



高等专科学校教学用书

926865

GAODENG
ZHUANKE
XUEXIAO
JIAOXUE
YONGSHU

砌体结构

冶金工业出版社

高等专科学校教学用书

砌体结构

长春建筑专科学校 侯治国 主编

江苏工业学院图书馆
藏书章

冶金工业出版社

高等专科学校教学用书

砌 体 结 构

长春建筑专科学校 侯治国 主编

冶金工业出版社出版

(北京北河沿大街嵩祝院北巷39号)

新华书店北京发行所发行

冶金工业出版社印刷厂印刷

787×1092 1/16 印张 10 字数 234 千字

1991年5月第一版 1991年5月第一次印刷

印数00,001~4,000册

ISBN 7-5024-0840-1

TU·41(课)定价2.65元

前 言

本书是根据高等专科学校工业与民用建筑专业《砌体结构》课程的教学要求和我国最新编制的《砌体结构设计规范》(GBJ3—88), 针对专科教学的特点编写的。

全书共8章, 主要内容包括砌体材料的力学性能, 以概率理论为基础的设计原理, 无筋砌体及网状配筋砌体的计算, 刚性、弹性和刚弹性方案房屋的计算, 以及房屋中过梁、墙梁、挑梁和地下室墙体的计算。为便于教学, 书中除对基本内容作了较详尽的叙述外, 还配有大量的例题和一定数量的习题, 并根据工程实例, 列出了砌体结构的设计计算书和主要施工详图。

本书主要作为专科学校工业与民用建筑专业的教学用书, 也可供有关工程技术人员参考。

全书由侯治国主编。参加编写的有长春建筑专科学校侯治国(绪论, 第1、2、3、5章), 王爱民(第4、6、7章), 崔刚(第8章)。崔刚还为本书插图作了大量工作。

由于我们水平有限, 书中的不妥之处, 恳切希望读者批评指正。

编 者
1990.8月

目 录

绪论	1
1 砌体材料及力学性能	3
1.1 砌体材料	3
1.2 材料的强度等级	5
1.3 砌体的力学性能	6
1.4 砌体的受压弹性模量	13
2 砌体结构的基本计算原理	15
2.1 概述	15
2.2 极限状态设计表达式	15
3 无筋砌体构件的承载能力计算	21
3.1 受压构件	21
3.2 局部受压	31
3.3 轴心受拉、受弯、受剪构件	44
习题	53
4 配筋砌体的强度计算	55
4.1 网状配筋砖砌体受压构件	55
4.2 组合砌体受压构件	59
习题	59
5 混合结构刚性方案房屋墙、柱设计	60
5.1 混合结构房屋的结构布置	60
5.2 房屋的空间刚度及静力计算方案	62
5.3 墙、柱高厚比	65
5.4 墙、柱的一般构造要求	72
5.5 防止墙体开裂的主要措施	74
5.6 刚性方案房屋墙、柱的计算	76
5.7 地下室墙	85
习题	89
6 弹性与刚弹性方案房屋墙、柱计算	92
6.1 单层弹性方案房屋	92
6.2 单层刚弹性方案房屋	93
6.3 计算实例	95
6.4 多层刚弹性方案房屋	100
7 过梁、圈梁、墙梁及挑梁构件	103
7.1 过梁	103
7.2 圈梁	107

7.3 墙梁.....	109
7.4 挑梁.....	121
习题	126
8 混合结构房屋设计实例.....	127
8.1 某工程设计资料.....	127
8.2 结构设计方案.....	128
8.3 依照《建筑结构荷载规范》(GBJ 9—87) 确定荷载标准值.....	128
8.4 预制构件的选型.....	129
8.5 墙体计算.....	132
8.6 基础计算.....	144
参考文献	153

绪 论

砌体结构在我国的应用已相当久远。夏代（距今4000年）夯土做城墙，殷代用粘土砖建造房屋，西周已有烧制的瓦，汉代开始烧制成长方形的粘土砖，北魏时就能制造出质量很高的琉璃砖和琉璃瓦。

近两千年来，我国采用砖石所建造的构筑物、建筑物和桥梁仍完好地保留至今的为数不少。例如，举世闻名的万里长城，北魏正光四年（公元523年）建造在河南登丰县十五层40m高的嵩岳寺塔，隋大业（公元611年）采用石料建筑在济南的四门塔，唐代建造的西安大雁塔，武昌洪山宝塔，北宋时建造在杭州西湖北侧的保俶塔。隋代李春建成的跨度为38m的河北赵县安济石拱桥，明代所建的南京灵谷寺无梁殿，台湾台南的开元寺等，都充分显示了我国古代劳动人民的智慧和建筑才能，它标志着我国古代劳动人民应用砖石技术的伟大成就。

新中国成立之后，砌体结构的应用更为广泛，发展更为迅速，90%以上的墙体采用砌体材料，砖产量达世界之首，近几年几乎为世界各国产砖量之总和。砌体结构广泛运用于工业与民用建筑。在民用建筑中，已从过去只建造层数不多的民房，发展到现在建筑大量层高为2.8m的8、9层民用住宅，直径达40m的圆形砖薄壳体育馆，砖拱楼板办公楼和四层空斗墙宿舍。在工业建筑中，采用了配筋砖柱和砖拱吊车梁，砌筑高达60m的砖烟囱。另外，已建成跨度为38m的铁路桥和112.46m的变截面空腹式石拱桥，是因地制宜地将石料在桥梁中的应用提高到新水平的典型例子。

大量利用工业废料，在多层房屋中采用粉煤灰砌块或煤灰矿渣混凝土墙板，不仅解决了工业废料的处理问题，而且还解决了因需要烧砖而占用大量耕地的矛盾。将工业废料用作砌体材料，可算一举两得。

经过不断实践和研究，混凝土空心砌块已逐步成为一种新的墙体材料，混凝土空心大板墙体已广为应用，大模板现场浇筑墙体也日益推广。这说明，随着技术的进步，小块的砖石材料将被改造，大型化、工业化的新型砌筑材料将会逐步推广并得到发展。我国的建筑技术将攀上一个新的台阶。

新中国成立之初，我国的建筑科学工作者积极地学习苏联砌体结构理论和设计方法，并从中总结自己的经验。从1956年起，全国各建筑设计单位先后采用了按极限状态方法对砌体结构进行设计，这为使结构设计与砌体的实际工作情况更加吻合而迈出了新的一步。1958年之后，我国建筑科学研究院与全国有关单位在总结我国设计经验的基础上，进行了一系列的试验研究和理论探讨，在70年代初，制定了符合我国国情，计算理论比较先进的（GBJ 3—73）《砖石结构设计规范》。在执行我国这部规范的同时，为使计算理论更加符合实际，我国有关单位和许多大专院校仍在不断的试验和探讨，并根据《建筑设计统一标准》（GBJ 68—84）提出的基本原则，采用了以概率理论为基础的极限状态设计方法，以可靠指标度量结构构件可靠度，并制定了采用分项系数表达的极限状态表达式的（GBJ 3—88）《砌体结构设计规范》。此设计方法概念比较清楚，理论更加先进。

砌体结构的应用之所以兴盛不衰，是因为它具有一系列的优点：

1) 砖石为地方性材料, 来源充足, 可以因地制宜, 就地取材, 而且还可利用工业废料, 因而其造价比钢筋、水泥便宜。

2) 有很好的化学稳定性, 在天然条件下不易腐蚀, 因而耐久性好。同时, 砖石为非燃材料, 故又有较好的防火性能。

3) 保温、隔热和隔音的性能较好。

4) 施工技术简单, 易于掌握, 砌筑时不需要特殊设备, 往往单工种进行, 不需要多工种配合。

5) 新砌体可以承受一定重量, 因而可连续施工。

但砌体结构也存在一些缺陷, 主要有以下几点:

1) 强度低, 自重大, 一般而言, 砌体构件截面较大, 因而不适宜于高层建筑的承重构件。

2) 采用手工方式砌筑, 劳动量大, 生产效率低。

3) 由于砌体结构中的砖, 目前大多数仍用粘土烧制, 因而其用量很大, 势必占用耕地, 对农业生产有不利影响。

4) 砌体的抗拉、抗弯、抗剪强度较低, 抗震性能差, 使砌体结构的应用范围受到一定限制。

随着科学技术的不断发展, 质量轻强度高的新砌块、新材料将会不断开发出来。砌体结构虽然使用了两千多年, 但在今后相当长的时间内, 它仍将是一种古老而又年轻的承重结构, 还会得到广泛的应用。

1 砌体材料及力学性能

1.1 砌体材料

由块体材料和砂浆砌筑成的整体称之为砌体。根据工程需要，砌体分无筋砌体和配筋砌体两类。

无筋砌体有砖砌体、石砌体和砌块砌体；配筋砌体有横向配筋砌体、纵向配筋砌体。

1.1.1 块材

块材有普通粘土砖、灰砂砖、承重粘土空心砖、各种石材和混凝土砌块。

1.1.1.1 普通烧结粘土砖

用塑压粘土制坯干燥后烧制而成的实心粘土砖，是我国广泛使用的砌体材料。它生产方便，便于手工砌筑，保温隔热及耐久性能良好，强度较高，可用于房屋的承重结构及围护结构，也可用于地下结构的墙体及构筑物。

我国普通烧结粘土砖的标准规格为 $240 \times 115 \times 53\text{mm}$ 。为符合砖的规格，砖砌体的墙厚为240、370、490、620、740mm等尺寸。

1.1.1.2 实心硅酸盐砖

以石英砂、石灰为原料的灰砂砖，以粉煤灰、石灰及石膏为原材料的粉煤灰砖，以矿渣、石英砂及石灰为原材料的矿渣硅酸盐砖等，均属硅酸盐砖。其标准尺寸与普通烧结粘土砖相同。实践证明，实心硅酸盐砖只要制作质量能得到保证，同样可以用来砌筑无粉刷的外墙以及潮湿环境下的砌体，而且其耐久性同样可以得到保证。但这种砖不宜用于高温环境下的砌体。

1.1.1.3 粘土空心砖

1955年我国开始采用粘土空心砖砌筑墙体，1964年后大批推广。但较长时间内规格和孔型很不统一，孔洞率差别亦很大。1975年，国家建委颁布了部标准《粘土空心砖》，推荐了三种规格(但未规定孔洞型式)。

KM1 外形尺寸为 $190 \times 190 \times 90\text{mm}$ 及 $90 \times 90 \times 190\text{mm}$ 两类(图1-1a、b)。

KP1 外形尺寸为 $240 \times 115 \times 90\text{mm}$ (图1-2)。

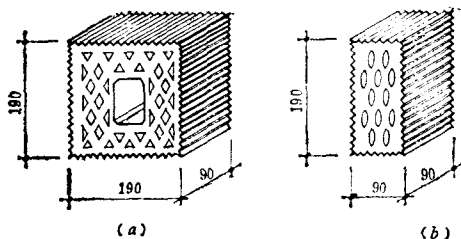


图 1-1 KM1空心砖规格

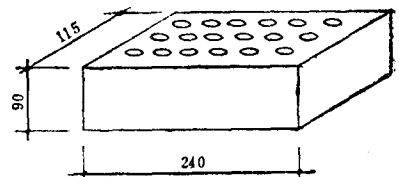


图 1-2 KP1空心砖规格

KP2 外形尺寸为 $240 \times 180 \times 115\text{mm}$ 、 $240 \times 115 \times 115\text{mm}$ 及 $180 \times 115 \times 115\text{mm}$ 三类

(图1-3a、b、c)。

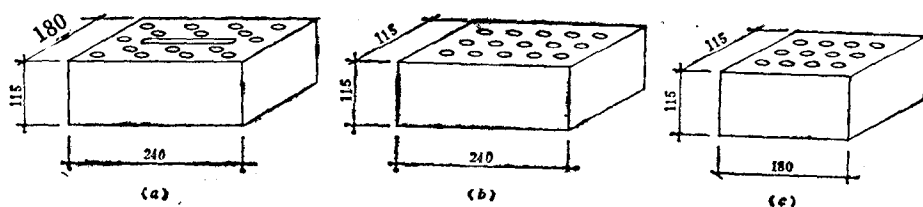


图 1-3 KP2空心砖规格

各种空心砖的孔洞率在15~40%之间变动，多数孔洞率为20~30%。

一般机制粘土实心砖的容重为 19kN/m^3 ，而空心砖的容重为 $13\sim 14\text{kN/m}^3$ ，比实心砖的容重减轻了27~32%。

1.1.1.4 混凝土块

为减轻劳动量，加快施工进度，近年来，我国采用了大尺寸的混凝土及硅酸盐砌块，代替小尺寸的砖。在确定砌块的规格和尺寸时，既要考虑起重能力，又要与建筑物的设计相协调，以防砌块类型过多。砌块可以制成实心的及空心的两类。目前国内使用的实心砌块高度一般在150~140mm之间，长度约为高度的1.5~2.5倍，厚度视墙体厚度而定。某地区采用的硅酸盐实心砌块有 $880\times 380\times 100\text{mm}$ 、 $580\times 380\times 190\text{mm}$ 、 $430\times 380\times 190\text{mm}$ 、 $280\times 380\times 190\text{mm}$ 等四种。混凝土空心砌块一般设计成高度为层高的三分之一左右。

1.1.1.5 天然石块

在承重结构中，常用的天然石材有花岗石、石灰石、凝灰石等经加工制成的块材。天然石材具有抗压强度高，抗冻性能好的优点，故多用于房屋的基础和勒脚等。

天然石材按其外形及加工程度的不同，可分为料石块和乱毛石块两类。料石因加工程度不同，分为细料石、粗料石和毛料石三种，其厚度一般不小于200mm。乱毛石形状不规则，但其高度一般不小于150mm。

1.1.2 砂浆

砂浆的作用是将砌体内的单块砖、石粘结成一体，铺平受力面，使应力均匀传递，填满灰缝，减低砌体的透风性，提高砌体的隔热性能。同时，砂浆填满砖石间的缝隙后，砌体的防水及抗冻性能亦相应的得到提高。

按其组成砂浆可分为三类：

1) 水泥砂浆 它是由水泥与砂加水拌合而成，不加掺合料（石灰膏、粘土膏）的纯水泥砂浆。其强度高、耐久性较好，但和易性较差。水泥砂浆适用于强度较高以及潮湿环境中的砌体。

2) 混合砂浆 它是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。它具有一定的强度和耐久性，和易性和保水性好，一般墙体常用混合砂浆，但不宜于砌筑潮湿环境下的砌体。

3) 非水泥砂浆 它是指不含水泥的石灰砂浆、石膏砂浆和粘土砂浆。其强度不高，耐久性较差，只能用于受力不大或简易建筑物中的砌体。

1.2 材料的强度等级

由砖石和砂浆组成的砌体，其强度和其他的一些力学性质，与砖石及砂浆的强度等级有关。

1.2.1 块材

1.2.1.1 普通烧结粘土砖和实心硅酸盐砖

划分这两种实心砖强度等级的方法，是将两个锯开的半砖上下叠直，中间用强度较高的砂浆粘缝，上下用强度较高的砂浆抹平，然后用这样的试件进行抗压试验。根据试件的极限抗压强度 (N/mm^2)，并在满足抗折要求的条件下，划分其强度等级。普通烧结粘土砖，实心硅酸盐砖共有MU30、MU25、MU20、MU15、MU10、MU7.5六个等级。

1.2.1.2 粘土空心砖

粘土空心砖的强度等级与实心砖相同。其强度等级是根据规定的试验方法得到的破坏压力 (N/mm^2)，折算到受压毛面积上的抗压强度而划分的。它与实心砖一样，设计计算时不需要再考虑空洞率的影响。

1.2.1.3 混凝土砌块

混凝土砌块的强度等级，是根据单个砌块的破坏荷载，按毛面积折算的抗压强度 (N/mm^2) 确定的，其强度等级有MU15、MU10、MU7.5、MU5和MU3.5五个等级。

1.2.1.4 石材

石材的大小和规格不一，通常由边长为70mm的立方试块进行抗压试验，取三个试块极限抗压强度 (N/mm^2) 的平均值，作为确定石材强度等级的依据。石材的强度等级有MU100、MU80、MU60、MU50、MU40、MU30、MU20、MU15和MU10九个等级。如采用其他尺寸的立方试块，应将其抗压强度乘以系数后，才能换算为标准的强度等级。

1.2.2 砂浆

砂浆的强度等级，是以边长为70.7mm的立方试块，按标准条件养护至28天，进行抗压试验所得的极限抗压强度 (N/mm^2) 确定的。计有M15、M10、M7.5、M5、M2.5、M1.0和M0.4七个等级，特别重要的砌体，才用M10以上的砂浆砌筑。

1.2.3 砖石和砂浆的选用

砖石材料的选用，应本着因地制宜，就地取材的原则，按照建筑物的使用要求，建筑物的安全等级和耐久性，建筑物的层数与层高，构件承受荷载的性质，使用期间砌体所处环境等多方面综合考虑。

一般建筑物砖的强度等级有MU7.5和MU10，砂浆的强度有M2.5、M5、M7.5等。

表 1-1 地面以下或防潮层以下的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
	严寒地区	一般地区				
稍潮湿的	MU10	MU10	MU5	MU20	M5	M5
很潮湿的	MU15	MU10	MU7.5	MU20	—	M5
含水饱和的	MU20	MU15	MU7.5	MU30	—	M7.5

六层及六层以上房屋的外墙，潮湿房屋的墙体，受振动荷载的墙体，层高大于6m的墙及柱，所用材料的最低强度等级为：

砖MU10，混凝土砌块MU5，石材MU20。砂浆M2.5。

在室内地面以下，室外散水坡顶面以上的砌体内应铺设防潮层。防潮层材料一般应采用防水砂浆，勒脚部位应采用水泥砂浆粉刷。

地面以下或防潮层以下的砌体，所用材料的最低强度等级应符合表1-1的要求。

1.3 砌体的力学性能

砌体主要是受压，但在一些构件中也受拉或受剪，对其各种受力性能必须很好了解，以供设计时应用。

1.3.1 砌体的受压性能

1.3.1.1 砖砌体轴心受压时的试验分析

单块砖由砂浆联成的砌体，其受压性能与匀质材料有明显的区别，且其抗压强度均低于砖的抗压强度。

图1-4所示的砌体试件，当压力作用于截面形心上时，即所谓轴心受压。构件由加压到破坏，大体上可分为三个阶段。

(1) 砌体开始受压到出现第一条（或第一批）裂缝——第一阶段

砌体试件轴心受压时，从宏观上看，可以认为截面上的压应力是均匀分布的，但在砌体中的单个块材却处于复杂的应力状态。因此，当荷载加到一定数值后，将会在薄弱的地方出现第一条（或第一批）裂缝（图1-4a）。如不再增加压力，裂缝将不会继续发展。根据试验，如为实心砖砌筑的砌体，出现第一条（批）裂缝的压力 N ，约为破坏压力 N_u 值的50~70%。当试件为空斗砖砌体时，由于丁砖两端支承，中间悬空，出现第一条（批）的压力 N 约为破坏压力的40%。在毛石砌体中，由于毛石及灰缝形状不规则，砌体匀质情况差，出现第一条（批）裂缝压力 N 的相对比值更小，约为破坏压力的30%。

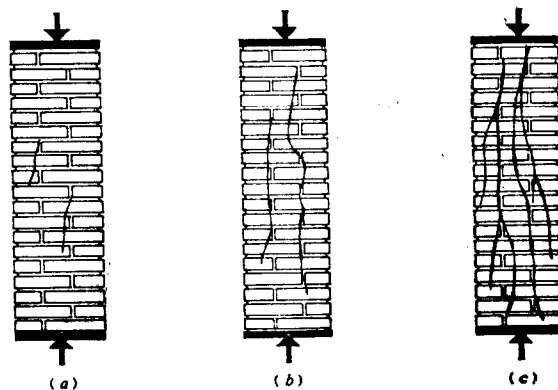


图 1-4 砌体受压的破坏情况

(2) 第二阶段

在出现第一条（批）裂缝后的砌体，如继续增加压力，单块砖内的个别裂缝会继续发展、加宽。且裂缝沿竖向上下发展，并逐步贯穿多皮砖，同时，还产生新的裂缝（图1-4b）。

这时,即使压力不再增加,裂缝还有继续发展的趋势,砌体处于危险状态,此时砌体承受的压力 N ,约为破坏压力的80~90%。

(3) 第三阶段

已进入第二阶段的砌体,即使压力再稍有增加,砌体中的裂缝将会继续迅速发展,其中几条主要竖向裂缝上下贯通,将砌体分割成几个小柱体,整个砌体横向鼓出(图1-4c)。各小柱体受力不均匀,终因小柱体失稳或压碎,导致整个砌体破坏。

试验分析结果还表明,砌体抗压强度明显低于单块砖的抗压强度,究其原因主要有三个方面:

1) 砌体中的单块砖处于复杂受力状态,砖的外形不可能十分规整,表面不一定平齐,砌体内灰缝厚薄不一,灰缝不一定饱满、均匀和密实,故砌体虽然是均匀受压,砌体中的砖却不能是均匀受压,而是处于压、弯、剪乃至还有扭转的复合应力状态(图1-5a)。由于砖石的抗拉强度低,当弯、剪引起的主拉应力超过砖的抗拉强度后,就会出现受拉裂缝,砖的抗压强度将不能得到充分的发挥和利用。

2) 砖与砂浆的力学性质不一致。由于砂浆的弹性模量和剪切模量比砖小,故砂浆受压后横向应变比砖大。同时,由于砖与砂浆间的粘结和摩擦阻力的存在,砖将阻止砂浆的横向变形,因而砂浆对砖形成了水平拉力(图1-5b)。这种拉力又将促使砖在较低压力下出现裂缝,也使砖的抗压强度不能充分发挥。

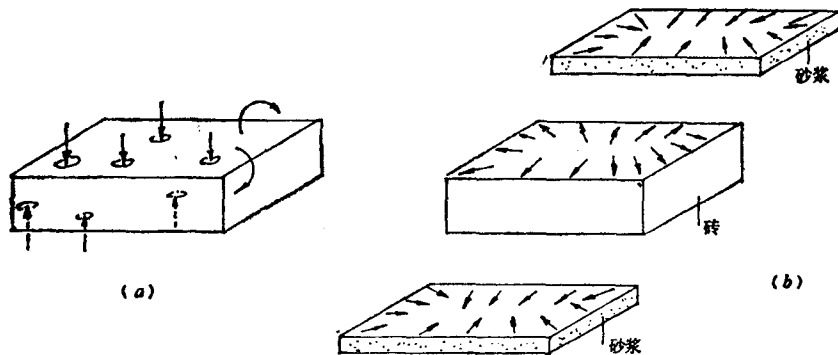


图 1-5 砌体中单块砖的受力情况

3) 竖向灰缝造成了砌体的不连续性和块材中的应力集中,降低了砌体的抗压强度。

1.3.1.2 影响砌体强度的主要因素

由以上分析可知,砌体中的块材强度没有得到充分利用,因此,砌体强度比块材强度低。除此之外,砌体的强度还受到下列因素的影响:

1) 砂浆的强度等级及其和易性能:砂浆强度等级高,在压力作用下,灰缝的横向应变小,在砌体中的块材受到的弯、剪和横向水平拉力小,砌体的强度高。相反,如果砂浆的强度等级低,在同一压力作用下,则灰缝的横向应变大,块材受到的弯、剪和水平拉力增大,砌体的强度降低,加速了砌体的破坏。

另外,砂浆的和易性能及保水性能好,则灰缝的厚薄比较一致,灰缝也饱满,块材受力均匀,复合应力的影响降低,砌体的强度将有所提高。相反,由于水泥砂浆的和易性好

混合砂浆差，灰缝的饱满程度及其厚度不易得到保证。试验证明，用水泥砂浆砌筑的砌体，其强度比用和易性好的同一等级砂浆砌筑的砌体降低了约5%左右。

2) 块材的强度和尺寸：块材的强度等级高，在砌体受压时，其弯、剪和水平拉力的影响相对减弱，同时，块材本身的抗压强度也高，从而提高了砌体的强度。此外，由于块材的尺寸（特别是高度）增大，弯矩和剪力产生的应力及灰缝也随之减少，砂浆横向变形在块材中产生的拉应力相对减弱，从而提高了砌体的强度。再者，块材的高度增加，其长度也相应地增加，竖缝减少，应力集中的影响也削弱了，因此提高了砌体的强度。

3) 砂浆水平灰缝厚度：砂浆水平灰缝的厚度对砌体抗压强度的影响，实质上就是它对砌体内复杂应力综合作用不利影响的改善程度。灰缝愈厚，灰缝内砂浆横向变形愈大，加剧了砌体内复杂应力的不利影响，使块材拉应力增大；砂浆水平灰缝薄，灰缝不易饱满，块材也处于不利的复杂应力状态。因此，应当尽量减少复杂应力对块材不利影响，寻求最佳灰缝厚度。试验证明：对于实心砖砌体，砂浆水平厚度控制在80~120mm内；对于空心砖砌体，砂浆水平厚度控制在80~110mm内，对砌体强度最为有利。

除了上述影响外，块材的形状及其整齐程度，砌筑质量（砌体内灰缝的横平竖直，灰缝厚薄均匀）等，也会对砌体强度产生影响。

1.3.1.3 砌体的抗压强度

(1) 砌体的平均抗压强度

砌体的抗压强度与块材及砂浆的强度等级有最直接的关系，同时也与砌体中块材的形状、尺寸、砌筑方式等因素有关，而且在同样条件下砌体的抗压强度系一随机变量，其概率密度分布函数可视为正态分布（图1-6）。

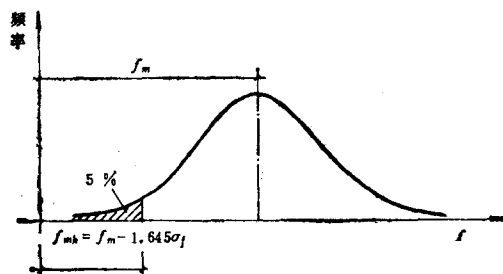


图 1-6 砌体强度概率密度分布

我国《砌体结构设计规范》组根据大量的试验数据，通过统计分析，并经过多次校正，采用了与国际上比较接近，又和我国实践相吻合的，以二项式表达的各类砌体平均抗压强度公式为：

$$f_m = k_1 f_1^\alpha (1 + 0.07 f_2) k_2 \quad (1-1)$$

式中 f_1 ——块体（砖、石、砌块）抗压强度平均值（N/mm²）；

f_2 ——砂浆平均抗压强度（N/mm²）；

α ——随砌体中块材类别等因素而变化的系数（见表1-2）；

k_1, k_2 ——砌体强度修正系数（见表1-2）。

(2) 砌体的标准抗压强度 f_k

砌体的标准抗压强度，是指具有95%保证率的抗压强度值，亦即按概率分布0.05的分

表 1-2 式 (1-1) 中的参数

序号	砌体种类	k_1	α	k_2
1	粘土砖、空心砖、非烧结硅酸盐砖	0.78	0.5	当 $f_2 < 1$ 时, $k_2 = 0.6 + 0.4f_2$
2	1砖厚空斗	0.13	1.0	当 $f_2 = 0$ 时, $k_2 = 0.8$
3	混凝土小型砌块	0.46	0.9	当 $f_2 = 0$ 时, $k_2 = 0.8$
4	中型砌块	0.47	1.0	当 $f_2 > 5$ 时, $k_2 = 1.15 - 0.03f_2$
5	毛料石	0.79	0.5	当 $f_2 < 1$ 时, $k_2 = 0.6 + 0.4f_2$
6	毛石	0.22	0.5	当 $f_2 < 2.5$ 时, $k_2 = 0.4 + 0.24f_2$

注: k_2 在表列条件以外时均等于1.0。

位值确定之。由图1-6可得:

$$f_K = f_m - 1.645\sigma_f = f_m(1 - 1.645\delta_f) \quad (1-2)$$

式中 $\delta_f = \frac{\sigma_f}{f_m}$ (σ_f 为砌体抗压强度标准差), 称作砌体强度的变异系数。由大量试验资料, 建议:

1) 当砌体受压时, 除毛石外, 对各类砌体抗压强度的变异系数取为0.17。毛石砌体因强度变异较大, 取为0.21。

2) 各类砌体抗拉、抗弯、抗剪变异系数取0.20。

将受压的变异系数 δ_f 值代入式(1-2), 即可得到砌体抗压强度平均值 f_m 与其标准值 f_K 的关系为:

对于各类砖砌体抗压强度标准值 $f_K = 0.72f_m$;

对于毛石砌体抗压强度标准值 $f_K = 0.671f_m$ 。

不同强度等级的块材与不同强度等级砂浆砌筑的砌体, 其平均抗压强度可由式(1-1)求出, 再根据 f_K 与 f_m 之间的关系, 求出各类砌体的抗压标准强度, 见表1-3~1-8。

表 1-3 砖砌体的抗压强度标准值 (MPa)

砖强度等级	砂 浆 强 度 等 级							砂浆强度
	M15	M10	M7.5	M5	M2.5	M1	M0.4	0
MU30	6.25	5.18	4.65	4.11	3.58	3.26	2.38	1.83
MU25	5.70	4.73	4.24	3.76	3.27	2.98	2.17	1.67
MU20	5.10	4.23	3.79	3.36	2.92	2.66	1.94	1.49
MU15	4.42	3.66	3.29	2.91	2.53	2.31	1.68	1.29
MU10	3.61	2.99	2.68	2.38	2.07	1.88	1.37	1.06
MU7.5	—	2.59	2.32	2.06	1.79	1.63	1.19	0.91

表 1-4 一砖厚空斗砌体的抗压强度标准值 (MPa)

砖强度等级	砂 浆 强 度 等 级				砂浆强度
	M5	M2.5	M1	M0.4	0
MU20	2.48	2.16	1.96	1.89	1.47
MU15	1.86	1.62	1.47	1.42	1.10
MU10	1.24	1.08	0.98	0.94	0.73
MU7.5	0.93	0.81	0.74	0.91	0.55

表 1-5 混凝土小型空心砌块砌体的抗压强度标准值 (MPa)

砌块强度等级	砂 浆 强 度 等 级				砂浆强度
	M10	M7.5	M5	M2.5	0
MU15	6.44	5.78	5.12	4.45	3.03
MU10	4.47	4.01	3.55	3.09	2.10
MU7.5	3.45	3.10	2.74	2.39	1.62
MU5	—	2.15	1.90	1.66	1.13
MU3.5	—	—	1.38	1.20	0.82

表 1-6 中型砌块砌体的抗压强度标准值 (MPa)

砌块强度等级	砂 浆 强 度 等 级				砂浆强度
	M10	M7.5	M5	M2.5	0
MU15	7.33	7.16	6.85	5.96	5.08
MU10	4.89	4.77	4.57	3.98	3.38
MU7.5	3.67	3.58	3.43	2.98	2.54
MU5	—	2.39	2.28	1.99	1.69
MU3.5	—	—	1.60	1.39	1.18

表 1-7 毛料石砌体的抗压强度标准值 (MPa)

料石强度等级	砂 浆 强 度 等 级				砂浆强度
	M7.5	M5	M2.5	M1	0
MU100	8.67	7.58	6.68	6.09	3.41
MU80	7.76	6.87	5.98	5.44	3.05
MU60	6.72	5.95	5.18	4.71	2.64
MU50	6.13	5.43	4.72	4.30	2.41
MU40	5.49	4.86	4.23	3.85	2.16
MU30	4.75	4.20	3.66	3.33	1.87
MU20	3.88	3.43	2.99	2.72	1.53
MU15	3.36	2.97	2.59	2.36	1.32
MU10	2.74	2.43	2.11	1.92	1.08

表 1-8 毛石砌体的抗压强度标准值 (MPa)

毛石强度等级	砂 浆 强 度 等 级					砂浆强度
	M7.5	M5	M2.5	M1	M0.4	0
MU100	2.03	1.80	1.56	0.91	0.68	0.53
MU80	1.82	1.61	1.40	0.82	0.61	0.48
MU60	1.57	1.39	1.21	0.71	0.53	0.41
MU50	1.44	1.27	1.11	0.64	0.48	0.38
MU40	1.28	1.14	0.99	0.58	0.43	0.34
MU30	1.11	0.98	0.86	0.50	0.37	0.29
MU20	0.91	0.80	0.70	0.41	0.30	0.24
MU15	0.79	0.70	0.61	0.35	0.26	0.21
MU10	0.64	0.57	0.49	0.29	0.21	0.17

1.3.2 砌体的轴心受拉、受弯和受剪性能

1.3.2.1 砌体轴心受拉

当设计圆形水池或谷仓时，液体或松散物体对池壁的压力，将会在池壁内产生轴向拉力（图1-7）。按照力的作用方向以及砌体材料本身的特点，砌体轴心受拉时，将会有下述几种破坏情况：

1) 力的作用方向平行于灰缝：当块材的强度较高，砂浆的强度较低，砂浆与块材间的切向粘结力低于块材的抗拉强度时，将沿灰缝的齿状发生（图1-8a）破坏，称作齿缝破坏；当块材的强度低，砂浆的强度高，砂浆与块材的切向粘结强度高于砖的抗拉强度时，

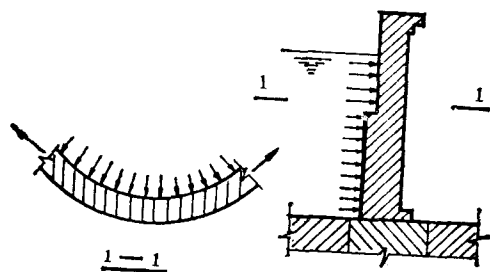


图 1-7 砌体轴心受拉

将沿竖向灰缝及砖面发生破坏（图1-8b），称作块体截面破坏。

2) 力的方向垂直水平灰缝：这时在水平灰缝中产生法向拉应力，由于砂浆与块材间的法向粘结强度一般较小，故砌体极易沿水平灰缝发生（图1-8c）破坏，称作沿通缝破坏。因块材与灰缝的法向粘结强度不易得到保证，故通缝的强度较低，设计时应避免采用沿水平通缝截面的受拉构件。

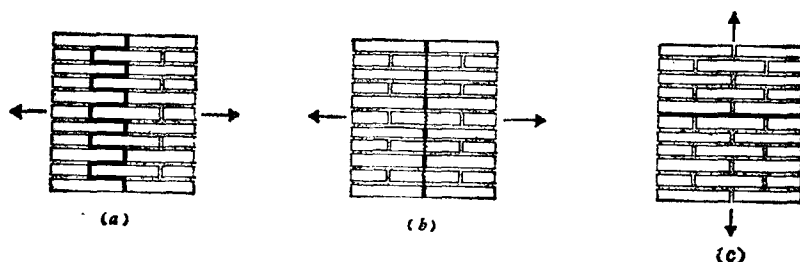


图 1-8 砌体轴心受拉破坏情况

我国《砌体结构设计规范》组对各种受拉破坏情况作了大量研究，并给定了其相应的平均强度公式。根据强度概率分布和变异系数，当取保证率为95%时，则砌体相应的抗拉标准强度如表1-9所示。

1.3.2.2 砌体的弯曲受拉

用块材砌筑的挡土墙，砖过梁等砌体结构，在弯矩作用下，因受拉而破坏。砌体的弯曲