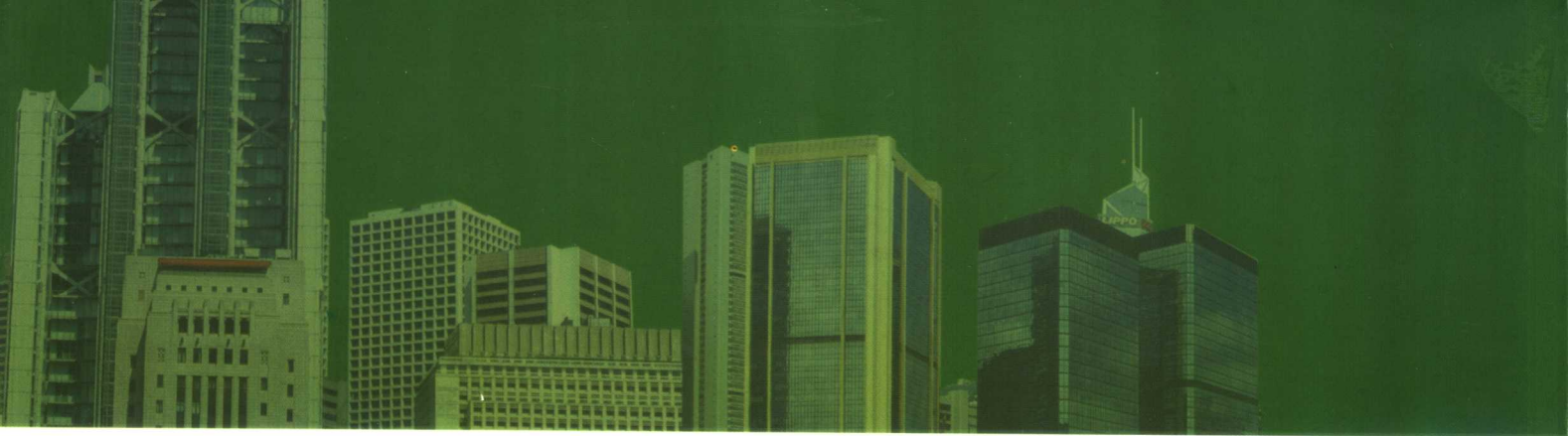
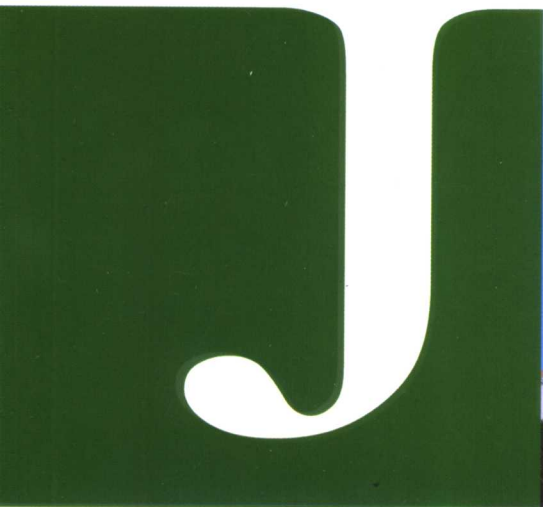




● 李汉章 主编

建筑节能技术指南



jianzhujienengjishuzhinan

中国建筑工业出版社

建筑节能技术指南

李汉章 主 编

童明德 副主编
吴克合

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

建筑节能技术指南/李汉章主编;—北京:
中国建筑工业出版社,2006
ISBN 7-112-08824-0

I. 建… II. 李… III. 建筑-节能-指南
IV. TU111.4-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 133145 号

《建筑节能技术指南》是一本融建筑节能市场、技术、标准、管理以及政策法规于一体的建筑节能的专业工具书。全书由七章和附录组成,其中介绍建筑节能概念的第一章概述,第二章评估;介绍建筑节能物化成果的第三章技术、第四章产品、第五章建筑;介绍建筑节能管理信息的第六章管理和第七章展望;附录中收录了国家建筑节能标准以及湖北省及武汉市的地方标准和案例等文件。该书可为夏热冬冷地区房地产开发商、建筑商,节能建材产品的科研、生产、营销企业,建设、规划、设计、监理单位,以及建筑业管理部门工作人员学习参考使用。

责任编辑:曲汝铎

赵 鸿

责任设计:张政纲

责任校对:汤小平

建筑节能技术指南

李汉章 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

北京云浩印刷有限责任公司印刷

*

开本:889×1194毫米 1/16 印张:19¼ 字数:600千字

2006年12月第一版 2006年12月第一次印刷

印数:1—4000册 定价:48.00元

ISBN 7-112-08824-0
(15488)

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.cabp.com.cn>

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

序

当我们努力融入经济全球一体化与全球城市化，这一当今世界不可逆转的发展潮流的同时，因能源危机、耕地减少、水资源紧缺、环境污染等制约，我们不得不重新审视自己的生产方式和生活方式。

据权威机构预测，至2020年，我国对海外能源的依赖程度将达到55%以上。在不到世界10%的耕地上，承载着世界22%的人口。2003年，我国人均耕地1.43亩，不到世界人均水平的1/2，全国有600多个县市的人均耕地面积，在世界公认的警戒线0.8亩以下。能源、土地紧缺已成为我国经济发展的羁绊，威胁到国家的稳定与安全。党中央、国务院审时度势，把节约资源和保护环境定为我们国家的基本国策。

世纪之交，在能源消耗中，长期被忽视的建筑能耗被提到重要位置，有资料显示：人类从自然界所获得的50%以上的物质原料用来建造各类建筑及其附属设施，这些建筑在建造和使用过程中又消耗了全球能源的50%左右。增加建筑的节能措施，减少空调制冷能耗，既能缓解高峰用电压力，又能有效地发挥电力基础设施的作用。可见建筑节能对缓解能源供应紧张局面举足轻重。

随着城市化进程的加快，住房分配货币化改革的深入，建筑业将会持续发展；而人民生活水平的提高，在引起建筑用能大幅度增加的同时，建筑用能排放的污染物亦随之增加。推广建筑节能，深化墙体改革，是保护耕地，节约能源，改善环境，实施可持续发展战略，建设节约型社会的重要举措。

建筑节能势在必行，任重道远。到2010年，全国所有城市及城镇新建建筑全部实施节能50%标准，北京等4个直辖市率先实施节能65%的地方标准；居住及公共建筑集中采暖按热表计量收费工作将全面推行；开发利用可再生能源，累计建成太阳能建筑8000万 m^2 ，利用其他可再生能源建筑500万 m^2 ；既有建筑节能改造要求大城市完成应改造面积的25%，中等城市15%，小城市10%。“十一五”期间，新建建筑累计节能1.1亿吨标准煤，累计减排 CO_2 5.9亿吨。

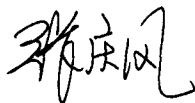
面对这一光荣而艰巨的历史使命，建筑业参建各方主体在思想认识、知识储备、程序环节、技术产品等方面都不同程度地存在着建筑节能知识、信息及其市场运作的盲区，势必影响着建筑节能健康迅速地发展。

武汉市建筑节能与墙体材料改革领导小组办公室作为行业主管部门，有责任采取各种形式普及建筑节能知识，传达建筑节能信息，规范建筑节能服务，引领建筑节能市场的发展方向。该办在多年建筑节能实践经验基础上，吸取国内外先进的建筑节能理念，选择国内适用的建筑节能先进技术，结合建设部《民用建筑节能管理规定》和《武汉市建筑节能与新型墙体材料应用管理条例》，编写了《建筑节能技术指南》（以下简称《指南》）一书。

《指南》是一本融建筑节能市场、技术、产品、标准、管理以及政策法规于一体的建筑节能领域的专业工具书。《指南》专业读者为开发商、建筑商；节能建材、产品的科研、生产、营销企业；建设、规划、设计、监理等单位以及建筑业管理部门工作人员。为涉足建筑节能领域的各方行为主体，提供现阶段规范的建筑节能知识、技术、信息和行为引导是《指南》的宗旨所在。

《指南》集建筑节能宏观宣传与微观指导于一体，为建筑领域各行为主体审视、改善自己的生产、生活方式提供了行为引导。希望《指南》的出版发行，能为促进我国建筑节能健康、有序、快速发展，为建设资源节约、环境友好型的和谐社会发挥应有的作用。

是为序。



建设部科技发展促进中心副主任

2006年11月

编辑说明

2005年以来,建筑节能以空前的声势风靡全国,包括武汉在内的全国各地都果断地、强制性地推行建筑节能工作。不少涉足建筑节能领域的相关主体在思想认识、知识储备、程序环节、技术和市场等方面都准备不足,或茫然、或不很清楚该如何更好地实施建筑节能,《建筑节能技术指南》由此应运而生。现将编辑中有关事宜说明如下:

一、《建筑节能技术指南》由建筑节能概念、建筑节能物化成果和建筑节能管理三大逻辑板块组成,共分七章和附录。全书既有逻辑系统性,各章也具有相对独立性,以方便读者各取所需,提高阅读速度。

二、以建筑节能为核心而派生的诸如绿色建筑等概念,尚无统一权威定义,在参考大量资料前提下,本书对此做了些规范性尝试,意在抛砖引玉,谨求与专业人士商榷,共同推动建筑节能技术的健康发展。

三、第二章“评估”中“绿色建筑评价标准”沿用原编序号,而与本书其他章节编码有别。

四、“技术”和“产品”两章,是本书各章介绍建筑节能信息时,相关主体惟一具有选择性的资料信息,因此,内容较丰富。

五、“管理”一章中,“建筑节能监控体系”是根据武汉市人大和湖北省人大通过的《武汉市建筑节能与新型墙体材料应用管理条例》及相关文件编制的。

六、在对资料进行编辑时,对原稿中某些笔误之处,按我们对前后文的理解做了修改,敬请原资料提供者谅解。

七、本书编辑过程中,参考、引用了有关专家、教授的论文和相关专业出版物的内容,谨在本书出版之际,向这些作者表示感谢。

八、本书中所引用的法律、法规和文件均注明了文件编号,以便查阅具体文件内容。

九、本书编辑过程中,得到武汉市建设委员会等管理部门和有关领导、同仁的关心和支持,恕未一一注明,在此一并表示感谢。

十、由于水平有限,难免有疏漏之处,恳请读者批评指正。

目 录

第一章 概述	1
第一节 建筑节能概念	1
一、建筑能耗	1
二、建筑节能	6
三、建筑节能概念链接	8
第二节 建筑节能特征及实现途径	10
一、建筑节能特征	10
二、建筑节能实现途径	10
第三节 建筑节能意义	16
一、高能耗建筑加剧了能源危机	16
二、打破能源“瓶颈”的釜底抽薪之举	16
三、促进建筑业自身发展	17
四、实现环境良好的重要举措	17
五、建设节约型社会的重要组成部分	18
第四节 国外建筑节能介绍	18
一、美国的能源之星住宅	19
二、英国的节能概念房	20
三、法国的“太阳能行动”	21
四、日本的建筑节能	21
五、德国利用税收政策推动建筑节能	22
六、比利时节能改造享受减税优惠	23
七、瑞典供暖主要靠余热	23
第二章 评估	24
第一节 建筑节能评估体系简介	24
一、建立健全节能与绿色建筑能耗评估体系势在必行	24
二、建筑能耗评估的主要内容及方法	25
三、建筑能耗评估的支撑平台	26
第二节 国外建筑节能评估体系简介	26
一、英国建筑研究组织环境评价法 (BREEAM)	26
二、加拿大绿色建筑挑战 2000 (GBC 2000)	27
三、美国能源及环境设计先导计划 (LEED)	28
四、澳大利亚 NABERS	30
第三节 我国建筑节能评估体系简介	31
一、我国《绿色建筑评价标准》编制概况	31
二、绿色奥运建筑评估体系	39

第三章 技术	46
第一节 建筑围护结构节能技术	46
一、新型墙材节能技术	46
二、门窗节能技术	52
三、屋面节能技术	55
第二节 能源利用技术	59
一、太阳能利用技术	59
二、太阳能与建筑一体化技术	67
三、地热利用技术	68
第三节 环境与环保技术	70
一、立体绿化技术	70
二、垃圾处理技术	73
三、城市污水处理与回用技术	76
第四节 采暖空调节能技术	80
一、家用空调器及节能	80
二、中央空调系统及节能	86
第五节 既有建筑节能改造技术	90
一、既有建筑节能改造实施步骤	90
二、既有建筑能耗计算分析	91
三、既有建筑的实际能耗测试	91
四、既有建筑的节能改造措施	91
五、节能改造的综合效果评价	93
第六节 建筑节能测评技术	93
一、建筑热环境测量	93
二、建筑物围护结构热工性能的现场测量	98
三、建筑外遮阳设施的检测	100
四、建筑玻璃的性能检测	100
第四章 产品	101
第一节 墙材	101
一、砖块墙材	101
二、砌块墙材	110
三、复合墙板	117
四、外墙外保温系统	127
第二节 门窗	129
一、节能窗框	129
二、节能玻璃	131
三、密封材料	135
第三节 化学建材	136
一、建筑防水工程产品	136
二、环保涂料	143
第四节 设备	145
一、采暖主导设备	145

二、空调主导设备·····	149
三、太阳能主导设备·····	150
四、节水主导设备·····	152
第五章 建筑·····	154
第一节 新建建筑节能示范工程·····	154
一、武汉市新建建筑节能概况·····	154
二、武汉新建建筑节能示范工程·····	155
三、国内其他城市新建建筑示范工程·····	163
第二节 既有建筑节能改造·····	169
一、武汉既有建筑概况·····	169
二、武汉首批既有建筑节能改造方案·····	169
三、国内其他城市既有建筑的节能改造实例·····	185
第六章 管理·····	188
第一节 建筑节能管理系统·····	188
一、建筑节能管理机制·····	188
二、建筑节能主管部门·····	189
三、建筑节能管理内容和程序·····	191
四、建筑节能监控体系·····	198
五、建筑节能试点示范管理·····	199
第二节 建材备案管理与检测·····	201
一、建材备案管理·····	201
二、建材检测·····	202
第七章 发展·····	205
第一节 发展目标·····	205
一、国家目标·····	205
二、武汉目标·····	206
三、武汉市发展重点和工作部署·····	207
四、武汉市“十一五”重点发展项目·····	208
五、武汉市“十一五”黏土砖生产企业关、停计划·····	209
六、武汉市“十一五”重大科研项目·····	209
第二节 发展态势·····	210
一、健全与完善建筑节能系统工程体系·····	210
二、加强建筑节能政府主导作用·····	211
三、大力利用可再生能源，促进建筑节能与环境友好协调发展·····	213
四、节能省地型住宅与住宅产业化同步发展·····	214
五、优先实施政府机构节能·····	216
六、以节能省地型住宅和公共建筑为工作平台，建设节约型城镇·····	217
七、建筑节能全程服务公司的诞生·····	218
八、更新住宅建设观念，提高全民节能意识·····	218
九、实施环境友好战略·····	218
十、建筑节能与城市建设其他目标协调发展·····	219

第三节 发展策略.....	219
一、建立健全法规制度.....	219
二、严格执行并不断完善标准规范.....	219
三、研究制定经济激励政策措施.....	219
四、加快科技创新.....	220
五、加强城乡规划的引导和调控.....	221
六、优化城市能源结构.....	221
七、引导培育并规范建筑节能市场.....	222
八、建立产品能效标准和标识.....	222
九、抓好新建建筑节能和既有建筑节能改造试点示范工作.....	222
十、切实抓好宣传培训工作.....	223
十一、加强组织领导.....	223
十二、加强国际合作.....	223
附录一	225
公共建筑节能设计标准	225
公共建筑节能设计标准条文说明	244
居住建筑节能设计标准	265
居住建筑节能设计标准条文说明	272
附录二	289
武汉市建筑节能与新型墙体材料应用管理条例	289
关于印发《武汉市建筑节能和墙体材料改革“十一五”规划》的通知	294

第一章 概述

能源是一种宝贵的自然资源,无论是人类的生存,还是社会的发展都离不开充足的能源供应。当今人类社会消耗的石油、煤和天然气三大主要能源都是不可再生的矿物性资源。长期以来,人类社会无节制地消耗着大量的一次能源。全世界很多能源专家预计,到 21 世纪中叶,全球将出现一次能源资源的短缺。

为了解决可能出现的能源资源短缺的问题,一方面要积极探索革命性的新能源,并加大利用水力能、太阳能、地热能、风能、生物能等可再生能源的力度;另一方面也要大力提倡节约能源。

建筑行业是一个耗能大户,一方面建筑材料的生产过程需要消耗大量的能源;另一方面,为了在建筑物的内部创造一个适合人们生活、生产和开展各类社会活动的环境,建筑物在使用过程中还将不断地消耗能源。

我国幅员辽阔,根据气温分析,960 万 km^2 的国土,绝大部分地区的居住建筑都需要采取一定的技术措施来保证冬夏两季的室内舒适环境。北方严寒地区和寒冷地区主要考虑冬季采暖,南方夏热冬暖地区主要考虑夏季降温,而处长江中下游的夏热冬冷地区,则要兼顾夏季降温和冬季采暖。因此,该地区的建筑节能尤为重要。

本章介绍了建筑节能及其相关概念、特征和实现建筑节能的途径;陈述了建筑节能在建设节约型社会中的重要意义和国外推进建筑节能发展的情况,为读者提供了国内外建筑节能的基本常识。

第一节 建筑节能概念

一、建筑能耗

(一) 建筑能耗概念

所谓能耗,就是能量通过流动产生的消耗。热量不断由高温处向低温处流动,在建筑中,这种热量流动是时时刻刻都在发生,而且是不不断变化的。室外气象条件无时无刻不在发生变化,室内条件(人员活动、设备开关、门窗启闭等)也在不断变化;而建筑物又是千差万别的,其朝向、构造、材料、设备各有不同,也就是说,建筑中的能量流动是动态的,而不是静止的。

建筑物的热能流动是通过传导、对流和辐射等不同方式进行的。例如,建筑外表既会吸收太阳直接辐射以及周围物体的间接辐射,又要向外发出热辐射。建筑外表面通过周围空气流动、吸收或散发热量;通过门窗、洞口和缝隙通风换热等对流、传导散发热量。

建筑能耗是指建筑在建造和使用过程中,热能通过传导、对流和辐射等方式对能源的消耗。按照国际通行的分类,建筑能耗专指民用建筑(包括居住建筑和公共建筑)使用过程中对能源的消耗,主要包括采暖、空调、通风、热水供应、照明、炊事、家用电器和电梯等方面的能耗;其中,以采暖和空调能耗为主,各部分能耗大体比例为:采暖、空调占 65%,热水供应占 15%,电气设备占 14%,炊事占 6%。

建筑使用过程中所消耗的能量,即通常所说的建筑能耗,在社会总能耗中占有很大的比例,而且,社会经济越发达,生活水平越高,这个比例越大。西方发达国家,建筑能耗占社会总能耗的 30%~45%。2000 年,美国一次能源消耗量达到 36.55 亿 t 标准煤,其中建筑能耗占 33.7%,工业能耗占 35.9%,交通能耗占 24.8%。法国建筑能耗占社会总能耗的 45%。我国尽管社会经济发展水平和生活水平都还不高,但建筑能耗已占社会总能耗的 20%~25%,正逐步上升到 30%。在武汉等一些大城市,夏季空调已成为电力高峰负荷的主要组成部分。据测算,武汉市每户 100 m^2 的普通住房,年耗电量约 2000W,其中约 900W 是夏季空调能耗,约占家



庭年耗电量的 45%。1998 年,上海住宅空调安装率超过 70%,空调用电负荷高达 $300 \times 10^4 \text{ kW}$ 以上,占高峰用电负荷的 1/3,造成 $166.2 \times 10^4 \text{ kW}$ 的供电缺口。在香港,电力的 84%,燃气的 96% 被建筑所消耗。不论发达地区,还是未发达地区,建筑能耗状况都是牵动社会经济发展全局的大问题。

(二) 影响建筑能耗的主要因素

建筑能耗产生的主要原因大体分为两部分:一部分是满足人类不断增长的物质文化生活需求而产生的;另一部分是由于建筑物围护结构向外界进行热交换而造成的,包括气候、建筑规模、家用电器和建筑舒适度要求提高等四个方面。

1. 气候

气候状况是影响建筑用能的一个最基本的环境条件。我国幅员辽阔,横跨寒、温、热几个气候带,气候类型复杂多样。由于受东亚大陆季候风的影响,主要的气候特点是冬寒夏热。冬季受到西伯利亚和蒙古高原低温寒流的频繁侵袭,夏季则受到太阳对亚洲大陆腹地的强烈辐射,而从海洋上吹进的东南风较弱。因此,与世界上同纬度地区的平均温度相比,大体上 1 月份东北地区气温偏低 $14 \sim 18^\circ\text{C}$,黄河中下游地区低 $10 \sim 14^\circ\text{C}$,长江南岸地区偏低 $8 \sim 10^\circ\text{C}$,东南沿海地区偏低 5°C 左右。而 7 月份各地平均温度却大体要高出 $1.3 \sim 2.5^\circ\text{C}$,呈现出很强的大陆性气候特征。与此同时,我国东南地区常年保持高湿度,整个东部地区夏季湿度也很高,相对湿度维持在 70% 以上,亦即夏季闷热,冬天湿冷。此种不良的气候条件,使我国人民世代饱受严寒酷暑的折磨,也使我国的建筑节能工作更为艰巨。

2. 房屋建筑规模

我国房屋建筑规模巨大,21 世纪头几年,每年建成房屋达 16 亿 ~ 20 亿 m^2 ,超过各发达国家年建成建筑面积的总和。1996 ~ 2002 年全国新建房屋面积详见表 1-1;1996 ~ 2004 年武汉市房地产竣工面积详见表 1-2。如此巨大的建筑规模,在世界上是空前的。

1996 ~ 2002 年全国新建房屋面积一览表

表 1-1

年 份	全国房屋竣工面积(亿 m^2)	城镇新建住宅面积(亿 m^2)	农村新建房屋面积(亿 m^2)
1996	16.20	3.95	8.28
1997	16.61	4.06	8.06
1998	17.09	4.76	8.00
1999	18.74	5.59	8.34
2000	18.20	5.49	7.97
2001	18.24	5.75	7.29
2002	19.67	5.98	7.42

来源:《中国统计年鉴》,1997、1998、1999、2000、2001、2002、2003。

在全面建设小康社会战略目标的指引下,我国城市化将加速发展,人民生活水平不断提高,21 世纪头 20 年内,建筑业仍将迅速发展。全国城乡房屋建筑面积 2002 年底共计为 388 亿 m^2 ,其中城市 131.8 亿 m^2 。预计到 2010 年底,全国房屋建筑面积为 519 亿 m^2 ,其中城市 171 亿 m^2 ;估算到 2020 年底,全国房屋建筑面积为 686 亿 m^2 ,其中城市 261 亿 m^2 。

1996 ~ 2004 年武汉市房地产竣工面积一览表(单位:万 m^2)

表 1-2

年 份	竣工面积	住宅(其中)	年 份	竣工面积	住宅(其中)
1996	315.59	265.87	2001	614.04	499.62
1997	349.81	277.85	2002	633.17	522.73
1998	464.48	334.53	2003	682.62	600.24
1999	408.70	336.94	2004	702.29	608.91
2000	496.64	425.70	合 计	4667.34	3872.39

来源:《武汉房地产年鉴》1997、1998、1999、2000、2001、2002、2003、2004、2005。

然而,在重视建造房屋积累财富的同时,还应该看到,房屋在约 100 年的使用期间内,需要消耗大量的能源。如果浪费能源的房屋建得越多,遗留下来的能源消耗的负担就越沉重,导致能源安全问题就越加严峻。可惜,到 2004 年止,所建造的数量如此巨大的房屋建筑,95% 以上都是高能耗建筑,即大量浪费能源的建筑。由于普遍存在短期行为的束缚,只考虑减少当前一次性基本建设投资,无视上百年使用期间长期的能源消耗,其结果将为后人留下几百亿平方米高耗能建筑;留下每年多消耗若干亿吨能源的沉重负担。届时,能源供应一旦出现了障碍,采暖、空调、照明、家电设备无法运转,亿万人民生活和工作将即刻受到严重影响,社会安定就会受到破坏。为了避免以后发生这种情况,必须今天就做出努力。

3. 家用电器

家用电器是建筑用能,特别是生活用电的一个主要方面。表 1-3 列出了 1995~2002 年全国城镇居民家庭平均每百户家用电器拥有量;表 1-4 列出了 2000~2004 年武汉市城市居民家庭每百户耐用消费品拥有量。从中可以看出,洗衣机、电风扇数量基本稳定,电冰箱、冰柜、彩色电视机、电炊具、淋浴热水器等明显增加,以空调器拥有量增长最为迅速。空调器正是功率较大、耗电量多的家电设备,是产生建筑能耗的主要设施之一。

1995~2002 年全国城镇居民家庭家用电器平均拥有量(单位:台/百户)

表 1-3

名 称 \ 年	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
空调器	8.09	11.61	16.29	21.01	24.48	30.76	35.79	51.10
洗衣机	89.97	90.06	89.12	90.57	91.44	90.52	92.22	92.90
电风扇	167.97	168.07	165.74	168.37	171.73	167.91	170.74	182.57
电冰箱	66.22	69.67	72.98	76.08	77.74	80.13	81.87	87.38
冰柜	2.87	3.48	4.46	4.80	5.37	6.52	6.62	6.81
彩色电视机	89.79	93.50	100.48	105.43	111.57	116.56	120.52	126.38
电炊具	84.14	91.50	92.35	95.98	101.82	101.94	107.87	96.02
淋浴热水器	30.05	34.16	38.94	43.30	45.49	49.11	52.00	62.42

来源:《中国统计年鉴》,1997、1998、1999、2000、2001、2002、2003。

2000~2004 年武汉市城市居民家庭每百户耐用消费品拥有量

表 1-4

指 标	2000 年	2001 年	2002 年	2003 年	2004 年
洗衣机(台)	100.80	102.40	97.95	98.00	99.60
电风扇(台)	250.60	252.40	231.93	238.00	244.20
电冰箱(台)	102.40	105.00	101.45	103.00	103.40
彩色电视机(台)	125.80	133.40	134.92	136.20	138.00
影碟机(台)	42.80	48.20	67.05	73.40	76.20
录放像机(台)	27.20	29.60	21.47	20.60	22.20
家用电脑(台)	16.80	20.00	30.15	38.00	41.60
组合音响(套)	27.60	30.20	32.92	38.80	39.80
摄像机(台)	2.20	2.20	1.57	2.00	2.00
照相机(架)	50.60	52.20	49.40	47.80	48.80
钢琴(架)	3.00	2.60	2.05	1.60	1.60
其他中高档乐器(件)	6.60	7.00	5.72	5.80	6.00
空调器(台)	85.40	94.80	115.02	115.40	12.40
电炊具(个)	90.20	93.80	108.27	109.80	117.20
淋浴热水器(台)	69.80	71.60	71.07	76.40	79.20
抽排油烟机(台)	50.80	51.20	62.48	55.20	56.00
吸尘器(台)	7.60	9.80	11.27	9.60	9.00
普通电话(线)			92.27	97.00	97.00
移动电话(部)			60.07	83.40	104.60

来源:《武汉统计年鉴》2001、2002、2003、2004、2005。

2001 年全国城乡家用空调器拥有量已达 4315.7 万台。家庭照明和家用电器用电数量很大,且增长迅速。2001 年,居民家庭照明及部分家用电器用电量见表 1-5。

2001 年城乡居民家庭照明及部分家用电器用电量

表 1-5

项 目	拥有量(万台)	耗电量(亿 kW·h)	项 目	拥有量(万台)	耗电量(亿 kW·h)
照明		671	电视机	38825	268
房间空调器	4316	233	抽油烟机	815	59
电风扇	50227	90	电饭煲	11756	116
电冰箱	12243	264	微波炉	2427	27
洗衣机	17365	52	电淋浴热水器	1809	52

来源:照明用电为北京华通人市场信息公司“中国绿色照明工程促进项目年度跟踪调查报告”;家用电器用电为本项目调研估算。

4. 建筑舒适度要求

随着经济发展,生活水平的提高,人们对建筑室内舒适度的要求也日益提高;采暖区向夏热冬冷地区(16 省市)的扩展,增大了建筑对能源的消耗。

(三) 建筑能耗的特点

夏季空调用电量大。1997 年以来,中国每年发电量按 5%~8% 的速度增长,工业用电量每年减少 17.9%。由于空调耗电量大(2001 年全国新增房间空调器装机容量 1600 万 kW)、使用时间集中,有些城市的空调负荷甚至占到尖峰负荷的 50% 以上。许多城市,如上海、北京、济南、武汉、广州等普遍存在夏季缺电现象。

冬季采暖能耗高。我国的东北、华北和西北地区,称为严寒地区和寒冷地区。这些地区城镇的建筑面积约占全国的近 50%,达 40 多亿 m^2 ,年采暖用能约 1.3 亿 t 标准煤,占全国能源消费量的 11%,占采暖地区全社会总能耗的 21.4%。在一些严寒地区城镇建筑能耗已占到当地全社会总能耗的 50% 以上;在夏热冬冷地区城镇建筑能耗也占到当地社会总能耗的 30% 以上。

图 1-1 是武汉某高层办公楼年度总能耗曲线。可以发现,该能耗曲线有两个最低点,分别出现在 4 月

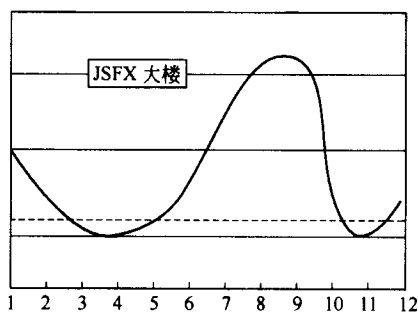


图 1-1 武汉某高层办公大楼全年能耗分布图

和 11 月。在武汉地区,这两个月是气候最宜人的时期,一般来说建筑物既不需要采暖,也不需要供冷。取这两个月能耗量的平均值,在曲线图上划一道水平线(图 1-1 中的虚线)。可以认为,这道水平线以上由曲线所围成的面积就是该大楼采暖空调所消耗的能量;水平线以下的矩形面积则是照明和其他动力设备(如电梯)所消耗的能量。

因此,可以把照明、插座、电梯等设备能耗当作稳定能耗。尽管冬季昼短夜长,夏季则相反,人们使用照明的时间有一些差别,但在现代商用建筑中从全年能耗角度来看,这种差别并不明显。而采暖和空调的能耗是变动的、不稳定的能耗,它不但随气候

变化,而且随建筑类型、形状、结构和使用情况变化。这就给建筑节能工作带来了复杂性和多样性,但同时也是建筑物中节能潜力最大的部分。

(四) 建筑能耗现状及发展趋势

1. 建筑能耗现状

我国由于人口众多,生活条件不断改善,建筑能耗数量巨大,所占全国能源消费总量的比例也在逐步升高,1996~2001 年全国建筑能耗见表 1-6。

目前,全世界建筑能耗约占能源总消费量的 30%,其中住宅能耗约为商用建筑的 2 倍。建筑能耗与人民生活水平关系甚大,工业化国家建筑能耗占全球建筑能耗总量的 52%,东欧、前苏联占 25%,发展中国家占 23%(Mark Levine,2002)。我国建筑能耗比例将随着人民生活水平的提高而逐步上升,目前约为 25%。

1996~2001 年全国建筑能耗一览表

表 1-6

年 份	全国能源消费总量(Mrce)	建筑能耗(Mrce)	建筑能耗所占比例(%)
1996	1389.5	334.7	24.1
1997	1381.7	341.4	24.7
1998	1322.1	345.7	26.2
1999	1301.2	349.0	26.8
2000	1303.0	350.4	27.4
2001	1349.1	358.0	27.5

近几年,建筑能耗增长幅度较小,是由于许多家庭炊事和热水用能由煤炭改为燃气或电,能源效率有了很大提高,炊事、热水用能有所减少,抵消了一部分其他建筑能耗的增加量。

建筑能耗中,以采暖、空调用能所占比例最大,照明、家电用能也在不断增加。不同用途的商品能源消耗见表 1-7,表中不包括农村、乡镇使用的秸秆、薪柴等非商品能源数量。

2001 年全国按终端用途分的建筑能耗

表 1-7

用 途	耗能量(Mrce)	所占比例(%)	用 途	耗能量(Mrce)	所占比例(%)
城镇采暖	134	37.4	照明、家电	25	7.0
农村采暖	23	6.4	炊事、热水	135	37.7
空调制冷	41	11.5	总 计	358	100

来源:《中国能源综合发展战略与政策研究报告》。

2. 建筑能耗发展趋势

今后,在全面建设小康社会的进程中,随着人民生活水平的提高,全国建筑能耗必然较快增长:

(1) 房屋建筑继续增加。近几年每年新增房屋面积 16 亿~20 亿 m^2 , 平均每人 1.3~1.2 m^2 ; 人口也在不断增加, 每年增加约 900 万人; 平均每户人口减少, 即户数逐步增加, 这个大趋势近期不会有太大变化。

(2) 城镇化不断加快, 农村人口大量向城市转移。而城市人口每人用能量大大高于农村, 其比例为 3.5:1。

(3) 人们对建筑热舒适性的要求越来越高。冬天室温由 12℃、16℃提高到 18℃甚至 20℃; 热天的室温由 32℃、30℃, 降低至 28℃、26℃, 甚至 24℃、22℃。在“非典”肆虐以后, 普遍提高了通风要求, 也增加了采暖和空调能耗。

(4) 采暖区大大向南扩展。过去采暖区限定在陇海线以北, 现在从福州到桂林, 居民冷天都用上了电暖器。20 世纪 90 年代初期才开始发展空调, 现在空调制冷范围已从公共建筑扩展到居住建筑, 从南方扩展到北方。愈来愈多的建筑采用空调, 北京、天津使用空调已相当普及; 随着某些村镇的渐趋富裕, 空调和采暖将在许多村镇逐步得到发展; 使用采暖和空调设备的时间也在逐步增长。

(5) 居民家庭家用电器品种、数量增加。电视机、电冰箱、洗衣机、电炊具、淋浴热水器等已日益成为一般家庭的必备用品; 家用热水器用户越来越多, 用量愈来愈大; 建筑照明条件也愈益改善。

(6) 农村过去主要使用秸秆、薪柴等生物质能源烧饭和取暖, 现在这些非商品能源的使用量已渐趋减少, 逐步改用煤、电、燃气等商品能源。

由于上述诸多因素的综合影响, 建筑能耗持续增加是不可避免的趋势, 但其增长速度与节能工作关系甚大, 建筑节能是大有作为的。《中国能源综合发展战略与政策研究报告》对建筑能耗的发展进行了预测, 2000~2020 年我国建筑能耗预测详见表 1-8。尽管我国人均建筑能耗将成倍增加, 但由于发展条件的限制, 仍将处于较低水平。例如, 美国 1999 年建筑能耗 12.5 亿 t 标准煤, 人均建筑能耗 4.58t 标准煤 (DOE/EIA, Annual Energy Outlook, 2001), 约为中国人均建筑能耗的 16 倍。我国不可能也不应该采用这种高能耗的发展模式。

2000~2020 年中国建筑能耗预测一览表

表 1-8

年 份	GDP (万亿元)	人口 (亿)	建筑面积 (亿 m ²)	建筑能耗 (亿 rce)	单位建筑面积能耗 (kgce/m ²)	单位 GDP 建筑能耗 (kgce/元)	人均建筑能耗 (kgce/人)
2000	8.94	12.66	353	3.50	9.92	0.039	276.5
年平均增长率(%)	7.0	0.8		4.5			
2010	17.63	13.71	519	5.61(6.73)	10.81(12.97)	0.032(0.038)	409.2(490.9)
年平均增长率(%)	7.0	0.4		3.0			
2020	34.27	14.27	686	7.54(10.89)	10.99(15.87)	0.022(0.031)	528.4(763.1)

来源:《中国能源综合发展战略与政策研究报告》,括号内数字为建筑节能工作停滞情况下的能耗数量。

我国建筑能耗所占社会商品能源消耗量的比例已从 1978 年的 10% 上升到 2005 年的 25% 左右,武汉已达 30%。根据发达国家的经验,随着我国城镇化进程的加速和人民生活水平的不断提高,建筑能耗所占比例将继续攀升,直至 35% 左右,因此,建筑业将超过工业、交通等行业而成为耗能大户。建筑能耗的存在,不仅使能源利用率低,造成能源浪费,而且对环境造成危害,如固体燃料释放的气体是造成大气污染的主要原因;大量民用空调器的使用使得城镇中产生“热岛效应”,影响了自然环境。

二、建筑节能

(一) 建筑节能概念

节能是指加强用能管理,采取技术上可行、经济上合理以及环境和社会可以承受的措施,减少从能源生产到消费各个环节中的损失和浪费,更加有效、合理地利用能源。这既是《中华人民共和国节约能源法》对“节能”的法律规定,也是国际能源委员会的节能概念。

节能不能简单地认为只是少用能。节能的核心是提高能源效率。从能源消费的角度,能源效率是指为终端用户提供的能源服务与所消耗的能源量之比。

建筑节能是指在居住建筑和公共建筑的规划、设计、建造和使用过程中,通过执行现行建筑节能标准,提高建筑围护结构热工性能,采用节能型用能系统和可再生能源利用系统,切实降低建筑能源消耗的活动。

建筑节能的内涵是指建筑物在建造和使用过程中,人们依照有关法律、法规的规定,采用节能型的建筑规划、设计,使用节能型的材料、器具、产品和技术,以提高建筑物的保温隔热性能,减少采暖、制冷、照明等能耗,在满足人们对建筑舒适性需求(冬季室温在 16℃ 以上,夏季室温在 26℃ 以下)的前提下,达到在建筑物使用过程中,能源利用率得以提高的目的。主要包括采暖、通风、空调、照明、炊事、家用电器和热水供应等的能源效率。即为居住者所提供卫生舒适的居住条件与所消耗的能源量之比。

由于建筑物的使用寿命至少 50 年,所以,建筑能耗主要就是它在长期使用过程中的能源消耗。我们常说的建筑节能也就主要是指节约建筑物在长期使用过程中的能耗,尤其是指采暖和空调能耗。由于通过建筑围护结构散失的能量和采暖制冷系统的能耗约占建筑能耗的 2/3,因此,世界各国建筑节能工作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方面展开。近年又在新能源(如太阳能、地热能、风能、生物能)利用等方面开展了卓有成效的工作。

(二) 建筑节能的范围

建筑用能包括建造能耗和使用能耗两个方面。建造能耗属于生产能耗,系一次性消耗,其中又包括建筑材料和设备生产能耗,以及建筑施工和安装能耗;而建筑使用能耗属于民用生活领域,系多年长期消耗,其中又包括建筑采暖、空调、照明、热水供应等能耗。

发达国家把建筑节能的范围限于建筑使用能耗,这是因为建筑使用能耗比建造能耗大得多,而且建造能耗属于生产领域。我国建筑节能的范围按照国际上通行的办法,即指建筑使用能耗。但由于新建建筑和既有建筑改造规模很大,也应同时重视节约建造能耗和既有建筑的节能改造工作。

(三) 建筑节能的目标

以最小的能耗和污染排放,满足人们对舒适的居住和活动空间的要求,达到人与自然的和谐共处。建筑节能目标通过不断提高的建筑节能标准的逐步实施而达到。建筑节能目标是动态性的,通常为节

能 30%~85%。

(四) 建筑节能起因与动力

建筑节能是关系人类命运的全球性课题。建筑节能在世界上的历史到现在只有 30 多年。1973 年第一次世界性能源危机以前,石油价格低廉,人们对节能并不关心。能源危机爆发后,石油价格飞涨,节能问题开始引起广泛重视。建筑用能要消耗全球大约 1/3 的能源,在建筑用能的同时,还向大气排放大量污染物,如总悬浮颗粒物(TSP)、二氧化硫(SO₂)、氮氧化物(NO_x)等。于是,各发达国家开始普遍重视建筑节能。

起初,建筑节能被称为 Energy saving in buildings,字面上的意思就是我们所说的建筑节能;随后,建筑节能往往改称为 Energy conservation in buildings,有减少能量散失的意思;后来,建筑节能又普遍称为 Energy efficiency in buildings,意思是要从积极意义上提高建筑用能利用效率。建筑节能含义明确,各国都在积极行动。近来尽管也在推行绿色建筑、生态建筑、可持续建筑等,但建筑节能仍然是其核心和关键。

我国燃料燃烧产生的 CO₂ 排放量,已经从 1990 年的 616.89Mt 增加到 2001 年的 831.74Mt,并仍在快速增加。现在温室气体排放量居世界第 2 位,占世界温室气体排放总量的 14%。现在,各发达国家的温室气体排放量普遍在减少或基本稳定,而我国则保持快速增加的趋势,其中包括建筑用能所排放的温室气体也在快速增加。温室气体的过度排放正在引起地球变暖,并将危及人类及生物界生存,而建筑用能排放的 CO₂ 占到全球排放总量的 1/3,于是温室气体 CO₂ 的排放令世人十分关注,温室气体减排又成为建筑节能的基本动力。

温室气体是指二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)、氧化二氮(N₂O)等气体,其中 CO₂ 在温室气体中的作用占 2/3。对于大气中的温室气体,太阳辐射进来的短波几乎可无衰减地通过,但地球向宇宙发出的长波辐射,由于有温室气体包围而很难通过。因此,地球表面温度增高,这就是温室效应。

温室效应对地球是不可或缺的。如果没有这种温室效应,地球表面平均温度将是一 18℃,地球会是一个寒冷的冰球;但是由于有了温室效应,现在地球表面平均温度为 15℃,正好适合人类和生物界的生存,这是亿万地球进化的伟大成果。然而,如果地球表面的 CO₂ 浓度太高,也是十分危险的。

温室气体 CO₂ 过度排放的后果,就是气候变化,气温升高。本世纪初,在喜马拉雅山钻取冰样分析说明:20 世纪 90 年代至少是最近千年中最热的十年;1860 年,有气象记录以来,全球平均温度已升高 0.6℃,至本世纪初,在全球气温平均统计的 140 年中,10 个全球平均气温高峰年,有 8 个出现在 1990 年以后。

我国近 50 年的平均温度记录也说明,我国气温的升高与世界气温上升情况是一致的。1950~2005 年我国气温变化情况详见图 1-2。

地球变暖带来的后果极端严重,包括两极融缩、冰川消失、海面升高、洪水泛滥、干旱频发、土地沙化、风沙肆虐、疾病流行、物种灭绝等。现在全球气候异常,灾害频繁,使世界处于大灾大难的边缘,而人类正是这些灾难的制造者。

近年来,中国洪涝灾害频繁,如 1991 年淮河大水,1994 年、1996 年洞庭湖水系大水,1995 年鄱阳湖水系大水,1998 年长江、珠江、松花江特大洪水,1999 年太湖流域特大洪水,2003 年淮河、黄河、渭河大水等。气候异常一方面是洪水为患;一方面却干旱缺水。近 40 年来,我国 6 大江河径流量均呈下降趋势,其中海河每 10 年递减 36.64%;20 世纪 80 年代以来,华北地区持续偏旱,京津地区、山东半岛年均降水减少 10%~15%;黄河利津以上年均水量偏少 32%;我国荒漠化面积已占 27.46%;20 世纪 50 年代以来,内陆湖泊湿地大部分萎缩甚至干涸。地球变暖正在对生物界的生存造成危害,这是由于地球上的动植物已经适应了当地的自然生态系统,而地球变暖则打乱原有生态格局,破坏了生态平衡,许多物种的生命活动无法跟上地球变暖的变化。

地球是在宇宙中目前知道的惟一有人类居住的星球。地球是经过几十亿年演化才逐步形成今天繁荣

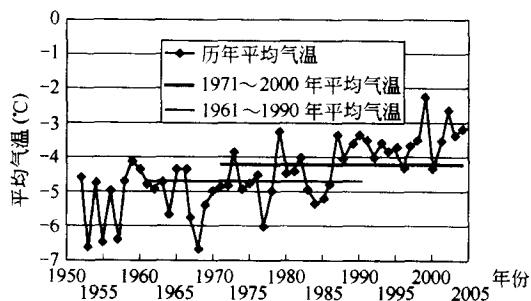


图 1-2 我国 1950 年以来年平均气温变化



兴盛的景象。可是,人类正在用不文明的行动,破坏自己赖以生存的地球的生态环境,使世界的文明处于巨大的风险之中。随着时间的推移,气候变化的威胁正与时俱增,行动迟缓必将付出更大的代价。人类必须觉醒,必须尽快拯救自己的地球,保护地球的生态环境,保护人类共同的家园。

1987年5月,联合国环境发展委员会首次明确提出可持续发展的思想,人类逐步认识到要珍爱养育我们的地球。

为缓解地球气候变暖的威胁,必须依靠各个国家政府和全世界人民的共同努力。1992年,在巴西里约热内卢召开的联合国环境与发展大会上,170多个国家首脑签署了《里约宣言》和《21世纪议程》。后来又在日本制定了《京都议定书》,我国已在《京都议定书》上签字,但温室气体排放量最多的美国,出于自私的原因,至今仍拒绝批准,受到各个国家的共同谴责。

2005年2月,旨在遏制全球气候变暖的《京都议定书》已经正式生效,是人类历史上,首次以法规形式,在世界范围内限制温室气体排放。各批准国必须承担温室气体减排义务。2004年,中国政府就提供了《中国气候变化初始报告》,前文所述中国气候变化的一些情况,就是源自这份报告。中国作为一个负责任的世界大国,当然也是一个发展中国家,对于温室气体减排负有共同责任,但只能承担与国力相应的义务。2005年7月7日,八国集团同中国等五国领导人对话会上,胡锦涛主席表示,我国正着手制定应对气候变化的国家战略,进一步致力于缓解温室气体排放。我国在应对气候变化的国家战略中,建筑节能必将成为中国温室气体减排的重要组成部分。

我国建筑节能工作,是以1986年颁布实施《民用建筑节能设计标准(采暖居住建筑部分)》为标志启动的。2000年,建设部颁布的《民用建筑节能管理规定》,标志带强制性的规定启动;2001年,《建设部关于发布行业标准〈夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准〉的通知》,标志建筑节能实施范围向南方省市扩展;2000年,《武汉市建设管理委员会关于颁布〈武汉市居住建筑节能设计技术规定〉的通知》的颁布,标志武汉建筑节能正式启动;2002年《武汉市人民政府关于印发〈武汉市建筑节能管理办法〉的通知》,标志武汉建筑节能进入实施阶段;2005年,武汉市建委《关于贯彻执行建设部〈关于新建房屋建筑严格执行节能设计标准的通知〉的若干意见》,标志着武汉市新建居住建筑全面严格执行节能标准的开始。

三、建筑节能概念链接

(一) 节能建筑

节能建筑是按节能设计标准进行设计和建造,使其在使用过程中降低能耗的建筑。节能建筑与普通建筑相比具有如下特征:

1. 冬暖夏凉。门、窗、墙体等使用的材料保温隔热性能良好,房屋东西向尽量不开窗或开小窗。
2. 通风良好。自然通风与人工通风结合,兼顾每个房间。
3. 光照充足。尽量采用自然光,天然采光与人工照明相结合。
4. 智能控制。采暖、通风、空调、照明等家电均可按程序集中管理(逐步达到)。

(二) 绿色建筑

绿色建筑是指为人们提供健康舒适安全的居住、工作和活动的空间,同时在建筑全生命周期(物料生产、建筑规划、设计、施工、运营维护及拆除过程)中实现高效率地利用资料(能源、土地、水资源、材料),最低限度地影响环境的建筑物。

绿色建筑与普通建筑的区别:

1. 老的建筑能耗非常大,在建造和使用过程中消耗了全球能源的50%,产生了34%的污染,而绿色建筑耗能可降低70%~75%,有些发达国家达到零能源、零污染、零排放。
2. 普通建筑采用的是商品化的生产技术,建造过程的标准化、产业化,造成建筑风格大同小异,千城一面;而绿色建筑强调的是采用本地的文化、本地的原材料,看重本地的自然和气候条件,这样在风格上完全本地化。
3. 传统的建筑是封闭的,与自然环境隔离,室内环境往往不利于健康;而绿色建筑的内部与外部采取有效的连通办法,会随气候变化自动调节。
4. 普通建筑形式仅仅在建造过程或使用过程中对环境负责;而绿色建筑强调的是从原材料的开采、