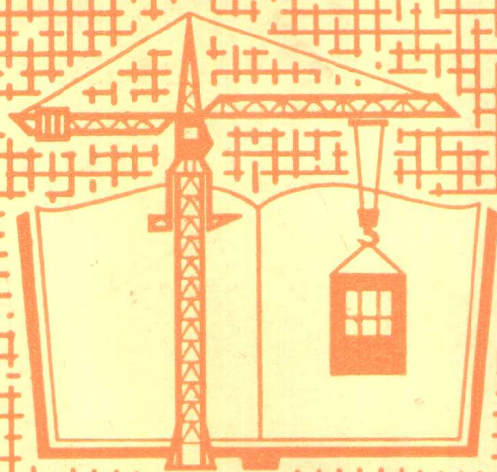


砖石结构

南京工学院 主编



高等学校试用教材

中国建筑工业出版社

高等学校试用教材

砖 石 结 构

南京工学院 主编

中国建筑工业出版社

本书共七章，主要包括：绪论，砖石材料及砌体的力学性能，构件计算，墙体设计，构造措施，以及混合结构房屋的抗震设计。

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砖石结构试用教材，也可供土建工程技术人员参考。

高等学校试用教材
砖 石 结 构
南京工学院 主编

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
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：9 字数：219 千字

1981年4月第一版 1983年12月第三次印刷

印数：90,301—138,400册 定价：0.96元

统一书号：15040·4075

前 言

本书是根据1978年镇江会议制定的高等院校工业与民用建筑专业《砖石结构》教材编写大纲，遵照《砖石结构设计规范》(GBJ3—73)和《工业与民用建筑抗震设计规范》(TJ11—78)以及其他现行有关规范编写的试用教材。

书中注意基本理论的阐述和试验数据的验证。除主要讨论已订入规范中的内容外，也适当介绍有关的新论点和研究成果。对于个别在工程实践中已有所应用、而规范中并未列入的内容，如纵配筋砌体，亦根据有关资料编入，以供参考，但在教学中可不必讲授而留作学生自学。同时，书中还给出必要数量的例题。

本书由南京工学院和郑州工学院编写，南京工学院主编，湖南大学主审。编写分工如下：第一章至第四章由南京工学院丁大钧、金芷生执笔，第五、六章分别由郑州工学院李望明、龚绍熙执笔，第七章由南京工学院蓝宗建执笔。主编人南京工学院丁大钧，主审人湖南大学陈行之、施楚贤。

由于我们水平所限，书中错误和欠妥之处，敬希批评指正。

编 者

一九八〇年一月

ABE20/06

目 录

前言

第一章 绪 论	1
第一节 砖石结构发展简史	1
第二节 砖石结构的优缺点	6
第三节 砖石结构的应用范围	6
第四节 砖石结构的发展趋向	8
第二章 砖石材料及砌体的力学性能	10
第一节 砖石材料和砂浆	10
第二节 砌体种类	15
第三节 砌体的抗压强度	19
第四节 砌体抗拉、抗弯和抗剪强度	26
第五节 砌体的弹性模量、摩擦系数和线胀系数	29
第三章 砖石结构构件的计算方法	33
第一节 历史的回顾	33
第二节 按单一安全系数的计算方法	34
第四章 砖石结构构件的强度计算	36
第一节 受压构件	36
第二节 局部受压	46
第三节 轴心受拉、受弯和受剪	51
第四节 配筋砌体	53
第五章 混合结构房屋墙体设计	64
第一节 混合结构房屋墙体设计的基本原则	64
第二节 刚性方案房屋	76
第三节 弹性和刚弹性方案房屋	86
第四节 地下室墙	96
第六章 过梁、墙梁及墙体的构造措施	102
第一节 过梁	102
第二节 墙梁	107
第三节 墙体的构造措施	122
第七章 混合结构房屋抗震设计简述	127
第一节 混合结构房屋的震害及抗震构造措施	127
第二节 多层混合结构房屋的抗震计算	133

第一章 绪 论

第一节 砖石结构发展简史

砖石结构在我国有很久的历史。

大量考古发掘资料表明,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。六朝时^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386~534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3千年的历史。经凿琢的天然石的采用,大约在5~6千年前左右。

砌砌体大都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,进一步提高了砖石结构的质量,促进了砖石结构的发展。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。

砖石结构在我国的发展过程大致如下:

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着相当高的

^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),是为六朝。此处所指的六朝时,一般可理解为东晋以后的年代。

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。

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，为单孔空腹式石拱桥，外形十分美观。据考证，该桥实为世界上最早的空腹式拱桥。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1-3示南京灵谷寺无梁殿后面走廊的砖砌穹窿，系明代建造，亦显示出我国古代应用砖石结构的一个方面。

19世纪中叶以后至解放前大致100年左右的时间内，我国广泛采用承重墙，但砌体材料主要仍是粘土砖。这一阶段对砖石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。

从上可见，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。

解放后，砖石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空腹式石拱公路桥，最大跨度已达112.46m，将石料在桥梁建筑中的利用推向一个新的水平。图1-4为前些年建成的跨度88m的闽靖梅溪大桥。

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为南宁市用混凝土空心大板建造的6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1-6示唐山市于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14cm（内横墙）或16cm（内纵墙）厚150号混凝土现浇大板，外墙采用由100号加气混凝土及混凝土组成的预制复合大板，总厚度为28cm。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1-7示南京市最近用承重空心砖建成的8层旅馆建筑，其中1~4层墙厚30（实际29）cm，5~8层墙厚20（实际19）cm，由于砖的厚度减薄，墙体重量减轻，达到了较好的经济效果。

三、逐步建立了具有我国特色的砖石结构设计计算理论。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）。



图 1-1 万里长城

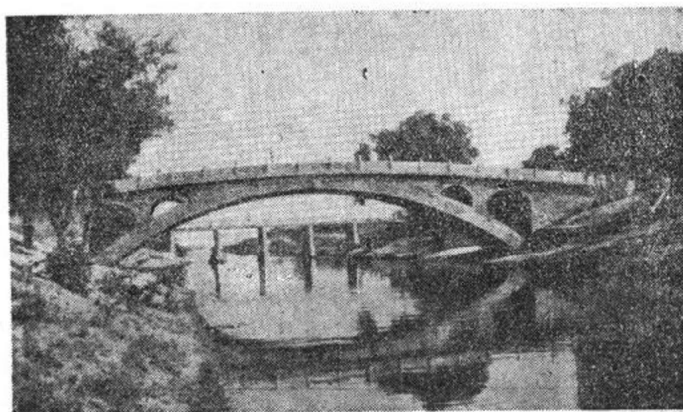


图 1-2 安济桥

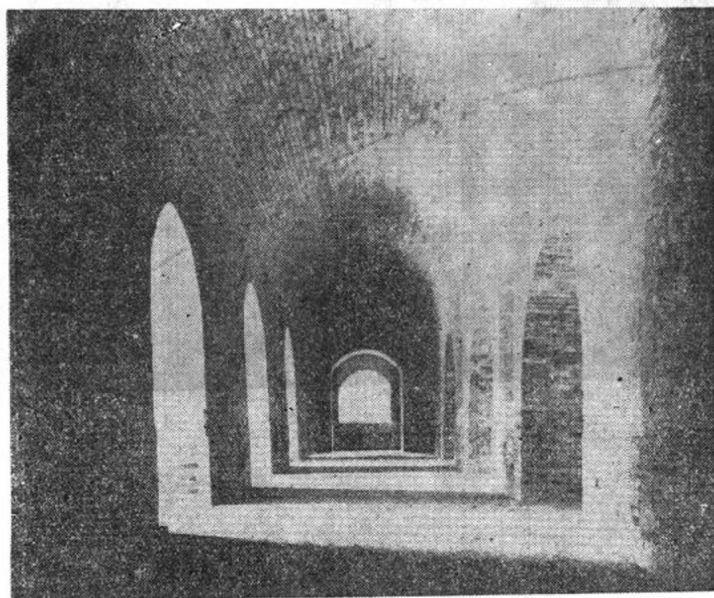


图 1-3 南京无梁殿后走廊

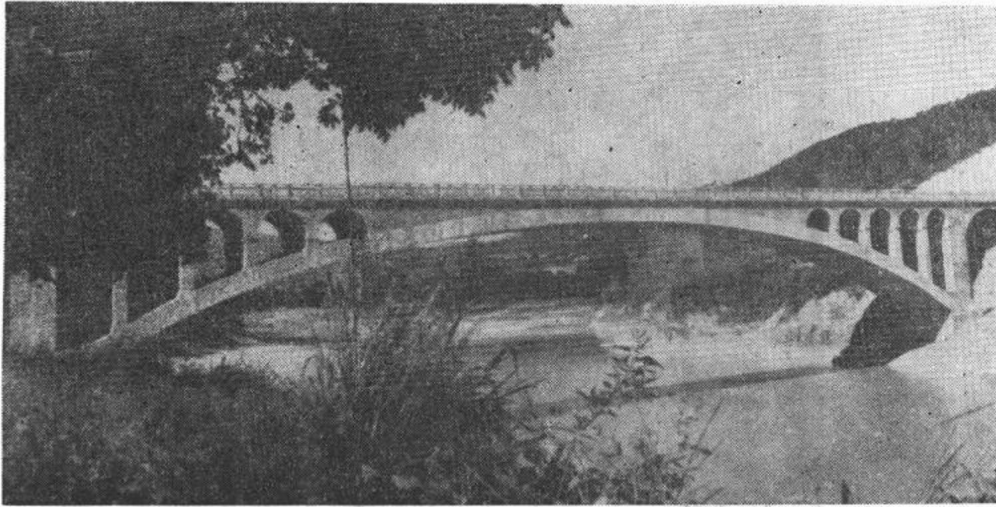


图 1-4 梅溪大桥



图 1-5 南宁大板建筑



图 1-6 唐山大板建筑



图 1-7 南京大桥旅馆

第二节 砖石结构的优缺点

砖石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. 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. 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，并且砌筑砖石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，还可用冻结法砌筑。
4. 砖石结构具有较好的保温、隔热性能。

除上述优点外，砖石结构也有下述的一些缺点。

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。体积大，自重因而也大（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。所以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. 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砖石结构的体积大而造成的。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；但目前砌筑操作基本上还是采用手工方式的，因此，必须进一步采用砌块，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，往往占用农田过多，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。

第三节 砖石结构的应用范围

由于砖石结构有着上述优点，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。

一般民用和工业建筑中的基础、内外墙、柱、过梁、楼盖、屋盖和地沟等构件都可用砖石结构建造。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，国内有建成 9 层的，国外则有建成 20 层以上的砖墙承重房屋。

一般中小型工业厂房也可用砖石作为承重结构。对砖石结构的厂房，在钢材供应困难的场合下，对起重量不超过 3 t 的中、轻级吊车，亦可考虑采用砖拱吊车梁；在起重量较大时，还可采用单跨砖吊车墙。

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。图 1-8 示在江苏连云港市用毛石砌筑的 5 层居住建筑。

在工业厂房中，砖石往往用来砌筑围护墙。此外，工业企业中的烟囱、料仓、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）等特殊结构也可用砖石建造。图 1-9 为江苏省镇江市用砖砌筑的 60 m 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24、37、49和62cm。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1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%，节约钢筋45%，降低造价41.3%。

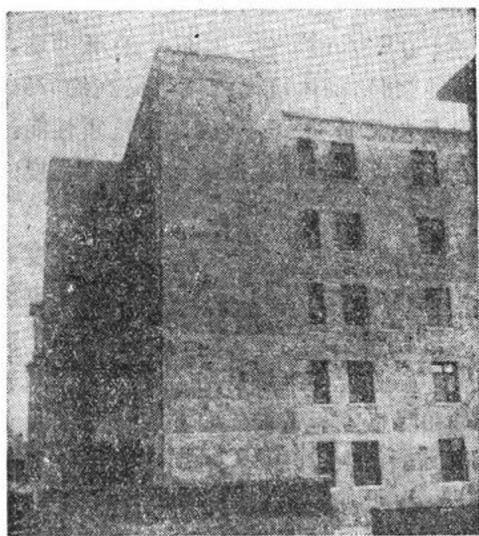


图 1-8 毛石砌房屋

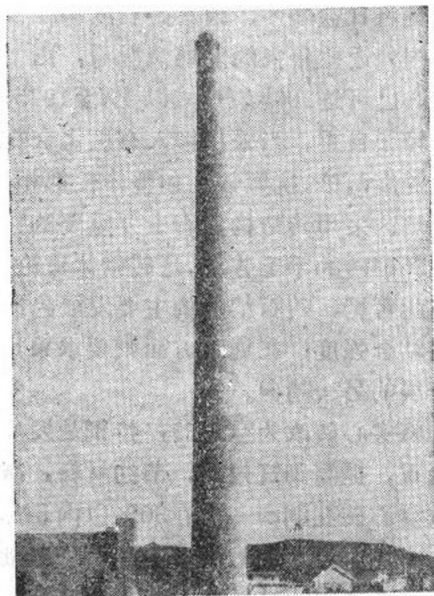


图 1-9 60m烟囱

农村建筑如猪圈、谷仓等，一般都可利用砖石或其它代用材料建造。

在交通运输方面，砖石结构除可用于桥梁、隧道外，各式地下渠道、涵洞、挡土墙也常用砖石砌筑。

在水利建设方面，可以用石料砌筑坝、堰和渡槽等。

但是我们应该注意，砖石结构是用单块砖石和砂浆砌筑的，目前大多是用手工操作，质量较难保证均匀，加上砖石砌体的抗拉强度低、抗震性能差等缺点，在应用时应注意有关规定的使用范围。如在地震区采用砖石结构，应采取一定的措施。用砖石砌筑新型结构时，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。

唐山地震震害调查及北京市建筑设计院的试验都表明，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1-10示唐山市于地震后新建的5层砖房，墙转角(或交接)处构造柱的施工情况。

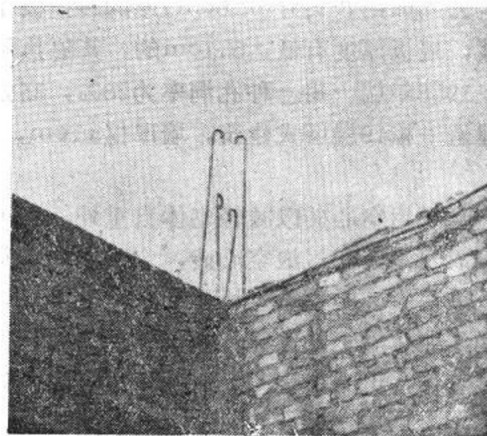


图 1-10

第四节 砖石结构的发展趋向

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,很多地区粘土资源丰富,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,因此砖石结构在很多领域内的继续使用,仍有其现实意义。

从国外近些年来的发展情况看,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 $200\text{kg}/\text{cm}^2$ 以上,至1975年,则有达 $450\text{kg}/\text{cm}^2$ 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,是砖砌体建筑向施工机械化和建筑工业化发展的方向。

由此可见,砖石结构的主要发展趋向是要求砖石具有轻质高强,砂浆具有高强度,特别是高粘合强度;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 $100\text{kg}/\text{cm}^2$ 左右,少数可达 $300\text{kg}/\text{cm}^2$,而且生产量少(尚未达到砖总产量的5%),同时,地区间很不平衡(南方多,北方少;大城市多,小城镇少)。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 $300\sim 400\text{kg}/\text{cm}^2$ 的已很普遍,有些国家已达 $500\sim 800\text{kg}/\text{cm}^2$,孔洞率达40%以上,尺寸有 $500\times 150\times 300\text{mm}$ (法国), $400\times 300\times 240\text{mm}$ (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 $200\times 95\times 57\text{mm}$,有5个垂直孔洞,空隙率为22%,强度有高达 $1770\text{kg}/\text{cm}^2$ 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(7.6cm)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5.1cm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 $600\text{kg}/\text{cm}^2$)的空心砖在苏黎世建造一幢19层塔式建筑,墙厚仅38cm,以后又用同一种空心砖建成一幢24层的塔式住宅。

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,它不但容重小,而且隔热隔音性能都较好。

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,近些年来已开始采用挂墙板。

^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强,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。

利用工业废料，如粉煤灰和煤渣制作硅酸盐砌块或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。

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

第二章 砖石材料及砌体的力学性能

第一节 砖石材料和砂浆

2-1 砖石材料

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抗压极限强度的 kg/cm^2 数, 称为该砖石材料的标号。块材的标号, 仅以其抗压强度来确定; 而砖标号的确定, 除考虑抗压强度外, 尚应考虑其抗折强度, 这是因为砖厚度较小, 应防止其在砌体中过早地断裂。

根据《砖石结构设计规范》(GBJ3—73), 砖石标号应按下列规定采用。

一、普通粘土砖, 空心砖和硅酸盐砖标号: 300、250、200、150、100、75和50。

二、石材和砌块标号: 1000、800、600、500、400、300、200、150、100、75和50。

如强度在两个标号之间, 则应按相邻较低的标号采用。空心砖或空心块材的强度, 应按毛面积计算。

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 $240 \times 115 \times 53\text{mm}$ 。

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外, 在产煤地区还可利用煤矸石本身作内燃材料而制成煤矸石砖。

孔洞砖有两种。一种孔洞较小, 但孔洞数较多, 在国外称为多孔砖; 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、粒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、相互连通的微小孔洞构成的多孔性制品。这种砖隔热、隔音性能都较好。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, 对这个问题当可作出结论。

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, 其孔型和规格很不统一, 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2-2(a)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25%，图2-2b、c及d分别示西安等地生产的KP2型空心砖及其配砖，这些空心砖的容重为 $1300 \sim 1400\text{kg/m}^3$ ，而西安等地生产的KP2型砖容重有时略大些。

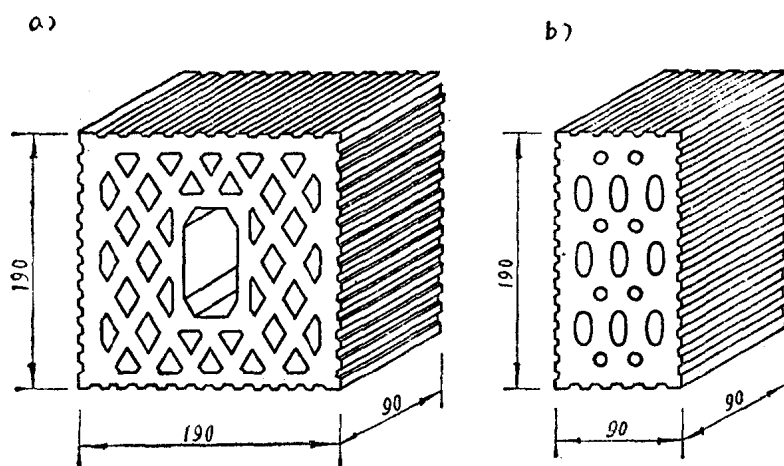


图 2-1

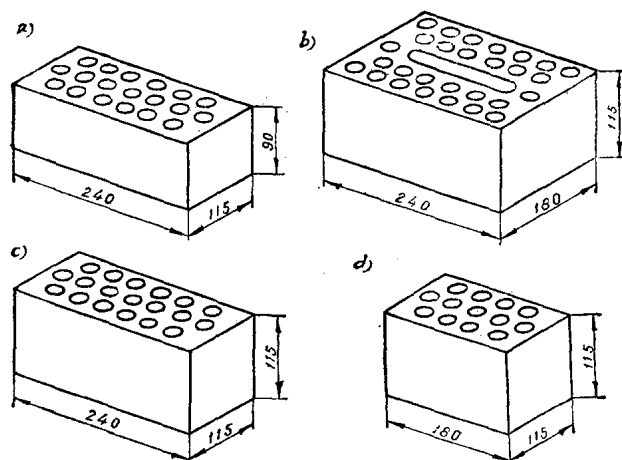


图 2-2

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

响，但需要辅助规格（ $190\times90\times90\text{mm}$ ）以及不能与普通砖配合使用。后两种则不符合建筑模数，KP1在平面上能与普通砖配合使用，不需配砖，规格单一，砍砖虽多，但易砍，轻重亦合适，不过不能砌18cm墙；KP2能与普通砖配合使用，能砌18cm墙，但需辅助规格，如不生产配砖时则砍砖较多，且较难砍，主要规格较重，劳动强度大。

空心砖和实心砖比较，其优点为可减轻结构自重，砖厚较大，可节约砌筑砂浆和减少工时，此外粘土用量和电力及燃料亦可相应减少。

大孔洞空心砖的孔洞率可达40~60%。为了避免砖强度降低过多，对用于承重墙体的砖，其孔洞率不宜超过40%，平均35%。对用于骨架填充墙及隔墙的砖，孔洞率应不小于40%，而可达60%或更大；大孔洞空心砖的优点为尺寸大、容重小、隔热性能较好。

除上述墙用空心砖外，在工程实践中，还有在楼盖中采用粘土空心砖和煤渣混凝土空心块的。此外，近年来还生产了用于预应力配筋楼盖的薄壁粘土空心砖，图2-3 a所示为江苏昆山县红光砖瓦厂生产的这种空心砖，其孔洞率为50%，在上部两边空槽内配置预应

力冷拔低碳钢丝，可制成24cm宽、3.2m或3.5m长的单条空心砖楼板，如图2-3 b所示（图中为制作时的位置，吊装时予以翻转）。

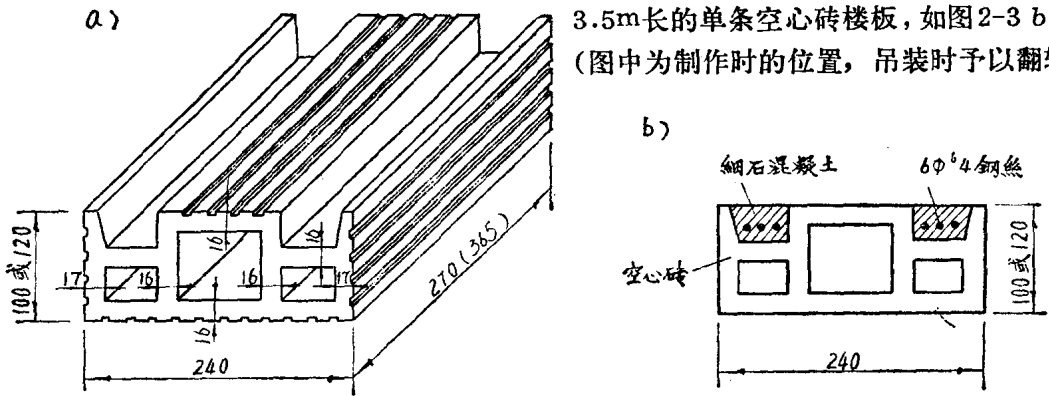


图 2-3

力冷拔低碳钢丝，可制成24cm宽、3.2m或3.5m长的单条空心砖楼板，如图2-3 b所示（图中为制作时的位置，吊装时予以翻转）。

近十年来，我国开始生产用无模施工方法建造拱壳的空心砖，即所谓拱壳空心砖。这种砖背上面的一边伸出“挂钩”，另一边上面则做成槽形，砌筑时可以将“挂钩”搭挂在另一已砌好的砖上，所以又称挂钩砖。图2-4示两种尺寸（ $12\times12\times9\text{cm}$ 及 $24\times12\times9\text{cm}$ ）拱壳空心砖的构造。

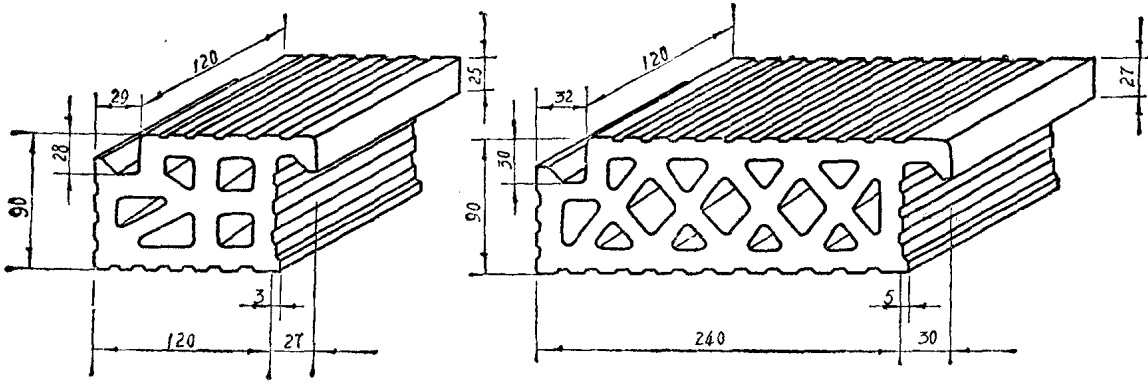


图 2-4