

普通高等教育“十一五”规划教材
PUTONG GAODENG JIAOYU SHIYIWU GUIHUA JIAOCAI



QITI JIEGOU

砌体结构

谢启芳 薛建阳 主编



中国电力出版社

<http://jc.cepp.com.cn>

普通高等教育“十一五”规划教材
PUTONG GAODENG JIAOYU SHIYIWU GUIHUA JIAOCAI



QITI JIEGOU

砌体结构

主编 谢启芳 薛建阳
编写 门进杰
主审 王秀逸



中国电力出版社

<http://jc.cepp.com.cn>

内 容 提 要

本书为普通高等教育“十一五”规划教材。全书分为6章,主要内容为绪论、砌体材料及其设计方法,无筋砌体构件承载力的计算,配筋砌体构件承载力的计算,混合结构房屋墙体设计,圈梁、过梁、墙梁及挑梁。书中系统介绍了砌体结构的基本理论和设计方法,概念清楚、内容简练、叙述简明,配有典型例题、小结、思考题和习题,便于学生复习巩固所学内容。

本书可作为高等院校土木工程专业本科教材,也可作为土木工程专业专科教材,还可供相关技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

砌体结构/谢启芳,薛建阳主编. —北京:中国电力出版社, 2009

普通高等教育“十一五”规划教材

ISBN 978-7-5083-9450-3

I. 砌… II. ①谢…②薛… III. 砌块结构—高等学校—教材 IV. TU36

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第168583号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号 100044 http://jc.cepp.com.cn)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2009年9月第一版 2009年9月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 8.5印张 198千字

定价 15.00元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

前言

为贯彻落实教育部《关于进一步加强高等学校本科教学工作的若干意见》和《教育部关于以就业为导向深化高等职业教育改革的若干意见》的精神,加强教材建设,确保教材质量,中国电力教育协会组织制订了普通高等教育“十一五”教材规划。该规划强调适应不同层次、不同类型院校,满足学科发展和人才培养的需求,坚持专业基础课教材与教学急需的专业教材并重、新编与修订相结合。本书为新编教材。

《砌体结构》是土木工程专业的一门主要专业课程。本书系统介绍了砌体结构的基本理论和设计方法,包括砌体材料及砌体的物理力学性能,砌体结构以概率理论为基础的极限状态设计方法,无筋砌体构件承载力的计算,配筋砌体构件承载力的计算,混合结构房屋墙、柱的设计以及其他结构构件的设计等。

本书的编写依据为《砌体结构设计规范》(GB 50003—2001)及相关砌体结构的研究成果。为适应土木工程专业应用型人才培养的需要,在编写过程中力求做到概念清楚、内容简练、叙述简明。主要章节均配有典型例题、小结、思考题和习题,便于学生复习巩固所学内容。本书可作为高等院校土木工程专业本科教材,也可作为土木工程专业专科教材,还可供相关技术人员参考。

本书由西安建筑科技大学组织编写。具体分工为:薛建阳编写第1、2章,谢启芳编写第3、5章,门进杰编写第4、6章。全书由谢启芳、薛建阳任主编。

西安建筑科技大学王秀逸教授审阅了全书并提出了许多宝贵意见,李晓文教授对书中的例题进行了审阅和修改,在此一并表示衷心的感谢!

限于编者水平,书中错误与不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

编者

2009年5月



目 录

前言

第1章 绪论	1
1.1 砌体结构发展概况	1
1.2 砌体结构的特点及其应用	2
1.3 砌体结构的发展展望	3
本章小结	5
第2章 砌体材料及其设计方法	6
2.1 砌体材料	6
2.1.1 块体材料	6
2.1.2 块体的强度等级	8
2.1.3 砂浆的种类和强度等级	8
2.1.4 灌孔混凝土	9
2.1.5 块体及砂浆的选择	9
2.2 砌体的类型	9
2.2.1 无筋砌体	10
2.2.2 配筋砌体	10
2.3 砌体的物理力学性能	11
2.3.1 砌体的受压性能	11
2.3.2 砌体的受拉、受弯和受剪性能	14
2.3.3 砌体的变形性能	16
2.4 砌体结构的设计方法	18
本章小结	23
思考题	24
第3章 无筋砌体构件承载力的计算	25
3.1 受压构件	25
3.1.1 受压短柱的承载力分析	25
3.1.2 受压长柱的承载力分析	26
3.1.3 无筋砌体受压构件承载力的计算	27
3.1.4 例题	30
3.2 局部受压	32
3.2.1 砌体局部均匀受压	32
3.2.2 梁端支承处砌体的局部受压	34
3.2.3 梁端设有刚性垫块的砌体局部受压	36

3.2.4 梁下设有长度大于 πh_0 的垫梁下的砌体局部受压	38
3.2.5 例题	39
3.3 轴心受拉、受弯和受剪构件	42
3.3.1 轴心受拉构件	42
3.3.2 受弯构件	42
3.3.3 受剪构件	43
3.3.4 例题	43
本章小结	44
思考题	45
习题	45
第4章 配筋砌体构件承载力的计算	47
4.1 网状配筋砖砌体构件	47
4.1.1 网状配筋砖砌体构件的受压性能	47
4.1.2 网状配筋砖砌体受压构件承载力的计算	48
4.1.3 网状配筋砖砌体构件的适用范围和构造要求	50
4.2 组合砖砌体构件	51
4.2.1 钢筋混凝土或钢筋砂浆面层的组合砖砌体构件	51
4.2.2 砖砌体和钢筋混凝土构造柱组合墙	56
4.3 配筋砌块砌体构件	58
4.3.1 正截面受压承载力计算	58
4.3.2 斜截面受剪承载力计算	61
4.3.3 配筋砌块砌体剪力墙构造规定	63
本章小结	68
思考题	68
习题	69
第5章 混合结构房屋墙体设计	70
5.1 混合结构房屋的结构布置	70
5.1.1 混合结构房屋的组成	70
5.1.2 混合结构房屋的承重体系	70
5.2 房屋的静力计算方案	72
5.2.1 房屋的空间工作性能	72
5.2.2 房屋静力计算方案的划分	74
5.2.3 刚性和刚弹性方案房屋的横墙要求	75
5.3 刚性方案房屋墙、柱的计算	76
5.3.1 单层刚性方案房屋承重纵墙计算	76
5.3.2 多层刚性方案房屋承重纵墙计算	78
5.3.3 多层刚性方案房屋承重横墙计算	80
5.4 弹性与刚弹性方案房屋墙、柱的计算	81

5.4.1 弹性方案房屋墙、柱的计算	81
5.4.2 单层刚弹性方案房屋墙、柱的计算	82
5.4.3 多层刚弹性方案房屋墙、柱的计算	83
5.5 地下室墙体的计算	84
5.5.1 计算简图	84
5.5.2 墙体荷载	84
5.5.3 内力计算及截面验算	85
5.5.4 施工阶段抗滑移验算	85
5.6 混合结构房屋的构造要求	86
5.6.1 墙、柱的允许高厚比	86
5.6.2 一般构造要求	89
5.6.3 防止或减轻墙体开裂的主要措施	91
5.7 计算例题	94
本章小结	102
思考题	102
习题	103
第6章 圈梁、过梁、墙梁及挑梁	104
6.1 圈梁	104
6.1.1 圈梁的设置	104
6.1.2 圈梁的构造要求	104
6.2 过梁	105
6.2.1 过梁上的荷载	105
6.2.2 过梁的计算	106
6.2.3 过梁的构造要求	107
6.3 挑梁	110
6.3.1 挑梁的受力性能	110
6.3.2 挑梁的设计	111
6.3.3 挑梁的构造要求	114
6.4 墙梁	115
6.4.1 墙梁的工作性能	116
6.4.2 墙梁的设计	116
6.4.3 墙梁的构造要求	120
本章小结	124
思考题	124
习题	124
参考文献	126



第1章 绪 论

1.1 砌体结构发展概况

砌体结构是指用块体（粘土砖、各种砌块或石材）及砂浆砌筑而成的结构。由于过去大量采用的是砖砌体和石砌体，因此习惯上称为砖石结构。

砌体结构在我国有着非常悠久的历史。早在五千多年前就已出现石砌的祭坛和围墙，到了西周时期（公元前 1097 年—前 771 年），已烧制出粘土瓦和铺地砖。秦汉时代，我国的砖瓦生产已很发达，著名的“秦砖汉瓦”在一定程度上代表了当时的科技发展水平。古代的砌体结构主要用于陵墓、城墙、佛塔、石拱桥、佛殿等。驰名中外的万里长城（图 1.1），蜿蜒雄伟，气势磅礴，堪称砌体结构的典范。河北赵县的安济桥（图 1.2），建于隋朝，至今已有 1400 多年的历史，是世界上最早的一座空腹式石拱桥。在材料使用、结构受力、经济美观等诸方面都达到了很高的水平。西安的大雁塔（图 1.3）、小雁塔、开封的嵩岳寺塔（图 1.4）、南京灵谷寺的无梁殿等砌体结构古建筑，在我国文明史上都占有一席之地。

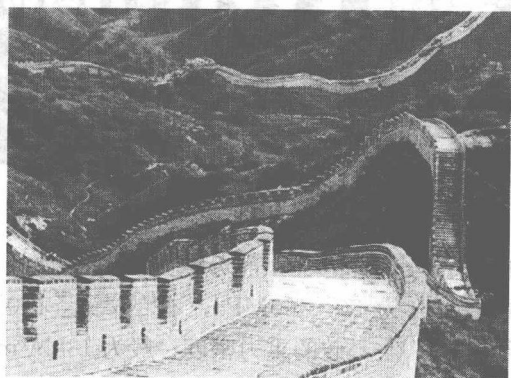


图 1.1 万里长城

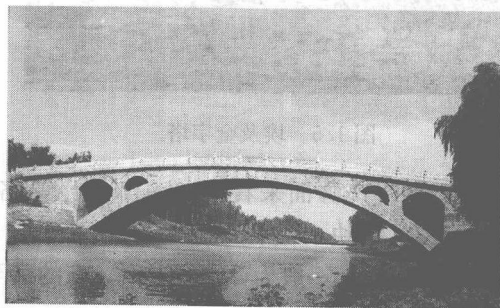


图 1.2 安济桥



图 1.3 大雁塔

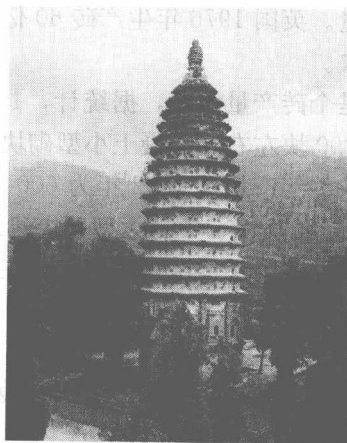


图 1.4 嵩岳寺塔

新中国成立后,砌体结构得到了迅速发展,目前已广泛应用于各类工业与民用建筑及其构筑物,建造规模与应用领域不断扩大,空心砖、硅酸盐块材、混凝土砌块等各种新型砌体材料不断出现和更新,砌体结构已发展成为我国工程应用最为广泛的结构类型之一。

砌体结构在国外也被广泛采用。埃及的金字塔是世界上最伟大的建筑工程之一,它建于约 4500 年前,是用巨大石块修砌成的方锥形建筑(图 1.5)。罗马和希腊石砌的古城堡和教堂则反映了西方古代文明的杰出成就(图 1.6)。到了近代,国外采用砌体作为承重构件建造了许多高层房屋。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关注。1970 年在英国诺丁汉市建成一幢 14 层房屋,其内墙厚 230mm,外墙厚 270mm,与钢筋混凝土框架相比,上部结构的造价降低约 7.7%。

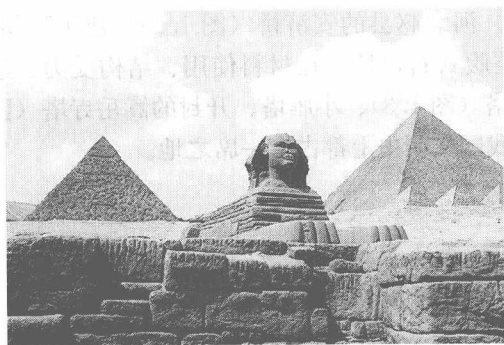


图 1.5 埃及金字塔

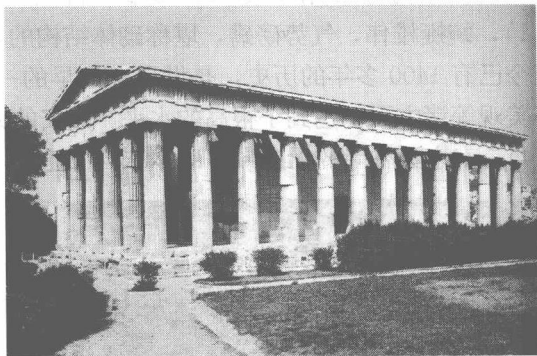


图 1.6 古希腊赫夫斯托斯神殿

从砖的生产方面来看,1979 年,欧洲各国的产量为 409 亿块,前苏联为 470 亿块,亚洲各国 132 亿块,美国 85 亿块。国外砖的强度一般为 30~60MPa,有的高达 140~230MPa。孔洞率一般为 20%~40%,有的甚至达到 60%。空心砖的重力密度一般为 13kN/m³,轻的仅为 6kN/m³。

国外砌块的发展速度也很快,在 20 世纪 70 年代一些欧美国家的砌块产量就接近或超过了砖的产量。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。

中国是个砖产量大国,据统计,1980 年全国的砖产量为 1566 亿块,近年已达 2100 亿块,人均 200 块左右。混凝土小型砌块的发展也相当快,据中国建筑砌块协会统计,我国混凝土小砌块的年产量在 1992 年为 600 万 m³,1993 年达到 2000 万 m³,1998 年的产量已达 3500 万 m³,各类小、中、大型砌块建筑的总面积达到 8000 万 m²。建筑砌块与砌块建筑不仅具有较好的技术和经济效益,而且在节约土地资源、节省能源和废物利用等方面都具有巨大的社会效益和环境效益。

1.2 砌体结构的特点及其应用

经过长期工程实践的总结,砌体结构的优点主要表现在以下几个方面:

(1) 砌体所用的原材料,如天然石、粘土、砂、石灰等都可以就地取材,成本低廉,而且可采用粉煤灰等工业废料制成粉煤灰砖、粉煤灰砌块和砂渣砖等各种块材。

(2) 砖及小型砌块砌体在砌筑时不需要模板及其他特殊的机器设备,施工的适应性较强。

(3) 具有良好的耐火性和耐久性。砖砌体可耐受 $400\sim 500^{\circ}\text{C}$ 高温,且有良好的耐腐蚀和耐冻融的大气稳定性,正常情况下可以达到耐久性设计的要求,而且不需要或仅需很少的维修费用。

(4) 具有良好的保温、隔热和隔音性能。粘土砖的蓄湿性、透气性好,有利于调节室内的空气湿度,使人感到舒适,因而特别适合于建造民用建筑房屋。

砌体结构也存在以下一些缺点:

(1) 砌体的强度较低,因而必须采用截面面积较大的墙、柱构件,结构的体积和自重较大,材料用量多,运输量、施工量也相应增加。

(2) 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,其应用受到限制。

(3) 砖和小型砌块砌体基本上还是采用手工方式砌筑,因而劳动量大,生产效率较低。

(4) 砖砌体结构中粘土砖的用量很大,生产粘土砖往往占用和破坏大量农田,不仅影响农业生产,而且污染环境,造成能源浪费。

由于砌体结构具有上述特点,它被广泛应用于各类工程结构中:

(1) 房屋中的墙、柱、基础和地沟等构件。这些构件主要承受轴心或偏心压力作用,可以充分利用砌体抗压强度较高的优点。在抗震设防烈度为 6 度的地区,由烧结普通砖砌体建造的住宅建筑可以达到 8 层,而采用配筋砌块的房屋,以及在非抗震设防地区,房屋可以建得更高。

(2) 中、小型工业厂房,高度较小的俱乐部、食堂,以及农村的居住建筑,也常采用砌体作为围护结构或承重结构。

(3) 一些特殊结构,如高度在 60m 以下的烟囱、小型管道支架、料仓、地沟及对渗水性要求不高的水池等结构,也可采用砌体结构建造。

(4) 桥梁、隧道、各种地下渠道、涵洞、挡土墙、小型水坝、渡槽支架等土木和水利工程结构也常采用砌体结构建造。

砌体结构是由单个块体和砂浆用手工砌筑而成的,其砌筑质量通常难以保证均匀,整体性较差,再加上砌体本身自重大、强度低、抗震性能差,因此在地震区应用时,应采取必要的抗震措施予以加强。

1.3 砌体结构的发展展望

砌体结构由于取材方便、造价低廉等突出优点,其应用非常广泛,在今后相当长时期内仍将是我国一种主导的结构型式。但是应当看到,与钢结构和钢筋混凝土结构等其他结构相比较,传统砌体结构中由于块材强度较低、自重大、生产效率低、建设周期长、难以满足现代工程日益发展的要求。因此有必要继续发展和完善其结构性能,在以下方面开展工作:

一、积极开发节能环保型新型建材

保护生态环境以确保人类的可持续发展已成为当今社会人们的共识,这就要求:

(1) 加大限制高能耗和资源消耗,高污染低效益产品的生产力度。对粘土砖,国家早就

出台了减少和限制的政策,北京和上海等大城市已规定不允许采用粘土实心砖。

(2) 大力发展粉煤灰砖、钢渣砖、炉渣砖及其空心砌块、粉煤灰加气混凝土墙板等蒸压灰砂废渣制品。我国对这些制品的生产量在 20 世纪 80 年代以前曾达到 2.5 亿块,消耗工业废渣几百万吨,取得了显著效益,但在工艺的改进,产品性能和强度等级的提高以及降低成本等方面还有工作要做。

(3) 应大力发展和推广轻型复合墙板和复合砌块。轻型墙板可利用工业废渣,如粉煤灰代替部分水泥,骨料可为陶粒、矿渣或炉渣等轻骨料,加入玻璃纤维或其他纤维,这种墙板可提高砌体施工的工业化水平。复合墙板既能满足建筑节能、保温、隔热的要求,又符合外墙防水、强度等技术要求,具有广泛的应用前景。复合砌块墙体材料也是今后的发展方向,如采用矿渣空心砖、灰砂砌块、混凝土空心砌块等与绝缘材料相结合都可满足外墙的使用要求,是墙体材料绿色化的主要发展方向。

二、发展高强砌体材料,减轻砌体自重

目前我国的砌体材料和发达国家相比,还存在一定差距,主要是强度低、耐久性差,如粘土砖的抗压强度一般为 $7.5\sim 15\text{MPa}$,承重空心砖的孔洞率也较低,一般不超过 25%。因此,应革新生产工艺,在配料、成型、烧结技术等方面进行改进,以提高烧结砖的强度和质量。另外,可因地制宜,在粘土较多的地区,发展高强粘土制品,高空隙率的保温砖和外墙装饰砖、块材等;在少粘土的地区,发展高强混凝土砌块、承重装饰砌块和利废材料制成的砌块等。

在发展高强块材的同时,应研制高强度等级的砌筑砂浆。目前,我国常用砂浆的抗压强度一般为 $2.5\sim 10\text{MPa}$,与块体之间的粘结力不大。为了提高砌体的抗拉、抗剪强度,增强砌体的整体性及与块材之间的粘结性能,应逐步提高砂浆的质量和强度等级。

三、加强约束砌体与配筋砌体的研究与开发,提高砌体结构的抗震性能

我国配筋砌体的应用和研究起步较晚,20 世纪 60 年代湖南衡阳和株洲的一些房屋,其



图 1.7 辽宁盘锦 15 层配筋砌块砌体房屋

部分墙、柱采用网状配筋砌体承重,节约了钢材和水泥。20 世纪 70 年代以后,尤其是 1975 年海城地震和 1976 年唐山大地震之后,国内开始对设置构造柱和圈梁的约束砌体开展研究,通过在砖墙中加大、加密构造柱形成较强的约束砌体,其抗震性能得到改善,已在地震区和中高层结构中得到了广泛应用。辽宁沈阳、江苏徐州、甘肃兰州等地已先后建造了 8~9 层上百万平方米的这类建筑,取得了良好的经济效益。此外,对配筋砌块剪力墙结构也开展了一定的试验研究,配筋砌块剪力墙能承担竖向和水平荷载作用,是结构中主要的承重构件和抗侧力构件。配筋砌体具有强度高、延性好等优点,与钢筋混凝土剪力墙的性能十分类似,可用于大开间和高层建筑中。1997 年在辽宁盘锦,1998 年在上海园南新村分别建成了 15 层(图 1.7)和 18 层配筋砌块剪力墙住宅楼,其抗震设防烈度均为 7 度,场地类别分别为Ⅲ类和Ⅳ类场地;2000 年在抚顺建成开间为

6.6m 的 12 层配筋砌块剪力墙住宅楼，抗震设防烈度为 7 度，Ⅱ类场地；2007 年在湖南株洲建成 19 层配筋砌块剪力墙住宅楼，是目前国内最高的配筋砌块砌体剪力墙结构房屋。

四、革新砌体结构的施工技术，提高劳动效率和减轻劳动强度

砌体结构传统上是靠手工砌筑，劳动强度大，效率低，工期较长。而砌体的受力和变形性能在很大程度上取决于施工质量和施工条件，因施工质量低劣引起的砌体结构工程事故屡有发生，应当引起人们足够的重视，因此对砌体结构的施工应精心组织，精心管理，切实保证工程质量检验与控制。此外，砌体结构在块材和结构形式的选取上应多采用空心、大块块材和大型预制墙板以加快施工速度，在施工工艺上应提高砂浆和块材的运输、灌注和铺砌的机械化水平，促进施工技术和生产效率迈上一个新台阶。

本 章 小 结

(1) 砌体结构是由块体用砂浆砌筑而成的结构。其应用已有几千年悠久的历史，曾大量地用于陵墓、城墙、佛塔、石拱桥、佛殿建筑，目前也广泛用于工业与民用建筑以及构筑物等各类工程结构。

(2) 砌体结构的主要优点是易就地取材，造价低，耐火性和耐久性好，且具有良好的保温、隔热性能，适用性较强。其缺点主要是自重大，不利于抗震；抗弯、抗拉、抗剪性能差，强度较低；劳动量大，生产效率较低；破坏土地，污染环境。

(3) 砌体结构的主要发展方向是积极发展新材料，研究具有轻质、高强、低能耗的块体材料；研发具有高强度、特别是具有高粘结强度的砂浆；充分利用工业废料，发展节能墙体。加强约束砌体与配筋砌体等新型砌体结构开发，提高结构的抗震性能；革新砌体结构的施工技术，提高劳动生产率。

第2章 砌体材料及其设计方法

2.1 砌体材料

2.1.1 块体材料

砌体结构用的块体材料一般分为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。

一、烧结普通砖

以粘土、页岩、煤矸石、粉煤灰等为主要原料,经过焙烧而成的实心砖以及孔洞率不大于15%的砖称为烧结普通砖。其中实心粘土砖是主要品种,也是目前应用最广泛的块体材料。其他非粘土材料制成的砖,如烧结页岩砖、烧结煤矸石砖、烧结粉煤灰砖等既利用了工业废料,又保护了土地资源,有广阔的发展和应用前景。烧结普通砖有全国统一的规格,其尺寸为 $240\text{mm}\times 115\text{mm}\times 53\text{mm}$ 。

二、烧结多孔砖

在粘土砖的竖向或水平向开设许多不同形状或大小的孔洞,且孔洞率大于15%的砖,称为粘土空心砖,简称空心砖或多孔砖。砖的孔洞沿竖向设置,其承重能力较好,称为烧结多孔砖。砖的孔洞沿水平方向设置,有利于砂浆铺砌,主要用于框架填充墙或非承重隔墙,称为烧结空心砖。

我国生产的烧结多孔砖,其孔型和外形尺寸多种多样,孔洞率多在15%~40%之间,主要规格有:KP1型 $240\text{mm}\times 115\text{mm}\times 90\text{mm}$;KP2型 $240\text{mm}\times 180\text{mm}\times 115\text{mm}$;KM1型 $190\text{mm}\times 190\text{mm}\times 90\text{mm}$ 。上述规格产品还有1/2长度或1/2宽度的配砖配套使用,以避免砍砖过多及砍砖困难,有的多孔砖可与烧结普通砖配合使用。几种典型的多孔砖规格及孔洞形式如图2.1所示。

烧结空心砖的孔洞率可达40%~60%,因此又称大孔空心砖,一般多作填充墙用,如图2.2所示。

采用空心砖不仅减轻了结构自重,获得了更好的保温、隔热和隔声性能,还一定程度上节约了土地,因此,近年来得到了越来越多的推广应用。

三、非烧结硅酸盐砖

以硅质材料和石灰为主要原料压制成坯并经高压釜蒸汽养护而成的实心砖称为非烧结硅酸盐砖。常用的非烧结硅酸盐砖有蒸压灰砂砖、蒸压粉煤灰砖、炉渣砖、矿渣砖等。其规格尺寸与实心粘土砖相同。

(一) 蒸压灰砂砖

以石英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,蒸汽养护而成的砖,具有强度高,大气稳定性好等特点。

(二) 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,

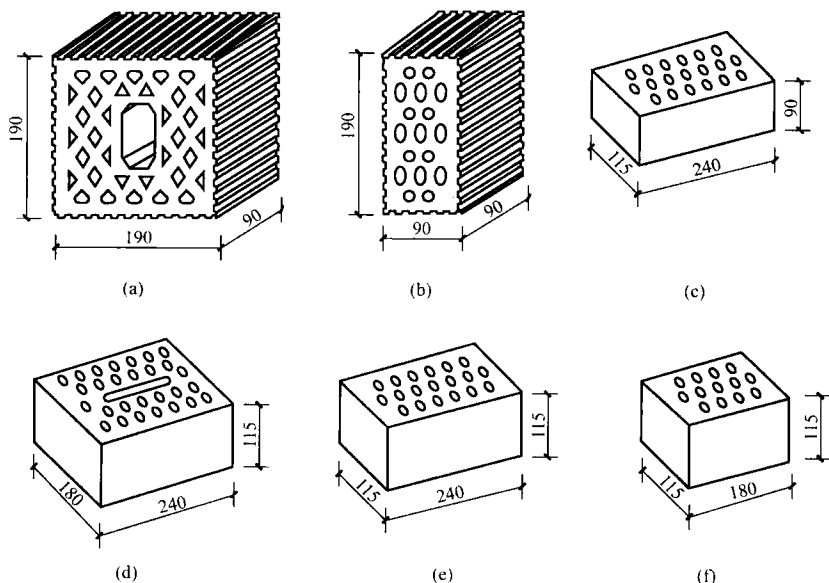


图 2.1 几种多孔砖的规格及孔洞形式

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

再加入一定量的炉渣作为骨料制成的砖。这种砖的抗冻性、长期强度稳定性以及防水性能等均不及粘土砖。

另外，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制成的砖称为炉渣砖。这种砖的耐热温度可达 300°C ，能基本满足一般建筑的使用要求。

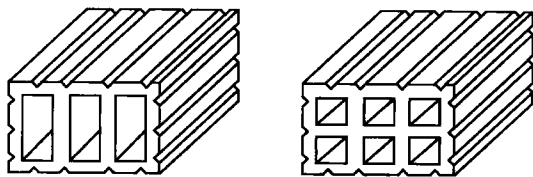


图 2.2 大孔空心砖

矿渣砖是以未经水淬处理的高炉矿渣为主要原料，掺一定比例的石灰、粉煤灰或煤渣制成的砖。

以上各种硅酸盐砖均不需焙烧，因此不宜用于砌筑壁炉、烟囱之类承受高温的砌体结构。

四、混凝土砌块

砌块是比标准砖尺寸大的块体，它通常是由普通混凝土或浮石、火山渣、陶粒等轻骨料

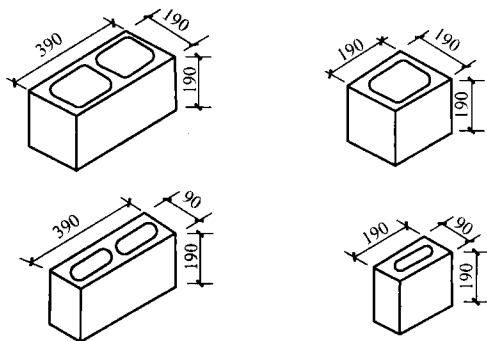


图 2.3 混凝土小型空心砌块

做成的轻骨料混凝土制成的实心或空心砌块。这些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，既能代替粘土砖，又能减少环境污染。

混凝土砌块规格多样，一般将高度为 $180\sim 350\text{mm}$ 的块体称为小型砌块，如图 2.3 所示；高度为 $360\sim 900\text{mm}$ 的砌体称为中型砌块；高度为 900mm 以上的块体称为大型砌块。小型砌

块尺寸较小,便于手工砌筑。中大型砌块尺寸较大,适合于机械施工,但受起重设备的限制,在我国已很少采用。

五、石材

石材一般采用重质天然石,如花岗岩、砂岩、石灰岩等,其重力密度大于 18kN/m^3 。天然石材具有强度高、抗冻性及耐火性能好等优点,因此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。

2.1.2 块体的强度等级

块体的强度等级是由标准试验方法得到的以 MPa 表示的块体极限抗压强度按规定的评定方法确定的强度值。它是块体力学性能的基本标志,用符号“MU”表示。《砌体结构设计规范》(GB 50003—2001)(书中《规范》除特殊说明外均指该规范)规定的各种块体的强度等级如下:

- (1) 烧结普通砖、烧结多孔砖: MU30、MU25、MU20、MU15 和 MU10。
- (2) 蒸压灰砂砖、蒸压粉煤灰砖: MU25、MU20、MU15 和 MU10。
- (3) 砌块: MU20、MU15、MU10、MU7.5 和 MU5。
- (4) 石材: MU100、MU80、MU60、MU50、MU40、MU30 和 MU20。

2.1.3 砂浆的种类和强度等级

砂浆是由砂子和无机胶凝材料(如水泥、石灰、石膏、粘土等)按一定比例加水搅拌而成的粘结材料。砂浆的作用是将单个块体连成整体,并抹平块体表面使其应力分布均匀。同时,砂浆填满了块体间的缝隙,减少了砌体的透气性,从而提高砌体的隔热、防水和抗冻性能。

一、砂浆的种类

砂浆按其组成成分的不同可以分为以下三类。

(一) 水泥砂浆

纯水泥砂浆中无塑性掺和料,由于它能在潮湿环境中硬化,因此一般多用于含水量较大的地基土中的地下砌体。

(二) 混合砂浆

混合砂浆为在水泥砂浆中掺入一定比例的塑化剂,如水泥石灰砂浆、水泥粘土砂浆等。混合砂浆的强度较高、和易性及保水性较好,便于施工砌筑。一般用于地面以上的墙、柱砌体。

(三) 非水泥砂浆

为不含水泥的砂浆,如石灰砂浆、粘土砂浆和石膏砂浆等。这类砂浆强度低,耐久性差,只适宜于砌筑地面以上的砌体及简易建筑物等。

二、砂浆的强度等级

采用边长为 70.7mm 的立方体标准试块,在 $20^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$ 温度下,水泥砂浆在湿度为 90% 以上,水泥石灰砂浆在湿度为 $60\% \sim 80\%$ 环境中养护 28d ,然后进行抗压试验,按计算规则得出的以 MPa 表示的砂浆试件强度值,称为砂浆的强度等级,用符号“M”表示。《规范》规定的砂浆强度等级为 M15、M10、M7.5、M5 和 M2.5。

三、对砂浆质量的要求

为了满足工程设计需要和施工质量,砂浆应当满足以下要求:

- (1) 砂浆应有足够的强度,以满足砌体的强度要求。
- (2) 砂浆应具有较好的和易性,以便于砌筑,保证砌筑质量和提高工效。
- (3) 砂浆应具有适当的保水性,使其在存放、运输和砌筑过程不出现明显的泌水、分层、离析现象,以保证砌筑质量、砂浆的强度和砂浆与块体之间的粘结力。

2.1.4 灌孔混凝土

在混凝土小型砌块建筑中,为了提高房屋的整体性、承载力和抗震性能,常在砌块竖向孔洞中设置钢筋并浇筑灌孔混凝土,使其形成钢筋混凝土芯柱。在有些混凝土小型砌块砌体中,虽然孔内并没有配钢筋,但为了增大砌体横截面面积,或为了满足其他功能要求,也需要灌孔。灌孔混凝土是由水泥、砂子、碎石、水以及根据需要掺入的掺和料和外加剂等组分,按一定比例采用机械搅拌后,用于浇注混凝土砌块砌体芯柱或其他需要填实部位孔洞的混凝土。灌孔混凝土应具有较大的流动性,其坍落度应控制在 200~250mm,强度等级用“Cb”表示。

2.1.5 块体及砂浆的选择

砌体结构所用材料应根据以下几方面进行选择:

- (1) 应符合“因地制宜,就地取材”的原则,尽量选用当地性能良好的块体材料和砂浆,以获得较好的技术经济指标。
- (2) 应保证砌体的强度和耐久性,选择强度等级适宜的块体和砂浆。对于北方寒冷的地区,块体还必须满足抗冻性要求,以保证在多次冻融循环之后块体不至于剥蚀和强度降低。
- (3) 应考虑施工队伍的技术条件和设备情况,并应方便施工。
- (4) 应考虑建筑物的使用性质和所处的环境因素。

对 5 层及 5 层以上的外墙,潮湿房间墙,以及受振动或层高大于 6m 的墙、柱所用材料的最低强度等级,砖为 MU10,砌块为 MU7.5,石材为 MU30,砂浆为 M5。

对地面以下或防潮层以下的砌体,所用材料的最低强度等级应符合表 2.1 的规定。

表 2.1 地面以下或防潮层以下的砌体、潮湿房间墙所用材料的最低强度等级

基土的潮湿程度	烧结普通砖、蒸压灰砂砖		混凝土砌块	石 材	水泥砂浆
	严寒地区	一般地区			
稍潮湿的	MU10	MU10	MU7.5	MU30	M5
很潮湿的	MU15	MU10	MU7.5	MU30	M7.5
含水饱和的	MU20	MU15	MU10	MU40	M10

另外,在冻胀地区,地面以下或防潮层以下的砌体,不宜采用多孔砖。当采用混凝土小型空心砌块砌体时,其孔洞应采用强度等级不低于 C20 的混凝土灌实。

2.2 砌体的类型

砌体分为无筋砌体和配筋砌体两大类。仅由块体和砂浆组成的砌体称为无筋砌体。无筋砌体包括砖砌体、砌块砌体和石砌体,它的应用范围广泛,但抗震性能较差。在砌体中配有

钢筋或钢筋混凝土的称为配筋砌体。配筋砌体的抗压、抗剪和抗弯承载力较高，且具有良好的抗震性能。

2.2.1 无筋砌体

一、砖砌体

砖砌体按照采用砖类型的不同，可以分为普通粘土砖砌体、粘土空心砖砌体和各种硅酸盐砖砌体；按照砌筑形式的不同，可以分为实心砖砌体和空心砖砌体。

实心砖砌体通常采用一顺一丁、梅花丁和三顺一丁的砌筑方式，如图 2.4 所示。烧结普通砖和非烧结硅酸盐砖砌体的墙厚可为 120mm（半砖）、240mm（1 砖）、370mm（ $1\frac{1}{2}$ 砖）、490mm（2 砖）、620mm（ $2\frac{1}{2}$ 砖）和 740mm（3 砖）等。有时为了节约建筑材料，墙厚可不按半砖而采用 $1/4$ 砖进位，那么有些砖则必须侧砌而构成 180mm、300mm 和 430mm 等厚度。目前国内几种应用较多的多孔砖可砌成 90mm、180mm、190mm、240mm、290mm 和 390mm 等厚度的砖墙。

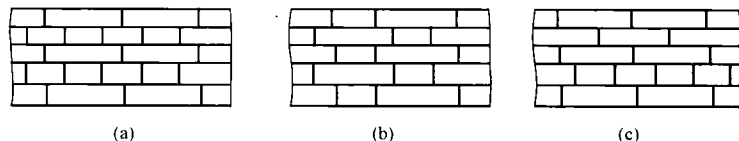


图 2.4 砖的砌筑方式

(a) 一顺一丁；(b) 梅花丁；(c) 三顺一丁

二、砌块砌体

目前我国应用较多的砌块砌体主要为混凝土小型空心砌块砌体。和砖砌体一样，砌块砌体也应分皮错缝搭砌。混凝土小型砌块上、下皮搭砌长度不得小于 90mm，砌筑空心砌块时，一般应孔对孔，肋对肋以利于传力。混凝土小型空心砌块便于手工砌筑，在使用上比较灵活，而且可以利用其孔洞做成配筋芯柱，满足抗震要求。

三、石砌体

石砌体是由天然石材和砂浆或由天然石材和混凝土砌筑而成，可分为料石砌体、毛石砌体和毛石混凝土砌体。在石材资源丰富的地区，石砌体应用比较广泛且较为经济。料石砌体可用作一般民用房屋的承重墙、柱和基础，还用于建造拱桥、坝和涵洞等工程。毛石砌体可用于建造一般民用房屋及规模不大的构筑物基础，也常用于挡土墙和护坡。毛石混凝土砌体的砌筑方法比较简单，它是在模板内交替地铺设混凝土和毛石层，通常用作一般房屋和构筑物的基础及挡土墙等。

2.2.2 配筋砌体

为了提高砌体的强度或当构件截面尺寸受到限制时，可在砌体内配置适量的钢筋或钢筋混凝土，构成配筋砌体。配筋砌体可分为配筋砖砌体和配筋砌块砌体，其中配筋砖砌体又可分为网状配筋砖砌体、组合砖砌体、砖砌体和钢筋混凝土构造柱组合墙。

一、网状配筋砖砌体

这种砌体又称横向配筋砌体，是将钢筋网片或水平钢筋配在砌体的水平灰缝内，如图 4.1 所示。它主要用于轴心受压和偏心距较小的偏心受压构件。