

供暖系统温控与热计量技术

Temperature Control and Heat Metering
Technology for Heating System

■ 徐伟 邹瑜 主编

郎四维 主审



● 集中介绍了当前国内外供热采暖系统温控与热计量的发展状况和最新技术

● 集中介绍了温控与热计量产品的类型、原理及应用

● 全面分析了温控技术的节能潜力和发展模式

● 概括介绍了住宅新型采暖方式并进行了技术经济比较

● 系统描述了适合热计量的室内采暖系统和室外控制系统及热计量收费方式

● 分析了适合热计量的室内采暖系统和室外控制系统的各种参数变化和设计原则



中国计划出版社

供暖系统温控与热计量技术

徐伟 邹瑜 主编

郎四维 主审

中国计划出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

供暖系统温控与热计量技术/徐伟, 邹瑜主编. —北京: 中国计划出版社, 2000. 11

(建筑节能丛书)

ISBN 7-80058-888-2

I. 供… I. ①徐… ②邹… III. 建筑-供热 IV. TU833

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 48024 号

供暖系统温控与热计量技术

徐 伟 邹 瑜 主编

郎四维 主审

☆

中国计划出版社出版

(地址: 北京市西城区木樨地北里甲 11 号国宏大厦 C 座 4 层)

(邮政编码: 100038 电话: 63906413、63906416)

新华书店北京发行所发行

三河富华印刷包装有限公司印刷

787×1092 毫米 1/16 19.75 印张 491 千字

2000 年 11 月第一版 2001 年 4 月第二次印刷

印数 5001—9000 册

☆

ISBN 7-80058-888-2/TU · 203

定价: 32.00 元

序

建筑节能是指在建筑物的设计、建造和使用过程中,执行建筑节能的标准和政策,使用节能型的建筑材料、器具和产品,提高建筑物的保温隔热和气密性能,提高采暖供热系统的运行效率,以减少能源的消耗。建筑节能是贯彻可持续发展战略的重要组成部分,是执行国家节约能源、保护环境基本国策的重要组成部分,是世界建筑发展的大趋势,是改善人民群众居住环境的需要,也是今后建筑技术发展的重点。

我国的建筑节能工作经历了技术与标准准备、工程试验与试点,已经进入了有组织有计划全面实施节能50%第二步目标的新阶段。国家和大部分地区都编制了建筑节能的规划和计划,制定了节能设计标准和实施细则,出台了有关的经济鼓励政策和管理措施。随着建筑节能工作的不断深入,社会各界对建筑节能工作日益重视,对开发建筑节能带来的节约能源、减少污染、改善环境、提高建筑功能质量,乃至培育新的国民经济增长点,促进建筑业结构升级,实施可持续发展战略等整体性综合效益有了更深刻的认识,为这项工作的进一步推进奠定了思想基础。在全社会各方面的共同努力下,建筑节能工作取得了较大的成绩。我国北方地区各省、自治区、直辖市的建筑节能工作基本上普遍开展起来,冬冷夏热地区已开始进行技术研究、制定节能设计标准以及工程试点工作,南方地区不少省市也正在积极酝酿。节能建筑的建设总量快速增长,开发和引进了一大批建筑节能新技术新产品,培育和带动了一批建筑节能产业和企业的形成与发展,为进一步推动我国的建筑节能事业提供了强有力的物质基础和内在动力。由此可见,我国的建筑节能事业已经开始步入蓬勃发展的历史新时期。

我国的建筑节能技术及管理工作的,通过与丹麦、瑞典、英国、法国、加拿大、德国、芬兰、美国等一些发达国家进行合作,学习他们的先进技术与经验,引进消化吸收和研制开发了一大批适合中国气候特点、建筑技术水平、建设方式,以建筑节能为核心的新型墙体材料及保温隔热材料、节能门窗、供热采暖节能设备、太阳能热利用设备、绿色照明节电设备等技术,并在我国的建筑节能工程中得到成功的运用。

建筑节能是建筑业的一场革命,通过不断研究和开发、推广和完善,同时限制与淘汰落后技术与产品,逐步形成产品系列化、企业规模化、技术产业化、建筑工业化的发展模式。这就需要不断总结新经验,研究新政策,切实加大建筑产品技术更新与结构调整的步伐。

供热采暖系统温控与热计量技术是建筑节能工作的重要组成部分,尤其在集中采暖地区,是落实民用建筑节能50%目标的关键措施,是实现供热采暖系统按热量计量收费的有效保证。为了进一步推动全国的建筑节能工作,加快供热采暖系统温控与热计量技术的推广应用,建设部建筑节能工作协调组决定由中国建筑科学研究院空调所牵头,组织国内有关单位和专家,对近几年我国开展的供热采暖系统温控与热计量技术进行专题总结,本着从实际需要出

发，以适用为目的，编辑出版此书，该书也是建筑节能系列丛书之一。希望作者今后不断积累和扩充有关内容，以满足各地建筑节能工程实践的需要。

丛书

二〇〇〇年十月十三日

前 言

建筑节能是世界建筑技术发展的大趋势,是走可持续发展的必由之路。为实现建设部《民用建筑节能设计标准(采暖居住建筑部分)》JGJ 26—95 节能 50% 的目标,提高供热系统运行效率,采取供热按热计量收费是达到这一目标的重要手段。供热采暖系统按热计量收费是适应社会主义市场经济要求的一大改革,是住宅商品化发展的必然结果。根据一些发达国家的经验,采取供热计量收费措施,即可节能 20%~30%。

供热采暖系统按热量计量收费势在必行。然而此项事业在我国毕竟是一新鲜事物,涉及国家政策、历史传统、生活习惯、管理等问题,是我国从计划经济向市场经济过渡中要解决的难点问题,而解决与计量收费相适应的供热采暖系统关键技术问题又是实施供热系统按热量计量收费的基础和前提,是整个事业的先导性的工作,具有重要意义。为此建设部已将集中供暖的民用建筑用热表计量收费列入了全国建筑节能“九五”计划和 2010 年规划的发展目标,把建筑按户计量和温控技术及供热管网调节控制技术作为今后研究开发的主要内容,该“计划”和“规划”提到:“目前普遍使用的单管顺流式采暖管网布置,无法按户计量及控制,必须研究改进。为合理布置新建及既有建筑的采暖管道系统、热表及调控装置,应进行多方案的研究和试点,特别是抓紧室内双管系统和单管加旁通管系统”,“1998 年通过试点取得成效,开始推广,2000 年在重点城市新建小区中推行,2010 年全面推广。”

要实现供热采暖系统按实用热量计量收费,用户能自行调节室温并使室内温度保持在用户要求的范围是采暖系统按热量分别计量供热量的基础,即室内采暖系统必须具有可调节性。室内采暖系统的可调节性必然要求对室外供热系统进行相应的控制。

然而我国的供热采暖系统长期以来一直采用室内垂直单管串联方式,用户无法自行调节室温,外网也无变流量控制装置,更谈不上按热量计量。经过近几年国内外许多单位的共同努力,在供热系统温控与热计量技术方面取得了一定的成果和经验,有了一个良好的开端。由于在此方面我国毕竟处于起步阶段,传统的教科书及标准规范又很少涉及此内容,实际工程中存在一定程度上的盲目性和试探性,出现了一些问题和争论。为此,受建设部建筑节能工作协调组的委托,编写此书,以求全面系统地介绍供热系统温控与热计量技术,结合我国国情重点介绍此领域的新知识、新技术及其应用成果,并总结前一阶段我国开展此项工作的经验。

书中材料主要来自作者单位近几年的研究成果和发表的论文,同时也选取国内外从事供热系统温控与热计量的一些专家最新研究论文,以丰富此书的内容,展现技术的创新和多样化。

本书由建设部建筑节能工作协调组创议和策划,由中国建筑科学研究院空调所徐伟、邹瑜、黄维、郑瑞澄编著,徐伟、邹瑜任主编,特邀请中国建筑科学研究院空调所所长郎四维研究员主审。本书第一章、第二章由徐伟编写,第三章、第四章、第十一章由黄维编写,第五章至第十章由邹瑜编写,示范工程实例、主要研究成果与论文、温控与热计量产品、相关政策法规及附录部分由郑瑞澄、路宾整理编写,全书由徐伟统稿和修改。

本书的编写得到了建设部建筑节能工作协调组、建设部科学技术司、建设部城市建设司、建设部建筑节能中心及中国城镇供热协会各级领导的指导及大力支持，书中选用了一些国内外专家近年来发表的科研成果和学术论文，在此一并表示衷心的感谢！本书的出版凝聚了出版社编辑们的辛勤工作，在此表示敬意和感谢！同时要感谢对此书出版给予支持帮助的供热系统温控与热计量产品的有关生产企业，是他们提供了国内外最新的产品介绍，使本书更具有实用性和使用价值。

本书的编写和出版得到了国家重点技术创新项目《供热采暖控制计量收费系统》的经费支持，使得本书得以顺利出版。

我国供热采暖系统温控与热计量技术的应用虽然取得了显著的进展，但毕竟处于起步阶段，有许多概念和技术有待于大量工程实践的检验和国家有关政策的支持，相信今后会有更多更好的实用技术和示范经验，本书只是在我国实施供热采暖系统温控与热计量的事业中起到一个前导性的作用。

本书作者虽尽努力，但由于时间仓促、水平有限，书中定有不少疏漏，不妥之处，敬请读者批评指正，提出宝贵意见，以便今后修订、补充。

目 录

第一章 概论	(1)
第一节 供暖系统温控与热计量的意义	(1)
第二节 发达国家温控与热计量技术的发展水平	(6)
第三节 我国供热采暖系统温控与热计量的现状	(8)
第四节 温控与热计量的国家政策	(12)
第五节 我国温控与热计量技术的发展方向及今后的任务	(14)
第二章 名词术语	(16)
第三章 供暖系统节能途径与发展模式	(20)
第一节 节能途径	(20)
第二节 温控技术经济运行的节能潜力估算	(21)
第三节 我国温控与热计量的发展模式	(24)
第四节 现行供热采暖系统设计规范中的相关条款	(28)
第四章 温控与热计量产品	(32)
第一节 热量表	(32)
第二节 热量分配表	(42)
第三节 散热器恒温控制阀	(44)
第四节 平衡阀	(48)
第五节 自力式流量控制阀、自力式压差控制阀、自力式温度控制阀	(52)
第六节 变频水泵	(59)
第七节 气候补偿器	(63)
第八节 其他控制产品	(65)
第五章 住宅供暖系统方式	(69)
第一节 概述	(69)
第二节 集中供热采暖系统	(69)
第三节 分户式燃气采暖系统	(72)
第四节 水源热泵采暖系统	(74)
第五节 分户直接电采暖方式	(76)
第六节 分户热水地板辐射采暖系统	(78)
第六章 垂直式室内采暖系统	(81)
第一节 加温控阀的垂直式单管系统	(81)
第二节 加温控阀的垂直式双管系统	(87)
第三节 加手动三通阀的垂直式单管系统	(90)
第七章 水平式室内采暖系统	(92)
第一节 章鱼式布置的双管系统	(92)

第二节 单户水平式采暖系统	(92)
第三节 两种新室内采暖系统水力计算方法	(97)
第八章 室外供热系统及其控制	(101)
第一节 国外现状	(101)
第二节 国内供热系统现状	(104)
第三节 适合热计量的室外供热系统形式与分析	(104)
第四节 系统循环水泵的变流量调节	(106)
第九章 室外供热系统控制方式的模拟与分析	(108)
第一节 采用集中式热力站的室外供热系统	(108)
第二节 采用分散的小型热力站的室外供热系统	(112)
第三节 适合热计量的室外供热系统控制方案	(114)
第十章 适合热计量的住宅供热采暖系统的选择与应用	(117)
第一节 几种主要室内系统方案比较	(117)
第二节 室外管网方式比较	(118)
第三节 系统选择及应用的综合分析	(119)
第十一章 热计量收费方法	(122)
第一节 用热计费的推广	(122)
第二节 国外热计量收费的实施	(123)
第三节 对我国热计量收费方法的建议	(125)
温控与热计量示范工程实例	(130)
北京会城门小区节能示范工程	北京市热力公司 (130)
中英合作建筑节能北京示范工程	中建建筑科学技术研究院 (137)
中加合作哈尔滨节能改造工程	哈尔滨建筑大学 哈尔滨煤炭设计研究院 (140)
天津凯立花园热计量与收费工程	若培卡彻能源服务公司北京代表处 (144)
天津寿园里和滨水里热计量与收费工程	天津市热力公司 (149)
北京西三旗世界银行贷款热计量与收费示范工程	北京市建筑设计研究院 (151)
中美合作烟台节能示范工程	烟台民生供热公司 (159)
国内主要研究成果与论文	(170)
城市供热按热量计量收费的办法势在必行	建设部城市建设司 徐忠堂 (170)
实施建筑采暖计量收费的建议	中国城镇供热协会技术委员会 曾享麟 (172)
市场经济呼唤集中供热计量收费的新机制	天津市人民政府供热办公室 崔志强 高顺庆 (174)
关于供热系统计量收费的几个技术问题	清华大学 石兆玉 (179)
实施按户计量收费管理的前期工作及相关问题	
探讨	建设部城市建设研究院 许文发 赵建成 李滨涛 (186)
供暖用热计量收费问题探讨	哈尔滨建筑大学 方修睦 (191)
谈住宅供暖按户计量的实现	北京纺织工业设计院 徐米甘 (194)
住宅集中供暖系统分户热计量和收费的若干问题	北京市建筑设计标准化办公室 张锡虎 (199)
实现按户热表计量的室内采暖系统制式的	
探索	哈尔滨建筑大学 董重成 哈尔滨工业大学 赵立华 (203)

城市住宅供暖系统实施分户计量的设计方法及有关技术问题的	
探讨	天津市政设计研究院 秦显娥 (206)
采暖系统分户控制改造分析	长春市热力(集团)有限责任公司 (208)
在中国推行供暖按表计量收费亟待解决的几个	
问题	若培卡彻能源服务公司北京代表处 辛 坦 (211)
关于热能表的设计和选用	中国科学院热物理研究所 王树铎 (215)
波兰、丹麦集中供热采暖系统计量技术与收费制度改革考察	
报告	建设部集中供热采暖系统计量技术与收费制度改革考察团 (219)
变革中的俄罗斯供热	俄罗斯暖通空调及建筑供热工程协会 Yuri A. Tabounschikov 教授 (224)
热量与供热品质密不可分	
——浅谈改善供热品质的新产品	
应用	德国欧文托普公司北京办事处 姜 南 马学东 清华大学热能工程系 石兆玉 (226)
固定式墙脚型电暖器采暖平均运行费用测试与分析	加拿大威力电暖器工业公司 (230)
电热地板辐射采暖系统在住宅中应用的技术经济分析与实验	
证	中国建筑科学研究院空气调节研究所 黄 维 北京狄诺瓦科技发展有限公司 史凤贤 (236)
北美流行的散热器及其供暖设计	
方案	加拿大益嘉工程有限公司 吴展豪 机械工业部第六设计研究院 朱炳藩 (241)
温控与热量计产品	(244)
西门子楼宇科技兰吉尔·骊法供热控制、计量产品	(244)
丹佛斯区域供热控制元件	(247)
霍尼韦尔节能设备	(250)
MMA 散热器恒温控制阀	(254)
DE-VI 电缆地板辐射低温供热系统	(257)
清华同方热量计	(260)
北京爱康 KPF 平衡阀	(264)
北京万智达自动温控阀和温控双调阀	(266)
华创科技户用供暖热表	(269)
秦皇岛燕大续发热量表及温度调节阀	(270)
江苏环能冷热量度表	(275)
加拿大威力墙角式电暖器	(276)
加拿大 PRESO 热量计量表	(277)
山东三联美意水源热泵中央空调	(279)
保定太行热士美系列铜管铝翅片采暖散热器	(280)
保定太行热高换热器	(281)
相关政策法规	(283)
建设部建筑节能“九五”计划和 2010 年规划	(283)
民用建筑节能管理规定(建设部第 76 号令发布)	(293)
附录	(295)
《民用建筑节能设计标准(采暖居住建筑部分)》JGJ 26—95(节录)	(295)

天津市室内采暖系统设计管理暂行办法	(300)
沈阳地区分户热表计量室内采暖系统设计暂行技术规定	(300)
法定计量单位及常用单位的换算关系	(302)
参考文献	(304)

第一章 概 论

第一节 供暖系统温控与热计量的意义

一、房屋建筑与供热系统

我国地域广阔，人口众多，房屋建筑规模巨大，其中住宅建设约占居住建筑的92%，而住宅，是世界各国都面临的社会问题。“人人享有适当的住房”已成为联合国第二次人居大会所提出的战略目标。改革开放以来，从1979年到1998年底，我国城乡新建住宅建筑面积158亿 m^2 ，其中城镇住宅约35亿 m^2 ，农村住宅约123亿 m^2 ，全国城市人均居住面积从3.6 m^2 增加到9.3 m^2 （图1-1-1），竣工面积从3752万 m^2 增加到47600万 m^2 （图1-1-2），城镇住宅建设投资从39.21亿元增加到4310.81亿元（图1-1-3），1.7亿户迁入新居。“八五”期间共完成城市住宅建设投资8543亿元，竣工住宅10.5亿 m^2 ，仅1995年住宅竣工面积3.3亿 m^2 ，比“七五”期间增长76%。“九五”期间计划建设住宅12亿 m^2 ，比“八五”期间增长14.3%。到1999年底，我国设市城市为668个，当年全国城市新建房屋竣工面积4.3625亿 m^2 ，其中住宅2.9716亿 m^2 。当年底，全国住宅总使用面积为30.5052亿 m^2 ，总居住面积为21.0112亿 m^2 ，人均使用面积达到14.2 m^2 ，人均居住面积达到9.8 m^2 ，分别比上年增长0.6和0.5 m^2 ，居民生活条件大有改善。住宅建设量大面广，至今仍呈上升趋势，而且这个上升趋势还将持续20~30年。由此看出，我国住宅建设正处于快速发展阶段，不仅是中国历史上的最高峰，也是世界上任何一个国家所不可比拟的。

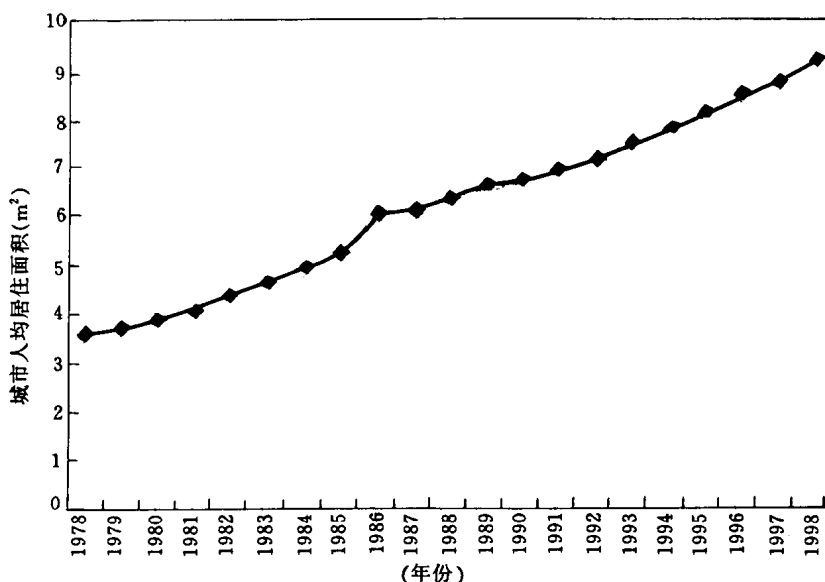


图 1-1-1 城市人均居住面积

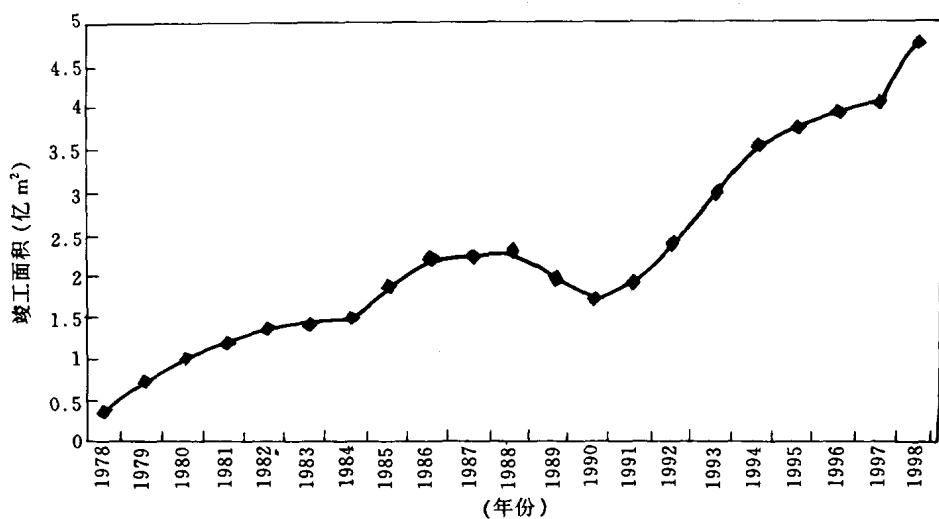


图 1-1-2 全国城市竣工住宅面积

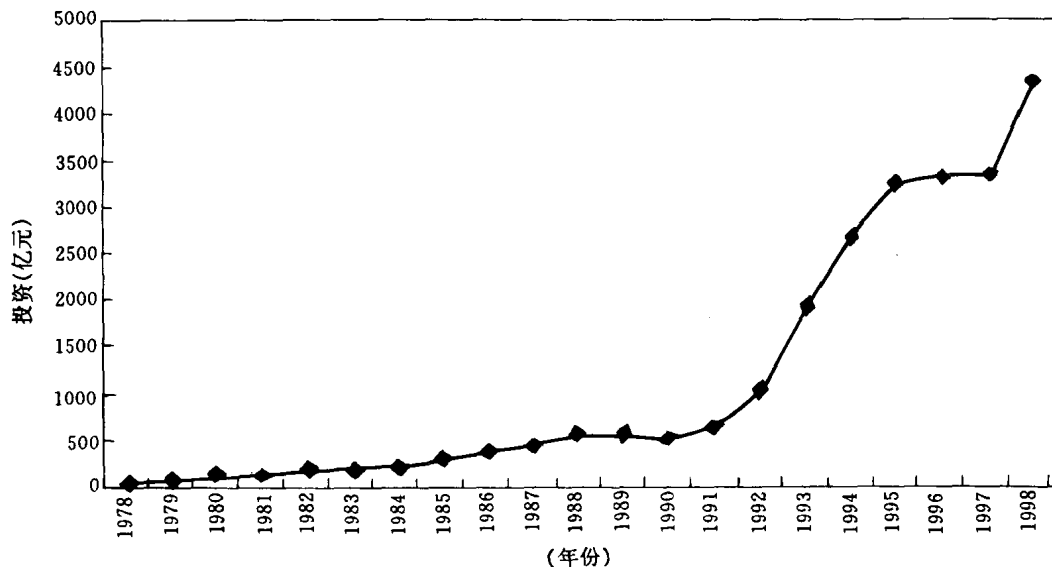


图 1-1-3 城镇住宅建设投资

但我们必须清醒地看到,我国如此庞大的房屋建筑及住宅建设的快速增长是以资源和能源的高消耗为代价换取的,除了利用最直接的资源——土地以外,住宅能源消耗的增长是住宅建设发展的一大限制因素。“八五”期间,我国能源生产的年平均增长率为 3.6%,而建筑能耗年平均增长率为 5.84%,大大超过能源的增长率。当前,由于我国建筑物的保温隔热和气密性能很差,供暖系统热效率低,单位住宅建筑面积采暖能耗为相同气候条件下发达国家的 3 倍。到 2000 年,全国城市建筑耗能将占能源生产总量的 14%,这就说明,除了坚决采取节约能源的措施之外,已别无选择。

在我国,传统上采暖地区为一年内日平均气温低于或等于 5℃ 超过 90 天的地区,这个范

围大部分在淮河以北，主要是“三北”（即东北、华北及西北）地区，全部城镇居住人口有 1.5 亿。1995 年底采暖地区城镇共有房屋建筑面积 37.4 亿 m^2 ，其中住宅 20.2 亿 m^2 ，占 54%。城镇供热方式大体分为火炉采暖、分散锅炉房供暖、区域锅炉房供暖、城市集中供热等几种，也有部分工业余热及废热用于建筑采暖，除此之外，随着城市能源结构的变化，出现了户用燃气采暖及电加热器采暖等新型采暖方式。

我国城市集中供热（仅指有集中热源，通过管道输送热媒的传热系统）发展很快，详见表 1-1-1。

表 1-1-1 我国城市集中供热发展现状（1990~1996 年）

时 间			1990 年	1991 年	1992 年	1993 年	1994 年	1995 年	1996 年
指 标									
全 社 会	供 热 能 力	蒸 汽 (t/h)	20 341	21 495	25 491	31 079	34 848	67 601	62 316
		热 水 (MW)	20 128	29 663	45 386	48 437	52 466	354 948	103 960
	总 量	蒸 汽 (t)	71 173 097	81 951 575	9 267 797	16 334 311	103 345 449	164 139 794	176 150 000
		热 水 (GJ)	216 576 775	210 654 403	266 702 609	290 358 799	320 562 319	751 614 084	563 070 000
	供热面积 (万 m ²)		21 263	27 651	32 832	44 164	50 992	65 345	73 433
其 中 城 建 系 统 内	供 热 能 力	蒸 汽 (t/h)	2 529	3 095	3 592	4 557	5 721	9 431	8 754
		热 水 (MW)	6 116	9 041	14 976	20 407	22 251	35 189	21 526
	总 量	蒸 汽 (t)	10 200 258	10 673 463	12 425 096	17 305 282	16 111 125	14 902 318	23 330 000
		热 水 (GJ)	52 824 747	65 945 429	81 605 648	101 206 361	116 155 952	17 777 386	132 210 000
	供热面积 (万 m ²)		7 631	9 994	11 308	15 067	18 141	24 038	26 101

1997 年全国集中供热面积为 80 746.7 万 m^2 ，比 1996 年增加 9.96%。全国已有 286 个城市敷设了城市供热管网。“三北”地区集中供热普及率为 29.08%。

现在我国城市化速度加快，城市数量增加，城市人口增多（见表 1-1-2），随着人民生活水平的进一步提高，对城市供热的数量和质量要求也必然会增加和提高。

表 1-1-2 1996 年我国城市数量

城市类别	城市人口 (万)	城市数 (个)
特大城市	100 以上	34
大城市	50~100	46
中等城市	20~50	194
小城市	20 以下	392
合 计		666

从北方采暖地区大城市来看,以分散锅炉房供暖比重最大,据对 29 个大中城市近 3.7 亿 m^2 的实地调查,分散锅炉房供热占我国总供暖面积的 84%,供暖面积小于 5 万 m^2 的锅炉房占 90.2%,锅炉容量小于 4 t/h 的占 91.5%,供暖面积在 1 万 m^2 以下的锅炉房占锅炉房总数的 64%。从发展趋势看,火炉采暖比例在逐步减少,集中供热、区域联合供热和小区锅炉房供暖量逐步增加,热电联产也日益增加,户用燃气采暖和电加热采暖在北京等大城市和南方过渡地区呈现出强劲的发展势头,以满足电力工业结构的调整 and 环境保护的要求。在采暖地区,集中采暖房屋的室温设计温度一般为 18°C ,但实际运行室温多数偏低,公共建筑多为 $14\sim 18^\circ\text{C}$,住宅为 $13\sim 18^\circ\text{C}$,接通城市热网的采暖建筑室温较高,平均在 16°C 以上。

为了使我国建筑随同我国经济社会一起,走上健康的可持续发展的道路,建设部于 1986 年颁布了我国第一部建筑节能标准,即《民用建筑节能设计标准(采暖居住建筑部分)》JGJ 26—86,目标是在 1980、1981 年当地通用设计的基础上节能 30%。1995 年 12 月建设部批准了上述标准的修订稿,并自 1996 年 7 月 1 日起实施,目标节能率为 50%,标准提出的目标应通过两方面来达到,即通过提高围护结构保温性能、改善门窗密闭性,以及通过提高供热系统运行效率来达到。

今后几年,是我国人民向小康水平过渡的关键时期,随着人民生活水平提高,对室内热环境要求也必然提高。2000 年小康型城乡住宅科技产业工程示范小区规划设计导则附录 1—城市示范小区住宅设计标准建议中,在室内环境质量标准项,规定冬季采暖地区室内温度为 $16\sim 21^\circ\text{C}$,这就要求供暖系统设置房间室温调节与控制装置。

二、供热系统与建筑节能

建筑节能应包括两大方面,一是建筑围护结构的节能,即改善围护结构—门窗、墙、屋面及地面,加强其保温隔热性能,使通过围护结构损失的能量最少。二是系统节能,即提高向建筑物供给能量系统的效率,使能量在供给的过程中损失的最少。对我国西北、华北、东北“三北”地区量大面广的建筑物供能系统,主要是供热系统。

自 1986 年我国开始实施《民用建筑节能设计标准(采暖居住建筑部分)》JGJ 26—86 以来,建筑节能的重点在很长一段时间内是围绕着围护结构的改善在进行的。随着墙体材料革新,产生了很多新的保温材料、新的保温结构,包括墙体、屋面、门窗等等,取得了很大的成绩,到 1998 年末,全国建成节能建筑面积累计已达 1 亿 m^2 (主要是北方地区),其中北京市为 4 870 万 m^2 ,接近全国总量的一半。

1996年建设部又发布了节能50%，即第二阶段采暖居住建筑节能设计标准。若要实现节能50%的目标，仅靠围护结构节能是很困难的，必须实现供热系统的节能。必须指出的是，虽然节能建筑面积已达1亿 m^2 ，但供煤量指标却没有明显下降，即部分建筑出现了节能建筑并未节能的反常现象，如北京地区，虽已将耗热量指标从 31.6 W/m^2 降至 25.3 W/m^2 ，但是并没有积极创造条件，把采暖供热系统的一系列措施重点加以研究和突破，因而不能与围护结构的节能同步实施。采暖供热系统的设计，可以说没有突破性的进展，只是象征性地减少一点散热器的数量，因而新建的节能建筑，由于围护结构的保温性能提高了，但采暖系统基本没有变化，出现住宅室温有所提高，甚至过热现象，而耗煤量并未明显下降。就供热系统的节能来讲，根据北方地区的实地调查，国内平均每蒸吨热量（60万大卡/时）平均只能为 $6\,000\text{ m}^2$ 建筑供暖，而从理论上讲，每 1 t/h 热容量（ 0.7 MW ）的锅炉所带供暖面积至少应为 $10\,000\text{ m}^2$ （此时供热指标为 70 W/m^2 或 $60\text{ Kcal/m}^2\cdot\text{h}$ ），也就是说，热源供出的热量亦即热网的实际热效率（只考虑热量，未考虑电耗）只有60%，其余40%的热量都是无效热量。若全面实现建筑节能，可为 $15\,000\sim 19\,000\text{ m}^2$ 供暖，可见供热系统节能潜力之大。可以说，围护结构节能只是为建筑节能创造了条件，而供热系统节能才是落实节能的关键。

三、建筑节能与温控计量

供热采暖系统节能是实现50%建筑节能目标的主要途径。供热采暖系统节能的主要措施有：水力平衡，管道保温，提高锅炉热效率，提高供热采暖系统运行维护管理水平，室温控制调节和热量按户计费。前几项措施在过去十年里，经过国内科研、设计、运行管理人员的多方努力，取得了显著的经济和社会效益，只是室温控制调节和热量按户计费成为系统节能的薄弱环节，是当前整个建筑节能工作深入发展过程中要解决的热点和难点问题。

1. 温控与热量计量的必要性。长期以来我国实行福利制供暖，耗能多少与用户利益无关，这是大锅饭体制遗留下来的一大弊端，也是供热系统节能工作的一个最大障碍。按照国家节能法的要求，生活用能必须计量向用户收费。这是适应社会主义市场经济要求的一项重大改革，是供热企业改变运行机制的重要举措，是促进建筑节能工作的一项根本措施。发达国家的经验告诉我们：实行供热采暖计量收费措施，可节能20%~30%。我们只有遵循市场经济规律，把热做为商品，由用户自行调控使用，并按实用热量合理收费，才能调动用热和供热两方面的积极性，进而促进节能。

2. 围护结构保温与计量温控的关系。保温性能差致使采暖热负荷高，是能耗居高不下的直接原因，是节能工作的重点。计量与温控是实现节能50%目标的重要途径，《民用建筑节能设计标准（采暖居住建筑部分）》（JGJ 26—95）中规定：“在进行室内采暖系统设计时，设计人员应考虑按户热表计量和分室控制温度的可能性”，可见，计量与温控也是十分重要的。

近年来国内下大力量进行节能建筑研究，在墙体保温上作出了努力，但是其节能效果并不理想，甚至得出“节能建筑不节能”的实验结论，其原因就是：通过改善墙体保温，住宅室温有所提高，甚至出现了过热的情况，但因为没有房间温控与计量手段，用户在感觉房间温度较高时开窗降温，致使改善墙体降低房间热负荷所作的工作没有体现出来，能量没有办法节约下来，不能在热源上得到节能体现，耗煤量不能降下来。通过改善围护结构节能只能为建筑节能创造降低负荷的条件，而采暖供热节能才是落实节能的关键。

由于没有热量计量，没有手段定量得到能量消耗的即时变化，虽然能够知道新型材料的

传热性能系数,但是仍不能知道在整个供暖季节里建筑的能耗分配,节约能量的多少缺乏定量监测手段,分析能耗的分布缺乏依据;由于没有热量计量收费,不能将能耗与用户的经济利益联系起来,不能从主观上促使用户主动节能,实现改善围护结构所带来的节能效果。

3. 计量收费与温控的相互关系。

(1) 温控是计量收费的前提,是其必要条件。热计量的大面积推广一定要在温控的前提下进行,而温控不一定要先热计量。以广泛存在的中央空调系统为例,很多系统的末端装有室内温度控制器,但是没有热计量手段,用户交费是按面积计算。

(2) 温控的目的不仅仅是热计量,直接目的是要提高室内舒适度,提高热网供热质量。

(3) 热计量能够验证温控的节能效果,按表收费能促进温控的实施。在现行供暖收费制度下,用户缺少使用恒温技术实现节能的积极性。计量收费才能使用户用能多少和其经济利益联系起来,促使用户主动调节和控制室内温度,以达到节能目的。其他国家的经验表明,促使用户自觉节能的最有效手段,就是对使用热量进行计量,并以此作为依据进行收费。把“大锅饭”式的采暖包费制,改为按实际使用热量向用户收费,可节能 20%~30%。

(4) 热计量有利于促进热网供热水平的提高和节能工作的深化。热用户作为直接的消费者,希望购买到质优价廉的商品,一方面要对供热品质提出更高的要求,另一方面也会切身关心能耗情况,要求供热单位减少热网损失,降低成本,由于供热单位管理不善和设备效率低而造成的供热成本高就不能由用户来负担了。

作为供热单位,计量收费将其直接推向市场,直接面对用户,节能与否也将直接关系到其经济利益。在提高供热水平,满足用户需要的同时,又需要把能量消耗降低下来,把用户温控调节所节省的能量随时反应在热源能耗的降低上,把热网输送损耗降低到可能的最小;作为消费者的热用户有监督和选择其他供热方式的权力,也将促使供热单位通过完善服务和降低成本来适应竞争。

四、供热与用热制度的改革

热计量关系到供热收费制度的改革,居民用热观念的转变。同水表、电表的推行和水电计量收费的实施带来的节能效益一样(水表到户,实现了节水 30%~40% 的显著效益),计量收费能够将用户的自身利益与能量消耗结合起来,势必增加公民的节能意识,并推动节能工作的进行。

集中供热事业从福利到商品的转变是我国经济体制改革和实行社会主义市场经济的必然结果。供热公司从事业性质转变为企业性质,以热计量方式向用户收费是合理的,是节约能源的重要措施。

第二节 发达国家温控与热计量技术的发展水平

一、技术和产品发展

国外,特别是在北欧国家,从 20 世纪 70 年代能源危机以来,十分重视建筑节能工作,并制定了有关政策、法规以及相配套的技术措施,特别对采暖系统安设自动控制装置,以使用户能够充分利用自由热,提高舒适度,提出了明确的要求,并且普遍采用计量热量收费制度。

国外发达国家的集中供热系统均为动态的变流量系统,其调节与控制技术先进,调控手