

# 不同供热收费模式的经济学分析

清华大学 柴沁虎<sup>☆</sup> 丁艳军 袁伟亮 申 威

**摘要** 以一个简单的博弈模型,在理性人假定的基础上分析了热用户在不同的供热收费模式下的行为模式。认为只有严格按照用热收费,才可能真正促进热用户采取节能行为。至于邻室传热、不同类型的建筑物的耗热量差异以及不同位置的房间耗热量差异问题,应该通过其他手段解决,而不应该通过两部制热价等引入按面积分摊的方式解决。

**关键词** 供热 收费 博弈论

## Economical analysis on different heating charging modes

By Chai Qinhu<sup>★</sup>, Ding Yanjun, Yuan Weiliang and Shen Wei

**Abstract** Based on the assumption of rational man, develops a game theory model on different heating charging modes and analyses the responses of users to different charging methods. Considers that charging according to the heat amount consumed by the users is the only way that can promote the user to save energy on their own initiative. The problems incurred to charging according to the heat amount, for example, heat transfer between the neighbours, the difference of the heat amount arisen from different users at different locations etc, can not be solved through partly introducing charging according to the construction area.

**Keywords** heating, charge, game theory

★ Tsinghua University, Beijing, China

①

随着国家一系列供热体制改革政策的出台,供暖按热量收费已成为我国供暖收费的发展趋势<sup>[1]</sup>。热是商品的看法已开始逐步被人们所接受。2003 年底建设部等 8 部委联合发布《关于城镇供热体制改革试点工作的指导意见》,更是明确提出停止福利供热,实行用热商品化、货币化,将供暖彻底推向市场,将供暖行为完全靠合同来调整已经成为我国供暖体制改革的方向。

供热改革的核心有两个:一个是改变交费方式,将暗补变为明补,由热用户直接向供热公司交纳供暖费用;另一个是改变收费方式,实行按热量收费,将居民的用热行为和用热支出直接挂钩,以促进用户的节能行为。

但是现有状况下完全实行按热收费可能会面临一些问题。首先,大部分旧有建筑都是单管系统,将这些建筑全部改成按热量收费系统工程浩大,牵涉方方面面。其实在西方,并不都实行纯粹的按照热量收费,一些西方国家也实行比如按照楼栋整体消耗热量均摊的收费方式。有鉴于此,不少专家学者以及工程技术人员提出可以在每一栋楼前装一个总表,楼内居民按照总表显示的热量再按面积进行分摊<sup>[2-4]</sup>。其次,建筑物的需热量与建筑物的朝向、位置等因素关系很大,不同朝向、位置的建筑在供暖季维持同样的室

内温度必然会消耗不同的热量,再加上邻室传热等因素都会对完全按照热量收费的供热收费方式是否有助于社会公平提出挑战。考虑到这些因素,目前学术界普遍认为中国不宜完全实行按照热量收费,而应该实行两部制热价,即一部分热量按照热量收费,一部分按照面积收费<sup>[5-7]</sup>。

本文通过一个简单的博弈模型<sup>[8]</sup>,在理性人假定的基础上分析了热用户在不同供热收费模式下的行为模式。

### 1 供热收费模式的经济学分析

笔者建立了一个简单的博弈模型。为了简化起见,假定只有两个热用户,他们的用热情况和效用完全相同。对于热用户多于两个的情形,分析方法类似,分析结论也基本没有变化,但分析过程将会复杂很多。

按照经济学原理,热用户交纳费用,享受来自供热公司的供热服务。假定每个热用户交纳的费用为  $q_i, i=1, 2$ ; 相

①☆ 柴沁虎,男,1974 年 2 月生,博士研究生

100084 清华大学核研院 901 研究所

(010) 51534057

E-mail: chaqinhu00@mails. tsinghua. edu. cn

收稿日期: 2005-10-08

修回日期: 2006-01-12

应的效用为  $U_i, i=1,2$ 。根据消费者效用递增以及边际效用递减的原则,可以用下式表示热用户的效用:

$$U_i = 2\sqrt{q_i} \quad (1)$$

式中 2 只是为了后面计算方便加上的,没有特殊的意义。

下面分别对按照热量收费和按照面积分摊收费两种情况进行分析,并给出相应情况下两个热用户之间的博弈模型。

对于完全按热量收费的情况,各个热用户彼此没有关联,他们的决策方程可以表示成:

$$\begin{cases} \max f_1(q_1) = 2\sqrt{q_1} - q_1 \\ \max f_2(q_2) = 2\sqrt{q_2} - q_2 \end{cases} \quad (2)$$

由式(2)解得系统的最优均衡解为  $q_1 = q_2 = 1$ 。这里的 1 只是一个相对概念,并没有任何绝对意义。

对于按面积分摊收费的情况,可以写出如下的模型:

$$\begin{cases} \max f_1(q_1, q_2) = 2\sqrt{q_1} - \frac{q_1 + q_2}{2} \\ \max f_2(q_1, q_2) = 2\sqrt{q_2} - \frac{q_1 + q_2}{2} \end{cases} \quad (3)$$

该模型成立的条件可以表示为

$$\begin{cases} \frac{1}{\sqrt{q_1}} - \frac{1 + \delta q_2 / \delta q_1}{2} = 0 \\ \frac{1}{\sqrt{q_2}} - \frac{1 + \delta q_1 / \delta q_2}{2} = 0 \end{cases} \quad (4)$$

$\delta q_2 / \delta q_1$  以及  $\delta q_1 / \delta q_2$  在经济学中称为推测变量,所谓推测变量就是表示对对方行动进行推测的变量。根据  $\delta q_2 / \delta q_1$  和  $\delta q_1 / \delta q_2$  的具体情况,可以进一步分成三种情形。

在第一种情形中,两个热用户在博弈过程中都知己而不知彼,这实际上属于博弈模型中的古诺博弈(Cournot game)。也就是说第一个热用户对第二个热用户的情况一无所知,他对自己浪费能量或者节约能量以后第二个热用户的行为模式会如何变化并不清楚,由于第一个热用户在消费过程中知己而不知彼,因此他就无法推测对方的行动,即  $\delta q_2 / \delta q_1 = 0$ ;同样,第二个热用户对自己浪费能量或者节约能量以后第一个热用户的行为模式会如何变化也不清楚,  $\delta q_1 / \delta q_2 = 0$ 。将这两个等式代入式(4),解得这种情形下的均衡解为  $q_1 = q_2 = 4$ ,即每个热用户最终的用热支出将会为 4。进一步的分析表明,即使两个消费者的支出在开始时处于不平衡状态,通过市场力量的调节,最终也一定会达到古诺均衡。显然,这种情形下的均衡解远远高于完全按照热量收费的模式。

在第二种情形中,一个消费者知己知彼但是另一个消费者知己不知彼,这实际上属于博弈模型中的斯坦克贝博弈(Stackelberg game)。假定第一个消费者知己知彼,那么他就可以推测出自己改变消费支出后第二个热用户行为模式的相应变化,所以  $0 < \delta q_2 / \delta q_1$  (即第一个热用户认为如果自己浪费热量的行为被第二个热用户发现,那么第二个热用户也会有浪费热量的行为;极端情形下,第二个热用户浪

费的热量和第一个热用户相同)。此时第二个热用户仍然是知己不知彼,他的应对策略没有变化,因此  $\delta q_1 / \delta q_2 = 0$ 。将这两个等式代入式(4),可以求解出斯坦克贝均衡解为  $1 \leq q_1 < 4, q_2 = 4$ 。这一结果可以解释为,虽然两个热用户的基本情况相同,但头脑简单的热用户的消费支出将会大于头脑复杂的热用户的消费支出。

在第三种情形中,两个热用户都知己知彼。根据上面的分析,不难得出  $0 < \delta q_2 / \delta q_1$  和  $0 < \delta q_1 / \delta q_2$ 。这种情形下,系统的均衡解为  $1 \leq q_1 \leq 4, 1 \leq q_2 \leq 4$ 。进一步的分析表明,在重复博弈中,系统将会稳定于  $q_1 = q_2 = 1$ 。这实际上说明如果双方头脑都很复杂、信息完全且对称,那么双方的支出会高于完全按照热量收费的模式,只有在非常理想的情况下热用户的用热支出才有可能等于完全按照热量收费的情形。实际上这种理想情况在日常生活中很难出现,主要原因在于各个热用户知己知彼(也就是信息完全而且对称)的成本非常高以至于不现实,特别是一栋楼有几十个热用户时更是如此。

尽管本文分析的只是两个热用户的情形,但可以推广到存在多个热用户的情形。后者的求解要比上面复杂很多,只有在一些特殊情形下才可以比较方便地求解,对两个热用户情形下的分析结论基本适用于存在多个热用户的情形,即对于存在多个热用户的采用按面积分摊方式收费的供热系统,除非各个热用户都知己知彼,否则浪费热量的情形在所难免。

## 2 讨论

供热体制改革的主要目的在于促进全社会节能工作的开展,建立实现节约型社会的机制,使得居民在享受热舒适的同时花费的代价尽量小。由上面的分析可以看出,安装楼栋式热表这种受到不少专家鼓励的供热收费模式其实存在不小的问题。这种供热收费模式本质上仍然属于按照面积分摊的供热收费模式,在这种模式下,过热的热用户宁愿选择开窗换气而不愿意关小阀门,降低供热量。笔者发现,由于设计等环节的原因,实际运行过程中一栋楼内不可避免会出现室温冷热不均的现象,而集中供热的运行单位必须保证最不利用户的热舒适,因此,即使采用现代化的控制手段,精心调节每栋楼的供热系统供回水温度,也难以避免热量的浪费。实际测试结果表明,这种行为引起的热量消耗差异达到 10%~20%,因此这一环节的节能潜力非常大<sup>[9-11]</sup>。基于同样的分析,两部制热价的供热收费方式也有一定的不足,除非信息完全而且对称,否则每一个热用户的消费支出一定大于纯粹按照热量收费的模式。

有人可能会认为,为什么到目前为止楼栋式热表这种收费模式在西方国家仍然占据不小的份额?一种可能的解释就是西方国家居民的收入比较高,供暖费用占个人收入的比重较小;同时西方国家的供热水平可能较高,居民多消耗一份热量得到的边际收益并不是很明显,节约热量的激励不是很大。但是对于国内而言情况正好相反,一方面不少地区的供暖水平较低,大部分地区供暖季室内温度一般只要求达到 16℃,尽管这个温度标准对于很多中老年人而

言普遍感到不舒适,但实际操作过程中很多公司往往把这个温度当成他们努力奋斗的目标;另一方面,目前中国居民的供暖支出占居民收入的比重很大。这两个因素使得中国的居民多消耗一份热量得到的边际收益一般远远大于他的边际支出,相对而言居民节约热量的激励也就更大。

笔者认为至少应该在新建建筑中引入完全按照热量收费的机制,对于新建建筑而言,公共空间的供暖能耗可以折算到物业管理费中。至于邻室传热以及建筑物位置不同可能导致的能耗差异,可以在消费者购房的时候,由房产商出具经过计量单位许可的权威部门计算的房屋耗能情况清单,然后由房产商和消费者通过市场的力量协商具体的房屋价格,将耗热量的差异反映到房屋的价格中去<sup>[12]</sup>。按照现有的房间热负荷模拟软件的水平,准确确定不同房间的耗热量实际上是一件比较简单的事。通过住宅能耗标识体系,业主在购房时清楚知道不同位置的房间可能带来的耗热量差异。通过市场这只无形的手可以既方便又准确地确定不同位置的建筑耗热量反映在房屋价格上面的差异,同时这种供热收费模式可以使消费者更容易明白供热单位的供热成本(极端情况下,消费者可以通过比较供热单位的收费情况和电暖器或燃气壁挂炉锅炉供应同样热量时的供热成本来确定供热系统的运行成本到底如何)。这在一定程度上可以促进供热单位经营成本的公开化,促使供热单位更好地服务热用户,努力降低供热成本。

### 3 结论

本文通过一个简单的博弈模型,在理性人假定的基础上分析了热用户在不同供热收费模式的行为模式。通过对博弈模型的分析可以看出,为了更好地促进供热改革,不应该提倡全部或部分按面积分摊的供热收费方式,否则将会

—————  
(上接第 44 页)

法计算出的风量。这就使得相同楼层的前室,送风量可能相差若干倍。

《人规》第 6.2.1 条对正压值、正压送风量也作了规定,但有套用《高规》的嫌疑。

笔者认为地下室、半地下室竖向疏散通道正压送风量不宜按照《高规》第 8.3.2 条规定计算。因为加压送风时,既要阻止烟气的侵入,同时要保证人员的顺利疏散,后一点至关重要。由于没有性能曲线非常平坦的加压送风机,风量过大,将导致过高的压力,疏散门无法开启。地下室、半地下室竖向疏散通道正压送风量应该以保持正压值为主来确定。

《高规》应对地下室、半地下室竖向疏散通道正压送风量确定方法作出明确规定,以便于设计者执行。

### 4 结语

民用建筑的消防设计尤为重要,由于相关研究

导致热用户存在浪费热量的现象。只有严格按照用热收费,才有可能真正激励热用户的节能行为。至于邻室传热问题以及不同位置的建筑耗热差异问题,应该通过其他手段进行解决,而不应该通过引入按面积分摊的方式解决。

### 参考文献

- [1] 徐中堂,刘庆丽.城市供热按热量计量收费的办法势在必行[J].城市发展研究,2000(1):75-77
- [2] 张昌豪.计量收费的技术和实践[J].区域供热,2003(6):36-39
- [3] 曾享麟.积极而稳妥地推进建筑采暖收费制度的改革[J].区域供热,2000(3):3-5
- [4] 王洪利,吴东华.采暖按计量收费亟需解决的问题[J].建筑管理现代化,2003(2):65-66
- [5] 李锐,郝学军,郭全,等.欧洲国家热量计量收费的状况及相关思考[J].中国住宅设施,2004(5):15-18
- [6] 马玉清,刘娜,韩永彬.供暖热价的探索及研究[J].暖通空调,2002,32(3):118
- [7] 崔性泽,鲁海英.集中供热系统实行热量计量收费可能出现的若干问题[J].林业科技情报,2005,137(1):34-35
- [8] 张维迎.博弈论与信息经济学[M].上海:上海人民出版社,1996
- [9] 辛坦.凯立花园供热计量收费试验及经验总结[J].暖通空调,2000,30(1):66-68
- [10] 周志华,安大伟,马九贤,等.收费政策在供热计量中的作用[J].暖通空调,2000,30(3):70-71
- [11] 王智超,狄洪发.供暖计量收费的现状与问题[J].区域供热,2002(3):1-5
- [12] 江亿,张晓亮,魏庆岚.建立中国住宅能耗标识体系[J].中国住宅设施,2005(6):10-13

的相对滞后及实际情况的复杂多样,使得制定规范难度很大,规范未能及时更新,未能跟上建筑行业的发展。建议大家多开展相关研究,使得规范更加完善。

以上问题均为个人观点,难免偏颇,敬请暖通同行和规范编制者指正。

### 参考文献

- [1] 中华人民共和国公安部. GB 50045—95 高层民用建筑设计防火规范(2005 年版)[S]. 北京:中国计划出版社,2005
- [2] 中华人民共和国公安部. GBJ 16—87 建筑设计防火规范(1997 年版)[S]. 北京:中国计划出版社,1998
- [3] 国家人民防空办公室,中华人民共和国公安部. GB 50098—98 人民防空工程设计防火规范[S]. 北京:中国计划出版社,1998
- [4] 徐明.规范与实践——再谈工程设计中的防火及防排烟问题[J].暖通空调,2003,33(3)