

混凝土砌块生产与应用

严理宽等 编著

中国建材工业出版社

混凝土砌块生产与应用

严理宽等 编著

中国建材工业出版社

(京)新登字117号

内 容 提 要

本书是中国建筑砌块协会组织有关专家编著的一本较全面地、系统地介绍国内外混凝土砌块生产与应用的科研成果和实践经验的专著。全书内容包括概述、混凝土砌块与砌体的性能、混凝土砌块的生产工艺、混凝土砌块的生产设备、混凝土砌块建筑的设计与构造、混凝土砌块建筑的结构计算、混凝土砌块建筑抗震设计、混凝土砌块建筑的施工技术 etc, 共八章, 并附录有关国家标准、混凝土集料的物性测试方法等实用资料。本书对混凝土砌块生产、设计、施工、科研、教学等具有较大的实用价值和参考价值。亦可作为建材、建工等有关主管部门组织、指导墙体材料改革工作参考。

混凝土砌块生产与应用

严理宽等 编著

*

中国建材工业出版社出版

(北京西钓鱼台甲57号 邮政编码 100036)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行 新华书店经售

*

开本: 787×1092毫米 1/16 印张: 23 字数: 574千字

1992年10月第1版 1992年10月第1次印刷

印数: 1—3000册

ISBN 7-80090-085-1/TB·17 定价: 19.00元

主 编: 严理宽

编著人员: (以姓氏笔划为序)

- | | |
|------|-------------------------|
| 王文凡 | 高级工程师 (贵州省建筑设计院) |
| 刘运晖 | 高级建筑师 (贵州省建筑设计院) |
| 孙毓萍 | 教授级高级工程师 (四川省建筑科学研究院) |
| 张 涛 | 高级工程师 (中国建筑东北设计院) |
| 余祥琪 | 高级工程师 (贵州省建筑设计院) |
| 严理宽 | 教授级高级工程师 (国家建材局科学技术委员会) |
| 金有道 | 教授 (武汉工业大学) |
| 范绍力 | 教授级高级工程师 (河南建材研究设计院) |
| 陆惠娟 | 高级工程师 (四川省建筑设计院) |
| 赵里仁 | 教授级高级工程师 (中国建筑东北设计院) |
| 侯清照 | 高级工程师 (河南建材研究设计院) |
| 徐裕明 | 高级工程师 (广西壮族自治区建筑工程总公司) |

目 录

前言

第一章 概论	1
第一节 我国混凝土砌块的萌芽时期	2
第二节 混凝土砌块蓬勃发展的80年代	4
一、混凝土砌块的产量、品种、规格迅速增多	4
二、砌块成型机及辅助设备的技术水平有很大的提高	5
三、混凝土砌块生产和应用的科研工作活跃, 成果丰硕	6
四、混凝土砌块在各类建筑中广泛应用	7
五、中国建筑砌块协会成立	9
第三节 混凝土砌块及砌块建筑具有一系列技术经济优势	9
一、发展混凝土砌块生产, 可避免烧砖毁田, 保护耕地	9
二、混凝土砌块的生产能耗低	10
三、混凝土砌块能充分利用地方资源和工业废渣	10
四、混凝土砌块的用途多、功能好	10
五、砌块厂建厂投资省、周期短	11
六、混凝土砌块的劳动生产率高、成本低	11
七、使用混凝土砌块建房, 有多方面的经济效益	12
第四节 我国混凝土砌块生产与应用展望	12
一、发展速度较快, 达到较大规模	13
二、行业状况将有新的变化	13
三、固定式成型工艺与移动式成型工艺并举	13
四、各类砌块成型机产量增多、性能改进	13
五、砌块的产品结构多样化、砌块质量普遍提高	14
六、城乡砌块建筑的比重发生变化, 砌块建筑类型增多	14
七、砌块建筑的设计水平提高	14

八、砌块建筑的施工技术有显著进步	14
第二章 混凝土砌块和砌块砌体的性能	15
第一节 混凝土砌块的分类和块型	15
一、墙用砌块	15
二、铺地砌块	17
三、花格砌块	17
四、筒仓砌块	17
第二节 混凝土砌块的基本性能	20
一、混凝土砌块的物理性能	20
二、混凝土砌块的力学性能	23
三、铺地砌块的性能	28
第三节 混凝土砌块砌体的基本力学性能	28
一、普通混凝土砌块砌体的基本力学性能	29
二、轻集料混凝土砌块砌体的基本力学性能	35
第三章 混凝土砌块的生产工艺	41
第一节 原材料的种类和技术要求	41
一、胶结料	41
二、集料	43
三、外加剂	48
第二节 混凝土配合比设计	51
一、普通混凝土配合比设计	52
二、轻混凝土配合比设计	57
三、混凝土的性能测试方法	63
四、常用混凝土配合比	67
第三节 混凝土的制备工艺	69
一、普通混凝土拌合物的搅拌	69
二、轻混凝土拌合物的搅拌	71
三、彩色混凝土的配制	71
四、几种典型的混凝土搅拌站	72
第四节 混凝土砌块的成型工艺	76
一、振动成型工艺原理	77
二、移动式成型机的成型工艺	77
三、固定式成型机的成型工艺	78
第五节 混凝土砌块的养护工艺	83
一、养护工艺三要素	83

二、自然养护工艺	84	三、建筑方案	153
三、蒸汽养护工艺	86	四、创造新的建筑艺术风格	154
第六节 混凝土砌块的堆码	91	第三节 砌块墙体的设计与构造	155
一、砌块的码垛	93	一、墙体类型	155
二、成品堆放和包装运输	93	二、墙体的典型排块方式	157
第七节 几种典型的混凝土砌块生产线	96	三、基本构造	159
一、生产线的工艺设计要点	96	第四节 墙体开裂及防止开裂的主要措施	169
二、半机械化移动式成型机生产线	98	一、产生裂缝的主要原因及其形式	169
三、小型固定式机组生产线	98	二、建筑体型对墙体开裂的影响	175
四、大中型固定式机组生产线	98	三、墙体变形缝	175
第四章 混凝土砌块的生产设备	103	四、防止墙体开裂的主要措施	176
第一节 混凝土搅拌及输送设备	103	第五节 墙体的热工性能及提高热工性能的措施	179
一、搅拌设备	103	一、采用轻质材料	180
二、输送设备	105	二、采用多排孔砌块	180
第二节 混凝土砌块成型设备	107	三、采用复合墙体	181
一、砌块的成型参数	108	第六节 墙体的声学性能	183
二、移动式成型机	110	一、墙体隔声	183
三、固定式成型机	114	二、吸声砌块及其应用	187
四、其它成型机具	118	第七节 楼面砌块、筒仓砌块的设计与应用	190
五、国外成型机简介	120	一、楼面砌块及其组合楼板	190
六、成型机的选择	127	二、筒仓砌块与砌块筒仓	193
第三节 混凝土砌块传送设备	131	第六章 混凝土砌块建筑的结构计算	195
一、底板传送系统设备	131	第一节 砌块结构计算的技术规定	195
二、带架养护传送系统设备	133	一、砌块结构计算的依据	195
三、底板返回系统设备	135	二、砌块砌体的计算指标	196
第四节 混凝土砌块码垛设备	138	三、砌块砌体的承载力计算	197
一、翻块排块机	139	第二节 砌块砌体的重量	200
二、码垛机	143	第三节 砌块砌体截面特征值	201
三、送垛辊道台	143	第四节 砌块带壁柱墙的强度系数	206
第五节 劈裂机	143	第五节 砌块构件计算示例	207
第六节 混凝土砌块成型机的使用和保养	144	第六节 住宅建筑选用砌块与砂浆强度等级的算例	213
一、成型机的安全操作	144	一、荷载计算	214
二、成型机的调整和保养	145	二、确定偏心影响系数 φ	214
三、液压传动的故障及排除	145	三、墙体允许承载力	215
四、振动器的使用与保养	147	第七节 砌块墙、柱砌体承载力	215
第五章 混凝土砌块建筑的设计与构造	149	第七章 混凝土砌块建筑抗震设计	218
第一节 砌块尺寸参数与模数制	149	第一节 抗震性能研究	219
第二节 砌块建筑设计的特点	150	一、震害及其分析	219
一、合理选用建筑模数尺寸	150	二、抗震性能的一般特点	221
二、掌握砌体砌筑规律, 正确确定墙体轴线位置	153		

三、抗震性能试验研究.....	221	第八章 混凝土砌块建筑的施工技术 ...	258
第二节 抗震计算.....	224	第一节 砌块建筑的施工组织与准备.....	258
一、计算要点.....	224	一、原材料、半成品的准备及砌筑用工估	
二、地震作用计算.....	224	算.....	258
三、墙体抗侧刚度.....	226	二、施工准备.....	260
四、水平地震剪力分配.....	227	三、劳动组织与施工工期.....	261
五、纵向地震剪力分配.....	228	第二节 墙体砌筑的基本要求.....	262
六、关于竖向地震作用.....	229	第三节 芯柱施工技术.....	268
七、砌体沿阶梯形截面破坏的抗剪强度设		第四节 安全施工与冬季施工.....	270
计值.....	229	一、安全施工.....	270
八、混凝土砌块墙体的截面抗震承载力...	229	二、冬季施工.....	271
第三节 抗震设计.....	230	第五节 砌体质量要求.....	271
一、结构材料性能指标要求.....	230	附录 A 混凝土小型空心砌块	
二、建筑结构平面设计.....	230	(GB8239—87)	273
三、结构方案分析.....	231	附录 B 混凝土小型空心砌块检验方	
四、墙体布置要求.....	232	法 (GB4111—83)	276
五、建筑结构立面设计.....	233	附录 C 混凝土空心小型砌块建筑设计	
六、建筑高度设计要求.....	233	与施工规程 (JGJ14—82)	285
七、房屋的高宽比.....	233	附录 D 混凝土路面砖 (报批稿)	309
八、房屋的长高比.....	234	附录 E 小型砌块成型机分类	
第四节 抗震构造措施.....	234	(GB8533—87)	317
一、圈梁.....	234	附录 F 小型砌块成型机技术条件	
二、钢筋混凝土芯柱.....	236	(GB8534—87)	321
三、楼盖构造.....	238	附录 G 混凝土集料的物性测试方法 ...	330
四、楼板与墙拉结.....	238	附录 H 混凝土砌块成型机参考目录 ...	351
五、墙体之间的联结.....	238	后记	355
六、小构件.....	241		
第五节 抗震计算实例.....	243		

第一章 概 论

混凝土砌块（即混凝土空心小型砌块，全书同）起源于美国。1866年哈契逊（C. S. Hutchinson）获得了美国第一份生产空心砌块的专利证书。1874年鲁道斯（T. B. Rhodes）的专利能用混凝土或其它材料在塑性状态下制成多种形状的空心砌块。1890年帕尔墨（H. S. Palmer）最先以商业方式生产混凝土砌块，并于1897年用30×8×10（in）的空心砌块建成了一幢房屋。1900年帕尔墨的芯模能移动、侧模可调整的砌块成型机获得了专利。随后，许多类似的、手动的砌块成型机相继出现。采用这些成型机生产砌块的作坊在美国各地纷纷建立，用混凝土砌块建造房屋开始普及。1906年美国国内的房屋建造量增多，木材和粘土砖的价格同1898年相比，分别上涨了64%和59%，与此同时，波特兰水泥工业迅速发展，1906年较1900年水泥价格降低了16.5%。这些都为混凝土砌块的发展提供了有利条件。第一次世界大战后，美国短缺200万套房屋，这时煤价上涨，粘土砖的价格也随之提高，混凝土砌块又获得一次大发展的机会。1919年全美大约有2000家砌块工场，年产砌块约5000万块（按标准块计，下同）。1928年美国的砌块工场增至4000家，年产砌块约3.87亿块。1929年美国经济衰退，建筑业急转直下，砌块生产也随之锐减。1933年年产砌块仅4500万块，许多砌块工场关闭。30年代后期，情况陆续好转，砌块产量逐步回升。1945年第二次世界大战结束，建筑业兴旺，美国砌块产量达到5亿块。1946年产量翻番，达到10亿块。50年代以后，美国砌块产量一直上升，混凝土砌块建造的各类房屋也更为普遍。80年代，美国各年的砌块产量都在35亿块上下，混凝土砌块成为美国的一种主要的建筑材料，混凝土砌块除用作墙体材料外，其应用范围日益广泛。

本世纪40年代，特别是第二次世界大战之后，混凝土砌块的生产及应用技术传至美洲及欧洲一些国家，继而又传至亚洲、非洲及大洋洲，混凝土砌块逐渐发展成为世界范围内流行的一种建筑材料。统计资料列举了一些国家近期混凝土砌块的产量（见表1-1），事实上，生产和应用混凝土砌块国家和地区远比表1-1列举的更多，甚至可以说，世界上没有生产和应用混凝土砌块的国家和地区为数极少。

表1-1 一些国家近期混凝土砌块产量 (万m³)

国 别	产 量	国 别	产 量	国 别	产 量
美国（1）	4929.6	比利时	98.2	南斯拉夫	1039.4
古巴	125.4	联邦德国	962.9	苏联（3）	15343.2
多米尼加	106.3	希腊	35.2	白俄罗斯（4）	718.8
巴拿马	22.5	荷兰	153.7	乌克兰（4）	2374.4
特立尼多和多巴哥	30.9	英国（2）	1100.3	法国	1405.6
巴西	455.7	捷克斯洛伐克	652.2	爱尔兰	197.1
厄瓜多尔	52.1	匈牙利	18.2	葡萄牙	57.1

(续)

国 别	产 量	国 别	产 量	国 别	产 量
西班牙	559.5	阿尔及利亚	0.6	韩国	4235.2
奥地利	103.9	肯尼亚	5.6	科威特	161.4
芬兰	51.2	突尼斯	2.1	菲律宾	67.6
瑞典	14.6	日本	1408.5	新加坡	87.3
民主德国	2049.8	塞浦路斯	4.5	斯里兰卡	6.6
南非	373.2	以色列	33.9	也门	160.6

注：（1）美国砌块产量系参考专业报告概数。
（2）英国砌块产量由m²换算得出。
（3）包括配筋混凝土砌块、混凝土砖、混凝土管及其它混凝土制品。
（4）包括混凝土管及其它制品。

混凝土砌块经历了近百年的发展，其生产和应用技术已较成熟，除美国外，后起的许多国家和地区通过自己的实践也充实和提高了混凝土砌块生产和应用的技术水平，有的还有所创造并形成一些适合当地条件的特色。我国生产和应用混凝土砌块的时间不长，混凝土砌块在我国仍属一种新型建筑材料，但是，由于各地对混凝土砌块的试验研究和生产实践做了大量的工作，积累了不少的经验，为这种新型建筑材料的发展奠定了较好的基础。

第一节 我国混凝土砌块的萌芽时期

据调查，迄今我国发现最早的混凝土砌块建筑是上海市延安中路铜仁路口的25幢砌块房屋。这批房屋建于1923年，建筑面积约16000m²。砌块的主规格为15⁵/₈×7⁵/₈×7⁵/₈(in)，砌块以普通混凝土加工而成。为满足保温隔热的要求，房屋的主要房间如卧室、起居室等采用了外层砌块再内衬半砖的组合墙。这批房屋的外墙使用了带饰面的砌块，至今保持完好。不久，在南京也发现了一些早期的混凝土砌块房屋。上海、南京发现的早期的混凝土砌块房屋都没有找到文字史料，鉴于本世纪20年代我国的水泥工业尚不发达，用水泥加工墙体材料的可能性极小，以及这些房屋所用砌块的规格、质量、砌筑方式等都非当时我国所具备，我们分析，这些房屋是外国人建造的，所用混凝土砌块也不是我国厂商生产的。

抗日战争胜利后，通过善后救济总署曾进口了十几台美国斯梯恩公司（Stearn's Co.）的固定式砌块成型机，这批成型机分散在南京、杭州、北平等地，这几个地方都曾用这些砌块成型机生产以煤渣为集料的轻混凝土砌块，这种砌块的强度较低，多用于间隔墙、填充墙及围墙，用于承重墙的极少。解放后，南京、杭州、北京三地仍用这批成型机生产煤渣混凝土砌块，但在60年代以前未见在其它地方推广。混凝土砌块当时未能推广的主要原因是我国水泥产量少、价格高，混凝土砌块难以同粘土砖竞争，用水泥加工墙体材料被认为是“大材小用”。

自60年代起，我国水泥工业逐渐发展，水泥产量开始增多，为混凝土砌块的发展提供了一定的物质条件，在一些砂石资源丰富而粘土资源匮乏的地区，人们开始对生产和使用混凝土砌块的可行性进行了探索。

1966年贵州省都匀市都匀桥梁厂利用废石渣配制150号的混凝土，采用简易震动台生产

混凝土砌块。砌块的规格有 $390 \times 200 \times 185\text{mm}$ 、 $290 \times 200 \times 185\text{mm}$ 、 $190 \times 200 \times 185\text{mm}$ 、 $390 \times 140 \times 185\text{mm}$ 四种。砌块的空心率为 $28.1\% \sim 45\%$ 。该厂用这种砌块建成了 1434m^2 的三层宿舍楼一栋。1966~1969年贵州省水城水泥厂利用本厂水泥,采用木模和简易震动台生产混凝土砌块,先后建成1~3层的宿舍、医院、学校、仓库及单层厂房等各类建筑物共约 20000m^2 ,技术经济效果很好。贵州的经验在我国混凝土砌块发展史上是值得铭记的,首先,它用事实说明了在我国生产和应用混凝土砌块这种新型建筑材料是切实可行的,在一定的条件下,混凝土砌块能够取代粘土砖并具有较好的技术经济效果,突破了我国建房主要使用粘土砖的单一局面。其次,贵州的混凝土砌块的生产和应用技术是基于我国自己的科研、生产、设计和施工实践,为以后吸取国外先进技术来发展具有中国特色的混凝土砌块事业开拓了道路。

60年代初,广西西部的河池地区,由于山多田少,粘土砖短缺且价格昂贵,他们也较早就生产和使用混凝土砌块,许多县推广砌块建筑蔚然成风。早在70年代初,广西西部的一些县城的新建房屋中,采用混凝土砌块建造的房屋约占 $70\% \sim 80\%$ 。广西发展混凝土砌块的经验突出地表现在两个方面:一是许多县的建筑工程公司和建筑施工队组织混凝土砌块的生产,自产自销或投放市场,砌块产量多,砌块建筑推广量大,使混凝土砌块的生产和应用社会化并日益形成颇具影响力的局面。二是广西在发展混凝土砌块之初,就十分重视改进混凝土砌块的生产工艺和研制砌块成型机,他们最先研制出上脱模式的单块砌块成型机、简易的移动式多块砌块成型机,这类成型机都是采用振动成型工艺或加压振动成型工艺,比用震动台木模生产混凝土砌块进了一大步,大量各具特色的砌块成型机的出现,不仅适应了广西境内混凝土砌块迅猛发展的需要,而且又对我国各地研制砌块成型机的工作产生了积极的影响。

1973年湖南省临澧县建筑工程公司在十分简陋的条件下,用简易震动台和木模生产出多种规格的墙用砌块,还自行研制和生产了槽形圈梁砌块、方形柱用砌块、配合倒T梁使用的楼(屋)面砌块等,这些专门用途的砌块在当时国内是少见的,他们用这些砌块建造了许多宿舍、学校和办公楼,效果很好,他们的智慧和开创精神令人钦佩。随后,湘西土家族苗族自治州开始发展混凝土砌块,成绩斐然。

1974年原国家建委建材局在江苏省常熟召开了全国墙体屋面材料经验交流会,这次会议上将各类建筑砌块(包括混凝土砌块)列为积极推广的一种新型墙体材料。在贵州、广西、湖南等地生产和应用混凝土砌块的示范和影响下,湖北、四川、广东、安徽、江西等十多省的山区和耕地珍贵的平原地区,都相继利用地方水泥和当地的砂石资源发展混凝土砌块的生产,大量地在农房建筑及县镇建筑中推广应用。可以说,70年代初期,各地混凝土砌块生产和应用的技术水平是较低的:生产砌块所用的原材料的质量良莠不齐,还没有明确的技术要求;配制砌块用的混凝土多数是凭各自的粗浅经验;各地生产的砌块主要是用震动台配木模成型,或是用简陋的移动式砌块成型机成型;砌块的质量一般都缺乏严格的检验,也没有科学的质量检验标准;砌块建筑的设计和施工基本上是仿照砖石结构的做法,尚未制订出统一的、合理的设计和施工规程;砌块建筑绝大部分都是农房和县镇房屋,然而,各地的大胆探索和丰富的实践,构成了我国自力更生发展具有中国特色的混凝土砌块事业的雏形。

1978年党的十一届三中全会之后,全国贯彻党在社会主义初级阶段的基本路线,实行改革、开放政策,农村经济复苏,亿万农民在初步解决温饱后的第一件大事就是建房,各地农村掀起了建房热。与此同时,随着国家经济形势的好转,城市为解决多年的住房紧张的问题,住房建设面积成倍增加。在这种形势下,混凝土砌块得到了有利的发展机会。1979年国家建

筑材料工业局为促进混凝土砌块的发展，认为首先要改进砌块成型机的性能，解决大量推广混凝土砌块的装备问题。为此，组织了贵州、河南、湖北等地的专业技术人员组成砌块成型机联合设计组，重点对广西和贵州的砌块成型机进行了调研活动，在此基础上研制出新型的砌块成型机并定点批量生产。这项工作既为扩大混凝土砌块的生产规模和提高混凝土砌块的质量提供了技术装备，同时，砌块成型机联合设计组的调研过程又是推动各地发展混凝土砌块的宣传、指导活动，产生了广泛的影响。

从60年代初到70年代中期，我国混凝土砌块由少到多，普及的地域越来越广，逐渐形成一种新型建筑材料，混凝土砌块房屋逐渐成为一种建筑类型，开始崭露头角。这是广大专业技术人员和建材、建筑工人为之进行的大量工作和辛勤劳动的结果，也是同各级建筑、建材主管部门的领导重视和支持分不开的。这十多年是我国混凝土砌块的萌芽时期，混凝土砌块这种新型建筑材料在中华大地上破土而出，显示出了她的强大生命力。

第二节 混凝土砌块蓬勃发展的80年代

我国混凝土砌块经历了十多年的孕育、萌发时期，既在生产和应用技术上积累了一些经验，同时，这种新型建筑材料和砌块建筑也逐步为人们认识和重视。进入80年代之后，混凝土砌块在更多的地区出现，大同小异的各种砌块成型机年销量达数百台，各地用混凝土砌块建造的房屋在类型和数量上都不断增多，围绕混凝土砌块生产和应用开展的科研工作成果显著，为适应形势发展的需要，1982年全国性的砌块行业组织——中国建筑砌块工业协会正式成立。协会成立以后，紧密配合《第七个国民经济和社会发展五年计划》（1985~1990年）中的要求，大力推广建筑砌块的生产和应用，从此，我国混凝土砌块进入了新的发展阶段，其特点主要表现在以下几个方面。

一、混凝土砌块的产量、品种、规格迅速增多

1980年之前，我国混凝土砌块的生产和应用基本上局限于南部少数省、自治区，1980年砌块年产量约100万 m^3 。“六五”和“七五”期间，由于混凝土砌块在全国范围内推广，生产混凝土砌块的工厂、工场鳞次栉比，特别是乡镇和个体砌块工场的发展，全国混凝土砌块的产量平均以20%左右的年递增率增加。据各地反映的情况估计，1980~1990年各年的全国混凝土砌块产量如表1-2。

表1-2 我国1981年~1990年混凝土砌块估计产量 (万 m^3)

年 份	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
产 量	120	160	210	270	350	410	470	520	570	600

随着混凝土砌块在我国北方地区推广以及它在建筑中的应用范围日益广泛，各种轻混凝土砌块发展较快。吉林、黑龙江等地盛产火山渣、浮石，北方诸省、自治区则以火山渣、浮石为集料生产轻混凝土砌块，既是就地取材，又改善了砌块的热工性能。许多大、中城市综合利用锅炉煤渣，用煤渣作集料生产轻混凝土砌块。煤渣混凝土砌块被大量用作框架结构的填充墙，以及自承重的间隔墙，由于集料是利用工业废渣，砌块的生产成本较低，具有较好的经济效益和社会效益。一些煤矿区则利用自燃煤矸石作集料生产轻混凝土砌块。少数城市还采用各种陶粒作集料生产轻混凝土砌块。虽然，我国轻混凝土砌块在混凝土砌块的总量中

所占比重还不多，但其发展势头是十分明显的。

按混凝土砌块的用途分，其品种也日益增多。墙用砌块是我国混凝土砌块中数量最多的品种，为了适应各类房屋建筑的需要，各地都形成了当地的墙用砌块的规格系列。除墙用砌块外，各种专用砌块和功能砌块相继研制成功并在建筑中广泛应用。如圈梁砌块、门窗过梁砌块、楼（屋）面砌块、柱用砌块等已普遍推广；铺地砌块发展迅猛，块型及色彩多种多样，铺砌方便，美观适用；装饰砌块已在少数城市研制成功并开始应用；花墙砌块由过去的手工生产逐步转为用砌块成型机生产，生产效率和产品质量明显提高；护坡砌块在几个主要港口得到应用；消音砌块也已用于少数有音质要求的工程；抗震榫接砌块的生产和应用也进行了一些试点。

为改善混凝土砌块的热工性能，我国北方地区对研制多排孔砌块做了大量的工作。他们在发展轻混凝土砌块的基础上，生产二排孔、三排孔以及四排孔的砌块，这种做法是同砌块组合墙及砌块空腹墙异曲同工的，也是我国混凝土砌块的特色之一。

部分农村为减轻混凝土砌块的单块重量，将砌块高度由190mm改为140mm，成为标准砌块的补充规格。

二、砌块成型机及辅助设备的技术水平有很大的提高

我国混凝土砌块的生产是从少数地区以简陋的震动台、木模开始的，随后，出现了一些简单的单块成型机和初期的移动式成型机，这些机具曾在我国混凝土砌块发展的初期发挥过极重要的作用。然而，随着混凝土砌块生产的发展以及各类建筑对混凝土砌块的质量要求日益提高，迫切要求研制性能好、技术水平高的砌块成型机及辅助设备。这就成为80年代的一项主要任务。

自从1979年砌块成型机联合设计组进行砌块成型机的调研和设计、制造GY型移动式砌块成型机之后，改进原有移动式砌块成型机的活动相继在各地开展，他们在总结经验的基础上，克服了片面追求机体轻、钢材省、装机功率小、价格低的倾向，把能生产出高质量砌块作为设计和制造砌块成型机的指导思想。机体适当增重了，保证了整机刚性，也保证了砌块的成型高度；装机功率适当增大了，既提高了砌块的密实度，相应地节约水泥，还缩短了砌块成型周期，相应地提高了成型机的生产效率，综合考虑是经济的。全国数以百计的各种型号的移动式砌块成型机，经过使用过程的优胜劣汰，集中为批量较大、性能较好的十余种型号。这些成型机的设计逐趋合理，制造质量不断提高，有的已接近或达到国外同类设备的先进水平。

固定式砌块成型机的发展也是经历了两个阶段。70年代的固定式砌块成型机主要是手动杠杆上脱模的单块砌块成型机和拆除移动式成型机的行走轮改装成的多块砌块成型机，这些成型机只是实现了固定式生产砌块，但其结构和功能同现代化的固定式砌块成型机相比有很大的差距。1981年原建筑材料工业部派出的美国混凝土砌块工业考察组回国后，即着手国产全自动固定式砌块成型机的研制工作。由中国建筑东北设计院设计、广州光华建材机械厂制造的SBM-5型全自动固定式砌块成型机是我国自行设计、制造的第一台现代化的砌块生产专用设备。在研制砌块成型机的同时，还研制了与之配套的装（卸）架机、多层转运车、翻块机等辅助设备。第一台样机由于经验不足和配套电机、液压件等质量不佳等原因还不十分完善，经过几次修改设计和选用较好的零配件，这套固定式砌块成型机组接近国外同类产品70年代的先进水平，先后制造的几套砌块生产设备在几个混凝土砌块厂中使用反映良好。在改革开放的形势下，原国家建委、原城乡建设环境保护部又先后引进了国外的固定式砌块成

型机和砌块成型机的制造技术，扬州机械厂等开始批量生产几种型号的固定式砌块成型机。在80年代中，我国各地还先后引进了美国、原联邦德国、意大利、日本等国的砌块成型机或机组共约30多台（套），这些引进设备对提高我国砌块生产技术水平发挥了有益的作用。

全自动的、大产量（年产砌块5万 m^3 以上者）的固定式砌块成型机及机组对我国混凝土砌块生产的发展是必要的。考虑到我国的国情，适应中、小城市及县镇新建混凝土砌块厂的需要，研制年产砌块1~2万 m^3 的固定式砌块成型机也是80年代中开始进行的工作。几家主要的砌块成型机制造厂在科研、设计单位的配合下，已研制出一些小型的固定式砌块成型机。这些成型机一般都吸取了国外同类设备的优点和研制大型固定式砌块成型机的经验，机械性能较好，用机械或人工辅助能组成机械化程度不同的混凝土砌块生产线。

在过去的十年中，我国混凝土砌块生产的技术装备水平有了很大的提高，这同混凝土砌块的蓬勃发展是相辅相成的，它为逐步使我国混凝土砌块生产由作坊式生产方式转变为工业化、现代化生产方式迈出了可喜的一步。

三、混凝土砌块生产和应用的科研工作活跃，成果丰硕

80年代我国混凝土砌块蓬勃发展，是同全国近百个建筑、建材科研、设计院所和院校以及更多的生产、施工单位积极开展有关的科研工作分不开的。他们的研究领域广泛，几乎涉及混凝土砌块生产和应用的各个方面，充分发挥了我国科技力量雄厚、群策群力的优势，在较短的时间内，取得了丰硕的成果。课题从生产中来，成果应用到生产中去，科研工作同生产实践紧密结合极大地推动了混凝土砌块的发展。同时，由于科研工作一般都是以我国的具体情况出发的，有创见，有突破，为逐步形成具有中国特色的混凝土砌块生产及应用技术打下了基础。

在混凝土原材料及配制方面：研究重点之一，是轻集料和轻混凝土。我国北方诸省有大量的火山渣、浮石，但长期未充分利用，北方各地推广混凝土砌块后，为了改善砌块的热工性能，用火山渣、浮石作集料配制轻混凝土加工砌块技术经济效果很好，在这方面进行了大量的研究工作。目前，我国寒冷地区的混凝土砌块基本上都是以火山渣、浮石为集料的轻混凝土加工的，砌块所采用的轻混凝土在我国轻混凝土中占有相当大的比例，这对我国轻混凝土的发展也是一个促进。研究重点之二，是粉煤灰在砌块中的应用。这一课题也取得了多项成果，有的已申报专利并进入技术市场。

在砌块块型、规格方面也进行了大量的研究工作。各地为了推广砌块建筑，首先，都制定了墙用砌块的块型及规格系列，其次，是研制了许多同墙体配套的专用砌块；北方地区为解决墙体保温的问题，除大量采用轻混凝土生产砌块外，普遍开展了多排孔砌块的研究，迄今，多排孔砌块是北方地区混凝土砌块的主要块型，也是提高砌块墙体热阻的主要措施；铺地砌块发展迅速，铺地砌块的花色、形状、质量等在过去的十年中有很大的进步。此外，护坡砌块、装饰砌块、消音砌块等也都研制成功并开始在工程中应用。

混凝土砌块成型技术方面的研究，重点是改进砌块成型机。针对我国国情，移动式成型机数量多、使用面广，因而，十年中曾经对数以百计的机型进行了优选和改进。这一工作对全面提高我国混凝土砌块生产技术和产品质量有重要的意义。固定式砌块成型机的研制工作取得了突破性的进展，自行设计制造和引进技术制造了几种不同产量、不同类型的固定式砌块成型机。为今后装备大、中城市及县镇新建砌块厂创造了的条件。

对混凝土砌块及砌体性能的研究最具有我国自己的特色。国内几个主要的科研院所在缺

乏国外资料的情况下，通过对大量混凝土砌块及砌体的测试，积累了大量的数据，分析整理出了有关规律，为制订混凝土砌块建筑的设计规程提供了依据，对混凝土砌块的生产与施工也提出了许多有益的指导意见。

在砌块房屋的建筑设计方面：一些院所测定和研究了混凝土砌块墙体的保温、隔热、防渗、抗裂、隔音等功能；制订了一些地方性的砌块建筑标准设计及构配件图集；进行了混凝土砌块组合墙及空腹墙的试点；对混凝土砌块建筑的艺术造型及砌块在室内外的装饰效果进行了初步探索。

在砌块房屋的结构设计方面：基于大量的砌块和砌体的测试数据，提出了我国自己的砌块建筑的结构计算方法；对砌块建筑的抗震情况进行了调研，提出了砌块建筑的抗震计算方法及构造措施；在缺乏设计规范的情况下，对高层砌块楼层的设计进行了试点。

在砌块建筑施工方面：许多建筑工程公司针对混凝土砌块的特点，以砌筑方法、劳动组织、施工准备、施工定额、工程验收等方面进行了大量的实践，编制出了有关的技术文件及资料；重点研究了砌块墙体用的砌筑砂浆和灌孔砂浆；研制了适应混凝土砌块施工的各种机具；试验研究了混凝土砌块墙体的内外饰面材料及施工方法；总结了砌块农房建筑、砌块公寓建筑及砌块高层建筑的施工经验。

有关混凝土砌块的技术立法工作也取得了进展。先后制订了“JGJ14—82混凝土空心小型砌块建筑设计与施工规程”、“GB4111—83混凝土小型空心砌块检验方法”、“GB8239—87混凝土小型空心砌块”、“GB8533—87小型砌块成型机分类”、“GB8534—87小型砌块成型机技术条件”、“GB8535—87小型砌块成型机试验方法”等。

四、混凝土砌块在各类建筑中广泛应用

80年代，我国混凝土砌块的推广应用出现了新局面，在应用的广度和深度上都有显著的发展，同过去十多年相对照，归纳起来有四大转变：一是混凝土砌块由农村、县镇进入城市；二是混凝土砌块建筑上档次；三是混凝土砌块建高楼；四是混凝土砌块开始用于建房之外的其它工程。这样，混凝土砌块建筑逐渐形成一种房屋建筑体系，混凝土砌块开始成为一种多功能的新型建筑材料。

在我国混凝土砌块发展的初期，这种新型建筑材料主要是为解决少土缺砖的乡镇建房而得到推广的。虽然也有少数城市房屋是用混凝土砌块建造，但一直未形成气候。混凝土砌块在农村和乡镇大量推广应用，体现出了这种新型建筑材料的一系列技术经济优势，引起了建筑界的重视。在国家有关主管部门的提倡和支持下，在开展了大量科研工作和生产试点的基础上，混凝土砌块生产及应用的技术水平有所提高，有关的技术标准、规程也相继制订，混凝土砌块一改过去主要在农村、县镇推广应用的状况，在城市的房屋建筑中也崭露头角，砌块建筑主要是6层住宅楼房，其次是一些办公楼、学校、商店和其它公用建筑。这些砌块建筑的造价一般都同砖混建筑相近或略低，砌块建筑的各种功能也同砖混建筑大体上相当，因而受到人们的欢迎。以浙江省绍兴市为例，自1982年开始推广混凝土砌块，到1989年全市累计新建混凝土砌块房屋共100万 m^2 以上，其经验是将推广混凝土砌块建筑同小区建设相结合，成效显著。贵阳、成都、昆明、长沙、鞍山、牡丹江、德阳等几十个城市每年新建混凝土砌块房屋都达数十万 m^2 。城市推广混凝土砌块的另一个特点是煤渣混凝土砌块大量用作框架的填充墙。因其在重量、热工性能、施工效率等方面均优于粘土实心砖，而价格又较其它替代粘土实心砖的新型墙体材料低廉，所以，煤渣混凝土砌块和其它轻混凝土砌块在城市建

筑中有广阔的市场和较大的竞争力。

混凝土砌块建筑,不论在农村、城镇,还是在城市中都越来越讲究上档次、上水平,这也是这种新的建筑体系发展的必然趋势。80年代各地都开始注意改进砌块建筑的各种使用功能,重点是砌块墙体的保温、隔热、防渗,研究和总结出了许多改进措施。在混凝土砌块建筑推广较多的地方,人们对砌块房屋的建筑设计也提出更高的要求,在房屋的平面布置、立面处理和艺术造型上以及砌块房屋的建筑构配件上都有所进步。混凝土砌块房屋的施工质量也日益受到大家的重视,随着砌块建筑专业施工队的建立和砌筑技术的提高,各地都出现了一些砌块建筑的全优工程。

城市推广混凝土砌块建筑的新动向是进行了用混凝土砌块建造高层楼房的试点。广西壮族自治区南宁市于1983年建成我国第一幢10层的砌块住宅楼,该楼总面积为 3520m^2 ,不考虑抗震设防,全楼采用钢筋混凝土筏形基础,墙体采用190mm厚的承重混凝土砌块砌筑,1~5层采用MU20砌块、M10混合砂浆,6~10层采用MU10砌块、M5混合砂浆。所有纵横墙交接处、门窗洞边及小于60cm长的墙体的砌块中,都设置 $\phi 12$ 钢筋用20MPa混凝土浇注成钢筋混凝土芯柱,芯柱数约占墙体砌块孔洞数的20%。1986年南宁市建成一幢11层的混凝土砌块办公楼。全楼地面以上总高度为31m,另外,按人防要求设地下室一层,采用钢筋混凝土箱形基础。墙体采用190mm厚的承重混凝土砌块砌筑,1~7层用MU20砌块、M10混合砂浆,8~11层采用MU10砌块、M7.5混合砂浆,在内外墙的转角、丁字墙、门窗洞边及横墙墙肢中部,按7度抗震设防的强度验算及构造要求,设置了素混凝土、 $\phi 10$ 插筋填芯及 $\phi 12$ 插筋填芯的三种芯柱,芯柱数占墙体砌块孔洞数:1~7层为60%,8~11层为40%。每层楼面处均设现浇圈梁,在预应力空心大楼板上铺4cm厚双向配钢丝网细石混凝土,使与同层楼面圈梁及芯柱同时整浇。1986年辽宁省本溪市建成两幢8~10层砌块住宅楼,每幢建筑面积为 5966m^2 ,由4个单元组合,分别为9、9、8、10层。层高2.8m,建筑物最高处28.2m。采用 $30\times 30\text{cm}$ 预制桩基础。外墙用厚290mm的三排孔砌块,内墙用190mm的砌块。1~5层为MU15砌块、M10砂浆,6~10层为MU10砌块、M5砂浆。所有纵横墙交接处、门窗洞边及小于60cm长的墙体的砌块孔洞均设置钢筋混凝土芯柱。楼面为预制钢筋混凝土空心板,施工时上铺40mm厚钢丝网配筋的细石混凝土,使与同层圈梁及芯柱现浇成整体。该楼抗震设计烈度为7度。

混凝土砌块在工程中的应用范围扩大。在我国混凝土砌块发展的前十几年中,它主要是用作墙体材料,实际上,混凝土砌块的用途是很多的。由于混凝土在硬化之前是可塑的,砌块块型可依模具不同而任意变化,换句话说,采用同一的砌块成型工艺,可以加工出适合多种工程用途的混凝土砌块。80年代中除墙用砌块外,发展最快的是铺地砌块。铺地砌块通常有方形、矩形、S型、I型、人型、六角形等多种,颜色依掺配的颜料而异,铺砌简便,耐用美观。铺地砌块出现之后,首先在许多大城市受到青睐,广州、上海、天津、北京等地先后引进国外设备生产,在港口码头、市政工程、小区道路、公园、广场等地面工程中应用,北京亚运村也大量使用了混凝土铺地砌块。其后,其它城市也相继效仿,积极发展铺地砌块,各地许多砌块厂也将铺地砌块列为主要产品生产。混凝土砌块用于挡土墙的工程实例也越来越多,这些砌块有的为密实砌块,有的为空心砌块;有的为砌块原形,有的将外露面加工成各种有装饰效果的面,如北京一些立交桥所用的琢毛砌块,外观有如天然毛石。用混凝土加工成各种镂空图案的花墙砌块也开始在各地推广,这种砌块不仅用于砌筑户外院墙等,也可用于室内隔断和装饰。此外,混凝土砌块还开始在道路护坡、堤岸护坡、沼气池、筒仓等工程中使

用。混凝土砌块不仅是一种新型墙体材料，而且也是一种新型建筑材料。

五、中国建筑砌块协会成立

为适应我国混凝土砌块及其它砌块蓬勃发展的形势，从事建筑砌块生产、设计、施工、科研、情报单位及有关院校深感加强相互之间的工作及业务联系十分必要，1982年11月，中国建筑砌块协会（当时名称为中国建筑砌块工业协会）在湖南省株洲市正式成立。

中国建筑砌块协会是一个社会经济团体，本着为会员单位服务和为建筑砌块行业的发展服务的宗旨，协会在成立后积极开展了大量的工作，如组织技术和管理经验交流、组织各类技术和业务培训、举办砌块成型机及有关机具的展销评比活动、开展技术咨询服务、组织学术研讨、传播行业内外的有关信息、调研市场动态、制订行业发展规划建议、进行砌块方面的国际交流活动等。协会还定期出版《建筑砌块与砌块建筑》（双月刊）并在全国公开发行，不定期出版协会《会讯》在内部发行。因此，中国建筑砌块协会得到广大会员的爱戴和支持，会员数量不断增多，迄今已达600多个，协会成了会员之家，协会在全国砌块行业中的影响越来越大。

中国建筑砌块协会成立后，受国家有关主管部门的委托开展了一些行业管理的工作，协会经常通过多种渠道和多种方式向国家有关主管部门反映情况和提出建议，也将国家的有关方针、政策及时传达到协会会员以及会外的一些企、事业单位，发挥了政府有关主管部门同砌块行业的广大企、事业单位之间的纽带作用。

中国建筑砌块协会的成立，使全国从事建筑砌块（主要是混凝土砌块）及与之有关的企、事业单位组织起来了，逐步形成了一个新兴的行业。协会成立后开展的工作和活动，极大地推动了我国建筑砌块（主要是混凝土砌块）生产与应用的发展。

第三节 混凝土砌块及砌块建筑具有一系列技术经济优势

80年代，混凝土砌块这种新型建筑材料在我国蓬勃发展，混凝土砌块建筑正在形成一种新的建筑体系，一方面，是由于我国国民经济发展的总形势下，城乡建筑业兴旺对建筑材料提出了新需求的影响，另一方面，则是混凝土砌块及砌块建筑本身具有一系列技术经济优势。同时，实践证明，混凝土砌块及砌块建筑适合我国国情，具有强大的生命力、竞争力和广阔的发展前途。

一、发展混凝土砌块生产，可避免烧砖毁田，保护耕地

迄今为止，我国建房所用的墙体材料主要是粘土实心砖。粘土实心砖在各种墙体材料中所占的比例仍在95%左右。近几年全国粘土实心砖的年产量约4700亿块左右，生产粘土砖要耗费大量的粘土做原料。虽然，国家极力提倡利用山土、河泥制砖，限制和禁止毁坏耕地，但是仍有相当数量的粘土砖是毁田取土生产的。按全国有三分之一的粘土砖系毁田取土生产的推算，每年因烧砖取土而毁坏耕地约15万亩，每年因此减产粮食约6000万吨，约为30万人一年的口粮，这一事实是触目惊心的。我国人口多，耕地面积少，人多地少的矛盾日益尖锐，按全国现有耕地约14亿亩计算，我国人均耕地仅1.1亩多，这样的人均耕地占有量在世界各国中是相当低的。耕地是难以再生的资源，年复一年地大量毁田烧砖，不符合保护耕地的基本国策，也贻害子孙后代。既要解决建房所需的墙体材料，又要减少烧砖毁田的危害，出路在于发展少用粘土或不用粘土的新型墙体材料。

改造部份粘土砖厂，使之生产粘土空心砖和粘土多孔砖是节约粘土的一种办法，但是，这种办法节约粘土的比例一般只能达到20%~40%，最彻底的办法是发展完全不用粘土的新型墙体材料。混凝土砌块是其中之一，而且产量最大、使用功能总体上最好、价格最便宜。因此，大力发展混凝土砌块生产，能大幅度地取代粘土砖，从而有效地保护耕地。

二、混凝土砌块的生产能耗低

我国是能源相对贫乏的国家，能源是制约我国经济发展的一个重要因素，解决能源不足的问题必须是开发与节约并重。粘土砖的生产能耗很大，每生产1万块粘土实心砖平均耗标准煤1.3吨，按生产粘土砖4700亿块计，每年全国烧砖耗标准煤约6000万吨。这一能耗约占当年建筑材料生产总能耗的55%，约占当年全国煤炭总产量的5%。仅此一种产品就要耗费国家这样多的能源，这是国家难以长期承受的。随着国家经济建设的发展和人民生活水平的提高，城乡房屋建设及其它工程建设在相当长的时期内有增无减，对墙体材料的需求量越来越大，耗能高的粘土砖必须尽量用耗能低的新墙体材料取代，取代的份额越多越好。

实践表明，能大量取代粘土实心砖又能大幅度节能的新型墙体材料首推混凝土砌块，混凝土砌块兼有的这两个特点在迄今已有的诸种新型墙体材料中还不多见。混凝土砌块的生产能耗主要由混凝土原材料的能耗及砌块加工过程的能耗两部份所组成。前者约占总能耗65%~95%。混凝土的原材料能耗主要是所用水泥的能耗，而水泥在混凝土诸成分中所占份量很少，绝大部份是能耗几乎可以忽略不计的集料（人造轻集料例外）。按每1m³混凝土砌块平均用水泥140kg计，其能耗约22kg标准煤。混凝土砌块加工过程所需能耗，则主要依砌块的养护方式而异：自然养护方式，每1m³砌块约耗标准煤1kg；蒸汽养护方式，每1m³砌块约耗标准煤12kg。总计，每1m³混凝土砌块生产能耗为23kg标准煤（自然养护）或34kg标准煤（蒸汽养护），相当于1m³体积的粘土实心砖的生产能耗平均为91kg标准煤。混凝土砌块比粘土实心砖可节能75%~63%。应该指出，我国各地混凝土砌块多以自然养护方式生产，因此，混凝土砌块取代粘土实心砖的总体节能效果估计为73%左右，节能的幅度相当可观。

三、混凝土砌块能充分利用地方资源和工业废渣

混凝土砌块的原料主要是水泥和集料。这两种原料的资源都很丰富，而且是地方性资源。

就水泥而论，1991年我国地方水泥产量达2亿吨以上。生产混凝土砌块一般对水泥的标号要求不高，325号水泥、425号水泥均可，所有合格的地方水泥都是适用的。地方水泥的发展为大量生产混凝土砌块提供了物资条件，而大量发展混凝土砌块又为地方水泥提供了广阔的市场。

混凝土砌块生产所用的大量集料，主要是遍布各地的碎石、卵石、山砂、河砂以及其它天然轻集料。符合大宗建筑材料就地取材的原则。

生产混凝土砌块还可大量利用许多工业废渣。由于加工混凝土砌块所用的混凝土要求的标号一般不高，在水泥中可以掺用部份有活性的工业废渣作混合材，特别是加工混凝土砌块所用的混凝土的集料，可以大量采用煤渣、自燃煤矸石及其它性能稳定的多种冶金废渣，这对综合利用工业废渣和保护环境有积极的作用。

四、混凝土砌块的用途多、功能好

混凝土砌块由于是可塑的混凝土加工而成，其形状、大小可随模具不同而异，因此它既是一种新型墙体材料，又是一种多用途的新型建筑材料。