

建筑结构新规范系列培训读本

# 砌体结构

## 设计规范理解与应用

唐岱新

龚绍熙

周炳章

编著

唐岱新

主编

QITIJIEGOUSHEJIGUIFANLIJIEYUYINGYONG



中国建筑工业出版社

# 结构



设计知识应用与CAD



建筑结构新规范系列培训读本

# 砌体结构设计规范理解与应用

唐岱新 龚绍熙 周炳章 编著  
唐岱新 主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

砌体结构设计规范理解与应用/唐岱新等编著. —北京: 中国建筑工业出版社, 2002  
(建筑结构新规范系列培训读本)  
ISBN 7-112-05094-4

I. 砌... II. 唐... III. 砌块结构-结构设计-规范-技术培训-教材 IV. TU364

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 026809 号

本书结合新修订的《砌体结构设计规范》GB50003-2001, 介绍现代砌体结构的发展, 正确理解新规范条文修订的依据及其在工程中的应用, 重点介绍砌体结构可靠度调整、砌体局部受压补充规定、砌体结构防裂措施、新增配筋砌块剪力墙中高层结构设计计算方法、新增框支墙梁连续墙梁的简化计算以及新增砌体结构构件抗震设计。贯穿全书体现国家“节土”、“节能”、“利废”的基本国策, 突出介绍混凝土小型空心砌块这一最具竞争力的新型墙体材料。针对几个主要部分进行了规范修订前后的对比分析。在一些章节给出设计计算例题, 以进一步加深对新规范的理解。

建筑结构新规范系列培训读本  
**砌体结构设计规范理解与应用**  
唐岱新 龚绍熙 周炳章 编著  
唐岱新 主编

\*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)  
新华书店经销  
北京云浩印刷有限责任公司印刷

\*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 19 字数: 459 千字  
2002 年 6 月第一版 2002 年 6 月第一次印刷  
印数: 1—10,000 册 定价: 24.00 元

ISBN 7-112-05094-4  
TU·4526 (10708)

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)

本社网址: <http://www.china-abp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

# 前 言

本书结合新修订的《砌体结构设计规范》GB50003-2001 内容介绍现代砌体结构的发展。正确理解新规范条文修订的依据及其在工程中的应用。重点介绍砌体结构可靠度调整、砌体局部受压补充规定、砌体结构防裂措施、新增配筋砌块剪力墙中高层结构设计计算方法、新增框支墙梁和连续墙梁的设计计算以及新增砌体结构构件抗震设计。贯穿全书体现国家“节土”、“节能”、“利废”的基本国策，突出介绍混凝土小型空心砌块这一最具竞争力的新型墙体材料。针对几个主要部分进行了规范修订前后的对比分析。在一些章节通过较多的设计计算例题体现和贯彻新规范规定的意图以进一步加深对新规范的理解。

本书第一章至第八章及第十一章第六节由唐岱新撰写；第九章、第十章、及第十一章第七节由龚绍熙撰写；第十一章第一节至第五节由周炳章撰写。全书由唐岱新主编。

书中错误之处敬希读者批评指正。

# 目 录

<b>第一章 概述</b> .....	1
第一节 我国砌体结构的新发展 .....	1
第二节 国外砌体结构发展现状 .....	3
第三节 砌体结构设计规范的沿革 .....	5
第四节 本书的编写思路和侧重点 .....	6
<b>第二章 砌体材料及其力学性能</b> .....	7
第一节 砌体材料种类和强度等级 .....	7
第二节 砌体分类 .....	14
第三节 砌体的抗压强度平均值 .....	17
第四节 砌体的抗拉、抗弯、抗剪强度平均值 .....	22
第五节 砌体的变形性能 .....	25
<b>第三章 砌体结构可靠度调整</b> .....	30
第一节 GBJ3—88 规范可靠度设计简要回顾 .....	30
第二节 砌体结构可靠度调整的原则与措施 .....	31
第三节 砌体的抗压强度设计值 .....	36
第四节 砌体的轴心抗拉、弯曲抗拉及抗剪强度设计值 .....	38
第五节 灌孔砌块砌体的抗压强度和抗剪强度设计值 .....	39
第六节 新、旧规范单位长度砌体承载力设计比较 .....	40
<b>第四章 无筋砌体受压构件及受剪构件承载力计算</b> .....	46
第一节 受压短柱 .....	46
第二节 受压长柱 .....	49
第三节 新规范对受压构件计算的修订 .....	53
第四节 偏压构件计算方法的讨论 .....	60
第五节 双向偏压构件 .....	61
第六节 砌体受剪构件承载力计算 .....	63
<b>第五章 砌体结构局部受压计算</b> .....	68
第一节 砌体截面局部均匀受压 .....	68
第二节 梁端有效支承长度 .....	73
第三节 梁端砌体局部受压 .....	76

第四节	刚性垫块下砌体局部受压	81
第五节	柔性垫梁下砌体局部受压	84
第六节	墙体对梁端的约束	88
<b>第六章</b>	<b>砌体结构的构造要求</b>	<b>91</b>
第一节	墙、柱高厚比验算	91
第二节	一般构造要求	99
第三节	砌体结构变形裂缝产生机理和形态	102
第四节	变形裂缝的试验研究	106
第五节	防止墙体裂缝的主要措施	112
第六节	墙体控制缝对抗侧刚度的影响	115
<b>第七章</b>	<b>配筋砌体构件</b>	<b>118</b>
第一节	网状配筋砖砌体构件	118
第二节	组合砖砌体构件	123
第三节	砖砌体和钢筋混凝土构造柱组合墙	131
第四节	配筋砌块砌体构件	134
第五节	配筋砌块砌体剪力墙的构造	146
第六节	配筋砌块砌体构件计算例题	149
<b>第八章</b>	<b>砌体房屋的静力计算</b>	<b>152</b>
第一节	砌体房屋的空间工作与静力计算方案	152
第二节	单层刚弹性房屋的计算	156
第三节	多层刚弹性房屋的计算	157
第四节	上柔下刚多层房屋的计算方法	160
第五节	上刚下柔多层房屋的静力计算方法	162
第六节	横墙刚度的要求与计算	163
<b>第九章</b>	<b>墙梁设计</b>	<b>165</b>
第一节	墙梁设计方法综述	165
第二节	墙梁的受力性能及破坏形态	167
第三节	墙梁设计的一般规定	174
第四节	简支墙梁的设计	177
第五节	连续墙梁和框支墙梁设计	192
第六节	构造要求	211
<b>第十章</b>	<b>圈梁、过梁和挑梁设计</b>	<b>214</b>
第一节	圈梁	214
第二节	过梁	216
第三节	挑梁	221

第十一章	砌体结构抗震设计	232
第一节	一般规定	233
第二节	多层砖砌体房屋	237
第三节	多层砌块房屋	246
第四节	底部框架—抗震墙房屋	256
第五节	内框架房屋	259
第六节	配筋砌块砌体剪力墙房屋	261
第七节	框支墙梁房屋	272



# 第一章 概 述

## 第一节 我国砌体结构的新发展

砌体结构是砖砌体、砌块砌体、石砌体建造的结构统称。这些砌体是将粘土砖、各种砌块或石材等块体用砂浆砌筑而成的。由于过去大量应用的是砖砌体和石砌体，所以习惯上称为砖石结构。

众所周知，砖、石是地方材料，用之建造房屋符合“因地制宜、就地取材”的原则。和钢筋混凝土结构相比，可以节约水泥和钢材，降低造价。砖石材料具有良好的耐火性，较好的化学稳定性和大气稳定性。在施工方面，砖石砌体砌筑时不需要特殊的技术设备。此外，砖石砌体特别是砖砌体，具有较好的隔热、隔声性能。

砌体结构的另一个特点是其抗压强度远大于抗拉、抗剪强度，即使砌体强度不是很高，也能具有较高的结构承载力，特别适合于以受压为主构件的应用。由于上述这些特点，砌体结构得到了广泛的应用，不但大量应用于一般工业与民用建筑，而且在高塔、烟囱、料仓、挡墙等构筑物以及桥梁、涵洞、墩台等也有广泛的应用。闻名世界的中国万里长城和埃及金字塔就是古代砌体结构的光辉典范。

砌体结构也存在许多缺点：与其他材料结构相比，砌体的强度较低，因而必须采用较大截面的墙、柱构件，体积大、自重大、材料用量多、运输量也随之增加；砂浆和块材之间的粘结力较弱，因此砌体的抗拉、抗弯和抗剪强度较低，抗震性能差，使砌体结构的应用受到限制；砌体基本上采用手工方式砌筑，劳动量大，生产效率较低。此外，在我国大量采用的粘土砖与农田争地的矛盾十分突出，已经到了政府不得不加大禁用粘土砖力度的程度。

随着科学技术的进步，针对上述种种缺点已经采取各种措施加以克服和改善，古老的砖石结构已经逐步走向现代砌体结构。

砌体结构是我国建筑工程中量大面广的最常用的结构形式，墙体结构中砖石砌体约占95%以上。据了解，目前我国实心粘土砖的年产量已达6000亿块，破坏土地资源数十万亩，十分惊人。砌体材料方面发展必然应考虑“节土”、“节能”、“利废”的基本国策。

为了“节土”、也减轻自重，近期以来各地生产应用了具有不同孔洞形状和不同孔洞率的黏土空心砖，竖向孔洞的空心砖用于承重，新的建材国家标准称为烧结多孔砖，水平孔的空心砖用于框架填充墙或非承重隔墙，新标准称为烧结空心砖。作为近期节土的重要措施，黏土空心砖在各地得到推广应用。采用异形空心砖配钢筋混凝土芯柱可提高砌体抗弯、抗剪能力，适应抗震需要，陕西西安已做了大量工作。此外，已生产出多孔模数砖DM型，对坯体改性，提高孔洞率，提高施工速度已经在哈尔滨节能小区得到应用。

其他非粘土原料制成的砖，例如烧结页岩砖、烧结煤矸石砖、烧结粉煤灰砖等得到生

产和应用，既能利用工业废料，又保护土地资源是砖瓦工业发展的方向。

以硅质材料和石灰为主要原料经蒸压而成的实心砖统称硅酸盐砖，例如蒸压灰砂砖、蒸压粉煤灰砖、炉渣砖、矿渣砖等，均属于“节土”、“利废”的产品，其中蒸压粉煤灰砖、蒸压灰砂砖的强度指标已列入新修订的砌体结构设计规范。

混凝土小型空心砌块已有百余年历史，60~70年代在我国南方广大城乡逐步得到推广应用，取得了显著的社会经济效益。改革开放以来不仅在广大乡镇普及而且在一些大中城市迅速推广，由乡镇推向城市；由南方推向北方；少层推向多层甚至到中高层；从单一功能发展到多功能，例如承重、保温、装饰相结合的砌块。

根据中国建筑砌块协会统计，我国混凝土小砌块年产量1992年为600万 $m^3$ ，1993年达2000万 $m^3$ （折算砖约为140亿块），1998年统计年产量已达3500万 $m^3$ ，各类砌块建筑的总面积达到8000万 $m^2$ 。建筑砌块与砌块建筑不仅具有较好的技术经济效益，而且在节土、节能、利废等方面具有巨大的社会效益和环境效益。

按照有关方面的规划设想，21世纪我国建筑砌块事业要进入成熟发展的阶段，要接近和赶上发达国家的发展水平，包括砌块的生产与建筑砌块的应用两个方面的发展水平，其中最根本的是要提高建筑砌块生产质量与应用技术水平。

1995年颁布实行的《混凝土小型空心砌块建筑技术规程》JGJ/T14—95对全国砌块建筑推广应用起到了推动作用。

1996年全国墙体节能会议重申2000年必须达到50%节能目标，单用红砖是很困难的（例如在哈尔滨要1.2m墙厚），应用砌块复合墙，多功能化（承重、保温、防渗、装饰）前景广阔。

国家对于限制黏土砖应用的力度将进一步加大。2003年全国将有160多个城市列入禁用黏土砖的范围。

混凝土小砌块是新型建材，事实证明它是替代黏土砖最有竞争力的墙体材料。1997年在扬州召开的全国混凝土小砌块应用技术研讨会之后，小砌块应用进入了新的发展阶段，国家建材局将它列为重点发展的产品，各方面的研究和应用加快了步伐。

为适应城市建设需要，各地都在研究砌体用于中高层建筑。沈阳用加强构造柱体系即组合墙结构，在七度区盖8层砖房比钢筋混凝土框架节省投资20%~30%，而且还研究修建了底部框架剪力墙1层托7层组合墙和2层托6层组合墙房屋。1994年编制了《沈阳市钢筋混凝土一砖组合墙结构技术规程》。

徐州市根据约束砌体工作原理，采取砖墙加密构造柱、圈梁的办法，即墙面每1.5~2.5m设柱，每半层设梁对墙面形成很强的约束作用。这种房屋在6度区可建10层、7度区9层、8度区7层。1994年编制了徐州地区《约束砖砌体建筑技术规程》。

兰州市将横墙加密的砖房（横墙间距不大于4.2m而且纵横墙交叉点均设构造柱）与少量的钢筋混凝土剪力墙相结合，提高了房屋的抗震能力在6度区可建10层、7度区9层、8度区8层。并于1995年编制了甘肃省规程《中高层砖墙与混凝土剪力墙组合砌体结构设计施工规程》。

青岛市于1993年公布了《青岛市中高层底部框架砖房抗震设计暂行规定》，是针对7度区底部框架剪力墙1托7、2托6的组合墙房屋。

除了约束砌体外，国内一些科研、教学单位还对配筋砌块砌体剪力墙结构进行了试验

研究并且已有试点建筑建成。

我国在 1983、1986 年广西南宁即已修建配筋砌块 10 层住宅楼和 11 层办公楼试点房屋，当时采用的 MU20 高强砌块是用两次人工投料振捣而成，这种砌块无法大量生产，也无法推广。其后辽宁本溪市用煤矸石混凝土砌块配筋修建了一批 10 层住宅楼。

1997 年根据哈尔滨建筑大学、辽宁省建筑科学研究院等单位做的试验研究，中国建筑东北设计院设计在辽宁盘锦市建成了一栋 15 层配筋砌块剪力墙点式住宅楼，所用砌块是从美国引进的砌块成型机生产的，砌块强度等级达到 MU20。

1998 年上海住宅总公司在上海修建成一栋配筋砌块剪力墙 18 层塔楼，所用砌块也是用美国设备生产 MU20 的砌块，这是我国最高的 18 层砌块高层房屋，而且建在 7 度设防的上海市，其影响和作用都是比较的。

2000 年抚顺也建成一栋 6.6m 大开间 12 层配筋砌块剪力墙板式住宅楼。

砌块中高层、高层房屋在各地市场很明显被开发商看好，上海、沈阳等地正准备修建中高层砌块房。上海为避免城市成为混凝土森林已决定不再建大高层，只批准 12 层左右的中高层，砌块中高层是经济的首选体系。

2001 年阿继集团科技园区（位于哈尔滨先锋路）修建了 12 层配筋砌块房屋，同时一幢 18 层的砌块高层也正在施工中。

## 第二节 国外砌体结构发展现状

在国外，砌体结构和钢结构、钢筋混凝土结构都得到同样的发展。从材料、计算理论、设计方法到工程应用都有不少进展。黏土砖的强度等级高达 100MPa，砂浆的强度等级用到 20MPa。为了得到高抗压强度的砖砌体，还可以在砂浆中掺入有机化合物形成高黏合砂浆，砌体的抗压强度可达 35MPa 以上。用砖石结构承重修建十几层或更高的高层楼房已经不很困难，实际上在一些国家已经建成。

1891 年美国芝加哥建造了一幢 17 层砖房，由于当时的技术条件限制其底层承重墙厚 1.8m。1957 年瑞士苏黎世采用强度 58.8MPa，空心率为 28% 的空心砖建成一幢 19 层塔式住宅，墙厚才 380mm，引起了各国的兴趣和重视。欧美各国加强了对砌体结构材料的研究和生产，在砌体结构的理论研究和设计方法上取得了许多成果，推动了砌体结构的发展。

从材料生产方面看，联合国 1980 年统计，在 70 年代，世界上 50 多个国家每年黏土砖总产量为 1000 亿块（不包括中国），1979 年，欧洲各国产量为 409 亿块，前苏联 470 亿块，亚洲各国 132 亿块，美国 85 亿块。按年人均产量计算，苏联为 170 块，东欧各国 145 块，西欧各国 137 块。中国 1980 年统计全国砖产量为 1566 亿块，近年已达 2100 亿块，人均 200 块左右，是个砖石大国。

意大利 1979 年黏土砖的人均产量 133 块，强度一般达 30~60MPa，空心砖产量占砖总产量的 80%~90%，空心率高达 60%。瑞士空心砖生产占砖总量的 97%，保加利亚占 99%，英国砖的抗压强度达 140MPa，加拿大 80% 的砖强度达 55MPa，高的达 70MPa。法国、比利时、澳大利亚一般达 60MPa，德国黏土砖 20~140MPa，灰砂砖 7~140MPa。美国商品砖强度为 17.2~140MPa，最高 230MPa。

前苏联全国应用空心砖，没有实心砖，新研制的陶土大板强度达 80MPa。

总之，国外砖的强度一般均达 30 ~ 60MPa，而且能生产高于 100MPa 的砖。国外空心砖的重力密度一般为 13kN/m<sup>3</sup>（即容重 1300kg/m<sup>3</sup>），轻的达 6kN/m<sup>3</sup>。

国外采用的砂浆强度也很高，美国标准 ASTM C270 规定的 M、S、N 三类水泥石灰混合砂浆，抗压强度分别为 25.5、20、13.9MPa，德国砂浆为 13.7 ~ 14.1MPa。

美国 Dow 化学公司已生产“Sarabond”高黏结强度的砂浆（掺有聚氯乙烯乳胶）抗压强度可超过 55MPa，用这种砂浆砌筑 41MPa 的砖，其砌体强度可达 34MPa。

总之，国外早在 70 年代砖砌体抗压强度已达 20MPa 以上，已接近或超过普通混凝土强度。

国外砌块生产发展也很快，在一些国家 70 年代砌块产量就接近砖的产量。德国 1970 年生产普通砖 75 亿块，生产砌块相当于砖 74 亿块。英国 1976 年生产砖 60 亿块，砌块 67 亿块，美国 1974 年生产砖 73 亿块，砌块 370 亿块。

国外采用砌体作承重墙建筑了许多高层房屋。1970 年在英国诺丁汉市建成一幢 14 层房屋（内墙 230mm，外墙 270mm）与钢筋混凝土框架相比上部结构造价降低 7.7%。

美国、新西兰等国采用配筋砌体在震区建造高层可达 13 ~ 20 层。如美国丹佛市 17 层的“五月市场”公寓和 20 层的派克兰姆塔楼等，前者高度 50m，墙厚仅 280mm（50MPa 实心粘土砖各厚 82.5mm，内填钢筋混凝土）。

英国利物浦皇家教学医院 10 层职工住宅是欧洲最高的半砖厚（102.5mm）薄壁墙，实际是空腔墙，内外半砖，内叶承重，外叶为白色混凝土面砖。

新西兰允许在震区用配筋砌体建造 7 ~ 12 层的房屋，因为它们在一定范围内与钢筋混凝土框架填充墙相比是具有较好的适用性和经济价值的。

美国加州帕萨迪纳市的希尔顿饭店为 13 层高强混凝土砌块结构，经受圣佛南多大地震完好无损，而毗邻的一幢 10 层钢筋混凝土结构却遭受严重破坏。

国外采用高粘度粘合性高强砂浆或有机化合物树脂砂浆甚至可以对缝砌筑。

在设计理论方面，60 年代以来欧美许多国家逐渐改变长期沿用的按弹性理论的容许应力设计法。英国标准协会 1978 年编制了砌体结构实施规范，意大利砖瓦工业联合会于 1980 年编制承重砖砌体结构设计计算的建议均采用极限状态设计方法。国际建筑研究与文献委员会承重墙工作委员会（CIB.W23）于 1980 年颁发《砌体结构与施工的国际建议》（CIB58），采用了以近似概率理论为基础的安全度准则。ISO/TC179 编制国际砌体结构设计规范，也采用上述安全度准则。

60 年代以来国际上在砌体结构学科方面的交流和合作也逐渐加强，推动了砌体结构的发展。自 1967 年由美国国家科学基金会和美国结构粘土制品协会发起，在美国奥斯汀得克萨斯大学举行第一届国际砖砌体结构会议以来，每 3 年举行一次国际会议，1997 年在上海召开了第 11 届国际砌体结构会议。

国际标准化协会砌体结构委员会 ISO/TC179 于 1981 年成立，下设 SCI、SC2 和 SC3 三个分技术委员会，我国在 1981 年被推选为 SC2 的秘书国。我国负责主编的配筋砌体结构国际规范（ISO9652-3）已经完成，并于 2000 年通过各成员国审查。

### 第三节 砌体结构设计规范的沿革

新中国成立初期，由东北人民政府工业局拟定出砖石结构设计临时标准（1952年），规定结构分析和设计应基于弹性理论和允许荷载。1955年建筑工程部公布了砖石及钢筋混凝土结构临时设计规范，这是参照前苏联破损阶段设计法结合我国情况修订的。1960年和1966年规范修订组提出了砖石结构设计规范草案，这是在前苏联1955年按极限状态设计规范颁布后结合我国实际情况修订的，但没有正式颁布，实际上设计工作是采用前苏联1955年规范。

1973年在大量试验研究和总结建国以来工程实践经验基础上颁布了《砖石结构设计规范》（GBJ3—73）（以下简称73规范），它和钢筋混凝土结构设计规范一样采用了多系数分析，单一安全系数表达的极限状态设计法。在静力计算方案方面首次提出了刚弹性构造方案，考虑了房屋整体空间工作，并对受压构件提出了统一的计算公式。这是根据我国国情，总结自己的工程实践经验的第一本砖石结构设计规范。它的颁布实施对于这一历史时期指导规模宏大的基本建设工作起了良好的作用。

1974年后国家有关部门组织全国一些科研、设计和教学单位，有计划地开展科研工作，取得了大批数据和科研成果，在1988年修订颁布了《砌体结构设计规范》（GBJ3—88）（以下简称88规范）。这本规范的特点是：采用以概率理论为基础的极限状态设计方法，并以分项系数的设计表达式进行计算；补充了混凝土中型、小型砌块房屋的设计；考虑空间整体工作的多层房屋的静力计算方案；增加了考虑组合作用的墙梁和挑梁的设计方法；修改了砌体的基本强度表达式、偏心受压长柱、局部受压和配筋砌体的计算公式等，其中有些内容的研究已达到国际先进水平。

新修订的《砌体结构设计规范》GB 50003—2001（以下简称新规范）已于2002年3月1日正式颁布施行。

这是根据近年来国内科研试验最新成果和国内工程实践经验，参考国际规范以及国外工程经验结合我国经济建设发展需要而修订的。

新规范增加了配筋砌块剪力墙结构以适应城市建筑和节土、节能、墙体改革的需要。使修建中高层乃至高层配筋砌体结构成为可能。规范明确了设计方法、计算公式和构造要求。

补充了连续墙梁、框支墙梁的设计方法，扩大了墙梁结构应用范围，增加了墙梁的抗震设计计算方法。并下大力气提出既反映墙梁工作实质又方便设计人员应用的一整套简化计算公式。

根据《建筑结构可靠度设计统一标准》规定，增补了以重力荷载效应为主的组合表达式，并对砌体结构可靠度作了适当上调。使砌体结构的可靠度水平比88规范大体上增大16%，结构的可靠指标从原来的3.7提高到4.0左右。

根据“抗震规范以体系、作用为主，结构规范以构件设计和具体构造为主”的原则，和多年砌体构件抗震研究成果经申报获得批准，新规范增加了构件抗震设计的内容。特别是配筋砌块剪力墙结构和墙梁结构的抗震设计使新规范形成完整配套的设计方法，方便设计人员应用。

增加了砌体局部受压中刚性垫块的梁端有效支承长度计算方法，完善柔性垫梁局压计算，增加关于梁端约束对砌体结构计算简图影响的考虑。

在砌体结构块材品种方面考虑节土、墙改的需要增加了蒸压灰砂砖、蒸压粉煤灰砖和轻集料混凝土小型砌块砌体的计算指标。

增加了混凝土小型空心砌块灌实砌体的抗压、抗剪强度以及弹性模量的计算指标。

根据国外经验和《砌体工程施工质量验收规范》GB 50203—2002 规定，首次在设计规范中引入施工质量控制等级，将材料分项系数  $\gamma_f$  与施工质量控制等级挂钩，使设计规范的质量控制水平提高了一大步。

增加了无筋砌体双向偏心受压构件的承载力计算方法。

补充了砖砌体和钢筋混凝土构造柱组合墙的设计方法。

修改了砌体沿通缝受剪构件的承载力计算公式。提出了变系数的剪摩理论计算模式，克服原公式的一些缺陷。

在砌体结构构造方面，调整了砌体房屋伸缩缝的最大间距和补充了防止和减轻砌体房屋开裂的构造措施，首次引入了滑动层和控制缝的做法。提高了砌体结构房屋一般构造要求的最低材料强度等级，以增强结构的耐久性。

增加了夹心墙的构造要求。

新规范体现了国内砌体结构最新研究成果，也反映了我国砌体结构发展已进入现代砌体结构的发展阶段。

#### 第四节 本书的编写思路和侧重点

新修订的《砌体结构设计规范》GB 50003—2001 是在原《砌体结构设计规范》GBJ 3—88 基础上修订而成，虽然在设计理论和一些内容上仍然沿用原规范，但是新增加补充、修改了不少内容，淘汰掉现已不用或陈旧内容，比原规范更新、更丰富的多，反映了我国在这个学科领域的进步。

本书拟对新规范各有关章节尽可能较完整系统地加以阐述，对规范规定的主要内容加以理解，并通过例题给以说明和具体应用的示范，特别是一些修订或新增内容的依据尽可能补充一些背景材料。

全书的侧重点主要突出混凝土小型空心砌块和配筋砌体结构的应用。

## 第二章 砌体材料及其力学性能

### 第一节 砌体材料种类和强度等级

本章涉及新规范适用范围。新规范<sup>[2-1]</sup>关于块体材料的名称根据建材国家标准作了一些修改；增加了蒸压灰砂砖、蒸压粉煤灰砖和轻集料混凝土砌块砌体的计算指标；取消不常用的中型空心砌块，空斗墙砌体；对一些材料的最低强度等级作了限制；增加了砌体收缩率的规定。

#### 一、块体材料

砌体结构用的块体材料一般分成天然石材和人工砖石两大类。人工砖石有经过焙烧的烧结普通砖、烧结多孔砖以及不经过焙烧的硅酸盐砖、混凝土小型空心砌块、轻集料混凝土砌块等。但是也不是包括所有的各种块体，对于新规范未包括的或今后新增加的一些材料制作的块体，应在确保其材性指标并通过构件试验确定有关计算指标、满足使用功能和保证耐久性的情况下，可参考应用新规范。

##### 1. 烧结普通砖

以黏土、页岩、煤矸石、粉煤灰为主要原料，经过焙烧而成的实心率和孔洞率不大于15%的砖称为烧结普通砖。其中实心黏土砖是主要品种，是目前应用最广泛的块体材料。其他非黏土原料制成的砖的生产和推广应用，既能利用工业废料，又保护土地资源，是砖瓦工业发展的方向。例如，烧结页岩砖、烧结煤矸石砖、烧结粉煤灰砖等。

烧结普通砖具有全国统一的规格，其尺寸为240mm×115mm×53mm。具有这种尺寸的砖通称“标准砖”。

##### 2. 非烧结硅酸盐砖

以硅质材料和石灰为主要原料压制成型并经高压釜蒸汽养护而成的实心砖统称硅酸盐砖。常用的有蒸压灰砂砖、蒸压粉煤灰砖、炉渣砖、矿渣砖等。其规格尺寸与实心黏土砖相同。

蒸压灰砂砖是以石英砂和石灰为主要原料，也可加入着色剂或掺合料，经坯料制备，压制成型，蒸压养护而成的。用料中石英砂约占80%~90%，石灰约占10%~20%。色泽一般为灰白色。这种砖不能用于温度长期超过200℃、受急冷急热或有酸性介质侵蚀的部位。

蒸压粉煤灰砖又称烟灰砖，是以粉煤灰为主要原料，掺配一定比例的石灰、石膏或其他碱性激发剂，再加入一定量的炉渣或水淬矿渣作骨料，经加水搅拌、消化、轮碾、压制成型、高压蒸汽养护而成的砖。这种砖的抗冻性，长期强度稳定性以及防水性能等均不及黏土砖，可用于一般建筑。

炉渣砖又称煤渣砖，是以炉渣为主要原料，掺配适量的石灰、石膏或其他碱性激发

剂，经加水搅拌、消化、轮碾和蒸压养护而成。这种砖的耐热温度可达 300℃，能基本满足一般建筑的使用要求。

矿渣砖是以未经水淬处理的高炉矿渣为主要原料，掺配一定比例的石灰、粉煤灰或煤渣，经过原料制备、搅拌、消化、轮碾、半干压成型以及蒸汽养护等工序制成的。

以上各种硅酸盐砖均不需焙烧，这类砖不宜用于砌筑炉壁、烟囱之类承受高温的砌体。

尚应指出，制成标准砖尺寸的混凝土砖也属于硅酸盐砖。目前南方一些地方，如湖北、贵州等地常以此砖代替强度等级大于 MU7.5 的烧结普通砖。

### 3. 烧结多孔砖

为了减轻墙体自重，改善砖砌体的技术经济指标，近期以来我国部分地区生产应用了具有不同孔洞形状和不同孔洞率的黏土空心砖。这种砖自重较小，保温隔热性能有了进一步改善，砖的厚度较大，抗弯抗剪能力较强，而且节省砂浆。应该指出，黏土砖生产与农田争地的矛盾日益尖锐，所以，作为近期节土的重要措施，大力推广应用黏土空心砖受到了各方面的重视。

黏土空心砖按其孔洞方向分为竖孔和水平孔两大类，前者用于承重现在称为烧结多孔砖<sup>[2-2]</sup>，后者用于框架填充墙或非承重隔墙现在称为烧结空心砖。

烧结多孔砖的外形尺寸，按 GB 13544—2000 规定长度（ $L$ ）可为 290、240、190mm，宽度（ $B$ ）240、190、180、175、140、115mm，高度（ $H$ ）90mm，不同组合而成。产品还可以有 1/2 长度或 1/2 宽度的配砖，配套使用。有的多孔砖可与烧结普通砖搭配使用。

图 2-1 为部分地区生产的多孔砖规格和孔洞型式。

### 4. 混凝土砌块

砌块是比标准砖尺寸大的块体，用之砌筑砌体可以减轻劳动量和加快施工进度。制作砌块的材料有许多品种：南方地区多用普通混凝土做成空心砌块以解决黏土砖与农田争地的矛盾；北方寒冷地区则多利用浮石、火山渣、陶粒等轻集料做成轻集料混凝土空心砌块，既能保温又能承重，是比较理想的节能墙体材料；此外，利用工业废料加工生产的各种砌块，如粉煤灰砌块、煤矸石砌块、炉渣混凝土砌块、加气混凝土砌块等也因地制宜地得到应用，既能代替黏土砖，又能减少环境污染。

砌块按尺寸大小和重量分成用手工砌筑的小型砌块和采用机械施工的中型和大型砌块。高度为 180~350mm 的块体一般称为小型砌块；高度为 360~900mm 的块体一般称为中型砌块；大型砌块尺寸更大，由于起重设备限制，中型和大型砌块已很少应用。

我国从 70 年代以来，南方各省已经用混凝土小型空心砌块修建了数十万平方米的房屋，获得了丰富的经验。小型砌块的主规格尺寸为 390mm×190mm×190mm，与目前国内普遍采用的尺寸基本一致<sup>[2-3]</sup>。配以必要的辅助规格砌块后，可同时适用于 2M<sub>0</sub> 和 3M<sub>0</sub> 的建筑模数制，使用十分灵活。图 2-2 为这种砌块的主要块型与孔型。壁厚及肋厚采用 25~30mm，孔洞率为 50% 左右。孔洞的型式可以是贯通的，为了铺浆方便也有采用半封底的<sup>[2-4]</sup>。

### 5. 天然石材

天然石材，当重力密度大于 18kN/m<sup>3</sup> 的称为重石（花岗岩、砂岩、石灰石等），重力密度小于 18kN/m<sup>3</sup> 的称为轻石（凝灰岩、贝壳灰岩等）。重石材由于强度大、抗冻性、抗



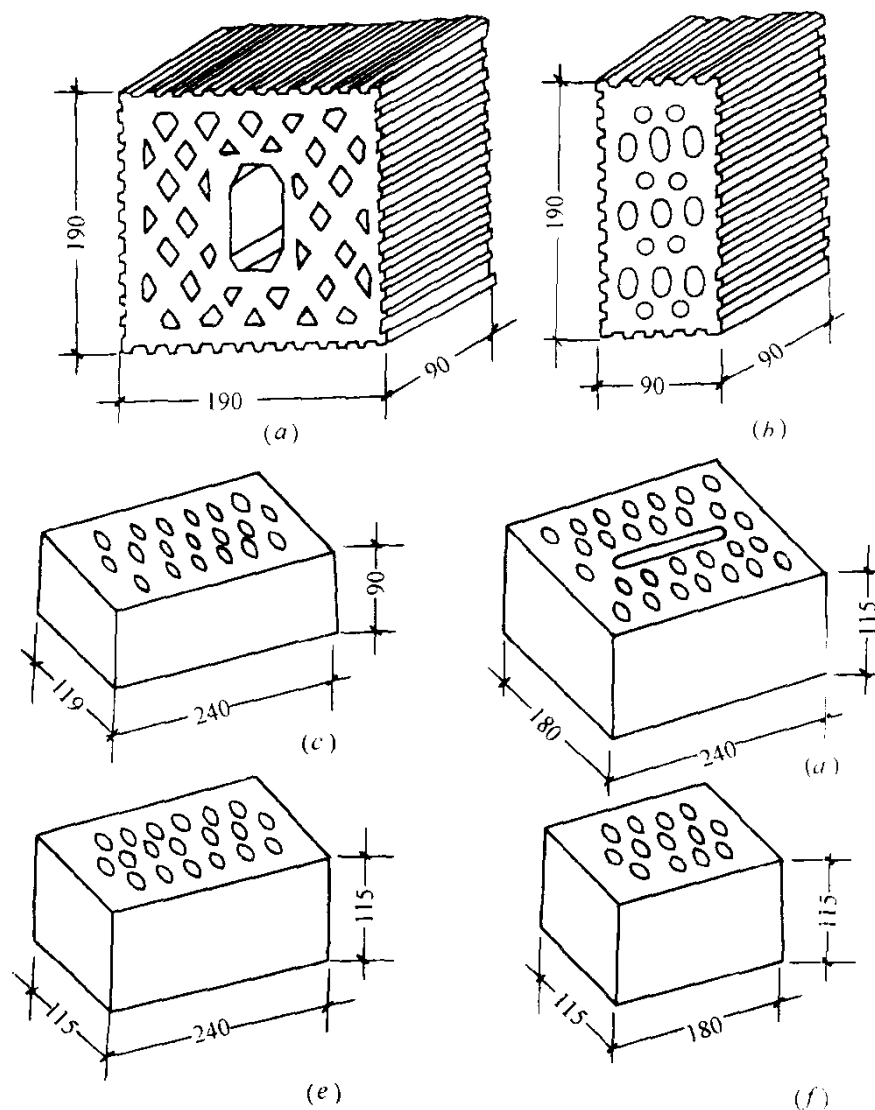


图 2-1 几种多孔砖的规格和孔洞形式

(a) KM1 型; (b) KM1 型配砖; (c) KP1 型; (d) KP2 型;  
(e) (f) KP2 型配砖

水性、抗气性均较好，故通常用于建筑物的基础、挡土墙等，在石材产地也可用于砌筑承重墙体。

天然石材分为料石和毛石两种。料石按其加工后外形的规则程度又分为细料石、半细料石、粗料石和毛料石。毛石是指形状不规则，中部厚度不小于 200mm 的块石。

石砌体中的石材应选用无明显风化的天然石材。

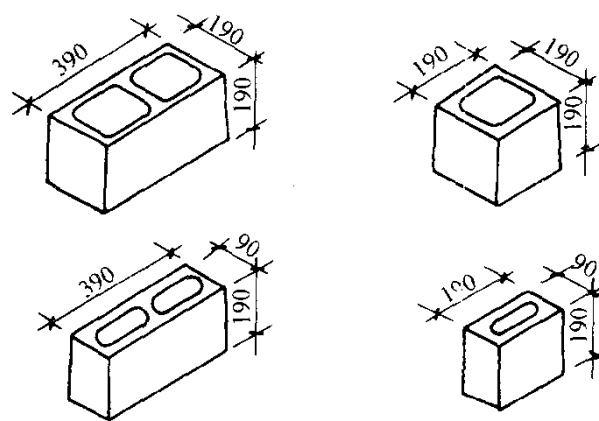


图 2-2 混凝土小型空心砌块块型

## 二、块体的强度等级

块体的强度等级是块体力学性能的基本标志，用符号“MU”表示。块体的强度等级是由标准试验方法得出的块体极限抗压强度按规定的评定方法确定的，单位用“MPa”。烧结普通砖按国家标准《烧结普通砖》GB 5101—1998 规定强度指标见表 2-1。