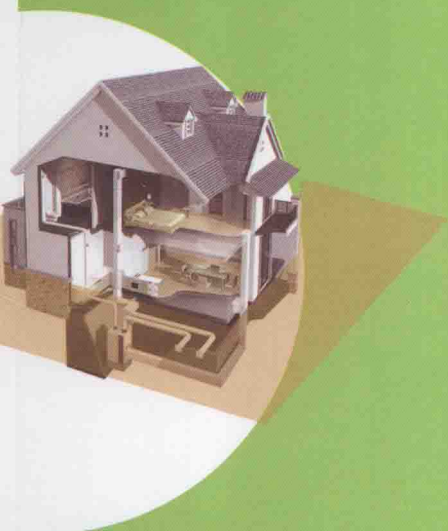
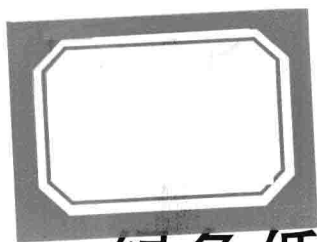


绿色低碳建筑节能 关键技术的创新与实践

张季超 吴会军 周观根 李火榆
王卫民 吴义章 张 晖 朱文正 著



科学出版社



绿色低碳建筑节能关键 技术的创新与实践

张季超 吴会军 周观根 李火榆 著
王卫民 吴义章 张 晖 朱文正

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书根据相关技术研究和工作成果介绍绿色建筑节能低碳技术,并就近年来在绿色低碳建筑发展、新型建筑节能材料、钢结构绿色低碳建造与施工、新型预制装配整体式建造技术、绿色低碳建筑节能技术集成示范等方面的最新技术研究和应用进展等进行了专门介绍,内容涵盖高性能保温隔热材料、新型制造与施工技术、建筑检测与评价方法、建筑节能集成应用体系等出现的问题及解决措施、发展趋势等。

全书分为八章,依次为绪论、绿色低碳建筑发展概论、高性能建筑保温隔热材料、钢结构绿色低碳建造与施工、新型预制装配整体式绿色低碳建造与施工、高速铁路桥梁绿色低碳施工技术、大型科技场馆绿色低碳建筑节能集成与示范、绿色低碳建筑工程实例等。

本书可供从事绿色低碳建筑设计、建筑节能材料研发、绿色低碳建筑检测与施工管理等方面工作的工程技术人员阅读,也可供高等院校相关专业的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

绿色低碳建筑节能关键技术的创新与实践 / 张季超等著. —北京:科学出版社, 2014

ISBN 978-7-03-041128-0

I. ①绿… II. ①张… III. ①建筑设计-节能设计-研究 IV. ①TU201.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 128976 号

责任编辑:童安齐 闫洪霞 / 责任校对:刘玉靖

责任印制:吕春珉 / 封面设计:耕者设计工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2014 年 7 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2014 年 7 月第一次印刷 印张:20 1/2

字数:470 000

定价:88.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈双青〉)

销售部电话 010-62136131 编辑部电话 010-62137026(BA08)

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229; 010-64034315; 13501151303

前 言

我国是一个建筑量大、建筑能耗高的国家,建筑业(包括建筑建造能耗和建筑运行能耗)已超过工业能耗和交通能耗成为第一耗能行业,绿色建筑节能低碳面临巨大的机遇与挑战。国家对于建筑节能材料和节能改造技术非常重视,相继出台了一批节能法规和政策以推进建筑节能改造的实施,住房和城乡建设部要求到2020年应在1981年住宅能耗的基础上节能65%。建筑节能标准强制实施以来取得了重大实效,但由于绿色低碳建筑涉及的技术多样性及其在建造、施工、管理等具体过程中的负责性,使得我国绿色低碳建筑仍处于摸索和示范阶段。

针对现有绿色低碳建筑在建筑围护结构保温隔热、钢结构绿色施工、新型预制装配式建造技术等存在的诸多问题,广州大学联合河南省基本建设科学实验研究院有限公司、郑州大学、清华大学、浙江东南网架股份有限公司、广东科学中心中铁九局广州工程公司、河南省省直物业管理有限责任公司等单位成立了课题组,进行建筑节能低碳关键技术的科技攻关,取得了丰硕成果,并在建筑设计、建造和改造中逐步推广、应用绿色建筑节能低碳技术。

本书系统总结和阐述了绿色低碳建筑节能关键技术及其工程实践。全书共八章,分别就绪论、绿色低碳建筑发展概论、高性能建筑保温隔热材料、钢结构绿色低碳建造与施工、新型预制装配整体式绿色低碳建造与施工、高速铁路桥梁绿色低碳施工技术、大型科技场馆绿色建筑节能集成与示范、绿色低碳建筑示范工程等最新技术成果和应用进展进行了专门介绍。

本书第一、二、三章由吴会军、张晖、周孝清、丁云飞、贾东谊、卢利敏、陈奇良、杨丽修、张婷婷等撰写,第四章由张季超、周观根、林群夫、王卫民、张季伟、李晓斌、黄永胜等撰写,第五章由张季超、朱文正、王可怡、李明、许勇、何宝锋、陈原、杨作用、何子文、段凯元、陈兆荣、庄玉海等撰写,第六章由张季超、李火榆、蔡文超、朱文正、张季伟、吴义章、蓝维、李阳、郭颖、孟素品、王献涛等撰写,第七章由张季超、林群夫、许勇、吴会军、杨仕超、黄敦坚等撰写,第八章由张季超、吴会军、吴义章、王卫民、张季伟、蓝维等撰写。

由于绿色建筑节能低碳技术内容非常丰富,书中难免挂一漏万,我们将在今后工作中逐步完善;同时由于作者水平有限,书中难免存在不足之处,望读者批评指正。

目 录

前言

第一章 绪论	1
1.1 绿色低碳建筑节能材料	1
1.1.1 绿色建筑材料	1
1.1.2 建筑节能材料	4
1.1.3 节能门窗材料	5
1.1.4 节能墙体材料	11
1.2 绿色低碳施工技术	13
1.2.1 绿色施工简述	13
1.2.2 绿色施工要求	18
1.2.3 绿色施工管理	18
1.2.4 绿色施工技术要点	19
1.2.5 绿色施工技术方案	25
1.3 绿色低碳建筑检测与评价	25
1.3.1 保温隔热材料检测	25
1.3.2 玻璃幕墙检测	33
1.3.3 建筑能效测评	39
1.3.4 绿色建筑评价	44
1.4 本章小结	50
第二章 绿色低碳建筑发展概论	51
2.1 绿色建筑与低碳建筑	51
2.1.1 绿色建筑	51
2.1.2 低碳建筑	53
2.2 发展绿色低碳建筑的意义	55
2.2.1 节约能源和资源,减少 CO ₂ 污染	55
2.2.2 绿色低碳建筑提供更加舒适的生活环境	55
2.2.3 以“低碳”应对全球气候挑战	56
2.2.4 发展绿色低碳建筑的战略意义	56
2.3 绿色低碳民用与住宅建筑	57
2.3.1 绿色低碳住宅的内涵	57
2.3.2 万科府前一号的绿色低碳实践	59
2.4 绿色低碳公共建筑	60
2.4.1 上海世博零碳馆	61

2.4.2 上海世博轴	61
2.4.3 国家体育场——鸟巢	62
2.4.4 广东科学中心	63
2.5 绿色低碳建筑的发展趋势及影响因素	64
2.5.1 国外绿色低碳建筑的发展现状	64
2.5.2 我国绿色低碳建筑的发展现状	65
2.5.3 绿色低碳建筑技术未来发展趋势	66
2.5.4 发展绿色低碳建筑的影响因素	67
2.6 本章小结	68
第三章 高性能建筑保温隔热材料	69
3.1 建筑隔热保温与建筑节能	69
3.2 建筑保温隔热材料基本概念及技术参数	69
3.2.1 导热系数	69
3.2.2 传热系数	71
3.2.3 传热阻	71
3.2.4 热桥	71
3.2.5 保温与隔热的区别	72
3.3 建筑保温隔热材料的种类与应用	72
3.3.1 有机类保温隔热材料	72
3.3.2 无机类保温隔热材料	81
3.4 高性能气凝胶超级绝热材料及制备方法	90
3.4.1 超级绝热气凝胶材料及存在问题分析	90
3.4.2 气凝胶超级绝热材料的快速制备方法	90
3.4.3 纤维增强气凝胶绝热材料	94
3.4.4 气凝胶隔热保温材料传热模型与机理研究	100
3.4.5 高性能气凝胶隔热保温系统研究	102
3.5 本章小结	108
第四章 钢结构绿色低碳建造与施工	109
4.1 新型巨型钢结构的复杂构件与节点成型技术	109
4.1.1 复杂构件成型技术	109
4.1.2 复杂节点成型技术	111
4.1.3 厚壁窄坡口埋弧焊焊接技术	114
4.2 大跨巨型复杂钢框架安装技术	115
4.2.1 大悬挑安装技术	115
4.2.2 安装焊接变形和焊接应力控制技术	121
4.2.3 结构再造型技术	122
4.3 大跨巨型复杂钢结构的隔震技术	122
4.3.1 钢结构形式及隔震支座布置	123

4.3.2 隔震支座施工新技术	125
4.3.3 上部钢结构施工	140
4.3.4 隔震施工验收	142
4.4 大跨巨型复杂钢结构的实时监控技术	143
4.4.1 大跨巨型复杂钢结构实时监控的重要性	144
4.4.2 光纤健康诊断技术	145
4.5 大跨巨型钢结构的绿色低碳施工及安全监控评价体系	160
4.5.1 施工仿真方法及原理	160
4.5.2 监测方法	161
4.5.3 仿真分析与监测方案之间的联系	162
4.5.4 评价方法	163
4.6 本章小结	164
第五章 新型预制装配整体式绿色低碳建造与施工	165
5.1 新型预制装配整体式建筑技术概述	165
5.1.1 新型预制装配整体式绿色低碳建筑定义及发展意义	165
5.1.2 绿色低碳新型预制装配整体式结构的特点	166
5.1.3 新型预制装配整体式建筑技术的发展状况	167
5.1.4 绿色低碳新型预制装配整体式建筑技术——住宅产业化的关键	169
5.1.5 新型预制装配整体式建筑关键技术及主要结构体系	171
5.1.6 新型预制装配整体式结构体系的实践应用	171
5.2 预制装配整体式建筑节点连接技术	172
5.2.1 预制装配式结构体系的主要节点构造类型	172
5.2.2 预制装配式混凝土结构的节点连接形式	176
5.2.3 预制装配整体式结构节点的受力性能	182
5.2.4 预制装配整体式结构节点加固	183
5.3 预制装配整体式绿色低碳安装技术	184
5.3.1 安装前准备	184
5.3.2 预制装配整体式结构吊装方案	184
5.3.3 预制装配式结构安装法	188
5.3.4 预制构件的关键安装工艺	190
5.4 预制装配整体式绿色低碳实时监控技术	192
5.4.1 绿色低碳实时监控技术	193
5.4.2 基于光纤维光栅测试技术的混凝土节点受力性能监测	197
5.4.3 预制装配整体式绿色低碳实时监控技术的作用	198
5.5 本章小结	199
第六章 高速铁路桥梁绿色低碳施工技术	200
6.1 概述	200
6.2 T 梁运输	200

6.2.1 装车	200
6.2.2 运行和途中检查	211
6.2.3 卸车	212
6.2.4 车组运用管理	214
6.3 装载加固试运方案	215
6.3.1 货物规格	215
6.3.2 加固装置	215
6.3.3 加固材料	217
6.3.4 装载方法	217
6.3.5 加固方法	217
6.3.6 其他要求	218
6.4 运梁方案	219
6.5 铺架施工中调车作业的方案	219
6.6 架桥机拼装方案	219
6.7 架桥机安检、调试运行	223
6.8 单线桥孔施工方法	224
6.9 双线桥孔施工方法	225
6.10 架桥机架梁施工工艺	226
6.10.1 喂梁作业	227
6.10.2 取梁、吊梁作业	227
6.10.3 T梁就位安装	227
6.10.4 支座砂浆灌注	228
6.11 桥梁横向连接施工工艺	228
6.11.1 施工步骤	228
6.11.2 施工工艺	229
6.12 本章小结	235
第七章 大型科技场馆绿色低碳建筑节能集成与示范	236
7.1 围护结构隔热与保温	236
7.1.1 原设计方案建筑节能计算	236
7.1.2 分析结果	254
7.2 玻璃幕墙遮阳与安全监测	255
7.2.1 遮阳的必要性	255
7.2.2 遮阳的作用及效果	256
7.2.3 遮阳玻璃幕墙的构造形式	257
7.2.4 遮阳系统智能化设计	260
7.2.5 遮阳玻璃幕墙安全监测	261
7.3 自然通风与强制通风控制	263
7.3.1 自然通风控制技术	263

7.3.2 强制通风控制技术	269
7.3.3 分析结果	272
7.4 分区照明与太阳能路灯	273
7.4.1 分区照明	273
7.4.2 节能措施	276
7.4.3 太阳能路灯	277
7.5 太阳能光伏发电技术	280
7.5.1 太阳能光伏发电的原理	281
7.5.2 太阳能光伏发电技术	281
7.5.3 太阳能光伏发电技术的应用	284
7.5.4 太阳能光电技术发展的现状与前景	285
7.5.5 国外太阳能光电技术的发展情况	286
7.5.6 国内太阳能光电技术的发展情况	286
7.6 绿色低碳建筑节能性评价	286
7.6.1 公共建筑能耗影响因素	286
7.6.2 公共建筑节能评价指标体系	287
7.7 本章小结	291
第八章 绿色低碳建筑示范工程	292
8.1 郑州大学新校区 2MW _p 太阳能光电建筑应用示范项目	292
8.1.1 项目概况	292
8.1.2 光伏建筑一体化设计	293
8.1.3 光电系统设计	296
8.1.4 光电系统的安装与施工	303
8.1.5 系统运营维护方案	307
8.1.6 效益分析	307
8.2 河南省人民政府原综合办公楼改造工程	308
8.2.1 工程概况	308
8.2.2 工程节能设计	308
8.3 茂名滨海国际酒店项目第一期工程(会展中心)	311
8.3.1 项目概况	311
8.3.2 场地气象条件	312
8.3.3 设计依据	312
8.3.4 隔声减震设计	312
8.3.5 节能设计	313
8.3.6 环保设计	313
8.4 本章小结	314
主要参考文献	315
致谢	318

第一章 绪 论

资源、能源和环境问题成为人类社会可持续发展的三大考验,全球化石能源已面临枯竭,且化石能源在大量使用过程中排放大量的 CO_2 等,严重恶化了人类生态环境,制约了我国乃至全世界的经济和社会的发展。我国人均能源拥有量远低于世界平均水平,要实现经济持续发展和保护环境必须进行节能工作的实施,国家陆续出台了政策对节能工作进行指导和规范,国务院分别于 2006 年和 2011 年发布了《国务院关于加强节能工作的决定》、《国务院关于印发“十二五”节能减排综合性工作方案的通知》,国家发改委 2010 年第 6 号令《固定资产投资项目节能评估和审查暂行办法》要求全国在固定资产投资等项目必须进行节能评估和审查。

我国是一个建筑量大、建筑能耗高的国家。随着我国城市建设高速发展和城镇化逐步推进,建筑能耗(包括建筑建造能耗和建筑运行能耗)已超过工业能耗和交通能耗成为第一耗能大户,约为全社会总能耗的 47%,消耗了大量的能源和资源。其中以采暖、空调和照明为主的建筑运行能耗占建筑总能耗的 50%~70%,是建筑能耗的主要组成部分。我国现有 500 多亿 m^2 房屋建筑面积,2/3 以上为高耗能建筑,2020 年将增至 700 亿 m^2 建筑面积,因此我国建筑节能潜力巨大,对于节约能源、降低碳和其他有害物质的排放以及实现可持续发展具有非常重要的作用。目前,国家对于建筑节能材料和节能改造技术非常重视,相继出台了一批节能法规和政策以推进建筑节能改造的实施,住房和城乡建设部要求到 2020 年应在 1981 年住宅能耗的基础上节能 65%。

我国强制实施建筑节能近年来已经取得重大实效,在建筑节能材料和绿色建筑材料、绿色施工技术、绿色低碳检测与评价技术等方面都取得了巨大的发展,但由于绿色低碳建筑涉及的技术多样性及其在建造、施工、管理等具体过程中的负责性,使得我国绿色低碳建筑仍处于摸索和示范阶段。

针对现有绿色低碳建筑在建筑围护结构保温隔热、钢结构绿色施工、新型预制装配式建造技术等存在的诸多问题,广州大学联合河南省基本建设科学实验研究院有限公司、清华大学、郑州大学、浙江东南网架股份有限公司、广东科学中心、中铁九局广州工程公司、河南省省直物业管理有限责任公司等单位成立了课题组,进行建筑节能低碳关键技术的科技攻关,在建筑设计、建造和改造中逐步推广应用绿色建筑节能低碳技术。

1.1 绿色低碳建筑节能材料

1.1.1 绿色建筑材料

现阶段,建筑业作为重要的支柱产业,对国民经济发展的带动作用仍不断加强。建筑材料作为建筑行业的基础,也有着举足轻重的地位。据统计,在建筑成本中有 2/3 属于材

料费,而每年的建筑材料消耗量占全国材料消耗量更是高达一个惊人的比例。除此之外,建材工业又是在众多行业之中对我国资源、能源消耗最高,对环境污染最为严重的。

同时,能源和耕地资源人均占有量只有世界平均水平 1/4 的中国是个自然资源短缺的国家。如何提高资源、能源利用率,减少污染,获得可持续发展已成为最重要和迫切的问题,发展与推广应用绿色低碳建筑节能材料显得尤为重要。

1.1.1.1 定义

绿色建筑材料是指采用清洁生产技术,不用或少用天然资源和能源,大量使用工农业或城市固态废弃物生产的无毒害、无污染、无放射性,达到使用周期后可回收利用,有利于环境保护和人体健康的建筑材料。绿色建筑材料的定义围绕原料采用、产品制造、使用和废弃物处理 4 个环节,并实现对地球环境负荷最小和有利于人类健康两大目标,达到“健康、环保、安全及质量优良”4 个目的。

1.1.1.2 内涵

绿色建筑材料的内涵有:以相对最低的资源 and 能源消耗、环境污染为代价生产的高性能传统建筑材料,如用现代先进工艺和技术生产的高质量水泥;能大幅度地减少建筑能耗(包括生产和使用过程中的能耗)的建材制品,如具有轻质、高强、防水、保温、隔热、隔声等功能新型墙体材料;具有更高的使用效率和优异的材料性能,从而能降低材料的消耗,如高性能水泥混凝土、轻质高强混凝土;具有改善居室生态环境和保健功能的建筑材料,如抗菌、除臭、调温、调湿、屏蔽有害射线的多功能玻璃、陶瓷、涂料;能大量利用工业废弃物的建筑材料,如净化污水、固化有毒有害工业废渣的水泥材料,或经资源化和高性能化后的矿渣、粉煤灰、硅灰、沸石等水泥组分材料。

1.1.1.3 绿色建筑材料的基本要素

绿色建筑材料的基本要素是:生产所用的原材料是利废的,主要原材料使用的一次性资源最小,在原材料的采集过程中不会对环境或生态造成破坏;生产过程中所产生的废水、废渣、废气符合环境保护的要求,同时生产加工过程中的能耗尽可能少(高能耗材料的生产是不符合绿色建筑的要求);使用过程中的功能齐备(如隔热保温性能、隔声性能、使用寿命等),是健康、卫生、安全、无有害气体、无有害放射性等;在其使用寿命终结之后,亦即废弃时不造成二次污染,且可再利用的材料。

绿色材料(图 1-1)的概念是在 1988 年第一届国际材料科学研究会上首次提出。1992 年国际学术界给绿色材料明确定义。我国在 1999 年召开的首届全国绿色建材发展与应用研讨会上明确提出了绿色建材的定义:采用清洁生产技术,不用或少用天然资源和能源,大量使用工农业或城市固态废弃物生产的无毒害、无污染、无放射性,达到使用周期后可回收利用,有利于环境保护和人体健康的建筑材料。

对于能源和耕地等资源人均占有量只有世界平均水平 1/4 的中国来说,国民经济和社会与资源、生态环境协调发展显得更为重要和迫切。目前我国黏土实心砖仍占墙体材料总产量的近 80%,能耗高、毁田、污染等问题十分严重,每消耗 22 亿 t 的黏土资源,制砖

毁田约 12 万亩^①,耗能 8200 万 t 标煤,同时排放大量的粉尘和二氧化碳。因此,发展新型建筑材料及制品关系到我国可持续发展战略的实施,同时也关系到建材工业的健康发展。



图 1-1 绿色建筑材料标志

随着国民经济的发展和人民生活水平的逐步提高,人们对居住环境和 workplaces 的要求也不断提高。许多国家的经验证明,它是经济发展和社会进步的必然趋势,建筑业的进步不但要求建筑物的质量、功能要完善,而且要求其美观且无害人体健康等。这就要求发展多功能和高效的新型建材及制品,只有这样才能适应社会进步的要求。使用新型建筑材料及制品,可以显著改善建筑物的功能,增加建筑物的使用面积,提高抗震能力,便于机械化施工和提高施工效率,而且同等情况下可以降低建筑造价。天津、成都等城市的实践证明,在同等条件下,采用新型建筑材料及制品可增加有效使用面积近 10%,减轻建筑自重 40%以上,有效提高抗震能力。按目前年竣工城镇住宅 2.4 亿 m^2 的 10%采用新材料计,每年可增加有效使用面积约 2000 万 m^2 ,综合造价可降低 4%~7%。推广应用新型建材不仅社会效益可观,而且经济效益显著,如建筑上应用新型保温材料节能一项的费用,就远大于用新型建材顶替黏土实心砖所增加的费用。因此,发展新型建材及制品是社会进步和提高社会经济效益的重要一环。

发展绿色建材还具有以下现实意义:

1) 改善人类生存的大环境。现代社会,人们越来越关注人类生存的大环境,寻求良好的生态环境,保护好大自然,期望自己和后代能够很好地生活在共同的地球上。绿色建筑材料的发展,将有助于大环境的改善,防止大环境的破坏。

2) 保障居住小环境。我国传统的居住建筑是用木料、泥土、石块、石灰、黄沙、稻草、高粱秆等自然材料和黏土加工物(砖、瓦)组成的,它们与大自然能较好地协调,而且对人体健康是无害的。现代建筑采用大量现代建筑材料,其中有许多是对人体健康有害的。因此,有必要发展对人体健康无害或符合卫生标准的“绿色建材”。

^① 1 亩=666.7 m^2 ,下同。

3) 改善公共场所、公共设施对公众的健康安全影响。车站、码头、机场、学校、幼儿园、商店、办公楼、会议厅、饭店、娱乐场所等是大量人群聚集、流动的場所,这些建筑物中如果有损害公众健康安全的建筑材料,将会造成对人体的损害。

4) 限制国外有害健康安全的建筑材料和技术设备流入我国。国外有一百多个国家 and 地区生产出上万种建筑材料,尤其是以化学建材居多。好的建筑和装饰材料可丰富我国的建材市场,但也要防止有害健康安全的建材和技术设备流入。如果没有绿色建筑材料标准和管理措施,有害的建材就会不断流入我国市场,将会加重损害我国的环境。

5) 扶助我国高附加值“绿色建材”进入西方工业国家。新型建材往往有高附加值,“绿色建材”也可以有高附加值。如果能扶助和促进我国的高附加值的“绿色建材”进入西方国家,将会显著提高经济效益。

1.1.2 建筑节能材料

1.1.2.1 定义

建筑节能材料是一种用于降低建筑物能耗的材料,主要包括:安装了中空镀膜玻璃的塑钢节能窗,可防紫外线、隔绝室外噪声、保持冬季室内热量;外墙保温系统材料,用于减少建筑物内能源消耗和杜绝热岛效应;室内墙砖贴面环保材料,用于避免污染,减少室内制冷、取暖能量流失。使用这些材料的建筑物,可以达到“冬暖夏凉”的效果,既节能又舒适。在能源这么紧缺的情况下,节能建材的推广应该是有很大现实意义的。

1.1.2.2 发展现状

长期以来,我国建材行业沿用了粗放型传统生产模式,对自然资源重开发、轻保护,对生态环境重利用、轻改善。“十一五”是我国社会建设的重要时期,也是建筑材料发展的一个重要时期,因而建筑材料的发展应以满足建筑节能需要为重,节能建筑材料作为节能建筑的重要物质基础,是建筑节能的根本途径。在建筑中使用各种节能建材,一方面可提高建筑物的隔热保温效果,降低采暖空调能源耗;另一方面又可以极大地改善建筑使用者的生活、工作环境。此外,在传统建筑材料基础上大力发展新型建筑材料也是节能建材研究领域一个重要的方面,主要包括新型墙体材料、保温隔热材料、防水密封材料、陶瓷材料、新型化学建材、装饰装修材料以及各种工业废渣的综合利用等。

近年来,我国墙体材料革新和推广节能建筑取得了积极的进展,2006年,全国新型墙体材料产量达到3850亿块标准砖,占墙体材料总量的46%,应用范围不断扩大,技术水平显著提高。全国已建成节能住宅11亿 m^2 ,累计节约9600多万吨标煤,节约土地180万亩,综合利用各种工业废渣11.06亿t。

近年我国建筑业的大幅度增长直接拉动了建筑防水材料行业的快速发展,特别是新型建筑防水材料取得了长足发展。2008年,我国各类防水材料总产量达到76900万 m^2 ,同比增长12.5%,其中新型防水材料总量达59900万 m^2 ,占防水材料总量的77.9%。

以玻璃棉、岩(矿)棉为代表的新型保温隔热材料近些年也有了较快的发展。新型保温隔热材料在建筑中的使用,大大节约了能源,为可持续发展战略的实施做出了贡献。建

建筑装饰装修材料的发展更加令人瞩目,生产能力与产量大幅增加,产品质量、档次与配套水平明显提高,生产规模与技术装备正逐步向国际先进水平靠拢,我国已经成为世界上装饰材料生产大国、消费大国和出口大国。材料主导产品不仅在总量上连续多年位居世界第一,而且人均消费指数已接近和高于世界先进水平。

随着经济社会的快速发展,人们对建筑的需求越来越高,建筑业得到快速发展。但同时,建筑行业的高耗能问题也日趋凸显,面对越来越严重的节能环保、资源紧缩压力,各级对新型节能型建筑材料的应用越来越重视,新型节能建筑材料的应用已经成为构建资源节约型社会的重要组成部分。加强对新型建筑节能材料应用与发展的研究与探讨,追寻最有效的发展路径,大力开发和利用各种高品质的节能建材,是节约能源、降低能耗、保护生态环境的迫切要求,同时又对实现我国 21 世纪经济和社会的可持续发展有着现实和深远的意义。

1.1.3 节能门窗材料

为了增大采光通风面积或表现现代建筑的性格特征,建筑物的门窗面积越来越大,更有全玻璃的幕墙建筑,以至门窗的热损失占建筑的总热损失的 40% 以上。门窗节能是建筑节能的关键,门窗既是能源得失的敏感部位,又关系到采光、通风、隔声、立面造型。这就对门窗的节能提出了更高的要求,其节能处理主要是改善材料的保温隔热性能和提高门窗的密闭性能。

在建筑节能政策的推动下,铝合金节能门窗、玻璃钢节能门窗、铝塑复合门窗等一大批新型环保门窗节能产品不断涌现,新品迭出。据不完全统计,目前各地建筑节能型门窗市场占有率提高较快,已占到整个门窗市场的 50%。所以,大力发展门窗节能产品,不管是经济效益还是社会效益,都是十分巨大的。建筑门窗和建筑幕墙是建筑围护结构的组成部分,是建筑物热交换和热传导最活跃、最敏感的部位,是墙体失热损失的 5~6 倍,门窗和幕墙的节能占建筑节能的 40% 左右,具有权重很高的地位。随着国家颁布实施的《公共建筑节能设计标准》(GB 50189—2005),使建筑节能有了国家标准。门窗作为建筑的重要组成部分,既有美观建筑的一面,也有其矛盾的一面,如既要采光日照,又要遮阳防晒;既要通风换气,又要防风、雨、尘、虫;既要屏蔽视线,又要隔声防噪;既要冬季保温,又要夏季隔热。现在人们的生活水平不断提高,人们对居住环境的舒适度的标准也不断提高,空调的应用也越来越多,利用空调来调控室内的温度,在冬季要求温度保持在 18~22℃,夏季控制在 26℃。因为门窗本身厚度不够,隔热保温差,使能耗增加,所以门窗是建筑节能的重要环节。对流、传导和辐射是门窗的能量损失的主要方面。对流是透过门窗间隙冷热空气流动,致使热量交换,对流反应的是门窗的气密性;传导是以门窗为媒介将室内室外的热量传递;辐射是太阳光透过窗玻璃红外波传递的热。

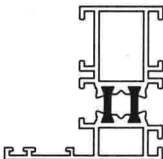
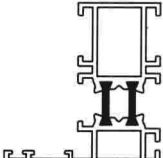
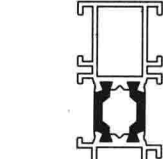
从目前节能门窗的发展来看,门窗的制造材料从单一的木、钢、铝合金等发展到了复合材料,如铝合金-木材复合、铝合金-塑料复合、玻璃钢等。当下我国市场主要的节能门窗有 PVC 门窗、铝木复合门窗、铝塑复合门窗、玻璃钢门窗等。就玻璃钢门窗而言,其型材具有极高的强度和极低的膨胀系数,具有广阔的发展前景。

1.1.3.1 金属类节能门窗

金属类节能门窗分为钢、铝合金两类,其主体材料为钢材的节能门窗,包括空腹节能钢门窗、实腹节能钢门窗、彩板节能钢门窗、钢塑复合节能门窗、钢木复合节能门窗和不锈钢节能门窗等;主体材料为铝合金型材的节能门窗,包括铝合金节能门窗、铝合金断热型材节能门窗、铝合金型材内腔发泡节能门窗和铝塑复合节能门窗等。

隔热断桥铝合金门窗(表 1-1)是在传统铝合金窗基础上为了提高门窗保温性能而推出的改进型,通过增强尼龙隔条将铝合金型材分为内外两部分阻隔了铝的热传导。增强尼龙隔条的材质和质量直接影响到隔热断桥铝合金窗的耐久性。隔热断桥铝合金的原理是在铝型材中间穿入隔热条,将铝型材断开形成断桥,有效阻止热量的传导。这样制成门窗框扇,配装上中空玻璃、五金件、隐形纱窗、玻璃胶、发泡胶、密封条等,加工制作成的门窗户窗,称之为隔热断桥铝合金门窗。隔热断桥铝合金门窗的突出优点是强度高、保温隔热性好,刚性好、防火性好,采光面积大,耐大气腐蚀性好,综合性能高,使用寿命长,装饰效果好,使用高档的断桥隔热型材铝合金门窗,是高档建筑用窗的首选产品。断桥材质从保温性能与密封性能来说,新型的断桥节能铝合金门窗正在引领时尚。

表 1-1 隔热断桥型材节能门窗

系列	型材断面简图	主要隔热措施	窗传热系数
JN58		尼龙 66 隔热条 ($h=12\text{mm}$) 普通中空玻璃	$3.50 < K \leq 4.00 \text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
JN64		尼龙 66 隔热条 ($h=14.8\text{mm}$) 普通中空玻璃	$3.00 < K \leq 3.50 \text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
JN70		尼龙 66 隔热条 ($h=20.2\text{mm}$) 普通中空玻璃	$2.00 < K \leq 3.00 \text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

隔热断桥型铝合金型材采用导热系数很低的塑料进行隔断。这种塑料隔热条无论在强度、模量或热膨胀系数等方面必须与铝合金型材相匹配,使铝合金型材与塑料隔热条间结合紧密,不脱落。决定断热冷桥铝合金门窗产品质量高低的关键技术点在于隔热铝型材的设计、密封胶条的设计以及装配设计。

隔热铝型材的设计是整个开发项目的核心部分。从一定意义上讲,型材断面设计的

质量决定了铝窗的性能和质量。设计中主要考虑的因素有如下几点:

1) 形成完全断开的“冷桥”。隔热的原理是基于产生一个连续的隔热区域,利用隔热条将铝合金结构分隔成明显的两个部分。隔热条选用材料聚酰胺尼龙 66,其导热系数为 $0.3\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$,远远小于铝合金的导热系数 $203\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$,而力学性能指标与铝合金相当。

2) 型材断面力学性能。对于铝合金窗来说,主要考虑风荷载作用效应、综合强度、刚度及稳定性各方面的要求,进行优化计算,在最经济的断面面积条件下,使断面的惯性矩 I 和截面抵抗矩 W 尽可能增大。

3) 缝隙防风的设计。为了获得较好的水密性,利用等压原理设计等压腔,并在窗框料上设排水槽对雨水进行疏导;为了获得较好的气密性,设两道气密层,以防空气渗漏。

隔热断桥铝合金门窗的突出优点是强度高、保温隔热性好、刚性好、防火性好,采光面积大,耐大气腐蚀性好,综合性能高,使用寿命长,装饰效果好,使用优良品质的断桥隔型材铝合金门窗,具有很好的节能效果。

1.1.3.2 实木类节能门窗

对于建筑类型的木质门窗,其在耗能方面主要包括两个特点:首先,木质门窗以及玻璃之间的传热的耗热量,其次,木质门窗存有缝隙的冷风中的渗透的耗热量或制冷量。所以,相关的专业人士一致认为,木质门窗在相关的数据显示中,一方面可以进一步减少门窗以及玻璃之间的导热系数,增强门窗以及整体建筑物的保温性能;另外,可以进一步的改善建筑物在门窗方面的制作以及安装的精度,可以通过添加密封条等措施,减少空气的渗透,以及减少冷风的渗透量。

实木类节能门窗的发展趋势是:

1) 进一步加强建筑中的木质门窗以及建筑中的幕墙相结合,全面提高两者的密封技术;进一步降低建筑物在空气中的渗透以及热损失,提高建筑物在气密、水密、隔声效果、保温效果以及隔热等方面的主要的物理性能,争取在建筑物的密封材料以及密封结构、室内换气等构造方面有较大的突破。

2) 进一步加大复合型的木质门窗在专用材料的开发以及推广应用方面的技术探索。重点开发木质类型的复合型的门窗的专用材料以及复合型木制门窗在配套附件方面的密封材料等技术。

3) 进一步加大对木质门窗窗型以及相关的幕墙力方面的保温以及隔热等技术的研究工作。要进一步以建筑节能的相关技术作为原动力,对我国的住宅在窗型的结构、门窗的开启形式以及门窗构造等力方面进行相关的技术改造以及创新工作,逐步的改善木质的、高密封性的门窗在换气以及安全性能能力方面的效果。

4) 进一步利用太阳能开发以及相关的利用技术。在建筑物中的木质门窗设计中改变原有的、消极的保温类型的隔热、单一的节能技术观念,进一步把木制门窗在节能以及合理利用力方面的太阳能、地下热(水)能、风能进行结合,加大开发木制门窗在节能以及用能力方面的结合程度,提高木质门窗在结构以及围护结构力方面的一体化节能技术水平,整体改善我国在木制门窗行业中的总体节能效果。

1.1.3.3 塑料类节能门窗

塑料类节能门窗,即采用 U-PVC 塑料型材制作而成的门窗。塑料类节能门窗具有抗风、防水、保温等良好特性。按材质可分为 PVC 塑料门窗和玻璃纤维增强塑料(玻璃钢)门窗。

在各类建筑窗中,PVC 塑料窗在节约型材生产能耗、回收料重复再利用和使用能耗方面有突出优势,在保温节能方面有优良的性能价格比。玻璃钢门窗型材有很高的纵向强度,一般情况下,可以不用增强型钢,但门窗尺寸过大或抗风压要求高时,应根据使用要求,确定增强方式。玻璃钢门窗型材一般用中碱玻璃纤维增强,型材表面经打磨后,可用静电粉末喷涂,表面覆膜等多种技术工艺,获得多种色彩或质感的装饰效果。

塑料类节能门窗都具有以下性能和特点:

1) 导热系数低。塑料型材属于热的不良导体,具有良好的保温、隔热性能,再加上型材断面是由多个空腔构成,充分利用了空气优异的隔热性能,使其导热率进一步降低。

2) 各部结构配合后的密封性好。塑料门窗框扇边沿设置的凹槽内都镶嵌着密封胶条或毛条;框扇之间采用的是嵌入(推拉窗)与搭接(平开窗)相结合的形式;框扇与玻璃之间的装配是通过装有(或共挤)弹性密封胶条的型材搭接而成,防雨水渗透性强;框扇的上部和下部设置有气压平衡孔与排水孔,使其气密性和水密性能大幅度提高。

3) 隔声性能好。由于塑料门窗密封性能好,隔声性能也很好。具有有关部门测定,单玻窗隔声达 25~30dB,双玻窗隔声达 35~45dB,而钢、铝门窗只能隔声 15dB。

4) 具有良好的耐潮湿和耐酸碱腐蚀性,尤其适合于卫生间、厨房等场所和多雨、潮湿的沿海地区使用(但须注意五金件的防腐)。

5) 具有优异的装饰性。由于其材质细腻、表面光洁度高、色泽多种多样、浓淡相宜、无需油漆、易于擦洗等特性,能满足人们的多种装饰需求。

6) 具有宽泛的耐候性。可长时间适用于较大温差(+70~-40℃)的环境。烈日暴晒和潮湿都不会使其出现变质、老化、脆化等现象。据相关报道,最早的塑料门窗已使用了 50 年,目前其材质仍然完好如初。

7) 不具导电性。塑料门窗是绝缘材料,不具导电性,而钢、铝门窗是电的良好导体,极易导电。

8) 推拉窗的框扇之间是靠滑轮滚动配合的,推拉启动轻便灵活,且无噪声。

9) 报废的塑料门窗可以再加工,循环重复使用,不污染环境,符合国家的可持续发展、循环经济和节约型社会的要求。

塑料类节能门窗的优势:

1) 以塑代木,可以节约大量的木材资源。截至 2006 年年底,我国的森林覆盖率仅为 16.55%,和世界平均 27% 的森林覆盖率相比,还有相当的差距,若与日本 55%~60% 的覆盖率相比,差距就更大。据统计,我国每年约有 2 亿 m^2 塑料门窗竣工,若按 1000 m^2 门窗折算 8 m^3 木材计算,每年就可以节约 25 000 m^3 的木材。

2) 节约大量能源。我国是一个大国,又是一个能源极度匮乏的国家,人均能源占有率仅是别国的 50%。而且商品能源年增长率仅为 3.6%,能源年消耗量却高达 30%,可