



住宅建筑节能技术指南

第 1 章 城镇住宅的发展状况



1.1.1 建国以来住宅发展简述

中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。

数量的增长

从1979年—1997年的19年中，城镇住宅投资建设共13650亿元，竣工面积达31.5亿m²，人均居住面积从3.6m²上升到8.7m²，建成5万m²以上的住宅小区达5000个，约有1/2的城镇居民搬进了新居。有效地拉动了国民经济增长，满足了居民的住房需求。（见图1-1、图1-2）。

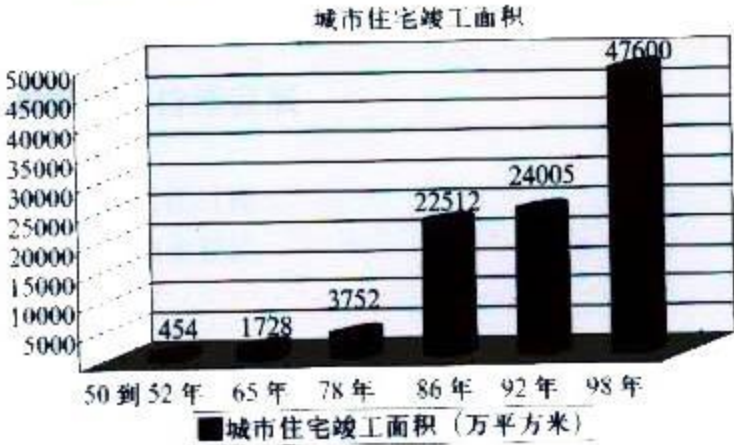


图1-1 城镇住宅竣工面积

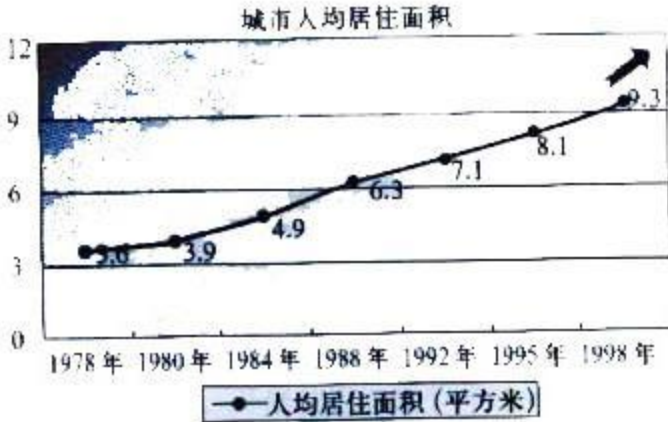


图1-2 近年城镇人均居住面积

质量的提高

推行“统一规模、合理布局、综合开发、配套建设”的建设方式，提高住房质量。

80年代以来，城市住宅小区建设试点和小康住宅产业工程试点在全国逐步展开，建成一批规划设计水平高，居住环境好，质量上乘的住宅小区。

小区建设试点工程：建设部直接负责。从1986年开始已实施四批，共68个试点小区，分布在全国26个省、直辖市、自治区的56个城市，总面积1000余万 m^2 。至1996年，全国已有26个试点小区通过评比验收。

安居工程：国务院住房制度改革领导小组协调和指导国家计委制定投资计划，建设部负责实施，中国人民银行制定信贷计划，财政部和国家有关专业银行审查监督城市配套资金落实。1995年批准实施的有59个城市，共计1300万 m^2 ，投资125亿元。

小康示范小区工程：国家科委和建设部组织实施。1995年启动，是《2000年小康型城乡住宅科技产业工程项目》的重要组成部分，具有超前性。

商品住宅逐渐成为城镇住宅供应的主要渠道。城镇个人购买商品住宅的比重逐年提高。1986年商品住宅销售面积中只有18%是个人购买，到1998年已经提高到70%。

1.1.2 近几年的发展状况

近年来，国家将住宅作为拉动国民经济发展的新的经济增长点和消费热点，通过加大经济适用住房建设力度，加快住房制度改革步伐，发展住房金融等措施，促进住宅产业的发展。

中国当前的住宅建设具有以下三个特征：

其一，住宅建设仍处在增量型发展阶段，中国的一个重要任务是保持住宅建设能以较大的适度规模稳定发展。中国的人均居住面积和住房建筑面积仍有待提高，因此，中国住房消费潜在的市场是相当大的。

其二，住宅市场正从单纯的数量型需求转向数量与质量并重的需求。居住水平的提高必须以一定量的居住空间为基础，同时，又应以居住环境（物理环境、生态环境、社会环境和文化环境等）质量的改善为标志。

其三，住宅生产方式正实现由粗放型向集约型的转变。依靠科技进步，推动住宅产业现代化，从而切实提高住宅建设的总体质量和效益。

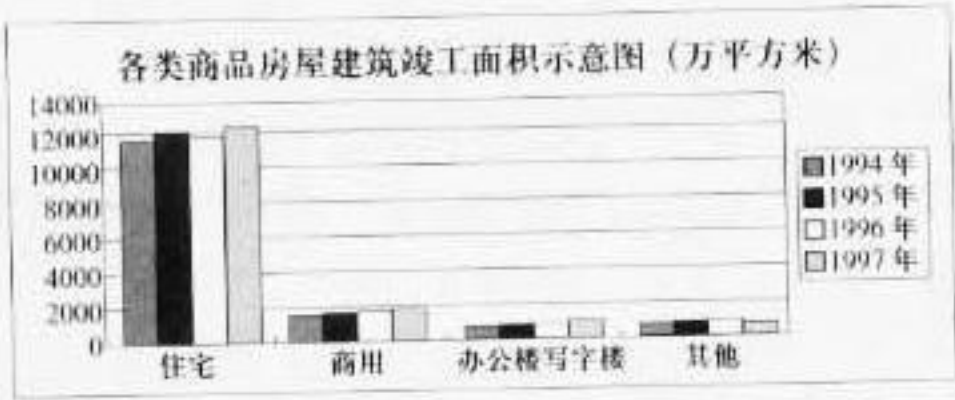


图 1-3 各类商品房屋建筑竣工面积

1.2 中国住宅建筑主要特点的描述

1.2.1 1998 年城镇与农村的住宅面积及其在不同气候分区的分布。

从 1979 年~1997 年的 19 年中，城镇住宅投资建设共 13650 亿元，竣工面积达 31.5 亿平方米，人均居住面积从 3.6 平方米上升到 8.7 平方米。1997 年全国城镇实有房屋建筑面积为 65.5 亿平方米，实有住宅建筑面积 36.2 亿平方米，住房居住面积 18 亿平方米。到 1998 年，中国城镇居民人均居住面积达到 9.3 平方米，根据人口增长量可推算出：实有住宅建筑面积 38.7 亿平方米，住房居住面积 19.3 亿平方米。到 1995 年，农村人均住房面积达 21.26 平方米，根据当年农村人口得出全国农村共有住房居住面积 221.7 亿平方米。根据气候特点，中国被划分为 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)。由各省市提供资料统计得出到 1997 年，严寒地区有城镇房屋建筑面积 11.8 亿平方米，实有住宅建筑面积 6.78 亿平方米，住房居住面积 3.45 亿平方米；寒冷地区有城镇房屋建筑面积 18.4 亿平方米，实有住宅建筑面积 9.6 亿平方米，住房居住面积 4.93 亿平方米；夏热冬冷地区有城镇房屋建筑面积 23.4 亿平方米，实有住宅建筑面积 13.0 亿平方米，住房居住面积 6.58 亿平方米；夏热冬暖地区有城镇房屋建筑面积 10.1 亿平方米，实有住宅建筑面积 5.88 亿平方米，住房居住面积 2.52 亿平方米；温和地区有城镇房屋建筑面积 1.71 亿平方米，实有住宅建筑面积 0.91 亿平方米，住房居住面积 0.49 亿平方米。

1.2.2 相对于 1979 年，中国城镇住宅面积和建筑材料的变化趋势。

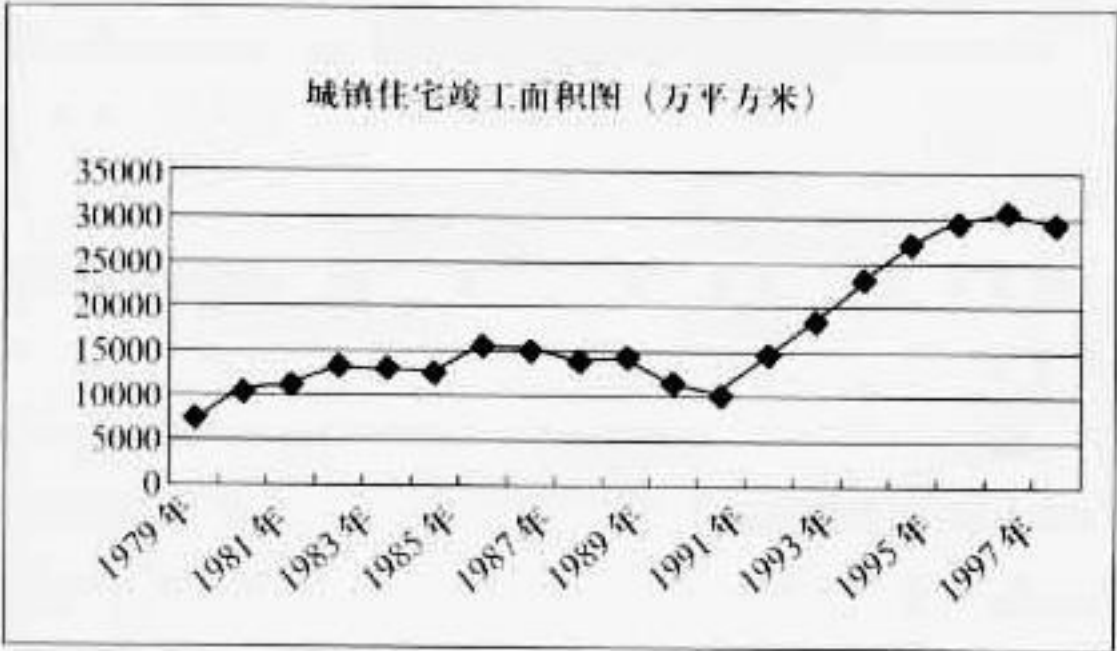


图 1-4 城镇住宅竣工面积

由上图可知，中国城镇住宅面积基本呈上升趋势。

与建筑节能有关的产业取得了巨大的发展，新型墙体材料趋向稳定增长和健康发展；塑料窗增长势头很猛，近年来，有十几个省市生产能力和产量增长速度超过100%，其中上海增长300%以上，居全国之首。据不完全统计，全国型材生产能力超过80万吨（1997年40万吨），其它保温、密封材料也有很大发展。

1.2.3 到2005和2010年建筑发展计划

1.2.3.1 关于住房改革计划

➤ 继续深化住房分配体制的改革

通过完善货币分配方案，提高住房租金、工人收入等途径，从而提高城镇居民的购房能力，力争在2005年使住房消费在整个消费中的比重提高到15%。

➤ 切实改善住房质量。

根据建设部《关于推进住宅产业化，提高住宅质量的若干意见》，从2000年到2010年，要解决住宅的能耗过高和生产率水平过低的问题。力争使住宅在降低能耗50%的基础上再降低能耗30%，塑料管和塑料窗的使用量分别达到50%和30%以上，新型防水材料的使用量超过80%，物耗、生产率等主要经济技术指标接近中等发达国家水平。到2010年科技进步对住宅产业的贡献率提高到40%以上。

在保证使用功能、建筑质量和室内热环境符合小康目标的前提下，努力实现全国城镇建筑

夏季室温低于 30°C ，采暖区冬季室温达到 18°C 左右的基本要求，非采暖区室内热环境明显改善。

- 大力发展住房金融。
- 加快开放住房二级市场，促进已出售公房和经济适用住房上市流通。
- 进一步完善税费鼓励政策。

1.2.3.2 “九五”及2010年建筑发展计划

根据《中共中央关于制定国民经济和社会发展“九五”计划和2010年远景目标的建议》中提出的方针、任务和“振兴支柱产业”的要求，今后，建筑业将面临广阔的市场前景和良好的发展机遇。

新建采暖居住建筑1996年以前在1980—1981年当地通用设计能耗水平基础上普遍降低30%，为第一阶段；1996年起在达到第一阶段要求的基础上节能30%，为第二阶段；2005年起在达到第二阶段要求的基础上再节能30%，为第三阶段。

对采暖区室内热环境差或者能耗大的既有建筑的节能改造工作，2000年起在重点城市成片开始，2005年起在各城市普遍开始，2010年在重点城市普遍推行。

对集中供暖的民用建筑安装热表及有关调节设备并按表计量收费的工作，1998年通过试点取得成效，开始推广，2000年在重点城市成片推行，2010年基本完成。

新建采暖公共建筑2000年前做到节能50%，为第一阶段，2010年在第一阶段基础上再节能30%，为第二阶段。

夏热冬冷区民用建筑2000年开始执行建筑热环境及节能标准，2005年在重点城镇开始成片进行建筑热环境节能改造，2010年起在各城镇开始成片进行建筑热环境及节能改造。

在村镇中推广太阳能建筑，到2000年累计建成1000万平方米，至2010年累计建成5000万平方米。

村镇建筑通过示范倡导，力争达到或接近所在地区城镇的节能目标。

按上述目标开展工作，则至2000年，可累计节能2700万吨标准煤；至2005年可累计节能7400万吨标准煤；至2010年可累计节能1.7亿吨标准煤。

在建筑面积持续增加的同时，通过建筑节能，使有采暖产生的大气污染得到控制，使采暖期城市大气质量愈益恶化的趋势得到扭转，而且逐步有所改善。

随着建筑节能的技术进步，通过新建和技术改造，到2005年，初步形成建筑保温、密封、

热表、采暖调节等新兴建筑节能产业部门,使建筑业产业结构趋于科学合理,以满足建筑节能事业大发展的需要。

1.2.4 住宅发展及改革现状

中国政府高度重视住宅的建设发展,改革开放以来的20年中中国的住宅建设取得了很大成就。从数量上来看,中国住宅容量是非常巨大的;从建筑质量上来看,也建成了一大批规划好、质量高的住宅小区。而且住宅建筑市场、建筑行业都处于蓬勃发展的状况。

从房地产市场的角度来看,商品房住宅的积压非常严重,其主要原因是住宅价格太贵。尤其以北京等地区的房价特别突出。关于房价的问题,它牵涉到很多经济和政策的问题,比如:以北京为例,普通一套60平方米的住房价格是北京市家庭平均收入的10倍以上,这既有收入偏低,没能形成较大一个有相对较强购买力的中产阶级的原因,也有房地产投资成本太高,各种收费和地价太高的原因。

而中国所进行的住房制度的改革,是要将住房作为一种商品推向市场,因此需要培育一个健康发展的房地产市场,这是关系到所有与住宅建设有关的一切课题的前提。作为政府,应该积极研究市场的发育状况,完善各类相关的规章制度和监督体制;作为金融机构,应当抓住这个发展中的投资机会,调查分析市场的资金需求,推出适当的资金支持手段,诸如住房贷款等;作为房地产开发公司,要分析各类用户的消费心理,根据各种影响其消费心理的因素适当对住宅建筑的开发作出调整,从价格、地段以及户型等各方面来迎合用户的需要。

关于物业管理,这是一个在中国发展得还不是很充分的新事物,现在最迫切需要是建立和健全各类规章制度和监督措施,要对物业管理公司的工作进行明确、细化和量化。同时要解决阻碍物业管理发展的障碍问题。

第2章 中国城镇住宅的建筑热环境现状及能耗结构

2.1 中国建筑热工分区

根据我们国家的气候特点，中国被划分为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)。

除温和地区外，其它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，有三个月左右；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，现在寒冷地区的夏季气候变热，导致同期的住宅室温升高，住宅平均室温主要集中在29—32℃之间。（如图2-1所示）。

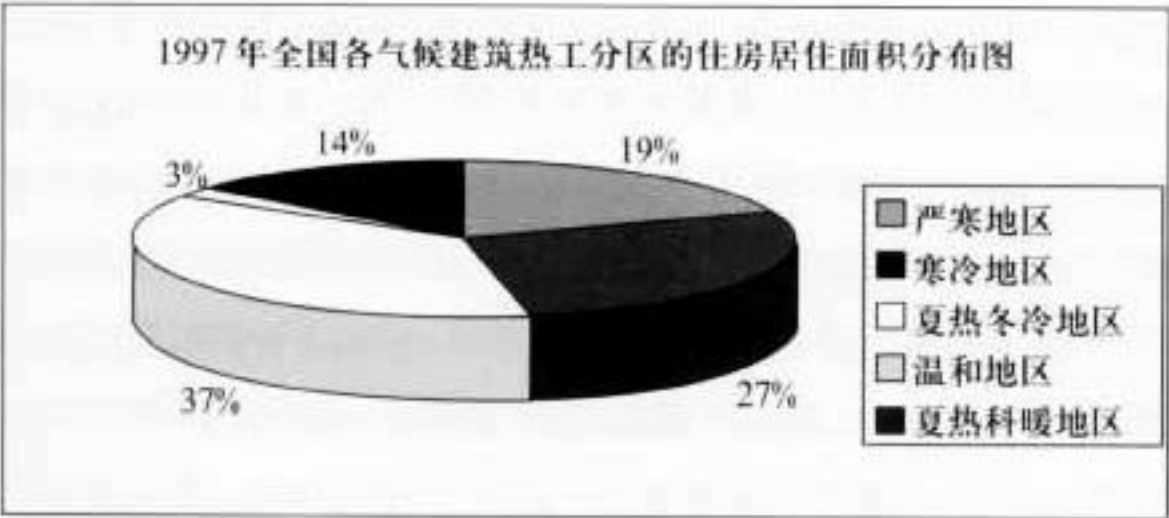


图 2-1 1997 年各气候建筑热工分区的住房居住面积分布

2.2 供暖及空调方式

在严寒和寒冷地区，冬季采暖的主要方式是火炉采暖。据统计，1995 年全国采暖区内有 75% 的住宅使用火炉采暖，但在采暖区的大中城市，分散锅炉房供暖比重最大，据 29 个大中城市统计，分散锅炉房供暖约占全部建筑采暖的 84%。虽然，近几年在一些地区出现了燃气或燃油的单户独立式采暖设备（壁挂式燃气热水器）和系统，但是，以城市热网、区域热网或较大规模的集中锅炉房为热源的集中供热采暖系统，仍将成为城市住宅采暖方式的主体。国家为此制定了 2000 年城市集中供热发展计划，要求城市集中供热普及率将达到 25%—30%，重点

城市将达到45%－50%。96年中国城市集中供热面积为73433.3万平方米,97年增长为80754.9万平方米,98年则增加到86540.0万平方米。

在夏热冬冷地区,无集中采暖设施。冬季防寒,长江中下游城镇除用蜂窝煤炉外,电暖器或煤气红外辐射炉的使用也越来越广泛,而在上海、重庆等大城市,热泵型冷暖两用空调器正逐渐成为主要的家庭取暖设施。

近几年,家用空调的普及率从1995年8台/百户,增加到1998年的20台/百户,96、97年的年增长率超过50%,98年的为22%左右。从地区分布来看,夏热冬冷地区的家用空调数量占了全国的一半以上,温和地区的可忽略不计,严寒和寒冷地区及夏热冬暖地区各占25%左右。据业内人士称,中国城市中家用空调器的普及率1996年北京为35%,上海为49.8%,广州为54.9%,而且家用空调器的年增长量不低于20%。另外据文献统计,1997—1998年中国住宅中家用空调器的普及率为表2-1所示:

表2-1 各地居民家庭空调拥有量

1997		1998	
地区	每百户拥有空调台数	地区	每百户拥有空调台数
全国	16.29	全国	20.01
北京	27.2	北京	34.00
天津	25.2	天津	44.80
河北	13.66	河北	16.75
山西	2.35	山西	3.14
内蒙古	0.3	内蒙古	0.21
辽宁	0.57	辽宁	1.28
吉林		吉林	0.00
黑龙江	0.13	黑龙江	0.40
上海	62.2	上海	68.20
江苏	22.89	江苏	25.82
浙江	35.22	浙江	44.07
安徽	14.95	安徽	16.86
福建	20.24	福建	24.25
江西	12.37	江西	13.47
山东	11.35	山东	15.21
河南	18.86	河南	22.94
湖北	20.68	湖北	25.96
湖南	18.13	湖南	20.66
广东	63.68	广东	71.05

广西	10.21	广西	12.32
海南	6.6	海南	9.00
重庆	59.33	重庆	68.33
四川	5.12	四川	10.03
贵州	0.87	贵州	1.06
云南	0.07	云南	0.06
西藏		西藏	
陕西	14.81	陕西	18.52
甘肃		甘肃	0.00
青海	0.22	青海	0.00
宁夏	0.17	宁夏	0.21
新疆	2.41	新疆	2.55

2.3 住宅热环境现状

与气候条件相近的发达国家相比，中国建筑采暖耗能量，外墙大体上为他们的4-5倍，屋顶为2.5-5.5倍，外窗为1.5-2.2倍，门窗透气性为3-6倍。总的情况看中国单位建筑面积的采暖能耗为同等条件发达国家的3-4倍左右。

由于中国建筑围护结构保暖性能以及门窗等的气密性较差，与气候条件相近的发达国家相比，中国建筑采暖耗能量远远高于它们。也就是说，仅仅依靠围护结构性能的改善，中国住宅建筑的采暖能耗就可以降低很大一部分。国家很多政府机构所倡导或者制定的节能规划也是基于这个问题来考虑的。

另外，由于家用空调器的大量应用，空调器排出的废热升高了环境温度，污染了建筑周围的热环境。同时也恶化了分体空调器和窗式空调器的工作环境，导致系统COP的下降，空调能耗增加。有测试表明，空调器排放的废热形成烟囱效应，室外机工作环境温度逐层上升，空调器的COP由1层的2.94下降到34层的2.45。这样一方面导致高层住户空调器能耗的增加和电费的提高；另一方面导致空调制冷能力下降，室内温度很难达到舒适性要求。

在采暖空调能耗中，采暖能耗占的比例很大，为90%以上，但由于家用空调的普及，采暖能耗所占的比例呈下降的趋势，相反，空调能耗所占的比例却不断上升。

中国建筑能耗占全社会总能耗的25%，在日本占30%（建筑业生产用能和施工用能约占总能耗的10%，日常生活用能约占总能耗的20%），美国35%。民用建筑中住宅能耗占60%。采暖空调耗能最大占65%，热水15%，电视照明14%，厨房饮食6%。（如图2-2所示）。

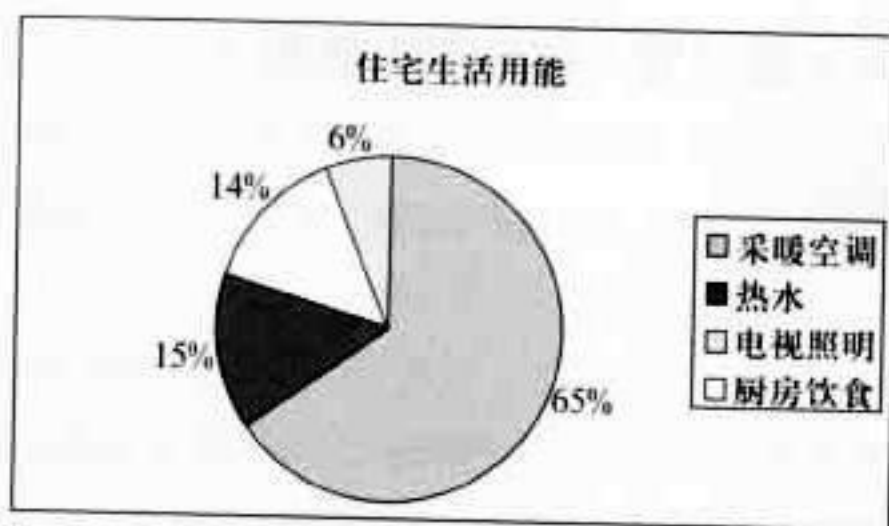


图 2-2 住宅生活用能图

2.4 住宅节能工作的开展

中国的建筑节能始于80年代初，主要偏重于北方地区采暖住宅节能。从时间上分大体有以下四个时期：第一时期，1980年—1987年技术研究与技术标准研究制定阶段。第二时期，88年—94年开展建筑节能工程试点试验和扩大示范阶段。第三时期，94年—96年有组织地制定建筑节能政策并组织实施建筑节能工作阶段。第四时期，97年以后全面实施节能50%第二步目标的实施工作阶段。

从上面可以看出，中国的建筑节能已经做了很多工作，但是效果如何现在还很难进行总量的评估。而且节能法规和强制性命令的执行情况往往不是很如人意。以粘土砖的替代为例，在很多地方建材市场占主流的还是粘土砖，而不是新型节能砖。

在示范小区方面，全国各地建成了不少节能小区，但是节能的效果如何，到目前为止还没有很好的测试数据及报告反映这个情况。

在政策法规上，中国北方是节能住宅开展最早的地区，各地都有相应的建筑节能管理部门和建筑节能政策法规。最近几年，中国南方的上海、江苏、安徽、湖北等省市的政府部门也越来越重视建筑节能，都已制定或正在积极制定各地区的建筑节能标准实施细则。为了鼓励推广节能建筑工作，国家和各省、市制定了许多优惠政策，如固定资产投资调节税执行零税率等。

第3章 住宅节能技术

3.1 不同地区建筑节能研究

3.1.1 冬冷夏热地区

●平面设计中的节能技术

建筑平面是表示在水平方向建筑物各部分的组合关系,它的平面布置基本上能够反映建筑功能和空间组合的主要内容。从节能角度上考虑,平面组合也起一定的作用。1) 增加房屋进深、减少体型系数;2) 单元入口设置挡风门斗;3) 正确选择房屋最佳方位,充分利用太阳能。

●剖面设计中的节能技术

建筑物的自身体形对建筑节能影响较大,从热工上讲,围护结构的传热量与其传热面积是成正比的,减少传热面积可以有效地减少传热量,外墙的传热面积取决于房屋的层高和周边长度,因此,在满足房屋使用净空高度的要求下,不应随意增加层高而应降低层高。屋顶的保温隔热很重要,要丰富建筑造型,顶层尽量采用坡屋顶,这样既增加了顶层辅助空间又有利于保温隔热。

●外墙设计中的节能技术

为使室内保持适宜的较稳定的温度,要求围护结构具有适当的热稳定性,以减少室温的波动。实验证明,围护结构的蓄热能力愈大,室温波动愈小;从隔热上讲,主要是要降低内表面的温度。为此,可以通过建筑设计,将环境绿化、自然通风、遮阳和围护结构的隔热能力加以综合考虑。1) 满足外墙要求的最小传热阻值;2) 尽可能地减少外墙的厚度、以利于提高建筑的使用面积;3) 选用的墙体材料要有利于节土、节能、利废、价格低、重量轻、力学性能好、传热系数小。

在建筑物外墙表面增加保温隔热材料也是提高围护结构热阻,降低热耗的有效方法。北京恩济庄园对建筑物外墙采用了TLD保温技术,技术净投资3.5万元,供暖年节约原煤76.3吨,折合资金1.83万元。年减排二氧化碳142吨,同时改善了用户的居住条件,减少了夏季空调耗电。

●屋面设计中的节能技术

屋面在住宅的围护结构中占有一定的比重,改善屋面的热工性能,对改善住宅顶层冬冷夏热的状况,提高顶层住户的舒适度,减少屋面的能耗,具有相当重要的意义。1) 满足屋面要

求的最小传热阻值；2) 确保保温层内不产生冷凝水；3) 注意围护结构的热惰性值不宜太小，要保证室内的热稳定性；4) 保温隔热层宜靠近外表面，避免屋顶夏季储存过多的热量，夜间传至室内；5) 尽量选用节土、节能、利废、价格低、重量轻、力学性能好、传热系数小的屋面材料。

●门窗设计中的节能技术

住宅中的门窗是耗能的部位，热损失达40%，其中传热损失约占25%，通过缝隙的冷热风渗透约占15%。如门窗的缝隙较大、气密性差，如无任何密封措施，冬、夏季大量的冷、热风进入室内，给室内温度带来巨大的影响。所以，首先要采取减少传热损失的措施。1) 严格控制窗墙比、减少窗面积；2) 采用门窗密封条，提高门窗的气密性；3) 门窗采用保温薄膜，提高窗的热阻；4) 使用单框双玻窗；5) 选用保温效果好的塑钢门窗；6) 采用保温窗帘或保温窗板；7) 加大南窗面积；8) 降低阳台门和进户门的传热系数。

3.1.2 长江流域

过去，长江流域及其以南，普通住宅冬无供暖夏无空调，尽管室内热环境十分恶劣，由于受社会经济发展水平限制，只好忍和熬。普通住宅暖通空调能耗也不受关注。因此，除旅游宾馆外，中国建筑节能很少考虑长江流域及其以南地区。进入90年代后，情况开始发生根本性变化。随着经济的发展，生活水平的提高，采暖和空调以不可阻挡之势进入长江流域的寻常百姓家，迅速在中等收入以上家庭中普及。由此造成了巨大的供电压力，引起了一系列社会经济问题，长江流域的建筑节能开始引起重视。建筑节能“九五”计划和2010年规划第一次在基本目标中提出长江流域民用建筑2000年开始执行建筑热环境及节能标准，在节约能源条件下逐步改善建筑热环境。

长江流域建筑的约束条件，与北方完全不同，不能模仿北方，需要开展专门的系统研究，完成改善热环境和节能这两个相互制约的任务。

●关于长江流域住宅热环境质量标准的建议

长江流域这样的高湿地区，冬季室内不会呈现相对湿度过低，而夏季室内相对湿度高则是一个普遍问题。从节能角度看室内相对湿度可控制在70%以下。调查表明，相对湿度为70%时，室内气温超过30℃，影响睡眠；低于10℃不能静坐，卫生学研究也表明气温高于30℃，低于10℃时，人体局部血流图出现异常，特别是低于10℃时，不但严重影响手的功能，而且有导致冷损伤的危险。因此从住宅的居住性和人体健康考虑要求室内气温夏季不超过30℃，冬

季不低于 10°C 。这可作为长江流域住宅热环境质量的低级标准。要达到热舒适性,室内气温需要夏季不超过 28°C ,冬季不低于 18°C ,这可作为高级标准。根据在长江流域的调查实测,高级标准的不满意率不超过5%,按ISO7730计算,高级标准对应的PMV(热舒适性指标)值,冬季为 -0.40 ;夏季为 0.76 ;不满意率(PPD)分别为7%和18%。

●夏季通风措施的效果及其风量估算

长江流域没有空调的住宅,虽然夏季电扇已经普及,但电扇不起通风作用。自然通风仍然是基本的通风方式。《民用建筑热工设计规范(GB50176-93)》也将自然通风作为夏季防热的综合措施之一。在夏季连晴高温天气过程中,自然通风不但不能改善,反而恶劣室内热环境。但在日平均气温低于 27.5°C 的阴雨、阴晴相间、晴雨相间等天过程中,自然通风仍是值得推荐的、改善居室热环境和空气质量的好方法。在设计住宅自然通风时,应注意分析这些天气过程中的室外风向,特别是夜间、清晨的风向。

适合长江流域气候特点的夏季通风方式是间歇机械通风。间歇机械通风的作用是:白天特别是午后室外气温高时,限制通风,避免热风侵入,抑制室内气温上升,减少室内蓄热;夜间和清晨,室外气温低于室内时,用通风扇强化通风,消除室内蓄热,降低室温。进一步计算分析表明,间歇机械通风可使住宅夏季热环境达到低级标准,并在日平均温度不超过 27.5°C 时,达到高级标准。配合使用间歇机械通风与空调器,比只用空调器可减少40%左右的空调运行天数和30%~40%的空调能耗。

●建筑热工配套措施

1) 外窗的遮阳隔热和保温

调查实测表明,单层窗热工性能太差是当前长江流域无空调采暖住宅内热环境恶劣的主要原因之一,也是空调采暖能耗高的一个主要原因。

由于要考虑春秋冬三季的室内日照、采光、视觉感受及建筑外观,固定外遮阳很难达到满意的遮阳效果,特别是偏东或偏西的窗户。活动外遮阳使用不便。热反射织物作成的内遮阳效果较普通织物有所改善,但通过窗户的温差传热未能削弱。比较适合的是玻一膜隔热保温窗。玻璃为普通3mm平板玻璃,夏用热反射膜,冬用普通塑料膜。玻璃和膜之间的密封空气层厚度为30mm。现用的单层窗只需约 $20\sim 50$ 元/ m^2 的费用即可改造成这种隔热保温窗。现场实验表明,较之单层窗,夏季通过这种窗进入室内的太阳辐射减少75%,冬、夏两季温差传热减少50%。240砖墙(240mm)住宅,采用这种窗户与间歇机械通风配合,夏季可达到热环境质量低级标准。在实验结果基础上,对于实现热环境质量高级标准的住宅进行了计算机分析。分析结果表明,重庆不同朝向的一玻一膜隔热保温窗的全年冷热耗量比单层木窗低56.8

%~63.7%。若住宅夏季用普通空调器(季节能效比2.2),冬季用电暖器,则每平方米隔热保温窗全年可节电25.9~37.0 k W h(因朝向而异);若用节能型热泵空调器,则可节电12.5~21.5 k W h。

2) 外墙隔热保温

外墙隔热保温,不宜盲目照搬北方节能作法,大量投入资金。现场实验和计算机模拟分析结果都表明,住宅在间歇机械通风条件下,240砖外墙内表面温度白天只比室内气温高0.1℃左右,夜间高1.6℃左右。将外墙热阻提高一倍,其内表面温度白天无明显变化,夜间仍比室内气温高1.0℃左右。由此可得两点结论,其一,室内热环境恶劣,主要不是因为240砖墙;其二,在240砖墙基础上,提高外墙热工性能,不能显著改善室内热环境。对于使用电暖器和普通空调器,达到高级热环境质量标准的重庆住宅,每平方米240砖墙的夏季耗冷量约为6.0 k W h,冬季耗热量约为29.6 k W h,年冷暖耗电量为33.6 k W h。若使用节能型风冷热泵空调器,每平方米外墙引起的年冷暖耗电量仅为13.2 k W h。在240砖墙外抹35 mm厚的保温砂浆,每平方米外墙年节约冷暖耗电量前者为13.1 k W h,后者只有4.8 k W h,所增加费用的简单回收期前者为2.4年,后者为6.5年;而预制复合大板加铝箔空气层外墙,后者回收期长达15年。可见住宅外墙节能投资的回收期,随冷暖设备性能的提高显著延长,效益严重下降。

3) 屋面隔热保温

屋面隔热保温,宜借助屋面资源的开发利用来免费实现。屋面种植(花园、菜园等)和水产养殖,乃至高科技的屋面生态系统,可给房地产商和住户带来直接利益,并改善住区环境,颇受欢迎。这些屋面资源开发的附加效果是使屋面内表面温度夏季低于240砖墙内表面,冬季高于240砖墙内表面。

上述分析表明,长江流域住宅节能应以提高冷暖设备性能为主,改善围护结构热工性能为辅。

●节能远景与建筑气候资源化技术

长江流域建筑节能的远景是气候资源化技术在建筑节能领域的开发和利用,可称为建筑气候资源化。长江流域夏热冬冷的气候,即是当前居室内热环境恶劣的基本原因,也可能成为改善居室内热环境,节约冷暖能耗的资源。这里的关键是在时间上调配冷、热气候资源,可分为气候资源的短期、中期、长期调配三类。短期调配是气候资源在一天内的调配,例如,将夜间低温的冷资源调配到白天高温时用于居室降温。前面提到的间歇通风,就是利用建筑本体蓄能的短期冷热气候资源调配技术。中期调配是气候资源在几天之间的调配,例如利用建筑本体,

相变材料、岩体、水体等的蓄能作用,将低温降雨天气过程的冷资源调配到高温天气中为室内降温。长期调配是冷热气候资源在季节之间的调配,将冬季的冷资源调配到夏季用于降温,夏季的热资源调到冬季用于供暖,主要手段可以是大规模的地下蓄能。冷热气候资源的短期调配已经有实用技术,而中、长期调配还需要大量的研究开发工作。

3.1.3 南方地区

●采用节能型的围护结构

节能型围护结构主要是隔除室外热量传入室内。墙体采用白色的外墙,可以减少室外的热量传入。据测定,用黑色的屋面外表的温度可达 60°C 左右,而白色表面温度低于 50°C ;黑色与白色内表面温度可差 5°C ,也就是说白色墙体内表面温度(东西墙而言)比黑色低 5°C 。屋面节能方法比较多。在南方多用双层屋面或者种植草皮等。这二种屋面是行之有效的方法。窗户采用双层窗。

●采用节能的住宅体型

室内热负荷,除室内人体、设备发生的热量外,大多是由室外传入室内。为了尽量减少室外热量的传入,除用上述采用节能型围护结构外,应尽量减少外墙的表面积。因为外墙面积越大,传入室内热量就有可能越大。

●空调住宅的节能问题

在南方炎热地区,要满足人们热环境质量要求,单纯用上述二种办法是办不到的。最重要的措施还是用人工制冷的办法,即空调办法来解决。使用家用空调器能量消耗特别大,因此,使用空调器时,要采用适当的办法,才能达到节能目的。1) 采用小型的中央空调系统;2) 适当选择室内参数;3) 利用夜间冷源。

3.1.4 寒区

●不同建筑结构的能耗

1) 建筑层数

实际测试发现,对于同一幢建筑而言,不同楼层上的能耗是不一样的。表3-1给出了大兴安岭典型住宅建筑的不同楼层(包括楼梯间及户内有无散热器,外加取暖装置的所有空间面积)平均建筑耗热指标。

表 3-1 不同楼层的建筑耗热量平均指标W / m²

位置	时间	层数					
		1	2	3	4	5	6
1号楼 2 门	1997.12.2	62.0	58.7	56.2	56.1	48.2	74.0
2号楼 3 门	1997.12.5	63.8	61.2	54.5	50.8	48.1	68.5
3号楼 1 门	1998.1.20	77.1	69.2	64.1	60.2	56.5	83.8
3号楼 3 门	1998.3.2	58.4	55.3	50.2	48.6	45.3	62.0

表 3-1 说明，同一楼层在整个冬季的不同时间内耗热不同，是一个动态变化过程，随天气而变，不同楼层同一时间内耗热不同，以一层及六层耗热量最大，这是由于地面吸热及屋面散热所致，从节能角度讲，高寒地区的地面处理及层面处理是节能的关键所在。

2) 建筑朝向

实际测试发现，对于同一楼层而言，房间的不同朝向能耗不同，良好的朝向和适当的间距可以使房间得到充分的日照，入射到玻璃上的太阳辐射热直接供给室内一部分热量。入射到墙面和房顶的太阳辐射具有提高围护结构的温度作用，同样可以减少居室内的热量损失，朝南的房间最有利于节能。测试结果说明，朝向对建筑能耗影响极大，南室北室相差几乎近 1 倍，这样设计中就应该首先考虑如何提高北室的保温性能及减少北室的热量散失。测试表明，南北室的温差可达 8.5~10.2℃，根据本地区的天气自然情况，设计出符合 J G J 2 6—9 5 要求的住宅应在楼层保温构造及北面墙体的散热上下功夫。

●墙体设计考虑

1) 岩棉复合墙体

现行节能保温墙体多采用复合式墙体，其中保温隔热材料多为岩棉与苯板，哈尔滨嵩山小区建筑的节能墙体则是采用岩棉复合墙体，采用 80mm 的岩棉外贴或内贴于 360mm 的砖墙上，可以收到 980mm 厚砖墙的保温效果，送热后其室内的降温时间显著慢于纯砖墙房间，但岩棉的包贴形式研究发现，外包比内包综合技术及经济效益要优越，因为密实材料本身（240mm 厚砖墙）能增加防止岩棉和红砖层间结露的蒸气渗透程度。而岩棉保温层内包，由于内墙（120mm 厚砖墙）薄，冬季室内蒸气渗透在岩棉表面及夹心墙体的接界面上，在复合墙体内部产生结露，增加湿积累，从而降低保温效果，同时破坏了复合墙体的整体结构而使保温性能变差，降低节能效率。

2) 其它复合墙体

3) 北面房及屋顶处理

设计时可适当加厚此面墙的厚度或直接增加岩棉或苯板的厚度，力争北面墙达到 1200mm

砖墙的综合散热效果。对屋面处理可在混凝土楼板上增加保温材料,如苯板、珍珠岩保温砌块、岩棉板并加厚屋顶面的保温层及防水层构造,也可以考虑设计刚性层面,尽量做到夏天施工刚性屋面,以保护保温隔热层。

4) 地基基础保温处理

为了减少一层室内热损耗,可借鉴日本国北海道处理地基保温的经验,根据冻土层的深度,沿墙下端防潮层处理入苯板,减少冻土层厚度,降低热损耗。

●结论

1) 寒冷地区节能建筑设计应考虑楼层及朝向的影响,不同楼层的耗热量不同,以一层及顶层耗热量为最大。

2) 节能墙体可采用高效保温材料的复合墙体,以岩棉、苯板为优选材料,其构造形式以外包为好。

3) 北向房间的耗能为南向的2倍,可以考虑加厚北向房间外墙的保温材料厚度,使其达到相当于1200mm砖墙的耗热程度。

4) 地基处理可考虑埋入苯板法进行断热,减小冻土层的冻深。

哈尔滨市先锋路459号平安小区2号节能住宅楼:采用岩棉复合墙体及屋面。

齐齐哈尔市玉坤七号楼:齐齐哈尔市位于中国东北部,一年冬季长达六个月之久,在这样寒冷地区冬季采暖能耗占总能耗的30%以上,其主要原因是建筑物保温不好,目前设计的墙体大部分是两砖厚实心砖墙的低标准设计,远远达不到节能规范要求,年年由于采暖浪费了大量能源,并造成了空气严重污染。为了降低建筑物采暖能耗,推广节能住宅楼,在1991年玉坤七号楼设计中按节能标准设计,即采用复合墙体,倒置保温屋面设计方案,木窗为三层玻璃,其外墙为红砖与加气块复合结构,屋面为聚苯乙烯倒置防水屋面,该工程于1992年11月竣工,经过四年多使用效果良好。

3.2 建筑材料节能

3.2.1 墙体材料

墙体材料工业是建材工业的耗能大户,到1997年时,其能耗约占建材工业总能耗的53%,占全国能源消费量的8.5%。

传统的墙体材料,指的是小块实心粘土砖。据不完全统计,目前中国实心粘土砖仍占墙体

材料总量的87%左右,虽比1979年降低了10%,但占有比例仍非常高。新型墙体材料是指各种板材(含复合板材)、各种砌块、粘土空心砖和各种非粘土砖。目前主要品种有粘土空心砖、非粘土砖、建筑砌块、加气混凝土、轻质板、复合墙板等。

对各种新型墙体材料的应用作的技术研究,包括混凝土空心砌块、加气混凝土、空心砖、模数多孔砖、轻质隔墙砌块等。

在1997年的墙体材料革新“九五”计划和2010年发展规划中指出:各地因资源情况、经济基础和建筑要求各不相同,要在统一规划的前提下,密切结合当地的实际情况,具体组织实施:

北京、上海、天津三个直辖市,新型墙体材料比例要高于全国平均水平,到2000年,要分别达到30%、60%和28%。

辽宁、吉林、黑龙江三省处于寒冷地区,要大力推广节能建筑,2000年,新型墙体材料比例要分别达到25%、20%、25%。

河北、山西、内蒙古气候寒冷,建筑节能任务艰巨,要积极推广节能建筑,要认真抓好粉煤灰和煤矸石综合利用工作,到2000年,新型墙体材料要分别达到20%、18%、18%。

江苏、浙江、福建、山东、广东、海南,是中国沿海开放地区,这里经济发达、人口稠密,土地资源和能源相对短缺,要把节约耕地和改善居住舒适程度放在优先位置,各省新型墙体材料比例到2000年要分别达到25%、28%、29%、18%、25%、25%。

湖南、湖北、河南、安徽、江西属内陆地区,是中国粮食主产区之一,人多地少的矛盾十分突出,发展新型墙体材料要注意保护耕地,2000年,新型墙体材料的比例要分别达到27%、22%、15%、20%、18%。

四川、云南、贵州、广西等省区,页岩、砂石资源较丰富,但多属丘陵和山区,土地资源宝贵,要把发展新型墙体材料和保护耕地紧密联系起来,到2000年,新型墙体材料比例要分别达到60%、18%、15%、20%。

陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆等省区多处于高原寒冷地区,建筑节能任务艰巨,这里粘土资源相对丰富,电力工业发达,发展新型墙体材料产品时,既要充分利用当地资源,又要符合建筑节能的要求,要注意综合利用工业废渣和保护生态环境。到2000年,上述五省区新型墙体材料比例要分别达到18%、16%、10%、20%、18%。

(99年10月13日《建筑报》)国家为鼓励发展节能、节地、利废的新型墙体材料,替代量大面广的实心粘土砖,于近日推出了一系列新政策,这些政策概括起来有以下内容:

1、发展新型墙体材料的基建、扩建、技改项目,实行固定资产投资方向调节税税率为0

%的政策；

2、发展新型墙体材料的项目，可列入国家开发银行的基本建设政策性投资项目，可享受政策性贷款；

3、发展新型墙体材料项目，引进国外先进设备，免征进口设备关税和进口产品增值税。

4、凡企业利用本企业外的大宗煤矸石、炉渣、粉煤灰作主要原料，生产建材产品的所得，自生产经营之日起，免征所得税5年；

5、对企业生产的原料中掺有不少于30%的煤矸石、粉煤灰、炉渣及其它废渣的建材产品，免征产品增值税；

6、排渣单位不准以任何名义对生产新型墙体材料的废渣收费或变相收费，对利用废渣生产新型墙材的企业，排渣单位应积极给予支持，有条件的还可以给予补贴；

7、对生产新型墙体材料企业，可见具体情况减免土地使用税，对生产实心粘土砖企业应征收土地使用税；

8、对应用新型墙体建造的北方节能住宅，实行固定资产投资方向调节税税率为0%的政策；

9、在城市建设中限制使用实心粘土砖作为框架结构的填充材料，禁止强度等级MU10以下的实心砖在5层以上的建筑中使用；

10、将发展节能建筑和新型墙材建筑纳入城市建设总体规划，确保新型墙材建筑每年按一定比例增长；

11、积极推行按使用面积计算房屋售价；

12、对使用实心粘土砖在价外加收一定费用，建立发展新型墙体材料“专项基金”，用于墙材企业的技术改造和建筑应用技术与开发；

13、各地从技术改造资金中划拨一定比例用于墙材企业技术改造；

14、采暖地区要按期达到国家颁布的《民用建筑节能设计标准》，非采暖地区要结合改善建筑物热环境制定应用新型墙材的具体规划，并大力组织实施，以此推动新型墙体材料和保温隔热材料发展，促进节能建筑全面推广；

15、大中城市对节能建筑和新型墙材建筑，可根据当地情况，适当减免城市设施配套费用。

3.2.2 保温材料

生产了新型高效保温绝热材料，如岩棉、玻璃棉、聚苯乙烯塑料、聚胺酯泡沫塑料及聚

乙烯塑料。研究了各类保温隔热材料的热工性能及其保温隔热效果。在节能的前提下,复合墙体将会成为当代墙体的主流。

3.2.3 建筑门窗

窗户的节能从两方面着手,即减少渗透量和加强保温。开发生产了多种类型的保温门窗,提高了门窗的保温性能。广泛采用塑钢窗是建筑节能发展的必然趋势。东北三省、内蒙等地的一些城镇,40%以上的新建住宅使用了塑钢门窗,青岛、大连80%以上的新建住宅使用了塑钢窗。从1993年到1998年,中国合成树脂年生产能力从480万吨增加到876万吨;塑钢门窗型材生产线从670条增加到2000条;门窗组装生产线从1400条增加到3300条,门窗年组装能力从2000万平方米增加到6000万平方米。

3.2.4 建筑屋面

国内常用的几种节能屋面是:高效保温材料保温屋面,架空型保温屋面,浮石沙保温屋面和倒置型保温屋面。

3.3 现有供热与空调的常用形式

目前在欧美经济发达国家,由于住宅以single-house为主,因此他们的主要住宅空调形式为风冷热泵机组加风机盘管、直接蒸发盘管等不同形式的空调末端。在亚洲一些经济发达国家和地区,如日本、新加坡、香港,由于人员密度较大,住宅的密度相应较大,他们的空调形式以家用空调器为主。而供暖国外多采用区域集中供暖、单用户锅炉(燃油或燃气)和电供暖的供暖形式为主,系统形势为易于调节的双管制,采暖费个人负担。

3.3.1 家用空调器

在中国现有住宅中,家用空调器的使用最为广泛。它的特点是价格适中、安装简单方便、使用灵活、住户可根据需要随意开关空调器并可自己掌握空调的使用费用。家用空调器又有以下几种类型:

► 窗式空调器

它的优点在于制冷剂不易泄露,设计有新风装置,可以向室内供应适量的室外新鲜空气,改善室内的空气品质,提高室内环境的舒适感和卫生标准。

► 分体空调器

这种空调器的最大特点是由于将压缩机和冷凝器置于室外,室内噪声较小。其中一拖多的分体空调器的优点是多个房间的空调器共用一台或一组压缩机和冷凝器,减少了空调器室外机的个数。

近几年,家用空调的普及率从1995年8台/百户增加到1998年的20台/百户,96、97年的年增长率超过50%,98年为22%左右。从地区分布来看,夏热冬冷地区的家用空调数量占了全国的一半以上,温和地区可忽略不计,严寒和寒冷地区及夏热冬暖地区各占25%左右。

► 户式中央空调

该空调系统针对家庭或者小范围的需求,有效的结合了大型中央空调系统和家用空调器的优点。与大型中央空调系统相比较,户式中央空调大大减少了设备的总投资和相关的初期投入,使单位面积住房的成本得到了有效的降低,也避免了中央空调无法分户计费而引发的矛盾;与家用空调器相比较,户式中央空调系统具有集中性的优点:如节约能源,美化建筑外观,优化室内气流组织等。

北京万泉新新家园采用了户式中央空调系统,以一四室两厅两卫一厨的户型为例(建筑面积150平方米,空调使用面积120平方米),使用户式中央空调系统总投资3.42万元,比分体式空调多2700元。全年,该系统在夏季和过渡季共运行150天,节电1172.4kWh,每年减排二氧化碳1233.8kg,如电价以0.8元/kWh计,项目投资回收期为2.88年。预计未来三年,全国各地将开发住宅项目一千余个,可以满足80万用户的居住要求。如有20万户采用户式中央空调系统,每年可以节电23348万度,减排二氧化碳24.67万吨/年。

3.3.2 风冷式冷水机组

目前国内已有部分房地产商开始采用小型(10kW以下)风冷式冷水机组作为空调冷源,在室内布置风机盘管来达到制冷的目的。这种系统多用于别墅型建筑与复式住宅,在高层住宅中应用较少。还有部分住户采用进口的VRV风冷机组,它的特点是利用变频技术来适应室内负荷变化时对冷量的不同要求,另一个特点是室外机和室内机的相对位置可以灵活地布置。

VRV 风冷机组主要应用于别墅等高级住宅建筑中。

3.3.3 水冷式全水集中空调系统

一些单位利用工作区与住宅区较近的特点,发展了水冷式全水集中空调系统,少数高档商住楼也采用了这种空调形式。主要常见形式是风机盘管配不同冷(热)源,常见的冷(热)源有:溴化锂吸收式制冷机、风冷机组、螺杆机等。它的主要特点有:

► 全水集中空调的主机均置于机房或屋顶上,房间中仅有水管和风机盘管,因此房间中的噪声较小。

► 全水集中空调的制冷机密封性能较好,制冷剂的泄漏量较小,因此以氟利昂为冷媒的冷机对臭氧层的破坏较小。冷凝热由冷却塔集中排放,冷却塔一般设置于楼顶,这样可以减少对住宅周围的噪声和废热污染。同时,冷凝热的集中排放减少了邻里之间的相互影响。

► 全水集中空调系统应用于大面积的高密度住宅小区,可以省去大量的家用空调器的室外机,美化了住宅小区的环境。

► 目前,CFC(氟利昂)仍旧为主要的制冷媒介,由于氟利昂禁用的日期日益临近,相关替代物的应用已经成为当前空调系统环保节能的重点。通过研究与实验,ZCI系列制冷剂被证明是一种优秀的氟利昂替代产品。

上海市漕河泾新兴技术开发区田林大楼一台110kW热泵机组采用ZCI-3型制冷剂替代原有的R22,投资4.4万元,按照每年运行4个月计算,年节电1.98万度,总价值1.7万元减排二氧化碳20.8吨。

► 空调系统的运行使用需要大量的风机、水泵等输送设备。由于空调系统的负荷变化较大,在风系统和水系统中应用变频调速装置可以有效的节约系统耗电。丽都动力中心采用了9套变频调速装置替代了原来系统中阀门调节的方式。项目总投资66.7万元,年节电61万度,节约资金35.5万元,1.88年即可收回项目投资。

3.3.4 供暖形式

关于供暖,在严寒和寒冷地区,冬季采暖的主要方式是火炉采暖。据统计,1995年全国采暖区内有75%的住宅使用火炉采暖;但在采暖区的大中城市,分散锅炉房供暖比重为最大,据29个大中城市统计,分散锅炉房供暖约占全部建筑采暖的84%。虽然,近几年在一些地区

出现了燃气或燃油的单户独立式采暖设备（壁挂式燃气热水器）和系统，但是，以城市热网、区域热网或较大规模的集中锅炉房为热源的集中供热采暖系统，仍将成为城市住宅采暖方式的主体。国家为此制定了2000年城市集中供热发展计划，要求城市集中供热普及率将达到25%—30%，重点城市将达到45%—50%。96年中国城市集中供热面积为73433.3万平方米，97年增长为80754.9万平方米，98年则增加到86540.0万平方米。

对大型供热管网进行采用计算机信息管理技术进行管理可以有效的对系统运行进行优化，从而节约大量的能源。吉林市供热管网应用热力信息系统进行运行调节后，每年节约原煤1.03万吨，增加效益285.8万元。每年减排二氧化碳1.89万吨。项目总投资500万元，项目回收期为1.75年。

在夏热冬冷地区，无集中采暖设施。冬季防寒，长江中下游城镇除用蜂窝煤炉外，电暖器或煤气红外辐射炉的使用也越来越广泛，而在上海、重庆等大城市，热泵型冷暖两用空调器正逐渐成为主要的家庭取暖设施。

另外还有热水器供暖（电和燃气），被动式太阳能采暖等方式。居室内的采暖设备有暖辐射地板、采暖盘管、风机盘管、暖气片等形式。

第4章 住宅节能的成果介绍

4.1 中国建筑节能取得的成绩

4.1.1 深入开展建筑节能技术研究,取得了一批具有实用价值的科技成果

十多年来,中国政府有关部门一直把建筑节能作为建筑科学技术工作的一个主要方面,从改善建筑物围护结构保温隔热性能、提高居住环境质量入手,在节能建筑体系、新型节能墙体及屋面保温材料、密闭节能保温门窗、供热采暖系统等许多方面安排了数百项科技研究项目,取得了一批具有一定水平和实用价值的建筑节能科技成果。其中获国家科技进步奖的10多项,获建设部科技进步奖的69项,主要包括住宅建筑适用技术与珍珠岩保温砂浆、带饰面聚苯板内保温、热反射保温隔热窗帘、旧房节能改造、保温复合墙体和屋面、混凝土岩棉复合外墙板、供热管网水力平衡技术、已建建筑节能改造、空心砖墙体、加气混凝土墙体房屋、采暖居住建筑节能设计原则与方法、浮石混凝土小型空心砌块墙体等。形成了一大批符合中国国情的建筑节能技术体系。

4.1.2 开展建筑节能相关产品的开发和推广应用,促进建筑节能技术产业化

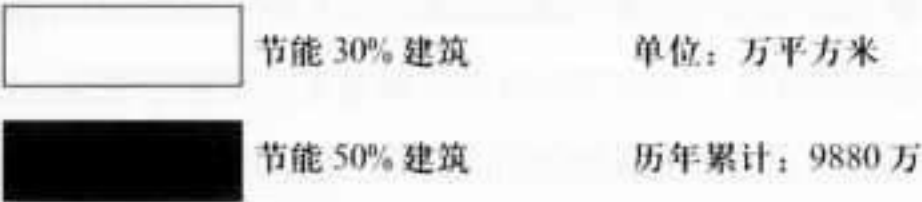
结合中国气候和资源条件,开发了一大批多种类型的符合建筑节能技术要求的新复合墙体、节能门窗、太阳能建筑应用技术、供热系统水力平衡温度调节阀、散热器、采暖计量仪表、建筑与城市照明节能电器,以及控制系统和软件开发等方面都取得了明显成绩。

4.1.3 以试点示范作引导,建成了一大批节能住宅和节能建筑

从1992年起,先后在北京、河北、辽宁、甘肃、宁夏等地开展了8个城市的建筑节能试点工程和试点小区建设,一些地方也开展了不同类型的建筑节能试点,带动了节能建筑的建设。据不完全统计,到1998年全国已累计建成了节能住宅9880万平方米。北京市还建成了两个节能50%的试验小区和中国第一栋供热采暖系统可控制调节计量的节能试验工程。(见表4-1,图4-1)

表 4-1 中国政府开展建筑节能试点工程情况

项目名称实施	进度	备注
沈阳市泽工里新技术节能住宅小区	已完成	
西安市青龙节能住宅小区	已完成	
河北蒙城市梨元庄镇建筑节能试点工程	已完成	
本溪市三合节能住宅小区	已完成	
临夏太阳能住宅试验小区	已完成	
甘肃省甘南合作镇	已完成	
合肥流浪山庄南村住宅节能试点	已完成	
营口市推广农村太阳能建筑试点	已完成	
新建建筑与既有建筑节能试点工程	已完成	中英合作
哈尔滨旧房节能改造试点	已完成	中加合作



历年累计：9880 万

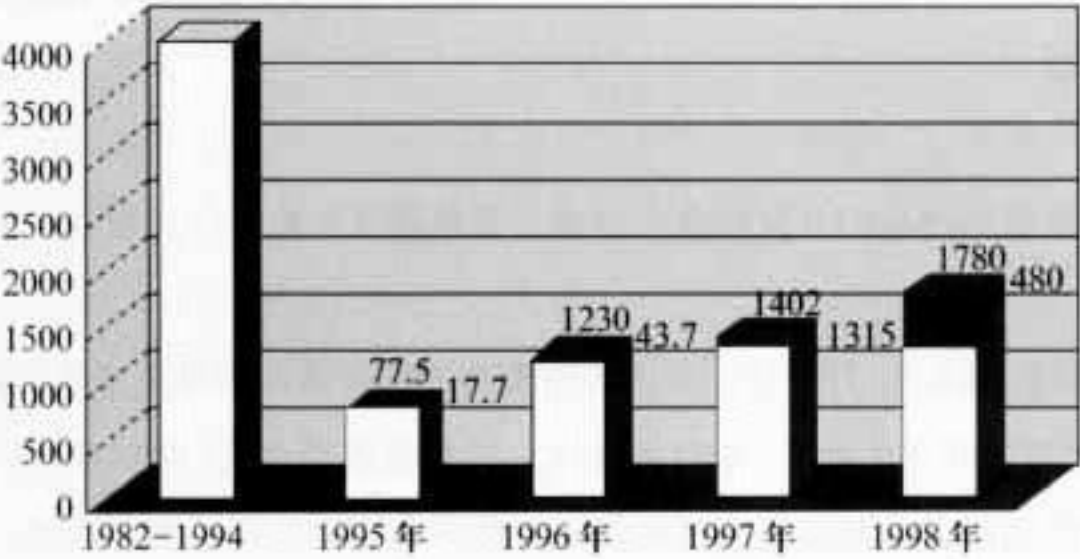


图 4-1 节能住宅面积

4.1.4 节能技术培训政策及国际合作

大范围地开展了建筑节能培训工作采取中央与地方两极培训策略,首先有部建筑节能中心为地方培训师资,再由地方政府在当地组织建筑节能培训,取得显著效果。到目前为止,全国已经举办了两期高级培训班,地方先后有北京、天津、河北、内蒙、湖北、重庆、陕西、宁夏等地 7000 多人参加了建筑节能培训,有效地促进了全国各地建筑节能工作的开展。

1996 年全国建筑节能工作会议之后,建设部会同国家计委、国家经贸委、国家税务总局、

电力部分别联合颁布了一系列的标准、规定和通知,主要进行了以下工作:

重点组织实施了“建筑节能产品开发、产业化与工程示范”国家科技攻关项目和“仿木低发泡结皮钢塑共挤节能窗”、“供热采暖温控及热计量系统”等一批国家重大技术创新项目。编制了建筑节能与新型墙体材料推广应用项目计划。

开展了民用住宅与公共建筑、新建与旧有建筑的节能改造等多种类型的建筑节能示范工程或示范小区试点。

推动了中加、中欧、中法建筑节能的国际合作。三北地区与华东、中南等地有12个省、自治区、直辖市先后编制了当地民用建筑节能设计标准实施细则。

重点推进了夏热冬冷过渡地区的建筑节能工作。据对15个省、自治区、直辖市情况统计,累计建成节能建筑1.01亿平方米,推广新型墙体材料建筑1.126亿多平方米。同时也带动了与建筑节能相关的产业迅速发展。

中国的建筑节能工作已经进入节能50%的第二阶段。这一阶段的主要任务是,在保证使用功能、建筑质量和室内热环境符合小康目标的前提下,努力实现全国城镇建筑夏季室温低于 30°C ,采暖区冬季室温达到 18°C 左右的基本要求,非采暖区室内环境明显改善。

80年代以来,中国政府有关部门相继与瑞典合作开展热带亚热带地区住宅自然降温研究,与英国合作建设示范节能住宅并对原有住宅进行示范改造,与丹麦、德国、芬兰、法国、挪威和美国等国家建筑节能机构建立了联系。现在又与加拿大开展政府间建筑节能合作,作为实施《中国21世纪议程》人类住宅可持续发展第一批优先选用项目,已与1997年8月正式启动。一些建筑节能国际组织与中国合作工作正在逐步开展。

各国的建筑节能措施方面尽管各异,但总的说来都存在着几个共同的特点:

► 建立节能政策

国外工业化先进国家,都建立了一整套节能政策,并从建立完善的能源管理体制,作为推行这些政策的保证。各国都结合着本国的特点,制定了一系列的建筑节能标准和法规。

如美国在70年代就制定了一系列节能法规,如新建筑节能暂行标准、新建筑物节能设计及评价标准、节能规范等标准和措施。法国也先后颁布了住宅建筑节能法规。西德于1976年颁布了建筑物节能法。加拿大早在1972年就颁布了新建筑物节能法。瑞典实行了强制性的节能法规。日本是建立节能体制最为完善的国家,它从政府到地方都建立了一套完备的能源管理机构 and 咨询机构,专门研究节能问题。此外又普遍建立了民间组织节能中心,彼此交流经验。日本这种自上而下的全国性节能建筑研究,已收到了很大的效果。

► 制定建筑节能立法

各国为了保证节能工作的顺利进行,并以法律形式建立了节能立法。同时各国都根据本国的生活水平,制定了判断建筑物节能的标准,借以限制建筑物的耗能量。如采用限定传热系数法,即对建筑物的各个部分的传热系数,均不得超过某一限定值;再如采用度日法,是以“度·日”为依据,根据不同性质建筑,使其外围结构平均传热系数,不得大于某限定值。所谓“度·日”,是指每日室外平均温度与给定的标准温度之差与持续天数的乘积,即为全年的采暖度日数。

► 制定建筑节能措施

鉴于建材工业生产的耗能巨大,因此在这方面的节能问题,已普遍引起人们的注意。在材料生产中,大量应用工业废料,是降低建材生产能耗的有效措施。据国外统计,生产粉煤灰硅酸盐砌块,每立方米仅用煤29.4公斤,再如生产矿渣水泥或粉煤灰水泥的能耗可比普通硅酸盐水泥的耗能节约20~30%左右。

施工工艺方面,混凝土及混凝土制品中,约有75%的能量消耗在工艺生产上,因此各国都普遍提高工艺生产中的能源利用效率。如采用早强、高标号水泥,采用外掺剂,提高养护设备的负荷系数,推广太阳能养护技术等。

改进建筑设计方法,发展节能建筑,是各国建筑师们共同关心的重大课题。对于建筑平面的布置以及朝向应尽量使其符合节能要求,建筑物外表面越大,采暖与制冷负荷也越大。因此都尽可能地取最小的外表面积,争取有较好的朝向。改进窗户设计,以减少热能损失,并要充分利用自然风以减少空调耗能,提高采暖、空调、制冷、照明等设备效率,尽量研究建筑能量的重复利用。

改善建筑物的隔热保温性能。国外一致认为在建筑节能的各项措施中,改善隔热、保温性能,是最主要的措施。它主要是以隔热材料(导热系数 ≤ 0.2)作为建筑外围档物,从而可起到一定的节能效果,因此各国都对隔热材料的生产与研制十分重视。国外资料表明,提高隔热性能所增加的投资,恰好可以由节约的能源费用来补偿。

美国在1981年就制定了有关节能标准,到1985年全国所有住宅的90%和原有住宅的60%,都必需采用保温隔热措施。美国又在1985年的基础上进行了修订,作为1986年以后的新标准。这些有关规定,已成为美国现代节能指导性的标准。其最新标准与1985年标准不同之处,是把建筑按类型分开,一类是商业与高层建筑,另一类则是居住建筑,都各有不同的标准,于1986年10月公开在全国进行讨论,贯彻执行。这些标准的主要措施是,普遍降低室内温湿度的标准,改善围护结构的隔热性能,提高设备效益与发展高效率供热系统。

此外在西欧和北欧等国,对于新建住宅也都是100%的采取保温隔热措施。看来改进围护结构保温性能,已是各国在节能中的最关键措施。

对于建筑节能措施,各国除了对于围护结构的保温性能以及保温措施研究之外,对于空气渗透以及门窗性能的改善,也是当前普遍关注的问题。对于空气渗透量的计算方法,各国的暖通空调专家都作了大量的研究工作。英国在这方面,曾作出了很大的成绩,他们研究了热压与风压对空气渗透的联合效应,并编制了阿拉普(AruP)电算程序,对热压与风压联合作用的空气渗透量能够作出精确的计算。

目前国外的建筑节能方面,除有主动式太阳采暖以外,并多发展“被动式”太阳能采暖。这种采暖方式主要是依靠建筑物自身的空间布置,以及特殊而巧妙的处理,使热流生产自然循环,从而可以对太阳能进行吸收、传递和存贮。在夏季又可以产生反射与阻挡太阳能的作用。

4.2 节能示范建筑

上述的技术成果已被应用到各类示范工程项目中。除了建设部和地方部门组织建设的示范工程外,建筑节能技术的国际合作也在日益扩展,如与英国和加拿大的建筑节能技术合作。以下是一些主要示范项目的技术情况介绍:

► 哈尔滨嵩山小区

国家节能住宅试点小区。小区的节能是通过规划布局、建筑构造、锅炉与热网等途径综合应用来实现的。就建筑节能而言,完成的科研课题有:小区综合节能措施及检测,节能门窗,DM空心砖和KP-1空心砖的应用技术,岩棉复合墙体的内、外保温效果比较,PS苯板的综合评价等等。

► 长春星宇小区

建设部住宅产业现代化试点小区。主要通过围护结构和采暖系统节能来实现节能标准的要求。外墙为190空心砌块外贴60厚苯板,采用塑钢窗,并且在采暖系统设计上实现了按户热计量。

► 哈尔滨煤炭设计院一住宅楼

属于既有建筑节能改造,是中国与加拿大建筑节能合作项目的-一个部分。首先分析现有建筑能耗现状,再对围护结构各部位能耗进行分解并分析其节能潜力,最后确定节能改造方案。对屋面和外墙用苯板外保温,楼梯间采暖。

► 重庆天奇花园

建设部夏热冬冷地区建筑节能示范小区。小区节能设计除考虑墙体隔热、门窗保温和窗户遮阳（热反射窗帘）外，还适当考虑了建筑朝向、建筑体型系数和窗墙比大小等因素。在采用了专门的节能设计和新兴节能材料后，每平方米建筑面积夏季冷负荷总降低率为 32.21%，冬季热负荷降低率为 31.92%，均超过了即将试行的《重庆市建筑热环境与节能实际标准》要求的节能住宅冷热负荷分别减少 30% 的指标。

► 天津市轻工设计院住宅楼

采用了新型的节能建筑体系，墙体、屋面及门窗均为保温建材。

► 北京卧龙小区

北京市节能 50% 并墙体改革试点小区，主要在围护结构构造设计和热力管网保温等方面采取了有效的节能措施。

► 北京周庄小区

北京市节能 50% 并墙体改革试点小区。采用新型的节能建筑体系，加强墙体的外保温，体型系数被控制在 0.29 - 0.37 之间，并总结了一套各种新型住宅体系的外保温技术。

► 马鞍山珍珠园小区

被动太阳能节能住宅试点小区。在围护结构材料上，考虑墙体的保温隔热、门窗的密封性能和窗户的遮阳（热反射保温隔热窗帘）。在建筑设计上，采用坡屋顶，北向设高窗，适当加大南向的窗墙比。通过以上的被动措施改善室内热环境。

► 合肥琥珀山庄

建设部优良小区。在小区规划、建筑体型、建筑平面布局及建筑材料的保温隔热和遮阳等方面综合采用了节能方案。中英建筑节能合作项目：包括两栋有代表性的住宅楼，其中一栋为示范性节能住宅，另一栋为既有住宅的节能改造。建筑节能是通过墙体保温、密封门窗、低发射率涂层中空玻璃的采用和采暖系统的计量控制来实现的。

第5章 住宅节能的可持续发展

5.1 住房建设开发的典型运作过程

5.1.1 项目策划、立项以及企业登记

项目策划也就是房地产开发项目的可行性研究。一般按以下5个步骤进行：1) 接受委托，2) 调查研究，3) 方案选择与优化，4) 财务评价和国民经济评价，5) 编制可行性研究报告。项目评估是由决策部门组织或授权于建设银行、投资银行、咨询公司或有关专家，代表国家对上报的建设项目可行性研究报告进行全面的审核和再评估。

开发立项是房地产开发商投资构想付诸实施的第一步，在以后的每个开发环节，都需要在本阶段取得政府主管部门的批准文件。对于房地产专营和兼营公司独自开发的项目而言，在本阶段的主要任务是：起草并向市计委报送项目建议书，取得批准项目建议书的批复；依据项目建议书批复，编制可行性报告，报市计委审计或批准后，项目即取得年度预备项目资格。

新成立的开发企业，在本阶段除以上任务外，还须办理企业注册登记和税务登记事宜。涉外开发企业，在企业登记之前，必须签定合资或合作合同，章程送报市经贸委审批，领取外商投资企业批准证书，并送到外汇管理部门备案，办理外汇帐户开户手续。

5.1.2 项目规划和土地使用权

根据国家和北京市有关城市规划的规定，在北京市城市规划区内开发建设的项目必须符合城市规划的要求，必须向市规划主管部门办理项目规划的申报手续。在取得“两证一书”（建设用地规划许可证、建设工程规划许可证、审定设计方案通知书）后，方可开工建设。

在已开发使用的城镇国有土地范围内，项目规划申报的基本步骤是：1) 在项目建议书报批或可行性研究报告编制之前，开发商要向规划局申报规划要点；2) 在项目建议书批复后，开发商应向规划局申报项目选址、定点，即向申请单位下发选址规划意见通知书，对项目用地的位置、面积、范围等提供较详细的意见，并须同时下达规划设计条件；3) 规划设计条件，是项目选址后，由建设单位申请，规划部门下达的委托设计机构进行规划方案设计的依据性文件。开发商在完成方案设计后，须向规划部门提出审定申请；4) 通过审定的设计方案，是编制初步设计或施工图的依据，也是取得建设用地规划许可证的必备文件；5) 开发商依据审定

方面,向房地产使用者提供的社会化、专业化管理服务,它是衡量开发商提供的房地产整体品质的重要条件。开发商在向建设主管部门申请进行综合竣工验收之前,必须落实物业管理的机构和措施。物业管理,可以委托给取得北京市房屋土地管理局资质认定证书的专业性物业管理机构,也可以由开发商自己组建管理机构实施。组建物业管理机构,必须先向市房地局申请资质审查,获准即可向工商管理部门申请企业注册登记,领取工商营业执照后,方可从事物业管理活动。

5.2 推动节能住宅发展的利益关系

5.2.1 与节能住宅相关的主体

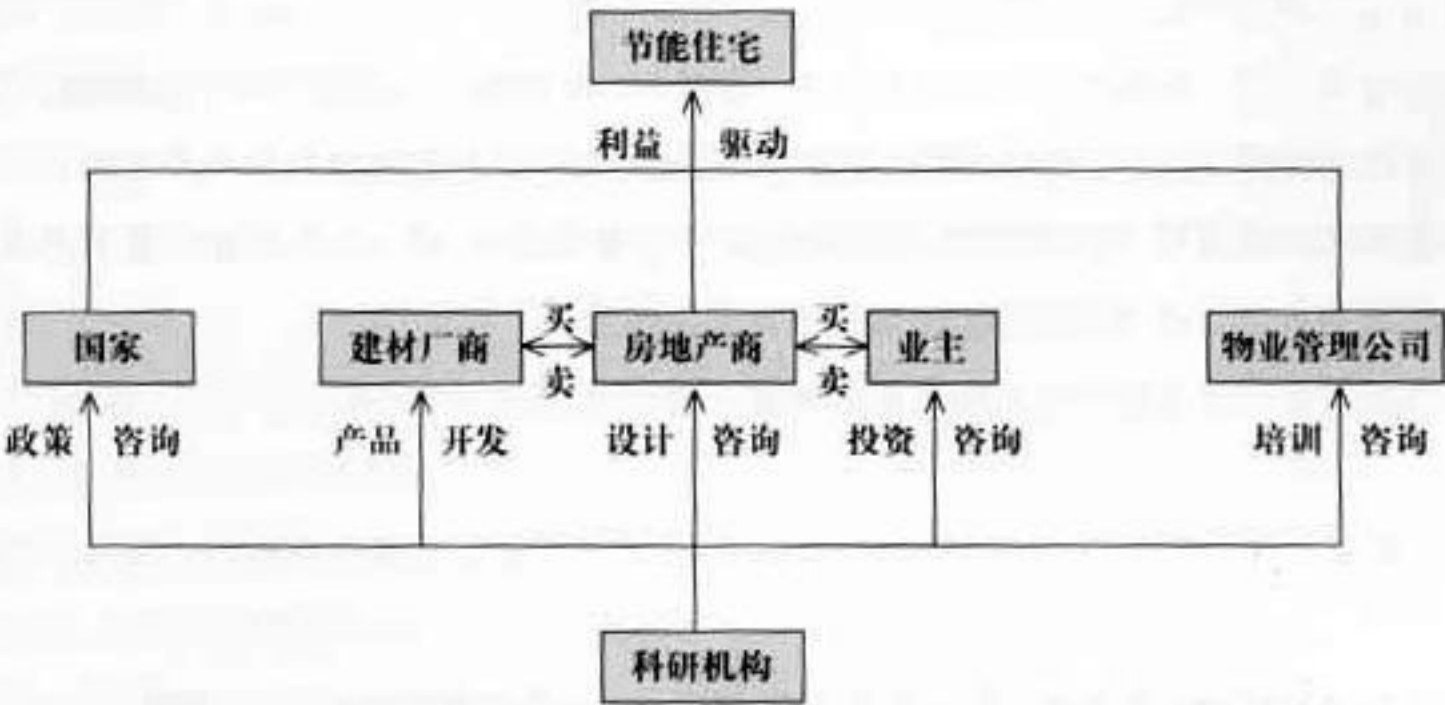


图 5-1 与节能住宅有关的主体关系示意图

5.2.2 利益分析

5.2.2.1 政府

- 可获得的利益：节能，环保，利于国家今后的长期发展。
- 可开展的工作：自上而下地推动建筑节能工作的发展。

5.2.2.2 建材厂商

► 可获得的利益：有市场需求，即有利润。随着节能建筑的推广，市场对新型建材的要求量增大，也会降低成本。这对买卖双方都有利。例如国家规定今后建筑必须采用新型建筑墙体材料，这就为新型墙体材料打开了市场。

► 可开展的工作：应用科研机构研制出的新技术，发展出新的适销对路的节能建材。

5.2.2.3 房地产商

► 影响房地产商开发建筑节能住宅的因素有以下几个方面：

受国家优惠政策的影响和强制政策的限制。如《投资方向调节税》，《民用建筑节能设计标准（采暖居住建筑部分）》（JGJ26-95）等；

是否有成熟的节能技术支持；

是否有利可图。市场的形成必须有买方，有卖方，有利润，三者缺一不可。对房地产商而言，卖方是建材商，上面已说过；买方是业主，下面会提到；利润则来自于两个方面，一方面是建节能住宅时就省钱，即节能建材及节能设计并不增加成本，另一方面是建节能住宅成本虽增加，但卖房容易，资金周转快。这需要进行经济性分析。

► 可开展的工作：支持住宅节能技术的研究开发

5.2.2.4 业主

业主是节能住宅的使用者。然而在现有体制下，由于各方面的政策法规，特别是关于能耗计量收费方面的法规，以及相应的技术，还没有跟上，因此节能住宅的吸引力并不高，业主还只是一个被动的参与者。只有将业主的经济利益与建筑能耗切实的联系起来，才有可能从根本上推动住宅节能的发展。

5.2.2.5 物业管理公司

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，公司只是代收，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。

5.2.2.6 科研机构的角色

1. 为政府提供决策咨询

- 对政府制订的政策、法律、法规等，提供科学理论根据；
- 参与制订各种标准、规范；
- 为国民经济的发展提供相关的建议和意见。

2. 为建材厂商开发产品

- 对建筑材料对建筑节能的作用进行应用基础研究，对新型建材的发展方向提供指导性意见；
- 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；
- 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

- 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；
- 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；
- 与房地产开发商合作，建设示范工程。

4. 为业主提供投资咨询

- 配合政府，开展宣传教育工作；
- 为业主的投资进行咨询。

5. 为物业管理公司提供培训咨询

- 对物业管理公司的工作人员进行教育和培训；
- 为物业管理公司提供技术咨询，提高系统运行管理水平；
- 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。

从上面的分析可以看出，国家、科研机构、房地产商、建材商、业主、物业管理公司等主体在利益方面是紧密相关的，在节能方面需要做的工作也很多。但是鉴于中国的实际情况，不可能将所有的问题一次性解决，有限的资金应当放在最重要最关键的地方去。从前面的分析可知，各方面在中国住宅节能方面已经做了很多工作，特别是建造了一批节能示范小区。但节能住宅建成后的实际状况却没有准确的调查统计，示范推广的作用并不明显，节能效果也不甚理

想。在市场供求中,需求通常是最重要的一环,有需求才会有供给。而在节能住宅这个市场中,业主的需求就是最重要的。怎样使人们产生对节能住宅的需求呢?就要使节能产生的经济利益转化为业主的利益,例如,推广供热计量收费制度,使热费由业主承担,就是实现这一目的的关键第一步。

5.3 可重点开展的工作

5.3.1 围绕住宅热费计量工作为中心,开展住宅供暖节能的研究

从上面的针对不同主体的利益关系的分析可以知道,驱动整个住宅市场的发展的关键因素是利益关系的驱动。对于占中国建筑能耗很大部分的采暖(有数据表明,在北方供暖区,采暖能耗占国民经济总能耗的40~50%以上,占总建筑能耗的80%左右,而对于全国来说,采暖能耗约占国民经济总能耗的25%),是很有研究价值的。但要使得采暖真正做到节能,并且能够良性地运作和自我发展下去,必须要解决一个利益分配的问题。使得使用者的利益与节能效果直接挂钩,让用户自觉地调整供暖的使用量,以达到真正节能的目的,而不会出现由于建筑围护结构的改善所造成供暖时室内温度过高,用户采用开窗来获得舒适性温度的情况。因为这样反而会增加建筑供暖能耗。

在解决了热计量收费的问题后,住宅建筑结构或者其他方面的研究工作才有现实的开展的意义。针对这个问题,住宅方面的工作主要在于建筑围护结构、门、窗等方面的开发研究。但是,这些工作不应当是孤立地仅仅面向冬季供暖来进行研究,它应当是针对不同的地域、不同的使用条件进行全年能耗的综合分析,从而找到适合实际情况的住宅围护结构的节能措施。比如说:对于黑龙江而言,由于其无霜期很短(只有100天左右),而供暖期可长达8~9个月,而且夏季室外气温也不高,这样的使用条件就可以适当考虑对围护结构以及门窗气密性等进行改造以增加其保温性能。相反,对于华北地区来说,单纯的增加保温性能对于过渡季和夏季就不一定就是节能的。所以对于住宅供暖节能的研究应该基于全年能耗的综合分析的基础上来进行。

5.3.2 系统性地开展住宅节能的研究工作

现在关于住宅的节能工作是政府主管部门和相关科研单位以及房地产开发商的热点工作。

但是当前很多人都把节能工作的重点放在了所谓的节能生态住宅示范小区的兴建、以及墙体的改善上了。到目前为止,全国各地兴建了很多生态小区,但是实际运行中的节能效果以及生态效果如何现在还没有相关的有效数据。实际上,任何人都明白盖示范小区不是目的,节能和产生生态效应才是真正的目的。那么,让我们来看看目前所建成的这些示范小区都是按照什么理念来建造的吧。

参考资料:北京北路春小区住宅采取分户燃气采暖系统和复合墙体相结合的综合节能措施,使中国的住宅节能水平又提高了一步。分户燃气采暖系统在普通住宅中大规模使用,北路春小区是全国第一家,它不仅取消了小区集中供热锅炉、供热管道和堆煤场,解决了室外供热管道热损失和大气污染问题,对住户来说,也改变了过去集中供热的被动采暖局面,使住户可根据自己的实际需要和经济支出灵活取暖,将节能和住户的经济利益直接联系起来,变为住户的自觉行为。另外,这个小区在水处理、垃圾处理等方面均采用了成熟的高新技术,使得小区垃圾不出区便可消纳。

目前的工作重点应该是深入细致的研究,而不仅仅是大面积的建造住宅示范小区。另外,由于中国的幅员辽阔,从北到南,从西向东,划分为五个建筑热工分区(严寒地区,寒冷地区,夏热冬冷地区,夏热冬暖地区,温和地区)。对于不同的建筑热工分区,有不同的建筑特点。无论是墙体的改造,还是增加保温层对于不同的地点都有不同的最佳方案。任何一项技术的研究都应该面对这个基本国情,而不能搞“一刀切”,盲目地在全国范围内推广。

5.3.3 对设计单位加强节能监察

根据《中华人民共和国节约能源法》第十二条的规定:“固定资产投资工程项目可行性报告,应当包括合理用能的专题论证”,“固定资产投资工程项目的设计和建设,应当遵守合理用能标准和节能设计规范”。

加强全国各地政府节能主管部门的执法机构,对各种住宅建设机构进行节能监察,可以有效避免工程项目在建设和运行阶段所发生的能源浪费的问题。

上海市节能监察中心成立于1998年10月15日,已经对上海市三百余家用能单位、供能单位和设计建设单位实施了日常节能监察。

截至2001年3月,该中心共检查了146家各类设计院,占全市设计院总数的40%,受检项目投资资金达300亿元人民币,建筑面积5900万平方米。在1442个备查项目中,中心共抽查了449个设计项目的设计文本及设计图纸,共发现667件违反节能设计标准和规范的实施,

向11%的设计院签发了责令改正的通知,取得了设计院100%实施整改的良好效果。

综上所述,住宅节能工作是一个非常复杂的系统工程。很多工作需要全盘策划,统筹安排,由某个政府主管部门牵头,系统地规划各项工作。同时,由于住宅的多样性,现有的住宅节能措施是远远不够的,所以需要从节能现状的调查分析出发,实实在在地开展一些研究工作。