



964724

TM715
4462

高等学校教材



电力规划

北京动力经济学院
华北电力学院

萧国泉 合编
徐绳均



高等学校教材

电力规划

北京动力经济学院 萧国泉 合编
华北电力学院 徐绳均

水利电力出版社

(京)新登字115号

内 容 提 要

本书共14章,第一~三章主要介绍电力规划概念、规划内容、规划方法和规划评价标准,我国能源资源概况、发电能源政策和发电能源平衡表的编制,电厂厂址、变电所所址和输电线路径选择;第四、五章详细介绍电、热负荷分类、特点,电力负荷曲线编制和电力负荷预测,热化系数概念及热电厂供热规划和热经济性分析方法;第六~九章分别介绍电力系统备用容量的确定和分配,各类发电厂容量的选择,系统装机水平的计算、电力电量平衡和合理电源结构的确定,电力系统调峰容量计算和调峰电源选择;第十~十二章介绍电力网络规划,农村电气化规划和资金计划的编制方法;第十三章详细介绍了可靠性原理在电力规划中的应用;第十四章简要介绍最优化技术在电力规划中的应用及发展前景。全书内容充实,结构严谨,深入浅出,为电力类高等学校技术经济专业和工业管理工程专业用教材,也可供从事电力计划、规划及电力系统规划设计工作的工程技术人员和电力系统各级管理干部参考。

高等学校教材

电 力 规 划

北京动力经济学院 萧国泉 合编
华北电力学院 徐绳均

*

水利电力出版社出版

(北京三里河路6号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

水利电力出版社印刷厂印刷

*

787×1092毫米 16开本 16.5印张 371千字

1993年6月第一版 1993年6月北京第一次印刷

印数0001—3760册

ISBN 7-120-01787-X/TM·474

定价4.35元

前 言

电力是社会经济发展的强大动力, 是社会不断现代化的物质条件, 电力工业的发展制约着国民经济其它部门的发展。新中国成立以来, 我国电力工业有了很大的发展。1990年, 全国发电装机容量达13789万kW, 年发电量6213亿kWh, 与1949年相比, 分别增长了74.5倍和144.5倍, 年平均增长率分别为11.1%和12.9%。这样高的发展速度是世界少有的。另外, 电力工业的技术装备水平也有了很大提高。目前拥有百万千瓦及以上容量的电力系统有13个, 其中华中、华东、华北和东北四大电力系统, 系统容量均已超过了1600万kW。现有500kV超高压输电线路7117km(其中直流输电线路1040km), 330kV输电线路4023km, 220kV输电线路73130km, 110kV输电线路117423km, 它们都是在新中国成立以后建设起来的。电源方面, 现拥有100万kW及以上容量的电厂约22座, 25万kW及以上容量的电厂百余座。不仅能制造、安装和使用20万kW, 30万kW容量级火力发电机组和水力发电机组, 而且也能制造、安装和使用60万kW火力发电机组。今后, 主要建设30万kW和60万kW火电机组。预计到2000年, 电力工业发电设备容量将达2.4亿kW, 年发电量可达1.2~1.3万亿kWh。

尽管电力工业取得了上述巨大成就, 但是, 仍然满足不了国民经济发展和人民生活对电力的需要。自新中国成立以来, 除少数年份外, 其余年份均存在程度不同的缺电现象, 尤其进入70年代后, 已连续缺电近20年。据80年代末的不完全统计, 当时全国缺发电设备容量近1700万kW, 缺发电量约700亿kWh。缺电造成的经济损失是巨大的。电力工业已经成为国民经济的薄弱环节, 严重地阻碍了国民经济的发展。造成电力工业被动局面的原因很多, 譬如, 电力工业建设资金不足、内部比例失调、建设经济效益差、发展方针政策的不稳定和失误等等。然而, 能否制定出科学合理并切实可行的电力工业发展计划与规划, 也是保证电力工业的健康发展的重要因素。

新中国成立以来, 先后编制了8个五年计划, 50年代还编制了我国第一个全国电气化计划。在编制每个五年计划时, 差不多均同时编制了与该五年计划相适应的十年规划(或十年设想)。这些规划和计划, 对指导电力工业的建设起了重要作用。它既有成功的经验, 如“一五”计划, 由于在计划的编制和执行中, 从客观实际出发, 且注意了综合平衡, 从而促进了电力工业的健康发展; 也有失误的教训, 如50年代后期和70年代后期编制的“高指标”, “洋冒进”规划方案, 给国民经济造成了难以估量的损失。成功的经验和失误的教训同样是宝贵的财富。40多年来, 已经逐渐形成了一套行之有效的电力规划方法, 但是, 还不够系统, 缺乏科学性和条理性, 还没有从理论上加以研究和总结, 尤其缺少一本可供电力技术经济(动能经济)专业(本科)学生学习和供从事电力规划计划工作的工程技术人员参考的《电力规划》教科书。我们编写这本《电力规划》一书, 就是为弥补上述不足的一个尝试。

本书是根据能源部教育司《1990~1992年高等学校教材编审出版计划》编写的。

全书共十四章，其中前言，第一、二、三、四、八、九、十二、十三章由萧国泉编写，第五、六、七、十、十一、十四章由徐绳均编写，全书由萧国泉统稿，李正教授为本书的主审。

本教材在编写过程中参考了国内近几年出版的许多专著、图书以及东北电力设计院、西北电力设计院和水利电力科学技术情报研究所编写的有关资料，在此，谨向这些专著、图书和资料的作者和出版单位表示诚挚的谢意。限于编者的学识水平，难免会有错误和不足之处，希望读者批评指正。

编 者

1991. 6

目 录

前言

第一章 电力规划概论	1
第一节 电力规划的基本指导思想	1
第二节 电力规划的类型	3
第三节 电力规划的基本内容	7
第四节 电力规划的一般方法	9
第五节 电力规划的程序	12
第六节 电力规划的评价标准	15
第二章 发电能源构成及发电能源政策	19
第一节 我国能源资源的储量及分布	19
第二节 我国发电能源的主要特点	22
第三节 我国发电能源构成及其特点	23
第四节 我国的主要发电能源政策	28
第五节 发电能源平衡及发电能源平衡表的编制方法	30
第三章 电厂厂址、变电所所址及输电线路径选择	36
第一节 凝汽式火电厂厂址选择	36
第二节 凝汽式火电厂厂址经济比较方法	42
第三节 变电所所址选择	50
第四节 输电线路的路径选择	53
第四章 电力负荷分析与预测	56
第一节 电力负荷的分类及其特点	56
第二节 电力负荷曲线特性分析	60
第三节 电力负荷曲线的编制方法	70
第四节 电力负荷预测方法	77
第五章 热负荷分析及热电联产	87
第一节 热电联产的效益	87
第二节 热负荷的种类及特点	89
第三节 热化系数的确定方法	91
第四节 城市电厂供热规划的原则与方法	92
第五节 电厂供热经济性分析	94
第六章 电力系统备用	100
第一节 电力系统备用的一般概念	100
第二节 备用的分类及其特点	100
第三节 系统备用容量的确定方法	102
第四节 系统备用容量的分配	110

第七章 电厂容量的选择	112
第一节 影响电厂容量的主要因素	112
第二节 水电站装机容量选择	113
第三节 热电厂的容量选择	118
第四节 抽水蓄能式电站容量选择	120
第五节 凝汽式电厂容量的选择	123
第六节 核电厂容量的选择	125
第七节 整体系统分析	127
第八章 电力系统装机水平及电源结构的确定	131
第一节 电力系统装机水平的确定原则与方法	131
第二节 电力电量平衡及电力电量平衡表	131
第三节 电源结构的一般概念	137
第四节 影响电源结构的主要因素	138
第五节 确定合理电源结构的方法	142
第九章 电力系统调峰问题	147
第一节 概述	147
第二节 调峰电源简介	148
第三节 调峰容量计算与调峰电源选择	152
第十章 电力网络规划	156
第一节 电力网络规划的基本要求	156
第二节 电力网络电压等级的选择	157
第三节 电源与电力网络的配合及主变压器的选择	164
第四节 无功电源规划	165
第五节 交流输电与直流输电的比较	168
第六节 电力系统的联合问题	171
第十一章 农村电气化规划	174
第一节 农村电力规划的特点和内容	174
第二节 农村电力负荷特性分析	175
第三节 农村电力供应方式	176
第四节 农村电力规划的编制方法	177
第五节 农村供电规划中的技术经济比较及效益分析	188
第十二章 电力规划中的资金计划	190
第一节 编制资金计划的意义	190
第二节 资金计划的内容	190
第三节 编制资金计划的要求和程序	196
第十三章 可靠性原理及其在电力规划中的应用	198
第一节 电力系统可靠性原理	198
第二节 利用可靠性标准确定电力系统装机水平的方法	204
第三节 按可靠性指标确定系统装机方式和装机进度的方法	210

第十四章	最优化技术在电力规划中的应用	224
第一节	最优化技术在电力规划中应用概况	224
第二节	电源优化方法	226
第三节	电力网络优化方法	245
第四节	最优化技术在电力规划中应用的前景	254
参考书目		255

第一章 电力规划概论

电力规划是电力工业计划中的一种，是五年及五年以上的长远计划，是整个社会主义经济发展计划的重要组成部分。电力规划是在整个国民经济计划指导下，具体地研究今后五年、十年、十五年及更长时期内电力工业与其它各国民经济部门间的合理比例关系，电力工业内部发、输、变之间的比例关系，电力工业的发展速度、发展规模，电力工业布局，燃料动力平衡，电力工业科学技术进步，电力工业经济效益等重大问题，并作出长远的科学的安排，以指导电力工业的具体实施计划，保证电力工业高速度高经济效益的发展，以便不断满足国民经济各部门及人民物质文化生活对电力的需要。电力规划的质量对整个电力工业的发展，乃至对整个国民经济的发展和社会的现代化进程起着举足轻重的作用。

第一节 电力规划的基本指导思想

要做好电力规划工作，要求电力规划人员有明确的指导思想。电力规划的基本指导思想概括起来有以下几方面：

1. 正确认识电力生产的客观规律

电力生产的基本特点是产供销（或发供用电）同时完成。整个电力工业均受这一特点的制约和支配。整个电力系统是一个有机整体，是不可分割的，在电网范围内，必须每时每刻地保持发供用电之间的平衡。电网内出现任何薄弱环节，均要影响到安全发供用电。因此，电力规划要将全国视为一个整体来研究，尤其要将一个电网所包括的地区作为一个统一体来进行考查和研究。如果说全国的电力规划是一个整体的话，那么，各个电网的整体规划则是全国电力规划的核心。

由于产供销同时完成，就要求电力负荷预测有相当高的可靠性。电网的发展，固然受资源（包括动力资源和资金等）的制约，但它的基本依据是用电需求量。发供配电设施与用电的需求增长要协调一致，要同步。正是由于电力生产的上述基本特点，决定了电力规划的重要性，也决定了电力规划的难度。

2. 力求建设一个安全、稳定、经济、高效的电网

由于电力工业是服务性行业，是以满足国民经济各部门和人民物质文化生活对电力的需要为最高宗旨的，因此，应将建设一个安全、稳定、经济、高效的现代化电网作为电力规划的基本目标。

电力工业是自动化水平较高的部门，它的扩大再生产主要依靠新增生产能力来实现，因此，电力规划应将安排新建电力工程项目作为重点。电力系统中应该有充足的容量才能满足用户的需要，并应付任何突然发生的事故可能造成的大面积或部分用户的供电中断的

局面，以保证对用户的供电不间断性。

电力工业在我国有比较长的历史，特别是解放以后，发展很快，已有相当的规模。随着新的科学技术的不断涌现，在我国的大多数电力系统中存在着大量的陈旧设备和技术。譬如，尚有相当数量的中小机组，电压匹配不合理，电网结构薄弱，特别是缺乏坚强的主电力网网架，系统电压低，无功不足，网损大等等，均是电力系统中的急待解决的问题，它们不仅影响到电力系统的供电质量和可靠性，而且也是电力系统经济效益差的重要因素。因此，电力规划人员在作规划时，应认真研究这些问题，将原有电力系统的技术改造作为电力规划中的重要任务。换句话说，应将现有电力系统的逐步现代化作为电力规划的一项基本策略。

3. 努力寻求经济效果指标好的规划方案

电力工业是资金密集型行业，每年用于基本建设的资金在整个工业部门的投资中的比重是较大的。因此，合理地安排建设项目和进度，缩短工期，是节省投资，提高电力工业经济效果的重要手段。这就要求我们应该努力寻求经济上最佳的规划方案，将经济效果好作为电力规划的一个基本的指导思想。

4. 合理利用各种发电能源及充分利用地方动力资源

我国动力资源比较丰富，但分布不均。北方有煤，西方有水力资源，东、南方面是能源资源缺乏的地区。因此，在规划电力项目时，应充分考虑能源资源的这种特点，合理安排电源项目，使整个能源的输送方向既经济又合理。应该自觉地去寻找一切可以利用的地方动力资源，研究其使用价值，创造一切必要的条件，使其能得到利用。特别是在能源资源贫乏的地区，更应重视地方动力资源的开发和利用。它们对于改善全国或地区的能源平衡，发展地方动力事业和地方经济将起到重要的作用。应将大型能源基地的开发与地方能源资源的开发利用同时并举作为电力规划的一项基本政策。

5. 应调整好电力工业内部的各种比例关系

在电力工业内部，长时期以来存在着重发、轻供、不管用的倾向。在我们的电力规划中，大部分工作花在发电项目的安排上，对于输配电的配套注意不够，因此，发电与输配电之间的比例关系常出现不协调的现象，结果发了电送不出去，有电分配不下去。近十多年来，由于发电容量的不足，上述矛盾被掩盖着，一旦容量短缺问题缓解之后，上述矛盾就会暴露出来。因此，在抓紧做好电源规划的同时，应该注意发、输、配电之间的合理比例关系。不仅要做好发电规划，而且也应该做好输电规划和配电规划，这三个规划应该彼此衔接，相互协调。

6. 应该注意电力工业发展的外部条件

电力工业的发展离不开外部条件的配合。主要的外部条件是能源资源条件和交通运输条件。煤（燃料）、电（发电项目）、运（交通运输）是三位一体的。由于我国的能源资源分布及电力用户分布的特点，形成了北煤南运，西电东送的运输格局。建设在东南方向的电厂要从北方运输煤炭，建设在北方燃料基地的电厂要通过超高压输电线将电送往用电负荷中心。因此，对于电力建设项目来说，外部条件影响甚大。如果忽略了外部条件的配合，很可能电厂建成没有燃料，或虽有燃料却运不来，致使新建电厂形成不了生产能力。

总之,电力规划应该与能源开发规划、交通运输规划密切配合,协调一致。这种协调不是被动的,而是彼此促进的。电力工业发展的需要应该而且可能促进能源开发及交通运输的发展。

7. 积极引用先进技术以加快电力工业科学技术进步

就整体而论,我国电力工业的科学技术水平与发达的工业国家相比,还有不小差距。因此,应不断引进国外先进的技术。在引用先进技术方面,电力规划有着特殊的作用。如果在电力规划中不提出引用先进技术的问题,具体的设计、施工部门是很难采用先进技术的,科学研究部门也很难开展新技术的研究试验工作。相反地,只要在电力规划中适时地、正确地提出采用先进科学技术的问题,就可以大大加快我国科学技术部门对新技术的研究进程,促进新技术的引进工作。例如,在“七·五”规划中提出采用超高压直流输电技术的问题,带来了我国直流输电科学研究的大发展,促进了直流输电技术在我国电力工业中的应用;在规划中提出并安排了原子能发电项目,于是开辟了我国核电事业的纪元,为新能源的开发和利用创造了条件;规划中提出大型发电机组的应用问题,于是促进了我国对大型机组的研制工作,有了30万kW、60万kW容量发电机组的问世,……。这些新技术的采用,定将大大改变我国电力工业的落后面貌,加快我国电力工业的现代化步伐。当然,电力规划中对待新技术的应用问题,一方面要积极大胆,另一方面也要慎重。千万不能为追求新技术而盲目引用,更不能采用不成熟的技术。要注意与国情国力相适应。少量的最新技术可以采用,以为先导,但大量的科技应与国力、国情相适应,应该是适用技术,经济效果最佳的技术。

8. 加快联网步伐逐步形成全国联合电力网

电力系统不断扩大是电力系统发展的客观规律。目前我国已有华北、东北、华东和华中4个1000万kW以上容量级跨省电力系统,西南、西北两个近1000万kW容量级跨省电力系统,此外,两广电力系统正在形成,这些均是大区级电力系统。大电力网之间的联网趋势已逐步明朗。如西北与华北的联网,华中与华东的联网,以及西北与西南的联网,西南与华南的联网,有的已经实现,有的正在抓紧研究。系统间的联合具有多方面的效益,如合理利用能源,减少检修和事故备用容量,利用时差减少系统尖峰负荷量,安装更经济的大型机组,水火电经济调度和跨流域水能补偿调节等。因此,世界各国均把扩大电力网实现电力系统间的联合视为电力发展的一项重大战略。前苏联已建成2.27亿kW的统一电力系统;美国已有5.7亿kW发电设备联网运行;西欧十一国,东欧七国,北欧四国已实行跨国联网。我国地域广阔,动力资源及用电负荷却分布不均,因此,加快联网是必然趋势

第二节 电力规划的类型

电力计划是整个国民经济计划的一部分,而电力规划是电力计划中的重要组成部分。它必须与整个国民经济计划相适应,但又有其特殊的构成。为了研究和正确处理电力规划中不同时期、不同阶段,以及不同组成部分的特点和任务,有必要将电力规划进行分类

研究。

一、电力规划按照时间序列可划分为长远规划、中期规划和近期规划三种

1. 长远规划

长远规划也叫远景规划，一般为十五年以上至三十年。长远规划是战略性计划，在电力计划中占有特别重要的地位。它的主要任务是确定并解决电力工业发展中的重大问题，如确定电力工业发展的战略目标、战略重点，调整电力生产结构，合理开发和利用动力资源，实现电力生产的合理布局，确定电力科学技术的发展方向，采取重大的技术经济措施，预测用电增长的趋势及电力负荷的构成和分布规律等。长远规划为中期规划提出方向、任务和基本内容，是制定中期规划的依据。有了长远规划，才能保证整个电力计划的科学性、连续性和稳定性。

电力长远规划应该与国民经济长远计划相协调，而且是在国民经济长远计划的指导下制定的。

2. 中期规划

中期规划一般为十年到十五年计划。我国过去因基本不做十五年以上的规划，故一般将中期计划称为长远规划。

中期规划的任务与长远规划的任务有相同之处，也是属于战略性计划，而不是具体实施计划。只是在确定战略目标和任务时，它比长远规划略为具体一些，细致一些，明确一些，不确定性因素也少一些。中期规划的内容可作为近期规划的依据。

总之，中、长期规划是纲领性的、轮廓性的，是一个比较粗略的远景设想。

3. 近期规划

我国的近期规划通常是指五年计划。它是执行计划，是电力工业发展计划的主要形式。制定五年规划的基本依据是中长期规划，是中长期规划的继续和深入化、具体化。由于这种计划的期限较短，不确定性因素较少，能见度较高，因而可比较准确地衡量计划期各种因素的变动及其影响，可以在人力、物力、财力等综合平衡的基础上将中长期规划中提出的各项任务具体化，可以对完成中长期规划中的战略目标的措施作出具体的安排，使中长期计划的执行成为可能。这种五年计划是年度计划的根据。年度计划的主要任务和完成任务的基本措施都是在五年计划中规定了的。有了五年计划才能保证年度计划的连续性。

目前，为了保持规划的连续性，使各种规划更好地衔接起来，以便适应不断变化的内外部条件，参照外国经验提出了实行滚动计划的规划方法。

二、按照分级管理的序列将电力规划划分为中央规划、大区规划和地方规划

1. 中央电力规划

中央电力规划由国务院电力主管部门制定。它根据国家制定的国民经济发展计划和科学技术发展计划，提出全国的电力发展规划和电力科学技术发展规划。它既是全国经济发展和全国科学技术发展计划的重要组成部分，又是大区电力规划和地方电力规划的主要依据。当大区电力规划和地方电力规划与中央电力规划发生矛盾时，局部应当服从全局，地方规划应该服从中央规划，首先保证中央规划的实施。

2. 大区电力规划

大区电力规划是指跨省区的电力系统发展规划,由电力系统工业管理部门制定。它是在中央电力规划指导下制定的本电力系统地区的电力发展规划,是中央电力规划在具体电力系统地区的具体化。它以中央电力规划按大电力系统地区分列的任务为依据,结合本电力系统的具体情况,因地制宜地对本电力系统范围内的电力发展作出具体安排,对电力系统范围内的人力、物力、财力进行全面的综合平衡。它是中央电力规划与地方电力规划之间的纽带和桥梁。它既是地方电力规划的指导和依据,又是中央电力规划的基础。

3. 地方电力规划

地方电力规划是指省、地、县三级的电力规划。它是根据中央电力规划和所在电力网的电力规划规定的任务,对本省、地、县的电力工业发展作出具体的安排。地方电力规划应与地方的其他经济发展计划相协调,同时,还要对中央电力规划和大区电力规划中不作安排的地方性电力项目的建设作出具体安排,以作为中央电力规划和大区电力规划的必要的补充。

至于电力企业的发展规划,一般不作单独安排,而是分别按其所属纳入中央电力规划、网局(大区)电力规划和地方电力规划。

三、按电力生产的主要环节将电力规划划分为发电规划、供电规划、送变电设备建设规划

1. 发电规划

发电规划也称电源开发规划。发电规划的目的,是根据规划期预测的电力需要,在保证规定的供电可靠性条件下,制定最经济地新增供电能力计划。

发电规划的内容包括:负荷预测;电力电量平衡(包括确保规定的备用容量);确定经济合理的电源结构;确定各种形式的发电厂的建设地点、建设时间;调查和落实各电厂的厂址条件;对各可能的厂址方案进行经济分析,并充分考虑电厂的运行条件、与系统的协调、以及燃料费用等的影响,选出最佳的电源结构和最佳的电源建设方案。

在制定发电规划时,还应该注意:能保证未来供电能力具有一定弹性,希望规划的新电厂有适当的扩建余地;做好全国范围内及地区范围内的燃料动力平衡和交通运输能力的平衡。换句话说,既使制定的电源开发规划能如期实现,又使电源规划有一定的适应负荷发展变化的能力。

2. 供电规划

供电规划包括近几年的短期供电规划及5~10年的较长期供电规划,以与近期电力发展规划和中期电力发展规划相适应。再长些时段的供电规划不仅很难编制,而且意义也不大。

供电规划的目的是对应于预测的电力需求,在满足供电可靠性要求及经济合理地开发使用电力设备的条件下确定电力供需的实际状况。近期供电计划是在电源开发计划已定的条件下,根据负荷需要决定如何利用现有(已定)的供电设备充分满足用户的需要。重点是研究电力系统的经济运行问题。长期供电规划则是编制电源开发规划和送变电设备建设规划的基本规划,它应该是在保证供电可靠度条件下以长期费用最小为目标编制的。因

此，长期供电规划与长期电源开发规划及送变电设备建设规划有密切的关系。

供电规划的主要工作是计算供电能力和供电量，并与用户需求的最大电力和电量进行平衡。

在计算供电能力时，为了应付可能发生的事故、枯水或用电增加等异常情况，要明确供电能力的限度，并通过与用电需求的对比，搞清楚备用容量的状况，即在考虑了来水率（对水电站）、定期检修等情况后，根据供电能力和用电需要算出备用出力。在计算供电量时，要根据来水的情况及水电站的调节性能，进行逐月、逐年的供电量计算，并进行电量平衡。

3. 送、变、配电设备建设规划

由于电能的生产与消费的同时性特点，要求电能的生产与消费之间保持等量平衡。电能从电厂送达用户，中间要经过送变配电各个环节。如果其中某个环节发生故障，就会破坏电能的生产与消费之间的平衡，整个电力系统的供电可靠性就将受到影响。因此，在做好发电规划的同时，也应做好送、变、配电设备的建设规划。没有经济合理的与电源发展规划和供电规划相适应的送、变、配电设备建设规划，并付之实施，最佳的发电规划与供电规划是不能实现的。

编制送、变、配电设备规划主要考虑两个因素，即：需电多少及地点；电源大小及地点。同时还应了解需求与供电能力随时变化的规律，将两者经济可靠地结合起来。

为此，要求送、变、配电设备建设规划必须满足下列基本要求：

1）必须是综合性的规划。每个送、变、配电设备建设规划均不是孤立的，而是整个电力系统规划的组成部分，是有机结合在一起的。应该从系统整体上制定送、变、配电设备的建设规划，使之在未来的电力系统中能充分有效地发挥作用。

2）必须建立在长期考虑的基础上。送、变、配电设备一旦建成投入运行，要使用十几年甚至几十年，因此，在编制送、变、配电设备建设规划时，不仅应考虑规划期内的需要，而且应该考虑更长远的需要，尤其应该开展新技术的开发预测，以便能适时地将新技术的应用纳入规划中。

3）必须是具有高度可靠性的规划。随着现代经济的发展，特别是城市化趋势的发展，社会经济活动对电力的依赖性越来越大。又由于电力系统的规模越来越大，对每条送电线路的依赖性（特别是对那些主干送电线路的依赖性）也越来越大。而且在现代电力系统中，由于结构上的复杂性，局部事故波及全系统的可能性也增大。因此，在编制送、变、配电设备建设规划时，必须充分考虑供电的可靠性问题，制定出一个在突发事件时不会产生大范围停电和长时间停电的建设规划。

4）必须是具有弹性的规划。所谓弹性，是指对可能发生变化的适应性。一旦电力需求的数量和方向及其它外界条件发生变化时，也能适应或能灵活地改变计划。

5）必须与社会发展相适应。送、变、配电规划直接与电力用户的分布密切相关，送、变、配电设备的建设必须与地区社会 and 居民相协调，要充分考虑地方经济发展和地方环境保护的要求。送电线路的选线、变电所所址的选择，均应充分与地方协商，与地方经济发展密切配合。

第三节 电力规划的基本内容

一、分析电力工业现状并明确存在的问题

分析电力工业现状,明确存在的问题,这是电力规划的基本出发点。我国电力工业的现状概括起来有以下几点:

1) 电力工业发展较快,但用电水平较低。全国发电量1949年为43.1亿kWh,1990年为6213亿kWh,年增长率达12.9%;全国500kW以上发电装机容量,1949年为185万kW,1990年达13789万kW,年均增长率达11.1%。按发电量,我国已由世界第25位上升到第4位,但按人均计算,用电水平仍很低,在全世界180多个国家中名列第110位之后。

2) 电力网有较大发展,但电力网结构十分薄弱。1990年我国拥有10万kW以上容量的电力网26个,100万kW以上容量的电力网13个,1600万kW以上容量的电力网4个。5个跨省的区域电力网总容量达8813万kW;占全国发电总容量的63.9%以上,发电量已达4313亿kWh,占全国总发电量的69%以上。全国主电力网基本上是220kV电力网,近年来在华中、东北、华北、华东先后建设了500kV输变电工程,但线路尚少,尚未形成完备的500kV电力网。就各电力网而言,还存在很多薄弱环节,尤其是跨省电力网,省与省之间的联系都比较薄弱,严重地影响了电力系统的供电可靠性。

3) 水力资源丰富,但开发利用少。我国水力发电的发展速度也是快的。1949年水电装机16.3万kW,年发电量7.1亿kWh,而1990年水电装机达3604.6万kW,年发电量达1264kWh,年均增长率分别为14.1%和13.5%,可见增长速度是相当快的。但是,与我国水力资源的可开发贮量相比,开发利用的程度是很低的。我国可开发水力资源为3.78亿kW,年可发电量为1.9万亿kWh,现已开发的水力资源容量仅占9%,电量不过6%,与欧美各发达国家相比,我国水力资源的开发利用程度是很低的。

4) 电力技术装备有很大进步,但仍落后于世界先进水平。根据1990年不完全统计,全国高温高压机组共576台7695万kW,占同期火电装机总容量的75.6%,10万kW以上机组353台共计容量为6564万kW,占火电装机总容量的64.5%。尚有一千余万kW中低压机组。高效大机组比重较小,目前电力系统中的运行机组仍以10万kW,20万kW级机组为主;30万kW级机组虽占有一定比重,也是发展较快的一种机组,但数量还不多;60万kW机组虽已在系统中开始安装并投入运转,但为数太少。机组最大单机容量与电力系统的规模不相适应。电力系统输电电压仍以220kV为主,甚至110kV电压线路仍在不少电力系统中担负着主要送电任务,500kV电压尚未形成完备的电力网。电压等级与电力系统的规模及送电距离相比,明显偏低。更高一级电压和更大容量、更高效率的设备尚未引用。在技术装备上,我国与经济发达的工业先进国家相比,恐怕要落后10~20年。

5) 电力工业的经济效果逐年降低。1949年以来,电力工业建设取得了明显的经济效益,为国家作出了巨大贡献。截止1990年底,国家对电力工业的总投资为1600多亿元,电力工业为国家提供的积累也达1600多亿元(其中利润600多亿元,税金近1000亿元),相当于全部累计投资。但是,由于燃料价格上涨,电价长期不变,加之其它原材料、设备等

价格的增长, 建设工期的增长, 使得电力工程的造价不断上涨, 电能生产成本也在不断增加, 整个电力工业的经济效果日益降低。如不采取必要的措施, 电力工业的资金利润率是难以从目前的3.8%回升到10%左右的。

6) 电力工业的供需矛盾比较突出。电力供应不足已经持续近二十年了, 据1989年的不完全统计, 全国约缺电量700亿kWh, 缺容量1700多万kW。由于缺电, 影响了工农业生产, 阻碍了国民经济发展。电力已成为国民经济发展的制约因素, 是国民经济中的主要薄弱环节。

7) 动力资源的分布与电用户的分布很不协调。动力资源及电用户分布的不协调, 加重了能源交通的紧张情况, 使电网的建设和扩大成为电力规划中应该特别重视的问题。

总之, 认真地研究和分析电力工业的现状, 找出存在的主要问题, 并根据国民经济发展的总方针和总战略目标寻找切实可行的解决电力工业发展的主要问题的措施, 既是电力规划工作的出发点, 也是电力规划的基本内容。

二、预测需要的发电量、负荷及地区分布

国民经济各部门及人民物质文化生活对电力电量的需求的不断增长是电力工业发展的基本推动力, 也是电力工业发展的基本依据。因此, 准确地预报用户对电力电量的需要量及其特性, 是电力规划的基础工作。尽管由于种种原因, 负荷预测的准确度总是难以达到十分准确的程度, 而且预测工作本身也十分复杂, 尤其是对比较远景的负荷需求进行预测困难更大。但是, 在电力规划工作中, 仍然应该花很大的力量去开展负荷预测工作。

目前, 用于预测负荷的方法有数十种, 但是没有任何一种方法能保证在任何条件下均能获得满意的预测结果。因此, 在具体做规划时, 往往需要同时采用几种方法进行预测, 将不同方法的预测结果加以比较, 然后, 规划人员或有经验的预测人员根据获得的有关信息和个人的经验对预测的结果进行分析, 并作出必要的调整。

三、分析能源条件和交通运输条件

电能是一种二次能源, 它是由水能、煤炭、石油及其它一次能源转化而成的。因此, 电力工业的发展既取决于电力用户的发展, 也取决于其它能源工业的发展。而能源工业的发展又受到交通运输条件的制约。没有其它能源工业的发展和交通运输条件的配合, 电力工业的发展是不可能的。

我国的经济建设是建立在本国资源条件基础上的, 我国的电力工业也是依赖于本国动力资源条件的。因此, 调查和评价我国能源资源条件, 分析交通运输条件, 是制定电力规划的重要环节。没有可靠的能源资源条件(贮量、分布及开发速度)和交通运输条件的电力规划, 是靠不住的。

四、确立电力建设的目标和基本任务

一般在电力规划中要明确下列目标和任务。

1) 确定建设规模。根据负荷预测和对电力建设条件的分析, 确定全国、各大电力系统、各地区(省局)各个时期电力建设的总规模, 及主要电力项目的建设规模。

2) 制定电力建设方针。根据能源资源条件和交通运输条件, 制定电力建设方针。譬如, 就全国来说, 应尽可能多开发水电, 特别是在水力资源丰富的地区, 应将开发水电放在

优先的地位；大力发展煤电；适当发展核电及其它新能源发电；加快电力网建设，积极推进跨大区联网等。每个地区，应根据本地区的具体条件，在电力规划中制定出本地区的电力发展方针。

3) 规划主电力网网架。根据电源布局和电力负荷的分布，规划好主电力网网架，包括电压等级的选择，电力网络结构（主干线回路数、供电方式），主力电厂及枢纽变电所的主接线方式，以及调相调压、系统稳定等措施。

4) 大中型电厂发电机组的选择。目前直至2000年，以建设30万kW，60万kW机组为主，今后应考虑安装更大容量的机组。

随着电网的扩大，系统用电结构和用电方式的变化，系统中峰谷差越来越大，因此，调峰问题越来越突出，在电力规划中应注意调峰机组的安排。

5) 制定节能规划。据不完全统计，我国仍有一千多万千瓦中、小机组，每年差不多要多消耗一千多万吨标准燃料。在能源供应比较紧张的情况下，加速对这些中小机组的技术改造势在必行。改造的方法有：以大代小，或留作备用或担任调峰任务；改为热电联产机组；缺能地区的中小机组拆迁到资源条件较好，而大电网又不及的边远地区或山区；……。总之，在电力规划中，应因地制宜地对现有中、低压机组的改造作出安排，这是电力工业内部节能的主要方面。

6) 提出应用新技术和新设备的要求。在电力规划中应提出主要的发、送、变电设备的制造要求和引用国外先进电力科技的要求。

7) 部署电力系统设计任务。由各级（中央、各电网管理局、省电力局）计划主管部门根据相应范围的规划目标向有关设计部门下达设计任务书，设计单位根据设计任务书中提出的任务和要求，对具体电力系统及建设项目进行规划设计。

8) 制定前期工作计划。根据电力规划的目标，制定出水、火电站项目及输、变电工程项目的预可行性研究、可行性研究计划。

9) 编制各有关专业规划。在电力长远发展规划的基础上，编制科技发展（特别是科技攻关）、人才培养及通讯调度等专业规划。

10) 投资预测和资金筹措。根据规划项目估算投资总额，预测资金来源，对重大项目应论证其投资效益及项目偿还投资的能力。

第四节 电力规划的一般方法

本节主要介绍电力规划的一般工作方法和工作程序，至于电力规划中每项工作或每个环节的工作应如何做，留待以后各章详细介绍。

电力规划的一般工作方法可概括为：认真进行调查研究，认识电力工业的客观规律；应用辩证唯物主义基本原理和数理统计方法，进行系统的分析和论证；定性分析与定量计算相结合，局部寻优与整体寻优相结合；搞好综合平衡。

一、调查研究

调查研究，掌握电力工业发展所必须的基本数据和资料，是电力规划的基础工作。