



普通高等教育“十二五”规划教材（高职高专教育）

建筑工程技术专业

砌体结构

张玉敏 主 编
祝清惠 朱 辉 副主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



普通高等教育“十二五”规划教材（高职高专教育）

建筑工程技术专业

砌体结构

主 编	张 玉 敏	
副主编	祝清惠	朱 辉
编 写	王 青	薛红梅
	王 倩	任 丽
主 审	张锡增	



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书为普通高等教育“十二五”规划教材（高职高专教育）。全书依据最新 GB 50003—2011《砌体结构设计规范》及有关现行结构设计规范编写。全书共分 6 章，主要包括概述，砌体及其设计方法，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，过梁、圈梁、悬挑构件和墙梁。主要章节均配有典型例题，小结、思考题和习题。

本书结合技能型专门人才的培养目标和基本要求，加强针对性，突出工程实际应用，简明基本理论和基本概念，注重职业技能和素质的培养。

本书可作为高职高专院校土建类专业的教材，也可作为建筑结构设计、施工、科研及工程技术人员的参考用书。

图书在版编目（CIP）数据

砌体结构/张玉敏主编. —北京：中国电力出版社，2012.11
普通高等教育“十二五”规划教材·高职高专教育
ISBN 978-7-5123-3708-4

I. ①砌… II. ①张… III. ①砌体结构-高等职业教育-教材
IV. ①TU36

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2012）第 260443 号

中国电力出版社出版、发行

（北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>）

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2012 年 12 月第一版 2012 年 12 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 8.5 印张 202 千字

定价 16.00 元

敬 告 读 者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪

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

本书是根据土建类专业砌体结构课程教学大纲的要求和最新 GB 50003—2011《砌体结构设计规范》，以及有关现行结构设计规范编写的，力求反映我国砌体结构在土木工程领域的新进展，以及可持续发展的要求。

全书共分为 6 章，内容包括概述，砌体及其设计方法，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，过梁、圈梁、悬挑构件和墙梁。

本书在编写过程中，结合砌体结构课程教学内容的改革和实践，吸收了各院校近年来砌体结构课程的教学经验，从培养高素质技能型专门人才的定位出发，本着理论知识以必需、够用为度，以实际应用为重的原则，力求体现高等职业教育的特色。对教材内容进行了适当的取舍，突出学生对基本知识的掌握，理论推导从简。主要章节均配有典型例题，小结、思考题和习题，便于学生复习和巩固所学内容。

本书简明基本理论和基本概念，突出工程实际应用，遵循由浅入深、循序渐进的教学规律，内容精练、概念清楚、重点突出、层次分明、结构严谨。对解题方法的介绍清楚细致，步骤完整。

本书可作为高职高专院校土建类专业与相近专业砌体结构的教材，也可作为建筑结构设计、施工、科研及工程技术人员的参考用书。

本书由张玉敏任主编，祝清惠、朱辉任副主编，王青、薛红梅、王倩、任丽参编。全书由张玉敏主编并统稿。

承蒙济南大学张锡增先生仔细地审阅了全书，并提出了许多宝贵意见，在此表示衷心的感谢！

由于编者水平有限，书中难免有不足之处，敬请广大读者批评指正。

编 者

2012 年 10 月

目 录

前言

第 1 章 概述	1
1.1 砌体结构发展概况	1
1.2 砌体结构的优缺点及其应用	2
1.3 砌体结构的发展展望	3
本章小结	4
思考题	5
第 2 章 砌体及其设计方法	6
2.1 砌体材料	6
2.2 砌体的种类	10
2.3 砌体的受压性能	13
2.4 砌体的受拉、受弯、受剪性能	16
2.5 砌体的变形和其他性能	18
2.6 砌体结构设计方法	21
2.7 砌体结构的耐久性	27
本章小结	30
思考题	31
第 3 章 无筋砌体构件承载力的计算	32
3.1 受压构件	32
3.2 局部受压	40
3.3 轴心受拉、受弯和受剪构件	50
本章小结	53
思考题	53
习题	53
第 4 章 配筋砌体构件承载力的计算	56
4.1 网状配筋砖砌体受压构件	56
4.2 组合砖砌体构件	60
4.3 砖砌体和钢筋混凝土构造柱组合墙	63
4.4 配筋砌块砌体构件	66
本章小结	72
思考题	72
习题	73
第 5 章 混合结构房屋墙体设计	74
5.1 混合结构房屋的结构布置和静力计算方案	74

5.2 墙柱高厚比验算·····	79
5.3 刚性方案房屋墙体的设计计算·····	85
5.4 弹性与刚弹性方案房屋墙体的设计计算·····	94
5.5 地下室墙体的计算·····	97
本章小结·····	99
思考题·····	100
习题·····	100
第 6 章 过梁、圈梁、悬挑构件和墙梁·····	103
6.1 过梁·····	103
6.2 圈梁·····	107
6.3 悬挑构件·····	108
6.4 墙梁·····	112
6.5 墙柱的基本构造措施·····	119
本章小结·····	126
思考题·····	127
习题·····	127
参考文献·····	129

第1章 概述

1.1 砌体结构发展概况

砌体结构是指由块体和砂浆砌筑而成的墙、柱作为建筑物主要受力构件的结构,是砖砌体、砌块砌体和石砌体结构的统称。

砌体结构在我国有着悠久的历史。5000年前,我国就建造有石砌祭坛和石砌围墙;隋代(公元590~608年)由李春所建造的河北赵县安济桥,是世界上最早建造的单孔敞肩式圆弧石拱桥,安济桥全长为64.4m,桥宽9m,两端宽9.6m,主拱净跨37.02m,拱矢7.23m,桥体由28道并列券拱砌筑。主拱的两端各有两个小拱,小拱净跨2.85m和3.81m,主拱结合小拱的设计构造,既满足了荷载要求,又增大了泄洪能力。安济桥无论在材料使用、结构受力,还是在艺术造型和经济上,都达到了相当高的成就,被美国土木工程学会选入世界第12个土木工程里程碑。建于北宋(公元1053~1059年)的福建泉州万安桥,原长1200m,现长834m,宽4.5m。公元1189年建造的北京卢沟桥,长266.5m,宽7.5m,至今仍在使用中。

中国是砌体大国,素有“秦砖汉瓦”之说,足见砌体结构的悠久历史。人们生产和使用烧结砖瓦已有3000多年的历史,在西周时期(公元前1134年~公元前771年)已烧制出黏土瓦和铺地砖;战国时代(公元前475年~公元前221年)已能烧制大尺寸空心砖,南北朝以后,砖的应用更为普遍;北魏(公元386~534年)孝文帝建于河南的嵩岳寺塔;始建于北齐(公元550~577年)天保十年的河南开封铁塔(采用异型琉璃砖砌成,呈褐色,俗称铁塔);公元1055年建成的河北定县开元寺塔,是当时世界上最高的砌体结构;明代建造的南京灵谷寺无梁殿走廊的砖砌穹隆等,都是我国古代砖石建筑的杰作。

举世闻名的万里长城始建于公元前7世纪春秋时期的楚国,在秦代用乱石和土将秦、赵、燕北面的城墙连接起来,总长达1万余里,它是我国砌体结构史上光辉的一页。春秋战国时期(公元前256年~公元前251年)始建于秦昭王末年的四川都江堰大型引水枢纽,是世界历史上最长的无坝引水工程,此工程一直沿用至今。

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构筑物,建筑规模与应用领域不断扩大,空心砖、硅酸盐块材、混凝土砖和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。

世界上许多文明古国,应用砌体结构的历史也相当久远。约公元前2670年,埃及采用块石建成的三座大金字塔;公元70~82年,古罗马采用石结构建成的罗马大角斗场;中世纪的欧洲用砖砌筑的拱、券、穹隆和圆顶等结构,如建成于公元537年的位于伊斯坦布尔的索菲亚大教堂,是一座用砖砌球壳、石砌半圆拱和巨型石柱组成的宏伟砖石建筑;始建于1163年,约建成于1180年的巴黎圣母院,采用的是以柱墩骨架、券拱和飞扶壁等组成的砖石框架结构,墙体不承重。到了近代,国外采用砌体作为承重构件建造了许多高层建筑。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。1933年美国加利福尼亚长滩大地震中无筋砌体严重震害，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层的美退伍军人医院，1966年在圣地亚哥建成的8层海纳雷旅馆和洛杉矶19层公寓等，这些砌块建筑大部分都经历了强烈地震的考验。1990年，美国内华达州拉斯维加斯建成了4栋28层配筋砌块旅馆；1957年，瑞士苏黎世采用抗压强度58.8MPa，孔洞率为28%的多孔砖建成19层和24层塔式住宅，砖墙仅380mm厚，引起了各国的广泛关注。

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

砌体结构之所以如此广泛地被应用，是因为它具有以下优点：

(1) 可就地取材，造价低廉。石材、黏土、砂等是天然材料，分布广，可就地取材，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，用来生产砖或砌块既有利于节约天然资源、降低造价，又有利于保护环境。

(2) 有很好的耐火性和较好的耐久性，较好的化学稳定性和大气稳定性，使用年限长。

(3) 保温、隔热性能好，节能效果明显。

(4) 施工设备简单，施工技术上无特殊要求。由于新砌体即可承担一定荷载，故可实现连续施工作业，在寒冷地区，必要时还可以用冻结法施工。

(5) 当采用砌块或大型板材作墙体时，可以减轻结构自重，加快施工进度，进行工业化生产和施工。采用配筋混凝土砌块的高层建筑较现浇钢筋混凝土高层建筑可节约模板，加快施工进度。

砌体结构也存在一些缺点，具体如下：

(1) 砌体结构的自重大。一般砌体的强度较低，故必须采用截面尺寸较大的墙、柱构件，耗用材料多，自重也大。

(2) 砌体的抗震和抗裂性能较差。砌筑砂浆和砖、石、砌块之间的黏结力较弱，因此无筋砌体的抗拉、抗弯及抗剪强度都很低，造成砌体抗震和抗裂性能较差。

(3) 砌筑施工劳动强度大。砌筑大都是采用手工方式操作，一块砖、一铲灰、一弯腰地循环往复，砌筑工作量大，劳动强度高，生产效率低。

(4) 黏土砖制造耗用黏土，影响农业生产，不利于环保。烧制黏土砖不仅占用大量农田，而且耗能大，对环境造成污染。

1.2.2 砌体结构的工程应用

砌体结构具有极其广泛的应用范围，我国大约90%的民用建筑采用砌体结构。

一、房屋建筑工程

房屋中的墙、柱、基础和地沟等构件都可用砌体结构建造，这些构件主要承受轴向压力作用。无筋砌体房屋一般可建5~6层，不少城市已建到7~8层；配筋砌块剪力墙结构房屋可建10~19层。如1983年、1986年南宁分别建成了配筋砌块10层住宅楼和11层办公楼；1988年本溪用煤矸石混凝土砌块配筋建成了一批10层住宅楼；1997年辽宁盘锦市建成一栋

15层配筋砌块剪力墙式住宅楼；1998年上海建成了一栋配筋砌块剪力墙18层塔楼；2000年抚顺建成一栋6.6m大开间12层配筋砌块剪力墙板式住宅楼；2001年哈尔滨阿继科技园建成了12层配筋砌块房屋；2007年湖南株洲建成了19层配筋砌块剪力墙住宅楼。

在某些盛产石材的地区，也建有不少以毛石或料石作承重墙的房屋，但一般在6层以下。

二、工业建筑

工业建筑中，通常用砌体砌筑围护墙，对中、小型厂房和多层轻工业厂房，以及仓库等建筑，也较广泛地采用砌体作墙身或立柱的承重结构。工业企业中的烟囱、料斗、地沟、管道支架和对抗渗要求不高的水池等特殊构件也可用砌体建造。农村建筑如粮仓、跨度不大的加工厂房也可用砌体结构建造。如在江苏省镇江市建成的顶部外径2.18m、底部外径4.78m、高60m的砖砌烟囱；用料石建成的80m排气塔；在湖南建造的高12.4m、直径6.3m、壁厚240mm的砖砌粮仓群。

三、交通工程

在交通运输方面，砌体结构可用于建造桥梁、隧道、涵洞、挡土墙等。如1971年建成的四川丰都九溪沟变截面敞肩式公路石拱桥，跨度为116m；2000年建成的位于山西省晋城一焦作高速公路上的丹河石拱桥，净跨度达146m，是目前世界上跨度最大的石拱桥。

四、水利工程

在水利工程方面，可用石材砌筑水坝、围堰、渡槽等。如著名的河南林州市长达1500km的引水灌溉工程——红旗渠大量采用石砌渡槽；在福建用石砌体建成横跨云霄、东山两县的大型引水工程，其中陈岱渡槽全长超过4400m，高20m，渡槽支墩共258座。

砌体结构是用单个块材和砂浆手工砌筑而成的，其砌筑质量较难保证均匀一致，整体性较差，再加上无筋砌体抗拉强度低、抗裂抗震性能较差等缺点，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。

1.3 砌体结构的发展展望

砌体结构由于取材方便、生产和施工方法简便、造价低廉等优点，所以至今仍为我国一种主导的结构形式。但与钢结构和混凝土结构等其他结构相比，传统砌体结构中由于块材存在着自重大、强度低、生产耗能高、机械化水平低、抗震性能差的特点，所有这些都抑制着砌体结构的发展。要继续发展和完善其结构性能，需要做好五方面的工作。

一、积极发展新材料

应加强对轻质、高强的砖和砌块及高黏结强度的砂浆的研究和应用，积极发展黏土砖的替代产品。目前我国的砌体材料与发达国家相比还存在一定差距，主要是强度低、耐久性差，因此需要采取有力措施迅速提高砖和砌块的强度和质量。另外，可因地制宜，就地取材。在黏土资源丰富的地区，积极发展高强黏土制品、高空隙率的保温砖和外墙装饰砖、块材等。而在少黏土的地区，要限制使用或取消黏土砖，积极发展黏土砖的替代产品，如蒸压灰砂普通砖、蒸压粉煤灰普通砖、混凝土砌块、轻集料混凝土砌块、混凝土普通砖及混凝土多孔砖等，以节省耕地、保护环境。

在发展高强块材的同时，也应研制高强度等级的砌筑砂浆。目前，我国常用砂浆强度一

一般为 2.5~10MPa, 与块体之间的黏结力不大。应大力研制和推广与新型墙体材料配套的高黏结强度砂浆, 以提高块材之间的黏结性能和砌体结构房屋的整体性及抗裂能力。

二、积极推广应用配筋砌体结构

国外的经验和我国的研究结果及试点工程都已表明, 在中高层建筑(8~19层)中, 采用配筋砌体结构尤其是配筋砌块砌体剪力墙结构, 可提高砌体的强度和抗裂性, 能有效地提高砌体结构的整体性和抗震性能, 而且节约钢筋和木材, 施工速度快, 经济效益显著。今后应在中高层建筑尤其是住宅建筑中积极推广应用配筋砌体结构, 扩大砌体结构的应用范围。

三、加强对防止和减轻墙体裂缝构造措施的研究

砌体结构是由单块砖或砌块用砂浆砌筑而成的, 其抗拉强度和抗剪强度较低, 墙体在温度变化或地基发生不均匀沉降时容易产生裂缝, 尤其是一些非烧结的块材收缩变形较大, 更容易出现裂缝。随着我国人民生活水平的提高, 对房屋建筑质量的要求也不断提高, 墙体开裂的问题已日益引起重视。今后应加强对砌体裂缝的产生机理和防止、减轻墙体裂缝措施的研究, 以进一步提高砌体结构房屋的质量。

四、加强砌体结构理论的研究

进一步研究砌体结构的受力性能和破坏机理, 通过数学和力学模型, 建立精确而完整的砌体结构理论, 积极探索新的砌体结构形式, 是世界各国所关注的课题。我国在这方面的研究具有较好的基础, 有的题目有一定的深度。今后应继续加强这方面的研究, 并进一步改进实验技术, 使测试和数据处理自动化, 以得到更精确的实验和分析结果。此外, 还应重视砌体结构的耐久性以及对砌体结构修复补强的研究。

五、革新砌体结构的施工技术, 提高劳动效率和减轻劳动强度

砌体结构传统上是采用手工方式砌筑, 劳动强度大, 生产效率低, 且施工质量不易保证。有必要改变传统的砌体结构建造方式, 提高生产的工业化、机械化水平, 从而减轻繁重的体力劳动, 加快工程建设速度。因此, 砌体结构砖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。还应注意对砌体结构施工质量控制体系和质量检测技术的研究, 进一步提高砌体结构的施工质量。

当前, 砌体结构正处在一个蓬勃发展的新时期。正如国外学者所说“砌体结构有吸引力的功能特性和经济性, 是它获得新生的特点。我们不应停留在这里, 我们正进一步赋予砌体结构以新的概念和用途”。国内外的砌体结构工作者对砌体结构的未来也满怀信心和希望。我们相信, 随着科学技术的进步, 经济建设的继续发展, 砌体结构必将在现代化建设中发挥更大的作用。

本章小结

(1) 砌体结构是指由块体和砂浆砌筑而成的墙、柱作为建筑物主要受力构件的结构, 是砖砌体、砌块砌体和石砌体结构的统称。

(2) 砌体结构的主要优点是可就地取材, 造价低廉; 有很好的耐火性和较好的耐久性, 较好的化学稳定性和大气稳定性, 使用年限长; 保温、隔热性能好, 节能效果明显; 施工设备简单, 施工技术上无特殊要求, 可连续施工等。其缺点主要是自重大; 抗拉、抗弯及抗剪

强度低，抗震和抗裂性能较差；砌筑施工劳动强度大，生产效率低；占用农田，污染环境等。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。

(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、特别是具有高黏结强度的砂浆；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；加强对防止和减轻墙体裂缝构造措施的研究；进一步研究砌体结构的受力性能和破坏机理，建立精确而完整的砌体结构理论；革新砌体结构的施工技术，提高劳动生产率。

思 考 题

- 1-1 什么是砌体结构？砌体结构可分为哪几类？
- 1-2 砌体结构有哪些优缺点？应用范围包括哪些？
- 1-3 简述砌体结构的发展展望。

第2章 砌体及其设计方法

砌体是由块体和砂浆黏结而成的复合体。组成砌体的块体、砂浆的种类不同,砌体的受力性能也不尽相同。了解砌体材料及其力学性能、设计方法和耐久性是掌握砌体结构设计和计算的基础。

2.1 砌体材料

砌体材料包括块体和砂浆。

2.1.1 块体及强度等级

一、块体

块体是组成砌体的主要材料。目前我国常用的砌体块体有砖、砌块、石材。

(一) 砖

用于砌体结构的砖主要有烧结普通砖、烧结多孔砖、蒸压灰砂普通砖、蒸压粉煤灰普通砖和混凝土砖五种。

烧结普通砖是由煤矸石、页岩、粉煤灰或黏土为主要原材料,经过焙烧而成的实心砖,分为烧结煤矸石砖、烧结页岩砖、烧结粉煤灰砖和烧结黏土砖等。烧结普通砖的规格尺寸为 $240\text{mm}\times 115\text{mm}\times 53\text{mm}$,如图2-1(a)所示。

烧结多孔砖是以煤矸石、页岩、粉煤灰或黏土为主要原料,经焙烧而成,孔洞率不大于35%,孔的尺寸小而数量多,主要用于承重部位的砖。多孔砖分为P型砖和M型砖,P型砖的规格尺寸为 $240\text{mm}\times 115\text{mm}\times 90\text{mm}$,如图2-1(b)所示,M型砖的规格尺寸为 $190\text{mm}\times 190\text{mm}\times 90\text{mm}$,如图2-1(c)所示。另外,用煤矸石、页岩、粉煤灰或黏土等原料还可经焙烧制成孔洞较大、孔洞率大于35%的烧结空心砖,用于围护结构,如图2-1(d)所示。烧结多孔砖与实心砖相比,可减轻结构自重、节省砌筑砂浆、提高工效、保温隔热性能好,此外黏土用量与耗能也可相应减少。

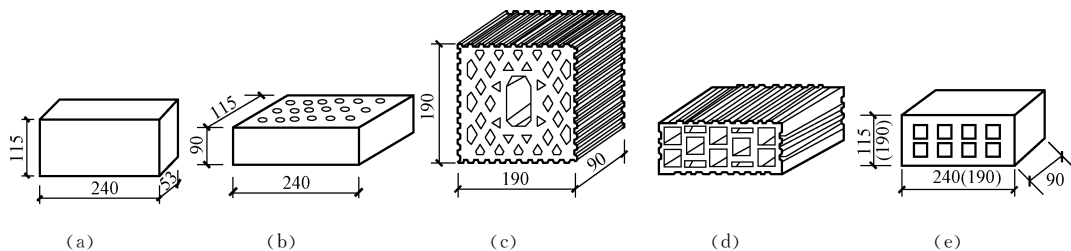


图2-1 砖的规格

(a) 烧结普通砖; (b) P型多孔砖; (c) M型多孔砖; (d) 烧结空心砖; (e) 混凝土多孔砖

蒸压灰砂普通砖是以石灰等钙质材料和砂等硅质材料为主要原料,经坯料制备、压制排

气成型、高压蒸汽养护而成的实心砖。

蒸压粉煤灰普通砖是以石灰、消石灰（如电石渣）或水泥等钙质材料与粉煤灰等硅质材料及集料（砂等）为主要原料，掺加适量石膏，经坯料制备、压制排气成型、高压蒸汽养护而成的实心砖。

混凝土砖是以水泥为胶结材料，以砂、石等为主要集料，加水搅拌、成型、养护制成的一种多孔的混凝土半盲孔砖或实心砖。多孔砖的主要规格尺寸为 $240\text{mm} \times 115\text{mm} \times 90\text{mm}$ 、 $240\text{mm} \times 190\text{mm} \times 90\text{mm}$ 、 $190\text{mm} \times 190\text{mm} \times 190\text{mm}$ 等，如图 2-1（e）所示；实心砖的主要规格尺寸为 $240\text{mm} \times 115\text{mm} \times 53\text{mm}$ 、 $240\text{mm} \times 115\text{mm} \times 90\text{mm}$ 等，可替代黏土砖砌筑承重墙体。

（二）砌块

由普通混凝土或轻集料混凝土制成，主要规格尺寸为 $390\text{mm} \times 190\text{mm} \times 190\text{mm}$ ，空心率为 $25\% \sim 50\%$ 的空心砌块，简称为混凝土砌块或砌块，如图 2-2 所示。

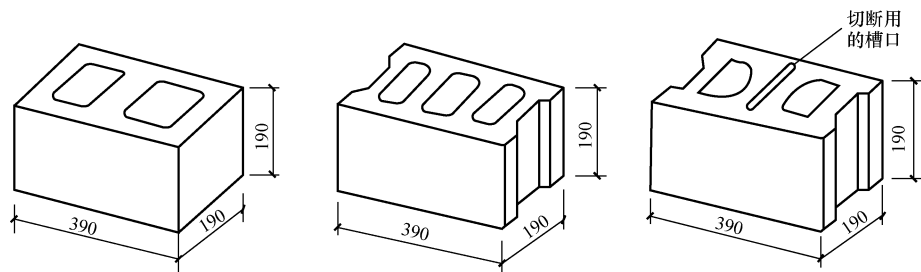


图 2-2 混凝土砌块

（三）石材

在承重结构中，常用的天然石材有花岗岩、石灰岩和凝灰岩等经过加工制成的块体。石材具有强度高、耐磨性好、抗冻及耐久性能好等优点，可在各种工程中用于承重和装饰。且其资源分布较广，蕴藏量丰富，是所有块体材料中应用历史最悠久、最广泛的土木工程材料之一。但石材传热性较高，所以用于砌筑炎热及寒冷地区的房屋墙体时，需要很大的厚度。

石材按其加工后的外形规则程度，可分为毛石和料石两类。毛石形状不规则，中部厚度不应小于 200mm ，长度约 $300 \sim 400\text{mm}$ 。料石为比较规则的六面体，其截面高度与宽度不宜小于 200mm ，且不宜小于长度的 $1/4$ ；料石按加工平整程度不同分为细料石、粗料石和毛料石 3 种。其中细料石价格较高，一般用于镶面材料。粗料石、毛料石和毛石一般用于承重结构。

二、块体的强度等级

块体的强度等级是根据标准试验方法得到的极限抗压强度（多孔砖还有抗折强度的要求）标准值的大小而划分的，是确定砌体在各种受力情况下强度的基础。

烧结普通砖的抗压强度试件为两个半砖（半截砖边长应不小于 100mm ），断口反向叠置，中间用强度等级为 32.5 或 42.5MPa 的水泥调制成稠度适宜的水泥净浆黏结，厚度不大于 5mm ；上下表面用同样的水泥浆抹平，厚度不大于 3mm ；上下表面应平行，并垂直于侧面；砌块试件采用单块砌块；石材通常采用边长为 70mm 的立方体试块。

块体的强度等级用符号“MU”加相应数字表示，其数字表示块体的强度大小，单位为 MPa （即 N/mm^2 ）。

(一) 承重结构的块体的强度等级

(1) 烧结普通砖、烧结多孔砖的强度等级共分为 5 级，依次为 MU30、MU25、MU20、MU15 和 MU10。

(2) 蒸压灰砂普通砖、蒸压粉煤灰普通砖的强度等级共分为 3 级，依次为 MU25、MU20 和 MU15。

(3) 混凝土普通砖、混凝土多孔砖的强度等级共分为 4 级，依次为 MU30、MU25、MU20 和 MU15。

(4) 混凝土砌块、轻集料混凝土砌块的强度等级共分为 5 级，依次为 MU20、MU15、MU10、MU7.5 和 MU5。

(5) 石材的强度等级共分为 7 级，依次为 MU100、MU80、MU60、MU50、MU40、MU30 和 MU20。

用于承重的双排孔或多排孔轻集料混凝土砌块砌体的孔洞率不应大于 35%；对用于承重的多孔砖及蒸压硅酸盐砖的折压比限值和用于承重的非烧结材料多孔砖的孔洞率、壁及肋尺寸限值及碳化和软化性能要求应符合 GB 50574—2010《墙体材料应用统一技术规范》的有关规定。

当石材试件采用表 2-1 所列边长尺寸的立方体时，应对其试验结果乘以相应的换算系数后方可作为石材的强度等级。

表 2-1 石材强度等级的换算系数

立方体边长 (mm)	200	150	100	70	50
换算系数	1.43	1.28	1.14	1.0	0.86

(二) 自承重墙的空心砖、轻集料混凝土砌块的强度等级

(1) 空心砖的强度等级共分为 4 级，依次为 MU10、MU7.5、MU5 和 MU3.5。

(2) 轻集料混凝土砌块的强度等级共分为 4 级，依次为 MU10、MU7.5、MU5 和 MU3.5。

2.1.2 砂浆的种类和强度等级

砂浆是由胶凝材料（如水泥、石灰等）及细集料（如粗砂、中砂、细砂）加水搅拌而成的黏结块体的材料。砂浆的作用是将块体黏结成受力整体，抹平块体间的接触面，使应力均匀传递。同时，砂浆填满块体间的缝隙，减少了砌体的透气性，提高了砌体的隔热、防水和抗冻性能。

一、砂浆的种类

按砂浆的组成和使用条件可分为五类。

(1) 水泥砂浆。由水泥与砂加水拌和而成的砂浆称为水泥砂浆，由于水泥砂浆无塑性掺和料（石灰浆或黏土浆），其强度高、耐久性好，但可塑性和保水性较差，适用于砂浆强度要求较高的砌体和潮湿环境中的砌体。

(2) 混合砂浆。在水泥砂浆中掺入一定塑性掺和料（石灰浆或黏土浆）形成的砂浆称为混合砂浆。这种砂浆具有一定的强度和耐久性，而且可塑性和保水性较好，适用于砌筑一般墙、柱砌体。

(3) 非水泥砂浆。非水泥砂浆是指不含水泥的石灰砂浆、石膏砂浆、黏土砂浆等。这类砂浆强度低、耐久性较差,只适用于砌筑受力不大的砌体或临时性简易建筑的砌体。

(4) 混凝土砌块(砖)专用砌筑砂浆。由水泥、砂、水及根据需要掺入的掺和料和外加剂等组分,按一定比例,采用机械拌和制成,专门用于砌筑混凝土砌块的砌筑砂浆,简称砌块专用砂浆。

(5) 蒸压灰砂普通砖、蒸压粉煤灰普通砖专用砌筑砂浆。由水泥、砂、水及根据需要掺入的掺和料和外加剂等组分,按一定比例,采用机械拌和制成,专门用于砌筑蒸压灰砂砖或蒸压粉煤灰砖砌体,且砌体抗剪强度应不低于烧结普通砖砌体的取值的砂浆。

二、砂浆的强度等级

砂浆的强度等级用符号“M”、“Ms”、“Mb”加相应数字表示,其数字表示砂浆的强度大小,单位为MPa(即 N/mm^2)。

(1) 烧结普通砖、烧结多孔砖、蒸压灰砂普通砖和蒸压粉煤灰普通砖砌体采用的普通砂浆强度等级共分为5级,依次为M15、M10、M7.5、M5和M2.5。

(2) 蒸压灰砂普通砖和蒸压粉煤灰普通砖砌体采用的专用砌筑砂浆强度等级共分为4级,依次为Ms15、Ms10、Ms7.5和Ms5。

(3) 混凝土普通砖、混凝土多孔砖、单排孔混凝土砌块和煤矸石混凝土砌块砌体采用的砂浆强度等级共分为5级,依次为Mb20、Mb15、Mb10、Mb7.5和Mb5。

(4) 双排孔或多排孔轻集料混凝土砌块砌体采用的砂浆强度等级共分为3级,依次为Mb10、Mb7.5和Mb5。

(5) 毛料石、毛石砌体采用的砂浆强度等级共分为3级,依次为M7.5、M5和M2.5。

确定砂浆强度等级时应采用同类块体为砂浆强度试块的底模。按标准方法制作的70.7mm的立方体试块,在温度为 $15^{\circ}\sim 25^{\circ}$ 环境下养护28天,经抗压试验所测的抗压强度的平均值来确定。当验算施工阶段砂浆尚未硬化的新砌砌体的强度和稳定性时,可按砂浆强度为零确定其砌体强度。

三、对砂浆质量的要求

为了满足工程设计和施工质量,砂浆应满足以下要求:

(1) 砂浆应有足够的强度,以满足砌体强度及建筑物耐久性要求;

(2) 砂浆应具有较好的可塑性,以便于砂浆在砌筑时能很容易且较均匀地铺开,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、运输和砌筑过程中不出现明显的泌水、分层、离析现象,以保证砌筑质量、砂浆强度和砂浆与块体之间的黏结力。

2.1.3 砌块灌孔混凝土

在混凝土砌块建筑中,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。混凝土砌块灌孔混凝土是由水泥、集料、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,用于浇筑混凝土砌块砌体芯柱或其他需要填实部位孔洞的混凝土,简称砌块灌孔混凝土。砌块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。

2.2 砌 体 的 种 类

砌体可按照所用材料、砌法及其在结构中所起作用等的不同进行分类。按照所用材料不同可分为砖砌体、砌块砌体及石砌体；按砌体中有无配筋可分为无筋砌体和配筋砌体；按在结构中所起的作用不同可分为承重砌体和非承重砌体等。

2.2.1 无筋砌体

根据块体的种类不同，无筋砌体可分为以下几种：

一、砖砌体

由砖和砂浆砌筑而成的砌体称为砖砌体。在房屋建筑中广泛用于内外墙、柱、基础等承重结构以及围护墙与隔墙等非承重结构等。承重结构一般为实心砖砌体墙，常用的砌筑方式有一顺一丁（砖长面与墙长度方向平行的则为顺砖，砖短面与墙长度方向平行的则为丁砖）、三顺一丁或梅花丁，如图 2-3 所示。

试验表明，采用同强度等级的材料，按照上述几种方法砌筑的砌体，其抗压强度相差不大。但应注意，上下两皮顶砖间的顺砖数量越多，则意味着宽为 240mm 的两片半砖墙之间的联系越弱，很容易产生通缝形成“两片皮”的效果，如图 2-4 所示，从而使砌体的承载能力急剧降低。

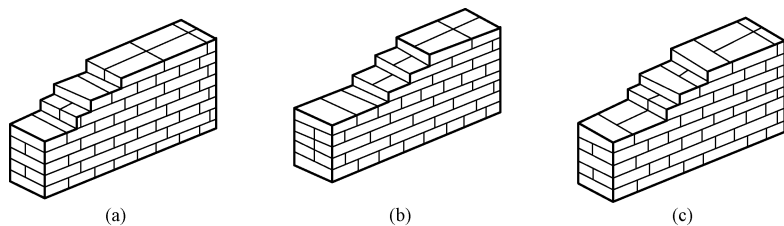


图 2-3 实心砖墙的砌筑方式

(a) 一顺一丁；(b) 三顺一丁；(c) 梅花丁

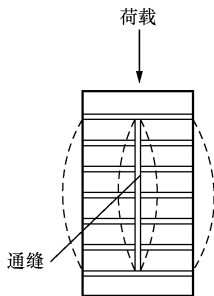


图 2-4 通缝示意图

标准砌筑的实心墙体厚度为 240mm（一砖）、370mm（一砖半）、490mm（二砖）、620mm（二砖半）、740mm（三砖）等。有时为节约材料，墙厚可不按半砖长而按 1/4 砖长的倍数进位，即有些砖需侧砌而构成 180、300、420mm 等厚度的墙体。试验表明，这些墙体的强度是符合要求的。

烧结多孔砖在砌筑时，其孔是沿竖向放置的，如图 2-5 所示。标准砌筑的墙体厚度为 190、240、370mm。

砖砌体使用面广，故确保砌体的质量尤为重要。例如，在砌筑承重结构的墙体或砖柱时，应严格遵守施工规程，应防止强度等级不同的砖混用，特别是防止大量混入低于设计要求强度等级的砖，并应使配制的砂浆强度符合设计强度等级的要求。此外，应严禁用包心砌法砌筑砖柱，这种柱仅四边搭接，整体性极差，承受荷载后柱的变形大，强度不足，极易引

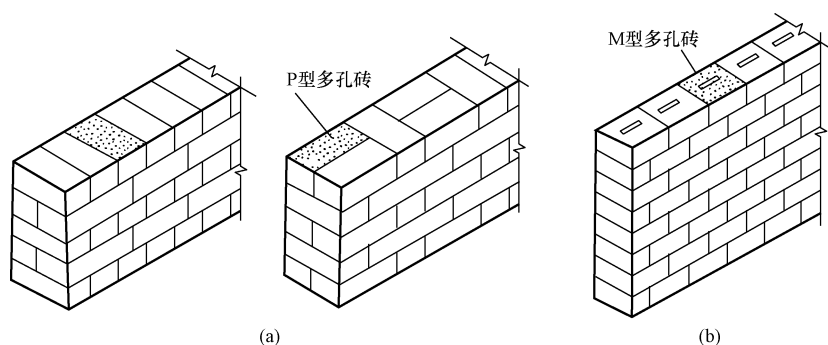


图 2-5 多孔砖墙的砌筑方式

(a) P 型多孔砖的砌筑方式；(b) M 型多孔砖的砌筑方式

起严重的工程事故。

二、砌块砌体

由砌块和砂浆砌筑而成的砌体称为砌块砌体。目前国内外常用的砌块砌体以混凝土小型空心砌块砌体为主，其中包括普通混凝土空心砌块砌体和轻集料混凝土空心砌块砌体。

采用砌块砌体可减轻劳动强度，减少高空作业，有利于提高劳动生产率，并具有较好的经济技术效果。另外，砌块表观密度较小，可减轻结构的自重，保温隔热性能好，能充分利用工业废料、价格便宜。目前已广泛用于房屋的墙体，在有些地区，小型砌块已成功用于高层建筑的承重墙体。

三、石砌体

由天然石材和砂浆（或混凝土）砌筑而成的砌体称为石砌体。石砌体一般分为料石砌体、毛石砌体、毛石混凝土砌体，如图 2-6 所示。料石砌体和毛石砌体用砂浆砌筑；毛石混凝土砌体是在模板内交替铺置混凝土层及形状不规则的毛石构成。

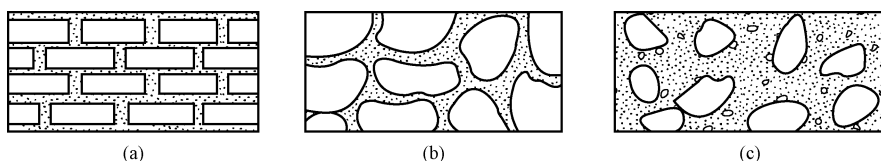


图 2-6 石砌体

(a) 料石砌体；(b) 毛石砌体；(c) 毛石混凝土砌体

石材是最古老的土木工程材料之一，用石材建造的砌体结构物具有很高的抗压强度、良好的耐磨性和耐久性，且石砌体表面经加工后美观并富于装饰性。利用石砌体具有永久保存的可能性，人们用它来建造重要的建筑物和纪念性的结构物。此外，石砌体中的石材资源分布广，蕴藏量丰富，便于就地取材，生产成本低，故古今中外在修建城垣、桥梁、房屋、道路和水利等工程中多有应用。如用料石砌体砌筑房屋上部结构、石拱桥、渡槽和储液池等建（构）筑物，用毛石砌体砌筑基础、堤坝、城墙、挡土墙等。

2.2.2 配筋砌体

为了提高砌体强度、减少其截面尺寸、增加砌体结构（或构件）的整体性，可采用配筋