

现代城市电网 规划设计与建设改造

蓝毓俊 主编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

责任编辑：朱良镭 杨元峰 薛红

CEPP



《防止电力生产重大事故的要求与措施》（热力部分、电气部分、综合部分三册）

《供用电工人技能手册》（一套13册）

《配电设备的特性与选型》

《配电网无功优化及无功补偿装置》

《农网输配电线路及设备标准化管理规定》

《95598供电客户服务值班员技能培训考核题库》

《供电客户服务220问》

《电力变压器故障分析与技术改进》

《架空送电线路状态检修实用技术》

《新旧电气简图用图形符号对照手册》、《供用电实用手册》

《配电技术手册》（高压部分、低压部分）

《电力供应与市场营销手册》、《电能计量技术手册》

《10kV配电工程设计手册》、《10kV配电站工程图集》

《10kV配电线路工程图集》、《10kV配电装置工程图集》

《电力工业技术监督标准汇编》（一套13册）

ISBN 7-5083-2421-8



9 787508 324210 >

定价：45.00 元

CHINA ELECTRIC POWER PRESS

现代城市电网 规划设计与建设改造

蓝毓俊 主编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

随着现代城市建设发展,要求城市电网向广大电力用户提供充足、优质、可靠、廉价的电能,因此在现代城市电网供电容量的不断增大、电压等级的逐步升高、电网结构的逐步优化、供电的可靠性和电能质量的要求日益增强的情况下,笔者在总结国内外城市电网的规划、设计、建设、改造、运行和管理的基础上,编写了《现代城市电网规划设计与建设改造》一书,以期体现时效性、正确性、先进性、实用性和可操作性,全面反映当前国内外城市电网先进水平,达到能对城市电网专业人员有一定的指导作用。

本书共十九章,主要介绍现代城市电网特点、规划要求、建设与改造、大停电事件经验与启示、规划设计主要原则、电压等级选择、电网结构选择与分层分区结构、供电可靠性及其提高对策、变电所主接线特点与典型接线选择、短路电流控制原则与措施、绝缘配合与绝缘选择、变电所设计要求与内容、变电所设计原则、地下变电所设计特点、变压器选择与配置、电压调整与无功补偿配置、接地与系统接地、架空电力线路与电缆线路、城市配电网结构特点与规划实施、继电保护、变电所自动化与通信系统、电能质量、供电电压、公用电网谐波、三相电压不平衡度、电压波动与闪变、电力科技进步、环境保护、高压直流输电与等价距离输电、配电自动化与配电网自动化及其规范要求、电力营销管理与技术原则。

本书可作为全国网省电网公司、城市供电企业和县供电企业从事城市电网规划、设计、建设、改造、运行和管理的生产人员、技术人员和领导干部的必备参考书,也可作为工业企业供配电网的设计、运行和管理技术人员以及有关专业师生等的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

现代城市电网规划设计与建设改造/蓝毓俊主编 北京:中国电力出版社,2004

ISBN 7-5083-2421-8

I. 现... II. 蓝... III. ①城市配电-电力系统规划-研究②城市配电-电力系统结构-建设 IV. TM727.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第059745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

*

2004年11月第一版 2004年11月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 28.625印张 648千字

印数 0001—3000册 定价 45.00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)

序

电能是目前人们生活中应用范围最广，对生活质量影响最大的一种能源，也是最普及、最方便、最清洁、最容易输送和控制的二次能源。因此，城市电网已成为城市最重要的基础设施之一。城市电网不仅包括城市范围内的各级配电网以及向配电网提供电源的输电网，而且是电力系统的重要组成部分和电力负荷中心。建设与现代化城市相适应的现代城市电力网，向广大电力客户提供充足、优质、可靠、廉价的电能，是我们电力工作者为之奋斗的目标。

上海是我国电力工业的发源地，1882年我国第一家电气公司在南京路建成并装机发电，至今已有120多年的历史。从第一台11.93kW机组投运，到1949年建国前夕，共历经67年，总装机容量仅为25.96万kW。建国以后，电力工业得到了迅速地发展，尤其改革开放的20多年成为上海电力工业发展最快的阶段，到2000年装机已达1057.59万kW，为1949年的40.7倍，为上海市国民经济持续、稳定的发展和人民生活水平的日益提高作出了重要贡献。

上海城市电网是我国具有最悠久历史的城市电力网之一。多年来虽然有了很大改变，但市区电网的建设，特别是中心配电网的建设仍落后于城市经济的发展，电网供电能力不足，夏季高峰期间设备出现满负荷甚至过负荷现象。20世纪90年代开始，连年出现缺电局面，拉闸限电情况比较严重，以至采取强制调荷压峰等手段，使供电不能适应现代化城市的飞速发展。

上海市区电网的改造发展规划是1991年进行了全面的编制和修订，并开始应用日本东京电力公司提供的《上海市配电网计算机辅助规划程序》，其后在实施中又做了几次修订补充。在“八·五”期间，上海城市电网已经在电网规划的指导下实施改造，尤其从1998年开始，全国开展了大规模的城市电网与农村电网建设与改造工程，努力使电网建设与上海现代化国际大都市相匹配。为了进一步加强上海电网的规划、设计、建设、运行管理以及规范城网、

农网建设与改造工程，1998年1月上海市电力工业局颁布了《上海电网若干技术原则的规定》，以后又进行了修订，对上海城市电网的建设发挥了很好的作用。

这次参加《现代城市电网规划设计与建设改造》一书的编写作者，不仅是上海市电力公司在该领域里的专家，而且都亲身参加了上海城市电网的建设与改造工程，这本书也是他们在这个方面工作的经验和总结。该书内容涉及到现代城市电网的规划、电网结构、变电所设计、电压等级选择、供电可靠性、电能质量、电力营销管理、电力科技进步和环境保护等各个方面，并注重理论联系实际，比较详尽地阐述了现代城市电网各方面的问题和对策，还充分注意收集了国内外一些大都市城市电网建设的实践资料，吸取了“8.14美加大面积停电事件”及世界上一些大城市发生停电事件的教训，将给予我们以有益的启示。在此，祝贺这本书的出版，并以此为序。

帅军庆

2004年5月18日

前言

能源尤其是电力对于一个现代化城市发展和重要性是显而易见的。因为电力与现代社会贴紧的程度,对于社会物质文明、精神文明的建设以及对人们生活质量影响的程度,都是其他形式的能源所不可比拟的。因此,国家已把电力工业作为国民经济的基础产业,把城市电网作为现代城市的重要基础设施,这些都是我国全面建设小康社会重要的物质基础。

然而,目前我国仍有不少城市电网的建设还不能适应当前城市经济、社会发展的需要。尤其是近两年来,随着我国经济持续快速的发展,电力供需的双方,都保持在高位态势运转,全国电力供需形势总体偏紧,并且部分地区还出现了电力短缺,2003年全国有20多个省市出现了拉、限电的情况。毫无疑问,缺电将会刺激发电厂电源建设的加速,然而根据历史的经验,仅抓电源建设的“一手”是不够的,还必须同时抓紧电网建设(包括城网建设)，“二手抓,二手硬”才能真正解决好缺电的局面。因为它不仅是直接面对用户的配电网,还有向配电网提供电力的输电网都必须要有足够的供电能力,才能把发电厂的电力送给用户。因此,目前电网建设将面临着缓解负荷中心用电紧张的局面和保证新建发电厂可靠送出的双重任务,不仅要面临着严重挑战,而且要加快发展,建设好强大的、结构合理的电网,也包括城网建设的重大机遇。电网要发展,科学规划是基础,加快建设是途径,满足用户电力需求是目的。

本书正是针对当前的形势和城网建设的长期发展,总结了上海等地区城网和农网建设与改造工程的经验,涉及到现代城市电网的规划、电网结构、变电所设计、电压等级选择、供电可靠性、电能质量、电力营销管理、电力科技进步和环境保护等各个方面,并且还充分注意收集了国内外一些城市电网建设与改造的宝贵经验,以供读者参考借鉴,希望对促进我国城市电网的建设与改造发挥有益的作用。

全书共十九章,第一、四、十五、十七章由蓝毓俊编写,第二章由陈春霖、房岭峰、江峰青编写,第三章由张怡、孙毅斌、蓝毓俊编写,第五章由汤军、蓝毓俊编写,第六章由何维国编写,第七章由谢伟编写,第八章由应志玮、曹林放、祝达康编写,第九章由徐景国、蓝毓俊编写,第十章由陈芯蕊、蓝毓俊编写,第十一章由袁检、蓝毓俊编写,第十二章由张丽、蔡钧编写,第十三章由钱维忠、蓝毓俊编写,第十四章由王伟、胡为进、沈丽菁、蓝毓俊编写,第十六章由潘博、屠培林、蓝毓俊编写,第十八章由陆融、宗明、蓝毓俊编写,第十九章由周小波、蓝毓俊编写。全书由蓝毓俊高工(教授级)负责主编工作。

本书由王之珮高工(教授级)和孙秉正高工担任全书的审稿工作并提出了许多宝贵的意见和建议,还直接对文字做了修改。上海市电力公司帅军庆总经理在百忙之中为该书作

了序，在此表示最诚挚的谢意！

本书在编写过程中还得到过许多同志的帮助，参考了不少资料和文献，尤其是“上海电力”、“供用电”、“电力设备”、“电网技术”等杂志，陆燕同志为书稿的计算机输入做了大量工作，在此一并表示感谢。由于作者的水平有限，书中难免存在着缺点、错误和不足之处，敬请广大读者阅后不吝赐教，谢谢！

编 者

2004 年 5 月 18 日

目 录

序

前言

第一章 绪论

1

第一节 现代城市电网概述	1
一、城市电网主要特点(2) 二、城市电网规划目标与要求(6)	
第二节 城市电网建设与改造	7
一、城网改造后供电可靠性明显提高(8) 二、城网改造使城网设备和技术含量提高(8) 三、 加强管理与提高供电可靠性(9) 四、积极开展城网改造的技术经济评估工作(10)	
第三节 2003 年世界上几起大停电事件的经验、教训和启示	11
一、2003 年世界上几起大面积停电事件概况(11) 二、“美加 8.14 大面积停电事件”等的经验、 教训和启示(16)	

第二章 电网规划设计主要原则

20

第一节 电力需求预测	20
一、电力需求预测分类(20) 二、中长期电力需求预测(21)	
第二节 电网规划若干技术原则	31
一、电网规划重点(31) 二、城市电网规划思路(32) 三、电网规划范围(33) 四、城市电网 规划分类、目标和方法(33) 五、各级电网分期规划目标要求(34) 六、变配电所建设总体原 则(37) 七、电力通道建设总体原则(38)	

第三章 电压等级与电网结构选择

39

第一节 电压等级选择	39
一、电压等级选择概述(39) 二、城市电网电压等级选择(41) 三、上海城市电网高压配电网 电压等级的选择(45) 四、中压配电网电压等级研究(48)	
第二节 城市电网分层分区结构	53
一、电网结构(53) 二、现代城市电网分层分区结构选择(55) 三、城市配电网结构选择(60)	

第一节 电力系统可靠性	61
一、电力系统可靠性概述(61) 二、电力系统可靠性分类(62) 三、电力系统可靠性研究手段(63) 四、提高城市电网配电系统可靠性的重要意义(64)	
第二节 供电系统用户供电可靠性	66
一、配电系统供电可靠性概念(66) 二、我国供电系统用户供电可靠性管理工作的发展与形成(67) 三、供电系统用户供电可靠性的要求(69)	
第三节 用户供电可靠性指标统计	76
一、我国用户供电可靠性指标统计办法的建立(76) 二、电力可靠性数据统计基本要求(77) 三、常用名词术语(77) 四、用户供电可靠性统计单位与有关方法(80) 五、用户供电可靠性评价指标(84) 六、“低压用户”供电可靠性统计(87)	
第四节 提高供电可靠性主要对策	89
一、我国供电系统用户供电可靠性现状(89) 二、世界各国用户供电可靠性指标(92) 三、用户停电因素分析(93) 四、提高用户供电可靠性的主要对策(96)	

第一节 变电所主接线概述	106
一、主接线选择要求(106) 二、主接线方式发展(107) 三、变电所主接线可靠性(108)	
第二节 变电所主接线及其特点	109
一、单母线接线方式(109) 二、双母线接线方式(110) 三、线路变压器组接线方式(113) 四、桥式接线方式(113) 五、3/2 断路器接线方式(114) 六、4/3 断路器接线方式(115) 七、双断路器接线方式(116) 八、多角形接线方式(116)	
第三节 变电所主接线典型接线方式选择	117
一、目前上海城市电网主要特点(117) 二、500kV 变电所主接线选择(120) 三、220kV 变电所主接线选择(121) 四、110kV 变电所主接线选择(125) 五、35kV 变电所主接线选择(128) 六、35kV 和 10kV 开关站接线选择(129)	

第一节 电力系统短路电流概述	131
一、电力系统短路电流配合(131) 二、电力系统短路电流增大原因与危害性(134)	
第二节 电力系统短路电流控制	135
一、短路电流控制主要原则与技术措施(135) 二、上海电网控制短路电流主要技术措施(136)	

第一节 绝缘配合概述	139
------------------	-----

一、设备上作用电压(140)	二、绝缘配合原则与方法(140)	三、污区分布图与一次设备外绝缘(141)	四、中性点接地方式(141)	五、雷电过电压(142)	六、避雷器(142)	
第二节 电气设备绝缘水平选择.....						143
一、绝缘水平概述(143)						二、电气设备绝缘水平选择(143)

第八章 变电所设计 147

第一节 变电所设计概述						147
一、变电所设计基本要求(147)						二、变电所设计主要内容概述(151)
第二节 变电所设计若干技术原则						159
一、配电装置设备类型选择(160)						二、变电所无人值班(161)
三、变电所防火(163)						四、变电所建筑物防渗漏设计(164)
第三节 地下变电所设计若干特点						165
一、地下变电所设计特点(166)						二、地下变电所建设途径(168)

第九章 电力变压器选择与配置 171

第一节 电力变压器概述	171
一、电力变压器历史与发展(171) 二、电力变压器额定参数与接线组别(172) 三、电力变压器分类(173)	
第二节 电力变压器选用	179
一、电力变压器选择主要内容(179) 二、节能变压器选择与经济运行(181)	
第三节 电力变压器若干参数选择与配置	182
一、变压器接线组别选择(183) 二、主变压器有载调压分接开关配置(183) 三、主变压器35kV和10kV侧中性点接地方式选择(184) 四、220kV终端变电所主变压器35kV侧避雷器配置(184) 五、变电所主变压器容量与阻抗选择(185) 六、变压器中低压侧短路电流计算(186) 七、主变压器负荷率(运行率)(190) 八、容载比(191)	

第十章 电压调整与无功补偿配置 193

第一节 电力系统电压特性与无功功率对电压的影响	194
一、电力系统电压特性(194) 二、无功功率对电压的影响(197) 三、电压损失及其分配(198)	
第二节 电压调整与无功补偿	199
一、城市电网无功补偿与电压调整基本方式(199) 二、电压质量与无功电力管理(201) 三、 提高供电电压质量主要措施(202)	
第三节 静止无功补偿装置	203
一、静止无功补偿装置主要特点(204) 二、静止无功补偿装置特性及其在电力系统中的应用 (204) 三、静止无功补偿装置主要结构与种类(208) 四、静止无功发生器(212)	

第十一章 接地与系统接地

216

第一节 接地与系统接地概述	216
一、接地分类(216) 二、接地基本要求(217) 三、接地与接地装置若干技术要求(219)	
第二节 接地电阻	220
一、发电厂、变电所电气装置接地电阻要求(220) 二、架空线路接地电阻要求(222) 三、配电电气装置接地电阻要求(222) 四、低压系统接地型式和B类电气装置接地电阻要求(223) 五、接地电阻计算(227)	
第三节 接地装置	230
一、A类电气装置的接地装置(230) 二、B类电气装置的接地装置与保护线(233) 三、降阻剂应用(234)	
第四节 系统接地	235
一、城市电网中性点接地方式分类(235) 二、世界各国城市电网中性点接地方式选用与分析(239) 三、我国城市电网中性点接地方式选择(241) 四、城市电网中性点接地方式与电信系统关系(243) 五、中性点接地方式与过电压关系(244)	

第十二章 电力线路

248

第一节 架空电力线路	248
一、架空电力线路概述(248) 二、架空线路防护技术(252) 三、架空线路新技术运用(258) 四、架空电力线路若干技术要求(263)	
第二节 地下(水下)电力电缆线路	264
一、电力电缆适用范围与特点(264) 二、城市电缆网规划与建设原则(267) 三、电缆通道设施分类与路径选择(268) 四、电缆线路敷设方式(271) 五、地下(水下)电力电缆线路若干技术要求(278)	

第十三章 城市配电网

281

第一节 城市配电网概述	281
一、城市配电网主要特点与基本要求(281) 二、城市配电网规划的编制与实施(284)	
第二节 城市配电网分类与结构	288
一、高压配电网(288) 二、中压配电网(292) 三、低压配电网(295) 四、电缆配电网(298)	
第三节 城市配电网实施若干问题	299
一、10kV配电网(299) 二、住宅小区配电所(街坊配电所)和线路(299) 三、配电变压器(302) 四、箱式变电站(预装式变电站)(302) 五、低压供电(303) 六、配电线路防雷(304) 七、通信干扰(304)	

第十四章 继电保护、变电所自动化与通信系统

306

第一节 继电保护与变电所自动化	307
一、继电保护装置概述(307) 二、我国电力系统继电保护现状与发展(311) 三、变电所自动化(313) 四、继电保护和变电所自动化若干技术要求与配置(315)	
第二节 电力通信系统	320
一、电力通信系统概述(320) 二、电力通信系统专业技术要求(322)	

第十五章 电能质量

326

第一节 电力系统频率	327
一、电力系统频率特性(327) 二、电力系统频率调整(328) 三、电力系统频率偏差影响(329) 四、电力系统频率允许偏差(330)	
第二节 供电电压	330
一、电力系统电压特性(331) 二、无功功率对电压影响(331) 三、电压偏差质量影响(331) 四、供电电压允许偏差与管理(332) 五、改善供电电压质量主要措施(334)	
第三节 公用电网谐波	335
一、谐波及其畸变率(335) 二、谐波源及其谐波危害性(339) 三、公用电网谐波管理的主要规定与谐波测量(341) 四、谐波抑制及其防止谐波危害的对策(348)	
第四节 三相电压不平衡度	354
一、三相不平衡度概述(354) 二、三相不平衡度允许值(355) 三、不平衡度测量与取值(356) 四、产生电压与电流不对称的原因(356) 五、三相不对称影响及其限制措施(356)	
第五节 电压波动与闪变	357
一、电压波动与闪变的产生及其影响(357) 二、名词术语(359) 三、电压波动与闪变的度量及计算方法(359) 四、电压变动与闪变限值规定(362) 五、电压变动与闪变的测量条件、取值及闪变评估(365)	

第十六章 电力科技进步与环境保护

367

第一节 电力科学技术进步	367
一、现代社会发展对输配电技术的要求(368) 二、新兴输电技术(369) 三、配电关键技术与应用前景(372) 四、输配电相关技术发展前景(374) 五、其他新技术应用(375)	
第二节 环境保护	376
一、噪声影响(376) 二、工频电场与磁场(378) 三、高频电场(0.5~250MHz)(381) 四、无线电干扰(383)	

第十七章 高压直流输电

384

第一节 高压直流输电发展与应用	384
-----------------------	-----

一、直流输电方式出现与发展(384) 二、我国高压直流输电技术发展与应用(385) 三、高压直流输电特点与适用范围(386)

第二节 高压直流输电系统组成概况 387

一、高压直流输电系统基本组成(387) 二、直流输电系统控制调节方式(389) 三、直流输电系统运行特性(390) 四、直流输电系统接地极(394)

第三节 工程费用等价输电距离 395

一、输电线路(395) 二、换流站与变电所(397) 三、工程费用等价输电距离(398)

第四节 高压直流输电系统应注意的问题 399

第十八章 配电自动化 401

第一节 配电自动化概述 401

一、配电自动化形成与发展(401) 二、实施配电自动化主要目的与功能(402) 三、配电自动化发展规划(405)

第二节 配电网自动化(馈线自动化) 410

一、配电网自动化分类(410) 二、配电网自动化(馈线自动化FA)主要功能(411) 三、配电网自动化实施阶段(411) 四、配电网自动化(馈线自动化FA)基本原理(414)

第三节 配电自动化主要设备规范要求 416

一、一次设备要求(417) 二、计算机自动化装置与通信装置基本要求(417) 三、各类设备主要功能与基本技术指标(419)

第十九章 电力营销管理(用电管理) 425

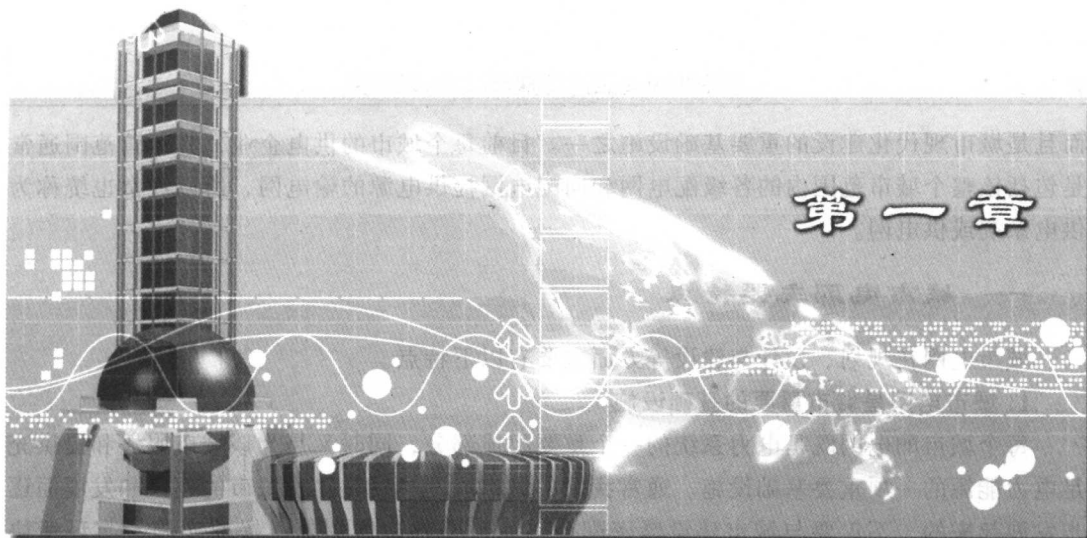
第一节 电力营销与管理 425

一、电力营销(用电)概述(425) 二、电力营销管理目的与要求(432)

第二节 电力营销管理若干技术原则 437

一、供电电压等级与容量选择(437) 二、居民区类别与供电模式(438) 三、电能表箱技术要求与安装方式(441)

参考文献 445



绪 论

电力工业是国民经济的基础产业之一，而作为在城市中电能传输、分配载体的城市电网又是城市重要的基础设施之一。电能已成为人类生活和社会活动中应用范围最广、与现代社会紧贴最近、与人们生活质量影响最大的一种能源，也是最常用、最普及、最清洁、最容易输送与控制和高效率节能、不可代替的一种二次能源。根据我国现有的电力体制，在“厂网分开”以后，城市电网基本上是以城市地域来划分城市供电企业的管辖范围。城市电网又是一个区域电力系统的重要组成部分，具有用电负荷密度大、电能质量和供电可靠性要求高等特点。城市电网的建设与发展，必然涉及到城市电网的规划，电网结构、电压等级和系统接地方式的选择，无功补偿设置的配置，配电网和线路的建设，继电保护、通信、自动化水平的提高，电能质量、环境保护以及电力营销等诸多问题，因此只有按照科学发展观，保持发展速度，提高发展水平，增强发展后劲，努力实现和全面、协调、可持续发展的要求，与时俱进依托电力科技进步，建设与现代化城市相适应的现代城市电网，才能不断地提高城市电网的供电充裕度和可靠性，保持做好优质服务，向广大电力用户提供充足、优质、可靠、廉价的电能，以满足广大电力用户不断增长的各种用电需求。

第一节 现代城市电网概述

城市电网是指在该城市范围内向城市及其郊区分配和供应电能的电力网，它包括输电网（220kV及以上）、高压配电网（35、63、110kV）、中压配电网（10kV）和低压配电网（0.38kV）等各级电压电网的总称，简称为城网。城网不仅是电力系统主要的负荷中心，

而且是城市现代化建设的重要基础设施之一。目前每个城市的供电企业,其运营范围通常是包括该整个城市范围内的各级配电网和向配电网提供电源的输电网,所以经常也统称为供电系统或供电网。

一、城市电网主要特点

城市电网在规划、设计与建设等方面主要有以下特点。

1. 城市电网是城市重要的基础设施

每个城市的电网既是电力系统的一个重要组成部分,同时又是为该城市服务和提供充足电力能源的一项重要基础设施。通常我国的城市电网建设是随着城市的建设和发展而逐步发展起来的,不仅要与城市建设紧密配合,而且要求适度超前、提前实施,与环境协调,与景观和谐。一个城市的电力能源对促进国民经济、科学技术发展和人民生活质量的提高已经具有不可替代的作用,而且充裕的电能对城市的建设与发展、招商引资等已是非常重要的基础条件,可起到“筑巢引凤”的效果。

2. 城市电网发展规律与技术原则制定

城市电网发展的基本特点是随着城市的发展、负荷的增长、电源的扩充以及供电质量和可靠性要求的提高,而随之不断发展、不断改造,并具有适当的“超前性”。城市建设发展规划是城市电网发展规划的重要依据,而且还要考虑到投资效益、技术进步等诸多问题,因此城市电网既不能长期不变,又不能一次建成最终规模。为此,通常需要吸取本国及世界各国的经验,在一定的时间阶段内制订若干电网发展的技术原则,作为城网逐步发展和有序过渡的方针、政策与目标。城市电网建设与发展的技术原则,应包括城市电网规划、简化变压层次、城市供电设施建设、电能质量、供电可靠性和环境保护等各个方面的问题。1998年1月上海市电力工业局颁布了《上海电网若干技术原则的规定》,并在以后执行中,进行了修订。实践证明,针对上海电网的具体情况,制定一个统一的技术原则,对加强上海电网的规划、设计、建设、运行以及供用电技术、营销管理等方面的规范化、标准化的统一管理发挥了很好的作用。在制定电网技术原则时,要注意处理好以下几个方面的关系。

(1) 技术与经济的关系。科技是第一生产力,而科技的研发与转化为生产力又是离不开经济的支撑,应较好地把握住经济与科技之间的协调关系。

(2) 理论计算与实际经验的关系。这两者是相辅相成,互相检验。

(3) 个案与原则、个性与共性的关系。根据实际情况和边界条件,能从个别事件中总结出共同的、有规律的原则,但不随意把个别的事件上升为普通的原则。

(4) 通用性与实践性的关系。较好地把握技术原则与城网的实际情况相结合,既有定性又有定量的标准,有较强的指导意义和可操作性。

(5) 试点与推广的关系。对于新技术、新材料、新工艺、新设备等要善于消化吸收,进行试点,积累经验,逐步推广。既要积极推动科技进步,又要避免盲目扩展,以免造成损失和危害。

(6) 先进与成熟、现实与超前的关系。技术原则既要具有一定的“超前性”,与国际

一流电网和技术接轨，又要充分考虑到各供电企业现有的物力和财力。既有一步到位，又有分步实施，并可保持城网在中、短期内的电力技术具有一定的先进性，具备全面、协调、可持续发展的基础和能力。

3. 城市电力负荷特性

负荷预测是制订电网规划最重要的依据之一，而城市又是电力负荷集中的地区，据统计其用电量约占全国总量的 70% ~ 80%。随着我国城市经济的不断发展及城市用地面积的扩大，城市用电量增长将更快。从我国改革开放以来，除了 1980 ~ 1985 年期间平均年增长率 6.2% 以外，其他各个期间的年平均增长率都超过 10%，近 10 年来平均增长率约为 11.1%。表 1-1 为我国工业和生活用电占总用电的比重。从用电分类构成看，工业用电仍占我国总用电量的主要部分（历年来约占 70% ~ 80%），但近年来其占总用电量的百分比正呈下降趋势，而且平均增长率已小于总用电量的增长率，这个趋势在一些大城市更为明显，请参见表 1-2。

表 1-1 工业和生活用电占总用电比重

年 份	1970	1975	1980	1985	1990	1993	1994
工业用电占总用电比重 (%)	82.9	79.5	77.9	73.8	78.6	76.7	75
生活用电占总用电比重 (%)	6.8	4.8	4.2	5.3	7.5	8.9	9.7

表 1-2 工业和生活用电增长率

年 份	1980 ~ 1990	1990 ~ 1993	1993 ~ 1994
工业用电量增长率 (%)	9.4	9.1	8.5
生活用电量增长率 (%)	10.8	17.3	19.9
总用电量增长率 (%)	9.1	10.2	10.3

随着城市产业结构的调整，促进了城市第三产业的发展。以上海和深圳两城市为例，第三产业的产值占全市总产值的比重连年增加，目前约占 40%，到 2010 年预计将达 50%。因此，第三产业用电量的比重亦将有所增加。

根据以上分析，我国城市电网负荷增长的趋势已逐步呈现现代化城市的特点：

- (1) 工业（第二产业）用电比重已趋下降，第三产业和生活用电比重将进一步上升；
- (2) “电力”负荷的增长比“电量”负荷的增长快，近年来一些城市的夏季高峰负荷陡增并称“迎峰度夏”，对城市配电网造成矛盾更是突出。

所以，相对于“电量”而言，“电力”负荷的增加和分布对城市电网改造规划中有关的网络布局和容量配置等关系更为直接。

通过对“电力”和“电量”负荷的统计数据 and 规划指标数据的分析，可以看出我国城市中各类电力负荷发展的趋势。现就占总用电量约 90% 以上的居民生活、公共设施、工业三大类负荷的特性分别综述如下。

- (1) 居民生活用电。随着城市经济的发展，居民生活水平必将进一步提高，从而随着生活方式的改变，居民家庭生活用电量有迅速增加的趋势。21 世纪初，我国绝大多数城市居民生活用电量的增长率和占总用电量的比重都在逐年上升，并且按照居民生活用电负