



国家电网公司
电力科技著作出版项目

DSM

电力需求侧管理项目

能源审计与能效测评

中国电力科学研究院 编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



国家电网公司
电力科技著作出版项目

MSM

电力需求侧管理项目 能源审计与能效测评

中国电力科学研究院 编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

为了给我国电力行业开展电力需求侧管理项目能源审计和能效测评提供有益的参考,中国电力科学研究院组织编写了本书。本书内容涵盖了电力需求侧管理的概念,以及电力需求侧管理项目能源审计和能效测评的基本概念、基本原理、基本内容、基本方法、基本程序等,阐述了电力、钢铁、建材、煤炭、有色金属、化工几大重点行业能效测评的内容,同时还介绍了国内外电力需求侧管理项目能效测评机构及相关政策,具有较强的指导性和操作性。

本书可供从事电力需求侧管理工作的相关管理及技术人员、大中专院校相关专业师生使用。

图书在版编目(CIP)数据

电力需求侧管理项目能源审计与能效测评/中国电力科学研究院编. —北京:中国电力出版社, 2016. 11

ISBN 978-7-5123-7235-1

I. ①电… II. ①中… III. ①工业企业管理-能源管理-审计
②工业企业管理-用电管理-节能-测评 IV. ①F406.5②TM92

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 032462 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京盛通印刷股份有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2016 年 11 月第一版 2016 年 11 月北京第一次印刷

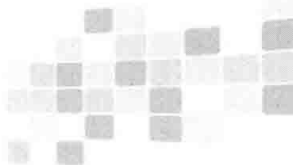
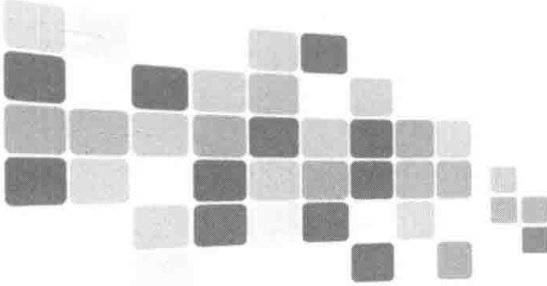
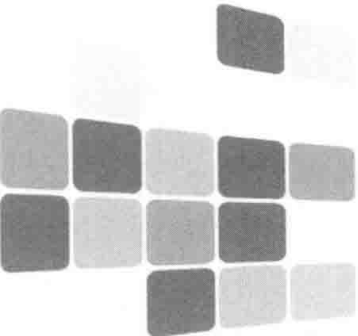
710 毫米×980 毫米 16 开本 18.75 印张 278 千字

定价 78.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究



编 委 会

主 任：徐阿元

副 主 任：覃 剑 孙鼎浩

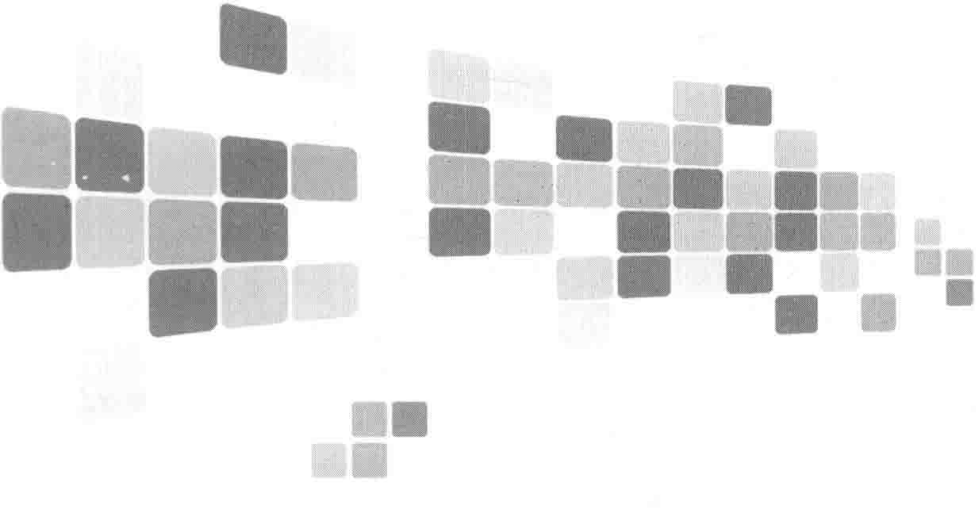
委 员：张兴华 郭炳庆 曾 鸣 闫华光 王 鑫
何 胜 祁 兵

编 写 组

主 编：钟 鸣

副 主 编：李 莹 王 鹤

参编人员：蒋利民 何桂雄 陈宋宋 黄 伟 孟珺瑕
屈 博 李德智 刘敦楠 罗志坤 张晓春
李涛永 石 坤 成 岭 曾 博 袁新润
周喜超 欧阳邵杰 张新鹤 唐艳梅 贾景姿
王志梁 李 星 李晓军 刘潇潇 杜 炜
李 琳



前言

能源是人类生存和发展的重要物质基础，能源的开发利用极大地影响并推动着世界经济和人类社会的发展，人类文明的每次重大进步都伴随着能源应用的改进和更替。当前，我国正处于工业化、现代化的大发展时期，经济社会发展取得了举世瞩目的辉煌成就，与此同时，中国也成为世界最大能源消费国。能源供应瓶颈已经开始显现，并逐步制约经济社会的发展。提高社会用能效率、实施可持续发展战略，是破解能源短缺与经济发展矛盾的有效途径。

国家已经将节约资源作为基本国策，提出实施节约与开发并举，把节约放在首位的能源发展战略。“十三五”规划将继续加强资源环境、生态建设方面的工作，在节能减排方面，只会进一步加大强度，不可能弱化，更不可能“放水”。国务院要求加快推行合同能源管理，促进节能服务产业发展。国家有关部门出台了奖励资金、税收优惠等支持政策，推动我国节能服务产业的发展。

电能是一种安全、高效、清洁的优质能源。作为经济发展和社会进步的重要资源，电能的开发和利用程度已成为一个国家和地区现代化水平与综合实力的体现。我国人口众多，人均资源匮乏，自然生态环境脆弱，从长远看，能源供应的整体形势不容乐观。为了实现可持续发展，节约用电、提高能效、减少温室气体排放、开发利用新能源和可再生能源，成为国民经济可持续发展的重大战略任务。2011年，《电力需求侧管理办法》在全国范围内开始实施，《电力需求侧管理办法》指出：电

力需求侧管理是实现节能减排目标的重要措施，电网企业则是重要实施主体。提高电力需求侧管理项目的能源审计和能效测评能力将会促进我国节能工作的进一步发展。

为了给我国电力行业开展电力需求侧管理项目能源审计和能效测评提供有益的参考，中国电力科学研究院组织编写了本书。本书内容涵盖了电力需求侧管理的概念，以及电力需求侧管理项目能源审计和能效测评的基本概念、基本原理、基本内容、基本程序等，阐述了电力、钢铁、建材、煤炭、有色金属、化工几大重点行业能效测评的内容，同时还介绍了国内外电力需求侧管理项目能效测评机构及相关政策，因此具有较强的指导性和操作性。

本书的出版希望能为节能领域的各项工作提供有益的帮助，为节能减排目标的实现贡献力量。

编 者

2016年6月

目 录

前 言

第一章 DSM 与 DSM 项目	1
第一节 DSM 概述	1
第二节 DSM 实施手段	4
第三节 DSM 项目主要类型	7
第四节 DSM 项目节电技术	11
第五节 DSM 项目能源审计与能效测评	16
第二章 DSM 项目能源审计与能效测评分析方法	23
第一节 节能性指标评估法	23
第二节 成本效益评价法	29
第三节 能源效率计算分析法	43
第四节 能源统计与综合能耗指标分析法	47
第五节 能量平衡分析法	57
第六节 节能潜力分析法	75
第七节 能源计量法	78
第八节 基准能耗评估法	82
第三章 DSM 项目能源审计的内容	84
第一节 DSM 项目能源审计概述	84
第二节 DSM 项目能源审计过程	93
第三节 DSM 项目能源审计报告的写作	95
第四节 重点行业 DSM 项目能源审计报告	107
第五节 DSM 项目能源审计与节能规划	123
第四章 DSM 项目能效测评的内容	127
第一节 DSM 项目能效测评概述	127

第二节	节能量测量与验证	129
第三节	国际节能效果测量和认证规程	136
第四节	能效测评标准	139
第五节	DSM 项目能效测评标识	143
第六节	固定资产投资项目节能评估和审查	157
第七节	合同能源管理与节能服务	164
第八节	DSM 项目重点用能系统能效测评	167
第九节	DSM 项目重点用能系统能效测评案例分析	180
第五章	重点行业 DSM 项目能效测评	200
第一节	电力行业 DSM 项目能效测评	200
第二节	钢铁行业 DSM 项目能效测评	208
第三节	建材行业 DSM 项目能效测评	212
第四节	煤炭行业 DSM 项目能效测评	217
第五节	有色金属行业 DSM 项目能效测评	219
第六节	化工行业 DSM 项目能效测评	223
第六章	我国 DSM 项目能效测评机构与政策	226
第一节	DSM 项目能效测评机构	226
第二节	DSM 项目能效测评政策	235
第七章	国际 DSM 项目能效测评机构	255
第一节	国际能源署	255
第二节	国际能效评估组织	258
第三节	欧盟能效机构	260
第四节	美国能效机构	264
第五节	加拿大能效办公室	267
第六节	亚太地区能效测评概况	270
附录		276
附录 1	中国节能产品认证管理办法	276
附录 2	固定资产投资项目节能评估和审查暂行办法	281
附录 3	各种能源折标准煤参考系数	285
参考文献		287

DSM 与 DSM 项目

能源是社会发展的重要物质基础。建立在大量能源消费基础上的现代社会，需要合理、有效地利用能源资源，开展持续的节能活动，才能实现经济、能源、环境的协调发展。这样，既提高了当代的生活质量，又不影响后代的健康发展，使人类能在社会可持续发展的道路上享受日益增长的物质与精神文明。

需求侧管理（Demand Side Management, DSM）就是在这种背景下应运而生并发展起来的。它从根本上改变了单纯注重依靠增加能源供应来满足需求增长的传统思维模式，建立了把需求侧节约的能源作为供应侧一种可替代资源的新概念，使资源配置拓展到更广阔的领域，能够以最经济的方式和最好的社会效益达到同样能源服务的目的。

本章主要介绍 DSM 的一些基本问题，包括含义、目的、对象、资源、内容、特点及实施手段等，并根据不同的依据对 DSM 项目的类型进行划分。

第一节 DSM 概述

一、DSM 的含义

任何一种创新的理论和方法都有在实践中不断完善和发展的过程，DSM 也不例外。DSM 在我国仅有不到 30 年的发展历程，还处于成长阶段。它是在市场经济体制基础上培植起来的一种先进的能效管理技术和节电运作新机制，反映了用电管理的新思维，并随市场经济的不断发展而日臻完善。特别是在电



力行业重组和市场化改革之后，DSM 也在不断发展和完善，人们在其运作实践和演进过程中逐步深化了对它的认识。

概括地说，DSM 就是指在政府法规和政策支持下，采取有效的激励和引导措施以及适宜的运作方式，通过发电企业、电网企业、能源服务企业、社会中介组织、产品供应商、电力用户等共同协力，提高终端用电效率和改变用电方式，在满足同样用电功能的同时减少电力消耗和电力需求，为达到节约资源和保护环境，实现社会效益最优、各方受益、成本最低的能源服务所进行的管理活动。

二、DSM 的目的

用户对电能的需求包括电力和电量。电力是指用电能力，一般用千瓦(kW)表示；电量是指用电量，一般用千瓦·时(kW·h)表示。电力系统只有具备相适应的发供电能力和发供电量，才能满足联入电网各类用户的用电需求，它需要有足够的装机容量来供应电力和持续不断地把燃料等一次能源转换为电能。

从电网企业的角度来看，DSM 的目标主要集中在电力和电量的改变上，一方面采取措施降低电网峰荷时段的电力需求或增加电网低谷时段的电力需求，以较少的新增装机容量达到系统的电力供需平衡；另一方面，采取措施节省电力系统的发电量，在满足同样能源服务的同时节约了社会总资源的耗费。从经济学的角度上看，DSM 的目标就是将有限的电力资源最有效地加以利用，使社会效益最大化。在 DSM 的规划实施过程中，不同地区的电网公司还有一些具体目标，如单位供电成本最小、单位购电费用最小等。从终端用户的角度来看，DSM 的目标主要是提高终端用户用电效率，优化其用电方式，以更为低廉的电价来满足用户的用电需求。因此，DSM 的目标是使群体各方共同受益。

三、DSM 的对象及资源

DSM 的对象主要是指电力用户的终端用能设备以及与用电环境条件有关



的设施，主要包括以下六种设备及设施：①用户终端的主要用电设备；②自备发电厂；③与电能利用有关的余热回收设备；④与用电有关的环境设施；⑤可与电能相互替代的用能设备；⑥与用电有关的蓄能设备。

DSM 的资源主要指终端用电设备节约的电量和节约的高峰电力需求，主要包括以下七方面：①蓄热、蓄冷、蓄电等改变用电方式所转移的电力；②提高空调、电动机及系统等设备用电效率所节约的电力和电量；③合同约定可中断负荷所转移或节约的电力和电量；④余能回收、能源替代所节约的电力和电量；⑤用户改变消费行为减少或转移用电所节约的电力和电量；⑥自备电厂参与调度后电网减供的电力和电量；⑦建筑物保温等改善用电环境所节约的电力和电量。

四、DSM 的内容及特点

DSM 的内容大致可以分为以下六方面：①提高能效，即改造用户的低效用电设备，改变用电习惯，在获得同样用电效果的情况下，提高用电效能，减少电量和电力消耗；②能源替代，即如果用户的设备使用其他的能源比使用电能效益更好，则更换或购置使用其他能源形式的设备；③余能回收，即用户将余能回收利用，用来再次发电；④负荷管理（负荷整形），即通过技术和经济措施激励用户调整其负荷曲线形状，有效降低电力峰荷需求或增加电力低谷需求；⑤新用电服务项目，第三方节能服务机构或电力公司开展的有关提高能效的咨询活动、讲座等；⑥用户装有的自备电源，如柴油发电机、太阳能发电系统等直接或间接接入电力系统进行统一调度，可减少系统电量和电力。

DSM 的内容多样，根据不同地区的特点，其侧重点也会随之不同，需结合具体情况具体分析。

DSM 的特点主要有以下四方面：①DSM 适合市场经济运作机制，鼓励资源竞争，讲究效益，提倡质量服务；②用户是节能节电的主要贡献者，DSM 应用于终端用电领域；③节能节电具有量大面广、极度分散的特点，节能节电需多方社会成员参与，政府主导，形成公益性的社会行为，个别用户节能节电效益有限；④DSM 立足于社会可持续发展的目标。



第二节 DSM 实施手段

DSM 的实施需要考虑技术、经济、政策等多方面因素，需要采用多种手段。这些手段以先进的技术为基础，以经济效益为核心，以法律法规为保障。总之，DSM 的实施手段可以概括为三种：技术手段、经济手段和行政手段。

一、技术手段

技术手段是指针对具体的管理对象及生产工艺和生活习惯的用电特点，采用当前技术成熟的先进节电技术和管理技术来改变用电方式或提高终端用电效率。

（一）改变用户用电方式

改变用户用电方式所采取的手段大致可以分为三种：负荷控制（如直接负荷控制）、储能设备（如蓄能、蓄热、蓄冷装置）以及限制设备（如时间控制器和需求限制器）。

1. 直接负荷控制

直接负荷控制是指在电网负荷高峰时段，系统调度人员通过负荷控制装置控制用户终端用电状况的一种方法。在电力供应出现严重短缺，失去电力平衡时，往往采用这种方法远程控制中断用户的供电，起到削减峰荷的作用。但是这种方法会很大程度上影响生活秩序，事后一般需要对用户予以电价补偿。

2. 蓄能、蓄热、蓄冷装置

（1）蓄能装置：可以在电网负荷低谷时段投入电气蓄能装置进行填谷。

（2）蓄热装置：可以在电网负荷低谷时段，把电气锅炉或电加热器产生的热能存储到蒸汽或热水蓄热器中进行填谷，在电网负荷高峰时段则使用蓄热器中的热能，实现移峰填谷。

（3）蓄冷装置：常见的如空调的蓄冷技术，即在电网负荷低谷时段，制造冰或冷水，并将冰和冷水进行储存，在电网负荷高峰时段将冰或冷水转化为冷



气释放,实现移峰填谷。

3. 时间控制器和需求限制器

时间控制器和需求限制器属于自控装置,合理利用可以实现用户负荷的间歇和循环控制,并且这种方法很少影响到用户的用电方式及所提供的服务质量,是一种对电网移峰填谷较为理想的控制方法。

(二) 提高终端用电效率

提高终端用电效率主要是通过用户采用先进的高效设备和节能技术来实现,包括采用高效照明系统、高效变压器及其配电系统、高效电动机系统、高效节能家用电器、高效电加热技术五方面。

(1) 高效照明系统:使用高效节能照明器具替代传统低效的照明器具,利用先进的控制技术提高照明用电效率和照明质量。

(2) 高效电动机系统:使用效率达到或超过《中小型三相异步电动机能效限定值及能效等级》(GB 18613—2012)的高效电动机替代普通电动机。

(3) 高效变压器及其配电系统:S11 系列油浸式变压器、SC10 系列干式变压器以及非晶合金配电变压器是目前推广的高效变压器。配电损失的减少可以通过减少变电次数、实行变压器节电运行、配电线路合理布局和自动补偿装置及采用无功就地补偿等来实现。

(4) 高效电加热技术:包括远红外加热,微波加热及中、高频感应加热等技术。国内红外辐射加热产品主要包括石英管加热器、半导体陶瓷类加热器、金属管状远红外辐射加热器。

(5) 高效节能家用电器:包括高效家用空调器、变频空调器、节能型电热水器、节能型电冰箱、热泵热水器、高效电炊具、节能型洗衣机等。

二、经济手段

DSM 的经济手段是指使用各种电价、直接经济激励和需求侧竞价等措施,通过这些措施刺激和激励用户转变用电方式和消费行为,安装并使用高效设备,减少电力需求和电量消耗。电价由供应侧制定,属于控制性经济手段,用户被动响应;直接经济激励和需求侧竞价属于激励性经济手段,需求侧竞价加



入了竞争，用户主动响应，积极采用这些措施的用户在为社会做出增益贡献的同时也降低了自己的生产成本，甚至获得了一些效益。对不参与节能的用户不予经济激励，也不应损害其经济效益。

（一）制定各类电价

电价是一种影响性较大，且便于操作控制的经济激励手段，但电价的制定过程较为复杂。电价结构可以包含峰谷电价、容量电价、季节性电价、分时电价、可中断负荷电价等。

（1）峰谷电价，指电网公司根据电网的负荷特性确定年内或日内峰荷、低谷和平常的时段，在高峰时段、低谷时段及平时时段实行峰、谷、平三种不同的电价，也可只划分高峰和低谷时段并实行峰谷电价。

（2）容量电价，又称基本电价，以用户月最大负荷需量或变压器装置容量收取电费。

（3）季节性电价，是为改善电力系统季节性负荷的不均衡性所采取的一种激励性电价，即根据不同地区的用电特性，在一些季节适当提高电价，在另外一些季节调低电价。

（4）分时电价，是对峰谷电价的进一步细化，一日内不同时点电价不同，它是提供用户更仔细地安排用电时间的激励电价。

（5）可中断负荷电价，是指当系统高峰电力供应不足时，电力用户根据与电力部门签订的协议在用电高峰时段暂时减少或中断用电，并由电力部门给予一定的补偿。

（二）实施直接经济激励

（1）折让激励，指给予购置特定高效节电产品的用户、生产商或推销商适当比例的折让，促使制造厂家推出更好的新型节电产品，注重发挥推销商参与节电活动的特殊作用以吸引更多的用户参与需求侧管理活动。

（2）节电设备租赁鼓励，指把节电设备租借给用户，通过使用节电效益逐步偿还租金的办法来鼓励用户节电。

（3）节电奖励，指针对第二、三产业用户提出的准备实施或已经实施且行之有效的优秀节电方案或工作给予“用户节电奖励”，借此树立节电榜样以激



发更多用户提高用电效率的热情。

(4) 借贷优惠鼓励, 指向购置高效节电设备的用户, 尤其是初始投资较高的用户提供低息或零息贷款, 以减少它们参加需求侧管理时在资金短缺方面存在的障碍。

(三) 开展需求侧竞价

需求侧竞价是指用户通过一些措施获得可减电力和电量, 并将其在电力市场中进行交易, 获得一定的经济回报。其中, 电力用户主动削减负荷, 相当于向电力系统提供了一种电力资源, 这种资源称为“负瓦”。需求侧竞价可以采用两种办法进行: 一种办法是根据需求侧节电方案的节电量和削峰情况, 按节电方案初始成本给予中标者一定比例的报酬; 另一种办法是电网公司采取拍卖的形式实行节电招标。

另外, 可建立节电期货和现货市场, 把节约的电力转化为资金在用户之间或公司之间进行流通。公用事业公司也可以充当“负瓦”的经纪人, 一些公司从他们那里购买合同以稳定或减少需求, 合同可在二级市场上再次销售。

三、行政手段

DSM 的行政手段是指政府及其有关职能部门, 通过法律、政策、制度、标准等规范电力消费及市场行为, 引导用户节能消费、推动节能增效、保护环境、避免浪费的管理活动。

行政手段包括了制定经济政策、出台行政法规、推行清洁发展机制和能效标准标识、合同能源管理、扶持和激励节能技术、建立有效的能效管理组织体系等。法律政策手段不仅能够起到强制性作用, 还能够引导、激励各方做到节能减排。

第三节 DSM 项目主要类型

DSM 项目种类很多, 可按实施效果、实施主体、电力用户、运作机制、项目性质为依据进行划分。



一、按实施效果划分

DSM 项目的投资规划阶段要制定明确的目标，实施过程中也需要各参与方的配合与协作。DSM 项目的目标可分为定量目标和定性目标。其中定量目标主要指各种资源、能量的节约，以及一系列因为项目实施所带来的经济效益、环境效益等；定性目标包括市场的形成、公民节能意识的提高等。目标的完成情况反映了项目的实施效果，因此以实施效果为依据，DSM 项目主要划分为三类。

(1) 电力负荷管理项目，即主要以转移和调整高峰负荷为目的，采用行政、电价和其他激励措施鼓励用户调峰的项目，包括各类负荷监控和管理项目。此类项目通常可通过峰值需求减少量衡量项目是否成功，目标是否达到。在实际的项目实践中，降低峰值负荷也是 DSM 的首要目标。

(2) 提高能效的节电项目，包括提高终端用电设备效率的项目、推广各种高效节能设备和技术、降低用户能耗成本的项目，如电动机、变压器、空调等典型节电设备项目。此类项目通常需要采取一系列具体措施达到电能、热能及其他形式能源的节约。例如，改进照明系统、电动机换代等。

(3) 公益性节能项目，如节能型家电推广项目、家庭节能技术培训项目、相同功能电气设备替代项目、提高公民节能意识宣传项目及低收入家庭节能产品项目等。通过对 DSM 项目的宣传与推广，使更多的人了解并积极参与到其中，从而对今后更为深入持久地开展 DSM 工作提供了保障。

二、按实施主体划分

DSM 项目在世界各国甚至在我国各地区间，会根据当地实际情况，呈现不同的管理模式。因而，DSM 项目的实施主体、各参与方之间的职责分工、实施方式都会有所差异。以美国为例，其 DSM 项目管理模式主要分为：政府直接管理模式、电力公司管理模式、独立第三方管理模式。在我国，根据实施主体的不同，DSM 项目主要划分为五类。

(1) 电力用户自身为实施主体的项目。电力用户是节电的主体，对电力用



户自身实施 DSM 项目运作有利于更快地推进 DSM 项目进入实用阶段，更快地实现终端节电。

(2) 电网公司为实施主体的项目。电网公司作为连接发电企业与电力用户的桥梁与纽带，是 DSM 项目最主要的实施主体。通过更好地建设与改造电网，优化电网调度，提高发输电能力，制定有序用电方案，采用电力负荷管理系统等技术手段缓解电力供需紧张局面，引导用户主动参与错峰、避峰，为均衡用电负荷提供了有力支持。

(3) 节能服务机构及企业为实施主体的项目。节能服务产业是当前我国的一种新兴产业，是现代服务业的重要组成部分。目前我国的节能服务机构主要提供节能咨询与评估、能源审计监测、合同能源管理等方面的服务。但由于其产生的时间不长，服务水平参差不齐，同时缺乏各方面的有效监管，因而亟需大力扶持，提高行业整体素质。

(4) 政府能源主管部门为主导，委托电网公司或节能服务机构实施的项目。在我国，政府相关部门的主要责任在于制定 DSM 项目目标、对项目的实施过程进行监管，以及对项目进行总体评价。除了宏观管理，有时政府部门还会对具体的项目运作负责。

(5) 混合型项目。根据项目的特点和各个实施主体的技术及经济实力，DSM 项目的不同部分由上述不同实施主体承担，这样既有利于充分发挥各实施主体的优势，各参与方取长补短，也利于更有效地利用有限的资金，在项目实施过程中带动全社会加大对 DSM 的关注力度，促进各方面共同努力，更好地开展 DSM 工作。

三、按电力用户划分

电力用户是实施终端节电的主体，不同类型的电力用户在电网中担当着不同角色。类似于分类电价政策，DSM 项目根据电力用户的不同，实施过程中所采取的具体措施会有所区别。以电力用户为依据划分，DSM 项目主要可分为三类。

(1) 居民用电的 DSM 项目，包括民用建筑、民用设备和家电、储热设备