

高等学校新体系土木工程系列教材

砌体结构

荀 勇 主 编
薛 刚 于俊荣 副主编

高等教育出版社

014054797

TU36-43
16

高等学校新体系土木工程系列教材

砌体结构

Qiti Jiegou

荀勇 主编
薛刚 于俊荣 副主编



王 荀 主编

薛 刚 副主编

于 俊 副主编

于 俊 副主编

咨询电话 400-810-0308
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landinfo.com.cn>
<http://www.landinfo.com.cn>
2014年7月第1版
2014年7月第1次印刷
12.60元

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德胜大街甲7号
邮政编码 100120
印 刷 河北新华第一印刷厂
开 本 787mm × 1025mm 1/16
印 张 11.5
字 数 310千字
定 价 12.60元

TU 36-43

高等教育出版社·北京



北航 C1740726

01020127

内容提要

本书是新体系土木工程系列教材之一, 根据高等学校土木工程学科专业指导委员会 2011 年编制的《高等学校土木工程本科指导性专业规范》编写而成。本书既纳入了目前砌体结构的最新发展动态和技术成果, 又体现了深入浅出、循序渐进的教学要求。

本书共分 7 章, 内容包括绪论, 砌体材料、种类和力学性能, 无筋砌体构件, 配筋砌体构件, 混合结构房屋的砌体结构设计, 砌体结构墙体中的过梁、墙梁、挑梁、圈梁, 砌体结构的墙体设计。每章均设有学习目标、本章小结、思考题和习题等内容。

本书可作为高等学校土木工程专业教材, 也可作为相关专业学生学习砌体结构知识的参考教材, 还可作为工程技术人员的参考书。

砌体结构

图书在版编目 (CIP) 数据

砌体结构 / 荀勇主编. —北京: 高等教育出版社, 2014. 7

高等学校新体系土木工程系列教材
ISBN 978 - 7 - 04 - 040120 - 2

I. ①砌… II. ①荀… III. ①砌体结构-高等学校-教材 IV. ①TU209

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 128783 号



策划编辑 水渊
插图绘制 杜晓丹

责任编辑 水渊
责任校对 窦丽娜

封面设计 李卫青
责任印制 韩刚

版式设计 王艳红

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100120
印 刷 河北新华第一印刷有限责任公司
开 本 787mm × 1092mm 1/16
印 张 9.5
字 数 220 千字
购书热线 010 - 58581118

咨询电话 400 - 810 - 0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
版 次 2014 年 7 月第 1 版
印 次 2014 年 7 月第 1 次印刷
定 价 15.60 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物料号 40120 - 00

序

随着高等学校土木工程学科专业指导委员会 2011 年编制的《高等学校土木工程本科指导性专业规范》的实施,同时,为及时将各高校精品课程建设与教学改革成果吸收固化到教材中去,向高校土木工程专业人才培养提供优质教学资源,高等教育出版社于 2012 年 8 月在桂林组织召开了“新体系土木工程系列教材组稿会”,邀请到西安建筑科技大学、西安交通大学、兰州理工大学、沈阳建筑大学、长沙理工大学、石家庄铁道大学等近 20 所高校的专家和教师参加了会议。

会上交流研讨了《高等学校土木工程本科指导性专业规范》的实施经验和新体系土木工程专业系列教材的编写原则与特色:以行业企业需求为导向,以工程实际为背景,以工程技术为主线,着力提升学生的工程素养,培养学生的工程实践能力、工程设计能力和工程创新能力。对系列教材的出版达成一致意见,希望通过各高校与我社的共同努力,出版一套符合新的专业规范,新体系的偏向“大土木”的系列化教材,更好地满足高校土木工程专业课程教学需求,对土木工程专业教材建设、资源建设起到积极的推动作用。

本系列教材的编写经过了编委会的审阅,以求教材质量更臻完善。如有疏漏之处,恳请读者批评指正!

高等教育出版社
建筑与力学分社
2013 年 9 月

前 言

本书以现行的《砌体结构设计规范》(GB 50003—2011)为依据,以《高等学校土木工程本科指导性专业规范》中有关砌体结构教学要求为基准,充分考虑土木工程专业理论和实践相结合的要求,在阐述砌体结构基本原理和设计方法之后,增设了砌体结构设计实例等相关内容。

在编写过程中,编者力求内容精练、概念清楚、重点突出、易学易懂。书中既纳入了目前砌体结构的最新发展动态和技术成果,又体现深入浅出、循序渐进的教学要求。书中各章设有学习目标、本章小结、思考题和习题等内容。全书共分7章,不含砌体结构抗震设计内容,建议该内容纳入工程抗震课程中。

本书第1章和第2章由荀勇编写,第3章和第5章由于俊荣编写,第4章由薛刚编写,第6章由郭光玲编写,第7章由李年维编写。全书由荀勇教授统稿和整理,薛刚教授对各章内容提出了详细的修改意见,刘照球博士(副教授)和潘永灿副教授协助荀勇教授做了大量的修改工作,徐业辉硕士为本书插图和文字校对等工作付出了辛勤劳动。在此表示感谢!

本书承蒙哈尔滨工业大学唐岱新教授审阅,并提出宝贵建议,谨此致谢。

由于编者水平有限,书中不妥和疏漏在所难免,敬请各位读者批评指正。

编 者

2013年12月13日

目 录

第1章 绪论	1
学习目标	1
1.1 砌体结构的发展简史	1
1.2 国内外砌体结构发展现状	2
1.2.1 国外砌体结构的发展和应	2
1.2.2 国内砌体结构的发展和应	3
1.2.3 我国砌体结构设计规范的发	5
1.3 砌体结构的特点及应用范围	6
1.3.1 砌体结构的特点	6
1.3.2 砌体结构的应用范围	6
1.4 砌体结构的发展展望	6
本章小结	7
思考题	7
第2章 砌体材料、种类和力学性能	8
学习目标	8
2.1 砌体材料	8
2.1.1 块体	8
2.1.2 砂浆	11
2.2 砌体的种类	12
2.2.1 无筋砌体	12
2.2.2 配筋砌体	13
2.3 砌体的受压	14
2.3.1 砌体受压破坏特征	14
2.3.2 影响砌体抗压强度的因素	16
2.3.3 砌体的抗压强度	16
2.4 砌体的受拉、受弯和受剪	17
2.4.1 砌体的轴心受拉	17
2.4.2 砌体的弯曲受拉	18
2.4.3 砌体的受剪	18
2.5 砌体的变形和其他性能	20
2.5.1 短期一次荷载下的应力-应	20
应变曲线	20

2.5.2 砌体的弹性模量	20
2.5.3 砌体的切变模量	21
2.5.4 砌体的线膨胀系数、收缩率	
和摩擦系数	21
本章小结	22
思考题	22
习题	23
第3章 无筋砌体构件	24
学习目标	24
3.1 以概率论为基础的极限状态	
设计方法	24
3.1.1 极限状态设计法	24
3.1.2 砌体的标准值和设计值	26
3.2 受压构件	30
3.2.1 概述	30
3.2.2 受压短柱承载力	34
3.2.3 受压长柱承载力	35
3.2.4 计算示例	36
3.3 局部受压	38
3.3.1 局部均匀受压	39
3.3.2 梁端支承处砌体局部受压	40
3.3.3 梁端刚性垫块下砌体局部	
受压	41
3.3.4 梁端垫梁下砌体局部受压	42
3.4 受拉、受弯、受剪构件	45
3.4.1 受拉构件	45
3.4.2 受弯构件	46
3.4.3 受剪构件	47
本章小结	48
思考题	48
习题	48

第4章 配筋砌体构件	51	5.1.2 承重墙体的布置	71
学习目标	51	5.2 房屋的静力计算方案	74
4.1 网状配筋砖砌体构件	51	5.2.1 房屋的空间工作性能	74
4.1.1 网状配筋砖砌体构件的 受力特点与破坏特征	51	5.2.2 房屋静力计算方案的分类	76
4.1.2 网状配筋砖砌体受压构件 承载力计算	52	5.2.3 静力计算方案的确定	76
4.1.3 网状配筋砖砌体构件的 构造要求	54	5.3 刚性方案房屋的计算	77
4.2 组合砖砌体构件	56	5.3.1 单层刚性方案房屋承重墙、 柱设计计算	77
4.2.1 组合砖砌体轴心受压构件	56	5.3.2 多层刚性方案房屋的计算	79
4.2.2 组合砖砌体偏心受压构件	58	5.4 弹性方案房屋的计算	84
4.2.3 组合砖砌体受压构件的 构造要求	59	5.5 刚弹性方案房屋的计算	86
4.3 砖砌体和钢筋混凝土构造柱 组合墙	62	5.5.1 刚弹性方案单层房屋的计算	86
4.3.1 组合墙受力性能	62	5.5.2 刚弹性方案多层房屋的计算	88
4.3.2 组合墙的受压承载力计算	63	本章小结	94
4.3.3 组合墙的构造要求	63	思考题	95
4.4 配筋砌块砌体构件	64	习题	95
4.4.1 轴心受压配筋砌块砌体 正截面承载力计算	64	第6章 砌体结构墙体中的过梁、墙梁、 挑梁、圈梁	97
4.4.2 偏心受压配筋砌块砌体 正截面承载力计算	64	学习目标	97
4.4.3 配筋砌块砌体构件斜截面 受剪承载力计算	66	6.1 过梁	97
4.4.4 配筋砌块砌体构件连梁的 承载力计算	66	6.1.1 过梁的类型及构造要求	97
4.4.5 配筋砌块砌体剪力墙的 构造要求	67	6.1.2 过梁上的荷载	98
本章小结	69	6.1.3 过梁承载力计算	98
思考题	69	6.2 墙梁	101
习题	69	6.2.1 简支墙梁的受力性能和 破坏形态	102
第5章 混合结构房屋的砌体结构 设计	71	6.2.2 框支墙梁的受力性能和 破坏形态	105
学习目标	71	6.2.3 连续墙梁的受力性能及 破坏形态	107
5.1 房屋的结构布置	71	6.2.4 墙梁的计算	108
5.1.1 概述	71	6.2.5 墙梁的构造要求	112
		6.3 挑梁	115
		6.3.1 挑梁的受力性能及破坏 形态	115
		6.3.2 挑梁的计算	116
		6.4 圈梁	120
		6.4.1 圈梁的作用	120

6.4.2 圈梁的设置	120	7.2.2 构造限制	131
6.4.3 圈梁的构造要求	120	7.2.3 墙、柱的拉结	132
本章小结	121	7.2.4 伸缩缝的设置	132
思考题	122	7.3 墙体的耐久性及裂缝分析	133
习题	122	7.3.1 对砌体材料的耐久性要求	133
第7章 砌体结构的墙体设计	124	7.3.2 提高墙体耐久性的主要 措施	133
学习目标	124	7.3.3 墙体裂缝分析	134
7.1 墙、柱的高厚比验算	124	7.4 墙体计算实例	136
7.1.1 墙、柱计算高度的确定	124	本章小结	138
7.1.2 墙、柱的高厚比验算	125	思考题	138
7.2 墙、柱的一般构造要求	130	习题	139
7.2.1 块体和砂浆的最低强度 等级	130	参考文献	140

第1章 绪 论

学习目标

了解砌体结构的概念、发展简史、国内外砌体结构的发展现状,熟悉砌体结构的特点、应用范围以及砌体结构的发展前景。

1.1 砌体结构的发展简史

由砖、石材或砌块组成,并用砂浆等粘结而成的材料称为砌体,采用砌体材料的结构称为砌体结构。

在人类发展历史上,最初人们利用石料进行简单的随机堆砌形成墙体,用小石头来填大石头之间的空隙,后来人们又采用石料和黏土砌筑房屋。许多文明古国都建造了大量具有代表性的砖石结构建筑物。例如,埃及的金字塔(图1-1),伊拉克的巴比伦空中花园,希腊的雅典卫城以及运动场、竞技场、露天音乐场和纪念馆等公共建筑,古罗马的斗兽场(图1-2)、引水渠、浴室、神庙和教堂等,土耳其的圣索菲亚大教堂,南美洲的金字塔等。

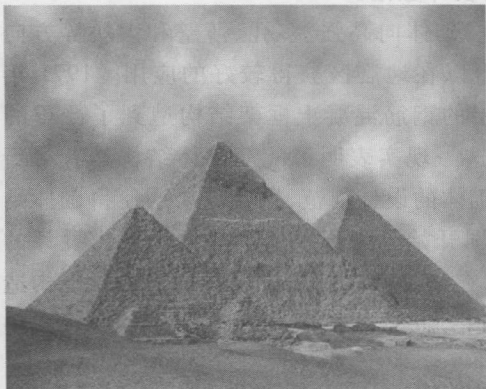


图1-1 埃及金字塔



图1-2 古罗马斗兽场

砌体结构在我国的应用源远流长。中国建筑陶器的烧造和使用,是在商代早期开始的,最早的建筑陶器是陶水管。到西周初期又创新出了板瓦、筒瓦等建筑陶器。秦代秦始皇统一了中国,结束了诸侯混战的局面,各地区、各民族得到了广泛交流,中华民族的经济、文化迅速发展。到了汉代,社会生产力又有了长足的发展,手工业的进步突飞猛进,所以秦汉时期制陶业的生产规模、烧造技术、数量和质量都超过了以往任何时代。秦汉时期建筑用陶在制陶业中占有重要位置,其中最富有特色的为画像砖和各种纹饰的瓦当,素有“秦砖汉瓦”之称。我国古代砌体结构主要用

于构筑物,如著名的万里长城(图 1-3)、河北赵州桥(图 1-4)、西安大雁塔和河南嵩岳寺塔等,也有一些砌体结构建筑物,如南京灵谷寺的无梁殿等就是典型的代表。

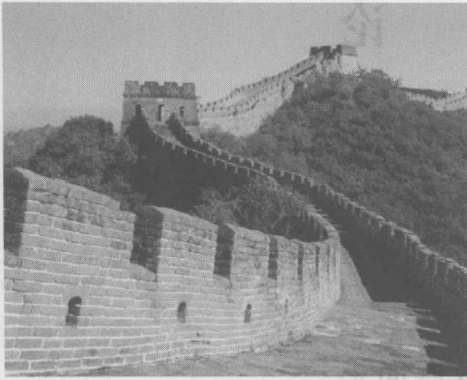


图 1-3 万里长城

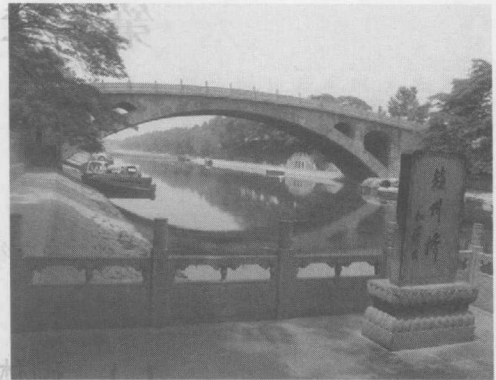


图 1-4 河北赵州桥

在 19 世纪 20 年代有了高强度的水泥砂浆之后,砌体结构的质量大大提高。随着砌体结构的广泛应用,设计理论也取得了一定的发展。20 世纪 30 至 40 年代,人们广泛采用经验法设计砌体结构,或者采用容许应力法作粗略的估算。这些方法设计出的砌体结构承重构件粗大笨重。苏联从 20 世纪 40 年代起、欧美国家从 20 世纪 50 年代开始,相继对砌体结构的力学性能进行了系列的研究,提出了以结构试验和理论分析为依据的设计方法。20 世纪 50 年代初,我国采用了苏联的砌体结构设计理论。从 20 世纪的 60 年代起,我国开始对砌体结构进行了系统的试验和理论研究,并结合工程实践,建立了较完整的砌体结构设计理论。

随着世界各国对砌体结构进行系统的研究与改进,砌体向高强、多孔、薄壁和大块等方向发展,最重要的进步是发展了配筋砌体,使得砌体结构得以在地区震区获得较好的应用。1971 年美国西部圣费尔南多大地震时,一幢位于洛杉矶的 10 层的钢筋混凝土框架结构遭到了严重的破坏,而邻近该建筑的 13 层配筋砌体结构却完整无损,这一现实表明了配筋砌体结构具有了新的竞争能力。英国于 1981 年提出了配筋砌体和预应力砌体的设计规范,这些成果均使得砌体结构得到了进一步的发展。在经受海城和唐山地震后,我国开始了大规模的砌体结构抗震设计的研究,取得了具有中国特色的研究成果。研究表明,在多层砌体房屋中设置钢筋混凝土构造柱和采用配筋砌体是提高砌体结构房屋抗震能力的有效措施,这些措施均使得砌体结构房屋仍可在地区震区应用。

目前,我国已经积累了相当丰富的砌体结构的规范、手册和图集等资料。

1.2 国内外砌体结构发展现状

1.2.1 国外砌体结构的发展和利用

砌体结构和钢结构、钢筋混凝土结构一样,从材料、计算理论、设计方法到工程应用都得到了发展。材料性能方面,黏土砖的强度等级高达 100 MPa,砂浆的强度等级达到 20 MPa。为得到更

高抗压强度的砖砌体,也可在砂浆中掺入有机化合物以形成高黏合砂浆,砌体的抗压强度可达 35 MPa 以上。修建利用砖石结构承重的十几层或更高的高层楼房在许多国家已经有所应用。

1891 年在美国芝加哥建造了一幢 17 层砖房,由于技术条件限制,底层承重墙厚达 1.8 m。而于 1957 年在瑞士苏黎世,采用强度为 58.8 MPa、空心率为 28% 的空心砖建成了一幢 19 层塔式住宅,墙厚仅仅 0.38 m。这一现象引起了欧美各国工程师的重视,他们因此加强了对砌体结构材料的研究和生产。

20 世纪 70 年代,世界上砖的强度达到 30~60 MPa,砂浆的强度一般在 10~25 MPa。与此同时,砌块强度也已达到 20 MPa 左右,砌块产量在一些国家甚至接近砖的产量。

国外采用砌块作为承重墙建造了许多高层建筑,如 1970 年在英国诺丁汉市建成的一幢 14 层砌块房屋,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。1990 年落成的美国拉斯维加斯 28 层配筋砌体结构—爱斯凯利堡旅馆位于地震 2 区(相当于我国的 7 度区)是目前最高的配筋砌体建筑(图 1-5)。

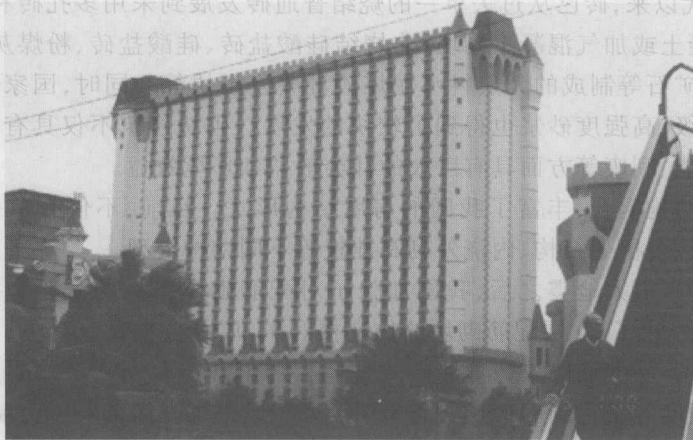


图 1-5 美国爱斯凯利堡旅馆

在砌体结构设计理论方面,自 20 世纪 60 年代以来,欧美许多国家逐渐改变了长期沿用的容许应力设计法。1987 年英国标准协会编制的《砌体结构实施规范》和 1980 年意大利砖瓦工业联合会编制的《承重砖砌体结构设计计算的建议》等均采用极限状态设计法。1980 年,国际建筑研究与文献委员会承重墙委员会(CIB W23)颁发了《砌体结构设计施工的国际建议》(CIBJ58),采用了以近似概率理论为基础的安全度准则。国际标准化协会砌体结构委员会(IOS/TC 179)编制的国际砌体结构设计规范也采用了上述相关的原则。

与此同时,世界各国在砌体结构领域学术交流与合作逐渐加强,推动了砌体结构的发展。1967 年,第一届(国际)砌体结构会议在美国得克萨斯大学奥斯汀分校举行,之后每 3 年举行一次国际会议。

1.2.2 国内砌体结构的发展和应用

目前砌体是我国建筑工程中量大而面广的最常用的建筑材料,砌体结构在挡土墙、单层和多层房屋等建(构)筑物中应用较为广泛。近些年我国砖的年产量达到了世界其他各国年产量的

总和,90%以上的墙体都采用砌体作为材料。

20世纪60年代以来,我国的小型空心砌块及多孔砖的生产和应用有很大的发展。近年来,砌块与砌块建筑的年增量都在20%左右。在20世纪60年代末,我国已经提出了革新墙体材料的目标,90年代末至今,我国墙体材料的革新已经迈入了加速发展阶段。2000年我国的新型墙体材料应用占墙体材料总用量的28%,超过“十五”计划20%的目标。新型墙体材料的应用达到了2100亿块标准砖,新型墙体材料总建筑面积在3.3亿平方米。20世纪90年代以来,在吸收和消化国外配筋砌体结构发展的成果基础上,建立了自主研发的钢筋混凝土砌块的砌体剪力墙结构体系,大大地发展了砌体结构在高层房屋和在抗震设防地区的应用。

20世纪60年代初至今,在全国范围内对砌体结构作了比较系统的试验研究及比较深入的理论探讨,总结出了一套较为先进的砌体结构的理论计算方法及应用经验。

通过对我国砌体结构发展的反思,社会普遍认为:“节土、节能、利废”是我国砌体结构发展必须遵循的基本条件。

20世纪80年代以来,砖已从过去单一的烧结普通砖发展到采用多孔砖和空心砖、混凝土空心砌块、轻集料混凝土或加气混凝土砌块、非烧结硅酸盐砖、硅酸盐砖、粉煤灰砌块、灰砂砖以及其他工业废渣或煤矿石等制成的无熟料水泥煤渣混凝土砌块等。同时,国家制定了适应各种块体的砂浆的强度等级,高强度砂浆也得到了较快的发展。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。

砌体与混凝土结构混合,丰富了我国的房屋结构形式。目前,不仅有单一的墙砌体承重结构,而且有大型墙板、内框架结构、内浇外砌和挂板等不同结构类型。

经历了1976年唐山大地震之后,我国加强了对配筋砌体结构的试验和研究,于1983年和1986年在广西南宁修建了10层配筋砌块的住宅楼和11层办公楼试点房屋。与此同时,辽宁盘锦市建成了一栋15层配筋砌块剪力墙点式住宅楼(图1-6),所用砌块是美国引进的砌块成型机生产的,砌块强度等级达到MU20。1998年上海建成一栋配筋砌块剪力墙18层塔楼(图1-7),所用砌块也是用美国设备生产的MU20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大的。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。这些实践说明,在倡导节约式社会的今天,砌体结构仍有很大的发展空间和应用前景。



图1-6 盘锦市配筋砌块剪力墙住宅



图1-7 上海配筋砌块剪力墙大楼

1.2.3 我国砌体结构设计规范的发展

我国最早应用于砌体结构设计的规范是1956年苏联按定值极限状态设计法编制的《砖石及钢筋砖石结构设计标准及技术规范》。20世纪60年代至70年代初,在全国范围内对砖石结构进行了较大规模的调查和试验研究,总结出了一套砖石结构理论、计算方法和系列经验,并于1973年颁布了第一部《砖石结构设计规范》(GBJ 3—1973)。该规范首次提出了刚弹性静力计算方案,考虑了房屋整体空间工作性能,对受压构件提出了统一的计算公式。20世纪70年代至80年代,在砌体结构的设计方法、房屋空间工作性能、墙梁共同工作、砌块砌体的性能与设计及配筋砌体、构造柱、圈梁和房屋的抗震性能等方面取得了很多研究成果,于1988年颁布并实施了《砌体结构设计规范》(GBJ 3—1988)。该规范摒弃了1973年版采用的单一安全系数的极限状态的设计法,采用了以概率理论为基础,以分项系数的设计表达式进行计算的极限状态设计法。1998年起,在总结新的科研成果和工程经验的基础上,有关高校、科研和设计单位对砌体结构设计规范进行了全面修订,编制出新的《砌体结构设计规范》(GB 50003—2001)(简称《01规范》)。在《01规范》中:增加了组合砖墙、配筋砌块砌体剪力墙结构,以及地震区的无筋和配筋砌体结构构件设计等内容;引入了新型砌体材料,如蒸压灰砂砖、蒸压粉煤灰砖、轻集料混凝土砌块及混凝土小型空心砌块灌孔砌体,并给出它们的计算指标和材料强度等级,调整了材料设计强度的取值;补充了以承受永久荷载为主的内力组合,增加了施工质量控制等级的内容,以提高结构的可靠度;补充了砖砌体和混凝土构造柱组合墙、配筋砌块砌体剪力墙的设计方法;对结构和构件承载力计算方法(如局部受压、墙梁计算等)作了进一步改进,并补充和完善了防止墙体开裂的构造措施等。《01规范》的颁布实施促进了我国的砌体结构理论和设计方法更趋完善。

《01规范》实施10年来,我国的经济建设经历了高速发展阶段,国家提倡科学发展、节能减排、墙材革新和低碳绿色等政策,期间还经历了汶川大地震、玉树大地震,促进人们对砌体结构抗震性能的反思。为了克服《01规范》的某些不足,与时俱进地将近10年来新涌现出来的砌体结构领域的创新成果、成熟材料与技术充分体现在标准当中,砌体结构规范编制组于2006年年初就向原建设部提出修订《01规范》的申请,并着手筹备新规范的修订工作。2007年6月该申请获得原建设部的批准,经过编制组三年多的努力工作,于2011年编制了《砌体结构设计规范》(GB50003—2011)(简称《11规范》)。

《11规范》与《01规范》相比较,有如下三个主要特点:

(1) 与节能减排、墙材革新相呼应,增添了成熟可行的新型砌体材料。新型蒸压粉煤灰砖、新型蒸压硅酸盐砖、蒸压磷渣硅酸盐砖、混凝土普通砖与混凝土多孔砖被纳入新规范的修订范围。

(2) 采用新型砂浆。不同的块体所用砌筑砂浆不同。《11规范》已将采用混凝土小型空心砌块专用砌筑砂浆(Mb)、蒸压加气混凝土专用砌筑砂浆(Ma)、蒸压灰砂砖、蒸压粉煤灰砖专用砌筑砂浆(Ms)和混凝土小型空心砌块灌孔混凝土(Cb)作为新型砌体的重要组成,新规范有关砌体强度设计条文中列出了采用专用砂浆的砌体强度设计值表格。

(3) 对砌体结构的耐久性进行增补和完善。砌体结构的耐久性包括两个方面,一是对配筋砌体结构构件钢筋的保护,二是对砌体的保护。与《01规范》相比,新规范对砌体结构的耐久性进行了增补和完善并单独作为一节列出。

1.3 砌体结构的特点及应用范围

1.3.1 砌体结构的特点

1. 砌体结构的优点

砌体结构的优点如下:

- (1) 原材料来源方便,可以“因地制宜,就地取材”。
- (2) 与钢筋混凝土结构相比,砌体结构在不需要模板和特殊的施工设备,方法较简单,并且可节约大量木材、钢材及水泥,工程造价低。
- (3) 绝大多数砌体具有良好的保温、隔热和隔声性能,节能效果明显,所以既是较好的承重结构,也是较好的围护结构。
- (4) 成熟的砌体材料具有很好的耐火性、耐久性、化学稳定性和大气稳定性。

2. 砌体结构的缺点

砌体结构的缺点如下:

- (1) 砌体结构自重大,强度低,因而墙、柱截面尺寸大,材料用量多,增大了自重,在地震作用下引起的惯性力大,对抗震不利。
- (2) 无筋砌体抗拉、抗弯和抗剪等强度都较低;且延性差,抗震能力低。
- (3) 目前,砌体结构都采用手工方式砌筑,劳动量大,生产效率低。
- (4) 传统的黏土砖生产占用大片良田,对保持国土生态平衡不利。一些新型砌体的个别物理性能不稳定,使用时必须认真选择。

1.3.2 砌体结构的应用范围

砌体结构被广泛应用于工业与民用房屋建筑中的基础、内外墙、柱、过梁、屋盖和地沟等,在钢筋混凝土框(排)架结构的建筑中,砌体往往用来砌筑围护墙。中、小型厂房和多层轻工业厂房,以及影剧院、食堂、仓库等建筑,也广泛地采用砌体作墙身或立柱和基础墙。砌体结构还用于建造其他各种构筑物,如围墙、大门、建筑小品、景观结构以及烟囱、小型水池、料仓和地沟等。由于砌体结构抗震技术和计算理论的发展,5~6层高的房屋通常也可以采用以砖砌体竖向承重的混合结构形式。

在交通土建方面,砌体结构除可用于桥梁、隧道外,地下渠道和洞穴、挡土墙也常用石材砌筑。水利工程方面的坝、堰、水闸和渡槽等也可以用砌体结构。

近年来,国内外采用配筋砌体结构和混凝土结构混合作为高层建筑结构的主体结构也取得了成功经验。

1.4 砌体结构的发展展望

随着新型砌体结构材料和新的结构形式的出现,砌体结构的设计理论和方法不断促进砌体结构向前发展。21世纪我国砌体结构已进入了成熟的发展阶段,但仍具有诸多不足之处,其今

后的主要发展方向有如下几个方面。

(1) 发展和推广应用砌体结构的新材料。限制黏土砖的应用,大力发展新型砌体材料,把工业废料利用起来,发展节能环保的砌体结构。大力发展蒸压灰砂废渣砌体材料制品,包括粉煤灰加气混凝土墙板、粉煤灰砖、炉渣砖及空心砌块、钢渣砖等。

(2) 发展轻质高强多功能的砌块和高性能的砂浆,进一步研究轻质高强低能耗的砌块,使砌块向薄壁、大块发展。采用高强、薄壁和大尺寸砌块可以减轻自重,节约运输的费用,减少灰缝,节省劳力,并且可以提高承载力;利用页岩生产多孔砖,大力发展废渣轻型的墙板、蒸压纤维的水泥板,使用自重轻、防火、施工安装方便的 GRC 板;推广应用复合墙板。研究和开发不仅能够满足建筑节能保温隔热,又能够满足外墙防水和强度要求的砌体材料。

(3) 采用新技术、新结构体系。配筋砌体和预应力砌体都是砌体结构的发展方向。向砌块孔洞内灌注混凝土,使它成为钢筋混凝土和砌块的组合砌体,可以用于多高层房屋,提高砌体的强度及抗震性能。发展高强黏土制品、高空隙率的保温砖和外墙砖、块材等;发展高强混凝土砌块、承重装饰砌块和利用工业废料制成的砌块等。在发展高强块材的同时,研发高强度等级的砌筑砂浆。

(4) 新设计方法。应当更加深入地研究砌体结构的本构关系、破坏的机理和受力的性能,研究砌体结构的整体工作性能,多高层计算理论以及方法。通过物理和数学模型,建立精确并且系统的砌体结构理论,使砌体结构的计算方法及设计理论更趋于完善。

(5) 完善砌体综合性能。砌体是一种多功能的建筑材料,通常它不仅用作围护结构,同时也用作承重结构。砌体结构强调了砌体应用于结构时的力学性能。在实际工程中砌体的非力学性能有时也显得十分重要。研究和开发不仅能够满足建筑节能保温隔热,又能够满足外墙防水和强度要求的砌体。进一步完善砌体的各项物理性能,对于砌体结构应用和推广更加有利。

采用砌体结构的建筑是集材料、热工、结构、建筑和施工等多方面于一体的系统工程,从单一角度考虑,难免会带有片面性,一定要树立总体的观念,才能建出可靠、实用和耐久的房子。

本章小结

本章简述了砌体结构的发展简史、国内外砌体结构的发展现状、我国砌体结构设计规范的发展变化,并且简要介绍了砌体结构的优缺点和应用范围。同时,对砌体材料及砌体结构的发展、应用和推广进行了展望。

思考题

- 1-1 什么是砌体结构?
- 1-2 简述砌体结构的发展简史。
- 1-3 试说明砌体结构的优缺点及应用范围。
- 1-4 通过本章的学习,你认为今后砌体结构的发展特点和趋向是什么?

第2章 砌体材料、种类和力学性能

学习目标

了解砌体的材料、种类,掌握砌体的受压、受拉、受弯、受剪性能和破坏特征,理解砌体的抗压、抗拉、抗弯和抗剪强度平均值计算公式,了解砌体的变形,弹性模量、切变模量,以及砌体的线膨胀系数、收缩率和摩擦系数等性能。

2.1 砌体材料

砌体是由块体和砂浆砌筑而成的材料。块体和砂浆的强度等级是根据其抗压强度而划分的,它是确定砌体在各种受力状态下强度的基础。块体强度等级用符号“MU”(Masonry Unit)表示,砂浆强度等级用符号“M”(Mortar)表示,对于混凝土小型空心砌块砌体,砌筑砂浆的强度等级用符号“Mb”表示,灌孔混凝土的强度等级用符号“Cb”表示(其中的符号“b”指的是 block)。

2.1.1 块体

块体分为砖、砌块和石材三大类。通常按块体高度尺寸划分砖和砌块,块体高度小于180 mm的称为砖,大于180 mm的称为砌块。

1. 砖

我国目前用作砌体结构的砖主要有烧结普通砖、烧结多孔砖和非烧结砖等。

(1) 烧结普通砖

烧结普通砖是以黏土、煤矸石、页岩或粉煤灰为主要原料,经过焙烧而成的实心砖或空洞率不大于15%且外形尺寸符合规定的砖。随主要原料不同,烧结普通砖可分为烧结黏土砖、烧结煤矸石砖、烧结页岩砖和烧结粉煤灰砖等。目前,我国生产的烧结普通砖统一规格为240 mm(长)×115 mm(宽)×53 mm(高)。

烧结普通砖的强度能满足一般结构的要求,且耐久性、保温隔热性好,生产工艺简单,砌筑方便,因此在建筑工程中它被广泛应用。多用作砌筑单层及多层房屋的承重墙、隔墙和过梁、基础,以及构筑物中的挡土墙、水池和烟囱等,同时还适用于作为潮湿环境及耐高温的砌体。但是,由于生产黏土砖毁坏农田土地,浪费资源,我国中部和东部许多省、市已禁止使用烧结普通黏土砖。

(2) 烧结多孔砖

烧结多孔砖是指以黏土、页岩、煤矸石或粉煤灰为主要原料,经焙烧而成,孔洞率不大于35%的砖,且孔的尺寸小而密。

目前最常用的烧结多孔砖规格如图2-1所示。

KM1型:190 mm×190 mm×90 mm;其配砖尺寸:190 mm×90 mm×90 mm。

登, KP1 型:240 mm × 115 mm × 90 mm。
 KP2 型:240 mm × 180 mm × 115 mm。
 KP1 和 KP2 配砖尺寸:240 mm × 115 mm × 115 mm 或 180 mm × 115 mm × 115 mm。
 以上型号中字母 K 表示“空心”,P 表示“普通”,M 表示“模数”。

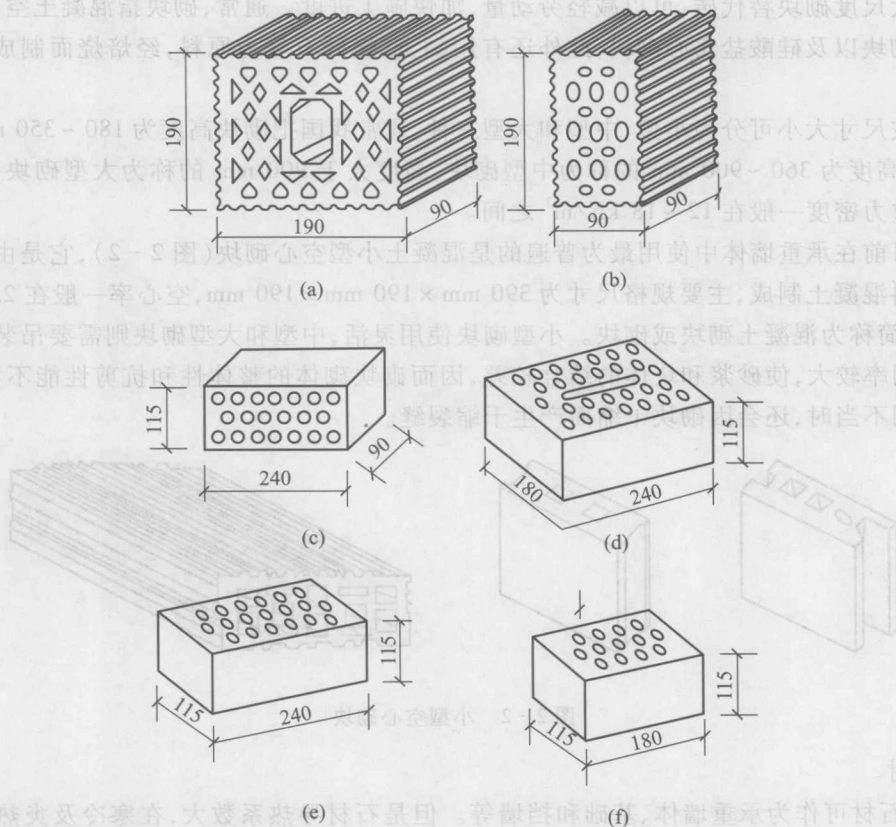


图 2-1 常用的几种烧结多孔砖规格

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

(3) 非烧结砖

非烧结砖可分为蒸压成型砖和混凝土砖两大类。蒸压成型砖通常是指经压力釜蒸汽养护而制成的实心砖。常用的有蒸压灰砂砖、蒸压粉煤灰砖、炉渣砖和矿渣砖等,其规格尺寸同烧结普通砖。这种砖由于未经焙烧,所以不宜砌筑处于高温环境下的砌体。

蒸压灰砂砖是以石灰和砂为主要原料,经坯料制备、压制成型、蒸压养护而成的实心砖,简称灰砂砖。用料中石英砂约占 80%~90%,石灰约占 10%~20%,色泽一般为灰白色。

蒸压粉煤灰砖是以粉煤灰、石灰和集料为主要原料,掺加适量石膏,经坯料制备、压制成型、高压蒸汽养护而成的实心砖,简称粉煤灰砖。

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。