

建筑节能设计与实践丛书

建筑围护结构 节能设计与实践

班广生 主编

中国建筑工业出版社

建筑节能设计与实践丛书

建筑围护结构节能设计与实践

班广生 主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑围护结构节能设计与实践/班广生主编. —北京:
中国建筑工业出版社, 2010
(建筑节能设计与实践丛书)
ISBN 978-7-112-12094-9

I. ①建… II. ①班… III. ①建筑物-围护结构-节能-建筑设计②建筑物-围护结构-节能-工程施工 IV. ①TU111.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 087170 号

我国城乡建筑围护结构保温隔热和气密性能较差,采暖空调系统的能源效率低下,与发达国家不断提高的建筑节能要求相比,差距较大。我国已经编制的居住建筑与公共建筑节能设计标准都是在原有能耗基础上,通过改善建筑围护结构保温隔热性能,以及提高设备和系统能源利用效率,达到一定的节能标准。本书从实践应用的角度,结合最新技术与有关标准,对建筑围护结构节能的设计与实践做了详尽的阐述,适合建筑设计人员、建筑施工技术人员和相关大专院校师生参考和使用。

* * *

责任编辑:马 红
责任设计:赵明霞
责任校对:赵 颖

建筑节能设计与实践丛书
建筑围护结构节能设计与实践
班广生 主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)
各地新华书店、建筑书店经销
霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版
北京云浩印刷有限责任公司印刷

*

开本:850×1168毫米 1/16 印张:16 字数:462千字
2010年8月第一版 2010年8月第一次印刷

定价:42.00元

ISBN 978-7-112-12094-9
(19351)

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)

前 言

2009 年 12 月，全球有史以来最大规模和最高规格的环境会议——哥本哈根大会，将全球气候变暖这个世界性的问题摆在了世人面前。哥本哈根会议成为一种启蒙，使“低碳生活”、“低碳经济”、“低碳建筑”、“低碳社区”等等词汇逐渐为社会所熟知。建筑节能减排备受关注。有资料表明：若未来 10 年中国能效曲线能达到全球目前平均水平，中国单位 GDP 能耗的下降空间高达 50%，其中近 30%将来自于节能。传统行业的节能中建筑节能为主要节能途径之一。

在建筑领域，低碳生活的精髓在于注重用科技手段解决建筑节能减排问题，低碳建筑的目标应在于实现节能、节水、节材、保护环境和减少污染，更加注重人的舒适以及人与自然的和谐，任重而道远。

我国的建筑节能起步落后于发达国家，但并不妨碍我们将技术目标瞄准世界前沿，同时，我国特有的广袤区域，不同的气候条件又为建筑节能提供了广阔的施展领域，因此，随着新产品、新材料、新技术、新工艺的不断涌现，一方面要关注设计、应用等实际环节的有效性，另一方面要不断调整和整理我们的认识，接受新思维、新意识、新观念，结合我国实际特点，形成适合我们自己特有的建筑节能技术体系。

毫无疑问，继续深化建筑节能技术的研究，对推进建筑节能对于我国应对气候变化、推动低碳经济发展具有重要意义。

当时之际，出版这套书，希望有益。

感谢本书的各章作者及关心并鞠劳审阅、参与的各位行业前沿人士。

本书各章作者如下：

闫增峰博士（西安建筑科技大学），第二章

冯 雅博士（中国建筑西南设计研究院），第三章、第四章

班广生高工（北京金易格幕墙工程有限责任公司），第一章、第五章

刘忠伟博士（北京中新方建筑科技研究中心），第六章

夏娟、石新勇教授（中国建筑材料检验认证中心），第七章

目 录

第1章 概述 1

- 1.1 建筑节能技术的发展和现状 1
 - 1.1.1 国外的发展和现状 1
 - 1.1.2 国内的发展和现状 5
- 1.2 建筑节能的法规、政策和标准 6
 - 1.2.1 政策及法规 6
 - 1.2.2 规范和标准 8
- 1.3 关于建筑节能指标 9
 - 1.3.1 北方严寒及寒冷地区采暖居住建筑节能设计标准 9
 - 1.3.2 夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准 10
 - 1.3.3 夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准 10
 - 1.3.4 与发达国家标准的比较 11
 - 1.3.5 标准和规范对遮阳的要求 12

第2章 建筑围护结构节能原理 14

- 2.1 基础知识 14
 - 2.1.1 建筑围护结构与扰量 14
 - 2.1.2 建筑热工设计分区 15
 - 2.1.3 房间与围护结构的热平衡方程 16
- 2.2 外墙节能原理 19
 - 2.2.1 墙体热过程分析 19
 - 2.2.2 墙体传热系数 20
 - 2.2.3 墙体热惰性指标 22
- 2.3 透明围护结构节能原理 24
 - 2.3.1 通过透光外围护结构的热平衡 24
 - 2.3.2 透光外围护结构的热工评价

指标 26

2.4 屋面节能原理 31

- 2.4.1 保温屋面 31
- 2.4.2 倒置式屋面 32
- 2.4.3 通风屋面 32
- 2.4.4 阁楼屋面 33
- 2.4.5 种植屋面 33
- 2.4.6 蓄水屋面 34
- 2.4.7 屋面的当量附加热阻 35

2.5 地面节能原理 35

- 2.5.1 地面的一般热工要求 35
- 2.5.2 地面的保温要求 36
- 2.5.3 地面的绝热要求 36
- 2.5.4 地面当量传热系数 36

2.6 围护结构中的热桥问题 38

- 2.6.1 热桥的定义与类型 38
- 2.6.2 外墙平均传热系数 K_m 与线性传热系数 Ψ 39

2.7 建筑物耗热量指标 43

- 2.7.1 现行计算方法 43
- 2.7.2 新的计算方法 44

第3章 围护结构节能设计要求 47

3.1 围护结构节能技术的现状 47

- 3.1.1 外墙内保温隔热节能技术 48
- 3.1.2 外墙外保温隔热节能技术 49
- 3.1.3 墙体自保温隔热体系 50
- 3.1.4 屋面节能技术 51
- 3.1.5 墙体与屋面节能技术主要存在的问题 53

3.2 围护结构节能设计 54

- 3.2.1 严寒、寒冷地区居住建筑围护

结构的节能设计	54	6.1.3 透明幕墙	133
3.2.2 夏热冬冷地区居住建筑围护结构的节能设计	57	6.2 玻璃幕墙热工性能的计算方法	136
3.2.3 夏热冬暖地区建筑的节能设计	64	6.2.1 幕墙玻璃传热系数的计算方法	136
3.3 公共建筑节能设计	67	6.2.2 幕墙玻璃遮阳系数测量计算方法	142
3.3.1 公共建筑围护结构节能设计的基本要求	67	6.2.3 门窗传热系数的计算方法	142
3.3.2 围护结构的节能设计	67	6.3 玻璃屋面热工性能的计算方法	149
第4章 外墙和屋面的节能设计与实践	72	6.4 双层通道幕墙	149
4.1 木骨架组合墙体	72	6.4.1 双层幕墙的分类	150
4.1.1 木骨架组合墙体的基本结构	72	6.4.2 内循环双层幕墙	151
4.1.2 墙体设计的基本规定	73	6.4.3 开放式双层幕墙	152
4.1.3 墙体设计	74	6.4.4 双层幕墙的工作原理	152
第5章 建筑幕墙非透明部分节能设计与实践	83	6.4.5 双层幕墙的性能设计与计算	154
5.1 建筑幕墙用隔热保温材料特性	83	6.4.6 双层幕墙的优点	158
5.1.1 概述	83	6.4.7 双层幕墙的缺点	158
5.1.2 围护结构外保温	84	6.5 公共建筑节能设计标准对幕墙热工性能的要求	158
5.1.3 保温材料	85	6.5.1 建筑设计的一般要求	158
5.2 非透明幕墙的节能设计	94	6.5.2 权衡判断	159
5.2.1 非透明幕墙	94	6.5.3 热工性能分区	159
5.2.2 保温和隔热	94	6.5.4 透明幕墙	159
5.2.3 空气间层	101	6.5.5 非透明幕墙	161
5.2.4 防结露构造	105	6.6 透明建筑围护结构的节能设计	161
5.2.5 防水构造	116	6.6.1 透明幕墙	161
5.2.6 防火构造	118	6.6.2 应用	167
5.3 关于施工	121	6.6.3 玻璃屋面	169
5.3.1 施工不良的后果	121	第7章 围护结构的节能检测	170
5.3.2 施工措施	124	7.1 国内外建筑能效标识制度	170
5.3.3 既有建筑的节能改造	125	7.1.1 国外的建筑能效测评体系	170
第6章 透明建筑围护结构节能设计与实践	132	7.1.2 国内的建筑节能测评体系	173
6.1 玻璃幕墙热工性能的特征	132	7.2 外墙保温系统性能检测	176
6.1.1 自然界能量	132	7.2.1 外墙外保温系统概述	176
6.1.2 玻璃传热机理	132	7.2.2 《外墙外保温工程技术规程》(JGJ 144—2004)的基本规定	177
		7.3 围护结构墙体材料性能检测	186
		7.3.1 保温材料	186
		7.3.2 辅助性材料	208
		7.4 建筑节能工程质量现场检测	240

7.4.1 围护结构墙体材料性能 检测	240	系数	245
7.4.2 建筑外窗窗口整体气密性能 检测	241	7.5.3 围护结构热桥部位内表面温度 检测	246
7.5 建筑围护结构热工性能现场 检测	242	7.5.4 围护结构隔热性能检测	247
7.5.1 围护结构热工缺陷检测	242	7.6 建筑节能诊断	248
7.5.2 围护结构主体部位传热 系数		7.6.1 一般规定	248
		7.6.2 围护结构热工性能	248

第 1 章 概 述

1.1 建筑节能技术的发展和现状

1.1.1 国外的发展和现状

随着世界经济的发展,各国能源的消耗量越来越高,世界能源需求量以每年大约 2% 的比率增长;在亚洲,过去的 17 年中这一比率为 3.5%,在中国、韩国、马来西亚、新加坡和泰国,这一增长比率更高,平均每年都超过了 5%。对世界能源消费的长期预测表明,2050 年能源消费将达到 1975 年的 4 倍。其中建筑物能耗占总能耗的 11%~25%。由此所带来的对环境、社会等的影响也日益引起人们的高度重视。

自 20 世纪 70 年代发生全球性的能源危机以来,世界各国政府对能源的利用情况进行了全面的实事求是的分析,诊断建筑能耗是一个重要的组成部分,各国一致认为必须对建筑设计制定节能标准,并予以执行。于是各国纷纷建立了自己的建筑节能标准。国外一些发达国家早在 20 世纪 70 年代末就已经开始了建筑节能的工作,强制建筑业在新建建筑中执行节能标准,并已取得了巨大的成效,使整个国家的建筑耗能有较大幅度下降。如丹麦 1985 年比 1972 年采暖面积增加了 30%,但采暖建筑能耗却减少了 318 万 t 标准煤,采暖能耗占全国总能耗的比重,也由 39% 下降为 28%。

1. 欧洲的发展和现状

在西欧和北欧的一些国家,高舒适度、低能耗的建筑非常普遍。其造价可能比一般建筑高出 3%,但由于采用节能和优化组合措施,每年的运营费用却可节约 60%。

欧洲国家没有发布过类似日本和中国的住宅性能认定标准,但都通过各种法规来保障住宅综合性能的完善。欧盟各国在提高能效方面

一直走在世界的前列。1998 年 11 月 13 日欧盟能源部长理事会正式批准“欧盟 1998 年~2002 年能源框架计划”,这标志着欧盟对其能源计划完成结构调整,能源工作进入一个目标明确、协调一致的新时期。为了提高能效,欧盟在成员国之间及其成员国内部形成了一系列的以满足具体能源使用和能源效率目标的协议。协议由政府鼓励支持,由协议参加者在“自身利益”的基础上实施。欧盟推行 GEA 标识和 EU 能源标识制度,目前建材已部分纳入 GEA 标识管理。德国的产品能耗标签制度就是德国根据欧盟《能源消耗标示法规》制定的相应法规。

1999 年欧洲门窗协会在德国慕尼黑正式成立。在欧洲门窗协会下,负责铝材的 FAE-CF、负责塑材的 EPW、负责木材的 FEMIB 一起协同工作。欧洲门窗协会的最重要的目标是为共同的市场建立一个普遍的产品标准,欧洲门窗协会希望实行的所谓“唯一的欧洲认证程序”,是为了降低由于众多不同的国家认证机构而导致的高成本。

欧洲国家对住宅墙体的保温隔热和门窗的节能都提出了明确的要求,建筑师必须按国家相关规定进行设计和选用材料,对人体和生态环境产生不良影响的材料被严格禁止。

欧洲高舒适度、低能耗建筑的外表朴实无华,但内部构造非常精致,尤其在墙体结构、门窗玻璃、采暖方式等方面运用了大量的新技术。如将外墙、房顶和地下都裹上 10~15cm 厚的保温层;使用中间带惰性气体隔离层的高性能玻璃与密闭窗框,让窗户这一主要的进热与散热源尽可能保温;在窗外加装遮阳设施,夏天阻挡热能“侵入”;采用自然送新风系统,尽量减少开窗机会,节约室内能量,从而达到既保证采光明亮、宽敞舒适,又减少能耗、降低运营费用的效果。

欧洲许多住宅的窗子上部、阳台门上部和外墙上都有不太显眼的进风器,这是近二十年来在发达国家推行的住宅送风系统。传统的住宅中通风主要靠土建管道井来完成,是自然拔风,无法控制通风量,室内的热量同时被排出,能量散失,舒适性也得不到满足。

从20世纪70年代初期开始,外墙、门窗保温隔热和密封技术得到了推广和加强,同时也使室内外空气的交换问题凸显出来;至20世纪80年代初,“智能型房屋呼吸系统”开始进入家庭,空气质量得到了进一步优化,住宅能耗进一步降低。这种“房屋呼吸”概念,即通过对通风量的控制,形成室内外正负压差,让新鲜空气先进入主要居室,然后经过卫生间和厨房,将污浊空气排出室外。

(1) 德国

德国建筑节能体系及技术在欧洲以至全世界都处于领先地位,其建筑节能的政策体系和技术措施对中国发展节能建筑有一定的借鉴作用。德国能源匮乏,石油几乎100%依赖进口,天然气80%依赖进口。节约能源是德国政府能源开发利用的一贯政策,一直以来,德国联邦政府通过信息咨询、政策法规和资金扶持等多种手段,调动个人和企业节能的积极性。德国建筑节能技术的研究与应用,不仅出于经济利益上的考虑,也是为了从根本上减少二氧化碳等气体排放,减少全球范围内的温室效应。

2002年2月德国《能源节约法》进效。按照新法规,新建筑的允许能耗要比2002年前的能耗水平下降30%左右。而早在1978年,德国就修改过一次建筑节能标准,使得其后建设的建筑能耗比老建筑减少60%以上。

根据《能源节约法》制定了德国建筑保温节能技术规范,其特点是从控制建筑外墙、外窗和屋顶的最低保温隔热指标,改为控制建筑物的实际能耗。德国还有大批老建筑,没有采用新型保温技术措施。为此,新法规鼓励企业和个人对老建筑进行节能改造,并实行强制报废措施。新的建筑节能规范EnEV2002,体现了德国最新建筑节能技术的研究成果,有很强的可操作性。这项新的建筑保温节能技术

规范的核心思想是:从控制单项建筑围护结构(如外墙、外窗、屋顶)的最低保温隔热指标,转化为对建筑物真正能量消耗量的控制,从而达到严格有效的能耗控制。在实际操作中,一是实行建筑能耗定量化及建筑能耗证书系统;二是新建住宅必须提供采暖所需能耗量和住宅能耗核心值。新建建筑必须出具节能范围所需求的建筑热损失计算,证明建筑每年所需的能量;分项列出所需电能、燃油、燃气、燃煤数量,制成建筑能耗计算表。建立建筑能耗证书系统对控制建筑能耗是一项非常有效的手段。

另外,德国每年投入大量资金用于住宅改造,改造内容包括增加建筑外保温设施,更换高效门窗,替换高能耗的采暖设施,通过这些维护更新方法,使德国的旧房每平方米住宅面积减少二氧化碳排放量达到40kg/年,这样的成果得到了各界的肯定。德国共投入近百亿欧元低息贷款用于此项工作。

(2) 英国

英国政府从1986年开始制订国家节能计划,将建筑节能由低到高分10个等级。政府在强制执行节能计划时,一方面要考虑不同阶层购房者的心态,另一方面强调就地取材解决节能材料,减少运输费用,尽可能降低住宅成本。因此,英国各地根据国家节能计划因地制宜地制定政策,推动了住宅节能工作的开展。目前英国的新建住宅基本上都达到了最高节能等级的要求,并且住宅的内部舒适程度也因节能构造的增强得到了明显的提高。按新标准设计的节能型住宅比传统住宅在能量消耗上的花销要减少75%。

英国有些住宅房顶和玻璃阳光室顶部铺设了太阳能收集板,解决住户日常用电量,电力充裕时可向电网供电,太阳能不足时可从电网输入。

在居室的节能保温方面,强调主要涉及墙体、窗户、地板、屋顶四个部位。

在英国的一些住宅区,可以看到安装在室内的自平衡单户式空气置换系统,体积不大,噪声极低,每天24h持续工作,据说每天运行费不超过人民币0.6元。

英国伦敦南部有一个零能耗社区——贝丁

顿生态村 (BEDZED)。其建筑理念为建筑本身就是节能。BEDZED 是贝丁顿 “零能耗” 开发的缩写。当然, “零能耗” 是设计师们的理想, 并非一点能源都不用, 而是尽可能多地节省能源。这里约有 250 人居住在生态村 100 套公寓和住房内。在贝丁顿生态村, 五颜六色的漏斗形状建筑不仅漂亮, 而且是整个开发项目至关重要的一个环节。设计贝丁顿生态村的建筑师比尔·杜斯特说: “它们有以风为动力的自然通风烟囱。一个烟囱将房屋内的废气排出, 而其他的烟囱则将新鲜空气吸进来。再结合其他高科技设备, 即可保证房屋无论春夏秋冬哪个季节都能保持舒适的温度。”

为保证冬天住房的舒适温度。为了尽可能多地吸收热量, 温室全部朝阳且都安装了三层玻璃。贝丁顿生态村每一间朝阳温室都安装有太阳能电池板。由于风轮机有噪声, 再加上对整体环境有影响, 生态村就没有使用风轮机。设计者并没有使用太阳能电池板发电, 而是让它们为生态村的电车和滑行车提供电力。

2006 年英国进一步强制实行建筑节能, 据英国最新公布的建筑规范要求, 从 2006 年 4 月 6 日起, 英国建筑商在承建的商业建筑和民居中必须采用节能设施, 使建筑的能源消耗降低 40%。新建筑规范规定的节能措施中包括, 改变传统的建筑设计思路, 更多地采用绝缘材料和保温窗户。英国门窗等级认定委员会 (BFRC) 规定节能窗标识体系包括窗质材料、窗框设计、玻璃类型和窗户的其他构件。

(3) 瑞典

瑞典地处北欧, 冬季漫长寒冷, 夏季短暂而凉爽, 因此所有建筑物最主要的能源消耗就是取暖。瑞典全国总的能量消耗中, 建筑供暖占了 1/4 强; 而在建筑能耗总量中, 取暖一项就占了 87%。因此, 节能住宅第一就要保暖。

瑞典十分重视住宅配件的标准化问题, 1967 年就制定了《住宅标准法》, 并规定使用按照瑞典国家标准制造的材料配件来建造的住宅项目能获得政府的贷款。

瑞典的工业化标准和 “模数协调基本原则”, 涉及住宅的各部分, 如浴室设备、厨房水槽、窗框、窗扇等。

由于全社会的节能意识越来越强, 加上瑞典政府实施的鼓励节能住宅的优惠政策, 许多家庭开始把自己的住宅按照节能环保标准修缮一新。即通过采用节能型的建筑结构、材料、机械和产品, 提高建筑的保温隔热性能, 减少采暖、通风、制冷、照明等能耗, 充分体现工程设计者因地制宜、天人合一的节能环保理念。如住宅从外观看, 房子多采用深色涂料和建材。这可以在白天尽量多地吸收太阳能。从方位上看, 这些房子多面南背北, 门窗多朝南、西方向, 以让阳光更多地进入室内。而且建筑结构上多把这些门窗设计为落地门窗。墙体建材上主要使用了空心砖墙及其复合墙体技术, 以使建筑吸收的太阳能容易保存在墙内, 不至于迅速流失。这样, 房屋白天通过窗户由太阳来加热, 夜间则通过隔热材料和砖墙来保暖。

在瑞典门窗被认为是房屋热量散失的最薄弱环节。传统住宅的热量散失中, 有 1/3 通过门窗传热损失了, 另有 1/3 由门窗透进来的冷风带走了。因此在进行房屋设计时, 不论公寓还是别墅, 所有门窗都使用双层设计。大门虽然是木制, 但有内外两道, 这可以防止人在进出时造成房间内大部分热量流失。房屋的窗户采用了新型的钢塑复合窗, 内外双层, 中间的空气隔离层发挥着良好的保温作用。另外, 窗户面积虽然很大, 但多采用大扇玻璃, 以减少窗芯和可开启的窗扇面积。窗扇之间用密封条封好, 以防止能源损失。通往阳台的门上玻璃的面积占去大半, 但巨幅玻璃也是双层。其住宅门窗的质量和卫生器具的配置, 无论是铝合金窗, 还是塑钢窗都做得牢固精细。

(4) 法国

在法国, 民居建筑的能源消费占法国能源总消费的 45%, 排放的温室气体占法国温室气体总排放量的 25%。法国家庭的电力消耗 20 年翻了一倍, 其中 34% 用于取暖、8% 用于烹调、15% 用于热水、43% 属于其他用途。为了科学合理用电, 法国政府在引导居民节约电力, 减少能源消耗, 及提高建筑物的能源利用效率等方面采取了诸多措施。

法国于 1978 年 1 月 10 日通过了一项法

令——斯克里伏耐 (SCRIVENER) 法, 规定了质量认证制度的法定程序和基本作法。质量认证制度的目的是向用户保证其所购买的产品符合有关标准的要求, 协助用户选择符合使用要求的产品, 保护用户利益。质量认证制度的基本作法是由政府批准的权威性第三方机构按照规定的质量标准对厂商的产品进行检查核实, 向符合规定的产品颁发质量证书。在其产品上标以特定的质量认证标志, 以使用户识别。应该强调的是, 这种质量证书只能由国家批准的机构根据法律规定的程序审核发放, 与厂商自我颁发的产品合格证有本质区别。

这项制度起初是针对大宗消费性产品而制定的, 现已在建筑产品中得到广泛应用, 如各种散装材料 (水泥、石灰等)、加工材料和半成品 (砖、砌块、石膏板、轻质保温材料等)、建筑构配件 (墙板、门窗等) 及建筑设备 (太阳能集热器等)。

2. 美国的发展和现状

美国是经济技术高度发达的国家, 建筑业、钢铁工业和汽车工业长期被称为经济的“三大支柱”。美国的建筑与中国的建筑在形式上有着质的差别。美国在 1975 年第一次颁布了 ASHRAE (美国采暖、制冷及空调工程师协会) 标准 90-75 “新建筑物设计节能”。以此为基础, 1977 年 12 月官方正式颁布了“新建筑物结构中的节能法规”, 不断地在建筑节能设计等方面提出新的内容, 每五年便对 ASHRAE 标准进行一次修订。

美国人口约 2.5 亿, 目前住宅自有率为 66%, 人均居住面积 59 平方米, 居世界榜首。美国的住宅几乎全部为 3 层以下。美国一般家庭都拥有一栋配套较为齐全、面积在 160 平方米以上的房子。内部配套好, 分别拥有客厅、卧室、厨房、浴室、贮藏室、洗衣室、车库等, 热水、暖气、空调设备齐全, 供暖、空调全部安装煤气作为燃料的分户供暖空调措施, 各房间内全部留有风口。由于住房是美国家庭的重要组成部分, 而且又是采取分户供暖措施, 所以房屋本身的节能水平是一个非常重要的指标, 建筑节能甚至成为一些家庭购房的首要指标。也就是说, 建筑节能是一个非常市场

化的指标, 虽然这其中政府的标准起了相当的作用, 但这并非绝对。

从 2000 年起, 美国房屋所耗能源超过了交通业和产业界, 房屋如今消耗美国能源总供应的 1/3。近年来, 为了节能和环保, 美国能源部正在大力推广“零能耗住宅”新技术。通过改进建筑设计和材料, 美国房屋能耗已比 1980 年减少了 30%。例如, 构造独特、设施精巧别致的上下两层房屋。当炎炎夏日时, 用户可以不必开空调, 显眼的大扇窗户向外摇摆, 随时捕捉吹来的南风; 同时敞开的天窗能够驱散停滞的热流。而在寒冷的冬天, 全新的材料又让住宅洋溢着暖意, 软木与混凝土配置砌成的外墙与外界隔绝; 气体壁炉让家里热流无限循环。

高效利用太阳能是“零能耗住宅”技术的关键。美国能源部认为, 应该通过外墙 (如太阳能吸热壁)、窗户和建筑材料等, 不借助任何机械装置, 直接利用太阳能进行房屋自然供暖、降温 and 照明, 以减少房屋降温或供暖所需的能源消耗。在气候不同地区, 日照强度与时间长短的不同决定建筑设计的具体差异, 如屋顶是否需用反光材料避免房屋过热, 墙体是否需用保暖性强的材料, 墙体填充材料应具有何等储热和散热能力, 何种墙体填料应在房屋什么位置等。

同时, 在房屋降温和供暖保暖方面, 窗户的方向和位置、隔热性能不同的窗玻璃的选用、窗玻璃的组装层数、窗框材料、房屋外表和屋顶材料深浅颜色的运用、室内的自然通风设计、房屋的择地和朝向及园林设计等也起重要的作用。而利用附近建筑的反光和室内墙面、顶棚和地板反光, 开窗位置高, 甚至选用浅色窗框, 都能够增强室内的自然照明效果, 减少照明用电。

美国是世界上最大的能源消耗国, 因此也一直积极致力于提高能源使用效率、降低污染物排放的工作。1992 年建立“能源之星”, 1994 年设立《节能法案》, 通过为各种各样的节能产品制定能效标准, 为每个家庭每年节约了大约 200 美元, 并且由此所带来的社会效益是这些花费的 1000 多倍。目前已有 1200 家企

业经过“能源之星”认证。美国政府积极推动高效产品的生产和使用,美国的“联邦采购要求”规定,所有的联邦机构必须采购高效产品,高效产品的市场份额达到25%。目前“能源之星”涉及的建材产品包括:绝热材料、屋面和墙体材料、门窗、节水设备等。美国国家门窗等级认定委员会(NFRC)自1991年启用产品认证册,采用U值传热系数评定门窗;1993年,NFRC标识正式启用,使用太阳得热因子(SHGC)和可见光渗透率;1995年NFRC使用空气渗透率的测定及标识。

据美国绿色建筑协会的最新数据,5年内,美国50%的新建筑将是绿色建筑。虽然建筑成本提高约2%,但运营和维护成本将大幅下降,通常两年之内即可收回提高部分的投资。

3. 亚洲的发展和现状

在亚洲地区,随着亚洲经济的发展,越来越多的国家已经意识到了提高能源使用效率的重要性,积极地致力于这方面的工作。许多国家的制造商也积极提倡采用能效标准和能效标识,因为这将使他们能更有效地在国际和国内市场上竞争。现在亚洲的韩国、泰国、菲律宾、马来西亚等国家都已经实施了能效标准和标识活动。

1.1.2 国内的发展和现状

我国房屋建筑规模十分巨大,近几年每年建成房屋达16~20亿 m^2 。在全面建设小康社会目标的指引下,我国城镇化将加速发展,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,全国房屋建筑面积达686亿 m^2 ,其中城市为261亿 m^2 。我国由于人口众多,随着生活条件的不断改善,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。

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%,东欧和前苏联占25%,发展中国家占23%。我国建筑能耗比例也将随着人民生活水平的提高而逐步上升。大体上说,与发达国家对比,我们的外墙、屋顶单位面积能耗为它们的3~5倍,窗户能耗为它们的2~3倍。事实上,我国目前虽然发布了居住建筑和公共建筑节能标准,但采暖居住建筑节能标准也只有京、津、唐山等少数城市执行得较好,山东等省也有较大进展,而大多数地区只是局部执行,有些地区甚至完全没有执行。

近30年来,发达国家致力于建筑节能,一步一步抓,越抓越紧,尤其是20世纪90年代以来,为了减排温室气体,要求更高,在建筑热舒适性继续改善的前提下,单位建筑面积的能源消耗量进一步减少。而我国到2002年只在城市中累计建成节能建筑2.3亿 m^2 (包括节能率30%及50%的建筑),仅占全国城市建筑面积的2.1%,其中约有一半建在北京和天津。因此,从总体上说,我国现在的建筑能耗水平与传统建筑相比变化并不大,有些地方甚至还不如以往的传统建筑。

我国城乡建筑围护结构保温隔热和气密性能差、采暖空调系统的能源效率低下,与发达国家不断提高的建筑节能要求相比,差距越拉越大。我国已经编制了居住建筑与公共建筑节能设计标准都是在原有能耗基础上,通过改善建筑围护结构保温隔热性能,及提高设备和系统能源利用效率,做到节能50%的。按照标准建造的节能建筑,不仅节约能源,还提高了建筑热舒适性,做到冬暖夏凉。这些标准都已经通过充分的技术经济论证,是符合我国国情、经过努力完全可以做得到的。当然,即使做到了节能50%,与发达国家目前要求的能耗水平相比,仍然高得多,按照发达国家当前节能标准,还会有再节能50%甚至更多的潜力。2010年以后再逐步在各地实施节能65%和75%的标准,节能成果就将更大了。

国内由于地域辽阔,各地的自然气候条件、经济发展水平有很大差异,因此在建筑节能方面的发展也很不平衡。这种状况在今后的

发展中,仍然会长期存在。我国一方面要引进先进国家成熟的技术和产品,另一方面要坚持走自己技术发展道路,研究和开发适合我国国情的建筑围护结构节能技术和产品。我们的发展重点主要在以下方面:

1) 北方地区进一步开发和完善提高围护结构保温性能的技术和产品,使之接近和达到欧洲先进国家的水平。

2) 中部和南方地区研究和开发兼顾保温和隔热的技术和产品,这是中国建筑节能技术的特点。

3) 鉴于透明围护结构的大规模应用,注重研究和开发高性能的玻璃幕墙、窗户及遮阳技术和产品。

4) 通风对降低建筑能耗,改善室内环境作用明显,注重研究各种主动和被动的通风方式,开发相应的技术和产品。

另外,要密切关注建筑用光伏技术的发展。光电模块技术的使用并不是新技术,在20世纪90年代初,德国就已经采用了这项技术,并安装到实际项目中。但是这种技术一直没有被成功地突破,一个原因是光电模块比较昂贵,分期贷款的偿还期较长,所以,只有少数客户愿意在此技术上投资。如今,市场已经产生了变化,随着光电模块的价格下降,市场需求日益增加,越来越多的光电模块将被整合进建筑物的外表,最终这种高技术产品将普及在众多建筑物的外围护结构上,将成为建筑中的重要内容。

目前,仍然要充分考虑建筑行业涉及面广、技术水平相对偏低的特点,注重发展低成本的、易于实现大规模推广应用的适用技术和产品。

到2020年,我国新增城镇民用建筑面积总量将达到100~150亿 m^2 ,共新增加约70亿 m^2 以上需要采暖的民用建筑,约10亿 m^2 的大型公共建筑。当前,建筑行业是我国国民经济的支柱产业,其对涉及国计民生的许多行业具有较大影响力,能够带动包括建材、冶金、化工、机械等多个行业的发展。建筑节能将节约大量的煤炭能源和减少电力消耗量,将大大降低二氧化碳和有害气体的排放,减少空气污染,减少温室效应。

1.2 建筑节能的法规、政策和标准

1.2.1 政策及法规

我国抓建筑节能是以1986年颁布北方地区居住建筑节能设计标准为标志启动的。当时标准要求,在20世纪80年代初期基础上降耗30%,1995年又根据节能规划目标,修订和颁布了节能50%的《民用建筑节能设计标准(采暖居住建筑部分)》(JGJ 26—95)。经过近二十年的努力,建筑节能工作得到了逐步推进,取得了较大成绩,已初步建立起以节能50%为目标的建筑节能设计标准体系;初步形成了以《民用建筑节能管理规定》为主体的法规体系;初步形成了建筑节能的技术支撑体系;同时,通过建筑节能试点示范工程,有效带动了建筑节能工作的发展;通过国际合作项目,引入了国外先进的技术和管理经验。

1996年,建设部制定了《建筑节能“九五”目标和2010年规划》,在当时的情况下,建筑保温状况与气候条件相近的发达国家相比,我国多层住宅单位能耗外墙为国外的四五倍,屋顶为2.5~5.5倍,外窗为1.5~2.2倍,门窗空气渗透为3~6倍。

《建筑节能“九五”目标和2010年规划》中明确了节能的分阶段基本目标: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年在达到第二阶段要求的基础上再节能30%,为第三阶段。对新建采暖公共建筑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。对采暖区热环境差或能耗大的既有建筑的节能改造工作,2000年起重点城市成片开始,2005年起各城市普遍开始,2010年重点城市普遍推行。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年的重点城镇开始成片进行建筑热环境及节能改造,2010年起各城镇开始成片进行建筑热环境及节能改造。

按上述目标开展工作,则至2000年,可累计节能2700万t标准煤;至2005年可累计节能7400t标准煤;至2010年可累计节能1.7亿t标准煤。

1996年建设部以建科530号文发布了《建设部建筑节能政策》。指出今后我国建筑节能的任务是: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,采取各种有效的节能技术与管理措施,降低新建房屋单位建筑面积的能耗,同时,对既有的建筑物进行有计划的节能改造,达到提高居住热舒适性、节约能源和改善环境的目的。

强调从1996年起到2000年,新设计的采暖居住建筑应完成1980~1981年当地通用设计能耗水平基础上节能50%;从2005年起新建采暖居住建筑应在此基础上再节能30%。新建采暖公共建筑2000年前做到节能50%,2010年在此基础上再节能30%。新建空调公共建筑应执行空调公共建筑节能设计标准,争取有较多空调尖峰电力负荷转移到低谷时间。

1997年11月1日颁布《中华人民共和国节约能源法》,自1998年1月1日起施行。

1997年11月1日颁布《中华人民共和国建筑法》,自1998年3月1日起施行。

1999年10月制定了《民用建筑节能管理规定》(建设部令第76号),自2000年1月1日起施行。

2005年10月28日经第76次部常务会议讨论通过了修订的《民用建筑节能管理规定》,自2006年1月1日起施行。

《民用建筑节能管理规定》中所称民用建筑节能,是指民用建筑(即居住建筑和公共建筑)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、给水排水和通道系统的运行效率,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。

《民用建筑节能管理规定》的第八条,即

鼓励发展下列建筑节能技术和产品中共有八项内容。规定同时强调了监督、设计、审核等工作的重要性,“建筑工程施工过程中,县级以上地方人民政府建设行政主管部门应当加强对建筑物的围护结构(含墙体、屋面、门窗、玻璃幕墙等)、供热采暖和制冷系统、照明和通风等电器设备是否符合节能要求的监督检查”;“建设单位不得以任何理由要求设计单位、施工单位擅自修改经审查合格的节能设计文件,降低建筑节能标准”;“施工图设计文件审查机构在进行审查时,应当审查节能设计的内容,在审查报告中单列节能审查章节;不符合建筑节能强制性标准的,施工图设计文件审查结论应当定为不合格”。

2005年2月建设部提出《贯彻落实科学发展观 大力发展节能与绿色建筑》的文件。文件指出,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源(能源、土地、水资源、材料)、最低限度地影响环境的建筑物。绿色建筑也有人称之为生态建筑、可持续建筑。

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。

绿色建筑通过科学的整体设计,集成绿色配置、自然通风、自然采光、低能耗围护结构、新能源利用、中水回用、绿色建材和智能控制等高新技术,具有选址规划合理、资源利用高效循环、节能措施综合有效、建筑环境健康舒适、废物排放减量无害、建筑功能灵活适宜等6大特点。它不仅可以满足人们的生理和心理需求,而且能源和资源的消耗最为经济合理,对环境的影响最小。

目前我国每年城乡新建房屋建筑面积近20亿 m^2 ,其中80%以上为高耗能建筑;既有建筑近400亿 m^2 ,95%以上是高能耗建筑。我国单位建筑面积能耗是发达国家的二三倍,对社会造成了沉重的能源负担和严重的环境污染,已成为制约我国可持续发展的突出问题。同时建设中还存在土地资源利用率低、水污染严重、建筑耗材高等问题。

发展节能与绿色建筑的指导思想是贯彻落实科学发展观,大力开展节能、节地、节水、节材等资源节约和环境保护工作,努力推进节能与绿色建筑的发展,实现建设事业可持续发展。

工作目标中提到:通过全面推广节能与绿色建筑工作,争取到2020年,大部分既有建筑实现节能改造,新建建筑完全实现建筑节能65%的总目标,东部地区要争取实现更高的节能水平;实现建筑建造和使用过程中节水率在现有基础上提高30%以上;新建建筑对不可再生资源的总消耗比现在下降30%以上;到2020年,我国建筑的资源节约水平接近或达到现阶段中等发达国家的水平,节能、节地、节水、节材和环境保护的经济和社会效益显著,转变经济的增长方式成效突出。

2006年3月14日全国人大十届四次会议通过《中华人民共和国国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要》。

建筑节能方面严格执行建筑节能设计标准,推动既有建筑节能改造,推广新型墙体材料和节能产品等;政府机构建筑按照建筑节能标准进行改造,在政府机构推广使用节能产品等;推行产品生态设计,推广节约材料的技术工艺,鼓励采用小型、轻型和再生材料;提高建筑物质量,延长使用寿命,提倡简约实用的建筑装修;推进木材、金属材料、水泥等的节约代用。

2006年国家发改委发布了《节能中长期专项规划》,这是改革开放以来,我国制定的第一个节能中长期规划。

《节能中长期专项规划》期分为“十一五”和2020年,重点规划了到2010年节能的目标和发展重点。根据我国目前的节能潜力和未来能源需求的特点,规划提出“十一五”节能的重点领域是工业、交通运输、商用和民用建筑。其中,建筑节能的重点是严格执行节能设计标准。将组织修订和完善主要耗能行业节能设计规范、建筑节能标准等。规划中指出:目前我国单位建筑面积采暖能耗相当于气候条件相近发达国家的二三倍。据专家分析,我国公共建筑和居住建筑全面执行节能50%的标准是现实可行的;与发达国家相比,即使在达到了节能50%的目标以后仍有约50%的节能

潜力。

同时提出“十一五”期间组织实施十项节能重点工程,包括建筑节能工程、绿色照明工程、政府机构节能工程及节能监测和技术服务体系建设工程等。

“十一五”期间,新建建筑严格实施节能50%的设计标准,其中北京、天津等少数大城市率先实施节能65%的标准。结合城市改建,开展北方采暖地区既有居住和公共建筑建筑节能改造,加大既有宾馆、饭店的综合节能改造。大城市完成改造面积25%,中等城市达到15%,小城市达到10%。期间重点是政府机构建筑物及采暖、空调、照明系统节能改造,按照建筑节能标准改造的政府机构建筑面积达到政府机构建筑总面积的20%;推广使用高效节能产品,将节能产品纳入政府采购目录;鼓励采用蓄冷、蓄热空调及冷热电联供技术,中央空调系统采用风机水泵变频调速技术,节能门窗、新型墙体材料等。加快太阳能、地热等可再生能源在建筑物的利用。

1.2.2 规范和标准

随着我国国民经济的迅速发展,国家对环境保护、节约能源、改善居住条件等问题的高度重视,法制逐步健全,相应制定了一批技术法规和标准规范,例如,1986年颁布了实施的部标《民用建筑热工设计规程》JGJ 24—86(以下简称原规程),部标《民用建筑节能设计标准(采暖居住建筑部分)》JGJ 26—86(以下简称原标准),1987年颁布实施的国标《采暖通风与空气调节设计规范》(GBJ 19—87),以及1993年颁布实施的国标《民用建筑热工设计规范》(GB 50176—93)等。这些标准规范的颁布实施,对于改善环境、节约能源、提高投资的经济和社会效益,起到了重要作用。但是,原规程仅对围护结构保温隔热的最低要求作出规定;原标准是我国建筑节能起步阶段的标准,节能率为30%,围护结构保温水平提高的幅度并不大,而且由于种种原因,在我国三北地区并未全面实施,迄今只有北京、天津、哈尔滨、西安、兰州、沈阳等几个先行城市实施约3000万 m^2 。

至 2006 年底涉及建筑门窗的标准规范如下：《民用建筑热工设计规范》(GB 50176—93)、《公共建筑节能设计标准》(GB 50189—2005)、《民用建筑节能设计标准(采暖居住建筑部分)》(JGJ 26—95)、《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》(JGJ 75—2003)、《既有采暖居住建筑节能改造技术规程》(JGJ 129—2000)、《采暖居住建筑节能检验标准》(JGJ 132—2001)、《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》(JGJ 134—2001)、《建筑外窗保温性能分级及检测方法》(GB/T 8484—2002)、《住宅建筑规范》(GB 50368—2005)、《住宅性能评定技术标准》(GB/T 50362—2005)、《绿色建筑评价标准》(GB/T 50378—2006)。

2006 年 3 月 1 日起执行的《住宅建筑规范》(GB 50368—2005)，是我国第一部以住宅建筑为一个完整对象，从住宅性能、功能和目标的基本技术要求出发，在现有强制性条文和现行有关标准的基础上，全文强制的工程建设国家标准；2006 年 3 月 1 日起执行的《住宅性能评定技术标准》(GB/T 50362—2005)，是我国第一部关于住宅性能评定方法、衡量住宅综合性能水平的推荐性国家标准；《绿色建筑评价标准》(GB/T 50378—2006) 2006 年 6 月 1 日起执行，是我国第一部从住宅和公共建筑全寿命周期出发，多目标、多层次，对绿色建筑进行综合性评价的推荐性国家标准。

目前，建筑节能标准已经形成初步的标准体系，许多标准正在编制和建设中。

政策方面，为落实《节能中长期专向规划》提出的 10 大重点节能工程，正在拟订建筑节能工程的实施方案编制工作，同时配合做

好绿色照明工程、政府机构节能工程等实施方案的编制工作；还包括研究制定《建筑节能经济激励政策》；配合做好《关于发展节能省地型住宅和公共建筑的通知》等。

1.3 关于建筑节能指标

在建筑标准方面，近 20 年来发达国家每修订一次标准，都将节能要求提高一步。如法国现行标准已是第三个节能 25% 的标准，又如英国标准在能源危机前外墙传热系数为 $1.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ，经过三次修订标准后，现已降至 $0.45 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ；丹麦经过 4 次修订标准后，现已降到 $0.30 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 和 $0.20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 。而我国采暖居住建筑第一阶段的节能标准北京地区才降至 $1.28 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 。

1.3.1 北方严寒及寒冷地区采暖居住建筑节能设计标准

1986 年建设部颁发了《民用建筑节能设计标准(采暖居住建筑部分)》(JGJ 26—86)，指标水平是在 1980 和 1981 年的通用采暖建筑能耗的基础上节能 30%；1995 年 12 月，又颁布了修订的《民用建筑节能设计标准(采暖居住建筑部分)》(JGJ 26—95)，1996 年 7 月 1 日执行，在 1986 年的基础上再提高 30%，相比 20 世纪 80 年代初，目标节能率为 50%。

根据《民用建筑节能设计标准(采暖居住建筑部分)》(JGJ 26—95)的规定，如果建筑物的窗墙比北向不超过 0.25，东西向不超过 0.3，南向不超过 0.35 时，可从表 1-1 中查出建筑围护结构的传热系数限值。

不同地区采暖居住建筑各部分围护结构传热系数限值 $[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$

表 1-1

代表性城市	窗户(含阳台门)	屋 顶		外 墙	
		体形系数 ≤ 0.3	体形系数 > 0.3	体形系数 ≤ 0.3	体形系数 > 0.3
郑州、洛阳、宝鸡、徐州	4.70/4.00	0.80	0.60	1.10/1.40	0.80/1.10
西安、拉萨、济南、青岛、安阳	4.70/4.00	0.80	0.60	1.00/1.28	0.70/1.00
石家庄、德州、晋城、天水	4.70/4.00	0.80	0.60	0.92/1.20	0.60/0.85
北京、天津、大连、阳泉、平凉	4.70/4.00	0.80	0.60	0.90/1.16	0.55/0.82
兰州、太原、唐山、阿坝、喀什	4.70/4.00	0.70	0.50	0.85/1.10	0.62/0.78
西宁、银川、丹东	4.00	0.70	0.50	0.68	0.65

续表

代表性城市	窗户(含阳台门)	屋 顶		外 墙	
		体形系数 ≤0.3	体形系数 >0.3	体形系数 ≤0.3	体形系数 >0.3
张家口、鞍山、酒泉、伊宁、吐鲁番	3.00	0.70	0.50	0.75	0.60
沈阳、大同、本溪、阜新、哈密	3.00	0.60	0.40	0.68	0.56
呼和浩特、抚顺、大柴旦	3.00	0.60	0.40	0.65	0.50
延吉、通辽、通化、四平	2.50	0.60	0.40	0.65	0.50
长春、乌鲁木齐	2.50	0.50	0.30	0.56	0.45
哈尔滨、牡丹江、克拉玛依	2.50	0.50	0.30	0.52	0.40
佳木斯、安达、齐齐哈尔、富锦	2.50	0.40	0.30	0.52	0.40
海伦、博克图	2.00	0.40	0.25	0.52	0.40
伊春、呼玛、海拉尔、满洲里	2.00	0.40	0.25	0.52	0.40

注：表中外墙的传热系数限值系指考虑周边热桥影响后的外墙平均传热系数。有些地区外墙的传热系数限值有两行数据，上行数据与传热系数为 4.70 的单层塑料窗相对应；下行数据与传热系数为 4.00 的单框双玻金属窗相对应。

1.3.2 夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准

2001 年 10 月 1 日实施的建设部颁发的《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》(JGJ 134—2001)，要求在保证相同的室内热环境指标的前提下，与未采取节能措施前相比，采暖、空调能耗降低 50%。标准中规定了建筑不同朝向、不同的窗外环境条件（有无外遮阳），不同窗墙比的外窗传热系数限值，见表 1-2。

不同朝向、不同窗墙面积比的外窗传热系数

表 1-2

朝向	窗外环境 条件	外窗的传热系数 $K[W/(m^2 \cdot K)]$				
		窗墙面 积比 ≤0.25	窗墙面 积比 >0.25 且 ≤0.30	窗墙面 积比 >0.30 且 ≤0.35	窗墙面 积比 >0.35 且 ≤0.45	窗墙面 积比 >0.45 且 ≤0.50
北(偏东 60°到偏西 60°范围)	冬季最冷月室外平均气温 >5℃	4.7	4.7	3.2	2.5	—
	冬季最冷月室外平均气温 ≤5℃	4.7	3.2	3.2	2.5	—
东、西(东或西偏北 30°到偏南 60°范围)	无外遮阳措施	4.7	3.2	—	—	—
	有外遮阳(其太阳辐射透过率 ≤2%)	4.7	3.2	3.2	2.5	2.5
南(偏东 30°到偏西 30°范围)		4.7	4.7	3.2	2.5	2.5

从表 1-2 中看出：标准对窗户的传热系数规定：窗墙比 ≤0.35， $K=4.7\sim3.2$ ；窗墙比 >0.35，且 ≤0.50， $K=2.5$ 。对窗户遮阳的要求：宜设置活动遮阳装置。

1.3.3 夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准

2003 年 10 月 1 日施行的建设部颁发的《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》(JGJ 75—2003)，要求在保证相同的室内热环境指标的前提下，与未采取节能措施前相比，全年采暖、空调能耗降低 50%。标准中规定了建筑不同窗墙比时外窗的“综合遮阳系数限值”，这是首次在居住建筑节能设计标准中提出了对窗户本身遮阳系数的要求。综合遮阳系数是考虑窗本身和窗口的建筑外遮阳装置综合遮阳效果的一个系数，即窗本身的遮阳系数与窗口的建筑外遮阳系数的乘积。见表 1-3。

从表 1-3 中可以看出，标准对窗户的传热系数没有限制。

对窗户的综合遮阳系数规定：窗墙比不大于 0.35： $S_w=0.4\sim0.9$ ；窗墙比大于 0.35 且不大于 0.5： $S_w=0.3\sim0.6$ 。

对天窗的规定：天窗面积不应大于屋顶总面积的 4%；传热系数 (K) 不应大于 $4.0W/(m^2 \cdot K)$ ；本身的遮阳系数 (S_c) 不应大于 0.5。

对窗户气密性的规定：1~9 层的外窗的气密性，在 10Pa 压差下，每小时每米缝隙的