

建筑结构设计系列手册

砌体结构设计手册

QI TI JIE GOU SHE JI SHOU CE

(第三版)

■ 苑振芳 主编

中国建筑工业出版社

TJ36-62
2003089

建筑结构设计系列手册

砌体结构设计手册

(第三版)

苑振芳 主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

砌体结构设计手册/苑振芳主编. —3版. —北京:
中国建筑工业出版社, 2002
(建筑设计系列手册)
ISBN 7-112-05473-7

I. 砌… II. 苑… III. 砌块结构—结构设计—手
册 IV. TU36-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 086123 号

本手册根据新颁布的国家标准《砌体结构设计规范》(GB 50003—2001)编写。内容包括:砌体材料及砌体的计算指标,砌体结构的可靠度,房屋静力计算,无筋砌体构件承载力计算,砌体结构的构造措施,配筋砖砌体和砌块砌体构件,圈梁、过梁、墙梁和挑梁,多层砌块房屋,高层配筋砌块房屋,石结构房屋,砌体房屋抗震,以及非抗震的和抗震的房屋计算实例,计算图表等,共分十四章。

本手册可供土建结构设计、科研、施工、基建人员和大专院校师生参考和使用。

* * *

责任编辑 咸大庆 王 跃

建筑设计系列手册

砌体结构设计手册

(第三版)

苑振芳 主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

新华书店经销

有色曙光印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 35¼ 插页: 1 字数: 877 千字

2002 年 12 月第三版 2002 年 12 月第九次印刷

印数: 330121—335120 册 定价: 50.00 元

ISBN 7-112-05473-7

TU·4792(11087)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题,可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.china-abp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

前 言

本手册是在 1992 年出版的《砌体结构设计手册》(第二版)的基础上,由多年从事砌体结构科研、设计和编制国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003—2001、国际标准《配筋砌体结构设计规范》ISO 9652—3 的主要起草人员,根据新颁行的《砌体结构设计规范》GB 50003—2001 编制而成。在内容上则按实际需要作了重大的修改和补充。如为适应我国墙改、节能的需要引进的新型墙体材料结构体系:蒸压灰砂砖、蒸压粉煤灰砖、非粘土烧结砖(含多孔砖)、混凝土小型空心砌块多层砌体结构体系、混凝土构造柱砖砌体组合墙结构体系、高层配筋砌块剪力墙结构体系、完整的墙梁(简支、连续和框支墙梁)结构体系,以及为适应住宅产业化和商品化,增加的许多行之有效的防止或减轻砌体结构房屋墙体开裂的构造措施和等方法。另外在编写上注重简明讲述规范背景,并给出许多可供参考应用的、系统而详实的计算实例,其中包括了为开展我国配筋砌块高层体系研究完成的国内几个配筋砌块剪力墙试点建筑的工程实例。为减少篇幅大大压缩了原手册的一些表格。

本书由中国建筑东北设计研究院主编。参加编写的单位有浙江大学建筑设计研究院、同济大学、中元国际工程设计研究院、重庆大学、北京市建筑设计研究院、江苏省建筑科学研究院。编写分工如下:

主编:苑振芳

第一章由严家熺编写;第八章由严家熺、余祖国、蒋锦兰编写;表 14-1~8 由汪树中、严家熺编写;表 14-9~15 由苑振芳、刘斌编写;第三章、第十二章第一至八节由骆万康、文定坤、向晖、余剑刚编写;第四章、第五章、第六章和第九章由苑振芳、刘斌、王欣编写;第二章、第七章、第十一章第三节、第十二章第九节和第十三章第二节由龚绍熙、李翔编写;第十章由高本立编写;第十一章第一节、第二节由周炳章编写;第十一章第四节、第五节及第十三章第三、四节由徐建、王骏孙编写。

全书由苑振芳、高连玉、闫宝民审校。

目 录

第一章 材料、砌体的计算指标及砌体结构的可靠度	1	第三节 构造要求	119
第一节 材料的分类和强度等级	1	第七章 圈梁、过梁、墙梁和挑梁	131
第二节 砌体的强度值	3	第一节 圈梁	131
第三节 砌体的弹性模量、剪变模量、线膨胀系数、收缩率、摩擦系数和其他指标	13	第二节 过梁	132
第四节 混凝土、钢筋的强度和弹性模量	14	第三节 墙梁	138
第五节 砌体结构的可靠度	15	第四节 挑梁	171
第二章 房屋的静力计算	19	第八章 多层砌块砌体房屋	177
第一节 砌体房屋的静力计算方案	19	第一节 材料选择	177
第二节 刚性方案房屋的静力计算	21	第二节 建筑设计要点	185
第三节 弹性方案房屋的静力计算	24	第三节 结构设计要点	187
第四节 刚弹性方案房屋的静力计算	25	第四节 砌块房屋的构造	189
第五节 墙、柱的计算高度和计算截面	28	第五节 砌块房屋的防裂措施	192
第六节 计算例题	30	第六节 多层砌块房屋计算实例	195
第三章 无筋砌体构件承载力计算	44	第九章 高层配筋砌块砌体房屋	206
第一节 受压构件	44	第一节 材料选择	206
第二节 局部受压	50	第二节 建筑设计要点	208
第三节 轴心受拉、受弯及受剪构件	57	第三节 结构设计要点	212
第四章 砌体结构的构造措施	65	第四节 配筋砌块高层房屋计算实例	228
第一节 墙、柱的高厚比	65	第十章 石结构房屋	270
第二节 一般构造要求	72	第一节 石材的分类和强度等级	270
第三节 防止或减轻墙体开裂的主要措施	78	第二节 石结构分类及应用	271
第五章 配筋砖砌体构件	86	第三节 石砌体	271
第一节 网状配筋砖砌体构件	86	第四节 石构件	274
第二节 组合砖砌体构件	90	第五节 重力式毛石挡土墙	276
第三节 砖砌体和钢筋混凝土构造柱组合墙	99	第六节 例题	282
第六章 配筋砌块砌体构件	103	第十一章 砌体房屋的抗震设计	291
第一节 受弯构件	103	第一节 多层砌体房屋	291
第二节 受压构件	108	第二节 底部框架-抗震墙房屋和多层内框架房屋	298
		第三节 框支墙梁房屋	305
		第四节 单层柱厂房	310
		第五节 单层空旷房屋	332
		第十二章 房屋设计实例 (非抗震设防)	351
		第一节 多层住宅房屋	351

第二节 多层轻工业厂房	354	系数 φ 表	473
第三节 多层综合办公楼	365	14-4 受压构件承载力影响	
第四节 单跨无吊车厂房	378	系数 φ_n 表	479
第五节 单跨有吊车厂房	382	14-5 矩形截面墙、柱极限高度	
第六节 多层教学楼	392	$[H_0]$ 表	484
第七节 多层内框架办公楼	402	14-6 山墙抗风柱截面选用表	488
第八节 单层单跨组合砖砌体仓库	406	14-7 网状配筋砖砌体强度计算	
第九节 框支墙梁房屋	414	及配筋率表	490
第十三章 房屋计算实例		14-8 组合砖砌体构件的稳定	
(抗震设防)	426	系数 φ_{com} 表	496
第一节 多层砌块房屋	426	14-9 钢筋混凝土和配筋砖砌体轴心受压构件的稳定系数表	497
第二节 框支墙梁房屋	434	14-10 单跨排架静力计算表	497
第三节 单层砖柱厂房	449	14-11 砖砌平拱允许均布荷载表	499
第四节 单层空旷房屋	458	14-12 钢筋砖过梁允许均布荷载表	500
第十四章 计算图表	467	14-13 钢筋混凝土过梁选用表	501
14-1 常用结构自重表	467	14-14 砖砌体常用截面特征表	502
14-2 常用截面力学特征表	471	14-15 砌块砌体常用截面特征表	551
14-3 受压构件承载力影响			

第一章 材料、砌体的计算指标及砌体结构的可靠度

第一节 材料的分类和强度等级

砌体结构是由块体和砂浆砌筑而成的墙、柱作为建筑物主要受力构件的结构。砌体结构包括砖砌体、砌块砌体和石砌体结构。砌体的强度计算指标由块体和砂浆的强度等级确定。

一、块体

《砌体结构设计规范》(GB 50003—2001)(以下简称规范)包括的块体有:

1. 烧结普通砖、烧结多孔砖

规范中规定的烧结普通砖和烧结多孔砖是以粘土、页岩、煤矸石为主要原料,经焙烧而成的承重普通砖和多孔砖。

建材标准 GB 13544~13545—92 将承重烧结空心砖改为烧结多孔砖,规范也作了修改。规范中应用的烧结多孔砖的孔洞率均小于 30%。

2. 蒸压灰砂砖、蒸压粉煤灰砖

《砌体结构设计规范》GBJ 3—88 列出了非烧结硅酸盐砖。非烧结硅酸盐砖类别较多,根据我国多年的工程实践,《砌体结构设计规范》(GB 50003—2001)把非烧结硅酸盐中的蒸压灰砂砖、蒸压粉煤灰砖列入规范,其他的非烧结硅酸盐砖未列入规范应用的块体范围。

根据建材标准,蒸压灰砂砖、蒸压粉煤灰砖不得用于长期受热 200℃ 以上、受急冷急热和有酸性介质侵蚀的建筑部位。MU15 和 MU15 以上的蒸压灰砂砖可用于基础及其他建筑部位。蒸压粉煤灰砖用于基础或用于受冻融和干湿交替作用的建筑部位时,必须使用一等砖。

3. 砌块

在我国应用的砌块按其高度分为小型砌块和中型砌块。GBJ 3—88 规定高度在 180~350mm 的块体称为小型砌块,高度在 360~900mm 的称为中型砌块。近年来我国中型砌块建筑已很少采用,生产中型砌块的厂家均已转产,因此“规范”(GB 50003—2001)未列中型砌块的内容,规范中的砌块指的是小型砌块。

规范中的小型砌块按材料分为:

(1) 混凝土小型空心砌块,该砌块是以主规格 190mm×190mm×390mm 的单排孔和多排孔普通混凝土砌块。

(2) 轻集料混凝土单排孔和多排孔砌块,用于承重的单排孔砌块材料常为水泥煤渣混凝土和煤矸石混凝土,多排孔砌块材料常为陶粒混凝土、火山灰混凝土和浮石混凝土。规范对承重多排孔轻集料砌块应用的限制条件为空洞率不大于 35%。

4. 石材

石材根据其形状和加工程度分为毛石和料石(六面体)两大类;料石又分为细料石、半细料石、粗料石和毛料石。

以上各类块体质量标准和技术要求均应遵守该类块材现行的国家标准。

二、砂浆

砂浆的种类有:水泥砂浆(水泥和砂)、混合砂浆(水泥、石灰和砂)和石灰砂浆(石灰和砂)。

砂浆在砌体中的作用是将块体连成整体,因此对砂浆的基本要求为:

- (1) 砂浆应符合砌体强度及建筑物耐久性的要求;
- (2) 砂浆应具有良好的和易性,即合适的稠度和足够的保水性。

为了提高砂浆的和易性,在砂浆中可掺加塑化剂,但必须注意,使用过多的塑化剂会降低砌体强度。

对于混凝土小型砌块砌体应用的砂浆,已开始推广应用专用的砌筑砂浆和干拌砂浆。砌筑砂浆是由水泥、砂、水以及根据需要掺入的掺合料和外加剂等组分,按一定比例,采用机械拌合制成。干拌砂浆是由水泥、钙质消石灰、砂、掺合料以及外加剂按一定比例干混合制成的混合物。干拌砂浆在施工现场加水经机械拌合后即成为砌筑砂浆。对砌筑砂浆我国已制订行业标准《混凝土空心砌块砌筑砂浆》JC 860—2000。

三、其他材料

在砌体结构中尚需应用混凝土和钢筋,由于砌体结构强度较低,所以混凝土和钢筋的强度不宜过高,一般为:

混凝土采用 C15、C20。

钢材采用 HPB235 级(ϕ)、HRB335 级(Φ)、HRB400 级(Φ)钢筋和冷拔低碳钢丝。

在混凝土小型空心砌块配筋剪力墙和无筋砌体的构造芯柱中的砌块空洞中需要用混凝土灌孔,为了保证灌孔的质量,灌孔混凝土应采用高流动性、低收缩的混凝土。对砌块的灌孔混凝土我国已制订行业标准《混凝土小型空心砌块灌孔混凝土》JC 861—2000。

四、强度等级

各类块体和砂浆主要按其强度分类,块体的强度等级用符号 MU(Masonry Unit),砂浆的强度等级用符号 M(Mortar)表示。块体和砂浆的强度等级应按下列规定采用:

1. 烧结普通砖、烧结多孔砖的强度等级:MU30、MU25、MU20、MU15 和 MU10;
2. 蒸压灰砂砖、蒸压粉煤灰砖的强度等级:MU25、MU20、MU15 和 MU10;
3. 砌块的强度等级:MU20、MU15、MU10、MU7.5 和 MU5;
4. 石材的强度等级:MU100、MU80、MU60、MU50、MU40、MU30 和 MU20;
5. 砂浆的强度等级:M15、M10、M7.5、M5 和 M2.5。

烧结普通砖和烧结多孔砖在原砌体规范 GBJ 3—88 中规定的最低强度等级为 MU7.5,建材标准《烧结普通砖》GB/T 5101—1998,取消了强度等级 MU7.5 这一级。规范同时考虑了砌体结构的耐久性,因此规范对烧结普通砖和烧结多孔砖规定的最低强度等级为 MU10。

砌块的强度最低等级 GBJ 3—88 为 MU3.5,本次规范修改对承重的混凝土砌块的最低强度等级规定为 MU5。低于 MU5 的普通混凝土砌块和轻集料混凝土砌块的块体因强度较低,仅用于非承重墙体。

石材的最低强度等级,根据调查石材强度普遍较高,因此规范规定最低强度等级为 MU20。

规范对各类砌体的砂浆强度最低等级分别作了规定,对烧结普通砖和烧结多孔砖规定为 M2.5,对蒸压灰砂砖、蒸压粉煤灰砖和砌块规定为 M5。提高砂浆的最低强度等级有利于砌体的抗剪。

规范规定确定砂浆强度等级时,采用的砂浆试块的底模应采用同类块体作底模。对砌块砌体的砌筑砂浆强度试验时,砂浆试块的底模应采用同类砌块。根据试验,砂浆底模不同对砂浆的强度有较大的影响。例如蒸压灰砂砖砌体的砂浆,当采用粘土砖底模时,砂浆强度会提高,相应的砌体强度达不到规范的强度指标,砌体的抗压强度约降低 10% 左右。

确定蒸压粉煤灰砖块体和掺有粉煤灰 15% 以上的混凝土砌块强度等级时,块体抗压强度应乘以自然碳化系数,当无自然碳化系数时,应取人工碳化系数的 1.15 倍。

第二节 砌体的强度值

一、砌体强度的说明

砌体强度是衡量砌体结构承载能力高低的一个主要指标,是砌体结构构件承载能力设计材料性能设计计算指标。依据《建筑结构可靠度设计统一标准》的规定,材料性能以强度平均值(f_m)、强度标准值(f_k)、强度设计值(f)表达。

(一) 强度平均值(f_m)

规范规定的砌体强度平均值是以全国为母体或以该砌体应用较广的地区为母体,经统计分析的砌体强度平均值。

$$f_m = \sum_{i=1}^n \frac{f_{mi}}{n}$$

式中 f_{mi} 为第 i 个子样试件的强度值, n 为子样总数。

(二) 强度标准值(f_k)

砌体强度标准值 f_k 是砌体结构设计时采用的材料性能的基本代表值。

$$f_k = f_m - 1.645\sigma = f_m(1 - 1.645\delta_f)$$

式中 σ 和 δ_f 分别表示母体强度的标准差和变异系数。砌体的母体强度一般服从正态分布,强度标准值是取砌体母体强度的概率分布的 0.05 分位数确定。 f_k 的统计意义是低于此 f_k 值的概率为 0.05,或 20 个试件中只有一个可能低于此值。

砌体的强度变异系数是由砌体的变异系数试验确定,砌体的变异系数各类砌体不同,同类砌体不同受力状态也不同,且同类砌体不同块体强度和砂浆强度砌筑的砌体其变异系数也有差异。因此要进行大量的砌体变异系数试验,但在实际工作中存在困难,砌体规范通过理论分析和试验,最后采用各地区的砌体变异系数试验,经统计分析的砌体强度变异系数,见表 1-2-1。

砌体强度变异系数

表 1-2-1

强度类别	砌体类别	强度变异系数
受压	一般砌体	0.17
	毛石砌体	0.24
受剪	一般砌体	0.20
	毛石砌体	0.26

(三) 强度设计值(f)

砌体强度设计值是规范进行强度设计时应用的材料强度指标。 f 不仅是材料强度指标,同时与砌体结构整体可靠度水平有关的材料强度指标。

$$f = \frac{f_k}{\gamma_f} = \frac{f_k}{1.6} = 0.625 f_k$$

式中 γ_f 为砌体的材料性能分项系数。

材料性能系数 γ_f 在 GBJ 3—88 规范中采用 1.5,考虑我国经济发展和我国砌体规范与国外相应规范可靠度水平比较,可靠度水平偏低,因此 GB 50003—2001 规范由原 $\gamma_f = 1.5$ 调整为 $\gamma_f = 1.6$ 。 γ_f 与施工质量控制有关,规范规定当为 B 级质量控制等级时 $\gamma_f = 1.6$,当为 C 级时 $\gamma_f = 1.8$ 。《砌体工程施工质量验收规范》GB 50203 规定了砌体工程施工质量控制等级,依据施工技术和质量控制状态划分为 A、B、C 三级,见表 1-2-2。《砌体结构设计规范》GB 50003—2001 的施工质量控制等级规定为 B、C 二级,其施工技术和质量控制等级可对应地参照《砌体工程施工质量验收规范》GB 50203 的 B 级和 C 级。

砌体工程施工质量控制等级

表 1-2-2

项 目	施 工 质 量 控 制 等 级		
	A $\gamma_f = 1.5$	B $\gamma_f = 1.6$	C $\gamma_f = 1.8$
现场质保体系	制度健全,并严格执行;非施工方质量监督人员经常到现场,或现场设有常驻代表;施工方有在岗专业技术管理人员,并持证上岗	制度基本健全,并能执行;非施工方质量监督人员间断地到现场进行质量控制;施工方有在岗专业技术管理人员,并持证上岗	有制度;非施工方质量监督人员很少作现场质量控制;施工方有在岗专业技术管理人员
砂浆、混凝土强度	试块按规定制作,强度满足验收规定,离散性小	试块按规定制作,强度满足验收规定,离散性较小	试块强度满足验收规定,离散性大
砂浆拌合方式	机械拌合;配合比计量控制严格	机械拌合;配合比计量控制一般	机械或人工拌合;配合比计量控制较差
砌筑工人技术等级	中级工以上,其中高级工不少于 20%	高、中级工不少于 70%	初级工以上

砌体强度标准值、砌体强度设计值和砌体强度平均值的关系,见表 1-2-3。

f_k 、 f 和 f_m 的关系 ($\gamma_f = 1.6$) 表 1-2-3

标准值 f_k	抗 压	一般砌体	$0.72f_m$
		毛石砌体	$0.605f_m$
	抗拉等	一般砌体	$0.671f_m$
		毛石砌体	$0.572f_m$
设计值 f	抗 压	一般砌体	$0.45f_m$
		毛石砌体	$0.378f_m$
	抗拉等	一般砌体	$0.419f_m$
		毛石砌体	$0.358f_m$

二、砌体强度设计值

砌体强度设计值系根据砌体强度平均值按下式推算求得。

$$f = \frac{f_k}{\gamma_f} = \frac{f_m(1 - 1.645\delta_f)}{\gamma_f}$$

(一) 砌体的抗压强度设计值

龄期为 28d 的以毛截面计算的各类砌体抗压强度设计值,当施工质量控制等级为 B 级时,应根据块体和砂浆的强度等级分别按下列规定采用:

1. 烧结普通砖和烧结多孔砖砌体的抗压强度设计值,应按表 1-2-4 采用。

烧结普通砖和烧结多孔砖砌体的抗压强度设计值(MPa) 表 1-2-4

砖强度等级	砂浆强度等级					砂浆强度
	M15	M10	M7.5	M5	M2.5	0
MU30	3.94	3.27	2.93	2.59	2.26	1.15
MU25	3.60	2.98	2.68	2.37	2.06	1.05
MU20	3.22	2.67	2.39	2.12	1.84	0.94
MU15	2.79	2.31	2.07	1.83	1.60	0.82
MU10	—	1.89	1.69	1.50	1.30	0.67

注:当烧结多孔砖的孔洞率大于 30% 时,表中数值应乘以 0.9。

2. 蒸压灰砂砖和蒸压粉煤灰砖砌体的抗压强度设计值,应按表 1-2-5 采用。

蒸压灰砂砖和蒸压粉煤灰砖砌体的抗压强度设计值(MPa) 表 1-2-5

砖强度等级	砂浆强度等级				砂浆强度
	M15	M10	M7.5	M5	0
MU25	3.60	2.98	2.68	2.37	1.05
MU20	3.22	2.67	2.39	2.12	0.94
MU15	2.79	2.31	2.07	1.83	0.82
MU10	—	1.89	1.69	1.50	0.67

3. 单排孔混凝土和轻集料混凝土砌块砌体的抗压强度设计值,应按表 1-2-6 采用。

单排孔混凝土和轻集料混凝土砌块砌体的抗压强度设计值(MPa)

表 1-2-6

砖强度等级	砂浆强度等级				砂浆强度
	Mb15	Mb10	Mb7.5	Mb5	0
MU20	5.68	4.95	4.44	3.94	2.33
MU15	4.61	4.02	3.61	3.20	1.89
MU10	—	2.79	2.50	2.22	1.31
MU7.5	—	—	1.93	1.71	1.01
MU5	—	—	—	1.19	0.70

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组砌的砌块砌体，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. 表中轻集料混凝土砌块为煤矸石和水泥煤渣混凝土砌块；

5. 砌筑砂浆的强度等级 Mb×× 等同于对应的普通砂浆的强度指标。

4. 单排孔且对孔砌筑的混凝土砌块，灌孔砌体的抗压强度设计值 f_g ，应按下列公式计算：

$$f_g = f + 0.6\alpha f_c$$

$$\alpha = \delta\rho$$

式中 f_g ——灌孔砌体的抗压强度设计值，并不应大于未灌孔砌体抗压强度设计值的 2 倍；

f ——未灌孔砌体的抗压强度设计值，应按表 1-2-6 采用；

f_c ——灌孔混凝土的轴心抗压强度设计值；

α ——砌块砌体中灌孔混凝土面积和砌体毛面积的比值；

δ ——混凝土砌块的孔洞率；

ρ ——混凝土砌块砌体的灌孔率，系截面灌孔混凝土面积和截面孔洞面积的比值， ρ 不应小于 33%。

砌块砌体的灌孔混凝土强度等级不应低于 Cb20，也不应低于 1.5 倍的块体强度等级。

灌孔混凝土的强度等级等同于对应的混凝土强度等级的强度指标。

5. 孔洞率不大于 35% 的双排孔或多排孔轻骨料混凝土砌块砌体的抗压强度设计值，应按表 1-2-7 采用。

轻骨料混凝土砌块砌体的抗压强度设计值(MPa)

表 1-2-7

砌块强度等级	砂浆强度等级			砂浆强度
	Mb10	Mb7.5	Mb5	0
MU10	3.08	2.76	2.45	1.44
MU7.5	—	2.13	1.88	1.12
MU5	—	—	1.31	0.78

注：1. 表 1-2-7 中的砌块为火山灰、浮石和陶粒轻骨料混凝土砌块；

2. 对厚度方向为双排组砌的轻骨料混凝土砌块砌体的抗压强度设计值，应按表 1-2-7 中数值乘以 0.8；

3. 同表 1-2-6 注 5。

6. 块体高度为 180~350mm 的毛料石砌体的抗压强度设计值，应按表 1-2-8 采用。

毛料石砌体的抗压强度设计值(MPa)

表 1-2-8

毛料石强度等级	砂浆强度等级			砂浆强度
	M7.5	M5	M2.5	
MU100	5.42	4.80	4.18	2.13
MU80	4.85	4.29	3.73	1.91
MU60	4.20	3.71	3.23	1.65
MU50	3.83	3.39	2.95	1.51
MU40	3.43	3.04	2.64	1.35
MU30	2.97	2.63	2.29	1.17
MU20	2.42	2.15	1.87	0.95

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
 干砌勾缝石砌体 0.8

7. 毛石砌体的抗压强度设计值，应按表 1-2-9 采用。

毛石砌体的抗压强度设计值(MPa)

表 1-2-9

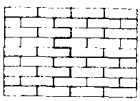
毛料石强度等级	砂浆强度等级			砂浆强度
	M7.5	M5	M2.5	
MU100	1.27	1.12	0.98	0.34
MU80	1.13	1.00	0.87	0.30
MU60	0.98	0.87	0.76	0.26
MU50	0.90	0.80	0.69	0.23
MU40	0.80	0.71	0.62	0.21
MU30	0.69	0.61	0.53	0.18
MU20	0.56	0.51	0.44	0.15

(二) 砌体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。

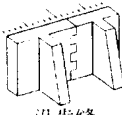
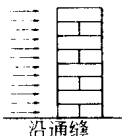
龄期为 28d 的以毛截面计算的各类砌体的轴心抗拉强度设计值、弯曲抗拉强度设计值和抗剪强度设计值，当施工质量控制等级为 B 级时应按表 1-2-10 采用。

沿砌体灰缝截面破坏时砌体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)

表 1-2-10

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
轴心抗拉		烧结普通砖、烧结多孔砖	0.19	0.16	0.13	0.09
		蒸压灰砂砖、蒸压粉煤灰砖	0.12	0.10	0.08	0.06
		混凝土砌块	0.09	0.08	0.07	
		毛石	0.08	0.07	0.06	0.04

续表

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
弯曲 抗拉		烧结普通砖、烧结多孔砖	0.33	0.29	0.23	0.17
		蒸压灰砂砖, 蒸压粉煤灰砖	0.24	0.20	0.16	0.12
		混凝土砌块	0.11	0.09	0.08	
		毛石	0.13	0.11	0.09	0.07
		烧结普通砖、烧结多孔砖	0.17	0.14	0.11	0.08
		蒸压灰砂砖, 蒸压粉煤灰砖	0.12	0.10	0.08	0.06
		混凝土砌块	0.08	0.06	0.05	
抗剪	烧结普通砖、烧结多孔砖	0.17	0.14	0.11	0.08	
	蒸压灰砂砖, 蒸压粉煤灰砖	0.12	0.10	0.08	0.06	
	混凝土和轻集料混凝土砌块	0.09	0.08	0.06		
	毛石	0.21	0.19	0.16	0.11	

注: 1. 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, 其轴心抗拉强度设计值 f_t 和弯曲抗拉强度设计值 f_{tm} 应按表中数值乘以搭接长度与块体高度比值后采用;

2. 对孔洞率不大于 35% 的双排孔或多排孔轻集料混凝土砌块砌体的抗剪强度设计值, 应按表中混凝土砌块砌体抗剪强度设计值乘以 1.1;

3. 对蒸压灰砂砖、蒸压粉煤灰砖砌体, 当有可靠的试验数据时, 表中强度设计值, 可作适当调整;

4. 对烧结页岩砖、烧结煤矸石砖、烧结粉煤灰砖砌体, 当有可靠的试验数据时, 表中强度设计值, 允许作适当调整。

单排孔混凝土砌块对孔砌筑时, 灌孔砌体的抗剪强度设计值 f_{vg} , 应按下列公式计算:

$$f_{vg} = 0.2 f_g^{0.55}$$

式中 f_g ——灌孔砌体的抗压强度设计值(MPa)。

(三) 灌孔砌块砌体的计算指标 f_g 、 f_{vg} 和 E

单排孔对孔砌筑时灌孔砌体的强度设计指标(MPa)应按表 1-2-11 采用。

三、影响砌体强度设计值的调整系数

下列情况的各类砌体, 其砌体强度设计值应乘以调整系数 γ_a :

1. 有吊车房屋砌体、跨度不小于 9m 的梁下烧结普通砖砌体、跨度不小于 7.2m 的梁下烧结多孔砖、蒸压灰砂砖、蒸压粉煤灰砖砌体、混凝土砌块砌体和轻混凝土砌块砌体, γ_a 为 0.9;

2. 对无筋砌体构件, 其截面面积小于 0.3m^2 时, γ_a 为其截面面积加 0.7。对配筋砌体构件, 当其中砌体截面面积小于 0.2m^2 时, γ_a 为其截面面积加 0.8。构件截面面积以“ m^2 ”计;

3. 当砌体用水泥砂浆砌筑时, 对表 1-2-4 至表 1-2-9 各表中的数值, γ_a 为 0.9; 对表 1-2-10 中数值, γ_a 为 0.8; 对配筋砌体构件, 当其中的砌体采用水泥砂浆砌筑时, 仅对砌体的强度设计值乘以调整系数 γ_a ;

表 1-2-11
单排孔对孔砌筑时灌孔砌块砌体的强度设计指标 f_g 、 f_{vg} 和 E (MPa)

砌块	计算指标	砂浆			Mb20			Mb15			Mb10			Mb7.5		
		混凝土			Cb40			Cb35			Cb30			Cb25		
		Cb40	Cb35	Cb30	Cb40	Cb35	Cb30	Cb40	Cb35	Cb30	Cb40	Cb35	Cb30	Cb25	Cb20	Cb20
MU20	f_g	11.56	10.9	10.24	10.95	10.29	9.63	9.9	9.56	8.9			8.39			
	f_{vg}	0.77	0.74	0.72	0.75	0.72	0.70	0.71	0.69	0.67			0.64			
	E	19652	18530	17408	18615	17493	16371	16830	16252	15130			14263			
MU15	f_g				9.22	9.22	8.56	8.04	8.04	7.97			7.22	6.89		
	f_{vg}				0.68	0.68	0.65	0.63	0.63	0.62			0.59	0.58		
	E				15674	15674	14552	13668	13668	13549			12274	11713		
MU10	f_g									5.58			5.0	5.0	5.0	
	f_{vg}									0.51			0.48	0.48	0.48	
	E									9486			8500	8500	8500	

注：1. 表中数据系按砌块孔洞率 46% 和 100% 灌孔混凝土计算的；当砌块孔洞率相同而非 100% 灌孔混凝土时的数据可采用插入法求得；
2. 其他砌块孔洞率的砌体计算指标应按本章的有关规定和公式计算求得。

4. 当施工质量控制等级为 C 级时, γ_a 为 0.89。配筋砌体不允许采用 C 级;

5. 当验算施工中房屋的构件时, γ_a 为 1.1。

施工阶段砂浆尚未硬化的新砌砌体的强度和稳定性,可按砂浆强度为零进行验算。

对于冬期施工采用掺盐砂浆法施工的砌体,砂浆强度等级按常温施工的强度等级提高一级时,砌体强度和稳定性可不验算。配筋砌体不得应用掺盐砂浆施工。

四、砌体强度平均值公式

砌体强度的平均值公式是根据砌体强度试验按统计理论方法求得的极限强度平均值公式,依据砌体强度平均值公式可计算不同块体和砂浆强度组成的砌体的砌体强度平均值(砌体平均强度的保证率为 50%),砌体强度平均值是规范砌体强度设计值取值的依据。砌体强度试验应按《砌体基本力学性能试验方法标准》GBJ 129—90 规定的试验方法进行。

在实际工程中,砌体强度平均值常应用在核对建筑物墙体的实际砌体强度是否符合设计要求,或者当墙体块体强度或砂浆强度不符时,按实际的块体和砂浆强度计算砌体的平均强度,由此推算砌体强度设计值。

各类砌体的平均强度公式见表 1-2-12 和表 1-2-13。

轴心抗压强度平均值 f_m (MPa)

表 1-2-12

砌体种类	$f_m = k f_1^2 (1 + 0.07 f_2) k_2$		
	k_1	A	k_2
烧结普通砖、烧结多孔砖、蒸压灰砂砖、蒸压粉煤灰砖	0.78	0.5	当 $f_2 < 1$ 时, $k_2 = 0.6 + 0.4 f_2$
混凝土砌块	0.46	0.9	当 $f_2 = 0$ 时, $k_2 = 0.8$
毛料石	0.79	0.5	当 $f_2 < 1$ 时, $k_2 = 0.6 + 0.4 f_2$
毛石	0.22	0.5	当 $f_2 < 2.5$ 时, $k_2 = 0.4 + 0.24 f_2$

注: 1. k_2 在表列条件以外时均等于 1。

2. 式中 f_1 为块体(砖、石、砌块)的强度等级值或平均值; f_2 为砂浆抗压强度平均值,单位均以“MPa”计。

3. 混凝土砌块砌体的轴心抗压强度平均值,当 $f_2 > 10$ MPa 时,应乘系数 1.1~0.01 f_2 , MU20 的砌体应乘系数 0.95,且满足 $f_1 \geq f_2$, $f_1 \leq 20$ MPa。

轴心抗拉强度平均值 $f_{t,m}$ 、弯曲抗拉强度平均值 $f_{tm,m}$ 和

抗剪强度平均值 $f_{v,m}$ (MPa)

表 1-2-13

砌体种类	$f_{t,m} = k_3 \sqrt{f_2}$	$f_{tm,m} = k_4 \sqrt{f_2}$		$f_{v,m} = k_5 \sqrt{f_2}$
	k_3	k_4		k_5
		沿齿缝	沿通缝	
烧结普通砖、烧结多孔砖	0.141	0.250	0.125	0.125
蒸压灰砂砖、蒸压粉煤灰砖	0.09	0.18	0.09	0.09
混凝土砌块	0.069	0.081	0.056	0.069
毛石	0.075	0.113	—	0.188

五、砌体强度标准值

砌体强度标准值是考虑了砌体强度的变异性,具有 95% 保证率的材料性能的基本代

表值。

各类砌体的强度标准值见表 1-2-14~表 1-2-18。

砖砌体的抗压强度标准值 f_k (MPa)

表 1-2-14

砖强度等级	砂浆强度等级					砂浆强度
	M15	M10	M7.5	M5	M2.5	0
MU30	6.30	5.23	4.69	4.15	3.61	1.84
MU25	5.75	4.77	4.28	3.79	3.30	1.68
MU20	5.15	4.27	3.83	3.39	2.95	1.50
MU15	4.46	3.70	3.32	2.94	2.56	1.30
MU10	3.64	3.02	2.71	2.40	2.09	1.07

混凝土砌块砌体的抗压强度标准值 f_k (MPa)

表 1-2-15

料石强度等级	砂浆强度等级				砂浆强度
	M15	M10	M7.5	M5	0
MU20	9.08	7.93	7.11	6.30	3.73
MU15	7.38	6.44	5.78	5.12	3.03
MU10	—	4.47	4.01	3.55	2.10
MU7.5	—	—	3.10	2.74	1.62
MU5	—	—	—	1.90	1.13

毛料石砌体的抗压强度标准值 f_k (MPa)

表 1-2-16

料石强度等级	砂浆强度等级			砂浆强度
	M7.5	M5	M2.5	0
MU100	8.67	7.68	6.68	3.41
MU80	7.76	6.87	5.98	3.05
MU60	6.72	5.95	5.18	2.64
MU50	6.13	5.43	4.72	2.41
MU40	5.49	4.86	4.23	2.16
MU30	4.75	4.20	3.66	1.87
MU20	3.88	3.43	2.99	1.53

毛石砌体的抗压强度标准值 f_k (MPa)

表 1-2-17

毛石强度等级	砂浆强度等级			砂浆强度
	M7.5	M5	M2.5	0
MU100	2.03	1.80	1.56	0.53
MU80	1.82	1.61	1.40	0.48
MU60	1.57	1.39	1.21	0.41
MU50	1.44	1.27	1.11	0.38
MU40	1.28	1.14	0.99	0.34
MU30	1.11	0.98	0.86	0.29
MU20	0.91	0.80	0.70	0.24