

高等学校土木工程学科专业指导委员会规划教材
(按高等学校土木工程本科指导性专业规范编写)

砌体结构

(建筑工程专业方向适用)

杨伟军 主编
施楚贤 主审

中国建筑工业出版社

高等学校土木工程学科专业指导委员会规划教材
(按高等学校土木工程本科指导性专业规范编写)

砌 体 结 构

(建筑工程专业方向适用)

杨伟军 主编

施楚贤 主审

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

砌体结构/杨伟军主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2014. 7

高等学校土木工程学科专业指导委员会规划教材(按高等学校土木工程本科指导性专业规范编见), 建筑工程专业方向适用

ISBN 978-7-112-16766-1

I. ①砌… II. ①杨… III. ①砌体结构-高等学校-教材 IV. ①TU36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 079301 号

本书为高等学校土木工程学科专业指导委员会规划教材之一, 根据“高等学校土木工程本科指导性专业规范”、最新的工程建设规范和新修订的“砌体结构”教学大纲编写, 重点论述砌体结构的基本理论和设计方法。全书内容有: 绪论, 砌体材料及其力学性能, 砌体结构的设计原理, 无筋砌体构件承载力计算, 配筋砌体构件承载力计算, 混合结构房屋墙、柱设计, 过梁、墙梁及挑梁的设计, 砌体结构房屋的抗震设计。

本书可作为土木工程专业本科教材, 也可作为土木工程技术人员参考书。

责任编辑: 王 跃 吉万旺

责任设计: 陈 旭

责任校对: 李美娜 陈晶晶

高等学校土木工程学科专业指导委员会规划教材
(按高等学校土木工程本科指导性专业规范编写)

砌 体 结 构

(建筑工程专业方向适用)

杨伟军 主编

施楚贤 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

北京科地亚盟排版公司制版

北京富生印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 13 $\frac{3}{4}$ 字数: 289 千字

2014 年 8 月第一版 2014 年 8 月第一次印刷

定价: 28.00 元

ISBN 978-7-112-16766-1

(25577)

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)

本系列教材编审委员会名单

主 任：李国强

常务副主任：何若全 沈元勤 高延伟

副 主 任：叶列平 郑健龙 高 波 魏庆朝 咸大庆

委 员：（按拼音排序）

陈昌富	陈德伟	丁南宏	高 辉	高 亮	桂 岚
何 川	黄晓明	金伟良	李 诚	李传习	李宏男
李建峰	刘建坤	刘泉声	刘伟军	罗晓辉	沈明荣
宋玉香	王 跃	王连俊	武 贵	肖 宏	许 明
许建聪	徐 蓉	徐秀丽	杨伟军	易思蓉	于安林
岳祖润	赵宪忠				

组 织 单 位：高等学校土木工程学科专业指导委员会
中国建筑工业出版社

出版说明

近年来,高等学校土木工程学科专业教学指导委员会根据其研究、指导、咨询、服务的宗旨,在全国开展了土木工程学科教育教学情况的调研。结果显示,全国土木工程教育情况在2000年以后发生了很大变化,主要表现在:一是教学规模不断扩大,据统计,目前我国有超过400余所院校开设了土木工程专业,有一半以上是2000年以后才开设此专业的,大众化教育面临许多新的形势和任务;二是学生的就业岗位发生了很大变化,土木工程专业本科毕业生中90%以上在施工、监理、管理等部门就业,在高等院校、研究设计单位工作的本科生越来越少;三是由于用人单位性质不同、规模不同、毕业生岗位不同,多样化人才的需求愈加明显。土木工程专业教指委根据教育部印发的《高等学校理工科本科指导性专业规范研制要求》,在住房和城乡建设部的统一部署下,开展了专业规范的研制工作,并于2011年由中国建筑工业出版社正式出版了土建学科各专业第一本专业规范——《高等学校土木工程本科指导性专业规范》。为紧密结合此次专业规范的实施,土木工程专业教指委组织全国优秀作者按照专业规范编写了《高等学校土木工程学科专业指导委员会规划教材(专业基础课)》。本套专业基础课教材共20本,已于2012年底前全部出版。教材的内容满足了建筑工程、道路与桥梁工程、地下工程和铁道工程四个主要专业方向核心知识(专业基础必需知识)的基本需求,为后续专业方向的知识扩展奠定了一个很好的基础。

为更好地宣传、贯彻专业规范精神,土木工程专业教指委组织专家于2012年在全国二十多个省、市开展了专业规范宣讲活动,并组织开展了按照专业规范编写《高等学校土木工程学科专业指导委员会规划教材(专业课)》的工作。教指委安排了叶列平、郑健龙、高波和魏庆朝四位委员分别担任建筑工程、道路与桥梁工程、地下工程和铁道工程四个专业方向教材编写的牵头人。于2012年12月在长沙理工大学召开了本套教材的编写工作会议。会议对主编提交的编写大纲进行了充分的讨论,为与先期出版的专业基础课教材更好地衔接,要求每本教材主编充分了解前期已经出版的20种专业基础课教材的主要内容和特色,与之合理衔接与配套、共同反映专业规范的内涵和实质。此次共规划了四个专业方向29种专业课教材。为保证教材质量,系列教材编审委员会邀请了相关领域专家对每本教材进行审稿。

本系列规划教材贯彻了专业规范的有关要求,对土木工程专业教学的改革和实践具有较强的指导性。在本系列规划教材的编写过程中得到了住房和城乡建设部人事司及主编所在学校和单位的大力支持,在此一并表示感谢。希望使用本系列规划教材的广大读者提出宝贵意见和建议,以便我们在重印再版时得以改进和完善。

高等学校土木工程学科专业指导委员会
中国建筑工业出版社
2014年4月

前 言

本书是高等学校土木工程学科专业指导委员会规划教材之一,根据“高等学校土木工程本科指导性专业规范”、最新的工程建设规范和新修订的“砌体结构”教学大纲编写;重点论述砌体结构的基本理论和设计方法,比较详细地介绍了现行《砌体结构设计规范》GB 50003—2011的有关内容。全书内容包括:绪论,砌体材料及其力学性能,砌体结构的设计原理,无筋砌体构件承载力计算,配筋砌体构件承载力计算,混合结构房屋墙、柱设计,过梁、墙梁及挑梁的设计,砌体结构房屋的抗震设计。

在本书的编写过程中,我们结合多年积累的教学经验,以《高等学校土木工程本科指导性专业规范》为准绳,反映最新规范内容,力求贯彻少而精和理论联系实际的原则,以利于学生的学习及学以致用,我们在文字叙述上尽可能将问题交代清楚,使例题数量尽可能多一些。此外,每章之后附有思考题与习题,可供教学选择、参考。本书除作为全日制本科教材外,还可作为有关工程技术人员参考书。

本书第1章、第3章由长沙理工大学杨伟军编写,第2章、第4章由南京工业大学郭樟根编写,第5章、第6章由长沙理工大学杨春侠编写,第7章、第8章由大连理工大学徐博瀚编写。全书由杨伟军、杨春侠统稿。

湖南大学施楚贤教授审阅了全书,并提出宝贵意见,在此表示衷心的感谢!

限于编者水平,书中难免有不妥之处,恳请有关专家和广大读者批评指正。

编者
2014年1月

高等学校土木工程学科专业指导委员会规划教材(专业基础课)

(按高等学校土木工程本科指导性专业规范编写)

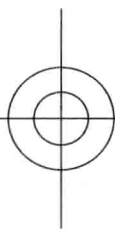
征订号	书 名	定价	作 者	备 注
V21081	高等学校土木工程本科指导性专业规范	21.00	高等学校 土木工程 学科指导 委员会	
V20707	土木工程概论(赠送课件)	23.00	周新刚	土建学科专业“十二五”规划教材
V22994	土木工程制图(含习题集、赠送课件)	68.00	何培斌	土建学科专业“十二五”规划教材
V20628	土木工程测量(赠送课件)	45.00	王国辉	土建学科专业“十二五”规划教材
V21517	土木工程材料(赠送课件)	36.00	白宪臣	土建学科专业“十二五”规划教材
V20689	土木工程试验(含光盘)	32.00	宋 彧	土建学科专业“十二五”规划教材
V19954	理论力学(含光盘)	45.00	韦 林	土建学科专业“十二五”规划教材
V20630	材料力学(赠送课件)	35.00	曲淑英	土建学科专业“十二五”规划教材
V21529	结构力学(赠送课件)	45.00	祁 皓	土建学科专业“十二五”规划教材
V20619	流体力学(赠送课件)	28.00	张维佳	土建学科专业“十二五”规划教材
V23002	土力学(赠送课件)	39.00	王成华	土建学科专业“十二五”规划教材
V22611	基础工程(赠送课件)	45.00	张四平	土建学科专业“十二五”规划教材
V22992	工程地质(赠送课件)	35.00	王桂林	土建学科专业“十二五”规划教材
V22183	工程荷载与可靠度设计原理(赠送课件)	28.00	白国良	土建学科专业“十二五”规划教材
V23001	混凝土结构基本原理(赠送课件)	45.00	朱彦鹏	土建学科专业“十二五”规划教材
V20828	钢结构基本原理(赠送课件)	40.00	何若全	土建学科专业“十二五”规划教材
V20827	土木工程施工技术(赠送课件)	35.00	李慧民	土建学科专业“十二五”规划教材
V20666	土木工程施工组织(赠送课件)	25.00	赵 平	土建学科专业“十二五”规划教材
V20813	建设工程项目管理(赠送课件)	36.00	臧秀平	土建学科专业“十二五”规划教材
V21249	建设工程法规(赠送课件)	36.00	李永福	土建学科专业“十二五”规划教材
V20814	建设工程经济(赠送课件)	30.00	刘亚臣	土建学科专业“十二五”规划教材

目 录

第 1 章 绪论	1	2.4.1 轴心受拉破坏、受弯、受剪 破坏形态	21
本章知识点	1	2.4.2 轴心抗拉、抗弯、抗剪强度 平均值	22
1.1 砌体结构发展	1	2.5 砌体的变形性能及有关性能	23
1.2 砌体结构的优缺点及其应用	4	思考题	25
1.2.1 砌体结构的优缺点	4	第 3 章 砌体结构的设计原理	27
1.2.2 砌体结构的应用	5	本章知识点	27
1.3 现代砌体结构的发展及其 特点	6	3.1 砌体结构可靠度设计方法的 发展	27
1.3.1 墙体材料的高强轻质和 优良的建筑性能	6	3.2 概率极限状态设计法在 砌体结构中的应用	28
1.3.2 结构性能的大大改善和 混凝土砌体的发展	6	3.3 砌体强度设计值	31
1.3.3 工业化、机械化	7	3.4 砌体结构的耐久性	36
1.3.4 混凝土小型空心砌块的 发展	7	3.4.1 影响砌体结构耐久性的 主要因素	36
1.3.5 应用方面	8	3.4.2 砌体结构耐久性设计	37
思考题	9	思考题	40
第 2 章 砌体材料及砌体的力学 性能	10	第 4 章 无筋砌体构件的承载力 计算	41
本章知识点	10	本章知识点	41
2.1 砌体材料	10	4.1 受压构件	41
2.1.1 块体及其强度等级	10	4.1.1 受压构件应力分析	41
2.1.2 砂浆及其强度等级	13	4.1.2 偏心影响系数	42
2.1.3 灌孔混凝土	13	4.1.3 稳定影响系数	43
2.1.4 块体和砂浆的选择	14	4.1.4 受压承载力计算	43
2.2 砌体种类	14	4.1.5 计算示例	48
2.3 砌体的受压性能及抗压 强度	17	4.2 砌体局部受压	52
2.3.1 砌体的受压性能	17	4.2.1 砌体局部受压特点及破坏 特征	52
2.3.2 砌体抗压强度平均值	19	4.2.2 局部均匀受压	53
2.4 砌体的轴心抗拉、弯曲抗拉 和抗剪强度	21		

4.2.3 梁端支承处砌体局部非 均匀受压	54	6.1.2 纵墙承重方案	90
4.2.4 梁端设有刚性垫块的砌体 局部受压	56	6.1.3 纵横墙承重方案	91
4.2.5 梁端下设有长度大于 πh_0 垫梁时(砌体)的局部受压	58	6.1.4 底层框架承重方案	91
4.2.6 计算示例	59	6.2 房屋的静力计算	92
4.3 轴心受拉、受弯、受剪构件	62	6.2.1 房屋的静力计算方案	92
4.3.1 轴心受拉	62	6.2.2 房屋静力计算	96
4.3.2 受弯构件	63	6.2.3 带壁柱墙的计算截面翼缘 宽度 b_f	97
4.3.3 受剪构件	63	6.2.4 计算截面长度	97
4.3.4 计算示例	64	6.3 墙、柱计算高度	98
思考题	65	6.4 墙、柱构造措施	98
习题	66	6.4.1 墙、柱高厚比要求	98
第5章 配筋砌体构件承载力 计算	69	6.4.2 墙、柱的构造要求	102
本章知识点	69	6.4.3 防止或减轻墙体开裂的 主要措施	107
5.1 配筋砖砌体构件	69	6.5 刚性方案房屋墙、柱计算	108
5.1.1 网状配筋砖砌体受压构件	69	6.5.1 单层房屋承重纵墙的计算	108
5.1.2 组合砖砌体构件	72	6.5.2 多层房屋承重纵墙的计算	110
5.1.3 砖砌体和钢筋混凝土构造 柱组合墙	76	6.5.3 多层房屋承重横墙的计算	111
5.2 配筋砌块砌体构件	79	6.5.4 地下室墙的计算	112
5.2.1 正截面受压承载力计算	80	6.6 弹性方案房屋墙、柱计算	137
5.2.2 斜截面受剪承载力计算	82	6.7 刚弹性方案房屋墙、柱计算	139
5.3 配筋砌块砌体剪力墙的 构造	84	6.7.1 单层刚弹性方案房屋	139
思考题	88	6.7.2 上柔下刚多层房屋	141
习题	88	思考题	146
第6章 混合结构房屋墙、柱设计	89	习题	146
本章知识点	89	第7章 过梁、墙梁与挑梁的设计	147
6.1 房屋结构布置	89	本章知识点	147
6.1.1 横墙承重方案	90	7.1 过梁	147
		7.1.1 过梁的类型及应用范围	

.....	147	8.3 多层砌体结构房屋抗震	
7.1.2 过梁上的荷载	148	计算	174
7.1.3 过梁上的承载力计算	148	8.3.1 计算简图	175
7.2 墙梁	150	8.3.2 楼层地震剪力	176
7.2.1 概述	150	8.3.3 楼层地震剪力在墙体中的	
7.2.2 墙梁的受力特点和破坏		分配	177
形态	151	8.3.4 墙体抗震承载力验算	180
7.2.3 墙梁的设计方法	155	8.4 多层砌体房屋抗震构造	
7.3 挑梁	163	措施	188
7.3.1 挑梁的受力性能	163	8.4.1 多层砖砌体房屋抗震	
7.3.2 挑梁的计算	164	构造措施	188
7.3.3 挑梁的构造要求	166	8.4.2 多层砌块房屋抗震构造	
思考题	168	措施	192
习题	168	8.5 底部框架-抗震墙砌体房屋	
第8章 砌体结构房屋的抗震			194
设计	170	8.5.1 结构布置	194
本章知识点	170	8.5.2 抗震设计一般规定	195
8.1 砌体结构房屋的震害	170	8.5.3 抗震设计要点	195
8.2 多层砌体房屋抗震设计		8.5.4 抗震构造措施	199
一般规定	171	8.6 配筋砌块砌体抗震墙设计	
8.2.1 建筑布置和结构体系	171		201
8.2.2 房屋层数和高度的限制	172	8.6.1 抗震设计的一般规定	201
8.2.3 房屋抗震横墙的间距限值	173	8.6.2 抗震设计要点	203
8.2.4 房屋的局部尺寸限值	173	8.6.3 构造措施	205
8.2.5 结构材料的要求	174	思考题	207
		习题	207
		参考文献	210



第1章

绪 论

本章知识点

知识点:

1. 掌握砌体结构的概念。
2. 了解砌体结构的发展史以及国内外研究现状。
3. 了解砌体结构的特点、应用范围以及发展前景。

重点: 砌体结构的优缺点及发展趋势。

1.1 砌体结构发展

砌体结构是砖砌体、砌块砌体、石砌体建造的结构统称。这些砌体是将黏土砖、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。在铁路、公路、桥涵等工程中又称为圬工结构。

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,“秦砖汉瓦”至今亦有一千多年。因此,砌体材料是一种最原始又是最广泛的传统建筑材料,在人类历史上,砌体结构在绝大部分时间,几乎和木结构占据了统治地位。现代砌体结构仍然是最重要的结构类型,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。

早在原始时代,人们就用天然石建造藏身之所,随后逐渐用石块建筑城堡、陵墓或神庙。我国1979年5月在辽宁西部喀喇沁左翼蒙古族自治县东山嘴村发现一处原始社会末期的大型石砌祭坛遗址。1983年以后,又在相距50km的建平、凌源两县交界处牛河梁村发现一座女神庙遗址和数处积石冢群,以及一座类似城堡或方形广场的石砌围墙遗址。经碳十四测定和树轮校正,这些遗址距今已有5000多年历史(人民日报1986年7月25日)。公元前2723年~前2563年间在尼罗河三角洲的吉萨建成的三座大金字塔(图1-1),为精确的正方锥体,其中最大的胡夫金字塔,塔高146.6m,底边长230.60m,约用重25kN的230万块石块砌成。



图 1-1 古埃及金字塔（石砌体）

为椭圆形，长轴 189m、短轴 156.4m。该建筑总高 48.5m，分四层，可容纳观众 5~8 万人。

隋朝（公元 581~618 年）李春建造的河北赵县安济桥，净跨 37.02m，矢高 7.23m，宽 9.6m，距今约有 1400 年的历史，仍完好无损。据考证，该桥是世界上现存最早、跨度最大的一座空腹式石拱桥，无论在材料的使用上，结构受力上，还是在艺术造型上和经济上，都达到了很高的水平。1991 年安济桥被美国土木工程师学会（ASCE）选为第 12 个国际历史上土木工程里程碑。

北宋年间（公元 1055 年），在河北定县建造的料敌塔，高 82m（11 层），为砖楼面和砖砌双层筒体结构，是我国古代保留至今最高的砌体结构。这种筒中筒结构体系，在现代高层建筑中得到了继承和发展。公元 960~1127 年在福建漳州所建虎渡桥，为简支石梁桥，桥面为三根石梁，最大跨径达 23m，梁宽 1.9m，厚约 1.7m，每根梁重达 2000kN。

明代（公元 1368~1644 年）建造的南京灵谷寺无梁殿后走廊，为砖砌穹窿结构，将砖砌体直接用于房屋建筑中，使抗拉承载力低的砌体结构能跨越较大的空间。

中世纪在欧洲用砖砌筑的拱、券、穹窿和圆顶等结构也得到很大发展。如公元 532~537 年建于君士坦丁堡的圣索菲亚教堂为砖砌大跨结构，东西向长 77m，南北向长 71.7m，正中是直径 32.6m、高 15m 的穹顶，全部用砖砌成。图 1-2 为近代采用砖砌体建于西班牙马德里的无梁殿建筑。



图 1-2 建于西班牙马德里的无梁殿（砖砌体）

19 世纪中叶至新中国成立前，在大约 100 年的时期内，由于水泥的发明，砂浆强度的提高，促进了砖砌体结构的发展，我国广泛采用承重砖墙，但砌体材料仍主要是黏土砖。在这个时期，砌体结构的设计是采用容许应力法粗略进行估算，对砌体结构的静力分析尚缺乏较正确的理论依据。

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。

我国自新中国成立以来,砌体结构得到迅速发展,取得了显著的成绩。20世纪50年代,主要是学习苏联在砖石结构方面的设计和施工经验,在大规模的基本建设中,采用了苏联的砖石结构设计规范。在这个时期,也采用了一些新材料、新结构和新技术。在新材料方面,采用了硅酸盐和泡沫硅酸盐砌块、混凝土空心砌块、混凝土多孔砖以及各种承重和非承重的空心砖。在新结构方面,曾研究和建造各种形式的砖薄壳。在新技术方面,采用振动砖板墙及各种配筋砌体,包括预应力空心砖楼板等。

砌体结构的发展进程可归纳为:原始时代的用于藏身的石结构;古代的寺院、佛塔、陵墓和神庙等类建筑结构;古代用于军事的城堡、城墙和要塞以及地位象征的宫殿、达官贵人的娱乐场所和纪念性建筑;大型工程构筑物;近代的公共建筑;民用建筑和工业建筑;现代砌体(新型墙体材料、构造柱砌体、配筋砌体等结构)。

20世纪60年代到70年代初,我国开展了有关砌体结构的试验和理论研究。根据大量的砌体结构试验资料和调研制定了适合我国国情的《砖石结构设计规范》GBJ3—73,提出了多系数分析、单系数表达的半经验半概率的极限状态设计方法。

20世纪70年代初到80年代,在我国砌体结构科研及设计人员的努力下,又完成了许多砌体结构的专题研究,总结了一套具有我国特色、比较先进的砌体结构设计理论、计算方法和应用经验,并制定了适合我国国情的新的《砌体结构设计规范》GBJ3—88。该规范在采用以概率理论为基础的极限状态设计方法,多层砌体结构中考虑房屋的空间工作,以及考虑墙体和梁的共同工作设计墙梁等方面已达到世界先进水平。

进入21世纪,我国在砌体结构基本理论与设计方法、结构可靠度与荷载分析、新型结构的开发、结构抗震研究、有限元方法及电子计算机在砌体结构分析中的应用等方面取得了一大批新的科研成果和丰富的工程建设经验。于1998年到2001年对《砌体结构设计规范》GBJ3—88进行了全面的修订,在2002年3月1日颁布施行了《砌体结构设计规范》GB50003—2001。在2001版规范中明确了工程设计人员必须遵守的强制性条文,为设计人员在坚持原则的情况下创造性地、灵活地使用规范提供了条件;在砌体材料方面引入了蒸压灰砂砖、蒸压粉煤灰砖、轻骨料混凝土砌块及混凝土小型空心砌块灌孔等新型砌体的计算指标;补充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调整,引进了与砌体结构可靠度有关的砌体施工质量等级;在构件设计与计算上,增加了无筋砌体构件双向偏心受压的计算方法,补充了刚性垫块上局部受压的计算及跨度大于等于9m的梁在支座

处约束弯矩的分析方法,修改了砌体沿通缝受剪构件计算方法,补充了连续墙梁、框支墙梁及砖砌体和混凝土构造柱组合墙的设计方法,增加了配筋砌块砌体剪力墙结构和砌体结构构件的抗震设计方法;在墙体构造方面,依据建筑节能要求,增加了砌体夹心墙的构造措施,依据住房商品化要求,较大地加强了砌体结构房屋的抗裂措施,特别是对新型墙材砌体结构的防裂、抗裂构造措施。

最新实施的《砌体结构设计规范》GB 50003—2011(以下简称《规范》)继续采用与《砌体结构设计规范》GB 50003—2001一样的以概率理论为基础的极限状态设计方法,增加了适应节能减排、墙材革新要求,成熟可行的新型砌体材料,并提出相应的设计方法;根据试验研究,修订了部分砌体强度的取值方法,对砌体强度调整系数进行了简化;增加了提高砌体耐久性的有关规定;完善了砌体结构的构造要求;针对新型砌体材料墙体存在的裂缝问题,增补了防止或减轻因材料变形而引起墙体开裂的措施;完善和补充了夹心墙设计的构造要求;补充了砌体组合墙平面外偏心受压计算方法;扩大了配筋砌块砌体结构的应用范围,增加了框支配筋砌块剪力墙房屋的设计规定;根据地震震害,结合砌体结构特点,完善了砌体结构的抗震设计方法,补充了框架填充墙的抗震设计方法。《规范》吸收了我国最新的科研成果和丰富的工程实践经验,它的实施必将对工程设计水平的进一步提高起到积极的作用。

1.2 砌体结构的优缺点及其应用

1.2.1 砌体结构的优缺点

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。砌体结构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,又具有较好的保温隔热和隔声性能,易满足建筑功能要求。在施工方面,砌体砌筑时不需要特殊的技术设备,施工工艺单一、方便,新砌砌体可承受一定的荷载,可连续施工,在寒冷地区可用冻结法施工。砌体建筑作为凝固的艺术,承载着大量而丰富的历史信息,是铭刻一个民族历史的丰碑,适合建造纪念性建筑。由于其优良的围护功能,是围护结构的最合适选择。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。

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、抗弯和抗剪承载力较低,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，在我国大量采用的黏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黏土砖力度的程度。

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。

1.2.2 砌体结构的应用

砌体材料是一种最原始又是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。

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。

据估计，我国 1980 年砖的年产量为 1600 亿块，1996 年增至 6200 亿块，为世界其他国家砖年产量的总和，全国基建中 90% 以上的墙体采用砌体材料。我国已从过去用砖石建造低矮的民房，发展到现在建造大量的多层住宅、办公楼等民用建筑和中小型单层工业厂房、多层轻工业厂房以及影剧院、食堂、仓库等建筑。

砌体结构受压承载力较高，因此，它最适用于受压构件，如混合结构房屋中的竖向承重构件（墙和柱）。目前，5 层以内的办公楼、教学楼、试验楼，7 层以内的住宅、旅馆采用砌体作为竖向承重结构已很普遍。在非抗震设防区，8~9 层的砖楼房也为数不少。在中小型工业厂房和农村居住建筑中，也可用砌体作围护或承重结构。

砌体结构抗弯、抗拉性能较差，一般不宜作为受拉或受弯构件。当弯矩、剪力或拉力较小时，仍可酌情采用，如跨度较小（1.5m 以内）的门窗过梁可采用砌体结构。如采用配筋砌体或与钢筋混凝土形成组合构件，则承载力较高，可跨越较大的空间。

工业中的一些特殊结构，如小型管道支架、料仓、高度在 60m 以内的烟囱、小型水池；在交通土建方面，如拱桥、隧道、地下渠道、涵洞、挡土墙；在水利建设方面，如小型水坝、水闸、堰和渡槽支架等，也常用砌体结构建造。

在地震设防区建造砌体结构房屋，除进行抗震计算、保证施工质量外，应采取一定的抗震构造措施。设置钢筋混凝土构造柱和圈梁等采取适当的构造措施，可有效地提高砌体结构房屋的抗震性能。震害调查和抗震研究表明，抗震设防烈度在 6 度以下的地区，一般的砌体结构房屋能经受地震的考验；若按抗震设计要求进行处理，完全可在 7 度和 8 度设防区建造砌体结构房屋。

1.3 现代砌体结构的发展及其特点

古老的砖石结构由于块材品种少、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40多年来,砌体结构的发展使它焕发出新的活力,也形成了近代砌体结构的特点,归纳起来主要有以下几个方面。

1.3.1 墙体材料的高强轻质和优良的建筑性能

近代砌体结构采用高强度、大尺寸、高孔洞率的块材,不仅可以节省原材料、减轻结构自重、改善抗震性能、提高施工效率、扩大砌体结构的应用范围,还可以使砌体在保温、隔热、隔声、防火和建筑节能等方面优于其他结构材料。国外砖的抗压强度一般约为 $30\sim 60\text{MPa}$,最高可达 230MPa ,而承重块材的空洞率一般为 $25\%\sim 40\%$,高的可达 60% 。空心砖的重力密度一般为 13kN/m^3 ,轻的达 7.3kN/m^3 。由于重量减轻,砖的尺寸可以做得大一些,因而节省劳动,减少灰缝,更加改善了结构性能。花色繁多的块材类型满足了近代砌体结构在结构和建筑上的各种要求。例如配筋砌体的要求、保温的要求、外墙装饰的要求。

砌体砂浆是影响砌体强度和整体性的一个重要因素,国内外对影响砂浆性能的因素做了很多研究工作,特别是在提高砂浆粘结能力方面下了不少功夫。美国ASTMC270规定的M、S和N三类水泥石灰混合砂浆,抗压强度分别为 25.5MPa 、 20MPa 和 13.8MPa 。美国还对已使用的高粘结性砂浆,要求其最低抗压强度不低于 42MPa ,抗拉强度不低于 5.3MPa 。由于砖和砂浆材料性能的改善,砌体的抗压强度大大提高。美国砖砌体的抗压强度为 $17.2\sim 44.8\text{MPa}$,已接近或超过普通强度等级的混凝土强度。

我国目前大量生产的块材和砂浆强度还较低,但新的材料和砌体规范已在逐步淘汰低强度等级,增加高强度等级的砌体。

推广黏土空心砖和各种空心砌块是节土、节能、减轻结构自重的有效途径。据江苏省的调查,生产空心砖比实心砖节约土源 $20\%\sim 30\%$,节约燃料 $30\%\sim 40\%$;采用空心砖,结构自重可减轻 $20\%\sim 30\%$,加快施工进度约 20% ,节约运输费用约 20% 。

1.3.2 结构性能的大大改善和混凝土砌体的发展

传统的砌体结构不仅承载力低,而且整体性差、拉弯剪强度相当低、抗震性能差,这些不足限制了砌体结构的应用。近代砌体结构在结构性能方面作了较大的改善。

改善砌体结构抗震性能最简单有效的措施是设置混凝土圈梁和构造柱,这已在历次地震中、试验和理论分析中得到验证。我国砌体和抗震规范对圈梁和构造柱的设置要求均作了详细规定。

无筋砌体的抗弯、抗拉和抗剪强度要大大低于其抗压强度，这在很大程度上限制了砌体结构的应用范围。为此，多年来国内外致力于配筋砌体的研究，并已取得了很大进展。在**高强空心砖或空心砌块**内配置竖向和水平钢筋，并灌注砂浆或混凝土，或在墙中间设置钢筋砂浆或钢筋混凝土夹层，可以大大提高墙体的抗弯、抗剪能力和延性。近代，配筋砌体结构已得到广泛的应用。

预应力砌体结构与配筋砌体一样，能改善结构的性能，而且预应力砌体结构后张法施工简单，预应力损失较预应力混凝土中钢筋的预应力损失小。

以结构而言实际上砌体结构已经发展成为混凝土砌体结构，这从上面三点可看出。因而，它的许多原理、分析手段、方法与混凝土结构有关。

1.3.3 工业化、机械化

大量非黏土制品的应用提高了建筑业工业化程度。

采用大型墙板作为承重的内墙和悬挂的外墙，以及采用各种轻质板材作隔墙，可减轻砌筑墙体繁重的体力劳动，加快建设速度，是提高建筑业机械化和工业化施工的途径。我国在这方面已做了不少工作，在南宁、唐山、湘潭等地建造了一批单层和多层的大板建筑。

在城市建设中，利用工业废料，如粉煤灰和炉渣，制作硅酸盐砖或加气硅酸盐砌块及煤渣混凝土砌块。这样，既可处理城市中的部分工业废料，又可缓和烧砖与农争地的矛盾。特别是对于土层薄、缺乏黏土资源的地区更是具有重要意义。

1.3.4 混凝土小型空心砌块的发展

混凝土小型空心砌块已有百余年历史，20世纪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；低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 ，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/T 14—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，因此，