

TM92
7743

用电技术

主编

马嘉谦 许业清

主审

张文忠

中国科学技术大学出版社
合肥

前 言

本书是根据中国电力企业联合会电力专业委员会 1997 年 10 月昆明会议精神组织编写的。1997 年 11 月完成编写大纲,1998 年 4 月完成全书初稿,1998 年 5 月在安徽电力职工大学召开审稿会议。参加人员主要有安徽省电力局张文忠、王厚文、罗庚玉、周清林,河南电力职工大学张锡忠,华北电力职工大学郭莉,富春江电力职工大学黄德忠,黑龙江电力职工大学郑磊,安徽电力职工大学马嘉谦、朱忠德、冯黎等。与会者对初稿进行认真细致的审阅,提出许多有益的意见和建议。

本书的主要对象为大中专院校供用电专业及相关专业学生,也可供电力类有关专业师生及工程技术人员参考。

本书第一、二、三、五章,第六章的第一、二、三节由马嘉谦编写;第四章由郭莉编写;第六章的第四节和第十五章的第四、五节由罗庚玉编写;第七、十、十一章由朱忠德编写;第八、十二章由冯黎编写;第九章由郑磊编写;第十三至十七章由许业清编写;第十五章的第一、二、三节由匡绍龙编写。

全书由马嘉谦、许业清主编,张文忠主审。

本书编写出版中得到安徽省电力局、安徽电力职工大学等单位的大力支持,在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限,书中错误不妥之处请读者指正。

编者

1998 年 12 月 12 日

目 录

前言	(1)
----------	-----

第一篇 计划用电技术

第一章 计划用电概论	(1)
第一节 能源及其利用	(1)
一、能源的概念	(1)
二、我国能源工业发展状况	(2)
三、我国的能源政策和发展战略	(3)
第二节 我国电力工业发展概况	(5)
第三节 电力生产及其经营管理的特点	(6)
一、电力网、电力系统的概念	(6)
二、电力生产的特点	(8)
三、电力经营管理的特点	(8)
第四节 计划用电的基本概念	(9)
一、实行计划用电是我国一项长期的基本方针	(9)
二、计划用电的特点和内容	(10)
三、当前的计划用电形势	(11)
第二章 电力负荷	(12)
第一节 电力负荷分类及其一般特性	(12)
一、电力负荷的概念	(12)
二、用电负荷分类	(13)
三、负荷的构成	(15)
四、几种用电负荷的特性	(15)
第二节 电力负荷预测	(17)
一、负荷预测的意义及特点	(17)
二、电力负荷预测的种类和方法	(17)
三、国外负荷预测的方法	(19)
第三节 电力负荷计算的一般方法	(21)
一、电力负荷的形式	(21)
二、计算负荷的概念	(22)
三、确定用电设备计算负荷的方法	(23)
四、用电设备组计算负荷的确定	(25)
第四节 工厂企业总计算负荷的确定	(32)
一、变压器的功率损耗	(33)

二、 电力线路的功率损耗.....	(35)
三、 工厂企业总计算负荷的确定.....	(37)
第五节 负荷曲线和电力系统的负荷表述	(39)
一、 负荷曲线的分类及其特点.....	(40)
二、 电力系统的负荷.....	(41)
第三章 有功功率和无功功率的平衡与调整	(46)
第一节 有功功率的频率和电压特性	(46)
一、 有功负荷的频率静态特性.....	(46)
二、 电力系统发电机组的频率静态特性.....	(48)
三、 电力系统的频率静态特性.....	(49)
四、 有功负荷的电压静态特性.....	(50)
第二节 有功功率的平衡与频率调整	(51)
一、 电力系统有功功率平衡及备用.....	(51)
二、 电力系统及地区的有功功率平衡(年、季、月、周)	(52)
三、 电力系统日电力、电量平衡及频率调整	(54)
第三节 无功功率的频率和电压特性	(59)
一、 电力系统无功负荷的组成.....	(60)
二、 无功负荷的频率静态特性.....	(60)
三、 无功负荷的电压静态特性.....	(61)
第四节 无功功率平衡及电压调整	(61)
一、 无功功率的平衡.....	(62)
二、 系统电压的调整.....	(65)
第四章 调整负荷与用电分析	(68)
第一节 调整负荷的意义与原则	(68)
一、 调整负荷的意义.....	(68)
二、 调整负荷的原则.....	(68)
第二节 调整负荷的方法	(69)
一、 日负荷调整的方法.....	(69)
二、 周负荷调整的方法.....	(70)
三、 年负荷调整的方法.....	(70)
四、 其它调整负荷的方法.....	(70)
第三节 用电分析的目的和内容	(71)
一、 用电分析的目的.....	(71)
二、 用电分析的内容.....	(71)
第四节 用电分析的方法	(72)
一、 分类法.....	(73)
二、 对比法.....	(73)
三、 比率分析法.....	(74)
第五章 电力市场与电力体制改革	(75)

第一节 电力市场概述	(75)
一、 统一性	(75)
二、 公平性	(75)
三、 开放性	(75)
四、 竞争性	(76)
五、 有序性	(76)
第二节 积极开拓电力市场,扩大用电需求	(77)
一、 当前的电力经济形势和电力市场预测	(77)
二、 努力开拓电力市场,扩大用电需求	(78)
第三节 国外电力市场发展及电力体制改革简况	(80)
一、 英国	(80)
二、 法国	(81)
三、 美国	(81)
四、 俄罗斯	(82)
第四节 我国电力市场的培育和电力体制改革	(83)
一、 电力体制改革	(83)
二、 我国电力市场发展状况	(89)
第六章 计划用电的管理	(92)
第一节 电力、电量指标的分配与考核	(92)
一、 发、供电计划的编制	(93)
二、 电力、电量指标的分配	(94)
三、 电力、电量指标的考核	(95)
第二节 计划用电的法律管理手段	(95)
一、 电力立法的必要性	(95)
二、 法律手段的作用及其内容体系	(97)
三、 供用电合同	(98)
第三节 计划用电的经济管理手段	(100)
一、 电价基本知识	(100)
二、 合理运用电价机制调节用电行为	(103)
第四节 无线电力负荷管理系统	(105)
一、 概述	(105)
二、 构成和功能	(105)
三、 信道和组网	(106)
四、 中央站	(107)
五、 终端	(109)
六、 发展趋势	(110)
附表 1~4	(112)

第二篇 安全用电技术

第七章 电气安全技术的基本措施	(113)
第一节 安全用电的研究对象和意义.....	(113)
第二节 电流对人体的危害.....	(114)
第三节 人体触电方式.....	(116)
一、单相触电.....	(116)
二、两相触电.....	(117)
三、跨步电压触电.....	(117)
第四节 电气装置基本保护技术措施.....	(118)
一、保护接地和保护接零.....	(118)
二、保护接地的作用.....	(119)
三、保护接零的作用.....	(120)
四、低压触电保护装置.....	(121)
第五节 电气工作的安全制度.....	(122)
一、保证安全的组织措施.....	(122)
二、保证安全的技术措施.....	(124)
三、低压带电工作的安全措施.....	(126)
第六节 电气工作安全用具.....	(126)
一、常用的绝缘安全用具.....	(127)
二、常用的防护安全用具.....	(128)
三、安全用具的试验.....	(128)
第八章 电气设备安全运行的基本要求	(130)
第一节 保证电气设备安全的设计要求.....	(130)
一、负荷性质分类及对供电电源的要求.....	(130)
二、主要电气设备选择原则.....	(131)
第二节 保证电气设备安全的安装要求.....	(136)
一、设计施工图纸资料的内容及对它的要求.....	(136)
二、变压器的安装工艺要求.....	(139)
三、高压断路器及其操作机构的安装要求.....	(140)
四、隔离开关、负荷开关及高压熔断器的安装要求.....	(141)
五、母线和绝缘子的安装工艺要求.....	(141)
六、埋设电缆的工艺要求.....	(144)
七、10 千伏及以下架空配电线路的安装要求.....	(145)
第三节 保证电气设备安全的运行维护要求.....	(148)
一、设备运行.....	(148)
二、设备管理.....	(148)
第九章 过电压及保护	(151)
第一节 雷电的基本知识.....	(151)

一、雷电放电的发展过程	(151)
二、雷电参数	(152)
三、避雷针、避雷线的保护范围	(154)
四、避雷器	(155)
第二节 变电所的防雷保护	(156)
一、变电所的直击雷防护的基本原则	(156)
二、避雷器的保护作用	(157)
三、变电所进线段保护	(158)
第三节 内部过电压的基本概念	(160)
一、切断空载线路过电压	(161)
二、电弧接地过电压	(161)
三、切断空载变压器过电压	(162)
四、铁磁谐振过电压	(162)
第十章 电气设备的绝缘试验	(163)
第一节 绝缘材料在电气作用下的物理现象	(163)
一、电介质的极化和介电常数	(163)
二、电介质的绝缘电阻	(164)
三、绝缘介质的能量损耗	(164)
四、击穿电压和绝缘介质老化	(165)
第二节 绝缘电阻的测量	(166)
一、基本原理	(166)
二、测量试验方法	(167)
第三节 直流高压试验	(169)
一、概述	(169)
二、试验方法	(170)
三、试验情况及结果的分析判断	(171)
第四节 介质损失角正切值的测定	(171)
一、基本原理	(171)
二、 $\tan\delta$ 综合值和个别值的关系	(172)
三、影响 $\tan\delta$ 值的几个因素	(173)
四、 $\tan\delta$ 值的测试方法	(174)
第五节 工频交流耐压试验	(174)
一、概述	(174)
二、试验方法	(175)
三、试验结果分析	(175)
第六节 绝缘油的电气试验	(176)
一、概述	(176)
二、油的取样	(176)
三、电气试验	(177)

四、 介质损耗角正切值的测试	(178)
第十一章 电气设备的一般故障与分析	(179)
第一节 变压器的故障与分析	(179)
第二节 断路器故障与分析	(182)
一、 断路器的结构	(182)
二、 一般高压断路器容易发生的故障	(183)
第三节 电力电容器的故障和分析	(183)
一、 电力电容器的结构	(183)
二、 电力电容器的常见故障	(184)
第四节 互感器故障和分析	(185)
一、 电流互感器	(185)
二、 电压互感器	(186)
第五节 电力电缆和架空线路故障与分析	(186)
一、 电力电缆的故障	(186)
二、 架空线路的故障	(187)
第六节 防止误操作措施	(188)
第七节 用电事故的调查处理	(189)
一、 用电事故类型	(189)
二、 用电事故的调查与分析	(190)
第十二章 电气装置的防火和防爆	(192)
第一节 燃烧和爆炸	(192)
一、 燃烧的条件	(192)
二、 爆炸极限和爆炸混合物的危险性	(193)
第二节 各种电气设备燃烧爆炸的主要起因	(193)
一、 发电机	(193)
二、 变压器	(194)
三、 油断路器	(194)
四、 配电线路	(194)
五、 电动机	(194)
六、 熔断器	(195)
七、 照明灯具	(195)
八、 开关和插销	(195)
第三节 电气设备防火防爆措施	(195)
一、 合理选用电气设备	(196)
二、 安装保持安全的防火间距	(199)
三、 运行保持设备的正常	(199)
四、 良好的通风条件	(199)
五、 其它措施	(200)
第四节 扑灭电气火灾的常识	(201)

一、断电灭火	(201)
二、带电灭火	(201)
三、充油设备的灭火要求	(202)
第五节 防止静电火灾	(202)
一、静电产生的原因	(202)
二、防止静电火灾的措施	(203)
第六节 触电急救的基本知识	(204)
一、脱离电源	(204)
二、现场急救方法	(205)
三、急救用药要求	(207)

第三篇 节约用电技术

第十三章 电力网线损的计算与降损措施	(208)
第一节 电力网统计线损计算	(208)
一、统计线损电量和线损率	(208)
二、地区线损电量和线损率	(209)
三、理论线损电量和线损率	(209)
四、计划线损电量和线损率	(209)
五、定额线损率	(210)
六、供电国家级企业线损率等级标准	(210)
第二节 电力网理论线损计算	(211)
一、损失因数法计算线损	(211)
二、最大负荷损耗小时数法计算线损	(211)
三、均方根电流法计算线损	(212)
四、等值功率法计算线损	(213)
五、6~10kV 配电网线损计算	(214)
六、低压配电线路线损计算	(215)
七、三相负荷不对称时功率因数和线损计算	(217)
八、电流不平衡附加线损计算	(218)
九、合理调整电网运行电压降损电量的计算	(219)
十、利用电压损失率测算线损	(220)
十一、过境电量电能损耗的计算及分配问题	(221)
十二、各种技术线损计算方法的评述	(222)
第三节 电力网线损分析	(223)
一、线损分析的目的	(223)
二、理论线损电量和线损率的分析	(223)
三、统计线损电量和线损率的分析	(223)
四、线损电量和线损率实行分压、分线统计分析	(223)
五、电压、无功对线损影响分析	(224)

六、	电力网元件技术参数对线损影响分析	(225)
七、	降低线损措施的经济分析	(226)
第四节	降低电力网线损的技术措施	(226)
一、	概述	(226)
二、	降低供电线路电能损耗的技术措施	(227)
第五节	降低线损的组织管理措施	(230)
一、	降低线损的组织措施	(230)
二、	降低线损的管理措施	(230)
第十四章	常用供电设备的电能利用率与电能平衡测试计算	(232)
第一节	电能平衡的基本知识	(232)
一、	电能平衡的意义	(232)
二、	电能利用率	(232)
三、	电能利用率的测定方法	(233)
四、	电能平衡的内容	(234)
五、	电能平衡的工作要点	(234)
六、	电能平衡的原则	(234)
七、	电能平衡的计算步骤	(235)
第二节	变压器电能平衡测试与计算	(235)
第三节	三相异步电动机负载率现场测试方法	(237)
一、	对仪器及测量的要求	(237)
二、	电流法现场测试三相异步电动机负载率	(237)
三、	功率法现场测试三相异步电动机负载率	(239)
四、	转差率法测试三相异步电动机负载率	(240)
五、	三相异步电动机负载率现场测试算例	(241)
六、	异步电动机电能平衡测试与计算	(242)
第四节	同步电动机电能平衡测试与计算	(244)
第五节	直流电动机损耗及效率的测算	(245)
第六节	风机电能平衡测试与计算	(247)
第七节	水泵电能平衡测试与计算	(248)
第八节	电阻炉电能利用率的测试与计算	(249)
第九节	通用机械设备电能平衡测算	(252)
第十五章	实用无功补偿技术	(254)
第一节	无功补偿的基本概念	(254)
第二节	电力网中无功电源的最优分布	(255)
第三节	电力网无功功率负荷的最优补偿	(257)
第四节	异步电动机的无功补偿方法	(261)
一、	概述	(261)
二、	补偿容量的确定	(261)
三、	异步电动机就地补偿装置应注意的问题	(263)

第五节 无功功率补偿的有关问题	(264)
一、补偿电容器的连接方式	(264)
二、补偿电容器的保护装置	(264)
三、补偿电容器放电电阻的选择	(264)
四、补偿电容器的运行	(264)
五、补偿装置的选择	(265)
第十六章 电动机经济运行	(266)
第一节 电动机损耗分析	(266)
一、电动机的功率平衡	(266)
二、三相异步电动机的损耗分析	(267)
三、减少各种损耗的措施	(268)
四、电能质量对电动机损耗的影响	(269)
第二节 电动机效率与功率因数分析	(271)
一、电动机效率及功率因数定义	(271)
二、电动机效率及功率因数曲线	(272)
第三节 三相异步电动机的选择	(275)
一、三相异步电动机的分类	(275)
二、三相异步电动机类型的选择原则	(277)
三、电动机额定功率的选择原则	(278)
四、电动机效率选择原则	(279)
五、电动机转矩-转速特性选择原则	(280)
六、电动机外部结构形式和防护等级的选择	(284)
七、电动机电源的选择	(284)
八、电动机额定转速选择	(287)
九、连续工作负载的异步电动机容量选择算例	(288)
十、高效率电动机及其选用	(289)
第四节 电动机经济运行计算	(291)
一、电动机经济运行计算的基本概念	(291)
二、电压额定值连续定额电动机经济负载率计算	(293)
三、电动机等效功率、有功功率及无功功率计算	(294)
四、电动机运行时效率和功率因数计算	(294)
五、电动机的互换原则及节电计算	(296)
六、电源电压变化对电动机损耗的影响	(297)
七、电源电压变化对电动机效率的影响	(297)
八、电源电压变化对异步电动机功率因数的影响	(298)
九、电压不平衡对异步电动机损耗的影响	(298)
十、电动机的调压节电计算	(300)
十一、电动机对应于经济运行效率的最小负载率的求法	(301)
第五节 电动机经济运行管理	(305)

第十七章 电力变压器经济运行	(307)
第一节 电力变压器经济运行的基本概念	(307)
一、电力变压器经济运行术语	(307)
二、变压器经济运行的基本计算公式	(308)
第二节 变压器的效率	(310)
第三节 变压器的选择	(313)
一、车间变压器的选择	(313)
二、总降压变电所变压器的选择	(314)
三、按计算最佳负载率选择变压器容量	(314)
四、按负荷能力选择变压器容量	(316)
第四节 变压器的并联运行	(317)
一、常规条件下变压器的并联运行	(317)
二、非常规条件下变压器的并联运行	(318)
第五节 变压器经济运行	(321)
一、概述	(321)
二、变压器经济运行区的确定方法	(322)
三、分列运行变压器采用共用经济运行方式的计算与判定	(324)
四、多台相同变压器经济运行台数的确定方法	(325)
五、多台不同变压器经济运行台数的确定方法	(327)
六、及时调整变压器的分接开关	(328)
七、调整负荷曲线,降低变压器负载损耗	(328)
八、按均衡条件分配变压器负荷的方法	(329)
九、平衡变压器的三相电流	(331)
十、按经济运行原则在变压器间配置让峰负荷的方法	(333)
十一、按力率均衡条件在多台变压器间分配无功补偿容量的方法	(334)

第一篇 计划用电技术

第一章 计划用电概论

第一节 能源及其利用

一、能源的概念

一些自然资源中存在着某种形式的能量,人们称之为能源。

能源分为两大类,一类是在自然界以其固有形态存在,即没有经过加工或转换的能量资源,如原煤、原油、天然气、核原料、植物燃料、水能、风能、太阳能、地热能、海洋热能、海洋动能、潮汐能等等统称为一次能源;另一类是由一次能源直接或间接转换为其它形式的能源,如电能、汽油、煤油、柴油、重油、煤气、焦炭、蒸气、热水、沼气、余热能、氢能等等,人们称之为二次能源。在一次能源中还可根据其是否在自然界中是否可以再生而反复利用划分为可再生能源与非再生能源两类。风能、水能、海洋动能、地热能、海洋热能、太阳能等属可再生能源,其余的在利用过程中逐渐衰减的能源则称为非再生能源。

能源是发展现代化社会生产和提高人民生活水平的重要物资基础,在促进国民经济持续、快速、健康发展过程中占有十分重要的地位。

经济发展与能源消耗之间存在一定的内在关系。这个关系可以用能源耗量的年平均增长率与国民生产总值年平均增长率的比值,即能源弹性系数来表示。由于电能是最常规使用的二次能源,亦可用电能耗量的平均增长率与国民生产总值的平均增长率的比值,即称之为电力弹性系数来表示。

能源工业是国民经济的基础产业,是实现现代化的基础。一般而言,一个国家的经济发达与物质文明程度,在一定意义上讲表现为其对能源的开发和利用程度。能源的消耗量反映了一国的国民经济总量和工业化水平。据有关统计资料,70年代至80年代中期,世界国民生产总值年平均增长率为5.3%(与工业产值平均增长率大致相当),一次能源总消耗量的平均增长率为4.7%,能源弹性系数约为0.9,大部分工业发达国家稍低于此数,而发展中国家和一些工业发达国家在发展初期,能源弹性系数都接近或大于1。进入90年代以来,据经济合作与发展组织(OECD)预测,一些发达国家经济增长速度为2%左右,而占世界人口75%的发展中国家,由于城市化和工业化速度加快,经济增长速度将明显高于发达国家,可达4%~5%,经济

的发展导致对能源的需求加快,据国际能源机构预测,如果能源需求保持2%的年增长率,到2030年全球总能源需求将比现在增长一倍。能源的开发和利用,尤其是煤炭、石油、天然气的开发和利用,已经给人类赖以生存的环境构成了威胁,化石燃料燃烧中产生的烟尘、二氧化硫、氮的氧化物等污染物排放产生了温室效应,污染了大气环境并恶化了生态条件,环境保护问题正引起各国关注,国际社会正探索一条既要发展能源工业,又要保护环境的可持续发展的道路。

二、 我国能源工业发展状况

我国是一个能源资源总量相当丰富,但人均占有相对不足的国家。国际上通常以能源人均占有量、能源构成、能源使用效率和对环境的影响,来衡量一个国家的现代化程度。建国以来,特别是党的十一届三中全会以来,我国能源工业有了很大的发展,1996年我国生产的一次能源,包括原煤、原油、天然气折合标准煤为12.6亿吨,居世界前列。但人均年消耗的能源折合标准煤为1.14吨,低于世界平均水平,并且在能源使用中效率不高,存在许多浪费现象。

我国有丰富的煤炭资源,总量居世界前列,但结构分布不尽合理,地域也不平衡,中国70%以上的能源来自煤炭,1996年我国原煤产量为13.8亿吨,是世界第一产煤大国。随着经济持续发展的需要,根据预测“九五”期间煤炭年平均增长速度为2.3%,到2000年,总产量将达到14.5亿吨,根据可持续发展和环境保护的要求,煤炭在一次能源中的比重将有所下降,并注意科学开采、保护环境和节约使用,提高效益。

我国的石油和天然气资源相对不足,根据经济发展和满足人民生活的需要,在努力开发国内油、气资源的同时,还要利用部分国外资源。1996年我国原油产量达到1.58亿吨,天然气产量为201亿立方米,从石油基地生产情况来看,东部大庆、胜利、辽河等油田产量合计为1.2亿吨,西部新疆克拉玛依、塔里木等油田产量合计为2000万吨,海上石油产量为1500万吨。近年来,在我国西部发现了丰富的油气资源。新疆塔里木、准噶尔、吐鲁番和青海柴达木等盆地都有良好的前景,并形成一定的生产能力。石油工业正沿着“稳定东部,发展西部”的战略步骤健康发展。在天然气开发上现已在陆上形成重庆、陕甘宁和新疆三个新气田,累计已探明天然气储量1.3万亿立方米,且已具备了快速发展的基础。

我国海洋石油和天然气的开发,始于80年代中期,实施了一系列改革开放的政策,引进外资和技术,与国外合作共同开发,取得了积极的成果。

我国的水电资源丰富,理论蕴藏量约为6.8亿千瓦,居世界第一位,其中可开发容量为3.78亿千瓦,至90年代初,已开发出3600万千瓦,即仅占可开发容量的10%。进入“八五”以来,国家重视开发水力资源,注重水电站的开发建设。我国90%以上的水力资源集中在长江、黄河中上游区域,逐步加大对“两江(澜沧江、长江)、两河(红水河、黄河)区域的水力资源的逐级、滚动开发,是我国能源工业的一项重大决策。党的十一届三中全会以来,我国的水电事业有了巨大的发展,葛州坝水电站、白山水电站、龙羊峡水电站等一大批水电枢纽工程相继投产,位于大西南攀西大裂谷中的二滩水电站(55×6万千瓦装机),1993年11月份截流成功,预计1998年投入运行,2000年全部竣工的二滩水电站在坝高(240米)、装机(330万千瓦)、年发电能力(170亿千瓦·时)等项指标上均属在建水电站中之“亚洲前列”。

1994年开工兴建的举世瞩目的三峡工程是世界上最大的水电枢纽工程,大坝坝顶高185米,总库容393亿立方米,三峡水电站总共装机26台,每台水轮发电机组出力为70万千瓦,总

装机容量为 1820 万千瓦,年平均发电量为 846.8 亿千瓦·时,工程总工期 15 年,至 2009 年全部建成。

除大型水电枢纽工程外,为综合利用能源,缓解电力峰谷差日益突出的矛盾,一批抽水蓄能水电站也投入建设之中,广州从化抽水蓄能电站(4×30 万千瓦)已投入运行,北京十三陵抽水蓄能电站(4×30 万千瓦)、浙江天荒坪抽水电站、安徽响洪甸抽水蓄能电站等一批在建项目已相继投产;此外核电、风电等新型能源发电型式正积极、稳步地得到发展。我国的核电工业在“八五”期间计有广东的大亚湾核电站(2×90 万千瓦),浙江秦山一期核电工程(30 万千瓦)在 1995 年投入商业化运营。我国自行设计并组织建设的秦山核电站二期工程两台 60 万千瓦核电机组也于 1996 年 6 月正式开工建设,预计到 2010 年左右,我国核电将形成 1000 万千瓦的装机容量,风力发电也将在内蒙、西北等地形成 100 万千瓦的发电能力。

煤炭工业将以开发“三西”(山西、陕西、内蒙古西部)丰富煤炭资源产地为重点,就地将一次能源转化为便捷的电能,变陆上运输为架空输送电力至各负荷中心,重点建设“三口”(坑口、路口、港口)电站以提高能源使用效益,减少远距离运输带来的巨大压力。

三、 我国的能源政策和发展战略

我国地域辽阔,一次能源资源主要蕴藏在经济欠发达的中西部地区,而经济较发达的东南沿海地区则电力负荷集中,但缺乏一次能源,且能源工业的发展尤其是电力发展受到资源、环境、运输条件的制约;而中西部丰富的水力、煤炭、油气资源由于缺乏资金,开发缓慢。从数量上来看,我国能源资源总量相当丰富(如煤炭、水力资源总量均居世界前列),但人均能源占有量相当低。1996 年人均能源消费量(0.85 吨)和消耗电量(900 千瓦·时)均不到世界平均值的 50%,与发达国家相差甚远。

一方面是能源资源开发量不足,另一方面在能源使用上存在着浪费现象,以国民经济产值的单位能耗计算,我国比日本高出一倍以上,是印度的 1.7 倍。能源需求与开发的矛盾,较长时期内国民经济发展和人民生活不断提高而产生对能源发展的需要,环境保护和合理有效利用资源的需要,这一切决定了我国能源事业的方针政策。节约能源,不仅是我国经济发展的必然要求,且具有使我国的综合国力提升,增加在国际上的竞争力,有利于环境保护的重要作用。

“节能”是国际上公认的除石油、煤炭、水力、核能四种主要常规能源之外的第五种“能源”,从发展的角度看,我国能源形势严峻。目前,我国能源资源的人均占有量居世界第 80 位,不到世界平均水平的一半,在我国主要耗能产品的单位能耗上,比发达国家高 30%~80%。在产值能耗上,大约为美国的 7.4 倍,日本的 12.8 倍,世界平均值的 4.3 倍。专家认为,能源效益是衡量经济和生态进步的一个基本指标,它决定一个国家的经济竞争力。能源效益通常用能源消耗强度表示,它是指一美元的国内生产总值相应消耗的能源。世界各国均十分注重降低能耗强度,提高能源使用效益,从而提高本国经济竞争力。日本从 1973 年到 1986 年,使能源消耗强度降低了 31%,美国降低了 23%,而加拿大仅降低了 6%。美国在最近 20 年中,经济增长 51%,能源消费只增长 13%,能源弹性系数为 0.26,由于采用各种节能措施,美国节省 1300 亿美元,而提高发电、输电和用电效率,仅节省 200 亿美元,由此可见,节能可以带来较大的经济效益和环境效益。

我国在节能方面,也取得了较大成绩,1981 年~1990 年,我国年均国内生产总值增长率为 9.98%,能源年均消费增长率为 5.05%,能源消费弹性系数为 0.56。万元国内生产总值能耗

1980年为7.64吨标准煤,1990年为5.32吨标准煤,下降30%,年均节能率为3.7%,按产值能耗计算,10年累计节约能源共2.7亿吨标准煤。

1991年~1995年,我国国内生产总值年均增长率为11.8%,能源消费年均增长率为5.5%,能源消费弹性系数为0.47,每万元国内生产总值,从1990年的5.32吨标准煤下降到1995年的3.94吨标准煤,下降26%,平均节能率达5.6%。

“九五”期间,如果能源消费弹性系数按0.33~0.40计算,年均节能率按4.4%~5.0%计算,我国总节能量将达到3.3亿~3.6亿吨标准煤,万元国内生产总值能耗将降至1.73亿~1.78亿吨标准煤,下降25%左右。到2000年若实现上述节能目标,可节省能源开发综合投资13000亿元~14000亿元,减少1000亿元的企业能源成本,减排二氧化碳2.2亿吨,二氧化硫560万吨,烟尘850万吨。

我国能源工业总的指导方针是:“能源的发展以电力为中心”、“开发与节约并重,把节约放在优先地位”。根据以上分析,节约能源的意义:其一,有利于缓解能源供需之间的不平衡,有利于促进国民经济的健康、持续发展;其二,有利于节约资源,降低生产成本提高经济效益;其三,有利于保护环境,促进可持续发展。对企业而言,节约能源有利于企业提高自身在国内外市场经济中的竞争力,有利于从成本降耗出发逐步建立起适应市场经济的现代企业。

根据我国国情和面向21世纪的产业政策,我国在今后一段时期的能源开发政策是:

1. 周密规划、加强勘探、积极开发、合理使用

要根据《中华人民共和国国民经济和社会发展“九五”计划和2000年远景目标纲要》(以下简称《纲要》)提出的国民经济和社会发展的总体目标,周密规划我国能源发展目标,促进国民经济持续、快速、健康发展。在能源开发建设上,根据经济体制和经济增长方式两个根本性转变的指导方针,依靠科技进步,狠抓资源节约和综合利用,大幅度提高能源利用效率。在确保《纲要》提出的国民经济年增长率8%的基础上,稳步发展能源工业尤其是电力工业。

加大对以煤炭、石油、天然气为主的一次能源的勘探开发力度,到2000年煤炭产量达到14亿吨,石油、天然气保证做到加强勘探、稳步增长,陆上坚持“稳住东部,发展西部,油气并举,扩大开放”的方针,海上实行“继续开放,扩大自营,油气并举,稳步提高”的方针,“九五”期间,新增石油探明储量38亿吨,天然气探明储量8000亿立方米,到2000年原油产量达到1.55亿吨,天然气产量250亿立方米。到2000年,全国一次能源生产总量由1995的12.4亿吨标准煤增加到13.5亿吨标准煤。

积极开发以电能为主要形式的二次能源,火电建设中积极发展坑口电站,变输煤为输电,火电发展与环境保护紧密结合,加快开发洁净煤发电技术,推广应用烟气脱硫技术,在科技开发上,积极研究应用远距离超高压输电变电技术和全国联网工程。水电实行流域梯级滚动开发,大中小结合、高低水头并举、综合利用原则。并积极发展风能、海洋能、地热能等新能源发电。

任何时候都应坚持节约与开发并举,把节约放在首位,推广节能技术,坚持合理使用能源,提高能源使用效率,提高经济效益。

2. 积极、稳步地发展电力工业

根据《纲要》规定的指标,我国电力工业规模要在1995年末装机2.1亿千瓦,年发电量1万亿千瓦·时基础上,到2000年达到全国发电装机容量2.9亿千瓦,发电量1.4万亿千瓦·时。为使电力工业在合理配置资源上,坚持科技进步,使电力工业与经济、社会 and 环境保护协调

发展,依据 90 年代国家产业发展纲要的要求,电力工业发展的方针是:“大力发展水电,继续发展火电,适当发展核电,积极发展新能源发电,同步发展电网,促进全国联网。”

电力的开发建设是能源建设的中心,应依靠科技进步,提高电能利用效率,继续贯彻“政企分开,省为实体,联合电网,统一调度,集资办电”的方针,加快电力改革与发展步伐,以适应社会主义市场经济的需要。

3. 依托科技进步,加快新能源技术研究和应用

根据国家的“科教兴国”战略和“可持续发展”战略,能源发展必须依托科技进步。以电力工业为中心的能源工业是技术密集型产业“大机组、大电网、高参数”,高度自动化为特征的现代电力系统的发展和安全运营,新能源、新产业(如环保产业、信息新材料等)的开发和应用都离不开科技进步。

在现有常规能源(煤炭、水力、油气)发电的基础上,不断拓宽开发新的能源发电形式(太阳能、地热能、潮汐能、核能、风能等)也取决于科技进步的速度。

自然界的煤炭、石油、天然气等资源属不可再生能源,其开发和利用都是有限度的,过度开发使用会使资源枯竭且会带来环境污染方面的问题,因此,利用科技进步,不断开辟新能源,合理使用能源,节约能源对于能源发展战略是十分必要的。

第二节 我国电力工业发展概况

建国以来,尤其是改革开放 19 年来,我国的电力事业获得了巨大的发展,各个代表年份的发电设备装机容量及年发电量详见表 1-1。

表 1-1 电力发展指标对比表

年 份	1949	1990	1994	1995	1996	1997	2000(预计)
装机容量 (亿千瓦)	0.0185	1.379	1.83	2.1	2.23	2.5	(2.9)
发电量 (亿千瓦·时)	43	6213	9050	10000	10750	11350	(14000)

近十几年来,中国电力工业的发展,以发电装机容量的持续增长(自 80 年代末以来,连续 9 年每年装机容量超过 1000 万千瓦)和技术水平的大幅度提高为显著特点,在电源建设方面,单机容量为 20 万千瓦以上的高参数、大容量机组占据了相当大的比重。“八五”期间共投产大中型发电机组 7500 万千瓦,至 1995 年底,全国总装机容量达 2.1 亿千瓦,在全国形成 40 座百万千瓦级的大型电厂,20 万千瓦以上的机组总容量为 8920 万千瓦,占全部总装机容量的 42.4%。“八五”期间发电量平均以 9.77% 的年增长率递增,基本上满足了这一时期国民生产总值年平均递增 12% 对用电的需要。

在电网建设方面取得的成就也引人注目,“八五”期间,全国新建 500 千伏输电线路 5945 公里,变电容量 2300 万千伏安;330 千伏输电线路 1692 公里,变电容量 350 万千伏安;220 千伏输电线路 23404 公里,变电容量 5500 万千伏安。至“八五”末已形成华北、华东、东北、华中、西北、南方等 6 个跨省(区)电网和山东、福建、四川、新疆等几个独立省网,其中华北、华东、华中、东北四大电网装机容量已突破 2000 万千瓦,大型电源的建设推动了电网建设,大型水、火电厂(站)的建设,促进了超高压输电网的形成和发展。例如:刘家峡电站的建设,形成了西北