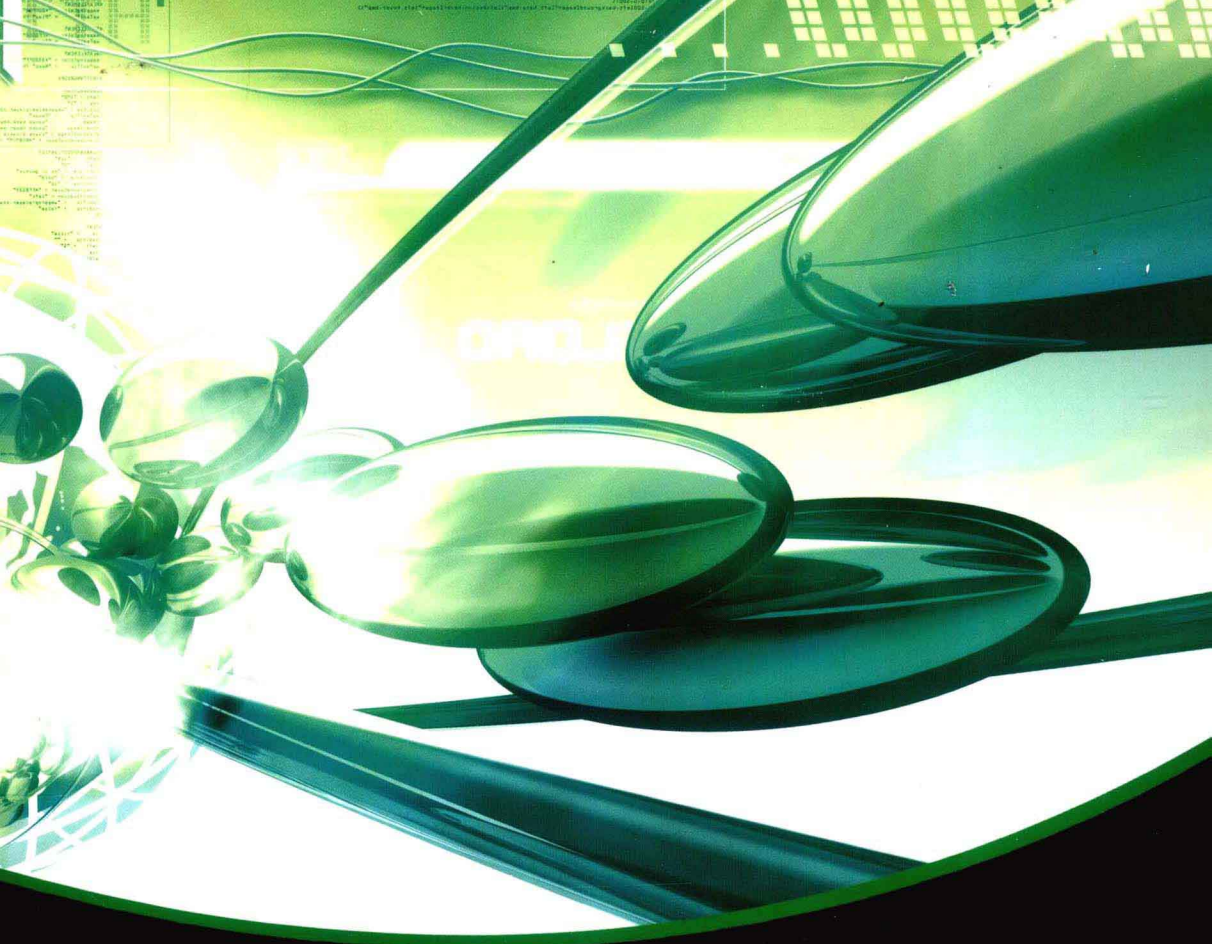




玻化微珠永久性保温墙模复合 剪力墙体系的研究

BOHUA WEIZHU YONGJIUXING BAOWEN
QIANGMO FUHE JIANLIQIANG TAXI DE YANJIU

刘元珍 著



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

玻化微珠永久性保温墙模 复合剪力墙体系的研究

刘元珍 著



北京邮电大学出版社
[www. buptpress. com](http://www.buptpress.com)

内 容 提 要

作为一种自保温体系,玻化微珠永久性墙模复合剪力墙体系是总结了国外的模板保温、免拆模板现浇承重墙和混凝土小型空心砌块承重墙等体系的成功经验,取其科学合理核心,与我国现行建筑结构做法相结合而形成的。本书对玻化微珠永久性保温墙模复合剪力墙体系进行了较为系统的研究,包括技术可行性研究、力学性能研究及经济性综合评价三个方面。技术可行性研究内容主要包括材料研制及墙模设计;力学性能研究包括复合剪力墙竖向承载力试验、抗震性能分析及本体系试验楼模型的抗震动力分析;经济性综合评价包括评价模型的建立及综合评价实例。

本书可为土建类和建筑节能方面的工程技术人员提供参考。

图书在版编目(CIP)数据

玻化微珠永久性保温墙模复合剪力墙体系的研究/刘元珍著.--北京:北京邮电大学出版社, 2012.1

ISBN 978-7-5635-2867-7

I. ①玻… II. ①刘… III. ①玻璃微珠—保温—剪力墙结构—研究 IV. ①TQ171.79②TU398

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 272187 号

书 名: 玻化微珠永久性保温墙模复合剪力墙体系的研究

作 者: 刘元珍

责任编辑: 何芯逸

出版发行: 北京邮电大学出版社

社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号(邮编:100876)

发 行 部: 电话: 010-62282185 传真: 010-62283578

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京源海印刷有限责任公司

开 本: 720 mm×1 000 mm 1/16

印 张: 12.75

字 数: 247 千字

印 数: 1—3 000 册

版 次: 2012 年 3 月第 1 版 2012 年 3 月第 1 次印刷



ISBN 978-7-5635-2867-7

定 价: 28.00 元

• 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 •

前 言

玻化微珠永久性保温墙模复合剪力墙体系是适应我国在住宅建筑中大力开展建筑节能、发展绿色建材、推进墙体革新的新形势而提出的新型建筑节能结构体系。作为一种自保温体系,玻化微珠永久性墙模复合剪力墙体系总结了国外的模板保温、免拆模板现浇承重墙和混凝土小型空心砌块承重墙等体系的成功经验,取其科学合理核心,与我国现行建筑结构做法相结合而形成的。该体系实现了结构体系与保温隔热技术的结合,结构施工过程中完成墙体保温施工。结构体系方面,该结构体系为带缝剪力墙结构,结构变形能力强,可以实现抗震结构控制。该体系适用于多层或中高层住宅建筑或纵横墙较多的公共建筑,可以用于抗震和非抗震地区,并可满足不同气候区的保温、隔热需要,在提高住宅适用性、安全性、耐久性、舒适性等住宅品质的同时,还带来了显著的经济效益。

本书对玻化微珠永久性保温墙模复合剪力墙体系进行了较为系统的研究,主要工作包括技术可行性研究、力学性能研究及经济性综合评价三个方面。技术可行性研究内容主要包括墙模采用的无机保温材料研制及永久性墙模设计;力学性能研究包括复合剪力墙竖向承载力试验、墙体抗震性能分析及体系试验楼模型的抗震动力分析;经济性综合评价主要包括评价模型的建立及对本体系试验楼功能、全寿命周期费用、价值的分析及评价。

本书对于建筑节能结构体系的研究,有助于在我国类似地区推广使用新型结构体系和新型建筑材料,更好地节约能源、保护耕地、美化环境。期望本书能为建筑节能有关科研、生产和应用部门提供一些思路和借鉴,促进建筑节能自保温结构的健康发展。

本书研究内容先后得到山西省自然科学基金(2006011050)、国家自然科学基金(50778118)、高等院校博士点专项科研基金(200801120003、20101402120007)的资助。特此致谢。

求真知者,承于师恩。诚挚感谢在课题研究和本书出版中给予我指导、鼓励和帮助的李珠教授。

参与本项目研究的同事和研究生包括张泽平老师、杨卓强、朱民伟、芦建军、张

巍、涂劲松、张婷等,本书研究成果与他们的辛勤工作密不可分。太原理工大学土木工程实验中心、山西省建工集团和太原思科达科技发展有限公司对本课题研究进行了大力支持和协作,保证了实验室试验和现场试验的顺利进行。另外,本书的刊印出版得益于王蕊博士和多位专家编辑和校审专家的努力。在此一并表示感谢。

限于作者的学术水平和分析能力,书中的错误和不足之处在所难免,敬请专家和学者批评指正。

作 者

符号说明

K	传热系数, $W/(m^2 \cdot K)$
R	热阻, $m^2 \cdot K/W$
R_0	传热阻, $m^2 \cdot K/W$
λ	导热系数, $W/(m \cdot K)$
E	混凝土弹性模量, N/mm^2
G	混凝土剪切弹性模量, N/mm^2
$[D_{c,s}]$	混凝土和钢筋单元本构矩阵, 无量纲
f_{ck}	混凝土棱柱体抗压强度标准值, N/mm^2
f_{cu}	混凝土立方体抗压强度, N/mm^2
n	轴压比, 无量纲
f_t	混凝土抗拉强度, N/mm^2
σ_0	峰值压应力, N/mm^2
$\sigma_{1,2,3}$	主应力, N/mm^2
ϵ_0	应变, 无量纲
F_c, F_y, F_u	开裂、屈服、极限荷载, kN
Δ	开裂、屈服、极限位移, mm
U	侧向位移, mm
θ	顶点的位移角, 无量纲
λ	计算截面的剪跨比, 无量纲
μ	位移延性系数, 无量纲
β	刚度衰减系数, 无量纲
K_c, K_y, K_u	开裂、屈服、极限割线刚度, N/mm
γ_i	第 i 阶模态的参与系数
f	频率, Hz ;
T	结构自振周期, s
α	水平地震影响系数, 无量纲
β	地震波动力系数, 无量纲
k	地震系数, 无量纲
ξ	阻尼比, 无量纲

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 国内外研究现状	1
1.1.1 墙体材料革新的必要性	1
1.1.2 新型墙体材料研究概况	3
1.1.3 新型建筑节能体系	6
1.1.4 带缝剪力墙研究概况	8
1.2 玻化微珠永久性保温墙模复合剪力墙体系	12
1.2.1 体系的提出	12
1.2.2 体系的技术经济特点	13
第 2 章 节能环保型墙模材料的研制	17
2.1 原材料的选用及主要技术指标	17
2.1.1 无机保温骨料——玻化微珠	18
2.1.2 胶凝组分	19
2.1.3 增强纤维	19
2.1.4 改性添加剂	21
2.1.5 减水剂	22
2.2 墙模材料的特征要求及配合比设计原则	22
2.2.1 保温墙模材料的特征要求	22
2.2.2 保温墙模材料的机理分析	23
2.2.3 配合比设计原则	25
2.3 保温墙模材料性能试验研究	25
2.4 配套材料的性能	28
2.4.1 砌筑砂浆的性能指标	28
2.4.2 轻质抹面砂浆的性能指标	29
2.5 节能环保型墙模材料的绿色评价	30

2.5.1	节能环保型墙模材料的技术先进性	30
2.5.2	节能环保型保温材料的绿色性	31
2.5.3	节能环保型保温材料的经济性	31
2.5.4	节能环保型保温材料的综合评价	32
2.6	本章小结	33
第3章	玻化微珠永久性保温墙模的设计	34
3.1	永久性模板的研制意义	34
3.2	保温墙模的设计原则	36
3.3	保温墙模的厚度确定	37
3.3.1	满足经济要求的砌块厚度	37
3.3.2	热工计算	38
3.4	保温墙模高度及墙模内部隔板位置确定	44
3.4.1	墙体模拟分析概述	44
3.4.2	保温墙模外形尺寸	47
3.5	墙模强度及刚度验算	48
3.5.1	设计荷载	49
3.5.2	设计规定	49
3.5.3	墙模强度及刚度验算	50
3.6	保温墙模复合剪力墙施工技术	52
3.6.1	概述	52
3.6.2	施工准备	52
3.6.3	复合剪力墙施工	54
3.6.4	施工质量与工程验收	58
3.7	本章小结	60
第4章	永久性墙模复合剪力墙轴向受压性能研究	61
4.1	试件设计	61
4.1.1	试件尺寸及配筋	61
4.1.2	试件应变片布置	62
4.2	试验概况及试验过程	62
4.2.1	试验设备及量测仪器	62
4.2.2	试验概况	63
4.2.3	试验过程及试件变形描述	64

4.3 试验结果及分析	65
4.3.1 试验结果	65
4.3.2 结果分析	69
4.4 带缝复合剪力墙与普通剪力墙模拟对比分析	70
4.4.1 试件设计	71
4.4.2 模拟结果分析	71
4.5 本章小结	75
第5章 钢筋混凝土非线性有限元分析理论	76
5.1 钢筋混凝土非线性问题的基本理论	76
5.1.1 单元建模方案	76
5.1.2 钢筋混凝土的单元选取	77
5.1.3 加载板单元选择	82
5.2 钢筋和混凝土材料的本构模型	82
5.2.1 钢筋的本构关系	82
5.2.2 混凝土的本构关系	83
5.3 混凝土模型的破坏准则和裂缝模式	85
5.3.1 混凝土破坏准则	85
5.3.2 混凝土的裂缝模式	86
5.4 有关数值计算方法	87
5.5 本章小结	87
第6章 小剪跨比带缝剪力墙抗震性能模拟分析	88
6.1 有限元模型的建立	88
6.1.1 试件设计	88
6.1.2 材料参数确定	92
6.1.3 试件轴压比确定	92
6.2 剪力墙基本破坏过程	92
6.2.1 裂缝表示原理和表示方法	92
6.2.2 普通剪力墙破坏过程及形态	93
6.2.3 带缝剪力墙破坏过程及形态	94
6.2.4 带缝墙与普通墙 Vonmises 应力分析	96
6.3 承载力与变形能力分析	97
6.3.1 荷载特征值	97

6.3.2	带缝剪力墙承载力影响因素分析	99
6.3.3	带缝剪力墙钢筋应变分析	100
6.3.4	带缝剪力墙有限元与理论承载力计算比较	101
6.3.5	试件的位移延性系数、割线刚度、屈强比	102
6.3.6	骨架曲线	105
6.3.7	恢复力模型	111
6.4	本章小结	113
第7章	大剪跨比带缝剪力墙抗震性能模拟分析	115
7.1	有限元模型的建立	115
7.2	剪力墙基本破坏过程	116
7.2.1	带缝剪力墙破坏过程形态描述	116
7.2.2	带缝墙与普通墙 Vonmises 应力分析	118
7.3	承载力与变形能力分析	119
7.3.1	荷载破坏过程主要特征值	119
7.3.2	带缝墙钢筋应变分析	120
7.3.3	带缝剪力墙有限元与理论承载力计算比较	121
7.3.4	试件的位移延性系数、割线刚度、屈强比	121
7.3.5	骨架曲线	122
7.3.6	恢复力模型	123
7.4	本章小结	124
第8章	复合剪力墙结构体系试验楼抗震动力分析	126
8.1	工程概况及有限元模型的建立	126
8.1.1	工程概况	126
8.1.2	有限元模型	126
8.2	模态分析	127
8.2.1	基本理论及求解方法	127
8.2.2	模态分析	129
8.3	谱分析	133
8.3.1	基本理论	133
8.3.2	地震反应谱分析	135
8.4	时程分析	138
8.4.1	基本理论	138

8.4.2 地震波的基本参数	138
8.4.3 阻尼取值	139
8.4.4 时程分析结果	139
8.5 本章小结	145
第9章 复合剪力墙结构综合评价的基本原理及模型	147
9.1 复合剪力墙结构综合评价的理论依据	147
9.1.1 系统工程理论	147
9.1.2 全寿命周期成本理论	148
9.1.3 可持续发展理论	149
9.1.4 价值工程理论	149
9.1.5 层次分析评价理论	150
9.2 体系综合评价的基本思路	151
9.3 性能评价指标体系的建立	152
9.3.1 性能评价指标建立的原则	152
9.3.2 住宅性能测评指标体系的指标设定	152
9.4 住宅性能的评价方法	155
9.4.1 权重分配方法的选择	155
9.4.2 层次分析法	155
9.4.3 确定指标因素及各因素的权重	156
9.4.4 计算各层次指标权重	157
9.4.5 性能评分值的确定方案	160
9.4.6 体系最终性能得分	164
9.5 寿命周期成本确定	164
9.5.1 全寿命周期成本的内涵	164
9.5.2 全寿命周期成本计算数学模型	165
9.6 评价方法和评价准则	166
9.7 本章小结	167
第10章 玻化微珠保温墙模复合剪力墙结构综合评价	168
10.1 研究体系概况	168
10.1.1 试验楼有关参数	168
10.1.2 围护结构构造做法	169
10.2 复合剪力墙体系及对比体系性能得分	170

10.3	复合剪力墙体系及对比体系全寿命周期成本	170
10.3.1	复合剪力墙体系及对比体系建造费用	170
10.3.2	复合剪力墙体系及对比体系能耗计算	175
10.3.3	复合剪力墙体系及对比体系寿命周期成本	179
10.4	体系价值指数确定及评价	180
10.4.1	复合剪力墙体系及对比体系性能指数	180
10.4.2	复合剪力墙体系及对比体系成本指数	180
10.4.3	复合剪力墙体系及对比体系价值指数	181
10.5	本章小结	182
参考文献		182

第 1 章 概 述

1.1 国内外研究现状

1.1.1 墙体材料革新的必要性

外墙作为建筑耗能的最主要部位,在整个建筑中所占比重最大,因此其节能技术成为各个国家建筑结构节能研究的重点。针对传统外墙材料——实心粘土砖存在生产能耗高、粘土耗量大、热工性能差和不适应工业化建筑体系生产等缺点,从 19 世纪中叶以来,各个国家纷纷致力于研制与开发各种新型墙体材料。

建筑节能与墙材革新是密不可分的。首先,建筑节能本身就包括生产建筑材料的节能,要推进墙体材料革新,就必须推广节能建筑,否则新型建筑材料就没有市场空间,墙体材料革新也就失去了持久的动力;其次,要提高建筑物的保温隔热性能,就必须采用性能优良的新型墙体材料改善围护结构的热工性能,必须进行墙体材料革新,否则节能建筑就会变成“无源之水”;最后,使用新型墙体材料建设节能建筑,可大大提高施工速度,并可降低建筑物基础承载负荷,降低基础造价,促进建筑业现代化。

建筑节能必须以发展新型墙体材料为前提,墙体材料革新必须与建筑节能结合起来才能得以实施。墙体材料革新与节能建筑推广之间包含了某种交叉催化关系、循环因果关系。新型墙体材料的发展需要节能建筑的推广来带动,而节能建筑的推广又需要新型墙体材料给予支撑。因而必须对其两者加以全面筹划、系统整合、整体推进。

粘土砖作为人类社会使用了数千年的传统建筑材料,从历史角度看是有其存在的特点。因为制作简单、砌筑方便、耐久性好等优点,所以在相当长的历史时期内在世界各国得到使用。但是随着社会的发展进步,实心粘土砖本身存在的生产能耗高、粘土耗量大和热工性能差等缺点也表现出来,并不能适应工业化建筑体系。粘土砖作为传统墙体材料的缺点主要表现在:

(1) 墙体材料生产对土地资源的影响

随着我国的城乡建设迅速发展,对建筑材料的需求量大增,我国房屋建筑材料中70%是墙体材料,其中粘土砖占据主导地位。这促使乡镇粘土砖厂得到空前的发展,成为我国砖瓦企业的主力军。实心粘土砖的产量从1952年的149亿块增加到20世纪末的7000亿块,相当于1952年的46倍。近年来产量虽有所下降,但年产量仍维持在5500亿块左右。据统计,大约每烧制120万块粘土实心砖,毁田近0.5~1亩。生产如此多粘土砖,每年用土量约10亿立方米,如果按采土深度2m计算的话,需耗用土地50万亩^[1]。虽然这50万亩的土地不一定是适宜耕作的良田,但生产粘土砖确实将占用和破坏相当一部分的耕地。此外,实心粘土砖坯做好后,还需要占用大面积场地晾晒,根据国家建材局统计资料,全国砖瓦企业占地达480万亩,其中相当一部分为耕地。

土地是十分宝贵的资源和资产,我国人均耕地数量少,总体质量水平低,后备资源也不富裕。我国耕地面积仅占国土面积10%,世界人均可耕土地面积为4.5亩,而我国还不到1.2亩,不到世界平均水平的一半。我国现有2800多个县市中,30%的县市人均耕地面积低于0.8亩警戒线以下。保护耕地就是保护居民的生命线。粘土砖生产将造成耕地面积减少,加剧我国人多地少的紧张关系^[2]。前国务院总理朱镕基曾指出:“我国以占世界7%的土地养育占世界22%的人口,土地资源十分宝贵,因此,大力发展新型墙体材料,用来代替耗能高和毁田占地严重的实心粘土砖,确实是一件功在当代、利在千秋的大业。”

(2) 墙体材料生产对能源的影响

建材工业的能耗占全国工业能耗约13%,其中墙体材料行业的能耗占建材工业能耗总量的35%左右,而粘土砖企业是墙体材料的主要耗能大户。我国粘土砖生产所用的燃料以煤为主。我国粘土砖企业的烧成能耗是发达国家的2倍左右,但由于国内大多数企业采用自然干燥,露天晾晒,干燥过程无须能耗和电耗,使得粘土砖生产的总能耗降低,单位产品的能耗低于发达国家的水平。但由于我国粘土砖的产量太大,能源消耗的绝对数量十分惊人,如果目前产量按5500亿块计算的话,全国烧砖所用的煤耗5000万吨以上,占全国煤炭产量的3%左右。

(3) 墙体材料生产对环境的影响

粘土砖是古老的传统墙体材料,是我国城乡建设所需的最基本材料之一。由于投资少、技术含量低、原料易得,许多乡镇企业投资建砖厂。生产粘土砖燃煤造成的二氧化硫、二氧化碳排放量和粉尘污染本身就很大,而乡镇砖厂采用简易的工艺和设备,生产技术和环保设施落后,造成的污染非常严重。由于不重视土地资源的合理规划和管理,还造成了土地的破坏,耕地变成了废坑荒地。而这些废坑荒地因上面的粘质土层被挖走,沙质土层裸露在外,易被风刮起形成浮土和沙尘,造成环境的破坏。落后的建材工业是资源、能源消耗大户,也是环境的重要污染源。采用先进技术则可使建材工业消化吸收各种工业废弃物,不断改善和提高环境质量。

(4) 墙体材料对建筑节能的影响

建筑物的围护结构包括墙体、屋面、门窗、地面等,其中以墙体围护结构所占的比重为最大。因此,墙体材料保温隔热性能的好坏是影响建筑节能的关键所在,外围护墙体的建筑节能主要体现在使用保温隔热性能好的墙体材料或采用复合绝热墙体。而软挤成型工艺制作的粘土砖,其强度要达到建筑物使用要求,必须经过烧制。每烧制1万块实心粘土砖需耗煤0.9~1.25 t。另外,实心粘土砖导热系数为 $0.66 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{k})$,建成的墙体其保温、隔热性能均较差,必然需要耗能取暖或降温。据不完全统计,每年这两项消耗能源折合标准煤约1.2亿吨。随着我国人口的增加和经济的发展,资源相对不足的矛盾已日益突出,而上述两项合计耗能占到我国全年能耗总量15%以上。如果实心粘土砖产量继续增长,不仅增加墙体材料的生产能耗,而且导致新建建筑的采暖和空调能耗大幅度增加,严重加剧能源供需矛盾。

1.1.2 新型墙体材料研究概况

在墙体材料的革新方面,国内外研究均取得了一定的进展,目前发达国家已基本不使用粘土砖,而使用新型的建筑材料。发达国家墙体改革在20世纪已形成两大主导方向:其一为各种改良砌块,其二为各种类型墙板及复合墙体。我国数十年来的墙体改革也主要是沿这两个方向发展。

1. 改良砌块及砌体建筑研究

我国墙改工作以来,砌块在国内的新型墙体材料中占主导地位。改良砌块包括改良砖和各种砌块,使用这些建材的初衷是为了节省土地资源,同时合理利用各种工业废渣。主要的砌块材料性能特点简述如下:

(1) 烧结多孔砖、空心砖

烧结多孔砖与烧结空心砖是烧结空心制品的主要品种,又是烧结粘土普通砖的换代产品,属于新型墙体材料。这两种制品块体较大,密度比普通砖减小15%~40%,绝热性能提高,节土15%~35%,节煤10%~20%,施工工效提高20%~50%,节约砂浆15%~60%,可使建筑物减轻自重,改善墙体保温性能,提高使用面积系数^[3]。

(2) 硅酸盐砖

硅酸盐砖是非粘土、非烧结的砖类制品。它一般是以硅质材料(如粉砂、粉煤灰)和钙质材料(如石灰、石膏)为主要原料,经坯料制备、压制成型、湿热养护等工艺过程而制成的实心砖或多孔砖。生产这类砌体不必挖田取土,不经高温烧结,省燃料,可大量利用工业灰渣,减少对环境的污染,生产还不受季节影响。硅酸盐砖是很有发展前景的新型墙体材料^[4],包括蒸压灰砂砖(LSB)和粉煤灰砖(FAB)。

(3) 蒸压加气混凝土砌块(ACB)

蒸压加气混凝土砌块是由硅质材料(如砂子、粉煤灰、矿渣)和钙质材料(如水

泥、石灰)为主要原料,在配料中加入铝粉作加气剂,经加水搅拌、浇筑成型、发气膨胀、预养切割,再经高压蒸汽养护而成的多孔硅酸盐砌块。蒸压加气混凝土砌块重量轻,抗震性能好,减小建筑物基础、结构的尺寸与配筋,降低工程造价,增加建筑物使用面积;导热系数低,隔热、保温性能好,可提高隔热保温效果,降低能耗;强度稳定,抗冻融,耐久性好,耐热、耐火性能优良;适用于多层及高层建筑的分户墙、分隔墙和框架结构的填充墙及三层以下的房屋承重墙^[5]。

(4) 普通混凝土小型空心砌块(NHB)

普通混凝土小型空心砌块是由水泥、砂和最大粒径为 10 mm 的石子或石屑配制的塑性混凝土,在金属模箱内振动成型,脱模养护而成的墙用承重空心块材。目前,我国混凝土小型空心砌块年产量已达 3 000 万立方米,在城市及乡镇,砌块建筑已达 2 亿立方米。混凝土小型空心砌块多用于中高层承重砌块墙体。混凝土小型砌块吸水率小,其干缩值为 2~3 mm/m,应注意在墙体的敏感区采取抗裂措施。

(5) 轻集料混凝土小型空心砌块(LHB)

用轻集料混凝土制作的小型空心块材就是轻集料混凝土小型空心砌块。轻集料混凝土小型空心砌块是混凝土小型砌块的一个分支种类。美国、意大利、丹麦、瑞典、英国、德国、法国等国家大量生产、应用轻集料混凝土小型空心砌块。我国轻集料混凝土小型空心砌块于 20 世纪 60 年代开始生产和应用,其热工性能较好,同时可以减弱建筑物所受的地震力。轻集料混凝土小型空心砌块既可用于砌筑非承重的隔墙和围护墙,又可砌筑多层建筑的承重墙体。

(6) 泡沫混凝土砌块

泡沫混凝土砌块属于轻质混凝土制造的砌块。它是以 32.5 强度等级普通硅酸盐水泥、河砂、发泡剂和水等原材料,经机械搅拌方式将气泡引入砂浆中制成的。泡沫混凝土砌块的性能与发泡剂的特性关系很大。普遍绝热性能好,砌块平整,块体较大,适于工业和民用框架结构建筑的非承重墙和承重墙,也可用作屋面保温层^[6]。

(7) 陶粒混凝土砌块(陶粒砖)

陶粒混凝土砌块(陶粒砖)是以轻质粘土陶粒、水泥为主要原料制成的轻质砌块,有空心与实心两种,适用于框架结构填充墙,也可用作旧建筑物隔墙。主要特点是:重量轻,抗震性能好,能够减小建筑物基础、结构的尺寸与配筋,降低结构工程造价,增加建筑物使用面积,综合效益好;导热系数低,保温隔热性能好,降低能耗;强度稳定,耐久性好,耐热、耐火性能优良;使用方便,规格整齐,安装工效高,减少施工工期^[7]。

由于生产和使用砌块的时间不长,砌块仍属于新型建筑材料。随着墙改工作的不断发展,出现了大批各式各样的砌块,但是真正能做到符合节能新标准的为数不多。普遍存在材料的研究、设计、生产、应用相脱节的问题。

砌块建筑在国外的的发展较为广泛,应用技术也较成熟。鉴于无筋砌体结构遭

到严重损害,美国在1933年加利福尼亚州长滩大地震之后,推出了配筋砌块砌体剪力墙结构,建造了大量的配筋砌块砌体结构房屋^[8]。例如,1952年建成的26栋6~13层的美国退伍军人医院,1966年在圣地亚哥建成的8层海纳雷旅馆(相当于我国的9度区)和洛杉矶19层公寓,1971年在加利福尼亚州这个世界有名的重震区建造的13层的希尔顿饭店等。在过去的三十多年中,对砌体结构体系的抗剪能力进行了一系列重要实验^[9-11]。1977年,M. J. N. Priestley通过对配筋砌块砌体悬臂墙试验证明了当墙体具有足够的水平钢筋时,墙体破坏模式为弯曲破坏,墙体具有稳定的滞回环和良好的延性^[12]。但窗间墙以及轴压比很大的墙即使配置很多的水平钢筋,仍不能避免其发生剪切破坏。1985年,F. Seible, M. J. N. Priestley等在加利福尼亚州大学圣地亚哥分校进行了一个5层足尺配筋砌块砌体房屋的拟动力试验^[13,14]。1986年,M. J. N. Priestley进行了1层和3层配筋砌块砌体剪力墙的抗震性能试验^[15],研究成果被当时的新西兰规范采纳。1989年,P. B. Shing等在科罗拉多大学进行了22片剪跨比为1.0的墙片试验,合理地分析了正应力、水平配筋率和垂直配筋率对配筋砌块砌体剪力墙承载力和变形性能的影响^[16,17]。1996年,Miha Tonazev等通过对32片墙体试验系统进行了配筋砌块砌体剪力墙在不同加载方式下的抗震性能研究^[18]。1999年,Y. H. Chai, L. L. Yaw进行了在低矮配筋砌块砌体剪力墙中部采用部分通缝墙与一般配筋砌块砌体剪力墙在循环荷载下的对比试验^[19]。这些研究为混凝土空心砌块剪力墙的分析 and 研究提供了很多值得借鉴的资料。

在我国,对于配筋砌体的理论研究正处于探索阶段。四川建筑科学院对混凝土空心砌体结构作了一些研究,在1986年完成了“八度区混凝土空心小砌块建筑抗震性能试验”的课题^[20],共做了123件各类墙体的实验研究。20世纪90年代开始,湖南大学、哈尔滨建筑大学、沈阳建筑工程学院和同济大学等单位对配筋砌体结构进行了一系列的实验研究^[21-24],1999年和2001年,湖南大学的杨伟军、施楚贤^[25]以及哈尔滨工业大学的田玉滨、唐岱新^[26]分别进行了配筋砌块砌体开洞剪力墙的抗震性能研究。2001年,施楚贤、杨伟军根据湖南大学、同济大学、广西建筑科学研究院、哈尔滨工业大学和沈阳建筑工程学院34片无筋和配筋砌块砌体剪力墙的试验结果,提出了配筋砌块砌体在偏心抗压和偏心受拉时的斜截面受剪承载力的计算公式^[27,28]。以上研究对砌体基本力学性能、墙体结构承载力及其影响因素等多方面取得了一些宝贵的实验数据,并提出了一些理论和设计的建议公式,为我国新规范的推出和配筋砌体在中高层建筑中的应用奠定了基础。但是总体而言,各种块材建筑其功能和造价没有明显优势;在抗震性能上,砌块建筑仍然没有解决整体性差的问题;另外,在墙体的可加工性上如门洞口处理、管道铺设、墙体装修改造等方面存在劣势。