

第一章 节能发电调度的意义与内容

电力工业是六大高耗能、高污染行业之一。2010 年数据显示, 中国燃煤发电消耗全国煤炭的 50%, 用水量占工业用水量的 40%, 二氧化硫排放占中国总排放量的 54%, 2009 年中国供电煤耗^①比世界先进机组大约多消耗 50 克标准煤/千瓦时, 根据当年中国全口径发电量 36812 亿千瓦时计算^②, 相当于该年度多消耗 1.8 亿吨标准煤; 2009 年中国电网线损率 6.49%, 高于先进水平 1 个百分点, 相当于多损失电量 300 多亿千瓦时, 折合标准煤 1020 万吨。

为提高电力工业能源使用效率, 节约能源, 减少环境污染, 促进能源和电力结构调整, 确保电力系统安全、高效运行, 实现电力工业的可持续发展。2007 年 8 月, 国务院办公厅转发了国家发改委等四部门联合制定的《节能发电调度办法(试行)》(国办发〔2007〕53 号), 要求改革现行发电调度方式, 开展节能发电调度, 并确定率先在广东、江苏、河南、四川、贵州五省试行节能发电调度。经过几年的努力, 试点省份基本上建立了节能发电调度的管理系统和技术支持系统, 并于 2010 年 5 月 26 日在贵州举行节能发电调度现场会。实践证明, 开展节能发电调度, 对于降低能源消耗和减少污染物排放量, 推动国民经济又好又快发展具有重要意义。

① 340 克标准煤/千瓦时。

② 根据中电联公布的数据测算。

一、节能发电调度的意义

（一）节能发电调度有利于降低发电用煤的消耗量

2010 年，我国能源消费总量占世界总量的 20%，但是 GDP 不足世界的 10%；我国人均能源消费与世界平均水平大体相当，但人均 GDP 仅是世界平均水平的 50%；我国的 GDP 总量和日本大体相当，但能源消费总量是日本的 4.7 倍；我国的能源消费总量已经超过美国，但经济总量仅为美国的 37%^①。2010 年，我国化学需氧量排放 1238 万吨，二氧化硫排放 2185 万吨，均居世界首位，其他如氮氧化物、废水、固体废弃物等的排放都在迅速增加。

电力作为清洁、便利、优质的二次能源正在得到越来越广泛的应用，电能占终端能源消费的比重也越来越大。1980～2009 年，电能在我国终端能源消费中的比重从 6.8% 增长到 19.6%。电力行业在生产或进行能源转化的同时，也是能源消费大户，与国际先进水平相比，火力发电的发电煤耗差距为 7.4%，供电煤耗差距 9.7%，电网综合线损率与国际先进水平相差 1.5 个百分点。提高电能占终端能源消费比重，可以提高能源利用效率，降低能源消费强度，进一步促进节能减排。节能发电调度有利于提高电力工业能源利用效率，节约能源，减少污染物排放。

从我国发电调度原则和排序看，调度的重点是燃煤发电机组。以煤为主的能源结构导致我国电源结构以煤电为主，煤电发电比例占 70% 以上。而且我国电力行业电源结构不合理，能耗高、效率低、污染重的小火电机组仍占一定的比例。据统计，目前我国发电用煤消耗量已经占煤炭消费总量的 50% 以上，致使我国酸雨、臭氧、细粒子污染与温室气体排放问题非常突出。在“十一五”期间，为全面控制二氧化硫和酸雨污染，我国加大了结构调整力度，30 万千瓦及以上火电机组占全部火电机组的比重从 2000 年的 42.7% 提高到 69.4%，已投运百万千瓦超超临界机组 21 台，是世界上拥有百万千瓦超超临界机组

^① 刘铁男．我国能源消费总量增长过快凸显能源消费总量控制紧迫性．新华网，2011-7-8．

最多的国家。但总体上我国电力结构性问题仍然比较突出，30 万千瓦以下小火电机组所占比重仍然较高。

从图 1-1 中可以看出，截止到 2008 年底，我国单机 6000 千瓦及以上火电机组装机容量为 5.86 亿千瓦，其中，60 万千瓦及以上火电机组装机容量占全部火电机组装机容量的比重为 31.3%，30 万~60 万千瓦（含 30 万千瓦）的火电装机容量占 33.9%，30 万千瓦以下火电机组装机容量占 34.8%。不同规模煤电发电机组，由于其蒸汽容量和发电效率等运行参数存在差异，其发电标准煤耗存在显著差异（见表 1-1）。

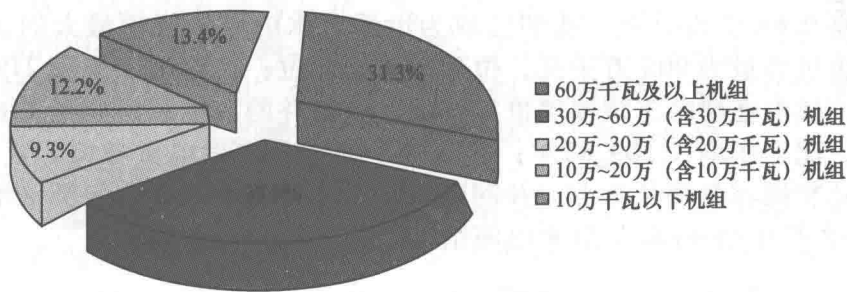


图 1-1 2008 年我国不同装机规模火电机组所占比重

从表 1-1 中可以看出，大容量煤电机组发电标准煤耗较低，小火电机组发电标准煤耗较高。如前文所述，实施节能发电调度推动了电源结构的优化，促进了可再生能源发电机组与大型环保机组的发展，这同时也极大地降低了发电用煤的消耗量，对节能减排具有重要意义。

表 1-1 不同机组的发电煤耗水平

机组水平	发电煤耗		
	克标准煤/（千瓦时）	克原煤/（千瓦时）	万吨/（亿千瓦时）
100 万千瓦以上	290	378	3.78
60 万~100 万千瓦（含 60 万）	300~320	420~448	4.20~4.48
30 万~60 万千瓦（含 30 万）	325~340	455~475	4.55~4.75
20 万~30 万千瓦（含 20 万）	360~365	504~511	5.04~5.11
10 万~20 万千瓦（含 10 万）	385~410	540~574	5.4~5.7
10 万千瓦以下	490	686	6.86

(二) 节能发电调度促进了电力结构进一步优化

节能发电调度要求电网企业强制优先收购可再生能源发电企业发电量，有效解决了可再生能源并网发电竞价无优势等问题。这些措施的强制实施将有利于可再生能源发电企业获得盈利，促进了可再生能源发电比例的提高。据统计，到 2009 年底，我国非化石能源发电装机容量所占比重加大。全国 6000 千瓦及以上电厂非化石能源（水电、核电、风电、太阳能、地热、潮汐能等清洁能源以及生物质能、垃圾能、余热余压能等资源循环利用）发电装机容量合计为 2.22 亿千瓦。其中，水电装机容量 1.96 亿千瓦，占总装机容量的 22.46%，比重比上年提高 0.68 个百分点，我国已成为世界上水电装机规模最大的国家。核电装机容量为 908 万千瓦，位列世界第九位；在建施工规模 2192 万千瓦，核电在建施工规模居世界首位。全国并网风电装机容量 1760 万千瓦，比上年增长 109.82%；2009 年，全国风电发电量增长 111.1%，高于其装机容量增长速度，并网风电装机和发电量连续四年翻倍增长。图 1-2 是中国 2000 年以来电源结构变化趋势。

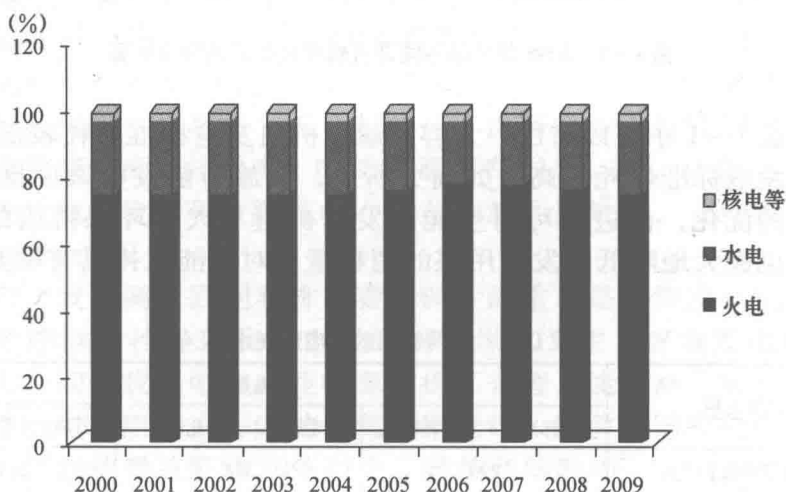


图 1-2 2000 年以来我国电源结构变化情况

同时，随着节能发电调度的实施，高耗能、高污染的发电机组能够获得的发电小时数将越来越少，而高效能大机组将凭借其煤耗优势而获得较高的电量乃至满发，客观上有利于低效小火电机组加快关停，

优化电力结构。据统计,“十二五”期间,全国累计关停小火电机组 7682 万千瓦。

实施节能发电调度既有利于贯彻落实节能减排目标,也有助于加快电源结构调整,促进可再生能源发电机组和大型环保机组的发展,迫使高耗能和高污染的小煤电以及燃油发电机组逐步退出市场,对促进电力产业结构整体优化升级产生推动作用。

(三) 节能发电调度大幅度降低了大气污染物的排放

实施节能发电调度不仅促进了清洁能源和可再生能源的发电比例,有利于电源结构调整,降低化石燃料消耗量;而且由于不同规模火电机组的煤耗水平存在显著差异,实行节能发电调度后,节能环保的高效机组利用率将明显提高,小型燃煤、燃油机组将难以上网发电。通过限制小火电机组发电,促进小火电机组逐步淘汰,从而降低电力行业平均发电煤耗水平,减少二氧化硫、烟尘、氮氧化物、汞、二氧化碳等污染物的排放量。

据国家发改委 2008 年的测算,我国单机 10 万千瓦及以下小火电机占火电装机容量的比例近 30%,小火电机组能耗高、污染重,如全面实施节能发电调度,每年可节约 9000 万吨标准煤。能够大幅度降低二氧化硫、氮氧化物、烟尘、二氧化碳、汞等污染物的排放量,产生巨大的环境效益(见表 1-2)。

表 1-2 节能发电调度的环境影响评估

节约煤耗	污染物排放量(万吨/年)				
万吨标准煤/年	二氧化硫	氮氧化物	烟尘	汞	二氧化碳
9000	201	70.6	69.2	2.37×10^{-4}	32759.3

从表 1-2 中可以看出,全面实施节能发电调度后,我国将实现每年节约标准煤 9000 万吨,同时减少二氧化硫排放量 201 万吨/年,氮氧化物排放量 70.6 万吨/年,烟尘排放量 69.2 万吨/年,汞排放量 2.37 吨/年,二氧化碳排放量 32759.3 万吨/年。因此,节能发电调度有利于更好地实现电力行业节能减排目标,促进电力行业可持续发展。

可以说,节能发电调度是推进节能减排工作的现实选择,是电力行业落实科学发展观的重要举措,是对原有发电调度方式的制度性变革,它对有效减少化石能源消耗、降低污染物排放、提高发电机组综

合效率、积极探索并走出一条适合中国电力工业可持续发展道路都具有重要的现实意义和深远的历史意义。

二、节能发电调度的基本办法

电力调度是电力系统运行的指挥中枢，但是调度方式由调度制度所决定。新中国成立以来，我国电力调度制度随着宏观经济管理体制的改革发生了一系列的变化。

（一）节能发电调度相关规定

2007年8月，国务院发布了《节能发电调度办法（试行）》（以下简称《办法》），该《办法》在降低单位GDP能耗、转变国民经济增长方式、推进电力行业改革等诸多方面将产生重大影响。节能发电调度从广东、贵州、河南、四川、江苏等试点省份开始实施，通过试点逐步覆盖全国所有并网运行的发电机组。

2008年3月，电监会发布了与节能发电调度相关的《发电权交易监管暂行办法》。发电权交易是指以市场方式实现发电机组、发电厂之间电量替代的交易行为，也称替代发电交易。发电权交易的电量包括各类合约电量，目前主要参照省级人民政府下达的发电量指标。发电权交易原则上由高效环保机组替代低效、高污染火电机组发电，由水电、核电等清洁能源发电机组替代火电机组发电。纳入国家小火电机组关停规划并按期或提前关停的机组在规定期限内可依据国家有关规定享受发电量指标并进行发电权交易。

2008年4月3日，国家电监会、国家发改委、环保部印发《节能发电调度信息发布办法（试行）》，重点解决了三个方面的问题：一是明确了节能发电调度信息的内涵，明确了电力监管机构、试点省政府有关部门、电力调度机构、电力企业应当发布的节能发电调度信息内容；二是明确了节能发电调度信息发布的方式，对各发布主体发布节能发电调度信息的手段、时限、发布对象等进行了界定；三是在节能发电调度信息发布工作中，应有效发挥电力监管机构和省政府有关职能部门的作用。

2009年12月，国家电监会等三部门联合发布《关于节能发电调



度试点经济补偿有关问题的通知》(以下简称《通知》)。要求各试点省政府结合本省实际情况,研究制定节能发电调度经济补偿办法。规定对列入节能发电调度方案但排序靠后、处于冷备用状态而少发电量的发电机组给予一定的经济补偿;对于因发电机组自身原因减发或者不发的,不予补偿。该《通知》明确,经济补偿办法适用于试点省所有并网运行的发电机组和电网经营企业,发电机组包括纳入节能发电调度试点范围且并入主网运行的各类公用电厂、企业自备电厂的发电机组以及与主网相连接的地方电网发电机组。

(二) 节能发电调度排序方法

节能发电调度改变了传统的发电调度方式,取消了按行政计划分配发电量指标的做法,制定并实施新的调度规则;除独立电网外,将所有并网发电的机组调度权集中到省级及以上电力调度机构;按照机组类型、能耗和污染排放水平进行机组发电排序,事先确定并公布各类各台发电机组的发电次序,合理安排备用容量,严格进行安全校核,大范围优发电机组的排序和组合,努力使电能生产和供应中消耗的能源最少;实时调度过程中,根据既定的机组排序,按照各机组申报的发电能力和发电时间,依次调度。

机组发电排序的序位表(以下简称排序表)是节能发电调度的主要依据。各省(区、市)的排序表由省级人民政府责成其发改委(经贸委)组织编制,并根据机组投产和实际运行情况及时调整。节能发电调度下各类机组的排序原则为:①无调节能力的风能、太阳能、海洋能、水能等可再生能源发电机组;②有调节能力的水能、生物质能、地热能等可再生能源发电机组和满足环保要求的垃圾发电机组;③核能发电机组;④按“以热定电”方式运行的燃煤热电联产机组,余热、余气、余压、煤矸石、洗中煤、煤层气等资源综合利用发电机组;⑤天然气、煤气发电机组;⑥其他燃煤发电机组,包括未带热负荷的热电联产机组;⑦燃油发电机组。同类型火力发电机组按照能耗水平由低到高排序,节能优先;能耗水平相同时,按照污染物排放水平由低到高排序。机组运行能耗水平近期暂依照设备制造厂商提供的机组能耗参数排序,逐步过渡到按照实测数值排序,对因环保和节水设施运行引起的煤耗实测数值增加要做适当调整。污染物排放水平以省级环保部门最新测定的数值为准。上述各类电源在日负荷曲线上的工作位置如图1-3所示。

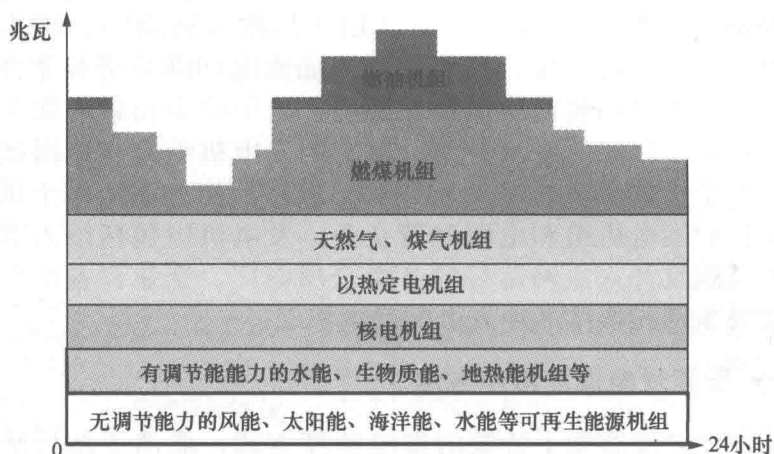


图 1-3 按能耗调度的节能发电调度序位

在机组发电组合方案的制订方面，省级发改委（经贸委）负责组织开展年、季、月、日电力负荷需求预测及管理工作，并定期向相关部门及电网和发电企业发布预测信息；根据负荷预测和发电机组实际运行情况，制定省（区、市）年、季、月发电机组发电组合的基础方案。各级电力调度机构应按照排序表和发电组合的基础方案，并根据电力日负荷预测和发电机组的实际发电能力、电网运行方式，综合考虑安全约束、机组启停损耗等各种因素，确定次日机组发电组合的方案。省级电力调度机构依据本省（区、市）排序表和各机组申报的可调发电能力，确定发电机组的启停机方式，形成满足本省（区、市）电力系统安全约束的机组次日发电组合方案，报所在区域电力调度机构。区域电力调度机构在各省（区、市）机组次日发电组合方案的基础上，依据本区域内各省（区、市）排序表、各机组申报的可调发电能力、跨省输电联络线的输送电能力和网损，进一步优化调整本区域内发电机组的启停机方式。国家电网公司和南方电网公司电力调度机构依据跨区域（省）输电联络线的输送电能力、网损以及发电机组排序结果，按照《办法》第十条的原则，协调所辖各区域（省）的发电机组启停机方式，形成各区域机组日发电组合方案，下发各区域（省）电力调度机构执行，并抄报有关省（区、市）发改委（经贸委）和区域电力监管机构。

各级电力调度机构依照以下原则，对已经确定运行的发电机组合理分配发电负荷，编制日发电曲线。①除水能外的可再生能源机组按



发电企业申报的出力过程曲线安排发电负荷。②无调节能力的水能发电机组按照“以水定电”的原则安排发电负荷。③对承担综合利用任务的水电厂，在满足综合利用要求的前提下安排水发电机组的发电负荷，并尽力提高水能利用率；对流域梯级水电厂，应积极开展水库优化调度和水库群的联合调度，合理运用水库蓄水。④资源综合利用发电机组按照“以（资源）量定电”的原则安排发电负荷。⑤核电机组除特殊情况外，按照其申报的出力过程曲线安排发电负荷。⑥燃煤热电联产发电机组按照“以热定电”的原则安排发电负荷。超过供热所需的发电负荷部分，按冷凝式机组安排。⑦火力发电机组按照供电煤耗等微增率的原则安排发电负荷。节能发电调度要坚持“安全第一”的原则。电力调度机构应依据《电力系统安全稳定导则》的要求，对节能发电调度各环节进行安全校核，相应调整开停机方式和发电负荷，保障电力系统安全稳定运行和连续可靠供电。

（三）节能发电调度的基本流程

省级发改委会同省级环保部门根据发电企业申报的机组参数，予以核定后，综合考虑机组类型、火电机组能耗水平、环保和节水设施配置等因素，编制本省发电排序表。新机组依照设计参数申报，商运机组依照实测参数申报，机组大修或改造后需再次进行参数测试。排序表必须经过公示后才能予以下达，排序表每季度修订一次。

省级发改委以本省发电机组排序表和负荷预测结果为依据，制定本省年、季、月机组发电组合的基础方案。

省级调度机构根据发电企业申报的相关信息，结合次日的电力负荷需求预测、省间联络线交换电量计划、设备检修和安全约束等情况，依据机组排序表和月度机组发电组合基础方案，确定次日发电机组组合。

区域调度机构根据省级调度机构次日发电组合方案，对各省边际机组的供电煤耗率进行比较，使得区域中各省的边际供电煤耗率趋同，或跨省联络线达到输送容量极限。节能发电调度基本流程如图 1-4 所示。

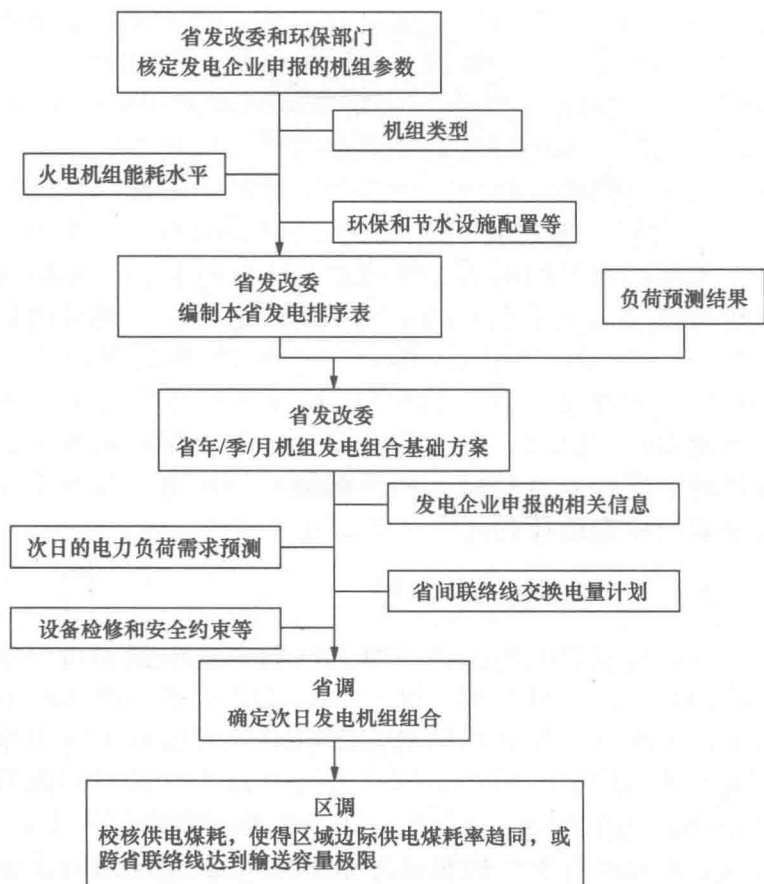


图 1-4 节能发电调度基本流程

三、节能发电调度方式的特点与影响

(一) 中国电力调度的制度演进

1. 计划调度

在计划经济时期, 电力供应短缺, 为了满足负荷要求, 电力系统实行多台机组按发电计划联合运行的调度制度。国家计划部门按照国民经济发展的总指标、电力负荷预测量和机组的容量参数制定年度发



电计划,电力工业部按照计划规定的发电量安排生产,各大区电网归口统一核算,当时,发电厂只是电网的一个生产车间,完全按电网调度指标安排发电生产,这一阶段的电网调度制度是具备高度集中的控制特点。

计划经济时期电网调度的关键制度因素(Key System Factory, KSF)是计划指标。由电量指标提供的信息指挥发电厂根据电网下达的指标安排生产,从而构成了电力工业运行方式及厂网合作的秩序,这一调度制度的设计与当时我国计划经济体制是相适应的。

2. 经济调度

20世纪七八十年代我国电力短缺,各级政府通过“集资办电”的制度创新,投资建设了许多地方性发电厂,众多发电机组具有不同的燃料转换特性、发电企业的经济效益和所有权的不同。在当时统一核算的电网中,为了平衡厂与厂、厂与网之间的利益、节约成本、降低消耗,电网开始实施经济调度的新制度。

经济调度(Economic Dispatch, ED)的优化目标是基于机组耗量特性的机组容量最优分配,采用的调度原则是等耗量微增率准则。按照经济调度的规则,其关键制度因素依据的是区域电网总煤耗最小这一指标,根据燃料能量的输入率和输出功率的关系曲线进行发电负荷分配,经济调度在某些地区运行。尽管发电总费用与很多因素相关,但是区域电网统一核算模式下的燃料费用最小是经济调度制度所考虑的主要因素。但我国各地区、各时段都存在高峰期“既缺容量,又缺电量”的缺电现象,目前更是在非高峰期也出现短缺的现象,这就导致经济调度的手段难以真正实施。如有些电网为了平衡各发电商的利益,不得不对某些发电企业的发电量进行适当的照顾。所以,真正意义上的经济调度仍然存在着一些政策和规则的盲区。

3. 竞价上网

2002年国务院出台电力体制改革方案“厂网分开,竞价上网”,将国家电力公司的发电资产出售,通过重组和兼并成立五大国有发电公司(华能、大唐、国电、华电和中电投)和国家电网公司、南方电网公司。几年后,东北、华东电力市场开展了竞价试点。发电结算电价分别采用两部制、一部制形式。目前,试点已经告一段落,发电市场不是通过市场机制实现资源配置,发电量的安排通过计划机制实现,调度中心根据各发电厂的装机容量平均分配,让各个电厂的设备利用小时数相当。各个发电公司的上网电价为规制电价,根据成本加成的

规制模式制定。

4. 节能发电调度

自中国政府在“十一五”规划中首次提出节能减排约束性目标以来,在政府的主导下开始实施电网调度的新规则——节能发电调度。

节能发电调度的关键制度因素是在一定的区域内,发电机组上网次序由电网调度通过单台机组能效指标进行排序。节能发电的优先顺序分别是:可再生能源,包括水电、风电、生物质能发电以及垃圾发电;核电;天然气发电,包括煤层气发电、煤气化发电、热电联产发电等;燃煤发电;燃油发电。节能发电调度制度采取合理调用相应区域电力系统发电、供电设备能力,在满足社会用电需求和电网安全的同时,优先使用可再生能源和清洁发电资源,依次排序使用其他发电资源,减少环境污染,使整个电力系统在节能、环保的方式下运行。我国贵州省、河南省是全国首批参与节能发电调度试点的省份之一,其他3个省分别是四川、江苏、广东。

实施节能发电调度的程序是按照次日负荷需求预测、省间联络线交换电量计划、设备检修和安全约束等情况,依据各省发改委提供的排序表,确定次日发电机组组合,依序安排发电机组发电,实现节能、环保的目标。

(二) 不同发电调度方式的比较

1. 节能发电调度与经济发电调度

节能发电调度以节能、环保为目标,实现电力系统调度的优化和改进,是初级电力市场环境下实现节能减排的重要举措。

与经济发电调度相比,节能发电调度的主要改进表现在以下几个方面:①《办法》明确规定“优先调度可再生发电资源”,从制度安排的角度给可再生能源以优先上网发电的保障,从环保角度出发,提出了可再生能源发电的激励机制。②在安排机组排序时,考虑了节能与减排的因素,同类型火电机组按照能耗水平由低到高排序,节能优先;能耗水平相同时,按照污染物排放水平由低到高排序。③电力调度机构应积极开展流域水电优化调度和水火联合优化调度,提高水资源利用率,并充分发挥水电的调峰、调频等作用。④结合我国电力市场基本情况,以发电调度改革为契机,逐步实现以行政安排为主要手段向市场机制调节为主过渡。

节能发电调度,是行政性手段与市场机制两种办法的结合,体现

了技术优化和经济补偿两重属性。它比传统经济调度更注重节能和环保的目标实现，同时兼顾了市场机制下的影响，但与市场条件下的竞价模式相比，又带有一定的行政色彩。为了顺利实现节能发电调度，除对机组进行合理排序，对调度方式进行优化，同时采取经济补偿办法外，还要寻找节能发电调度的市场运行机制，实现节能发电调度方式与电力市场建设的有机结合。表 1-3 列示了不同调度模式比较。

表 1-3 发电调度模式比较

调度模式	目标	约束条件	特点
传统经济调度	系统燃料消耗量或费用最小	功率平衡机组最大最小出力	煤耗等微增率
竞价模式	系统的购电成本最小	厂网分开、竞价上网功率平衡、网络安全	全网购电成本最优
节能发电调度	节能、环保、经济多目标协调	功率平衡、电网和机组复杂的约束条件、环境容量约束	多目标综合

2. 节能发电调度与竞价上网

节能发电调度，主要考虑上网机组的能耗指标与污染物排放指标，确定发电机组上网排序、机组发电组合方案的制订与机组负荷的分配。竞价上网是依据所报上网电价的高低来决定其发电的先后排序。在竞价上网的电力市场中，除了优先调度的再生能源机组外，对于燃煤火电机组来说，以价格机制为主要决定条件。

从本质看，两者都旨在降低能耗，科学合理利用能源。但节能发电调度更多地从减少能源消耗和降低污染物排放指标角度考虑，电力市场竞价上网则是运用市场价格机制来进行发电资源的优化配置。从电价看，两者有明显差异。发电侧电力市场的基本因素包括合约电价和现货电价；而节能发电调度的电价仍然沿用政府批复的上网电价。如果电价能够真正反映不同电源的完全成本，那么节能发电调度与竞价上网模式的结果应该是一致的。

(三) 节能发电调度对电力系统产生的影响

节能发电调度对电网调度制度的影响包括以下几个方面：

- 1. 将均衡分配发电量指标的调度原则改为以能耗为标志的机组排序
节能发电调度将从制度上将高效低耗的机组作为优先调度的选择

对象，一改历史上多年采取的发电机组之间平均分配负荷指标的“大锅饭”现象。优化调度规则的标志是节能减排，调度参数是机组的供电煤耗，各类机组按单机煤耗的高低进行排序。对发电商的直接影响是机组的技术水平决定了发电效益；间接影响到发电集团内部的中小型发电机组的生存和人员安置。这一调度规则是发电技术进步的一个推力。它的实施将促进发电企业改进发电技术，降低煤耗，参与竞争。

2. 优化了发电机组组合

考虑节能、环保成本因素竞争上网的基本点是按能效高低配置资源，电力调度中心根据政府制定的节能发电调度规则按照发电商的煤耗高低形成机组发电组合与排序。

节能减排的机组是以可再生能源发电为优先级，其次是清洁能源发电，如天然气、洁净煤发电，最后到电网高峰电力供不应求时才会使用中小机组发电。所以，在节能发电调度的新规则下，发电机组不仅在发电的先后排序上发生了变化，在机组的发电组合上也相应发生了很大变化，原先的水电机组多做备用，而在节能发电调度中，水电机组可能优先占位发电，可减少该地区电网的燃煤消耗，在不同的发电机组组合上也会发生变化。与此同时，机组出力由煤耗的高低决定，这些能耗相对较高机组的运行时间十分有限，有的机组甚至只有尖峰时段几十个小时发电。四川电网所进行的节能发电调度经验证明，能耗高的机组面临亏损或淘汰。

3. 对电网公司经营成本产生的影响

对于习惯大容量煤电机组发电的电网调度来说，首先，可再生能源发电带来的多种电源结构必然会对电网企业的经营管理、系统安全维护等产生前所未有的影响。其次，可再生能源发电价格是政府制定的支持性价格，节能减排发电排序可能会引起电网购电成本增加。如某地区目前燃煤电厂的上网电价在 0.38 元/千瓦时，而气电在 0.48 元/千瓦时，风力发电上网价格在 0.58 ~ 0.61 元/千瓦时，太阳能在 1.09 元/千瓦左右，优先排序导致电网优先购入的是价格高的电，同时还要购买网内辅助服务机组。最后，风电、太阳能等不稳定性电源进入电网，会对电网安全稳定和电能质量产生影响，电网的调度计划将不得不进行调整或变革，因为可再生能源将依赖更多的辅助服务才能克服间歇性达到稳定运行。经过四川电网的试点经验粗略测算，节能发电调度使统一购电的均价有所提升，大约会使电网公司多支出 3% 的购电成本。



4. 促进电源规划根本变革

节能发电调度规则一方面决定发电商的参与上网资格和先后顺序,另一方面建立了发电商在市场竞争的新规则,对发电商的上网电量起着决定性作用。目前,在电力市场机制发展不完善的情况下,参与节能发电调度的每一发电商还不可能对价格、售电市场及其购电商进行自主选择,节能发电调度规则就是决定发电商能发多少电,有多高的投资回报的市场条件。发电商将在此规则下,考虑投资什么类型的发电机组,单台容量和总容量投多少,电厂选址和并网方式、机组间以什么方式组合和运行,污染物排放程度,等等。显然,节能减排规则将对我国未来发电产业的投资方向和规模产生重要影响。

5. 调整电网规划和电力工业布局

电网规划是对供电区域的前期建设的安排,包括电网规划中输电与配电网的供需平衡方式、联网方式、各电压等级输电和配电线路与变电设施的更新改造投资规模和时间、主网之间、主网与分布式电源的并网及其微电网规划、可再生能源的布局、可供的装机容量大小、高耗能产业集聚等。

节能发电调度的新规则将对电力工业布局产生深刻影响。以前规划燃煤电厂的地方现在要优先考虑可再生能源并网,这成为电网规划的新前提,需要在保证燃煤发电机组与负荷之间的供求平衡和有功交易与辅助服务平衡的前提下,再进行发电容量等技术参数的设计。

总之,计划调度、经济调度、节能发电调度是中国电力工业在不同的电力管理体制和市场环境下电网调度运行的模式。节能发电调度推进了中国电力系统供需平衡理论和实践创新,形成中国电力系统运行方式的特色,受到世界能源与电力工业的广泛关注。

第二章 节能发电调度试点效果分析

一、贵州省节能发电调度试点效果分析

(一) 贵州电网基本情况

1. 基本情况

贵州省位于中国大西南的东部，贵州电网下属于南方电网公司，与四川、重庆、云南、广西、广东等电网相联，供电面积 17.6 万平方公里，供电总人口 3793 万人，占全国总人口的 2.86%。

截至 2010 年 4 月底，贵州电网统调装机容量 2567 万千瓦。其中，火电装机 1654 万千瓦，水电装机 913 万千瓦。2009 年全年贵州电网完成统调发电量 1171 亿千瓦时，其中火电 963.24 亿千瓦时，水电 207.76 亿千瓦时。省内售电量 637 亿千瓦时，外送电量 441 亿千瓦时。

2. 电力电量平衡预测情况

(1) 统调负荷和用电量预测。“十一五”规划后期，贵州省全社会用电量年增长率在 9% ~ 12%，且贵州省矿产、煤炭资源较丰富，今后具备加快发展的自身优势，考虑适当的综合电耗水平及电力弹性系数等因素，预测 2020 年贵州省的全社会需电量将在 1370 亿千瓦时以上。《南方电网“十二五”规划》参考贵州电网中长期规划的负荷预测水平，提出了贵州“十二五”及中长期全社会需电量的低、中、高三个方案，预测低、中、高三种方案下贵州最大负荷分别达到 1400 万千瓦、1490 万千瓦、1570 万千瓦。

贵州冬季日最大负荷一般发生在 20:00 点左右，而夏季一般在 21:00 点左右；2006 年冬、夏日负荷率 0.86 左右，日最小负荷率冬季

0.743、夏季0.7。以后,随着第三产业用电和生活用电的增加,日负荷率及最小负荷率呈下降的趋势。根据预测结果,2010~2020年日负荷率在0.84~0.81,日最小负荷率夏季为0.686~0.65、冬季为0.657~0.62(见图2-1)。

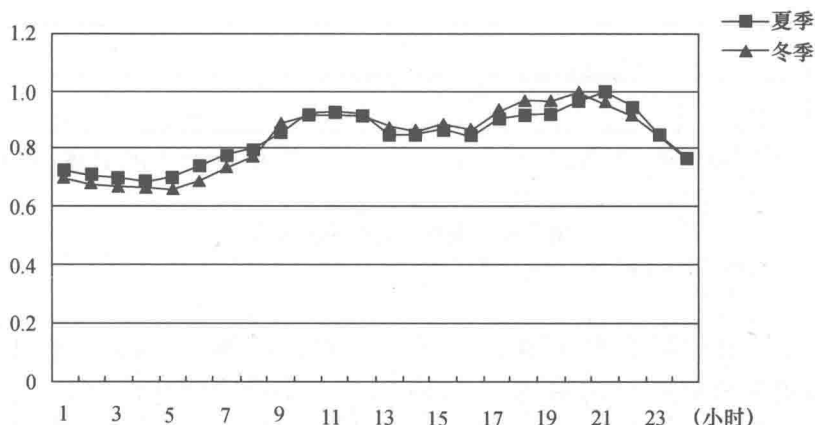


图2-1 贵州典型日负荷预测曲线

贵州各年的最大负荷一般发生在11月和12月,是全年用电的高峰期,3月和4月出现贵州省统调用电次高峰,约为11月和12月高峰用电的87%~90%;5月和6月为全年除春节外全年用电低谷时段,主要是由于贵州5月和6月气候不热,再加之非统调电网的小水电的发电影响;7月以后用电缓慢上升,到11月和12月达到全年最高值。年最大负荷的变化趋势规律性很强,是贵州省的地理气候、交通、气候条件及生活习惯所致,在短期内不会有很大变化(见图2-2)。

(2) 统调发电预测。贵州电网“十一五”规划需投产1620万千瓦,其中水电730万千瓦、煤电890万千瓦。关停小火电23万千瓦。

贵州“十二五”规划电源建设基本方针是因地制宜、水火并举,积极发展水电,优化发展火电。优先规划条件性能好的水电,完成对乌江流域和北盘江流域梯级的开发。根据贵州煤炭的分布及开发情况,优化煤电布局,优先发展煤炭坑口电厂,继续推进小火电退役,合理配置各地区电源,在缺能地区积极配置电源。

2010年,考虑盘县电厂40万千瓦退役,为满足中负荷水平贵州外送周边及自身用电需要,在2009年的基础上需再新增投产约180万