



普通高等教育土木工程专业课程规划教材

# 砌体结构

## QITI JIEGOU

主 编 张玉敏



大连理工大学出版社



新世纪

普通高等教育土木工程专业课程规划教材

# 砌体结构

QITI JIEGOU

主 编 张玉敏

副主编 毕永清 朱春梅



大连理工大学出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

砌体结构 / 张玉敏主编. — 大连 : 大连理工大学出版社, 2013. 1  
普通高等教育土木工程专业课程规划教材  
ISBN 978-7-5611-7448-7

I. ①砌… II. ①张… 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(2012)第 270048 号

大连理工大学出版社出版

地址:大连市软件园路 80 号 邮政编码:116023

发行:0411-84708842 邮购:0411-84703636 传真:0411-84701466

E-mail:dutp@dutp.cn URL:<http://www.dutp.cn>

大连力佳印务有限公司印刷 大连理工大学出版社发行

---

幅面尺寸:185mm×260mm 印张:9.75 字数:222 千字

印数:1~2000

2013 年 1 月第 1 版

2013 年 1 月第 1 次印刷

---

责任编辑:康云霞

责任校对:朱伟庆

封面设计:波朗

---

ISBN 978-7-5611-7448-7

定 价:22.00 元

# 前 言

本书是根据土木工程专业砌体结构课程教学大纲要求和新修订的《砌体结构设计规范》(GB50003—2011)以及有关现行结构设计规范编写的,反映了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,内容包括绪论,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、挑梁和墙梁。

本书在编写过程中,密切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,从培养高素质应用型人才的定位出发,力求简明基本理论和基本概念,突出工程实际应用,注意遵循由浅入深、循序渐进的教学规律,尽量做到内容精练、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。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。本书内容及深度适用性广泛,可作为高等学校土木工程专业与相近专业砌体结构课程教材,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,毕永清、朱春梅任副主编。全书由张玉敏负责统稿。

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

2013年1月

所有意见和建议请发往:dutpbk@163.com

欢迎访问教材服务网站:<http://www.dutpbk.com>

联系电话:0411-84707424 84706676



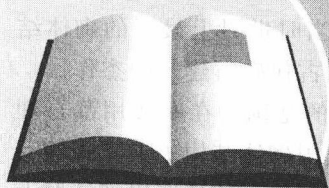
新世纪



---

<b>第 1 章 绪 论</b> .....	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范围 .....	3
1.3 砌体结构的发展展望 .....	4
<b>第 2 章 砌体及其设计方法</b> .....	7
2.1 砌体材料及强度等级 .....	7
2.2 砌体的种类.....	12
2.3 砌体的受压性能.....	15
2.4 砌体的受拉、受弯、受剪性能.....	19
2.5 砌体的变形和其他性能.....	21
2.6 砌体结构设计方法.....	24
2.7 砌体结构的耐久性.....	29
<b>第 3 章 无筋砌体构件承载力的计算</b> .....	35
3.1 受压构件.....	35
3.2 局部受压.....	45
3.3 轴心受拉、受弯和受剪构件 .....	56
<b>第 4 章 配筋砌体构件承载力的计算</b> .....	62
4.1 网状配筋砖砌体受压构件.....	62
4.2 组合砖砌体构件.....	66
4.3 砖砌体和钢筋混凝土构造柱组合墙.....	70
4.4 配筋砌块砌体构件.....	73
<b>第 5 章 混合结构房屋墙体设计</b> .....	82
5.1 混合结构房屋的结构布置和静力计算方案.....	83
5.2 墙柱高厚比验算.....	89

5.3 刚性方案房屋墙体的设计计算.....	96
5.4 弹性与刚弹性方案房屋墙体的设计计算 .....	106
5.5 地下室墙体的计算 .....	109
<b>第6章 过梁、圈梁、挑梁和墙梁.....</b>	<b>115</b>
6.1 过 梁 .....	115
6.2 圈 梁 .....	119
6.3 挑 梁 .....	121
6.4 墙 梁 .....	126
6.5 墙柱的基本构造措施 .....	139
<b>参考文献.....</b>	<b>149</b>



# 第 1 章

## 绪 论

### ●● 教学提示

本章叙述了砌体结构的发展概况,介绍了砌体结构的优缺点、应用范围以及砌体结构的发展展望。

### ●● 教学要求

本章让学生了解砌体结构发展概况,理解和掌握砌体结构的优缺点,了解砌体结构的应用范围及发展前景。

## 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应用历史。早在 5000 年前就建造有石砌祭坛和石砌围墙;在隋代(公元 590 ~ 608 年)由李春所建造的河北赵县安济桥,是世界上最早的单孔敞肩式圆弧石拱桥,安济桥全长为 64.4 m,桥宽 9 m,两端宽 9.6 m,主拱净跨 37.02 m,拱矢 7.23 m,桥体由 28 道并列券拱砌筑。主拱的两端各有两个小拱,小拱净跨为 2.85 m 和 3.81 m,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,它无论在材料使用、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,该桥已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 1 200 m,现长 834 m,宽 4.5 m;公元 1189 年建造的北京卢沟桥,长 266.5 m,宽 7.5 m,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 3 000 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



## ● 2 砌体结构

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,是我国古代砖石建筑的杰作。

举世闻名的万里长城,它始建于公元前 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。

在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 年在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、穹隆和圆顶等结构也得到了很大发展,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 1.8 m。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 层的美国退伍军人医院,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 58.8 MPa,孔洞率为 28%的多孔砖建成 19 层和 24 层塔式住宅,砖墙仅 380 mm 厚,引起了各国的兴趣和关注。

20 世纪上半叶我国砌体结构的发展缓慢。新中国成立后,砌体结构得到了迅速发展,取得了显著的成就,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,此外还用砖石建造小型水池、料仓、烟囱、渡槽、水塔等各种构筑物,如在江苏省镇江市建成的顶部外径 2.18 m、底部外径 4.78 m、高 60 m 的砖砌烟囱;用料石建成的 80 m 高排气塔;在湖南建造的高 12.4 m、直径 6.3 m、壁厚 240 mm 的砖砌粮仓群;著名的河南林州市长达 1 500 km 的引水灌溉工程——红旗渠也大量采用石砌渡槽;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 4 400 m,高 20 m,渡槽支墩共 258 座。桥梁工程中也广泛采用了砌体结构,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 116 m;2000 年建成的位于山西省晋城—焦作高速公路上的丹河石拱桥,净跨度达 146 m,是目前世界上跨度最大的石拱桥。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。如1997年在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;2007年湖南株洲建成了19层配筋砌块剪力墙住宅楼。

纵观历史,砌体结构发展迅速,已成为我国工程应用最为广泛的结构类型之一。

## 1.2 砌体结构的优缺点及其应用范围

### 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,是因为它有着以下优点:

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。

砌体结构也存在下述一些缺点:

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,影响农业生产,而且耗能大,还对环境造成污染。

### 1.2.2 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。

民用建筑中的基础、墙、柱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10~20层。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。

## 4 砌体结构

工业厂房建筑中,通常采用砌体砌筑围护墙。对中、小型单层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的承重结构。

对一些特种结构,如烟囟、料斗、地沟、管道支架和对抗渗要求不高的水池等结构,也可采用砌体结构建造。

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。在水利工程方面,可用石材砌筑坝、堰、渡槽等。

砌体结构是用单个块材和砂浆用手工砌筑而成的,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,传统砌体结构中块材存在着自重、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。因此有必要继续发展和完善其结构性能,需要做好以下几方面的工作。

#### (1) 积极发展新材料

应加强对轻质、高强的砖和砌块以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,有必要采取有力措施迅速提高砖和砌块的强度和品质。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、混凝土普通砖以及混凝土多孔砖等,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般为 $2.5\sim 10\text{ MPa}$ ,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。

#### (2) 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)中,采用配筋砌体尤其是配筋砌块砌体剪力墙,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。

### (3) 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。

### (4) 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。

### (5) 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应多采用空心、大块块材和大型预制墙板以加快施工进度,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。国外学者指出:“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。砌体结构是大有发展前途的。

## 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。其缺点主要是自重较大;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。

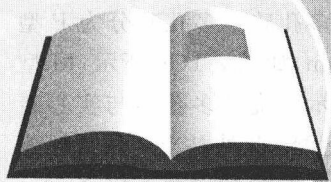
(3) 砌体结构的主要发展方向是积极发展新材料,研究具有轻质、高强、低能耗的块体材料;研发具有高强度、特别是具有高黏结强度的砂浆;充分利用工业废料,发展节能墙体。加强约束砌体与配筋砌体等新型砌体结构开发,提高结构的抗震性能;加强对防

## ● 6 砌体结构

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?有哪些应用范围?
- 1-3 砌体结构的发展展望如何?



## 第 2 章

# 砌体及其设计方法

### ●● 教学提示

本章叙述了砌体材料及其强度等级,介绍了常见砌体的种类,较详细地叙述了砌体受压、受拉、受弯、受剪的性能以及影响砌体抗压强度的主要因素,给出了砌体在各种受力条件下的强度计算公式。介绍了砌体的弹性模量、线膨胀系数及摩擦系数等基本物理力学性能;简要叙述了砌体结构以概率理论为基础的极限状态设计方法,以及砌体强度标准值和设计值的取值原则;最后介绍了砌体结构的耐久性。

### ●● 教学要求

本章应让学生了解组成砌体的材料及其强度等级与设计要求、砌体的种类以及砌体的各种物理力学性能,重点掌握轴心受压砌体的破坏特征,深刻理解影响砌体抗压强度的主要因素,能够正确选用砌体的各种强度值;了解极限状态设计方法和砌体结构耐久性的基本概念,掌握耐久性设计内容。

## 2.1 砌体材料及强度等级

砌体材料包括块体和砂浆。

### 2.1.1 块体及强度等级

#### 1. 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。

##### (1) 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、粉煤灰或粘土为主要原材料,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粘土砖等。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。

## 8 砌体结构

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,简称多孔砖。多孔砖分为P型砖和M型砖:P型砖的规格尺寸为240 mm×115 mm×90 mm,如图2-1(b)所示;M型砖的规格尺寸为190 mm×190 mm×90 mm,如图2-1(c)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、提高工效和保温隔热性能,此外黏土用量与耗能亦可相应减少。

此外,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。

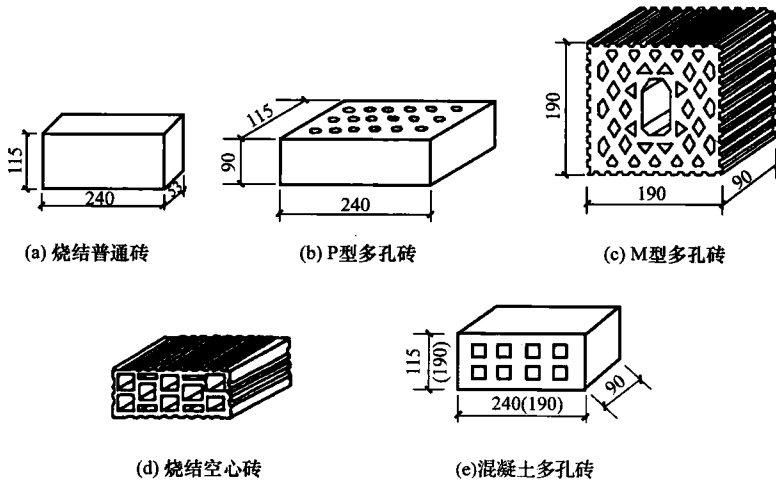


图 2-1 砖的规格

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 mm×115 mm×90 mm、240 mm×190 mm×90 mm、190 mm×190 mm×190 mm等,如图2-1(e)所示;实心砖的主要规格尺寸为240 mm×115 mm×53 mm、240 mm×115 mm×90 mm等,可替代黏土砖砌筑承重墙体。

### (2) 砌块

砌块按尺寸大小可分为小型、中型和大型三种,我国通常把砌块高度为180~390 mm的称为小型砌块,高度为390~900 mm的称为中型砌块,高度大于900 mm的称为大型砌块。我国目前在承重墙材料中应用最为普遍的是混凝土小型空心砌块,它是由普通混凝土或轻骨料混凝土制成的。主规格尺寸为390 mm×190 mm×190 mm,空心率为25%~50%,简称为混凝土砌块或砌块,如图2-2所示。

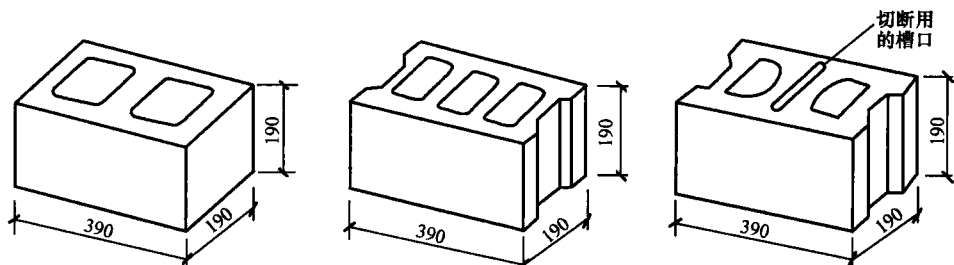


图 2-2 混凝土砌块

### (3) 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,中部厚度不小于 200 mm,长度为 300~400 mm。料石为比较规则的六面体,其截面高度与宽度不宜小于 200 mm,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。

### 2. 块体的强度等级

块体的强度等级是根据标准试验方法所得到的极限抗压强度(蒸压硅酸盐砖和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 $\geq 100$  mm),断口反向叠置,中间用强度等级为 32.5 MPa 或 42.5 MPa 的水泥调制成稠度适宜的水泥净浆黏结,厚度 $\leq 5$  mm;上下表面用同样的水泥浆抹平,厚度 $\leq 3$  mm;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 70 mm 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  $\text{N}/\text{mm}^2$ )。

#### (1) 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。



## 10 砌体结构

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、软化性能要求应符合现行国家《墙体材料应用统一技术规范》(GB 50574—2010)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

(2)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)及细骨料(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。

#### 1. 砂浆的种类

砂浆按组成可分为以下几种：

##### (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)所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。

### 2. 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  $\text{N}/\text{mm}^2$ )。

(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、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。按标准方法制作的边长为 70.7 mm 的立方体试块,在温度为 15~25 °C 环境下养护 28 d,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。

### 3. 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,即和易性能良好,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积,或为了满足其他功能要求,