

国家自然科学基金资助出版

电力需求侧管理的 激励机制 及其应用

曾鸣 著

中国电力出版社
www.cepp.com.cn

201257

国家自然科学基金资助出版

TM92

Z024

电力需求侧管理的 激励机制及其应用

曾 鸣 著



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书围绕如何成功地实施综合资源规划 (IRP) 和需求侧管理 (DSM), 详细地论述了制定和实施 DSM 激励机制及相应政策措施的基本原则、国外各种 DSM 激励机制和措施应用案例分析、DSM 项目的评估方法、各种 DSM 激励机制的评估分析及对我国实施 DSM 激励机制和相应政策的建议。这些内容均来自作者近年来在国外所从事的相关科研项目的部分研究成果, 对于促进我国电力资源优化配置和电力工业的可持续发展有一定的指导意义和参考价值。

本书适合各级政府能源与电力主管部门的领导人员、电力企业有关部门的管理决策人员及有关研究人员阅读参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

电力需求侧管理的激励机制及其应用/曾鸣著.-北京:
中国电力出版社, 2001
ISBN 7-5083-0881-6

I. 电… II. 曾… III. 电力工业-市场需求分析
IV. F407.615

中国版本图书馆 CIP 数据核定 (2001) 第 087219 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

*

2002 年 2 月第一版 2002 年 2 月北京第一次印刷

850 毫米 × 1168 毫米 32 开本 8.25 印张 203 千字

印数 0001—4000 册 定价 17.00 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)

前言

综合资源规划（英文是 Integrated Resources Plan，简称 IRP）或称作最小成本计划（英文是 Least Cost Plan，简称 LCP）是 20 世纪 70 年代末期首先在美国和西欧工业化国家兴起的一种用于电力工业的新的计划规划方法（模式）。它与传统的规划、计划方法的本质区别是：规划计划方案的选择范围以及相应的成本效益准则（指标）的涵盖范围和内容不同。传统的电力规划是根据预测的电力负荷需求，选择各种类型的装机方案，以满足未来负荷需求，属于供应侧计划范围。综合资源规划（IRP）是根据未来用电需求，对各种供应侧装机方案、需求侧负荷管理（节电、提高用电效率、蓄能、开拓用电市场、价格调控，等等）方案，按照供应侧和需求侧（包括环境影响）总体范围内成本最低的准则，对所有方案进行优选。IRP 在发达国家和一些发展中国家近 20 年的实践已证明：这是一个实现电力资源优化配置、促进电力工业可持续发展的有效方法和手段。它以经济效益为准则，将开源和节流统筹兼顾，强调走内涵型、集约型的电力工业平衡发展的道路。通过这个方法，能够在统一的准则下制定和实施具有最低成本的发展计划，而在目前传统的管理体制和传统的计划模式下很难做到这一点。综合资源规划（IRP）的关键是需求侧管理（英文是 Demand-Side Management，简称 DSM）。DSM 是指电力公司通过法律的、经济（市场）的和技术的手段来提高用户的用电效率（合理用电），以达到以下主要目标：

- （1）降低电力生产成本。包括建设成本，例如，推迟装机、

减少调峰机组，等等；运行成本，例如，通过 DSM 措施削峰填谷，等等；

(2) 降低用户电费支出。通过 DSM 措施使用户合理用电，降低单位用电成本；

(3) 增加全社会用电比例。通过 DSM 措施降低用户单位用电成本，并提供相应的用电服务，可扩大用电市场；

(4) 节约资源和减少环境污染。通过实现上述三个目标，就能够实现第四个目标。例如，通过 DSM 措施推迟装机及通过 DSM 措施来扩大全社会用电比例，都会明显减少污染排放。

由此可知，成功实施综合资源规划 (IRP) 和电力需求侧管理 (DSM) 可达到“三赢”目标：政府（它代表全社会利益）、电力公司和用户都获益。但是，如何才能成功地实施 IRP 和 DSM 呢？

在社会主义市场经济条件下，在电力工业市场化改革的取向，政府必须对作为 DSM 实施主体的电力公司研究和实施相应的激励机制和相关政策、法规，才能成功地促进电力公司实施 IRP 和 DSM。这已是一条国际公认的经验了。本专著也正是基于此目的而编写的。

本书由以下几部分内容组成：

(1) 制定和实施 DSM 激励机制及相应政策措施的基本原则和应注意的主要问题（例如，第一章）；

(2) 国外各种 DSM 激励机制和措施应用案例分析（例如，第二章）；

(3) DSM 项目的评估方法（例如，第三章）；

(4) 各种 DSM 激励机制的评估分析（例如，第四、五、六章）；

(5) 我国实施 DSM 激励机制及其相应政策的研究与建议（例如，第七章）。

这些内容均来自作者近年来在国内外所从事的相关科研项目的部分研究成果。这些相关科研项目得到了中国国家自然科学基金委员会、美国斯坦福国际研究院、华北电力大学 211 工程重点学科建设基金，以及华北电力集团公司等网省电力公司的财政支持，作者对此表示衷心感谢！

在此书公开出版之前，作者已出版了《电力需求侧管理》（由中华电力科技专著出版基金资助，中国电力出版社出版）和《综合资源规划及其激励理论》（由中国国家自然科学基金委员会资助，经济出版社出版）两本专著。这两本书分别详细地介绍了 DSM 和 IRP 的基本理论。本书将重点放在了 DSM 的激励机制理论和应用分析方面。

本书适于各级政府能源与电力主管部门的有关人员，电力企业有关部门的管理决策人员，以及有关研究人员（研究生）阅读与参考。

由于作者水平所限，书中肯定存在不少缺点错误，恳请各位同行及广大读者批评指正！

作 者

2001 年 3 月于北京



作者简介

曾鸣，男，1957年11月出生，华北电力大学教授，博士生导师。长期从事电力工业经济管理的科研与教学工作。曾于1991年、1995年、1998年赴原欧共体能源委员会(CORE)、英国国家电网公司(NGC)、澳大利亚太平洋电力公司、美国加州太平洋电力与煤气公司(PG&E)、南加州(爱迪生)电力公司(SCE)、美国电力科学院(EPRI)以及美国斯坦福国际研究院等国外科研机构和电力企业从事电力需求侧管理(DSM)、电力最小成本计划(LCP)以及电力市场等方面的理论与实证研究。自1994年以来，负责四项国家自然科学基金项目，八项省(部)级科研项目，以及三十多项大型电力企业委托科研项目。获得国家级科技奖励一次、省部级科技奖励两次。出版《电力市场理论及应用》、《电力需求侧管理与电力营销》、《综合资源规划及其激励理论》等六部专著，并在国内外公开发表论文八十多篇。



目录

前言

第一章 改革政策和法规促进 DSM

实施的问题——综述 1

第一节 最小成本计划 2

第二节 改善用电效率投资存在的政策上和 法规上的障碍 4

第三节 法规改革的途径 7

第四节 DSM 激励机制及其效果的度量 13

第五节 制定 DSM 激励政策和法规要满足的 其他要求 14

第二章 国外电力公司实施 DSM 的各种

激励政策及其措施应用分析 21

第一节 DSM 投资成本的回收方法及其实施问题 21

第二节 分享节电效益以改善用电效率 39

第三节 电力公司的用电服务 64

第四节 脱离加激励机制的理论及其应用 84

第五节 电力公司售电收入与自有利润脱离的 RPC 机制 98

第六节 电费账单指标法 111

第七节 对电力公司实施 DSM 激励机制的

必要性分析	130
第三章 美国 DSM 激励政策的发展过程综述	155
第一节 美国早期的 DSM 激励政策	155
第二节 消除实施 DSM 障碍的新政策	158
第三节 指导性的 DSM 激励机制和政策	160
第四节 美国各州的 DSM 激励政策和机制综述	165
第四章 DSM 项目的评估方法及其应用分析	173
第一节 DSM 评估	175
第二节 DSM 效果的工程估算法	177
第三节 多种评估方法及其效果分析	180
第四节 评估效果的确定方法	184
第五节 一些其他问题	186
第六节 小结	187
第五章 各种 DSM 激励机制和政策的比较 评估及发展趋势分析	189
第一节 各种 DSM 激励机制和政策的比较分析	189
第二节 各种 DSM 激励机制的优缺点分析	197
第三节 未来制定 DSM 激励政策的若干问题	200
第六章 对美国 DSM 财政奖励机制的评估及 其对我国的启示	208
第一节 评估采用的方式	209
第二节 评估结果分析	215
第三节 评估结果总结	233
第四节 对我国 DSM 政策研究的几点启示	234

第七章 鼓励我国电力公司实施 DSM 的激励政策和措施研究	239
第一节 售电收入调整的财务方案建议	241
第二节 电力公司售电收入调整的案例分析	242
第三节 首先要解决的问题	246
第四节 DSM 成本回收和效益分享政策建议	247
参考文献	255

改革政策和法规促进 DSM 实施的问题——综述

许多发达国家和发展中国家都有大量的改善用电效率的机会。改善用电效率能够减少发电成本，提高电力公司和用户各自的经济效益和市场竞争力，并改善环境质量。例如，在美国，通过可靠的估算表明，采用当前可适用的成本有效性节电技术可减少 30%~75% 的用电量，而不会影响生活方式或减少 GNP 的增长（参见 Gellings et al. 1990）。在美国及许多国家，使用电效率提高到上述水平的大量机会来自受法规约束的电力公司，其能源决策主要由政府控制。很遗憾，在包括我国在内的许多国家目前采用的政策和法规是妨碍、而不是鼓励开发这个重要的财富。

对目前的政策和法规的某些方面进行谨慎的、有目标的改革，能够加速开发这个巨大的用电效率资源。没有这个改革，适用于电力工业的用电效率资源将不能被完全挖掘出来，将失去本应获得的经济和环境效益。

在 10 个经济合作与发展组织成员国中，美国用电效率排在第九位，单位 GNP 耗电量是日本和西德的 2 倍，其中只有一部分是来自于用电密集型行业的差别，而与用电效率无关。而我国的平均单位 GNP 耗电量又是美国的 2 倍左右。

据估计，在美国通过采用具有成本效益的改善用电效率措

施,可使每年电费减少 170 亿美元,可提高国家整体经济效益和市场竞争能力。中国节电经济潜力将更大,我们正在从事这方面课题研究。

结合国家宏观经济及能源战略研究表明,对用电效率的改善进行较大规模投资能够改善环境,增加 GNP,降低用户电价。

电力生产对环境造成的影响是显著的。美国电力生产产生 20% 的造成气候变化的有害气体,70% 的二氧化硫和 33% 的氧化合物。后两种污染物是造成酸雨和城市烟雾的主要原因。在美国,除了大气污染排放外,核废料的 85% 来自电力生产。提高能源利用效率,尤其是用电效率,能够得到明显的环境效益和提高人类健康水平。中国对全球环境也负有重要责任。由于中国能源利用构成是以煤为主,因此提高用电效率将有利于改善环境。

第一节 最小成本计划

近年来,许多发达国家和发展中国家正在努力研究和实施最小成本计划这项新的电力计划模式与方法。在过去的 10 年中,美国电力工业法规与管理机构均要求电力公司采用最小成本计划(LCP)来选择新资源措施。另外,不少电力公司主动采用了 LCP。

LCP(有时称 IRP,综合资源规划)要求电力公司在决定如何满足预测出的未来用电需求时,将改善用电效率这类需求侧资源措施与传统的供应侧资源措施同等对待,并选择出最好的措施(最小成本措施)来满足用电需求。在供需两侧整体范围内,按照成本大小确定资源措施。这样,可在满足未来用电需求的条件下使综合资源成本最小。

因为改善用电效率措施通常是可适用的最小成本措施,所以采用 LCP 通常促使电力公司在改善效率上进行规模投资。例如,

在美国新英格兰、威斯康星州和太平洋西北地区（这些地区 LCP 已实施多年）的电力公司，目前在需求侧活动中投资占售电总收入的 3% ~ 6%（Moskovitz, Nadel 和 Geller, 1991），相当于许多其他州的电力公司 DSM 投资的 10 倍。即使这样规模的 DSM 投资，也远未包括所有的具有成本效益的改善用电效率的机会。

在美国，尽管一些电力公司愿意实施 LCP，但还有许多公司根本不在改善用电效率上投资，而是在增加用户、负荷移动（削峰填谷）、折扣和刺激电价等措施上大量投资。

从全世界范围来看，尽管电力工业的法规和管理机构对 LCP 有很大兴趣，但是 LCP 的实施是困难的。其主要障碍是传统的法规和政策。

传统的法规严重地削弱了电力公司在改善用电效率上投资的积极性，而是促使电力公司努力增加售电量。传统的法规将电力公司的赢利与售电量挂钩，但由于改善用电效率将减少售电量，因此传统的法规实际上是惩罚在改善用电效率上的投资，这与 LCP 的内容和目标是背道而驰的。

目前成本回收的法规和政策也阻碍了电力公司从改善用电效率上获利。这些法规、政策偏向于供应侧资源获利，经常不能保证电力公司 DSM 成本的完全回收，对 DSM 成本回收也无促进措施。

如果不清除这些严重的政策和法规上的障碍，完全开发出具有成本效益的改善用电效率的资源将是不可能的。

包括中国在内的许多国家的电力公司都受法规和财政（金融）环境的不利影响，电力公司面临着艰难的财政、技术、法律和政治环境。对于法律、法规和政策机构，关键的问题是能否对现有法规进行成功的、公平的改革，以使电力公司能够充分地考虑和认真地实施 LCP。

第二节 改善用电效率投资存在的 政策上和法规上的障碍

许多国家目前采用的定价过程对电力公司提供以下经济刺激：

(1) 不管发电成本或电价如何，电力公司每出售 $1\text{kW}\cdot\text{h}$ 的电量都能增加一份赢利（我国电力职工工资与售电量挂钩）。

(2) 通过改善用电效率，每节省或替代 $1\text{kW}\cdot\text{h}$ 的电量都将减少电力公司利润，而不论改善用电效率的成本如何（具体表现为①售电量减少；②节电投资不是公司的固定资产）。

(3) 鼓励电力公司实施具有成本效益的节电措施，唯一的直接财政后果就是承担一个风险，即不满意的管制者可能不承认节电成本（即节电成本不能回收或不能完全回收）。

很明显，以上这些刺激与电力公司投资节电是不相符的。可是，在许多国家，目前这些传统法规、政策对电力公司经营目标仍在发挥强有力的、持久的作用。

在传统法规和政策的作用下，很难实施大规模节电规划。尽管许多国家的政府及其管电部门仍坚持要实施 LCP，但实际情况是电力公司受奖励的情形与 LCP 目标根本不符。由于市场化条件下的电力公司的行为是“利润最大化”，所以除非使电力公司的利益与 LCP 的目标相一致，否则 LCP 将很难成功实施。

2.1 利润问题——利润不固定

电力公司作为受法规约束的垄断行业，其电价水平是根据允许回收所有的运行费用和固定成本，加上一个固定资产的合理回报率（固定资产包括电厂、输配电设施、仪表、货物库存等），再减去折旧来确定的。

然而，与普通看法相反，实际上管制机构对电力公司获利水平没有固定，不封顶，也不保底。以美国为例，在定期的电价核定中，管制机构（例如，美国各州的公用事业委员会）根据允许电力公司在成本回收上得到足够收入并且赚得一个公平的回报率，来确定电价水平。定价过程是基于这样一个假设，即假设未来电力成本与售电量的关系与管制机构目前采用来计算电价水平的关系一样。很可惜，这个关于未来成本/售电收入的假设很少得到证实。在上一次定价时刻到下一次定价时刻期间，只要售电边际收入超过发、输、配电边际成本时，电力公司就希望多售电。而在我国，在目前的电价机制和电力公司管理体制下，即使边际成本高于边际收入，电力公司也希望多售电。道理很简单，如果你卖的商品成本低于售价，那么你卖的越多，利润就越大。但是，这个简单的道理应用于电力公司就变得复杂了。电力公司是在垄断的环境中为用户提供电力服务的。在美国，燃料调整款项、购买电力款项和管制会计规程相组合，以保证电力公司多发电的成本基本为 0。这个净的“0”成本（与新增电力的实际成本相区别）是通过将全部的燃料成本和其他可变成本转移给用户所致。如果新增电力边际成本基本为 0，那么，增加售电电力公司就有利可图。

在美国，如果利润太高，管制机构可以干预，降低电价。但是，此时管制机构并不要求电力公司将先前超额的利润还给用户。因此，电力公司可以保留在两次核定电价期间赚得的所有利润。由于不可能很频繁地核定电价来解决这个问题，因此电力公司总存在多售电的刺激，以使利润最大化。

2.2 燃料调整、购电和会计规程问题

采用燃料调整款项是电力公司不必承担新增电力运行成本的主要原因。电力平均成本中的 40%~50% 是燃料成本。在美国，

为了使电力公司股东的赢利不受燃料价格波动的影响，几乎所有的州都允许电力公司采用燃料调整款项来调整对用户的电价，从而使新增加的燃料成本转移给用户负担。因此，与增加售电有关的燃料成本的变化以及许多其他可变成本不会影响公司利润。我国采用的燃运加价政策与美国的燃料调整款项类似。

美国多数州的法规规定，不论是由于燃料价格上涨，还是由于多售电而增加燃料消费使得电力公司总燃料费用增加，均可采用燃料调整款项来处理。对由于多售电而多支出的燃料费用，电力公司可以通过提高电价来全部回收（将额外费用在用户之间分摊）。我国也是如此。反之，如果由于实施了一项具有成本效益的节电规划而减少了售电量，使燃料成本低于预测值，那么电力公司必须降低电价，将节省的成本全部还给用户，而自己却得不到任何节电效益。

燃料调整款项与普通定价规则以及会计规则相结合，使电力公司即使在售电收入低于发电成本时也赚钱。例如，为满足增加的峰荷需求，电力公司可能必须使用效率较低的柴油发电机（每发 $1\text{kW}\cdot\text{h}$ 电量的燃料费为 10 美分）。受法规管制的电价可能为 7 美分/ $(\text{kW}\cdot\text{h})$ ，其中 5 美分为固定成本，2 美分为燃料“平均”成本。发电成本为 10 美分，而售电收入为 7 美分，乍看上去似乎电力公司将受损失，但是，电力公司通过借助燃料调整款项提高电价，可在后来回收额外的 8 美分成本（10 美分柴油成本减去 2 美分燃料“平均”成本）。实际上，电力公司向用户收费为 15 美分/ $(\text{kW}\cdot\text{h})$ ，其中 7 美分现在支付，剩余 8 美分通过燃料调整协调措施以后支付。同时，7 美分/ $(\text{kW}\cdot\text{h})$ 的售电电价中的 5 美分非燃料部分保留给电力公司，作为财政本钱的一部分。

上述例子是关于增加售电的燃料成本的处理。在美国，当电力公司通过合同购电，不论是从另一个电力公司购电，还是从非

电力公司购电，其购电成本的处理与上述燃料成本的处理基本相同。通过各种调整款项，电力公司将新购入的电力成本转移给用户。在这种情形下，电力公司增加的电力成本也为 0，每出售 $1\text{kW}\cdot\text{h}$ 的电量都会使公司增加一份利润。

在美国，目前电力公司采用的法规和会计规程也产生一个与上述类似的效果。例如，电力公司广泛使用的推迟成本下账规程就使电力公司可先将成本按顺序累积，以后从用户处回收。这些推迟的成本不作为当前的运行成本（如果作为当前运行成本将抵消当前运行收入）。因此，增加售电量就使电力公司利润增加，因为公司可保留这些与增加售电有关的收入，而将其成本推迟到后来转移给用户支付。

第三节 法规改革的途径

在 1989 年 7 月的决议案中（NARUC, 1989），美国公用事业管理委员会联合会（NARUC）认识到包含在现存的法规中的刺激与 LCP 过程存在根本的冲突。决议案指出，通过成功地实施 LCP 可使电力公司、用户和全社会均获得显著的效益。NARUC 要求它的成员分析、研究开发需求侧资源存在的法规和政策方面的障碍，通过采用有效的定价机制来解决，要求管制机构改革现有管制体制，以使电力公司成功实施 LCP 成为其最获利的选择和行动。

有效的法规改革和实施 DSM 刺激不是一回事。法规改革包括全部的定价和会计过程，有效的法规改革可能会也可能不会增加某项特定的 DSM 刺激计划或奖励措施。甚至某项 DSM 刺激措施和某项损失售电收入调整措施或者某项售电收入与利润脱离措施相组合可能与定价过程的其他方面相抵触，法规改革的目标是保证那些与电力公司 LCP 目标一致的活动也与公司股东的利