

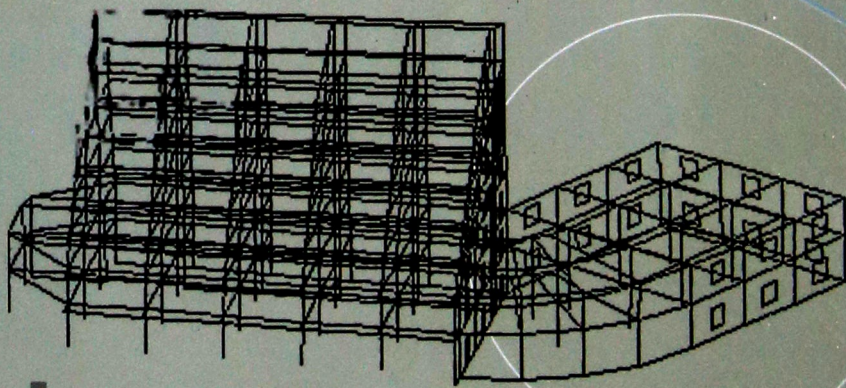


高等院校土木工程专业“十二五”规划教材

QITI JIEGOU

# 砌体结构

主编 田水



中国水利水电出版社  
www.waterpub.com.cn



高等院校土木工程专业“十二五”规划教材

# 砌体结构

主编 田水



中国水利水电出版社  
www.waterpub.com.cn



## 内 容 提 要

本书是依据2011年颁布的国家标准《砌体结构设计规范》(GB 50003—2011)、2010年颁布的国家标准《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010)和2011年颁布的国家标准《烧结多孔砖和多孔砌块》(GB 13544—2011),并参照全国高等学校土木工程专业指导委员会对土木工程专业的培养要求和目标及国家教委关于高等院校应用型人才培养目标的要求编写的。

本书以砌体结构与构造要求为主要内容,在内容上由浅入深、循序渐进、重点突出,按照卓越工程师教育培养计划的要求,突出实际工程应用。系统地介绍了砌体材料的种类及砌体的力学性能,砌体结构设计方法,无筋及配筋砌体构件的承载力计算,砌体结构房屋设计,过梁、圈梁及墙梁等构件设计,砌体结构抗震设计等。

本书可作为普通高等院校土木工程专业或土木建筑类其他专业本科教学的教材,也可作为从事砌体结构设计、施工、科研及管理工程技术人员的参考用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

砌体结构 / 田水主编. — 北京:中国水利水电出版社, 2015.5  
高等院校土木工程专业“十二五”规划教材  
ISBN 978-7-5170-3216-8

I. ①砌… II. ①田… 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(2015)第108016号

书 名	高等院校土木工程专业“十二五”规划教材 <b>砌体结构</b>
作 者	田水 主编
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (发行部)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京瑞斯通印务发展有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 13.5印张 320千字
版 次	2015年5月第1版 2015年5月第1次印刷
印 数	0001—3000册
定 价	<b>26.00元</b>

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

# 前 言

本书为高等院校土木工程专业“十二五”规划教材之一，是为普通高等院校土木工程专业所编写的专业课教材。本教材以砌体结构理论和我国现行的国家标准《砌体结构设计规范》（GB 50003—2011）和《建筑抗震设计规范》（GB 50011—2010）为依据，结合普通高等教育的培养目标、基本要求和土木工程专业“卓越工程师”培养的专业标准，贯彻少而精的原则，在内容上由浅入深、循序渐进、重点突出，增强针对性，突出应用性和实用性，注重体现工程概念和结构构造要求，通过工程应用实例加深对设计原理和构造要求的理解。

本书由田水主编，李书进、谷倩、章国成、牛辛正天、潘胤池参编。具体编写分工为：绪论、第一章、第二章、第三章、第六章、第八章由田水负责；第四章由章国成负责；第五章由李书进负责；第七章由谷倩负责；第九章由牛辛正天负责；全书的例题由潘胤池负责；全书由田水统稿；李书进教授审核了全书并提出了宝贵的修改意见。

本书内容及深度适用性广泛，例题步骤完整，思考题和练习题内容全面，紧扣关键概念和关键构造要求，适合作为普通高等院校土建类专业的教学用书，也适宜用作其他有关专业的教学用书和土建类专业工程技术人员参加职业资格考试的参考用书。

由于编者水平有限，对新规范的内容学习领会不够，书中难免有错误和不足之处，敬请广大读者批评指正！

编 者

2015年2月



# 目 录

前言

绪论	1
第一节 砌体结构的发展	1
第二节 砌体结构的优缺点	3
第三节 砌体结构的发展现状	4
第四节 砌体结构的应用范围	6
第五节 砌体结构的发展趋势	7
本章小结	8
思考题	9
第一章 砌体材料及其力学性能	10
第一节 砌体材料	10
第二节 砌体的种类及选用原则	12
第三节 砌体的受压性能	16
第四节 砌体的轴心受拉、弯曲受拉和受剪性能	21
第五节 砌体的变形性能	25
本章小结	28
思考题	29
第二章 砌体结构的设计方法	30
第一节 极限状态设计方法的基本概念	30
第二节 极限状态设计表达式	33
第三节 砌体的强度设计值	34
第四节 耐久性设计	38
本章小结	40
思考题	40
第三章 砌体结构房屋的结构布置方案及静力计算	41
第一节 砌体结构房屋的结构布置方案	41
第二节 砌体结构房屋的静力计算方案	43
第三节 砌体结构房屋的内力计算	47
第四节 地下室墙体的计算	62
本章小结	64

思考题 .....	65
习题 .....	66
<b>第四章 砌体结构的构造要求 .....</b>	<b>67</b>
第一节 墙、柱高厚比验算 .....	67
第二节 墙、柱的一般构造要求 .....	73
第三节 防止和减轻墙体开裂的主要措施 .....	75
本章小结 .....	78
思考题 .....	79
习题 .....	79
<b>第五章 无筋砌体构件设计 .....</b>	<b>80</b>
第一节 受压构件 .....	80
第二节 局部受压构件 .....	87
第三节 轴心受拉、受弯和受剪构件 .....	96
本章小结 .....	99
思考题 .....	100
习题 .....	100
<b>第六章 配筋砖砌体构件 .....</b>	<b>102</b>
第一节 网状配筋砖砌体构件 .....	102
第二节 砖砌体和钢筋混凝土面层（钢筋砂浆面层）的组合砌体构件 .....	106
第三节 砖砌体和钢筋混凝土构造柱组合墙 .....	112
第四节 配筋砌块砌体构件 .....	114
本章小结 .....	124
思考题 .....	124
习题 .....	125
<b>第七章 砌体结构中的过梁、墙梁、挑梁、圈梁 .....</b>	<b>126</b>
第一节 过梁 .....	126
第二节 墙梁 .....	129
第三节 挑梁 .....	142
第四节 圈梁 .....	148
本章小结 .....	149
思考题 .....	150
习题 .....	150
<b>第八章 砌体结构抗震设计 .....</b>	<b>152</b>
第一节 砌体结构房屋的震害分析 .....	152
第二节 多层砌体房屋抗震设计 .....	154
第三节 配筋混凝土小型空心砌块抗震墙房屋抗震设计 .....	170

第四节 底部框架-抗震墙砌体房屋抗震设计 .....	177
本章小结 .....	182
思考题 .....	183
习题 .....	183
第九章 设计实例 .....	185
参考文献 .....	209



# 绪 论

## 第一节 砌体结构的发展

砌体结构 (masonry structure) 是指由砖、砌块、石材等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、砌块砌体及石砌体结构的统称。

砌体一直是世界各国建筑工程的重要材料, 天然石材是最原始的建筑材料之一。我国, 生产和使用烧结黏土砖已有 3000 多年的历史, 西周时期 (公元前 1134—前 771 年) 已有烧制的黏土瓦, 战国时期已能烧制大尺寸空心砖, 南北朝以后砖的应用更为普遍, 秦汉时期的烧结黏土砖与黏土瓦最富有特色, 其生产规模、烧制技术及质量都超过了以往任何时代, 故有“秦砖汉瓦”之称。

砌体结构是最古老的一种建筑结构, 在各国都有着广泛应用, 有着悠久的历史, 现存的古代砌体结构建筑遍布于世界各地。

中国是砌体结构使用的大国, 在我国砌体结构有着悠久、辉煌的发展历史, 其中石砌体和砖砌体更是源远流长, 许多名胜古迹都是砌体结构。考古资料表明, 我国早在 5000 年前就建造有石砌体祭坛和石砌围墙。现存的砌体结构有闻名遐迩的万里长城、赵州桥、卢沟桥、大雁塔、都江堰及各地的砖砌塔等。

始建于春秋战国时期举世闻名的万里长城, 延续不断修筑了 2000 多年, 东起鸭绿江、西至的嘉峪关, 蜿蜒起伏达 21196km, 部分城墙采用精制的大块砖砌筑。长城是 2000 多年前用“秦砖汉瓦”建造的最伟大、最雄伟的砌体工程之一, 是世界建筑史上的一大奇迹, 是中国也是世界上修建时间最长、工程量最大的一项古代防御工程 (图 0-1)。中国的万里长城被称为人类文明史上最伟大的建筑工程, 如此浩大的工程在世界上是绝无仅有的, 因而被列为世界七大奇迹之一。万里长城是我国古代一项伟大的防御工程, 它体现了我国古代人民的坚强毅力和高度智慧, 是古代劳动人民勇敢、智慧与血汗的结晶, 体现了我国古代工程技术的非凡成就, 也显示了中华民族的悠久历史。

隋代大业年间 (605—618 年), 李春设计和建造了河北赵县赵州桥, 又名安济桥 (图 0-2)。赵州桥长 64.40m、跨径 37.02m、桥高 7.23m、桥宽 9.6m, 是当今世界上跨径最大、建造最早的空腹式单孔敞肩型石拱桥, 距今已有 1400 年的历史。它是世界上现存最早、保存最好、跨度最大的空腹式单孔圆弧石拱桥。1961 年, 赵州桥被国务院列为第一批全国重点文物保护单位。1991 年, 美国土木工程师学会将赵州桥选定为第 12 个“国际历史土木工程的里程碑”。

始建于金大定二十九年 (1189 年) 的北京卢沟桥是北京市现存最古老的石造连拱桥 (图 0-3), 至今仍在使用中。桥全长 266.5m、宽 7.5m, 下分 11 个涵孔。桥身两侧石雕护栏的望柱柱头上均雕有卧伏的石狮, 其神态各异, 栩栩如生。意大利旅行家马可·波罗称赞“它是世界上最好的、独一无二的桥”。



图 0-1 万里长城



图 0-2 赵州桥

都江堰水利工程是中国古代建设并使用至今的大型水利工程，坐落在成都平原西部的岷江上，是公元前 250 年蜀郡太守李冰父子在前人鳖灵开凿的基础上组织修建的大型水利工程，2000 多年来一直发挥着防洪灌溉的作用，使成都平原成为沃野千里的“天府之国”，是全世界迄今为止年代最久、唯一留存、以无坝引水为特征的宏大水利工程，是中国古代劳动人民勤劳、勇敢、智慧的结晶（图 0-4）。

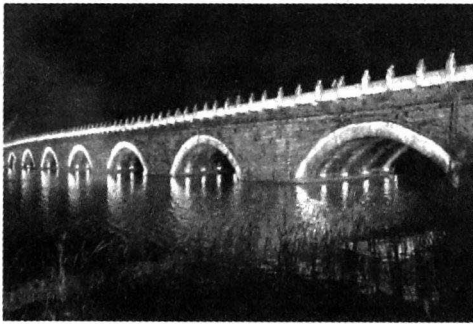


图 0-3 北京卢沟桥

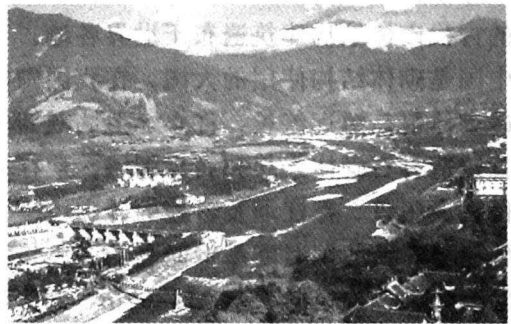


图 0-4 成都都江堰水利工程

中国古代建造的寺院、庙宇、宫殿和宝塔等也体现了中国古代砌体结构的伟大成就。例如，建于唐永徽三年（652 年）的西安大雁塔，塔总高 64.7m，1300 多年来历经数次地震仍巍然屹立（图 0-5）；建于公元 523 年的河南登封嵩岳寺塔，高 43.5m，是中国最早



图 0-5 西安大雁塔

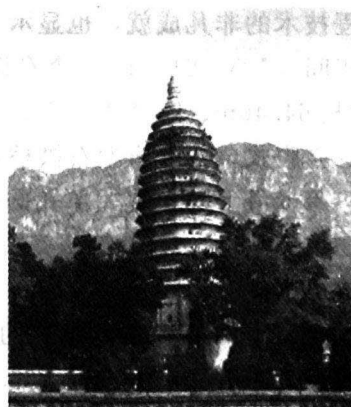


图 0-6 河南登封嵩岳寺塔

的古密檐式砖塔（图 0-6）；还有河北定县高约 84m 的料敌塔、开封的“铁塔”（图 0-7）等大量古代砌体结构塔。我国古代应用砖砌穹拱结构的典范是建于洪武十四年（1381 年）的南京灵谷寺无梁殿，它东西长 50m，南北宽 34m，因用砖砌成拱顶而得名（图 0-8）。



图 0-7 开封“铁塔”



图 0-8 南京灵谷寺无梁殿

世界上各文明古国应用砌体结构的历史都相当久远。例如，世界七大奇迹之一的埃及金字塔就是古埃及人用加工的巨大石块砌筑而成。埃及金字塔是古埃及文明的象征，是现存最大的砌体建筑群。其中最大的金字塔为胡夫，塔高 146.6m，底边长 230.6m，约用 230 万块重 2.5t 的石块建成，堪称建筑史上的奇迹（图 0-9）。还有公元 70—82 年建成的古罗马大斗兽场（图 0-10），古罗马的大引水渠、桥梁、神庙和教堂等以及堪称古希腊建筑史奇迹、文明缩影的雅典卫城，这些建筑都是用块石砌成的。



图 0-9 埃及金字塔



图 0-10 古罗马大斗兽场

砌体结构经历了漫长的发展阶段，在既没有科学的结构分析方法，又缺乏修建工具和设备的远古时代，人们只能利用天然材料作为建筑材料。那时建造的艰难、用料的浪费和建造不当引起的巨大损失都是不可避免的。如今留存在世上的古代砌体结构都是经历了自然淘汰后的佼佼者，它们展现了古代文明取得的辉煌成就，是全人类的宝贵遗产。

## 第二节 砌体结构的优缺点

砌体结构的广泛应用与其所具有的下列优点是分不开的。



### 一、砌体结构的主要优点

(1) 易于就地取材。制作块材的原料(制造烧结普通砖的黏土、制造蒸压灰砂普通砖的砂、制造粉煤灰砖的工业废料、天然石料及制作砌块的工业废料等)及砂浆的原料(石灰、水泥、砂子、黏土等)几乎到处都有,均可就近获得,开采及运输都很方便,而且价格低廉。

(2) 砌体具有良好的耐火性能和较好的耐久性,具有较好的抗腐蚀性能、化学稳定性和大气稳定性,受环境的影响小,完全可以满足耐久年限的要求。

(3) 砌体砌筑时不需要模板和特殊的施工设备,可以节省模板和支、拆模板的人工。新砌筑的砌体即可承受一定荷载,因而可以连续施工。在寒冷地区,冬季可用冻结法砌筑,不需特殊的保温措施。

(4) 砌体具有良好的保温隔热性能,砖墙和砌块墙体自身的隔热和保温性能优良。砌体结构既是较好的承重结构,也是较好的围护结构,兼有承重与围护的双重功能。

(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。

### 二、砌体结构的缺点

(1) 自重大。由于砌体的强度较低,故构件的截面尺寸较大,自重大,材料用量多,运输量较大。且自重大致使地震作用下的惯性力较大,对砌体结构抗震不利。

(2) 砌体结构的砌筑工作繁重,目前的砌筑操作基本上还是手工方式,施工效率低。

(3) 块体与砂浆间的黏结力较弱,致使砌体的抗拉、抗弯及抗剪强度都很低。无筋砌体破坏具有明显的脆性性质,抗震性能差,因此有时需要采用配筋砌体或设置构造柱等措施以提高其延性和抗倒塌能力,改善砌体结构的抗震性能。

(4) 在烧结普通砖的生产中要占用大量农田土地,影响农业生产,并且需要消耗大量的能源和资源,产生大量废弃物,对环境的影响不容忽视。

## 第三节 砌体结构的发展现状

苏联在对砌体结构进行较为系统的试验研究的基础上,于20世纪50年代提出了砌体结构的设计方法,是最先建立砌体结构理论和设计方法的国家。此后,欧美各国都加强了对砌体结构理论和设计方法的研究,推动了砌体结构的发展。近年来,砌体结构在世界各国都得到了迅速发展和广泛应用,取得了显著的成就,主要表现在3个方面:①应用广泛;②新材料、新技术和新结构的不断发明和推广;③计算理论和计算方法逐步完善。

### 一、应用广泛

由于砌体结构具有明显的优点,因此,砌体结构在世界各国的应用很广泛,一般民用建筑中的基础、内外墙、柱、过梁、屋盖和地沟等构件都可用砌体结构建造。由于材料质量的提高和计算理论的发展,国外采用砌体作承重墙甚至已经建造了许多高层房屋,如1970年在英国诺丁汉市建成一幢14层房屋(内墙230mm、外墙270mm)。美国等国采用配筋砌体在震区已经建造了13~20层的高层建筑,如美国丹佛市10层的振克兰姆塔楼

和 17 层的“五月市场”公寓等。英国利物浦皇家教学医院甚至采用半砖厚 (102.5mm) 薄壁墙建成了 10 层职工住宅。

20 世纪上半叶我国砌体结构的发展相对缓慢,但建国后砌体结构在我国得到了迅速发展和广泛应用,取得了显著的成就。近年来,砌体结构在我国得到了空前的发展,目前我国块材的年产量超过了世界其他国家年产量的总和,90%以上的墙体都采用砌体作为建筑材料。我国已经建造了大量的多层住宅等民用建筑、影剧院、食堂等公共建筑以及中小型单层工业厂房和多层轻工业厂房等工业建筑。

## 二、新材料、新技术和新结构的不断发明和推广

混凝土小型空心砌块于 1882 年在美国问世。第二次世界大战后,混凝土砌块的生产和应用技术逐步传至美洲和欧洲,继而又传至亚洲、非洲和大洋洲。

1952 年,我国统一了黏土砖的规格,使之标准化、模数化。在砌筑施工方面,创造了多种合理、快速的施工方法,既能加快工程进度,又可保证砌筑质量。20 世纪 60 年代以来,我国在小型空心砌块以及多孔砖的生产和应用方面有了很大发展,通过消化吸收国外先进技术,小型空心砌块以及多孔砖的主要力学和热工性能指标都已经接近或达到国际同类产品的水平,近些年来砌块与砌块建筑的年增量都在 20%左右。20 世纪 80 年代以来,轻质、高强块材新品种的产量逐年增长,应用更趋普遍。从过去单一的烧结普通砖发展到目前多种系列块材。采用轻骨料混凝土、加气混凝土以及各种工业废料等生产砌块的技术在我国都得到了较大的发展。20 世纪 60 年代末,我国开始了墙体材料的革新,现在我国的墙体材料革新已经迈入第三个阶段。

随着砌体结构的广泛应用,新型结构形式和新技术大量涌现,如大型墙板、底层框架结构、挂板、振动墙板等。配筋砌体结构的试验和研究在我国起步较晚,20 世纪 60 年代开始在部分砖砌体承重墙、柱中采用网状配筋以提高墙、柱的承载力。1975 年海城地震和 1976 年唐山大地震后,我国加强了对配筋砌体结构的试验和研究,在竖向配筋的墙、柱以及带有钢筋混凝土构造柱的砌体结构方面的研究和实践均取得了丰硕的成果。近年来,在吸收及消化国外配筋砌体结构发展成果的基础上,已经建立了具有中国特色的钢筋混凝土砌块砌体剪力墙结构体系,大大发展了砌体结构在高层房屋和在抗震设防地区的应用。

## 三、计算理论和计算方法逐步完善

20 世纪 60 年代以来,欧美许多国家逐渐改变长期沿用的按弹性理论的容许应力设计法。英国标准协会 1978 年编制的《砌体结构实施规范》、意大利砖瓦工业联合会于 1980 年编制的《承重砖砌体结构设计计算的建议》均采用了极限状态设计方法。

我国的计算理论和计算方法经历了从无到有、逐步完善的过程。1956 年我国推广使用苏联的砌体结构设计标准——《砖石及钢筋砖石结构设计标准及技术规范》。20 世纪 60 年代初至 70 年代初,在对我国砖石结构进行大规模的试验、研究和调查的基础上总结出了一套符合我国实际、比较先进的砖石结构理论和计算方法,并于 1973 年颁布了具有自主知识产权的第一部砌体结构设计规范——《砖石结构设计规范》(GBJ 3—73)。在随后的试验与研究中,先后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以及配筋砌体、构造柱和砌体房屋的抗震性能等方面取得了新的进展。1988 年在吸收新的研究成果基础上颁布了《砌体结构设计规范》(GBJ 3—88),该规范在

采用以概率理论为基础的极限状态设计方法、多层砌体结构中考虑房屋的空间工作以及考虑墙和梁的共同工作设计墙梁等方面已达世界先进水平。此外,我国在砌体结构抗震性能研究领域也取得显著成就,在砌体结构的地震作用、抗震设计、变形验算、建筑结构的抗震鉴定与加固等方面获得了丰硕成果,制定出《多层砖房设置钢筋混凝土构造柱抗震设计与施工规程》(JGJ 13—82),并在2001年颁布的《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2001)中加入了砌体结构抗震的内容。随后又于2002年和2011年对砌体结构设计规范进行修订,最新的《砌体结构设计规范》(GB 50003—2011)自2012年8月1日起实施。经过长期的工程实践和大量的科学研究,我国逐步建立起一套较完整的计算理论和设计方法,制定了具有中国特色的设计和施工规范,这一系列计算理论和计算方法的建立、设计与施工规范的制定,体现了我国现阶段在砌体结构设计、施工方面的综合水平。

我国在砌体结构领域积极参与国际交流与合作,加强与国际标准组织(International Organization for Standardization, ISO)的联系,并成为该技术委员会中配筋砌体分技术委员会(ISO/TC179/SC2)的秘书国,出任该分技术委员会的常任主席,在推动砌体结构的发展上发挥应有的作用。目前国际标准化组织砌体结构技术委员会(ISO/TC179)正在编制国际砌体结构设计规范,这将使砌体结构的设计方法提高到一个新的水平。

#### 第四节 砌体结构的应用范围

由于砌体结构的一系列优点,因此长期在土木工程中被广泛使用。砌体的抗压强度较高而抗拉强度很低,因此,砌体结构构件主要承受轴心或小偏心压力,而很少受拉或受弯,一般民用和工业建筑的墙、柱和基础都可采用砌体结构。在采用钢筋混凝土框架和其他结构的建筑中,常用砖墙做围护和分隔结构,如框架结构的填充墙。

多层住宅、办公楼等民用建筑中广泛采用砌体承重。这些建筑的基础、墙、柱等都可用砌体结构建造,无筋砌体房屋一般可建5~7层,配筋砌块抗震墙结构房屋可建8~18层。重庆市在20世纪70年代建成了高达12层的以砌体承重的住宅。在福建的泉州、厦门和其他一些产石地区,建成不少以毛石或料石作承重墙的房屋。某些产石地区以毛石砌体作承重墙的房屋高达6层。

在工业厂房建筑中,通常采用砌体砌筑围墙。对中、小型厂房和多层轻工业厂房以及影剧院、食堂、仓库等建筑,也广泛采用砌体作墙身或立柱等承重结构。

砌体结构还用于建造各种构筑物,如烟囪、小水池、料仓等。在水利工程方面,堤岸、坝身、水闸、围堰引水渠等,也较广泛地采用砌体结构。

我国还积累了砌体结构房屋抗震设计的宝贵经验。在地震设防区建造砌体结构房屋,除必须保证合理设计、施工质量外,还须设置钢筋混凝土构造柱和圈梁,并采取适当的构造措施,有效提高砌体结构房屋的抗震性能。经震害调查和抗震研究表明,地震烈度在Ⅵ度以下地区,一般的砌体结构房屋都能经受住地震的考验;如果按抗震设计要求进行改进和处理,完全可在Ⅶ度和Ⅷ度设防区建造砌体结构房屋。

配筋砌块建筑具有良好的抗震性能,在地震区得到了广泛的应用与发展。美国在1933年大地震后,推出了配筋混凝土砌块结构体系,并建造了大量的多层和高层配筋砌



体建筑。例如,1952年建成的26栋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(位于Ⅸ度区)和洛杉矶19层公寓;1990年5月在内华达州拉斯维加斯(Ⅶ度区)建成的4栋28层配筋砌块旅馆。这些建筑大部分经受住了强烈地震的考验。美国是配筋砌块砌体应用最广泛的国家,从20世纪60年代至今,已建立了完善的配筋砌体结构系列标准,配筋砌体已成为与钢筋混凝土结构具有类似性能和应用范围的结构体系。

我国在总结国外技术的基础上也对配筋砌块砌体结构进行了系统研究,并取得了突破。从1983年开始,我国建造了不少配筋砌块砌体高层建筑,如1998年在上海建成了一栋18层配筋砌块砌体剪力墙塔楼,这是我国在Ⅶ度抗震设防地区建造的、高度最高的配筋砌块砌体房屋;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等。

## 第五节 砌体结构的发展趋势

砌体结构作为一种传统结构形式,在土木工程中今后相当长的时期内仍将占有重要地位。随着科学技术的进步,砌体结构的发展趋势着重体现在以下几个方面。

### 一、适应可持续发展的要求

加强对砌筑块材和砂浆新材料的研究,发展轻质、高强、高性能、多功能的砌体材料是今后砌体结构发展的重要方向。发展轻质、高强的空心块体,能使墙、柱的自重减轻,截面尺寸减小,材料消耗降低,提高生产效率,进一步提高房屋的可建造高度,增强砌体结构功能特性和经济性的吸引力。

坚持“可持续发展”的战略方针,有效地保护耕地,充分利用工业废料和地方性材料,积极发展黏土砖的替代产品,依据“环境再生、协调共生、持续自然”的原则,尽量减少自然资源的消耗,尽可能地对废物再利用和净化,广泛研制“绿色建材产品”。

发展和推广应用砌体结构的新材料。为适应节能、环保的要求,要限制黏土砖的应用,而改为大力发展新型砌体材料,充分把工业废料和地方性材料利用起来,发展节能的砌体结构。加大限制高能耗的、高资源消耗的、高污染的低效益产品的生产力度。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。

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,高强、薄壁和大尺寸是今后砌块的发展方向,可以减轻自重,节约运输的费用,减少灰缝,就可以节省劳力,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,提高自重轻、防火、施工安装方便的GRC板的使用率;大力推广复合墙板。目前,国内外还没有不仅能满足建筑节能保温隔热,又能满足外墙防水和强度技术要求的单一材料。

发展砌体结构的建筑材料一定要以当地资源为基础。在发展砌体砌块的同时,应该充分利用当地资源制造砌块。更重要的是,为了坚持可持续发展的工作方针、保护环境,还应充分利用工业废料,如当地有粉煤灰、炉渣、矿渣等废料,就应该充分利用起来。目前砌块形式比较单调,功能仅仅停留在墙用砌块的范畴,只有几种规格。砌体结构建筑的发

展是集材料、热工、结构、建筑、施工等多方面为一体的系统工程,从单一角度考虑,难免会带有片面性,一定要树立总体观念,才能建出可靠、实用、耐久的房子。

## 二、新技术、新结构体系

我国是一个多地震的国家,大部分地区属于抗震设防区。采用配筋砌体和预应力砌体都是砌体结构的发展方向。采用配筋砌体结构尤其是配筋砌块抗震墙结构,可提高砌体的强度和抗裂性,能有效地提高中高层砌体结构建筑的整体性和抗震性能,而且节约钢筋和木材,施工速度快,经济效益明显。我国虽然已经初步建立了配筋砌体结构体系,但还需继续加强基础理论研究及施工用生产机具的研制。具有良好抗震性能的配筋砌块砌体结构房屋在未来必将迎来快速发展和更加广泛的应用。

## 三、试验和理论研究

新中国成立以来,我国在砌体结构理论、设计方法等方面的研究得到了迅速发展,取得了长足的进步。但目前对砌体的受力性能、破坏机理以及砌体与其他材料共同工作等方面还有许多未能很好解决的课题需要研究;还需要更加深入地研究砌体结构的本构关系、破坏机理和受力性能,研究砌体结构的整体工作性能、多高层计算理论及方法,通过物理和数学模式,建立精确并且完整的砌体结构理论,使砌体结构的计算方法以及设计理论更趋于完善;在改进和扩展砌体结构的性能和应用范围方面尚有待进一步探索。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技术的研究。今后应加强这些方面的研究工作,进一步改进试验方法,建立精确、完整的砌体结构理论,不断提高砌体结构的设计水平和施工水平。

当前,砌体结构正处在一个蓬勃发展的新时期。正如资深砌体结构学者 E. A. James 所指出的,“砌体结构有吸引力的功能特性和经济性,是它获得新生的关键。我们不能停留在这里,我们正进一步赋予砌体结构以新的概念和用途”。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,随着科学技术和经济建设的持续发展,砌体结构将更充分地发挥其重要作用。

## 本章小结

(1) 由砖、砌块、石材等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就是砌体结构。

(2) 砌体结构的主要优点有:①易于就地取材;②具有良好的耐火性能和较好的耐久性;③砌筑时不需要模板和特殊的施工设备,可以节省模板和支、拆模板的人工;④具有良好的保温隔热性能,兼有承重与围护的双重功能;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。

砌体结构的缺点是:①砌体结构的自重大;②砌体结构的砌筑工作繁重,施工效率低;③砌体的抗拉、抗弯及抗剪强度都很低;④烧结普通砖的生产要占用大量农田土地,对环境的影响不容忽视。

(3) 砌体结构近年来得到了迅速发展和广泛应用,主要表现在应用广泛、新材料和新结构的不断发明和推广、计算理论和计算方法逐步完善 3 个方面。

(4) 砌体结构的发展趋势着重表现在适应可持续发展的要求, 新技术、新结构体系以及试验和理论研究 3 个方面。

### 思 考 题

- 0-1 什么是砌体结构?
- 0-2 砌体结构有哪些优缺点?
- 0-3 砌体结构的应用范围有哪些?
- 0-4 砌体结构的发展现状如何?
- 0-5 砌体结构未来发展的方向是什么?

# 第一章 砌体材料及其力学性能

砌体是由块体材料和砂浆黏结而成的复合体。砌体的受力性能与组成砌体的块材、砂浆的种类密切相关。了解砌体材料及其力学性能是设计砌体结构的基础。

## 第一节 砌体材料

### 一、块体材料

块体材料分为砖、砌块和石材三大类。块体材料强度等级以符号 MU 表示。

#### (一) 砖

砌体结构中采用的砖，主要分为烧结砖、蒸压砖和混凝土砖 3 种类型。

##### 1. 烧结砖

常用的烧结砖有烧结普通砖和烧结多孔砖。

(1) 烧结普通砖。烧结普通砖是以煤矸石、粉煤灰、页岩或黏土为主要原料，经焙烧而成的实心砖。按照主要原料分为烧结煤矸石砖、烧结粉煤灰砖、烧结页岩砖和烧结黏土砖等。目前，我国的标准烧结普通砖的尺寸为  $240\text{mm} \times 115\text{mm} \times 53\text{mm}$ 。

烧结普通砖强度较高，具有良好的保温隔热及耐久性能，可用于房屋的承重墙体及潮湿环境下的砌体（如地面以下的条形基础、地下室墙体及挡土墙、水池等）。

烧结普通砖的强度等级是根据其抗压强度平均值、抗压强度标准值和单块砖的最小抗压强度值划分为 MU30、MU25、MU20、MU15 和 MU10 五个强度等级。

(2) 烧结多孔砖。烧结多孔砖是指以煤矸石、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%，单孔尺寸小而孔洞数量多的砖。烧结多孔砖多用于 6 层以内房屋的承重部位，砌筑时孔洞垂直于受压面，如图 1-1 所示。

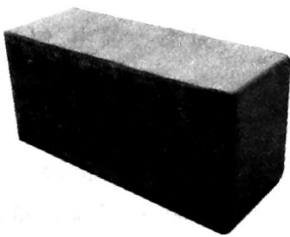


图 1-1 烧结多孔砖

烧结的多孔砖分为 P 型和 M 型，P 型烧结多孔砖的尺寸为  $240\text{mm} \times 115\text{mm} \times 90\text{mm}$ ，M 型烧结多孔砖的尺寸为  $190\text{mm} \times 190\text{mm} \times 90\text{mm}$ 。

烧结多孔砖的生产工艺与烧结普通砖相同。但与烧结普通砖相比，烧结多孔砖的表观密度小，具有节省原料和燃料、保温隔热性好等优点。

烧结多孔砖根据其毛面积计算的抗压强度平均值、抗压强度标准值和单块砖的最小抗压强度值划分为 MU30、MU25、MU20、MU15 和 MU10 五个强度等级。

##### 2. 蒸压砖

常用的蒸压砖有蒸压灰砂普通砖和蒸压粉煤灰普通砖。

(1) 蒸压灰砂普通砖。蒸压灰砂普通砖是以石灰和砂为主要原料，经坯料制备、压制