



建设行业专业技术人员继续教育教材

建筑节能

JIANZHU JIENENG

栾景阳 主编



黄河水利出版社

TU111.4
15

建设行业专业技术人员继续教育教材

建筑节能

主 编 栾景阳

副 主 编 潘玉勤 刘乐辉 郭 慧

崔恩杰 徐宏峰

黄河水利出版社

图书在版编目(CIP)数据

建筑节能/栾景阳编. — 郑州:黄河水利出版社,
2006.7

ISBN 7-80734-092-4

I. 建… II. 栾… III. 建筑-节能 IV. TU111.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 077892 号

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市金水路 11 号 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371-66026940 传真:0371-66022620

E-mail: hhslebs@126.com

承印单位:黄河水利委员会印刷厂

开本:787 mm×1 092 mm 1/16

印张:24.75

字数:569 千字

印数:1—5 000

版次:2006 年 7 月第 1 版

印次:2006 年 7 月第 1 次印刷

书号:ISBN 7-80734-092-4/TU·66

定价:48.00 元

前 言

21 世纪是高速变革的时代,世界能源紧张唤起了人们对建筑节能的要求与认识。建筑节能是降低能耗、提高能源利用效率、保护环境的一项重大战略举措,关系到国家可持续发展战略的实施。

为了认真贯彻实施可持续发展战略,建设节约型社会,2005 年 7 月 1 日,我国第一部有关公共建筑节能设计的综合性国家标准——《公共建筑节能设计标准》正式实施,2005 年 10 月 28 日建设部 143 号令发布了新的《民用建筑节能管理规定》,自 2006 年 1 月 1 日起施行。为了促进河南省建设领域节能工作的全面开展,根据河南省建设厅建筑节能暨资源节约工作领导小组对建筑节能工作的安排,河南省建设厅下发了豫建人教(2005)34 号文件《河南省建设厅关于开展建筑节能培训的通知》,决定在全省建设系统开展建筑节能培训,通过节能培训宣传贯彻建筑节能新标准、新规范、新工艺,这对于树立节能理念,促进资源节约和合理利用,缓解我国能源供应与经济社会发展的矛盾都具有十分重要的意义。

为了在河南省建设行业更好地开展建筑节能培训,受河南省建设厅人教处委托,河南省建设教育协会组织河南省建筑节能方面的有关专家编写了这本《建筑节能》教材。本书全面介绍了建筑节能的概念、建筑热工知识、建筑节能的规划与设计、建筑节能设计标准(寒冷地区和夏热冬冷地区)、民用建筑节能检测及验收、建筑节能材料及制品、建筑维护结构构造及施工、国内外建筑节能技术及建筑节能政策与法规,并根据建筑节能培训的需要,把建筑节能设计的典型案例独立编写为一章,以便读者更好地掌握。为了使读者了解建筑节能新产品,本书特意选取了部分优秀节能产品,推荐给各地建设工程选用。本书特别注重实用性、指导性、典型性,既可作为建设行业建筑节能培训教材使用,也可作为建设行业专业技术人员继续教育教材使用。

本书由河南省建筑科学研究院栾景阳副院长任主编,第一章由栾景阳编写,第二、四、五章由潘玉勤编写,第三章由徐宏峰编写,第六、七章由刘乐辉、郭慧编写,第八章由崔恩杰编写。本书在编写过程中得到了河南省建设厅有关领导的大力支持,并参考、借鉴了建筑节能方面有关专家的著作,在此一并表示感谢。由于时间仓促和编者水平所限,书中难免有不少疏漏、不妥之处,敬请专家学者和读者朋友给予批评指正。

编 者

2006 年 5 月

目 录

第一章 建筑节能概述	(1)
第一节 概述.....	(1)
第二节 建筑节能的目的和意义.....	(8)
第三节 我国的建筑节能技术.....	(11)
第四节 我国建筑节能的目标和任务.....	(17)
第二章 建筑热工基础知识	(22)
第一节 名词术语.....	(22)
第二节 建筑热工设计分区.....	(25)
第三节 建筑热工设计要求.....	(31)
第四节 围护结构保温设计.....	(33)
第五节 建筑节能基本原理.....	(36)
第六节 保温材料的导热系数与复合材料的传热系数.....	(44)
第三章 采暖建筑节能规划设计	(57)
第一节 建筑布局.....	(57)
第二节 建筑体型.....	(61)
第三节 建筑间距.....	(65)
第四节 建筑朝向.....	(69)
第五节 建筑密度.....	(75)
第六节 采暖住宅建筑节能设计.....	(75)
第四章 建筑节能标准	(89)
第一节 采暖居住建筑节能标准.....	(89)
第二节 夏热冬冷地区居住建筑节能标准.....	(114)
第三节 公共建筑节能设计标准.....	(120)
第四节 民用建筑节能检测及验收技术.....	(127)
第五章 建筑节能设计案例	(139)
第六章 建筑节能材料及制品	(149)
第一节 建筑绝热材料.....	(149)
第二节 建筑节能墙体材料.....	(163)
第七章 建筑围护结构的保温构造及施工	(168)
第一节 建筑保温墙体的构造与施工.....	(168)
第二节 单一材料保温墙体的构造与施工.....	(224)
第三节 建筑保温门窗的材料与施工.....	(232)

第四节	屋面的保温和隔热	(253)
第八章	国内外建筑节能技术概况	(264)
第一节	概述	(264)
第二节	专威特外墙外保温体系	(264)
第三节	欧文斯科宁外墙外保温体系	(269)
第四节	TDL 型外墙外保温技术	(271)
第五节	GKP 型外墙外保温技术	(273)
第六节	加拿大空心复合外墙体系	(275)
第七节	美国 IMSI 外墙保温体系	(280)
第八节	积木式外墙外保温体系	(284)
第九节	SB 板墙体保温体系	(285)
第十节	低温地板辐射采暖技术	(291)
第十一节	加拿大的建筑节能技术	(307)
第十二节	德国及北欧的建筑节能技术	(308)
第十三节	法国的建筑节能技术	(311)
第十四节	日本的暖通空调及建筑节能现状	(314)
第十五节	太阳能建筑与绿色建筑	(316)
附录	建筑节能相关政策与法规	(326)
	中华人民共和国节约能源法	(326)
	中华人民共和国可再生能源法	(331)
	民用建筑节能管理规定	(336)
	中国节能产品认证管理办法	(339)
	能源效率标识管理办法	(343)
	新型墙体材料专项基金征收和使用管理办法	(346)
	关于发展节能省地型住宅和公共建筑的指导意见	(349)
	关于进一步推进墙体材料革新和推广节能建筑的意见	(352)
	河南省建筑节能材料及产品认证管理办法	(356)
	河南省建设厅转发建设部《关于新建居住建筑严格执行节能设计标准的 通知》的通知	(357)
	河南省节能建筑检测与认定管理办法	(361)

第一章 建筑节能概述

第一节 概述

一、建筑节能的涵义

建筑节能是指建筑产品在规划、设计、建造和使用过程中,通过采用新型墙体材料,执行建筑节能标准,加强建筑物用能设备的运行管理,合理设计建筑围护结构的热工性能,提高采暖、制冷、照明、通风、给排水和通道的运行效率,以及利用可再生能源,在保证建筑物使用功能和室内热环境质量的前提下,降低建筑能源消耗,合理、有效地利用能源的活动。

自 1973 年发生世界性的石油危机以来的 30 年间,在发达国家,建筑节能经历了 3 个发展阶段:第一阶段,称为在建筑中节约能源(Energy Saving in Buildings),在我国称为建筑节能;第二阶段,称为在建筑中保持能源(Energy Conservation in Buildings),意为在建筑中减少能源的散失;第三阶段,近年来,普遍称为在建筑中提高能源利用率(Energy Efficiency in Buildings),意为不是消极意义上的节省,而是积极意义上的提高能源利用效率。

在我国,现在通称的建筑节能,其涵义应为第三阶段的内涵,即在建筑中合理地使用和有效地利用能源,不断提高能源利用效率。

二、中国整体能源结构

2002 年,中国一次能源消耗量为 14.8 亿 t 标准煤,其中煤炭占 66.1%、石油占 23.4%、天然气占 2.7%、水电占 7.1%。基于能源资源条件,在相当长的时间内,中国的能源仍然将以煤为主,且消耗总量的 80% 是原煤直接燃烧;优质天然气和水能所占比例仍然较低,与天然气探明地质储量和水能资源可开发量在能源资源中所占比例不对称,不到资源量的 6%;煤层气、风能和太阳能发电等清洁能源利用刚刚起步。中国是世界上能源生产和消费大国,能源结构性矛盾是能源方面的主要矛盾。

三、我国的建筑能耗及其现状

(一)建筑能耗范围

按照国际通用的分类方法,建筑能耗是指民用建筑(包括居住建筑和公共及附属设施使用过程中的能耗,主要包括采暖、空调、通风、热水供应、照明、炊事、家用电器、电梯等方面的能耗。其中采暖、空调、通风能耗约占 2/3。

(二)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。由于受东亚大陆气候的影响,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月东北地区气温偏低 $14\sim 18^{\circ}\text{C}$,黄河中下游偏低 $10\sim 14^{\circ}\text{C}$,长江南岸偏低 $3\sim 10^{\circ}\text{C}$,东南沿海偏低 5°C 左右;而7月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。于此同时,我国东南地区常年保持高湿,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,冬季湿冷。此种不良的气候条件,使中国人民世代代饱受严寒酷暑的折磨,也使中国的建筑节能工作更为艰巨。

(三)房屋建筑规模

我国房屋建筑规模十分巨大,近几年每年建成房屋达16亿~20亿 m^2 (见表1-1),超过各发达国家年建成建筑面积的总和。如此巨大的建筑规模,在世界上是空前的;在我国历史上,这年是房屋建设高潮期,这段高潮过后,很可能不会再度出现。

表 1-1 全国 1996~2002 年新建房屋面积 (单位:亿 m^2)

年份	全国房屋竣工面积	城镇新建住宅面积	农村新建房屋面积
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

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

在全国建设小康社会目标的指引下,我国城市化将加速发展,人民生活水平不断提高,21世纪开始的20年内,建筑业仍将迅速发展。全国城乡房屋建筑面积到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 。

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。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发沉重,今后,能源安全问题就越发严峻。可惜,到目前为止,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。由于普遍存在的短期行为的束缚,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,每年多消耗若干亿吨的能源。届时能源供应一旦出现了障碍,采暖、空调、照明、家电设备将无法运转,亿万人民生活和工作就将立即受到严重影响,社会安定就会受到破坏。为了今后不致发生这种情况,必须在今天就做出努力。

发达国家建筑节能搞了 30 年,在生活舒适性不断提高的条件下,新建建筑单位面积能耗已减少到原来的 1/3~1/5,而我国建筑节能工作却行动迟缓,至今城镇建成的节能型建筑仅占建筑总面积的 2.1%。过去多年的机遇已经错过了,希望能抓住当前这个千载难逢的发展机遇,不要等到若干年后,能源实在无法支持如此庞大的建筑运转时,再来花巨费用几倍的代价进行节能改造,那我们就太有负于国家、有负于后人了。

(四)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 1-2 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。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。而空调器正是功率较大、耗电最多的家电设备。2001 年全国城乡家用空调器拥有量已达 4 315.7 万台。

表 1-2 全国 1995~2002 年城镇居民家庭家用电器平均拥有量 (单位:台/百户)

名称	年份							
	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	93.60	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

资料来源:《中国统计年鉴》,1996,1997,1998,1999,2000,2001,2002,2003。

家庭照明和家用电器用电量很大,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 1-3。

表 1-3 2001 年城乡居民家庭照明及部分家用电器用电量

名称	拥有量(万台)	耗电量(亿 kW·h)
照明		671
房间空调器	4 136	233
电风扇	50 227	90
电冰箱	12 243	264
洗衣机	17 365	52
电视机	38 825	268
抽油烟机	6 815	59
电饭煲	11 756	116
微波炉	2 427	17
电淋浴热水器	1 809	52

资料来源: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。

(五)建筑能耗现状及展望

由于我国人口众多,生活条件不断改善,建筑能耗数量十分巨大,所占全国能源消费总量的比例也在逐步升高,见表 1-4。

表 1-4 全国 1996~2001 年建筑能耗

年份	全国能源消耗总量(Mtce ^①)	建筑能耗(Mtce)	建筑能耗所占比例(%)
1996	1 389.5	334.7	24.1
1997	1 381.7	341.4	24.7
1998	1 322.1	345.7	26.1
1999	1 301.2	349.0	26.8
2000	1 303.0	350.4	26.9
2001	1 349.1	358.0	26.5

表 1-4 中的建筑能耗数量为建设部资料,与某些统计资料中的数据有较大出入,其原因可能在于,不少统计资料中将一些企业职工生活的能耗计入生产用能中,从而降低了建筑能耗数量,增多了生产用能耗数量。

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。

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天然气或电,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,采暖、空调用能所占比例较大,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 1-5,表中不包括农村、乡镇使用的秸秆、薪柴等非商品能源数量。

表 1-5 2001 年按终端用途分的建筑能耗

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

^① tce—标准煤。所谓标准煤,是指 1kg 煤炭的发热量为 8.14kW·h 的煤量。市场供应的普通煤,1kg 的发热量为 5.8~6.4kW·h,经换算,1kg 普通煤为 0.712~0.786 标准煤。

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,建筑能耗必然较快增长,其原因有以下几方面。

(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 1.3~1.5 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 $^{\circ}C$ 、16 $^{\circ}C$ 提高到 18 $^{\circ}C$ 甚至 20 $^{\circ}C$; 热天的室温由 32 $^{\circ}C$ 、30 $^{\circ}C$ 降低为 28 $^{\circ}C$ 、26 $^{\circ}C$, 甚至 24 $^{\circ}C$ 、22 $^{\circ}C$ 。在“非典”肆虐以后, 普遍提高了通风要求, 又要增加采暖和空调能耗。

(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。越来越多的建筑采用空调, 北京、天津使用空调已相当普遍; 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延长。

(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; 建筑照明条件也日益改善。

(6)广大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、天然气等商品能源。

由于上述诸多因素的综合影响, 今后, 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。对建筑能耗发展的预测见表 1-6。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 tce, 人均建筑能耗 4.58tce(MOE/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。

表 1-6 中国 2000~2020 年建筑能耗预测

年份	GDP (万亿元)	人口 (亿人)	建筑面积 (亿 m^2)	建筑能耗 (亿 tce)	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)

注: 括号内数字为建筑节能工作停滞情况下的能耗数量。

(六)单位面积建筑能耗

采暖耗热量指标是一个地区气候、采暖条件与建筑围护结构状况的综合反映,是采暖能耗的一个基本指标。表 1-7 为在不同条件下北京建筑采暖耗热量指标的比较,其中 $31.68\text{W}/\text{m}^2$ 为居住建筑节能设计标准规定的基准数,即 1980~1981 年北京市通用设计计算值,相当于消耗标准煤 $25\text{kgce}/\text{m}^2$ 。从表 1-7 数据的比较可以看出,尽管北京市建筑节能工作取得了很大成绩,在北京采暖区内采暖能耗相对较低,但与建筑节能设计标准规定的指标相比,许多建筑群的实际采暖热耗仍然较高,甚至高于建筑节能设计标准的基准值,表 1-7 还列出了上海按照《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》建设的节能 50% 的住宅的耗热量指标,以资比较。

表 1-7 采暖耗热量指标比较

地域	计算或实际	条件	耗热量指标	备注
北京采暖度日数 3 076	设计计算	20 世纪 80 年代初通用住宅,多层砖混结构	31.68	按《民用建筑节能设计标准(采暖居住建筑部分)》(JGJ26—1986)
		节能 30% 的居住建筑	25.3	按《民用建筑节能设计标准(采暖居住建筑部分)》(JGJ26—1986)
		节能 50% 的居住建筑	20.6	按《民用建筑节能设计标准(采暖居住建筑部分)》(JGJ26—1995)
	实际统计	29 个以公共建筑供热为主的热力站平均值(1998~1999)	41.2	统计供热面积 112 万 m^2
		43 个以居住建筑供热为主的热力站平均值(1998~1999)	32.9	统计供热面积 163 万 m^2
上海采暖度日数 1 691	设计计算	节能 50% 的居住建筑	17.4	按《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》(JGJ134—2001)

资料来源:中国建筑业协会建筑节能委员会,北京市建筑节能“十五”计划背景资料,2000。

全国集中供热锅炉网以北京、天津为重点,调查了“九五”期间自 1995~1996 年采暖季至 1999~2000 年采暖季 20t 和 40t 锅炉供暖的能耗情况,调查的供暖面积共 5072 万 m^2 ,调查结果汇总表见表 1-8。从表中可以看出,北京住宅实际采暖能耗接近设计基准能耗,而远远高出节能标准规定的能耗,但不同地区、不同供暖单位供暖能耗差别很大。在所调查地区中,北京、天津工作有节能基础,在国内属较好水平,其中又以塘沽最为先进;一些煤炭资源丰富的地方,如汾西矿物局,耗煤量就很高。

据北京 9 家建筑面积为 5 200~32 000 m^2 的大中型商场建筑空调能耗调查,单位面积空调年耗电量为 160~200 $\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2$,平均为 188 $\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2$ (折合标准煤 77.1 kgce/m^2)。能耗占建筑总能耗的 40%~60%。每年每千焦空调负荷的一次能耗平均为 1.77 kJ ,即一

次能源效率为 56.5%。

表 1-8 集中供暖能耗调查结果

调查对象	煤耗(kgce/m ²)	电耗(kW·h/m ²)	水耗(kg/m ²)	共折标准煤(kgce/m ²)
北京住宅	22.45	3.57	89	23.91
北京高校*	25.64	3.45	102	27.06
北京几个小区#	46.39	3.98	460	48.06
天津住宅	21.14	2.71	80	22.26
(其中:塘沽)	17.03	2.28	51	17.97
东北住宅	24.64	43.31	180	42.91
华北、西北住宅	41.11	4.99	284	43.18
汾西矿物局	46.39	3.98	460	48.06

注:1. 电耗折煤,1kW·h电相当于0.41kgce;水耗折煤,1t水相当于0.09kgce。

2. *一住宅占一半,还有教学楼、实验室、体育场管等,采暖期也较长。

3. #一用蒸汽锅炉采暖。

4. 资料来源:全国集中供热锅炉网,“九五”期间供暖能耗调查报告,2002。

广州市调查了1999年全年住宅用电情况,其中包括空调用电,见表1-9。从表中可知,不同的住宅建筑面积,总用电量和空调用电量有所不同;年空调用电量占全年总用电量的32.7%~43.0%;单位面积空调用电量为7.3~8.8kW·h/m²。

表 1-9 广州地区住宅空调耗电量分析

项目	每户建筑面积(m ²)				
	40~60	60~80	80~100	100~120	平均
1月份用电量(kW·h)	67	69	85.7	89.1	
7月份用电量(kW·h)	163.4	225.6	283.0	322.0	
全年总用电量(kW·h)	1 194.3	1 446.3	1 624.4	1 877.0	1 535.5
年空调用电量(kW·h)	390.3	618.3	696	807.8	628.1
年空调用电占全年总用电量百分比(%)	32.7	42.8	42.8	43.0	40.9
单位面积空调用电量(kW·h/m ²)	7.8	8.8	7.7	7.3	7.9

资料来源:任俊等,广州住宅空调能耗分析与研究,2002。

(七)空调制冷与采暖高峰负荷

冬季采暖与夏季空调,是造成电力负荷峰谷差最主要的因素。长期以来,东北和华北电网冬季最大负荷高于夏季,由于冬季采暖的需要,东北电网冬季最大负荷与夏季最大负荷的比例达到1.4:1,大连市1999年平均日峰谷差达到47万kW。近10年来,由于夏季空调制冷迅速增加,京津唐电网热天最大负荷到1997年已基本上与冬季最大负荷相当,

此后越来越比冬季最大负荷高。北京 2001 年冬季电力负荷峰值为 566 万 kW, 2002 年夏季电力负荷峰值为 684 万 kW。在空调规模急剧扩展的情况下, 华北、华东、华中、川渝、广东、福建等电网峰谷差持续快速增大, 负荷率明显下降, 使发电设备和输电设施的利用率降低, 从而对电力系统的经济和安全运行造成重大影响。2002 年夏季降温最大负荷, 京津唐电网接近 530 万 kW, 河北电网 230 万 kW, 华东电网 1 430 万 kW, 华中电网 600 万~700 万 kW, 其他电网共约 1 650 万 kW(国家电力公司电力负荷变化调研组)。也就是说, 2002 年全国各电网空调制冷负荷共达 4 500 万 kW, 相当于 2.5 个三峡电站的满负荷出力。尽管不断加紧进行电力建设, 2003 年夏季, 高温酷暑, 多数电网负荷连创历史新高, 全国电网差不多全面告急, 至少有 10 个省(市)不得不拉闸限电。2002 年底, 全国平均每百户家庭空调器拥有量城镇居民家庭为 51.1 台, 农村只有 2.3 台, 而广州等城市一些家庭已拥有 2~3 台空调器, 近 7 年来, 城镇家庭每百户平均每年增加约 6 台空调器。至于公共建筑空调的发展更是方兴未艾。上述情况说明, 空调不断增加的趋势必将持续多年。由于空调制冷的日益普及, 预计到 2010 年, 全国制冷电力高峰负荷将增加一倍以上, 即达到约相当于 5 个三峡电站的满负荷出力; 预计到 2020 年, 全国制冷电力高峰负荷还要再翻一番, 达到约相当于 10 个三峡电站的满负荷出力, 电力系统的峰谷差问题将更为严重。建设每千瓦的电站和电网设施, 平均约需 8 000 元的投资, 也就是说, 为了满足 2020 年短时间空调制冷的高峰负荷, 电力建设总投资约需 1.4 万亿元。

与此同时, 越来越多地采用天然气代替燃煤进行采暖, 使得天然气使用量在冬夏严重失调, 北京天然气冬夏用量的比例已达 6:1, 因而天然气管网和设备的利用率极低, 为此不得不投入大量资金建设天然气贮气库, 又使天然气价格居高不下, 造成巨大的浪费。推广燃气空调和楼宇冷热电联产系统, 有利于削减夏季电力高峰负荷, 增大夏季的天然气的用量, 增补夏季天然气低谷。

由此可见, 抓紧建筑节能, 认真执行建筑节能设计标准, 不仅建筑冬暖夏凉, 舒适性大为提高, 空调负荷可降低一半, 电力建设投资也可大为减少, 电力工业的经济效益可大大提高, 安全运行也更有保障。

第二节 建筑节能的目的和意义

21 世纪头 20 年, 是我国建筑业的鼎盛时期, 2020 年全国建筑面积将接近 2000 年的 2 倍。目前我国每年建成的房屋达 16 亿~20 亿 m^2 , 超过各发达国家年建成建筑面积的总和, 可是, 不仅既有的近 400 亿 m^2 建筑中 99% 为高能耗建筑, 新建建筑中 95% 以上仍属于高能耗建筑, 单位建筑面积采暖能耗为发达国家的新建建筑的 3 倍以上。全国空调高峰负荷已达到 4 500 万 kW·h, 相当于 2.5 个三峡电站满负荷出力。这种只考虑眼前利益、放任浪费能源的行为普遍存在。按照目前建筑能耗水平发展状况, 到 2020 年, 我国建筑能耗将达 10.89 亿 tce, 超过 2000 年的 3 倍; 空调高峰负荷将相当于 10 个三峡电站满负荷出力。问题相当严重, 情况十分紧迫。建筑节能已成为国家的重大战略问题。如果国家从现在起就下决心抓紧建筑节能工作, 对新建建筑全面强制实施建筑节能设计标准, 并对既有建筑逐步进行节能改造, 则到 2020 年, 我国建筑能耗可减少 3.35 亿 tce, 空调高

峰负荷可减少约 8 000 万 kW·h(相应可减少电力建设投资约 6 000 亿元)。由此能源紧张状况必将大为缓解。如果再加大工作力度,要求 2020 年建筑能耗达到发达国家 20 世纪末的水平,则节能效果将更为巨大。如果继续放任自流,错过当前这段大好机遇,不给予高度重视,不采取坚决有效的措施,则将对我国经济社会的可持续发展产生严重障碍,对能源安全和大气环境造成重大威胁。

一、建筑节能是发展国民经济的需要

经济的发展,依赖于能源的发展,需要能源提供动力。1990~1995 年,即第八个五年计划期间,我国国内生产总值平均每年增长 12%,而一次商品能源平均每年增长 3.6%。今后,我国能源的增长速度还将长期滞后于国内生产总值的增长速度。由此可见,能源短缺对我国经济的发展是一个根本制约因素。我们要发展国民经济,就必须依赖于节能。

1994 年我国一次能源总消费量为 14.77 亿 tce(包括薪柴、秸秆等非商品能源 2.48 亿 t),其中城乡民生能耗为 4.76 亿 t,占 32.2%。建筑用能是能耗大户,仅以城镇采暖来说,1994 年采暖地区城镇人口只占全国人口的 13.6%,而采暖用能即占全国商品能源消耗的 9.6%。由于经济的发展,人民生活水平的提高,采暖范围日益扩大,空调建筑迅速增加(1995 年广东省、上海市和北京市百户居民空调器平均拥有量分别达 44.1 台、37.4 台、15.2 台),建筑能耗的增长将远高于能源生产增长的速度,尤其是电力、燃气、热力等优质能源需求正在急剧增加,1990~1994 年,人均生活用电量由 42.4kW·h 增至 72.7 kW·h,集中供热面积由 2.13 亿 m² 增至 5.06 亿 m²。

可见,如果高能耗的建筑不断大量兴建,建筑用能继续急剧增长,能源生产的增长速度又赶不上建筑用能的增长速度,势必会限制国民经济的发展。因此,建筑节能对国民经济持续、快速、健康的发展具有极其重要的意义。

二、建筑节能有利于减轻大气污染

人们已经认识到燃烧矿物燃料所排放的烟尘等颗粒物以及二氧化硫和氮氧化物都会危害人体健康,是产生许多疾病的根源;还会造成环境酸化,酸雨会破坏森林,损坏建筑物;而产生的二氧化碳将严重影响工农业生产。包围在地球外层产生的温室效应正在加强,这将导致地球气候产生严重变化,如地球变暖、冰山融化、海平面上升、水旱灾害频发、沙漠化加剧、缺水更加严重等,从而危机人类生存。我国是以煤炭为主要能源,主要是煤烟型污染,危害很大。研究表明,每燃烧 1tce,将产生 24kg CO₂, 19.8kg SO₂, 406kg CO, 4.2kg 粉尘。当前,我国几个大气污染指标,如总悬浮颗粒、降尘、二氧化硫和氮氢化合物等,北方城市高于南方城市,采暖期重于非采暖期。仅城市建筑采暖每年约排放 1.9 亿 t CO₂, 粉尘 3 000 万 t。采暖期城市大气污染指标普遍超过标准,情况相当严重。大气污染超过标准的基本原因,就是采暖燃煤排放的污染物。今后,采暖建筑越建越多,一个城市每年要建造几百万、上千万平方米的建筑物,为此每年要增加燃煤量上万吨,并相应增加 CO₂ 排放量。

因此,开展建筑节能,可大幅度降低采暖能耗,减少有害物质的排放,这将是改善大气环境的重要措施。

三、建筑节能有利于提高住户的室内热舒适度

在开展建筑节能之前,我国绝大多数地区的居住建筑,对建筑物的热工性能都没有给予足够的重视。为了多建房,一味降低一次性投资,其结果是建筑的外围结构保温性能很差,屋顶薄,外墙、外窗漏风严重。夏季炎热,冬季寒冷。有些建筑墙壁结露、窗户结霜、室温过低,寒气袭人。整栋房子犹如一个大散热体,即使供足了暖气也难以提高室内的温度。如前所说,建筑节能是合理使用和有效利用能源,提高能源的利用率。这就要一方面加强建筑物的保温隔热性能,另一方面提高采暖供热系统的效率和运行管理的水平,这样一来,虽然采暖能耗降低了,建筑物由于保温好,热量不容易散失,室内温度反而比不节能前的建筑高。冬季透气、结露、湿冷的现象消失了,热舒程度大为提高。

四、节省了采暖费用的开支

开展建筑节能当然需要增加一定的投资,根据新建筑节能设计标准的目标,节能50%时用于加强建筑物保温和提高门窗气密性的投资不超过土建工程造价的10%,投资回收期不超过10年,在采暖系统中采取节能措施而节约吨标准煤的投资不超过开发吨标准煤的投资。实践证明,这一规定完全能够达到。当前一些建筑单位往往也是房屋建成后的物业管理单位,由于建筑物采取了节能措施,冬季采暖能耗明显减少,然而采暖收费制尚未改变,采暖费也未减少,只要能如数收到采暖费,对物业管理和供暖单位而言,是收入多了而开支少了。

采暖收费制改为按户用热流量计量住户自交后,公家以不同方式发给住户外贴。由于总的耗热量减少了,各户也可相应节省采暖费的开支,到那时,节能建筑的用户对建筑节能的效益将会有切身的体会。

五、建筑节能将拉动建筑节能相关产业的发展

建造节能建筑,要提高围护结构的保温隔热性能、门窗的热工和气密性等,采暖供热系统要采取各种措施,来提高系统的运行效率,就必须研究开发各种保温隔热材料,各种不同的构造组合和相应构配件的生产,不同材料、型材组装的门窗,以及高效供热锅炉、鼓引风机、平衡阀、计量装置、自动化智能管理器具仪表等。由于建筑业的规模庞大,新建筑不断产生、旧建筑不断更新,所有建筑都要管理维修,所以与建筑节能有关的许多项目,都可能形成新的产业,迅速发展。

六、开展建筑节能是贯彻国家节能政策的需要

《中华人民共和国节约能源法》已经在全国人大第28次常务会议上审议通过,并以中华人民共和国第90号主席令发布,已于1998年1月1日起实施,这是推进全社会节能降耗,实现国民经济可持续发展的一项重大措施,标志着我国的节能工作已进入有法可依的阶段。在这一部国家法律中,有多项条款直接涉及建筑节能,对建筑节能在管理、合理使用能源、节能技术进步、法律责任等方面都有较具体的法律条文规定。国家建设部也制定了《建筑节能技术政策》,明确了建筑节能的基本目标。为了加强民用建筑节能管理,《民

用建筑节能管理规定》2005年10月28日经第76次部常务会议讨论通过,以中华人民共和国第143号部长令发布,自2006年1月1日起施行。

第三节 我国的建筑节能技术

建筑节能是世界性的大潮流,人们逐渐认识到建筑节能是关系拯救地球、拯救人类的大事情。许多发达国家,新建建筑均为节能建筑,既有建筑也已经或正在改造成为节能建筑。建筑节能已成为建筑的共同选择。我国建筑节能工作起步较晚,建成的节能建筑只占很小比例,建筑能耗远高于发达国家。我国的节能技术水平与发达国家相比也有较大差距。然而,由于政府的重视,制定了一系列的政策法规,开展了众多科研项目。我国的节能技术水平已有很大提高,取得了丰富的研究成果,并广泛地推广应用。

一、采暖建筑节能规划设计

(一)采暖建筑节能规划设计的内容

采暖建筑节能规划设计是建筑节能设计的一个重要方面,它包括建筑选址、分区、建筑布局、道路走向、建筑方位朝向、建筑体型、建筑间距、冬季季风主导方向、太阳辐射、建筑外部空间环境构成等方面。

(二)采暖建筑节能规划设计的目的

采暖建筑节能规划设计的目的是优化建筑的微气候环境,充分利用太阳能、冬季主导方向、地形和地貌等自然因素,并通过建筑规划布局,充分利用有利因素,改造不利因素,形成良好的居住条件,创造良好的微气候环境,达到建筑节能的要求。

(三)采暖建筑规划设计的要点

(1)建筑选址。建筑选址应选择平坦和向阳的基地,避免“霜冻效应”和“风影效应”。

(2)建筑布局。建筑布局宜采用单元组团式布局,形成庭院空间,建立良好的气候防护单元,避免风漏斗和高速风走廊的道路布局和建筑排列。

(3)建筑形态。建筑形态宜采用体形系数小,冬日得热多,夏日得热少,日照遮挡少,利于避风的平整、简洁、美观、大方的建筑形态。

(4)建筑间距。建筑间距应保证住宅室内获得一定的日照量,并结合通风,省地等因素综合确定。

(5)建筑避风。建筑节能规划设计,应利用建筑物阻挡冷风,避开不利风向,减少冷空气对建筑物的渗透。

(6)建筑朝向。我国建筑规划设计,应以南北向或接近南北向为好。建筑物主要房间宜设在冬季背风和朝阳的部位,以减少冷风渗透和围护结构散热量,多吸收太阳热,并增加舒适感,改善卫生条件。

二、墙体节能技术

(一)墙体材料

墙体材料是我国建材工业的重要组成部分,其产值接近建材工业总产值的1/3,能耗