

“电气工程及其自动化”专业继续教育（函授）专升本系列教材

电力系统自动化

丁坚勇 程建翼 编

为继续教育（函授）

量身定做



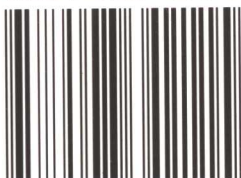
中国电力出版社

www.cepp.com.cn

“电气工程及其自动化”
专业继续教育（函授）专升本系列教材

现代电路理论
计算机接口技术
电子线路设计
自动控制理论
电力系统通信及远动
电力电子技术及应用
检测技术
电磁兼容原理
高电压工程
电力系统分析
电气主接线设计
电力系统继电保护技术
电力系统自动化

ISBN 7-5083-4211-9



9 787508 342115 >

定价：22.00 元

销售分类建议：教材

“电气工程及其自动化”专业继续教育（函授）专升本系列教材

电力系统自动化

丁坚勇 程建翼 编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

全书共分为七章,分别论述了同步发电机自动并列和励磁自动控制、电力系统频率和有功功率自动调节、电力系统调度自动化和 EMS、配电自动化技术、电力系统安全自动装置等内容。本书力求文字简练,通俗易懂,紧密结合当前电力发展动向,并将一些电力系统自动化的新技术、新概念介绍给读者。内容及文字表述充分考虑成人函授教育的特点,每章配以思考题,便于自学。

本书适合高等院校电气工程及其自动化(函授)专业专升本学生使用,也可作为高等院校全日制电自专业学生和工程技术人员参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电力系统自动化/丁坚勇,程建翼编. —北京:中国电力出版社,2006

(电气工程及其自动化专业继续教育(函授)专升本系列教材)

ISBN 7-5083-4211-9

I. 电... II. ①丁... ②程... III. 电力系统-自动化-高等教育:函授教育-教材 IV. TM76

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 028007 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>)

北京密云红光印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

2006 年 5 月第一版 2006 年 5 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 13.5 印张 305 千字

印数 0001—3000 册 定价 22.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)

电气工程及其自动化专业继续教育（函授）系列教材

参 编 学 校

华中科技大学	电气与电子工程学院
武汉大学	电气工程学院
华北电力大学	电气工程学院
东北电力学院	电力系
三峡大学	电气工程学院
上海电力学院	电力系
长沙理工大学	电力学院
武汉电力职业技术学院	

电气工程及其自动化专业继续教育（函授）系列教材

编 委 会

主 任：尹项根

副主任：陈柏超 熊 蕊 刘克兴

委 员：（按姓氏笔画排序）

丁坚勇	王义军	尹项根	关根志	刘克兴	齐 俊
朱 凌	陈 坚	何发斌	李天云	李裕能	严国志
应敏华	张元芳	张步涵	张丽静	张 哲	张新国
林碧英	赵 玲	聂宏展	殷小贡	袁兆强	梁文朝
程乃蕾	辜承林	韩学军	鲁方武	鲁铁成	舒乃秋
谢自美	喻剑辉	曾克娥	曾祥君	谭 琼	熊信银
熊 蕊	魏涤非				

编者按语

根据《中国教育改革与发展纲要》中“要大力发展成人高等教育”的精神，由华中科技大学电气与电子工程学院和武汉大学电气工程学院牵头，组织华北电力大学电气工程学院、东北电力学院电力系、三峡大学电气工程学院、上海电力学院电力系、长沙理工大学电力学院、武汉电力职业技术学院等单位，成立了电气工程及其自动化专业继续教育（函授）教学工作协作组，于2003年11月在武汉，就国家在新形势下对人才的需求及电气工程及其自动化专业继续教育（函授）的现状、特点和人才供需状况，对电气工程及其自动化专业继续教育（函授）的教学计划、课程体系和使用教材现状进行了充分研讨，制定了电气工程及其自动化专业继续教育（函授）专科和专升本两个层次的指导性教学计划。在此基础上研究了本专业的教材建设问题，大家一致认为函授教材要遵循自学和面授相结合、理论和实践相结合的原则，体现市场经济和科技发展对继续教育知识更新和理念更新的要求。针对目前电气工程及其自动化专业继续教育（函授）专科和专升本两个层次尚缺乏系统性教材的现状，决定组织各学院有经验的教授和专家编写这两个层次的教材。我们希望这两套系列教材能为规范本专业的教学内容和提高本专业的教学质量起到积极的推动作用。

电气工程及其自动化专业继续教育（函授）的教材建设，现在只是开头，需不断改进和完善。因此，在使用过程中敬请读者随时提出宝贵的意见和建议，以便今后修订或增补。

电气工程及其自动化专业继续教育（函授）教学工作协作组
电气工程及其自动化专业（函授）教材编委会

2005年3月

前言

改革开放 20 多年来,我国高等教育面向世界、面向未来、面向现代化长足发展,成人高等教育作为我国高等教育的重要组成部分也成绩斐然。本书主编长期参与电气工程及其自动化专业的成人高等教育教学工作,主讲多门专业课程,指导学生毕业设计等。我们在教学实践中深深感到适合成人高等教育特点的教材特别是专业课程教材比较缺乏。

中国电力出版社审时度势,及时策划组织出版成人高等教育电气工程及其自动化专业系列教材,这是一项很有意义的工作。我们很高兴地承担了其中《电力系统自动化》教材的编写工作。

《电力系统自动化》是电气工程类成教本科(或专升本)的专业主干课程之一。作者在多年为成教学生讲授《电力系统自动化》课程的实践中积累了一定的教学经验和资料,自编了授课讲义,这是本教材的基础。教材编写力求能密切结合电力系统实际及其发展,较全面展现电力系统自动化的内容。着重描述电力系统自动化的概念、框架和基本原理。也注意反映电力系统自动化技术的新进展。内容及文字表述充分考虑成人教育的特点,每章配以思考题,目的是启发学生对各章节主要内容设问—思考—解答,便于学生自学和自评。全书共分为七章,分别论述了同步发电机自动并列和励磁自动控制、电力系统频率和有功功率自动调节、电力系统调度自动化和 EMS、配电自动化技术、电力系统安全自动装置等内容。第一、二、三、五章、第四章第一节、第六章第五节和全书各章思考题由武汉大学丁坚勇教授编写,第七章、第六章第一节至第四节和第四章第二、三、四节由湖北省电力公司程建翼高级工程师编写,全书由丁坚勇教授统稿。

全书承蒙武汉大学谈顺涛教授主审,提出了许多宝贵的意见和建议。研究生刘巍、张宇参与了书稿整理和图表制作工作。由于作者水平所限,书中不当的表述在所难免,还望读者不吝赐教。

丁坚勇

2006 年 1 月 12 日于武昌珞珈山

目 录

编者按语

前言

第一章 电力系统自动化概述	1
思考题	7
第二章 同步发电机自动并列	8
第一节 电力系统并列概述	8
第二节 准同期并列基本原理	12
第三节 模拟式自动准同期装置	16
第四节 微机型自动准同期装置原理	23
思考题	27
第三章 同步发电机励磁自动控制	28
第一节 励磁系统的主要任务及其基本要求	28
第二节 同步发电机励磁系统	35
第三节 励磁系统中的整流电路	40
第四节 自动励磁调节器基本原理	45
第五节 励磁调节与并联运行机组间无功功率的分配	57
第六节 同步发电机微机励磁控制	60
思考题	63
第四章 电力系统频率和有功功率自动调节	65
第一节 电力系统频率特性和频率调节	65
第二节 同步发电机调速器及其建模	72
第三节 电力系统频率和有功功率自动控制的基本原理	78
第四节 自动发电控制和经济调度控制 (AGC/EDC)	81
思考题	88
第五章 电网调度自动化	90
第一节 概述	90
第二节 远方终端 RTU	101
第三节 信息传输和通信规约	105
第四节 电网调度中心计算机系统	123
第五节 SCADA/EMS 系统	128
思考题	138
第六章 配电自动化技术	139
第一节 配电管理系统 (DMS) 概述	139

第二节	馈线自动化技术 (FA)	144
第三节	变电站综合自动化	156
第四节	配电地理信息系统 (AM/FM/GIS)	164
第五节	自动抄表计费	172
	思考题	177
第七章	电力系统安全自动装置	178
第一节	概述	178
第二节	自动低频减负荷装置	180
第三节	自动解列装置	185
第四节	输电线路自动重合闸装置 (AAR)	188
第五节	备用电源自动投入装置	196
第六节	故障录波装置	198
	思考题	206
	参考文献	207

第一章

电力系统自动化概述

电力系统是由进行电能生产、变换、输送、分配、消费的各种设备按照一定的技术要求有机联系,组成的统一的系统。电力系统为现代社会提供强大、便捷的能源,其重要性比以往更加突出,并为人们所认识。

一、电力系统概念

电力系统是一个非常复杂的大系统,如图 1-1 所示。电力系统中的各类发电厂(主要有火力发电厂、水力发电厂、核电厂等)将燃料、水力、核能等一次能源转变为电能,再通过高压变电所、输电线路、低压变电所、配电线路变换、传输并分配到各个用电设备,完成由一次能源生产电能、输送电能、再使用电能的过程。这些生产、变换、输送、分配、消费电能的发电机、变压器、电力线路和用电设备联系在一起的整体就是电力系统,又称为一次系统。为了保证电力系统安全、经济、可靠运行和保证电能质量,在电力系统中还必须有信号监测、继电保护、调度控制、自动装置等设备,它们也是电力系统中不可缺少的部分,通常称为二次系统。若再计及电力系统中发电机的原动力设施,如水电厂的水轮机和水库,火电厂的锅炉、汽轮机和热力管道等,与电力系统共同组成动力系统。而电力系统中输送和分配电能的变压器和电力线路构成电力网。

二、电力系统特点和基本要求

1. 电力系统特点

(1) 与国民经济、人民生活联系紧密。现代工业、农业、交通、商贸、市政等各个部门、人民物质文化生活都离不开电能,供电不充足和故障中断往往会给国民经济造成巨大损失,给人民生活带来很大影响。例如:震惊世界的 2003 年“8.11 美加大停电”事故使美国中西部到东北部的 8 个州和加拿大安大略省的电力中断,5000 万人无电可用,给美国造成 40 亿~100 亿美元的经济损失,加拿大 2003 年 8 月份国内生产总值也因停电下降了 0.7%。世界各国普遍都将电力系统放在国民经济中优先发展的地位,以确保国民经济正常、健康地发展和社会的稳定。

(2) 系统结构庞大复杂。现代电力系统规模庞大,总装机容量达到数千万至上亿千瓦,覆盖地区达到数百万平方公里,电压等级达到数百至上千千伏。有人说,电力系统是现代社会最庞大最复杂的工业生产系统,这一说法并不过分。就中国大陆而言,电力工业经过多年的发展建设,发电总装机容量已突破 4 亿 kW (2004.12.27 统计值),居世界第二位。形成了若干个以 500kV 电压等级为主干网、装机容量达数千万千瓦的跨省大地区电力系统,并且已经在进行大地区电力系统间的互联和 1000kV 特高压输电的研究,全国

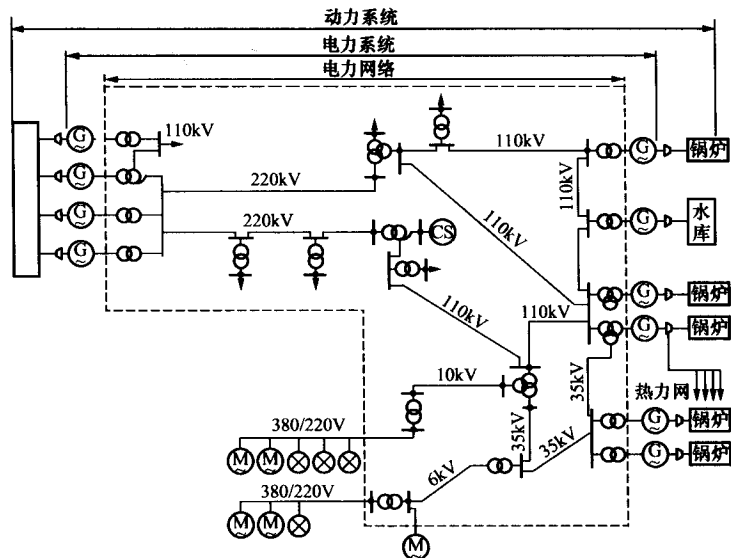


图 1-1 动力系统、电力系统、电力网示意图

(G) — 发电机；(CS) — 调相机；(M) — 电动机；(X) — 电灯；
 (⊖) — 双绕组变压器；(⊗) — 三绕组变压器；(⊘) — 自耦变压器；(P) — 水轮机汽轮机

规模的电力联网指日可待。

(3) 各种暂态过程非常短促。当电力系统受到扰动后，由一种运行状态过渡到另一种运行状态的时间非常短暂。一般，电力系统机电暂态过程时间以秒计或不足秒计，电磁暂态过程更仅仅以毫秒乃至以微秒计。

(4) 电能不能大量储存。即电能的生产、输送、分配及消费几乎是同时进行的，在任一时刻，发电机发出的电能等于负荷消费的电能（在发电机容量允许范围内）。近年来出现的抽水蓄能电厂能够储能——但本质上是电能转化为水力能储存的，并且规模不可能很大。

2. 电力系统运行基本要求

(1) 保证供电的可靠性。对用户供电的中断将会使生产停止，会使人民的生活秩序、生活质量受到影响，甚至会危及人身、设备的安全，造成严重后果。因此，保证供电的可靠性从来都是电力系统运行最基本的要求。但是在某些特殊情况下，当电力系统无法满足全部负荷的需要时，应有选择性的保证重要用户的供电。

根据负荷允许停电程度的不同，将负荷分为三级：

一级负荷：若停电将造成人身伤亡和设备事故、产生废品，使生产秩序长期不能恢复或产生严重政治影响，使人民生活发生混乱等。对一级负荷，要保证不间断供电。

二级负荷：停电将造成大量减产，使人民生活受到影响。

三级负荷：不属于一、二级的负荷，如工厂的附属车间、小城镇等。

对二、三级负荷，在电能不足时，应优先保证二级负荷的供电。

从电力系统角度来看，目前保证可靠供电的措施主要有：提高系统运行的稳定性及可靠性指标，采用微机监视和控制，应用微机保护等。

(2) 保证良好的电能质量。电压和频率是衡量电能质量的两个主要指标，我国规定，用户供电电压的允许偏移量是额定值的 $-7\% \sim +5\%$ ；额定频率是 50Hz ，允许的偏移量为 $-0.2 \sim +0.2\text{Hz}$ 。近年来，由于电力电子装置的大量应用，交流电的波形也为人们所关注，成为电能质量的指标之一。

电压和频率偏离额定值过大或波动较大、交流电的波形畸变（谐波含量大）都会对电力用户和电力系统自身造成不良影响，甚至危害电力系统运行和电力用户。

(3) 保证系统运行的经济性。电能的用途广、耗量大，因此生产电能耗费的一次能源占国民经济能源总耗费的比重大。电力系统在保证安全、优质供电的前提下，通过将单一电力系统联合组成联合电力系统、合理安排各类发电厂所承担的负荷、组织电力系统经济运行、降低机组发电量单位能源消耗、对无功功率进行就地补偿等等措施，可以有效的降低电力生产成本，获得最大的经济效益。

三、电力系统自动化主要内容

自动化是指用特定的仪器、设备对生产过程、工作流程等进行调节和控制，以代替人工直接操作控制。自动化可以有效地提高生产过程、工作流程的效率和改善生产工作人员的劳动条件，在许多情况下可以完成人力难以直接胜任的工作。典型的自动化控制系统应该包括控制对象、自动控制装置以及它们之间的监测和控制信息通道组成。自动化系统逻辑框图如图 1-2 所示。

电力系统自动化是以电力系统（一次系统）为控制对象的自动化，是自动化的一种具体形式。在电力系统中，应用各种具有自动检测、信息处理和传输、自动操作和控制功能的装置对电力系统中设备、子系统或全系统进行就地或远方的自动监测、调节和控制，

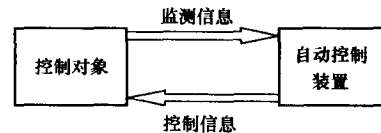


图 1-2 自动化系统逻辑框图

从而保证电力系统正常运行，安全、经济、稳定地向所有用户提供质量良好的电能；在电力系统发生偶然事故时，迅速切除故障防止事故扩大，尽快恢复系统正常运行，保证供电可靠性。电力系统自动化是随着电力系统的发展而逐步发展进步的。结合电力系统运行的特点，按照其他复杂系统控制的一般规律，电力系统自动化也是分层实现的。在现阶段，电力系统自动化的主要内容大致可以划分为以下几方面：

1. 电力系统调度自动化

电力系统中的各发电厂、变电所及输电线路将反映电力系统运行状态的实时信息经由装设在各厂站的远动装置传送至调度控制中心，由调度控制中心计算机系统和运行人员对电力系统当前运行状态进行计算分析，根据计算分析结果判断系统状态、做出调节控制决策命令，通过远动信息通道传送至各个发电厂和变电所，从而实现对电力系统运行的自动化调度控制。调度控制的目的是保证系统优质、安全、经济地向用户供电。电力系统调度自动化可概述为遥测、遥信、遥控、遥调、遥视这“五遥”功能，或称为 SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) 系统。

2. 电厂动力机械自动控制

对各类发电厂的动力机械运行实现自动控制是现代电力系统的必然要求。电厂的动力机械随发电厂的类型不同而大不相同，其控制要求和控制规律也很不相同。火力发电厂的动力机械主要是为锅炉汽轮机等热力设备的热工过程服务的，其自动控制系统主要包括锅炉自动控制系统、汽轮机自动控制系统、机炉协调主控系统、辅助设备自动控制系统、计算机监视系统等等。水电厂需要控制的主要是水轮机、调速器、闸门启闭及水轮发电机励磁等等。

大型火电厂的监视和控制系统经过了动力机械自动模拟控制、功能设备分散方式的数字控制、分层分散方式的数字控制三个阶段，其特征是各发电机组所用的计算机系统彼此孤立。今天已发展到采用分层开放式工业自动化系统构成火电厂综合自动化系统。水电厂自动化的控制对象分散，包括水轮发电机组、开关站、公用设备、闸门及船闸等。按控制对象为单元设置多套相应的装置，构成水电厂现场控制单元，完成控制对象的数据采集和处理、机组等主要设备的控制和调节及装置的数据通信等。水电厂采用分布式处理，一般与电厂分层控制相结合，形成水电厂分层、分布式控制系统。

3. 变电站自动化

变电站自动化是在原来变电站常规二次系统基础上发展起来的。常规变电站将大量现场一次设备，如变压器、断路器、母线、电压互感器（TV）、电流互感器（TA）等，同安装在控制室内的单项自动化装置（如继电保护、重合闸、故障录波和测距、各种变送器、远动装置、测量仪表等）之间并用大量电缆一一对应地连接起来。其设备复杂，占地面积大，功能分立。随着大规模集成电路、现代信号处理技术和计算机监控技术的发展，将原来变电站二次系统的监视与控制、远动、继电保护、故障记录等功能进行功能的综合和优化设计，形成两级单元：间隔级单元和中央单元，完全取消了传统的集中控制屏，二次回路极为简洁，控制电缆大量减少，构成一个统一的计算机系统来完成变电站自动化功能，包括变电站远方监视与控制、远动和继电保护、测量和故障记录，运行参数自动打印等，可以实现无人值班运行。具有功能综合化、结构微机化、操作监视屏幕化、运行管理智能化的特征。这是变电站自动化技术的发展方向。

4. 电力系统自动装置

电力系统自动装置可以分为正常运行自动装置、异常状态下的安全稳定控制装置及保护装置三类；也可分为自动调节装置和自动操作装置两类。属自动调节型装置的主要有同步发电机自动励磁控制和电力系统自动调频；属自动操作型自动装置的有同步发电机自动并列装置、自动解列装置，电力系统继电保护装置、自动低频减载装置、自动重合闸、水轮发电机低频自启动、事故切机、备用电源自动投入装置等等。电力系统自动装置对保证电力系统的安全稳定运行、保证电能质量以及防反事故都具有重要的作用，随着自动控制理论、电子元器件、计算机技术和通信技术的不断发展，电力系统自动装置不断更新，性能更加完善。

四、电力系统自动化的发展

电力系统自动化是一个发展着的概念，其涵盖内容在深度和广度上不断延拓和相互融

合，电力系统发展对其自动化的要求也不断提高。电力系统自动化正在发展成为一个 CCCPE 的统一体，即计算机 (Computer)、控制 (Control)、通信 (Communication) 和电力电子 (Power Electronics) 装置构成的电力自动化系统。已经出现或正在发展的电力系统自动化新技术有：

1. 灵活交流输电系统

灵活交流输电系统 (Flexible Alternative Current Transmission System, FACTS) 是近年来发展迅速的一项电力系统自动化新技术。FACTS 是在输电系统的重要部位采用具有单独或综合能力的大功率电力电子装置，对输电系统的主要参数 (如电压、相位差、电抗等) 进行调整和控制，在现有电力一次系统设备不做大变化的条件下，充分发挥现有电网的潜力，有效地提高输电的可靠性、可控性、输电能力和电能质量。世界各国电力部门对 FACTS 技术的发展都非常重视。属于 FACTS 的装置有新型静止无功发生器 (Statcon)、静止无功补偿器 (SVC)、可控串联补偿器 (TCSC)、综合潮流控制器 (UPFC)、可控移相器 (TCPR)、固态断路器 (SSCB) 等等，这些新型的电力电子装置的研究方兴未艾，有的已经实用化运行，有的已通过工业试验，更多的仍在研究探讨之中，可以预见 FACTS 技术在不久的将来将得到长足发展，成为电力系统技术进步的一大亮点。

2. SCADA-EMS 智能综合

电网调度自动化系统的规模、层次、功能在不断发展，在传统的数据采集和监控功能 (SCADA) 基础之上又引入智能控制技术 (IC)、数字信号处理技术 (DSP)、全球卫星定位系统 (GPS) 技术等，逐步发展和丰富了自动发电控制 (AGC) 功能、经济调度控制 (EMC) 功能、系统状态估计 (SE) 功能、调度员在线潮流 (DFF) 分析、安全分析 (SA) 功能、调度员模拟培训 (DTS) 功能等等，称之为电网高级应用软件 (PAS)。PAS 投运后，电网运行方式的改变以及当前运行方式下遇到大扰动时的后果就可以通过 PAS 自动预计出来。网络数据库的建立，为各种电力系统的优化软件，如线损修正、无功优化、最优潮流等的开发提供了条件。自从将 PAS 综合到电网调度自动化系统，形成了 SCADA/AGC-EDC/PAS 系统后，一般就认为电网调度自动化系统从 SCADA 系统升级为电力系统的能量管理系统 EMS (Energy Management System) 了，EMS 近年来发展强劲，被认为是现代电力系统发展的最显著成就之一。

EMS 是以计算机和现代网络技术为基础的现代电力调度自动化系统，主要针对发电和输电，用于大区级电网和省级电网。EMS 由七个部分组成：计算机、操作系统、支持系统、数据收集、能量管理、电力网络分析、调度员培训模拟系统等。

3. 配电自动化

配电网自动化又称配电自动化，是电力系统现代化的必然趋势。它利用计算机、电子和通信技术对配电网和用户的设备及用电负荷进行远方自动监视、控制和管理。分为配电调度自动化、配电变电站自动化、配电线路自动化和用户自动化等。其主要功能有以下几方面：配电网数据采集及运行控制、优化配电网运行、负荷管理、电压/无功综合控制、配电网可靠性管理、信息管理、配电网地理图示、安全与节能管理。近年来配电网自动化发展迅速，有助于供电公司减员增效，有助于使配电网的潜力得到最大程度的利用，确保

电力用户的供电质量，供电公司和用户都从中获益。

4. 电力市场化提出的新要求

电力体制改革和电力市场化推进波澜壮阔，给电力系统自动化提出了许多新的课题。在电力市场运行机制下，原来电力公司的经营、规划与运行等集中于统一的垄断结构下的体制，分解为独立的实体：发电公司、输电公司和配电公司，参与竞争。不同的发电公司，包括独立电能生产者，在发电侧实行竞争，从而降低用户电价；配电公司主要是两方面的工作：一是改革负荷曲线；二是鼓励用户节约用电。输电公司独立经营管理，为发电公司和用户提供转送电能的服务，公平转送电力，收取费用。这样一个开放和鼓励竞争的运行环境使电力系统运行复杂化，运行方式快速多变，增加了电力运行调度的不确定性。

电力市场并不意味着放弃统一调度。电网控制中心的运行人员必须面对众多的、有时是互相矛盾的目标来做出决策。最明显的就是要在商业效益和电网安全之间求得平衡，这样必须充分利用先进的信息技术和在线决策支持工具，为电力市场的运行提供良好的环境。现代控制中心（原先的电网调度机构）的功能将集系统运行与市场管理于一体，电网调度既是运行指挥中心又是电能交易中心，所处理的信息量和所提供的服务项目的规模将是前所未有的。

电力市场软件系统分为三大部分：市场管理与信息发布、合同管理与电费结算和扩展 EMS。扩展 EMS 包括实时发电控制、运行计划、网络分析和输电服务四部分。显然，市场管理与信息发布系统以及合同管理与电费结算系统也可以扩展进 EMS。这就要求面向电力市场的能量管理系统 EMS 必须修改和扩充其高级应用软件 PAS：①改造原有的应用软件，如发电计划、机组组合和负荷预测等；②增加新的应用软件，主要是针对输电服务和辅助服务任务，例如最大输电能力计算、生产成本计算、备用调度计划、输电费用计算、辅助服务费用计算和输电路径优化等。

电力系统自动化的发展和进步方兴未艾。我国电力行业提出的今后若干年电力系统发展关键技术中涉及电力系统自动化的内容有：

(1) 研究电力系统自动化技术，提高电网运行的自动化水平，重点研究适合于互联电网和电力市场环境下的调度自动化技术和配电自动化系统、先进的 500kV 的变电站自动化系统。

(2) 研究电网稳定，经济运行技术，提高我国电网运行的安全和经济水平，重点研究电网调频、调峰技术，系统稳定控制技术、电能质量控制技术、开发应用电力电子装置，研究提高 500kV 输电线路输送能力的技术，积极开展可控串补技术、紧凑型输电线路等新技术的应用，进一步研究和推广应用输变电设备优化检修技术，电网可靠性评价技术，电网调压控制技术。

(3) 研究电力系统通信关键技术，加速电力通信的现代化步伐，重点研究电力通信网向宽带化、智能化和综合化方向发展的技术，电力通信网络管理技术，利用输电线路进行数据高速传输的技术，IP 网络在电力系统的应用技术，高速电力数据网络的组网技术，研究电力信息技术，重点开发电力企业信息管理平台，完善高速数据网络和电网调度自动化系统，基本建成电力系统的信息安全体系。

(4) 研究发电厂监控和优化运行技术, 状态检修技术, 提高发电厂的生产自动化水平和管理现代化水平, 重点研究机电炉一体化自动控制技术和发电厂级自动化系统。

本书共分七章对电力系统自动化的主要内容作了较全面的介绍, 对各类自动化系统、设备的基本结构、基本工作原理和自动化控制过程进行分析与讨论, 使读者对电力系统自动化及其基本问题有较系统、清晰的了解和认识。电力系统自动化所涉及的电力系统方面的基础知识, 应已在电力系统分析课程中学习; 有关发电机和其他电气设备的基本原理和结构的知识, 应已在电机学和发电厂电气课程中学习; 所涉及的控制理论方面的基础知识, 则应已在自动控制理论课程中学习。

■ 思考题

1-1 现代电力系统有哪些主要特点?

1-2 对电力系统运行应有哪些基本要求?

1-3 试简述电力系统自动化概念及其主要内容。

1-4 怎样理解“电力系统自动化是一个发展着的概念”? 了解电力系统自动化发展的相关动态和内容。