

XU QIU CE GUAN LI (DSM)

需求侧管理 (DSM)

朱成章 徐任武 编

中国电力出版社

需求侧管理 (DSM)

朱成章 徐任武 编

中国电力出版社

2004/3

内 容 提 要

随着我国电力供应与使用状况的进一步改善,以及我国城乡工业与居民用电的日益发展,传统的供用电模式已不再适合我国的现代化发展。因此,DSM理论就被提到一个新的高度。本书以工业发达国家使用DSM理论为基础,根据我国实际情况,从理论和实践两个方面讲述了需求侧管理DSM、综合资源规划IRP和资源优化配置的内容、原理、法则和实施过程。

本书适用于电力部门、政府部门和各类企业的领导、管理人员学习参考,也可供高等院校相关专业的师生阅读使用。

图书在版编目(CIP)数据

需求侧管理 DSM/朱成章,徐任武编.--北京:中国电力出版社,1999

ISBN 7-80125-693-X

I. 需… II. ①朱… ②徐… III. ①电力系统-管理②用电管理 N. TM7

中国版本图书馆CIP数据核字(1999)第06831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)

实验小学印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

1999年5月第一版 1999年5月北京第一次印刷

850毫米×1168毫米 32开本 6.125印张 161千字

印数0001—3200册 定价15.00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 言

70年代,两次石油危机以后,石油价格猛涨,这使得世界各国,特别是以发达国家为主的西方世界不断调整能源战略。其中引人注目的是把合理有效地利用能源资源置于突出的位置。美国从1973年初就提出了能源需求侧管理,逐渐地,发展到最小成本规划和综合资源规划。而在这些方面,最有成效的工作是在电力部门,进行电力需求侧管理和电力综合资源规划。这就要求电力部门不仅要管理好供应侧,还要管理好需求侧;电力规划不仅是电力工业规划,而且还应当包括供应侧和需求侧以及其他因素的综合资源规划。电力工业的效率革命应运而生。

从1990年开始,电力需求侧管理和最小成本规划、综合资源规划技术陆续介绍到我国,引起了我国政府有关主管部门和学术界的注意。美国和世界国际能源组织的专家多次到我国讲学,介绍电力需求侧管理和综合资源规划。在1995年全国计划用电会议上,原电力工业部部长史大桢在讲话中指出:“需求侧管理,是在市场经济体制下计划用电的新方式,这种方式可以为我们提供有益的借鉴”。

电力工业部高级咨询委员、中国电力企业联合会技术顾问、高级工程师(教授级)朱成章同志和河北省电力工业局高级工程师徐任武同志等合作,经过三年的努力,在研究国内外大量文献资料的基础上,编纂了《需求侧管理(DSM)》一书,全面地、系统地介绍了电力需求侧管理和综合资源规划。此书可供电力部门计划规划、供电企业、科研院所、规划设计单位和大专院校师生参考。由于我国电力需求侧管理和综合资源规划工作刚刚开始试点,

本书也有许多不足之处，仅当抛砖引玉之用，希望广大读者多提意见，使我国 DSM 的研究上一个台阶。

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Guo Yong' (郭勇), written in a cursive style.

1998 年 12 月

前 言

DSM 是需方资源。当前,世界面对的最大挑战是资源和环境问题,而供电资源和 DSM 资源的优化配置及开发,又是其中最重要的问题之一。本书试图从理论和实践两个方面,探讨资源配置及 DSM 资源开发。通过对发达国家、某些发展中国家实施 DSM 和我国电力负荷管理,节约用电实践经验的总结和分析,试图揭示资源优化配置,开发,特别是 DSM 资源开发的客观规律。把国外资源优化配置及开发过程中逐渐总结、研究成功的理论、法则、计算公式、设计原则、经验公式及实施方法等介绍给广大读者。并就这些理论、法则在我国的实际应用,提出看法,同广大读者共同研究,探讨。特别值得强调的是,伴随着资源优化配置和 DSM 资源开发实施而存在的诸多不确定因素,有可能在很大程度上影响规划目标的完成。特别地,若 DSM 规划目标完成不好,必然导致更昂贵资源的使用。例如,为确保供电可靠性而启动燃气透平机组。因而,作者用相当篇幅,通过具体实施,讲述了降低 DSM 资源开发风险的决策技术,即敏感性分析,前景分析,概率分析和决策分析等。此外,资源优化配置和开发 DSM 资源的关键判据,就是确保电力系统在可靠性、安全性、可操作性前提下的最小成本及费用有效性。

在本书写作过程中,中国电力企业联合会、河北省经贸委、华北电业管理局、河北省电力局的领导和专家,给予了极大地鼓励和支持,提出了许多指导意见。电力科学研究院周昭茂教授审阅了全书并提出了宝贵意见。河北省冶金研究所孙淑青同志参加了“冶金工业国内外电耗分析”的编写和全书图、表的绘制、编制工作。还查阅、参考了美国电力科学研究所(EPRI)、能源信息局(EIA)、能源效益经济协会(ACEEE)、U·S·Agency for International Development Bank 等机构的大量文献资料。在此一并

表示感谢。

由于我国还没有供方、需方资源优化配置和 DSM 资源开发的成熟经验，加之作者水平有限，本书缺点错误在所难免。敬请广大读者批评指正。

作者

1998.12

目 录

序言

前言

第一章 概论	1
第一节 工业发达国家实施 DSM 简介	1
第二节 DSM 的实施	5
第三节 DSM 的制定要求和鼓励措施	13
第四节 DSM 设计概要	23
第二章 DSM 主计划的设计过程	37
第一节 负荷形状目标	37
第二节 分析 DSM 的实施条件	41
第三节 制定规章	43
第四节 DSM 规划设计	45
第三章 DSM 主计划的全面实施	63
第一节 DSM 主计划实施要求	63
第二节 工业项目	69
第三节 商业和公共服务行业项目	81
第四节 居民项目	87
第五节 供方侧 DSM 项目	92
第六节 效益综述	100
第七节 资源投标	105
第八节 冰蓄冷技术及其应用	107
第四章 总资源费验证 (TRC Test)	115
第五章 DSM 的相关指标和选用原则	119
第一节 工业项目指标	120
第二节 商业、公共服务行业项目指标	139

第三节	居民项目指标.....	143
第六章	综合资源计划 IRP	147
第一节	资源综合方法.....	147
第二节	不确定因素和决策技术.....	152
第三节	资源综合的评价.....	155
第七章	需方管理的硬件——用户信息系统	158
第一节	Duke 电力公司的经验	158
第二节	用户信息系统 UCnet	161
第八章	法规与章程	164
第一节	法规.....	164
第二节	章程和 DSM 计划关键词	167

——第一章——

概 论

第一节 工业发达国家实施 DSM 简介

DSM 系英文 Demand Side Management 的英文缩写，译成中文即需方管理，有的译为需求侧管理。

如同发、送、配电设备等供方资源一样，DSM 也是一种可供选择的资源，称为需方资源。DSM 是为鼓励用户注意到其电力需求的时间和大小，修改其电力消耗模式，包含电量和需量两个方面的，一种电力公司工作的计划、执行和监督的管理模式。不言而喻，DSM 由电力公司执行。

DSM 这一概念起源于美国。电力公司努力影响用户的需求，可以回溯到 18 世纪 90 年代。世界上第一座商用发电厂（即位于纽约市 Pearl 大街的 Thomas Edison 发电厂）在纽约建成，并投入营运。那时，照明是电厂唯一的负荷，用电低谷出现在白天。为了达到经济运行的目的，或为了利润，Edison 发电厂雇人去推广电动机等在白天使用的电力设备。依靠鼓励电力的昼夜消耗，Edison 发电厂能够增加发电能力的利用，从而降低其发电成本。

20 世纪中后期，特别是第二次世界能源危机之后，DSM 作为一种重要工具，再度引起美国政府和社会各界的普遍重视。但在对 DSM 的看法上，已发生了质的变化，即把 DSM 作为与供方资源同等重要的替补资源来看待。经努力发掘，DSM 很快取得实效。由于 DSM 效益显著，它很快风靡于工业发达国家和部分发展中国家。现在，国际上已把长期得到世界银行等金融机构支持的 IRP 扩大以使 DSM 包括在其入选资源之中。作为承兑贷款的条件，要

求电力公司制订发展规划期间,按费用最小和费用有效的原则,把 DSM 和供方资源放在同等重要的位置,进行优选、排比、组合,选出最佳资源配置,最小费用地满足用户需求。

IRP 是英文 Integrated Resource Plan 的英文缩写,译成中文即综合资源规划。IRP 是一项综合技术,是一种资源计划工具。通过综合考虑供方资源,需方资源及上述资源的合理组合,经过筛选、排比、优化,制定最小费用资源计划,选择最佳资源配置,最小费用地满足用户需求和电网安全性、可靠性等要求。

美国某些电力公司已经开始获得 DSM 的实效。大约 30 多家北美的电力公司已经积极实施 DSM 规划,主要公司如表 1-1 所示。几家电力公司的最大项目投资目标是,在 2000 年之前,逐渐减小负荷需求。该负荷减小值,比同期预计负荷增加值的一半还要多。其中,新英格兰电力公司(NEES),1986 年到 1991 年期间,按 8% 的比率增加其 DSM 规划支出,同时,电能节约按 18% 的比率递增。至 1991 年,节电高达 4.5 亿 kWh,图 1-1 和图 1-2 给出了新英格兰电力公司关于 DSM 的投入和效益。

表 1-1 使用 DSM 的美国主要电力公司

电 力 公 司	1990~2000 年 年度负荷增长(%)	2000 年(由 DSM 导致) 需量减少(%)
Socal(CA)	2.0	13.0
PG&E(CA)	1.6	6.0
WEPCO(WI)	1.7	6.2
NEES(MA,NH,RI)	1.9	6.6
NU(CT,MA)	1.7	7.0
LILCO(NY)	2.3	9.0
Duke Power(NC)	2.6	11.9
NIMO(NY)	1.2	9.1
Boston Edison	1.5	10.9

有为数众多的 DSM 在美国成功实施的实例。威斯康辛和中央主电力公司(CMP)大约从 1986 年就开始制订规划。中央主电力公司(CMP)由 DSM 带来的电能节约,到 1991 年需量减少

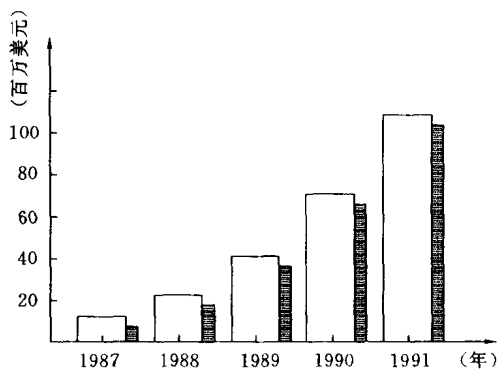


图 1-1 新英格兰电力公司 DSM 投资

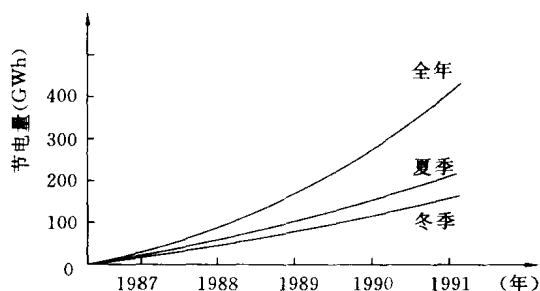


图 1-2 新英格兰电力公司 DSM 效益

45MW。威斯康辛电力公司自 1987 年开始，到 1991 年为止，累计需量减少 300MW。太平洋煤气和电力公司至 1991 年，共砍掉了 119MW 的需求，到 2000 年，将减少其需求增长的 75%。在纽约，联合爱迪生和长岛照明公司 1990 年由于使用 DSM 共减少需量 368MW。通过有效的节电措施，加利福尼亚·爱迪生电力公司在 1 年中减少 115MW 的负荷需求。邦纳维尔电力管理局，1981~1990 年共减少需求 350MW，未来 10 年（至 2000 年），计划减少需求 600MW。

在欧洲，DSM 如雨后春笋，得到了普遍推广。法国电力公司，仅负荷控制技术一项，通过对制冷、供热负荷的组控、群控和蓄

冷蓄热技术改造，将全网平均负荷率提高了 5 个百分点，达到 92%。位于北欧的瑞典，据称现已实现了零增长，2000 年计划实现负增长。所谓零增长和负增长，系指随国民经济的增长和居民生活水平的提高，电力需求增长为零或负值。

在日本，由于它属资源进口国，因此受两次能源危机冲击最大。因而，在能源的充分、合理利用上，它下的力量也最大，当然其收益也大。例如高炉煤气，经过炉顶压差发电 (TRT) (1260m^3 高炉的炉顶压差发电机组)，一般可带 3000kW 负荷；压差发电之后，煤气进入燃气轮机，再次进行发电；高温废气排出后可用于加热水或空气等载能工质。经多次使用后排入大气时，废气温度已下降到 200℃ 以下。又如日本的钢铁公司和电力公司，一般是契约供电。由于电网峰时电价和谷时电价比差较大（一般在 5 倍以上），因而采取契约供电中鼓励使用谷电的措施促进了各钢铁公司充分利用谷电的积极性。这就是 DSM 中的分时费率项目（即 TOU）。各钢铁公司大都建有自备发电机组和高炉煤气、焦炉煤气、转炉煤气的混合煤气储罐。根据契约规定，在电网低谷时，他们停一部分机组，使混合煤气进入巨型煤气储罐储存，尽可能多用网电；而在负荷高峰期，自备机组全发、满发，其燃料当然来自于各种储罐。由于供、需双方信息联系快捷、畅通，能及时进行信息交换。因而，自备机组的这种停和发，能按数学模型在运行方式优化的条件下进行全自动控制，这是日本钢铁工业的 (kWh/t) 单耗最低的原因之一，也是东京等电力公司通过分时费率 (TOU) 项目对用户进行刺激的直接结果。当然，电力公司是最大受益者，这是毋庸置疑的。

工业发达国家也不是生搬硬套外国经验的，而是结合自己的具体国情，制定适宜的 DSM 战略。就以我们所熟悉的负荷控制技术应用来说，西欧起步较早，主要采用音频控制技术。美国后来居上，学习欧洲音频控制的经验，并克服音频负荷控制终端不易回馈信息的缺点，开发出了无线电负荷监控技术，使之真正具备了“三遥”，即遥测、遥控、遥信的功能。并与离线系统，如局 MIS

系统进行联网，真正做到了资源共享，数据共享，为远程抄表、业扩报装自动化、配网自动化均提供了通道和手段。而国情不同于美国和西欧的日本，其负荷管理系统，则主要依靠载波作为信息交换的通道。

未来 10 年，DSM 在北美、西欧、日本等发达国家将进一步被广泛采用。项目持续期和项目影响评价已作为重要课题提出，予以更深入地研究。美国电力研究院（EPRI）的研究报告预测，未来 10 年，全美 DSM 将减少社会需求 25000MW。这相当于同期新需求的 30%。EPRI 的计算指出，如果能成功的实现 DSM 规划，它同时会减少灰渣和二氧化碳的排放量。仅二氧化碳排放量，就将减少 1.5 亿 t，而环境方面的效益，尚未计入 DSM 的效益之中。

第二节 DSM 的实施

国外实施 DSM 所采纳的技术措施，可以归纳为两大类，一类是负荷管理，另一类是节电技术措施。对于负荷管理，国外所凭借的主要手段，一是技术手段，如电力负荷监控技术；另一个是经济手段，即分时费率（TOU）和可间断费率与可减小费率 I&C。这对用户规范自身电力负荷使用的时间和该时间负荷的大小，无疑起着积极的推动作用。我国负荷管理的现行政策主要依靠的还是强制性行政干预，即计划用电。计划用电，在一定历史阶段，对解决电力供求之间的矛盾，确实产生过积极作用，为促进我国国民经济的发展作出了贡献。但是，在市场经济新形势下，显然计划用电有些不适应了。当然，国外在实施 DSM 项目时，也确实采用强制性负荷管理措施，如直接负荷控制。但是，这类直接负荷控制的对象是蓄能负荷，如空调、电供热系统。它所凭借的手段，不是行政手段，而是技术限电，即依靠各类负荷管理（监控）系统的“组控”、“统控”、“轮控”功能，在保证达到用户蓄能设备基本使用的条件下，实现平抑电网高峰负荷的目的。在工业照明、商业公众服务行业照明、居民照明中使用节电照明器具，并更新

传统照明器具如白炽灯等，其节电潜力大，见效快，这也是平抑高峰负荷的一项主要技术手段。

节电工作，我国起步并不比国外晚，并且已经积累了某些节电成功的经验，开发出了不少节电新产品，有些已达到了国际先进水平。不同的是，我们并没有把这些节电技术措施当成和供方资源同等重要的电力资源来看待。在做法上，根本没有把它当成电力公司的份内工作来干，事实上是将它推给了政府，推给了社会，因而其实施难度较大。各级用电管理部门、三电机构的节电工作，事实上只是下达目标和任务，统计汇总数据，指导、监督而已。更没有把高素质的专门技术人才，配备到各级节电的专责岗位上来。更谈不上象抓供方资源建设项目那样，将之作为同等重要的需方资源项目，置于电力公司的直接管理之下，作为电力公司重要的份内工作，组织力量，抓项目（节电）的全过程。

尽管 DSM 被作为一种资源来对待，仅仅在近几年才略见于国内有关报刊，使人感到神秘。其实，就其主要技术内容来说，不仅不生疏，而且自 80 年代初以来，一直在探讨这方面的内容。问题在于观念的不同，运行机制上的不相适应导致了现今的局面。这也是本书所要介绍的主要内容。

同属发展中国家，我们不妨看一看印度尼西亚是如何推动 DSM 的。

同我国一样，进入 80 年代后，印度尼西亚电力需求增长很快。印度尼西亚电力公司 (PLN)，售电量从 1978 年的 43 亿 kWh，增至 1990 年的 277 亿 kWh，发电能力从 230 万 kW 增至 930 万 kW，用户数从 180 万户，增至 1100 万户。经济发展和居民用电需求，一直以两位数的比例增加。进入 90 年代，其增势不减，预计至 2000 年，总耗电和峰值需求的高增长率会遍及各行业。居民用电需求和商业、服务行业用电需求的规模，和我国一个中等规模的省电力公司不相上下。按照这样的幅度增加供方能力，势必给印度尼西亚带来新的金融和环境压力。为保持与需求同步，这样的增长率必将大大地受制于供方能力。

因此，电力成了制约印尼国民经济发展和人民生活水平提高的“瓶颈”。由于售电收入和大范围增加发、供、配电能力，导致银行借贷之间的缺口拉大，PLN 将面对越来越大的财政困难和缺电危机。相应地，将迫使用户自发电升级，这将对全印度尼西亚经济产生负的经济影响。同时，为了满足需求，增加电力生产，加速了自然资源的使用，这些必将加重当地和全球的环境危害。1990 年，印度尼西亚政府委托美国电力研究院（EPRI）帮助 PLN 完成了印度尼西亚 DSM 战略规划。其目的，就是为了帮助 PLN 向着更有效、更合理地使用电力而设计的一系列工作活动迈出第一步。它试图制定一个可能的综合费用有效行动过程，为持续不断地获得金融机构，如世界银行（ESMAP）基金资助和政府资金，提供充分详实的资料、数据和科学依据。目前由于发展中国家尚缺乏 DSM 实施经验和相关资料，EPRI 主要是根据北美和其他工业发达国家的 DSM 经验编制印度尼西亚 DSM 战略规则。这些经验证明，根据所建议的战略规则，经 IRP 校核、筛选、评估，DSM 能作为最小费用资源之一服务。同时，该战略规划还注意到印度尼西亚用户情况，公共机构关系和其他因素同发达国家之间的差异。这样，使得 DSM 战略规则的第一宗旨，是该规划适用于印度尼西亚。其结果使得该战略规则的作用同发达国家的有所不同。但是，DSM 战略程式的基本内容，在发展中国家仍是可用的。工业发达国家的经验提供了很多有用的基本原则，根据这些基本原则，制订并推动发展中国家，包括我国的 DSM 资源开发，是有价值的。

该 EPRI 研究报告指出，DSM 能实施需方战略，帮助 PLN 满足日益增长的电力服务要求，它是为电力公司设计，为满足部分电力需求而进行的全部工作活动的计划、实施和监督。鼓励用户根据电网形势，注意到电力需求的大小和时间，修订其电力消耗模式，并与电力公司共同努力，力争做到供方资源的高效、合理利用。因而，DSM 是一项庞大的，涉及电力公司、居民用户和工业、商业用户的系统工程。

概括地说，推动 DSM 的实施，大体分三个阶段，周期一般是

10 年（或 6 年、8 年）；有的是 15 年或 20 年规划。一般来讲，2～3 年完成一个阶段过程。

第一个阶段为宣传、鼓动及 DSM 主计划的制定阶段。前面介绍了工业发达国家实施 DSM 所带来的显著经济效益和社会效益，以及 DSM 主要技术措施的内容。在发展中国家，包括我国，DSM 这一概念及其主要内容和实施机制，对于公众、电力用户、设备经销者、设备制造者、各级政府部门和电力公司而言，还是生疏而神秘的。因而，第一阶段的首要工作是进行 DSM 的宣传和鼓动，包括免费提供有关资料，进行商业广告活动。此外，DSM 的技术措施方案，包括了十分丰富的内容，大多代表了当代最新技术的主要实用方向。如何安排这些内容，使之发挥最大作用，在最小费用下能获得最大的经济实效，以及采用何种有效的交付机制，这些则是 DSM 主计划设计的工作任务。为此，需要组织专家和力量，收集资料、数据，并分析账目，完成对 DSM 规则的设计、筛选、分析和评估，以确认该 DSM 是否符合综合最小费用资源计划原则。其三，再好的综合最小费用资源计划，也得靠人去实施，更有赖于用户的积极参与和工商界的积极配合，以及随之而来的三方（即电力公司、用户、工商界）DSM 费用投入及效益的共担、共享问题。因而，这对于没有 DSM 经验的发展中国家来说，人员培训，法规、章程的制定是十分重要的。第一阶段工作，在国外，一般需要 12～18 个月。EPRI 为 PLN 预算的第一阶段费用为 150 万美元。我国人员和专家工资费用比国外要低得多，但仍可按此估算我国同等规模电力公司的相关费用。

第二阶段为实施示范工程阶段。

示范工程在主计划设计阶段同时完成设计（含交付机制）。工业发达国家的经验是，没有示范工程或邻近电力公司全面 DSM 实施的成功经验作保证，再好的 DSM 设计也不予批准。其目的是为了减少所建议的 DSM 全面实施的风险。在我国，除与发达国家类同的风险来源之外，还有一种在工业发达国家里所不常见，而在我国确是十分突出的风险来源，即节电产品的质量和寿命问题。