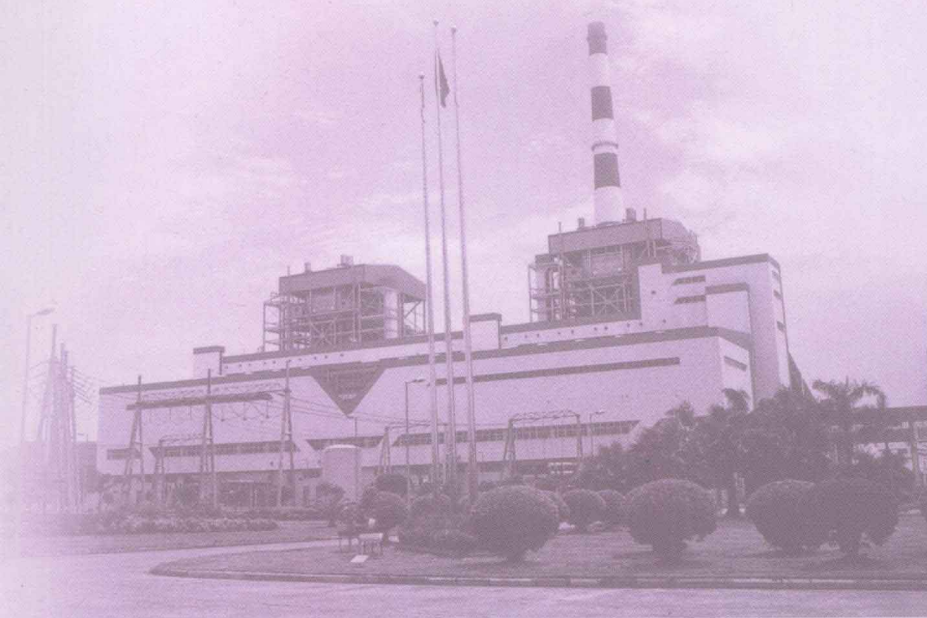


火力发电建设工程造价专业 资格认证考试用书

综合知识

ZONGHEZHISHI

中国电力企业联合会电力建设技术经济咨询中心 编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

火力发电建设工程造价专业
资格认证考试用书

综合知识

中国电力企业联合会电力建设技术经济咨询中心 编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书为《火力发电建设工程造价专业资格认证考试用书》的《综合知识》分册。本书根据火力发电建设工程造价员岗位知识结构要求,结合我国电力行业现行的工程造价管理制度编写。

本书分两篇,共七章。第一篇为电力工程项目管理及相关知识,重点介绍项目管理及工程经济的理论与方法;第二篇为火力发电工程造价管理基础知识,全面阐述了火力发电工程造价全过程分阶段造价管理理论与方法,系统介绍了火力发电建设工程投资决策阶段、设计阶段、实施阶段、收尾阶段造价管理的方法。

本书融技术性、经济性、理论性、实践性为一体,力求系统完整、通俗易懂。可作为火力发电建设、设计、监理、施工、审核等单位技术经济人员和大专院校工程经济专业师生的学习参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

火力发电建设工程造价专业资格认证考试用书. 综合知识
/ 中国电力企业联合会电力建设技术经济咨询中心编. —北京:
中国电力出版社, 2009

ISBN 978-7-5083-8537-2

I. 火… II. 中… III. 火力发电-电力工程-工程造价-
工程技术人员-资格考核-自学参考资料 IV. TM621

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 027457 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2009 年 3 月第一版 2009 年 3 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 19 印张 480 千字

印数 0001—4000 册 定价 75.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

《火力发电建设工程造价专业资格认证考试用书》

编 委 会

主任委员 孙玉才

副主任委员 沈维春 石华军

编 委 张天文 解改香 胡列翔 周兴扬 傅剑鸣
叶锦树 马黎任 杨镇杭 姚集新

编 写 组

组 长 解改香 叶锦树

成 员 张国伟 邹 扬 徐 辉 赵建新 李志军
邵月琴 陈开如 褚得成 夏华丽 李荣根
唐玉根 宣洪福 俞杏梅 王 晓 陈伟鑫
丁 勤 朱敏颖

本册编审人员

主 编 赵建新 叶锦树

主 要 参 编 夏华丽

主 审 张天文 叶锦树

本册审查专家 沈维春 解改香 马 楠 张国伟 邵月琴

序

随着我国火力发电建设事业的快速发展，与火力发电建设事业紧密相关的火力发电建设工程造价管理和工程量计价依据的改革也不断深化，并取得了优异成绩，这些成绩的取得与广大火力发电建设技术经济工作者的努力是分不开的。

科学技术飞速发展的 21 世纪，新技术、新工艺、新设备、新材料不断涌现，大容量、高效能、大机组已成为我国火力发电的主力机组，节能环保型机组也从试点建设发展到全面推行。随着电力体制改革和企业经营机制的不断深化，技术经济管理逐步与国际接轨，对从事火力发电建设工程的广大技术经济工作者在技术、经济 and 法律法规方面提出更高的要求。党的十七大报告指出“实施人才战略，培养和造就掌握先进科学技术和知识、创新能力强、适应经济和社会发展需要的各类专业人才队伍。”要培养市场竞争人才，抓好有效控制和合理计定工程造价，一个十分重要的问题就在于加强技术经济队伍的建设，提高整体素质。火力发电建设技术经济队伍承担着火力发电建设工程造价的计定、管理和控制等多方面的任务，多年来，对保证火力发电建设市场的有序、规范，提高建设项目投资效益和企业经济效益发挥了重要的作用，作出了很大贡献。今后，还要更加努力，把火力发电工程的技术经济工作做得更好。为此，中国电力企业联合会电力建设技术经济咨询中心组织编写了这套《火力发电建设工程造价专业资格认证考试用书》，作为广大火力发电工程建设技术经济工作者基础教育、充实提高技术经济理论基础和新上岗人员的培训教材，这套认证考试用书的编写标志着火力发电建设技术经济队伍建设向系统化、规范化方向迈出了可喜的一步。

这套认证考试用书内容新颖、系统、实用、权威，便于火力发电建设技术经济上岗人员全面掌握施工、机械、材料、设备等工程技术问题和定额、概预算编制、工程量清单计价、技术经济原理等方面的知识，是一套极具实用价值的认证考试用书。书中同时包括了与技术经济工作相关的经济、财会、项目管理、合同管理知识和工程量清单计价、概预算编制实例等诸多内容，亦可作为火力发电建设技术经济工作者的工具书。这套认证考试用书的出版必将为我国火力发电工程技术经济专业的发展和进步打下扎实的基础，并为我国火力发电工业的发展作出贡献！

赵希正

前言

为适应社会主义市场经济体制改革的要求,满足电力行业工程造价管理工作和技术经济专业队伍人员的资格认证和继续教育工作的需要,中国电力企业联合会电力建设技术经济咨询中心组织编写了《火力发电建设工程造价专业资格认证考试用书》(简称《考试用书》)。本套《考试用书》共包括《综合知识》、《建筑》、《机务》和《电气》四个分册。

本套《考试用书》自2007年8月份开始启动编制工作,历时一年半时间,经过多次审查、修改,于2009年1月编制完成。在本书编写过程中,各参编人员充分考虑了当前火力发电工程造价从业人员经济管理知识较强,但专业技术、施工基础知识较弱的特点,在参考吸取以往类似教材优点的基础上,有针对性地增加了专业技术、施工工艺等基础知识,内容符合当前火力发电工程建设的实际设计、施工情况。

本套《考试用书》选材广泛,所选案例与实际工程结合情况较为吻合,针对性强,同时也充分反映了国家基本建设和电力投资方面的政策、法规和行政规定,实践性较强。本套《考试用书》既可以作为从事火力发电工程经济管理人员造价专业上岗资格认证的培训专用教材,也可供从事火力发电工程建设的各级领导人员、工程技术人员和大专院校相关专业师生学习参考。

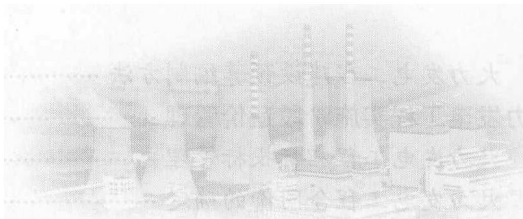
本套《考试用书》在编写过程中得到了中国大唐集团公司、中国华电集团公司、中国电力投资集团公司、浙江省电力公司等单位领导的大力支持,同时,广东省粤电集团有限公司、北方联合电力有限责任公司、华北科技大学、内蒙古电力建设定额站、东北电力设计院、西北电力设计院及部分发电公司、设计院、施工单位为本书的编制提供了大量资料,在此向大家表示衷心感谢!

由于编制时间较紧,本套《考试用书》难免有不足之处,诚恳希望广大读者提出宝贵意见,并请各方面的专家予以批评指正。

本册为《火力发电建设工程造价专业资格认证考试用书》的《综合知识》分册,由赵建新、叶锦树主编,夏华丽主要参编,张天文、叶锦树主审。在本册的编写过程中还得到了沈维春、解改香、马楠、张国伟、邵月琴等专家的指导和帮助,在此表示衷心感谢!

中国电力企业联合会电力建设技术经济咨询中心

2009年3月



目 录

序 前言

第一篇 电力工程项目管理及相关知识 1

第一章 电力建设项目管理 2

第一节 电力系统概述 2

第二节 我国电力工业的发展与管理体制 10

第三节 电力建设项目 20

第四节 电力工程项目建设程序 28

第五节 工程监理制度 33

第六节 火力发电建设项目的成本管理 38

第七节 火力发电建设项目风险管理 44

第二章 工程经济与财务 56

第一节 资金时间价值 56

第二节 工程财务与会计 65

第二篇 火力发电工程造价管理基础知识 85

第三章 火力发电工程造价管理概述 86

第一节 火力发电工程造价概念 86

第二节 工程造价执(从)业人员管理 87

第三节 火力发电建设工程造价构成 92

第四节 火力发电工程造价计价原理与方法 115

第五节 火力发电工程造价计价依据 121

第六节 工程量清单计价方法 150

第七节 火力发电工程造价管理的实施 160

第四章 火力发电工程投资决策阶段造价管理 164

第一节 火力发电工程投资决策阶段工程造价管理意义 164

第二节 电力建设工程项目核准 166

第三节 火力发电工程投资估算编制 169

第四节 火力发电建设项目经济评价 176

第五节 建设项目投资风险分析 198

第六节 价值工程 205

第五章 火力发电工程设计阶段造价管理 212

第一节 火力发电工程建设预算的编制规定 212

第二节	火力发电工程建设预算编制方法	216
第六章	火力发电工程实施阶段造价管理	225
第一节	火力发电工程招标投标管理	225
第二节	火力发电工程合同价的确定	237
第三节	火力发电工程合同变更	243
第四节	火力发电工程项目索赔管理	248
第五节	火力发电工程价款结算	254
第七章	火力发电工程收尾阶段造价管理	265
第一节	火力发电工程竣工决算编制	265
第二节	火力发电工程保证金管理	275
第三节	火力发电工程项目审计	277
第四节	工程造价分析与信息管理	279
第五节	火力发电建设工程项目后评价	287
参考文献		296

综合知识

第一篇 电力工程项目 管理及相关知识

火力发电建设工程造价专业资格认证考试用书



第一章

电力建设项目管理

第一节 电力系统概述

一、电力系统的概念

(一) 电力系统的含义

电能是最方便和最清洁的终端能源，是现代人类社会对能源最主要的利用方式。大规模的电能从生产到使用要经过发电、输电、配电和用电四个环节，这四个环节组成了电力系统。所以说，电力系统就是由分布在辽阔地域的发电厂、变电站、输配电线路、用电设备等组成的大型互联系统，也是最大的人造能量传送系统。现代电力系统具有规模巨大、结构复杂、运行方式多变、非线性因素众多、扰动随机性强等基本特征。由于电力系统中缺乏大容量的快速储能设备，所以电能的生产和使用在任何时刻都必须保持基本平衡。20世纪以来，电能的消耗量稳步上升，每10年约增长1倍。随着我国用电负荷的强劲增长及输电容量和规模的日益扩大，我国电网的发展趋势将可能在跨省（区）超高压电网之上逐步形成以实现远距离、大规模、低损耗输电为特征的特高压电网。电力系统的出现，使电能得到广泛应用，推动了社会生产各个领域的变化，开创了电力时代，出现了近代史上的第二次技术革命。20世纪以来，电力系统的大发展使动力资源得到更充分的开发，工业布局也更为合理，使电能的应用不仅深刻地影响着社会物质生产的各个侧面，也越来越广泛地渗透到人类日常生活的各个层面。电力系统的发展程度和技术水准已成为各国经济发展水平的标志之一。

(二) 电力系统的构成

现代电力系统是一个由电能的生产、输送、分配、消费等子系统构成的不可分割的大系统。

1. 电源系统

电能的生产子系统也就是电源系统，是由各类发电厂构成的。发电厂（power plant）又称发电站，是将自然界蕴藏的各种一次能源转换为电能（二次能源）的工厂。

常见的发电方式主要有以下几种：

(1) 火力发电。利用燃烧煤炭、石油、液化天然气等燃料产生的热能，使锅炉水管中的水受热成为高温高压的蒸汽，并推动汽轮机转动，进而带动发电机发电。

(2) 水力发电。通过筑坝将位于高处的水向低处流动时的位能转换为动能，此时装设在水道低处的水轮机受到水流的推动而转动，将水轮机和发电机相连接，带动发电机转动，将机械能转换为电能。

(3) 核能发电。如利用核能将反应堆中的水加热产生蒸汽，在蒸汽的推动下，汽轮机带动发电机转动产生电能。

(4) 风力发电。利用风力推动风车带动发电机发电。

(5) 太阳能热发电。利用聚热装置将太阳热能聚集并加热水管中的水产生蒸汽，进而带动涡轮发电机发电。

(6) 太阳能光发电。将具有光电效应的硅材料制成太阳能电池板，通过接受太阳光能的照射将光能转变成电能。

此外，还有磁流体发电、潮汐发电、海洋温差发电、波浪发电、地热发电、生物质能发电等多种发电方式，但是目前大规模的发电方式主要还是火力发电、水力发电和核能发电，如图 1-1 所示。

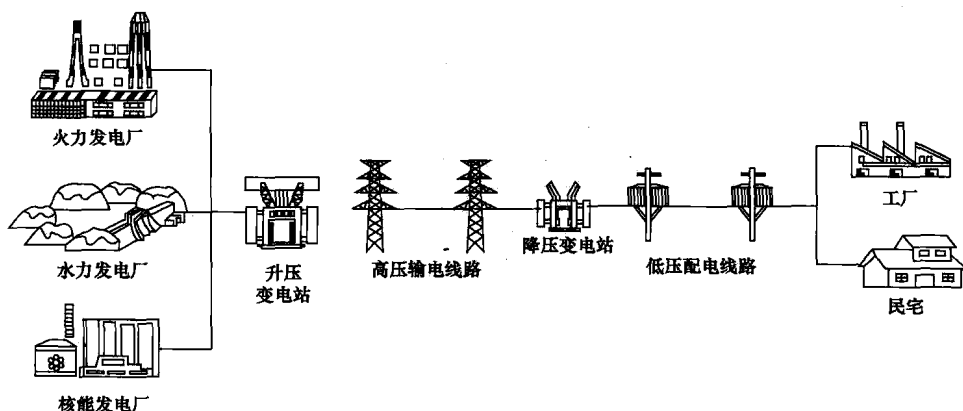


图 1-1 电力输送过程示意图

电能在生产、传送、使用中比其他能源更易于调控，因此，它是最理想的二次能源。发电在电力工业中处于中心地位，决定着电力工业的规模，也影响到电力系统中输电、变电、配电等各个环节的发展。

2. 输电系统

输电是将发电厂发出的电能通过高压输电线路输送到消费电能的地区（也称负荷中心），或进行相邻电网之间的电力互送，使其形成互联电网或统一电网，以保持发电和用电或两个电网之间供需平衡。

输电系统的电压等级一般分为高压、超高压和特高压。在国际上，对于交流输电系统，通常把 35~220kV 的输电电压等级称为高压（HV），把 330~750（765）kV 的输电电压等级称为超高压（EHV），而把 1000kV 及以上的输电电压等级通称为特高压（UHV）。另外，一般把 ± 500 kV 电压等级的直流输电系统称为高压直流输电系统（HVDC）。对我国目前绝大多数交流电网来说，高压电网指的是 110kV 和 220kV 电压等级的电网，超高压电网指的是 330、500kV 和 750kV 电压等级的电网，特高压电网指的是正在建设的 1000kV 交流电压等级和 ± 800 kV 直流电压等级的输电系统。在同一个电网中采用了不同的电压等级，这些电压等级组成该电网的电压序列。目前，我国除了西北电网外，大部分电网的电压序列是 500/220/110/35/10/0.38kV，西北电网的电压序列分别为 750/330/110/35/10/0.38kV 和 220/110/35/10/0.38kV。电能送到负荷中心后经过地区变电站降压到 10kV，然后再由 10kV 配电线路输送到配电变压器，最后经过配电变压器将电压变成 0.38kV 供电力用户使用。

输电方式主要有交流输电和直流输电两种：

(1) 交流输电。以交流电流传输电能。19 世纪八九十年代，人们逐渐掌握了多相交流电

路原理，创造了交流发电机、变压器、感应电动机及交流功率表等计量仪器，确立了三相制。由于采用交流电，各个不同电压之间的变换、输送、分配和使用都便于实现，并且和当时的直流输电技术比较，更加经济和可靠。因此，以 1895 年美国尼亚加拉复合电力系统为代表，确立了交流输电的主导地位，并发展成今天规模巨大的电力系统。

交流输电技术的发展是以增加输送容量、扩大输送距离和提高输电线路电压等级为标志的。从 19 世纪 90 年代的 10kV 左右电压、输送几十公里距离、几千千瓦功率发展到现今 765kV 电压、超过 1000km 的输送距离、200 万 kW 以上的功率，并且正在研究 1150kV 和 1500kV 的特高压电压等级输电，其中 1150kV 输电已有工业性试验线路运行。除了 765kV 最高实际应用的电压外，还广泛采用 35、66、110、230、287、330、400、500kV 电压，不同的国家规定了自己的额定电压等级，以适应不同距离、不同输送功率的要求。与各额定电压等级相适应的输送距离和输送功率见表 1-1。

表 1-1 与各额定电压等级相适应的输送距离和输送功率

线间电压 (kV)	输送电压 (MW)	输送距离 (km)
10	0.2~2.0	6~20
35	2.0~10.0	20~50
110	10.0~50.0	50~150
220	100~500	100~300
330	200~800	200~600
500	1000~1500	150~850
765	2000~2500	500 以上

在 330kV 及以上的架空交流输电线路，为了充分利用导线的材料，减少电晕损耗和电晕干扰，降低线路电感，增大线路电容，降低线路波阻抗（反映输电线路电磁特性的一个综合参数）从而增大线路的自然功率，输电线采用分裂导线的结构。20 世纪 80 年代后期，前苏联开始研究紧凑型的输电线路结构，以期进一步大幅度降低波阻抗，提高线路的自然功率。

由交流输电线路联结起来的电力系统有以下的特征：① 要求所有的发电机保持同步运行并且有足够稳定性；② 要求合理的无功分布和补偿来保证系统的电压水平；③ 对邻近的通信线路的危险影响和干扰比较严重。这些固有特征在超高压以上的交流输电中更加显著，成为发展交流输电必须解决的重要技术课题。765kV 以上电压等级的交流输电，对环境和生态的影响也成为人们严重关切的问题。

通常所说的交流输电是指三相交流输电。对于交流输电而言，输电网是由升压变电站的升压变压器、高压输电线路、降压变电站的降压变压器组成的。在输电网中，输电线、杆塔、绝缘子串、架空线路等称为输电设备；变电一次设备（变压器、电抗器、电容器、断路器、隔离开关、接地开关、避雷器、电压互感器、电流互感器、母线等）和变电二次设备（确保安全、可靠输电的继电保护、监视、控制和电力通信等设备）等要集中在变电站内的设备统称为变电设备。

（2）直流输电。直流输电具有如下优点：① 输送相同功率时，线路造价低。交流输电架空线路通常采用 3 根导线，而直流只需 1 根（单极）或 2 根（双极）导线。因此，直流输电可节省大量输电材料，同时也可减少大量的运输、安装费。② 线路有功损耗小。由于直流架

空线路仅使用 1 根或 2 根导线, 所以有功损耗较小, 并且具有“空间电荷”效应, 其电晕损耗和无线电干扰均比交流架空线路要小。③ 适宜于海下输电。在有色金属和绝缘材料相同的条件下, 直流时的允许工作电压比在交流下约高 3 倍。2 根芯线的直流电缆线路输送的功率 P_d 比 3 根芯线的交流电缆线路输送的功率 P_a 大得多。运行中, 没有磁感应损耗, 用于直流时, 则基本上只有芯线的电阻损耗, 而且绝缘的老化也慢得多, 使用寿命相应也较长。④ 系统的稳定性问题。在交流输电系统中, 所有连接在电力系统的同步发电机必须保持同步运行。如果采用直流线路连接两个交流系统, 由于直流线路没有电抗, 所以不存在上述的稳定问题, 也就是说直流输电不受输电距离的限制。⑤ 能限制系统的短路电流。用交流输电线路连接两个交流系统时, 由于系统容量增加, 将使短路电流增大, 有可能超过原有断路器的遮断容量, 这就要求更换大量设备, 增加大量的投资。直流输电时, 就不存在上述问题。⑥ 调节速度快, 运行可靠。直流输电通过晶闸管换流器能够方便、快速地调节有功功率和实现潮流翻转。如果采用双极线路, 当一极故障, 另一极仍可以大地或水作为回路, 继续输送一半的功率, 这也提高了运行的可靠性。

直流输电适用于以下场合: 远距离大功率输电; 海底电缆送电; 不同频率或同频率非同期运行的交流系统之间的联络; 用地下电缆向大城市供电; 交流系统互联或配电网扩容时, 作为限制短路电流的措施之一; 配合新能源的输电。直流输电方式是传统交流输电方式的有效补充。高压直流输电由于其自身的优点, 特别适用于远距离、大容量输电, 大区交流电网的互联及通过海底电缆向海岛送电等场合。在我国的电网建设规划中, 为了把我国几个大区电网和个别分离的省级电网连接在一起, 最终形成全国的统一电网, 同时, 为了把西北、西南丰富的水火电资源远距离输送到沿海经济发达地区, 解决这些地区严重缺电的局面, 以及解决三峡电站建成后大量电力的外送问题等, 直流输电技术是一个重要的实现手段。为此, 国家正在组织实施“西电东送和大区联网”战略, 计划在 2010 年前后建成多达 20 多个超高压大型直流输电工程, 来满足上述电网建设的要求。这些将为我国直流输电技术的发展提供千载难逢的发展机遇。

采用直流方式输送电能, 首先要解决交直流转换的问题。需要在送电端和受电端分别建设两个换流站, 安装换流变压器和换流桥阀等主要换流设备。送电端换流站把交流转换成直流, 通过直流输电线路送往受电端换流站, 在受电端换流站再把直流逆变成交流供给用电负荷。直流输电的控制保护是直流输电系统的大脑, 由它来实现对这些交直流功率转换、输送全部过程以及换流站所有设备的控制和保护。现代直流输电的控制保护系统全部由计算机系统构成。从体系结构方面讲, 它与交流变电站和发电厂的控制保护系统是类似的。但由于换流站内同时具有交流设备和直流设备, 以及还需要对交直流转换进行闭环控制, 直流输电控制保护系统的规模比变电站和发电厂的控制保护系统要大得多, 也要复杂得多。其中交流侧的控制保护与传统的交流控制保护基本相同, 采用与交流相同的设备, 如变压器保护、交流线路保护和母线保护等。而直流侧的控制保护的构成则要用到直流输电专用的技术和设备, 如极控制、直流保护等。

直流输电则包括两端直流输电和多端直流输电, 绝大多数的直流输电工程都是两端直流输电。对于直流输电来说, 它的输电功能由直流输电线路和两端的换流站内的各种换流设备包括一次设备和二次设备来实现。

3. 配电系统

配电是在消费电能的地区接受输电网受端的电力, 然后进行再分配, 输送到城市、郊区、

乡镇和农村，并进一步分配和供给工业、农业、商业、居民及特殊需要的用电部门。与输电网类似，配电网主要由电压相对较低的配电线路、开关设备、互感器和配电变压器等构成。配电网几乎都是采用三相交流配电网。

4. 用电

用电主要是通过安装在配电网上的变压器，将配电网电压进一步降低到 380V 线电压的三相电或 220V 相电压的单相电，然后经过用电设备将电能转换为其他形式的能量。用电是整个电力系统的终端子系统，这个子系统由许多的用户所组成，他们都是电力企业所要面对的客户。

(三) 电力网的概念

电力网是电力系统的一部分，把由输配电线路及由它所联系起来的各类变电站总称为电力网络（简称电网）。广义的电力网不仅包括了组成电力网的送配电线路和变电站，并且包括了所有的电气装置。电力网按其供电容量和供电范围的大小及电压等级的高低可分为地方电力网、区域电力网以及超高压远距离输电网络等三种类型。

二、电力系统的运行

(一) 电力系统的运行状态

电力系统的运行常用运行状态来描述，主要分为正常状态和异常状态。正常状态又分为安全状态和警戒状态，异常状态又分为紧急状态和恢复状态。电力系统运行包括了所有这些状态及其相互间的转移。各种运行状态之间的转移，需通过控制手段来实现，如预防控制、校正和稳定控制，紧急控制，恢复控制等。这些统称为安全控制。具体状态及相互关系见图 1-2。

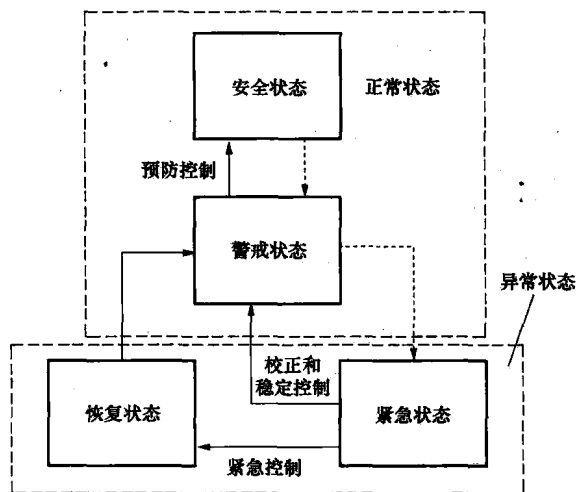


图 1-2 电力系统的运行状态及相互关系

(1) 安全状态。指电力系统的频率、各点的电压、各元件的负荷均处于规定的允许值范围，并且，当系统由于负荷变动或出现故障而引起扰动时，仍不致脱离正常运行状态。由于电能的发、输、用在任何瞬间都必须保证平衡，而用电负荷又是随时变化的，因此，安全状态实际上是一种动态平衡，必须通过正常的调整控制（包括频率和电压——即有功和无功调整）才能得以保持。

(2) 警戒状态。指系统整体仍处于安全规定的范围，但个别元件或局部网络的运行参数已临近安全范围的阈值，一旦发生扰动，就会使系统脱离正常状态而进入紧急状态。处于警戒状态时，应采取预防控制措施使之返回安全状态。

(3) 紧急状态。指正常状态的电力系统受到扰动后，一些快速的保护和控制已经起作用，但系统中某些枢纽点的电压仍偏移，超过了允许范围；或某些元件的负荷超过了安全限制，使系统处于危机状况。

(4) 恢复状态。紧急状态下的电力系统，应尽快采用各种校正控制和稳定控制措施，使系统恢复到正常状态。如果无效，就应按照对用户影响最小的原则，采取紧急控制措施，使系统进入恢复状态。这类措施包括使系统解列（即整个系统分解为若干局部系统，其中某些

局部系统不能正常供电)和切除部分负荷(此时系统尚未解列,但不能满足全部负荷要求,只得去掉部分负荷)。在这种情况下再采取恢复控制措施,使系统返回正常运行状态。

(二) 电力系统的运行特点

电能产品与其他产品有很大的不同,主要表现在电能的不能储藏上。由于电能的不能储藏,使得生产和消费在量上必须平衡;电能生产是利用电磁转换的原理,电力系统的电磁过渡过程非常迅速,这又要求电能的生产与消费必须同步。另外,电能生产涉及面广,与国民经济有着极其密切的关系,为保证满足国民经济对电力产品不断增长的需求,电力系统往往要比国民经济有着更快的增长,但又不能增长过快;电能产品的生产过程本身是一种能源的转换过程,其生产又要受到诸如一次能源供应等因素的影响。

由于电力系统的特殊性,因此电力系统的建设与运行应进行深入、细致的规划,规划的内容包括系统规划、负荷预测、电源规划、输电规划和配电规划。

1. 系统规划

电能是二次能源。电力系统的发展既要考虑一次能源的资源条件,又要考虑电能需求的状况和有关的物质技术装备等条件,以及与之相关的经济条件和指标。可以预见,随着社会经济水平不断提高,人民生活状况的持续改善,全社会对电能的需求会同时增长;而且从环境保护角度出发,在社会总能源的消耗中,电能所占比例始也呈增长趋势。为满足用户对电能不断增长的需要,必须在科学规划的基础上发展电力系统。电力系统的建设不仅需要大量投资,而且需要较长时间。电能供应不足或供电不可靠都会影响国民经济的发展,甚至造成严重的经济损失;发电和输、配电能力过剩又意味着电力投资效益降低,从而影响发电成本。因此,必须进行电力系统的全面规划,以提高发展电力系统的预见性和科学性。

制定电力系统规划首先必须依据国民经济发展的趋势(或计划),做好电力负荷预测及一次能源开布局,然后再综合考虑可靠性与经济性的要求,分别做出电源发展规划、电力网络规划和配电规划。

2. 负荷预测

负荷预测是制订电力系统规划的重要基础。它要求预先估算规划期间各年需要的总电能和最大负荷,并预测各负荷点的地理位置。预测方法有按照地区、用途(工业、农业、交通、市政、民用等)累计的方法和宏观估算方法。后者就是考虑电力负荷与国民经济的关系,电力负荷增长率与经济增长率的关系,按时间序列由历史数据估算出规划期间电力负荷的增长。由于负荷预测中不确定因素很多,因此,往往需采用多种方法互相校核,最后由规划者做出决策。

3. 电源规划

电源规划属于国家的能源布局。可用于发电的一次能源主要有河流的水力、化石燃料(煤、石油、天然气)和核燃料等。一次能源的规划决定于各种能源的储量及开发条件。水力资源属再生能源,一般讲具有发电成本低的特点,但建造周期长。水力资源和大型水利枢纽的开发方案是发电、灌溉、航运、水土保持及生态环境效益综合平衡的结果。许多国家的电力系统在发展初期是优先发展水电,形成“水主火从”的局面。20世纪50年代末,发达国家中条件较好的水力资源已经充分开发,逐渐转为“火主水从”的局面。在火电开发中,以煤为燃料占主要地位。发达国家用于发电的煤炭约占煤炭总消费量的50%以上。利用天然气和石油为燃料的火电厂也占一定比例。70年代世界性石油危机后,以核燃料为动力的发电站得到了较快的发展。

电源规划主要是根据各种发电方式的特性和资源条件,决定增加何种形式的电站(水电、火电、核电等),以及发电机组的容量与台数。承担基荷为主的电站,因其利用率较高,宜选用适合长期运行的高效率机组,如核机组和大容量、高参数火电机组等,以降低燃料费用。承担峰荷为主的电站,因其年利用率低,宜选用启动时间短、能适应负荷变化而投资较低的机组,如燃汽轮机组等。至于水电机组,在丰水期应尽量满发,承担系统基荷;在枯水期因水量有限而带峰荷。

4. 电网规划

电网规划的主要工作是在已确定的电源点和负荷点的前提下,合理选择输电电压等级,确定网络结构及输电线路的输送容量,然后对系统的稳定性、可靠性和无功平衡等进行校核。

为规范电网规划设计工作,界定电网规划设计工作范围和重点,有针对性地开展工作的,借鉴以往开展电网规划设计的经验,建立电网规划设计滚动机制,国家电网公司制定了《国家电网公司电网规划设计内容深度规定(试行)》(简称《规定》)。

《规定》包括总则、规划设计依据和主要原则、电网现状、电力需求预测、电源规划、电力电量平衡、电网规划方案和电网结构论证、电气计算、输变电建设项目及投资估算、结论和建议共九部分内容。

《规定》指出,按照电力工业实施“厂网分开、竞价上网、国家监管”体制改革对电网公司和电网发展的要求,电网规划应遵循以市场为导向、以安全稳定为基础、以经济效益为中心的原则,做到科学论证、技术先进、经济合理。电网规划应在国家电力发展规划的指导下,从整体效益出发,引导电源建设布局;推荐的电源建设方案是电网规划的基础,在电源建设方案变化时还要做好敏感性分析。

电网规划设计包括近期、中期、长期三个阶段,并遵循“近细远粗、远近结合”的思路开展工作。设计年限宜与国民经济和社会发展规划的年限相一致,近期规划5年左右、中期规划5~15年左右、长期规划15年以上。近期规划侧重于对近期输变电建设项目的优化和调整;中期规划侧重于对电网网架进行多方案的比选论证,推荐电网方案和输变电建设项目,提出合理的电网结构;长期规划侧重于对主网架进行战略性、框架性及结构性的研究和展望。

合理的电网结构应满足如下基本要求:

- (1) 满足电力市场发展需要,适度超前,具有较强的适应能力。
- (2) 安全可靠、运行灵活、经济合理。
- (3) 贯彻分层分区的原则,网架结构简明,层次清晰。
- (4) 无功配置和潮流流向合理,控制系统短路水平。

5. 配电规划

配电规划的主要工作有确定配电变电站的容量和位置、配电网络结构、配电线路导线截面选择、电压水平与无功补偿措施,以及可靠性校验等。

在进行配电规划时应根据某一地区今后若干年内电力负荷发展的预测及电源布局、地理环境等条件,来对该地区的配电系统作出发展规划。配电系统是指电力系统中从配电变电站至各个配电点(或大用户)的所有配电网络部分。相对于输电系统来说,配电系统的电压等级较低,但具有分布面广、结构复杂、拥有电器设备的数量多、与城市建设和美化的关系密切等特点。配电系统的投资一般占电力系统总投资的40%左右。配电系统的可靠性及设计质量直接影响对用户供电的连续性及电能质量。据统计,引起用户供电中断的原因有60%左右是由于配电系统的故障。这就使得配电规划在整个电力系统规划中占有重要的地位。