

《电力系统安全稳定导则》学习与辅导

国家电力调度通信中心 组编

主 编 赵遵廉

副主编 舒印彪 郭国川



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

《电力系统安全稳定导则》学习与辅导

国家电力调度通信中心 组编

主 编 赵遵廉

副主编 舒印彪 郭国川



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

为全面、完整、准确地理解 DL755—2001《电力系统安全稳定导则》的各项规定，国家电力调度通信中心和电网运行与控制标准化技术委员会组织编写了本书。本书包括“学习篇”与“参考篇”两部分。“学习篇”由主要修订人员讲解了《导则》的作用、修订的必要性、适用范围、基本内容及要求，并摘编了国外部分电力系统有关安全稳定标准；“参考篇”简介了中国其他地区 and 国外典型电力系统事故案例，汇编了中国各网省电力系统安全稳定工作的实践和各网省电力系统安全稳定的现状。

本书可供电力系统规划、计划、设计、建设、生产运行、科学试验中从事有关电力系统安全稳定管理和技术工作的人员及大专院校有关专业师生学习参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

《电力系统安全稳定导则》学习与辅导/国家电力调度通信中心组编. —北京: 中国电力出版社, 2001

ISBN 7-5083-0783-6

I. 电... II. 国... III. ①电力系统-安全-标准-基本知识-中国 ②电力系统稳态-标准-基本知识-中国 IV. TM7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 066541 号

中国电力出版社出版、发行

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

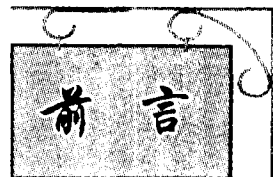
实验小学印刷厂印刷

各地新华书店经售

2001年9月第一版 2001年9月北京第一次印刷
787毫米×1092毫米 16开本 31.5印张 714千字
印数 0001—5800册 定价 48.00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)



DL755—2001《电力系统安全稳定导则》(以下简称《导则》)是电力行业标准体系中的一项重要强制性标准,它是电力系统规划、计划、设计、建设、生产运行、科学试验中有关电力系统安全稳定的工作规范。

新颁布的《导则》是在原电力工业部颁发的《电力系统安全稳定导则》[(81)电生字109号]的基础上修订而成的。《导则》的修订工作自1998年开始,通过一大批电力系统设计、建设、运行和管理界的专家、技术人员和高等院校专家学者的辛勤劳动,终于2001年初修订完成。它总结了原《导则》实施20年来的经验,吸取了近年来国内外多次重大电网事故的教训,参照了国内外电力系统安全稳定和可靠性及其他有关电网运行的技术标准,使《导则》更加符合我国电力系统的实际情况和我国电网发展以及电力工业管理体制改革的需要。新《导则》的颁布实施,是我国电力系统设计、建设、运行和管理的一件大事。

电力系统的不断发展和安全稳定运行给国民经济和社会发展带来了巨大的动力和效益。但是,国内外经验表明,大型电力系统一旦发生自然或人为故障,若不能及时有效地加以控制而使电网失去稳定运行、甚至瓦解,将酿成大面积停电事故,会给社会带来灾难性的后果。因此,自从出现电力系统以来,如何保证其安全稳定运行,就成为永恒的主题。国内外所有电力工作者都在千方百计采取技术的、管理的各种措施,力求避免电网的稳定性遭到破坏,防止出现大面积停电事故。新《导则》的颁布实施,为如何保障电力系统的安全稳定制定了明确的规范。

要自觉地把《导则》这一规范化、科学化的行业强制性标准作为我国电力系统设计、建设、运行和管理过程中有关电力系统安全稳定的技术准则,以确保电力系统安全稳定运行,适应电网不断发展和电力工业管理体制市场化改革的需要,就必须全面、完整、准确地理解和掌握《导则》的规定和精神。为此,国家电力调度通信中心和电网运行与控制标准化技术委员会组织编写了《〈电力系统安全稳定导则〉学习与辅导》一书,力求对《导则》条文作出比较准确、完整的讲解,以便广大电力系统安全稳定有关人员掌握和贯彻《导则》。由于时间仓促和编写人员的水平所限,本书中的不当与疏漏在所难免,恳请读者批评指正。

本书主要由赵遵廉、舒印彪、郭国川、刘肇旭、朱天游、印永华、常建平编写;参加本书部分文稿撰写工作和提供材料的还有雷晓蒙、曲祖义、舒治淮、何永胜、陈刚、邹精、程芸、周济等同志;本书参考篇第二讲部分各电力系统安全稳定状况分析由署名者撰写。全书由赵遵廉、舒印彪、郭国川同志总纂定稿。孙正运同志审阅了全书,并提出了许多宝贵意见。

本书在编写过程中,得到了国家经济贸易委员会电力司孙岩、向海平、刘保华,国家

电力公司总经理工作部白鉴，中国电力出版社陈涛，中国电力企业联合会标准化中心辛德培、李泽等同志的全力帮助，得到全国各电力规划、设计、运行和科研机构的鼎力支持，在本书即将正式出版的时候，谨对所有参与和支持本书编辑出版的领导、专家和同志们表示崇高的敬意，也一并感谢书中所引用文献的作者和单位。

编 者

2001 年 8 月于北京

目录

前言

第一篇 学习篇

第一讲	概述	3
第一节	原《导则》的制定及其作用	3
第二节	修订《导则》的必要性	7
一、	电网由省间互联进入跨大区互联乃至全国联网的新阶段	7
二、	电力供应由严重短缺转向相对过剩和短缺与相对过剩交替存在的新时期	11
三、	电力工业管理体制从垂直一体化管理转向市场化管理	12
第三节	《导则》的主要内容和修订内容	14
一、	《导则》的主要内容	14
二、	《导则》修订的主要内容	15
第四节	《导则》编制的目的和适用范围	19
第二讲	《导则》的基本内容	21
第一节	保证电力系统安全稳定运行的基本要求	21
一、	总体要求	21
二、	电网结构	23
三、	无功平衡及补偿	26
四、	机网协调和厂网协调	28
五、	防止电力系统崩溃	28
六、	电力系统全停后的恢复	29
第二节	电力系统的安全稳定标准	29
一、	电力系统的静态稳定储备标准	30
二、	电力系统承受大扰动能力的安全稳定标准	31
三、	对几种特殊情况的要求	35
第三节	电力系统安全稳定计算分析	36
一、	关于电力系统安全稳定计算分析的任务与要求	36
二、	关于电力系统静态安全分析	40

三、关于电力系统静态稳定性、暂态稳定性和动态稳定性的定义	41
四、电力系统静态稳定性的计算分析	41
五、电力系统暂态稳定性的计算分析	42
六、电力系统动态稳定性的计算分析	42
七、电力系统电压稳定性的计算分析	42
八、电力系统再同步的计算分析	43
第四节 电力系统安全稳定工作的管理	44
一、电力系统规划中的有关工作	44
二、电力系统设计及可研中的有关工作	46
三、电力系统建设的有关工作	47
四、电力系统调度运行的有关工作	47
五、电力系统生产技术的有关工作	48
六、电力系统科研试验的有关工作	49
七、有关安全稳定监控工作	49
八、电力系统发、供电企业的有关工作	49
第三讲 国外部分电力系统有关安全稳定标准	51
第一节 世界各国电力系统可靠性标准综析	51
第二节 前苏联稳定导则	52
1. 总则	52
2. 基本概念	52
3. 对电力系统稳定的要求	56
第三节 前苏联电力系统设计导则摘编	57
一、总则	57
二、基本原则	58
三、运行方式选择及计算	58
四、电网互联	60
五、电压等级及电网结构	61
六、无功补偿	62
七、短路电流	63
第四节 西欧电网电力系统设计和运行准则(摘编)	64
第五节 日本东京电力公司输电系统规划可靠性标准	65
第六节 北美稳定标准(摘要)	66

第二篇 参 考 篇

第一讲	中国其他地区 and 国外典型电力系统事故案例	71
第一节	法国 1987 年 1 月 12 日电网大停电事故	71
一、	事故经过	71
二、	负荷特性	71
三、	有载分接头切换装置的动作	72
四、	发电机电压控制和相关保护装置的作用	72
五、	事故特点和经验教训	73
第二节	美国西部电网 1996 年 7 月 2 日和 8 月 10 日大停电事故	73
一、	美国西部电网及运行管理概况	73
二、	7 月 2 日事故	74
三、	8 月 10 日事故	76
第三节	马来西亚 1996 年 8 月 3 日电网大停电事故	78
一、	马来西亚国家电网	78
二、	事故前电网状况	78
三、	事故过程	79
四、	调查的主要结论	80
第四节	中国台湾省 1998 年 7 月 29 日大停电事故	81
一、	中国台湾省电力系统概况	81
二、	事故前运行方式	81
三、	事故过程	81
四、	事故暴露的问题	82
五、	经验教训	83
第二讲	中国部分主要电力系统安全稳定状况分析	85
第一节	华北电力系统安全稳定分析	85
第二节	天津电力系统安全稳定分析	114
第三节	河北南部电力系统安全稳定分析	129
第四节	山西电力系统安全稳定分析	140
第五节	内蒙古西部电力系统安全稳定分析	153
第六节	东北电力系统安全稳定分析	159
第七节	辽宁电力系统安全稳定分析	185
第八节	吉林电力系统安全稳定分析	209
第九节	黑龙江电力系统安全稳定分析	221

第十节	华东电力系统安全稳定分析	232
第十一节	江苏电力系统安全稳定分析	264
第十二节	浙江电力系统安全稳定分析	275
第十三节	安徽电力系统安全稳定分析	289
第十四节	华中电力系统安全稳定分析	305
第十五节	湖北电力系统安全稳定分析	323
第十六节	河南电力系统安全稳定分析	332
第十七节	湖南电力系统安全稳定分析	336
第十八节	江西电力系统安全稳定分析	351
第十九节	西北电力系统安全稳定分析	367
第二十节	甘肃电力系统安全稳定分析	381
第二十一节	宁夏电力系统安全稳定分析	385
第二十二节	青海电力系统安全稳定分析	393
第二十三节	广东电力系统安全稳定分析	400
第二十四节	广西电力系统安全稳定分析	407
第二十五节	云南电力系统安全稳定分析	430
第二十六节	贵州电力系统安全稳定分析	441
第二十七节	山东电力系统安全稳定分析	447
第二十八节	福建电力系统安全稳定分析	465

附录一

中华人民共和国电力行业标准 DL755—2001 电力系统

安全稳定导则	478
--------	-----

附录二

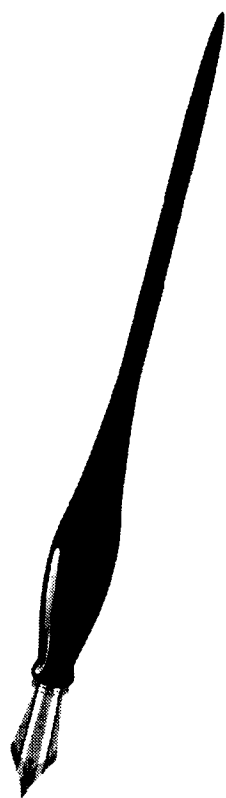
加强电力系统安全稳定工作的若干意见	490
-------------------	-----

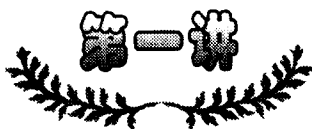
附录三

香港电力系统规划设计标准摘译	493
----------------	-----

第一篇

学习篇





概 述

《电力系统安全稳定导则 (Guide on security and stability for power system)》(DL 755-2001, 备案号: 8807-2001) (以下简称《导则》) 作为中华人民共和国电力行业强制性标准, 已由国家经济贸易委员会以国经贸电力 [2001] 409 号文正式批准, 并于 2001 年 7 月 1 日起正式执行。

新颁布的《导则》是在原电力工业部于 1981 年 9 月 16 日下发的《电力系统安全稳定导则》(〔81〕电生字 109 号) 的基础上修订形成的。《导则》的修订工作自 1998 年开始, 通过一大批电力系统设计、建设、运行和管理界的专家、技术人员和高等院校的专家学者的辛勤劳动, 《导则》终于 2001 年初修订完成。新《导则》总结了原《导则》实施 20 年来的经验, 吸取了近年来国内外多次重大电网事故的教训, 参照了国内外电力系统安全稳定和可靠性及其他有关电网运行的技术标准, 使《导则》更加符合我国电力系统的实际情况和我国电网发展以及电力工业管理体制改革的需要。新《导则》的颁布实施, 是我国电力系统设计、建设、运行和管理的一件大事, 它将促使我国的电力系统安全稳定水平跃上新台阶。

要自觉地把《导则》这一规范化、科学化的行业强制性标准作为我国电力系统设计、建设、运行和管理过程中有关电力系统安全稳定的技术准则, 以确保电力系统安全稳定运行, 适应电网不断发展和电力工业管理体制市场化改革的需要, 就必须全面、完整、准确地理解和掌握《导则》的规定和精神。

第一节 原《导则》的制定及其作用

电力系统的安全性 (security) 是指电力系统承受突然发生的扰动, 例如突然短路或未预料到的失去系统元件的能力, 它是动态条件下电力系统经受住突然扰动并不间断地向用户提供电力和电能量的能力。

电力系统的稳定 (stability) 是指电力系统在受到扰动 (例如突然短路或未预料到的失去系统元件) 之后, 凭借电力系统自身固有的能力和控制设备的作用, 回复到扰动前的稳定运行方式, 或者达到新的稳定运行方式。

保证电力系统稳定是电力系统安全运行的必要条件。只有在保持电力系统稳定的条件下, 电力系统才能不间断地向用户提供电力和符合质量要求的电能量。

从国内外长期的电力系统运行中的事故统计分析可以看出, 电力系统稳定破坏事故是危害性最大的事故之一, 它严重威胁电力系统的安全运行和供电可靠性。不能有效地限制

稳定破坏事故的发生和在发生稳定破坏事故后及时处理，往往导致大面积停电的严重后果，给工农业生产、人民生活、社会政治生活造成重大损失。

作为电力系统生产的一个基本条件，电力系统必须具备安全稳定运行的能力，并且随着电力系统的不断建设和发展及现代电力系统控制技术的进步，电力系统安全稳定运行的能力应逐步得到加强和提高。为了指导电力系统的规划、设计、建设、运行、科研和管理，需要制定一个符合电力系统安全稳定实际的规范性标准，即《电力系统安全稳定导则》。

改革开放伊始，尽管我国电力工业得到了迅猛的发展，但仍然满足不了我国飞速发展的国民经济和人们日益增长的物质生活和文化生活的用电需要。至 1980 年，我国严重缺电的局面已持续近 20 年，严重缺电时，工厂停三开四（即每周停电三天，供电四天），人民生活用电也受到影响，电力工业这一基础产业成为制约我国国民经济发展的“瓶颈”。在电力严重短缺的情况下，人们首先想到的就是加快电源建设步伐，因此，在电力工业内部出现了比例失调问题，由于电源的增长落后于电力需求的增长，导致集中资金用于电源建设以解决供需矛盾，从而忽视了输、配电网络的建设。重发轻供不管用的必然结果就是电网的发展落后于电源的发展，严重削弱了电力系统安全稳定运行的基础，致使电网事故频发。

1970~1980 年，我国的电网处在一个特殊的发展时期，即省电网和跨省电网的形成时期，许多地区的电网相继互联，逐步由孤立的 110kV 电网互联形成 220kV 及以上的全省乃至跨省电网。原来的 110kV 电网一旦发生事故，只影响本地区的电网，电网稳定问题不突出。形成 220kV 的输电距离较长、供电面积较大的电网之后，电力系统稳定问题突出了。由于当时电网的发展处于一个新的发展阶段，无论是电力系统的规划设计、基建，还是电力系统的运行管理，都没有充分认识这一客观规律，没有及时采取相应措施，因而，从 1970~1980 年的 11 年间，全国发生电力系统稳定破坏事故达 210 次之多，平均每年发生 19 次，既包括失去同步稳定的电力系统稳定破坏事故，也包括电压崩溃（失去电压稳定）和频率崩溃（失去频率稳定）的电力系统稳定破坏事故。在这些事故中，影响最为严重的是造成全网大面积停电的电网崩溃瓦解事故，如 1972 年 7 月 27 日湖北全省停电事故，直接经济损失达 3500 万元。

电力系统安全稳定问题已经成为当时电网正常运行的主要矛盾。时任电力工业部部长的李鹏同志，对电力系统的安全稳定问题十分重视，他指出，必须制定《电网安全稳定导则》，以达到提高电网安全运行水平、大幅度地减少稳定破坏事故的目的（见《李鹏论发展中国电力工业》p50，水利电力出版社，1994）。在李鹏同志的直接领导下，原电力工业部制定了《电力系统安全稳定导则》，并于 1981 年 9 月 16 日下发执行。

原《导则》是根据当时我国电力系统安全稳定工作的经验，特别是当时电网的实际情况和在原《导则》颁布前若干年（1970~1980 年）中，我国各电网发生的稳定破坏事故进行深入分析研究的基础上，有针对性地订立的。它是我国改革开放前电力系统规划设计、基建和生产运行经验的总结，客观地反映了当时我国电力系统的条件和近期发展的需要和可能。

原《导则》颁布实施 20 年来，全国电力系统各个部门、各级领导，按照李鹏同志“各级领导要从思想上重视电网管理，我们的工作重点，要从管好一个电厂、一个供电局，扩大到管好整个电网”的指示精神，加强了电网管理，用《导则》的各项规定指导电网工作，使电网的规划设计、基建和运行朝着健康的方向发展。

根据李鹏同志提出的有关电力系统安全稳定的四点要求，即：

第一，加强电网管理，执行“安全第一”方针，要大幅度减少大面积停电事故，减少电网稳定破坏事故；

第二，领导要亲自抓电网的规划工作，安排好电网内部的各种比例关系，逐步纠正“重发轻供不管用”的偏向；

第三，一旦发生了稳定破坏事故，要求网局、省局的领导要亲自听汇报，亲自抓事故分析；

第四，各级领导必须学习电网专业知识。

全国电力系统加强了电网管理，加强了电网规划设计，加深了对电网客观规律的认识，加强了电网调度管理，加强了对发展电网与运行电网的稳定计算分析，加强了快速保护与一切有效的稳定措施，从而大大促进了电网的合理建设，在充分发挥现有电网输电能力的基础上，大幅度提高了电力系统的安全稳定水平，因而使电力系统稳定破坏事故次数迅速减少。《导则》实施后至 1987 年贵阳会议之前的 7 年间，全国电力系统稳定破坏事故次数迅速减少到 47 次，年均 6.7 次，仅约为 1970~1980 年平均 19 次的 1/3。1987~1995 年年均 4.14 次；“九五”期间全国主要电网仅发生稳定破坏事故一起，年均 0.2 次；自 1997 年以来，全国各大电网已经杜绝了电力系统稳定破坏事故。1971~2001 年全国主要电力系统稳定破坏事故统计如图 1 所示。

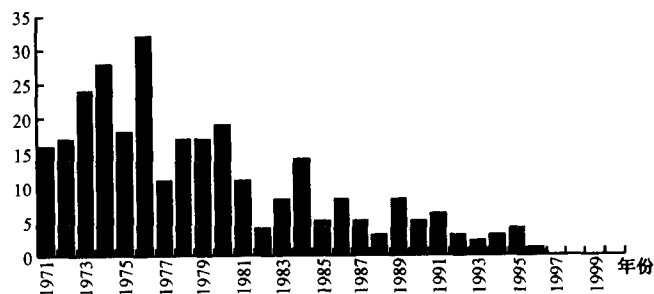


图 1 1971~2000 年全国主要电力系统稳定破坏事故统计

而在此期间，国际上电网事故接连不断，1996 年美国西部网接连发生 2 次大面积停电事故，波及 14 个州及加拿大的 2 个省，损失负荷达 40000MW；1997 年马来西亚发生全国大停电，损失负荷 3/4；1997 年新西兰奥克兰发生全市大停电事故。此外，我国台湾省 1998 年发生的停电事故，在很短的时间内蔓延全岛，使台湾经济蒙受巨大损失，并引起全岛人民的恐慌。显然，《导则》的颁布实施，提高了电网安全运行水平，大幅度地减少了稳定破坏事故，发挥了电网输电能力，为满足国民经济发展和人民生活用电需求作出了贡献。

为保证电力系统安全稳定运行，多年来，电力系统还摸索和总结出一套行之有效的管理办法。我们能在我国电网结构还十分薄弱的条件下，使供电可靠性连续不断提高，而且杜绝了电力系统稳定破坏事故和大面积停电事故，从社会稳定的方面支持了改革，这是与《导则》的颁布实施分不开的。

《导则》颁布实施的 20 年来，电网调度部门主要集中精力做好以下几个方面工作：

第一，统一安排电力系统运行方式，事先对各种可能的运行工况进行安全分析，避免系统事故发生。当系统安全与经济利益发生矛盾时，电网运行以安全为主，牺牲局部地区的经济利益，保证整个电网的安全。

第二，进行实时的电网运行分析，及时发现并处理电网运行的各类问题和故障。调度部门在一个电网中实行统一调度的体制，调度部门可以对整个电网的运行情况进行监控，对于涉及全网安全的事故进行统一处理，快速恢复电网的正常运行，避免由于盲目操作造成事故扩大。

第三，按照统一的运行标准，全网统一进行系统安全稳定分析和校核，制定统一的电网稳定运行规定。

第四，根据电网实际情况，调度部门统一考虑各种保护装置，整定各种装置的动作定值，协调各种装置的动作行为，使保护装置能够准确、可靠动作，及时隔离故障，消除可能引起事故扩大的各种隐患。

在原《导则》的指导下，经过电力系统 20 年的共同努力，我国各主要电网的主干网架结构普遍得到加强，电力系统安全稳定水平逐年提高。目前，全国各电网主干网架都基本能满足原《导则》第一道防线的暂态稳定的标准，大部分电网的主干网架（环网）在正常方式下能保证线路单一三相故障后不失稳，一些电网在较大的负荷中心形成了坚强的受端系统，能在母线故障条件下保证稳定不损失负荷，例如，上海电网、京津唐电网和广东中部地区等电网。按照程度不同的线路单一故障，继电保护正确动作条件下，各电网的安全稳定水平可分为以下 4 级。

(1) A：三相故障，不切机，不损失负荷，保持稳定和不过负荷。

(2) B：三相故障（部分主干线路），采取切机措施，不损失负荷，保持稳定和不过负荷。

(3) C：三相故障（部分主干线路或局部地区），采取切机和切负荷措施，保持稳定。单相故障，不采取措施，保持稳定和不过负荷。

(4) D：单相故障（局部地区），采取切机、切负荷、限制发电出力等措施，保持稳定和不过负荷。

以下对各电网输电线路故障的暂态稳定水平作一简要归纳，尚未考虑“N-1”故障条件下防止设备过载和单台大机组所采取的切机、切负荷措施。各主要电网的安全稳定水平如下：

(1) A：上海、浙江、福建和京津唐电网，广东中部电网，山东主干网。

(2) B：贵州、云南和四川的环网或双回线，南方电网省间联络线，江苏和安徽的局部（徐州、彭城、淮北电厂送出线路）。

(3) C: 华中、西北电网, 广东的粤北、粤西和粤东局部电网, 山东的青岛和烟台电网。

(4) D: 东北电网 (局部地区)。

东北电网 2000 年投运辽吉哈第二条 500kV 线路后, 省间联络线输电能力有较大提高, 但局部地区的问题依然存在。

原《导则》颁布实施 20 年来, 取得了巨大的社会效益。20 年的实践表明, 原《导则》结合我国当时的国情, 提出了正确处理安全与经济、合理建设和运行电网的指导性原则, 它对于我国电网的合理建设和改造, 对于提高电力系统安全稳定水平, 大幅度减少电力系统稳定破坏事故, 起到了重要的指导作用。

第二节 修订《导则》的重要性

《导则》作为规范电网经营企业、电网调度机构、电力生产企业、供电企业、电力建设企业、电力规划和勘测设计、科研等单位在实施我国电力系统设计、建设、运行和管理活动中有关电力系统安全稳定的行业强制性技术标准, 它是电力系统安全稳定有关各单位应当共同遵守的基本准则, 它反映了特定历史时期社会对电力系统安全稳定的需要和可能。这一基础性标准, 必然随着电力系统的不断发展和现代电力系统控制技术的进步, 以及国民经济发展和社会用电对供电的安全性、可靠性的不断提高而提高。

早在 1981 年 7 月 9 日, 李鹏同志在全国电网稳定会议上的讲话中就明确指出:《导则》对于电力工业生产运行部门, 对于规划计划部门, 对于设计、基本建设部门, 对于科学研究等部门, 都是有效的。因为《导则》是在共同总结经验的基础上制定的, 要共同遵守。这个《导则》也可能是不完善的, 可以先试行再修改。他同时指出, 我们必须制定一个适合我国国情的, 但又比现状有所提高的标准。

近年来, 电力体制改革不断深化, 电网规模不断扩大, 出现了很多新情况及新问题, 对电力系统安全稳定提出了新的要求。

随着我国国民经济的快速、持续、健康发展和我国电网的迅速发展, 电力系统安全稳定的物质条件在不断完善; 同时, 在我国建立和完善社会主义市场经济的过程中, 社会对供电可靠性提出了更高的要求。可以说, 较之原《导则》颁布实施的 1981 年, 当前电力系统的形势发生了深刻的变化, 呈现出许多新的特点, 主要表现在以下几方面:

一、电网由省间互联进入跨大区互联乃至全国联网的新阶段

截至 2000 年底, 全国电力系统总装机容量已达到 3.16 亿 kW, 居世界第二位, 约为原《导则》颁布时的 4.57 倍。电网也已经从当时逐步由孤立的 110kV 电网互联形成 220kV 及以上的全省乃至跨省电网的发展时期进入到目前的 500kV 交、直流跨大区互联的新阶段。

几年来, 由于国家进一步认识到电网在基础设施中的地位和作用, 而且加大了电网建设的投入, 电网的发展十分迅速, 不仅表现在电网外延的发展, 即一般意义的电网覆盖范围的扩大和电网装机容量的增加, 同时也表现在电网的技术有机构成的提升。

电网的发展，基本满足了新增发电设备送出的需要，部分网络结构有所加强。一方面为电网安全稳定运行创造了条件，电网抵御事故的能力有所增强，2001年2月10日，浙江北仑港电厂1号联变起火，引起该厂3台60万kW机组相继跳闸，华东电网遭受了损失发电145万kW的强大冲击，但华东电网依然经受住了考验，不仅没有发生系统拉限电，而且避免了系统长时间的低频率运行。2001年东北、华北、河南电网经历了严重污闪的考验，也是有力例证。电网的建设，产生了巨大的社会效益，尤其是减灾效益。

自1982年中国的第一条500kV输电线路投入运行以来，500kV的线路已逐步成为各大电网的骨干网架和跨省、跨地区的联络线。中国的输电电压等级为500、330、220、110、63、35kV，其中63kV仅限于东北部分地区，330kV仅限于西北地区的电网。

至1999年止，全国35kV及以上的输电线路回路总长度为686084km，其中500、330、220kV的线路分别为22927、7949、121790km。中国自行设计和建造的 ± 100 kV高压直流输电线（从浙江省的镇海到舟山岛），全长53.1km（其中海底电缆11km），于1988年投入运行。自葛洲坝水电厂到上海的全长1080km的 ± 500 kV超高压直流输电线路于1989年建成后投入运行。

随着电力工业的发展，在经历了从省级电网发展到大区电网的积累后，“九五”期间，跨大区电网互联工程大步推进。我国逐步形成了9个发电装机容量超过10GW的电网，其中华东、南方两网装机容量至1999年已超过50GW，华北、东北、华中三网的装机容量也均已超过30GW。目前已经形成的6个跨省电网已经覆盖了全国23个省、直辖市和自治区。中国电网分布区域参见图2。

华中、华东电网已于1989年实现超高压直流联网；东北、华北已于2001年5月通过一条500kV线路实现（弱）联网，目前最大送电容量60万kW，对华北尤其是京津唐电

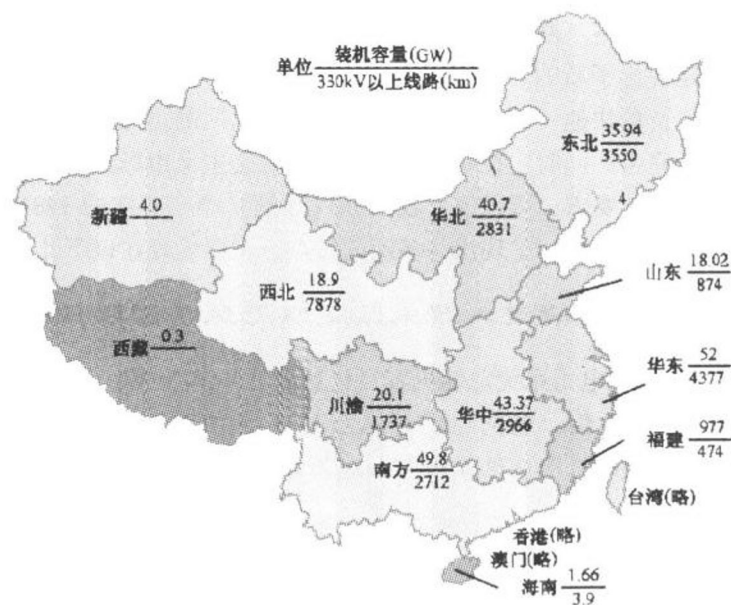


图2 中国电网分布区域图