

中等专业学校工业与民用建筑专业系列教材

建筑结构

(下册)

王学通 主编
王文仲 副主编

武汉工业大学出版社



中等专业学校“工业与民用建筑专业”系列教材

建 筑 结 构

(下册)

王学通 主 编
王文仲 副主编

武汉工业大学出版社

• 武汉 •

图书在版编目(CIP)数据

建筑结构 下册/王学通主编. —武汉:武汉工业大学出版社, 2002. 12 重印
中等专业学校“工业与民用建筑专业”系列教材

ISBN 7-5629-1194-0

I. 建… I. 王… III. 建筑结构-专业学校-教材 IV. TU3

武汉工业大学出版社出版发行
(武汉洪山路狮路122号 邮编:430070)

各地新华书店经销

湖北京山县印刷厂印刷

开本:787×1092 1/16 印张:15.5 字数:369千字

1997年12月第1版 2002年12月第5次印刷

印数:15001—17000册

定价:15.00元

(本书如有印装质量问题,请向承印厂调换)

中等专业学校“工业与民用建筑专业”系列教材

出版说明

为了适应中等专业学校“工业与民用建筑专业”教学,以及该专业中专层次各种形式办学和培训的需要,武汉理工大学出版社组织了部分建筑材料、建筑工程中等专业学校,邀请熟悉中专教学规律,有丰富教学实践经验和体会的教师,编写了中等专业学校“工业与民用建筑专业”系列教材。

这套教材依据建设部普通中等专业学校“工业与民用建筑专业”培养方案规定的培养目标、毕业生的业务范围和基本规格。各科内容按照培养方案提出的毕业生应具备的基础知识、专业知识和业务能力的要求进行编写。在编写中,力求做到理论联系实际,结构体系合理,取材恰当,叙述清楚,具有思想性、科学性、实用性、先进性的鲜明特点。在专业技术方面,采用国家颁发的现行规范、标准和规定。教材中的专业术语、符号和计量单位采用《建筑设计通用符号、计量单位和基本术语》国家标准,并应符合《中华人民共和国法定计量单位使用方法》及有关国家标准的规定。

这套教材主要用于中等专业学校工业与民用建筑专业和相关专业的相关课程教学,也可供中专层次的电教函授、自学考试、职工岗位技术培训等参考选用。我们诚恳期望广大读者在使用这套教材的过程中提出宝贵意见和建议,以便今后不断修改和完善。

中等专业学校“工业与民用建筑专业”系列教材编委会

1997年5月8日

中等专业学校“工业与民用建筑专业”系列教材

编委会成员名单

顾问: 周功亚

主任: 高鸣涵

副主任: 曹文聪 孙成林 范文昭

委员:	周相玉	吴润华	高远	陈英	朱永祥	毛小玲	余胜光
	冯美宇	梁春光	赵爱民	范德均	王学通	范文昭	宫杰
	张文祥	吴振旺	喻建华	杨太生	叶胜川	高文安	吴泽
	丁卿	刘自强	胡兴福	吴明军	危道军	杜喜成	蔡德明
	田道全	李梅	黄春	杨学忠			

秘书长: 杨学忠

前 言

《建筑结构》是中等专业学校“工业与民用建筑专业”系列教材之一,是以建设部中等专业学校工民建与村镇建设专业指导委员会所制订的《工业与民用建筑专业培养方案》(送审稿)为指导原则,根据在武汉召开的中专工民建专业系列教材编委会讨论拟定的编写大纲编写而成的。全书共二十一章,分上、下两册。本书为下册,包括砌体结构和钢结构等内容。

本书的编写遵照了国家颁发的有关规范、规程、标准,采用了法定计量单位。适用于各类中专层次的工业与民用建筑、村镇建设专业的教学和自学要求。在编写过程中,力求深浅适宜,内容精炼,叙述有序,突出重点,图文并茂,理论联系实际。本书着重基本理论和基本知识的叙述,摒弃了冗繁的公式推导,代之以定性的描述,力图阐明思路。此外,适当增加了例题的数目和解题的细度以利自学。

为便于组织教学和学生自学,本书每章均附有小结、思考题和习题,并给出了课程设计任务书。

本书由天津建筑材料工业学校王学通(第十六章至第二十一章)、王文仲(第十三章至十五章)编写。承蒙何为副教授主审,在此表示衷心感谢。

时间仓促,更兼编者水平所限,书中疏漏与不妥之处在所难免,敬请使用本书的广大师生批评指正。

编 者

1997 年于天津

目 录

第十三章 砌体及其基本力学性能	1
第一节 砌体的种类	1
第二节 材料强度等级	2
第三节 砌体的力学性能	4
第十四章 砌体结构构件的承载力计算	12
第一节 砌体结构承载力计算的基本表达式	12
第二节 受压构件	12
第三节 局部受压	16
第四节 轴心受拉、受弯、受剪构件	22
第十五章 混合结构房屋墙、柱设计	26
第一节 房屋的空间工作和静力计算方案	26
第二节 墙、柱高厚比验算	28
第三节 刚性方案房屋的计算	34
第四节 弹性及刚弹性方案房屋的计算	42
第五节 砌体结构中的过梁与圈梁	44
第六节 砌体结构的构造要求	49
第十六章 钢结构材料与计算方法	55
第一节 钢结构的特点、应用范围与发展	55
第二节 钢材的机械性能与化学成分	57
第三节 其它因素对钢材性能的影响	61
第四节 钢材的品种与选用	63
第五节 钢结构的设计方法与设计指标	66
第十七章 连 接	71
第一节 钢结构的连接方法	71
第二节 焊接的基本知识	71
第三节 对接焊缝的构造与计算	75
第四节 角焊缝的构造与计算	78
第五节 焊接残余应力与焊接变形	85
第六节 普通螺栓连接的构造与计算	87
第七节 高强度螺栓连接的构造与计算	95
第十八章 轴心受力构件	103
第一节 轴心受力构件的强度与刚度计算	103
第二节 轴心受压构件的稳定计算	105
第三节 实腹式轴心受压构件的截面设计	110

第四节	格构式轴心受压构件的设计	114
第五节	轴心受压构件的柱头与柱脚	121
第十九章	受弯构件——梁	127
第一节	概 述	127
第二节	梁的强度、刚度和整体稳定	127
第三节	型钢梁设计	137
第四节	焊接组合梁截面设计	141
第五节	梁的局部稳定和加劲肋设计	148
第六节	梁的支座与主次梁连接	156
第二十章	偏心受力构件	159
第一节	偏心受力构件的强度与刚度	159
第二节	压弯构件的整体稳定	161
第三节	压弯构件的截面设计	164
第二十一章	钢屋盖	168
第一节	钢屋架的形式及尺寸	168
第二节	钢屋盖的支撑	172
第三节	屋盖荷载与内力的计算	176
第四节	杆件的计算长度与容许长细比	180
第五节	屋架杆件的截面设计	181
第六节	屋架的节点设计	184
第七节	屋架的施工图	191
第八节	普通钢屋架设计实例	191
第九节	轻型钢屋架	207
	钢结构课程设计任务书	219
	附 录	221
	参考文献	240

第十三章 砌体及其基本力学性能

第一节 砌体的种类

砌体是由块体和砂浆砌筑而成的整体。砌体分为无筋砌体和配筋砌体两大类。根据块体的不同,无筋砌体有:砖砌体、砌块砌体和石砌体。在砌体中配有钢筋或钢筋混凝土的称为配筋砌体。

一、砖砌体

在房屋建筑中,砖砌体通常用作内外墙、柱及基础等承重结构,围护墙及隔断墙等非承重结构。承重墙一般多做成实心的。

实心砖砌体按照砖的搭砌方式,有一顺一丁、三顺一丁或五顺一丁的砌筑方法。试验表明,采用同样强度等级的砖和砂浆,按上述三种方法砌筑的砌体,其抗压强度没有明显的差异。

当采用标准尺寸($240\text{mm} \times 115\text{mm} \times 53\text{mm}$)的实心砖或空心砖时,为了符合砖的模数,墙厚可取为 240(1 砖)、370($1\frac{1}{2}$ 砖)、490(2 砖)、620($2\frac{1}{2}$ 砖)或 740(3 砖)等。有时为了节省材料,实心砖墙体厚度也可按 $1/4$ 砖长的倍数设计。因此,有些砖必须侧砌而形成 180mm、300mm 和 420mm 等厚度。空心砖也可砌成 90mm、180mm、240mm、290mm 及 390mm 厚的墙体。

空斗墙是将部分或全部砖侧砌而成。砌筑方法有一眠一斗、一眠多斗和无眠斗墙(图 13-1)。空斗墙与实心墙相比,具有节约砖和砂浆,降低造价及减轻自重的优点。但其整体性和抗震性能较差,一般只作为非地震区 1~3 层一般民用建筑的墙体。

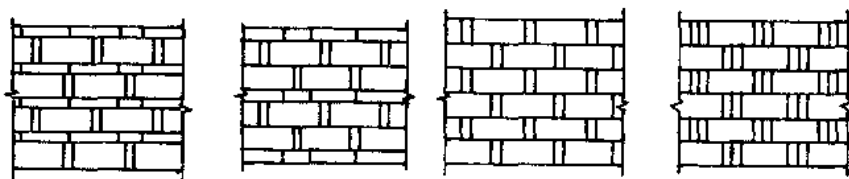


图 13-1 空斗墙砌筑方法

二、砌块砌体

砌块代替粘土砖做墙体材料是墙体改革的一项重要措施,它利用建筑工业化、减轻体力劳动及加快施工进度。由于砌块单块自重重大,故必须使用吊装机具。在选择砌块的规格尺寸和型号时,应考虑吊装设备的能力和房屋墙体的分块情况,并应尽量减少砌块的类型。常用的砌块有混凝土中型、小型空心砌块和粉煤灰中型实心砌块。主要用于住宅、学校、办公楼及一般工业建筑的承重墙或围护墙。

三、石砌体

石砌体有料石砌体、毛石砌体和毛石混凝土砌体。在石材产地石材价格低廉,其应用较为广泛。料石砌体一般用于建筑房屋、石拱桥、石坝等构筑物。由于料石加工困难,故一般多采用毛石砌体。用毛石砌体建造的多层房屋可达到5层。

毛石混凝土砌体是在模板内交替铺置混凝土层及形状不规则的毛石层构成的。毛石混凝土砌体通常用作一般房屋和构筑物的基础。

四、配筋砖砌体

当砖砌体构件截面尺寸较大,需要减小其截面尺寸,提高砌体的强度时,可在砌体的水平灰缝中每隔几层砖放置一层钢筋网(图13-2),称为网状配筋砖砌体或横向配筋砖砌体。

当构件的偏心较大时,可在竖向灰缝内或在垂直于弯矩方向的两个侧面预留的竖向凹槽内,放置纵向钢筋和浇注混凝土(图13-3),这种配筋称为组合砖砌体。

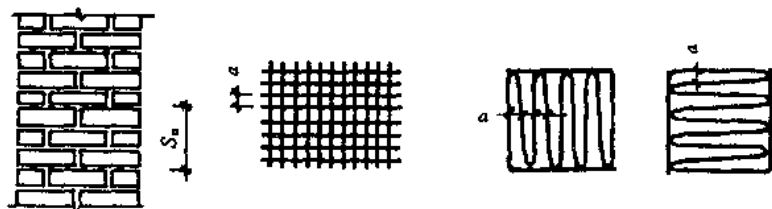


图13-2 网状配筋砖砌体

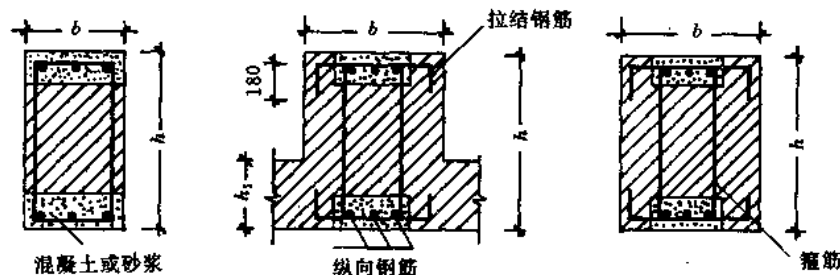


图13-3 组合砖砌体构件截面

第二节 材料强度等级

一、烧结普通砖、非烧结硅酸盐砖和承重粘土空心砖

烧结普通砖、非烧结硅酸盐砖和承重空心砖的强度等级,根据标准试验方法所测得的抗压和抗折强度分为六级:MU30、MU25、MU20、MU15、MU10和MU7.5。其中MU是块体强度等级的表示符号,其后数字表示块体抗压强度的大小,单位 N/mm^2 (MPa)。

我国空心砖的主要规格有三种,如图13-4所示。

模数空心砖KM1,尺寸为 $190\text{mm} \times 190\text{mm} \times 90\text{mm}$ (图13-4a);

普通空心砖KP1,尺寸为 $240\text{mm} \times 115\text{mm} \times 90\text{mm}$ (图13-4b);

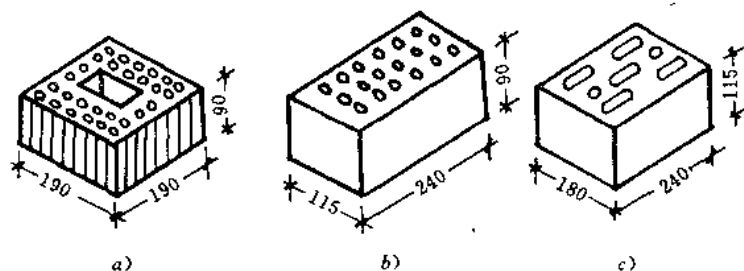


图 13-4 不同规格的空心砖

(a)KM1;(b)KP1;(c)KP2

普通空心砖 KP2, 尺寸为 $240\text{mm} \times 180\text{mm} \times 115\text{mm}$ (图 13-4c)。

二、砌块

砌块的强度等级分为五级: MU15、MU10、MU7.5、MU5 和 MU3.5。砌块的强度等级是由单个砌体的破坏荷载, 按毛截面折算的抗压强度来确定的。

三、石材

石材的强度等级分为九级: MU100、MU80、MU60、MU50、MU40、MU30、MU20、MU15 和 MU10。

石材的强度等级是以边长为 70mm 的立方体试块测得的抗压强度确定的。

四、砂浆

砂浆在砌体中的作用是将块材粘结成整体, 并因抹平块体表面而使应力分布较为均匀。同时, 砂浆填满块材间的缝隙而减少了砌体的透气性, 从而提高了砌体的隔热性和抗冻性能。

砂浆按其不同组成可分为以下三类:

(一) 水泥砂浆

由水泥与砂加水拌合而成, 它是不加任何塑性掺合料的纯水泥砂浆。这种砂浆具有较高的强度和较好的耐久性, 但流动性及保水性较差, 适用于水中及潮湿环境中的砌体以及对强度有较高要求的砌体。

(二) 混合砂浆

有塑性掺合料的水泥砂浆, 一般用石灰、粘土为塑性掺合料, 如水泥石灰砂浆、水泥粘土砂浆。这类砂浆具有一定的强度和耐久性, 同时流动性和保水性较好, 适用于砌筑一般的墙、柱砌体。

(三) 石灰砂浆、粘土砂浆和石膏砂浆

这类不含水泥的砂浆强度较低, 耐久性也较差, 仅适用于砌筑受力不大的砌体, 以及简易或临时性建筑的砌体中。

砂浆的强度等级是将边长为 70.7mm 的标准立方体试块养护到 28 天测其抗压极限强度来划分, 共有 M15、M10、M7.5、M5、M2.5、M1 和 M0.4 七级。其中 M 是砂浆强度等级的表示符号, 其后数字表示砂浆强度大小, 单位 N/mm^2 。

第三节 砌体的力学性能

一、砌体的抗压强度

砌体是由单块块体用砂浆垫平粘结而成,因而它的受压工作与单一匀质材料受压工作有很大的差别。由于砂浆铺砌不均匀等因素,使块体的抗压强度不能充分发挥,即砌体的抗压强度将低于块体的抗压强度。为了正确了解砌体的受压工作性能,我们以砖砌体为例,研究在荷载作用下砌体的破坏特征并分析破坏前砌体内单块砖的应力状态。

(一)砖砌体在轴心受压下的破坏特征

根据试验表明,砖砌体的破坏大致经历以下三个阶段:

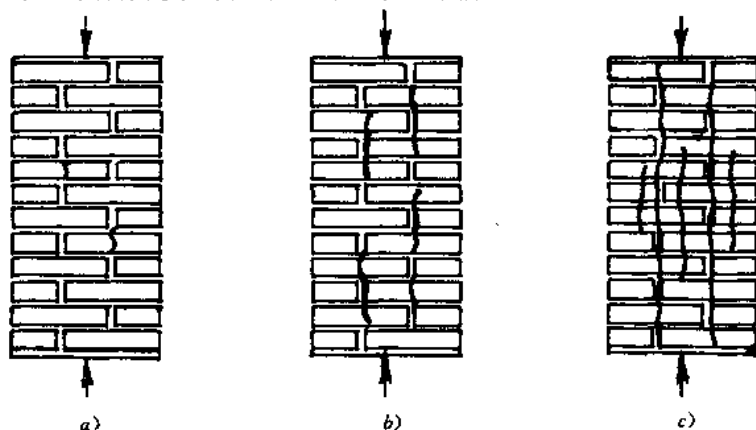


图 13-5 砌体轴心受压的破坏特征

第一阶段,从开始加荷到个别砖出现第一条(或第一批)裂缝,如图 13-5a 所示。这个阶段的特点是如不再增加荷载,裂缝也不扩展。出现第一批裂缝的荷载约为破坏荷载的 0.5~0.7 倍。

第二阶段,随着荷载的增加,单块砖内个别裂缝不断开展并扩大,并沿竖向通过若干层砖形成连续裂缝,如图 13-5b 所示。即使荷载不增加,裂缝仍旧继续扩展,砌体已临近破坏,处于十分危险的状态。这时的荷载约为破坏荷载的 0.8~0.9 倍。

第三阶段,砌体完全破坏的瞬间为第三阶段。继续增加荷载,裂缝将迅速开展,砌体被几条贯通的裂缝分割成互不相连的若干小柱,如图 13-5c 所示,小柱朝侧向突出,其中某些小柱可能被压碎,以致最终丧失承载力而破坏。

(二)砖砌体受压应力状态的分析

由于砖铺砌在厚度、密实性都不均匀的砂浆层上,砖的表面又不完全平整和规则,故当砌体受压时,砖承受的压力是不均匀的,而处于受弯、受剪和局部受压状态下,如图 13-6 所示。由于砖的厚度小,又是脆性材料,其

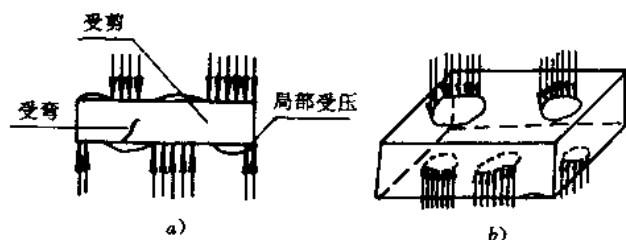


图 13-6 砌体中的应力状态

(a)砌体中个别砖的受力状态;(b)砖表面砂浆不均匀

抗剪、抗弯强度远低于抗压强度,砌体的第一批裂缝就是由于单块砖的受弯、受剪破坏引起的。

单块砖在砌体内除了受弯、受剪外还要受拉,这是由于砌体竖向受压时,要产生横向变形,强度等级较低的砂浆横向变形比砖大,由于砖与砂浆之间的粘结力和摩擦力的存在,砖将阻止砂浆的横向变形,砂浆受到了横向压力,砖受到了横向拉力。这种横向拉力也是促使砖在较小的荷载下提早开裂的原因之一。

(三)影响砌体抗压强度的因素

根据上述试验研究的分析,可以看出影响砌体抗压强度的因素,主要有以下几方面:

1. 块体的强度、尺寸和形状的影响

砌体的强度主要取决于块体的强度,块体的强度等级愈高,其抗弯、抗剪强度也愈大,它在砌体中愈不容易开裂,因而其组成砌体的抗压强度也愈高。

增加块体的厚度,其抗弯、抗剪能力亦会增加,同样会提高砌体的抗压强度。当采用砌块砌体时,可考虑以适当增大砌块厚度的办法来提高砌体的抗压强度。

块体的形状规则与否也将影响砌体的抗压强度。块体的表面愈平整,灰缝的厚度将愈均匀,从而减少块体的受弯受剪作用,砌体的抗压强度就会提高。

2. 砂浆的强度及和易性的影响

砂浆强度过低将加大块体与砂浆横向变形的差异,对砌体抗压强度不利。但单纯提高砂浆强度并不能使砌体的抗压强度有很大提高。一般情况下的砖砌体,当砖强度等级不变,砂浆强度等级提高一级,砌体抗压强度只提高约 15%,而当砂浆强度等级不变,砖强度等级提高一级,砌体的抗压强度可提高 20%。这是因为影响砌体抗压强度的主要因素是块体的强度等级,块体与砂浆横向变形的差异不是主要因素。因此,设计中用提高砂浆强度等级来提高砌体抗压强度的作法,不如用提高砖强度等级的作法更有效。

和易性好的砂浆具有很好的流动性和保水性。在砌筑时易于铺成均匀、密实的灰缝,减少了单个块体在砌体中弯、剪应力,因而提高了砌体的抗压强度。混合砂浆的保水性和流动性比纯水泥砂浆好,用混合砂浆砌筑的砌体强度比相应同强度等级纯水泥砂浆砌筑砌体高。所以用纯水泥砂浆砌筑的砌体,其抗压强度应适当折减。

3. 砌筑质量的影响

砌筑质量对砌体抗压强度的影响,主要表现在水平灰缝砂浆的饱满程度。若水平灰缝砂浆饱满均匀,可以改善块体在砌体内的受力性能,使之比较均匀受压。《砌体施工及验收规范》规定水平灰缝砂浆饱满程度应大于等于 80%。

灰缝的厚度也将影响砌体强度。水平灰缝厚些容易铺得均匀,但增加了砖的横向拉应力;灰缝过薄,使砂浆难以均匀铺砌。实践证明,水平灰缝厚度宜为 8mm~12mm。

(四)各类砌体的抗压强度

1. 各类砌体轴心抗压强度的平均值 f_m

根据国内试验资料,经统计分析而建立了各类砌体都适用的砌体抗压强度平均值 f_m 的计算公式,如下式所示:

$$f_m = K_1 f_1 (1 + 0.07 f_2) K_2 \quad (13-1)$$

式中 f_1, f_2 ——分别为块体和砂浆的抗压强度平均值(N/mm²);

K_1 ——与块体类别和砌筑方法有关的系数,对于砖砌体取 0.78;

K_2 ——强度低的砂浆对砌体强度的调整系数,对于砖砌体当 $f_2 < 1\text{N/mm}^2$ 时, $K_2 = 0.6$

$+0.4f_2$, 当 $f_2 > 1\text{N/mm}^2$ 时, $K_2 = 1.0$;

α ——与块体高度有关的系数, 对于砖砌体取 0.5。

2. 各类砌体轴心抗压强度标准值 f_k

各类砌体的抗压强度标准值是表示其抗压强度的基本代表值, 由概率分布的 0.05 分位数 (保证率为 95%) 确定。即

$$f_k = f_m (1 - 1.645\delta_f) \quad (13-2)$$

式中 δ_f ——各类砌体抗压强度变异系数, 见表 13-1。

表 13-1 砌体强度变异系数 δ_f

砌体类别	砌体抗压强度	砌体抗拉、抗弯、抗剪强度
各种砖、砌块、毛料石砌体	0.17	0.20
毛石砌体	0.24	0.26

3. 各类砌体轴心抗压强度设计值 f

砌体的抗压强度设计值 f 与其强度标准值 f_k 的关系式为

$$f = \frac{f_k}{\gamma_f} \quad (13-3)$$

式中 γ_f ——砌体结构性能分项系数, 对各类砌体和各种强度, $\gamma_f = 1.5$ 。

各类砌体的抗压强度设计值可由表 13-2~表 13-7 查得。

表 13-2 砖砌体的抗压强度设计值 (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(300)	4.16	3.45	3.10	2.74	2.39	2.17	1.58	1.22
MU25(250)	3.80	3.15	2.83	2.50	2.18	1.98	1.45	1.11
MU20(200)	3.40	2.82	2.53	2.24	1.95	1.77	1.29	1.00
MU15(150)	2.94	2.44	2.19	1.94	1.69	1.54	1.12	0.86
MU10(100)	2.40	1.99	1.79	1.58	1.38	1.26	0.91	0.70
MU7.5(75)	—	1.73	1.55	1.37	1.19	1.09	0.79	0.61

注: 灰砂砖砌体的抗压强度设计值, 应根据试验确定。

表 13-3 一砖厚空斗砌体的抗压强度设计值 (MPa)

砖强度等级	砂浆强度等级				砂浆强度
	M5	M2.5	M1	M0.4	0
MU20(200)	1.65	1.44	1.31	1.26	0.98
MU15(150)	1.24	1.08	0.98	0.94	0.73
MU10(100)	0.83	0.72	0.65	0.63	0.49
MU7.5(75)	0.62	0.54	0.49	0.47	0.37

注: 一砖厚空斗砌体包括无眠空斗、一眠一斗、一眠二斗和一眠多斗数种。

表 13-4 混凝土小型空心砌块砌体的抗压强度设计值 (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	4.29	3.85	3.41	2.97	2.02
MU10	2.98	2.67	2.37	2.06	1.40
MU7.5	2.30	2.06	1.83	1.59	1.08

续表 13-4

砌块强度等级	砂浆强度等级				砂浆强度
	M10	M7.5	M5	M2.5	0
MU5	—	1.43	1.27	1.10	0.75
MU3.5	—	—	0.92	0.80	0.54

注：①对错孔砌筑的砌体，应按表中数值乘以 0.8。

②对独立柱或厚度为双排砌块的砌体，应按表中数值乘以 0.7。

③对 T 形截面砌体，应按表中数值乘以 0.85。

④对用不低于砌块材料强度的混凝土灌实的砌体，可按表中数值乘以系数 ϕ_1 ， $\phi_1 = [0.8/(1-\delta)] \leq 1.5$ ， δ 为砌块空心率。

表 13-5 中型砌块砌体的抗压强度设计值(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	4.89	4.77	4.57	3.98	3.38
MU10	3.26	3.18	3.04	2.65	2.26
MU7.5	2.44	2.39	2.28	1.99	1.69
MU5	—	1.59	1.52	1.32	1.13
MU3.5	—	—	1.06	0.93	0.79

注：①对错孔砌筑的单排方孔空心砌块砌体，当空心率 $\delta > 0.4$ 时，应按表中数值乘以系数 ϕ_2 ， $\phi_2 = 1 - 1.25(\delta - 0.4)$ 。

②对用不低于砌块材料强度的混凝土灌实的砌体，可按表中数值乘以系数 ϕ_1 ， ϕ_1 应按表 13-4 注④采用。

表 13-6 毛料石砌体的抗压强度设计值(MPa)

石材强度等级	砂浆强度等级				砂浆强度
	M7.5	M5	M2.5	M1	0
MU100	5.78	5.12	4.46	4.06	2.28
MU80	5.17	4.58	3.98	3.63	2.04
MU60	4.48	3.96	3.45	3.14	1.76
MU50	4.09	3.62	3.15	2.87	1.61
MU40	3.66	3.24	2.82	2.57	1.44
MU30	3.17	2.80	2.44	2.22	1.25
MU20	2.59	2.29	1.99	1.81	1.02
MU15	2.24	1.98	1.72	1.57	0.38
MU10	1.83	1.62	1.41	1.28	0.72

注：对下列各类料石砌体，应按表中数值分别乘以系数：

细料石砌体 1.5；

半细料石砌体 1.3；

粗料石砌体 1.2；

周边密缝石砌体 0.8。

表 13-7 毛石砌体的抗压强度设计值(MPa)

石材强度等级	砂浆强度等级					砂浆强度
	M7.5	M5	M2.5	M1	M0.4	0
MU100	1.35	1.20	1.04	0.61	0.45	0.36
MU80	1.21	1.07	0.93	0.54	0.40	0.32
MU60	1.05	0.93	0.81	0.47	0.35	0.28
MU50	0.96	0.85	0.74	0.43	0.32	0.25
MU40	0.86	0.76	0.66	0.38	0.29	0.22
MU30	0.74	0.66	0.57	0.33	0.25	0.19
MU20	0.60	0.54	0.47	0.27	0.20	0.16
MU15	0.52	0.46	0.40	0.24	0.18	0.14
MU10	0.43	0.38	0.33	0.19	0.14	0.11

二、砌体的轴心抗拉、抗弯和抗剪强度

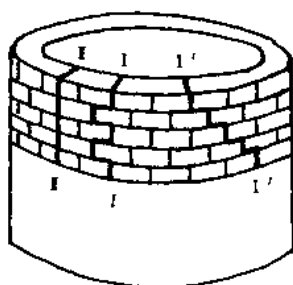
砌体的抗压强度较高,大多数用来承受压力,但实际工程中,砌体有时也用来承受轴向拉力、弯矩和剪力。

(一)各类砌体的轴向抗拉强度设计值 f_t

在圆形水池设计中,由于内部液体的压力在池壁中产生环向水平拉力,而使砌体垂直截面处于轴心受拉状态(图 13-7)。

由图可见,砌体轴心受拉破坏有两种基本形式:

1. 当块体强度等级较高,砂浆强度等级较低时,砌体将沿齿缝破坏(图 13-7a)中的 I-I、I'-I' 均



a)



b)

图 13-7 砌体的轴心受拉

为齿缝破坏)。这时,砌体的抗拉强度取决于块体与砂浆连接面的粘结强度。砌体单位面积上的抗拉设计强度 f_t 可由表 13-8 中查得。

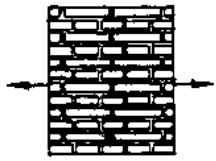
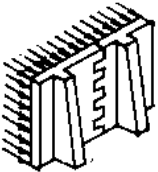
2. 当块体强度较低,而砂浆强度等级较高时,砌体的破坏可能沿竖直灰缝和块体截面连成的直线破坏(图 13-7a 中的 I-I)。这时,砌体的抗拉强度只取决于块体的强度,与砂浆无关。砌体单位面积上的抗拉设计强度 f_t 可由表 13-9 中查得。

因此,在工程设计中,对于上述两种破坏形式的可能性都应予以考虑,取用表 13-8 和表 13-9 中偏低的抗拉设计强度值。

(二)各类砌体的弯曲抗拉强度设计值 f_{tm}

带支墩的挡土墙和风荷载作用下的围墙均属受弯构件(图 13-8)。在挡土墙中,土压力将使墙壁在水平和竖直两个方向发生弯曲受拉。由图可见,砌体的弯曲受拉破坏有三种基本形式:

表 13-8 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(MPa)

序号	强度类别	破坏特征及砌体种类	砂浆强度等级						
			M10	M7.5	M5	M2.5	M1	M0.4	
1	轴心抗拉	 沿齿缝	粘土砖、空心砖	0.20	0.17	0.14	0.10	0.06	0.04
			混凝土小型空心砌块	0.10	0.08	0.07	0.05	—	—
			混凝土中型空心砌块	0.08	0.06	0.05	0.04	—	—
			粉煤灰中型实心砌块	0.05	0.04	0.03	0.02	—	—
			毛石	0.09	0.08	0.06	0.04	0.03	0.02
2	弯曲抗拉	 沿齿缝	粘土砖、空心砖	0.36	0.31	0.25	0.18	0.11	0.07
			混凝土小型空心砌块	0.12	0.10	0.08	0.06	—	—
			混凝土中型空心砌块	0.09	0.08	0.06	0.04	—	—
			粉煤灰中型实心砌块	0.06	0.05	0.04	0.03	—	—
			毛石	0.14	0.12	0.10	0.08	0.04	0.03
	抗拉	 沿通缝	粘土砖、空心砖	0.18	0.15	0.12	0.09	0.06	0.04
			混凝土小型空心砌块	0.08	0.07	0.06	0.04	—	—
			混凝土中型空心砌块	0.06	0.05	0.04	0.03	—	—
			粉煤灰中型实心砌块	0.04	0.03	0.03	0.02	—	—
			毛石	0.22	0.20	0.16	0.11	0.07	0.04
3	抗剪	粘土砖、空心砖	0.18	0.15	0.12	0.09	0.06	0.04	
		混凝土小型空心砌块	0.10	0.08	0.07	0.05	—	—	
		混凝土中型空心砌块	0.08	0.06	0.05	0.04	—	—	
		粉煤灰中型实心砌块	0.05	0.04	0.03	0.02	—	—	
		毛石	0.22	0.20	0.16	0.11	0.07	0.04	

注:①硅酸盐砖(包括烧结与非烧结)砌体的 f_t 、 f_m 和 f_v 值,应根据试验确定。

②对于用形状规则的块体砌筑的砌体,当搭接长度与块体高度的比值小于 1 时,其 f_t 和 f_m 应按表中数值乘以比值后采用。

表 13-9 沿块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(N/mm²)

序号	强度类别	砖强度等级					
		MU30 (300)	MU25 (250)	MU20 (200)	MU15 (150)	MU10 (100)	MU7.5 (75)
1	轴心抗拉	0.29	0.28	0.26	0.23	0.20	0.18
2	弯曲抗拉	0.44	0.42	0.38	0.35	0.31	0.28

1. 当块体强度等级较高时,砌体沿齿缝破坏(图 13-8a 中的 I-I)。

2. 当块体强度等级较低,而砂浆强度等级较高时,可能沿竖直灰缝和块体截面连成的直缝(图 13-8a 中的 I-I)的破坏。

以上这两种破坏的弯曲抗拉强度设计值 f_{tm} , 分别可由表 13-8 和表 13-9 中查得。在设计时应取用两个表中 f_{tm} 的较小值。

3. 当弯矩较大时,砌体将沿弯矩最大截面的水平灰缝产生沿通缝的弯曲受拉破坏(图 13-8b 中的 II-II)。这种砌体的弯曲抗拉强度设计值可由表 13-8 中查得。

(三)各类砌体的抗剪强度设计值 f_v

砌体结构中的门窗砖过梁、拱过梁支座均属受剪构件(图 13-9)。它们可能沿阶梯形截面受剪破坏(图 13-9a),沿通缝截面受剪破坏(图 13-9b)。各类砌体的抗剪强度设计值可由表 13-8 中查得。

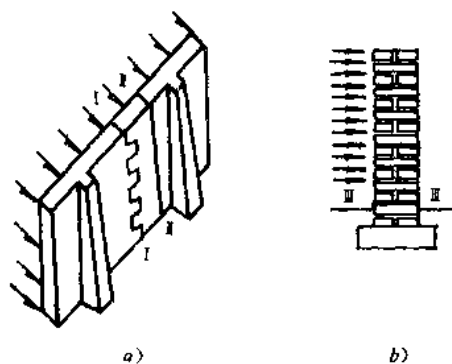


图 13-8 砌体弯曲受拉

三、砌体强度设计值的调整

在进行砌体结构设计中,遇到下列情况的各类砌体,其强度设计值应乘以调整系数 γ_a :

1. 有吊车房屋和跨度不小于 9m 的多层房屋, $\gamma_a = 0.9$ 。

2. 构件截面面积 $A < 0.3m^2$ 时, $\gamma_a = 0.7 + A$ 。

3. 各类砌体,当用水泥砂浆砌筑时,对表 13-2 ~ 表 13-7 各表中数值 $\gamma_a = 0.85$ 。对表 13-8 中的数值, $\gamma_a = 0.75$, 对粉煤灰中型实心砌块砌体, $\gamma_a = 0.5$ 。

4. 当验算施工中房屋的构件时, $\gamma_a = 1.1$ 。

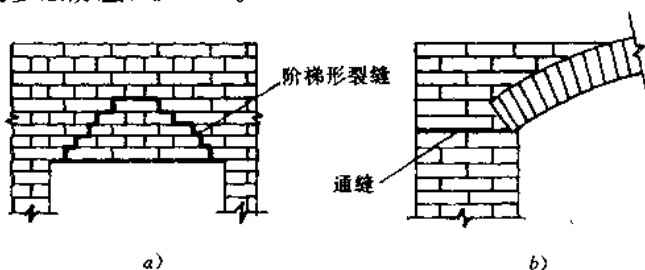


图 13-9 砌体的受剪破坏

四、砌体的弹性模量

计算砌体结构的变形时,必须知道砌体的弹性模量。砌体的弹性模量是衡量砌体抵抗变形能力的一个物理量,其大小主要通过实测的应力应变关系确定。

由于砌体为弹塑性材料,砌体在轴心压力作用下的应力-应变关系呈曲线性质如图 13-10 所示。由图中可以看出,当应力较小时,应力-应变关系近似于直线,此时砌体基本处于弹性阶段,随着应力的增加,其应变增长速度较应力快,应力-应变关系转化为曲线,说明砌体逐渐进入弹塑性阶段。因此砌体的弹性模量不是一个常数。《砌体结构设计规范》规定的砌体弹性模量见表 13-10。

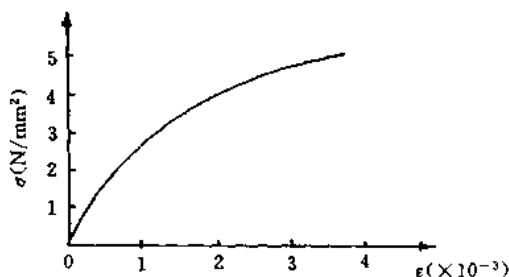


图 13-10 砌体的应力-应变曲线