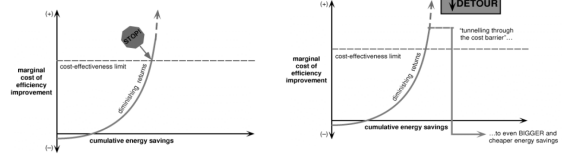


需求侧管理与终端能源消费

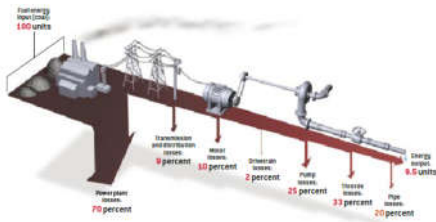
系统的整体优化



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；

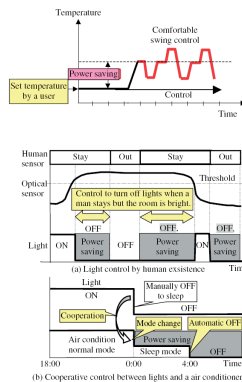
曼谷350m²房屋，仅需16%的空调功率，且建造费用相同（建筑隔热厚度设计原则：以边际成本=边际收益。忽略了供热系统的造价。）

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)

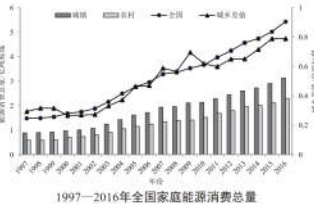
由于供给侧的能源技术开发和设备更新需要较长周期，而能源需求具有易变性和不确定性，现代各国的节能思路已逐渐从传统的增加供给转向需求管理，实现供给和需求的配比，要进行需求管理，关键是深入理解并掌握能源消费主体的需求行为，并把握其规律性。

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%；

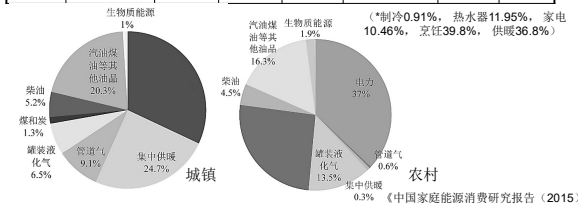
2005年，我国城市为主的民用能源消费量已达到终端能源消费总量的30%
（家庭生活用能是中国第二大能源消费部门，仅次于工业部门，占到全国总能耗的10.6%，*2012）



居民住宅能耗

• 人均生活能源消费量

| 年份 | 人均 (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 (14.3%) | 0.4 | 10.0 | 4.4 | 10.2 |
| 2014* | ~350 | | | | | | |



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

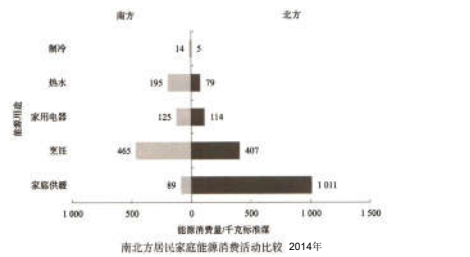
1996年，中国建筑年消耗3.347亿吨标准煤，占能源消耗总量24.1%
2002年， 3.58 27.5%

• 采暖能耗

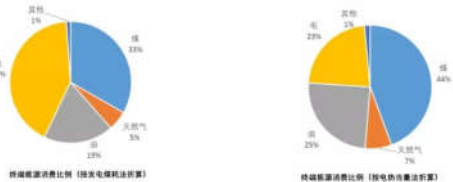
北京一般采暖能耗基准为25kg标准煤（2010后新建住宅节能50%标准）
德国：4~8kg标准煤（70年代为25~30kg）

• 供暖效率

北京集中供暖综合效率 35~55%
发达国家：约80%



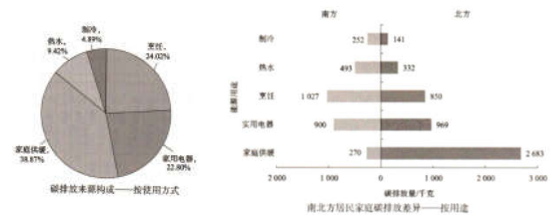
• 按照发电煤耗法折算，我国终端用能中电力占比已经超过40%，终端大致是电、煤、油气三分天下

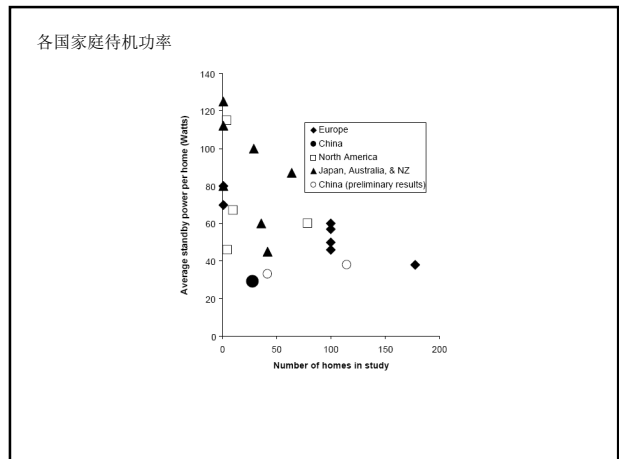
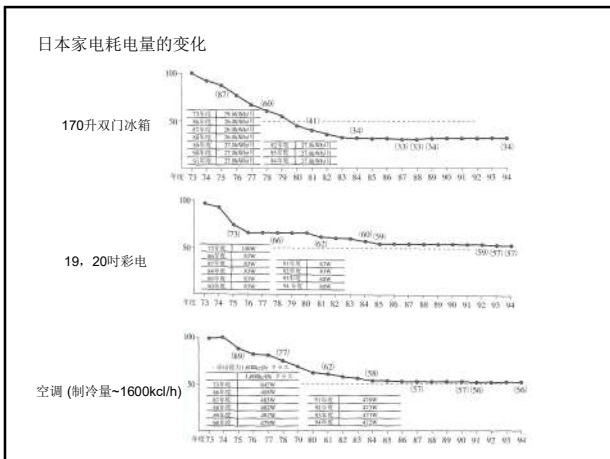
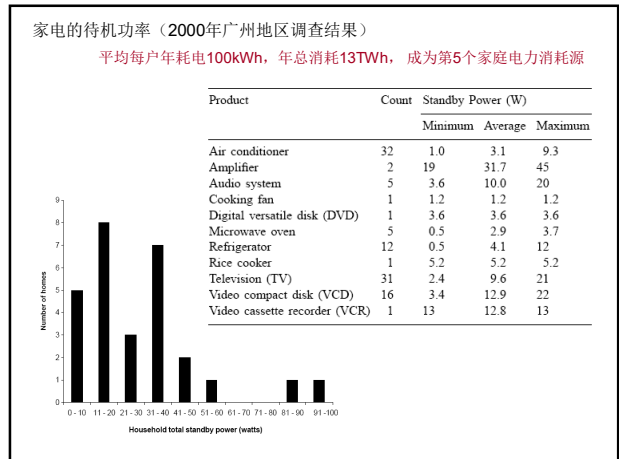
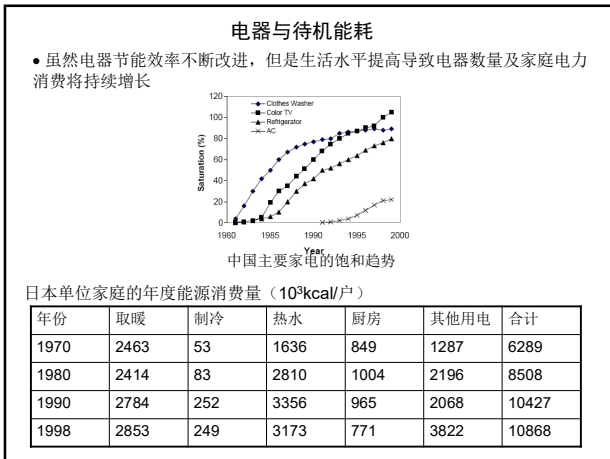
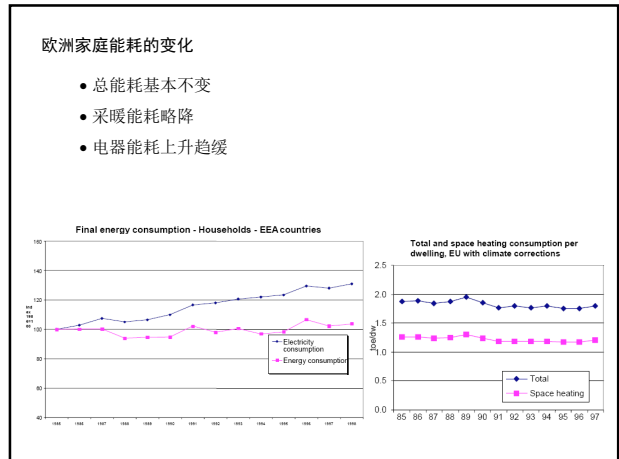
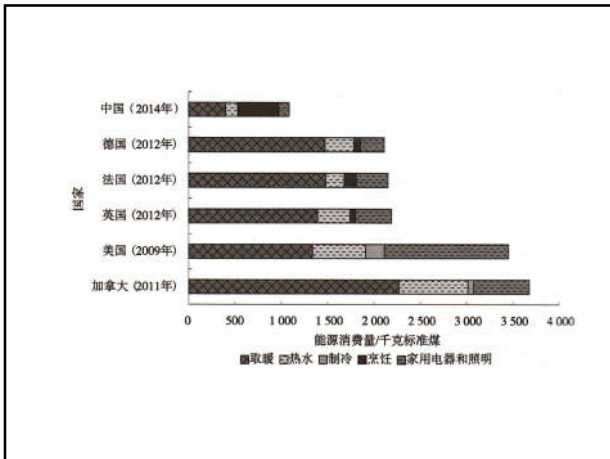


2016年

我国居民家庭碳足迹

| 终端高碳排放系数 | | | | 2015年区域电网碳排放因子 | |
|----------|-------------|------------------|------------------|----------------|------------------|
| 能源品种 | 碳排放量 (吨标准煤) | 碳排放因子 (吨标准煤/千瓦时) | 碳排放因子 (吨标准煤/千瓦时) | 地区 | 碳排放因子 (吨标准煤/千瓦时) |
| 电 (无碳电) | 20.37 | 0.00 | 20.368 | 华北 | 1.041 6 |
| 汽煤 | 18.9 | 0.98 | 40.010 | 华东 | 1.124 1 |
| 柴油 | 20.2 | 0.98 | 40.010 | 华中 | 0.911 2 |
| 液化石油气 | 17.2 | 0.98 | 30.176 | 西南 | 0.911 3 |
| 天然气 | 10.32 | 0.98 | 31.424 | 东北 | 0.943 7 |
| 液化天然气 | 10.18 | 0.98 | 18.724 | 南方 | 0.841 9 |
| 燃料油 | 21.1 | 0.98 | 41.814 | | |

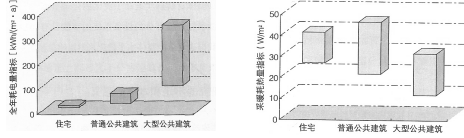




公共建筑能耗

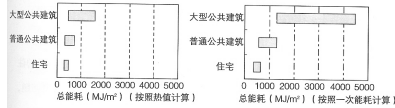
• 电能消耗大，采暖能耗小

面积较小、无中央空调的普通公共建筑电耗为居民住宅的2~4倍，采暖大致相当；大型公共建筑电耗达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



电力需求响应分类

按照用户响应方式分类

基于价格的需求响应 (广播式) 基于激励的需求响应 (点对点式)

(针对电价发布范围内的所有电力用户，用户可以自由选择是否响应)

分时电价 (TOU)：
可以有效反映电力系统不同时段供电成本差别，如峰谷电价、季节电价和丰枯电价

实时电价 (RTP)：
更新周期可以达到1小时或者更短的动态定价机制，将零售侧的价格与电力批发市场的出清电价联动

尖峰电价 (CPP)：
在分时电价上叠加尖峰费率而形成，在尖峰时段执行尖峰费率，在非尖峰时段执行分时电价

其他：尖峰电价折扣、直接负荷控制的尖峰电价、尖峰实时电价

(只针对签订对应需求响应合同的电力用户，用户不按照合同响应则可能受到经济惩罚)

直接负荷控制 (DLC)：
在系统高峰时段通过远端控制装置关闭或者循环控制用户的用电设备，提前通知时间一般在15分钟以内

可中断负荷 (IL)：
根据供需双方事先的合同约定，在电网高峰时段向用户发出中断请求信号，经用户响应后中断部分供电

需求侧竞价 (DSB)：
用户以竞价的形式主动参与市场竞争并获得相应的经济利益

紧急需求响应 (EDR)：
在紧急事故下给予用户激励补偿以削减负荷

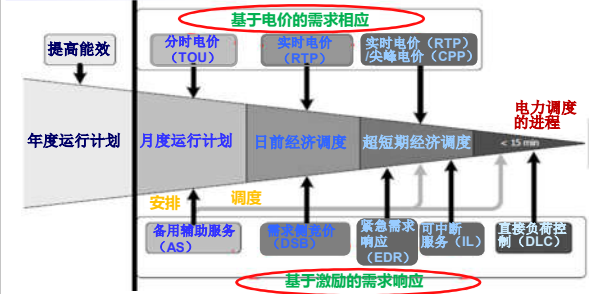
其他：辅助服务市场项目、容量市场项目

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



智能电网条件下的终端需求侧管理

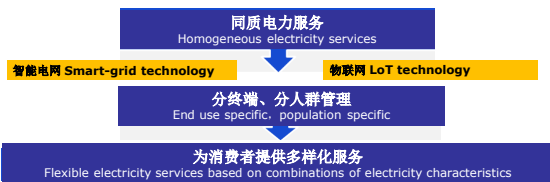
• 技术方法 Technologic methods

- 直接负荷控制 Direct load control
- 增容 Increase power capacity
- 增加存储设备 Storage equipment
-

1. 供给——供求结合
2. 行政——经济激励
3. 同质——差异化

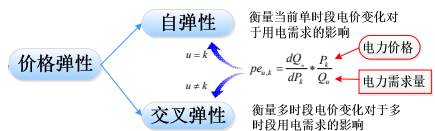
• 经济方法 Economic methods

- 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

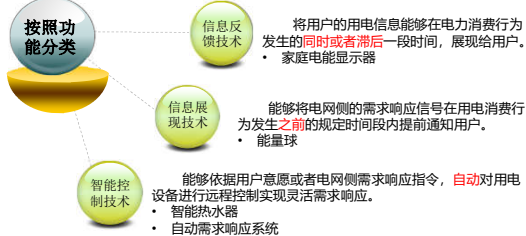
在各种影响用户电力消费行为的因素中，价格的影响作用最大，一般采用需求价格弹性来定量表征电力价格变化对于用户响应行为特性的影响。



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、商业等广大小用户的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%**。



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**。

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支撑技术类别 | 需求响应项目描述 | 用户响应能力指标 | 指标细节描述 |
|-----------|---------|----------|--|----------|------------------|---------------|
| 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 | -0.79 |
| | | | | | 谷时自弹性 | -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 | 年平均8% |
| | | | | | 峰荷削减 | 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 | 实时电价 | 负荷自弹性 | -0.067 |
| | | | 信息展现- 能量球 、智能控制- 智能开关 | 实时电价 | 负荷自弹性 | -0.098 |
| 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 | -0.113~-0.149 |
| | | | | | 峰荷削减 | 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**问卷调研等调查数据**：通过问卷调研获取一手数据，利用离散选择模型等进行实证分析，分析电力消费机理，对理论模型和假设进行验证。

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，所得出的结论虽有极强的说服力，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。

• 能源消费行为的组成部分:

节能作为应对能源短缺、解决环境问题的一种合理有效的能源消费行为，它并不是单纯的通过限制能源消费来实现目标，而是要求通过改变用能习惯或改进用能技术，在减少单位能耗和提高能效的基础上合理适度的消费能源，同样涉及到行为主体、客体、环境、工具与规则。

| | |
|------|--|
| 行为主体 | 与能源消费有关的公众，既包括个人也包括单位或组织 |
| 行为客体 | 消费的各种能源 |
| 行为环境 | 行为主体所在的外界环境，包括整个社会对节能问题的意识导向、周围其他人是否采用节能行为的反馈信息等 |
| 行为工具 | 采取节能行为的措施，包括技术节能与行为节能措施 |
| 行为规则 | 实施节能行为的各种强制性与自愿性法律法规 |

• 自身因素的实证研究:

自身因素通过作用于先倾要素，预先形成或改变行为主体的偏好，为行为产生提供动机。分为两部分:

- 不易改变的可以预先影响能源相关行为选择偏好的因素，如公众的年龄、性别、婚姻状况、教育水平、住房规模、收入、财产状况等社会发展因素。公众自身因素对其行为的选择影响很大。
- 容易受影响而改变的因素，主要包括某些心理、认知和情感决定因素。这些因素综合作用就形成了对行为的特定态度。态度作为直接决定行为选择的先倾要素，是对行为的直接评价，正面评价促使行为的发生，反面评价则会阻止行为的发生。

• 能源消费行为的组成部分

行为工具主要指采取节能行为的措施，包括技术节能与行为节能措施。

- **技术节能**措施通常被认为是一种昂贵的减少用能的方式，因为它往往需要大量初期投资。但是从长期看，技术节能措施可以节省成本，技术节能不需要人们刻意改变自己的行为。
- **行为节能**措施往往需要额外的努力，而且行为的改变也会带来不适

因此，对于技术节能与行为节能措施人类会因偏好不同对其采用程度产生差异。

• 自身因素的实证研究

1、收入：是决定能源消费行为的重要影响因素

- 收入通常正相关于家庭的能源消费
- 能源消费增长速度小于收入增长速度，即能源强度随收入增长而下降。
- 家庭收入在统计上明显正相关于大型的节能投资，即高收入家庭比较倾向于**技术节能**行为。因为技术节能往往需要初期投资。

• 影响能源消费行为的因素:

美国心理学家Lewin在大量实验的基础上，提出了著名的Lewin行为模型，将行为的影响因素分为内在因素P和外部环境E,后来的研究者结合能源消费特征，又增加了第三类因素，即行为工具因素。大量的能源消费行为调查与实证研究就是在这一框架体系下进行的。

| | |
|--|--|
| P(消费主体内在特征) | ①消费主体自身属性：年龄、性别、教育水平、婚姻状况、职业、住房状况等，企业的发展阶段、所有制类型、规模、行业性质等 ②社会意识与观念，包括长久形成的对事物的认知、意志、态度、信仰等，这是公众行为的思想基础和意识指导 |
| E(外部环境)通过对消费能力及潜力的激励和约束，进而对节能行为起到促进或抑制作用 | ①经济因素，如收入、利率及其预期、价格指数及其预期 ②政策因素，包括税收、补贴、融资制度、法律制度、环境保护政策等 ③文化因素，如全社会树立的价值观、信仰、社会风气等。 |
| T(工具因素)节能措施本身对节能行为的影响 | ①节能成本、②节能效果、③节能途径等 |

• 自身因素的实证研究

2、年龄：是决定能源消费行为的重要影响因素。对各国的研究得出三种不同结论:

- 年龄正相关于家庭的能源消费水平，老年人不倾向于减少能耗。
- 年龄与节能行为存在曲线关系，即年轻人和老年人比中年人较少采取节能措施，进而能源消费水平较高。
- 年龄与改进节能的支出存在正向关系，即老年人更倾向于通过采取各种节能措施来减少能耗。

不同结论可能源于不同国家或地区的环境意识、生活习惯、生命理念、福利制度差异，以及样本偏差。

Poortinga指出，基于常识，老年人一般会倾向于行为节能，而非技术节能。

• 自身因素的实证研究

3、家庭规模：是决定能源消费行为的重要影响因素。

- 家庭规模与家庭内能源消费存在正相关关系。
- 家庭成员数目较多的家庭比较倾向于采取节能措施。

4、教育水平：

- 教育水平对家庭节能活动的数量没有显著影响。
- 但是与不同节能措施的采用程度却呈显著的正相关关系，家庭成员教育程度越高越偏好通过技术节能来提高能效减少能源消费，反之则更倾向行为节能。

• 自身因素的实证研究

8、心理特点：心理因素对能源消费行为是否存在重要的影响作用，已有的研究有两种观点。

态度等与节能活动无关

- Richie调查了2366户加拿大家庭，证明居民态度对能源消费行为没有显著影响。
- Poortinga et al. (2003) 在1999年9、10月间对荷兰455户家庭展开调查，意在揭示环境意识的高低与节能措施的接受程度之间的关系，但结论似乎与常识相悖，即具有较高环境意识的人更倾向于采用低能效措施。因此，**单纯具有积极的意识和态度不一定能引导节能行为，行为的实施还需要一定的社会规则进行约束。**
- 英国和荷兰的多次调查均发现家庭把采用能效措施作为一种义务源于一定的社会规则和个人道德规范，而且当一部分人采取节能行为并获取利益时，便会对其他人形成激励和压力，从而也改变行为。

与节能行为相关

- Seligman et al. 从新泽西城分别取56和69对夫妇作为样本，填写关于能源消费和夏季电力消费态度的问卷，通过计量分析发现与能源消费紧密相关的观念可以影响行为。
- 在影响行为的态度观念中，有两种影响较为显著：一是对国家能源形势严峻的认识，包括能源短缺危机和能源消费给环境带来的负效应；二是对自己在解决能源问题中发挥作用的认知。

• 自身因素的实证研究

5、性别、婚姻状况、职业：无显著影响。

- Olsen在1981年春天对华盛顿州的一项调研揭示了受访者的性别与节能策略的可接受程度在统计上无意义。
- Long的研究指出家庭节能支出在已婚夫妇家庭和其他类型家庭之间没有显著差异
- Curtiset al.(1984)也在报告里指出受访者的职业与家庭节能活动无显著关系。
- Olsen(1983)却认为具有高社会地位职业的人更易采用节能措施来提高能效、减少能耗。

• 政策引导因素的实证研究

1、能源价格：

- 预期的能源价格增长与节能支出有正相关。
- 能源价格与节能量之间存在显著的同向关系。
- 能源价格的提高一般只能激励高收入家庭进行节能投资；而低收入家庭只能是通过在所有支出上改变行为来实现减少用能，这是因为家庭往往只关注到能效设备在购买时比较贵，而忽略使用过程其实成本较低的事实。
- 能源峰值定价能够有平抑作用，并被消费者认可。

• 自身因素的实证研究

6、住宅类型：主要包括家庭住宅的规模、数量、结构以及是否拥有住宅所有权等，决定了家庭能源消费行为的空间特征，是一个主要的影响因素。

- 住宅面积与能耗成正比。
- 所以住宅越大，住户越倾向于采用节能措施。

7、住宅所有权：

- 住宅所有权尽管与实际的能源消费量无显著关系。
- 租房者只能通过行为节能减少能耗。
- 对房主来说通过技术改进提高能效才是最佳选择，他们更倾向于能效投资。

住宅的房间数目、结构并不是家庭节能选择的显著影响因素，但是从住宅的分布来看，独立住宅比公寓家庭更愿意参与节能活动。

• 政策引导因素的实证研究

2、税收优惠或补贴：存在两种观点

- 认为特定的税收优惠或补贴不会诱发节能活动。

Pitts和Wittenbach(1981)在调查了美国146个户主之后得出结论，即地方承办的节能活动与联邦税收优惠没有直接关系。

Walsh(1989)对加利福尼亚2911户家庭考查了与家庭能效改进有关的因素，并特别地考虑了州的税收优惠政策，结果证明能源税收优惠不会激励节能行为。Egmond等人(2005)对荷兰234个家庭协会进行了关于能效投资的问卷调查，发现税收作为一种激励手段，其作用远没有想象的有有效。

- 认为税收优惠或补贴与节能活动间存在正相关关系。

Cameron(1985)对美国1761个家庭通过计量分析得出结论，假定所有的家庭都熟知税收优惠政策并适用同一税率，只要政府补贴达到改进成本的15%就会促使3%的家庭采用某些节能措施，0.2%的家庭会选择进行住宅节能。

Long(1993)在1981年对美国西部6346户家庭的调查研究中也发现当政府对节能投资进行补助时家庭也愿意在节能上付出。

• 政策引导因素的实证研究

2、税收优惠或补贴：

- 关于税收优惠、补贴与节能活动关系的研究中存在一个问题，即节能活动分为自觉节能活动与引致节能活动，前者是不需要税收优惠和补贴的刺激也会发生的，研究均没有区分两者的差别。
- 税收政策对节能的激励作用由于调查地点、时间和对象的不同结论会产生差异。
- 不同国家的税收申报程序和征管条件、消费者对于该国税收政策的了解和熟悉程度不同也会影响能源消费者对该国一定时期税收政策的关注程度
- 一国同一时期其他激励政策对税收作用的加强或抵消也会影响税收的作用效果，如美国的能源低价政策会使该国的税收政策比较缺乏弹性。

例：能源标识

• 政策引导因素的实证研究

3、信息宣传：是实施节能行为的传导工具，通过人性化的交流、反馈、能源审计、能源标识、劝说、展示，增加居民对于节能的认识和理解，从而使居民有采取节能行为的动机。信息的作用是有限的。

- 人们可以利用的已获得信息数量与采取的节能活动成正相关关系。
- 反馈信息对节能行为的影响不确定。大量研究表明反馈信息对能源消费无积极作用；有研究表明信息反馈与明确的节能目标、节能指导、节能检测设备安装可以减少15%的家庭能源使用。
- 能源标识对消费者购买决策有冲击。
- 普遍的结论是沟通与交流对节能没有作用，尤其是对行为的改变。
- 信息宣传是节能行为的一个重要自变量，两者成正相关关系。
- 实证调查中也发现部分居民之所以对节能活动没有实施的积极性，一方面归因于缺乏信息，另一方面是因为不懂得如何去利用这些有效信息。

以上研究意味着以能源政策为基础的信息对于改变行为实现节约能源、促进可持续发展是有效的。

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尺，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 | 只提供产品技术性数据 | |

总体来说：

- 节能消费者的共同特征：有较高的收入、较高的教育水平、家庭规模较大、拥有住宅所有权等。
- 房间数量、性别、婚姻状况等都不是影响节能行为的主要因素。
- 对于年龄、意识态度、政策激励等与能源消费行为的影响关系还存在争议。

实证研究成果为被调研国家和地区的家庭能源消费行为提供了重要的改进依据，为各国的家庭节能计划提供了微观基础。

■ 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

• 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 3-4 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 |



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、暖通产品、软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, 并列出了过程中的具体环节需要考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。

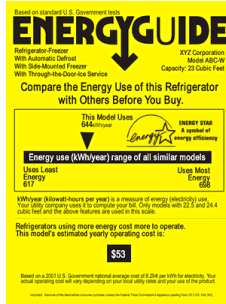
• 能源之星 (energy star) 项目的主要内容: 通过产品的保证标识、宣传推广活动、选择性融资活动共同提高能效



| | |
|-----------|---|
| 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, 宣传册集交互式网站; 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 |

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 | |



• 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, 并配之与各项政策措施, 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。

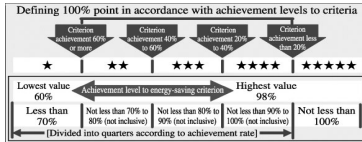
2) 日本的比较标识:

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 |

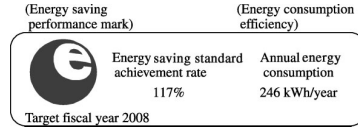
在消费环节, 实行能效标识制度。从节能标识标签上消费者可以了解到能效等级、每年的能源消费量、节能标准达标率、能源运行费用、生产厂商、产品名称和型号等内容。随着产品的更新和进步, 每年进行一次调查, 当达到最佳标准的器具比标准制定时增加30%时, 重新评价能效最佳标准, 每年4月1日进行多级评价标准变更。到2006年4月, 有13种产品纳入了能效标识管理。

多级评定标准(Multistage evaluation criteria)



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)

統一省エネラベル

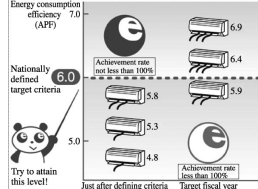
エアコン、テレビ、冷蔵庫洗濯機について消費者が知ることができ、製品の省エネルギー性能の優劣が一目でわかる。省エネラベルは、省エネ性能の優劣を一目でわかるように表示する。省エネラベルは、省エネ性能の優劣を一目でわかるように表示する。

5) 节能财政政策:

- 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。

2) 日本的比较标识:

领跑者制度(Top runner standard)



在制造环节, 实行“领跑者”(Top Runner)制度。“领跑者”制度是以能耗效率最佳产品的值为基本设定目标标准值, 将必须达到同一目标标准值的产品分为同一类, 并根据产品技术进步不断修订标准值。根据节能法, 制造商必须遵守标准, 否则将受到警告、公告、命令、罚款 (100万日元以下) 等处罚。到2006年4月, 日本已将24种家电、汽车等产品列为“领跑者”对象。

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。

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。

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。

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，常牵涉具有非市场形态的物品或劳务，比如分析关于环境资源数量与质量改变的政策。

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。

- 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。 |

- 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)。

● 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 一般问卷调查对消费者的询问方式有两类:

- 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)

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取样本平均值, 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蔽性问题, 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。

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。

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

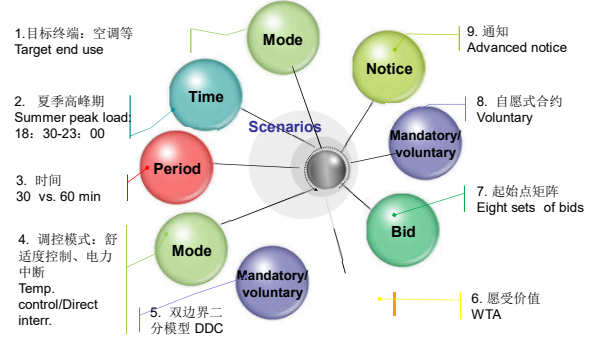
$$WTP_i(\text{or } WTA_i) = f(Y_i, E_i, A_i, Q_i)$$

Y=所得、E=教育水平、A=年龄、Q=环境质量

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



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。

□ 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 |

西安居民夏季高峰电器使用价值评估

● 背景:

- 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。
- 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。
- 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。
- 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。

□ 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 |

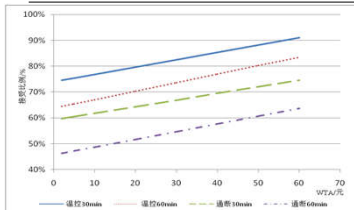
询价采用双边界二分选择模型 (DDC), 询问受访者是否接受确定的数额, 不同之处在于其询问两次, 第一次询问数值为中间值, 若接受则询问另一个较高的数额, 若不接受则询问另一个较低的数额。

卡片等辅助

调查结果

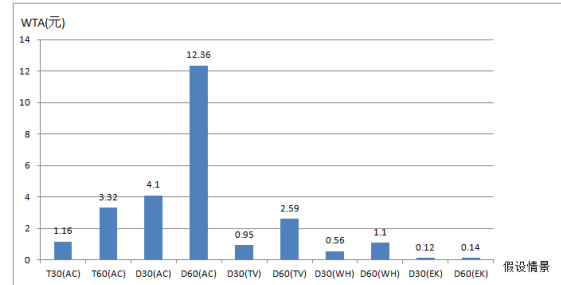
受访者对于二分法愿意金额的比例分配

| | | 是-是 | 是-否 | 否-是 | 否-否 |
|----------|----|-------|-------|------|-------|
| 温度控制30分钟 | 频数 | 353 | 58 | 14 | 78 |
| | 比例 | 70.2% | 11.5% | 2.8% | 15.5% |
| 温度控制60分钟 | 频数 | 299 | 67 | 23 | 114 |
| | 比例 | 59.4% | 13.3% | 4.6% | 22.7% |
| 通断控制30分钟 | 频数 | 280 | 54 | 25 | 144 |
| | 比例 | 55.6% | 10.8% | 5.0% | 28.7% |
| 通断控制60分钟 | 频数 | 227 | 44 | 36 | 196 |
| | 比例 | 45.1% | 8.7% | 7.2% | 39.0% |



同意进行控制的用户比例

愿受价值: Median WTAs



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，经济学定义弹性的公式：

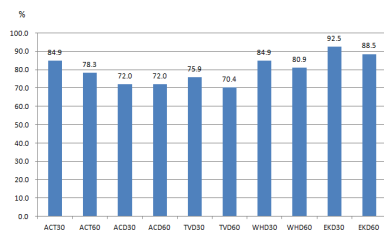
$$\eta = (\Delta Q / Q) / (\Delta P / P)$$

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 |
| | *** | *** | *** | *** |

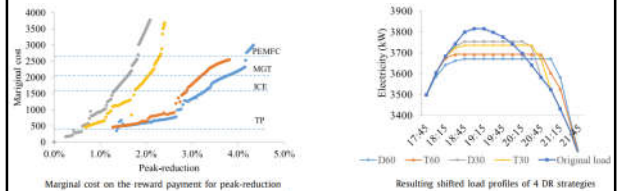
无偿参与意愿 (单位: 百分比)

- 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？”

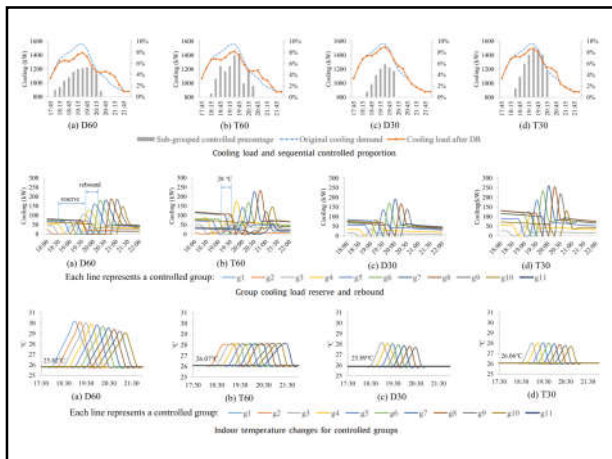


- 有70%的家庭表示对于有限的干预，可以考虑无偿参与。
- 横向对比不同电器，电热水壶的接受比例最高，空调比例最低，电视机也很低。
- 在实际执行过程中，用户是否会无偿参与，取决于道德和其它因素的权衡，极不稳定，需要通过合理的机制设计进行规范和促进。

空调负荷的时移效应



| Type | Lifetime (year) | Inst. Cost (CNY/kW) |
|--|-----------------|---------------------|
| MGT (Cardoso et al., 2017) | 15 | 17,500 |
| FCE (Cardoso et al., 2017) | 15 | 14,000 |
| Coal-fired thermal plant (Wang et al., 2004) | 25 | 4029 |
| Fuel cells (PEMFC) (Ghannini et al., 2018) | 15 | 21,500 |
| Oil-immersed transformer (Yu et al., 2019) | 20 | 100 |



● **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)对本研究计划具有较高的认可度，这类人群正是进行需求侧管理所首先要了解的目标人群。

- 某地电力公司若采用分区断电的方式应对短时电力紧缺，其所需的断电成本如图所示。其中，当地全部电力负荷为A（MWh）。问：如果采用分终端分电器的断电方式，试在图上画出其断电成本曲线的大致趋势。

