

星星之火 可以燎原

——双碳战略下供热计量改革问题初探

原住建部/世界银行“供热改革与建筑节能”项目办执行主任

辛 坦 副研究员

2023年12月 内蒙赤峰

我国供热计量改革的5个阶段

- 1、1996—2003年，试点阶段。建设不“九五建筑节能计划”，天津供热计量收费试点取得进展，天津随后出台取暖费暗补变明补改革、有关的设计规程；
- 2、2003—2007年，启动阶段。全国完成取暖费暗补变明补改革，全国扩大热计量试点；
- 3、2007—2015年，全面突破阶段。法律政策标准基本出齐，成熟可靠的技术路线基本探明，综合效益显著，“要我干，我要干”的可复制的改革模式基本形成，产业支撑基本建立；
- 4、2015—2023年，停滞阶段。没开过全国推进供热计量大会；
- 5、2023—，供热计量改革的第二个春天？扩大“要我干，我要干”的面，重点解决“要我干，我不干”问题；

发言的主要内容

- 1、双碳战略有关要求；
- 2、供热计量改革已经全面突破，星星之火遍布全国；
- 3、双碳战略下全面推行供热计量收费的几个问题；

一、双碳战略有关要求

- 1、2021年9月中央和国务院关于“做好碳达峰碳中和工作的意见”指出，实现碳达峰、碳中和，是
- 着力解决资源环境约束突出问题、
 - 实现中华民族永续发展的必然选择，
 - 是构建人类命运共同体的庄严承诺，
 - 目标之一是到**2030年**，重点耗能行业能源利用效率达到国际先进水平。

双碳战略有关要求

1、2021年10月的中央和国务院关于“2030年前碳达峰行动方案”中，城乡建设碳达峰行动方案提出的行动要求之一是，

- 提升城镇建筑和基础设施运行管理智能化水平，
- 加快推广供热计量收费和合同能源管理，
- 逐步开展公共建筑能耗限额管理。

双碳战略有关要求

- 国际上集中供热的能效先进水平是7-8公斤标煤/平米；
- 我国供热行业的能效水平14公斤标煤/平米，与国际先进水平比有约一倍的差距；
- 目前，我国北方以燃煤为主要热源的供暖面积约占70%，近十年来集中供热面积年均增长约10%；我国北方城镇建筑供热用能约占北方建筑用能的48%。
- 承德热力能效水平：11公斤标煤/平米，全国第一；
- 国家发改委首批名单，其中采暖区9省21市：

2023年度供热行业能效领跑者——企业供热面积5000万m²以上



- 第一名：承德热力集团有限责任公司
- 第二名：青岛能源热电集团有限公司
- 第三名：济南热力集团有限公司
- 第四名：宝石花同方能源科技有限公司
- 第五名：北京市热力集团有限责任公司
- 第六名：乌鲁木齐热力（集团）有限公司
- 第七名：天津能源投资集团有限公司
- 第八名：安阳益和热力集团有限公司
- 第九名：洛阳热力有限公司
- 第十名：临汾市热力供应有限公司
- 第十一名：郑州热力集团有限公司

首批碳达峰试点名单

地区	试点城市/园区	地区	试点城市/园区
河北省	张家口市、唐山市、承德市	山东省	青岛市、烟台市、德州经济技术开发区
山西省	太原市、长治高新技术产业开发区	河南省	新乡市、信阳市
内蒙古自治区	鄂尔多斯市、包头市、赤峰高新技术产业开发区	湖北省	襄阳市、十堰市
辽宁省	沈阳市、大连市	湖南省	长沙市、湘潭市
黑龙江省	黑河市、哈尔滨经济技术开发区	广东省	广州市、深圳市、肇庆高新技术产业开发区
江苏省	盐城市、苏州工业园区、南京江宁经济技术开发区	陕西省	榆林市、西咸新区
浙江省	杭州市、湖州市	新疆维吾尔自治区	克拉玛依市、库车经济技术开发区
安徽省	亳州市、合肥高新技术产业开发区		

二、供热计量改革已全面突破 星星之火遍布全国

- 1、供热计量收费的法规体系基本建立。
- 2、供热计量收费政策体系基本建立。
- 3、供热计量技术标准体系基本建立。
- 4、供热计量改革（新建建筑和节能改造后的既有建筑）可复制的模式和整套的成熟经验已经建立。
- 5、成熟可靠的计量供热系统技术路线已经得到了实践的检验。
- 6、供热计量改革的综合效果显著。
- 7、相关产品的国产化支撑能力已经建立；
- 8、供热计量收费项目遍布全国。

二、供热计量改革已全面突破 星星之火遍布全国

1、供热计量收费的法规体系基本建立.

- 《中华人民共和国节约能源法》（2018年修订）第38条。
对实行集中供热的建筑分步骤实行供热分户计量、按照用热量收费的制度。
- 国务院2008年颁布施行的《民用建筑节能条例》规定，
逐步实行按用热量收费制度。
- 2007年国家发改委颁发的《城市供热价格管理暂时规定》
规定了两部制热价；

二、供热计量改革已全面突破 星星之火遍布全国

2、供热计量收费政策体系基本建立。

- 2006年，《关于推进供热计量改革的实施意见》。
- 2008年，《民用建筑供热计量管理办法》、《关于进一步推进供热计量改革的若干意见》等。
- 2010年四部委《关于进一步推进供热计量改革的意见》。
- 2013年《关于印发大气污染防治行动计划的通知》（国发2013）37号）；
- 2021年，国务院关于2030年前碳达峰行动方案；

二、供热计量改革已全面突破 星星之火遍布全国

3、供热计量技术标准体系基本建立。

- 建筑节能工程施工质量验收规范（GB50411—2007），2007年10月1日实施。
- 供热计量技术规程（JGJ173—2009），2009年7月1日实施。
- 电子式热分配表（CJ/T260-2007），2007年12月1日实施。
- 蒸发式热分配表（CJ/T271-2007），2008年4月1日实施。
- 热量表（CJ128-2007），2008年4月1日实施。
- 散热器恒温控制阀（JG/T195-2007）2007年4月1日实施。

二、供热计量改革已全面突破 星星之火遍布全国

- 4、供热计量改革（新建建筑和既改建筑）可复制的模式和整套的成熟经验已经建立。出现的常见问题都找到了对策。
- 第一种模式：“政府强制、供热企业服从”。供热企业如果不服从供热计量改革，政府都有不同的有效办法来应对。
天津模式。
 - 第二种模式：“供热企业为主、政府大力支持”。如承德（地级市）、兰州榆中（国家级贫困县）。
 - 第三种模式：“政府要求、供热单位配合，实现大规模的公建的热计量收费”。如北京等城市，后来又启动了住宅供热计量收费改革试点。

二、供热计量改革已全面突破 星星之火 遍布全国

(1) “政府强制、供热企业服从” 供热计量改革模式；
天津（直辖市）：

A、法规政策全到位。

- 2010年6月《天津市供热用热条例》。（管住了供热单位）；
- 2011年5月《天津市供热计量管理办法》：新建住宅须按国家《供热计量技术规程》、《建筑节能施工验收规程》等搞竣工验收和备案，作为办理商品房准许使用证的前提条件。（管住了开发单位）

B、完整的供热计量技术政策体系已到位。

- **标准体系。**2008年的《天津市集中供热住宅计量供热设计规程》增加了气候补偿、变频调节、系统监测与控制等内容；
- **管住设计：**申请施工许可证时，新建住宅施工图设计文件须经建设主管部门审查合格。
- **管住验收：**供热单位参与验收。

C、配套政策全到位：热价、收费政策、标准合同、用户手册；

D、确立了成熟的计量供热系统技术路线。

- 新建住宅“一户一表为主、热分配表为辅”的计量方式；
采用进口远传超声波热量表；
- 完整的变流量计量供热系统；

天 津

E、建立了有力的供热计量改革领导组织机制；

- 《供热计量年度实施方案》和《年度供热计量试验项目计划》，要求供热单位制定《年度供热计量工作计划大纲》，完善供热计量的设备选型、运行维护、抄表 and 数据分析、收费和退费、信访接待等供热计量工作机制，落实工作职责和工作目标。
- 每个采暖季，供热单位按《天津市供热计量试验项目热计量装置抄表维护和室内温度测温管理办法》的规定，进行抄表、测温、巡视和维护、数据分析和总结。
- 采暖季结束，按《供热计量考核和奖励办法》对供热单位的供热计量工作进行考核。

天津供热计量改革组织机制

市供热办工作组

研究制定供热计量政策；
协调物价、财政、技术质量监督等部门
落实领导决策和专家意见；
实施项目筛选、项目完善；
供热运行管理、数据分析等

各供热单位供热计量工作组

主要领导任组长

建设人员、运行调度人员、自控仪表人员、维修人员

技术小组

服务小组

信访接待人员、收费人员、抄表人员、测温人员

二、供热计量改革已全面突破 星星之火遍布全国

(2) “供热企业为主、政府大力支持”的供热计量改革模式；

承德（地级市）

A、供热企业认识很到位：讲政治、谋发展；

- 为国节能减排、为民省钱、为企业降低成本；
- 收获供热容量、增加入网费收入、缓解热源建设资金不足问题；
- 减少缴费纠纷、提高热费收缴率、增加热费收入；
- 精细化管理，提高技术和管理水平；
是供热企业摆脱经济困境（成本高、利润薄）、实现创收和可持续发展（技术和管理落后）的好抓手。

承德

B、技术路线很成熟：

- 选择可靠的供热计量技术路线，严把质量关。一是只用热量表和热分配表两种可靠的技术。二是建立严格的热计量表市场准入制度，建设局、技术监督局、供热企业联手严格把关。
- 实施远程抄表系统。一是降低抄表成本；二是避免人工抄表误差和抄表的时间不一致问题；三是及时发现问题热表和排除故障，减少用户纠纷；四是热表数据自动统计报表分析，减少繁杂的数据统计工作。

承德

- C、推行基于热计量的”以需定产、热量管理”模式。**
实现了末端—换热站—热源的变流量系统的全覆盖：
- 换热站所辖用户全部实施热计量收费，节能量会反馈到换热站，不会流失到其他用户中；
 - 热源主循环泵的变流量运行，最终把热量节省下来。
 - 对热源、供热管网及换热站进行了热平衡、变流量、变频等控制改造，不仅节能，还提高了热网自动化水平。
- “以需定产、热量管理”模式，推动供热企业由粗放式向精细化调节方式转变。对热力企业在技术升级、设备管理、运行调节、经营管理等都起到强大的推动作用。

承德

D、配套政策有保障：

——热价政策、收费办法、标准合同。

- **通过提高计量热价比例来扩大受益面。**因为扩大了计量热费节约空间，使退费户数和退费额度相应增多。
- **制定合理的两部制热价；** 计量成本进热价。
- **采取综合的、方法来缓解由于住户位置不同所消耗的耗热量不同，导致用户热费差异的问题。**
 - 一是向购房消费者公示边底顶层要付更高的热费；
 - 二是对边、底、顶层的墙体保温制定相应的措施；
 - 三是强化监管，使新建建筑全部达到节能标准；
 - 四是制定耗热量修正系数。

承德

中间层	边底层	底层	边顶层	边层	顶层
1	0.76	0.89	0.68	0.95	0.77

	中间层	边底层	底层	边顶层	边层	顶层
多层	1	0.65	0.73	0.65	0.83	0.74
高层	1	0.7	0.77	0.7	0.86	0.78

二、供热计量改革已全面突破 星星之火遍布全国

5、成熟可靠的计量供热系统技术路线已经得到了实践的检验。

- 智慧平台实现了供热系统的自动调节和能耗监测；
- 变流量系统实现了小流量大温差，满足了按需供热的要求；
- 楼宇换热站技术；解决了二次网水力失调问题，极大地提高了调节的灵敏度，节能效果好；
- 室内恒温控制阀；实现了物联网功能；
- 热源、楼栋、户端超声波热量表三级计量；为低碳供热和能源服务提供了关键的计量基础；

二、供热计量改革已全面突破 星星之火遍布全国

(1) 智慧平台。

A、应用物联网、5G、大数据等新技术，拥有主数据及数据中心的智慧平台解决了信息孤岛问题，融合了4大平台：

- 能耗监测管理平台；
- 热网监控指挥系统；
- 室温远程监测系统；
- 隐患点监测平台；

二、供热计量改革已全面突破 星星之火遍布全国

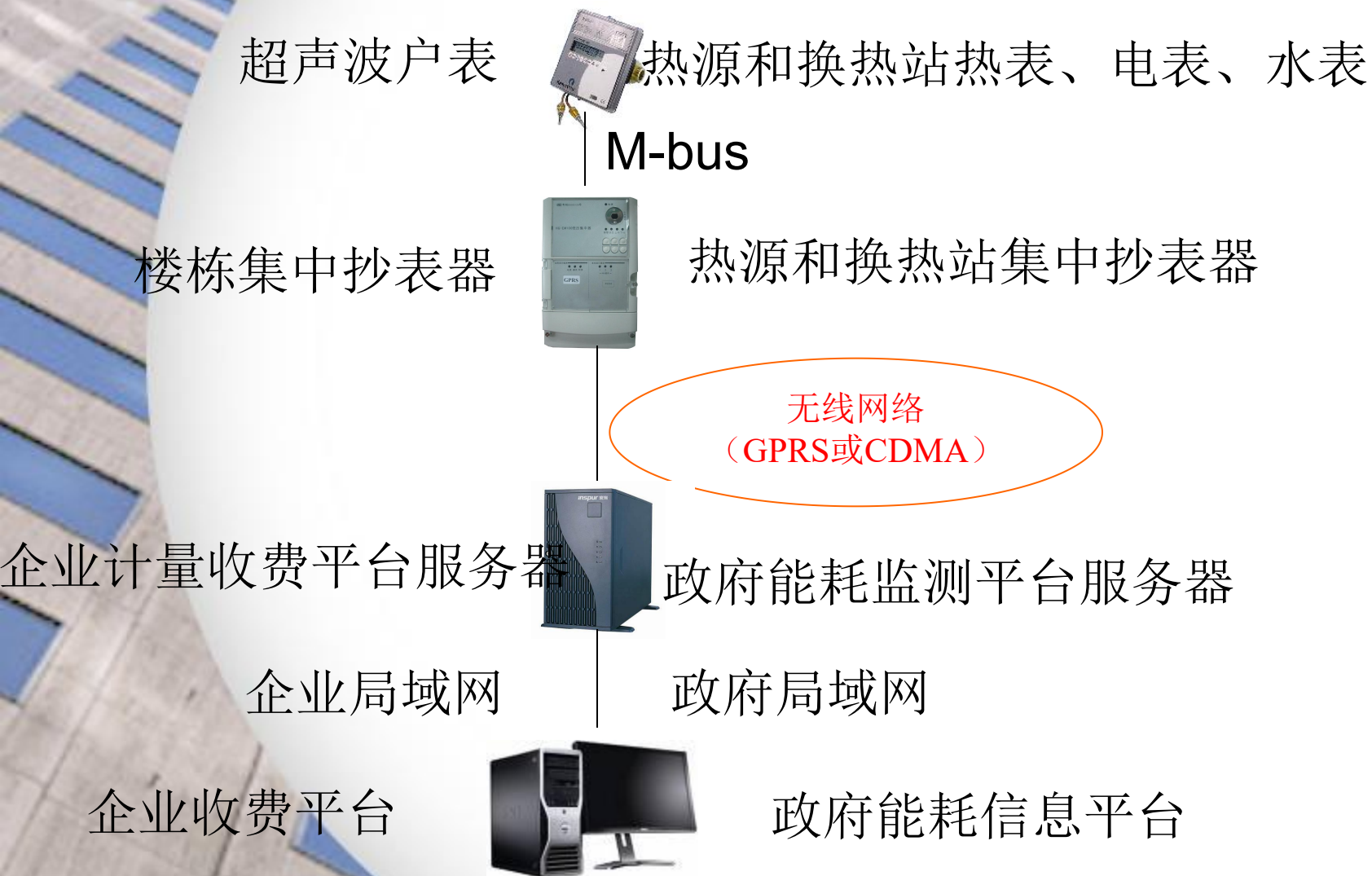
基于计量供热系统的智慧平台实现了以下功能：

- 供热负荷精准预测；实现按需供热和精准供热。
- 全网自动平衡调节；
- 运行工况实时诊断；
- 能耗精准管控；
- 室温监测；
- 提升热源、热网、热用户全系统节能降耗水平；
- 热费收缴管理；
- 实现精细化管理、提升服务品质；

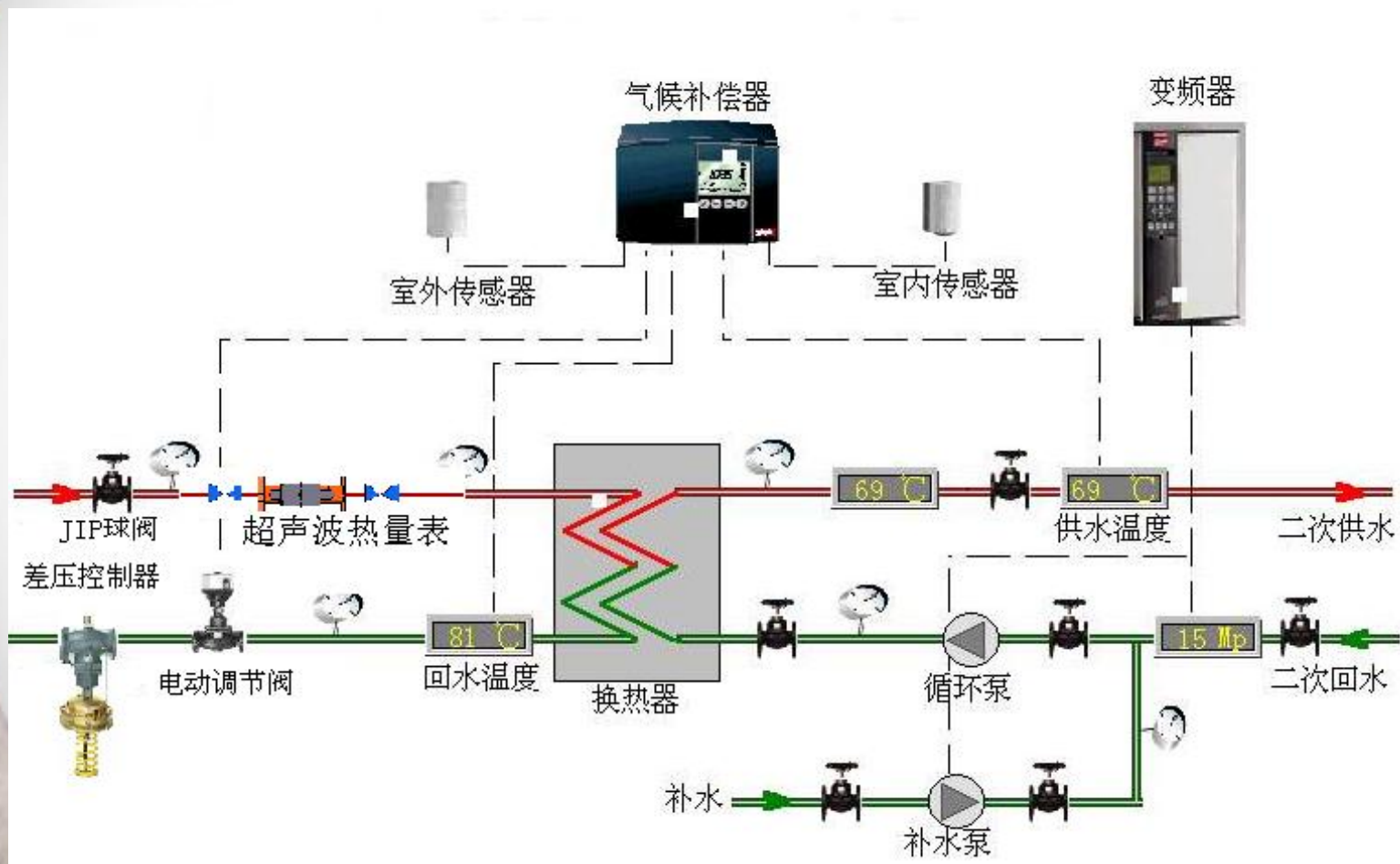
承德热力智慧供热平台



企业计量收费平台 政府能耗信息平台技术



(2) 自动变流量供热系统



或二级泵

二、供热计量改革已全面突破 星星之火遍布全国

(3) 楼宇换热站技术；

A、传统大型换热站和大型二次网系统弊端：

- 二次网管径大、环路多、敷设困难、投资高。
- 二次网输送距离远、供热规模大，被迫采用大流量和小温差方式，水力失调问题是难题，且难以进行有效调节，导致用户冷热不均、热耗高、输配耗电量；
- 系统调节针对性差。供热参数是一定的，但管网中每个建筑的设计参数不尽相同，无法对每栋建筑进行有针对性的调节。

二、供热计量改革已全面突破 星星之火遍布全国

B、楼宇换热站的构成；

- 小型而高集成的换热机组系统，包括板式换热器、循环泵、补水泵、水箱等；
- 完整的变流量计量供热系统设备，包括气候补偿器、电动调节阀或分布式水泵、水泵变频器、压差动态控制阀、楼栋热表、自动控制和调节设备等，可以满足分户计量供热系统的变流量运行的个性化需求。

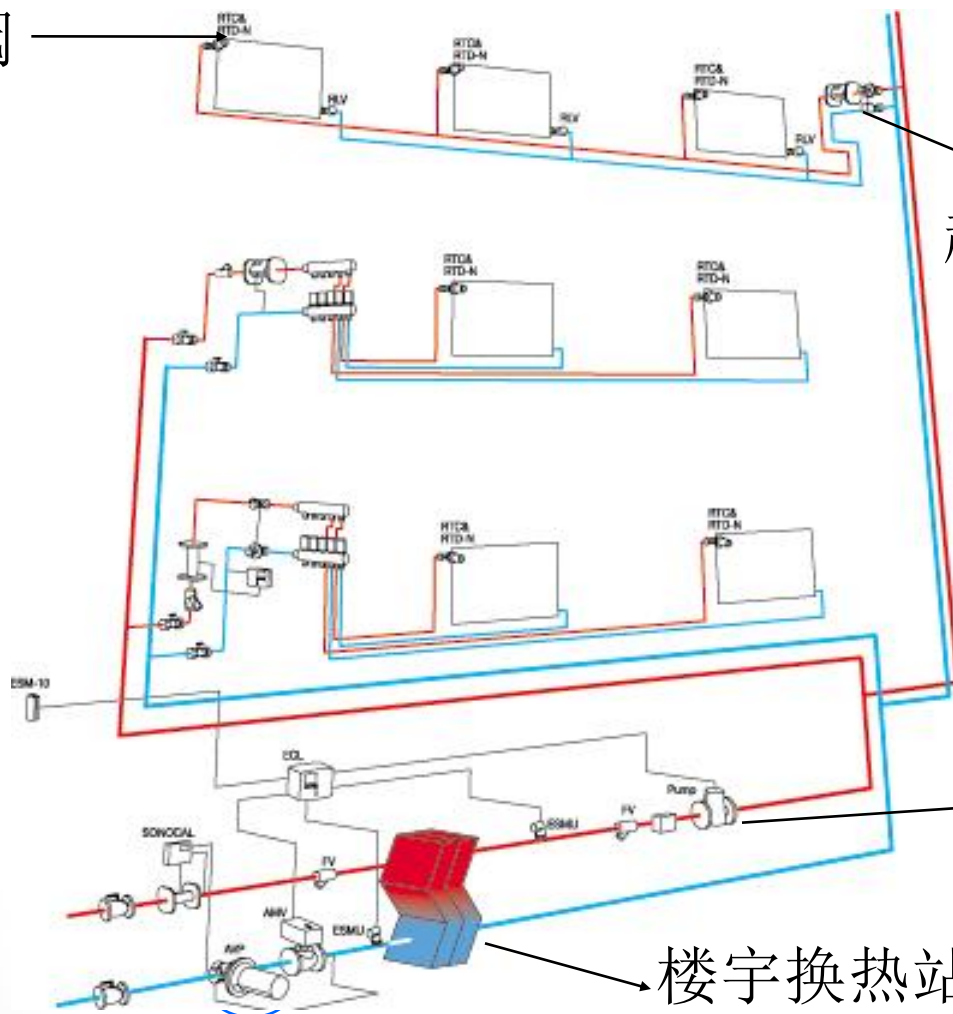
--楼内变流量计量系统 --楼宇换热系统/小型供热系统

温控阀

超声波户表

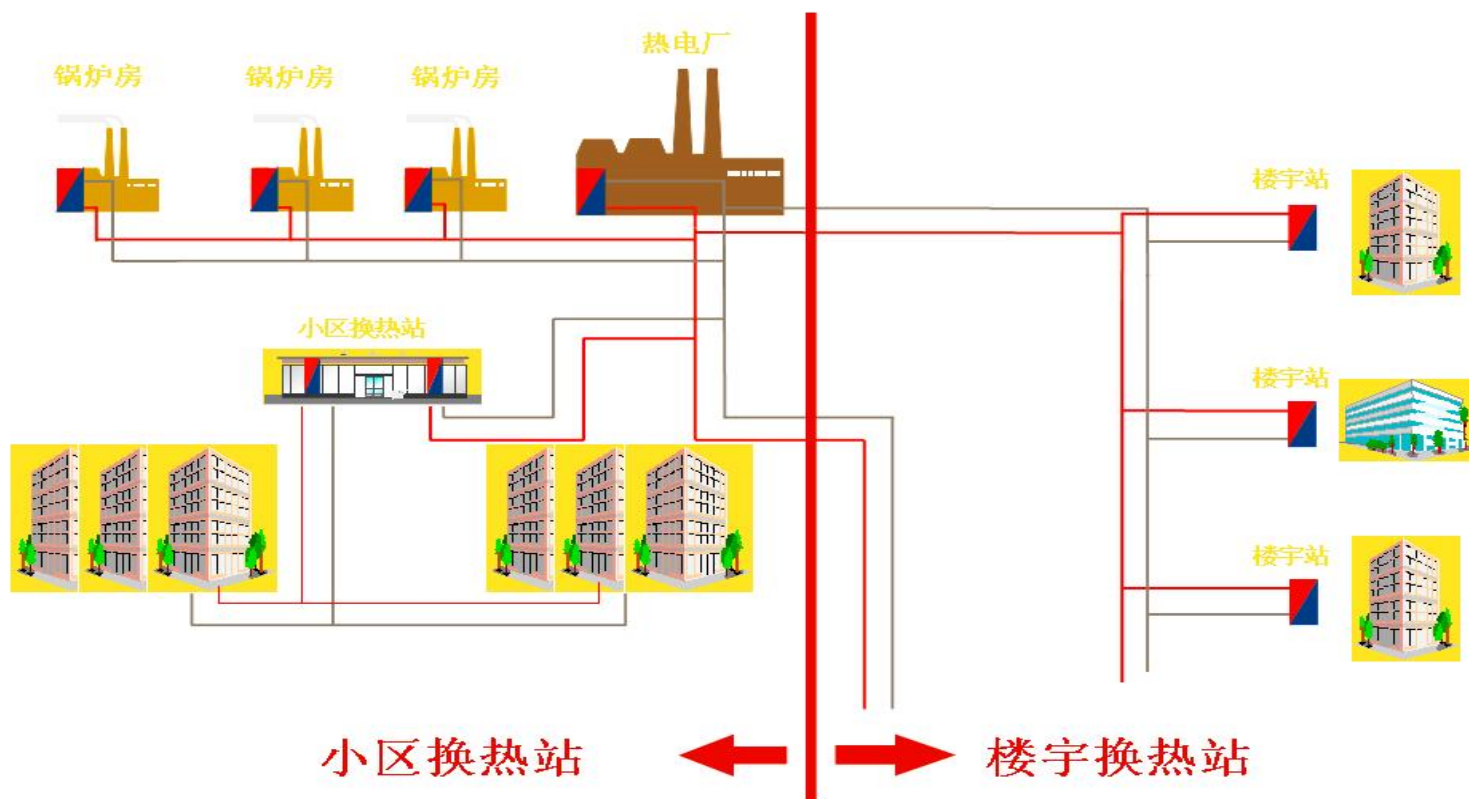
超声波栋表

楼宇换热站



楼宇换热及自动变流量系统

楼宇换热站和小区换热站供热系统



承德热力嘉和小区楼宇换热站



承德热力智慧供热系统的室内温控阀室温调节器



室内温控系统的物联网功能通过手机APP，实现了热用户室温调节和设定、热耗和热费查询等功能；



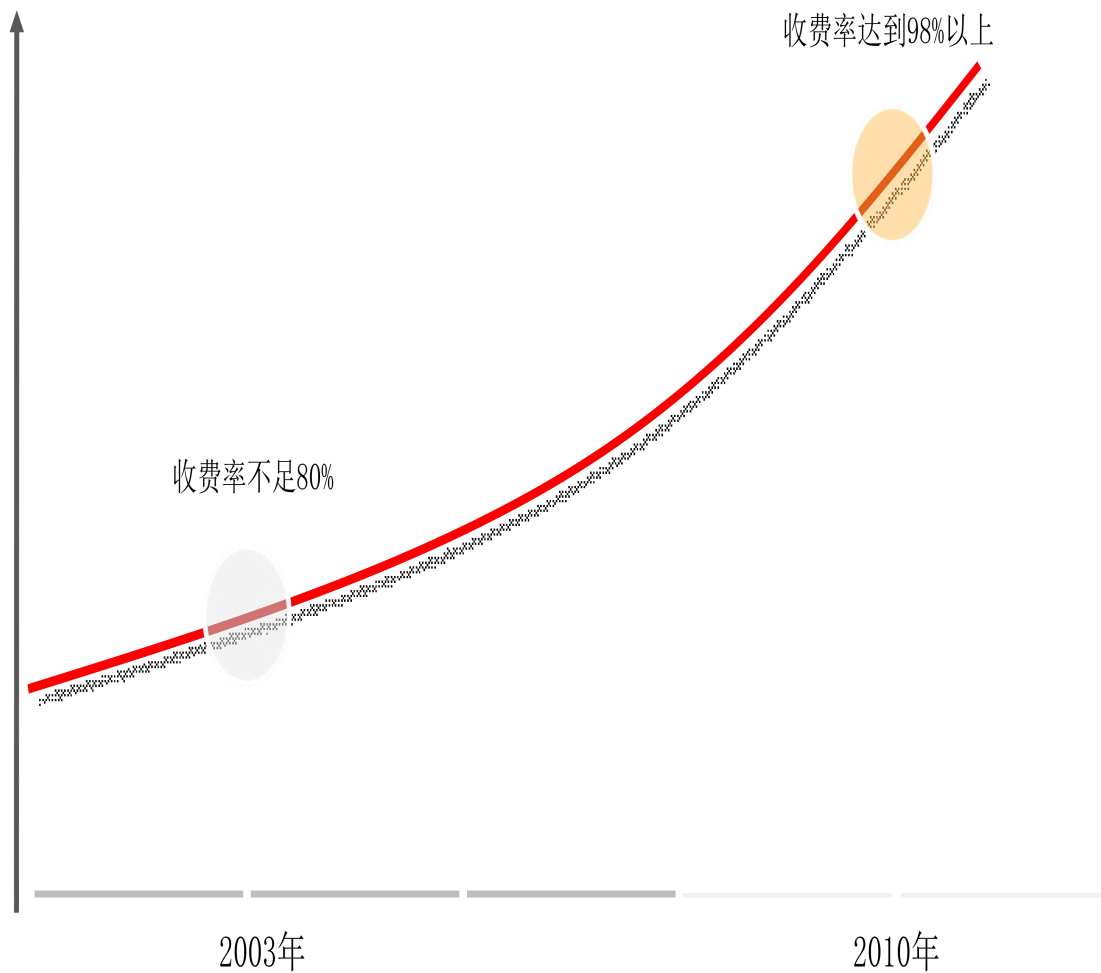
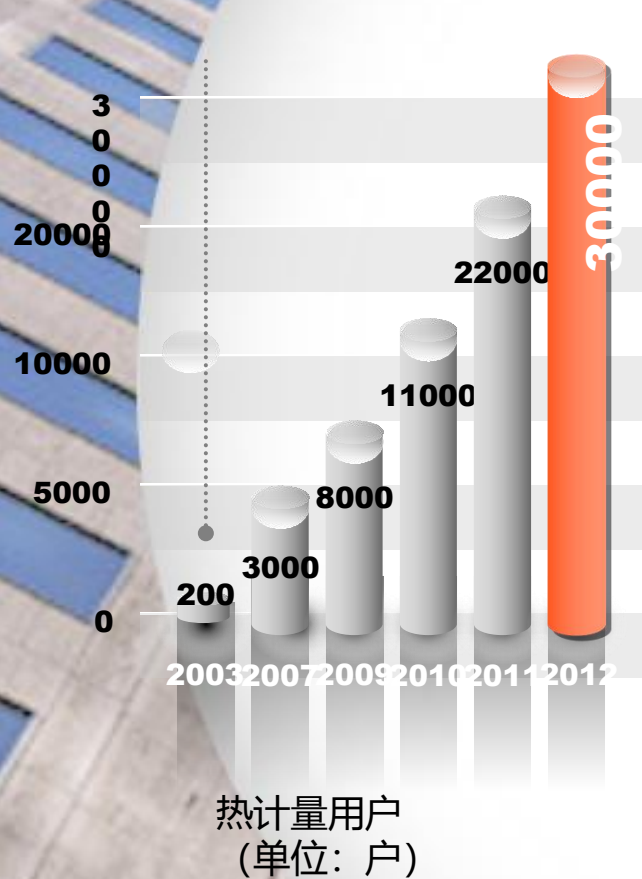
超声波热计量技术

- 计量理论和技术可靠：没有假设；计量准确而不是近似；
- 热耗显示直观；
- 偷水被计量；
- 技监局、热力公司和老百姓三方都接受；
- 技术成熟：历史悠久，国际/国内标准都有；
- 受水质影响不大；
- 寿命长；
- 不影响分室恒温控制，不影响节能效果；
- 可以使用热表远传和监控技术：
- 实现了对热用户的用热情况的实时跟踪，能及时发现热用户端的各种问题，便于用热纠纷的及时解决；
- 解决了人工抄表成本高、误差大、费时多等实际问题。

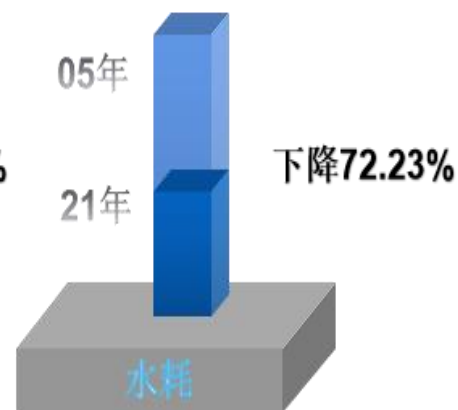
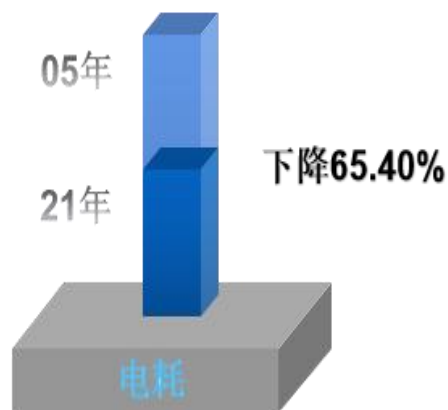
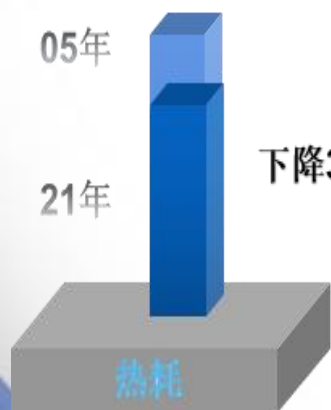
二、供热计量改革已全面突破 星星之火遍布全国

- 6、供热计量改革的综合效果显著。（承德为例）
- 为国节能减排。节能率约40%；
 - 为民谋福祉。室温提高2度，弹性供热，退费比率80%多，群众满意增加，得到了群众拥护；
 - 为企业谋发展。缴费率很高；收获容量和入网费20%；节能效益显著：节省购热费6800万元，减去退费5200万元后，净获利1600万元；
 - D、为财政减负。财政供热补贴压力大大减轻；

承德：供热计量利人也利己



承德供热计量改革前后 能耗指标变化



二、供热计量改革已全面突破 星星之火遍布全国

7、相关产品的国产化支撑能力已经建立；

8、供热计量收费项目遍布北方11个省市。

A、新建和既改建筑100%实现供热计量收费的：

- 天津泰达津联热电、天津生态城；
- 承德热力；
- 甘肃榆中县；
- 洛阳热力；
- 济南热电；
- 青岛西海岸热力；

二、供热计量改革已全面突破 星星之火遍布全国

B、新建建筑实现规模化供热计量收费的：

- 直辖市：天津热力、天津津安热电；北京热力；
- 山东：日照、东营广饶县宏源热力、滨州热力、沂源县源能热力
- 河北：沧州热力、秦皇岛热力、衡水恒通热力；
- 山西：太原热力、大同热力
- 河南：焦作；
- 内蒙：乌海；（呼市、包头、赤峰、鄂尔多斯试点示范）
- 黑龙江：哈尔滨威立雅热电；哈尔滨盛烨热电；
- 宁夏：吴中环慧热力；
- 新疆：乌鲁木齐融和热力；

3、双碳战略下全面推行供热计量收费的几个问题

- (1) 节能减碳形势严峻又紧迫；
- (2) 供热企业生存危机；
- (3) 供热企业凤凰涅槃的大好机会；
- (4) 供热计量改革成功的关键是技术节能与行为节能双轮驱动，缺一不可；
- (5) 强有力的专家支撑必须到位，为供热计量改革保驾护航；

3、双碳战略下全面推行供热计量收费的几个问题

(1) 节能减碳形势严峻又紧迫：

- 北方集中供热面积167亿平米，能耗比发达高50%，供热能耗占北方建筑能耗的48%；
- 集中供热面积增速大；

(2) 供热企业生存危机：

- 90%以上的群众对按面积收费的制度不满意、对固定室温18度不满意；群众退出集中供热；
- 发改委物价局：调热价必须实行供热计量收费；
- 地方领导对调热价非常谨慎，舆情监测，尤其现在经济困难
- 地方财政紧张，补贴困难；

3、双碳战略下全面推行供热计量收费的几个问题

(3) 供热企业凤凰涅槃的大好机会：

- 热费收入增加，因为热费好收了，所以收缴率提高近20%；
- 节能效益分享；
- 收获20%的容量和入网费；
- 供热企业由粗放式经营转变为精细化经营；

3、双碳战略下全面推行供热计量收费的几个问题

(4) 供热计量改革成功的关键是技术节能与行为节能双轮驱动，缺一不可，供热企业和热用户双赢才可行；

A、技术节能/供给侧节能基础；

■ 现在过多的强调了技术节能；研究重点都放在了供给侧节能；

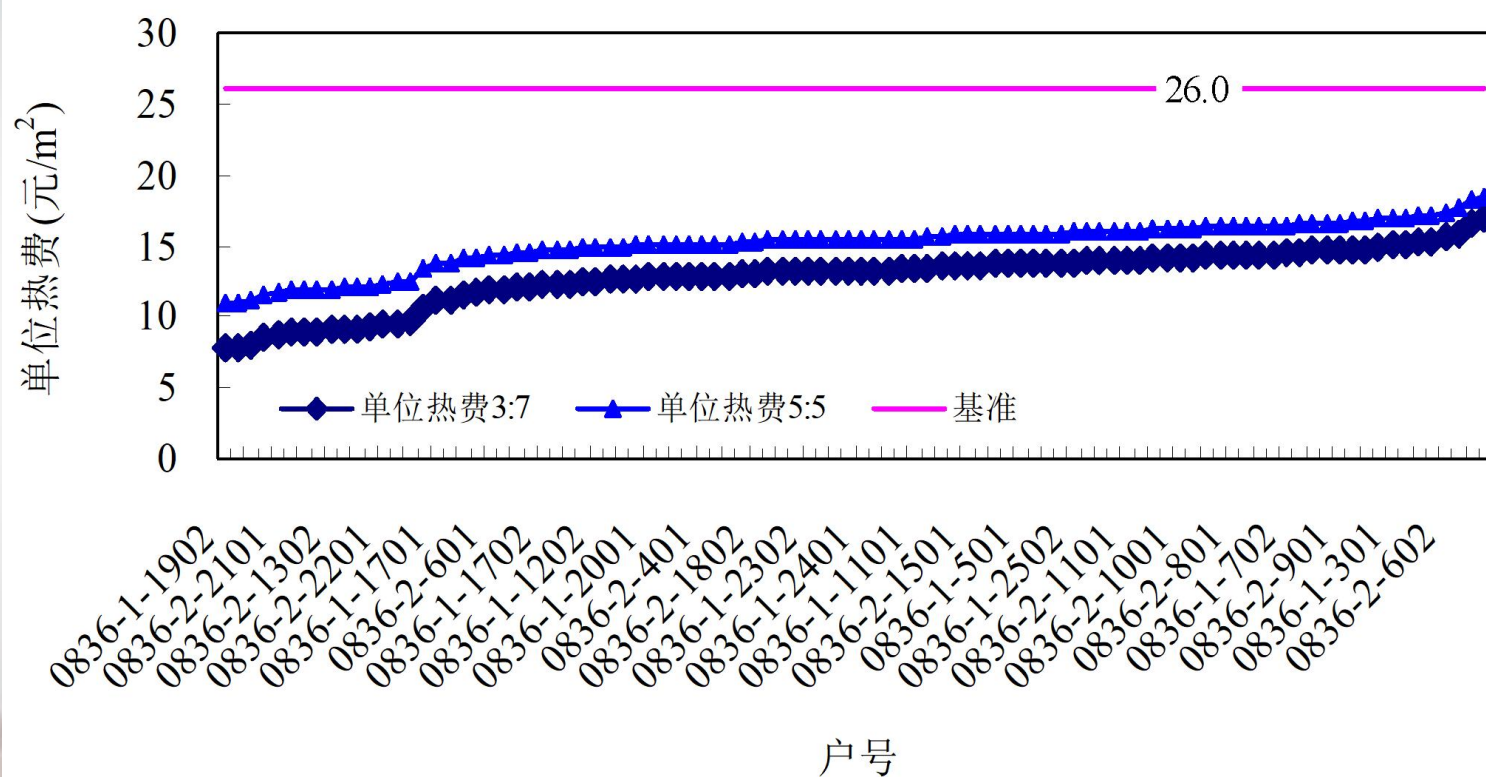
B、行为节能/需求侧节能是源头、是整个变流量计量供热系统的发动机；

■ 现在对行为节能的关键作用认识不够，导致开窗散热、人走热不关、温控阀开到最大、加大暖气、防水，节能建筑不节能；

3、双碳战略下全面推行供热计量收费的几个问题

- 热价不合理上涨对行为节能不利；
- 取消热费封顶对行为节能不利；节能65%-70%的建筑，热费破顶不正常。热费破顶的原因：热价过高、没有位置修正系数、供热系统不节能、计量表有问题、入住率过低/停热户过多；
- 没有位置修正系数对行为节能不利；

唐山鹭港新进节能建筑供热热计量收费 示范小区热计量收费曲线

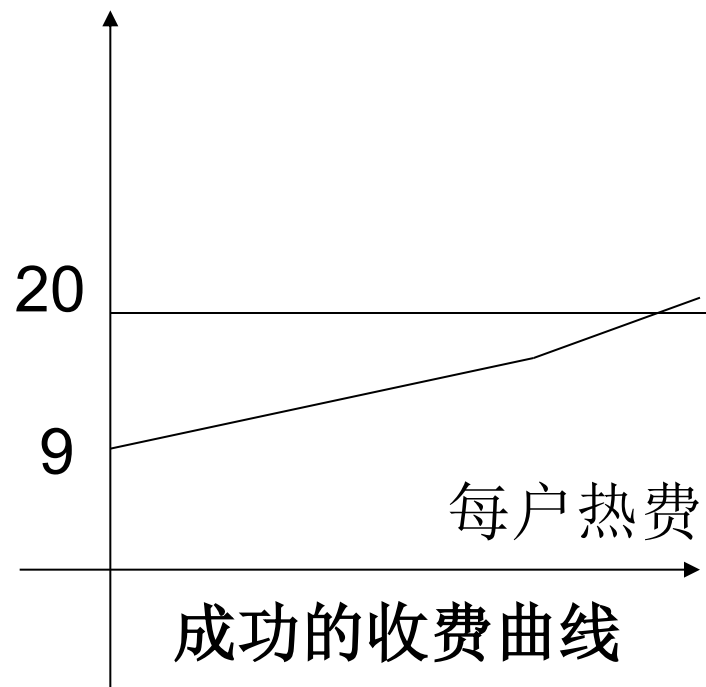
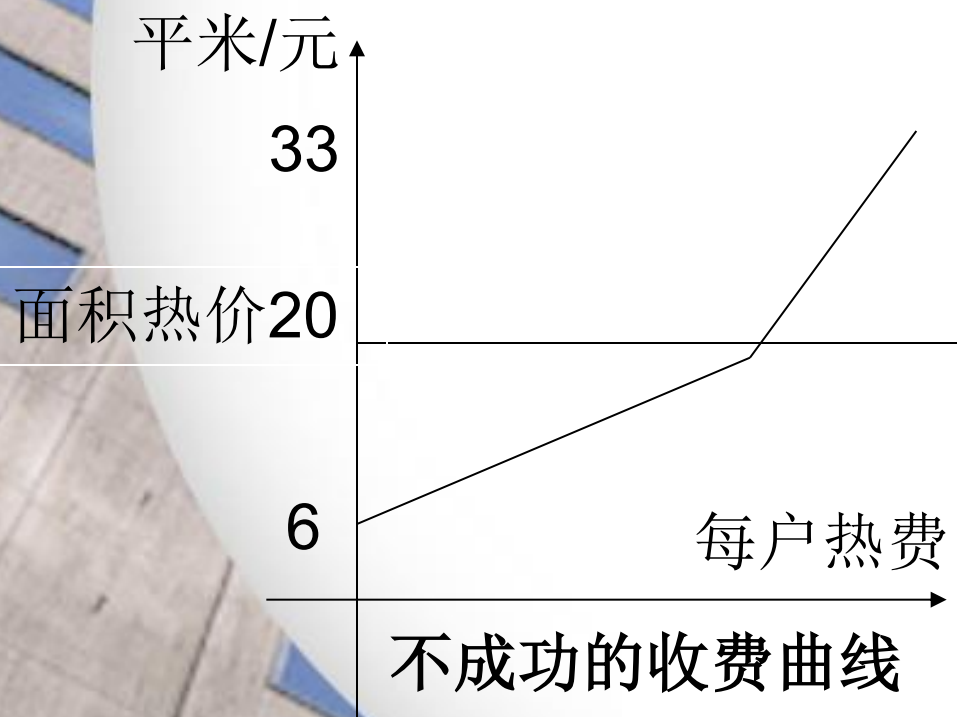


2011-12年采暖季，0836#楼分户单位面积热费

成功与失败的供热计量收费曲线

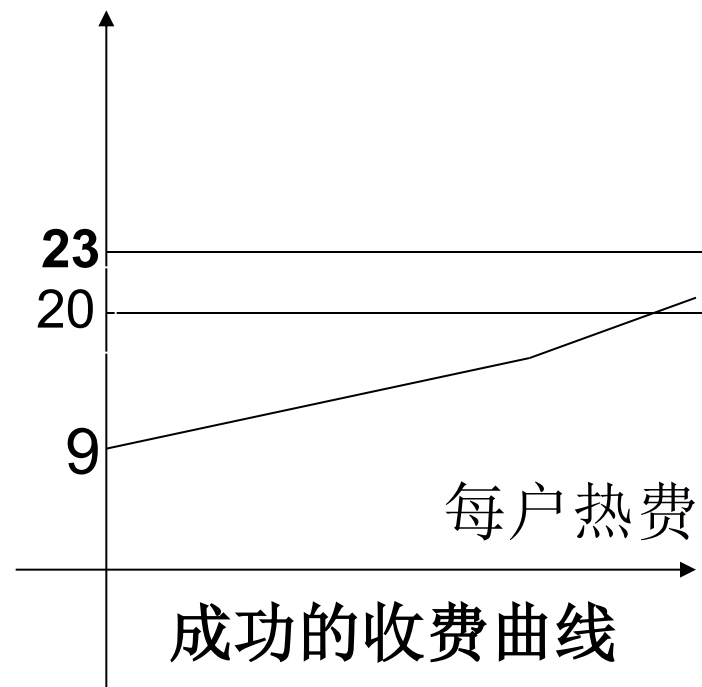
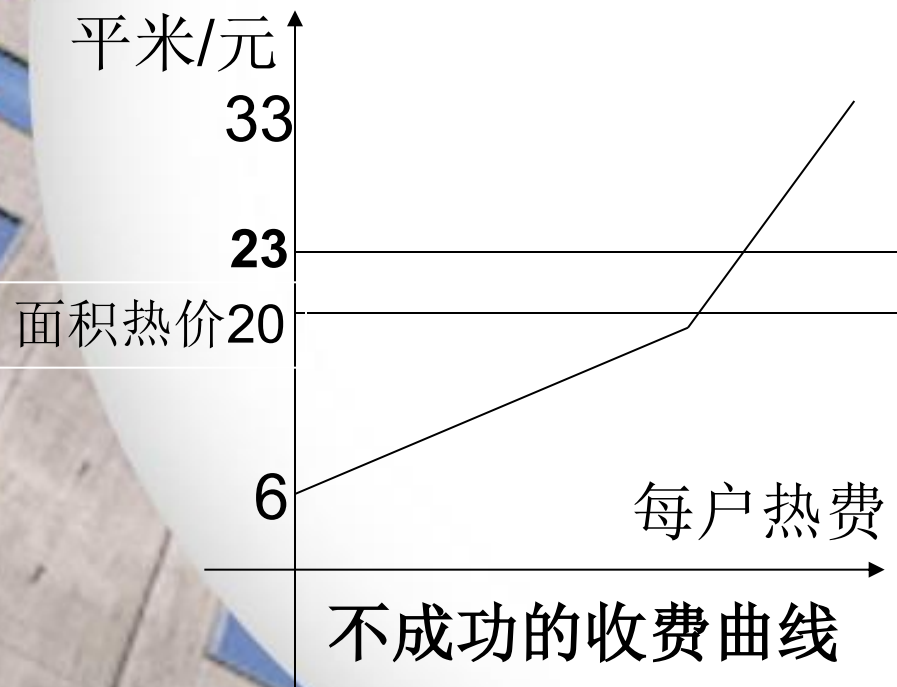
不成功的收费曲线：

- “过顶”部分的热费难收缴；
- 单位退费额绝对值过大；



热费封顶：政府保和谐、用户消怨气

- 技术节能方面的因素：外保温+完整的和高质量的变流量系统；
 - 行为节能方面的因素：系统的运行管理+**用户节能**；
 - 计量计费方面的因素：计量表的质量、热耗的修正；
- **除了用户节能的因素外，其余的供热单位都可以控制！**



波兰的热耗修正

1987年以后建造的房屋			1987年之前建造的房屋		
0.8	0.9	0.8	0.7	0.8	0.7
0.9	1.0	0.9	0.8	1.0	0.8
0.9	1.0	0.9	0.8	1.0	0.8
0.8	0.9	0.8	0.7	0.9	0.7

- 以上为波兰使用的简单的修正系数（世行报告）；
- 丹麦（18种楼型的系数）、瑞士等法定的修正系数；
- 其他国家虽没有法定，但为市场行为；

热计量收费曲线与热耗的修正

热耗的楼层和山墙修正：

- 据专家根据北京地区工程实例，计算出了要保持相同的室内温度的话，不同朝向和楼层的房间的采暖负荷（w/m²）如下：

	底层	中间层	顶层
北向房间	65.4	48.7	72.5
南向房间	43.6	19.8	36.5

- 由此可见，如果不进行热耗的朝向和楼层修正，哪来的公平？哪来的和谐社会？哪来的热计量收费的可持续性？

承德的热耗修正

中间层	边底层	底层	边顶层	边层	顶层
1	0.76	0.89	0.68	0.95	0.77

	中间层	边底层	底层	边顶层	边层	顶层
多层	1	0.65	0.73	0.65	0.83	0.74
高层	1	0.7	0.77	0.7	0.86	0.78

3、双碳战略下全面推行供热计量收费的几个问题

(5) 强有力的专家支撑必须到位，为供热计量改革保驾护航。案例：

2000年，世行一项调研发现中国采暖区建筑能耗比同纬度的欧洲国家高三倍，建议中国采暖区建筑节能要“两手抓”：一手抓供热改革，一手抓建筑节能，否则，“节能建筑不节能”。

2005年，建设部/世界银行向GEF申请了1800万美元赠款，设立了“中国供热改革与建筑节能项目”。

3、双碳战略下全面推行供热计量收费的几个问题

项目目标：提高中国寒冷地区城市**新建民用建筑及集中供热系统**的能效。

限定三个途径：

- 更高的节能标准。从节能50%提高到65%以上；
- 现代化的变流量计量供热系统。
- 供热计量收费。

工作内容：

- 顶层设计、顶层推动；
- 政策研究；
- 示范工程；
- 总结培训；

3、双碳战略下全面推行供热计量收费的几个问题

所做工作：

A、国家层面和示范城市开展了47项政策与技术研究项目；

a) 政策研究内容主要包括：

采暖费暗补变明补改革研究、两部制热价政策研究、推进热计量改革的政策和技术研究、供热计量收费政策研究、标准供用热合同范文研究、供热条例研究、管网改造规划研究。

b) 技术研究项目的内容主要包括：

热量表运用技术规程、计量供热变流量系统控制和运行调节研究、节能建筑标准符合性研究、供热现代化改造研究、可再生能源供热研究、供热计量改革经验总结；

3、双碳战略下全面推行供热计量收费的几个问题

B、示范工程项目13个：

采用的技术主要包括：

- 超声波热量表；
- 热量表远传和收费平台；
- 欧洲自动变流量供热系统；
- 楼宇换热；
- 供热计量和能耗监平台。

C、国家层面和示范城市开展了37次宣传培训活动。

热改大会、专家研讨、经验介绍、系统培训；参加单位：政府、设计、研究、建设、供热等；

3、双碳战略下全面推行供热计量收费的几个问题

工作成效：

A、47个政策研究项目；

- 政策研究项目借鉴了国际上成功的供热计量改革经验，推动了有关法规政策的及时出台，解决了中央和地方热改中的难点问题，扫除了政策上的障碍。

B、13个示范工程项目；

- 支撑供热计量改革的“利器”是科技引领。示范工程、专家支撑和质量控制，解决了热改的技术难题，对示范城市起到了引领作用，为建设供热计量标杆城市起到了关键作用。

示范城市和示范工程还是很好的参观考察、学习交流平台，起到了明显的辐射和带动作用。

3、双碳战略下全面推行供热计量收费的几个问题

C、37个宣传培训项目：

- 提高了认识：讲政治、守法、利国利民利企业；
- 推动了改革的领导组织机制建设：政府、供热企业联动+质量控制；
- 政策得到了有效的宣贯：条例、热价、收费办法、标准合同；
- 技术路线讲解使改革能很快见到节能效果，技术支撑显著；
- 群众工作重点和难点的讲解破解了群众工作的难题：用户宣传手册；

星星之火，可以燎原！
(就看大家怎么推进)

谢

谢！