

XIAN WEN DING YUN XING DE N WEN DING YUN XING DE WEN DING YUN XING

现代电网

安全稳定运行的三大支柱

● 丁道齐 著

江苏科学技术出版社

现代电网安全稳定运行的 三大支柱

丁道齐 著

江苏科学技术出版社

(苏) 新登字第 002 号

现代电网安全稳定运行的三大支柱

丁道齐 著

出版发行：江苏科学技术出版社

印 刷：南京化工学院印刷厂

开本 850×1168 毫米 1/32 印张 6.325 字数 160,000

1994 年 1 月第 1 版 1994 年 1 月第 1 次印刷

印数 1—1,000 册

ISBN 7—5345—1667—6

TM. 21

定价：7.00 元

责任编辑：钱亮

我社图书如有印装质量问题，可随时向承印厂调换

序

史大桢

改革开放以来，作为国家重点发展的支柱产业，电力工业一直以很高的速度发展，大机组、大电厂不断增加，超高压送电线路迅速延伸。我国的电网已经呈现现代化大电网的格局，这就使我们的电网调度管理面临一系列新的重大课题。

在国家电力调度通信中心主管电网调度自动化和电力系统通信工作的丁道齐同志近年来结合工作实践，学习和掌握了国内外电力系统调度管理的经验，吸取了信息、管理、通信、自动化等高新技术领域的精华，就现代电网的特征、安全运行和加强管理等问题作出了系统性的论述，并提出了现代电网安全稳定运行的三大支柱的观点。这本文集的出版，相信对从事电网规划、设计、调度和管理工作的同志们都会有所帮助和启迪。

希望在全国电力行业中有更多的同志能结合实践，用科学的方法总结经验，共同探讨我国现代电力工业的管理方法，推动整个电力行业的技术进步。

1993年8月14日

前言

1962年告别清华园后，我在电力系统从事电网调度运行与管理已逾三十载。一万多个日日夜夜，心之所系，是电网的安全稳定运行和基层调度工作的艰辛。

改革开放十几年来，作为国民经济支柱产业的电力工业得到了前所未有的发展：

- 1981年我国第一条北京至武汉的3次群(480路)数字微波电路投入电力系统运行，至今已初步建成了一个以北京为中心的，以数字微波通信为骨干网络的，连接全国37个网、省电力局和流域机构的全国电力专用通信系统。

- 1982年我国第一条500千伏(姚孟至凤凰山)超高压输电线路投运，到目前为止，全国各电网500千伏超高压线路总长已达10000千米，部分跨省电网和孤立省网的500千伏网架初步形成。

- 1985年我国第一台最大的单机容量为60万千瓦的大型火力发电机组在东北电网的元宝山电厂投入运行，目前包括超临界参数机组在内的6台60万千瓦大型火电机组已在有关电网正常运行。

- 1987年中国发电装机总容量突破1亿千瓦大关，至今全国装机总容量已达1.66亿千瓦，跃居世界第4位。

- 1988年我国华北、华中、东北三大电网引进的能量管理系统(EMS)投入电网使用，将我国电网调度自动化装备水平提高到了发达国家80年代中期水平。至今全国已有

5 个大区电网调度、25 个省级调度实现了调度自动化。

- 1989 年我国第一条±500 千伏（葛洲坝至上海）双极超高压直流输电系统投入运行，将华中、华东两大区域性电网连接起来，形成了我国第一个通过直流输电系统连接起来的、总装机容量超过 4000 万千瓦的联合电网。

- 1991 年我国第一座自行设计制造的秦山核电站第一台 30 万千瓦核电机组并入华东电网发电；另一座引进国外技术建设的大亚湾核电站 90 万千瓦机组（我国目前单机容量最大的机组）也于 1993 年 8 月并入南方电网运行。

- 1992 年第七届全国人民代表大会第五次会议通过决议，正式动工兴建世界上最大的长江三峡工程，发电装机总容量达 1820 万千瓦（单机容量为 70 万千瓦，共 26 台机组），年发电量将达 860 亿千瓦时，预计 2004 年第一台机组并网发电，其时全国将联成一个大电网。

- 1993 年位于广东省从化县境内的我国第一座大型抽水蓄能电站第一台 30 万千瓦水电机组并入南方电网运行，为配合核电机组和电网调峰提供了又一种现代化手段。

所有这些标志着我国电力工业及电力系统的建设和发展已经迈入现代化的新时期。电力系统的迅速现代化使电网的运行和管理面临一系列全新的课题，这就要求我们一方面总结自身实践经验，另一方面吸收国外一切有用的先进技术，认真地探索现代电网安全稳定运行的规律。

近十余年来，由于负责电网运行和管理方面的技术工作，我曾先后深入到全国二十多个省（区、市）的电力调度部门，对电网的运行和管理、调度自动化和电力系统通信等各方面存在的普遍性问题，有了更全面的了解。特别

是近年来结合我国电网调度自动化系统、电力通信系统和国家电力调度中心的建设，访问和考察了英、美、德、法、日本、意大利、奥地利、澳大利亚、新加坡等世界上主要工业发达国家的电力调度中心和著名的计算机、通信设备制造企业及计算机应用开发中心，对现代电网的发展趋势及高新技术对电力工业的影响有了较清晰的认识。

当前我国电网及其运行和管理方面比较普遍性的问题主要有：电源建设方面赶不上用电增长的速度，电力电量短缺、缺电局面未获根本扭转；电源结构不尽合理，电网调峰日益困难，电能质量难以保证；电网结构仍较薄弱、备用容量严重不足，电网安全时时受到威胁；继电保护、安全自动装置以及局部地区的安全稳定控制系统可靠性差，配置不尽合理，系统性功能尚未获全面考虑，以致在电网事故情况下造成电网事故的进一步扩大直至系统瓦解；电网调度自动化系统装备虽较先进，但其应用水平还远远适应不了现代化大电网运行的需要；通信网的可靠性和对其监视手段还较落后等。

针对这些问题，结合国内外大电网运行和管理的经验教训，以及本人在这方面的切身体验，经过反复思考并与国内知名专家学者多方切磋，1989年11月，我在第18届中国大电网调度经验交流会上，结合电力生产的特点和现代电网的特征，提出我国在大电网的运行和管理中应注意研究和解决的十大问题：1. 稳定性和稳定技术；2. 大机组轴系扭振和大机组大电网的协调；3. 反事故装置即安全稳定控制系统；4. 调频和经济运行；5. 电压和无功控制；6. 可靠性；7. 调峰；8. 核电站与电网的相互影响；9. 气象对

电网运行的影响；10. 电网调度自动化系统和通信网监控系统。在这次发言中，首次提出了安全稳定控制系统、调度自动化系统和电力专用通信系统是现代电网安全稳定运行的三大支柱。对于这一观点，部分同志尚有不同看法，但是无论是电力生产和调度部门还是科研单位和大专院校，不少专家学者已经接受和支持这一观点并给予了肯定和鼓励。我想对于从事电力调度、通信和自动化工作的工程技术人员和管理干部来说，确立这一观念会大大加强自身的责任心和使命感，一定会把工作精益求精地做好。其实这一观点并不是标新立异，只不过是现代电网安全稳定运行经验的总结。至于它是否真正客观地反映了现代电网安全稳定运行和管理的规律，不妨等待我国电力工业的发展实践来加以验证。

收入本书的文章，多数是我在全国性专业会议上的发言，另一部分是发表在《电力系统自动化》、《中国电业》、《电力系统通信》等专业刊物上的文章。承电力工业部《电力系统自动化》编辑部的同志们热心地汇集、整理、校对和编辑成书。由于全书的所有文章几乎都是围绕如何建设、加强和完善“三大支柱”这一主题，所以书名定为《现代电网安全稳定运行的三大支柱》。史大桢部长百忙中审读了书稿，并撰写了序言，对此我表示由衷的感谢。

由于本书是以文集形式出版，并按原发表时间顺序编排，为了保持各篇文章的相对完整性，这次付印时除对个别文字和章节作了修改和补充外，对某些重复之处未作删改。

需要说明的是本书的内容不少反映了历届部调度通信

局领导和专家们的集体实践和认识，特别是陆延昌、蔡洋、刘振鹏等同志的许多远见卓识也溶合在本书的字里行间。

本人的工作和文集中所涉及思想和观点，经常得到电力工业部史大桢部长，陆延昌副部长，中国电机工程学会张凤祥理事长，学部委员、清华大学高景德教授，学部委员、清华大学卢强教授，清华大学韩英铎教授、倪以信教授，浙江大学韩祯祥教授，电力工业部电力科学研究院王平洋、傅书逊、王明俊、于尔铿，电力工业部南京自动化研究所刘觉、金振东、李福生、薛禹胜等知名专家学者的指导、帮助和鼓励。国家电力调度通信中心裴钟棣、尹其云、辛耀中、雷晓蒙、郭国川、伍读华、王钟灵、王积荣、向力、曹晓军、金李莎、刘昭伟等同志在总结经验、补充完善、整理文稿、校订文字等方面给予了具体帮助。在此，一并向他们致以深切的感谢。

本书在成文过程中曾学习参考了国内外许多专家学者的论著，恕不在此一一列举，谨向他们表示真诚的敬意。

希望这本书对从事电网运行和管理、规划设计和科学研究工作的同志们有所帮助，更殷切地期望收到来自读者的批评意见。

丁道齐

1993年8月于北京方庄

目 录

统一调度是电网安全运行的重要保证	(1)
一、对联合电网统一调度的理解	(1)
二、进一步加强统一调度	(5)
三、加强调度部门的自身建设	(8)
现代电网的运行和管理	(11)
一、电力生产的特点和现代电网的特征	(11)
二、现代电网运行的十大问题	(17)
三、我们应做的几个工作	(56)
电力通信系统雷电干扰的防护和安全管理	(59)
一、从大沟口微波站雷击事故看微波站防雷电干扰的重要性	(59)
二、通信网在电力系统中的地位和作用	(61)
三、现代通信系统对雷电干扰的防护提出了更高的要求	(64)
四、防雷电干扰破坏通信系统的根本措施	(65)
五、加强对雷电干扰防护管理	(71)

2 现代电网安全稳定运行的三大支柱

现代通信技术的发展与电力系统通信网的建设

- (77)
- 一、现代通信网的发展趋势和主要特征 (77)
- 二、通信调度是管理现代化通信网不可缺少的重要手段
..... (80)
- 三、建立先进实用的电力通信网监测系统
..... (83)

开发和完善现代电力系统安全稳定运行的三大支柱

- (89)
- 一、总结经验,完善安全稳定措施,防止五大恶性事故的发生
..... (89)
- 二、EMS 技术的新发展和高级应用程序的加速推广应用
..... (100)
- 三、有计划有步骤地完善电力通信系统监测手段,
保证通信系统的安全可靠运行 (108)

做好消化吸收,尽快发挥能量管理系统的效益 (113)

- 一、对四大电网调度自动化系统引进工程的基本评价
..... (113)
- 二、消化吸收国外先进技术,把握世界 EMS 系统发展新动向
..... (115)
- 三、当前我国 EMS 系统工程面临的主要任务 (117)

现代化电网运行管理中的安全与培训 (123)

一、现代化电网安全运行的基础	(123)
二、精心管理和调度是电网安全运行的关键	(139)
三、采用现代化装备培训调度人员是保证 电网安全运行的重要手段	(144)

完善能量管理系统,提高能量管理系统应用水平

.....	(149)
一、实现部颁调度自动化系统实用化的目标是 提高 EMS 应用水平的第一步	(149)
二、用 2~3 年的时间巩固实用化的成果, 实现 SCADA+AGC/EDC 的功能目标	(151)
三、逐步完善 EMS 系统,开发网络分析软件, 提高电网的安全性和经济性	(157)
四、面对开放式 EMS 的挑战要积极慎重地处理好 EMS 的更新换代问题	(160)

电力市场运营和管理的自动化

一、国外电力市场经济的运营和管理	(166)
二、我国电网调度自动化系统商业化的任务	(171)
三、关于电能自动结算系统的开发	(174)
四、在商业化的进程中应注意的问题	(178)

附录:中英文摘要	(181)
----------------	-------

统一调度是电网安全运行 的重要保证

1988年10月，能源部在贵阳召开了全国电网工作座谈会，各调度部门的主要负责同志都参加了这一会议。会议分析了当前电网管理方面存在的主要问题，对在深化改革过程中如何加强电网管理提出了明确要求，特别强调了要加强电网的调度管理，强化电网的统一调度。今天，我们在此召开全国大电网调度经验交流会，交流各自在电力工业管理体制改革的经验，共同探讨如何贯彻落实好贵阳会议的精神，这对于我们今后搞好电网的调度运行管理是十分有益的。我借此机会谈谈三方面的问题。

一、对联合电网统一调度的理解

1987年，国务院提出了电网管理体制改革的二十字方针，即“政企分开，省（局）为实体，联合电网，统一调度，集资办电。”此后，李鹏同志又强调电力体制改革要“因地因网制宜”。对于这一方针，应该有一个全面的理解，

• 1988年11月25日在第17届中国大电网调度经验交流会上的讲话。

理解片面不利于同心协力地全面贯彻二十字方针。全面理解这一方针，对我们从事电网调度工作的同志来说，关键是对联合电网统一调度有一个正确的认识。

1. 二十字方针强调的是两加强

关于二十字方针强调的两加强问题，史大桢副部长在贵阳会议所作的报告中已经阐述的很清楚。两个加强，其一是加强网、省实体的建设，尤其是加强省局经济实体的建设，这是我国电力工业体制改革中最主要部分；其二是加强电网的统一调度分级管理。后一个加强是为前一个加强服务的，也是相辅相成，缺一不可的。无论是网局或是省局，都应当两个加强一起抓，只强调其中的任何一方面都是不应该的。我们既不应该仅强调网、省为实体而削弱统一调度，也不应该仅强调统一调度而弱化网、省为实体的经济地位。只有切切实实做好两加强，才能比较好地处理网、省局间的关系。

二十字方针强调两加强，这是与当前我国的电力生产状况相适应的，同时也是符合大电网发展的客观要求的。这就是说，二十字方针没有排斥大电网的存在和发展。大电网是电网不断发展扩大的必然，因为大电网具有许许多多的优越性。我国动力资源的自然分布与用电负荷的后天分布十分不平衡，这种不平衡客观上决定了我国在电力工业发展的方向上只能走发展大电网的道路，以充分、合理地利用一次能源。国民经济产业结构的调整以及电力工业体制的改革，其结果应当是加速而不应是减缓大电网的建设。

明年葛洲坝至上海的直流 500 千伏输电系统将要投运，该系统把华中、华东两大网联结成了一个更大的网，这标志着我国大电网的发展进入了一个更高的阶段。所以说，贯彻二十字方针，加强网、省实体的建设，不排斥继续发展大电网。

2. 在我国，不论是统一电网，还是联合电网，都必须实行统一调度

统一电网实行统一调度，这是比较好理解的，而搞联合电网不搞联合调度，就需要我们从多方位去理解。我国搞联合电网不搞联合调度而搞统一调度，这是由电力生产的特点和我国具体情况所决定的。

目前我国联合电网内各省网发供电基本上做不到自我平衡，即达不到块块平衡，联合电网内各省网之间必须按上级调度部门下达的指令性计划进行频繁的、数量较大的电力、电量交换，各省网之间要互相承担义务和责任。尤其是水电比重较大的网，其省间电力、电量交换因水情变化而送受的变化更大。国外的互联电网内各电网之间，也发生电力交换，但彼此不承担义务，以不损坏本联合电网利益为前提进行电力交换。

再则，目前我国电网体制改革中尚有许多关系没有理顺，在电价上反映电力价值方面还有很大差距，所以很难实现按电力价值自由受送电量，尤其是在电力严重短缺的情况下，就更难自由交换。对此，国家对电力的发供用还必须直接控制。因此，我国跨省电网之间的电力电量交换

不可能，也不允许实行自由送受，必须采用统一调度的手段来保证指令性电力、电量计划的交换。

此外，我国电力工业的底子薄，电网结构薄弱，技术装备水平低，电网缺少备用设备，从技术手段上，也难以保证电力潮流和运行方式的自由变更，而且全网的安全稳定水平低，在电网运行方面必须通过统一调度全面综合考虑。

经济立法尚不完善，电网间送受电量的合同或计划，还没有完全的法律保证。在缺电的情况下，电力电量的多少，直接关系到各省市工农业的发展、国民经济的增长以及财政收入的增加。当各地对电的需求得不到满足时，各省地方政府就会增加对电的控制欲望，往往以不同形式直接干预电网的调度运行。

为保证完成国家指令性电力、电量计划，按计划向各省供应电力；为保证全网的安全稳定优质运行，电力生产的特点以及以上提到的具体情况，决定了我们对联合电网还必须实行统一调度分级管理。

3. 统一调度具有新的意义

随着电力系统的不断发展以及电力体制改革的不断深入，统一调度的内涵也在不断深化。但无论是过去所说的统一调度还是现在所说的统一调度，有一个基本点没变，那就是保证全网的安全稳定运行。无论是统一电网或是联合电网，电网的安全稳定问题是客观存在的，必须从全网的角度加以考虑。对全网的安全稳定问题综合考虑，调度部

门要对此负责，这是统一调度的基本点。这一方面，国内外都有过教训。众所周知的美国 1965 年纽约大停电事故发生之前，该系统没有一个统一调度的机构。在总结了事故教训之后，成立了协调委员会，对全网的安全稳定运行负责。

新旧概念的统一调度有一个区别，就是发供用电的平衡，已经由全网统一计划安排变成省网平衡为主了。省网要根据上级调度下达的省网间的送受计划来平衡省内发供用电。

在统一电网统一调度中可不考核省间联络线的送受电力、电量，而联合电网统一调度，就要考核省间联络线的送受电力、电量，这就是说统一调度的范围不同了，网调要调度的范围为直调设备和省间联络线，而省调的管辖范围相对扩大而且责任加重了。

统一调度所具有的这些新意义，都需要我们去认识、去理解、去适应，只有这样，才能把调度运行管理工作搞好。

二、进一步加强统一调度

在电力体制改革继续深入的形势下，如何加强电网的统一调度，有关负责同志在开幕式上已经作了深入的分析，这里，我只补充几点意见。

① 我国的调度组织机构是五级调度。各级调度之间的关系是领导与被领导的关系，这一直是很明确的。领导与被领导的关系体现在整个调度业务范围内，指的是电力调