

建筑节能

Energy Efficiency in Buildings

35

涂逢祥 主编

供热体制改革
建筑围护结构节能
建筑节能检测
建筑节能进展



中国建筑工业出版社



TJ111.19
2002014

建筑节能 35

Energy Efficiency in Buildings

涂逢祥 主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

建筑节能. 35 / 涂逢祥主编. -北京: 中国建筑工业出版社, 2001. 9
ISBN 7-112-04802-8

I. 建… II. 涂… III. 建筑-节能 IV. TU
111.19

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001) 第 064378 号

建筑节能 35

Energy Efficiency in Buildings

涂逢祥 主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京市兴顺印刷厂印刷

*

开本: 850×1168 毫米 1/32 印张: 4½ 字数: 119 千字

2001 年 9 月第一版 2001 年 9 月第一次印刷

印数: 1—3,000 册 定价: 10.00 元

ISBN 7-112-04802-8

TU·4284 (10280)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.china-abp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

主编单位

中国建筑业协会建筑节能专业委员会
北京绿之都建筑节能环保技术研究所

主 编

涂逢祥

副主编

郎四维 白胜芳

参编单位

北京中建建筑科学技术研究院
北京振利高新技术公司
北京亿丰豪斯沃尔新型建材公司

编辑部通讯地址：100076 北京市南苑新华路一号

电 话：67992220-291，322

传 真：67962505

电 子 信 箱：fxtu@public.bta.net.cn

目 录

建筑供热体制改革

- 建筑采暖计量收费体制改革 涂逢祥 (1)
- 集中供热/冷系统中的能量计量 喻李葵 等 (12)
- 对集中供暖住宅分户热计量若干难点的再思考
..... 张锡虎 等 (21)
- 计量供热系统设计探讨..... 王 敬 (31)
- 北京市当前建筑采暖节能中的两个问题..... 方展和 (37)
- 采暖制度改革若干问题的研究与思考..... 王真新 (45)
- 城市采暖供热价格制定管理 刘应宗 等 (53)
- 单户燃气供热相关问题探讨 许海峰 等 (60)

建筑围护结构节能

- 现浇混凝土外墙与外保温板整体浇注体系..... 顾同曾 (67)
- 从舒适性空调建筑围护结构热工性能看建筑节能
..... 聂玉强 等 (80)
- 浅谈采暖居住建筑保温节能设计原则..... 周滨北 (87)
- 既有建筑节能改造外保温墙体保温设计 ... 赵立华 等 (91)
- 对建筑物的窗墙比和窗户节能问题的探讨
..... 吴 雁 等 (98)
- 聚氨酯泡沫复合物节能门窗安装密封胶 范有臣 (104)

建筑节能检测

- 绝热材料及其构件绝热性能测试方法回顾
..... 周景德 等 (106)
- 建筑幕墙门窗保温性能检测装置 刘月莉 等 (117)
- 天津市龙潭路节能示范住宅检测 杜家林 等 (123)

建筑节能进展

Contents

Reform of the Space Heating System

Reform of the Space Heating Measurement and Billing System	Tu Fengxiang (1)
Energy Measurement in Central Heating/Cooling System	Yu Likui et al. (12)
Research on Related Problems about House-based Heat Metering for Central Heating Residential Buildings	Zhang Xihu et al. (21)
Discussion on the Design of Metering Heating System	Wang Jing (31)
Two Present Problems for Heating on Energy Efficiency in Buildings in Beijing	Fang Zhanhe (37)
Research on Related Problems about the Reform of the Space Heating System	Wang Zhenxin (45)
Management on Formulating Price about the Space Heating in Cities	Liu Yingzong et al. (53)
Discussion on Related Problems about Individual Heating with Gas	Xu Haifeng et al. (60)

Energy Efficiency on Building Envelope

The System of Concreting Exterior Wall Combined with EPS panel	Gu Tongzeng (67)
Thermal Performance of Building Envelope with Comfortable Air-conditioning	Nie Yuqiang et al. (80)

Talking about the Design Principle of Energy Efficiency for
the Space Heating Residential Buildings

..... Zhou Binbei (87)

The Renovation Design on Exterior Wall Insulation of
Existing Buildings Zhao Lihua et al. (91)

Study on Window-wall Area Ratio and Energy Efficiency for
Windows of Buildings Wu Yan et al. (98)

An Installing Seal Adhesive of Polyurethane Polymer for
Doors and Windows Fan Youchen (104)

Monitoring on Energy Efficiency in Buildings

Review on Monitoring Methods about the Performance of
the Insulating Materials and Structures

..... Zhou Jingde et al. (106)

The Monitoring Installation on Insulation Performance of
Door, Window and Glass Curtain Wall

..... Liu Yueli et al. (117)

Monitoring on Energy Efficient Pilot Building in Longtan
Road, Tianjin Du Jialin et al. (123)

Progress on Energy Efficiency in Buildings

建筑采暖计量收费体制改革

涂逢祥

【摘要】 建筑采暖计量收费体制改革已在中国启动，并将在全国采暖区迅速展开。本文分析了此项改革的背景，探讨了改革的思路，提出了收费计价办法，概述了适用的技术与设备，还介绍了几个先行城市的进展概况。

关键词：建筑采暖 计量 收费 体制改革

一、背景

中国城市采用集中供热的建筑面积现已超过 10 亿 m^2 ，并以每年 6000 万~1 亿 m^2 的速度增加，此外，各地还有大量建筑用锅炉房供暖，可见采暖区城市供热已具备相当规模，是北方居民的主要采暖方式。但是，在计划经济时期，中国集中供热一直作为职工福利，采取所谓“包烧制”的方式，即职工冬季采暖的热费由政府财政和职工所在单位包下来，热用户不需交纳采暖费用。正因为如此，在房屋设计时，并不考虑采暖用热的计量问题，也没有考虑对室温进行控制调节。在原有的室内采暖系统中，上下楼层房间的散热器用单管串联连接，因此，用户不可能对用热量进行调控。热费的收缴都是按建筑面积结算。

这种供暖体制，背离了市场经济规律，造成能源的严重浪费，并使许多城市的供热事业难以为继。这个问题现在已经发展到十分突出的程度，到了非改革不可的地步了。现将有关情况分析如下：

1. 违背市场经济规律，使用热及供热双方均缺乏节能积极性

经过住房制度改革后，中国住房已经作为一种商品进入市场交易。住房已归个人所有，其室内采暖设施理所当然地同时归该房产主所拥有。在市场经济条件下，热也是一种商品，具有商品属性。住户向供热公司买热，供热公司向用户卖热，供需双方按所供热的质量和数量进行公平交易，“谁用热，谁交费”，“用多少热，交多少钱”，明明白白，天经地义。然而，现行体制则仍是由第三者即职工工作单位按建筑面积支付热费。在这种体制下，用热多少与热用户的经济利益毫无关系，用户当然不会去关心节约热能的问题；而供热公司则把全部消耗的费用按所供热的建筑面积分摊，收费不足则作为政策性亏损要求政府给予补贴，这就掩盖了自身经营管理和技术水平低下的问题。其结果是供热效率低，能源浪费大。中国城市用水、用电和使用燃气均早已进行了市场化改革，按用量由用户直接交费，都取得了明显的节约效果。只有供热仍沿袭旧制，体制改革尚未进行，是最后一个“顽固的堡垒”。

2. 造成采暖费用收缴困难，供热企业难以正常运转

建筑采暖费用是比较高的。以沈阳为例，每平方米建筑面积按 19.80 元计，70m² 之家一个采暖季应缴纳热费 1386 元。此数大体上相当于一户全年水、电和燃气费用之和。这对于职工所在单位来说，是一笔很大的负担。近几年，在经济体制改革中，一些国营企业经营困难，不少职工下岗，这些企业也不能为自己的职工交纳热费。但是，在严寒地区，特别是在严寒季节，采暖是人们生存的基本条件，如果室内没有采暖，是不能够生活的。另一方面，对供热企业来说，热费收不上来，就没有钱买煤，烧不了锅炉，供暖设备的维修保养就更谈不上了。东北不少城市热费的收缴率不到一半，还有逐年下降的趋势。然而，如果寒冬期间不能供热，又势必会影响职工的生活和社会的安定。近几年，许多北方城市到了采暖季节，当地政府负责人就不得不忙于设法筹措供暖补贴资金，以勉强维持低水平的居民供暖。年年如此拖延应

付，显然是拖不长久的。出路只能是进行供热收费体制改革，由热用户自己掏钱交热费。

3. 使得已建成的节能建筑节能效果很差

十多年来，中国北方采暖地区已经建成了约 1.5 亿 m^2 的节能建筑，一部分是几年以前建造的，是第一阶段设计节能率为 30% 的建筑；另一部分是近三四年建造的，是第二阶段设计节能率为 50% 的建筑。这些节能建筑的建造，都是依据节能设计标准，主要由政府强制实施的。这些节能建筑与以往的房屋相比，建筑围护结构的保温大为改善，因此冬季室温得到了提高。但由于供热热量没有计量，用户也不能调控室温，而用户还无需支付热费，因此房间太热时就打开窗户，房间太冷了就抱怨投诉。使得所建成的节能建筑实际节能成效很小。而且，不管是节能建筑或者非节能建筑，收取热费一般都是按同一建筑面积单价结算。也就是说，对于节能建筑，也并不比非节能建筑少交热费，从而影响了房屋开发建设者建造节能建筑的积极性。着重依靠政府强制执行节能标准，而建成的节能建筑还收不到节能实效，没有真正的经济效益，长此以往，这种强制是不容易坚持的。只有用户安装热表计量，有温控阀控制室温，并按实际消耗的热量由用户交费，节能建筑才能真正收到节能效果。

4. 使采暖期城市大气污染严重

前面已经讲到，现有供暖体制使热用户和供热企业都不关心节约热能，造成能源的大量浪费，也就是说，为此冬季采暖要多消耗大量热能。中国北方集中供热的能源基本上是煤炭。能源越是浪费，煤炭就烧得越多。燃煤取暖是中国北方城市冬季大气污染的主要污染源。天气愈冷，燃煤愈多，大气污染则愈严重。与此同时，温室气体 CO_2 的排放量也愈多。只有改革了集中供热的收费体制，少用热量，少烧煤炭，城市大气污染才能减轻， CO_2 排放量也可减少。

东欧波兰等国家 20 世纪 90 年代经济转型以后，在引进发达国家先进的建筑节能和供热技术的同时，也进行了收费体制改革，

推进按热量计量收费，取得了节能 20%~30% 的明显效果。东欧国家的经验说明，只要坚持正确的方向，进行采暖体制改革，是能够取得成功的。

二、中国建筑供热体制改革的思路

建筑供热体制改革是中国由计划经济体制向市场经济体制转变的一个必要的组成部分。其基本思路是：使热这种商品实现产销双方直接交易，从职工所在单位缴纳热费，改为由住户本人向供热企业交纳热费；推行按供热量计量收费的办法；使作为职工福利的采暖，即所谓“暗补”改为“明补”，也就是转化为职工工资。可按城镇居民取暖收费标准和目前城市居民的居住标准确定补贴标准，由职工所在单位对职工按工资的一定比例发放采暖补贴。在做法上，要在保证城市供暖的同时，平稳过渡，逐步建立起健全的城市供热市场运行机制，做到社会经济可持续发展。

1. 制订出符合市场经济条件的配套的有关供热的政策法规文件

不久以前，国务院颁发了《关于改革城镇供热体制、促进建筑节能和供热事业发展的通知》，建设部也已出台了《民用建筑节能管理规定》，其中规定“新建居住建筑的集中采暖系统应当使用双管系统，推行温度调节和户用热量计量装置，实行供热计量收费”。

近期，国务院还将颁发《关于对城市供热收费制度改革的指导意见》，建设部也要发布《关于城市供热按热量计量收费实施意见》、《城市供热管理办法》等文件。这些文件将从不同角度对在市场经济条件下的城市供热体制改革和技术改革作出规定。这些文件的逐步出台，必将使中国城市供热体制改革开始大步向前迈进。

由于城市供热事业及其投资均由地方政府直接管理，按照国家的总体安排，地方制定了合理可行的政策，供热体制改革才会取得成功。为此，一些先行城市已经或正在制订一些有关政策文件，如天津市、北京市、烟台市、延边朝鲜族自治州等。这些地

方性政策文件的发布，对于当地供热采暖体制改革，有直接的指导作用。

今后，通过改革实践，总结新的经验，将逐步形成全国性的和具有地方特点的配套的城市供热改革系列法规，指导改革工作的开展。

2. 改暗补为明补，采暖费用由国家、企业和个人共同负担

目前沿用的福利型供热体制，实质是进行了暗补，即职工的采暖费用不以工资或补贴形式发给职工，而是由职工所在单位将采暖费付给供热公司，或由职工所在单位所属锅炉房直接供热。改革以后，要将按一定标准算出的采暖费用，由职工所在单位作为工资或补贴发给职工本人，再由职工向供热公司按实耗热量缴纳采暖费用。做到采暖交费主体单一化，供需双方直接交易。

这里，还必须解决停业、停产以及经济困难单位职工采暖费的补贴问题。要建立供暖保障体系。各地在制定城镇居民最低生活保障、国有企业下岗职工基本生活保障、企业离退休职工基本养老金、失业保险、优抚对象等补助标准时，要考虑北方冬季采暖的因素。

由住户缴纳采暖费，仍将是国家、单位和个人三者共同负担。也就是说，由于供热有公益事业的性质，有节约能源、减少环境污染等社会效益，需要国家政策的扶植。

3. 积极地有步骤地推进城市供热体制改革，保持社会稳定

城市供热收费体制改革，牵涉到千家万户群众的切身利益，触及中国经济体制改革深层次的矛盾，存在着多方面的困难，各地情况有相当大的差别，发展极不平衡。因此，应该区别对待，分类指导，先易后难，化解难点，分步实施，逐步推进。有条件先改的城市要给予鼓励支持。应尽可能加快步伐，但不能要求齐步前进。新建小区应按双管采暖系统设计建设，并创造条件安设热表与温控阀，就可以走在前面。

从目前中国情况来看，一些先行城市，如天津、烟台、延吉等地，克服了许多困难和障碍，从当地的实际情况出发，为供热

收费体制改革做了有益的探索，取得了许多有益的经验。推广他们的好经验，鼓励他们继续完成下一步的改革工作，使更多的城市进入试点的行列，有利于供热体制改革的推进。

当然，对于所有的供热城市，这项改革都是一定要进行下去的，观望等待是不行的。要规定一个几年改革到位的时限，各地都要做好规划，积极创造条件，推动改革进程。

三、建立合理的按热量计量收费的计价办法，兼顾用户、企业与国家三方面的利益

1. 对热价计价的要求

热作为商品，应通过价格反映其价值。城市集中供热是由热源、热网和热用户（室内采暖系统）组成的庞大、封闭、复杂的循环系统。集中供热企业的经营范围是由其供热系统的地域确定的，对于在此范围内的热用户具有一定的垄断性，它不像一般商品那样能在市场上自由流通。集中供热系统在进入采暖期后，就必须不间断地运行，保证连续供热，不可以中断；必须按照市场经济规律的要求，按实际用热量计量，进行正当交易，不可以随意提价。热价的计价必须科学、公平、合理。

供热又是一种社会公益事业，关系到千家万户居民的日常生活和身体健康。对于居民来说，应当按时足额缴纳热费，得到良好的热舒适环境，尽量少花热费，使绝大多数居民承担得起，要通过节能得到实惠；对于供热企业来说，要收缴到应收的热费，以补偿建设与运行的消耗，同时改进经营管理，提高技术，节约热能，降低成本，并因此获得一定盈利；对于国家来说，供热能保证，技术可改进，能源得节约，环境有改善，也有利于安定团结的巩固。

2. 控制供热成本

要使绝大部分居民交得起热费，就必须供热成本适度降低。实际上，降低供热成本有很大的潜力。例如：中国热电联产的城市供热约占全国供热总面积的63%。但热电联产的节能经济效益全部归电，致使热价过高。这是沿用前苏联做法的结果。而北欧、中

欧国家的做法是热电联产的节能效益全部归热，这样做，供热成本可降低 30% 以上；美国的做法则是此种效益由热电分享，这样做，供热成本可降低 20%~25%。目前，这个问题正在研究讨论中，如果得到解决，供热成本会得到合理的降低。

此外，一些供热企业管理技术落后，人浮于事，增加了运营成本。一些城市供热企业从热电厂买进一部分热，买热按热量 (GJ) 的进价与对住宅热用户按平方米的售价之间差值过大。国家应对城市供热企业的成本费用情况进行检查核算，对热价进行控制，以便供热企业提高管理水平，从而降低居民交纳的采暖费用。

3. 热价的构成

沿用已久的按建筑平方米数计算热价的办法应予以改革。改革后，城市供热的热价，应由容量热价及计量热价两部分组成。按热用户的热容量并以此为依据建设、维修和管理而投入的资金计算的热价，称为容量热价；而按用户的用热量和供热系统运营耗费的资金计算的热价，称为计量热价。容量热价为固定费用部分；计量热价为变动费用部分。

欧洲一些国家集中供热的计价方法，往往是按每个单位建筑总耗热量的 50%~70%，用热量表的记数分摊，其余 30%~50% 按住户建筑面积分摊。其理由为：住宅楼的公共建筑部分的能耗费用应由各用户分担；各住户之间的隔墙、楼板互相传热，其中室温低的用户也应交一定的热费以对周围用户作为补偿；即使某些用户外出不用热，整个供热系统仍需运行，这些用户也应分担部分运行费用。这种做法，与前述热价构成的道理是一致的。

对于中国今后的热价，固定费用与变动费用之间的比例，一些城市正在分析探索，并将根据热网运行情况及资料积累情况不断研究改进。但一般认为，在向市场经济过渡初期，固定费用宜略大于变动费用，以后随着市场经济的日趋成熟，逐步加大变动费用所占的比例，使变动费用大于固定费用，以进一步鼓励人们节能的积极性。

四、供热系统的调节控制与热量计算

1. 可进行计量的采暖系统的条件

有条件进行计量的供热系统,应该做到运行情况保持良好,保证向用户供应必需的水量和热量;能按用户需要调节室温,并对所耗热量准确进行计量,不致由于管网内沙砾脏物造成堵塞;用户外出时可暂时关闭室内系统,并便于管理部门维护、查表。

2. 采暖热量计量与调控的设备

(1) 热表,即计量热量的仪表,能测出热水的流量与供回水间的温差,计算二者的乘积并进行积累。户用热表单价约在 1000~3000 元之间,可安在楼梯间内或户内。目前国内有多家单位正在开发热表,并已有一些国内外产品在工程中应用。

(2) 热量分配表 (heat allocation meter),它通过散热器与室内温度的差值的函数关系确定散热器的散热量。在每个散热器上安设热量分配表,可测出每个散热器用热在同一采暖系统中所占的比例。从总热表中读出总热量。在采暖季结束后查出分配表读值,通过计算,得出各处耗热量。此表价格较低,安装方便,已有国外公司进行配套服务,在天津等地示范工程中应用。

(3) 散热器恒温阀 (thermostat),是安装在散热器上自动控制温度的阀门,可按设定的要求自动调节散热器内的热水供应量。此种产品有国外公司在中国生产,国内厂家产品质量尚有欠缺。

3. 目前较为可行的分户热计量方案

近来正在研究和试验的分户热计量方案各有差别,其中实践证明较为可行的有以下三种:

(1) 对于新建居住建筑,采用在楼梯间设共用的供回水立管并与分户独立系统相连接。这个方案有利于解决传统的垂直双管式或垂直单管式系统的垂直失调问题,也有利于实施变流量调节的节能运行。这是因为,其中的分户独立系统,包含有入户总阀门、过滤器、热量表以及较长的户内管道系统等许多环节,这种系统内的阻力,远大于传统垂直双管方案单组散热器的阻力,而共同的供回水立管的阻力和自然作用压力值相对较小。只要认真

进行水力平衡计算，可以基本上避免垂直失调的问题。把热表安设在楼梯间可锁封的专用管井内，还便于管理人员查表。

(2) 对于既有居住建筑，过去采用垂直单管系统，用户无法自行调节室内温度，也不能计量热量。改造时，可在每组散热器两端的管道之间，加设旁通跨越管，此旁通管通常比立管管径小一档，与散热器并联。在散热器一侧安装散热器恒温阀，在散热器上安设热量分配计。这种系统在中国又称为新单管系统。一些试点建筑采用此种系统进行了试验。实践证明，可以解决垂直失调问题，实现了室内温度调节，并使不同朝向房间的温差减少。

(3) 采用低温地板辐射采暖技术，也便于用热表计量。此种技术不同于一般的明装金属散热器，而是将热水管埋设在混凝土地面内，加热地面后，向上辐射散热。其做法是：先在地面结构上铺设保温层，再将通水管（聚丙烯 polypropylene 或聚乙烯 polyethylene）双向循环盘旋布置，然后浇筑豆石混凝土夯实平整。此种做法居住较为舒适，热稳定性较好，节约能源，但造价较高。较厚的楼板，还可改善楼板的隔声效果，减少上下楼层间的传热量。

4. 室外供热系统的控制

对于室外系统，要做到节约热能，就应该提高管网的输送效率。同时，由于符合热计量要求的室内采暖系统在室外气温变化的情况下，用户主动调节以及控制设备的自动调节相当频繁，室内系统热负荷不断变化，这就要求室外供热系统的出力相应地变化，即按室外气温与回水温度自动调节供水水温；为了适应室内采暖系统流量的变化，水泵宜采用变频控制技术。

五、几个先行城市工作概况

在中国进行供热计量收费体制改革中，几个先行城市做了大量探索研究工作，对此项改革在全国范围内逐步开展，起到了良好的带动作用。

1. 天津

1996 年，天津市在凯立花园、华苑小区和龙潭路小区进行热

计量试验。并于 1997~1998 年和 1998~1999 年两个采暖季对凯立花园连续进行了全面试验,达到了满意的结果。龙潭路小区住宅分户装设热表后,采暖系统运行情况也十分良好。

2000 年天津市又加快步伐,在 400 万 m^2 的居住小区范围内安设几种不同的热表进行试验,室外供热采用变流量系统,锅炉房与换热站全部自动控制。并发布了《居住建筑集中供热收费机制改革的意见》,实行用热居民由个人交付采暖费,但对于下岗、失业的困难户,可以适当减免采暖费;凡享受集中供热的职工,由职工所在单位增发采暖补助费;居民住宅供热价格由供热建筑面积 18.5 元/ m^2 下调至 15.4 元/ m^2 。天津市的供热计量收费体制改革工作,已经建立了良好的基础。

2. 烟台

烟台开发区在全区推行分户控制与计量的供热系统。规定新建、扩建与改建工程室内采暖系统一律采用按户分环的形式。在公共楼梯间或管道走廊内设置供回水干管,在楼梯间休息平台处安装供暖分户控制箱,在控制箱内安有控制阀门并预留热表安装位置,以便安装热表后即可分户进行热计量。管路经控制箱进入用户。用户内部管路系统大部分采用水平单管系统,一部分采用双管并联式系统。采暖管路沿用户室内墙角或墙内安设,每组散热器都带跨越管,散热器入口及旁通管上均安装调节阀门,用户可以根据需要自行调节室内温度,也可以随意关闭任一组散热器,而不致影响其他散热器的正常运行。这种系统可以实现完善的调节、控制功能,并降低造价,其户内多组散热器串联的高阻力特性,较好地克服了系统自然循环压力引起的垂直失调问题。

此种系统运行以后,由于住宅单元内各户之间垂直失调度小,热稳定性高,用户表示满意;热力公司管理维修人员检修、读热表时不用进户;要求采暖用户交款后再开启控制阀送热,也解决了热费收缴难的问题。

3. 延边

吉林省延边地区是中国朝鲜族聚居区。自古以来,取暖就采