

QIANGTI ZIBAOWEN XITONG SHEJI ZHINAN

墙体自保温系统设计指南

重庆市建设技术发展中心 组 编
重庆市建筑节能中心

吴 波 董孟能 主 编
莫天柱 何 丹 副主编



重庆大学出版社
<http://www.cqup.com.cn>

QIANGTI ZIBAOWEN XITONG SHEJI ZHINAN

墙体自保温系统 设计指南

重庆市建设技术发展中心 组 编
重庆市建筑节能中心

吴 波 董孟能 主 编
莫天柱 何 丹 副主编

重庆大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

墙体自保温系统设计指南/重庆市建设技术发展中心编著. —重庆:重庆大学出版社,2010. 11
ISBN 978-7-5624-5771-8

I. ①墙… II. ①重… III. ①墙体材料:保温材料—设计—指南 IV. ①TU522-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 212223 号

墙体自保温系统设计指南

重庆市建设技术发展中心
重庆市建筑节能中心 组编

主 编 吴 波 董孟能

副主编 莫天柱 何 丹

策划编辑:林青山

责任编辑:文 鹏 高鸿宽 姚 胜 版式设计:林青山

责任校对:秦巴达 责任印制:张 策

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:邓晓益

社址:重庆市沙坪坝正街 174 号重庆大学(A 区)内

邮编:400030

电话:(023) 65102378 65105781

传真:(023) 65103686 65105565

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn (营销中心)

全国新华书店经销

重庆川渝彩色印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:12 字数:292 千

2010 年 12 月第 1 版 2010 年 12 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5624-5771-8 定价:36.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

前 言

建筑节能是建设领域实现可持续发展和实施节约能源基本国策的重大举措。为了推进建筑节能工作,2006年重庆市城乡建设委员会在对全市保温工程应用现状进行调研的基础上,提出全市应开展建筑节能经济适用安全技术路线的研究,要求重庆市建设技术发展中心结合重庆地区的气候特征、建筑结构体系特点、经济发展水平、墙材产业革新发展现状和施工现场技术管理水平等因素深入开展以墙体自保温为主导的建筑节能技术体系研究,在保证建筑节能实施质量的基础上,进一步降低执行建筑节能标准的成本。2006年5月,夏热冬冷地区中心城市建筑节能管理机构的负责人齐聚南京,就该地区建筑节能技术路线进行了深入研讨。与会代表一致认为夏热冬冷地区建筑节能技术路线应首先解决夏季隔热再兼顾冬季保温,根据该地区气候特点,应当把发展墙体自保温技术作为当前和今后建筑节能的主要技术措施,并要求各地今后积极开展墙体自保温的技术研发,产业培育和工程实践。

为了做好重庆市墙体自保温技术体系的发展和应用工作,在重庆市城乡建设委员会的领导下,重庆市建设技术发展中心会同中煤国际工程集团重庆设计研究院和相关墙材企业,先后启动了《重庆市建筑节能经济适用安全技术路线研究与实践》、《墙体自保温成套技术体系研究及工程应用》等重大科研课题开展技术攻关,率先在全国成功研制出了JN节能型烧结页岩空心砌块自保温体系、加气混凝土砌块自保温体系和陶粒混凝土小砌块自保温体系,编制发布了《蒸压加气混凝土砌块应用技术规程》、《节能型烧结页岩空心砌块应用技术规程》和《JN节能型烧结页岩空心砌块自保温墙体建筑构造图集》、《蒸压加气砌块自保温墙体建筑构造图集》等配套应用技术标准,并从2008年以来以这三大体系为重点,积极推进安全、防火、耐久性能好、综合造价低的墙体自保温技术体系的规模化应用,培育形成了年产节能型烧结页岩空心砌块700万 m^3 、蒸压加气混凝土砌块210万 m^3 、陶粒混凝土小砌块20万 m^3 生产能力的新型节能墙材产业。并通过在100个项目近1000万 m^2 的工程实践,节能工程造价近4亿元。实践证明,着力发展墙体自保温技术体系,既有效地降低了建筑节能的增量成本,为实施建筑节能提供了强大的物质支持,又实现了对墙材产业的产品结构调整,推动传统墙材产业逐步成为促进地方经济发展新的增长点。墙体自保温技术体系正逐步发展成为重庆市推动建筑节能的主要技术路线,在工程实践应用中越来越显示出其强大的生命力。

为了及时总结重庆市在墙体自保温技术体系科研攻关和推广应用取得的成功经验和丰硕成果,进一步发挥墙体自保温技术体系的显著的经济和社会效益,提高建设、设计单位设计选用墙体自保温体系的能力和水平,我们根据《墙体自保温成套技术体系研究及工程应用》科研项目取得的成果,组织编写了这本《墙体自保温系统设计指南》,作为指导全市建设领域大规模设计、应用墙体自保温技术体系的工具书和全市开展建筑节能技术培训的专用教材,以

期对全市不断推进新建建筑节能工作水平作出应有贡献。

本书由吴波、董孟能同志任主编,莫天柱、何丹同志任副主编,由董孟能同志负责统稿。本书写作的具体分工为:第1章由重庆市城乡建设委员会何丹、董孟能、吴波编写;第2章由重庆市城乡建设委员会吴波、重庆市建设技术发展中心丁小猷、陈红霞、赵本坤编写;第3章由中煤国际工程集团重庆设计研究院谢自强、李怀玉编写;第4章由重庆市建设技术发展中心莫天柱、杨丽莉、吕忠、李清疆、余雪祯编写。重庆大学刘宪英教授、重庆市经信委吴世滨教授级高工对本书进行了审阅,两位专家提出的修改意见对提高本书质量起到了重要作用。

本书在编写过程中得到了重庆市城乡建设委员会的指导,得到了重庆市相关建筑节能专家和墙材生产企业的大力支持,并参考了市内外建筑节能的相关文献资料,在此一并表示衷心感谢!

由于时间和水平有限,书中遗漏和不妥之处在所难免,恳请广大读者不吝指正。

编 者
2010年9月

目 录

1	建筑节能概述	1
1.1	能源与可持续发展	1
1.2	建筑节能的提出与发展	1
1.3	我国建筑节能发展概况	2
1.4	重庆建筑节能发展概况	5
1.5	适合重庆市的建筑节能路线	6
2	墙体自保温系统及组成材料	10
2.1	墙体自保温系统基本构造	10
2.2	墙体自保温系统组成材料	11
3	墙体自保温系统设计	20
3.1	墙体自保温热工设计原理	20
3.2	墙体自保温构造	23
3.3	墙体自保温设计深度及要点	30
4	墙体自保温设计案例	34
4.1	案例1 塔式高层	34
4.2	案例2 板式小高层	97
4.3	案例3 花园洋房	116
4.4	案例4 别墅	137
4.5	案例5 公共建筑	157
4.6	总结	176
附录	常用建筑材料热物理性能计算参数	177
参考文献		186

1 建筑节能概述

1.1 能源与可持续发展

能源是人类社会赖以生存发展的重要物质基础,随着人类文明不断进步发展,人类对能源的需求日益增长。根据国际能源机构的统计,2005 年与 2001 年数据相比,全世界 GDP 增长了 5.46%,而能源消耗却增长了 14%,达到 114.34 亿 t 油当量。说明在世界经济高速增长的同时,也在以更高的速度消耗资源。且由于消耗的能源主要来自不可再生的矿物燃料,人类不断增长的能源消费需求与能源供给不足的矛盾日益突出,国家能源安全成为世界各国共同面临的重大课题。

更为严酷的现实是,由于含碳矿物燃料的使用,已经严重破坏了地球环境。一方面,化石燃料燃烧所排放的颗粒物以及硫和氮的氧化物造成臭氧层破坏、环境酸化,直接危害人体健康。另一方面,化石燃料燃烧所排放的二氧化碳据估算已占到二氧化碳排放总量的 70%,以二氧化碳为主的温室气体导致地球气候产生重大变化,洪涝、干旱、台风与飓风等自然灾害频繁发生,大量物种迅速灭绝,世界很多地区的冰川和冻土出现消融和衰退现象,海平面持续上升,在 20 世纪,全球海平面已上升了约 0.17 m。现有的气候变化预测结果也表明,至 21 世纪末,全球气候系统还将持续变暖,全球平均地表温度可能将上升 1.1~6.4℃,全球平均海平面可能提高 0.18~0.59 m,人类生存环境面临重大危机。同时,作为环境外交的最重要内容,从 20 世纪 90 年代开始,应对气候变化国际谈判中的争论就始终没有停止过,涉及的政治和经济利益的角逐异常激烈,使气候变化从科学争论的议题演变成国际政治博弈和经济竞争的焦点。因此,以气候变暖为主要特征的全球气候变化问题已成为 21 世纪人类共同面临的重大环境与发展挑战。

基于对能源安全与环境问题的认识,人们已越来越重视发展的可持续性,希望能找到一条持续发展的道路。目前国际社会公认的可持续发展定义是:“既要考虑当前发展的需要,又要考虑未来发展的需要,不要以牺牲后代人的利益为代价来满足当代人的利益。”强调以长远和全局的辩证眼光看待环境和发展,社会和经济的发展必须与地球生态自然环境的变化相适应,人类对自然资源和能源的消耗不能超出全球生态环境的极限。

1.2 建筑节能的提出与发展

建筑是能源消耗的大户,在发达国家能源消费中,建筑能耗所占比例均在 30% 以上。1973 年爆发的石油危机,使欧美发达国家在石油价格暴涨的压力下认识到其对能源(特别是不可再生能源)的高消耗生产体系和对生活资料的高消费体系的传统现代化发展模式使经济和社会的发展难以为继,必须实行节约型的发展模式。因此,实现建筑用能的可持续发展受

到越来越多的重视,提出了建筑节能的理念。建筑节能从 20 世纪 70 年代以来在全世界范围内得到了普遍重视并迅速发展,成为建筑技术进步的重要标志。我国从 80 年代初期,在认真学习发达国家经验的基础上开始启动了北方严寒地区和寒冷地区的建筑节能工作。

随着人们对节约能源与满足舒适和健康要求之间关系认识的不断深入,建筑节能已经历了 4 个发展阶段:第 1 阶段,建筑节能的目标被锁定为节约用能、限制用能,抑制建筑能耗的增长;第 2 阶段,提出在总能耗基本不变的情况下,满足人们对健康、舒适的要求;第 3 阶段,要求用最小代价和最小能耗来满足人们的合理需求,提高建筑能源利用效率;第 4 阶段,将建筑节能放在可持续发展战略的背景下考虑,提出了可持续建筑、绿色建筑、生态建筑等理念。

《重庆市建筑节能条例》将建筑节能定义为:在保证建筑物使用功能和室内热环境质量的前提下,在建筑物的规划、设计、建造和使用过程中采用节能型的建筑技术和材料,降低建筑能源消耗,合理、有效地利用能源的活动。本书所述的建筑能耗是指建筑在使用过程中的能耗,主要包括采暖、通风、空调、照明、炊事燃料、家用电器和热水供应等能耗。其中以采暖和空调能耗为主。

1.3 我国建筑节能发展概况

1.3.1 我国实施建筑节能的重要意义

1) 建筑节能是实现社会经济可持续发展的需要

相关统计数据表明,我国能源消费与 GDP 基本上是同向增长的,能源消费是经济持续增长的重要推动力。因此,增加能源供给,提高能源利用效率,是我国经济持续稳定发展的一项重要任务。目前全国房屋总面积已超过 400 亿 m^2 ,预计到 2020 年底,全国房屋建筑面积将新增达 300 亿 m^2 。随着经济的快速发展和人民生活水平的日益提高,我国城乡居民的生活方式将从生存型向舒适型转变,对建筑面积、建筑室内环境舒适度等居住条件的要求逐渐提高,导致建筑能耗持续刚性上升,成为未来 20 年能耗和排放的主要增长点。据住建部统计,2008 年全国能源消费总量 29.1 亿 t 标准煤,建筑能耗约占全社会总能耗 28%。由于我国建筑能耗长期快速增长的趋势和增量在能源需求增长中的主导地位确定了其在我国能源战略中的核心地位。据测算,到 2020 年我国建筑节能总潜力大约能达到 3.8 亿 t 标准煤,达到并超过整个英国 2002 年能耗总量;空调高峰负荷可减少约 8 000 万 $\text{kW} \cdot \text{h}$,约相当于 4.5 个三峡电站的装机量,减少电力投资 6 000 亿元。因此,实施建筑节能对我国社会经济实现可持续发展至关重要。

2) 建筑节能是减轻环境污染的需要

我国的化石能源占总能源数量的 92%,其中煤炭占 68%,电力生产中的 78% 依赖燃煤发电。随着城镇建筑的迅速发展,采暖空调、生活和生产用能日益增加,客观上造成向大气排放的污染物急剧增长,环境形势十分严峻。我国是主要的二氧化碳排放国之一,建筑用能的二氧化碳排放量占到全国用能排放量的 1/4。能源消费引起的二氧化硫和烟尘的排放量超过总排放量的 80%,酸雨面积占国土面积 1/3,占全球 13%。同时,粉尘污染物是许多疾病的致病因素,对居民健康造成严重危害。

3) 建筑节能是改善建筑热环境的需要

与世界同纬度地区相比,1月平均气温我国东北要低 $14\sim 18\text{ }^{\circ}\text{C}$,黄河中下游要低 $10\sim 14\text{ }^{\circ}\text{C}$,长江以南要低 $8\sim 10\text{ }^{\circ}\text{C}$,东部沿海要低 $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右;而7月平均气温,我国绝大部分地区却要比同纬度地区高出 $1.3\sim 2.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。加之,热天整个东部地区湿度均高,冷天东南地区仍保持高湿度。由此可见,我国冬冷夏热的问题是相当突出的,绝大部分地区夏天闷热,冬天阴冷。而随着现代化建设和人民生活水平的提高,舒适的建筑热环境日益成为人们生活的需要,冬天需要采暖,夏天想要空调,这都需要能源的支持,其中对优质能源的需求量增长更快。而我们的能源供应特别是优质能源供应十分紧张。也就是说,从宏观上看,只有在节约能源与加速能源开发的条件下改善热环境,这种改善才有可能,否则只是无米之炊,只能加重国家的资源、能源困难。

4) 建筑节能是发展建筑业的需要

多年以来,各发达国家建筑业发展的实践证明,多项建筑技术的发展,许多建筑产品的发展都与建筑节能的发展息息相关。这是因为,随着国家对建筑节能要求的日益提高,墙体、门窗、屋面、地面以及采暖、空调、照明等建筑的基本组成部分都发生了巨大的变化。房屋建筑不再是砖石等几种传统产品包揽天下,多年以来习用的材料和做法不得不退出历史的舞台,材料设备、建筑构造、施工安装等都在进行多方面的变革,许多新型高效保温材料、密封材料、节能设备、保温管道、自动调控元器件大量涌入建筑市场。新的节能建筑大量兴建,加上既有建筑大规模的节能改造,产生了巨大的市场需求,从而涌现出万千家生产建筑节能产品的企业,也促进了各设计施工和物业管理部门调整其技术结构和产业结构,使得不少发达国家的建筑业在相对停滞中出现了生机。从我国建筑节能工作开展得较好的城市的经验中也可以看出,建筑节能对于建筑师绝不是一种负担,而是一种新的动力。谁更早地看清楚了这一点,谁就掌握了主动,在日后的竞争中占有较大的优势。

1.3.2 我国建筑节能的发展

我国建筑节能工作开始于20世纪80年代初期,前期工作重点按气候带分为华北、东北、西北3个地区(即严寒地区和寒冷地区),90年代末夏热冬冷地区的建筑节能也受到国家重视。2008年10月《民用建筑节能条例》的实施,标志我国建筑节能发展迈入新的阶段。

1) 我国“三北”地区建筑节能情况

1986年,国家住房和城乡建设部(原建设部,后文简称住建部)发布了《民用建筑节能设计标准(采暖居住建筑部分)》(JGJ 24—86),规定节能率为在1980—1981年当地通用设计能耗水平的基础上降低30%,其中围护结构占20%,采暖系统约占10%。由于多方面困难,该标准未能得到有效实施,直到1991年北京市采取了强制措施推行标准,才使标准执行有了突破。到1995年,只有北京、天津、哈尔滨、西安、兰州、沈阳等城市实施约4700万 m^2 、其中天津约1000万 m^2 ,而当时采暖区城镇竣工房屋面积一年即有1.7亿 m^2 。1995年住建部又发布了第2个节能标准《民用建筑节能设计标准(采暖居住建筑部分)》(JGJ 26—95)以取代1986年发布的标准,新标准要求采暖能耗在当地1980—1981年住宅通用设计的基础上节能50%,要求“三北”地区新建和扩建的居住建筑自1996年7月1日起实施新标准。为了切实推动建筑节能工作,住建部在1996年召开了专门的建筑节能会议,要求各地认真执行新标准。这次会议有力地促进了各地建筑节能工作,“三北”地区许多省市制订了执行标准的实施原则和具

体政策。

到2009年底,全国城镇新建建筑设计阶段执行节能强制性标准的比例为99%,施工阶段执行节能强制性标准的比例为90%。全年新增节能建筑面积9.6亿 m^2 ,可形成900万t标准煤的节能能力。全国累计建成节能建筑面积40.8亿 m^2 ,占城镇建筑面积的21.7%,比例逐年提高。北京、天津、河北、河南、辽宁、吉林、黑龙江、青海等省市新建建筑全部或部分实施65%节能标准。

2) 我国夏热冬冷地区的建筑节能情况

夏热冬冷地区包括重庆、上海2个直辖市;湖北、湖南、安徽、浙江、江西5省全部;四川、贵州2省东半部;江苏、河南2省南半部;福建省北半部;陕西、甘肃2省南端;广东、广西2省区北端。以上地区共涉及16个省市自治区约有4亿人口,是中国人口最密集,经济发展速度最快的地区。

以上地区没有采暖空调设施的建筑,冬夏季的室内热环境质量是全中国最差的。夏季连晴高温天气中,室内温度超过30℃,最高达36~37℃。人进室内如入火炉,大汗淋漓,坐立不安,卧不能眠。冬季室内外温度几乎相同,温差只有1~4℃。室内阴冷,温度不到12℃(卫生标准的下限),整个冬季平均只有8.5℃,78%的时间低于10℃。在室内不能久坐,久坐则感到寒气袭人,受寒生病是普遍现象。夏热冬冷地区建筑若不用采暖空调设备,冬夏季室内热环境都达不到基本的居住条件,更谈不上舒适。

长期以来,夏热冬冷地区人们一直在渴望改善建筑热环境,也一直在努力改善建筑热环境,其进程可分为4个阶段:

第1阶段,扇子与手炉阶段。20世纪70年代以前,城市住宅多为砖瓦房,夏季降温主要依靠自然通风和手中的扇子。

第2阶段,电扇与烤火炉阶段。从20世纪80年代初开始,砖混结构建筑越来越多,但厨卫往往不配套,室内仍然是夏季闷热,冬季寒冷。电扇和各种燃料的烤火炉逐渐普及,开始有了采暖降温能耗。

第3个阶段,空调与电暖器阶段。从20世纪90年代初开始,住宅成套化,但建筑热工性能较之第2阶段没有明显改进。空调器、电暖器相继进入普通百姓家。目前家庭空调器已经普及,各大中城市的商场、旅店、影剧院等公共建筑,不论档次高低,都已有了空调。建筑热环境开始得到明显改善,采暖空调能耗急剧上升。每户采暖空调用电负荷1~4W,年用电量500~4000 $\text{kW}\cdot\text{h}$ 。按此水平,夏热冬冷地区住宅采暖空调用电负荷将达2亿 kW ,年用电量2240亿 $\text{kW}\cdot\text{h}$ 。此外,还有公用建筑的采暖空调能耗。

第4阶段,全面改善建筑热环境与节能的阶段。2000年住建部发布《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》。这是进入第4阶段的基本标志。

夏热冬冷地区是我国经济发达地区,重视该地区建筑节能工作对整个中国实施可持续发展战略具有重要意义。而且夏热冬冷地区建筑节能不仅要解决夏季防热降温还要兼顾冬季保温,技术难度大,是我国建筑节能的重点,又是难点,是中国建筑节能的新焦点。

3) 我国夏热冬暖地区的建筑节能情况

夏热冬暖地区位于我国南部,地区人口约1.5亿人,生活水平较高,包括海南、台湾全境;福建南部;广东、广西大部以及云南西南部和元江河谷地区,北回归线横贯其北部,属地理学

中南亚热带至热带气候。该区最冷月(1月)平均气温高于 10°C ,最热月(7月)平均气温 $25\sim 29^{\circ}\text{C}$,极端最高气温一般低于 40°C ,年日平均气温 25°C 的天数为 $100\sim 200\text{d}$,年平均相对湿度为 80% 。这部分地区每年空调使用期为 $5\sim 9$ 月,约 150d 。以广州地区为例:广州的空调普及率按面积算约占 70% ,每百户城市居民家庭拥有空调器数量为 175.3 台,空调能耗指标接近 $60\text{W}/\text{m}^2$ 。每年 $6\sim 9$ 月,广州的建筑空调耗电量约占全市总用电量的 40% ,平均建筑能耗占全市总能耗的 30% 以上。

夏热冬暖地区大量建筑由于夏季热环境较差,导致空调能耗大,空调能耗在建筑能耗中占主导地位。夏热冬暖地区已成为我国建筑节能工作的新重点。2003年7月,住建部颁布了《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》,提出夏热冬暖地区要实现建筑节能 50% 的目标要求。虽然夏热冬暖地区建筑节能工作开展较晚,最近几年来夏热冬暖地区各地通过建立建筑节能机构、完善配套政策制度和技术标准、加强监督管理、推广新技术新产品、开展宣传培训和抓好试点示范等一系列措施,初步建立了建筑节能的工作体系,建筑节能工作全面启动。

1.4 重庆建筑节能发展概况

重庆地处夏热冬冷地区,气候特点是夏季高温闷热,冬季潮湿阴冷,居住舒适度差。随着重庆经济社会的高速发展,老百姓对居住舒适性的要求不断提高,自发改善居住热环境的意愿很强,建筑能耗呈持续增长的态势。根据重庆统计数据测算,2007年重庆建筑能耗占全市终端能耗的比例已达到 25% 左右,推进建筑节能的重要性和紧迫性十分突出。

在重庆市委、市政府的重视下,重庆市建筑节能工作从1998年开始按照“舆论引导、科技支撑、标准先行、技术配套、示范带动、产业跟进、管理规范、质量保证”的工作思路积极推进,大致可分3个阶段:

第1阶段:从1998—2003年,工作以开展试点、示范、研发建筑节能技术和发展建筑节能产业、编制建筑节能标准为主,主要是建筑节能技术措施的建立和完善阶段。

第2阶段:从2004—2007年,工作以研究制定推动建筑节能的政策措施,加强建筑节能实施监管为主,主要是建筑节能政策措施的建立和完善阶段。

第3阶段:从2008至现在,工作以贯彻执行《重庆市建筑节能条例》、《民用建筑节能条例》为重点,是依法全面实施建筑节能的阶段。

经过这3个阶段近10余年的努力工作,重庆建筑节能事业取得了长足发展,已具备全面推进的基础条件,主要体现在以下方面:率先在中国出台了建筑节能的地方性法规——《重庆市建筑节能条例》;率先在中国夏热冬冷地区编制发布了建筑节能 50% 和 65% 设计标准,并在中国西部率先执行了建筑节能 65% 标准;率先组织建成了国家住建部认可的夏热冬冷地区第一个建筑节能 50% 的示范小区——北碚天奇花园;率先向国家住建部提出了利用长江、嘉陵江江水发展淡水源热泵技术的建议,被列为国家可再生能源建筑应用城市级示范城市;率先开展了国家机关办公建筑和大型公共建筑节能监管体系建设,被列为国家机关办公建筑和大型公共建筑节能监管体系建设全国示范城市;率先在中国建立并实施了建筑节能初步设计专项审查和强制性的建筑能效测评与标识制度;率先建立了绿色建筑评价体系;率先在全国实现了建筑节能设计分析软件的免费使用。

下阶段重庆将按照“统筹规划、分类指导、因地制宜、突出重点、创新机制、强化支撑、依法

监管、提高能力”的工作思路进一步强化建筑节能监管,扎实做好建设领域节能减排工作。但随着建筑节能的推进,部分建筑节能技术和产品在工程应用中存在的安全性、耐久性、经济性问题也逐步凸现出来,需要探索出一条适宜重庆的经济、适用、安全的建筑节能技术路线。

1.5 适合重庆市的建筑节能路线

建筑节能的基本途径就是提高建筑热工性能和采暖空调设备的能源利用效率,涉及夏季隔热、冬季保温以及过渡季节的除湿和自然通风等 4 个因素,基本上是以通过外围护结构向室外传递热量为主的热过程。通过 2007 年底开展重庆地区外墙保温工程实施情况调查发现,外墙外保温工程占调查项目总数的 86%,外墙内保温工程占调查项目总数的 14%,外墙自保温工程为 0;同时,外墙外保温工程中有 80.6% 的工程采用了胶粉聚苯颗粒体系,12.9% 的工程采用了挤塑聚苯板薄抹灰体系,6.5% 的工程采用了膨胀聚苯板薄抹灰体系,被调查工程未发现采用无机保温体系。这反映了在工程实践中,重庆地区存在着将建筑节能技术路线简单化的误区,片面地将实施建筑节能标准的技术路线等同于做外墙外保温,而外墙外保温方式又以技术体系最复杂的有机类保温体系为主,使在北方地区较普遍使用的外保温技术在

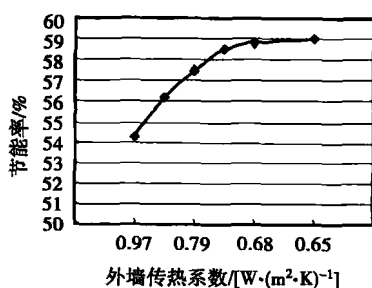


图 1.1 传热系数与节能率的关系

夏热冬冷地区出现了“水土不服”的现象,在工程应用中存在一定的问题和不足:一是施工工序较复杂,施工质量不易控制;二是防火性能较差,存在一定的安全隐患;三是保温系统使用年限与建筑主体结构不同寿命,为建筑后期使用带来很大麻烦;四是建筑节能增量成本较高,大量数据表明本地区建筑外墙的传热系数 K 值与建筑物的节能率并不是线性关系(见图 1.1),当外墙传热系数达到一定值后,再一味地通过外墙保温技术措施来降低墙体传热系数,提高节能率,效果甚微,也很不经济。

实践证明,夏热冬冷地区建筑节能解决的主要矛盾是夏季隔热,单纯采用高效外保温系统提高外墙保温性能的技术路线其节能效果和技术经济性均不明显。建筑节能的技术路线应结合各地实际因地制宜才能取得较好效果。因此,探索适合重庆市的建筑节能路线就必须找到适宜重庆建筑围护结构节能的技术措施,特别是墙体保温技术措施。

1.5.1 采用的墙体保温技术类型

目前常用的外墙保温形式主要有 3 种:外墙外保温、外墙内保温和墙体自保温。

1) 外墙外保温

外墙外保温是将保温材料固定在外墙外侧,目前较为成熟的外墙外保温技术有:

- ①聚苯板薄抹灰外墙外保温系统。
- ②胶粉聚苯颗粒保温浆料外墙外保温系统。
- ③模板内置聚苯板现浇混凝土外墙外保温系统。
- ④复合装饰板外墙外保温系统。
- ⑤喷涂硬质聚氨酯泡沫塑料外墙外保温系统。

其中,第①、②种为重庆地区近几年常用的墙体节能形式。

2) 外墙内保温

外墙内保温是将保温材料固定在外墙内侧的做法,目前国内常用的内保温技术有:

- ①增强石膏复合聚苯保温板。
- ②聚合物砂浆复合聚苯保温板。
- ③增强水泥复合聚苯保温板。
- ④内墙贴无机发泡保温板。
- ⑤无机保温砂浆。

重庆地区目前主要有第④、⑤种的应用,应用较多的有复合硅酸盐材料和泡沫混凝土保温材料、玻化微珠保温砂浆、陶粒混凝土等。

3) 外墙自保温

外墙自保温是指通过采用节能型墙体材料和特定的建筑构造,提高建筑外墙体的热工性能指标的墙体保温构造方式。目前采用的自保温墙体材料有蒸压加气混凝土砌块、节能型烧结页岩空心砌块、陶粒混凝土空心砌块等。

1.5.2 不同保温系统的综合性能评价

1) 外墙外保温的优点及不足

(1) 优点

- ①保护主体结构,延长建筑物寿命。
- ②基本消除了“热桥”的影响。
- ③使墙体防水能力得以大幅提升。
- ④有利于室温保持稳定,改善室内热环境质量。
- ⑤有利于提高墙体的气密性。
- ⑥不影响房屋的使用面积。

(2) 不足

- ①施工技术难度较大,工序较多,施工质量较难把握,需专业施工队伍承担。
- ②施工周期较长。
- ③对外饰面材料要求高,不宜选用重质的、较大规格的外饰块材,如面砖类,因为存在脱落伤人的安全隐患。
- ④采用有机保温材料时存在防火安全的隐患。
- ⑤采用有机保温材料时使用寿命与主体结构不同步,今后维护麻烦,成本较高(如有机保温材料体系的使用寿命在25年,而主体结构一般在50年以上)。
- ⑥造价偏高。

2) 外墙内保温的优点及不足

(1) 优点

- ①作业面大,施工方便灵活,以每层为单元,可以大面积施工,不存在与层间的保温交差问题。
- ②技术性要求与外保温比相对较低,应用时间较长。
- ③造价相对较低,经济效益好。

④施工脚手架搭设简单。

(2)不足

①难以避免“热桥”的产生,墙体内表面易产生结露潮湿现象。

②与外保温相比,不利于建筑物围护结构的保护。

③二次装修时容易被破坏。

④减少了房屋的使用面积。

⑤对材料的阻燃性能要求高。

3)外墙自保温的优点及不足

(1)优点

①省去了聚苯板等有机材料的使用,环保效益好。

②砌体部分无需再进行保温层的施工,施工技术简单。

③无外保温存在脱落的安全隐患。

④不存在保温层与主体结构使用寿命不同步的问题,使用寿命长。

⑤防火抗震性能好。

⑥综合经济性好,节约成本。

(2)不足

①对墙体材料要求较高。

②容易产生“热桥”现象,需对热桥部位进行专门处理。

1.5.3 适合重庆的墙体保温技术体系

根据对常用墙体保温系统的综合性能分析,可以发现与其他外墙保温技术体系相比,自保温技术体系具有工序简单、施工方便、安全性能好、便于维修改造和可与建筑物同寿命等特点,在保证建筑工程质量,提高安全、防火、耐久性能,降低建筑物综合造价等方面具有显著优势。且发展墙体自保温技术体系,进一步改善墙体材料性能,特别是积极发展节能的新型墙体材料,不仅能极大地带动重庆地区墙材产业技术进步和发展,同时也对促进重庆地区墙材革新和产业结构调整具有重要作用。

与此同时,重庆发展墙体自保温体系已具备一定产业基础。据调查,重庆节能型墙材基本情况为:加气混凝土砌块生产企业全市共有12家,主城区有7家,涪陵、长寿、万州、永川、合川各一家,设计生产能力超过30万 m^3 的仅有2家,采用机械切割生产工艺的企业只有5家,2008年底改建形成了一条自动生产线,总产能约为180万 m^3 ,实际应用量为68万 m^3 ,年产值约为1.36亿元。页岩空心(多孔)砖生产企业全市共有36家,主城区有30家,涪陵、长寿、梁平、璧山、永川等区县共有6家,设计生产能力超过30万 m^3 的仅有2家,采用二次码烧生产工艺的企业有12家,采用隧道窑烧成工艺的有23家,总产能约为300万 m^3 ,实际应用量为220万 m^3 ,年产值约为3.30亿元。陶粒混凝土空心砌块生产企业全市共有4家,主城区3家,涪陵1家,设计生产能力均小于5万 m^3 ,只有一条固定设备生产线,总产能约为20万 m^3 ,实际应用量为10万 m^3 ,年产值约为0.13亿元。

基于以上原因,根据建筑节能和墙材革新的需要,结合重庆地区的地理气候条件、资源现状、建筑特点、经济发展水平等因素,因地制宜地确定了发展以墙体自保温技术为主的外墙保温隔热技术体系的建筑节能技术路线。同时结合地方产业发展现状,确定重庆地区墙体自保

温技术体系在承重体系方面主要发展节能型烧结页岩多孔砖、混凝土多孔砖墙体自保温技术体系,非承重体系方面主要发展节能型烧结页岩空心砌块、蒸压加气混凝土砌块、陶粒混凝土小型空心砌块等墙体自保温技术体系。由于当前墙体自保温技术体系主要用于框架结构,本书所述墙体自保温系统是指非承重体系。

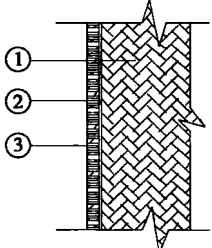
2 墙体自保温系统及组成材料

墙体自保温技术体系与现有的外墙外保温体系相比,在符合建筑节能设计标准的条件下,具有以下两大特点:一方面,由于该技术体系全部采用无机材料,保证了体系的安全性、防火性和耐久性,使体系可与建筑物同寿命;另一方面,由于该体系减少了保温层工序,保留了传统施工工艺及施工习惯,施工周期得以缩短,建筑物综合成本得以降低,在技术经济性方面具有明显的优势。

2.1 墙体自保温系统基本构造

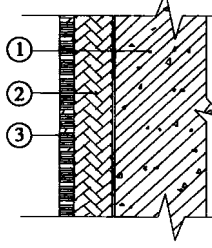
墙体自保温系统是指:按照一定的建筑构造,采用节能型墙体材料及配套砂浆,使墙体热工性能等物理性能指标符合相应标准的建筑墙体保温隔热系统。其系统构造包括填充墙构造和梁柱部分构造,详见表 2.1、表 2.2。

表 2.1 墙体自保温系统基本构造(1)

墙体自保温系统基本构造			构造示意图
①基层墙体	②抹灰层	③饰面层	
节能型墙体材料,配以专用砌筑砂浆	专用抹灰砂浆	涂料饰面:建筑外墙用腻子+涂料	
		面砖饰面:黏结砂浆+面砖	

注:挂网增强材料及锚固按设计及有关标准规定设置。

表 2.2 墙体自保温系统基本构造(2)

墙体自保温系统基本构造			构造示意图
①钢筋混凝土墙柱或梁	②保温层	③饰面层	
钢筋混凝土	黏结砂浆+节能型墙体材料+专用抹灰砂浆	涂料饰面:建筑外墙用腻子+涂料	
		面砖饰面:黏结砂浆+面砖	

注:挂网增强材料及锚固按设计及有关标准规定设置。

墙体自保温系统在填充墙部分和梁柱等热桥部分均采用专用抹灰砂浆进行保温隔热处理时,其系统的技术要求应符合砌体的相关技术要求;当增加填充墙体厚度,在梁柱等热桥部位粘贴墙体材料作为保温层,外抹专用抹灰砂浆时,其技术要求见表 2.3。

表 2.3 墙体自保温系统的性能指标

项 目	性能指标
抗震性能(面砖饰面)	设防烈度等级下,面砖饰面及自保温系统无脱落
饰面砖黏结强度(面砖饰面)/MPa(现场抽测)	≥ 0.4

2.2 墙体自保温系统组成材料

2.2.1 重庆市常用墙体自保温材料

重庆市常用墙体自保温材料按其受力情况可分为非承重型墙体自保温材料和承重型墙体自保温材料。非承重型墙体自保温材料主要有蒸压加气混凝土砌块、节能型烧结页岩空心砌块、陶粒混凝土小型空心砌块等。目前,重庆市建筑形式以高层框架结构居多,非承重型墙体自保温材料发展迅速。本书所述墙体自保温体系均指非承重墙体材料。

1) 蒸压加气混凝土砌块

(1) 简介

蒸压加气混凝土砌块是以硅、钙为原材料,以铝粉(膏)为发气剂,经磨细、计量配料、搅拌、浇注、发气膨胀、静停、切割、蒸压养护、出釜堆码养护、成品加工和包装等工序制成的多孔混凝土制品。当前国内主要生产两个品种的加气混凝土,即水泥、石灰、砂加气混凝土和水泥、石灰、粉煤灰加气混凝土。蒸压加气混凝土砌块具有质轻、高强、保温、隔热、吸声、防火、可锯、可刨加工等特点,体积密度为 $300 \sim 825 \text{ kg/m}^3$,立方体抗压强度为 $1.0 \sim 10.0 \text{ MPa}$,热导率为 $0.10 \sim 0.20 \text{ W/(m} \cdot \text{k)}$ 。

蒸压加气混凝土砌块具有以下特点:

①轻质。蒸压加气混凝土砌块的孔隙率一般为 $70\% \sim 80\%$,其中由铝粉发气形成的气孔占 $40\% \sim 50\%$,由水分形成的气孔占 $20\% \sim 40\%$,大部分气孔孔径为 $0.5 \sim 2 \text{ mm}$,平均孔径在 1 mm 左右。由于这些气孔的存在,体积密度通常为 $300 \sim 825 \text{ kg/m}^3$,比普通混凝土轻 $2/3 \sim 7/8$ 。

②具有结构材料必要的强度。材料强度与体积密度通常呈正比关系,蒸压加气混凝土砌块也有此性质。以体积密度为 $500 \sim 700 \text{ kg/m}^3$ 的制品为例,其强度一般为 $2.5 \sim 7.5 \text{ MPa}$,具备了作为结构材料的必要强度条件。

③耐火性能好。蒸压加气混凝土砌块是不燃材料,在受热至 $80 \sim 100 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,会出现收缩和裂缝,但在 $700 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下不会损失强度,并且不散发有害气体。耐火性能卓越。

④隔热保温性能好。蒸压加气混凝土砌块具有优良的隔热保温性能,其导热系数为 $0.10 \sim 0.20 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ 。

⑤吸声性能好。蒸压加气混凝土的吸声系数为 $0.2 \sim 0.3$,吸声能力比普通混凝土好,但隔声性能因受质量定律支配,与质量成正比,所以其隔声性能要比普通混凝土差。