



鲍国芳 主编

新型墙体 与节能保温建材

XINXING QIANGTI YU JIENENG BAOWEN JIANCAI



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



新型墙体与节能 保温建材

鲍国芳 主编



机械工业出版社

本书以建筑节能与环保为主题，主要介绍新型墙体和保温建材的发展概况，以及其优越性和显著经济效益。并介绍常用新型墙体与保温建筑材料的性能规格、应用范围；同时对部分材料着重进行叙述，其中有产品的生产工艺简介、应用技术和节点构造、参考数据以及技术经济分析和施工要点等，附有插图。另外，在附录中，还选编了部分材料的计量换算表、常用材料的重量和吸声系数等资料，以及国家对发展节能环保型新型建材的相关政策规定。

图书在版编目（CIP）数据

新型墙体与节能保温建材/鲍国芳主编. —北京：机械工业出版社，2009.1
ISBN 978 - 7 - 111 - 25411 - 9

I. 新… II. 鲍… III. ①墙体材料②节能 - 建筑材料
IV. TU5

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2008）第 162927 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

责任编辑：汤 攀 责任校对：魏俊云

封面设计：鞠 杨 责任印制：邓 博

北京京丰印刷厂印刷

2009 年 1 月第 1 版 · 第 1 次印刷

184mm × 260mm · 22 印张 · 546 千字

标准书号：ISBN 978 - 7 - 111 - 25411 - 9

定价：46.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换
销售服务热线电话：（010）68326294

购书热线电话：（010）88379639 88379641 88379643

编辑热线电话：（010）88379164

封面无防伪标均为盗版

前 言

为建设节约型社会，走可持续发展之路，推动我国建筑业发展，国家正在大力发展节能省地型住宅和公共建筑，并相继出台各项鼓励建筑节能和绿色建筑的相关政策，为新型建筑材料提供了一个广阔的发展平台。本书收集整理了新型墙体与保温建筑材料方面的相关资料，主要面对的读者是建筑及建材业的有关人士，向从事基建、设计、施工及其他有关单位的工作人员提供一本介绍新型墙体与保温等建筑材料及其应用的资料性参考书，为宣传推广新型建材尽一份微薄之力。

本书以建筑节能与环保为主题，主要介绍新型墙体和保温建材的发展概况，以及其优越性和显著经济效益；并介绍常用新型墙体与保温建筑材料的性能规格、应用范围；同时对部分材料着重进行叙述，其中有产品的生产工艺简介、应用技术和节点构造、参考数据以及技术经济分析和施工要点等，附有插图。另外，在附录中，还选编了部分材料的计量换算表、常用材料的重量和吸声系数等资料，以及国家对发展节能环保型新型建材的相关政策规定。

本书尽力为读者展现更多的信息以供参考，但因发展迅速、新品繁多，难以面面俱到。书中倘若有误与不妥之处，望请给予指正，有机会再次印刷时将予以订正。联系信箱 E-mail: bgfa@sohu.com。

本书由鲍国芳主编，参与编写及供稿人员有孙秀英、徐光鑫、白雪超、席兰英、堵光磊、刘平、刘华青、堵效博、刘记田、胡秀荣、罗雪珂、张爽、张戈、孟繁艾、米景云、徐元亮、盛培华等。

编著者

目 录

前言

第一章 概述 1

第一节 新型建材的概念 1

第二节 新型建材的优越性 1

第三节 新型建材业发展趋势 11

附录 14

第二章 新型节能保温材料 16

第一节 保温节能材料发展概况 16

第二节 保温层厚度的经济分析计算 20

第三节 岩棉制品 23

一、岩棉产品介绍 23

二、岩棉制品的应用 30

第四节 玻璃棉制品 55

一、玻璃棉的特性 56

二、玻璃棉生产 56

三、主要玻璃棉制品品种 56

四、产品规格、技术性能及安装要求 57

第五节 硅酸铝耐火纤维棉制品 62

一、产品性能和特点 63

二、硅酸铝棉 63

三、硅酸铝板 64

四、硅酸铝管 65

五、硅酸铝毡 65

第六节 橡塑发泡保温制品 66

第七节 酚醛泡沫 69

第八节 微孔硅酸钙材料 71

第九节 膨胀珍珠岩 72

第十节 矿渣棉及其制品 75

第十一节 膨胀蛭石及其制品 76

第十二节 聚氨酯泡沫制品 80

一、聚氨酯硬质泡沫塑料 80

二、聚氨酯软质泡沫塑料 80

三、CNT-25 聚氨酯阻燃硬质泡沫 81

四、CNT-28 聚氨酯阻燃硬质泡沫 81

五、CSP-28 141B 聚氨酯硬质泡沫 82

六、CSP-30 141B 聚氨酯硬质泡沫 82

七、DCP-280 浇注型聚氨酯硬质泡沫 82

第十三节 泡沫玻璃保温材料 83

第十四节 高压聚乙烯发泡材料 86

第十五节 复合保温材料 87

一、新型憎水珍珠岩水泥聚苯乙烯保温板 87

二、FGJM 型微孔硅酸钙专用胶泥及抹面材料 89

三、复合硅酸钙绝热涂料 89

四、GRC 外墙内保温板 90

五、MY-1 环保型复合硅酸盐保温涂料 90

六、格林塔尔保温材料 92

七、直埋式防腐保温管（复合式保温管） 93

八、复合花纹铝板 94

九、新型无石棉保温散状材料 95

附录：热及热工单位换算（常用计量单位及数据） 96

第三章 新型墙体与屋面材料 101

第一节 新型墙体材料的推广应用 101

第二节 纸面石膏板 104

第三节 轻钢龙骨——石膏板主要配套材料 110

第四节 轻钢龙骨及石膏板建筑体系（QST 体系） 116

一、QST—1 轻钢龙骨石膏板隔墙 117

二、QST—2 轻钢龙骨石膏板吊顶 139

三、QST—3 石膏板贴面墙 159

四、石膏板防潮及饰面技术 163

五、石膏板施工机具 165

第五节 石膏板其他配套材料 172

一、粘结石膏 172

二、嵌缝石膏 172

三、穿孔纸带 173

四、抽芯铝铆钉 174

五、膨胀螺栓 175

六、射钉弹与射钉 175

第六节 其他石膏板材	175	第十五节 新型复合墙体材料	227
一、石膏刨花板	175	一、钢丝网架水泥聚苯乙烯夹芯板	227
二、石膏空心墙板	177	二、FC 轻质复合墙板	229
三、石膏蔗渣板	177	三、彩钢复合夹芯板	231
四、木纤维石膏板	178	四、塑合中空内模板	232
五、石膏纤维板 (GF 板)	179	五、薄壁混凝土岩棉复合外墙板 (非承重外挂板)	234
第七节 玻璃纤维增强水泥制品 (GRC)	179	六、混凝土岩棉复合外墙板 (承重 外墙板)	241
一、GRC 外墙板产品特点及应用	180	第十六节 玻璃幕墙	243
二、GRC 建筑小品	184	一、玻璃幕墙分类	243
三、其他 GRC 墙板的特点	186	二、点支式玻璃幕墙的遮阳体系	247
四、轻质 GRC 墙板的安装	187	第十七节 屋面材料	248
五、GRC 蜂巢式轻质墙板	188	一、UPVC 三层复合芯层发泡瓦	248
六、壁肋中空条板 (LC 板)	188	二、GRC 网架屋面板	251
第八节 纤维增强水泥板	189	三、硬质发泡聚氨酯	252
第九节 水泥木纤维板	193	四、双向拉伸聚氯乙烯板	252
一、水泥刨花板	193	五、金属压延复合板	253
二、植物纤维水泥复合板 (PRC 板)	195	六、聚碳酸酯板	253
三、水泥木屑板	198	七、彩色沥青瓦	253
第十节 植物纤维板	199	附录 各类墙体材料收缩值	254
一、稻草板 (麦秸板)	199	第四章 薄板钢骨房屋	255
二、稻壳板	202	第一节 薄板钢骨房屋主要特点	255
三、麻屑板	202	一、建筑造型多样	255
四、无胶蔗渣板	203	二、可以创造住宅中的超大空间	259
五、竹篾胶合板	203	三、强度高、抗震抗风性能好	260
第十一节 纸蜂窝板	204	四、坚固而使用寿命长	260
第十二节 镁质水泥墙板	206	五、保温性能好, 舒适节能	261
一、镁质水泥陶粒空心轻质墙板	206	六、其他优点	262
二、改性镁质面板轻混凝土夹芯板	207	第二节 薄板钢骨房屋基本构造	262
第十三节 建筑钢制品	208	一、房屋的基础	262
一、轻钢结构建筑	208	二、房屋的墙体	262
二、焊接 H 型钢	209	第三节 薄板钢骨房屋的主要材料	263
三、冷弯型钢	210	一、结构用型钢	263
第十四节 新型砌块类墙体材料	211	二、石膏板	264
一、加气混凝土及其制品	211	三、纤维增强水泥板 (金邦板)	264
二、混凝土小砌块墙体	218	四、结构用板材	264
三、烧结多孔砖墙体	219	五、保温材料	264
四、煤矸石空心砌块	219	第四节 薄板钢骨房屋的设计与施工	265
五、双免无熟料粉煤灰空心砌块	221	一、房屋的设计要求	265
六、模数多孔砖	222	二、房屋的技术及环境指标	266
七、烧结多孔砖、空心砖	225	三、房屋的施工	266
八、空心玻璃砖	226	第五节 薄板钢骨房屋的经济分析	268
九、新型建筑砌块——木砖	226		

附录	270
附录 A 有关政策法规文件	270
国务院办公厅关于进一步推进墙体材 料革新和推广节能建筑的通知	270
绿色建筑评价标准	273
财政部、国家税务总局关于部分资源综 合利用及其他产品增值税政策 问题的通知	283
民用建筑节能管理规定	285
新型建材及制品发展导向目录	287
关于在住宅建设中淘汰落后产品的 通知	291
北京市关于公布第二批 12 种限制和淘汰 落后建材产品目录的通知	292
关于公布第三批淘汰和限制使用落后建 材产品的通知	293
关于公布第四批禁止和限制使用建材产 品目录的通知	295
关于印发进一步做好禁止使用实心粘土砖 工作的意见的通知	298
关于进一步做好禁止使用实心粘土砖工作 的意见	298
夏热冬冷地区居住建筑节能设计 标准	301

附录 B 相关参考资料及数据	307
一、国外石膏板标准简介	307
二、德国标准 DIN18165 建筑工程用 保温的纤维绝缘材料	313
三、瑞典能量计算参考资料	320
四、几种混凝土砌筑墙铺贴石膏板后 的耐火、隔声数据	321
五、绝热工程施工及验收有关规定	321
六、岩棉复合石膏板墙与砖墙、 加气混凝土块墙隔声性能 对比参考表	322
七、管道、设备单位散热量换算公式	323
八、建筑热工的热阻计算方法	323
九、围护结构最小总热阻的确定	326
十、全国主要城镇采暖期度日数表	332
十一、采暖居住建筑各部分围护结构 传热系数建议值 k_i 表	335
十二、建筑物节能投资回收期计算 方法	335
十三、年采暖节煤量计算方法	336
十四、常用材料和构件自重表	337
十五、常用材料吸声系数表	340
十六、常用有关计量单位换算	342
十七、常用工业材料密度表	345

第一章 概 述

第一节 新型建材的概念

1. 新型建材的特点

所谓新型建材就应体现一个“新”字，在新的概念下应该还具有以下主要特点：

一是节能，包括在制造过程中和在使用过程中节约能源、减少能耗；二是环保，包括两个方面，即不增加污染和减少污染，如对矿产资源的合理开采或对废旧资源的综合利用；三是配套，不一定是整体配套供应，但要具有整体配套性能；四是新颖，要具有一定的技术含量。

新型建材应该具备有利于保护人类现有生存条件，有利于改善、美化现代人们居住生活环境的一切特性。

2. 新型建材范围

新型建材的范围十分广泛，它不仅限于房屋建设所用的材料，还应该包括建筑施工中所面对的所有各类建设项目所需的材料。即不仅应该包括建设房屋所用的墙体材料、地面材料、天棚材料、建筑防水材料、保温材料和建筑装饰装修等材料，还应包括公路、铁路、机场、桥梁、码头等各方面建设中所使用的一切新型建筑材料。建材工业是建筑业的基础，而建筑业目前所包含的内容已远远超出了修房造屋的范围。作为建筑业这一未来支柱产业的基础，建材工业应满足建筑业对建材所提出的所有材料需求。改革开放以后我国建筑业迅速发展，传统建材已经远远不能满足要求，因此必须大力发展新型建材，以适应我国经济建设的需要。

本书所介绍的新型墙体与保温节能建材，是新型建材在建筑中的主体应用部分。

第二节 新型建材的优越性

1. 新型建材自重轻，降低建筑物自重

采用轻质的新型建材来建造房屋，可使建筑物的自重大大减轻。以华北地区为例，一般多层的民用住宅建筑，过去多沿用砖混结构，即用粘土砖和混凝土作为主要材料的住宅建筑，其工程特征一般是：外墙采用厚度 370mm 砖墙（一砖半），内承重横墙为厚度 240mm 砖墙（一砖），楼板、屋面板一般采用空心楼板或现浇平板。这类多层砖混结构住宅，每平方米建筑面积平均自重约 1500kg。而采用新型建材建造的框架轻板多层住宅建筑，主体结构为钢筋混凝土框架和剪力墙体系（8 度抗震），内、外墙均用轻钢龙骨石膏板墙体，外墙内填岩棉保温层，每平方米建筑面积平均自重仅为 560kg。类似上述的框架和剪力墙体系（8 度抗震），当外墙采用厚度 200mm 加气混凝土砌块墙，内墙仍用轻钢龙骨石膏板墙体时，每平方米建筑面积平均自重为 710kg。由此可见，采用新型建材建造的框架轻板多层住宅建

筑与砖混结构多层住宅相比,建筑物平均自重可减轻约三分之二或一半以上。

几种不同材料的墙身每平方米重量见表 1-1。

表 1-1 几种不同材料的单位墙身重量

名 称	墙身厚度/mm	单位墙身重量/(kg/m ²)	备 注
机制粘土砖墙 (2 砖)	490	984	墙身重量包括: 外墙外侧勾缝, 内面粉刷
机制粘土砖墙 (1½ 砖)	365	756	墙身重量包括: 外墙外侧勾缝, 内面粉刷
机制粘土砖墙 (1 砖)	240	507	墙身重量包括: 双面内粉刷
机制粘土砖墙 (1/2 砖)	115	279	墙身重量包括: 双面内粉刷
加气混凝土墙 (砌块)	250	203	墙身重量包括: 内外粉刷
加气混凝土墙 (砌块)	200	173	墙身重量包括: 内外粉刷
加气混凝土墙 (砌块)	150	141	墙身重量包括: 双面内粉刷
加气混凝土墙 (砌块)	100	110	墙身重量包括: 双面内粉刷
轻钢龙骨石膏板墙 (无岩棉)	100 ~ 150	27 ~ 51	平均约重 40kg/m ²
轻钢龙骨石膏板墙 (填岩棉)	100 ~ 150	31 ~ 55	平均约重 45kg/m ²

注: 墙身厚度内未包括粉刷层的厚度。

由表 1-1 可见, 石膏板墙的自重大大轻于砖墙。按每平方米墙身重量作对比如下:

115mm 砖墙自重为石膏板墙自重 (按平均 40kg/m² 计算) 的 7 倍; 240mm 砖墙自重为石膏板墙自重的 12.7 倍; 365mm 砖墙自重为石膏板墙自重 (按平均 45kg/m² 计算) 的 16.8 倍; 490mm 砖墙自重为石膏板墙自重的 21.9 倍。

每平方米砖墙与加气混凝土砌块墙的重量对比如下:

115mm 砖墙自重为 100mm 加气混凝土砌块墙自重的 2.5 倍; 240mm 砖墙的自重为其 4.6 倍。

240mm 砖墙自重为 150mm 加气温凝土砌块墙自重的 3.6 倍; 370mm 砖墙的自重为其 5.4 倍。

365mm 砖墙自重为 200mm 加气混凝土砌块墙自重的 4.4 倍。

490mm 砖墙自重为 250mm 加气混凝土砌块墙自重的 4.9 倍。

从上述砖墙与加气温凝土砌块墙重量对比来看, 在华北地区如果外墙采用厚 200mm 加气混凝土砌块墙 (用于框架轻板建筑), 其保温性能优越于 365mm 砖墙, 而每平方米墙身自重比 365mm 砖墙减轻 77%, 按外墙面积一般民用住宅约为建筑面积的 42% 左右计算, 就可使每平方米建筑面积的建筑物自重减轻 245kg。如果在东北等寒冷地区外墙采用厚 250mm 加气温凝土砌块墙 (用于框架轻板建筑), 不仅可以提高外墙保温性能, 而且每平方米墙身自重比 490mm 砖墙减轻 79%, 从而可使每平方米建筑面积的建筑物自重减轻 328kg。

2. 大大减少建材运输量

新型建材的重量轻, 可大大减少建材运输量。目前我国建材总运输量每年约 20 亿 t, 如果发展应用新型建材占 40% 的话, 则全国建材运输量每年可减少 5.33 亿 t。在华北地区, 一个城市如每年建房 800 万 m², 若 40% 采用新型建材, 则每年可减少建材运输量 320 万 t, 节省运输力量相当可观。

例如: 在北京地区建一幢建筑面积 3000m² 五层楼的民用住宅, 如用传统的砖混结构来

建造,约需粘土砖 73.5 万块(每块标准粘土砖自重 2.5kg),仅粘土砖重量就有 1837.5t,光是把砖运往工地,需 4t 汽车 460 辆次。再有大量的砂、灰、石、水泥等材料,还需运往工地。按建筑物平均自重 1.5t 计算,全幢住宅共 4500t 建材运输量,总共需用 4t 运输汽车 1125 辆次之多。假若要建造 3 万 m^2 的砖混结构多层住宅,建材运输量共重约 4.5 万 t,需用 4t 运输汽车 11250 辆次,即需每天平均使用 47 辆 4t 汽车;若每天运二次,就需连续运输四个月才能完成全部建材的运输任务。不难想象,繁重的运输将导致现场施工组织设计复杂化和增加管理上的困难(尤其是城市建设中场地比较狭小的工程),甚至经常发生材料二次搬运增加费用,提高工程成本,经济上就要造成损失。如果采用新型建材,3 万 m^2 建筑面积的多层框架轻板住宅建筑,其总运输量共约 1.68 万 t,只需用 4t 运输汽车 4200 辆次,平均每天只用 23 辆汽车,同样若每天运二次,只需要连续运输三个月就能完成全部建材运输任务。与传统建材相比,运输汽车可少用一半多,运输时间却反而可以提早一个月,同时又可简化现场施工组织设计,有利于改善和提高施工管理工作。所以发展应用新型建材房屋,可以大大减少建材运输量,节省运力的经济效果是相当可观的。

3. 加快施工速度,缩短工期

新型建材大都是工业化生产,生产效率较高。采用新型建材进行施工可以大大减少湿作业和手工劳动,施工装配化程度显著提高,从而加快施工速度,缩短工期,早日竣工投入使用。如上海锦江饭店外商办公楼,高 6 层,建筑面积 3850 m^2 ,只用 112 天即竣工,施工速度快,工程质量好,受到一致好评。

一般多层民用建筑,如办公楼、住宅、招待所、商店、学校、托幼所等,采用新型建材的框架轻板建筑,只需 100~150 天就可竣工交付使用。如某新型建材厂近几年在厂内建成 3 万多平方米建筑面积的多层框架轻板建筑,5 层的只用 150 天左右即行竣工,2~3 层的仅需 3 个月左右就可交付使用。20 世纪 80 年代我国成功地在南极乔治岛上用新型建材建成的南极考察站房屋,经住了 12 级以上极地气旋风暴袭击的考验。我国南极考察站的房屋施工速度甚快,只用了 25 天就建成 25 间房屋,有住房、办公室、餐厅、图书室、医务室、实验室、储藏室等,建筑坚实美观,保温性能好,当室外温度在零下 40℃ 时,只要启动室内 1000W 的电暖气,室内温度就可维持在 20℃ 以上,邻近的外国考察站参观后,也表示非常赞赏。还有国家援藏工程,拉萨贸易中心、拉萨解放路综合商场及三类物资供应站这三项工程,也充分发挥了新型建材质轻、快速的优势,如建筑面积 1500 m^2 的三类物资供应站,从设计到完成主体结构吊装,仅用了两个月时间。在全国九省市援藏的全部项目中,采用新型建材的上述三个工程项目,均首先竣工,经过验收工程质量,两项工程评为优良,一项合格,受到西藏自治区领导同志的表扬。

应用新型建材建造沿街的商业建筑,施工速度甚快,可早日竣工投入使用。另有些高层的公用建筑,采用新型建材进行装修、装饰工程,可以分层同时施工,也可分批分期竣工,早日投入使用,从而获得更多的经济效益。如北京 22 层的长城饭店,在主体结构现浇钢筋混凝土框架施工完成后,室内外装修、装饰工程速度很快,由于营业需要,底下九层先行竣工,进行营业接待外宾,而 10 层以上还在施工。通过近几年工程实践,大家认为在建设加快施工速度,缩短工期,早日投入使用,这是采用新型建材建造房屋的很明显的优越性之一。

4. 墙体减薄, 增加使用面积

在房屋建筑中, 应用新型建材建造的墙体厚度要比砖墙薄得多, 一般可减薄墙身厚度二分之一到三分之一, 因此可增加建筑物较多的使用面积。一般工业与民用建筑, 包括大量为人们所需的住宅建筑, 建筑物外围外包的建筑面积, 并不能完全体现出建筑物面积指标优劣的评价, 因为墙体厚度和房屋构件所占用的结构面积, 在实际上并不起到居住的实用价值, 而人们所欢迎和希望的是能够获得较多的使用面积, 这才是最实惠的经济效果。

按一般民用住宅建筑而言, 应用新型建材的框架轻板多层住宅与传统的砖混结构多层住宅对比, 由于内、外墙体厚度的减薄, 就可增加较多的使用面积, 按不同地区情况是:

东北地区, 可增加使用面积 12% ~ 15% ;

华北地区及西北地区, 可增加使用面积 10% ~ 13% ;

南方地区, 可增加使用面积 4% ~ 8% 。

5. 采用新型建材, 防火性能好

新型建材如岩棉、石膏板等制品都具有防火性能好的优越性。岩棉是不燃性材料, 它的软化温度高达 900 ~ 1000℃, 纸面石膏板的燃烧性能是 A₂ 级不燃材料, 故使用石膏板、轻钢龙骨和岩棉板等材料组合建造的石膏板墙体具有良好的防火性能。根据四川消防科学研究所对各种石膏板墙体的防火试验结果表明, 三层普通纸面石膏板的墙体 (一面单层, 另一面双层石膏板), 其耐火极限为 1.1h。用四层防火纸面石膏板墙体 (双面双层石膏板), 耐火极限可达 1.5h; 如在石膏板墙内填充厚度 40mm 的岩棉板时, 其耐火极限为 1.6h, 故石膏板墙体可以满足我国建筑设计防火规范要求。

前些年有一些地区发生特大火灾造成巨大损失, 其主要原因由于建筑内隔墙是用木板制作, 火灾发生后, 火势蔓延极快, 给消防灭火工作带来很大困难, 大火无情, 教训深刻。如果这些建筑采用新型防火建材, 就可能大大减少火灾损失。如深圳经济特区的京鹏大厦发生火灾, 大火烧掉了大厦第 10 层 06 房间内的电视机、电冰箱、空调机和室内家具, 连铝合金窗也被烧变了形, 唯独室内用石膏板做的隔墙却安然无恙, 因而 06 房间邻旁的居室未被大火蔓延波及, 大大减轻了灾害损失。目前一些地区政府为了加强高层建筑消防工作, 都明确规定: 装修材料应采用不燃或难燃材料, 吊顶装修工程禁用木龙骨等可燃性材料。凡超过 50m² 的装修工程, 使用易燃或可燃材料的, 必须经过消防机关批准, 按规定进行防火处理。对不执行规定造成火灾事故的将处以罚款, 情节严重的交公安机关行政拘留, 直至依法追究刑事责任。

6. 改善居住条件, 提高装饰效果

随着人民生活水平的不断提高, 对房屋建筑的要求, 不仅在数量上需要适当满足, 而且必须提高建筑质量。新型建材具有保温、隔热、隔声、抗冲击、防潮和提高装饰效果等优越性能, 如将各种新型建材配套使用, 就可以提高建筑物装修、装饰的质量, 改善生活居住条件。如在石膏板墙体 (或混凝土墙体、砖墙体) 内填充岩棉保温材料, 就可大大提高墙体的保温、隔热性能。纸面石膏板的热导率为 0.167 ~ 0.18W/(m · K), 岩棉的热导率为 0.03W/(m · K)。北京地区用石膏板作外墙时, 墙身厚度一般只需 100 ~ 125mm, 墙内填充厚度 50mm 岩棉板。外墙面用铝合金压型板作外护防水, 其保温性能就相当于 370mm 砖墙, 效果较好。

国内石膏板均采用天然石膏为主要原料, 石膏质量好, 经过加工成半水石膏, 所制成的

纸面石膏板用于室内隔墙和吊顶,在潮湿空气条件下,它能“吸入”一定湿气,而在干燥空气条件时“呼出”之,可起到一些调节空气湿度的作用。在室内石膏板墙体和吊顶上贴铺涂塑壁纸涂料等饰面材料,楼地面上再铺上复合地板或地毯,可提高室内装饰效果,令人感到新颖舒适,色调美观。由于有了新型建材,才使装修装饰材料的花色品种越来越多,也越来越受到人们的重视和欢迎。

7. 新型建材建筑抗震性能好

当发生地震时,建筑物受到地震波的影响,会产生程度不同的剧烈摇动。由于惯性作用,建筑物的重量越大,地震荷载就越大,地震荷载与建筑物的重量成正比关系。在地震区应用新型建材建造房屋,由于材质轻,就可以减少地震造成的危害。

我国地处太平洋地震带和喜马拉雅山至地中海地震带汇合地区,是一个多地震的国家。发生在我国的地震具有震源深、强度大、频度高、分布广的特点。据统计,我国约有三分之一的国土,约四分之三的大中城市位于地震基本烈度7度或7度以上的高烈度区。因此,无论过去还是近代,我国是受地震灾害严重的国家之一。如近30年以来世界共发生10次大地震,而其中4次发生在我国境内,我国各地区震级划分如表1-2所示。

表1-2 我国各地区震级划分

震级划分	包 括 城 市
五级地震区	齐齐哈尔、牡丹江、富拉尔基、四平、公主岭、长春、吉林、蛟河、本溪、抚顺、上海、南京、杭州、长沙、株洲、衡阳、湘潭、临湘、重庆、郑州、平顶山、大冶、襄樊、遵义、贵阳、南昌、扎兰屯、赣州、大庾、处南、龙南、江门、长寿、虔南
六级地震区	佳木斯、鸡西、鹤岗、通化、鞍山、沈阳、阜新、锦州、锦西、葫芦岛、人连、中固、营门、兴城、秦皇岛、保定、唐山、天津、石家庄、承德、太原、井径、阳原、青岛、济南、烟台、张店、南定、博山、大同、阳泉、潞安、成都、绵阳、宜宾、广元、德阳、江油、合肥、固刚、蒙自、包头、焦作、新乡、开封、洛阳、新安、茂名、湛江、武汉、淮南、宜昌、定南、南宁、隆昌、梅山、河曲、平坡(山丹)
七级地震区	酒泉、沙井子(张掖)、兰州、西宁、白银、马菟、咸阳、铜川、兴平、侯马、昆明、会泽、东川、矿区(汤丹、因民、落雪)、新汉、溜川、淄博、邯郸、丹东、徐州、呼和浩特、鹤壁、乌鲁木齐、昌吉、北京、会兴、陕县、永登、前窑
八级地震区	丰丰、新村(云雨)、巧家、玛纳斯(新疆)、石沙子、武威、小丹

地震强度(震级)换算成极震区的最高地震烈度,常用换算公式如下:

$$m = 0.58I_{\max} + 1.5$$

$$I_{\max} = \frac{m - 1.5}{0.58} = \frac{m}{0.58} - 2.59$$

式中 m ——震级;

$I_{\max}$ ——极震区最高地震烈度。

我国各省、市、自治区对本地区范围内各市、县、区均明确规定了具体的地震基本烈度。抗震设计所采用的烈度称为设计烈度,我国《工业与民用建筑抗震设计规范》中规定设计烈度应根据建筑物的重要性,在地震基本烈度的基础上按下列原则调整确定:

- 1) 对于特别重要的建筑物,经过国家批准,设计烈度可比基本烈度提高1度采用。
- 2) 对于重要的建筑物,设计烈度应按基本烈度采用。“重要的建筑物”包括内容有:

地震时不能中断使用的建筑物，地震时易产生次生灾害的建筑物，重要企业中的主要生产厂房，极重要的物质贮备仓库，重要的公共建筑和高层建筑等。

3) 对于一般建筑物，设计烈度可比基本烈度降低1度采用，但基本烈度为7度时不降低。

我国《抗震设计规范》中还规定，抗震设计应尽量符合下列要求：

- 1) 选择对抗震有利的场地和地基。
- 2) 合理规划，避免地震时发生次生灾害（如火灾、爆炸等）。
- 3) 选择技术上、经济上合理的抗震结构方案，并力求建筑体形简单，重量、刚度对称和均匀分布，避免立面、平面上的突然变化和不规则的形状。
- 4) 保证结构整体性，并使结构和连接部分具有较好的延性。
- 5) 不做或少做地震时易倒易脱落的门脸、装饰物、女儿墙、挑檐等。
- 6) 减轻建筑物自重，降低其重心位置。
- 7) 在设计中提出保证施工质量的要求。

从上述第6)条可见，减轻建筑物自重对抗震设计是十分有利的。抗震设计中地震荷载的确定，一般建筑物可简化为单质点体系来计算水平地震荷载，计算公式如下：

总地震荷载（结构底部剪力）：

$$Q_0 = C a_i W$$

沿高度作用于重点 i 的水平地震荷载：

$$p_i = \frac{W_i H_i}{\sum_{i=1}^n W_i H_i} Q_0$$

式中 C ——结构影响系数，根据建筑物结构分类的不同，按系数0.3、0.35、0.40分别取定；

a_i ——相应于结构基本周期 T_1 的地震影响系数 a 值， a 值的最大值 $a_{\max}$ 如下：

设计烈度	7度	8度	9度
$a_{\max}$	0.23	0.45	0.90

W_i 、 H_i ——见图1-1。

从上述公式可见，总地震荷载（结构底部剪力）是楼面各层水平地震荷载的叠加总和，式中 C 及 a_i ，均是常数，在同样的高度下，建筑物每层的水平地震荷载的大小取决于各层建筑物的自重，也就是 Q_0 （总地震荷载）与 W （建筑物总重）是成正比例关系的。采用新型建材建造的框架轻板建筑，其每平方米建筑面积平均自重比用传统砖混结构减轻三分之二，那就可减少地震荷载三分之二，大大有利于基础和结构设计。由于采用新型建材，既减轻建筑物的地基上面恒载重量，又减少结构底部的剪力，对基础设计就可减轻减小，降低基础工程造价，加快基础施工速度，从而反映出显著的经济效果。

应用新型建材建造的框架轻板建筑，结构延伸性大，整体性好，采用石膏板、轻钢龙骨、岩棉等新型建材做成的墙体本身自重轻，它是建筑上使用的理想的内隔墙和围护结构材料，适用于高层、多层和单层建筑，尤其是地震区或地基较差的建筑，可减轻建筑物自重，可以承受较大层间变位的能力，从而可减轻地震灾害损失。经有关单位对框架轻板石膏板隔墙的建筑进行抗震性能试验，结果表明7度不裂，8度仅有小裂缝，9度不倒。石膏板轻钢

龙骨做的轻质墙体是采用射钉、抽芯铆钉和自攻螺钉进行连接的,是一种可滑动的结合方法,在发生水平地震力的作用下,石膏板隔墙不参与受力,仅产生支承滑动。一般规定要求墙体层间变位为层高的 $1/150 \sim 1/120$,试验表明石膏板隔墙可以满足设计要求,抗震性能良好。

8. 平面布置灵活,便于房屋改造

随着我国国民经济的发展,人们的居住水平将不断提高,除要求室内装饰新颖美观外,还要求居住舒适和改造方便。采用新型建材建造的框架轻板建筑利大开间的住宅建筑,其内隔墙大都可以采用非承重的轻质隔墙,用作分室(或分户)的隔断之用,这种新型建材做的轻质隔墙,既建造方便,又便于今后拆除改造,建筑平面布置比较灵活。在目前我国国民经济水平条件下,现在不可能就设计建造今后更长期的居住水平要求的住宅建筑,在当前住宅建筑中,如果既要适合于目前生活水平,又要有利于今后提高居住水平时便于进行房屋改造,只有应用新型建材建造的框架轻板等建筑能达到远近结合的目的。

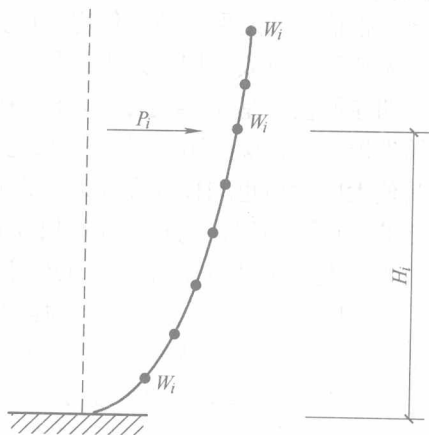


图 1-1 结构计算简图

平面布置灵活,对于有些设计需要多种功能要求的房屋建筑,新型建材就更显示出它的优越性。例如设计需要底层为统建商店,上层为宿舍或招待所(或其他用房)的建筑,则应用新型建材的框架轻板建筑,那再合适不过的了,它完全可以满足设计多种不同功能使用的平面布置要求,而一般内横墙承重的砖混结构建筑难以适应满足这方面的需要。

质轻、高强的新型建材,在旧房改造时,或因缺少建设用地而又需要增建房屋时,常用之建造加层建筑,即可在原有房屋顶上加建一层或二层房屋。采用轻钢结构、石膏板隔墙、岩棉保温等新型建材建造的加层建筑,增加一层平房建筑,每平方米建筑面积的建筑物平均自重 120kg 左右。建造 2~3 层钢结构的新材料房屋,每平方米建筑面积的建筑物平均自重约 200kg。近几年来,不少地区应用新型建材在办公楼或厂房顶上进行加层建筑,使用效果满意。

9. 有利于发展高层建筑,节约城市用地

在大中城市内发展高层建筑(尤其是高层住宅),是节约城市用地、解决用房问题的重要途径之一。如北京、上海、天津、广州、深圳等大中城市,由于城市人口急剧增长,城市住房紧张一直是一个亟待解决的问题。

为解决城市住房问题,逐步提高居民的居住水平和改善现有住房设施,今后住宅投资仍需保持相当规模和适当比例,同时还必须进一步发挥集体和居民建房的积极性,大力推行住宅商品化,积极改革住宅制度,力争早日达到小康居住水平。另一方面,随着国家工业化和城市建设的发展,城市用地很是紧张,市区面积不得不再扩大。北京市解放初期市区面积为 109km²,20 世纪 80 年代初已扩大到 346km²,为解放初期的 3.2 倍。上海市解放初期市区面积为 82km²,80 年代初已扩大到 141km²,为解放初期的 1.7 倍。在这同一期间,天津市市区面积由 54km² 扩大到 161km²,广州市区面积由 22km² 扩大到 54km²,分别比解放初期扩大 3 倍和 2.5 倍。

城市市区面积的扩大,主要是靠占用农田特别是菜地来解决的。北京市 1952 年菜地面

积为 912 万亩, 至 1975 年已锐减为 654 万亩。而城市的发展和人口的增加又要求增加蔬菜和副食品供应, 导致城市建设与农业争地的矛盾日益尖锐。随着城市人口增长, 住房缺少和用地紧张情况的发展, 城市住房的层数相应地逐年增高。北京市的住宅建设层数发展变化的过程大致是: 解放初期北京市的住宅几乎全是平房; 20 世纪 50 年代初期是 2~3 层; 50 年代后期建的住房是 3~4 层; 60 年代初期发展到 5 层; 70 年代初期发展到 6 层; 从 1974 年开始发展 9~12 层; 80 年代初期兴建 12~16 层; 目前已发展建设 20 层以上的高层住宅。全国其他大中城市也同样存在和北京市相类似的住房层数发展变化, 反映出随着城市用地紧张程度的发展, 高层住宅和其他高层建筑逐年增多。

当前在大中城市建设中, 节约用地这个问题已十分重要地提到议事日程上, 而高层建筑 (特别是大量建设的高层住宅) 的最大特点是可以节约用地。根据实测数据, 建高层住宅比建造多层住宅一般可节约用地 30%~50%, 所以, 发展高层建筑 (尤其是在大城市) 是节约用地和解决住房问题的重要途径之一。当然, 高层建筑的造价比多层房屋的造价要高些 (一般高 50%~70%), 建设周期要长些 (一般长 40%~50%), “三材” (钢材、木材、水泥) 的耗用量要多些, 能源消耗量和经常管理费用要高些。对于这些问题应该慎重研究, 认真对待, 根据用地、资金费用和技术条件等各方面情况, 权衡利弊、因地制宜, 有计划、有步骤地积极发展高层建筑, 这是有利于加快城市建设多种途径之一。

再说, 我国有些沿海城市的地质情况较差, 基础地耐力颇低, 上海市一般是 “老 8 吨” (即地耐力为 $8t/m^2$), 天津市建造 7 层以上房屋, 其基础一般就需打桩处理。这些地区以往采用传统建材建造房屋 (尤其是高层建筑), 由于材质重, 地基处理费用要多, 施工周期也就较长。在同样的地基承载能力条件下, 如果应用新型建材就可以增高建筑物的层数, 从而可节约城市建设用地。今后仍然要大量发展应用新型建材兴建高楼大厦, 这是城市建设必然的发展趋势。

10. 节约土地资源迫在眉睫

传统建材之一的粘土砖在我国的年产量堪称世界之最。据说仅 1986 年我国粘土砖的年产量约为全世界七大洲砖产量总和的三倍之多。粘土砖的生产不仅要消耗大量的能源, 更重要的还得破坏许多农田。

而我国的国情是人多地少, 现有土地 144 亿亩, 居世界第三, 但可耕地面积只有 14.4 亿亩, 人均占有耕地只有 1.1 亩 (有的省份人均耕地面积还不足 1 亩), 而美国人均可耕地面积近 10 亩, 澳大利亚则为 40 亩。20 世纪末我国人口突破 13 亿, 而我国的可耕地又正在以每年 5% 的速度递减, 粮食充其量达到 5500 亿 kg。大量耕地是人类不能创造又难以代替的资源, 毁一亩就少一亩。如果继续大量生产粘土砖瓦, 破坏农田、与民争地, 实际上等于从老百姓口中夺粮。如果按全国三分之一的砖坯挖田取土计算, 每年约破坏农田 10 万亩。而如果每年有 30%~40% 的房屋采用新型建材, 就可以减少粘土砖的生产, 减少对农田的破坏。

11. 节约能源

建筑节能在我国经济建设中具有十分重要的意义。为解决能源问题, 我国的方针是开发和节约并重的原则。与国际水平相比, 我国的能源利用效率是较低的。我国与日本的能源消耗总量相差无几, 但日本的国民经济总产值却是我国的 4 倍多, 可见我国的节能潜力是很大的, 节能工作将直接关系到经济建设的发展速度, 至关重要。

建筑节能的主要措施是：

- 1) 提高外围护结构的绝热性能（屋顶、外墙及地面）。
- 2) 提高门窗及房间的气密性能。
- 3) 提高玻璃窗的绝热性能等。

实施建筑节能设计准则的要求，如果仍用粘土砖等传统建材搞砖混结构建筑，那还需增加外砖墙的墙体厚度。目前，华北地区一般砖混结构的外砖墙是 365mm（一砖半），将需改作厚度 490mm 砖墙，才能满足建筑节能要求。东北哈尔滨等地区现在厚度的 490mm 外砖墙，将需改作厚度 615mm 砖墙（二砖半），甚至还要更厚些。要是这样，我国粘土砖还需增加生产量，则要更多地消耗烧砖用的能源，而且由于墙体厚度的增加，房屋的使用面积更减少。粘土砖的烧制需要大量消耗能源。大窑（轮窑）烧砖，每块砖耗煤量约为 0.1kg 标准煤，用小土窑烧砖能耗更多，每块砖约需 0.3kg 标准煤。如以平均每万块砖耗用标准煤 1442kg 计算，1985 年我国粘土砖年产量为 2690 亿块，则当年需耗用标准煤 3879 万 t，折合成实物煤为 5430 万 t。如果大量发展新型建材代替粘土砖，可节省 30% ~ 50% 的生产能耗，每年即可节约 3200 万 t 实物煤。当然不可能用新型建材来全部代替粘土砖等传统材料，但是在墙体材料中能达到 40% 采用新型建材，则每年即可节约 1000 万 t 以上实物煤。

房屋的建造能耗，一般包括原材料的采掘、运输、工厂加工和建筑施工中的安装、运输等所需能耗，采用新型建材建造的框架轻板建筑比砖混结构建筑，每平方米建筑面积约可节约 10kg 标准煤，每建造 1 亿 m^2 框架轻板建筑可节约建造能耗 100 万 t 标准煤。

我国建筑能耗（包括建造能耗和使用能耗）占国民经济总能耗的 30% 左右。新型建材用于建筑上可节约大量的使用能耗。建筑物在长期使用中的使用能耗（包括使用期间的供暖、制冷、炊事、空调、照明、给排水等所需能耗和维修能耗），一般是建造能耗的 7 ~ 16 倍。按冬季采暖能耗而言，我国东北、西北、华北地区均需冬季采暖，采暖能耗占建筑使用能耗的 60% ~ 90%。因此，在房屋建筑中加强墙体和屋面的保温效果，就可节约大量能源。

目前，我国每年新建的城镇住宅中，采暖地区新建住宅的建筑面积每年约 3200 万 m^2 ，每个采暖期每平方米建筑面积住宅平均耗用标准煤 25kg 左右，如果采取措施发展应用新型建材，按节约采暖能耗 20% 计算（这是很有可能的），则每平方米建筑面积住宅每年可节约 5kg 标准煤，一年就可节约 16 万 t。

建筑物的有效传热损失，除因墙体、屋面的传热损失外，外门窗的传热损失和渗透损失占总传热损失的 60% 左右，由于旧的钢外门窗质量较差，缝隙甚大，渗透热损失是很厉害的。如果全部换上新型的塑钢门窗密封效果好，也可节约大量的能源。

在工业热力装置和工业管道上，采用新型的高效节能保温材料（如岩棉制品等），可以大量节约能源。岩棉制品用于工业保温，每立方米岩棉每年可节约能源 3t 标准煤。建造一条年产量 16300t 岩棉生产线投产后，每年可为国家节约能源 47.3 万 t 标准煤（已减去生产岩棉所需的能耗），也就是如果建成两条这样规模的岩棉生产线，那就相当于建设将近年产百万吨的一个煤矿，但比建设煤矿投资要省，建设周期短，收效快得多。

从上述可见，无论在房屋建筑还是在工业保温上，应用新型建材具有很大的节能潜力。大力发展和应用新型的墙体材料、保温绝热材料、新型门窗和密封材料等，以取得显著的节能效果，很有必要。

12. 有利于推行文明施工, 提高劳动效率

采用传统建材的砖瓦盖房子, 施工工人劳动强度大, 如瓦工砌筑砖墙, “一砖三弯腰”, 一个瓦工如果每天砌砖 1000 块, 一天就需要弯腰 3000 次, 提砖 2500kg 重量, 确实是很辛苦的。而采用新型建材, 大多是工厂化生产, 现场干作业法施工安装, 不但可以降低工人劳动强度, 而且可提高劳动效率 2~3 倍。一般使用传统建材盖房屋, 每个建筑工人每年平均完成工作量 (建筑面积) 为 30~50m², 如果采用新型建材盖房屋, 则每个建筑工人每年平均可完成 100m² 以上。由于劳动效率的提高, 施工单位就可提高经济效益。目前各地区施工使用过新型建材的施工单位, 已经愈来愈多了。通过多年工程实践, 总结经验, 不断提高施工工艺和工程质量, 逐步完善施工组织管理, 加强培训工人提高施工操作熟练程度, 普遍反映都欢迎和乐意承担采用新型建材的工程施工, 因为: 应用新型建材大多是采取干作业法施工, 可少受季节性 (风、雨、寒冻) 对施工的影响; 可降低工人劳动强度, 有利于推行文明施工; 可简化施工组织设计, 大量减少大型临时设施: 尤其是有利于城市建设中有些场地比较狭小的工程施工; 可加快施工速度, 缩短厂期, 减少施工管理费用: 可提高劳动生产率, 获得更多的经济效益等。

13. 利用工农业废料, 变废为宝

我国发展各种新型建材的原材料来源比较广泛, 资源丰富。可以因地制宜地充分利用大量的工业废渣、废料和农业下脚料的植物纤维等, 经过加工制造成许多新型建材, 用之于房屋建筑和工业保温的需要, 从而化害为利, 变废为宝。如制造粉煤灰加气混凝土的主要原料是粉煤灰, 加上水泥和石灰制成产品 (详见本书“加气温凝土制品”有关章节)。据有关资料估计, 一个年产量 30 万 m³ 的粉煤灰加气混凝土工厂, 每年能利用 10~15 万 t 粉煤灰。随着我国以煤粉为燃料的火力发电厂的迅速发展, 粉煤灰的排量日益增多, 利用粉煤灰生产加气混凝土, 对于综合利用粉煤灰是一条有效的途径。

生产石膏板的主要原料, 我国资源相当丰富, 既可利用储量很多的天然石膏, 也可利用化工废料, 如磷石膏、氟石膏等。日本目前大量生产石膏板制品, 由于天然石膏资源缺乏, 而是大量使用化学石膏来制造石膏板的。

我国高炉矿渣排量甚大, 生产矿渣棉就用高炉矿渣作为主要原料, 用量较多。至于岩棉制品的生产, 主要原料是玄武岩或辉绿岩, 也使用一些矿渣作为辅助原料。我国各地区广大农村中, 每年种植生产有农业下脚料的植物纤维, 数量甚多, 如稻草、高粱秸、麦秸、麻杆, 还有林业的废料木屑等, 都可因地制宜地加工制造各种植物纤维板等制品, 加以充分利用即可变废为宝。

14. 造价比较经济合理

目前有些人认为, 采用新型建材建造房屋是好, 可是它的造价太贵, 用不起。工程造价问题确实是人们十分关切的关键问题之一。对于这个问题, 需要因地制宜、因工程不同、实事求是地进行分析研究。传统建材与新型建材的造价对比, 并不是仅仅按照单一的材料价格或单方墙体、地面等的工程造价来对比, 那是不够合理确切的, 而要经过综合经济分析, 全面地对比才能够体现出它们各自不同的经济效果。众所周知, 确定工程造价的高低, 涉及到主、客观诸方面因素较多, 如不同的气象条件 (风、雪荷载)、工程地质 (地基的强、弱)、地震烈度、地区价格 (工、料、机械台班费、取费标准等) 以及设计标准的要求高低不同等。尤其是工程设计标准的要求高低不同, 对影响工程造价的确定关系甚大。如同样框架结