

内 容 介 绍

本书根据高等院校工业与民用建筑专业的砌体结构教学大纲和新修订的《砌体结构设计规范(GBJ3-88)》及其它有关新规范编写。前五章系统、详尽地介绍了砌体结构材料的力学性能、构件设计基本原理和各类结构构件的设计计算等基本理论;后两章讨论砌体结构房屋和墙体、过梁、墙梁等有关部件的设计计算。书中反映了近年来我国生产实践的新发展和科研新成果,并适当介绍了国外有发展前景的先进理论与技术。有关设计计算的各章均附有较多的计算实例,有助于读者掌握设计步骤和加深对理论的理解。

本书可作为高等院校工业与民用建筑专业教学用书,也可供工程设计人员参考使用。

砌 体 结 构

王庆霖 主编

责任编辑:蒋乃芳

责任校对:耿 艳

*

北 京 民 族 出 版 社 出 版

北京民族学院南路9号
北京朝阳展望印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行
全国各地新华书店经售

*

787×1092 1/16 11印张 274千字

1991年9月第一版 1991年9月第一次印刷

印数 0001—6000

ISBN 7-5028-0461-7/TU·34

(849) 定价: 7.50元

目 录

第一章 绪论	(1)
§ 1-1 砌体结构的优缺点及其应用.....	(1)
§ 1-2 砌体结构的发展方向.....	(5)
第二章 砌体材料和砌体的力学性能	(7)
§ 2-1 块材和砂浆.....	(7)
§ 2-2 砌体种类.....	(13)
§ 2-3 砌体的抗压强度.....	(16)
§ 2-4 砌体的抗拉、抗弯和抗剪强度.....	(23)
§ 2-5 砌体的变形性能.....	(27)
* § 2-6 砌体的复合受力性能.....	(32)
第三章 砌体结构构件计算原理	(37)
§ 3-1 砌体结构构件计算方法的演变.....	(37)
§ 3-2 概率极限状态设计方法.....	(38)
§ 3-3 荷载效应和抗力的随机性及其统计特性.....	(41)
§ 3-4 结构构件极限状态设计表达式.....	(43)
第四章 无筋砌体构件的承载力计算	(48)
§ 4-1 受压构件.....	(48)
§ 4-2 局部受压.....	(56)
§ 4-3 轴心受拉、受弯和受剪构件.....	(64)
第五章 配筋砖砌体构件	(67)
§ 5-1 网状配筋砖砌体.....	(67)
§ 5-2 组合砖砌体构件.....	(70)
第六章 混合结构房屋墙体设计	(78)
§ 6-1 混合结构房屋的结构布置.....	(78)
§ 6-2 混合结构房屋的空间刚度和静力计算方案.....	(83)
§ 6-3 墙、柱的高厚比验算.....	(88)
§ 6-4 单层混合结构房屋的计算.....	(95)
§ 6-5 多层混合结构房屋的计算.....	(108)
§ 6-6 墙体的构造要求和防止墙体开裂的措施.....	(128)
第七章 过梁、墙梁、挑梁、筒拱	(136)
§ 7-1 过梁.....	(136)
* § 7-2 墙梁.....	(140)
* § 7-3 挑梁.....	(153)

* § 7-4 筒拱	(158)
附录	(161)
附表 1 砖砌体的抗压强度设计值	(161)
附表 2 一砖厚空斗砌体的抗压强度设计值	(161)
附表 3 混凝土小型空心砌块砌体的抗压强度设计值	(161)
附表 4 中型砌块砌体的抗压强度设计值	(162)
附表 5 毛料石砌体的抗压强度设计值	(162)
附表 6 毛石砌体的抗压强度设计值	(162)
附表 7 沿砌体灰缝截面破坏时的轴心抗拉强度设计值、弯曲抗拉 强度设计值和抗剪强度设计值	(163)
附表 8 沿砌体截面破坏时的烧结普通砖砌体的轴心抗拉强度设计 值和弯曲抗拉强度设计值	(164)
附表 9 灰砂砖砌体的抗压强度设计值	(164)
附表 10 灰砂砖砌体沿灰缝截面破坏时抗剪强度设计值	(164)
附表 11 砌体的弹性模量	(164)
附表 12 高厚比和轴向力偏心距对受压构件承载力的影响系数 φ	(165)
参考文献	(170)

第一章 绪 论

§ 1-1 砌体结构的优缺点及其应用

一、概 述

砌体结构泛指用各种块材(普通粘土砖、空心砖、各种砌块和石材)及砂浆砌筑的结构。由于我国采用砖石材料较多,砌体结构过去习惯称作砖石结构。

砖石结构在我国及世界各国有着悠久的历史,并取得了光辉的成就。早在两千多年前,我国的砖瓦生产已很发达,因而有“秦砖汉瓦”之称。我国古代的砖石建筑主要为城墙、佛塔、砖砌穹拱、佛殿以及石拱桥等。驰名中外的万里长城(图1-1),河北赵县的安济桥(图

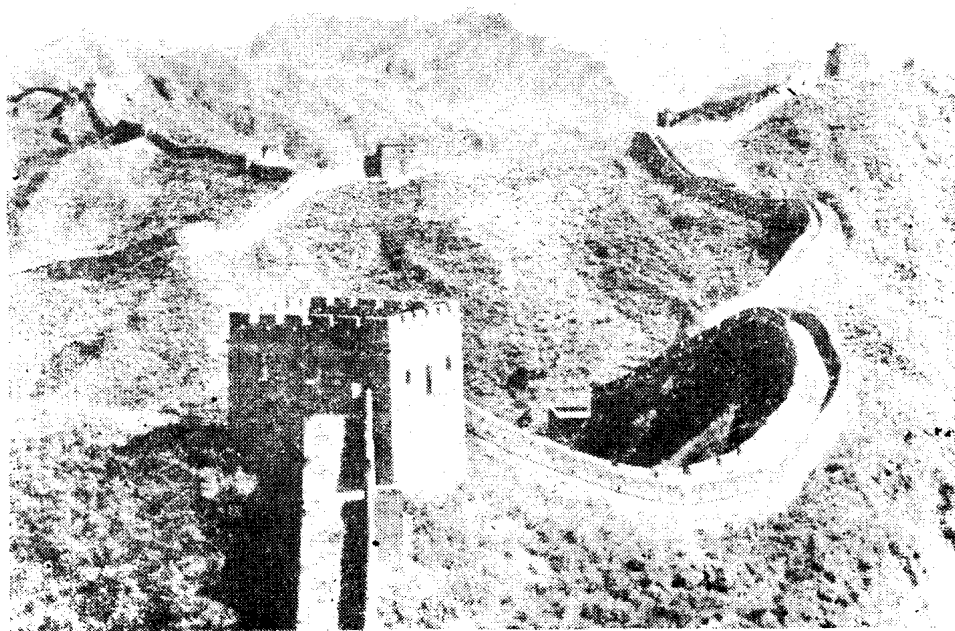


图 1-1

1-2), 西安的大雁塔(图1-3)、小雁塔(图1-4), 南京灵谷寺的无梁殿(图1-5)等都是我国砖石结构在建筑应用上的光辉典范。埃及的金字塔与我国的万里长城齐名,是世界上最伟大的建筑工程之一。在罗马和希腊,用砖石砌筑的古城堡和教堂则代表着西方的古代文明。

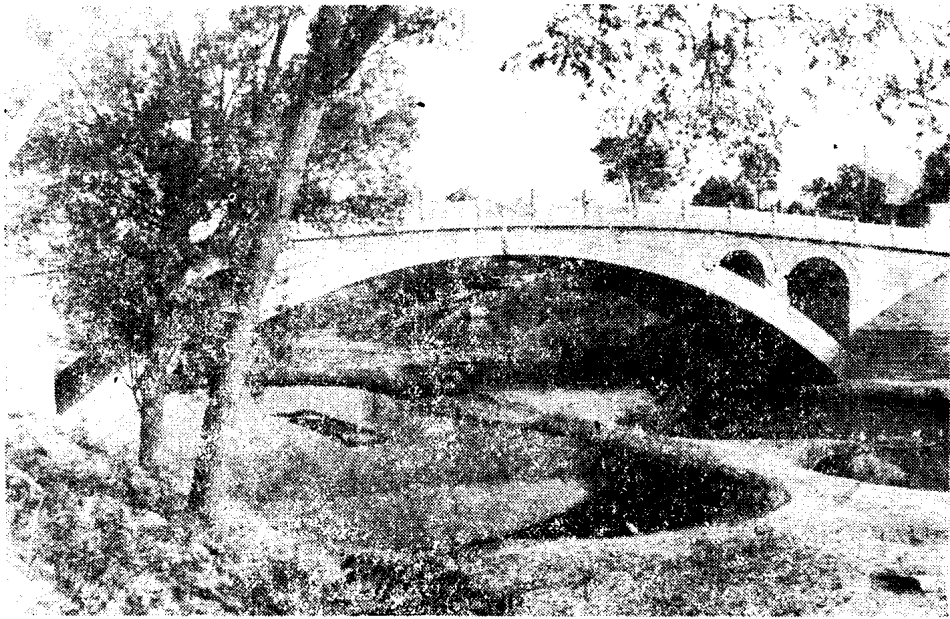


图 1-2

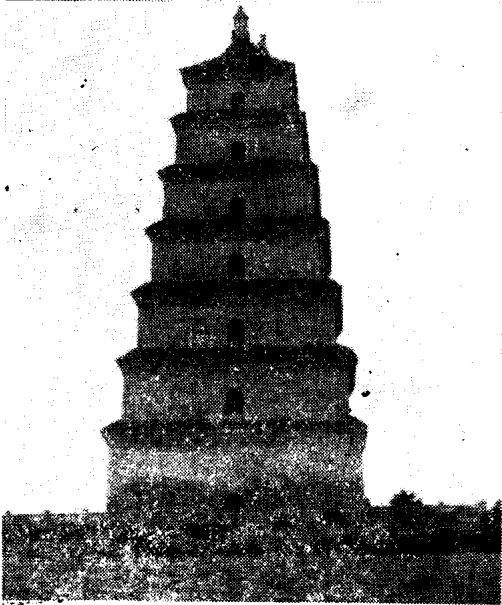


图 1-3

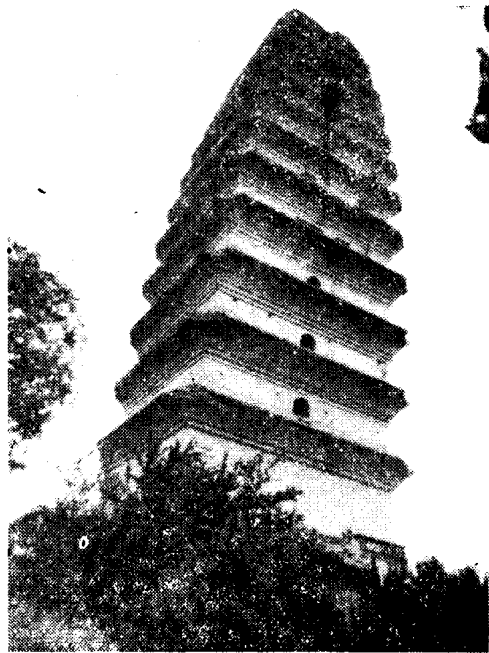


图 1-4

水泥发明后,有了强度较高的砂浆,促进了砖石结构的进一步发展。19世纪以来,欧美各国建造了各种类型的砖石房屋建筑,例如美国芝加哥1889—1891年建造的十六层Monadnock大楼。这一时期我国也已广泛采用粘土砖砌体作为多层房屋的承重墙体。但是由于长期的

封建制度和半封建、半殖民地制度的束缚，我国砖石结构的发展相当缓慢。

中华人民共和国成立后，砌体结构有了迅速的发展。砌体结构已广泛应用于工业与民用的各类建筑物与构筑物，建筑规模及应用领域不断扩大，空心砖、硅酸盐块材、混凝土砖块等各种新材料都有了较大的发展。砌体结构已成为我国应用最普遍、最重要的工程结构之一。

直至本世纪30—40年代，砌体结构都是采用经验法设计，或采用允许应力法对砌体结构作粗略的估算，所设计的砌体结构构件粗大笨重。苏联从40年代，欧美国家从50年代开始，对砌体结构的受力性能进行较为广泛的研究，从而提出了以试验结果和理论分析为依据的设计计算方法。我国在建国初期引用苏联的砖石结构设计规范作为砖石结构设计的依据。从60年代开始，对砌体结构开展了系统的试验和理论研究工作，提出了符合我国情况的设计计算理论和一系列构造措施，在设计计算的许多领域都已进入了国际先进行列，并先后反映在我国《砖石结构设计规范(GBJ3-73)》和《砌体结构设计规范(GBJ3-88)》中。

传统的砌体结构强度低、自重大、抗震性能差，在高层建筑领域及地震区的建筑中逐渐为其它材料的结构所代替，使砌体结构的应用受到限制。1931年的新西兰那匹尔大地震使许多砖石结构房屋遭到严重破坏，此后砖石结构几乎被一些欧美国家所淘汰。随着科学技术的发展，50年代以来，各工业发达国家对砌体结构进行了大量的研究与改进。块体向高强、多孔、薄壁、大块、配筋等方向发展，使砌体结构有了较高的抗压、抗弯和抗剪强度，增加了砌体的抗震能力。1971年美国西部圣弗尔南多大地震使洛杉矶十层的钢筋混凝土框架遭到严重破坏，而与其毗邻的十三层配筋砌体结构却完整无损，表明砌体结构具有了新的竞争能力。欧美各国已建造了大量十至二十层的砌体结构房屋，砌体结构作为古老而又新生的建筑结构型式在西方又重新崛起。可以相信，砌体结构必将不断克服自身的缺点，发扬其特有的优点，为我国及世界各国的现代建筑作出贡献。



图 1-5

二、砌体结构的优缺点及应用

砌体结构有如下的主要优点：

(1) 原材料来源广泛，易于就地取材。天然石、砂、石骨料、粘土等一般均可就地取材，并可利用粉煤灰等工业废料制造块材。

(2) 砖及小型砌块砌体在砌筑时不需模板及特殊的技术设备，节约钢材，施工适应性强，建筑布置灵活。

(3) 具有良好的耐火性和耐久性。

(4) 具有良好的保温、隔热、隔声性能。

砌体结构也存在一些缺点，如：

(1) 由于砌体的强度较低，砌体结构，特别是实心砖或实心砌块砌体结构的自重很大，

使材料用量多，运输量、施工量也相应增加。自重大也不利于抗震。

(2) 砌筑工作繁重。当前砖和小型砌块砌体基本上还是手工砌筑，不但用工量大，工人的劳动强度也大。

(3) 砂浆和块体间的粘结力较弱，因此无筋砌体的抗拉、抗弯及抗剪强度很低，砌体的抗震性能较差。

(4) 砖砌结构的粘土砖用量很大，生产粘土砖往往占用农田过多，影响农业生产。

采用混凝土中、小型砌块和粉煤灰砌块取代粘土砖，能节省耕地，节约能源，而且生产砌块所用的机械简单、功效高、造价低。砌块砌体房屋的建筑造价低于或等于砖砌体房屋。因此，近年来砌块砌体结构在我国得到了较大的发展。

采用空心砖砌体对减轻结构自重具有重大的意义，而且空心砖有更好的保温、隔热性能，利用空心砖和空心砌块的孔洞竖向配筋构成配筋砌体，可进一步提高砌体的抗弯和抗剪强度，增强砌体的抗震性能。空心砖砌体是我国今后大力提倡和推广的砌体结构类型。

采用中型和大型砌块，施工时需要使用吊装机械，可使墙体结构实现预制装配化，对减轻劳动强度、加快建造速度和提高劳动生产率有明显的效果。

砌体结构的上述优点，使砌体结构在一定的适用范围内具有优于其它结构的经济效益和良好的使用性能，在各类建筑与构筑物中得到广泛的应用。

建筑物的基础、内外墙、柱、过梁、楼盖、屋盖和地沟等都可用砌体结构建造。砌体与混凝土材料一样，抗压强度较高，而抗拉强度很低，因而砌体结构适合于承受轴心或偏心压力。目前除拱结构、穹顶结构可全部采用砌体建造外，在房屋中通常用砌体作为承重墙、柱，而屋盖和楼盖则采用钢筋混凝土、钢、木等结构，这类结构一般称为混合结构，当墙体采用砖砌体时，称为砖混结构。目前我国五至六层的民用建筑已普遍采用混合结构建造。近年来，由于砌体质量和设计水平的不断提高，已建成一批七至八层砌体墙承重的建筑。住宅最高已达十二层。

跨度小于24m，且高度较小的俱乐部、食堂，以及跨度在15m以下的中、小型工业厂房经常采用砖石砌体作为竖向承重结构。在钢材短缺的条件下，对起重量不超过30kN的中、轻级工作制吊车，可以采用砖拱吊车梁。砌体还广泛用于各类工业与民用建筑的围护墙和填充墙。

60m以下的烟囱、料仓、地沟、管道支架及对不渗水性要求不高的水池等结构也可以用砖石建造。

其它土木工程，如桥梁、隧道、各种地下渠道、涵洞及挡土墙也常采用砖石砌筑。

砖拱结构除用于建造房屋的门窗过梁外，还可用作屋盖和楼盖，以取得良好的经济效益，但由于砖石材料抗弯强度较低，砖拱房屋对不均匀沉降较敏感，宜慎重选用，并应配合必要的构造措施，以保证房屋的质量。

1975年海城地震和1976年唐山大地震的经验教训对我国的砌体结构提出新的要求。震害调查及砌体结构抗震性能的研究表明，在多层房屋中设置钢筋混凝土构造柱及采用配筋砌体，是提高房屋抗震能力的有效措施。在采取一定的抗震技术措施后，原有砌体房屋使用范围基本上仍适用于地震区。

应该注意的是，由于砌体结构存在自重大、强度低等缺点，砌体又是由单个块体和砂浆

用手工砌筑的，砌筑质量难以保证均匀，因此，应注意砌体结构的合理使用范围。在采用新材料和新结构时，应本着既积极又慎重的态度，贯彻“一切通过试验”和“确保房屋安全适用”的原则。

§ 1-2 砌体结构的发展方向

砌体结构自古至今是世界各国土木工程的主要结构材料。据我国有关部门统计，砌体作为工程结构材料，仅墙体结构一项就占全国墙体的90%以上。在工业厂房、公共建筑和城市建筑中混合结构占建筑总面积的50%以上。按照我国实际情况估计，即使到21世纪，砌体结构仍将在建筑工程中占据重要地位。在苏联，墙体材料中粘土砖和硅酸盐砖至今仍占50%，加上混凝土砌块和石材砌体可占2/3左右。50年代以来，欧美各国对粘土砖生产工艺进行了革新，使块材轻质高强，并使砌体在隔热、隔声、防火和建筑节能等方面优于其它建筑材料，因而采用砌体结构具有良好的经济效益。在美国，经过对比分析，对六至十四层的房屋建筑采用砖墙承重其平均价格比混凝土低14%，比钢结构低22%。在瑞典等国也有类似的结论。砖砌体被认为是一种古老而又重新兴起、具有生命力和竞争力的建筑材料。

我国目前砌体结构建筑在某些方面还较落后，块体强度及砌体强度很低，自重大，生产效率低，建设周期长，难以满足砌体结构日益发展的需要。根据我国砌体结构的发展趋势，应该就以下几方面开展研究工作。

1. 提高砌体强度，减轻砌体自重

块材强度是影响砌体强度的主要因素，采用轻质高强的块材能有效地提高砌体强度。目前国外采用大尺寸、高强度、高孔洞率的块材(包括粘土空心砖)，其抗压强度一般在40—80MPa，最高可达160—200MPa，孔洞率一般为25—40%，有的高达60%。而我国目前生产的各类块材的抗压强度一般为7.5—15MPa，仅为国外块材强度的1/5—1/10。粘土空心砖的孔洞率也较低，一般在30%以内。1958年，瑞士用孔洞率为28%、抗压强度为60MPa的空心砖在苏黎世建造十九层塔式住宅，墙厚仅380mm。国外生产的空心砖的体积为我国标准实心砖的6—10倍，同是手工砌筑，大块空心砖的施工效率比小块实心砖可以提高2.5—3倍，节约砂浆60—70%。在这方面，我国还有很大差距。因此，应革新生产工艺，综合建筑、结构(特别是配筋砌体结构)和施工等多方面的要求，生产多品种、规格齐全的轻质高强块材，包括大尺寸、高孔洞率、高强度的粘土空心砖和利用工业废料生产的各种硅酸盐块材。

砌筑砂浆也是影响砌体强度和结构整体性的重要因素。美国使用的高粘结砂浆，其抗压强度要求不低于42MPa，抗拉强度不低于5.3MPa。砂浆粘结能力的提高，可提高砌体抗拉、抗剪强度，增强砌体的整体性以及和钢筋共同工作的性能，这对提高砌体结构的抗震能力是很有意义的。目前，我国常用的砂浆抗压强度一般为2.5—10MPa，与块体的粘结能力不大。因此应逐步提高我国的砂浆质量，研制价廉效高的添加剂，提高砂浆的粘结能力。

2. 加强配筋砌体结构和预应力砌体结构的研究

美国及新西兰等国家长期从事配筋砌体的研究，并且在地震烈度较高地区，如加利福尼亚州的圣地亚哥、长滩等地用配筋砌体建造了十六至十八层的公寓，这些建筑都经受了地震的考验。新西兰允许在高烈度地震区采用配筋砌体建造七至十二层的房屋。国外预应力砌体

结构也有发展，用预应力砌体建造的水池直径已达15m。英国在研究了砌体的徐变、收缩等有关问题后，于1981年提出了配筋砌体和预应力砌体设计规范(BS5628 Part I)，预应力损失较小，后张法施工简便。配筋砌体和预应力砌体除能提高砌体强度和抗裂性外，还能有效地提高砌体结构的整体性和抗震性能。我国大部分地区属于抗震设防区，一些大、中城市还需要建造较高层甚至高层砌体结构房屋，因此，加强配筋砌体和预应力砌体的研究，逐步推广配筋砌体结构是今后砌体房屋抗震设计的方向。

3. 革新砌体结构施工技术、开展砌体结构设计理论与应用的研究

砌体结构的缺点之一是手工劳动繁重、工期较长。除采用空心大块的块材以提高效率外，在砂浆及混凝土的铺砌灌注、块材的水平及垂直运输等方面也应进一步提高机械化水平，努力改进施工组织，加强砌体工程的施工质量检验和控制，以加速施工进度和提高砌体工程的施工质量。

砌体是由块体及砂浆组成的非匀质体，目前对砌体的各项力学性能、破坏机理以及砌体与其它材料共同工作等方面的研究还存在不少薄弱环节。对砌体结构的动力反应、抗震性能的研究也有待于进一步深入。运用现代的试验装备与计算手段开展砌体结构设计理论及应用的研究，对推动我国砌体结构的发展有着重大的意义。

第二章 砌体材料和砌体的力学性能

§ 2-1 块材和砂浆

一、块材种类

目前我国常用的块材可以分为以下几类:

1. 烧结普通砖

包括普通粘土砖和烧结硅酸盐砖。用塑压粘土制坯烧结而成的实心粘土砖是我国目前应用最普遍的块材。目前生产的标准实心粘土砖的规格为 $240 \times 115 \times 53\text{mm}$ ，重力密度为 $18-19\text{kN/m}^3$ 。塑压实心粘土砖是一种耐久性很好的材料，适用于各类地面和地下砌体结构。

2. 非烧结硅酸盐砖

非烧结硅酸盐砖是用硅酸盐材料压制成型并经高压釜蒸汽养生而成的实心砖。常用的有以石英砂及熟石灰制作的灰砂砖；以粉煤灰、石灰及少量石膏制作的粉煤灰砖；以矿渣、石英砂及石灰制作的矿渣硅酸盐砖等。砖的尺寸与标准实心粘土砖相同。近年来的工程实践经验表明，只要这类砖的制作质量良好，其耐久性是有保证的，除可用于内墙及地面以上砌体外，还可用于外墙和地面以下砌体的砌筑，但此时材料的选用应符合相应材料标准的规定。非烧结硅酸盐不宜用于砌筑承受高温的砌体(如炉壁、烟囱等)。

3. 粘土空心砖(简称空心砖)

空心砖的孔洞有两种。一种有很多较小的孔洞，另一种仅有一个至数个大孔。在我国，不论孔型及孔数，凡孔洞率在15%以上的砖，统称为空心砖。

1975年颁布的国家标准《承重粘土空心砖(JC196-75)》所推荐的三种空心砖主要型号为KM1型：规格为 $190 \times 190 \times 90\text{mm}$

KP1型：规格为 $240 \times 115 \times 90\text{mm}$

KP2型：规格为 $240 \times 180 \times 115\text{mm}$

其中KM1型为模数空心砖，KP1与KP2型为普通空心砖。《承重粘土空心砖》标准对三种砖的孔洞型式未作具体规定，因而各地生产的孔型与孔洞率不尽一致。

图2-1a, b为南京生产的KM1型空心砖及其配砖，孔洞率分别为26%和18%。KM1型砖的优点是符合建筑模数，但不能与普通砖配合使用，为解决拐角、T字形接头砌筑的错缝要求，还需要辅助规格的配砖($190 \times 90 \times 90\text{mm}$)。

图2-2a为上海、西安等地生产的KP1型空心砖，其孔洞率为25%，图2-2b-d为西安等地生产的KP2型空心砖及其配砖。这两种砖不符合建筑模数，其中KP1型砖的优点是规格单一，轻重适宜，不需配砖，砌筑时虽砍砖较多，但易砍。KP2型能与普通砖配合使用，相互组合后可砌筑120, 180, 300, 360mm等各种厚度的墙体，但需要辅助规格的配砖，否则砍砖较

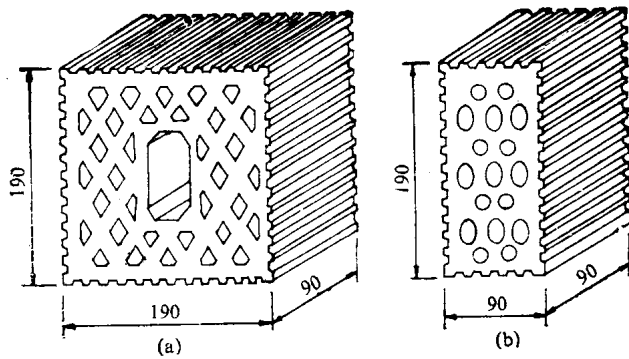


图 2-1

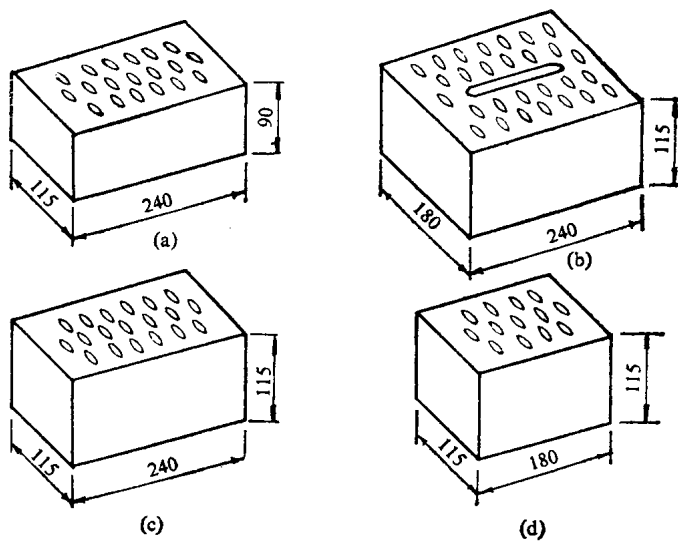


图 2-2

多，且砍砖困难，此型砖自重大、砌筑时劳动强度大。

湖北等地生产的KP2型砖为大孔型砖，自重较小，但施工中容易漏浆。

与实心砖相比，空心砖不但可以减轻结构自重，且由于砖的厚度较大，还可节约砌筑砂浆和砌筑工时，粘土用量、电力和燃料的消耗亦可相应减少。

试验表明，平行于孔洞方向加载时，砖的极限强度较高，因此承重砌体采用有竖向孔洞的砖砌筑较为合理。为了避免砖强度降低过多，承重空心砖的孔洞率不宜超过40%。用于骨架填充墙及隔墙的砖，则可采用有水平孔洞的砖，以利于砂浆的铺砌，同时也允许采用较大的孔洞率，如40—60%或更高，使墙体具有更好的隔热、隔声性能。

与实心粘土砖相比，我国目前空心砖的产量还不高，随着墙体新材料及配筋砌体的应用，轻质高强的新型空心砖必将得到发展。图2-3为我国近年来为配筋芯柱住宅体系研制的空心砖型，该砖型与KP1型空心砖配合使用。

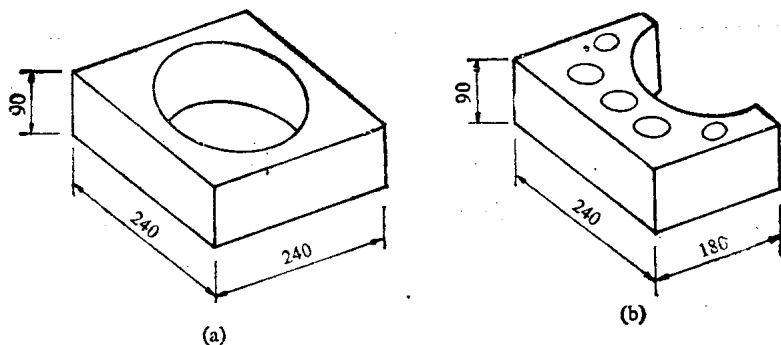


图 2-3

4. 砌块

砌块是指采用普通混凝土或轻混凝土以及硅酸盐材料制作的实心或空心块材。空心砌块可以有贯通的孔洞、半封顶及封顶的孔洞，后两种空心砌块便于铺设砂浆，半封顶的孔型还有利于抓拿。当采用竖向配筋时，需要将封顶的薄板凿去。

根据尺寸及重量，砌块分为用手工砌筑的小型砌块和采用机械施工的中型和大型砌块。砌块的尺寸、形状、孔型及孔洞数量应根据建筑模数、热工、铺砌砂浆、搭缝及配筋要求等多方面因素确定。中型砌块的尺寸还应根据吊装机械的起重能力确定。除若干主规格砌块外，一般还需要采用多种辅助规格的砌块配合使用。

我国常用的砌块有混凝土中、小型空心砌块和粉煤灰中型实心砌块。目前，砌块尚无统一的规格，一般将高度小于350mm的砌块归入小型砌块，高度360—900mm之间的砌块归入中型砌块。

在民用建筑及小型工业建筑中广泛采用的粉煤灰中型实心砌块的规格(长×宽×高)有：880×190×380mm，580×190×380mm，430×190×380mm，和280×190×380mm四种。

混凝土空心砌块一般用强度等级为C15和C20的混凝土制作，可以设置单排、双排及三排孔，孔型有圆形、方形及长方形等。壁厚及肋厚采用25—30mm。多数地区生产的中型砌块的高度约为房屋层高的1/3。混凝土中型空心砌块块大、壁薄、孔洞率大、强度较高，对减轻劳动量、提高劳动生产率、减轻结构自重和降低造价都具有较好的效果。图2-4为浙江省采用的七种规格的混凝土中型空心砌块，其孔洞率为53.6—57.3%。目前采用的混凝土小型空心砌块的高度为180—350mm，块体尺寸比普通粘土砖大得多，因而可节省砌筑砂浆和提高砌筑效率。混凝土小型空心砌块也有良好的技术经济指标，建筑造价略低于砖混建筑或与其相当。图2-5为四川地区采用的小型空心砌块主砌块及辅助砌块，孔洞率约50%。

5. 石材

在砌体结构中，常用的天然石材有花岗岩、砂岩和石灰岩等。天然石材具有抗压强度高及抗冻性强的优点，在有开采和加工石材经验的地区，天然石材是砌筑带形基础、挡土墙等的理想材料，在石材产地也可用于砌筑承重墙体。但天然石材传热性较高，不宜用作寒冷地区的墙体。

天然石材可分为料石和毛石两种。料石按其加工后外形的规则程度又分为细料石、半细料石、粗料石和毛料石。毛石系指形状不规则、高度不小于150mm的块石。

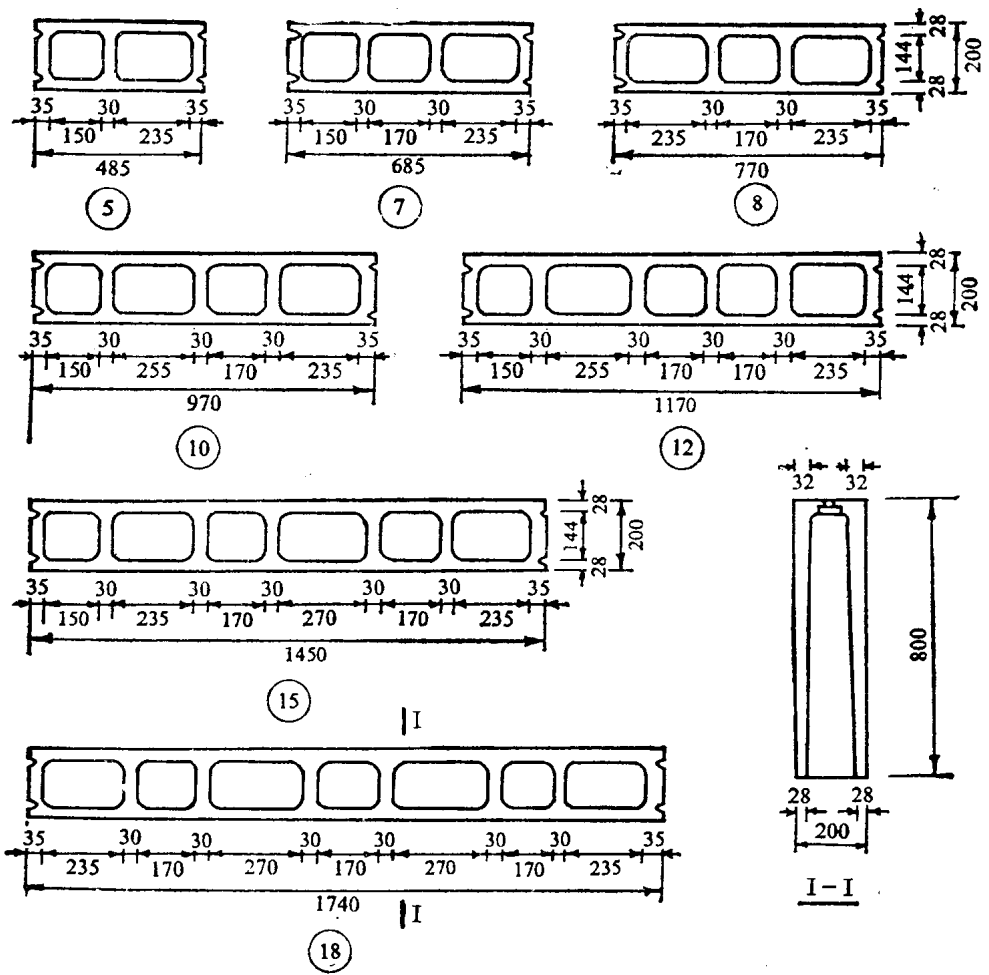


图 2-4

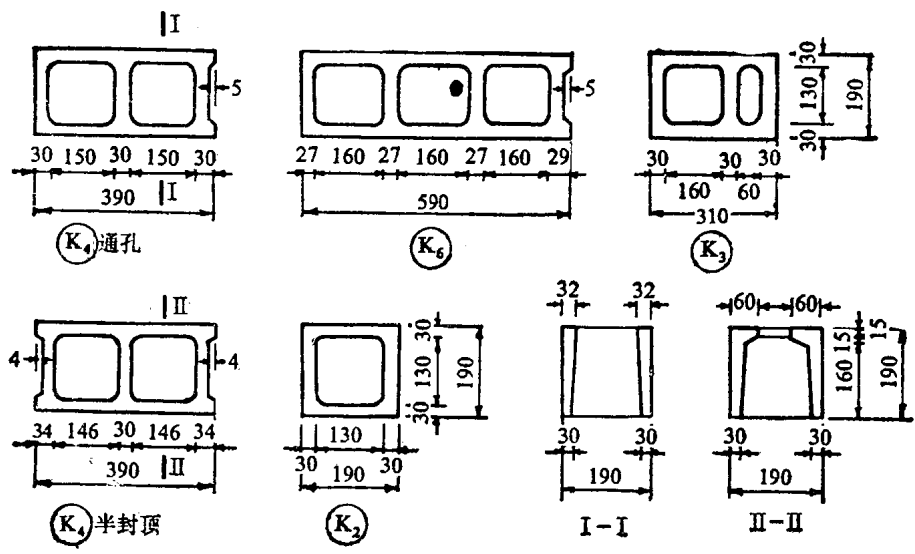


图 2-5

二、块材的强度等级

块材的强度等级是块材力学性能的基本标志。根据标准试验方法得到的以MPa表示的块材极限抗压强度平均值称为该块材的强度等级。对于实心砖，由于其厚度较小，为防止在砌体中过早断裂，在确定强度等级时，除依据抗压强度外，还应满足按相应等级规定的抗折强度要求。而其它块材的强度等级则仅由其抗压强度确定。空心块材的强度等级是由试件破坏荷载值除以受压毛面积确定的，因此，在设计计算时不需要再考虑孔洞的影响。

《砌体规范》规定各种块材分别采用以下各强度等级：

(1) 烧结普通砖、非烧结硅酸盐砖和承重粘土空心砖：MU30(300)，MU25(250)，MU20(200)，MU15(150)，MU10(100)和MU7.5(75)。括号内数字为相应材料原标准规定的标号。如100号砖的抗压强度平均值为 $100\text{kg}/\text{cm}^2$ ，即 9.8MPa (这里近似采用 $100\text{kg}/\text{cm}^2 = 10\text{MPa}$ 的换算关系)。因此括号内的砖标号与强度等级所对应的抗压强度平均值略有区别。

(2) 砌块：MU15，MU10，MU7.5，MU5和MU3.5。

(3) 石材：MU100，MU80，MU60，MU50，MU40，MU30，MU20，MU15和MU10。

对于石材我国没有相应的生产标准，《砌体规范》规定可用边长为70mm的立方体试块的抗压强度平均值来划分石材的强度等级。

三、砂浆的种类、性质和强度等级

砂浆的作用是在砌体中将单个块材连成整体，并垫平块材上、下表面，使块体应力分布较为均匀，砂浆填满块材间的缝隙，能减少砌体的透气性，从而提高砌体的隔热、防水和抗冻性能。

砂浆按其配合成分可分为以下三种：

(1) 水泥砂浆：为不加塑性掺合料的纯水泥砂浆，这种砂浆可以具有较高的强度，但其可塑性(或称和易性、流动性)和保水性较差。

(2) 混合砂浆：为有塑性掺合料的水泥砂浆，如水泥石灰砂浆、水泥粘土砂浆等。混合砂浆有较好的可塑性和保水性。

(3) 非水泥砂浆：为不含水泥的砂浆，如石灰砂浆、粘土砂浆等，这类砂浆的强度很低。

砂浆的质量与砂浆的强度、可塑性和保水性三项指标有关。

可塑性好的砂浆便于操作，使灰缝平整、密实，从而提高砌筑工作效率，保证砌筑质量。可塑性用标准锥体沉入砂浆的深度测定，沉入深度越大，可塑性越好。根据砂浆的用途，沉入深度规定为：用于砖砌体的为70—100mm，用于石砌体的为40—70mm，砌块砌体可在砖与石砌体之间选用。一般讲，对于干燥及吸水性强的块体应采用较大值，对于潮湿、密实、吸水性差的块体宜采用较小值。

保水性是指砂浆保持水分的性能。砂浆的保水性差，在运输和砌筑过程中，一部分水分会从砂浆中分离出来而降低砂浆的流动性，使砂浆铺砌困难，灰缝质量降低，影响砌体强度。在砌筑过程中，砖将吸收一部分水分，当吸收的水分适量时，对于灰缝中的砂浆强度及密实性是有益的。如果保水性差，水分很快被砖吸收，砂浆水分失去过多，不能保证砂浆的正常硬化，反而会降低砂浆强度，从而降低砌体强度。

由于水泥砂浆的可塑性和保水性较差,使用水泥砂浆砌筑时,砌体强度低于相同条件下用混合砂浆砌筑的砌体强度。一般仅对要求高强度砂浆及砌筑处于潮湿条件下的砌体时,采用水泥砂浆。混合砂浆由于掺入了塑性掺合料,可节约水泥,并提高砂浆的可塑性和保水性,是一般砌体中最常用的砂浆类型。塑化剂的数量,由砂浆强度、水泥标号及砂的粒度确定。砂浆所需强度越小,水泥标号越高,塑化剂用量可越多。但是使用过多的塑化剂,会增加灰缝中砂浆的变形,降低砌体强度。非水泥砂浆由于强度很低,一般仅用于强度要求不高的砌体,如简易或临时建筑的墙体。

砂浆的强度等级是用龄期为28天的标准立方体试块(70.7×70.7×70.7mm)、以MPa表示的抗压强度平均值划分的,砂浆的强度等级分为M15, M10, M7.5, M5, M2.5, M1和M0.4七级。

四、块材及砂浆的选择

在进行砌体结构设计时,应根据“因地制宜、就地取材”的原则,合理选择技术经济指标较好、符合施工队伍技术条件而且使用性能良好的块材和砂浆。

从材料使用功能的角度,主要应考虑强度和耐久性两方面的要求。

为了满足砌体构件的强度要求,应根据各类砌体构件的受力大小,选用相应强度等级的块材和砂浆。例如在多层房屋的承重墙中,上面几层可选用强度等级较低的块材和砂浆,下面几层则可选用强度等级较高的块材和砂浆。

块材还必须有足够的耐久性,以保证砌体在长期使用过程中具有足够的强度和正常使用性能。因此,对于冬季计算温度在-10℃以下的寒冷地区,块材必须满足抗冻性的要求,以保证在多次冻融循环之后块材不会逐层剥落。

《砌体规范》根据多年的工程实践经验,对块材和砂浆的选择作了如下的限制:

对六层及六层以上房屋的外墙、潮湿房间的墙以及受振动或层高大于6m的墙、柱,所用材料的最低强度等级如下:砖为MU10,砌块为MU5,石材为MU20;砂浆为M2.5。

对地面以下或防潮层以下砌体,所用材料的最低强度等级则应符合表2-1的规定。

表2-1 地面以下或防潮层以下砌体所用材料的最低强度等级

基土的 潮湿程度	粘 土 砖		混 凝 土 砌 块	石 材	混 合 砂 浆	水 泥 砂 浆	灰 砂 砖	
	严寒地区	一般地区					严寒地区	一般地区
稍潮湿的	MU10	MU10	MU5	MU20	M5	M5	MU15	MU15
很潮湿的	MU15	MU10	MU7.5	MU20	—	M5	MU15	MU15
水饱和的	MU20	MU15	MU7.5	MU30	—	M7.5	MU20	MU15

地面以下或防潮层以下的砌体不宜采用空心砖。当采用混凝土中、小型空心砌块时,空洞应采用强度等级不低于C15的混凝土灌实。在地面以下或防潮层以下采用其它硅酸盐材料时,其最低强度等级应根据相应材料标准的规定取用。

§2-2 砌体种类

一、概 述

砌体是由块材用砂浆砌筑而成的。为了使砌体构成一个整体，在外力（主要是压力）的作用下，砌体中的块材能够较均匀地受力，以获得较高的砌体强度。砌体中的块材必须合理排列，即应采用一定的砌合方法。如果块体排列不合理，各皮块体间的竖向灰缝重合于几条垂直线上，则这些竖向灰缝将砌体分割成彼此无联系或联系很弱的几个部分，不能相互传递压力和其它内力，不利于砌体整体受力，并进而削弱甚至破坏建筑物的整体工作。

正确的砌合方法应是块体相互搭砌，使砌体中的竖向灰缝错开。图2-6给出了490×190mm砖柱的四皮砌合法，沿高度按四种子面简图(①、②、③、④)交替砌筑，使砖柱有很好的搭缝。若仅用图中的②、③砌筑，则柱表面虽有良好搭缝，但与砖柱中心部分却无联系，试验表明，这种包心砌法的砖柱承载力大大低于前者。因此采用合理的砌合方法是不容忽视的问题。

在房屋建筑中，砌体常用作承重墙、柱、围护墙及隔墙。承重墙的厚度是根据强度和稳定的要求确定的，对于房屋外墙还需要满足保温、隔热和不透风的要求。

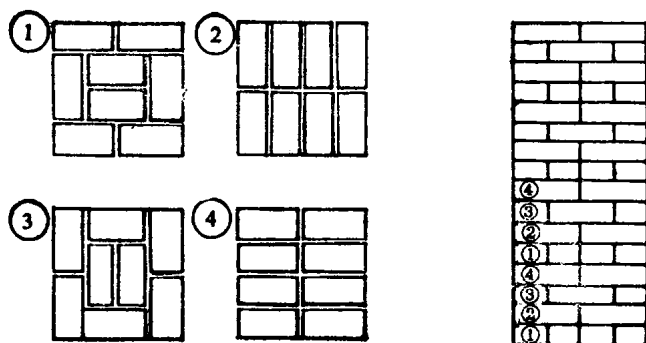


图 2-6

二、砖 砌 体

砖墙砌体通常采用一顺一顶或三顺一顶砌合法，如图2-7所示。采用五顺一顶砌筑时，在

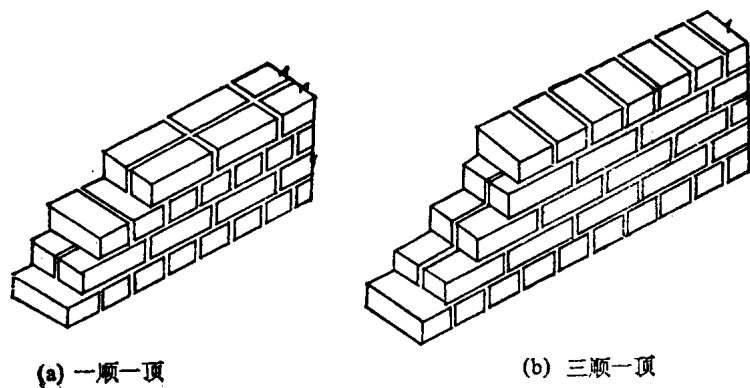


图 2-7

墙横截面形成五皮砖高的竖向通缝，未搭缝的半砖厚砌体的高厚比约为3。试验表明，五顺一顶砌体的抗压强度仅比一顺一顶砌体降低2—5%，可以认为与一顺一顶砌合法相同。五顺一顶砌合法顺砖多，热阻较高，砌筑较方便，国外也常采用。如果顺砖皮数超过五皮，未搭缝的半砖厚砌体的高厚比大于3，砌体强度将降低较多。

普通烧结砖和非烧结硅酸盐砖砌体的墙厚可为240mm(1砖)、370mm(1½砖)、490mm(2砖)、620mm(2½砖)及740mm(3砖)等。有时，为了节约材料，墙厚可不按半砖，而按1/4砖进位。因此，有些砖必须侧砌而构成180mm，300mm和420mm等厚度。试验表明，这种墙体的强度是完全符合要求的。

采用目前国内几种常用规格的空心砖可砌成90mm，180mm，190mm，240mm，290mm和390mm等厚度的墙体。

空斗墙是将部分或全部砖于墙的两侧立砌，而在中间留有空斗的墙体。空斗墙是我国民间建筑的传统结构形式之一，有悠久的历史。我国一些地区已建造了很多二至四层的空斗墙房屋。空斗墙的厚度一般为240mm，分为一眠一斗、一眠多斗和无眠斗墙，如图2-8所示。在空斗墙房屋某些部分，如纵横墙交接处以及钢筋混凝土楼板、屋架、屋面梁支承部位的砌体应实砌。当支承反力过大时，还应设置壁柱，以保证结构安全。

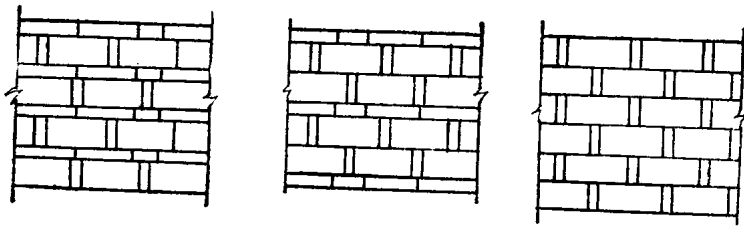


图 2-8

采用空斗墙可节约砖22—38%，节省砂浆50%，降低造价30—40%。但是，空斗墙对砖的质量和砌筑技术要求较高，施工工效较低。当砖的耐久性较差时，外墙砖面剥蚀对空斗墙的影响比对实砌墙严重得多。空斗墙的抗剪和整体性较差，承受撞击荷载的能力也较差，因此，空斗墙的应用受到较大的限制。在地震区、可能有较大不均匀沉降或有较大振动的房屋、长期处于潮湿环境的房屋，均不宜采用空斗墙砌体。

在国外，还采用多种类型的轻型砌体，一般沿墙长砌成内外薄壁，在其中填入松散材料(如矿渣)或轻混凝土、轻混凝土预制块；也有沿墙长砌成有空气夹层的砖砌体。这些轻型砌体自重较轻，热工性能也较好。

三、砌块砌体

与砖砌体一样，砌块砌体也应采用正确的砌合方法。

块体排列直接影响砌块砌体的整体性和砌体强度。利用各种规格砌块的不同组合，可以砌筑多种最常用的墙体，图2-9所示是其一例。小型砌块块体尺寸较小，使用上比较灵活，一般利用配套规格砌块可以满足建筑物平面和高度以100—200mm为基数的任何尺寸，也较易保证上、下皮砌块对孔砌筑，如图2-10所示。