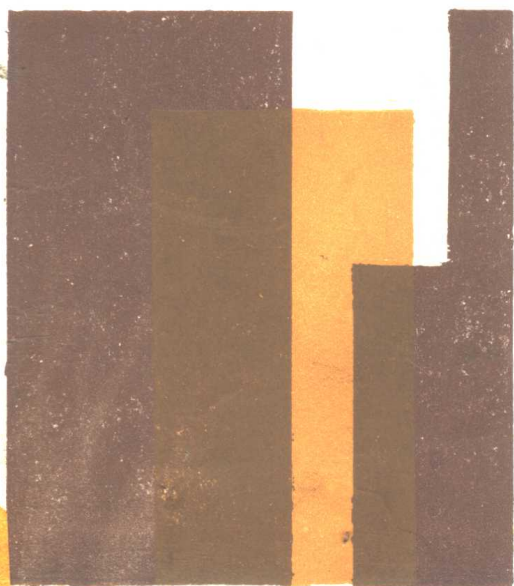
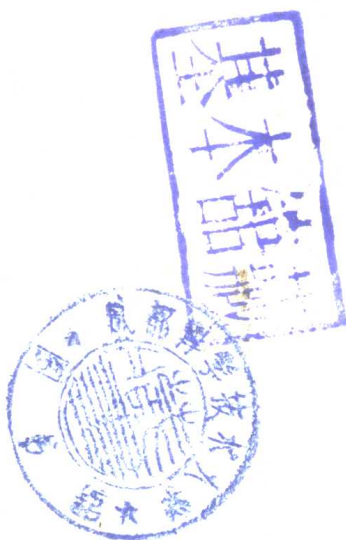


高等学校教学用书

920814

砌体结构

东南大学
郑州工学院 编



中国建筑工业出版社

920814

TU384

4449

TU
4449

高等学校教学用书

砌 体 结 构

东南大学 郑州工学院 编

中国建筑工业出版社

本书主要介绍砌体材料及砌体的力学性能；构件计算方法；构件的承载力计算；混合结构房屋墙体设计；过梁、墙梁、挑梁及墙体的构造措施；混合结构房屋抗震设计简述。全书依据《砌体结构设计规范》(GBJ3—88)编写。

本书为高等院校工业与民用建筑专业或建筑结构工程专业的砌体结构教材，也可供土建工程技术人员参考。

高等学校教学用书

砌 体 结 构

东南大学 郑州工学院 编

*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)

新华书店总店科技发行所发行

中国建筑工业出版社印刷厂印刷(北京阜外南礼士路)

*

开本：787×1092毫米 1/16 印张：11 1/2 字数：278千字

1990年12月第一版 1990年12月第一次印刷

印数：1—25,570册 定价：2.35 元

ISBN 7-112-01131-0/TU·824

(6195)



前 言

《砖石结构》教材自1981年出版以来，已重印多次，总计发行量超过20万册。1987年获得建设部优秀教材三等奖，这是对编者们的最大鼓励和鞭策。

如所周知，自1973年《砖石结构设计规范》(GBJ3—73)颁布以来，在我国又不断进行了很多有关的科学研究和设计改革，取得丰硕成果，因此，原规范必须进行修订。修订稿经过几次讨论、修改和审查，1988年经建设部批准为《砌体结构设计规范》(GBJ3—88)，已由中国建筑工业出版社出版，并于1989年9月1日起施行。

1986年新规范审查稿提出后，我们即着手修改原教材，于1987年秋打印成讲义试用。由于新规范中正式给出有关砌块结构的设计规定，因此该规范改名为《砌体结构设计规范》。本书因之亦相应改为《砌体结构》。根据规范(抗震部分则根据《建筑抗震设计规范》1989年稿)并参考试用经验，将上述讲义重新修改，由中国建筑工业出版社出版。编写时保留了原书的优点，如注意基本理论的阐述和试验分析数据的验证，对原书不足之处，如很少介绍国外情况，设计用图表不多，在本书中作了些改进。

本书由东南大学主编、东南大学和郑州工学院合编，编写分工如下：第一章至第四章由东南大学(原南京工学院)丁大钧、蒋永生和金芷生(原编者，现在北京科技大学工作)执笔；第五、六章分别由郑州工学院李望明、龚绍熙执笔，第七章由东南大学蓝宗建执笔。主编丁大钧，主审湖南大学陈行之、施楚贤。

在完成讲义和本书工作中，东南大学李漪秋、邵扣霞同志协助作了许多工作，在此表示感谢。

由于我们水平所限，书中错误和欠妥之处，敬希批评指正。

丁大钧
1990年2月

目 录

前言

第一章 绪论	1
第一节 砌体结构发展简史	1
第二节 砌体结构的优缺点	6
第三节 砌体结构的应用范围	7
第四节 砌体结构的发展趋势	8
第二章 材料及砌体的力学性能	11
第一节 块体材料和砂浆	11
第二节 砌体种类	18
第三节 砌体的抗压强度	23
第四节 砌体抗拉、抗弯和抗剪强度	28
第五节 砌体的弹性模量、摩擦系数和 线胀系数	29
第三章 砌体结构构件的计算方法	33
第一节 历史的回顾	31
第二节 极限状态设计方法	34
第四章 砌体结构构件的承载力计算	42
第一节 受压构件	42
第二节 局部受压	58

第三节 轴心受拉、受弯和受剪	66
第四节 配筋砖砌体构件	68
第五章 混合结构房屋墙体设计	81
第一节 混合结构房屋墙体设计的基本 原则	81
第二节 刚性方案房屋	94
第三节 弹性和刚弹性方案房屋	106
第四节 地下室墙	119
第六章 过梁、墙梁、挑梁及墙体的 构造措施	126
第一节 过梁	126
第二节 墙梁	132
第三节 悬挑构件	150
第四节 墙体的构造措施	154
第七章 混合结构房屋抗震设计简述	161
第一节 混合结构房屋的震害及抗震构 造措施	161
第二节 多层混合结构房屋的抗震验算	171

第一章 绪 论

第一节 砌体结构发展简史

砌体结构是指用砖、砌块及石砌筑的结构。

砌体结构在我国有悠久的历史。

考古发掘资料表明,我国在新石器时代末期(约6000~4500年前),已有地面木架建筑和木骨泥墙建筑。到公元前二十世纪时(约相当夏代),则发现有夯土的城墙。商代(公元前1783年~前1135年)以后,逐渐采用粘土做成的版筑墙。到西周时期(公元前1134年~前771年)已有烧制的瓦。在战国时期(公元前403年~前221年)的墓中发现有烧制的大尺寸空心砖,这种空心砖盛行于西汉(公元前206年~公元8年),但由于制造复杂,至东汉(公元25~219年)末年似已不再生产。元朝时^①(实心)砖的使用已很普遍,有完全用砖造成的塔。

石料在我国的应用是多方面的。我们的祖先曾用石料刻成各种建筑装饰用的浮雕,用石料建造台基和制作栏杆,也采用石料砌筑建筑物。

琉璃瓦的制造始于北魏(公元336~534年)中叶,到明代(公元1368~1643年)又在瓦内掺入陶土以提高其强度。同时琉璃砖的生产亦自明代开始有较大的发展。

我国拱圈建筑最早用于墓葬,根据现有资料,早在西汉中期已采用。

在欧洲,大约在八千年前已开始采用晒干的土坯。在建筑中采用烧制砖,约有8千年的历史。经凿琢的天然石的采用,大约在5~6千年前左右。

砖砌体大多用于建筑物中承受垂直荷载的部分,如墙、柱、桥墩及基础等。洞口上的结构通常用整块的大石跨过,约在公元前3千年才开始建造拱圈。

早期砖石砌体的体积都是很大的。为了节约材料和减轻砌筑工作量,要求减小构件的截面尺寸。因此,对砌筑材料提出较高的要求,但是改进和发展的过程是很缓慢的。

水泥发明后,有了高强度的砂浆,进一步提高了砌体结构的质量,促进了砌体结构的发展。19世纪在欧洲建造了各式各样的砖石建筑物,特别是多层房屋。

我国早期建筑采用木结构的构架制,墙壁仅作填充防护之用。鸦片战争后,我国建筑受到欧洲建筑的影响,开始采用砖墙承重。这时砖石砌体已成为结构中不可分割的一环。研究和确定其计算方法,自是必然的趋势。

砌体结构在我国的发展过程大致如下:

第一阶段 在清朝(公元1644~1911年)末年、19世纪中叶以前,我国的砖石建筑主要为城墙、佛塔和少数砖砌重型穹拱佛殿以及石桥等。我国古代劳动人民对这些建筑是有

^① 吴(公元229~280年)、东晋(公元317~419年)、宋(公元420~478年)、齐(公元479~501年)、梁(公元502~556年)、陈(公元557~588年)相继建都建康(南京),是为元朝。此处所指的元朝时,一般可理解为东晋以后的年代。

着相当高的成就的。

我国历史上有名的工程——万里长城（图1-1），它是古代劳动人民勇敢、智慧与血汗的结晶。

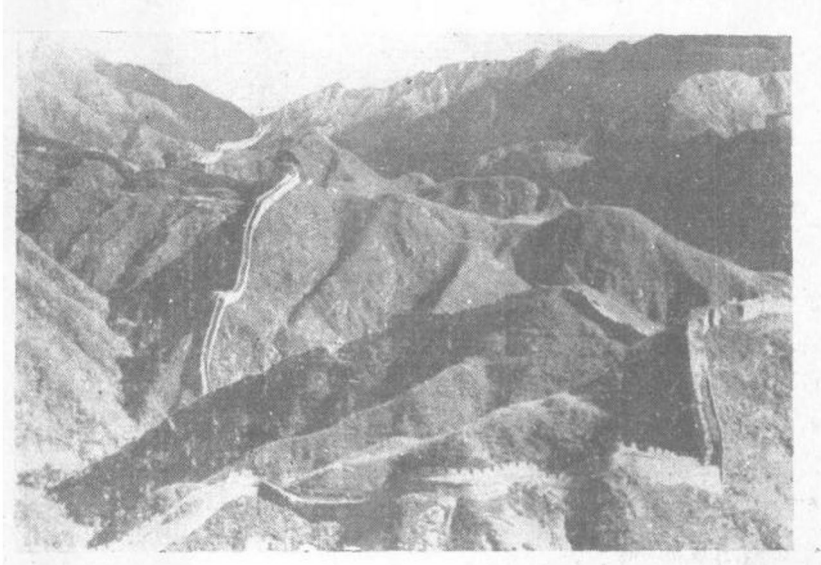


图 1-1 万里长城

隋代（公元581~617年）李春所造的河北赵县安济桥（图1-2），距今已有1300多年，净跨为37.37m，高7m多，宽约9m，为单孔敞肩式石拱桥，外形十分美观。据考证，该桥实为世界上最早的敞肩式拱桥。它无论在材料的使用上、结构受力上、艺术造型和经济上，都达到了高度的成就。

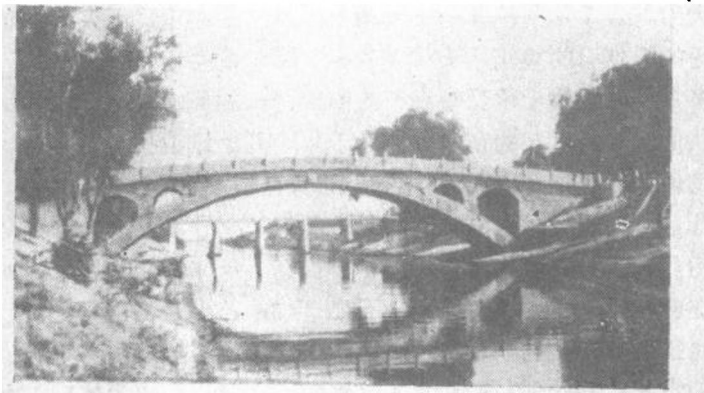


图 1-2 安济桥

图1-3示南京灵谷寺无梁殿后面走廊的砖砌穹窿，系明代建造，它显示出我国古代应用砖石结构的一个方面。

第二阶段 19世纪中叶以后至解放前大致100年左右的时期内，我国广泛采用承重墙，但砌体材料主要仍是粘土砖。这一阶段对砌体结构的设计系按容许应力法粗略进行计算，而对静力分析则缺乏较正确的理论依据。

纵观历史可见，尽管我国劳动人民对砖石建筑作出了伟大的贡献，但由于在封建制度

和后来在半封建、半殖民地制度的束缚下，不可能很好地总结提高和进行必要的科学研究，因此在前两个阶段里，虽然经过漫长的岁月，砖石结构的实践和理论的发展却是极缓慢的。

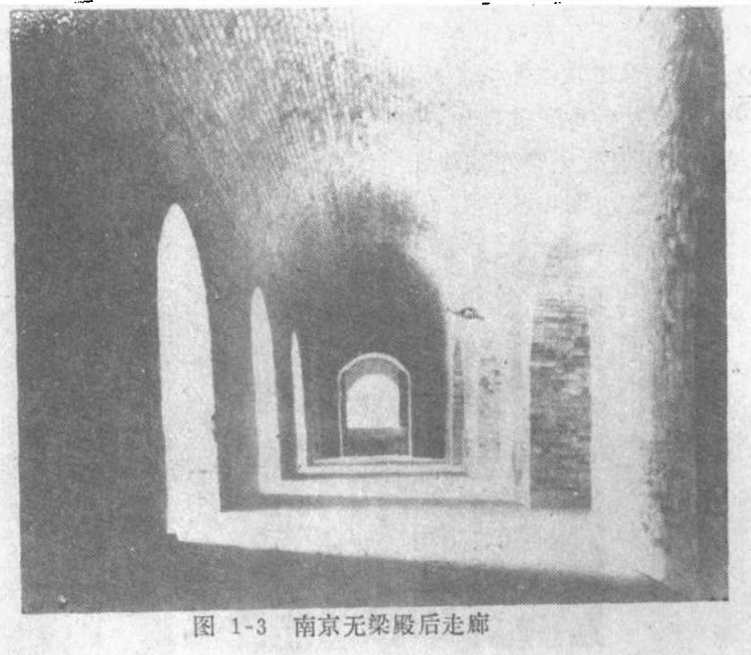


图 1-3 南京无梁殿后走廊

慢的。

第三阶段 从解放后，砌体结构有了较快的发展，这可分为三个方面。

一、在原有基础上的发展。如石砌拱桥的跨度已显著加大，厚度减薄，同时桥的高度和承载能力都有了很大的发展；广泛采用砖砌多层房屋代替钢筋混凝土框架建筑；改进非承重的空斗墙为承重墙，用来建造2~4层（少数达5层）房屋；因地制宜地扩大了石结构的应用范围等等。

目前我国建成的变截面敞肩式石拱公路桥，最大跨度已达116m，（1971年建成的四川丰都九溪沟桥，图1-4）将石料在桥梁结构中的利用推向一个新的水平。该桥也是世界

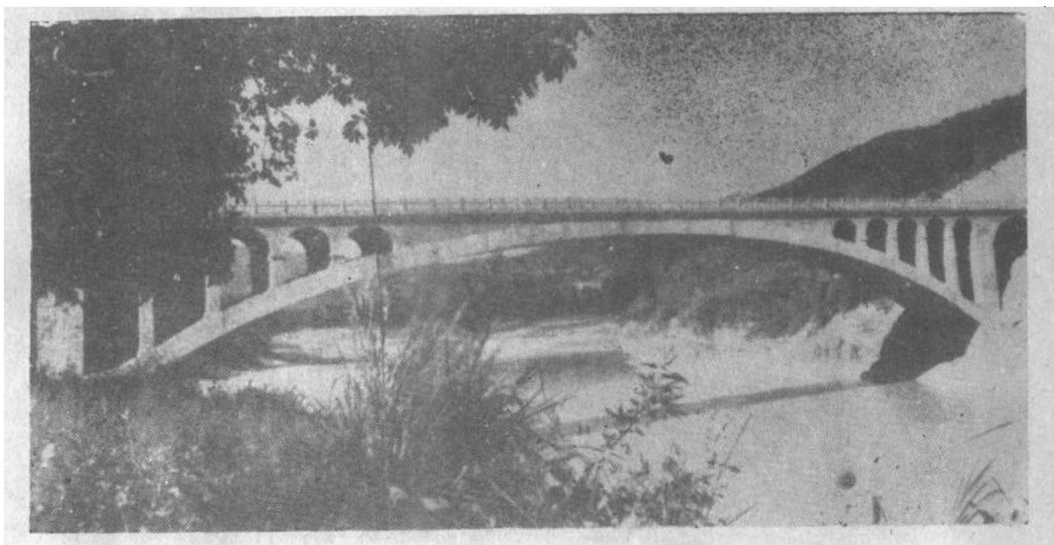


图 1-4 四川丰都九溪沟桥

上跨度最大的石拱桥。

二、新的发展，这包括新结构、新材料和新技术的采用。在新结构方面，曾研究和建造了各种型式的砖薄壳。在新材料方面，如硅酸盐和泡沫硅酸盐砌块，混凝土空心砌块和各类大板以及各种承重和非承重空心砖的采用和不断改进。在新技术方面，如采用振动砖（包括空心砖）墙板及各种配筋砌体，包括预应力空心砖楼板等等。

图1-5为杭州市用混凝土空心砌块建造的5层房屋。采用大型预制板材可充分利用机械设备，大大加快安装速度和减轻笨重的体力劳动，是墙体改革的一项有效措施。



图 1-5 杭州空心砌块五层房屋

图1-6示唐山市地震后大面积建造的5层大板房屋。在这种建筑中，内墙采用140mm（内横墙）或160mm（内纵墙）厚，强度等级为C15的混凝土现浇大板，外墙采用由C10加气混凝土及混凝土组成的预制复合大板，总厚度为280mm。为了提高房屋的抗震能力，在混凝土板内采用较多的构造钢筋。采用这种型式的大板也是墙体改革的一种措施。



图 1-6 唐山大板建筑

图1-7示南京市用承重空心砖建成的8层旅馆建筑,其中1~4层墙厚为300(实际290)mm,5~8层墙厚200(实际190)mm。由于砖的厚度减薄,墙体重量减轻,达到了较好的经济效益,同时房间使用面积也有所增大。



图 1-7 南京大桥旅馆

在城市进行小区建设,使服务设施配套,创造了方便的生活条件,是城市规划中的一个重要组成部分。这些年来,在这方面取得巨大的成绩。图1-8示1981年兴建的无锡市清扬新村小区建设的全貌。小区占地21.11公顷,共建住宅楼103幢,公共配套设施14幢,总建筑面积20.4万 m^2 ,可容纳3564户。建筑为7层的点式和5~6层的条式相结合,形成高低错落,富有层次。根据工程量,清扬小区建设共用砖2538万块。



图 1-8 无锡清扬村小区

十一届三中全会后,在我国城市和农村兴建了大量的混合结构居住房屋,大大改善了

我国人民的居住条件。但既需要重视住宅的新建，也应重视对旧房屋的改造和利用，合理挖潜（如加层），贯彻新建和改造相结合的方针。

三、逐步建立了具有我国特色的砌体结构设计计算理论。如根据大量试验和调查研究资料，提出砌体各种强度计算公式，偏心受压构件计算公式和考虑风荷载下房屋空间工作的计算方法等等，并制订了适合我国情况的新的《砖石结构设计规范》（GBJ3—73）（以下简称原规范）。

新修订的《砌体结构设计规范》（GBJ3—88）中包括砌块结构，故改称砌体结构设计规范，并采用以近似概率为理论基础的、各种结构统一的极限状态设计方法，在此进一步将各种砌体强度计算公式统一，将偏心受压计算中三个系数综合为一个系数，改进了局部受压计算，将考虑房屋空间工作计算推广于多层房屋，提出墙梁和挑梁新的计算方法等，同时我国和国际标准化组织砌体技术委员会（ISO/TC179）建立了紧密的联系和合作，并担任了配筋砌体的秘书国。

第二节 砌体结构的优缺点

砌体结构之所以如此广泛地被应用，是因为它有着下列几项主要的优点。

1. 采用砖石结构较易就地取材。天然石材、粘土、砂等几乎到处都有，来源方便，也较经济。
2. 砖石结构具有很好的耐火性，以及较好的化学稳定性和大气稳定性。
3. 采用砖石结构一般较钢筋混凝土结构可以节约水泥和钢材，并且砌筑砌体时不需模板及特殊的技术设备，可以节约木材。新铺砌体上即可承受一定荷载，因而可以连续施工，在寒冷地区，还可以用冻结法施工。
4. 当采用砌块、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。

除上述优点外，砌体结构也有下述一些缺点。

1. 砖石结构的自重较大。因为砖石砌体的强度较小，故必需采用较大截面的构件，其体积大，自重也大（在一般砖石混合结构居住建筑中，砖墙重约占建筑物总重的一半），材料用量多，运输量也随之增加。因此应加强轻质高强材料的研究，以减小截面尺寸和减轻自重。
2. 砖石结构砌筑工作相当繁重（在一般砖石混合结构居住建筑中，砌砖用工量占1/4以上），在一定程度上这是由于砌体结构的体积大而引起的。在砌筑时，应充分利用各种机具来搬运砖石和砂浆，以减轻劳动量，但目前的砌筑操作基本上还是采用手工方式的，因此必须进一步推广砌块，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。
3. 砂浆和砖石间的粘结力较弱，因此无筋砌体的抗拉、抗弯及抗剪强度都是很低的。由于粘结力较弱，无筋砖石砌体抗震能力亦较差，因此有时需采用配筋砌体。
4. 砖砌结构的粘土砖用量很大，往往占用农田，影响农业生产。所以应加强用工业废料和地方性材料代替粘土砖的研究，以解决上述矛盾，同时也可改善环境污染问题。
5. 砌块结构的造价略高于砖石结构，今后通过进一步的试验研究，在造价方面可有

所突破。

第三节 砌体结构的应用范围

由于砌体结构有着上述优点,因此,应用范围很广泛。但由于它的缺点,也限制了它在某些场合下的应用。

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。由于砖质量的提高和计算理论的进一步发展,对一般5~6层房屋,用砖墙承重已很普遍。70年代后在重庆建筑了10~12层砖墙承重房屋。图1-9示在该市中山三路用砖和混凝土砌块砌筑的高层住宅,局部12层(图中只照到11层),其中10~12层为180mm砖承重内墙,8~9层为240mm砖承重内墙,5~7层为300mm砖承重内墙,1~4层为300mm混凝土砌块承重内墙。

在国外有建成20层以上的砖墙承重房屋。

在某些产石材的地区,也可用毛石承重墙建造房屋,目前有高达5层的。

在工业厂房中,砌体往往用来砌筑围护墙。此外,工业企业中的烟囱、料斗、地沟、管道支架、对渗水性要求不高的水池(也有用石砌酒精池或建造预应力砖砌圆池的)等特殊结构也可用砌体建造。图1-10为江苏省镇江市用砖砌筑的60m高的烟囱,上下口外径分别为2.18和4.78m,共分四段,自上而下各段高度顺次为10、17、17和16m,相应厚度为240、370、490和620mm。此外,该烟囱还采用了砖薄壳基础,直接在烟囱筒身下面采用一砖厚倒球壳,外面部分采用倾角为 50° 的 $1\frac{1}{2}$ 砖厚的配筋砖锥壳,在球、锥壳交接处和角锥下部,分别设置钢筋混凝土支承环以承受壳体所产生的水平推力。采用砖薄壳基础,较钢筋混凝土圆板可节约水泥70%,节约钢材45%,降低造价41.3%。



图 1-9 重庆中山三路12层住宅

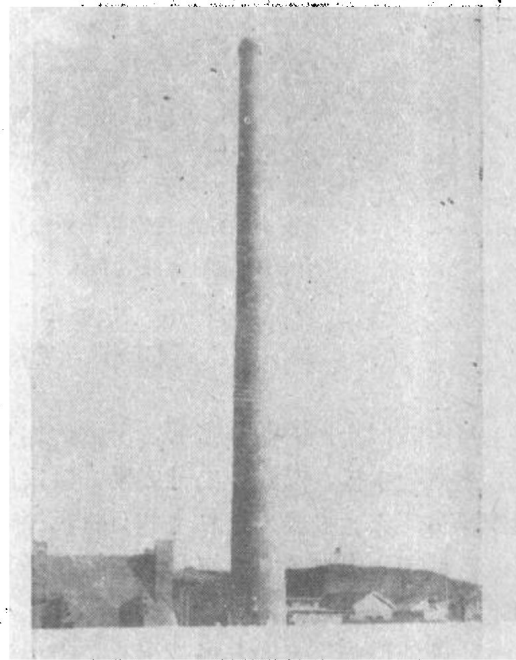


图 1-10 60m烟囱

农村建筑如猪圈、粮仓等，也可用砖体建造。

在交通运输方面，砌体结构除可用于桥梁、隧道外，各式地下渠道、涵洞、挡土墙也常用石材砌筑。

在水利建设方面，可以用石料砌筑坝、堰和渡槽等。

但是我们应注意，砌体结构是用单块块体和砂浆砌筑的，目前大多是用手工操作，质量较难保证均匀，加上砌体的抗拉强度低、抗震性能差等缺点，在应用时应注意有关规定的适用范围。如在地震区采用砌体结构，应采取一定的措施。用砌体砌筑新型结构时，应抱着既积极、又慎重的态度，一定要贯彻一切通过试验和确保工程质量的原则。

唐山地震震害调查表明，在多层砖房中加设钢筋混凝土构造柱是提高房屋抗震能力的一项有效措施。图1-11示唐山砖砌8层的新华新旅馆，在该地区经受10度地震后，其附近

层数较低的砖房，很多倒塌，而它由于加设构造柱，虽亦震裂，但却安然屹立。后来北京建筑设计院的研究，也证明构造柱的抗震作用。图1-12示唐山市于地震后新建的5层砖房中墙角（或交接）处构造柱的施工情况。



图 1-11 加设构造柱的唐山新华新旅馆
经10度地震后安然屹立

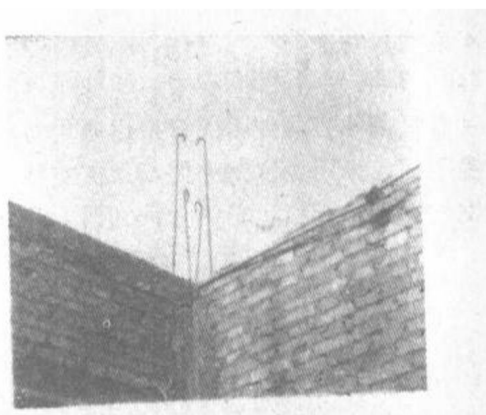


图 1-12 构造柱

第四节 砌体结构的发展趋势

目前我国生产的砖强度低，所需结构尺寸大，因而自重亦大，同时手工砌筑工作量繁重，生产效率低，以致施工进度慢，建设周期长，这显然不符合大规模建设的要求。但是，我国幅员广大，很多地区粘土和石材资源丰富，工业废料也待处理，随着四个现代化的发展，城市和农村各类建筑物的工程量将日益增多，因此砌体结构在很多领域内的继续使用，仍有其现实意义。

从国外近些年来发展情况看，由于生产了高强砖，使砌体强度大大提高，在70年代初期，已可达 20MPa (N/mm^2) 以上，至1975年，则有达 45MPa 的，因而可采用薄墙，大

大地减轻了自重。当采用掺入有机化合物的高粘合砂浆时,砌体抗压强度可提高约37%,抗弯强度提高两倍,抗剪强度和整体性都相应提高,因而大大改进了砖砌体的抗震性能,这对在地震区采用砖结构具有十分重要的作用。此外采用振动砖墙板也可提高砌体强度,特别是减轻砌砖的手工劳动。

由此可见,砌体结构的主要发展方向是要求块体具有轻质高强,砂浆具有高强度,特别是高粘结强度;在施工方面则要求采用机械化和工业化方法;利用工业废料制作砌块等也是发展的另一趋向。

如将实心砖改为空心砖,特别是发展高孔洞率、高强度、大块的空心砖,对于减轻建筑物自重,提高砌筑效率,节约材料,减少运输量和降低工程造价有着重要作用。目前我国承重空心砖孔洞率一般在30%以内,抗压强度一般在10MPa左右,少数可达30MPa,而且生产量少(仅占砖总产量的3%),同时,地区间很不平衡,主要是集中在大城市,如上海1985年空心砖产量达到市建材局所属砖瓦厂产量的83%;南宁市空心砖产量占该市粘土砖产量的99%以上,这是可喜的现象。采用高孔洞率,高强度和大尺寸的空心砖也是国外粘土砖发展的一个重要趋向。承重空心砖抗压强度达30~60MPa的已很普遍,有些国家已达更高的水平,例如捷克生产的空心砖抗压强度为50~160MPa,有的可达200MPa。孔洞率达40%以上,尺寸有500×150×300mm(法国),400×300×240mm(西德)。而非承重空心砖的孔洞率则达60~70%。美国有一种“E”型砖,尺寸为200×95×57mm,有5个垂直孔洞,空隙率为22%,强度有高达177MPa的。

大约从60年代开始,国外已采用各种类型的砖、空心砖和轻混凝土组合墙板以及各种夹层墙板,用作高层房屋的承重内墙或悬挂外墙,如美国得克萨斯州奥斯汀市一幢27层框架结构公寓即用3英寸(76mm)厚的砖挂板作围护墙。国外由于采用轻质高强砖和高强树脂砂浆,墙板厚度有低达51mm的,其隔热隔音性能仍符合一般要求。

1958年瑞士用一种孔洞率为28%,高强度(抗压强度达60MPa)的空心砖在苏黎世建造一幢19层塔式建筑,墙厚仅380mm,以后又用同一种空心砖建成一幢24层的塔式住宅。在欧洲还建造一些有薄壁横墙的多、高层建筑。图1-13示英国利物浦皇家教学医院10层医疗职工住宅,它是欧洲最高的半砖厚(102.5mm)(除隔音防火规定要求有较厚墙的部位外,如楼梯和电梯间)细柔横墙结构之一。其中外墙全部为空心墙,用两片半砖厚薄壁构成(外边为白色混凝土面砖),现浇预制板支承在内壁上。

除采用空心砖以减轻砌体自重外,还可在粘土内掺入可燃性植物纤维或塑料珠,煅烧后制成气泡砖和气泡空心砖,



图 1-13 英国利物浦皇家教学医院

它不但容重小,而且隔音隔热性能都较好。国外生产的微孔空心砖,容重仅 600kg/m^3 。

采用大、中型①砌块和大型墙板可减轻体力劳动,加快建设速度,是提高建筑业机械化和工业化施工的途径。我国在这方面已做了一定的工作,用砌块和大板建造了一批单层和多层建筑,但尚不普遍。对非承重外墙,近些年来有些已开始采用挂墙板。

利用工业废料,如粉煤灰和煤渣制作硅酸盐砌块和加气硅酸盐砌块及煤渣混凝土砌块,不仅可解决城市工业废料的处理问题,同时可解决某些地区因烧砖而占用农田的问题。

美国科罗拉多州的20层派克兰姆塔楼,塔身厚 280mm (11英寸),内外墙用强度为 50MPa 实心粘土砖砌筑,各厚 82.5mm ($3\frac{1}{4}$ 英寸),内填混凝土并配有纵横钢筋。该建筑曾受5级地震考验,又美国加州帕萨迪纳市的希尔顿饭店为一幢13层高强混凝土砌块结构,经著名的圣佛南多大地震完好无损,而和它毗邻的一幢10层钢筋混凝土框架结构却遭受严重破坏。

砌体结构高度受到限制主要是它在水平荷载下抗拉、剪强度低,国外正研究从以下两个途径来解决,一是使墙体只承受垂直荷载,而将所有水平荷载由楼梯、电梯间等构成的钢筋混凝土内筒承受,另一途径是对墙施加预应力。我们已知无筋砌体的延性是较差的,当上述钢筋混凝土内筒在承受水平荷载下产生很大侧移时,无筋砌体很难承受这样大的顶点位移和层间相对位移的,因此必须配筋。国外有认为砌体建筑可建造到30~40层。当然在研究高强空心砖的同时,应从试验和理论上,在结构布局和构造上,研究在非地震区和地震区建造高层砌体结构一系列问题,积极而谨慎地从事。

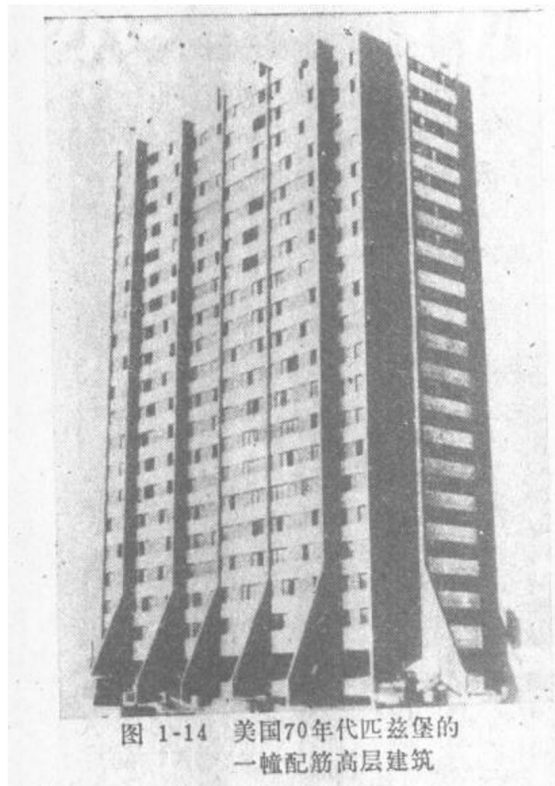


图 1-14 美国70年代匹兹堡的一幢配筋高层建筑

国外在墙中配筋还常用下列几种方式,在灰缝内水平配筋,在正常块体中大的空洞内或T形块体(肋宽约为全宽的 $\frac{1}{3}$)砌成的空洞内竖向配筋(参看图2-5),水平和竖向混合配筋,在空心墙内竖向配筋以及在(构造的)钢筋混凝土梁柱内集中配筋

图1-14示美国70年代在匹兹堡建筑的一幢配筋高层建筑。

综括以上,砌体结构的发展方向应是高强、空心、薄壁大块(包括大块空心砖和空心砌块)和配筋等。同时研究改变结构布置以避免砌体受拉剪,而使其在高层建筑中得到合理的应用。

通过以上所述,已逐渐或正在改变人们对砌体结构的认识,即从发展的眼光看,砌体结构仍将具有新的生命力。

① 对大、中型砌块,由于自重较大,需要机械安装,同时砌块本身吸水性差,灰缝砂浆在自重下容易滑动。近年来,在国内外除发展墙板外,在砌块方面,似有逐渐较多采用可手工安装的小型砌块的趋势。国内目前用自动化振动成型的小型混凝土砌块,其体积每块约相当9块标准砖,约45秒到1分钟可生产一组4~6块。

第二章 材料及砌体的力学性能

第一节 块体材料和砂浆

2-1 块体材料

2-1-1 块体强度等级

如所周知, 承重结构材料的主要力学指标为强度。

根据标准试验方法所得的砖石材料或砌块抗压极限强度的MPa数来划分其强度的等级。砌块的强度等级, 仅以其抗压强度来确定; 而砖强度等级的确定, 除考虑抗压强度外, 尚应考虑其抗弯强度, 这是因为砖厚度较小, 应防止其在砌体中过早地断裂。

根据规范, 块体强度等级应按下列规定采用。

一、烧结普通砖、非烧结硅酸盐砖和承重粘土空心砖等的强度等级: MU30(300)、MU25(250)、MU20(200)、MU15(150)、MU10(100)和MU7.5(75)。括号内为工程制单位的值, 以便与《烧结普通砖》(GB5101—85)中仍保留的工程制单位对照。

二、砌块强度等级: MU15、MU10、MU7.5、MU5和MU3.5。

三、石料强度等级: MU100、MU80、MU60、MU50、MU40、MU30、MU20、MU15和MU10。

如强度在两个等级之间, 则应按相邻较低的等级采用。空心砖或空心块材的强度, 应按毛面积计算。

2-1-2 砖

用于建筑结构中的砖, 有粘土砖和硅酸盐砖, 而最普遍的则为粘土砖。目前我国生产的标准实心粘土砖的规格为 $240 \times 115 \times 53$ mm。

烟灰砖、灰砂砖等统称硅酸盐砖。灰砂砖是用石英砂及熟石灰制坯, 在蒸压釜中, 于蒸汽压力下凝固的, 其尺寸规格和普通砖一样。

标准尺寸实心砖, 除粘土砖和硅酸盐砖以外, 在产煤地区还可利用煤矸石本身作为内燃料材料而制成煤矸石砖。

孔洞砖有两种。一种孔洞率较小, 但孔洞数较多, 在国外称为多孔砖^①; 另一种仅有几个大尺寸孔洞的, 则称为空心砖。在我国, 凡孔洞率在15%以上的砖, 不管其孔型如何, 均统称为空心砖。

微孔(气泡)砖和微孔(气泡)空心砖系在粘土内加入适量的、粘度有一定要求的锯屑、稻壳等可燃性植物纤维, 经过煅烧后得到的一种由许多不规则的、相互连通的微小孔

^① 按国际标准化组织(ISO)第179技术委员会(砌体结构技术委员会)所编制的《无筋砌体实用规范》草稿中规定: 孔洞率 $\delta \leq 25\%$ 的为实心砖; 孔洞率 $\delta > 25\%$ 而 $\leq 50\%$ 且任一孔洞不大于 50cm^2 的为多孔砖; 孔洞率大于25%但小于60%, 孔洞体积和大小不限时为空心砖。据此, 我国目前的空心砖实相当于实心砖。

洞构成多孔性制品。这种砖隔音、隔热性能都较好。瑞典采用塑料微珠煅烧成微孔，不但重量轻，而且有足够的强度，法国则生产一种外层为实壳，内芯带微孔的“夹心”粘土砖。

塑压实心粘土砖是一种很耐久的建筑材料，可用于各种房屋的地上及地下结构。

过去对灰砂砖由于缺乏在潮湿条件下的使用经验，因此不容许用于外墙和基础。但近二十多年来已采用灰砂砖砌筑了一些房屋外墙（如在北京市），在经过较长时间的验证后，对这个问题可作出结论。

在承受高温的砌体（炉壁、烟囱等）内，不容许用灰砂砖或矿渣砖及其它轻质砖。

我国生产的墙用空心砖，其孔型和规格并不统一，孔洞率差别亦很大（10~40%）。

1975年国家建委颁布的标准《承重粘土空心砖》（JC196—75）中，推荐三种主要规格：KM1、KP1及KP2。该标准中只规定三种砖的规格而未规定孔洞型式。KM1的规格为 $190 \times 190 \times 90\text{mm}$ ，KP1的规格为 $240 \times 115 \times 90\text{mm}$ ，KP2的规格为 $240 \times 180 \times 115\text{mm}$ 。编号中的字母K表示空心，M表示模数，P则表示普通，即表示前者为模数空心砖，后二者为普通空心砖。

图2-1a、b示南京生产的KM1型空心砖及其配砖，孔洞率分别为26%及18%；此外南京还生产有 $290 \times 190 \times 90\text{mm}$ 带蜂窝孔的空心砖，用以砌筑30cm墙，其孔洞率达30%。图2-1a中所示大孔洞尺寸为 $40 \times 80\text{mm}$ ，是作为砌筑时抓握用的。图2-2a示上海、西安、辽宁及黑龙江等地生产的KP1型空心砖，孔洞率为22.8%，图2-2b示四川等地生产的KP2型7孔空心砖，孔洞率为22%，这些空心砖的重力密度为 $13 \sim 14\text{kN/m}^3$ ，图2-2c示南京生产的有水平孔填充用空心砖，孔洞率为38%。

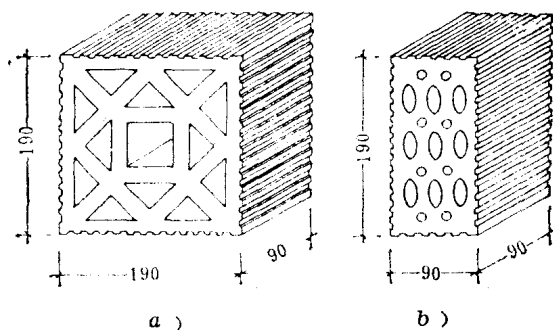


图 2-1

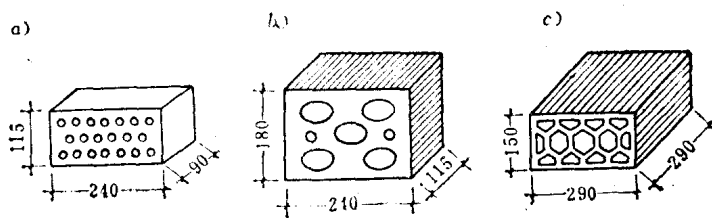


图 2-2

以上三种主要规格空心砖的生产量占全国空心砖总生产量的90%以上，这些砖各有优缺点。譬如KM1型，符合建筑模数，砌筑外墙时，有四个面可供选择，不受内燃焦花的影