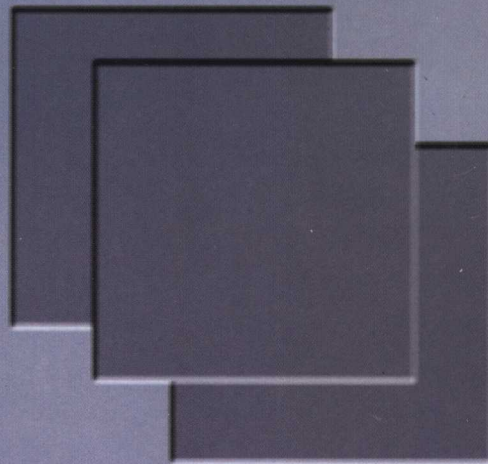




全国高职高专电气类精品规划教材

发电厂及变电站电气设备

主编 吴 靛 谢珍贵



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

全国高职高专电气类精品规划教材

发电厂及变电站电气设备

主 编 吴 靛 谢珍贵

副主编 赵志英 袁兴惠 刘雯雯 朱华杰



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

《发电厂及变电站电气设备》是高职高专强电类系列教材之一，主要介绍了发电厂及变电站电气一次部分的知识。全书共 10 章，内容包括：绪论、电力系统中性点的运行方式、电弧及电气触头的基本理论、电气设备及载流导体、电气主接线、自用电接线、配电装置、接地装置、电气设备选择和电气总布置。

本课程是高职高专院校强电类专业的主干专业课，具有实践性强、应用性广的特点。通过本课程的学习，可使学生深入了解发电厂及变电站电气一次部分的基本理论，具备电气运行、安装、检修的能力，为学习后续专业课、强化职业技能、增强工作能力打下坚实的基础。

本教材在编写的过程中充分考虑了高职高专院校的特点，对一些理论性强、计算复杂的章节进行了删减，增加了新设备、新技术的介绍。本教材可作为高职高专院校培养应用型技术人才的教学用书，也可作为从事发电厂及变电站设计、运行、安装检修以及管理工作的有关工程技术人员的参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

发电厂及变电站电气设备/吴靛, 谢珍贵主编. —北京: 中国水利水电出版社, 2004.8
全国高职高专电气类精品规划教材
ISBN 7-5084-2226-0

I. 发... II. ①吴... ②谢... III. ①发电厂—电气设备—高等学校: 技术学校—教材②变电所—电气设备—高等学校: 技术学校—教材 IV. TM6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 065435 号

书 名	全国高职高专电气类精品规划教材 发电厂及变电站电气设备
作 者	主编 吴靛 谢珍贵
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 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (营销中心) 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
经 售	
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	787mm×960mm 16 开本 15 印张 293 千字
版 次	2004 年 8 月第 1 版 2004 年 8 月第 1 次印刷
印 数	0001—5100 册
定 价	23.00 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

序

教育部在《2003-2007年教育振兴行动计划》中提出要实施“职业教育与创新工程”，大力发展职业教育，大量培养高素质的技能型特别是高技能人才，并强调要以就业为导向，转变办学模式，大力推动职业教育。因此，高职高专教育的人才培养模式应体现以培养技术应用能力为主线 and 全面推进素质教育的要求。教材是体现教学内容和教学方法的知识载体，进行教学活动的基本工具；是深化教育教学改革，保障和提高教学质量的重要支柱和基础。因此，教材建设是高职高专教育的一项基础性工程，必须适应高职高专教育改革与发展的需要。

为贯彻这一思想，2003年12月，在福建厦门，中国水利水电出版社组织全国14家高职高专学校共同研讨高职高专教学的目前状况、特色及发展趋势，并决定编写一批符合当前高职高专教学特色的教材，于是就有了《全国高职高专电气类精品规划教材》。

《全国高职高专电气类精品规划教材》是为适应高职高专教育改革与发展的需要，以培养技术应用为主线的技能型特别是高技能人才的系列教材。为了确保教材的编写质量，参与编写人员都是经过院校推荐、编委会答辩并聘任的，有着丰富的教学和实践经验，其中主编都有编写教材的经历。教材较好地反映了当前电气技术的先进水平和最新岗位要求，体现了培养学生的技术应用能力和推进素质教育的要求，具有创新特色。同时，结合教育部两年制高职教育的试点推行，编委会也对各门教材提出了

满足这一发展需要的内容编写要求，可以说，这套教材既能适应三年制高职高专教育的要求，也适应两年制高职高专教育的要求。

《全国高职高专电气类精品规划教材》的出版，是对高职高专教材建设的一次有益探讨，因为时间仓促，教材可能存在一些不妥之处，敬请读者批评指正。

《全国高职高专电气类精品规划教材》编委会

2004年8月

前

言

《发电厂及变电站电气设备》是高职高专院校强电类专业的主干专业课，具有实践性强、应用性广的特点。学习本课程的任务是：使学生掌握发电厂、变电站电气设备的基本理论知识及电气设备结构、工作原理和性能，学习电气主接线、厂用电接线的形式、特点和设计方法，学习配电装置、接地装置等的基本知识，使学生深入了解电气一次部分的基本理论，具备电气运行、安装、检修的能力，为学习后续专业课、强化职业技能、增强工作能力打下坚实的基础。

本课程是实践性非常强的课程，在教学过程中应结合实验实习、教具模型以及多媒体教学手段，加强学生对发电厂、变电站电气设备的感性认识。本书在编写的过程中充分考虑了高职高专院校的特点，对一些理论性强、计算复杂的章节进行了删减，增加了新设备、新技术的介绍。

全书共10章，其中第1章、第4章的4.1节、第8章由广东水利电力职业技术学院的吴靓编写，第5章、第6章由福建水利电力职业技术学院的谢珍贵编写，第9章由南昌工程学院的赵志英编写，第7章、第10章由四川水利职业技术学院的袁兴惠编写，第2章、第3章由四川电力职业技术学院的刘斐雯编写，第4章的4.2~4.4节由长江工程职业技术学院的朱华杰编写，由吴靓对全书进行了统稿。

由于编写时间仓促，编者水平有限，书中错误和不足之处在所难免，恳切希望使用此书的读者批评指正。

编者

2004年8月

目 录

序

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 电力工业发展概况及前景	1
1.2 电力系统基本概念	2
1.3 电气设备概述及额定参数	9
习题与思考题	13
第 2 章 电力系统中性点的运行方式	14
2.1 中性点不接地系统	14
2.2 中性点经消弧线圈接地系统	16
2.3 中性点直接接地系统	18
2.4 中性点不同接地方式的比较和应用范围	19
习题与思考题	21
第 3 章 电弧及电气触头的基本理论	22
3.1 电弧的形成和熄灭	22
3.2 直流电弧的特性及熄灭	25
3.3 交流电弧的特性及熄灭	27
3.4 电气触头	31
习题与思考题	35
第 4 章 电气设备及载流导体	36
4.1 高压开关电器	36
4.2 互感器	59
4.3 母线、电缆及绝缘子	73
4.4 限流电器	81
习题与思考题	88

第 5 章 电气主接线	89
5.1 概述	89
5.2 电气主接线的基本形式	91
5.3 主变压器的选择	105
5.4 电气主接线方案的技术经济比较	107
5.5 电气主接线方案实例分析	115
习题与思考题	118
第 6 章 自用电接线	120
6.1 自用负荷	120
6.2 自用变压器的选择	123
6.3 水电站自用电接线	127
6.4 变电站自用电接线	130
6.5 自用电接线方案实例分析	133
习题与思考题	133
第 7 章 配电装置	134
7.1 配电装置概述	134
7.2 屋内配电装置	140
7.3 屋外配电装置	148
习题与思考题	156
第 8 章 接地装置	157
8.1 人体触电的概念及机理	157
8.2 保护接地	159
8.3 保护接零	163
8.4 接地系统	165
习题与思考题	169
第 9 章 电气设备选择	171
9.1 电器和载流导体的发热	171
9.2 电器和载流导体的电动力效应	179
9.3 电气设备选择的一般条件	183
9.4 高压开关电器的选择	186

9.5 母线、电缆和绝缘子的选择	190
9.6 互感器的选择	202
习题与思考题	209
第 10 章 电气总布置	211
10.1 主变场地布置	211
10.2 电气总布置	215
习题与思考题	221
附录 高压断路器、高压隔离开关、高压熔断器、 高压电流互感器的技术数据	222
参考文献	227

绪 论

【教学要求】 了解我国电力工业发展概况；掌握电力系统的基本概念及发电厂、变电站的常见类型；了解发电厂、变电站常用电气设备；掌握额定电压的确定方法。

1.1 电力工业发展概况及前景

电力工业是国民经济的一项基础工业和国民经济发展的先行产业，它是一种将煤、石油、天然气、水能、核能、风能等一次能源转换成电能这个二次能源的工业，它为国民经济的其他各部门快速、稳定地发展提供足够的动力，其发展水平是反映国家经济发达程度的重要标志。

中国电力工业自 1882 年建立第一个火电厂，至今已经走过 100 多年的发展历程。中华人民共和国成立前的 67 年间，民不聊生，百废待兴，电力工业的发展步履蹒跚，十分缓慢。从 1882 年在上海建立第一个火电厂，1912 年在昆明滇池石龙坝建立第一座水电站开始，至 1949 年全国解放，多年来全国总装机容量仅增至 185 万 kW，年发电量 43 亿 kW·h，居世界第 25 位；110kV 电压等级的电力系统仅东北两个，总容量不超过 72 万 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，效率低，安全可靠性能很差。

中华人民共和国成立后，人民生活安定，经济蒸蒸日上，电力工业大步前进，快速发展。到 1978 年，在不到 30 年的时间里，全国发电装机容量达到 5712 万 kW，年发电量达到 2566 亿 kW·h，分别比 1949 年增长了 29.9 倍和 58.7 倍，装机容量和发电量分别跃居世界第 8 位和第 7 位。电网也初具规模，建成了 330kV 和 220kV 输电线路 535km 和 22672km。改革开放之后，电力工业加快了发展的步伐，1987 年全国发电装机容量实现了历史性的突破，达到了 1 亿 kW，此后，电力工业连续每年新投



产发电机组都超过 1000 万 kW，从 1987 年后仅用 7 年的时间，到 1995 年 3 月，全国发电装机容量翻了一番，跨上了 2 亿 kW 的台阶，1995 年后又仅用 5 年的时间，到 2000 年，全国发电装机容量又跨上了 3 亿 kW 的台阶。这期间，我国发电装机容量和发电量先后超过法国、英国、加拿大、德国、俄罗斯和日本等发达国家，于 1996 年底跃居世界第 2 位，仅次于美国。截止 2001 年底，全国发电装机容量和发电量分别达到 3.3861 亿 kW 和 14839 亿 kW·h（不含台湾和港澳地区），成为世界电力大国。

从 1988 年至 2001 年这十多年间，我国电力工业得到了飞速的发展，大区联网和西电东送联网建设不断加强，相应的城乡电网也得到了改造和加强，到 2001 年底，我国 220kV 及以上线路达到 17.66 万 km，变电容量达到 4.73 亿 kVA。针对我国能源结构的实际情况，我国的电源发展实施了“优先开发水电，大力发展火电，适当发展核电，积极发展新能源发电”的方针，使电源发展呈现多种能源互补的格局。到 2001 年底，全国水电装机达到 8301 万 kW，火电达到 25314 万 kW，核电达到 210 万 kW，风力和新能源发电达到 37 万 kW。在水电方面，我国取得了骄人的成绩，有许多世界之最，1994 年 12 月开工建设的长江三峡工程是世界上最大的电站，总装机容量为 18200MW，是曾经世界上最大的巴西伊泰普水电站的 1.4 倍；已建成的装机容量为 240 万 kW 的广州抽水蓄能电站是世界最大的抽水蓄能电站；西藏的羊卓雍湖水电站是世界上海拔最高的电站等。

目前，我国电力工业已开始进入“大机组”、“大电网”、“超高压”、“高自动化”的发展新阶段，科技水平不断提高，调度自动化、光纤通信、计算机控制等高新技术已在电力系统中得到了广泛应用。现在，我国已经掌握了先进的 30 万 kW，50 万 kW 和超临界 60 万 kW 火电机组、100 万 kW 级核电机组和 500kV 交直流输电工程的设计、施工、调试和运行技术，掌握了 180m 级的各类大坝的筑坝技术和大型电站的设计、施工技术；各大电网的计算机监控调度系统进入实用化阶段，电网运行和调度实现了自动化，现代化。展望 21 世纪的中国电力，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 电力系统基本概念

1.2.1 电力系统

为了提高供电的可靠性和经济性，目前广泛地将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、升压变电站、输电线路、降压变电站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，由各类升压变电站、输电线路、降压变电站组成的电能传输和分配的网络称为电力网。动力系统、电力系统和电力网三者的联系与区别如图 1-1 所示。

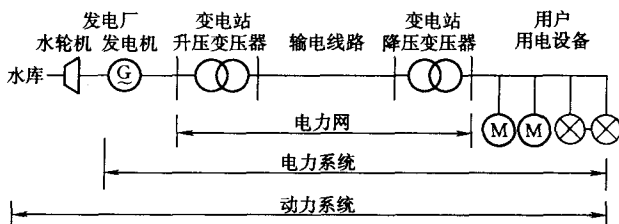


图 1-1 电力系统及动力系统示意图

1.2.1.1 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。按其所用能源划分，主要有火力发电厂、水力发电厂、核能发电厂、风力发电站、潮汐发电站等，此外还有地热发电、太阳能发电、垃圾发电和沼气发电等。按发电厂的规模和供电范围划分，又可分为区域性发电厂、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、燃汽轮机或内燃机。我国大部分火力发电厂采用凝汽式汽轮发电机组，故称为凝汽式火力发电厂。图 1-2 为凝汽式火力发电厂生产过程示意图，具体过程如下：首先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，循环使用。

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

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（通常称水电厂）是利用江河水流的水能生产电能的工厂。它的基本生产过程是：从河流较高处或水库内引水，利用水的压力或流速冲动水轮机旋转，将水能转变为机械能，然后水轮机带动发电机旋转，将机械能转变为



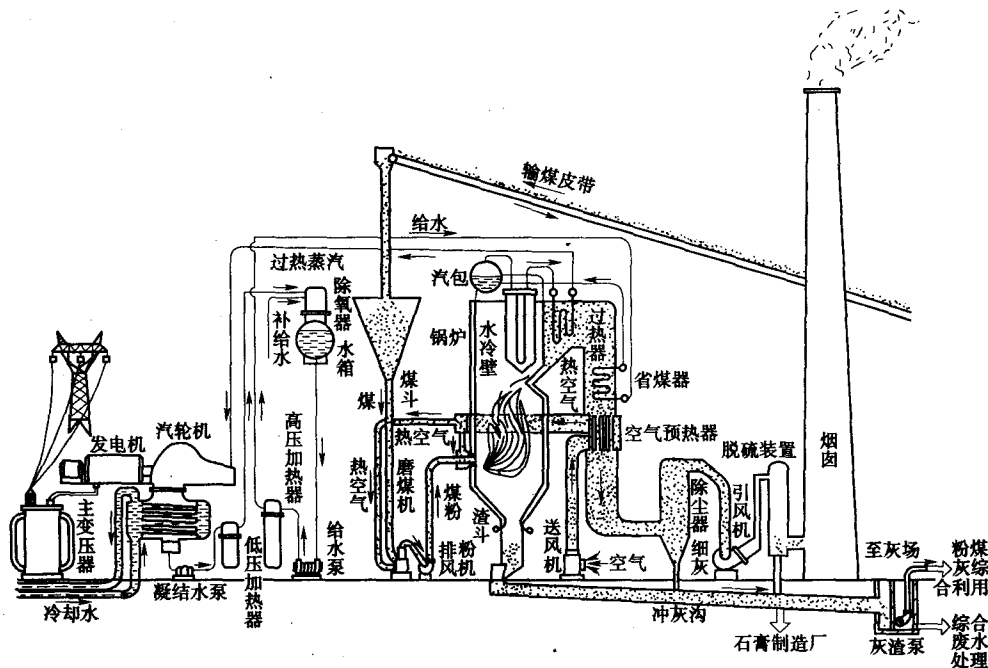


图 1-2 凝气式火力发电厂生产过程示意图

电能。水电站（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，水电站一般分为堤坝式、引水式和混合式三种；按主厂房的位置和结构，又可分为坝后式、坝内式、河床式、地下式等数种；按运行方式，则分为有调节水电站、无调节（径流式）水电站和抽水蓄能电站。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，其工作方式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，此时机组按电动机—水泵的方式工作；待峰荷或枯水时，上水库放水释放能量发电，此时机组按水轮机—发电机的方式工作。抽水蓄能电站可以作为调频、调相和系统的备用容量，一般可与发电出力稳定的核电厂配合使用。

(3) 核电厂。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 1-3 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水变为高温高压蒸汽，进入蒸汽发生器内推动汽轮发电机组发电。核电厂能获得较大的经济效益，所需原料极少，如一个百万千瓦电厂，火力发电厂一年约需 300



万 t 燃料，而核电厂仅需 30t 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源之一。

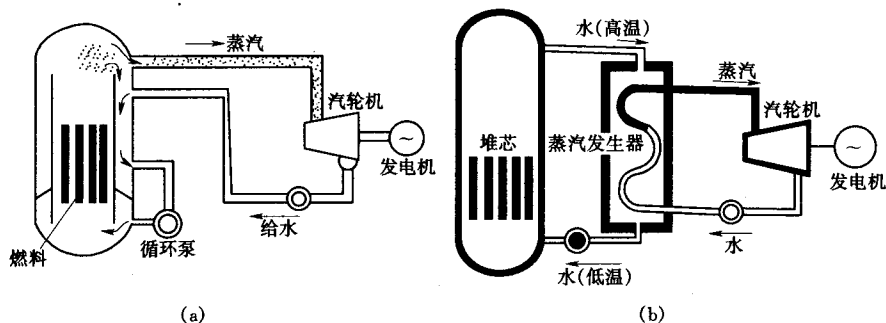


图 1-3 核电厂生产过程示意图

(a) 沸水堆型核能发电系统；(b) 压水堆型核能发电系统

除以上三种主要能源的利用外，其他各种形式的一次能源也都逐步得到了利用，如风力发电、地热发电、潮汐发电、太阳能发电、沼气发电等，而生物发电、海水的波浪发电，特别是卫星电站也正在开发之中。

1.2.1.2 变电站

变电站是汇集电源、升降电压和分配电力的场所，是联系发电厂和用户的中间环节。变电站有升压和降压之分。升压变电站通常是发电厂升压站部分，紧靠发电厂。降压变电站通常远离发电厂而靠近负荷中心。根据变电站在电力系统中所处的地位和作用，可分为：

(1) 枢纽变电站。枢纽变电站位于电力系统的枢纽点，电压等级一般为 330kV 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，或系统瓦解。枢纽变电站对电力系统运行的稳定和可靠性起着重要作用。

(2) 中间变电站。中间变电站位于系统主干环线或系统主要干线的接口处，电压等级一般为 220~330kV，汇集 2~3 个电源和若干线路，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列。

(3) 地区变电站。地区变电站是一个地区和一个中、小城市的主要变电站，电压等级一般为 110~220kV。全站停电后将造成该地区或城市供电的紊乱。

(4) 企业变电站。企业变电站是大、中型企业的专用变电站，电压等级一般为 35~220kV，1~2 回进线。

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



1.2.1.3 电力网

电力网是由变电站和不同电压等级的输电线路所组成，其作用是输送、控制和分配电能。按供电范围、输送功率和电压等级分为地方电力网和区域电力网。地方电力网一般电压等级为 110kV 及以下。区域电力网则为 110kV 以上，供电范围广，输送功率大。10kV 及以下的电力网一般称为配电网。电力网按结构特征又分开式电力网和闭式电力网两种。凡用户只能从单方向得到供电的叫开式电力网；用户可从两个或两个以上方向得到供电的叫闭式电力网。按电压等级电力网分为低压（1kV 及以下）、高压（1~330kV）、超高压（330~1000kV）和特高压（1000kV 以上）几种。

1.2.2 电力系统的优越性

把分散于各地区的发电厂通过电力网与分散在各负荷中心的用户连接起来，形成电力系统后，使发电、供电和用电成为一个整体，在技术和经济上具有一系列的优点：

(1) 提高了电力网运行的可靠性。系统中一个发电厂发生故障时，其他发电厂照样可以向用户供电；一条输电线路发生故障时，用户还可以从系统中的不同部分取得电源。因而具有合理结构的电力系统的可靠性大为增高。

(2) 提高了供电的稳定性。电力系统容量较大，个别大负荷的变动即使有较大的冲击，也不会造成电压和频率的明显变化。小容量电力系统或孤立运行电站则不同，较大的冲击负荷很容易引起电网电压和频率的较大波动，影响电能的质量，严重的甚至将系统冲垮，即系统或机组间解裂，造成整体供电中断。

(3) 提高了发电的经济性。

1) 连成和扩大电力系统可合理利用资源，提高经济效益。如果没有电力系统，很多能源会变得难以充分利用。在电力系统中可实现水电和火电之间的相互调剂：丰水期可多发水电，少发火电，节约燃料；枯水期则多发火电以补充水电。具有不同调节性能和特性的水电站之间，以及风力、潮汐、太阳能和核电站等，只有与较大的系统相接，才能相互配合，实现经济调度，达到合理利用资源、提高经济效益的目的。

2) 连成和扩大电力系统可提高发电的平均效率和其他经济指标。只有在大的电力系统内，才能采用大容量的机组，从而获得较高的发电效率、较低的相对投资和较低的运行维护费用。此外，在电力系统内，在各发电厂之间可以合理地分配负荷，可以让效率高的机组多发，在提高平均发电效率上实现经济调度。

3) 连成和扩大电力系统可减小总装机容量。电力系统中的综合最大负荷常小于各发电厂单独供电时各片最大负荷的总和。这是因为存在不同地区间负荷性质的差别、负荷的东西时差和南北季差等，有利于错开各地区的高峰负荷，导致减小系统中



的综合最大负荷，从而减小了总工作容量。每座孤立运行电站至少要有一台备用机组，以备工作机组检修或故障时投入运行，保障继续供电。在电力系统中，各发电厂的机组之间可以相互备用，还可以错开检修时间，故系统的备用容量只需系统总容量的10%~15%，远小于各发电厂孤立运行时单站的备用容量之和。系统总装机容量（等于工作容量加备用容量）的减小，降低了电站的综合投资和电能生产费用。

1.2.3 电力系统运行的特点及运行要求

由于电能的生产、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) 电能难以储存。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。如果在系统运行中发生了供电与用电的不平衡，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造成严重损失。

(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（300000km/s），因此不论是正常输电过程还是发生故障过程都非常迅速，这就要求有一系列能对系统进行灵敏而迅速地监测、控制和保护的装置，将操作或故障引起的系统变化限制在尽可能小的范围之内。

(3) 电力系统的地区性特点较强，组成情况不尽相同。因此在系统规划设计与运行管理时，应从实际出发，针对各个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，不仅将直接影响生产，造成人民生活秩序的紊乱，在某些情况下，甚至会酿成极其严重的社会性灾难。

基于上述特点，对电力系统运行有下列基本要求。

1.2.3.1 保证供电的安全可靠性

保证供电的安全可靠性是对电力系统运行的基本要求。所谓电力系统的可靠性是指确保用户能够随时得到供电。这就要求从发电到输电以及配电，每个环节都必须保证安全可靠，不发生故障，以保证连续不断地为用户提供电能。为此，要保证电力系统中各元件的质量，及时搞好设备的正常维护及定期的检修与试验，加强和完善各项安全技术措施，提高电力系统的运行和管理水平，杜绝可能发生的直接或间接的人员责任事故。

目前，要绝对防止事故的发生是不可能的，而各用户对供电可靠性的要求也不一样。通常按重要性将用户分为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ三类加以区别对待，以保证其相应的供电可靠性。



(1) I类用户：对这类负荷停止供电，会带来人身危险，设备损坏，产生大量废品，长期破坏生产秩序，给国民经济带来巨大的损失或造成重大的政治影响。

对I类用户通常应设置两路以上相互独立的电源供电，其中每一路电源的容量均应保证在此电源单独供电的情况下就能满足用户的用电要求，确保当任何一路电源发生故障或检修时，都不会中断对用户的供电。即I类用户要求有很高的供电可靠性。

(2) II类用户：对这类负荷停止供电，会造成大量减产，城市公用事业和人民生活受到影响等。

对II类用户应设置专用供电线路，条件许可时也可采用双回路供电，并在电力供应出现不足时优先保证其电力供应。

(3) III类用户：一般是指短时停电不会造成严重后果的用户，如工厂附属车间、小城镇、小加工厂等。

当系统发生事故，出现供电不足的情况时，应首先切除III类用户的用电负荷，以保证I类、II类用户的用电。

1.2.3.2 保证电能的良好质量

衡量电能质量的指标是频率、电压和波形，当系统的频率、电压和波形不符合电

气设备的额定值要求时，往往会影响设备的正常工作，造成振动、损耗增加，使设备的绝缘加速老化甚至损坏，危及设备和人身安全，影响用户的产品质量等。因此，要求系统所提供电能的频率、电压和波形必须符合其额定值的规定。

表 1-1 电压的允许变化范围

线路额定电压	正常运行电压允许变化范围
35kV 及以上	$\pm 5\% U_n$
10kV 及以下	$\pm 7\% U_n$
低压照明及农业用电	$(-10\% \sim +5\%) U_n$

我国规定的电力系统的额定频率为50Hz，大容量系统允许频率偏差 ± 0.2 Hz，中小容量系统允许频率偏差 ± 0.5 Hz。电压的允许变化范围见表1-1。电力系统的频率主要取决于有功功率的平衡，电压主要取决于无功功率的平衡，可通过调频、调压和无功补偿等措施来保证频率和电压的稳定。

通常，要求电力系统的供电电压（或电流）的波形为严格的正弦形，发电机和变压器的设计制造部门已考虑了这一要求，但在电能输送和分配过程中也要不使波形发生畸变，应注意避免或消除电力系统中可能出现的其他谐波源（如整流装置，输电线路的电晕等）。

1.2.3.3 保证足够的发电功率和发电量

根据电力对国民经济的强烈制约作用，电力必须先行，最大限度地满足用户的用电需要，为国民经济的各个部门提供充足的电力。因此，电力系统要超前搞好规划设