

■ 新型墙体材料应用丛书

工业灰渣混凝土空心墙板 生产及应用技术

37
53

杨伟军 左恒忠 主编
梁建国 王季青 主审

中国建筑工业出版社



新型墙体材料应用丛书

工业灰渣混凝土空心墙板 生产及应用技术

杨伟军 左恒忠 主编
梁建国 王季青 主审



1541852

中国建筑工业出版社

1196992

图书在版编目 (CIP) 数据

工业灰渣混凝土空心墙板生产及应用技术/杨伟军,
左恒忠主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2011.9
(新型墙体材料应用丛书)
ISBN 978-7-112-13512-7

I. ①工… II. ①杨… ②左… III. ①混凝土结构-墙体
IV. ①TU37

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 174226 号

新型墙体材料应用丛书

工业灰渣混凝土空心墙板生产及应用技术

杨伟军 左恒忠 主编

梁建国 王季青 主审

*

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

北京红光制版公司制版

北京建筑工业出版社印刷

*

开本: 850×1168 毫米 1/32 印张: 4½ 字数: 120 千字

2011 年 10 月第一版 2011 年 10 月第一次印刷

定价: 15.00 元

ISBN 978-7-112-13512-7

(21274)

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)

118888

本书从工业灰渣混凝土空心墙板的原材料、生产、基本性能到设计施工应用，对工业灰渣混凝土空心墙板的生产与应用进行了系统的论述。第1章工业灰渣混凝土空心墙板的基本情况及其发展与应用；第2章工业灰渣混凝土空心墙板生产原材料；第3章工业灰渣混凝土空心墙板的性能；第4章工业灰渣混凝土空心墙板生产；第5章工业灰渣混凝土空心板墙体设计与裂缝防治；第6章轻钢轻板框架考虑墙板时内力与变形计算；第7章工业灰渣混凝土空心墙板施工技术。

本书可供新型墙体材料生产企业、管理部门的技术与管理
人员，房屋建筑工程技术人员、科学研究人员和高等院校有关
师生参考。

* * *

责任编辑：赵梦梅 武晓涛

责任设计：董建平

责任校对：肖 剑 陈晶晶

编著本套丛书意在为墙材企业的新建改造项目决策、生产技术和应用市场提供科学依据和成套技术，为新型墙体材料建筑设计、施工与验收规定等方面提供技术实用指导，解决新型墙体材料建筑推广过程中的应用技术问题。

作者在多年从事工业灰渣混凝土空心墙板生产及政策研究工作
的基础上，吸收国内外该领域的最新科研成果，编写了本书。

本书得到湖南省墙体材料改革办公室资助，参考了大量国

图书在版编目 (CIP) 数据

“新型墙体材料应用丛书”

编审委员会

主 任 杨伟军

副主任 梁建国 樊家生 黎 滨 李 炜

成 员 (以姓氏汉语拼音为序)

樊家生 高连玉 雷 波 黎 滨

李 炜 梁建国 林文修 刘 斌

倪玉双 欧阳辰敏 彭艺斌

王季青 夏栋舟 杨春侠 杨伟军

玉小冰 张兴富 张振浩 张中脊

赵成文 左恒忠

前 言

加快新型墙体材料的发展是我国经济社会发展和实施可持续发展战略的必然要求。随着墙改工作的深入开展,各类满足节能、节土、利废要求的新型墙体材料不断涌现。并在实践中不断完善与改进,对提高建筑工程质量,改善建筑功能,美化我们的生活和工作环境发挥了巨大的作用。

目前,新型墙体材料产量在墙体材料中占到了绝大多数,但新型墙体材料生产及其应用中有一些问题尚待解决。例如:对新型墙体材料了解不够、市场不清楚、技术不完善、政策导向不了解、生产与应用脱节等。因而大力发展新型墙体材料产业,生产出高质量的新型墙体材料,完善新型墙体材料建筑设计施工技术,是做好“禁实”工作的前提条件。

新型墙体材料的发展和应用需要从政策、市场、建筑结构体系、建筑节能、技术创新、资源情况、产品种类品种及工艺、技术装备选型等出发,全方位给予指导,提供成套技术。一方面解决新型墙材品种过多过滥、优质产品过少、产品性能指标不高,企业在上项目时无所适从的问题;另一方面也便于管理,制定和实行扶植政策支持发展重点;另外也为新型墙体材料革新工作的健康发展提供成套技术保障。

编著本套丛书意在为墙材企业的新建改造项目决策、生产技术和应用市场提供科学依据和成套技术;为新型墙体材料建筑在设计、施工与验收规定等方面提供技术应用指导,解决新型墙体材料建筑推广过程中的应用技术问题。

作者在多年从事工业灰渣混凝土空心墙板生产及应用研究工作的基础上,吸收国内外该领域的最新科研成果,写成了本书。

本书得到湖南省墙体材料改革办公室的资助,参考了大量国

内外文献，编者的许多同事和李耀、李丽珊、欧孟仁、皮正波、沈继美等研究生参与了本书工作，在此一并表示衷心感谢！

本书试图起到抛砖引玉的作用，使新型墙体材料建筑得到较大的发展，为国家经济建设作出贡献。限于作者水平，书中难免有不妥之处，恳请有关专家和广大读者批评指正。

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 轻质墙板发展概况	1
1.2 混凝土空心墙板的规格型号	3
1.3 工业灰渣混凝土空心墙板的优势	5
1.4 工业灰渣混凝土空心墙板的发展	6
1.5 墙板住宅模式的基本思路	10
1.5.1 以城市多层集合住宅为推广重点	10
1.5.2 条板外墙走复合墙体之路	10
1.5.3 内隔墙全部使用条板	11
1.5.4 廉租屋计划	11
1.6 框架轻板住宅的发展	11
1.7 经济效益分析	12
1.8 对轻质墙板产品行业发展的认识	15
1.9 轻质隔墙板的生產应用及发展对策	18
1.9.1 国外建筑板材发展现状及趋势	18
1.9.2 我国建筑板材发展现状	19
1.9.3 提高建筑板材质量, 加强应用技术研究	20
1.9.4 发展对策	21
第 2 章 工业灰渣混凝土空心墙板生产原材料	23
2.1 混凝土空心墙板的生產原材料	23
2.2 混凝土空心墙板主要生产原料的技术指标	23
2.2.1 水泥	23
2.2.2 骨料	27

2.3 墙板混凝土配合比设计	29
2.3.1 混凝土配合比设计时应注意的问题	29
2.3.2 混凝土配合比设计的步骤	31
第3章 工业灰渣混凝土空心墙板的性能	40
3.1 工业灰渣混凝土空心墙板的外观质量与尺寸偏差要求	40
3.2 混凝土空心墙板的物理力学性能	44
3.3 混凝土空心墙板的物理力学性能测试方法	46
3.3.1 含水率实验方法	46
3.3.2 抗压强度实验方法	47
3.3.3 抗弯破坏荷载实验方法	48
3.3.4 面密度的测试	49
3.3.5 抗冲击性能实验	50
3.3.6 吊挂力试验	51
3.3.7 干燥收缩试验	52
3.4 工业灰渣混凝土空心墙板性能要求	54
第4章 工业灰渣混凝土空心墙板生产	56
4.1 工业灰渣混凝土空心墙板生产工艺	56
4.2 工业灰渣混凝土空心墙板主要生产设备	58
4.3 工业灰渣混凝土空心墙板生产技术	64
4.4 工业灰渣混凝土空心墙板生产过程中易出现的质量 问题及解决措施	67
4.5 工业灰渣混凝土空心墙板生产工艺过程控制及检测	71
4.5.1 混凝土空心墙板生产工艺过程控制	71
4.5.2 混凝土空心墙板生产控制项目检测方法	71
4.5.3 产品质量的检验规则	78
4.6 工业灰渣混凝土空心墙板标志、运输和贮存	83
4.7 工业灰渣混凝土空心墙板生产操作规程	84

第 5 章 工业灰渣混凝土空心板墙体设计与裂缝防治	88
5.1 隔墙的结构形式	88
5.2 墙体设计注意事项	89
5.3 工业灰渣混凝土空心墙板墙体裂缝现象	90
5.4 工业灰渣混凝土空心墙板体系裂缝产生原因	91
5.4.1 板材生产	91
5.4.2 施工	92
5.4.3 结构	93
5.4.4 环境与市场	95
5.5 工业灰渣混凝土空心墙板墙体裂缝的解决措施	96
第 6 章 轻钢轻板框架考虑墙板时内力与变形计算	102
6.1 填充墙板的作用	102
6.2 无竖向荷载作用时带板框架中水平地震作用的分配及 内力和变形计算	104
6.2.1 矩形墙板在水平荷载作用下的变形和刚度计算	104
6.2.2 影响墙板变形及抗侧刚度的因素	106
6.2.3 框架变形及其抗侧刚度计算	108
6.2.4 水平地震作用在框架和墙板中的分配及内力计算	110
6.3 竖向轴力作用时带板框架中水平地震作用的分配及 内力和变形计算	115
6.3.1 竖向荷载作用时水平地震作用在框架中的分配	115
6.3.2 竖向荷载作用时带板框架内力与变形计算	116
6.3.3 考虑二阶效应时基本框架与带板框架侧移和内力 的比较	116
第 7 章 工业灰渣混凝土空心墙板施工技术	119
7.1 工业灰渣混凝土空心墙板装配施工工艺流程	119
7.2 混凝土空心墙板装配施工前的准备	119
7.3 混凝土空心墙板的装配技术	121
参考文献	131

第1章 绪论

1.1 轻质墙板发展概况

我国墙板业经历了一个较长的发展过程，从20世纪60年代中期就开始研发，直到20世纪80年代混凝土大型墙板和加气混凝土墙板才得到很大的发展，这种产品在许多大中城市都得到推广应用。然而，由于墙板接缝渗水、抹灰粘结不好，以及其他一些施工应用问题未解决好，使这种墙板在20世纪80年代中期之后就逐步退出应用市场。20世纪90年代以来，随着建筑业和住宅产业化发展，随着墙体材料革新工作的深入，我国各种建筑墙板的应用快速发展，尤其在大中城市，如长沙市现在每年墙板的生产能力达到200多万平方米，在许多建筑的隔墙中已得到广泛应用。同时，我们可喜地看到，在国家政策的指导下，加大了各类墙板生产设备的研发制造，各种生产线得到进一步改善和提高，挤出法、喷射法、立模法生产轻质墙板也开始研制和推广，并陆续在全国范围使用。

虽然我国建筑墙板这些年有了很大发展，但与发达国家相比差距很大，如美国、日本和一些欧洲国家墙板占墙体材料总量的40%以上，而我国仅占2%，因此有着较大的发展空间。

墙板生产应用的历史虽然不长，但发展非常迅速，而且更新换代比较快，我国从20世纪60年代开始生产蒸压加气混凝土板、金属夹芯面板等；20世纪80年代生产GRC墙板、石膏墙板等；20世纪90年代发展混凝土空心墙板。由于墙板生产效率高、施工速度快、造价低、实用性强，比烧结墙体材料节能、保温、隔声性能好，能充分利用工业废渣作为骨料，在同等建筑面积情况下，增加建筑物的使用面积等特点，而得到广泛应用和社

会的充分肯定。目前国内大中城市广泛应用墙板作为宾馆、办公楼、住宅等建筑物的隔墙。特别是混凝土空心墙板，因其造价低，强度高，施工速度快，原材料广泛，还可以大量利用工业废渣，因而发展得更快。

工业灰渣混凝土空心墙板是一种机制条板，用作民用建筑非承重内隔墙，故又称为工业灰渣混凝土空心隔墙条板，其构造断面为多孔空心式，生产原材料中，工业废渣占掺量为 40%（重量比）以上。

国内工业灰渣混凝土空心墙板近几年来发展较快的原因，概括起来有以下几点：第一，原材料来源广泛。首先，生产混凝土空心墙板的主要原材料之一是硅酸盐类水泥，当前我国水泥产量供大于求，并且遍布全国各地，易于购买；其次，用于混凝土空心墙板的粗骨料（如陶粒、炉渣、天然浮石、火山渣等）和细骨料（如：粉煤灰、陶砂、火山灰、细炉渣等）都可以因地制宜，就地取材，可与水泥配制生产混凝土空心墙板。第二，生产效率高。混凝土空心墙板生产容易实现半机械化或机械化生产，例如：美国斯蒂尔公司、德国翰得乐公司等外国公司的墙板生产工艺可机械化生产；国内混凝土空心墙板生产设备和设计的生产线实现了半机械化生产，劳动生产率可达每人每年 225m^3 ，超过了普通混凝土构件的每人每年 100m^3 和烧结普通砖每人每年 $113\sim 206\text{m}^3$ 的劳动生产率。第三，节约能源。混凝土空心墙板生产过程中不需要燃料，只消耗水、电，每平方米混凝土空心墙板消耗水电费用约 17.8 元，而生产烧结普通黏土砖消耗水电费用约 34 元。生产混凝土空心墙板比生产烧结普通黏土砖节约能源约 47.7%。第四，保护环境。生产混凝土空心墙板的原料充分利用了工业废渣，不需要黏土，不破坏植被，保护了环境。第五，使用混凝土空心墙板作墙体可降低建筑物总体造价。混凝土空心墙板体积密度小，能减轻建筑物的总体重量，使基础柱梁及墙体粉刷的造价降低，从而降低建筑物的总体造价。

随着墙体材料的革新和建筑节能的要求，墙板的发展，特别是具有较强竞争力的混凝土空心墙板将会得到更大的发展。

1.2 混凝土空心墙板的规格型号

目前我国普遍生产和使用的混凝土空心墙板有普通板、门框板和过梁板三种板型；其规格按板厚隔墙类分为 60mm、75mm、80mm 和 90mm，分户类板板厚 100mm、130mm 和 140mm，外墙类板板厚 180mm、190mm 和 200mm 等规格；板的长度、宽度应符合建筑模数要求，板长在 3300mm 以内，板宽一般为 600mm。

混凝土空心墙板由于生产设备不同而有不同的企口和孔形。美国斯蒂尔公司、德国翰得乐公司的墙板孔形为方孔；建设部《建筑隔墙用轻质条板》JG/T 169—2005 标准规定的条板各部位名称、外形及断面如图 1.2-1 和图 1.2-2 所示，上海市推荐性应用标准《AC 轻骨料混凝土多孔形墙板应用技术规程》DBJ/CT 06—99 规定的外形与断面尺寸如图 1.2-3 和图 1.2-4 所示。

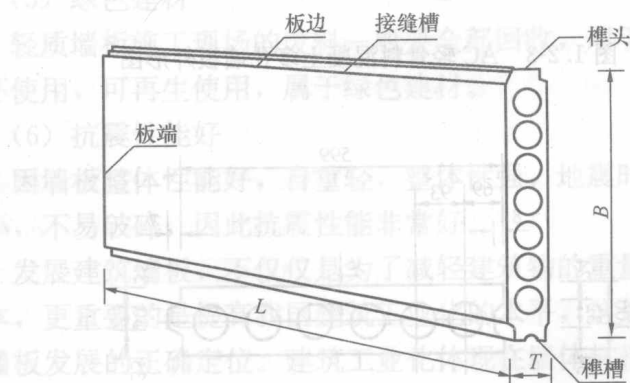


图 1.2-1 工业灰渣混凝土空心隔墙条板各部位名称及外形示意图

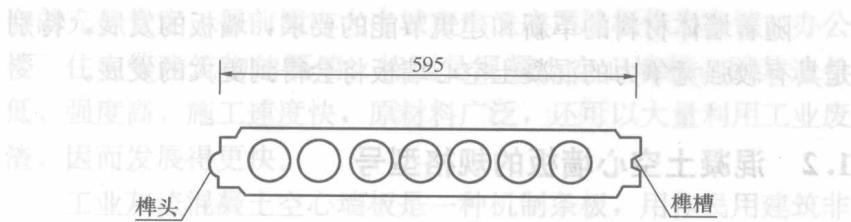


图 1.2-2 工业灰渣混凝土空心隔墙条板断面示意图

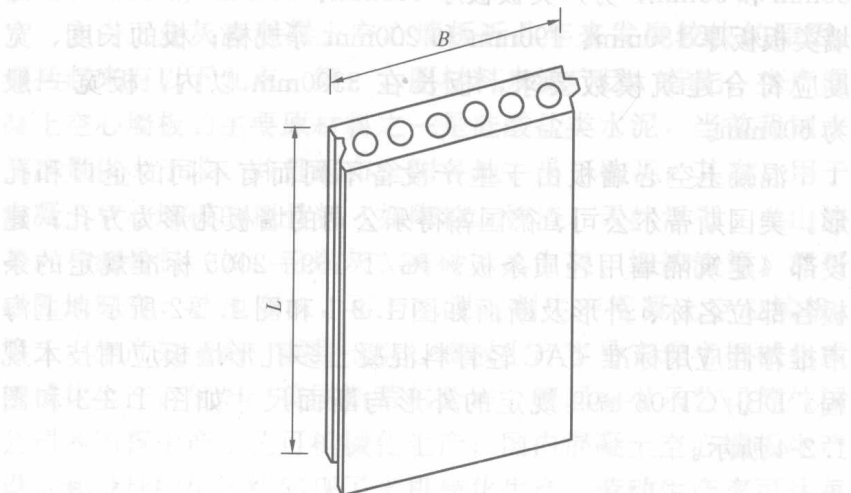


图 1.2-3 AC 轻骨料混凝土多孔墙板外形图

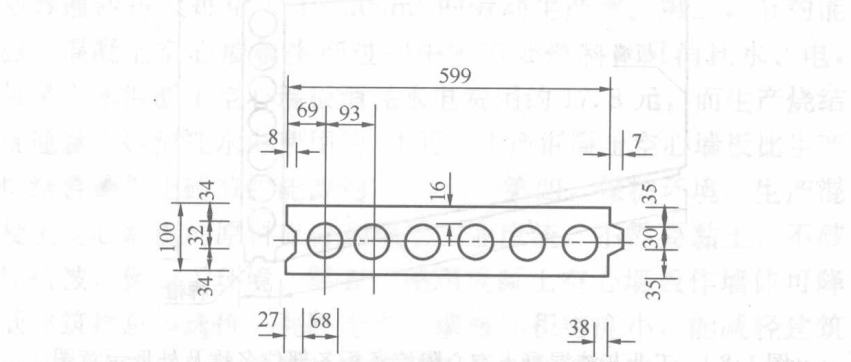


图 1.2-4 AC 轻骨料混凝土多孔墙板 (厚度 100mm) 横截面图

1.3 工业灰渣混凝土空心墙板的优势

(1) 施工速度快，工效高

墙板按标准化生产，直接到现场安装施工，因表面十分光滑平整，不需抹灰，可直接刮腻子等作业。墙板施工时完全是干法作业，并且施工安装简单、方便、快捷，其进度是其他砌块的15倍，大大缩短了施工工期，提高了施工工效。

(2) 增大实际使用面积

轻质墙板按厚度分为：60mm、90mm、120mm三种型号，一般分室墙采用90mm，分户采用120mm，双面又不需抹灰，为此大大减薄了墙体厚度，可增大实际使用面积3%~6%。

(3) 降低综合造价

经过综合整体考虑，可切实降低整体工程造价。

(4) 施工更加文明化

采用轻质墙板的施工现场基本无垃圾，因没有抹灰这一工序，所以也没有大量垃圾的运输问题，可经常保持施工现场的整洁干净，提高文明施工程度。

(5) 绿色建材

轻质墙板施工现场的废料一般要全部回收，用于再加工，可循环使用，可再生使用，属于绿色建材。

(6) 抗震性能好

因墙板整体性能好，自重轻，整体性强，地震时产生的离心力小，不易破碎，因此抗震性能非常好。

发展建筑墙板，不仅仅是为了减轻建筑物的重量和降低建筑成本，更重要的是提高我国建筑工业化的水平，这是促进我国建筑墙板发展的正确定位。建筑工业化体现在墙体材料方面，就是要摆脱或者减少砌筑化，实现装配化。以大幅度的提高施工效率，缩短施工周期，降低资源消耗。因此，轻质墙板是国家政策倡导的新型墙体材料，具有重大的社会效益和经济效益，值得大

力推广应用。

1.4 工业灰渣混凝土空心墙板的发展

我国住宅发展趋势应与国际住宅发展潮流、发展规律相一致。那就是：①住宅使用的舒适性，住宅要做到“冬暖夏凉”，围护结构走复合墙体的道路，增加保温隔热措施，降低采暖降温能耗损失；②平面布局的灵活性，尽量满足住户平面布局的个性化要求和时代进步对住宅进行可变性改造的要求；③住宅结构的安全性和抗震性，发展框架结构住宅，提高住宅抗震性能；④住宅建筑部品生产标准化、工厂化、机械化。

从以下几点可说明在墙板建筑中重点发展工业灰渣混凝土空心隔墙条板住宅。

(1) 条板在框架建筑中有独特优势

墙板的品种很多，但从规格上讲就两类：一类是不需要轻钢龙骨固定的板，叫厚板，即各种条形墙板；二类是需要轻钢龙骨板固定的板，叫薄板，如纸面石膏板、硅钙板、水泥纤维板等。

各种厚板与薄板做墙体有其共同优点：①湿作业少，减少粉刷砂浆工料消耗；②墙体的总重量减轻，墙板墙加上表面处理每平方米（墙面积）总重量约 60~120kg，即各类墙板墙体都只是块类隔墙重量的 1/2 或 1/3。

厚板有其独特的优势，它属于“成品墙板”，板的厚度就是墙的厚度。而薄板类墙板属于“半成品墙板”，即单独不能成墙，必须在施工现场与轻钢龙骨组合施工才能成墙，现场工作量大，施工技术水平要求高（这也是薄板墙成本居高不下的一个重要原因，其单位安装费比条板高得多）。而且机制条板是挤压成型的墙板，密实度高，隔声好，而薄板装成的墙如果中间不填充其他材料，则密实度小，隔声质量不如条板。

(2) 条板既可做内墙，也可做外墙

厚的外墙板就是条板或者就是整面墙或整间房大型混凝土预制构件。各种外墙条板在国外发展多年，已在住宅、大型工业厂房等其他构筑物中广泛使用。国内的条板也可以朝着多品种发展，内墙条板可以发展水泥质的、石膏质的，外墙条板可以发展抗渗性好、吸水率低、强度高、性能优异的条板。

(3) 发展“厚板”做墙体更符合国情
以纸面石膏板为例，说明为什么要在我国大力发展厚板。美国纸面石膏板年产 20 亿平方米，人均 8 平方米；加拿大年产 3.3 亿平方米，人均 13 平方米；而我国自 1979 年开始引进国外石膏板生产线，经过 20 多年的发展，目前年总产量约 2~3 亿平方米，人均不足 0.2 平方米。

纸面石膏板作为一种建筑板材，干作业，劳动强度低，墙面平整，装修效果好，透气性能好。纸面石膏板在美国住宅中可以说是无所不在，内墙、外墙、吊顶、装修等都采用纸面石膏板，而我国人均 0.2 平方米纸面石膏板绝大部分并没有用在墙上，而是用于楼堂馆所公共建筑的吊顶装修，在住宅中的使用更是少得可怜。

发达国家，居住面积大，人均房间多，动静分区，功能分区，公私分区，食寝分区，居寝分区，且大多为独立住宅。由于分区，各功能区之间的噪声干扰就会随距离的拉大而减弱，对墙体的隔声要求就显得不特别高。我国的住宅大多都是集合住宅（多层、多住户在一幢建筑），而且面积小，房间少。这就决定了我国对住宅墙体材料的隔声要求非常高。发达国家墙体隔声标准为 30dB，我国的墙体隔声标准为 40dB 以上。除此之外，如果做分户墙，还有坚固安全的要求。所以，纸面石膏板在我国集合住宅做内隔墙难以推广。

再看外墙。国外的独立住宅，外墙就是内层纸面石膏板、中间保温材料、外层防水板材料或其他材料，外墙的保温隔热主要是靠保温材料，防水是靠防水材料，这在我国显然做不到，主要是经济方面的原因。