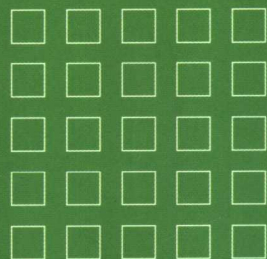




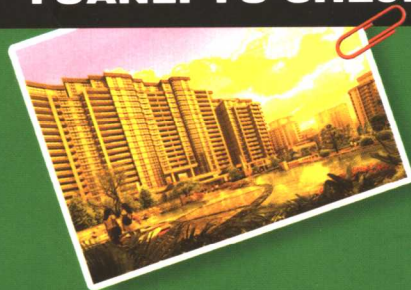
安徽
科学技术
出版社



住宅节能 原理与设计

沈致和 编著

ZHUZHAI JIENENG
YUANLI YU SHEJI



TU241
105

住宅节能原理与设计

沈致和 编著

 安徽科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

住宅节能原理与设计/沈致和编著—合肥:安徽科学技术出版社,2006.4

ISBN 7-5337-3470-X

I. 住… II. 沈… III. 住宅-节能-建筑设计
IV. TU241

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 024910 号

*

安徽科学技术出版社出版

(合肥市跃进路1号新闻出版大厦)

邮政编码:230063

电话号码:(0551)2833431

E-mail: yougoubu@sina.com

yougoubu@hotmail.com

网址: www.ahstp.com.cn

新华书店经销 合肥华星印务有限责任公司印刷

*

开本: 787×960 1/16 印张: 10.75 字数: 230 千

2006 年 4 月第 1 版 2006 年 4 月第 1 次印刷

定价: 28.00 元

(本书如有倒装、缺页等问题, 请向本社发行科调换)

前 言

中国幅员辽阔,土地面积达 960 万平方千米,从北方的黑龙江及青藏高原到华北平原直到广东及海南,跨越了寒、温、热等几个气候带,气候类型多种多样。全国各地温度差异很大,以年平均气温为例,最高的海口达 25.4°C ,最低的哈尔滨只有 5.5°C 。除昆明市逐月温度都在 $10\sim 20^{\circ}\text{C}$ 之外,其余城市的全年温度差异都很大,冬天冷、夏天热。冬夏盛行风向交替变更,冬季多干冷的偏北风,夏季多暖湿的偏南风。全国大部分地区属于东亚季风气候,同时带有很强的大陆性气候特征:冬季气温大大低于世界同纬度地区 5°C ,夏季气温又高于世界同纬度地区约 2°C 。建筑能耗在很大程度上是依赖于气候条件的,气候不同,决定了建筑形式以及所采用的建筑技术等,同时也决定了建筑耗能的不同。

随着生活水平的提高,中国建筑耗能日益突出。过去,由于强调降低一次性建设投资,以及建筑围护结构的保温性和门窗气密性差等原因,造成冬季居室温度普遍低于 16°C 、夏季超过 30°C ,居住热环境很差,迫切需要改善。近年来,由于空调使用量激增,城市空调用电量迅速增长,某些城市甚至达到了 $25\%\sim 40\%$ 。根据发达国家经验,经济越发达,生活水平越高,民用能源消费越多。面对这样的严峻形势和艰巨任务,建筑节能作为国家节能政策的一部分,受到各级政府部门的高度重视。

节能和环保是实现可持续发展的关键。从可持续发展的理论出发,建筑节能的关键在于提高能量效率,而不是限制发展。因此,无论是制定建筑节能标准还是从事具体工程项目的设计,都应把提高能量效率作为建筑节能的着眼点,用不增加或少量增加的建筑能耗满足中国建筑持续发展的需求,走出一条适合中国国情的建筑节能道路来。

中国建筑节能的任务,就是在保证使用功能、建筑质量和室内环境符合小康目标的前提下,制定科学合理又切实可行的节能指标体系,采用各种有效的节能技术与管理措施,降低新建房屋的能耗,同时对既有的建筑物进行有计划的节能改造,达到提高居住舒适性、节约能源和改善环境的目的。

2001 年 9 月至 2003 年 11 月,作者在清华大学建筑学院建筑环境与设备研究所进修学习,师从中国工程院院士江亿教授,参与了“中国建筑节能”、“新建建筑能耗评估体系与超低能耗示范建筑”等项目研究。江亿院士敏锐

的洞察力、踏实和严谨的治学精神使我终生受益。本书的主要工作就是在这时期完成的,初稿曾作为专业课程教学内容给合肥工业大学建筑与艺术学院的研究生们讲授过。

本书从住宅建筑能源消耗的构成分析、小区规划与节能、住宅建筑能耗分析、围护结构的节能技术、住宅通风节能设计及太阳能生活热水系统等方面,深入研究了住宅建筑节能设计的原理和应用技术。

建筑节能包含的内容是广泛的,作者在这方面的研究是初步的,书中难免出现一些不尽如人意的地方,希望各位同仁多多批评指教。

感谢我的夫人胡晓凤,没有她的理解、支持和督促,本书是难以完成的。

本书出版得到了北京市科学技术委员会“新建建筑能耗评估体系与超低能耗示范建筑”项目的资助,项目编号 H021820040720。

目 录

第一章 住宅节能综述

一、我国住宅发展状况	1
二、住宅节能的背景与意义	2
三、与节能住宅相关的主体及利益分析	4
(1)政府	4
(2)建材、设备厂商	5
(3)房地产商	5
(4)业主(购房者)	5
(5)物业管理公司	5
(6)科研机构	5
四、住宅节能的经济效益和社会效益	6

第二章 住宅建筑能源消耗的构成和节能的主要途径

一、能源消耗的构成	8
二、住宅热环境与能源消耗	8
(一)严寒和寒冷地区	9
(二)夏热冬冷地区	10
(三)夏热冬暖地区	11
三、实现住宅节能的各个环节	12
(一)小区规划的重要性	13
(二)建筑整体设计与各项节能技术的采用	13
(三)自然通风与有组织通风	14
(四)合理的采暖空调方式与系统	15
(五)建立我国的能耗评估体系	16

第三章 小区规划与节能

一、建筑选址	17
二、小区布局	17
(一)风环境优化设计	18
(二)热岛现象的防止	22
(三)日照	23

三、建筑朝向及其他	24
第四章 住宅建筑能耗分析	
一、建筑体形对能耗的影响	26
二、建筑朝向对能耗的影响	27
三、窗墙比对能耗的影响	29
四、热惯性对能耗的影响	30
五、围护构件净得热分析	31
六、用于建筑能耗分析的软件工具	32
(一) 能耗模拟软件简介	32
(二) 实例分析	33
第五章 围护结构的节能技术	
一、外墙保温技术	37
(一) 建筑保温材料性能	37
(二) 常用建筑外墙保温构造性能评价	46
(三) 外墙外保温构造的改进措施	54
(四) 外墙内保温构造的改进措施	66
二、屋顶保温与隔热技术	78
(一) 外保温屋面	78
(二) 倒置式屋面	79
(三) 通风屋面	79
(四) 阁楼屋面	80
(五) 种植屋面	81
三、外窗与遮阳	82
(一) 外窗	85
(二) 外遮阳	87
(三) 双层皮幕墙	89
四、相变材料在住宅节能中的应用	90
第六章 住宅通风节能设计	
一、住宅通风设计概述	93
二、住宅通风设计方法	94
三、实例分析	95
(一) 冬季的新风换气方案设计	96
(二) 南向封闭阳台中的通风设计	99
(三) 区域网络法分析室内不同房间通风状况	101

(四)新风热回收	101
第七章 小区太阳能生活热水系统	
一、小区太阳能生活热水系统各可行方案分析	103
(一)太阳能集热器的选择	103
(二)系统形式的选择	105
(三)各种生活热水提供方式的技术及经济比较	105
二、太阳能生活热水系统方案分析	107
(一)太阳能集中生活热水系统形式介绍	107
(二)太阳能生活热水系统相关指标计算方法	108
三、太阳能集中生活热水系统方案实施细节	109
(一)太阳能集热板和建筑屋顶结合的做法	109
(二)生活热水计量问题	109
(三)跃层式住宅的处理	110
(四)高层住宅	110
四、其他需考虑的问题	110
(一)人均日生活热水量的影响	110
(二)倾角改变对集热板面积的影响	111
五、太阳能集热板和屋顶结合的做法	111
第八章 新型采暖方式	
一、空气热泵	115
二、水源热泵系统	115
三、分户燃气炉采暖	117
(一)优点	117
(二)存在问题	117
四、楼栋燃气炉及区域燃气炉采暖	118
(一)优点	119
(二)缺点	119
五、热电(冷)联产	119
六、电蓄热采暖	121
第九章 设计分析实例	
一、实例一	122
(一)建筑物负荷计算及室温分析	122
(二)围护结构节能方案设计	129
(三)外窗及遮阳系统方案设计	136

(四) 结论	143
二、实例二	143
三、实例三	149
(一) 建筑基本情况	149
(二) 主要计算参数	149
(三) 计算结果分析	150
附录 夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准	153
参考文献	161

第一章 住宅节能综述

一、我国住宅发展状况

我国政府高度重视住宅发展和人居环境的改善,特别是改革开放以来,住宅建设进入到快速发展的轨道,如图 1.1 所示。到 2000 年底,我国人均居住面积已达到 10.3 m^2 ,提前两年实现了“九五”计划 9 m^2 的目标,达到了小康水平。此外,住宅年平均竣工面积达到了 4.5 亿 m^2 ,大大超过了“九五”计划 2.4 亿 m^2 的目标。

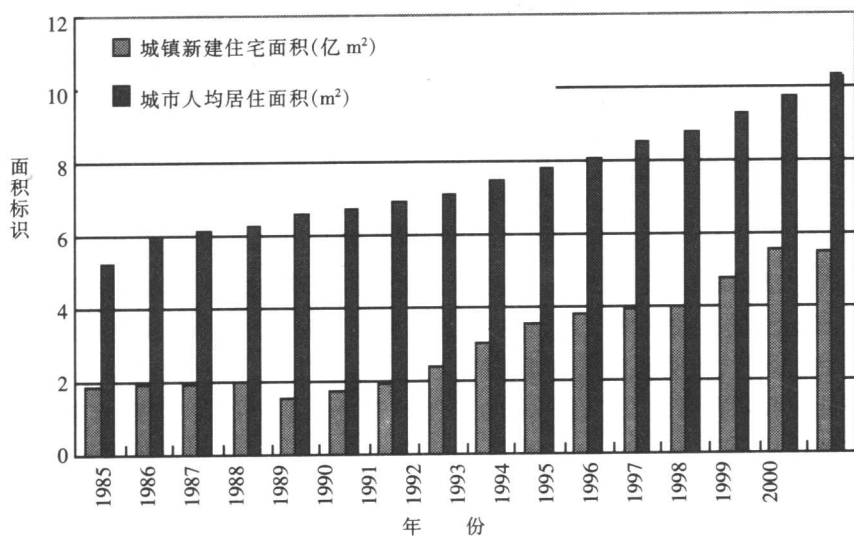


图 1.1 我国城镇新建住宅面积和人均居住面积发展状况

在居住面积增加、生活水平不断提高的同时,与人们生活质量息息相关的家用电器设备拥有率也迅速提高,如图 1.2 所示。

目前,住宅建设的产值已占到 GDP 的 9%,而在国民经济 7.2% 的增长中住宅的贡献率达到了 1.2%。住宅建设在国民经济中的重要地位已经确立,住宅产业已成为拉动国民经济增长的重要力量。

2000 年我国房地产开发投资继续保持强劲的增长态势。据权威部门统计,1~11 月份完成投资 3744 亿元,比同期增长 24.1%,占全部投资的比重由上年同期的 18.5% 提高到 20.6%。房地产开发投资的快速持续增长主要源于房地产销售状况良好。自 2000 年初,商

商品房销售面积和销售额一直保持 35% 以上的高速增长。1~11 月份,商品房销售面积 9 553 万 m^2 ,同比增长 35.3%;商品房销售额 1 998 亿元,与 1999 年相比增长 38.3%。住宅这个人们生活消费中占用资金最大的商品在纳入了市场经济正轨的同时,交易量节节升高,商品住宅时代已全面到来。

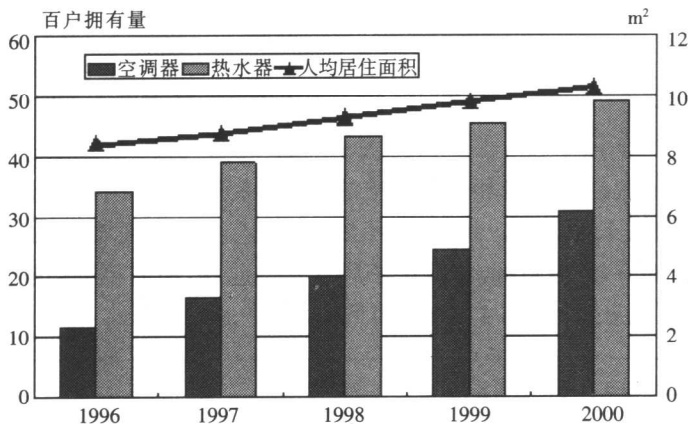


图 1.2 家用电器设备与人均居住面积发展比较

二、住宅节能的背景与意义

建筑能耗包括建材生产、建筑施工、建筑日常运转及建筑拆除等项目的能耗。其中比重最大(占 80% 以上)的是建筑使用过程中的能耗,包括建筑物(主要指住宅和公共建筑)采暖、空调、热水供应、炊事、照明及建筑电器耗能。

建筑节能是我国可持续发展战略的重要组成部分。据统计,我国建筑能耗所占能源总消费量的比例已从 1978 年的 10% 上升到 2000 年的 27.8%。而根据其他国家的经验,这个比例还将不可避免地上升到 35% 左右,因此建筑节能必将成为影响能源安全、优化能源结构、提高能源利用效率的关键因素,是贯彻资源可持续发展战略的重要组成部分。

目前我国正处于城市化进程不断推进时期,建筑业持续迅猛发展,建筑能耗的比例将继续增加。这将导致能源资源的短缺,能源生产的不足和 CO_2 、 NO_x 和 SO_x 排放量的增加。例如 1999 年至 2001 年三年间每年的房间空调器市场销售量均在 1 千万台/年左右,平均每台房间空调器用电功率为 1 kW,则每年新增用电容量 10 000 000 kW,这大致与我国这三年每年新增的火力发电能力相当。由于这期间工业结构调整导致电力消费持续下降,才没有因为空调器的增加而导致电力供应不足。然而,随着工业结构调整的完成和经济的继续增长,工业生产能耗的降低将难以补足建筑能耗的飞速增加,建筑能耗增加导致能源短缺的问题,将逐渐突出。

住宅节能是我国建筑节能的重要组成部分。截止到 2000 年底,全国既有房屋建筑面

积,城市已至 76.6 亿 m^2 (其中住宅 44.1 亿 m^2),农村 200.4 亿 m^2 (其中住宅建筑约占 80%)。其中能够达到采暖建筑节能设计标准的只有 1.8 亿 m^2 ,仅占全部城乡建筑面积的 0.6%,占城市房屋建筑面积的 2.3%。而约 210 亿 m^2 的既有住宅建筑存在着保温隔热性和气密性差、供热系统热效率低下等问题。另外,在我国每年新建的城镇住宅中,完全按照建筑节能要求设计的不足 6%。

即便执行了建筑节能标准的住宅建筑,其住宅能耗与相同气候条件的西欧或北美国家相比,单位采暖建筑面积要多消耗 50%~100% 的能量,而且舒适性较差。例如,按照 1995 年新的节能标准建造,北京市住宅建筑能耗大幅降低,但仍比瑞典、丹麦、芬兰等国高出近一倍(表 1.1)。

表 1.1 住宅建筑耗热量指标与发达国家的比较

	采暖季平均耗热量指标(W/m^2)
未按新节能标准建造的北京市住宅	30.1
按照新节能标准建造的北京市住宅	20.6
瑞典、丹麦、芬兰等国家住宅	11

我国与西方发达国家部分技术指标的比较如表 1.2 所示。

表 1.2 国内外节能建筑技术指标比较

国 家	外墙 $[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$	外窗 $[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$	屋顶 $[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$
中国:			
北京	1.16 0.82	4.00	0.80 0.60
哈尔滨	0.52 0.40	2.50	0.50 0.30
瑞典南部地区	0.17	2.0	0.12
丹麦	0.3	2.9	0.2
德国	0.5	1.50	0.22
英国	0.45	双层玻璃	0.45
美国(相当于北京地区)	0.32(内保温) 0.45(外保温)	2.04	0.19
加拿大:			
相当于北京地区	0.38	2.86	0.23 0.40
相当于哈尔滨地区	0.27	2.22	0.17 0.31
日本:			
北海道	0.42	2.33	0.23
东京都	0.87	6.51	0.66
俄罗斯:			
相当于北京地区	0.80 0.44	2.75	0.57 0.33
相当于哈尔滨地区	0.56 0.32	2.35	0.40 0.24

以前我国住宅建筑的电耗一部分消耗在照明及家用电器,年平均能耗在 $5 \text{ W}/\text{m}^2$ 以下;同时南方绝大多数地区的民用建筑无采暖和空调,这是为何全国建筑平均能耗低于发达国家的主要原因。然而近十年来,随着人民生活水平的提高,无论是住宅还是一般性民用建

筑,空调的安装率迅速提高⁽¹⁾,空调器的市场销售量持续以每年 20% 左右的速度增长,空调电耗很快就会成为建筑能耗的重要部分,并将改变目前我国建筑能耗低于发达国家水平的状况。根据预测,今后十年我国建成并投入使用的商品住宅及一般性民用建筑至少为每年 5 亿 m^2 ,如果全部安装空调或采暖设备,并且全部按 $20 \text{ W}/\text{m}^2$ 电功率装机容量计算⁽²⁾,则 10 年累计增加的用电设备为 1 亿 kW,恰为我国 2000 年发电能力的 1/3。与同纬度的发达国家相比,我国北方地区住宅采暖能耗为国外的 2~2.5 倍。我国大部分地区通过对建筑的节能改造,可使空调电耗降低 40%~70%,有些地区甚至不装空调也可保证夏季基本处于舒适程度。如果这 50 亿 m^2 的新建建筑在建设采用节能措施,则至少可节省 50% 采暖空调能耗,其量相当于我国 2000 年发电能力的 1/6。

三、与节能住宅相关的主体及其利益分析

不同主体在住宅节能中的可获得的收益和应开展的工作如图 1.3 所示。

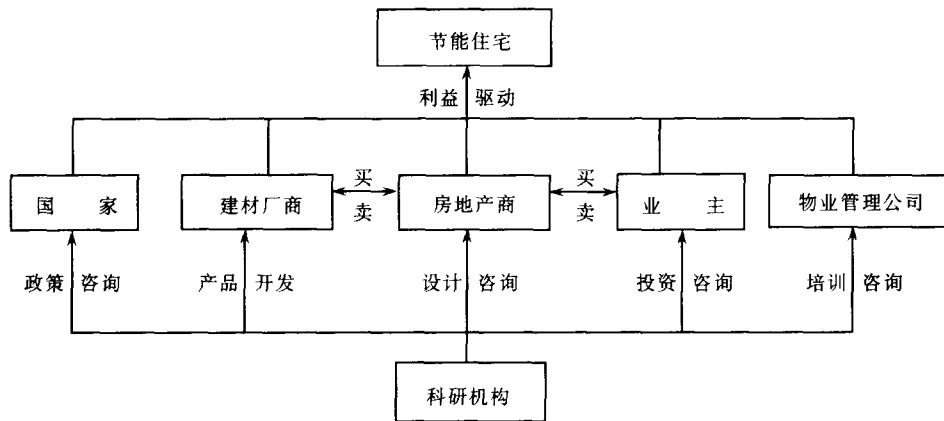


图 1.3 与节能住宅有关的主体关系示意图

(一) 政府

(1) 可获得的利益:总体能源利用效率提高,环境改善;顺应并推动国家能源结构的调整,刺激国民经济的增长,有利于国家长期可持续发展。

(2) 可开展的工作:尽快出台与住宅(或建筑)节能相关的政策法规,制定新建住宅能耗评估体系,并配以经济奖励、惩罚机制,从而在政府的宏观调控和市场机制的共同作用下,推动住宅节能深入进行。

(1) 如 2000 年上海市每百户居民空调安装率为 67 台,广州市已超过 100 台。

(2) 按照目前的下限值,空调电耗 $20 \text{ W}/\text{m}^2$,采暖热耗 $60 \text{ W}/\text{m}^2$,采用热泵可折合为 $20 \text{ W}/\text{m}^2$ 电耗。

(二) 建材、设备厂商

(1) 可获得的利益: 有市场需求, 即有利润。随着节能住宅及节能建筑的推广, 市场对新型建材、部品(部件)、设备的要求量增大, 可降低厂家的生产成本。同时可通过市场节能的需求, 进行技术创新和企业改革, 从而提升自身的竞争力。

(2) 可开展的工作: 加强产需调研, 把握节能市场的信息和方向; 加大创新力度, 发展出新的适销对路的节能产品; 企业内部挖潜, 通过降低生产成本, 扩大生产规模提升利润空间。

(三) 房地产商

(1) 可获得利益: 争取国家优惠政策, 降低房屋开发成本; 提升企业形象和竞争力; 赢得顾客, 赢得利润(一是通过在建造节能住宅过程中控制投入, 追求性能效率最优; 二是通过销售过程提高房屋价值及缩短销售周期, 弥补节能住宅建造时的额外投入, 同时快速有效地实现资金周转)。

(2) 可开展的工作: 支持节能住宅的试点、开发以及节能技术和产品的实施。

(四) 业主(购房者)

(1) 可获得利益: 降低住宅使用能耗, 提高居住生活空间质量, 改善生活品质和身体健康状况。还有可能获得国家对节能住宅使用者的经济补贴。

(2) 可开展的工作: 支持并督促房地产开发商进行节能住宅的设计及开发。

(五) 物业管理公司

目前物业管理公司负责整个住宅小区的保安、卫生和设备维护等工作, 住户所交的电费和热费与其无关, 因节能而导致的住户水电热费降低只对住户有利。但公共区域的电费、热费打入了公司所收的管理费中, 如进行节能管理, 可降低管理成本, 提高效益。

(1) 可获得利益: 通过系统的节能管理和运行, 降低管理成本, 提高经济效益。

(2) 可开展的工作: 与房地产公司签订能耗费用独立核算的管理合同, 在保证末端用户使用的前提下节能增效。

(六) 科研机构

可通过节能住宅相关技术的研究深化科研, 增强与政府、业界的合作与交流。

可开展的工作如下:

(1) 为政府提供决策咨询:

① 对政府制订的政策、法律、法规等, 提供科学理论根据;

② 参与制订各种标准、规范;

③为国民经济的发展提供相关的建议和意见。

(2)与建材厂商合作开发新产品:

①节能技术、产品的应用基础研究,与厂家合作开发新型技术与产品;

②突破技术难点,研究适应中国国情的(包括气候,建筑类型,经济状况等)可实用新技术;

③参与建材厂商的产品开发,促进科研成果迅速转化为生产力。

(3)为房地产商提供设计咨询:

①研究建筑设计对住宅能耗的影响,并为房地产开发商提供相应的咨询服务;

②研究各种建筑技术、设备、系统等对住宅能耗的影响,并为房地产开发商提供相应的咨询服务;

③与房地产开发商合作,建设示范工程。

(4)为购房者提供投资咨询:

①配合政府,开展宣传教育工作;

②为购房者的投资进行咨询。

(5)为物业管理公司提供培训咨询:

①对物业管理公司的工作人员进行教育和培训;

②为物业管理公司提供技术咨询,提高系统运行管理水平;

③与物业管理公司合作,对示范项目进行跟踪调查,了解各种技术方面存在的问题,为科研工作的深入开展提供第一手资料。

四、住宅节能的经济效益和社会效益

住宅作为目前最昂贵的商品,消费者在尽其半生积蓄购买时不可能不考虑它的节能性能。因为不节能的住宅不仅将在使用过程中过量地消耗居住者的金钱,还会影响人们的生活质量和身体健康。值得指出的是,事实上住宅节能导致的建设成本增加并不明显。根据建设部的统计,自1986年开展北方地区建筑节能工作以来,在节能30%的第一阶段,北方采暖地区的新建建筑和既有建筑节能改造成本在80~90元/m²。增加的节能成本,一般可通过节能的效益在3~4年内回收。1996年开始建筑节能50%第二阶段以来,北方采暖地区的新建建筑和既有建筑节能改造成本为100~120元/m²,增加的节能成本一般可通过节能效益在4~5年即可回收。夏热冬冷和夏热冬暖地区的节能工作据初步实践也与此大致相当。

此外,如果能全面开展住宅建筑节能,则可从以下三方面拉动内需(只考虑城市民用建筑),促进国民经济的发展。

(1)既有住宅建筑的节能改造。到2001年末,全国既有房屋建筑面积达350亿平方米,

其中城市住宅约为 77.6 亿平方米,这些建筑绝大多数是不节能的。若节能改造按每平方米 100 元计算,在 10 年内完成,则一年的有效需求为 776 亿元。

(2)新建住宅建筑按节能标准进行设计和建设。按照住宅建筑节能增量成本占居住建筑投资的 10%左右,城市新建住宅每年新开工约 4.5 亿平方米,则每年新增有效需求约 450 亿元。

(3)发展建筑节能产业。住宅节能不仅可以直接带动节能墙体材料、门窗、变流量供暖系统、节能制冷设备、节能照明设施等新兴产业的发展,还将会直接推动建材、化学建材、建筑业的结构调整与升级。

此外,住宅节能设计还能有效改善人们的生活质量。多年来,由于历史、社会和经济等多方面的原因,我国大部分地区的人民居住水平较低。改革开放以来,国家十分重视住宅建设,在一定程度上缓解了群众的住房紧张情况,但居住的舒适性、室内环境仍未得到根本改善,特别是长江流域和南方炎热地区,夏季炎热、冬季湿冷的情况仍十分普遍,与这一地区的社会发展和我国现代化要求很不相符。因此,进行住宅节能设计,在节约能源的基础上还可使人民的居住条件上一个新的台阶,真正达到小康水平。

住宅节能的经济效益和社会效益无疑是十分重大的,然而长期以来,这项工作单纯依靠建筑节能设计标准中的强制性条文却难以实施。其中原因很多,包括政策、法规、标准、技术、管理和资金等,这里不深入分析。我们认为,在当前的市场经济条件下,推动住宅节能的关键在于:在充分把握与节能住宅相关的主体关系基础上,建立符合市场机制的激励机制(包括建筑能耗评估体系及相关政策法规等)、开展科学合理的建筑规划与设计、加快节能新技术的开发及应用。

基于以上认识,本书主要从技术设计角度出发,在介绍国内外住宅节能设计经验的基础上,着重论述作者多年来在节能住宅、生态住宅设计、实践过程中积累下来的成熟技术与方法,并期望给房地产开发商、工程设计人员以指导和帮助。

值得指出的是,在当前市场机制作用下的房地产市场,由于房屋开发量逐渐趋于供求平衡,在日趋激烈的市场竞争环境下,开发商已把提高房屋质量、环境作为提高产品竞争力的重要途径。住宅能耗作为其中一项重要指标,已得到购房者和开发商的共同关注,并逐渐成为开发商的自觉行为。这种在市场经济规律下的住宅节能推进模式,如能得到政府政策的合理引导,无疑会得到不可限量的发展。

第二章 住宅建筑能源消耗的构成和节能的主要途径

一、能源消耗的构成

建筑用能指建筑使用过程中的能耗,主要包括建筑采暖、空调、热水供应、炊事、照明、家用电器、电梯等。由于通过建筑围护结构散失的能量和供暖制冷系统的能耗在整个建筑能耗中占大部分(各部分能耗大体比例见表 2.1),因此目前建筑节能主要围绕提高建筑物围护结构的保温隔热性能和提高供热制冷系统效率两个方面展开。

表 2.1 建筑能耗各部分所占的比例

建筑能耗的构成	采暖空调	热水供应	电气照明	炊 事
各部分所占的比例	65%	15%	14%	6%

住宅与一般性民用建筑内部发热量相对较低,体表比偏小,因此,此类建筑的热性能更多地依赖于外界气象环境。我国地域辽阔,不同地区气象条件差异很大,要在低能耗的条件下获得较好的室内热舒适,所需要采取的主要措施也大不相同,绝不是简单地采用外墙保温和窗保温等措施就能解决的。要在建筑规划设计、材料与部件选用、施工图设计、暖通空调系统选择等每一环节都做深入细致的工作,根据当地的气候特点确定最适宜方案。

二、住宅热环境与能源消耗

住宅室内热环境质量的指标体系包括温度、湿度、风速、壁面温度等。实际讨论中一般只提温度指标和换气指标,原因是考虑到一般住宅极少配备集中空调系统,湿度、风速等参数实际上无法控制。另一方面,在室内热环境的诸多指标中,最起作用的是温度指标,换气指标从人体卫生角度考虑则是必不可少的。根据我国的气候特点,全国被划分为 5 个建筑热工分区(严寒地区,寒冷地区,夏热冬冷地区,夏热冬暖地区,温和地区),如图 2.1 所示。1997 年全国各气候热工分区的居住面积分布情况,见图 2.2 所示。

除温和地区外,其他地区住宅的室内热环境质量普遍较差。在严寒和寒冷地区,空气湿度小,采暖期内住宅室温多为 13~18℃,而且常常出现一栋楼或一个小区内室温不均的现象;在夏热冬冷地区(长江流域),冬季和夏季相对湿度平均高达 71%~83%,最热月平均室温达 32~33℃,最冷月平均室温只有 4~6℃,而且炎热和寒冷季节的时间都较长,有 3 个月左右;在夏热冬暖地区,气候炎热潮湿,太阳辐射强度大,每年炎热季节有 6 个月左右。另外,现在寒冷地区