

■ 新型墙体材料应用丛书

混凝土小型空心砌块 生产及应用技术

杨伟军 黎 滨 主编

梁建国 玉小冰 主审

中国建筑工业出版社

■ 新型墙体材料应用技术

混凝土小型空心砌块 生产及应用技术

住房和城乡建设部
《墙体材料革新与建筑节能
“十二五”规划》重点推荐书目

主编 曹 明 王 明
副主编 王 明 王 明

机械工业出版社

新型墙体材料应用丛书

混凝土小型空心砌块生产 及应用技术

杨伟军 黎 滨 主编
梁建国 玉小冰 主审

中国建筑工程出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

混凝土小型空心砌块生产及应用技术/杨伟军, 黎
滨主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2011. 10

(新型墙体材料应用丛书)

ISBN 978-7-112-13533-2

I. ①混… II. ①杨… ②黎… III. ①普通混凝土-
砌块-生产工艺 IV. ①TU522.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 179280 号

新型墙体材料应用丛书
混凝土小型空心砌块生产及应用技术
杨伟军·黎 滨 主编
梁建国 ; 王小冰 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

北京建筑工业印刷厂印刷

*

开本: 850×1168 毫米 1/32 印张: 15¼ 字数: 410 千字

2011 年 10 月第一版 2011 年 10 月第一次印刷

定价: 36.00 元

ISBN 978-7-112-13533-2
(21275)

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)

本书从混凝土小型空心砌块的产品设计、生产及其砌体的力学性能到房屋的设计、施工，对混凝土小型空心砌块及其砌体进行了系统的论述。第1章绪论；第2章混凝土小型空心砌块产品设计；第3章混凝土小型空心砌块生产用原材料；第4章混凝土小型空心砌块生产技术；第5章混凝土小型空心砌块砌体的基本性能；第6章混凝土小型空心砌块砌体房屋的建筑设计与建筑节能技术；第7章混凝土小型空心砌块砌体结构构件的承载力计算；第8章混凝土小型空心砌块砌体混合结构房屋的墙、柱、梁设计；第9章混凝土小型空心砌块砌体结构抗震设计；第10章混凝土小型空心砌块砌体房屋裂缝控制技术；第11章混凝土小型空心砌块砌体房屋的施工技术。

本书可供房屋建筑工程技术人员、科学研究人员、高等院校有关师生、新型墙体材料生产企业及其管理部门的技术与管理人员参考。

* * *

责任编辑：赵梦梅 武晓涛

责任设计：董建平

责任校对：陈晶晶 王雪竹

“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。

作者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。

作者在多年从事混凝土小型空心砌块及其砌体理论与试验研究工作的基础上，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，参考了大量的国内外文献，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。

2011 年 6 月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 引言	1
1.2 混凝土砌块在国外的应用和发展	2
1.3 混凝土砌块在国内的应用和发展	5
1.3.1 混凝土砌块在国内的应用和发展历史	5
1.3.2 混凝土砌块在国内的应用和发展分析	7
1.4 新型混凝土砌块的发展	10
1.5 混凝土砌块砌体结构	12
1.5.1 混凝土小型空心砌块砌体结构的概念	12
1.5.2 混凝土小型空心砌块砌体结构的优越性	13
1.5.3 混凝土砌块结构的应用状况	15
1.6 对我国混凝土砌块发展的展望	17
1.6.1 混凝土砌块工业发展趋势	18
1.6.2 轻质混凝土砌块的发展	18
1.6.3 高强混凝土砌块的发展	19
1.6.4 装饰混凝土砌块的发展	19
1.6.5 节能混凝土砌块的发展	20
第 2 章 混凝土小型空心砌块产品设计	21
2.1 混凝土砌块的分类	22
2.2 混凝土小型空心砌块的规格与基本性能	32
2.2.1 规格	32
2.2.2 混凝土砌块的物理性能	37
2.2.3 混凝土砌块的力学性能	47

2.3	混凝土小型空心砌块的块型设计	53
2.4	混凝土小型空心砌块的孔型设计	57
2.4.1	受力性能分析	57
2.4.2	保温隔热性能分析	60
2.4.3	隔声性能分析	65
2.4.4	其他性能要求分析	66
2.4.5	多功能砌块孔型的灰色局势决策	67
2.5	混凝土小型空心砌块的细部设计	72
2.6	混凝土小型空心砌块建筑节能技术提升与产品改型	77
2.6.1	砌块采用多排孔设计	77
2.6.2	复合保温材料于砌块中	78
2.6.3	利用反射材料与其他材料组成的保温结构	84
2.6.4	采用轻质材料	84
2.6.5	砌块孔洞中填轻质材料	85
2.6.6	采用复合墙体	85
2.6.7	多功能混凝土空心砌块设计方案的确定	86
2.7	其他砌块的设计	88
2.7.1	吸声砌块的设计	88
2.7.2	筒仓砌块的设计	90
2.8	混凝土砌块的外观装饰设计	91
第3章	混凝土小型空心砌块生产用原材料	95
3.1	胶凝材料	95
3.1.1	胶凝材料的种类	95
3.1.2	胶凝材料的技术要求	98
3.2	骨料	103
3.2.1	骨料种类	103
3.2.2	粗骨料的质量技术要求	105
3.2.3	细骨料的质量技术要求	110
3.3	外加剂	114

3.4 混凝土掺合料和混凝土拌合水	116
第4章 混凝土小型空心砌块生产技术	118
4.1 砌块混凝土配合比设计	119
4.1.1 影响混凝土小型空心砌块抗压强度的因素	119
4.1.2 混凝土抗压强度与混凝土砌块抗压强度的关系	123
4.1.3 配合比设计	125
4.2 混凝土的制备工艺与设备	131
4.3 混凝土小型空心砌块的成型工艺与设备	138
4.3.1 混凝土小型空心砌块的成型工艺原理	138
4.3.2 混凝土小型空心砌块成型工艺	140
4.3.3 混凝土小型空心砌块成型机	142
4.4 混凝土小型空心砌块的养护工艺与设施	147
4.4.1 养护工艺要素	147
4.4.2 自然养护工艺	149
4.4.3 蒸汽养护工艺	152
4.5 混凝土小型空心砌块的传送、堆码、运输及其设施	156
第5章 混凝土小型空心砌块砌体的基本性能	160
5.1 混凝土小型空心砌块砌体材料	160
5.1.1 砂浆	160
5.1.2 混凝土与灌孔混凝土	164
5.1.3 钢筋及连接件	165
5.2 混凝土小型空心砌块砌体的受压性能	166
5.2.1 混凝土小型空心砌块砌体受压破坏特征	166
5.2.2 混凝土小型空心砌块砌体受压破坏机理	172
5.2.3 影响砌块砌体受压性能的因素	174
5.2.4 混凝土小型空心砌块砌体的抗压强度平均值	182
5.3 混凝土小型空心砌块砌体的受剪性能	189
5.3.1 受剪破坏特征	189

5.3.2 影响砌块砌体抗剪性能的因素	192
5.3.3 混凝土小型空心砌块砌体抗剪强度平均值	200
5.4 混凝土小型空心砌块砌体的受拉和受弯性能	201
5.4.1 砌体的受拉性能	201
5.4.2 砌体的弯曲受拉性能	203
5.5 混凝土小型空心砌块砌体的变形性能	204
5.5.1 混凝土小型空心砌块砌体的弹性模量和剪变模量	204
5.5.2 混凝土小型空心砌块砌体的线膨胀系数、收缩率和 摩擦系数	206
5.6 混凝土小型空心砌块砌体的热工性能	207
5.7 混凝土小型空心砌块砌体的隔声性能	209
5.8 混凝土小型空心砌块砌体的防火性能	210

第6章 混凝土小型空心砌块砌体房屋的建筑设计 with 建筑

节能技术	213
6.1 砌块建筑设计的特点	213
6.2 建筑设计一般要求	219
6.2.1 材料要求	219
6.2.2 混凝土小型空心砌块建筑的平面及竖向设计	219
6.2.3 混凝土小型空心砌块建筑的屋面设计	220
6.2.4 混凝土砌块的排块设计	221
6.2.5 建筑装饰	226
6.3 混凝土小型空心砌块建筑的防水设计	229
6.3.1 混凝土小型空心砌块建筑的渗漏问题	229
6.3.2 清水墙防渗漏要求	231
6.3.3 其他防水设计要求	231
6.4 混凝土小型空心砌块砌体建筑的隔声设计	232
6.5 建筑节能设计	238
6.5.1 建筑节能设计标准	238
6.5.2 混凝土小型空心砌块砌体传热系数的计算	240

6.5.3	混凝土小型空心砌块砌体隔热性能研究	244
6.5.4	居住建筑的节能设计	250
6.5.5	建筑外墙的建筑热工节能设计	251
6.5.6	建筑屋顶的建筑热工节能设计	255
第7章 混凝土小型空心砌块砌体结构构件的承载力		
	计算.....	257
7.1	混凝土小型空心砌块砌体结构的可靠度设计	257
7.1.1	极限状态设计方法的基本概念	257
7.1.2	砌体的强度标准值和设计值	262
7.2	无筋砌体受压构件	266
7.2.1	受压短柱.....	266
7.2.2	受压长柱.....	268
7.2.3	双向偏心受压构件承载力计算	273
7.3	无筋砌体局部受压	275
7.3.1	砌体局部受压的特点	275
7.3.2	砌体局部均匀受压	276
7.3.3	梁端局部受压	278
7.3.4	梁下设有刚性垫块	281
7.3.5	梁下设有长度大于 πh_0 的钢筋混凝土垫梁.....	283
7.4	砌体受拉, 受弯, 受剪构件	285
7.4.1	轴心受拉构件	285
7.4.2	受弯构件.....	285
7.4.3	受剪构件.....	286
7.5	配筋混凝土砌块砌体构件	287
7.5.1	受压性能.....	289
7.5.2	受压构件承载力计算	290
7.5.3	配筋砌块砌体剪力墙斜截面受剪承载力计算	292
7.5.4	配筋砌块砌体剪力墙连梁的计算	293
7.5.5	配筋砌块砌体的构造	294

第 8 章 混凝土小型空心砌块砌体混合结构房屋的墙、柱、梁设计	300
8.1 混凝土小型空心砌块砌体房屋的结构布置和承重体系	300
8.2 混凝土小型空心砌块砌体房屋的静力计算方案	303
8.2.1 混凝土小型空心砌块砌体房屋静力计算简图	304
8.2.2 刚性、刚弹性方案混凝土小型空心砌块砌体房屋的 横墙要求	307
8.2.3 空间性能影响系数	309
8.3 混凝土小型空心砌块砌体房屋墙、柱设计	310
8.3.1 刚性方案混凝土小型空心砌块砌体房屋墙、柱设计 ...	311
8.3.2 弹性方案混凝土小型空心砌块砌体房屋墙、柱设计 ...	318
8.3.3 刚弹性方案混凝土小型空心砌块砌体房屋墙、 柱设计	319
8.3.4 上柔下刚、上刚下柔混凝土小型空心砌块砌体房屋墙、 柱设计	325
8.4 混凝土小型空心砌块砌体结构房屋墙、柱的构造措施	326
8.4.1 墙、柱高厚比计算	326
8.4.2 混凝土小型空心砌块砌体结构房屋墙、柱的一般 构造要求	329
8.5 过梁	332
8.6 圈梁	336
8.7 墙梁	339
8.7.1 墙梁的受力特点和破坏形态	339
8.7.2 墙梁的计算	342
8.7.3 墙梁的构造要求	348
8.8 挑梁	351
8.8.1 挑梁的分类	351
8.8.2 挑梁的受力性能和破坏特点	352
8.8.3 挑梁的设计	355
8.9 混凝土小型空心砌块砌体混合结构设计实例	358

8.9.1	抗震构造措施	360
8.9.2	确定静力计算方案	361
8.9.3	风荷载计算	361
8.9.4	竖向荷载计算	362
8.9.5	纵墙高厚比验算及承载力验算	363
8.9.6	横墙高厚比验算及承载力验算	374
8.9.7	挑梁设计	377
8.9.8	基础设计	382
第9章	混凝土小型空心砌块砌体结构抗震设计	385
9.1	混凝土小型空心砌块砌体结构房屋的震害与抗震 概念设计	385
9.2	多层混凝土小型空心砌块砌体结构房屋抗震设计的 一般规定	386
9.2.1	房屋总高度和层数的限制	387
9.2.2	房屋高宽比的限制	390
9.2.3	墙体的布置	391
9.3	多层混凝土小型空心砌块砌体结构房屋抗震计算要点	393
9.3.1	计算简图和地震作用	393
9.3.2	楼层水平地震剪力在各墙间的分配	396
9.3.3	墙体抗震承载力的验算	398
9.4	多层混凝土小型空心砌块房屋抗震构造措施	400
第10章	混凝土小型空心砌块砌体房屋裂缝控制技术	411
10.1	裂缝产生的原因分析	411
10.2	混凝土小型空心砌块砌体温度裂缝机理	415
10.2.1	顶层外纵墙八字形裂缝的形成机理	420
10.2.2	顶层端部开间内横墙和内纵墙阶梯形裂缝的 形成机理	421
10.2.3	圈梁上、下沿水平裂缝形成机理	423
10.2.4	顶层山墙的裂缝的形成机理	423

10.3	混凝土小型空心砌块砌体建筑温度应力计算	424
10.3.1	温度应力的基本概念	424
10.3.2	弹性理论计算方法	427
10.3.3	砌体建筑温度应力近似计算法	428
10.3.4	温度应力有限元计算方法	433
10.4	防止或减轻墙体开裂的主要措施	436
10.4.1	生产环节的措施	436
10.4.2	设计环节的措施	437
10.4.3	施工环节的措施	440
10.4.4	抹灰环节的防裂措施	442
10.5	防止裂缝的局部措施	442
10.5.1	混凝土小型空心砌块房屋顶层墙体	443
10.5.2	混凝土小型空心砌块砌体房屋底层墙体	445
10.5.3	混凝土小型空心砌块砌体房屋顶层两端和底层 第一、二开间门窗洞口处	445
第 11 章	混凝土小型空心砌块砌体房屋的施工技术	447
11.1	混凝土小型空心砌块建筑的施工特点	449
11.2	混凝土小型空心砌块建筑墙体砌块排列图	451
11.3	原材料的质量控制	452
11.4	施工准备	457
11.5	墙体砌筑	458
11.6	芯柱和构造柱施工	465
11.7	冬、雨期施工与安全施工	467
参考文献		472

第 1 章 绪 论

1.1 引言

人类自巢居、穴居进化到室居以后，最早发现的建筑材料就是块材。如石块、土块等，人类利用这些原始材料垒筑洞穴和房屋，并在此基础上逐步从土坯发展为烧制砖瓦，从乱石块加工成块石等。因此，砌体材料是一种最原始又最广泛的传统建筑材料。尤其在中国广阔的土地上，从南到北，从东到西，无不有砌体材料的普遍应用，而且时至今日，全国城乡仍以砌体材料为主要建筑材料，并用以建造的各类房屋仍占 90% 以上。

砌体是将黏土砖、各种砌块或石材等块体用砂浆砌筑而成的。块体分为砖、砌块和石材三大类。砖与砌块通常是按块体的高度尺寸划分的，按照《墙体材料术语》GB/T 18968—2003 定义砌块为：建筑用的人造块材，外形多为直角六面体，也有各种异形的。砌块系列中主规格的长度、宽度或高度有一项或以上分别大于 365mm、240mm 或 115mm。但高度不大于长度或宽度的 6 倍，长度不超过高度的 3 倍。《墙体材料术语》GB/T 18968—2003 定义砖为：建筑用的人造小型块材，外形多为直角六面体，也有各种异形的。其长度不超过 365mm，宽度不超过 240mm，高度不超过 115mm。

古老的砖石砌体由于块材品种少、强度低、自重大、抗震性能差、块材与砂浆之间的粘结力小，因而发展缓慢。近 60 多年来，以混凝土砌块砌体为代表的发展使它焕发出新的活力。

混凝土砌块属于非烧结性的块材，是主要用于房屋墙体工程的预制混凝土块状制品。此外，还可用于组合楼板、挡土墙、基础、地面、路面、烟囱等。它是由胶凝材料、骨料按一定比例经