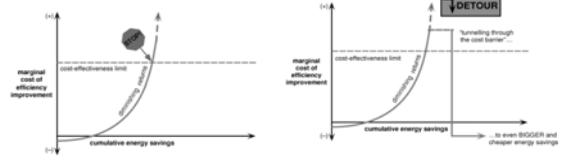


需求侧管理与终端能源消费

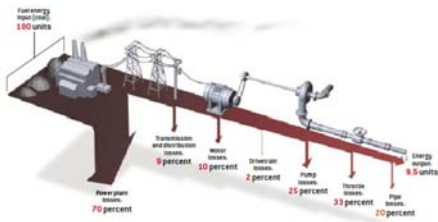
系统的整体优化



一般经济学观点：获得更大的节能效率需要更高的边际成本

实际经验：系统整体优化与单个环节逐一改进相比，可能会穿越“费用屏障”，以较小的投资获得更大的效率

需求侧管理的概念



- 能源的最终利用效率<10%
- 技术开发目标：减少能量转变、传输中的损失
- 需求侧管理：能源的合理需求、并以此决定能源供给的质量和规模

例1：荷兰一家供热回路的泵站，经过优化功率从70.8kW降为5.3kW（节能92%）

- 措施a：一粗管道小泵代替细管道大泵（一般设计者根据摩擦力决定管道粗细时，仅考虑管道自身的成本回收）
- 措施b：先排列管道，后安装设备（减少管道长度）

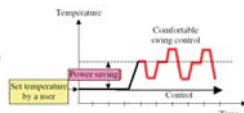
例2：美国某处架空线选用粗一号导线，成本可在20周内回收（一般根据容量确定导线粗细，而不是经济性）

例3：1992年美国样板房：室外45°C时无需制冷，造价-\$1800，维护-\$1600；

曼谷350m²房屋，仅需16%的空调功率，且建造费用相同（建筑隔热厚度设计原则：以边际成本=边际收益。忽略了供热系统的造价。）

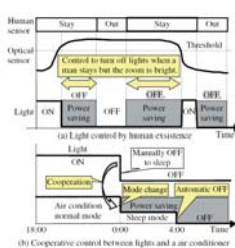
服务的重新界定 使人感到舒适即可 → 挑战传统的效率定义

- 例：• 空调系统加装传感器，将风吹向个人 空调温度的摇摆控制（swing control）
- 商店地板制冷、供暖方式



新的家电控制方式的节能潜力：

Items	Control scheme	Reduction (%)	Effect (%)
Air conditioner	Human detection	21.2	8.8
	Swing control	11.0	4.6
	Unused shut down	5.1	2.1
Refrigerator	Cooperative control	1.1	0.4
	Unused shut down	1.7	0.4
Lighting	Human detection	6.1	1.2
	Cooperative control	3.3	0.7
TV Set	Human detection	27.7	3.6
Electric toilet seats	Unused shut down	25.9	1.0
Total		22.8	



解决能源瓶颈问题的思路

- 提高能源开发的技术投入，增加新能源供给(供给侧)
- 增加能效改进的投资，提高现有能源的有效产出(供给侧方)
- 通过制定合理的能源政策对能源需求进行管理，限制或引导能源需求。(需求侧)

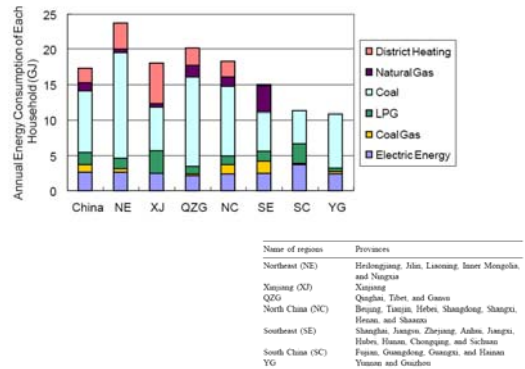
由于供给侧的能源技术开发和设备更新需要较长周期，而能源需求具有易变性和不确定性，现代各国的节能思路已逐渐从传统的增加供给转向需求管理，实现供给和需求的配比，要进行需求管理，关键是深入理解并掌握能源消费主体的需求行为，并把握其规律性。

城市终端能源消费

能源需求侧终端用户包括企业和民用用户等，对于企业节能，通过产业结构调整、技术改造等途径，已经显著提高了能效，而对于家庭用户，则缺乏深入研究。但是，随着城市化进程、家用电器普及，该部分能耗已占相当比例：

- 1980年，美国家庭用能已占全国用能总量的40%；
- 2005年，我国城市为主的民用能源消费量已达到终端能源消费总量的30%

我国城市每户能源消费情况（1997）



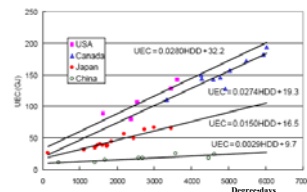
城市生活能源

1. 建筑供能（取暖、热水、电、制冷）
2. 交通（物流）
3. 废弃物（垃圾处理、再利用）
4. 供水系统

• 建筑总能耗

1996年，中国建筑年消耗3.347 亿吨标准煤，占能源消耗总量24.1%		
2002年，	3.58	27.5%

各国每户取暖能耗与温差·天数的关系



我国城市平均采暖能耗低的原因：

- 独立住宅比例小(<5%，美36%，加16%，日40%)
- 南方冬季无供暖设施
- 面积、供暖时间等

居民住宅能耗

• 人均生活能源消费量

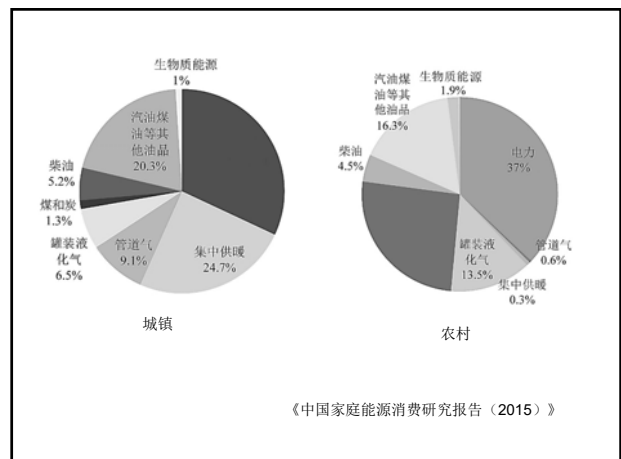
年份	人均生活用能 (kg标准煤)	煤炭 (kg)	电力 (kWh)	煤油 (kg)	液化石油气 (kg)	天然气 (m³)	煤气 (m³)
1990	139.2	147.1	42.4	0.9	1.4	1.6	2.5
1996	145.5	118.3	93.1	0.5	5.8	1.6	4.7
2002	149.5	63.4	173.7	0.4	10.0	4.4	10.2

• 建筑采暖能耗

北京一般采暖能耗标准为25kg标准煤（新建住宅节能50%标准）
德国：4~8kg标准煤（70年代为25~30kg）

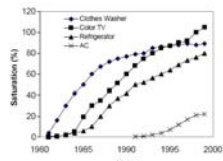
• 供暖效率

北京集中供暖综合效率 35~55%
发达国家：约80%



电器与待机能耗

- 虽然电器节能效率不断改进，但是生活水平提高导致电器数量及家庭电力消费将持续增长



中国主要家电的饱和趋势

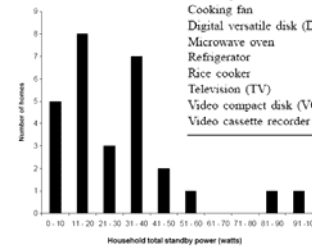
日本单位家庭的年度能源消费量 (10³kcal/户)

年份	取暖	制冷	热水	厨房	其他用电	合计
1970	2463	53	1636	849	1287	6289
1980	2414	83	2810	1004	2196	8508
1990	2784	252	3356	965	2068	10427
1998	2853	249	3173	771	3822	10868

家电的待机功率 (2000年广州地区调查结果)

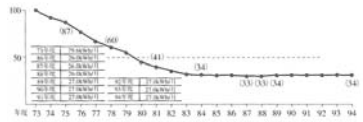
平均每户年耗电100kWh, 年总消耗13TWh, 成为第5个家庭电力消耗源

Product	Count	Standby Power (W)		
		Minimum	Average	Maximum
Air conditioner	32	1.0	3.1	9.3
Amplifier	2	19	31.7	45
Audio system	5	3.6	10.0	20
Cooking fan	1	1.2	1.2	1.2
Digital versatile disk (DVD)	1	3.6	3.6	3.6
Microwave oven	5	0.5	2.9	3.7
Refrigerator	12	0.5	4.1	12
Rice cooker	1	5.2	5.2	5.2
Television (TV)	31	2.4	9.6	21
Video compact disk (VCD)	16	3.4	12.9	22
Video cassette recorder (VCR)	1	13	12.8	13

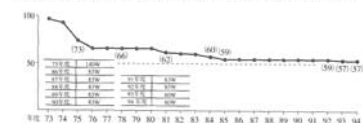


日本家电耗电量的变化

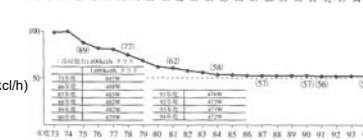
170升双门冰箱



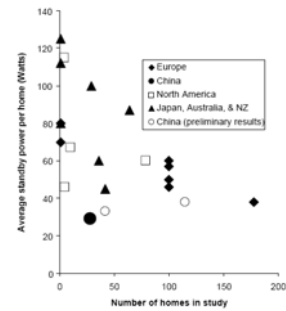
19, 20吋彩电



空调 (制冷量~1600kcl/h)

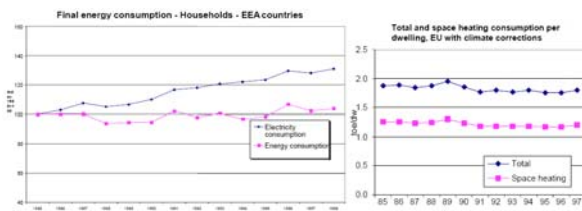


各国家庭待机功率



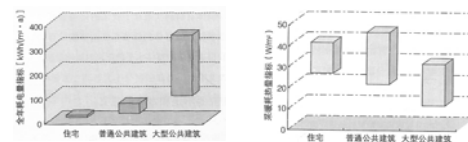
欧洲家庭能耗的变化

- 总能耗基本不变
- 采暖能耗略降
- 电器能耗上升趋势

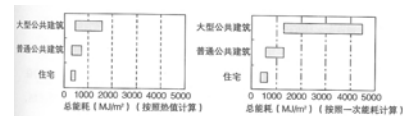


公共建筑能耗

- 电能消耗大, 采暖能耗小
面积较小、无中央空调的普通公共建筑耗电为居民住宅的2~4倍, 采暖大致相当; 大型公共建筑耗电达10~15倍, 采暖较低 (内部发热大)。



- 总能耗大
北京公共建筑仅占总建筑面积5.4%, 用电量与全市住宅相当

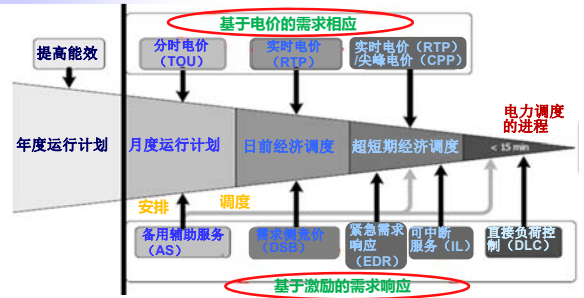


各种公共建筑能耗特点

建筑类型	空调	照明	办公设备	个别单项	电梯	其他
政府办公楼	21%	22%	20%	厨房11% 电开水器19%	5%	2%
商场	50%	40%			10%	
写字楼	37%	28%	22%		3%	10%
酒店	44%	25%	4%	给排水17% (全天热水)	9%	1%

- 我国公共建筑能耗与国外相当，有些偏低
- 节能潜力30%左右

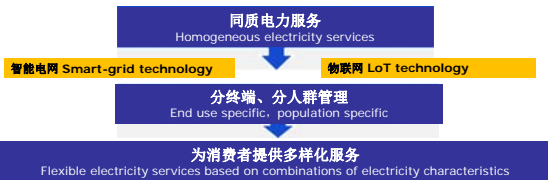
不同参与时间维度



在电力调度的进程中，不同需求响应项目适用于不同的时间维度，因此需求项目在电力调度进程中参与的时间维度对需求响应的实施具有重要的影响作用。

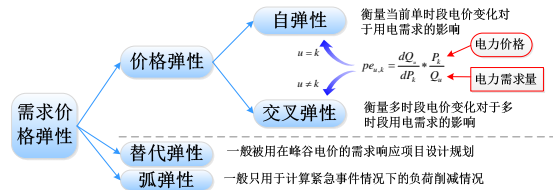
智能电网条件下的终端需求侧管理

- **技术方法 Technologic methods**
 - 直接负荷控制 Direct load control
 - 扩容 Increase power capacity
 - 增加存储设备 Storage equipment
 -
- **经济方法 Economic methods**
 - 可中断价格 Interruptible rates
 - 需求侧竞价 Demand bidding
 - 关键峰值定价 Critical-peak pricing
 - 实时定价 Real-time pricing
 -



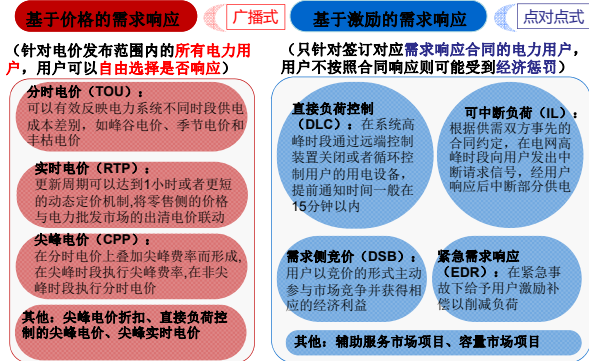
需求弹性

在各种影响用户电力消费行为的因素中，价格的影响作用最大，一般采用需求价格弹性来定量表征电力价格变化对于用户响应行为特性的影响。



电力需求响应分类

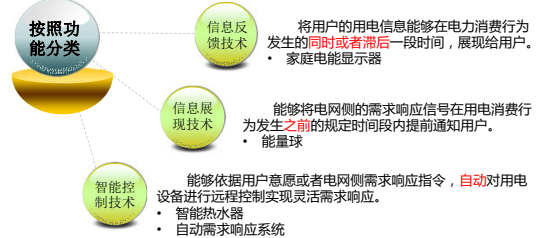
按照用户响应方式分类



需求响应关键技术

需求响应关键技术是指智能电网条件下，为增强用户的响应能力而采用的先进的通讯和控制技术的总称。

相关文献总结了美国近10年来各州试点的针对居民、商业等广大用户的126个动态电价和分时电价的需求响应项目，得出拥有需求响应支撑技术的用户相较于没有的用户，其峰荷削减能力可以增强50%。



实施案例

需求响应发展比较成熟的美国、加拿大和法国等已经应用了很多需求响应关键技术：

- 需求响应主要用于广大居民和小商业用户，可以**显著提高**用户的需求响应能力；
- 信息反馈技术的主要作用，**降低用户的总用电量**；
- **信息展现**技术建议和**电价型项目**联合作用，具有**显著的转移/削减峰荷作用**；
- **智能控制**技术大规模使用，可以产生**显著峰荷削减和调频作用**。
- **智能控制和信息展现技术结合**，会带给用户**更大的需求弹性**。

项目实施时间	地区	行业	DR关键技术类别	需求响应项目描述	用户响应能力指标	能耗节省描述
1996至今	法国	居民	信息展现- 能量球	每天变换的日电价	峰时自弹性 谷时自弹性	-0.79 -0.18
2004	澳大利亚	居民	信息反馈- 家庭电能显示器 、 信息展现- 能量球	尖峰电价机制	电量削减 峰荷削减	年平均8% 夏季最大30%
2004	加拿大安大略省	居民	信息反馈- 家庭电能显示器	预付费结算机制	电量削减	年平均15%
2005-2006	美国伊利诺伊州	居民	信息展现- 能量球 信息展现- 能量球 、智能控制- 智能开关	实时电价	负荷自弹性	-0.067
2008-2009	美国马里兰州	居民及小商业用户	信息展现- 能量球	尖峰电价折扣	替代弹性 峰荷削减	-0.113~-0.149 23-27%
2013至今	英国	居民	智能控制- 智能热水器 等	辅助服务市场	参与系统调频的用户	9%

家庭电力消费理论

- **基于效用理论的家庭电力消费模型**
-传统微观经济学消费者选择是预算约束条件下的效用最大化决策，理性的消费者追求自身利益的最大化，效用则基于偏好，是福利的表征。
- **行为经济学模型**
-试图突破理性人等传统经济学假设，将决策的心理过程等体系化到微观经济学模型之中。
- **基于心理学的消费行为决策模型**
-探究行为产生的原因，认为态度和潜在认知对行为产生影响，形成了从心理学角度、以态度和认知为基础的消费行为模型。
- **基于社会学的消费行为决策模型**
-电力需求是间接需求，电力服务不完全是个人决策的结果，而具有社会嵌入性（Embeddedness）特征。

能源消费选择行为影响因素研究

传统需求侧管理方法的局限性

行政命令手段

需求侧用户福利损失过大。

覆盖全部市场的经济手段的需求响应弹性低

电力总需求对自身价格的弹性——澳大利亚为0.539，德国为0.113，美国为0.872（其中美国居民用电为0.248）。

价格限制

在现有价格区间内的电价波动对大部分居民和部分工商企业的影响甚微。

•••••

实证研究现状

两种途径获取数据：

一是**问卷调查等调查数据**：通过问卷调查获取一手数据，利用离散选择模型等进行实证分析，分析电力消费机理，对理论模型和假说进行验证。

二是**实验数据（实验室实验等）**：最典型的是在家庭搭载实时智能电力设备，进行实验研究。

传统经济理论研究选择行为已有量化的模型，但假设条件严格，离现实较远；而行为经济学的研究还处于尝试阶段，未成体系，多限于定性描述。作为一个较新的领域，能源消费者行为（以家庭为例）的相关研究还处于针对影响因素的实证调研阶段，理论分析较薄弱。归纳起来：

- 主要通过调查问卷对某国某地区进行实证分析，所得出的结论虽有很强的说服力，却缺乏理论基础。
- 主要集中于家庭内在特征和外部环境对能源消费行为的影响，而缺乏对形成此结果原因的深入分析。
- 我国相关研究较少。由于我国与其他国家在经济发水平、生活习惯、气候、价值观念上的差异，其他国家对家庭能源消费行为的研究仅能作为参考。

家庭电力消费分类

设备的购买行为 (Buying Behavior) 购置电器的决策，如购置家庭空调、冰箱等产品时的消费决策特征。往往仅是一次性购买决策。

日常使用行为 (Use Behavior) 日常的、重复性的电器设备使用行为。如清洁、洗澡、做饭等过程中使用能源的行为，往往与行为习惯相关。

- 较高的购买成本可以在产品和设备未来低成本的日常运作中抵消。与购买决策相比，日常消费行为和决策更为复杂。
- 研究表明，高收入阶层倾向于设备节能，低收入阶层更倾向于行为节能。

居民用户家庭电力消费以空调、电视机等电器为载体，同一电量用于不同电器，给消费者带来的效用不同，因此，**家庭电力消费是衍生需求**。

例：能源标识

1、能效标识

- 能效标识定义：能效标识是附在用能产品上的一种信息标签，用于表示产品的用能性能，如能耗量、能效或能源成本等，为消费者的购买决策提供必要的信息，以引导和帮助消费者选择能效高的产品。

能效标识可以强制实施，也可自愿实施，各国大多采用强制方式，由政府部门组织实施。

- 能效标识分类：

1	保证标识	对数量一定且符合制定标准要求的产品提供统一的、完全相同的标签	自愿性
2	比较标识	通过不连续的性能等级体系或连续性的标识，为消费者提供产品能耗、运行成本、能效等信息	强制性
3	单一信息标识	只提供产品技术性性能数据	

国家电器节能法案, 1987及修正案, 1988(NAECA)

- 以法律的形式，为 EPCA 和 NECPA 中包含的 12 类电器制定了标准；
- 在技术可行且经济合理的情况下，指导 DOE 为 1 种附加产品制定标准；
- 要求能源部审查和更新标准，以保持与技术发展的同步性；
- 强调联邦标准应先于各州标准获得认可。

1992 能源政策法案 (EPAAct)

- 指导 DOE 支持针对广泛应用的办公设备类型进行的自愿性国家测试及信息项目；

- 以法律的形式，为商业部门的 9 类用能和用水产品、电动机、照明产品、铝管产品以及办公设备等制定了能效标准；
- 在技术可行且经济合理的情况下，指导 DOE 为 3 种附加产品制定标准。

考虑一项新的或修订消费性产品节能标准的程序、解释与政策, 1996

- 描述了用以考虑新的或修订能效标准的过程，并列出了在过程中的具体环节需要考虑的因素和应进行的分析。这些程序是为了补充而不是取代上述法律中的法定标准。

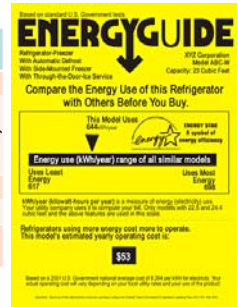
- 能效标识作用：

1	消费者	知情选择权	确立产品节能目标，鼓励消费者购买高效产品，同时减少有害物质排放，获取环境效益
2	制造商	改善产品能源特性	
3	分销与零售商	进货时选择高效产品	
4	政府	提供决策信息基础	

- 能效标准：主要用于淘汰能效最低的产品型号，迫使制造商必须生产高于最低能效标准的产品型号，在市场上往往与能效标识配合实施

2) 美国的比较标识：能源指南 (energy guide)

实施机构	联邦贸易委员会(FTC)、能源部(DOE)
方案类型	比较标识、强制性
标识的产品范围	炉子、锅炉、冷藏箱、冷冻箱、热水器、洗衣机、洗碗机、空调、热泵、游泳池热水器、照明设备等
开始执行日期	1980年
标识样式	见右
调查显示	20%消费者会仔细阅读标识，50%可以识别标识内容



• 美国的能效标识

美国是能源消耗大国，电器耗电量占美国家庭用电量的70%，电器使用年限约为10-15年，使用费用约为购置费用的几倍，美国政府意识到节能的巨大潜力。

1) 美国标识法案的形成

表 3-6 主要的美国联邦标识和标准法案以及程序指导方针

<p>能源政策与节约法案, 1975(EPCA)</p> <ul style="list-style-type: none"> 指导国家标准技术研究所 (NIST) 制定标准测试程序，以测定电器的能效； 指导联邦贸易委员会 (FTC) 制定和颁布能效标识，标识上列出新电器的能耗信息； 指导能源部 (DOE) 制定自愿性的电器能效目标。
<p>国家节能政策法案, 1978(NECPA)</p> <ul style="list-style-type: none"> 指导 DOE 制定强制性的能效标准，取代 EPCA 的自愿性目标； 让联邦标准先于各州标准获得认可。

3) 美国的保证标识：能源之星 (energy star)

实施机构	美国环保署(EPA)、能源部(DOE)、制造商、销售商、消费者、及其他组织共同参与的合作项目
方案类型	保证标识、自愿性
标识的产品范围	家用电器、制冷制热设备、电子产品、办公设备、照明器具、工业设备
开始执行日期	1992年
标识样式	见右



- 能源之星 (energy star) 项目的主要内容：通过产品的保证标识、宣传推广活动、选择性融资活动共同提高能效



产品标识	在已证实的技术基础上建立了能效规范，超过这一规范的可使用能源之星标识
客观信息	为顾客提供非技术性说明书，宣传册交互网站；对团购者提供主动购买方案(purchasing initiative)；进行寿命成本分析、招标、政策培训等
能效推广活动	主要通过大众媒体
选择性融资	现金补贴、税收减免（新建节能住宅减税政策、建筑设备减税政策）、抵押贷款、
能源之星项目的效果	产品能效提高（项目执行两年后，50%的个人电脑和80%的打印机达到了高效标准，个人电脑平均用能从75W-80W下降到35W-45W）、居民节能意识提高、外国产品进入美国的技术壁垒、其它国家也采用了能源之星项目

統一省エネラベル

エアコン、テレビ、冷蔵庫等について従来標準のエネルギー消費量よりも、製品の省エネルギー性能が向上したことから、従来標準の消費電力の約半分に削減し、省エネルギー性能を向上させた製品は、従来標準の約半分の消費電力を必要とします。

この商品の省エネ性能は？

省エネ性能120% 420kWh/年

従来標準 240kWh/年

省エネ性能98% 235.2kWh/年

省エネ性能95% 228kWh/年

省エネ性能90% 216kWh/年

省エネ性能85% 205.2kWh/年

省エネ性能80% 194.4kWh/年

省エネ性能75% 183.6kWh/年

省エネ性能70% 172.8kWh/年

省エネ性能65% 162kWh/年

省エネ性能60% 151.2kWh/年

省エネ性能55% 140.4kWh/年

省エネ性能50% 129.6kWh/年

省エネ性能45% 118.8kWh/年

省エネ性能40% 108kWh/年

省エネ性能35% 97.2kWh/年

省エネ性能30% 86.4kWh/年

省エネ性能25% 75.6kWh/年

省エネ性能20% 64.8kWh/年

省エネ性能15% 54kWh/年

省エネ性能10% 43.2kWh/年

省エネ性能5% 32.4kWh/年

省エネ性能0% 21.6kWh/年

省エネ性能-5% 10.8kWh/年

省エネ性能-10% 0kWh/年

省エネ性能-15% -10.8kWh/年

省エネ性能-20% -21.6kWh/年

省エネ性能-25% -32.4kWh/年

省エネ性能-30% -43.2kWh/年

省エネ性能-35% -54kWh/年

省エネ性能-40% -64.8kWh/年

省エネ性能-45% -75.6kWh/年

省エネ性能-50% -86.4kWh/年

省エネ性能-55% -97.2kWh/年

省エネ性能-60% -108kWh/年

省エネ性能-65% -118.8kWh/年

省エネ性能-70% -129.6kWh/年

省エネ性能-75% -140.4kWh/年

省エネ性能-80% -151.2kWh/年

省エネ性能-85% -162kWh/年

省エネ性能-90% -172.8kWh/年

省エネ性能-95% -183.6kWh/年

省エネ性能-98% -194.4kWh/年

省エネ性能-99% -198kWh/年

省エネ性能-100% -201.6kWh/年

• 日本的能效标识

日本能源资源相当匮乏，日本是全世界推进节能最先进的国家，从1973年至2003年，日本单位GDP平均能源消费指数下降了37%，成果斐然。

1) 日本标识相关法案

石油危机后日本政府着手起草“节能法”（关于能源使用合理化法），并于1979年正式生效。随后，又在1983、1993、1997、1998、1999、2002、2005先后七次进行了修改。

1995年10月，日本通产省(MITI)与美国环保署(EPA)签订针对办公设备的“能源之星”项目协议。

现行法律于2006年3月28日由经产省发布，共有八章99条，包括涉及工场、运输、建筑物、机器器具的节能措施，以及总则、基本方针、杂则和罚则等条款。

日本政府通过不断出台和完善节能法律法规，并配之以各项政策措施，形成了健全的节能法规体系，使各项节能工作始终体现了法制化、规范化的特点。

2) 日本的比较标识:

领跑者制度(Top runner standard)



节能型产品销售商评价制度(Excellent shop program)

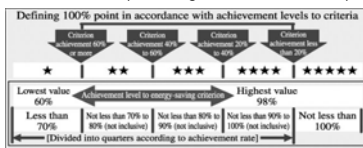
在销售环节，实行“节能型产品销售商评价制度”。对营业面积800平方米以上，家电产品销售额占总销售额50%以上的商店每年进行评选，并公布“节能型产品普及推进优秀店”名单，授权悬挂全国统一的图形标志。每年还在大型的“销售商”中评选经济产业大臣奖和环境大臣奖等。

2) 日本的比较标识:

统一节能标识(Uniform energy-saving label)

实施机构	日本通产省(MITI)
方案类型	比较标识、强制性
标识的产品范围	空调、电视、冰箱等
开始执行日期	2006年
标识式样	见后

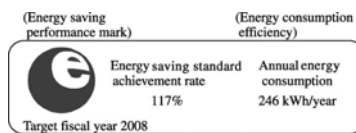
多级评定标准(Multistage evaluation criteria)



在消费环节，实行能效标识制度。从节能标识标签上消费者可以了解到能效等级、每年的能源消费量、节能标准达标率、能源运行费用、生产厂商、产品名称和型号等内容。随着产品的更新和进步，每年进行一次调查，当达到最佳标准的器具比标准制定时增加30%时，重新评价能效最佳标准，每年4月1日进行多级评价标准变更。到2006年4月，有13种产品纳入了能效标识管理。

3) 日本的单一信息标识: 统一节能标识(Uniform energy-saving label)

实施机构	日本通产省(MITI)
方案类型	单一信息标识、强制性
标识的产品范围	照明器具、空调、电视、冷冻箱、冷藏箱等
开始执行日期	2000年
标识式样	见下图



4) 日本的保证标识: 能源之星 (energy star)

5) 节能财税政策:

一是税制改革。使用指定节能设备,可选择设备标准进价30%的特别折旧(即在正常折旧的基础上,还可提取30%的特别折旧)或者7%的税额减免(仅适用于中小企业)。

二是补助金制度,对于企业引进节能设备、实施节能技术改造给予总投资额的1/3到1/2的补助(一般项目补助上限不超过5亿日元,大规模项目补助上限不超过15亿日元),对于企业和家庭引进高效热水器给予固定金额的补助,对于住宅、建筑物引进高效能源系统给予其总投资1/3的补助。

三是特别会计制度。即在国家预算中安排专门的节能资金(2007年“节能对策”资金规模约为1100亿日元),由经产省实施支援企业节能和促进节能的技术研发等活动,该预算纳入“能源供需科目”,主要来源于国家征收的石油煤炭税。

8) 日本能效的提高:

Name of equipment (subject period)	Achieved improvement (expected value)
CRT-based TV (Fiscal 1997 to 2003)	25.7% (16.4%)
Air-conditioner (Fiscal 1997 to 2004)	32.2% (33.9%)
Electric refrigerator (Fiscal 1998 to 2004)	55.2% (30.5%)
Video tape recorder (Fiscal 1997 to 2003)	73.6% (58.7%)
Gasoline-engine passenger car (Fiscal 1995 to 2004)	22.0% (23.0%*)

* Fiscal 1995 to 2010 estimated value. Actually surveyed value by Ministry of Economy, Trade and Industry.

部分产品的能效提高

6) 推广节能服务:

日本大力扶持能源服务产业,利用专业的能源服务公司(Energy Service Company, ESCO)为业主提供包括节能诊断、解决方案、维护设备及运营管理等全套服务,能源服务公司通过与业主签订合同、收取服务费和分享节能效益获得收益。ESCO事业有两种合同方式:一是节能量保证型合同,由业主负责筹集节能初期资金,节能设备的所有权归业主,适用于业主有较强的融资投资能力;二是节能效益分享合同,由ESCO公司负责筹集节能投资,节能设备所有权归ESCO公司,业主不需要进行初期投资,不承担投资风险。ESCO事业70年代兴起于北美,日本于90年代引进,2003年市场规模达到557亿日元,目前主要以办公楼、学校、医院等设施综合改造项目为主。据日本节能中心的研究,日本潜在市场规模约有24700亿日元。

• 我国的能效标识

我国于2004年启动了能效标识制度,并自2005年3月1日起正式实施。到目前为止实施的产品包括房间空调器、家用电冰箱、电动洗衣机和单元式空调。

1) 相关法律法规体系

2004年8月13日,国家发改委、国家质检总局制定发布了《能源效率标识管理办法》(以下简称《办法》),标志着能效标识制度在我国正式建立。《办法》的上位是《中华人民共和国节约能源法》、《中华人民共和国产品质量法》和《中华人民共和国认证认可条例》。

2004年11月29日,国家发展改革委、国家质检总局、国家认监委发布了《中华人民共和国实行能源效率标识的产品目录(第一批)》、《中国能源效率标识基本样式》、《房间空气调节器能源效率标识实施规则》和《家用电冰箱能源效率标识实施规则》,规定从2005年3月1日起正式实施房间空调和家用电冰箱能效标识制度。此后,又颁布了第二批实行能源效率标识的产品目录,从2007年3月1日起,洗衣机和单元式空调能效标识制度正式实施。

7) 节能全面动员:

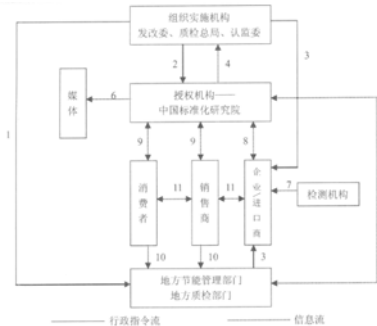
日本政府非常重视节能宣传教育。除建立节能日(每月第一天)、节能月(每年2月),举办形式多样的宣传和教育活动外,还规定每年8月1日和12月1日为节能检查日,检查评估节能活动以及生活习惯。

地方成立了“节能活动推进协议会”,由地方政府官员、节能专家、居民代表和企业人士组成,研究制定一个地区的节能目标和实施计划。“协议会”经常开办节能讲座,开展节能活动,如建立“无车日”,共同熄灭建筑物上的灯饰,推广使用风能,太阳能等自然清洁电力等。“协议会”还派出“节能指导员”,进入家庭进行节能指导。这些具有专业知识的“指导员”可以很快发现家庭生活中的能源浪费,进而提出节能建议。

日本政府部门带头节能。2006年6月,日本政府宣布开展“节能装”活动,内阁成员带头穿“节能装”,同时,将办公大楼的空调温度设定在28℃。

日本政府为鼓励和激发企业不断创新,每年2月份召开表彰大会,奖励能源生产单位、能源使用单位、节能产品生产、节能产品销售商优秀代表,每年的节能奖项设:经济产业大臣奖3个、资源能源厅长官奖5个、经产局地方局长奖15个、节能中心会长奖33个。

2) 能效标识实施程序



1 组织; 2 授权; 3 监督检查; 4 建议; 5 信息共享; 6 公告; 7 检测; 8 备案和核准; 9 投诉和查询; 10 投诉、举报; 11 社会监督和意见反馈
图1 能效标识管理的组织结构图

3) 基本内容

- 我国能效标识是表示用能产品能源效率等级，即能效限定值和节能评价价值等性能指标的一种信息标识，是强制性标准。新修订和制定的8项产品能效标准(家用电冰箱、房间空气调节器、家用洗衣机、双端荧光灯、自镇流荧光灯、单元式空气调节机、冷水机组、高压钠灯)中规定了能效的等级指标。其中电冰箱、洗衣机和空调产品的能效分为5级，几项照明产品的能效分为3级。
- 标识的具体样式和规格，标识的具体项目内容、检测程序和要求，等级划分标准，标识信息的确定依据，标识印制、粘贴等使用要求，标识的备案程序及核实验要求以及标识的公告程序由国家统一制定。
- 我国能效标识也实施企业自我声明的模式，由企业自行或委托国家认可的检测机构检测其产品的能源效率指标，以此确定产品的能源效率等级，企业自我声明产品的能效性能。

成本效益分析

• 成本-效益分析

1. 由于市场失灵，常规的经济分析方法评价环境与资源效益或损失的有效性值得怀疑，往往采用**成本-效益分析**，将环境等的外部影响（市场失灵）纳入到传统的经济分析框架。
2. 成本收益分析遵循帕累托补偿准则(Pareto compensation principle)，即，社会经济状态（或环境质量状况）的改变会使社会成员有得益者，也有损失者，如果得益者有可能补偿损失者，而且还有盈余，则也称为社会经济状态的改进。
3. 一般私人部门和产业是以个别单一厂商或消费者之利益考虑为主的决策，而成本效益分析是以社会的观点和角度制订政策与措施，某项政策或措施的引入，使得社会总体的净收益大于零，则该政策是可行的。
 - ① 成本是指社会所有成员所承担某政策所负担的机会成本(Opportunity cost)。
 - ② 收益是指某政策执行所带来的对社会所有成员福利改善的价值。
4. 成本效益分析政策或措施，常牵涉具有非市场型态的物品或劳务，比如分析关于环境资源数量与质量改变的政策。

终端能源消费管理与智能电网

1. 节能
2. 削峰填谷
3. 增加等效备用容量，增加系统稳定性，改善电能质量
(电动汽车，家电控制等)

- 环境经济学家提出了总经济价值（TEV）法，并开发了调研方法。其中环境资产的**总经济价值**包括使用价值和非使用价值：

使用价值：	经由使用或消费过程产生的价值
1 直接使用价值	人类直接使用资源所获得的收益（捕鱼、狩猎等）。
2 间接使用价值	资源各项功能衍生的效益（生态系统的气候调节等）。
3 选择价值	保存或改善森林资源的数量或品质，使自己在未来有机会使用此资源所产生的潜在价值。
非使用价值	
1 赠与价值	保存或改善资源的数量或品质，使后代能更好地生活或游憩所产生的价值。
2 存在价值	资源存在本身具有价值，来自人类对自然环境资源的同情与关怀。

例：居民空调可通断管理的需求侧价值评估

环境资源价值和评估方法

- 常见的是**假设市场调研法**（Contingent valuation method, CVM）和选择实验（Choice experiment, CE）。
- 假设市场调研法利用问卷建立一个假设市场，直接询问消费者对增加某项非市场物品的**愿付价值**（Willingness to Pay, WTP）或**愿受价值**（Willingness to Accept, WTA），**揭示其边际效用，进而推估物品或服务数量或品质变化的经济效益**，属于直接方法，应用范围很广泛。
 - **愿付价值（WTP）**：消费者对物品或服务数量增加或品质改善所愿意支付的最大金额。
 - **愿受价值（WTA）**：消费者对物品或服务数量减少或品质恶化所愿意接受的最小补偿。

假设市场价值评估法

● CVM发展演进

- Ciriacy-Wantrup (1952) 认为可藉问卷调查访问方法, 直接询问消费者对增加某非市场公共物品的供应水平变化时所愿意支付的款项, 并据以推估其消费该公共品的经济效益。
- Samuelson (1954) 认为研究者无法利用问卷调查访问方式来发掘消费者对某公共物品的真实偏好, 因提供公共物品的成本经常由社会全体民众共同负担, 部分消费者可能基于自私动机在访问中采取策略性行为:
 - 虚报付款金额大小
 - 搭便车者 (free rider, 又称坐享其成者)
- Davis (1963) 最早将CVM应用于衡量环境品效益。
- 1970年代中期, CVM才开始受到重视, 逐渐广被应用。

③ 一般问卷调查对消费者的询问方式有两大类:

- **WTP:** 如果环境质量较现况改善至某种程度时, 你愿支付的最大金额 (maximum willingness to pay; WTP) 为何?
- **WTA:** 如果环境质量较现况恶化至某种程度时, 你愿接受的最小赔偿金额 (minimum willingness to accept; WTA) 为何?
- 研究者、访员或问卷需对现况提出客观信息与描述, 并询问受访者本身对现况的主观认知, 因此会显著影响其WTP/WTA支付意愿与金额大小。

④ 实际访问前准备工作

- 组织焦点团体 (focus group) (10-20人)
- 进行多次试访, 改善问卷

⑤ 调查方式

- 电话访问 (telephone survey)
- 邮寄问卷 (mail survey)
- 亲自面访 (in-person or face-to-face interview)

- 不同于一般的市场调查方法, 假设市场调查法较为复杂, 调研中容易出现各类偏误, 以Arrow, Solow and Portney 等 (1993) 为代表的经济学家在对CVM方法详细分析的基础上, 提出了一套严谨的调查准则, 以使CVM对价值进行无偏估计。

- 近20年, CVM已经从公共财政扩展到环境、能源、等诸多领域, 用于评估非市场条件下物品的经济价值。经过多年的发展和完善, 现已形成了一整套成熟的理论和计量经济学方法体系, 在国内外进行了大量大规模调查和研究, 证实了该类方法的有效性。
(美国阿拉斯加, 瓦尔德兹号邮轮漏油事件, 1989年)

● 相对于替代市场价值评估法, CVM至少具以下优点

- 使用时较不受现有数据限制。
- 调查时可依研究时间长短、经费多寡, 选择不同问卷调查方式。
- 可同时估算使用价值、非使用价值。
- 可同时进行现场调查 (on-site)、非现场调查 (off-site)。

2. 获得询价资料

① 选择适当支付工具, 选择原则:

- 为受访者所熟悉
- 配合实际状况, 如:
 - 自然景观游憩价值以门票或设施使用费;
 - 空气质量改善效益以支付额外所得税、货物税、资产税或空污费等;
 - 保育野生动物以捐款成立野生动物保育信托基金。

● 应用CVM估计步骤

1. 建立假设性市场 (contingent or hypothetical market)

- ① 向受访者仔细地描述假设市场的各种特性
 - 交易物品的数量、未来质量可能的变化
 - 提供该项物品的决策方式、提供过程
 - 消费者支付货款的方式
 - 市场交易规则
- ② 使受访者感觉问卷中描述的假设性市场, 真有可能发生。使受访者「购买」该项环境品的状况与实际生活中的消费行为尽可能相似, 以推估出其对该环境财的真实偏好。

② 选择询价方式

- 开放式询价法 (open-ended bidding)
 - 受访者填写其对改善 (或恶化) 某环境品的WTP (或WTA)
 - 逐步竞价法 (bidding game): 访员询问, 直到最大的WTP
 - 支付卡法 (payment cards)
- 封闭式询价法 (close-ended bidding), 又称投票式询价法 (referendum bidding)
- 开放式询价法虽较方便, 且可减少问卷空间与调查成本, 但受访者一般很少思考环境品的价格, 因此很难直接对其定价。
- 封闭式询价法因仅要求受访者回答愿意或不愿意支付某金额, 非常类似消费者的一般购买行为, 近年来应用越广。缺点是取得的WTP/WTA数据变异程度较少, 故需要较多样本, 且得到不连续数据, 需使用较复杂的经济计量推估方法。

3. 估计平均愿付价值与出价函数

- ① 算术平均：估计平均WTP/WTA
采简单算术平均法求样本平均值，或样本中位数
- ② 计量方法：估计WTP/WTA的出价函数
 - 采计量经济方法，推估出价函数 (bidding function)
 - 事先删除「抗议出价」 (protest bid)
 - 抗议出价一般不易预防，研究者可在问卷中设计隐藏性问题，了解受访者个人特性与其对消费环境财付费观念之认同程度，以协助事后侦测。
 - 处理拒绝回答的受访者
 - 直接假设其WTP/WTA之金额为0
 - 删除此类样本
 - 利用样本选择模型 (sample selection model) 了解拒绝回答之受访者的个人特性，并进一步了解拒绝回答原因，以调整样本选择误差。

5. 评估CVM的研究结果

- 评估时须考虑许多相关课题：
 - 受访者对问卷所描述之假设性市场是否足够清楚？包括环境质量特性、支付工具、支付方式等？
 - 加总个人WTP/WTA资料求取社会总WTP/WTA时，曾作哪些假设？
 - 估计平均WTP/WTA数值与其他相类似环境财效益评估之研究结果相较有无差异？检验有效性 (validity)：推估出民众真实WTP/WTA金额。
- 检验可靠性 (reliability)：WTP/WTA推估值在重复研究的过程中可以维持不变。
- 两种方法可以确定CVM的可靠性：
 - 重复测试法 (test-retest)
 - 比较CVM与其他替代市场价值评估法的研究结果。

③ 估计WTP/WTA出价函数的目的

- 了解哪些因素影响受访者的WTP/WTA
- 有助于评估CVM研究结果的可靠性
- 协助有效加总样本估计值以获得母体估计值
- 协助预测环境质量在不同改变程度下的WTP/WTA
- 对WTP/WTA与环境质量变动间的关系作敏感性分析

$$WTP_i(\text{or } WTA_i) = f(Y_i, E_i, A_i, Q_i)$$

Y=所得、E=教育水平、A=年龄、Q=环境质量

西安居民夏季高峰电器使用价值评估

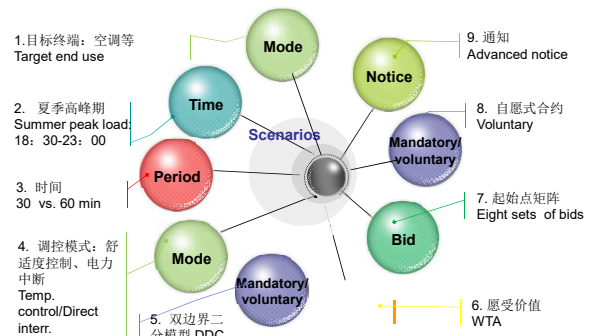
● 背景：

1. 电力需求侧管理可以降低电网运行成本，提高系统稳定性。我国以前的需求侧响应计划注重从电力系统角度评估相应的成本及效益。
2. 智能电网的导入使针对各个居民家庭的不同电器终端控制成为可能。居民用户家庭电力消费效用以空调、电视机等电器为载体，同一电量用于不同电器时给消费者带来的效用不同。
3. 把握不同居民、不同电器终端对通断控制等的价值评估，有助于寻找需求侧管理的目标人群、目标终端，提高用户响应。
4. 由于居民电器使用价值无法透过市场信号直接捕捉，往往需以问卷调研等陈述性偏好途径获得。假设市场调研法 (CVM) 运用问卷调研直接询问消费者对增加某项非市场物品的愿付价值，揭示其边际效用。

4. 加总资料 (Aggregating Data)

- 加总个人WTP/WTA求取社会总WTP/WTA，须考虑以下三问题：
 - 决定相关母体：受环境质量变动影响的所有民众，或是在相关政治考虑下受影响的部分民众。
 - 决定效益推估所涵盖时期：研究一段时期环境效益的现值，须考虑折现 (discount) 问题；当环境损害不可逆，环境效益须以终身年金 (perpetuity) 方式表示。

□ 调研核心问题设计



□ 调控模式

序号	调控模式	缩写
1	在30分钟内空调设定温度不低于28度	T30
2	在60分钟内空调设定温度不低于28度	T60
3	空调断电30分钟	D30
4	空调断电60分钟	D60

结果分析

- 首先、随着一次投标值从2元增加到60元，四种情景下接受该计划的人数均呈增长趋势，这同样与需求定理相吻合。
- 其次、本研究所设计的高峰期负荷调控措施有较好的接受度。
- 最后、用户对于受偿值的响应弹性并不大，四种控制情景下用户不同补偿值所对应弹性的绝对值介于0.06和0.64之间，均小于1，在经济学上，某种商品弹性的绝对值介于0到1时称此商品为缺乏弹性；

$$\eta = (\Delta Q / Q) / (\Delta P / P)$$

□ 起始点矩阵

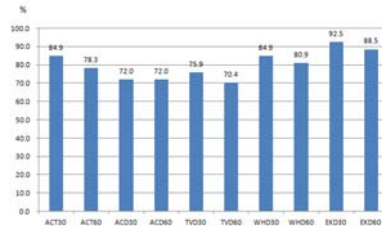
Group	Air conditioner	Sample No
1	(2,5,1)	63
2	(5,10,2)	62
3	(10,20,5)	61
4	(20,40,10)	63
5	(30, 50,15)	65
6	(40,60,20)	63
7	(50,80,25)	63
8	(60,100,30)	63

询价采用双边界二分选择模型（DDC），询问被访者是否接受确定的数额，不同之处在于其询问两次，第一次询问数值为中间值，若接受则询问另一个较高的数额，若不接受则询问另一较低数额。

卡片等辅助

无偿参与意愿（单位：百分比）

- 针对电网调控需要的需求侧调控每个夏季高峰期仅6次左右，且多数在30分钟以内，因此，问卷询问了“如果有需要，全社会号召，您愿意无偿参加这次调控吗？”

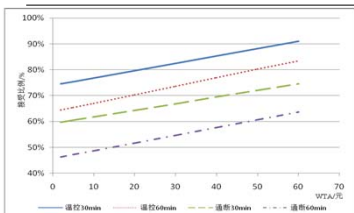


- 有70%的家庭表示对于有限次的干预，可以考虑无偿参与。
- 横向对比不同电器，电热水壶的接受比例最高，空调比例最低，电视机也很低。
- 在实际执行过程中，用户是否会无偿参与，取决于道德和其它因素的权衡，极不稳定，需要通过合理的机制设计进行规范和促进。

调查结果

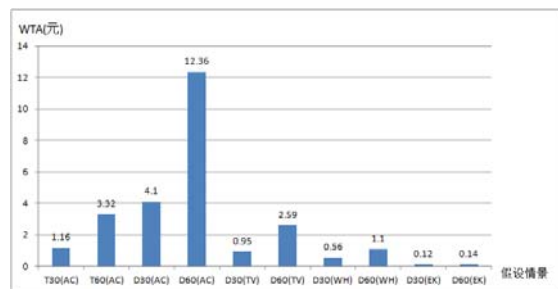
受访者对于二分法愿受金额的比例分配

	是-是		是-否	
	频数	比例	频数	比例
温度控制30分钟	353	70.2%	58	11.5%
温度控制60分钟	299	59.4%	67	13.3%
通断控制30分钟	280	55.6%	54	10.8%
通断控制60分钟	227	45.1%	44	8.7%



同意进行控制的用户比例

愿受价值：Median WTAs



主要显著变量 (*为通过10%显著性水平检验, **为5%, ***为1%)

变量	温控30分钟	温控60分钟	通断30分钟	通断60分钟
C	-6.38***	-6.43***	-5.44***	-5.67***
Bid	0.02***	0.02***	0.02***	0.02***
Sex	-0.41***	-0.38***	-0.45***	-0.28**
Age	-0.01	-0.01	0.01	0.01*
Car	-0.56***	-0.38**	-0.44***	-0.32**
Work	-0.32*	-0.31*	-0.31**	-0.28**
House	-0.25	-0.28*	-0.20	-0.35***
Fleep	0.41***	0.21**	0.56***	0.45***
Familyedu	0.29***	0.16**	0.14**	0.12**
Fmailysize	-0.18***	-0.06	-0.13**	-0.08*
Baby	-0.23	-0.35*	-0.43**	-0.35*
Temp	0.18***	0.19***	0.09***	0.08**
Score	0.10**	0.04	0.06*	0.07**
Join	1.83***	1.85***	1.86***	1.75***
Houseage	0.17**	0.10	0.14*	0.07
Log Likelihood	-451.83***	-542.80***	-566.69***	-601.09***

● 结论:

1. 传统的电网调控方式往往区别工业、商业、居民、公用等不同部门, 基于各部门平均负荷成本概念, 核算电网调控成本与收益。智能电网的导入可以实现不同电器终端和人群的分类调控。
2. 影响居民用户电力消费的因素复杂多样, 通过单纯的经济刺激往往难以从成本有效性角度。实现既定的调峰目标。
3. 通过一次投标值接受程度分析可知, 相当比例的家庭户(具有节能意识较高、年轻、教育程度较高等一系列特征的群体)对本研究计划具有高的认可度, 这类人群正是进行需求侧管理所首先要了解的目标人群。