



高等学校电气工程类专业选修教材

GAODENG XUOXIAO DIANQI GONGCHENGLI
ZHUANYE XUANXIU JIAOCAI

电网调度自动化与 配网自动化技术

三江学院 王士政 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

高等学校电气工程类专业选修教材

电网调度自动化与 配网自动化技术

DIANWANG DIAODU ZIDONGHUA YU
PEIWANG ZIDONGHUA JISHU

三江学院 王士政 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

电网调度自动化和配网自动化已经成为电力系统自动化的最主要部分和核心内容,也成为电气工程类专业学生的必备知识之一。但因技术发展太快,学校教材总是跟不上技术的发展,各学校都面临找不到合适教材的困难。

本书全面系统地介绍了电网调度自动化技术和配网自动化技术的各个方面。由浅入深,循序渐进,从变送器、远方终端、SCADA/EMS功能和结构、EMS各种高级应用软件,一直到当前最热门的配电管理系统(DMS)。既有作为教材必须的许多入门知识,也概要介绍了这一领域的最新动态和发展方向。例如,用扩展等面积法稳定控制和电力市场技术支持系统等。

本书可供电气工程及其自动化专业、电力系统及其自动化专业及其它相近专业高年级学生或研究生作为选修课教材,亦可供相关岗位工作的科技人员参考或作为岗位培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

电网调度自动化与配网自动化技术/王士政编著.北京:中国水利水电出版社,2003

高等学校电气工程类专业选修教材

ISBN 7-5084-1400-4

I.电… II.王… III.①电力系统调度-自动化技术-高等学校-教材②配电系统-自动化技术-高等学校-教材 IV.TM7

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第010213号

责任编辑 鹿启炳

书 名	电网调度自动化与配网自动化技术
作 者	王士政 编著
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: sale@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (发行部)
经 售	全国各地新华书店
排 版	北京密云红光印刷厂
印 刷	北京密云红光印刷厂
规 格	787×1092毫米 16开本 17.25印张 419千字
版 次	2003年4月第一版 2003年4月第一次印刷
印 数	0001—4300册
定 价	32.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

《电网调度自动化》是许多高等院校电气工程及其自动化或者电力系统及其自动化专业的一门选修课。然而，很少有学生不选这门课程。的确，在现代的电力系统中，如果排除电网调度自动化系统，还有多少“自动化”可言？因此，一个对现代电网调度自动化技术一无所知的人，是否还可以称其为电气工程及其自动化或电力系统及其自动化专业的毕业生。

作者于1990年8月编著出版了国内第一本关于电网调度自动化的教材《电力系统运行控制与调度自动化》，并率先为河海大学电力系高年级学生及研究生开出了这样一门介绍当时刚刚兴起的高新技术的课程。同时，该书也被许多高等院校选作电气工程类专业教材，此外，还被许多省、市电力局举办的调度自动化技术培训班选用，对推动我国电网调度自动化技术的快速发展起到了很好的作用。

由于基于现代计算机技术和现代通信技术的电网调度自动化技术发展异常迅猛，十多年前内早已是几代更新，同时配网自动化等许多新领域、新技术日新月异，原书已不能适应这种新形势，一些使用原书的院校和许多读者纷纷来信希望尽早修订再版。因作者冗务缠身，一直拖延至今。

在中国水利水电出版社鹿启炳先生的力邀和督促之下，同时得到了河海大学电气工程学院和三江学院电气工程系等方面的倾力支持以及国内业界领军单位——国电公司电力自动化研究院的友情协助，现在这一修订版终于付梓了。

这次修订几乎是推倒重来。除保持原书通俗流畅特点之外，内容更新达80%以上。特别是以较多篇幅介绍了当前的一些热门技术和前沿课题，如开放式系统、面向对象的设计理念、配网自动化、电力市场技术支持系统等，因此书名也改为《电网调度自动化与配网自动化技术》，许多相关院校已表示要采用新的修订版作为电气专业必修或选修课教材。希望本书的出版能够为电网调度自动化与配网自动化事业再添砖瓦。

编著时手边的资料不是太少，而是太丰富了。作为教材又不能太厚，不能超出与出版社商定的字数限额。既要由浅入深，循序渐进，使对这一领域基本上没有基础知识的学生能够学得懂，同时，又想尽力做到系统、全面，反映业界最新技术水平和行业动态，使其也能对有关科技人员或者岗位培训有所帮助。因而在材料的取舍和组织上，的确让作者颇费心思。

在编著过程中，南京自动化设备总厂李靖霞博士给予作者许多帮助，参与了第六、七两章的编写，付出了许多辛劳，加快了书稿的编写速度，要特别向她表示感谢。

同时也向给予作者鼓励、督促、协助和支持的各有关单位：河海大学电气工程学院、三江学院电气工程系、国家电力公司自动化研究院，以及原东南大学电气系主任、现三江学院电气工程系主任周泽存教授、国电公司电力自动化研究院王力科副院长、电网控制研究所姚建国副所长和高纪湘教授级高工表示衷心感谢。

尽管编著时参考了许多本领域著作，对一些互有矛盾的概念和数据反复斟酌，但限于作者学识，错误在所难免，敬请业内同行不吝赐教。来信请寄：210000 三江学院电气工程系转王士政收。

编著者

2002年12月



王士政 1943年生，吉林省吉林市人。1966年毕业于东北电力学院电力工程系。长期从事电力系统及其自动化领域的研究和教学，先后任教于武汉水利电力学院电力工程系，湖南大学电气工程系和河海大学电气工程学院，现为三江学院电气工程系教授。1990年编著出版了国内第一本电网调度自动化技术专著《电力系统运行控制与调度自动化》，随即在河海大学及其他一些院校被选用作为电气专业本科教材，并被全国许多省市电力局举办的电网调度自动化技术培训班选用，并已被多次翻印。2001年主编出版了《工矿企业电气工程师手册》，2002年主编出版了高等学校教材《发电厂电气部分》。本书是在《电力系统运行控制与调度自动化》一书基础上，吸收国内外最新技术进展，修订再版的。

目 录

前言

第一章 电力系统运行控制及其自动化概论	1
第一节 电力系统运行控制的复杂性及控制自动化	1
一、电力系统运行控制的复杂性	1
二、电力系统运行控制目标及其控制自动化	1
第二节 电力系统调度管理的重要性及其基本工作	4
一、电力系统运行调度的重要性	4
二、电力系统调度的几项基本工作	4
第三节 电力系统运行方式的编制	6
一、对电力系统运行方式编制的要求	6
二、电力系统运行方式编制的内容	7
第四节 电力系统的分级控制和各级调度机构	10
一、电力系统的分级控制	10
二、各级调度机构的内部分工	11
第五节 电网调度自动化系统与配电自动化系统	12
一、电网调度自动化系统与电力系统的综合自动化	12
二、电网调度自动化系统按功能的分类	12
三、电网调度自动化系统的设备构成	13
四、电网调度自动化系统的发展历程及今后展望	14
五、配电自动化系统	19
第二章 变送器	21
第一节 概述	21
一、直流采样和交流采样	21
二、变送器的分类	22
三、变送器的性能指标	22
第二节 交流电流变送器	23
一、简单的交流电流变送器	23
二、改进的交流电流变送器	24
第三节 交流电压变送器	26
一、简单型交流电压变送器	26
二、改进的交流电压变送器	26
第四节 功率变送器	26
一、单相有功功率的测量	27

二、时间分割模拟乘法器的工作原理	27
三、用采样乘法器测量功率	30
第五节 微机电量变送器	31
一、微机电量变送器的基本原理	31
二、微机电量变送器的计算方法	33
三、微机电量变送器的优点	33
第六节 电能变送器	34
一、转盘式电能变送器	34
二、静止式电能变送器	34
第七节 霍尔效应及其应用	34
一、霍尔效应和霍尔元件	34
二、霍尔模块	35
三、采用霍尔模块的优点	36
第三章 远方终端 (RTU)	37
第一节 RTU 的任务和结构	37
一、RTU 的任务	37
二、RTU 的结构	37
第二节 模拟量输入输出通道 (模块)	39
一、滤波及信号处理	40
二、多路开关 (MUX)	40
三、数/模转换器 (D/A)	41
四、模/数转换器 (A/D)	44
五、采样保持器 (S/H)	47
六、一种实际的遥测量 (YC) 输入电路	48
七、高集成度的数据采集系统	49
第三节 开关量数字量输入输出通道 (模块)	50
一、开关量输入输出通道	50
二、数字量输入	53
三、脉冲量输入	53
第四节 数据处理	53
一、单极性数据与双极性数据	53
二、数据的合理性检查	54
三、数字滤波	55
四、标度变换	56
五、BCD 码转换	57
六、越限判别及越限呆滞区	57
七、事故追忆	58
八、遥测量越阈值传送	59

第五节 故障检测及故障诊断	60
一、随机存储器 RAM 的故障检测	60
二、只读存储器 ROM 的故障检测	61
三、CPU 的故障检测	62
四、模拟量采集及 A/D 转换的故障检测	62
五、程序的自恢复	63
第四章 数据通信与通信规约	64
第一节 数据通信概述	64
一、二进制数字通信的优点	64
二、并行传输与串行传输	64
三、数据通信的传输速率和码误率	64
四、数据通信系统的工作方式	65
五、异步传输和同步传输	65
第二节 数字信号的调制与解调	66
一、调制的种类	66
二、数字调频 (FSK) 的基本原理	67
第三节 差错控制措施	68
一、概述	68
二、差错控制的几种方式	68
三、几种常用的监督码	69
第四节 串行通信接口	75
一、RS-232C 串行接口	75
二、RS-485 总线接口	76
三、几种常用串行通信标准接口电路的对比	77
第五节 局域网及其应用	77
一、局域网基本概念	77
二、LAN 的拓扑结构	77
三、几种常用的局域网	78
第六节 现场总线 (Field Bus)	80
一、现场总线的特点	80
二、CAN 现场总线	80
第七节 循环式通信规约 (CDT)	81
一、循环式通信的工作特点	81
二、我国电网调度自动化系统采用的循环式通信规约 (CDT)	82
第八节 问答式通信规约	87
一、主站发送的命令报文	89
二、子站发送的响应报文	90
三、主站与子站之间的问答过程	91

四、问答通信方式下子站数据到达主站的时间	92
第九节 电网调度自动化系统的通信信道	93
一、电力线载波通信	93
二、光纤通信	94
三、微波中继通信与卫星通信	95
四、特高频（超短波）无线通信	96
五、其它通信方式	96
第五章 SCADA/EMS 系统	97
第一节 SCADA/EMS 系统功能概述	97
一、SCADA/EMS 系统的子系统划分	97
二、Open-2000 新一代开放型分布式 SCADA/EMS 系统	98
第二节 SCADA/EMS 系统结构及软硬件配置	98
一、系统结构	98
二、主网各节点功能简介	100
三、软件环境	100
四、系统软件结构	101
第三节 SCADA/EMS 的支撑系统	101
一、数据库管理子系统	102
二、网络管理子系统	103
三、图形子系统	104
四、报表管理子系统	105
五、系统安全管理子系统	106
第四节 SCADA/EMS 的前置机系统	106
一、综述	106
二、前置系统的硬件结构	106
三、前置系统的软件模块	107
四、遥测与遥信的参数设置	108
第五节 画面调用及浏览器功能	108
一、画面调用功能	108
二、SCADA 的应用图形操作	110
三、历史告警浏览	112
四、历史数据浏览	112
五、图形浏览器	112
第六节 数据采集和监控系统（SCADA）功能	114
一、数据采集功能	114
二、数据处理功能	115
三、计算功能	116
四、电网控制功能	117

五、人机界面功能	117
六、制表打印功能	118
七、告警功能	118
八、多种网络互连功能	119
第七节 Open-2000 系统的主要技术指标	119
一、系统规模及处理容量	119
二、系统技术指标	120
第六章 能量管理系统 (EMS) 的高级应用软件 (PAS)	122
第一节 网络拓扑	122
一、网络拓扑的定义及基本功能	122
二、网络拓扑的基本术语	123
三、网络拓扑分析基本算法	125
第二节 电力系统状态估计	127
一、状态估计的必要性	127
二、状态估计的功能	128
三、状态估计的基本原理	128
四、状态估计的程序框图	135
五、状态估计的矩阵算法	137
六、遥测测点、测项的合理数量与合理分布	138
第三节 电力系统的负荷预测	141
一、概述	141
二、负荷预测的数学方法	142
三、日负荷预测方法举例	144
四、负荷预测中的经验修正	147
五、人工预测与计算机预测的比较	147
第四节 潮流分析及调度员潮流	147
一、概述	147
二、潮流计算的数学模型	149
三、潮流分析算法	151
四、调度员潮流	152
五、潮流计算算例	153
第五节 自动发电控制与经济调度 (AGC/EDC)	154
一、概述	154
二、自动调频方法	155
三、实现 AGC 的不同控制方式	157
四、经济调度 (EDC)	159
五、与 AGC 相关的发电机组运行方式	161
六、AGC 系统性能评价指标	162

第六节 安全分析与安全控制	165
一、概述	165
二、电力系统的运行状态	165
三、静态安全分析	166
四、动态安全分析	168
五、正常运行状态（包括警戒状态）的安全控制	170
六、紧急状态时的安全控制	171
七、恢复状态时的安全控制	176
第七节 调度员培训仿真系统（DTS）	177
一、概述	177
二、DTS 的功能	177
三、DTS 的基本构成	178
四、DTS 的系统配置方式	179
第八节 电力市场及其技术支持系统（PMOS）	179
一、电力工业经营体制的变迁	180
二、我国省级电力市场运营模式	181
三、省级电网商业化运营技术支持系统	182
四、电力市场化运营对 EMS 系统软件的影响	185
第七章 配电自动化技术	189
第一节 配电管理系统（DMS）概述	189
一、概述	189
二、配电管理系统的特点	190
三、配电管理系统的功能	191
四、国外配电自动化的发展	196
五、我国配电自动化的发展情况	197
第二节 配电管理系统的通信方式	197
一、概述	197
二、配电线载波通信（DLC）	199
三、光纤通信	202
四、无线扩频通信	203
五、租用电话线	203
六、无线电通信	204
七、混合通信系统	206
第三节 馈线自动化技术（FA）	206
一、概述	206
二、自动重合器	206
三、分段器	215
四、馈线 FTU	217

五、区域工作站	220
六、就地控制的馈线自动化	220
七、远方控制的馈线自动化	224
八、就地与远方并存控制的馈线自动化	224
第四节 变电站无人化与综合自动化	225
一、概述	225
二、传统的变电站监控系统	225
三、变电站综合自动化的效益	226
四、变电站无人值班	227
五、变电站综合自动化系统	227
第五节 负荷控制技术及需方用电管理 (DSM)	234
一、电力负荷控制的必要性及其经济效益	234
二、电力负荷控制种类	235
三、负荷控制系统的基本层次和功能	236
四、无线电负荷控制系统	236
五、音频负荷控制系统	238
六、工频负荷控制系统	241
七、电力线载波负荷控制系统	243
八、负荷管理 (LM) 与需方用电管理	244
第六节 配电图资地理信息系统 (AM/FM/GIS)	245
一、概述	245
二、地理信息系统 (GIS) 基本概念与功能	246
三、AM/FM/GIS 系统的特点	247
四、GIS 系统中的数据信息及其优点	248
五、AM/FM/GIS 系统在配电网中的实际应用	248
第七节 远程自动抄表计费系统	250
一、电子式电能表	250
二、远程自动抄表计费系统的发展	251
三、远程自动抄表计费系统的构成	252
四、远程自动抄表系统的通信方式	253
五、远程自动抄表系统的典型方案	254
附录	257
附录一 对地区调度所自动化功能的要求	257
附录二 缩写术语便览	258
附录三 常用词汇	260
参考文献	263

第一章 电力系统运行控制及其自动化概论

第一节 电力系统运行控制的复杂性及控制自动化

一、电力系统运行控制的复杂性

现代社会里存在着各种各样的工业生产系统，但是没有哪一种系统能像现代电力系统这样庞大和复杂！一个规模巨大的现代电力系统往往覆盖几十万甚至几百万平方公里的辽阔国土，联接着广大城乡的每一个厂矿、机关、学校以及千家万户，它的高低电压输电线路像蛛网一样纵横交错，各种规模的火力、水力发电厂和变电站遍布各地有如星罗棋布，系统的各种运行参数互相影响，瞬息万变……。因而，现代电力系统已被公认为是一种最典型的具有多输入，多输出的大系统。

现代电力系统的运行控制，与其它各种工业生产系统相比，更为集中统一，也更为复杂。各种发电、变电、输电配电和用电设备，在同一瞬间，按着同一节奏，遵循着统一的规律，有条不紊地运行着。各个环节环环相接，严密和谐，不能有半点差错。电能不能像其它工业产品那样，可以储存以调剂余缺，而是“以销定产”，即用即发，需用多少就发出多少。然而，大大小小的工厂和千家万户的用电设备的开开停停，却是随机的。电力系统的用电负荷时时刻刻都在变化着，发电及其它供电环节必须随时跟踪用电负荷的变化，不断进行控制和调整。可以想像到这种运行控制任务有多么复杂和繁重。不仅如此，由于电力生产设备是年复一年日复一日地连续运转，有些主要环节几年才能检修一次，因此它们随时都有可能发生故障。何况还存在着风雪雷电等无法抗拒的自然灾害，更增加了发生故障的概率。而电力系统一旦发生事故，就会在一瞬间影响到非常广大的地区，危害十分严重，必须及时地发现和排除。所有这一切，都决定了现代电力系统必须要有一个强有力的，拥有各种现代化手段，能够保证电力系统安全经济运行的指挥控制中心，这就是电力系统的调度中心。

控制指挥这样巨大复杂的电力系统，决不是一个人或几个人可以承担得了的。实际上，每时每刻控制驾驭着这个巨大系统的，是各级调度中心（所）的调度人员和遍布各地的发电厂、变电站值班运行人员。他们凭借各种各样的仪表和自动化监控设备，齐心协力严密配合，共同完成对电力系统的运行控制。

二、电力系统运行控制目标及其控制自动化

电力系统运行控制的目标，就是始终保持整个电力系统的正常运行，安全经济地向所有用户提供合乎质量的电能；在电力系统发生偶然事故的时候，迅速切除故障，防止事故扩大，尽早恢复电力系统的正常运行。另外，还要使电力生产符合环境保护的要求。

简单地说，电力系统运行控制的目标可以概括为八个字：安全、优质、经济、环保。

（一）保证电力系统运行的安全

电力企业的职工都知道，电力生产中最常提的口号是“安全第一”。安全，就是不发

生事故，这是电力企业的头等大事。因为人们都了解，电力系统一旦发生事故，其危害是非常严重的，轻者导致电气设备的损坏，使少数用户停电，给生产造成一定的损失；重者则波及到系统的广大区域，甚至引起整个电力系统的瓦解，使成千上万的用户失去供电，使生产设备受到大规模严重破坏，甚至造成人员的伤亡，使国民经济遭受极其巨大的损失。因此，努力保证电力系统的安全运行，这是电力系统调度中心的首要任务。

电力系统发生事故既有外因也有内因。外因如狂风、暴雨、雷电、冰雪以及地震等自然灾害；内因则是电力系统本身存在着薄弱环节、设备隐患或运行人员技术水平差等多方面因素。一般地说，电力系统的事故多半是由外因引起，又由于内部的薄弱环节或调控不当而扩大。要想完全避免任何事故的发生是不可能的，但在发生事故后迅速而正确地予以处理，使造成的损失降低到最低限度，这却是可以办到的。要做到这点，一方面需要电力系统本身更加“强大”，发电能力和相应的输电、变电设备都留有足够的裕度，各种安全和自动装置非常灵敏可靠，电力系统自身具有抵抗各种事故的能力；另一方面，也和肩负电力系统运行控制重大职责的各级调度中心的调度技术水平密切相关。这里说的调度技术水平有两层含义：一是指调度人员本身的知识和技术水平，二是指调度中心拥有的调度设备的自动化程度。调度运行人员技术水平高，有着扎实而广博的理论知识，又有长期丰富的实践经验，在事故面前临危不乱，从容镇定，自然能够做出迅速而正确的判断和处理；但如果没有现代化的调度控制技术手段也是不行的。现代电力系统不断扩大，结构日趋复杂，监视控制所需的实时信息越来越多，仅凭人的知识、技术和经验是越来越难于应付了。只有采用由当代最新技术装备起来的电网调度自动化系统，才能使调度人员真正做到统观全局，科学决策，正确指挥，保证电力系统的安全运行。

（二）保证电能符合质量标准

和其它任何产品一样，电能也有严格的质量标准，即频率、电压和波形三项指标。

先说一下波形，发电机发出电压的波形是正弦波，由于电力系统中各种电气设备在设计时都已充分考虑了波形问题，在一般情况下，用户得到的电压波形也是正弦波。如果波形不是正弦波，其中就会包含许多种高次谐波成分，这对许多电子设备会有很大的不良影响，对通讯线路也会造成干扰，还会降低电动机的效率，导致发热并影响正常运行。甚至还可能使电力系统发生危险的高次谐波谐振，使电气设备遭到严重破坏。特别是现代电力系统中加入了许多电力电子设备，如整流、逆变等环节，都会使波形发生畸变，是产生谐波的“源”。为此，今后要加强对波形的自动化监测和采取有效的自动化消除谐波措施。

频率是电能质量标准中要求最严格的一项，频率允许的波动范围在我国是 $50 \pm 0.2\text{Hz}$ （有的国家是 $\pm 0.1\text{Hz}$ ）。使频率稳定的关键是保证电力系统有功功率的供求数量时时刻刻都要平衡。前已说过，负荷是随时变动的，因此，只有让发电厂的有功出力时时刻刻跟踪负荷的有功功率，随其变动而变动。以往那种调度员看到频率表指示的频率下降之后再打电话命令发电厂增加发电机出力的时代早已过去了。现在调频过程是由自动装置自动进行的。但是负荷如果突然发生了大幅度的变化，超出了自动调频的可调范围，频率还会有较大变化。例如负荷突然增加许多，系统中全部旋转备用的容量都已用上还不够时，频率就会下降。这时就要由调度员命令增开新的发电机组。为此，调度中心总是预先进行负荷预测，安排好第二天的开机计划和系统运行方式，

以避免上述情况的发生。负荷预测得准不准，日发电计划安排得合适不合适，对系统频率能否稳定有决定性的影响。总之，要始终保持系统频率合格，必须依赖一整套自动化的调节控制系统。

电压允许变动的范围一般是额定电压 $\pm 5\%$ 左右。使电压稳定的关键在于系统中无功功率的供需平衡，并且最好是在系统的各个局部就地平衡，以减少大量无功功率在线路上传输。具体的调压措施有发电机的励磁调节，调相机和静止补偿器的调节，有载调压变压器的分接头调节以及并联补偿电容器组的投切等。现在这些调压措施有些已经是自动进行的，有些则是按调度人员的命令由各现场值班运行人员操作调节的。现代电力系统也必须有一整套自动化的无功/电压调控系统，才能满足各行各业对电压稳定越来越高的要求。

（三）保证电力系统运行的经济性

电力系统运行控制的目标，除了首要关注的安全问题和电能质量问题外，还要尽可能地降低发电成本，减少网络传输损失，全面地提高整个电力系统运行的经济性。对于已经投入运行的电力系统，其运行经济性完全取决于系统的调度方案。要在保证系统必要的安全水平的前提下，合理地安排备用容量的组合和分布，综合考虑各发电机组的性能和效率，火电厂的燃料种类或水电厂的水头情况，以及各发电厂距离负荷中心的远近等多方面因素，计算并选择出一个经济性能最好的调度方案。按着此最优方案运行，将会使全系统的燃料消耗（或者发电成本）最低。但是此最优方案并不是一劳永逸的，因为它是根据某一时刻的负荷分布计算出来的，而负荷又是随时处在变化之中，所以每隔几分钟就需要重新计算新的最优方案，这样才能使系统运行始终处于最优状态。这种计算实时性强，涉及的因素多，计算量很大。显而易见，采用人工计算是无法胜任的，必须依靠功能强大的计算机系统。

（四）保证符合环境保护要求

能源和环境是人类赖以生存和发展的基本条件。电力是现代社会不可或缺的最重要能源，同时，电力的生产又对环境产生很大的影响。目前全球性的四大公害——大气烟尘、酸雨、气候变暖（温室效应）、臭氧层破坏，都与能源生产和利用方式直接相关，当然也与电力生产过程密切相关。因此，符合环境保护的要求，也应是电力系统运行控制的目标之一。1997年我国年排放烟尘达1873万吨，其中燃煤占70%。大气中 SO_2 （酸雨的原因）的87%来自于煤的燃烧。在引起温室效应的主要因素—— CO_2 的排放量中，燃煤排放的占75%左右。此外，燃煤排放物中还有微量的多环芳香烃、二恶英等致癌物质。

要想解决火电厂燃煤所带来的环境问题，必须采用先进的结净煤技术、粉尘净化控制技术、烟气脱硫技术以及生物能源技术等一系列高新技术。从运行的角度说，在发电任务的分配上，向水电厂倾斜，向燃烧低硫煤或有烟气脱硫装置的电厂倾斜，向单位煤耗低的大机组倾斜，都显然有助于减少污染，改善环境。同时，一切旨在降低网损，节约电能的优化运行方式，也都有利于改善环境。

应当说：“节能即环保”！在这方面，电力系统调度也同样肩负着重要的责任。采用先进的调度自动化系统，开发加入环境指标的优化运行高级应用程序，一定可以为保护人类环境作出贡献。

第二节 电力系统调度管理的重要性及其基本工作

一、电力系统运行调度的重要性

电力系统调度是电力系统生产运行的一个重要指挥部门，负责领导电力系统内发电、输电、变电和配电设备的运行，负责系统内重要的操作和事故处理。可以说，电力系统能够安全经济运行，能够连续地向广大用户供应符合质量标准的电能，是与各级电力系统调度所作的工作密不可分的。

影响电力系统安全运行的因素很多，除了电网结构单薄、后备不足等属于投资和规划设计方面原因以及设备质量缺陷、维修不力等原因外，运行管理方面的问题也是不可忽视的。

在电力系统的实际运行中，事故的发生和发展往往与系统的运行方式有很大关系。根据我国近年来对稳定破坏的事故统计，其中与运行管理有关的约占 72%，如表 1-1 所示。

表 1-1 与运行管理有关的电力系统稳定破坏事故统计

分类	运行管理方面的问题	占事故总数的百分数 (%)
静态稳定破坏	对正常或检修运行方式未进行应有的稳定计算分析，在负荷增长或受电侧发电厂减少出力时，未能控制潮流	16.6
	由于无功不足，线路长，负荷重，或将发电机自动调整励磁装置退出运行，或误减励磁造成运行电压大大下降，电压崩溃	10.5
暂态稳定破坏	对发电机失磁是否会引起稳定破坏未作出分析计算，未采取预防措施	15.7
	高低压环网运行方式考虑不当，或环网运行时未采取相应的解列措施	14.8
	未考虑严重的故障（主要是三相短路），又未能采取有效措施	5.7
	未考虑低压电网故障对稳定的影响	8.6
合计		71.9

可见，为了保证系统安全运行，必须未雨绸缪，对运行中的系统结构和运行方式进行定期的运行预想分析，并结合安全稳定导则的规定和运行经验及具体环境条件，进行各种事故预想并规定出一系列的事故处理方法。在运行方式的安排上，应考虑足够的旋转备用和冷备用，并且要合理分布于系统之中。除了继电保护的配置和整定外，对于事故后防止大面积停电的各种安全自动装置（如切机、切负荷等），也应详细考虑它们之间的配置和协调。

许多事故实例表明，调度运行人员的操作失误往往是使事故扩大或延续较长时间的原因之一。虽然电力系统的自动化水平越来越高，许多厂、站还实行了无人控制，但是，自动化水平的提高并没有减弱系统调度运行人员在整个电力系统运行管理中的主导作用。高度自动化的监控系统，也需有相应文化和技术水平的运行人员去正确熟练地使用，才能充分发挥它们的作用。在事故情况下，要求调度运行人员能应付未能预测突然来临的严重状态，及时作出反应并采取正确的操作步骤和控制措施，难度是相当大的。为了尽量避免调度运行人员操作失误造成系统事故，应定期对调度运行人员进行有计划的培训，特别是应采用电网调度自动化系统中的调度员仿真培训功能，对调度运行人员进行全方位、多角度的“实战”培训。

二、电力系统调度的几项基本工作

根据电力工业的基本任务和电力系统调度的工作任务，电力系统调度的几项基本工作