

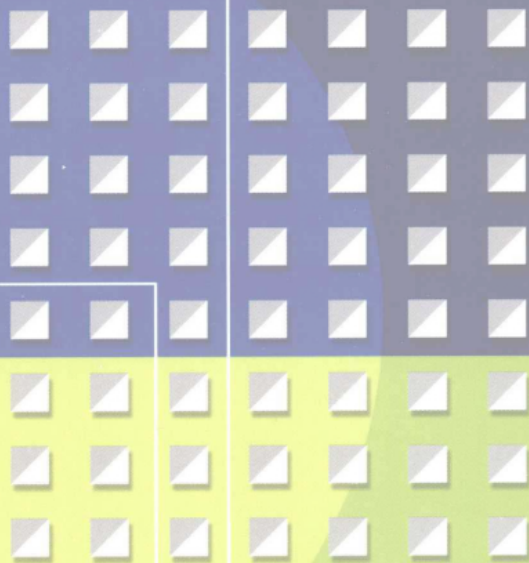


高等学校“十一五”精品规划教材

发电厂电气部分

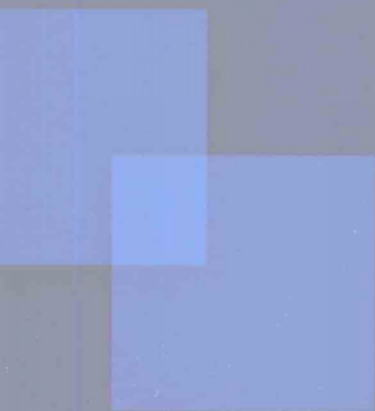
戴宪滨 主编

FADIANCHANG DIANQI BUFEN



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

责任编辑 王春学



销售分类：电工技术/高等学校教材

ISBN 978-7-5084-5884-7



9 787508 458847 >

定价：37.00 元

高等学校“十一五”精品规划教材

发电厂电气部分

戴宪滨 主编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书着重讲述了火力发电厂电气一次部分的电气主接线、厂用电系统构成与设计、发电厂和变电站主要高压电气设备的结构、工作原理及设备选择原则。同时,还讲述了发电厂和变电站二次回路的接线及工作原理。其主要内容包括:绪论,高压断路器及操动机构,高压隔离开关及操动机构,互感器,封闭母线及并联电容器,电气主接线,直流系统,火力发电厂的厂用电,导体的发热和电动力,高压电气设备的选择,配电装置,发电厂和变电站的控制与信号。

本书可作为普通高等学校电气工程及其自动化专业、电力系统及其自动化方向、电力系统继电保护方向及其他相关专业和方面的教材,也可作为高职高专类及本、专科函授相关专业的教材,还可以作为从事发电厂电气一次部分设计工作的工程技术人员参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

发电厂电气部分/戴宪滨主编,一北京:中国水利水电出版社,2008

高等学校“十一五”精品规划教材

ISBN 978-7-5084-5884-7

I. 发… II. 戴… III. ①发电厂—电气设备—高等学校—教材②电厂电气系统—高等学校—教材 IV. TM62

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第139724号

书 名	高等学校“十一五”精品规划教材 发电厂电气部分
作 者	戴宪滨 主编
出版发行	中国水利水电出版社(北京市三里河路6号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn
经 售	电话: (010) 63202266 (总机)、68367658 (营销中心) 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 20.5印张 486千字
版 次	2008年11月第1版 2008年11月第1次印刷
印 数	0001—5000册
定 价	37.00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

本书为高等学校“十一五”精品规划教材之一。

本书针对发电厂和变电站电气一次系统实际情况，全面讲述了火力发电厂电气一次部分的电气主接线、厂用电系统构成与设计、发电厂和变电站主要高压电气设备的结构、工作原理及设备选择原则。本书注重新技术和新设备在发电厂和变电站电气一次部分的应用。本书力求内容新颖、层次分明、实用性强以及便于讲授。

本书共分十二章。第一章绪论，第二章高压断路器及操动机构，第三章高压隔离开关及操动机构，第四章互感器，第五章封闭母线及并联电容器，第六章电气主接线，第七章直流系统，第八章火力发电厂的厂用电，第九章导体的发热和电动力，第十章高压电气设备的选择，第十一章配电装置，第十二章发电厂和变电站的控制与信号。

本书第一、二、五、十一章由沈阳工程学院袁小华编写；第三、四、九、十章由沈阳工程学院卢颖编写；第七章由东北电力大学王振浩编写；第六、八、十二章由沈阳工程学院戴宪滨编写。全书由戴宪滨主编并统稿。本书由东北电力大学马文骐教授、沈阳超高压局王健高级工程师主审。

本书在编写过程中得到许多单位的支持，在此一并表示感谢。

编 者

2008年8月

目 录

前言

第一章 绪论	1
第一节 我国电力工业的发展	1
第二节 发电厂和变电站的类型	3
第三节 发电厂和变电站电气设备概述	7
小结	9
思考题与习题	10
第二章 高压断路器及操动机构	11
第一节 开关电器的灭弧原理	11
第二节 高压断路器	14
第三节 高压断路器的操动机构	21
小结	33
思考题与习题	34
第三章 高压隔离开关及操动机构	36
第一节 概述	36
第二节 屋内式隔离开关	38
第三节 屋外式隔离开关	39
第四节 隔离开关的操动机构	42
小结	43
思考题与习题	44
第四章 互感器	45
第一节 概述	45
第二节 电流互感器	45
第三节 电压互感器	56
小结	64
思考题与习题	64
第五章 封闭母线及并联电容器	66
第一节 封闭母线	66
第二节 并联电容器	70

小结	76
思考题与习题	77
第六章 电气主接线	78
第一节 概述	78
第二节 电气主接线的基本接线形式	81
第三节 主变压器及联络变压器的选择	97
第四节 限制短路电流的措施	102
第五节 互感器的配置	107
第六节 电气主接线的设计	113
小结	117
思考题与习题	118
第七章 直流系统	119
第一节 概述	119
第二节 蓄电池组直流电源	122
第三节 硅整流电容储能直流电源	131
第四节 直流系统监察装置	135
第五节 直流系统接线及其供电网络	141
第六节 弱电电源	147
小结	150
思考题与习题	151
第八章 火力发电厂的厂用电	152
第一节 概述	152
第二节 发电厂的厂用电接线形式	155
第三节 交流不停电电源系统	168
第四节 厂用变压器的选择	174
第五节 厂用电动机的启动及自启动校验	180
小结	189
思考题与习题	191
第九章 导体的发热和电动力	192
第一节 概述	192
第二节 导体的发热和散热	193
第三节 导体的长期发热	198
第四节 导体的短时发热	201
第五节 短路导体的电动力	206
第六节 大电流封闭母线的发热和电动力	209
小结	214
思考题与习题	214
第十章 高压电气设备的选择	216

第一节	概述	216
第二节	裸导体、电缆及绝缘子的选择	220
第三节	高压断路器的选择	228
第四节	高压隔离开关的选择	231
第五节	电流互感器的选择	231
第六节	电压互感器的选择	234
第七节	电抗器的选择	236
第八节	高压熔断器的选择	240
	小结	241
	思考题与习题	241
第十一章	配电装置	242
第一节	概述	242
第二节	配电装置的图形	245
第三节	配电装置布置实例	246
第四节	超高压新型组合电器	249
	小结	254
	思考题与习题	256
第十二章	发电厂和变电站的控制与信号	257
第一节	发电厂和变电站的控制	257
第二节	二次回路基础知识	259
第三节	断路器的控制与信号回路	271
第四节	隔离开关的控制信号与闭锁回路	287
第五节	中央信号回路	292
	小结	299
	思考题与习题	302
附录		303
附录一	高压断路器技术数据	303
附录二	高压隔离开关技术数据	306
附录三	电流互感器技术数据	307
附录四	电压互感器技术数据	308
附录五	电抗器技术数据	309
附录六	变压器技术数据	311
附录七	支柱式绝缘子和穿墙套管技术数据	318
附录八	矩形铝导体长期允许载流量和集肤效应系数 K_f	318
附录九	LJ 铝绞线的长期允许载流量 (环境温度 20℃)	319
附录十	LGJ 铝绞线的长期允许载流量 (环境温度 20℃)	319
附录十一	10kV 普通黏性浸渍纸绝缘三芯 (铝) 电力电缆长期允许载流量	319
参考文献		320

第一章 绪 论

第一节 我国电力工业的发展

中国电力自 1882 年诞生至今,经历了 3 个发展时期。1949 年新中国成立前电力发展很慢,1949 年发电装机容量和发电量仅为 185 万 kW 和 43 亿 kWh,居世界第 21 位和第 25 位。新中国成立后,电力工业在党中央、国务院的高度重视下,得到快速发展。1978 年发电装机容量达到 5712 万 kW,发电量达到 2566 亿 kWh,分别跃居世界第 8 位和第 7 位。改革开放以来,电力工业体制不断改革,改变了单一国家投资体制,实行多家办电、积极合理利用外资和多渠道资金,运用多种电价和鼓励竞争等有效政策的激励,电力工业不断跨上新的台阶。“十五”以来,我国电力工业加快发展,“西电东送”、城乡电网改造等工作成效显著。随着国民经济的快速发展和人民生活水平的不断提高,全社会需求大幅度增加。与此同时,受高耗能产业发展过快,主要江河偏枯和燃料价格上涨,以及部分地区新投产的发电容量偏少等因素影响,部分地区电力供应形式变得较为严峻。针对电力供需出现的新情况和新问题,党中央、国务院未雨绸缪,及时调整了“十五”电力发展规划,加强了宏观调控力度,采取有力措施,加快了电力建设步伐,缓解了电力供应紧张的局面,取得了显著成效。

一、电力建设达历史最好水平

装机容量和发电量都持续增长。全国发电装机容量继 1987 年突破 1 亿 kW 后,到 1995 年超过了 2 亿 kW,2000 年又跨上 3 亿 kW 的台阶。发电量在 1995 年超过了 1 万亿 kWh,到 2000 年达到 1.37 万亿 kWh。改革开放以来到 20 世纪末,中国发电装机容量和发电量年均增长率分别为 7.8%、7.9%,先后跃过法国、英国、加拿大、德国、俄罗斯和日本,从 1996 年底开始一直稳居世界第 2 位。进入新世纪,中国电力工业进入历史上的高速发展时期,创历史最好水平。年均装机投产超过 2500 万 kW;投产大中型机组逐年上升,到 2003 年底发电装机总容量达到 3.91 亿 kW,其中,水电、火电、核电分别达 9490 万 kW、29000 万 kW、620 万 kW。年发电量达到 19052 亿 kWh。“十五”计划实施的前三年,发电装机和发电量年均增长率达到 7.0%和 11.7%,居世界前列。

电网建设得到加强。电力工业改变历史上“重发、轻供、不管用”的状况,逐步加大对电网建设的投入。“十五”计划实施的前三年,新增 330kV 及以上输电线路 1.83 万 km,变电容量 7282 万 kVA。2003 年底 220kV 及以上输电线路达到 20.7 万 km,变电容量达到 6.06 亿 kVA。电网与电源的结构性矛盾逐步缓解。

1998 年以来实施的城乡电网建设与改造,特别是农村电网“两改一同价”成效显著,不仅提高了供电质量,降低了电价水平,改善了 8 亿农民的用电状况,解决了近 3000 多万元电农村人口的用电问题,而且加强了网架结构,缓解了城市配网“卡脖子”问题,促

进了城乡经济发展和水平的提高。

电源结构调整有序进行。水电开发力度不断加大，2003年水电装机容量达9490万kW，占24.2%，居世界第2位；在建规模4700万kW，占57%；大机组比重有所提高，单机30万kW及以上发电机组装机容量达到14763万kW，占37.8%。30万kW、60万kW火电机组已成为电力建设的主力机型。

“西电东送”和全国联网发展迅速。“西电东送”进入全面建设阶段，前3年投产电源2480万kW（占32.7%），500kV交流、直流输电线路8520km。广西龙滩、云南小湾等水电站陆续开工，贵州到广东500kV交流、直流输变电工程先后投产运行，提前实现“十五”新增向广东送电1000万kW的电网建设目标；三峡水电站首批机组已投产发电，三峡到华东、广东±500kV直流输变电工程先后投产。陕西、山西、蒙西地区向京津唐电网送电能力逐步增加。华北与东北、福建与华东、川渝与华中等一批联网工程已经投入运行，2003年达到862亿kWh。“西电东送”和全国联网工程对调剂电力余缺、缓解电力供应紧张和促进资源优化配置起到重要作用。

二、电力环保取得显著成绩

电力工业从20世纪80年代初控制烟尘排放，目前安装电除尘器比例达到85%以上，烟尘排放总量较1980年减少32%以上，单位千瓦时烟尘排放减少了88%。1995年底结束向江河排灰，2002年废水达标排放率达97%，部分水资源缺乏地区实现了废水“零排放”。2003年底全国安装脱硫设施的电厂装机容量达到10000万kW，在建规模超过500万kW，单位电量二氧化硫排放量较1990年减少了40%。洁净煤燃烧技术的研究、开发和技术引进取得进展，已经掌握了低氮燃烧技术。水电、核电和电网的环境保护得到高度重视。

1. 加快科技进步，主要技术经济指标有了较大提高

电力技术装备水平不断迈上新台阶，火电主力机型从改革开放前的5万kW和10万kW，发展到30万kW和60万kW；全国电网从省级电网发展到区域电网，并开启了大规模西电东送、南北互济、全国联网的新时代；主网架电压等级也从220kV提升到500kV，基本形式为较为完备的330kV/500kV主网架。

三峡水电工程的建设标志着中国水电工程技术和装备技术达到了国际领先水平，以三峡至常州±500kV直流工程建设为标志，中国直流输电工程处于世界前列，基本掌握了工程设计、施工、调试技术。西北750kV电网示范工程启动，为更高电压等级的电网建设奠定了基础。

技术经济水平得到较大提高。供电标准煤耗从1978年的471g/kWh下降到2003年的380g/kWh，发电厂用电率从6.61%下降到6.07%，线路损失率从9.64%下降到7.71%，平均单机容量达到5.51万kW。

在超临界、超超临界、环保型火电机组以及燃气轮机等方面，加大了技术开发和技术引进的力度。60万kW级超临界火电机组国产化依托工程的建设，以及燃气汽轮机发电设备和抽水蓄能电站设备对外招标等，为中国电力设备制造业的技术进步创造了条件。中国电力工业已经进入大机组、大电网新的发展阶段。电网运行基本实现了自动化、现代化管理。电力工业正向高效、环保、安全、经济的更高目标迈进。

2. 电力体制改革取得重要阶段性成果

在党中央、国务院的直接领导下，2002年2月国务院批准了电力体制改革方案，明

确了电力体制改革的总体目标和厂网分开、重组国有电力资产，组建电网、发电公司，以及竞价上网、实行电价新机制的基本原则。根据“总体设计，分步实施，积极稳妥，配套推进”和“先主后辅，先上后下，先易后难”的原则，2002年底，国家电力监管委员会、两大电网公司、五大发电集团公司和四个辅业公司的相继成立，电力体制在中央层面上厂网分开的改革已经完成。

3. 电力需求高速增长，电力需求管理工作实现成效

20世纪70年代起，中国基本处于长期严重缺电的局面，电力供应短缺是制约经济发展的主要瓶颈。随着电力工业快速发展，1997年开始实现了电力供需的基本平衡，部分地区供大于求。进入新世纪，电力需求增长迅猛。从2002年下半年开始，全国电力供需状况又趋紧张，发电装机利用率（利用小时数）大幅提高。为缓解电力供需矛盾，做好电力供应，提高能效、促进电力工业健康、可持续发展，国家加强电力需求侧管理工作。各地政府按照国家产业政策，合理引导电力消费，落实用电错峰、避峰和发电、用电侧峰谷电价方案，缓解电网峰谷差矛盾。通过迎峰度夏的考验，各地电力需求侧管理工作发挥了较好的作用，用电负荷率普遍提高。2003年在缺电严重的江苏、上海、浙江、福建等地，利用错峰、避峰、负控限电等手段，日最大转移负荷都在100万kW以上，其中江苏达280万kW。电力需求侧管理工作不仅对缓解电力供应紧张有较好效果，而且对节约能源、降低电力工业建设成本、保持可持续发展的长远目标，也起到了积极作用。

第二节 发电厂和变电站的类型

发电厂是整个电力系统的能量源头。煤炭、石油、天然气、水利等，这些随自然界演化生成的动力资源是能量的直接提供者，称为一次能源。电能是由一次能源转换而成，被称为二次能源。

发电厂是产生二次能源的核心，担负着把不同种类的能源转换成电能的任务。依据使用的一次能源不同，发电厂分成许多类型。例如，燃烧煤、石油、天然气发电的为火力发电厂；利用水能发电的水力发电厂；利用核能发电的核动力电厂等。目前全世界的电源构成中，火力发电设备容量的比重最大超过70%，水电设备容量约占20%，核能发电设备容量则不足10%。火力发电仍是主要的发电方式。

作为火力发电原料的煤、石油、天然气是几亿年形成的矿物资源，它们不仅是能量的提供者，还是很珍贵的化工原料。为了节约这些有多种用途的重要资源，除了积极发展水力发电、核动力发电之外，还正在努力发展新的发电源，如潮汐发电、地热发电、太阳能发电、风力发电技术等，目前，我国在新能源发电技术方面取得了一定的成效。

新能源发电和新的发电方式在技术上不够成熟，在经济上花费也太昂贵，因此尚不能与传统的发电方媲美。但是，随着技术的不断完善和能源资源的不断改变以及环保的要求，它们必将有更好的发展前景。

1. 火力发电厂

火力发电厂（简称火电厂）按燃料不同可分为燃烧煤、石油和天然气的电厂，欧美国家燃油电厂居多，但受世界石油危机和油价不断的波动等影响，建设燃煤电厂的数量也日

趋增多。我国只有很少几个燃油电厂。从目前我国能源资源实际构成情况以及为了发挥资源的最佳经济效益出发，除今后不再建燃油电厂外，现有燃油电厂也尽可能改为燃煤电厂。

火电厂按作用又可以分为凝汽式火电厂和热电厂。凝汽式火电厂是单一生产电能的火电厂。凝汽式电厂可建在燃料产地，也称为坑口电厂，电厂容量也可以是很大的。而热电厂既生产电能，又向用户提供热能。热电厂与凝汽式火电厂不同之处主要在于：热电厂气轮机中一部分作过功蒸汽，从中间段抽出供给热力用户，或经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量损失。现代热电厂的效率高达 60%~70%，而凝汽式火电厂效率只有 30%~40%。热电厂由于供热距离不能很远，一般建在邻近负荷的地区，容量也不大。火力发电厂示意图如图 1-1 所示。

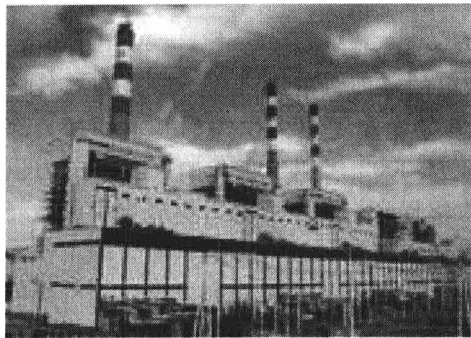


图 1-1 火力发电厂示意图

2. 水力发电厂

由于水能不仅廉价，又是一种可再生能源，因此建设水力发电厂，用水的势能发电历来具有强烈的吸引力。水力发电厂（简称水电厂）的发电容量 P 与河流上游和下游水差（落差） H 和流量 Q 成正比。为了充分利用水能，针对河流的自然条件建设适合于河流特点的水工建筑物，以期得到尽可能大的落差。按集中落差方式的不同，水电厂的开发方式分为修筑拦河堤坝以提高水位的堤坝式；不需修筑大坝，由沿水头高、水流急的水道引入的引水式及混合式三类，如图 1-2、图 1-3 所示。

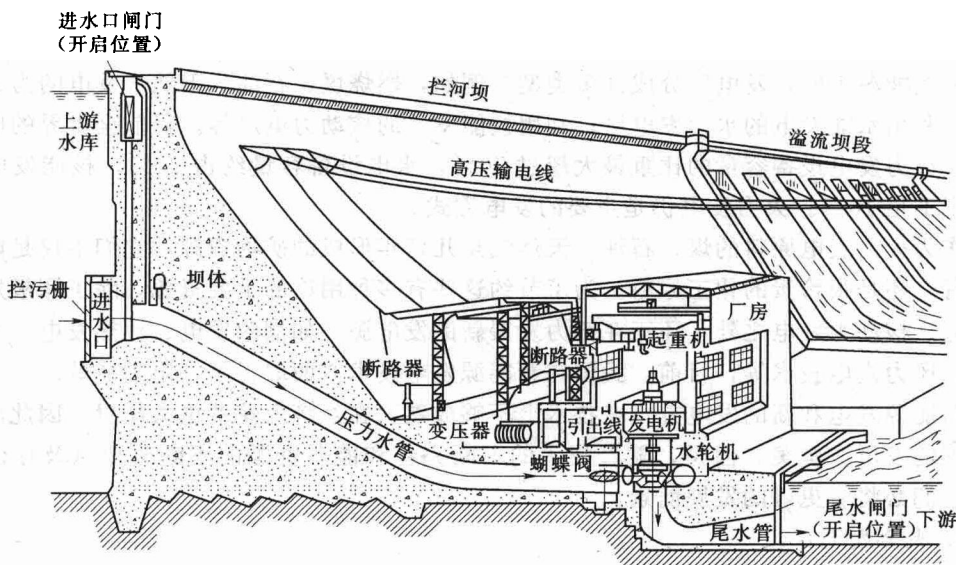


图 1-2 堤坝式水电厂

第二节 发电厂和变电站的类型

有些水电厂在上游增设一个大的储水池，白天电力系统负荷处于高峰时将放水发电，并把发过电的水存入下游水库储存，夜间低负荷时把下游水库内的水再抽回上游储水池蓄存，这一过程是把电能再变成水的势能，以备下一天白天的高峰时段再发电。这种电厂称为抽水蓄能电厂。显然这种水电厂具有电力系统负荷调峰的作用，如图 1-4 所示。

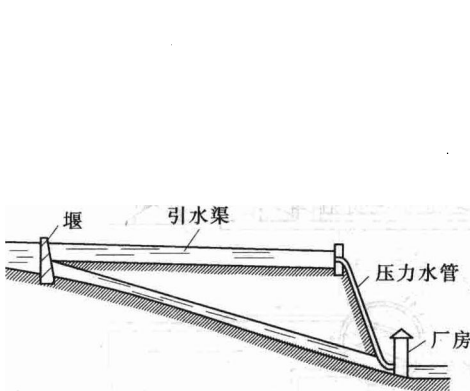


图 1-3 引水式水电厂

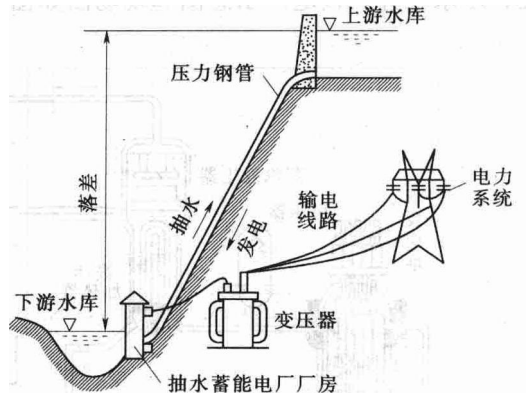


图 1-4 抽水蓄能电厂

我国水利资源丰富，据调查我国水利资源蕴藏量达 $6.8 \times 10^8 \text{ kW}$ ，可利用量约 $3.78 \times 10^8 \text{ kW}$ 。特别是黄河、长江水系集中了我国的主要水利资源，仅就三峡水电工程而言，约可装机容量为 $2.5 \times 10^7 \text{ kW}$ 。某水力发电厂的现场图如图 1-5 所示。



图 1-5 水力发电厂

3. 核电厂

核能是一种新的能源，也是可望长期使用的能源。所以，自 1954 年世界上第一座核电厂投入运行以来，许多国家纷纷建设核电厂，且 1kg 铀-235 裂变时所释放的能量与 2700t 标准煤燃烧所释放的能量相当。与其他类型的电厂比较，核电厂建设的速度

最快。

核电厂是利用核裂变能转化为热能，再按火电厂的方式发电。只不过它是以核蒸汽发生装置代替了蒸汽锅炉，核蒸汽发生装置除蒸汽发生器、泵等外主要是原子核反应堆。反应堆中除核燃料外，并以重水或高电压水等作为慢化剂和冷却剂，反应堆又可分为重水堆、压水堆等。核电厂示意图和现场图如图 1-6、图 1-7 所示。

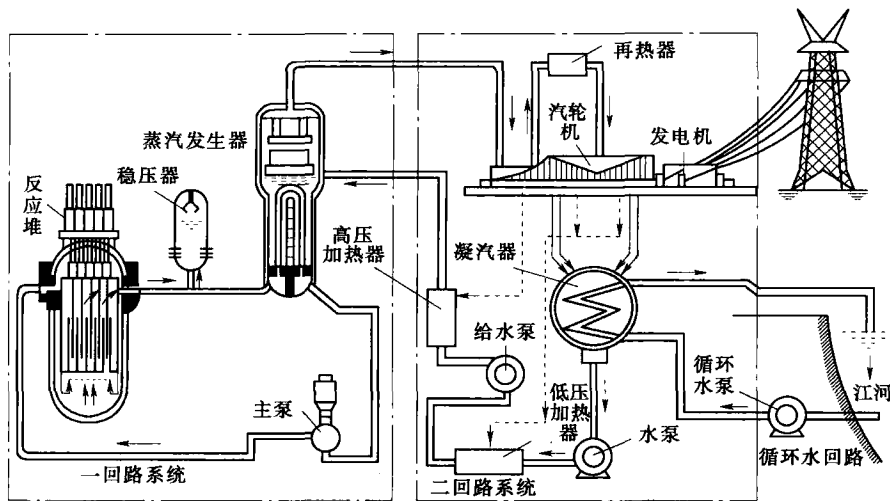


图 1-6 核电厂示意图

4. 地热发电

地下水在地表深处被加热成蒸汽或热水即构成了地热资源。根据地质条件不同，热水温度约在几十摄氏度到几百摄氏度，如我国西藏羊八井地热电厂水温约为 150℃。利用这种低温热能发电有两种方式：通过减压扩容法将地下热水变为低压蒸汽，供给汽轮机做功；或用地下热水加热低沸点的特殊工质，使其变成气体对汽轮机做功。

地热电厂现场图如图 1-8 所示。



图 1-7 核电厂现场图



图 1-8 地热电厂现场图

5. 潮汐电厂

海水涨潮、落潮包含着巨大的动能和势能。利用这种能量发电是潮汐发电。潮汐发电

需要建设拦潮堤坝，因而要求一定的地形条件、足够的潮汐潮差、较大的容水区。理想的建厂地点是海岸边或河口地区，可以拦蓄较大水量，少花费投资。

6. 风能发电

风能发电是使用风力机将风能转化为机械能，带动发电机发电。国外比较重视风能发电。风能发电是清洁的电能生产方式，且风力机组建设工期短，近年我国也开始鼓励风力发电。风能取之不尽，但质量差，具有间歇性。为了取得稳定的电能，一般与蓄电池并联运行。大型风力发电机的研制方向是提高可靠性和降低成本。风力发电示意图如图 1-9 所示。

7. 太阳能发电

太阳能是从太阳向宇宙空间发射的电磁辐射能。太阳能发电有热发电和光伏发电两种。

太阳热能发电是将吸收的太阳辐射热能转换成电能；太阳能光伏发电是将光能转换成电能，有多种形式，主要是光伏发电形式，功率为 25~100kW，适合分段装设，我国在西地区得到推广应用。

除此之外，还有生物能发电、磁流体发电等。

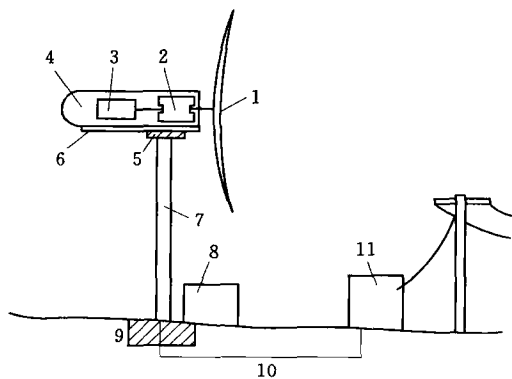


图 1-9 风力发电示意图

- 1—风力机；2—增速齿轮箱；3—发电机；
- 4—控制系统；5—驱动装置；6—底板和外罩；
- 7—塔架；8—控制和保护装置；
- 9—土建基础；10—电缆；11—配电装置

第三节 发电厂和变电站电气设备概述

电能具有生产与消费同时进行的特点，需要发电厂和变电站时刻根据负荷变化，及时地进行必要的调整及操作。为满足上述要求，在发电厂变电站中装设了大量的电气设备，其主要电气设备可分为以下几种。

一次设备。直接生产和输配电能的设备称为一次设备。电能由发电机发出，经过一系列的一次设备直接送到用电器，从而完成电能的生产与使用的全过程。一次设备主要包括发电机、变压器、断路器、隔离开关、限流电抗器、母线电缆和互感器等。

二次设备。对一次设备的工作进行监察测量控制和保护的辅助设备，称为二次设备。二次设备主要包括仪表、信号、继电器和自动控制设备等。

电气主接线。在发电厂和变电所中，为了适应各种运行方式需要，将各种电气设备根据要求按着一定次序连接成为固定的电路。一次设备所连成的电路称为一次电路或电气主接线。使用国家规定的图形符号按工作顺序，详细地表示出一次电路中各种电器设备之间实际连接的图纸，称为一次接线图或主接线图。常用电气设备的图形符号参见表 1-1。

表 1-1

常用电气设备的图形符号

设备名称	图 形 符 号	设备名称	图 形 符 号
交流发电机		断路器	
交流电动机		隔离开关	
直流发电机		接触器	在非动作位置 触点断开
直流电动机			在非动作位置 触点闭合
双绕组变压器		避雷器	
三绕组变压器		火花间隙	
自耦变压器		熔断器	
电抗器		电缆终端头	
分裂电抗器		接地	

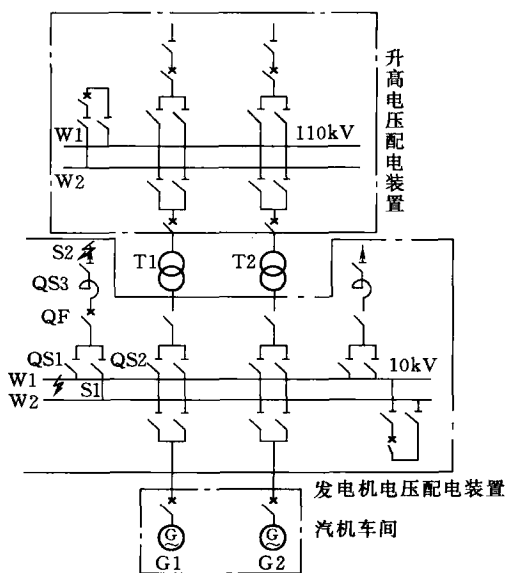


图 1-10 电气主接线图

主接线图通常画为单线图形式，如图 1-10 所示。

在三相交流电路图中，只绘制出一相电气设备连接情况的电路图称为单线图。由于三相交流电路中，三相的设备绝大部分是按照三相相对称方式连接的，所以单线图能够简单清晰明了地表示出电气设备的实际连接情况。为此，单线图是一次电路图通常使用的图纸。

图 1-10 是某发电厂的电气主接线图。电能从发电机 G1、G2 送到 10kV 母线，在经母线将一部分电能通过隔离开关、断路器、限流电抗器和电力电缆送到用户；另一部分电能通过主变压器 T1、T2 送到 110kV 母线，由高压输电线路送向远距离用户。

在各种电压等级的配电装置中，为满足正常运行和检修以及故障等不同的运行方式的需

要,安装了断路器、隔离开关、限流电抗器等各种电气设备。各种电气设备的主要作用如下。

(1) 断路器(QF)。断路器是用在高压电路正常或故障状态下接通与断开电路的专用电器。断路器的触头部分装有特殊的灭弧装置。灭弧装置能够迅速的熄灭在切断电路过程中触头间的电弧,使电路可靠迅速的断开。电力系统运行中如果发生系统故障,则由继电保护装置动作,自动断开断路器,使故障点与系统正常部分断开,以保持电力系统的正常部分继续运行。

(2) 隔离开关(QS)。隔离开关的触头部分没有特殊的灭弧装置,它不能可靠地熄灭在切断电路过程中触头间所产生的电弧。隔离开关主要起隔离电压和切换电路的作用。隔离开关一般应于断路器串联接入电路,在经常的操作中是用断路器切断电路之后,再拉开隔离开关,使隔离开关起隔离电压的作用;只有在特殊规定的回路电流很小(如电压互感器回路等)时,才允许隔离开关拉合电路。

(3) 限流电抗器。限流电抗器实质上是大量容量的空心电缆线圈。由于它具有很大的电抗值,将它串入供电线路之中,当线路侧发生短路故障时,由于总电抗的增大,所以能使短路电流受到限制,并保持母线具有较高的残压。例如图1-10中K2点发生短路故障,由于电抗器L1的作用,使得10kV母线具有较高的电压,从而减轻对非故障线路正常供电的影响。

(4) 母线。母线起着汇总和分配电能的作用。例如在图1-10所示的主接线图中,发电机1G、2G发出的电能汇总于10kV母线W1或W2,在经母线送往变压器T1、T2和各馈线电路。

在主电路中,任意一条进线或出线支路,主要由断路器,隔离开关和连接线构成。例如电缆线路L1是由母线隔离开关(QS1)和相应的连接线构成。当线路断路器QF1需要停电检修时,运行人员首先要拉开断路器QF1,再拉开线路侧隔离开关QS3,最后来开母线侧隔离开关QS1(或QS2),使断路器处于不带电状态。然后再已停电的断路器QF1两侧接入三相短路接地线并做好其他有关安全措施。随后便可以进行断路器QF1的检修工作。如果电缆线路L1线路侧K2点发生相间短路故障,发电机要向短路点K2供很大的短路电流(可达数千安或数万安),这时电缆线路L1的继电保护装置动作,自动跳开断路器QF1,使短路故障点K2与系统正常部分隔离,保证除电缆线路L1的之外的其他部分正常工作。当采用W1母线工作,W2母线备用方式运行,如果10kV母线K1点发生相间短路故障,则与短路故障点K1接通的所有电源回路的断路器,会在继电保护装置的作用下自动跳闸,在10kV母线停电。随后,可通过道闸操作将已跳闸的各进出线支路接到W2母线上,用隔离开关将故障点K1与W2母线隔离,利用W2母线恢复送电。

运行人员对电气设备的监视、控制、调整等工作,是在专用的主控制室进行。主控制室内安装有许多控制屏和继电保护屏以及自动装置屏,屏上装有各种测量、监察、保护、控制、调整和信号等设备,运行人员通过这些设备实现监察测量控制与保护动作。

小 结

1. 我国电力工业的发展

中国电力自1882年诞生至今,经历了3个发展时期。新中国成立前电力发展很慢,