

“十一五”国家重点图书



节能减排技术指南丛书

电力工业节能减排 技术指南

米建华 主编



化学工业出版社

“十一五”国家重点图书

JIE NENG
 节能减排技术指南丛书

电力工业节能减排 技术指南

米建华 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

前 言

节能减排是我国经济工作中的重点任务之一，是建设资源节约型、环境友好型社会和实现经济社会可持续发展的主要措施。“十一五”期间，电力行业认真贯彻落实科学发展观，不断加强结构调整步伐，加大节能减排力度，认真履行社会责任。在此期间，清洁能源比重进一步提高，火电结构不断优化，电源布局调整步伐加快，电网优化配置资源能力显著提升，供电煤耗、电网线损、二氧化硫排放绩效达到同等条件国家先进水平。“十二五”期间，电力行业将继续以加快转变电力发展方式为主线，以保障安全、优化结构、节能减排、积极应对气候变化为重点构建现代电力工业体系，满足经济社会科学发展的需求，为实现我国 2020 年非化石能源比重和单位 GDP 二氧化碳减排目标做出应有的贡献。本书结合近年来国家出台的一系列与节能减排相关的法律、法规和政策，总结了行业和企业“十一五”期间在节能减排技术改造和技术管理方面的部分经验，重点把握政策和技术的行业适用性和及时性，同时进行系统化整理分类，并进行综合性评述，以期为节能减排工作深入开展提供政策和技术方面的信息支持。本书共分七章，主要包括：电力工业发展与节能减排、发电企业能效状况、发电企业节能技术体系、发电企业节能技术管理、发电企业污染物减排、发电企业温室气体减排、电网节能降耗。

在本书的编写过程中，得到了中国电力企业联合会环保与资源节约部、科技开发服务中心和全国发电技术协作网有关领导和专家的大力支持，在此深表谢意。

由于时间仓促和作者水平所限，书中疏漏和不妥之处在所难免，恳请读者批评指正。

编者
2011 年 4 月

目 录

第一章 电力工业发展与节能减排	1
第一节 我国电力工业的现状与发展	1
一、我国电力工业发展情况	1
二、电力工业发展政策和目标	3
第二节 电力工业的节能减排构成	4
一、工作领域	4
二、电力行业节能减排政策体系	6
第三节 电力一次能源结构优化	9
一、我国一次能源情况	9
二、各类一次能源发电	12
第四节 循环经济与电力清洁生产	13
一、循环经济与电力发展	14
二、电力企业清洁生产评价	17
第二章 发电企业能效状况	23
第一节 我国发电装机结构	23
第二节 我国火电机组的能效水平	24
一、全国火电机组能效	24
二、不同容量等级火电机组能效情况	25
三、超临界机组发展及能效状况	28
第三节 火电机组的能效对标	32
一、确定行业对标条件	32
二、采用过程指标	33
三、基础参考值与实际运行修正值	33
第三章 发电企业节能制度体系	37
第一节 发电企业节能制度管理	37
一、规划、设计和基建的节能管理	37
二、运行电厂节能管理	41
三、能源计量	43
四、节能检测	54
第二节 发电企业节能评价体系	62
一、评价体系与内容	62

二、火电企业技术经济指标评价	63
三、技术经济指标计算	66
第四章 发电企业节能技术管理	97
第一节 主要设备及系统管理	97
一、锅炉及其辅助系统	97
二、汽轮机及其辅助系统	118
三、发电机及主变压器	143
四、降低厂用电率措施	145
五、厂级监控信息系统应用	155
第二节 运行调度	157
一、运行维护管理	157
二、机组的滑压运行	160
三、发电机组进相运行	160
四、各类发电机组调峰	161
五、电厂各机组负荷的优化分配	163
六、发电节能调度的政策与措施	168
第三节 燃料管理	170
一、燃料指标	170
二、燃料管理	174
第四节 结构调整	176
一、热电联产	176
二、洁净煤技术	176
三、常规火电机组“上大压小”	178
四、燃气轮机联合循环发电	179
第五章 发电企业的污染物减排	180
第一节 电力企业各类污染物排放水平	180
一、烟尘排放	180
二、二氧化硫排放	180
三、氮氧化物排放	181
四、废水排放	181
五、固体废弃物排放与综合利用	181
第二节 发电厂环保管理评价	182
一、环保管理	182
二、排放指标管理	184
三、环境监测管理	186
第三节 发电企业污染物排放控制	186
一、二氧化硫治理	186

二、氮氧化物治理	187
第六章 发电企业温室气体减排	188
第一节 发电企业二氧化碳排放情况	188
一、我国二氧化碳排放现状	188
二、电力二氧化碳排放情况	189
第二节 发电二氧化碳减排路径	189
一、发电二氧化碳减排主要路径及成效	189
二、碳捕获与碳储存试验示范	189
第七章 电网节能降损	191
第一节 电网企业综合线损率	191
一、线损电量与线损率	191
二、全国线损率现状	192
第二节 线损影响因素及降损措施	193
一、影响线损率的因素	193
二、降损节能技术措施	194
附录	197
附录一 国家综合性法律法规规章汇总表	197
一、法律	197
二、国务院行政法规及部门规章	197
附录二 电力节能减排政策汇总表	202
一、电力产业政策	202
二、电力规划	203
三、电价	203
四、电力运行	204
五、电力二氧化硫减排	204
附录三 主要标准及指标体系选编	205
一、综合类	205
二、节能	205
三、资源节约	207
四、环境保护	207
五、可再生能源	208
参考文献	209

第一章 电力工业发展与节能减排

第一节 我国电力工业的现状与发展

电力工业是支撑国民经济和社会发展的基础性产业和公用事业，一次能源转换为电力的比重，特别是煤炭转换为电力的比重已成为衡量一个国家经济发展水平、能源使用效率的高低和环境保护好坏的重要标志。同时，电气化和电气化水平已成为国家和地区实现现代化的必要条件和重要指标，随着我国国民经济的快速发展和人民生活水平的不断提高，对电力的依赖程度也越来越高。

一、我国电力工业发展情况

1949年，全国发电装机容量只有185万千瓦，年发电量43亿千瓦时，发电装机容量和发电量均居世界第25位，人均年用电量只有9千瓦时。建国后，我国根据电力工业发展的内在规律，确立了电力先行原则，特别是改革开放以来，通过实施集资办电、大规模城农网改造、电力体制改革和电力结构调整等多种措施，提高了电力工业的技术含量，使电力工业不断跨上新的台阶，基本满足了经济发展对电力的需求。特别是改革开放以来，我国电力工业与国家宏观经济的发展规律呈现了一个相互促进的过程，发电装机规模从1978年的5712万千瓦，增加到2009年的87410万千瓦，31年累计增长了14倍。我国发电装机容量已连续14年位居世界第二位。

1. 发电装机快速增长，结构逐步调整，供应能力极大提高

我国“十五”期间电力装机增长迅速，总增加装机相当于建国后前45年的装机总和；“十一五”期间，年均投产容量约8660万千瓦，是世界上发电建设速度最快的国家。我国电力工业从建国初期的185万千瓦装机发展到1亿千瓦，用了38年时间；从1亿千瓦发展到2亿千瓦用了8年的时间；从2亿千瓦到3亿千瓦缩短到5年；从3亿千瓦到4亿千瓦用了4年；从4亿千瓦至5亿千瓦用了19个月的时间；从5亿千瓦发展到9亿千瓦，每亿千瓦增量平均只用了13.5个月的时间。

截至2010年底，全国发电装机容量达到96641万千瓦，其中，水电达到21606万千瓦，火电达到70967万千瓦，水、火电装机容量占总容量的比例分别为22.36%和73.44%；核电装机1082万千瓦；并网生产风电设备容量达到2958万千瓦；气电2650万千瓦，占总容量的2.74%；太阳能、生物质能及垃圾发电299万千瓦。截至

2010 年底，包括水电、核电以及风电、生物质发电等新能源在内的清洁能源装机容量共计 2.60 亿千瓦，占总装机的 26.9%，绿色能源发电量占总发电量比重达到 19.3%。在各省市区，广东、内蒙古、江苏、山东发电设备容量突破 6000 万千瓦，浙江、河南发电设备容量突破 5000 万千瓦，湖北、山西、四川、河北装机容量突破 4000 万千瓦。

2. 发电量保持快速增长

“十一五”期间，全国发电量保持快速增长，发电量由 2005 年的 24975 亿千瓦·时增长到 2010 年的 42272 亿千瓦·时，年均增长 11.10%。其中，水电发电量由 3964 亿千瓦·时增长到 6867 亿千瓦·时，年均增长 10.60%；火电发电量由 20437 亿千瓦·时增长到 34166 亿千瓦·时，年均增长 10.81%；核电由 531 亿千瓦·时增长到 747 亿千瓦·时，年均增长 9.67%；并网风电由 16 亿千瓦·时增长到 494 亿千瓦·时，年均增长 99.1%。

3. 电网不断强化和完善

近年以来，电网建设和发展越来越受到重视，电网覆盖面和现代化程度不断提高，全国跨区联网格局基本形成。

电网规模不断扩大，区域、省电网主网架得到较大发展，电网技术等级不断提高。2010 年底，全国电网 220 千伏及以上输电线路回路长度 44.27 万千米，220 千伏及以上公用变电设备容量 19.74 亿千伏安。随着各省区 500 千伏环网的逐步形成，全国大部分地区已经形成了 500 千伏为主（西北地区为 330 千伏）的电网主网架，电网结构日趋合理、网架日趋坚强。目前，我国电网规模已超过美国，跃居世界首位。2009 年 1 月，晋东南—荆门 1000 千伏特高压交流试验示范工程正式投产；12 月，±800 千伏云南—广东特高压直流工程单极投运，±800 千伏向家坝—上海特高压直流示范工程全线带电，使我国最高直流、交流电压等级分别由±500 千伏和 750 千伏提高到±800 千伏和 1000 千伏，远距离大容量输电能力增强，为全国资源优化配置提供了更高等级的网络平台；500 千伏海南与南方电网海底电缆联网工程投运结束了海南“电力孤岛”的历史。全国 500 千伏电网结构也得到进一步优化和完善，供电能力大大增强。农村电网建设加快，全国“户户通电率”达到 99.85%。

2009 年底，“西电东送”南通道形成“八交五直”大通道，输电能力超过 2300 万千瓦。包括皖电东送东西通道能力 720 万千瓦，以及阳城送江苏 300 万千瓦，中通道输送到华东负荷中心的输电能力超过 1800 万千瓦；±800 千伏向家坝—上海直流线路也在 2010 年投运，中通道能力已超过 2000 万千瓦。2009 年，内蒙古外送通道能力加强，最大能力增加到 400 万千瓦；加上陕西锦界、府谷电厂送河北线路，目前西电东送北通道累计最大送电能力超过 2200 万千瓦；西北能源基地建设将带动北通道规模继续扩大。截至 2009 年底，全国“西电东送”三大通道总输送能力超过 6300 万千瓦，支撑着东、中、西部经济平稳快速发展。在现有基础上，包括长江上游、金沙江、红水河以及黄河上游等流域水电开发以及大型坑口电站建设，到 2020 年，西电东送三大通道输送能力还要扩大 1 倍以上，进一步实现能源资源在更大范围内的优化配置。

4. 节能减排取得明显成效

“十一五”期间,通过加快高参数大容量火电机组建设、加快关停小火电机组、加大热电联产机组建设力度、积极开展现役火电机组节能技术改造等措施,火电机组供电煤耗进一步下降。火电厂供电煤耗和电网输配电线损率持续下降,到2010年底,供电煤耗实现 $333\text{g}/(\text{kW}\cdot\text{h})$,比“十一五”确定的 $355\text{g}/(\text{kW}\cdot\text{h})$ 的目标值多下降了 $22\text{g}/(\text{kW}\cdot\text{h})$ 。“十一五”期间,通过对输变电系统和配电系统进行节能技术改造,使电网线损不断下降,电网输配电线损率实现 6.53% ,比“十一五”确定的 7% 的目标值多下降了 0.47% 。

电力是全国二氧化硫减排的主战场,政府、行业和企业高度重视,2010年电力二氧化硫排放926万吨,提前超额完成国家“十一五”规划的年排放量1000万吨以内的目标要求;2010年,全国电力二氧化硫排放量下降 28.80% ,达到总量控制要求,也保证了“十一五”全国减排目标的实现。电力行业二氧化硫排放量下降,为全国二氧化硫排放量下降做出了重要贡献。

二、电力工业发展政策和目标

电力工业的科学发展是为社会和谐创造雄厚物质基础的重要保证,其发展必须与国民经济发展相适应。目前是电力工业改革与发展的关键时期,电力发展无论对于电力工业的发展还是我国国民经济的发展都具有重要的意义。

我国电力工业在取得辉煌成就和长足进步的同时,也需要在与国民经济协调发展,优化产业结构,不断提高效率,促进环境友好,稳步推进改革等方面继续迈出新步伐。电力工业发展历程证明,电力事业蓬勃发展,既要遵循和把握社会发展和市场经济规律,又必须遵循和把握电力工业自身特有的规律,需要继续保持稳定有序发展,创新发展模式,提高发展质量,加大创新力度,更加重视资源节约与环境保护,更加重视提高经济效益,为实现我国“十一五”经济社会发展目标,提供经济发展的基础保障。

目前,我国人均用电水平仍然较低,适度超前发展依然是首要任务。2010年,我国人均用电量约3146千瓦时,大致相当于美国和德国的 20% ,日本和法国的 30% ;人均生活年用电量仅为380千瓦时,大致相当于美国的 7% ,日本的 14% 。电力工业经过“十一五”不懈努力取得的相对缓和的平衡仍然是低水平的、脆弱的和暂时的,还应考虑到电力结构、备用容量和电力建设周期等特征,因此在供需相对缓和的情况下,发展仍然是我国电力工业的首要任务,要保持一定的规模、速度和投资,避免电力发展的大起大落,使电力适当超前发展,真正发挥好先行官作用。

在科学发展观和宏观调控政策的影响下,为建设资源节约型、环境友好型社会,作为能源工业的重要组成部分,电力工业不断转变发展模式,以节约发展、清洁发展、安全发展,实现电力工业的可持续发展的要求,确定电力工业的发展政策。坚持电力工业适度超前发展的方针,在电源领域,大力开发以水电为主的可再生能源,加快发展核电,优化燃煤发电结构,重点区域发展天然气发电;在电网领域,大力实施发电、输电、变电、配

电、用电、调度等各环节的建设与智能化改造，不断提高电力系统的运行效率、供电质量、互动服务能力和抵御风险能力；加强以特高压电网为骨干网架、各级电网协调发展，进一步提高能源基地外送规模，加强区域电网联系，提高电网安全运行水平，保障大容量输送工程可靠运行，形成更加坚强的电网结构。在发展的过程中，促进电力技术进步，带动装备工业发展；坚持开发与节约并重，引导科学合理用电；深化电力体制改革，进一步发挥市场在配置资源中的基础性作用；完善电源电网协调发展机制，坚持统一规划和统一调度；充分利用国际国内两个市场、两种资源，确保电力安全；构建节约型、和谐型电力工业，促进电力与经济、社会、环境协调发展。

“十一五”期间，我国国民经济继续持续较快发展，工业化、城镇化、市场化、国际化步伐加快，人民生活进一步改善。与此相适应，电力需求在未来几年仍将保持稳定增长的态势，电力工业将迎来更为广泛的发展空间。在此期间，工业用电占主导地位的局面不会发生根本性改变，第一产业用电比重将会有所下降，城乡居民和第三产业用电比重将继续较快增长，空调等用电负荷对电力需求的影响日益显著，“十一五”全社会用电量的年均增速预计在10%以上，电力供应能力将进一步增强。2010年，发电装机容量达到9.66亿千瓦，到2020年预计达18~19亿千瓦，全社会电气化水平进一步提高。

第二节 电力工业的节能减排构成

一、工作领域

在电力行业，节能减排是一项开展了二十余年的基础管理工作，习惯上一直包括节煤、节油、节电、节水、节地和污染预防治理等，符合国家资源节约和环境友好的含义。长期以来，在国家各项政策基础上，电力行业建立了较为系统的规范、标准和管理体系，并把节能减排作为规划、建设、生产和经营的重点工作之一，通过调整和优化电力产业结构，在开发中实现节约，加强技术改造以及节能降耗、污染治理、无渗漏企业、上星级、达标、创一流、行业对标等与效益目标相结合的管理，不断加大基础性管理和设备治理力度，取得了很大成绩；环境保护主要工作已从20世纪烟尘、废水治理发展到二氧化硫减排和氮氧化物控制。在新的形势下，电力行业对节能减排的认识，在保障电力供应和提高企业经济效益的基础上，进一步增加了节约资源、保护环境和提升履行企业社会责任的内涵，同时，也是我国应对气候变化积极行动的重要组成部分。

电力工业作为国民经济的基础产业和主要能源行业，在建设和生产运营中都需要占用和消费大量资源，包括土地、水资源、环境容量以及煤炭、石油、燃气等各类能源，涉及能源转换、输送和使用整个过程，电力工业是节能降耗和污染减排的重点行业。目前，我国电力消费能源约占一次能源的42%，其中发电供热用煤占全国煤炭消费量的50%，电力企业自身消耗电力占全社会用电量的14%左右，电力行业排放二氧化硫占全国排放总量的51%。电力行业充分认识到自己的社会责任，把节约能源，提高能效，减少环境污

染作为企业持续、健康发展的内在动力，通过结构调整、技术改造、优化运行方式和加强管理，围绕节能减排两大目标开展了大量工作，取得了显著的成绩。

在电力行业节能减排行动中，政府、监管机构、行业组织和企业按照各自定位，充分发挥作用，其中企业是根本的主体。近年来，政府在规划制定产业结构调整、电价和运行管理等方面出台了一系列政策文件和措施，监管机构在电力市场建设和管理方面做了基础性工作，行业组织在行业发展研究、统计分析、标准制定、自律管理和交流培训方面开展了综合性工作，企业在完成政府通过行政手段下达的目标责任之外，进一步优化资产结构，提升生产管理水平。

在电力发展过程中，节能减排是一个涉及电力规划、建设、生产和使用全过程综合性目标，包括以下几个方面。

1. 规划是节约的根本

首先，应当在能源开发利用方面采取更强有力的可持续发展政策，大力开发以水电为主的可再生能源，调整和优化能源产业结构，在开发中实现节约，在满足电力需求和经济发展的同时尽可能减少煤炭、石油等矿物燃料的使用；其次，根据我国能源资源和负荷中心分布特点，合理安排能源流向，优化区域能源配置，控制大量电力输送过程中的损耗；第三，优化燃煤发电结构，通过技术进步不断提高发电机组参数和容量等级，建设高效节能机组，发展洁净煤技术，因地制宜发展热电联产，减少电力生产过程中自身能源消耗，提高污染物排放控制水平。电力规划的科学性、权威性处于电力发展的核心和先导地位，应认真规划制订、修订和执行过程中的经验，特别是在水电、核电、热电联产这些需要综合协调领域的问题和不足，充分考虑电力需求变化和投资周期波动两方面因素，避免被动适应和无序发展。

2. 设计是节约的基础

电力是装备性行业，设计一旦完成，其能耗、排放水平基本确定。如果在设计上存在不足，会长期影响运行效率，再行改造也会造成新的损失。因此，根据技术和管理水平的进步，及时修订设计标准，优化设计，打好节约的基础。例如，在相同参数的机组中，能耗水平相差很大，反映机组设计、制造和安装水平。除了与煤种和水资源条件密切相关外，在主机设备条件、辅机设备配置、厂用电范围确定、环保和节水工艺选择等方面，各个时期与各国别设备有相当差异，设计是基础。从总体经济性把握，西部地区、产煤地区对机组能耗要求可适当降低。

3. 技术改造是节约的现实措施

电力存量资产能效提高，重点为在役燃煤火电机组的改造，通过提高机组安全性和可靠性、开展清洁生产、完善自动化及信息化手段，实现对早期 30 万~60 万千瓦机组重点系统和设备技术升级，5 万~20 万千瓦纯凝汽式机组进行“上大压小”、热电联产和综合利用改造，综合提高现有企业经济效益和环境效益。

4. 调度及运行管理是节约的保证

当前全国大部分地区实现了电力供需平衡，电力投资体制逐步理顺，市场竞争初现端倪，原来同一电网内同类型机组安排基本相同的利用小时数的调度方式，已经不利于电力

工业节能减排、结构调整和有序发展目标的实现，需要适时予以改进，在解决调度计划安排、可执行的排序、合理的利益分配和加强监管的前提下，近期实施调度方式，可直接提高能源利用效率。发电企业自身需要加强机组运行管理，通过机组运行监测及优化，使机组在设计工况下运行；优化辅机运行方式，根据机组负荷情况和季节变化合理安排主要辅机经济运行；机组与电网配合，燃煤火电机组可采用复合运行方式，平水期蓄水式水电应优先参与电网调峰，径流式水电及丰水期水电应尽可能满负荷发电，燃气联合循环机组和抽水蓄能机组只参加调峰，以保证大型燃煤机组负荷稳定；电网负荷低谷期间，部分发电机实施进相运行，提高整个系统效率。

5. 电力企业与用户紧密配合是全社会节电的共同责任

在政府的政策引导下，通过电力需求侧管理，可以达到优化运行、节约投资和提高能效的目的。

6. 深化改革是节能减排的长久之计

为提高能源利用效率、保护环境，近期采取行政手段节能减排，长期则应继续坚持电力市场化改革。节能减排应是市场竞争的产物，通过市场竞争的方式，使推动技术进步、提高生产效率成为电力投资者和经营者自觉的主动选择，电力市场化是最大限度地优化资源配置、促进电力节约发展的长效手段。

7. 节能减排也是电力工业发展的永恒主题

在循环经济模式下，通过发展清洁生产，在节能、节油、节电、节水、节地、降低排放、保护生态和综合利用等方面采取措施，实现资源节约型、环境友好型的电力工业。在烟尘、二氧化硫、氮氧化物逐步得到控制之后，烟气中的重金属等污染物的控制将会提到议事日程，而二氧化碳排放在未来将是制约电力工业发展的最大影响因素。华能等主要电力企业正在参与研究开发大幅提高发电效率、实现二氧化碳和污染物近零排放的下一代煤炭发电新技术，为今后发展打下基础。

二、电力行业节能减排政策体系

落实科学发展观，建设资源节约型、环境友好型社会，含义丰富、内容科学，节能减排是突出了当前工作重点的抓手，国家出台了一系列与节能减排相关的法律、法规、规章和其他政策措施，对经济结构调整和电力行业的健康发展产生着重要影响。一是法律制度修订和配套措施出台，包括《可再生能源法》、《节约能源法》和《循环经济促进法》等；二是制定综合措施，包括提出《节能减排综合性工作方案》，制定《节能中长期专项规划》和《国家环境保护“十一五”规划》、《国家酸雨和二氧化硫污染防治“十一五”规划》，实施节能目标和二氧化硫减排目标责任制，淘汰落后产能、控制高耗能高污染行业过快增长，突出十大重点节能工程和千家企业节能行动等节能重点领域工作，要求中央企业率先垂范，建立指标体系，出台财税支持政策，大力发展循环经济，全面推进清洁生产，积极应对气候变化，加强节能减排宣传，全面推动了节能减排工作的开展。节能减排是我国当前经济发展和资源开发利用所应遵循的基本政策，今后需要不断全面推进，进一步体现在

制定和实施发展战略、发展规划、法律法规、产业政策、投资管理以及财税、金融和价格等政策的各个方面，成为全面落实科学发展观的重要保障。

在此基础上，电力行业结合行业特性和发展需要，制定完善了节能减排政策体系，包括以下内容。

1. 规划制定

根据我国经济社会发展目标和国家能源战略，结合电力工业本身的规律和特点，国家制定了能源和电力发展规划，从资源保护、结构调整、环境保护、技术进步、效益提高、资金需求、设备制造、电能节约等多方面进行规划，统筹解决好电力工业发展中的问题，实现电力的安全、稳定、可靠供应。规划是我国电力发展的总体行动纲领。其中，节能减排的原则得到了规划确定。

“十一五”期间，政府部门分别于2007年3月发布了《关于印发现有燃煤电厂二氧化硫治理“十一五”规划的通知》、2007年4月公布了《能源发展“十一五”规划》、2007年9月公布了《可再生能源中长期发展规划》、2007年10月公布了《核电中长期发展规划（2005～2020年）》，所提出的目标已经全面并超额完成。

2. 产业结构调整

国务院于2006年3月12日发出《关于加快推进产能过剩行业结构调整的通知》（国发〔2006〕11号），认为虽然当前电力供需基本平衡，但其在建规模很大，属于存在潜在产能过剩问题的行业。2006年4月18日，国家发展改革委等8部门发出《关于加快电力工业结构调整，促进健康有序发展有关工作的通知》（发改能源〔2006〕661号），针对电站无序建设、电源结构不合理、电网建设相对滞后、电力设备生产增长过快、设备订货过于集中、电力建设质量和安全隐患不容忽视等问题，要求采取有力措施，完善电力规划，实现有序发展；继续做好清理工作，规范建设秩序；加大关停力度，着力结构调整；调整发电调度规则，实施节能、环保、经济调度；落实责任，加强电力建设工程质量和安全管理，促进电力工业健康发展。

在小机组关停方面，国务院于2007年1月20日发布《国务院批转发展改革委、能源办关于加快关停小火电机组若干意见的通知》（国发〔2007〕2号），明确了“十一五”期间上大压小任务和目标。国家发展改革委与30个省、市、自治区人民政府以及五大发电集团公司和两大电网公司签订了目标责任书并出台降低小火电机组上网电价政策，明确了“十一五”期间关停小火电机组的责任、措施和考核办法，各地还采取了积极推广发电权交易等措施。

在电力项目准入标准和要求方面，国家发展改革委发布或会同有关部门发布了相关文件，包括《关于燃煤电站项目规划和建设有关要求的通知》（发改能源〔2004〕864号）、《关于无电地区电力建设有关问题的通知》（发改能源〔2006〕2312号）、《关于印发〈热电联产和煤矸石综合利用发电项目建设管理暂行规定〉的通知》（发改能源〔2007〕141号）、《申报国家发展改革委审核的资源综合利用电厂认定管理暂行规定》（发改办环资〔2007〕1564号）、《国家发展改革委关于印发天然气利用政策的通知》（发改能源〔2007〕2155号）和《关于煤矸石综合利用电厂项目核准有关事项的通知》（发改办能源〔2008〕

101 号) 等文件, 对电力建设项目的资源节约提出了准入要求。

在可再生能源开发利用方面, 国家各有关部门出台了一系列政策。国家发展改革委发布了《可再生能源产业发展指导目录》(发改能源 [2005] 2517 号)、《可再生能源发电价格和费用分摊管理试行办法》(发改价格 [2006] 7 号)、《关于印发促进风电产业发展实施意见的通知》(发改能源 [2006] 2535 号)、《可再生能源发电有关管理规定》(发改能源 [2006] 13 号) 和《可再生能源电价附加收入调配暂行办法》(发改价格 [2007] 44 号), 电监会发布《电网企业全额收购可再生能源电量监管办法》(国家电力监管委员会第 25 号令), 财政部发布了《可再生能源发展专项资金管理暂行办法》(财建 [2006] 237 号), 对鼓励可再生能源开发利用和促进可再生能源并网发电等方面做出了相关规定。

3. 电价政策

电价政策是电力节能减排政策的重要组成部分, 涉及电力企业自身的生产经营和对电力用户的价格引导。国家为了遏制高耗能行业盲目发展, 扶优抑劣, 促进产业结构调整和优化升级, 提高能源利用效率, 促进经济、环境与资源的协调发展, 从 2004 年起, 按照国家产业政策的要求, 将企业分为淘汰类、限制类、允许和鼓励类等类别开始试行差别电价, 并出台了一系列政策文件。多年来, 差别电价政策为高耗能产业淘汰落后生产能力, 促进结构调整和技术升级, 抑制行业盲目扩张, 缓解供电紧张矛盾发挥了重要作用, 但目前看各省的落实情况也存在不同的问题, 需要建立长效机制。

4. 电力运行

2007 年 8 月 2 日, 国务院办公厅发布《关于转发国家发展改革委等部门节能发电调度办法(试行)的通知》(国办发 [2007] 53 号), 要求在保障电力可靠供应的前提下, 按照节能、经济的原则, 优先调度可再生发电资源, 最大限度地减少能源、资源消耗和污染物排放。12 月 19 日, 国家发展改革委、国家环境保护总局、国家电力监管委员会、国家能源领导小组办公室发布《关于印发节能发电调度试点工作方案和实施细则(试行)的通知》(发改能源 [2007] 3523 号), 对相关工作进行了具体安排。从根本上说, 节能发电调度不是一个单纯的技术问题, 涉及电价、利益分配、边界机组运行、小机组关停和调度监管等问题, 需多方共同协作保障。

为保证电力安全稳定和充足的供应, 科学引导电力消费, 国家发展改革委于 2003 年 6 月 3 日下发了《关于加强用电侧管理的通知》(发改能源 [2003] 469 号), 对加强用电侧管理提出了具体要求。2004 年 5 月 27 日, 国家发展改革委、国家电监会印发的《加强用电需求侧管理工作的指导意见》(发改能源 [2004] 939 号) 中对需求侧管理进行了全面安排, 各省(市、自治区)也出台了相应管理办法。2010 年 11 月, 国家发展改革委等六部委印发了《电力需求侧管理办法》(发改运行 [2010] 2643 号), 明确了管理措施和激励措施。

5. 电力二氧化硫减排

国家“十一五”主要污染物减排只针对二氧化硫和化学需氧量。在全国排放量中, 电力二氧化硫排放占 51%, 化学需氧量占 1%, 电力二氧化硫控制在全国减排目标中占举足轻重的地位。实际上, 国家出台的一系列二氧化硫政策措施, 主要实施对象和减排成效的

取得都在燃煤火电二氧化硫的控制和治理领域。

国务院 1998 年 1 月 12 日发布了《关于酸雨控制区和二氧化硫污染控制区有关问题的批复》(国函[1998] 5 号),这是在全国范围组织开展二氧化硫控制和治理的标志性起点文件,随后,国家和政府各部门制定了一系列法律法规文件。《中华人民共和国大气污染防治法》(自 2000 年 9 月 1 日起施行)规定,新建、扩建排放二氧化硫的火电厂和其他大中型企业,超过规定的污染物排放标准或者总量控制指标的,必须建设配套脱硫、除尘装置或者采取其他控制二氧化硫排放、除尘的措施。国家环保总局、国家经贸委、科技部于 2002 年 1 月 30 日发布的《燃煤二氧化硫排放污染防治技术政策》(环发[2002] 26 号),确定了烟气脱硫设施建设技术路线。国家环保总局于 2003 年 9 月 29 日发布的《关于加强燃煤电厂二氧化硫污染防治工作的通知》(环发[2003] 159 号),提出不同地区、不同煤种、不同类型项目烟气脱硫设施建设的规定。

进入“十一五”以来,随着国家环境政策的日益严格、节能减排力度加大和电力工业在迅猛发展的过程中技术水平不断提高,火电厂烟气脱硫得到了实质性巨大进展。为实现“十一五”规划纲要提出的二氧化硫削减目标,《国务院关于印发节能减排综合性工作方案的通知》(国发[2007] 15 号)对火电行业脱硫提出明确要求,国务院并发布了《关于“十一五”期间全国主要污染物排放总量控制计划的批复》(国函[2006] 70 号)、《关于印发国家环境保护“十一五”规划的通知》(国发[2007] 37 号)中,对二氧化硫排放和控制提出了明确指标和要求,国家环保总局《关于印发〈二氧化硫总量分配指导意见〉的通知》(环发[2006] 182 号)、《关于印发〈国家酸雨和二氧化硫污染防治“十一五”规划〉的通知》(环发[2008] 1 号)进行了具体安排,并颁布了《污染源自动监控管理办法》(国家环境保护总局令第 28 号)。国家发展改革委和国家环保总局 2007 年 5 月 29 日发布的《燃煤发电机组脱硫电价及脱硫设施运行管理办法(试行)》(发改价格[2007] 1176 号),进一步完善了脱硫电价政策,同时强化了监管,包括加强脱硫运行在线监测、明确责任及处罚办法和加强监督检查等,以保证政策措施落实到位。为促进烟气脱硫设施建设和运行,国家发展改革委发布了《关于印发加快火电厂烟气脱硫产业化发展的若干意见的通知》(发改环资[2005] 757 号),会同国家环保总局发布了《关于印发现有燃煤电厂二氧化硫治理“十一五”规划的通知》(发改环资[2007] 592 号)和《关于开展火电厂烟气脱硫特许经营试点工作的通知》(发改办环资[2007] 1570 号)等文件,促进了相关环保产业的发展。

第三节 电力一次能源结构优化

一、我国一次能源情况

电力工业节能减排,首先体现在发电一次能源结构方面,火电、水电、核电都得到合理发展,并通过开发新能源和可再生能源,在满足电力需求和经济发展的同时

尽可能减少石油、煤炭等不可再生能源的使用，实现在开发中节约、在开发中减排的根本目标。

2010年，我国能源消费量32.5亿吨标准煤，居世界第二位。由于中国经济处于工业化的中期阶段，与发达国家、新兴工业化等后工业化国家处在不同的经济发展阶段，经济发展对能源的依赖要大得多。目前，中国人均能源和电力的消费水平都比较低，人均一次能源消费、人均净用电量只有世界平均水平的60%，是发达国家的(1/9)~(1/3)，因此，能源工业的发展仍然是中国的主要任务。在今后15年时间里，中国对能源需求的增长依然强劲，预计到2020年能源需求超过45亿吨标准煤，人均接近目前世界平均水平。

我国一次能源消费构成中，长期以煤炭为主的格局一直未曾改变，煤炭消费量在一次能源消费总量中所占比重最高的1952年曾经占到96.74%，20世纪50~60年代占到80%~90%，1980年降为72.2%，80年代有所上升，到1990年上升为76.2%，随后处于下降趋势，2000年为66.1%，2008年为68.7%。我国是世界上少数几个以煤为主要一次能源的国家，在2005年全球一次能源消费构成中，煤炭仅占27.8%。与石油、天然气等燃料相比，单位热量燃煤引起的二氧化碳排放比使用石油、天然气分别高出约36%和61%。近年来，通过积极调整能源消费结构，煤炭消费的比重趋于下降，优质清洁能源消费的比重逐步上升，从1990年到2008年，煤炭消费比重下降7.5个百分点，油气比重由18.7%提高到22.5%，水电、核电等比重由5.1%提高到8.9%。从总体上来讲，能源消费结构由以煤为主的单一结构逐步向煤炭、石油、天然气、水电、核电、风能、太阳能等多元方向发展，能源消费结构将会不断得到优化。我国能源消费总量及构成见表1-1。

表 1-1 我国能源消费总量及构成

年份	能源消费总量 /万吨标准煤	占能源消费总量的比重/%			
		原煤	原油	天然气	水电
1957	9644	92.3	4.6	0.1	3.0
1965	18901	86.5	10.3	0.9	2.7
1970	29291	80.9	14.7	0.9	3.5
1975	45425	71.9	21.1	2.5	4.6
1978	57144	70.7	22.7	3.2	3.4
1980	60275	72.2	20.7	3.1	4.0
1985	76682	75.8	17.1	2.2	4.9
1990	98703	76.2	16.6	2.1	5.1
1995	131176	74.6	17.5	1.8	6.1
2000	130297	66.1	24.6	2.5	6.8
2005	223319	68.9	21.0	2.9	7.2
2008	285000	68.7	18.7	3.8	8.9

一次能源转换为电能的比重和电能占终端能源消费量的比重,是衡量一个国家经济发展水平、能源使用效率乃至整个经济效率的高低和环境保护程度的重要标志。我国电力消费在一次能源中的比重见表 1-2。

表 1-2 我国电力消费在一次能源中的比重

年份	比重/%	年份	比重/%
1980	20.60	2005	41.39
1985	21.32	2006	43.10
1990	24.68	2007	44.20
1995	29.58	2008	40.94
2000	41.72	2009	

在我国发电量中,主要以火电、水电为主,其中火电发电量一直在 80%左右,见表 1-3。

表 1-3 发电量构成及比重

年份	总计/亿千瓦时	火电		水电	
		发电量/亿千瓦时	比重/%	发电量/亿千瓦时	比重/%
1952	73	60	82.6	13	17.9
1957	193	145	75.0	48	24.8
1965	676	572	84.6	104	15.4
1970	1159	954	82.3	205	17.7
1975	1958	1482	75.7	476	24.3
1980	3006	2424	80.6	582	19.4
1985	4107	3183	77.5	924	22.5
1990	6213	4950	79.7	1263	20.3
1995	10069	8074	80.2	1868	18.6
2000	13685	11079	81.0	2431	17.8
2005	24975	20437	81.8	3964	15.9
2009	36812	30117	81.8	5717	15.5
2010	42278	34166	80.8	6867	16.2

我国以煤为主的能源特点短期内难以改变,根据世界主要工业国家经验,煤炭利用应以发电为主(发达国家煤炭 80%以上用于发电),社会对能源的需求应尽可能通过电力这种二次能源形式来实现。应不断提高煤炭用于发电及热电联产的比例,大幅度提高煤炭利用效率,减少原煤消耗,集中解决污染问题,做到高效、清洁利用煤炭。煤炭总消费与发电用电量情况见表 1-4。

在世界各国中,我国燃煤发电所占比例大幅度高于其他国家。在这样的资源环境前提下,大力调整能源结构,开发利用水电和其他可再生能源就更为重要。2008 年世界主要工业国家各种能源发电量比例见表 1-5。