换为电能,在汽轮机内做完功的蒸汽经凝汽器放出汽化热而凝结成水后,再送回锅炉,如此重复,循环利用。

由于凝汽式火力发电厂运行时需要将做过功的蒸汽经凝汽器凝结成水,这样大量的热量会被循环水带走,热效率较低,只有 30%~40%,宜建在燃料产地。

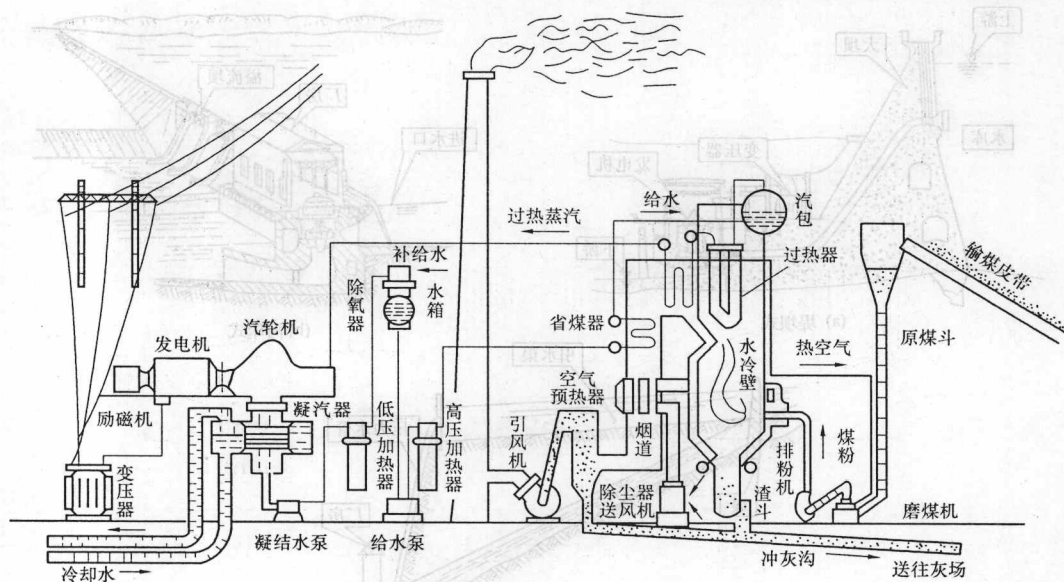


图 1-3 凝汽式火力发电厂生产过程示意图

为了减少循环水带走的热量以提高火力发电厂的热效率,可将部分做过功的蒸汽从汽轮机中段抽出直接供给热用户,这种既发电又供热的火力发电厂称为热电厂,其热效率可上升到 60%~70%,一般建在大城市及工业区附近。

2) 水力发电厂

水力发电厂(通常称为水电站)是利用江河水流的水能生产电能的工厂。

水电站的基本生产过程是:从河流较高处或水库内引水,利用水的压力或流速冲击水轮机旋转,将水能转变为机械能,然后水轮机带动发电机旋转,将机械能转换为电能。水电站的装机容量与水头、流量及水库容积有关。按集中落差的方式,水电站一般可分为堤坝式、河床式和引水式等三种,如图 1-4 所示。

抽水蓄能电站是一种特殊形式的水力发电厂,由高落差的上、下水库和水轮机-发电机-抽水机的可逆机组构成,可实现对电能的调节,利用夜间用电低谷时或丰水期的剩余电力,将下水库的水抽回到上水库内储存能量,此时机组按水轮机-水泵的方式工作。抽水蓄能电站可以作为调频、调相之用,还能作为系统的备用容量,一般可与发电出力稳定的核能发电厂配合使用。

3) 核能发电厂

核能发电厂(核电厂)是利用核能发电的工厂,其发电过程与火力发电过程相似,不同的是以核反应堆和蒸汽发生器代替了锅炉设备,如图 1-5 所示。在核反应堆中,铀在慢中子的撞击下产生链式反应,使原子核分裂,放出巨大的能量,核能转变为热能后将液态水变成高温高压的蒸汽,进入蒸汽发生器内推动汽轮发电机组发电。核电厂能取得较大的经济效益,所需原料极少,如一个百万千瓦级电厂,火力发电厂

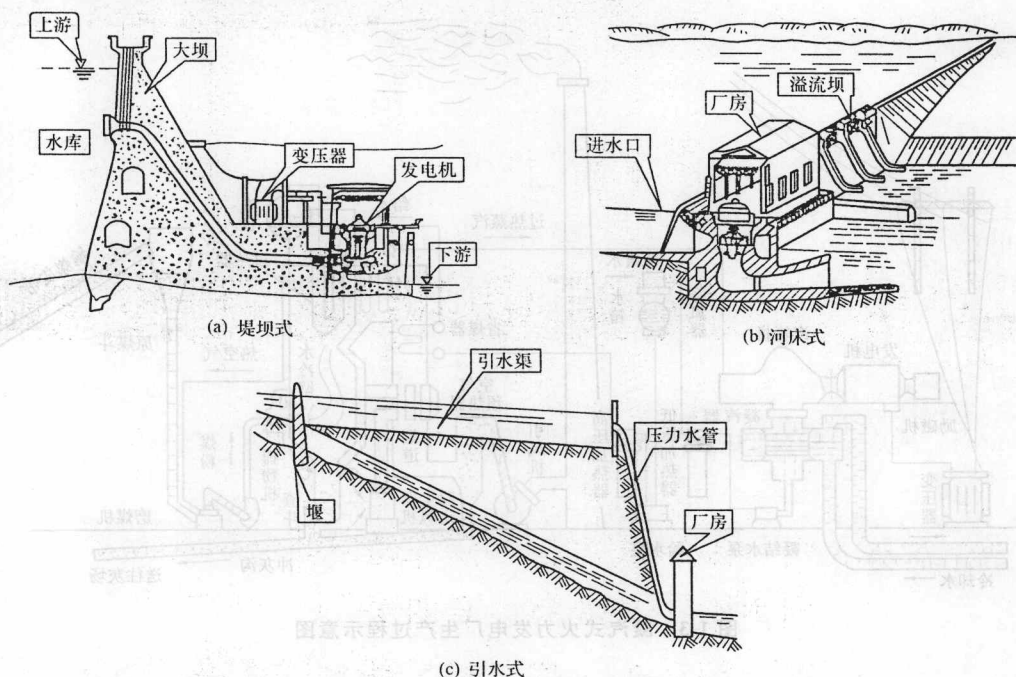


图 1-4 水力发电厂示意图

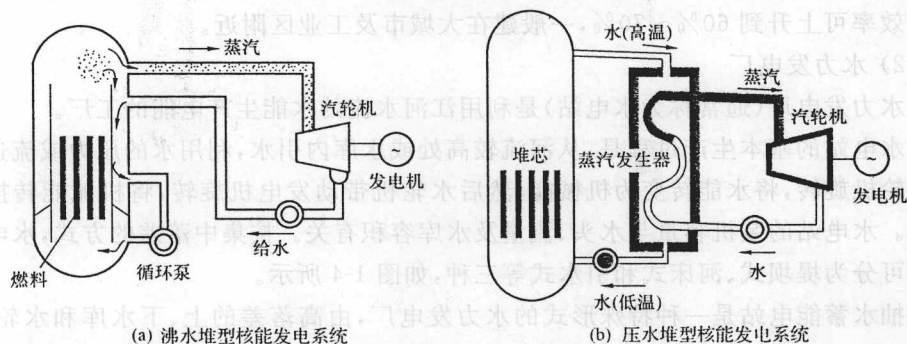


图 1-5 核电厂生产过程示意图

一年约需 300 万吨燃料,而核电厂仅需 30 吨燃料。目前,世界上已投入运行的核电厂有 200 多座,预计今后核电厂将成为主要电力来源之一。

除了以上三种主要能源的利用外,其他形式的一次能源也都逐步得到了利用,如风力发电(见图 1-6)、地热发电(见图 1-7)、潮汐发电(见图 1-8)、太阳能发电、沼气发电等,而生物发电、海水的波浪发电,特别是卫星电站则正在开发之中。

2. 变电所

变电所是汇集能源、升降电压和分配电能的场所,是联系发电厂和用户的中间环节(见图 1-9)。变电所有升压变电所和降压变电所之分。升压变电所通常是发电厂

升压站部分,紧靠发电厂。降压变电所通常远离发电厂而靠近负荷中心。根据变电所在电力系统中所处的地位和作用,可分为以下几类。

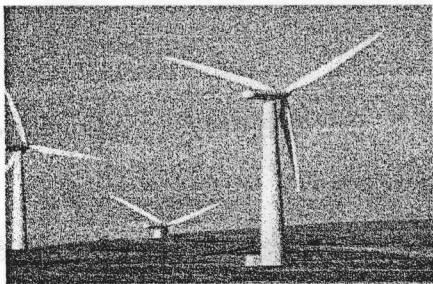


图 1-6 风力发电

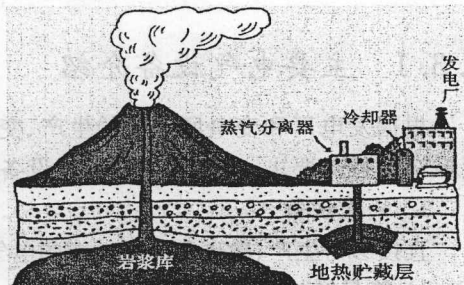


图 1-7 地热发电示意图

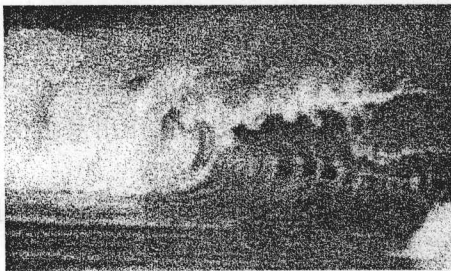


图 1-8 潮汐发电

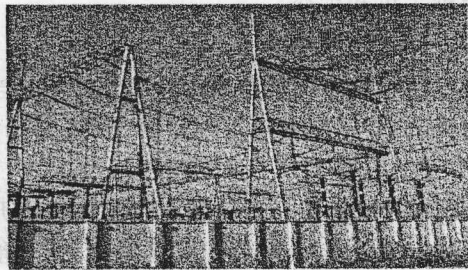


图 1-9 变电所

1) 枢纽变电所

枢纽变电所位于电力系统的枢纽点,电压等级一般为 330 kV 及以上,联系多个电源,出线回路多,变电容量大;全站停电后将造成大面积停电或电力系统瓦解,枢纽变电所对电力系统运行的稳定和可靠性起着重要作用。

2) 中间变电所

中间变电所位于电力系统主干环线或电力系统主要干线的接口处,电压等级一般为 220~330 kV,汇集 2~3 个电源和若干电路,高压侧以穿越功率为主,同时降压向地区用户供电。全站停电后将引起区域电网的解体。

3) 地区变电所

地区变电所是一个地区或一般中小城市的主要变电所,电压等级一般为 110~220 kV,全站停电后将造成地区或中小城市供电的紊乱。

4) 企业变电所

企业变电所是大中型企业的专用变电所,电压等级一般为 35~220 kV,具有 1~2 回进线。

5) 终端变电所

终端变电所位于配电线路的终端,接近负荷处,高压侧为 10~110 kV 引入线,经降压后向用户供电。

1.3 电气设备及其额定参数

1.3.1 主要电气设备介绍

根据发电厂和变电所电能的生产、变压、输送、分配和使用的安全、优质、可靠,以及经济运行的要求,主要有下列电气设备。

1. 一次设备

直接参与生产、输送和分配电能的电气设备称为一次设备,它通常包括以下五类。

1) 能量转换设备

发电机、变压器、电动机等属于此类。其中,发电机和主变压器是电站的“心脏”,简称主机和主变。

2) 开关设备

这类电器用于电路的接通和开断。当电路中通过电流,尤其是通过很大的短路电流时,要开断电路很不容易,开关电器需要有足够的灭弧能力。按作用及结构特点,开关电器又分为以下几种。

(1) 断路器。断路器不仅能接通和开断正常的负荷电流,也能关合和开断短路电流。它是作用最重要、构造最复杂、功能最完善的开关电器。

(2) 熔断器。熔断器不能接通和开断负荷电流,它被设置在电路中专用于开断故障短路电流,切除故障回路。

(3) 负荷开关。负荷开关允许带负荷接通和开断电路,但其灭弧能力有限,不足以开断短路电流。将负荷开关和熔断器串联在电路中,其功能大体上相当于断路器的功能。

(4) 隔离开关。隔离开关主要用于设备或电路检修时隔离电源,造成一个可见的、足够的空气间距。

断路器和熔断器都能在其电路故障时断开一定的短路电流以切除故障电路,故称为保护电器。断路器和负荷开关能接通和开断一定的负荷电流。在负荷电流下错误地切除开关,称为带负荷拉闸,会引起电弧短路,是一种严重的误操作,要尽量避免。

3) 载流导体

该类设备有母线、绝缘子和电缆等,用于电气设备或装置间的连接,可通过强电流,传递功率。母线是裸导体,需要用绝缘子支持和绝缘。电缆是绝缘导体,并具有密封的封包层以保护绝缘层,外面还有铠装或塑料套以保护封包。

4) 互感器

互感器分为电压互感器和电流互感器等,分别将一次侧的高压或大电流按变比转变成二次侧的低电压或小电流,以供给二次回路的测量仪器和继电器。

5) 电抗器和避雷器

电抗器主要用于限制电路中的短路电流,避雷器则用于限制电气设备的过电压。