

高等学校省级规划教材
——土木工程专业系列教材

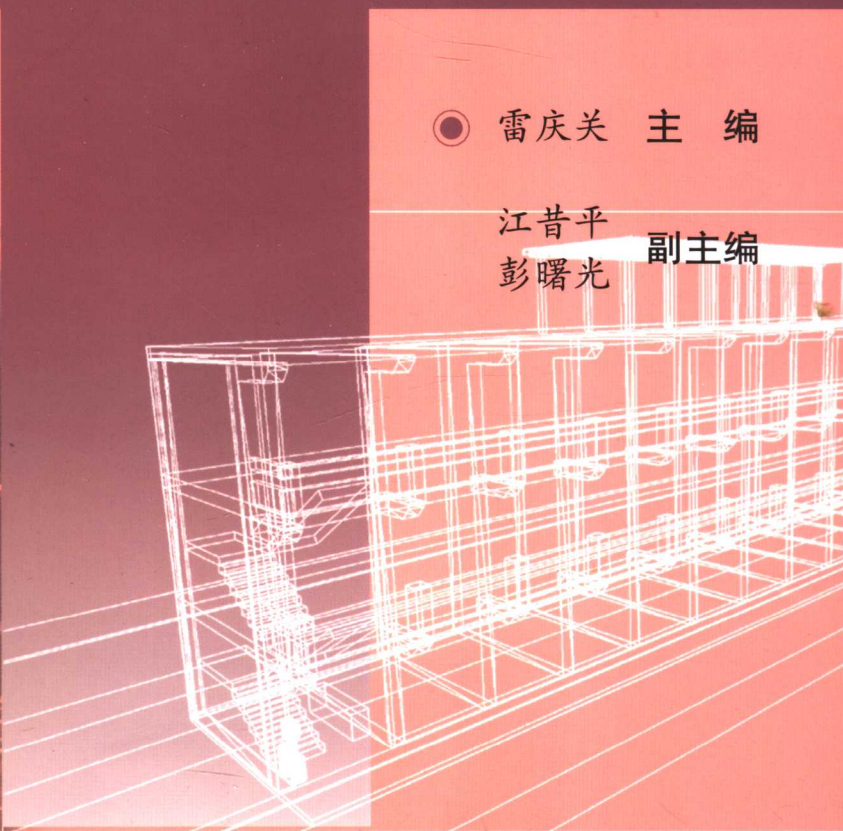
QITI JIEGOU

砌体结构

Q I T I J I E G O U

◎ 雷庆关 主编

江昔平 副主编
彭曙光



合肥工业大学出版社

高等学校省级规划教材

——土木工程专业系列教材

砌体结构

雷庆关 主 编

江昔平 副主编
彭曙光

合肥工业大学出版社

内 容 提 要

《砌体结构》是高等学校省级规划教材——土木工程专业系列教材中的一册。本书根据高等学校土木工程专业的教学要求、《砌体结构设计规范》(GB 50003—2001)以及有关现行结构设计规范编写。本书着重介绍了砌体结构的基本概念、基本理论和设计方法。全书共分9章,包括绪论,砌体材料及砌体的物理力学性能,砌体结构设计方法,无筋砌体结构构件的承载力计算,混合结构房屋墙、柱设计,墙梁、挑梁及过梁的设计,配筋砌体结构,砌体结构房屋的抗震设计,公路桥涵砌体结构设计简介等。为帮助读者巩固知识,本书编写了大量的例题,并附有习题和思考题。

本书可用于土木工程、工程管理等专业的教材,还可作为工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

砌体结构/雷庆关主编. —合肥:合肥工业大学出版社,2006. 12

ISBN 7-81093-274-8

I. 砌... II. 雷... III. 砌体结构—高等学校—教材 IV. TU36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 163065 号

砌 体 结 构

主 编:雷庆关

责任编辑:陈淮民

出 版	合肥工业大学出版社
地 址	合肥市屯溪路 193 号
邮 编	230009
电 话	总编室:0551-2903038 发行部:0551-2903198
网 址	www.hfutpress.com.cn
E-mail	press@hfutpress.com.cn
版 次	2006 年 12 月第 1 版
印 次	2006 年 12 月第 1 次印刷
开 本	787×1092 1/16
印 张	12.25
字 数	297 千字
发 行	全国新华书店
印 刷	合肥现代印务有限公司

ISBN 7-81093-274-8/TU·26

定价:19.00 元

如果有影响阅读的印装质量问题,请与出版社发行部联系调换

安徽省高校土木工程系列规划教材

编委会

主任：干洪

副主任：王建国 汪仁和 沈小璞

委员：（按姓氏笔画排列）

丁克伟	马芹永	戈海玉	卢平
刘安中	孙强	吴约	完海鹰
邵艳	柳炳康	夏勇	殷和平
高荣誉	黄伟		

前 言

砌体是一种有悠久历史的建筑材料,具有较强的生命力。在我国,砌体结构得到广泛应用,目前建筑中仍有很多墙体采用砌体材料,特别在多层住宅建筑用得较多。近年来,砌体结构在国外也得到了很大的发展,它已成为世界上受重视的一种建筑结构体系。我国高等院校在土木工程、建筑学、工程管理等一些专业都开设了砌体结构课程,本书正是为了满足这一教学需要而编写的。

砌体结构的内容丰富,涉及材料、力学、施工、构造方面的很多知识。在编写过程中,我们按照新的《砌体结构设计规范》(GB 50003—2001)、《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60—2004)、《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2001)等进行编写。同时,在编写时,注重吸收一些高等院校和科研单位最新研究成果,使本书内容比较新颖、丰富。为帮助读者巩固知识,本书编写了大量的例题,并附有一定的习题和思考题。

全书共分9章,内容包括绪论,砌体材料及砌体的物理力学性能,砌体结构设计方法,无筋砌体结构构件的承载力计算,混合结构房屋墙、柱设计,墙梁、挑梁及过梁的设计,配筋砌体结构,砌体结构房屋的抗震设计,公路桥涵砌体结构设计简介等。

本书由雷庆关任主编,江昔平、彭曙光任副主编。各章节编写分工如下:第1章、第3章由安徽建筑工业学院雷庆关编写;第5章由雷庆关和铜陵学院高秀丽共同编写;第2章由高秀丽编写;第4章、第9章由安徽理工大学江昔平编写;第6章、第7章、第8章由安徽建筑工业学院彭曙光编写。全书由雷庆关统一定稿。

在编写过程中,编者所在院校和合肥工业大学出版社给予了大力支持和帮助,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,时间仓促,书中缺点和错误在所难免,恳请专家、学者、读者批评指正。

编 者

2006年11月

目 录

第 1 章 绪 论	1
1.1 砌体结构的特点及应用范围	1
1.2 砌体结构的发展简史及方向	3
1.3 砌体结构的类型	5
第 2 章 砌体材料及砌体的物理力学性能	8
2.1 砌体的材料及强度等级	8
2.2 砌体的受压性能	12
2.3 砌体的局部受压性能	15
2.4 砌体的受拉、受弯、受剪性能	16
2.5 砌体的变形性能	19
第 3 章 砌体结构设计方法	24
3.1 砌体结构设计方法的演变	24
3.2 我国砌体结构设计方法的发展	25
3.3 以概率理论为基础的极限状态设计法	27
3.4 砌体的强度设计值	30
第 4 章 无筋砌体结构构件的承载力计算	36
4.1 受压构件的承载力计算	36
4.2 局部受压构件的承载力计算	47
4.3 轴心受拉、受弯和受剪构件的承载力计算	60
第 5 章 混合结构房屋墙、柱设计	68
5.1 混合结构房屋的组成及结构布置方案	68
5.2 房屋的空间受力性能	71
5.3 房屋的静力计算方案	72
5.4 房屋墙、柱的设计计算	74
5.5 房屋墙、柱的构造措施	86

第 6 章 墙梁、挑梁及过梁的设计	97
6.1 墙梁设计	97
6.2 挑梁设计	106
6.3 过梁设计	109
6.4 例题	112
第 7 章 配筋砌体结构	116
7.1 网状配筋砖砌体构件	116
7.2 组合砖砌体构件	119
7.3 配筋混凝土砌块砌体剪力墙	125
7.4 例题	133
第 8 章 砌体结构房屋的抗震设计	135
8.1 砌体结构房屋的震害	135
8.2 砌体结构房屋抗震设计的一般规定	135
8.3 砌体结构房屋抗震计算	138
8.4 砌体房屋抗震构造措施	145
8.5 配筋砌块砌体剪力墙的结构抗震设计	150
第 9 章 公路桥涵砌体结构设计简介	157
9.1 公路桥涵砌体结构的设计方法	157
9.2 公路桥涵砌体结构构件的承载力计算	159
9.3 砌体拱桥设计	163
9.4 砌体桥梁墩台设计	172
9.5 砌体涵洞设计	175
9.6 砌体挡土墙设计	181
参考文献	185

第 1 章 绪 论

1.1 砌体结构的特点及应用范围

由砖砌体、石砌体或砌块砌体为块材,用砂浆砌筑的结构称为砌体结构。

1.1.1 砌体结构的特点

砌体结构发展较快,目前已成为世界上应用最广泛的结构形式之一,特别是在我国住宅建筑中用砌体内外墙承重、钢筋混凝土楼板的混合结构房屋中占主要地位。

1.1.1.1 砌体结构的优点

1. 砌体结构材料分布广泛,易于就地取材。石材、粘土、砂等是天然材料,分布广,易于就地取材,价格也较水泥、钢材、木材便宜。此外,工业废料如煤矸石、粉煤灰、页岩等都是制作块材的原料,用来生产砖或砌块不仅可以降低造价,也有利于保护环境。

2. 采用砌体结构较现浇钢筋混凝土结构可以节约水泥、钢材和木材,即节约三材,当采用预制混凝土结构时,虽可节约木材,但增加工序。新砌砌体上可承受一定荷载,因而可连续施工。砌体结构施工不要求特殊的技术设备,因此能普遍推广采用。

3. 砌体结构有很好的耐火性和较好的耐久性,使用年限长。

4. 节能效果明显。砌体特别是砖砌体的保温、隔热性能好,砖墙房屋能调节室内湿度。

5. 当采用大型砌块和大型板材结构墙体时,可加快施工速度,实现工业化生产和施工。

1.1.1.2 砌体结构的缺点

任何事物都有正反两面,毋庸讳言,砌体结构也有如下一些缺点:

1. 砌体结构自重大,而砌体强度不高,特别是抗拉、抗剪强度很低,因此砌体结构截面尺寸一般较大,材料用量较多,因而结构的自重大。因此,应加强轻质高强材料的研究、生产和应用;发展新型墙体材料,尽可能减小结构截面尺寸和减轻结构自重。

2. 砂浆和砖、石、砌块之间的粘结力较弱,无筋砌体抗拉、抗弯、抗剪强度低,延性差,因此抗震能力低。砖块面的清洁度与潮湿程度,也大大影响粘结强度,必须保持砖面清洁和湿润,尽可能地保证其粘结强度。必要时采用配筋砌体或高粘结性砂浆,来提高结构的承载力和延性。

3. 砌体结构砌筑工作繁重。砌体基本采用手工方式砌筑,劳动量大,生产效率低。因此,有必要进一步推广砌块、振动砖墙板和混凝土空心墙板等工业化施工方法,以逐步克服这一缺点。

4. 砖砌体结构的粘土砖用量很大,往往占用农田,影响农业生产,且对保持生态平衡也是很不利的。我国是一个土地资源非常紧缺的国家,人均耕地占有量只有 $1\ 006.7\text{m}^2$,仅为世界人均水平的 45%。因此,必须大力发展砌块、煤矸石砖、粉煤灰砖等粘土砖的替代产品。

现代砌体结构的特点在于:采用节能、环保、轻质、高强且品种多样的砌体材料,工程上有较广的应用领域,在高层建筑尤其是中高层建筑结构中较之其他结构有较强的竞争力,具有先进、高效的建造技术,为舒适的居住和使用环境提供良好的条件。

为此,砌体结构今后首先要积极发展新材料。墙体材料革新不仅是改善建筑功能、提高住房建设质量和施工效率,满足住宅产业现代化的需要,还能达到节约能源、保护土地、有效利用资源、综合治理环境污染的目的,是促进我国经济、社会、环境、资源协调发展的大事,是实施我国可持续发展战略的一项重大举措。要坚持以节能、节地、利废、保护环境和改善建筑功能为发展方针,以提高生产技术水平、加强产品配套和应用为重点,积极发展功能好、效益佳的各种新型墙体材料。在努力研究和生产轻质、高强的砌块和砖的同时,还应注重对高粘结强度砂浆的研制和开发。

要深化对配筋砌体结构的研究,扩大其应用范围。尤其是要进一步研究配筋混凝土砌块砌体剪力墙结构的抗震性能,使该结构体系在我国抗震设防地区有更大的适用高度,并对框支配筋混凝土砌块砌体剪力墙结构进行系统研究,将我国配筋砌体结构的研究和应用提高到一个新的水平。

应加强对砌体结构基本理论的研究。进一步研究砌体结构的受力性能和破坏机理,通过物理或数学模式,建立精确而完整的砌体结构理论,是世界各国所关注的课题。我国的研究有较好的基础,继续加强这方面的工作十分有利,对促进砌体结构的发展有着深远意义。

还应提高砌体施工技术的工业化水平。国外在砌体结构的预制、装配化方面做了许多工作,积累了不少经验,我国在这方面有较大差距。我国对预应力砌体结构的研究相当薄弱,大型预制墙板和振动砖墙板的应用也极少。为此,有必要在我国较大范围内改变传统的砌体结构建造方式。这对提高生产工业化、施工机械化的水平,从而减少繁重的体力劳动,加快工程建设速度,无疑有着重要意义。

我国幅员辽阔,资源丰富,在社会主义初级阶段,以及今后一个相当长的时期内,无疑在许多建筑乃至其他土木工程中砌体和砌体结构仍然是一种主要的材料和承重结构体系。

1.1.2 砌体结构的应用范围

由于砌体结构具有很多明显的优点,因此应用范围广泛。但由于砌体结构存在的缺点,也限制了它在某些场合下的应用。

采用砌体可以建造房屋的承重结构及其中的部件,包括基础等。无筋砌体房屋一般可建5~7层,配筋砌块剪力墙结构房屋可建8~18层。此外,过梁、屋盖、地沟等构件也可用砌体结构建造。在某些产石材的地区,也可以用毛石或料石建造房屋,目前已有建到5层的。

采用砌体可以建造特种结构。如烟囪、料斗、管道支架、对渗水性要求不高的水池等。

在交通运输方面,砌体结构可用于桥梁、隧道工程、各种地下渠道、涵洞、挡土墙等也常用石材砌筑。在水利建设方面,可用石材砌筑坝、堰和渡槽等。

但是应该注意,砌体结构是用单块块材和砂浆砌筑的,目前大多是手工操作,质量较难保证均匀一致,加上无筋砌体抗拉强度低、抗裂抗展性能较差等缺点,在应用时应注意有关规范、规程的使用范围。在地震区采用砌体结构,应采取必要的抗震措施。

当采用配筋砌体,乃至预应力砌体时,砌体结构的尺度可以增大而截面可以减小,同时应用范围还可扩大。

1.2 砌体结构的发展简史及方向

1.2.1 砌体结构发展简史

砌体结构有悠久的历史。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乱石块发展为加工成块石。从土坯发展为烧结砖瓦,出现了最早的砌体结构。如我国早在5000年前就建造有石砌祭坛和石砌围墙。据记载我国长城始建于公元前7世纪春秋时期的楚国,在秦代用乱石和土将秦、燕、赵北面的城墙连成一体并增筑新的城墙,建成闻名于世的万里长城(图1-1)。在隋代由李春所建造的河北赵县安济桥(图1-2),距今已有约1400年,全长50.82米,宽9.6米,跨径37.37米,由28道独立石拱纵向构成,外形十分美观,是世界上最早建造的单孔圆弧石拱桥。古埃及在公元前约3000年在尼罗河三角洲的吉萨采用块石建成3座大金字塔,工程十分浩大。古罗马在公元75~80年采用石结构建成了罗马大角斗场,至今仍供人们参观。

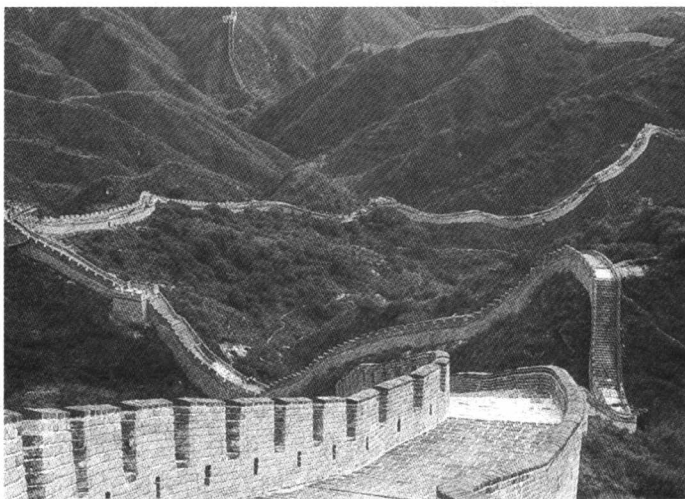


图1-1 长城



图1-2 河北赵县安济桥

我国在新石器时代末期(距今6000年~4500年)已有地面木架建筑和木骨泥墙建筑。

人们生产和使用烧结砖瓦也有 3000 多年的历史,在西周时期(公元前 1134 年 ~ 前 771 年)已有烧制的瓦。在战国时期(公元前 475 年 ~ 前 221 年)已能烧制成大尺寸空心砖,南北朝时砖的使用已很普遍。河南登封的嵩岳寺塔(图 1-3),建于北魏孝明帝正光元年(520 年),是一座平面为 12 边形的密檐式砖塔,共 15 层,总高 43.5m,为单筒体结构,塔底直径 8.4m、墙厚 2.1m、高 3.4m,塔内建有真、假门 504 个,是中国最古密檐式砖塔,在世界上也是独一无二的。明代建造的南京灵谷寺无梁殿后面走廊的砖砌穹隆,显示出我国古代应用砖石结构的重要方面。中世纪在欧洲用砖砌筑的拱、券、穹隆和圆顶等结构也得到很大发展,如公元 532 年 ~ 637 年在君士坦丁堡建成的圣索菲亚大教堂,东西向长 77m,南北向长 71.7m,正中是直径 32.6m 的穹顶,全部用砖砌成。



图 1-3 嵩岳寺塔

砌块生产和应用的历史只有 100 多年,其中以混凝土砌块生产最早。自 1824 年发明波特兰水泥后,最早的混凝土砌块于 1882 年问世,美国于 1897 年建成第一幢砌块建筑。1933 年美国加利福尼亚长滩大地震中无筋砌体震害严重,之后推出了配筋混凝土砌块结构体系,建造了大量的多层和高层配筋砌体建筑,如 1952 年建成的 26 幢 6 ~ 13 层的美国退伍军人医院,1966 年在圣地亚哥建成的 8 层海纳雷旅馆(位于 9 度区)和洛杉矶 19 层公寓等,这些砌块建筑大部分都经历了强烈地震考验。1958 年我国建成采用混凝土空心砌块做墙体的房屋。

20 世纪上半叶我国砌体结构的发展缓慢。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,90% 以上的墙体均采用砌体材料。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,此外还可用砖石建造各种砖石构筑物,如烟囱、筒仓、拱桥、挡土墙等。20 世纪 60 年代以来,我国小型空心砌块和多孔砖的生产及应用有较大发展,近十多年砌块与砌块建筑的年递增量均在 20% 左右。20 世纪 60 年代末我国已提出墙体材料革新,1988 年至今我国墙体材料革新已迈入第三个重要的发展阶段。20 世纪 90 年代以来,在吸收和消化国外配筋砌体结构成果的基础上,建立了具有我国特点的配筋混凝土砌块砌体剪力墙结构体系,大大拓宽了砌体结构在高层房屋及其在抗震设防地区的应用。现已建成数幢配筋混凝土砌块砌体剪力墙结构的高层房屋,如图 1-4 所示。图 1-4(a) 为 1997 年建成的辽宁盘锦国税局 15 层住宅,图 1-4(b) 为 1998 年建成的上海园南四街坊 18 层住宅。



(a)



(b)

图 1-4 配筋砌块砌体剪力墙结构高层房屋

纵观历史,砌体结构发展迅速,应用广泛,已成为重要的一种建筑结构体系。

1.2.2 砌体结构发展方向

纵观以上国内外砌体结构发展变化情况,多数学者认为目前是多种结构齐头并进的发展局面。

自新中国成立以来,我国砌体结构得到迅速发展,取得了显著的成就。政府已明确规定,在2003年6月30日前,对170个大中城市限制使用实心粘土砖,此后就是禁止使用。今后要积极向新材料、新技术和新结构的不断研制和推广应用等方面发展。积极研究轻质高强低能耗的砖、砌块并向薄壁大块发展,充分利用工业废料,天然火山资源,发展节能墙体和多层、中高层乃至高层砌块砌体结构。

1.3 砌体结构的类型

砌体是由块体和砂浆砌筑而成的整体材料。根据砌体的受力性能分为无筋砌体结构、约束砌体结构和配筋砌体结构。

1.3.1 无筋砌体结构

常用的无筋砌体结构有砖砌体、砌块砌体和石砌体结构。

1. 砖砌体结构

它是由砖砌体制成的结构。根据砖的不同,分为烧结普通砖、烧结多孔砖和非烧结硅酸盐砖砌体结构。砌体结构的使用面广,根据现阶段我国墙体材料革新的要求,实行限时、限地禁止使用实心粘土砖,除此之外的砖均属新型砌体材料,但应认识到烧结粘土多孔砖是墙体材料革新中的一个过渡产品,其生产和使用亦将逐步受到限制。

2. 砌块砌体结构

它是由砌块砌体制成的结构。我国主要采用普通混凝土小型空心砌块砌体和轻骨料混凝土小型空心砌块砌体,是替代实心粘土砖砌体的主要承重砌体材料。当其采用混凝土灌孔后,又称为灌孔混凝土砌块砌体。在我国,混凝土砌块砌体结构有较大的应用空间和发展前途。

3. 石砌体结构

石砌体根据石材加工后的外形规则程度和胶结材料不同分为:料石砌体、毛石砌体和毛石混凝土砌体。

料石砌体和毛石砌体是用砂浆砌筑而成,常用作一般房屋的基础、承重墙等。毛石混凝土砌体是先浇筑一层 120~150mm 厚的混凝土,在其上铺砌一层毛石,将毛石高度的 1/2 插入混凝土中,再浇筑一层混凝土,如此逐渐进行,常用作一般建筑物和构筑物的基础。

石砌体结构主要在石材资源丰富的地区采用。

1.3.2 配筋砌体结构

为了提高砌体强度,减小构件截面尺寸,常需要在砌体内配置钢筋,这样构成的砌体通称为配筋砌体。在我国常用的配筋砌体结构有下列 3 类:

1. 网状配筋砖砌体构件

在砖砌体的水平灰缝中配置钢筋网片的砌体承重构件,称为网状配筋砖砌体构件,亦称为横向配筋砖砌体构件(图 1-5(a)),主要用作承受轴心压力或偏心距较小的受压墙、柱。

2. 组合砖砌体构件

由砖砌体和钢筋混凝土或钢筋砂浆组成的砌体承重构件,称为组合砖砌体构件。工程上有两种形式:一种是采用钢筋混凝土作面层或钢筋砂浆作面层的组合砌体构件(图 1-5(b)),可用作偏心距较大的偏心受压墙、柱;另一种是在墙体的转角、交接处并沿墙长每隔一定的距离设置钢筋混凝土构造柱而形成的组合墙(图 1-5(c)),构造柱除约束砌体,还直接参与受力,较无筋墙体的受压、受剪承载力有一定程度的提高,可用作一般多层房屋的承重墙。

3. 配筋混凝土砌块砌体构件

在混凝土小型空心砌块砌体的孔洞内设置竖向钢筋和在水平灰缝设置水平钢筋并用灌孔混凝土灌实的砌体承重构件,称为配筋混凝土砌块砌体构件(图 1-5(d))。对于承受竖向和水平作用的墙体,又称为配筋混凝土砌块砌体剪力墙。其砌体采用专用砂浆—混凝土小型空心砌块砌筑砂浆砌筑,在砌体的水平灰缝(水平钢筋直径较细时)或凹槽砌块内(水平钢筋直径较粗时)设置水平钢筋,在砌体的竖向孔洞内插入竖向钢筋,最后在设置钢筋处采用专用混凝土—混凝土小型空心砌块灌孔混凝土灌实。配筋混凝土砌块砌体剪力墙具有良好的静力和抗震性能,是多层和高层房屋中一种有竞争力的承重结构。

国外的配筋砌体结构类型较多,除用作承重墙和柱外,还在楼面梁、板中得到一定的应用。此外,对预应力砌体结构的研究和应用也取得了许多成绩。用于墙柱的配筋砌体结构可概括为两类。由于国外空心砖和砌块的种类多、应用较普及,除采用上述配筋混凝土砌块砌体构件(图 1-5(d))外,还可在由块体组砌的空洞内设置竖向钢筋,并灌注混凝土,如图

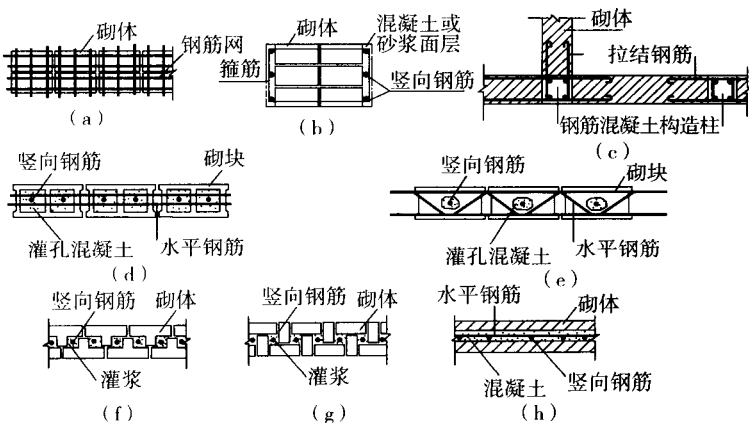


图 1-5 配筋砌体结构类型

1-5(f) ~ (h) 所示。其水平钢筋除采用直钢筋外,还有的在水平灰缝内设置桁架形状的钢筋(如图 1-5(c) 所示)。

国内外普遍认为配筋砌体结构构件的竖向和水平方向的配筋率均不应小于 0.07%。如配筋混凝土砌块砌体剪力墙,具有和钢筋混凝土剪力墙类似的受力性能。有的还提出竖向和水平方向配筋率之和不小于 0.2%,可称为全配筋砌体结构。配筋砌体结构具有较高的承载力和延性,改善了无筋砌体结构的受力性能,扩大了砌体结构的应用范围。

1.3.3 约束砌体结构

通过竖向和水平钢筋混凝土构件约束砌体的结构,称为约束砌体结构。最为典型的是在我国广为应用的钢筋混凝土构造柱和圈梁形成的砌体结构体系。它在抵抗水平作用时使墙体的极限水平位移增大,从而提高墙的延性,使墙体裂而不倒。其受力性能介于无筋砌体结构和配筋砌体结构之间,或者相对于配筋砌体结构而言,是配筋加强较弱的一种配筋砌体结构。如果按照提高墙体的抗压强度或抗剪强度要求设置加密的钢筋混凝土构造柱,则属配筋砌体结构,这是近年来我国对构造柱作用的一种新发展。

1.3.4 大型墙板

目前采用的大型墙板有大型预制墙板、空心混凝土墙板、振动砖墙板等。这些墙板一般与一间房屋的一面墙做成相同的规格。在施工条件允许的情况下,大型墙板利于施工,可在较大程度上缩短工期,提高劳动生产率。

思考题与习题

- 1-1 目前我国建筑工程中采用的砌体有哪几种?
- 1-2 何谓配筋砌体结构?
- 1-3 砌体结构的特点有哪些?
- 1-4 砌体结构的发展方向如何?

第 2 章 砌体材料及砌体的物理力学性能

砌体结构是用块体和砂浆砌筑而成的结构。砌体结构的受力特点是抗压能力较强而抗拉能力较低,所以它多用于轴心或偏心受压构件,只在个别情况下才作为受弯、受剪或受拉构件。

2.1 砌体的材料及强度等级

块体和砂浆的强度等级是根据其抗压强度而划分的级别,是确定砌体在各种受力状态下强度的基础数据。《砌体结构设计规范》(GB50003—2001)规定:块体强度等级以符号“MU”(Masonry Unit)表示,砂浆强度等级以符号“M”(Mortar)表示,单位均为 MPa(N/mm²)。对于混凝土小型空心砌块砌体,其砌筑砂浆的强度等级以符号“Mb”表示,灌孔混凝土的强度等级以符号“Cb”表示。

2.1.1 块材

块体分为砖、砌块和石材三大类。砖和砌块通常是按块体的高度尺寸划分的,块体高度小于 180mm 称为砖;大于等于 180mm 称为砌块。

1. 砖

砖是我国砌体结构中应用最广泛的一种块体,主要有下列种类:

(1) 烧结普通砖

以粘土、煤矸石、页岩或粉煤灰为主要原料,经高温焙烧而成的实心或孔洞率小于 15% 的砖。它可分为烧结粘土砖、烧结煤矸石砖、烧结页岩砖、烧结粉煤灰砖等。

目前,我国生产的烧结普通砖的统一规格为 240mm×115mm×53mm。实心砖的重力密度为 16~18kN/m³。用标准砖可砌成 120mm、240mm、370mm 等不同厚度的墙,依次称为半砖墙、一砖墙、一砖半墙,等等。

烧结普通砖保温、隔热、耐久性好,生产工艺简单,砌筑方便,可用作各种房屋的地上及地下结构。

(2) 烧结多孔砖

以粘土、页岩、煤矸石为主要原料,经焙烧而成,孔洞率不小于 25%,孔的尺寸小而数量多,主要用于承重部位的砖称为多孔砖。多孔砖可减轻结构自重,节约砌筑砂浆并减少工时,还可减少粘土用量和电力及燃料等能源的消耗。

我国生产的多孔砖有多种形式和规格,它们的应用尚不普及。图 2-1(a)、(b) 为南京生产的 kM1 空心砖及其配砖,孔洞率分别为 26% 和 18%。图 2-1(c) 为上海、西安、辽宁及黑龙江等地生产的 kP1 型空心砖,孔洞率为 25%。图 2-1(d)、(e)、(f) 为西安等地生产的 kP2 型空心砖及其配砖。

若孔的尺寸大而数量少,孔洞率达 40%~60%,常用于填充墙、分隔墙的非承重结构的砖称为空心砖。当用作承重结构的大孔空心砖(如图 2-2),为了避免砖的承载力降低过多,其孔洞率不应超过 40%。

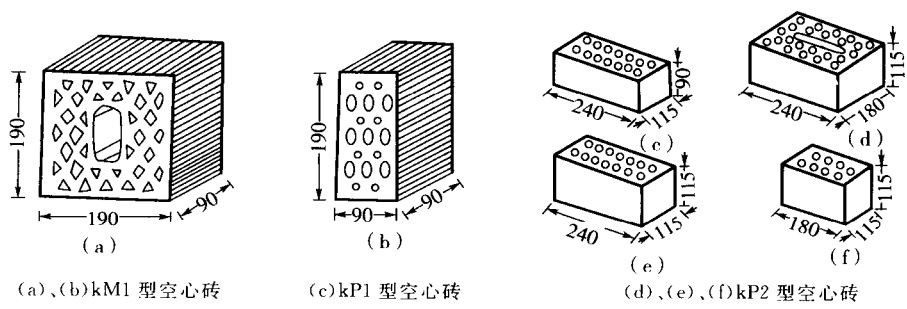


图 2-1 我国主要的空心砖类型

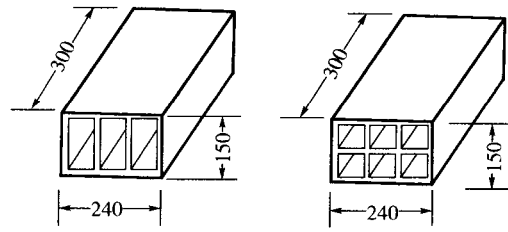


图 2-2 大孔空心砖

(3) 蒸压灰砂砖

是以砂和石灰为主要原料,也可加入着色剂或掺和料经坯料制备,压制成型,蒸压养护而成的实心砖,简称灰砂砖。用料中石英砂占 80% ~ 90%,石灰占 10% ~ 20%。

(4) 蒸压粉煤灰砖

是以粉煤灰、石灰为主要原料,掺加适量的石膏或其他碱性激发剂,再加入一定量的炉渣或水淬矿渣为骨料,经加水搅拌、消化、轮碾、高压蒸汽养护而成的实心砖,简称粉煤灰砖(又称烟灰砖)。这种砖的抗冻性、长期稳定性以及防水性能等均不及粘土砖,可用于一般建筑。

蒸压灰砂砖、蒸压粉煤灰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。此外还有炉渣砖、矿渣砖等。

根据抗压强度,烧结普通砖和烧结多孔砖分为 MU30、MU25、MU20、MU15 和 MU10 等 5 个强度等级。烧结多孔砖的强度等级是由试件破坏荷载值除以受压面积确定的,这样在设计计算时不需要考虑孔洞率的影响。蒸压灰砂砖和蒸压粉煤灰砖分为 MU25、MU20、MU15 和 MU10 等 4 个等级。

2. 砌块

砌块是尺寸比较大的块体,其外形尺寸可达标准砖的 6 ~ 60 倍,用其砌筑砌体可以减轻劳动量和加快施工进度。

砌块按尺寸大小和重量可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。高度不足 380mm 的块体,一般称为小型砌块(如图 2-3 所示);高度在 380 ~ 900mm 的块体,一般称为中型砌块;大于 900mm 的块体,称为大型砌块。混凝土空心小型砌块,是由普通混凝土或轻集料混凝土制成,其形式如图 2-4 所示,其主规格尺寸为 390mm x 190mm x 190mm,空心率一般为 25% ~ 50%。

砌体强度划分为 MU20、MU15、MU10、MU7.5 和 MU5 等 5 个强度等级。

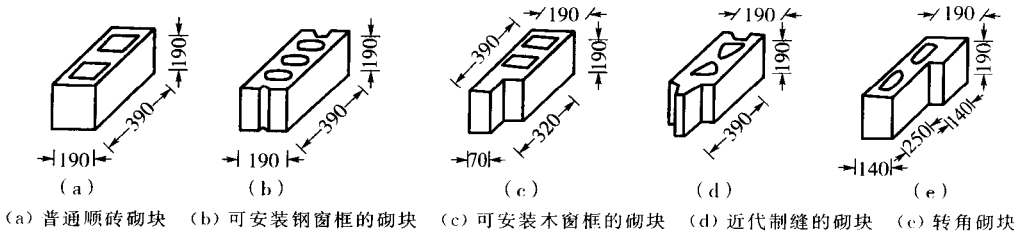


图 2-3 混凝土小型空心砌块

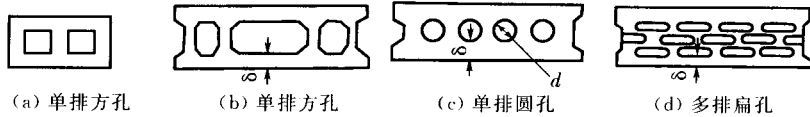


图 2-4 空心砌块的形式

3. 石材

用作承重砌体的石材主要来源于重质岩石和轻质岩石。石砌体中的石材,应选用无明显风化的石材。

石材按其加工后的外形规则程度,分为料石和毛石。料石中又分有细料石、半细料石、粗料石和毛料石。毛石的形状不规则,但要求毛石的中部厚度不小于 200mm。石材的强度划分为 MU100、MU80、MU60、MU50、MU40、MU30 和 MU20 等 7 个等级。

石材的强度等级,可用边长为 70mm 的立方体试件的抗压强度表示。抗压强度取 3 个试件破坏强度的平均值。当试件采用其他边长尺寸的立方体时,应按表 2-1 的规定对其试验结果乘以相应的换算系数后可作为石材的强度等级。

表 2-1 石材强度等级换算系数

立方体边长(mm)	200	150	100	70	50
换算系数	1.43	1.28	1.14	1	0.86

2.1.2 砂浆

砂浆是由胶结料(水泥、石灰)、细集料(砂)、掺和料等加水搅拌而成的混合材料,在砌筑中起粘结、衬垫和传递应力的作用。

1. 砂浆分类

砂浆按其组成成分可分为以下几种:

(1) 水泥砂浆

不加塑性掺和料的纯水泥砂浆。

(2) 混合砂浆

有塑性掺和剂(石灰膏、粘土)的水泥砂浆。如石灰水泥砂浆、粘土水泥砂浆等。

(3) 非水泥砂浆

不含水泥的砂浆,如石灰砂浆,石灰粘土砂浆等。

2. 砂浆特性

砌筑所用砂浆除强度要求外,还应具有以下特性:

(1) 流动性(或可塑性)