



土木工程专业毕业设计系列丛书

混合结构房屋设计

Hunhe Jiegou

FANGWU SHEJI

熊丹安 主编



武汉理工大学出版社

WUTP Wuhan University of Technology Press

土木工程专业毕业设计系列
第三分册

混合结构房屋设计

主 编 熊丹安

武汉理工大学出版社

【内容简介】

结合土木工程专业学生在毕业设计中常遇到的设计题目之一——混合结构房屋的设计,本书依据国家现行规范,对砌体结构房屋设计方案和结构布置、静力计算方案、结构构件计算、砌体结构抗震设计等多方面内容进行系统的阐述和介绍,并以一个完整的例题进行说明,便于读者掌握和应用。本书亦可供土木工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

混合结构房屋设计/熊丹安主编. —武汉:武汉理工大学出版社,2005
ISBN 7-5629-1943 7

I. 混…

II. 熊…

III. 房屋结构:砌体结构-结构设计

IV. TU36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 006516 号

出版发行:武汉理工大学出版社(武汉市珞狮路 122 号 邮政编码:430070)

<http://www.techbook.com.cn>

E-mail:liuyj@mail.whut.edu.cn

印 刷:湖北地矿印业有限公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:4.5

字 数:112 千字

版 次:2005 年 1 月第 1 版

印 次:2005 年 1 月第 1 次印刷

印 数:1~3000 册

定 价:10.00 元

本社购书热线电话:(027)87394412 87397097

(本书如有缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请向出版社发行部调换。)

第三分册 序 言

混合结构房屋广泛用于单层和多层民用建筑房屋和简单的工业建筑房屋中,如 7 层及 7 层以下的住宅、5 层及 5 层以下的办公楼、教学楼、旅馆、招待所、……、食堂、仓库、无吊车或小吨位的单层厂房等等。“混合”一词的含意是指房屋的承重墙、柱等竖向构件及基础采用砌体结构,而楼盖、屋盖等水平构件及楼梯构件等采用钢筋混凝土结构构件或木结构、轻钢结构等其他类型的结构构件。

与单一材料组成的结构构件相比,混合结构的设计具有其特殊性。《砌体结构设计规范》GB50003—2001 对理解这些特殊性具有指导意义。混合结构房屋的设计也是毕业设计的基本课题之一。对于非抗震设计,计算比较简单,并多以验算的形式出现,但内容较繁多;考虑抗震设计时,水平地震作用的计算及地震剪力的分配、抗震构造要求的满足也往往使学生难以把握。希望通过本分册的学习指导,土木工程专业的学生能较好地掌握混合结构房屋设计计算的基本内容和构造要求,并用于工程设计。

本分册由熊丹安教授主编,并由熊海燕编写第 1 章和第 3 章部分,梅巧林编写第 4 章。书中不当之处,请批评指正。

编 者

2004 年 11 月

目 录

1 设计方案与结构布置	(1)
1.1 设计方案的确定	(1)
1.1.1 承重墙体的布置	(1)
1.1.2 各种方案的适用范围	(1)
1.2 结构布置要点	(2)
1.2.1 对结构体系的要求	(2)
1.2.2 上刚下柔结构的布置要求	(2)
1.2.3 内框架房屋	(2)
1.3 房屋的静力计算方案	(3)
1.3.1 静力计算方案的确定	(3)
1.3.2 弹性方案房屋的静力计算	(4)
1.3.3 刚弹性方案房屋的静力计算	(4)
1.3.4 刚性方案房屋的静力计算	(4)
1.3.5 上柔下刚多层房屋	(5)
1.4 T形截面的翼缘计算宽度	(6)
1.4.1 多层房屋	(6)
1.4.2 单层房屋	(6)
1.4.3 条形基础	(6)
1.4.4 转角墙段	(6)
1.5 材料选择	(6)
1.5.1 砌体的抗压强度设计值 f	(6)
1.5.2 砌体的轴心抗拉、弯曲抗拉和抗剪强度设计值	(8)
1.5.3 砌体强度设计值的调整系数	(9)
1.5.4 砌体的其他性能系数	(10)
2 砌体构件的计算和构造	(11)
2.1 无筋砌体构件	(11)
2.1.1 受压构件	(11)
2.1.2 局部受压验算	(12)
2.1.3 轴心受拉、受弯及受剪构件	(14)
2.2 墙、柱高厚比验算	(16)
2.2.1 高厚比验算公式	(16)
2.2.2 带壁柱墙和带构造柱墙	(16)
2.3 墙体的一般构造	(17)
2.3.1 截面、垫块和壁柱设置	(17)

2.3.2 防止或减轻墙体开裂的主要构造措施	(18)
2.4 圈梁	(19)
2.4.1 圈梁的布置	(19)
2.4.2 钢筋混凝土圈梁的构造	(20)
2.5 配筋砖砌体构件的构造	(20)
3 多层混合结构的抗震设计	(22)
3.1 多层粘土砖房的抗震构造措施	(22)
3.1.1 现浇钢筋混凝土构造柱的设置	(22)
3.1.2 现浇钢筋混凝土圈梁的设置	(23)
3.1.3 对楼、屋盖的要求	(24)
3.1.4 墙体的拉接钢筋	(24)
3.1.5 对楼梯间的要求	(25)
3.1.6 其他构造要求	(25)
3.2 底部框架-抗震墙房屋的抗震构造	(26)
3.2.1 构造柱设置	(26)
3.2.2 抗震墙位置	(26)
3.2.3 对楼盖的要求	(26)
3.2.4 钢筋混凝土托梁	(27)
3.2.5 底层抗震墙	(27)
3.3 多排柱内框架房屋的抗震构造	(27)
3.3.1 构造柱设置	(27)
3.3.2 楼、屋盖要求	(28)
3.3.3 内框架梁的支承	(28)
3.4 多层砌体房屋的抗震计算	(28)
3.4.1 水平地震作用计算	(28)
3.4.2 水平地震剪力的分配	(28)
3.4.3 截面抗震受剪承载力验算	(30)
4 毕业设计实例	(32)
4.1 设计基本资料	(32)
4.1.1 设计题目	(32)
4.1.2 设计条件	(32)
4.2 结构设计方案的确定	(35)
4.2.1 基础埋深	(35)
4.2.2 楼盖及屋盖选择	(35)
4.2.3 墙体截面尺寸及材料选择	(35)
4.2.4 静力计算方案	(35)
4.3 内力计算和构件设计	(36)
4.3.1 屋盖设计	(36)
4.3.2 楼盖设计	(39)

4.3.3 楼梯间设计·····	(41)
4.3.4 墙体承载力计算·····	(41)
4.3.5 高厚比验算·····	(43)
4.4 抗震设计·····	(44)
4.4.1 抗震设计一般规定的检查·····	(44)
4.4.2 抗震承载力验算·····	(45)
4.4.3 构造柱和圈梁设置·····	(51)
4.4.4 过梁和梁垫·····	(53)
4.5 基础设计·····	(53)
4.5.1 基础底面积的确定·····	(53)
4.5.2 基础台阶宽高比的确定·····	(53)
4.6 主要设计图纸·····	(55)
4.6.1 建筑施工图·····	(55)
4.6.2 结构施工图·····	(55)
附录·····	(56)
附录1 高厚比 β 和轴向力偏心距 e 对受压承载力影响系数 φ ·····	(56)
附录2 砌体常用截面特征表·····	(58)
附录3 钢筋混凝土板配筋选择·····	(61)
附录4 无筋扩展基础台阶宽高比允许值·····	(62)
参考文献·····	(63)

1 设计方案与结构布置

1.1 设计方案的确定

混合结构房屋的设计方案,包括承重墙体的布置、楼盖和屋盖的选择等,其目的是满足房屋的使用要求和受力要求。

1.1.1 承重墙体的布置

按照竖向荷载传递途径的不同,承重墙体的布置方案有下列四种(图 1.1):纵墙承重、横墙承重、纵横墙混合承重、内框架承重。

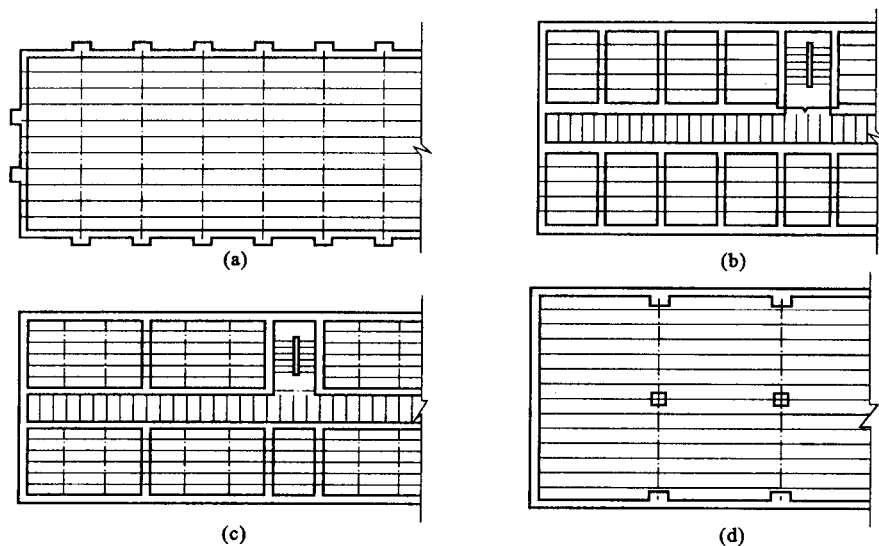


图 1.1 混合结构的承重体系

(a) 纵墙承重;(b) 横墙承重;(c) 纵横墙承重;(d) 内框架承重

事实上,前三种方案并不能严格区分。例如纵墙承重方案,往往在山墙处是横向承重;横墙承重方案中,走道处纵墙往往承重。而内框架承重方案,实际上是取消了房屋内部承重墙体并改为框架结构,保留了外墙的承重作用和围护作用。

1.1.2 各种方案的适用范围

纵墙承重体系适用于使用要求上有较大空间、房间布置较灵活的房屋,如仓库、食堂、教学楼等;横墙承重体系适用于小开间的民用房屋,如集体宿舍、旅馆、住宅等;纵横墙混合承重体系兼有前述两种方案的特点,能适用房屋平面的多种变化,可用于实验楼、教学楼、点式住宅、医院门诊楼等;内框架承重体系常用于需要大空间的低层或多层房屋,如商场、餐厅、轻工业厂

房等。

1.2 结构布置要点

由于我国大部分地区(约60%以上国土面积)均需考虑抗震设防要求,因此在选择结构方案和进行结构构件布置时,必须兼顾抗震设计的有关规定。其中,房屋的层数和总高度限值、层高和房屋最大高宽比、房屋局部尺寸限值、抗震横墙的最大间距等参见第一分册的结构设计部分。此外,还应遵循下列要求。

1.2.1 对结构体系的要求

多层砌体房屋的结构体系,应符合下列要求:优先采用横墙承重或纵横墙共同承重的结构体系;纵横墙的布置宜均匀对称,沿平面内宜对齐,沿竖向应上下连续,同一轴线上的窗间墙宽度宜均匀;楼梯间不宜设置在房屋的尽端和转角处;不应采用无锚固的钢筋混凝土预制挑檐;墙体附属构件(烟道、风道、垃圾道等)不应削弱墙体(当被削弱时,应采取加强措施);当房屋立面高差在6m以上或房屋有错层且楼板高差较大、各部分结构刚度与质量截然不同时,宜设置防震缝,缝两侧均应设置墙体,缝宽可采用50~100mm(具体根据烈度和房屋高度确定)。

1.2.2 上刚下柔结构的布置要求

对底部为框架-抗震墙、上部为砌体结构房屋(俗称上刚下柔结构,见图1.2)的结构布置,

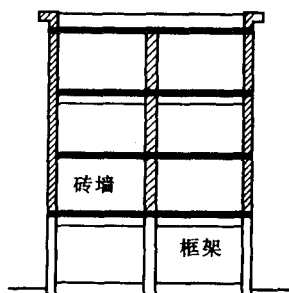


图1.2 底层框架房屋

应符合以下要求:①上部的砌体抗震墙与底部的框架梁或抗震墙应对齐或基本对齐。②房屋的底部,应沿纵横两方向设置一定数量的抗震墙,并应均匀对称布置;对6,7度且总层数不超过五层的底层框架-抗震墙房屋,可采用嵌砌于框架之间的砌体抗震墙,但应计入砌体墙对框架的附加轴力和附加剪力;其余情况下应采用钢筋混凝土抗震墙。③在房屋的纵横两个方向,应避免砌体结构和底部框架-抗震墙侧向刚度的过大差异;对于底层框架-抗震墙,第二层与底层侧向刚度的比值不应大于2.5(6,7度)或2.0(8度),且均不应小于1.0;对于底部两层框架-抗震墙房屋,底层与底部第二层侧向刚度应接近,第三层与底部第二层侧向刚度的比值不应大于2.0(6,7度)或1.5(8度),且均不应小于1.0。④底部框架-抗震墙房屋的抗震墙应设置条形基础、筏式基础或桩基。

1.2.3 内框架房屋

对于多层多排柱内框架房屋(图1.3),房屋宜采用矩形平面,立面宜规则,楼梯间横墙宜贯通房屋全宽;对于横墙间距大于18m(7度)或15m(8度),外纵墙的窗间墙宜设置组合柱;其抗震墙应设置条形基础、筏式基础或桩基。

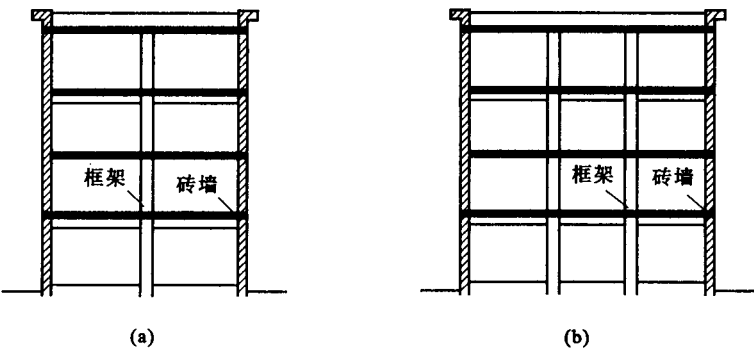


图 1.3 内框架房屋
(a) 单排柱; (b) 多排柱

1.3 房屋的静力计算方案

1.3.1 静力计算方案的确定

根据房屋的空间工作性能,房屋的静力计算方案分为刚性方案、刚弹性方案和弹性方案。设计时,可按楼(屋)盖类别和横墙间距由表 1.1 确定静力计算方案。

房屋的静力计算方案 表 1.1

屋盖或楼盖类别		刚性方案	刚弹性方案	弹性方案
1	整体式、装配整体和装配式、无檩体系钢筋混凝土屋盖或钢筋混凝土楼盖	$s < 32$	$32 \leq s \leq 72$	$s > 72$
2	装配式有檩体系钢筋混凝土屋盖、轻钢屋盖和有密铺望板的木屋盖或木楼盖	$s < 20$	$20 \leq s \leq 48$	$s > 48$
3	瓦材屋面的木屋盖和轻钢屋盖	$s < 16$	$16 \leq s \leq 36$	$s > 36$

注:① 表中 s 为房屋横墙间距(m);
② 对无山墙或伸缩缝处无横墙的房屋,应按弹性方案考虑;
③ 当屋盖、楼盖类别不同或横墙间距不同时,可按“上柔下刚”方式分别考虑。

表 1.1 中刚性和刚弹性方案房屋的横墙系指“刚性横墙”,应同时符合下列要求:① 横墙中开有洞口时,洞口的水平截面面积不应超过横墙截面面积的 50%;② 横墙的厚度不宜小于 180mm;③ 单层房屋的横墙长度不宜小于其高度,多层房屋的横墙长度不宜小于 $H/2$ (H 为横墙总高度)。当横墙不能同时满足上述三项要求时,应对横墙刚度进行验算,如其最大水平位移值 $u_{\max} \leq H/4000$ 时,仍可视作“刚性横墙”;符合这一条件的其他结构构件(如框架),也可按刚性横墙对待。其中

$$u_{\max} = \frac{n}{6EI} \sum_{i=1}^m F_i H_i^3 + \frac{2n}{EA} \sum_{i=1}^m F_i H_i \tag{1.1}$$

式中 m ——房屋总层数;
 n ——与该横墙相邻的两横墙的开间数;
 E ——砌体弹性模量;
 I ——横墙的惯性矩,近似取横墙毛截面(不扣除孔洞)惯性矩,当横墙与纵墙相连接时,

可考虑纵墙部分截面,纵墙的长度每边也可近似取 $0.3H_i$;
 F_i ——假定每开间各层均为不动铰支座时,第 i 层的支座反力;
 H_i ——第 i 层楼面至基础顶面的高度。

1.3.2 弹性方案房屋的静力计算

可按屋架或大梁与墙(柱)为铰接的、不考虑空间工作的平面排架或框架计算。该方案只用于单层房屋。

1.3.3 刚弹性方案房屋的静力计算

可按屋架或大梁与墙(柱)铰接并考虑空间工作的平面排架或框架计算。房屋各层的空间性能影响系数,可按表 1.2 采用。

房屋各层的空间性能影响系数 η_i 表 1.2

屋盖或 楼盖类别	横 墙 间 距 $s(\text{m})$														
	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72
1	—	—	—	—	0.33	0.39	0.45	0.50	0.55	0.60	0.64	0.68	0.71	0.74	0.77
2	—	0.35	0.45	0.54	0.61	0.68	0.73	0.78	0.82	—	—	—	—	—	—
3	0.37	0.49	0.60	0.68	0.75	0.81	—	—	—	—	—	—	—	—	—

注: i 取 $1 \sim n$, n 为房屋的层数。

具体分析可按如下两步进行,然后将两部结果叠加,即得最后内力(图 1.4)。

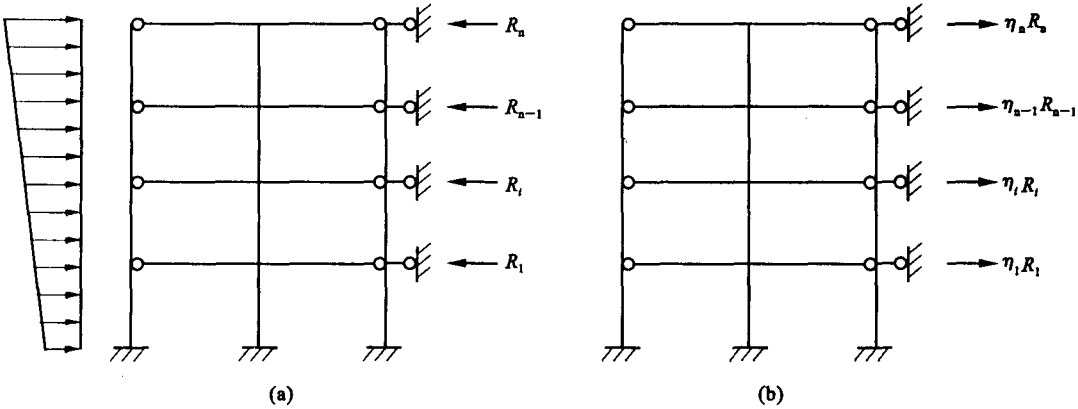


图 1.4 刚弹性方案房屋的静力计算简图

第一步:在平面计算简图中(图 1.4(a)),各层横梁与柱连接处加水平铰支杆,计算其在水平荷载(风荷载)作用下无侧移时的内力与各支杆反力 R_i ;第二步:考虑房屋的空间作用,将各支杆反力 R_i 乘以由表 1.2 查得的相应空间性能影响系数 η_i ,并反向施加于节点上,计算其内力(图 1.4(b))。

1.3.4 刚性方案房屋的静力计算

(1) 风荷载的内力计算

当刚性方案多层房屋的外墙符合下列要求时,静力计算可不考虑风荷载的影响:① 洞口

水平截面面积不超过全截面面积的 $2/3$ ；② 屋面自重不小于 0.8kN/m^2 ；③ 层高和总高不超过表 1.3 的规定。

外墙不考虑风荷载影响时的最大高度

表 1.3

基本风压值 (kN/m^2)	层 高 (m)	总 高 (m)
0.4	4.0	28
0.5	4.0	24
0.6	4.0	18
0.7	3.5	18

注：对于多层砌块房屋 190mm 厚的外墙，当层高不大于 2.8m；总高不大于 19.6m，基本风压不大于 0.7kN/m^2 时，可不考虑风荷载的影响。

当必须考虑风荷载时，墙、柱可视作竖向连续梁，风荷载引起的支座及跨中弯矩，可按式计算：

$$M = \frac{1}{12} \omega H_i^2 \quad (1.2)$$

式中 ω ——沿楼层高均布风荷载设计值 (kN/m)；

H_i ——层高 (m)。

(2) 竖向荷载作用下

对竖向荷载作用下的多层房屋墙柱，在每层高度范围内均可近似视作两端铰支的竖向构件 (图 1.5)。对本层的竖向荷载，应考虑对墙、柱的实际偏心影响：当梁支承在墙上时，梁端支承压力 N_i 到墙内边的距离，应取有效支承长度 a_0 的 0.4 倍；由上面楼层传来的荷载 N_u ，可视为作用于上一层楼的墙柱截面重心处。即构件上端截面处于偏心受压，而下端为轴心受压状态。

对于梁跨度大于 9m 的墙承重的多层房屋，除按上述方法计算墙体承载力外，宜再按梁两端固结计算梁端弯矩，再将其乘以修正系数 γ 后，按墙体线性刚度分到上层墙底部和下层墙顶部。修正系数 γ 按下式计算：

$$\gamma = 0.2 \sqrt{\frac{a}{h}} \quad (1.3)$$

式中 a ——梁端实际支承长度；

h ——支承墙体的墙厚，当上下墙厚不同时取下层墙厚，当有壁柱时取 h_T 。

对于刚性方案的单层房屋，在荷载作用下的墙、柱可视为图 1.5 竖向荷载作用下的墙、柱上端不动铰支承于屋盖，下端嵌固于基础的竖向构件。

1.3.5 上柔下刚多层房屋

当下面各层为刚性方案房屋、仅顶层为刚弹性或弹性方案时，顶层可按单层房屋计算，其空间性能影响系数 η_1 仍按表 1.2 取值。

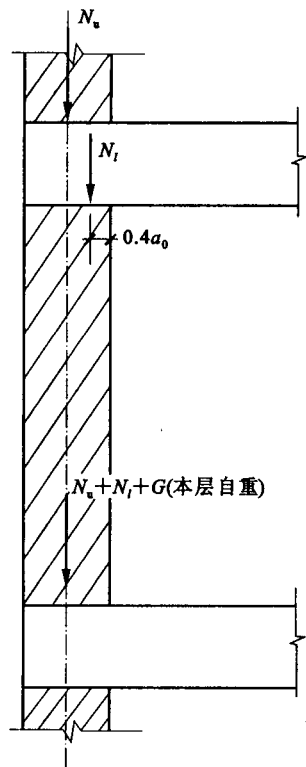


图 1.5 竖向荷载作用下的墙、柱

1.4 T形截面的翼缘计算宽度

带壁柱墙的计算截面翼缘宽度 b_f ,可按如下规定取用。

1.4.1 多层房屋

当有门窗洞口时,可取窗间墙宽度,当无门窗洞口时,每侧翼缘宽度可取壁柱高度的 $1/3$ 。

1.4.2 单层房屋

对单层房屋,可取壁柱宽加 $2/3$ 墙高,但不大于窗间墙宽度和相邻壁柱间距离。

1.4.3 条形基础

计算带壁柱墙的条形基础时,可取相邻壁柱间的距离。

1.4.4 转角墙段

当转角墙段角部受竖向集中荷载时,计算截面的长度可从角点算起,每侧宜取每层高的 $1/3$;当上述墙体范围内有门窗洞口时,则计算截面取至洞边,但不大于层高的 $1/3$ 。上层的集中荷载传至本层时,本层可按均布荷载计算,此时转角墙段可按角形截面偏心受压构件进行承载力验算。

1.5 材料选择

混合结构的材料选择,包括砌体材料和钢筋混凝土(或钢、木结构)材料等,其主要要求可参见《第一分册》2.3.2 结构材料的选用说明。现将砌体材料的计算指标分列如下,供设计计算时取用。

1.5.1 砌体的抗压强度设计值 f

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,按以下规定采用。

(1) 烧结普通砖和烧结多孔砖砌体(表 1.4)

烧结普通砖、烧结多孔砖砌体抗压强度设计值(MPa)

表 1.4

砖强度等级	砂 浆 强 度 等 级					
	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

(2) 蒸压灰砂砖和蒸压粉煤灰砖砌体(表 1.5)

蒸压灰砂砖和蒸压粉煤灰砖砌体的抗压强度设计值(MPa) 表 1.5

砖强度等级	砂浆强度等级				砂浆强度 0
	M15	M10	M7.5	M5	
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) 石材砌体

① 毛料石砌体(表 1.6)

块体高度为 180~350mm 的毛料石砌体的抗压强度设计值,按表 1.6 采用。

毛料石砌体的抗压强度设计值(MPa) 表 1.6

毛料石强度等级		MU100	MU80	MU60	MU50	MU40	MU30	MU20
砂浆强度等级	M7.5	5.42	4.85	4.20	3.83	3.43	2.97	2.42
	M5	4.80	4.29	3.71	3.39	3.04	2.63	2.15
	M2.5	4.18	3.73	3.23	2.95	2.64	2.29	1.87
砂浆强度 0		2.13	1.91	1.65	1.51	1.35	1.17	0.95

注:对下列各类料石砌体,按表中数值乘以相应系数:细料石砌体,1.5;干细料石砌体,1.3;粗料石砌体,1.2;干砌勾缝石砌体,0.8。

② 毛石砌体(表 1.7)

毛石砌体的抗压强度设计值(MPa) 表 1.7

毛料石强度等级		MU100	MU80	MU60	MU50	MU40	MU30	MU20
砂浆强度等级	M7.5	1.27	1.13	0.98	0.90	0.80	0.69	0.56
	M5	1.12	1.00	0.87	0.80	0.71	0.61	0.51
	M2.5	0.98	0.87	0.76	0.69	0.62	0.53	0.44
砂浆强度 0		0.34	0.30	0.26	0.23	0.21	0.18	0.15

(4) 混凝土砌块砌体

① 单排孔混凝土和轻骨料混凝土砌块砌体

单排孔混凝土和轻骨料混凝土砌块砌体的抗压强度设计值按表 1.8 采用。

单排孔混凝土和轻骨料混凝土砌块砌体的抗压强度设计值(MPa) 表 1.8

砌块强度等级	砂浆强度等级				砂浆强度 0
	Mb15	Mb10	Mb7.5	Mb5	
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 当错孔砌筑时,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;对 T 形截面砌体,应按表中数值乘以 0.85;
③ 表中轻骨料混凝土砌块为煤矸石和水泥煤渣混凝土砌块。

② 灌孔砌体

单排孔混凝土砌块对孔砌筑时,灌孔砌体的抗压强度设计值按下列公式计算:

$$f_g = f + 0.6\alpha f_c \tag{1.4}$$

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,按表 1.8 采用;
 f_c ——灌孔混凝土的轴心抗压强度设计值,灌孔混凝土的强度等级不应低于 Cb20 (Cb××等同于对应的混凝土强度等级 C××的强度指标),也不宜低于两倍的块体强度等级;
 α ——砌块砌体中灌孔混凝土面积和砌体毛面积的比值, $\alpha=\delta\rho$; δ 为混凝土砌块的孔洞率, ρ 为混凝土砌块砌体的灌孔率,指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%。

③ 双排孔或多排孔轻骨料混凝土砌块砌体

对孔洞率不大于 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,按表 1.9 采用。

轻骨料混凝土砌块砌体的抗压强度设计值(MPa) 表 1.9

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

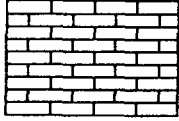
注:① 表中的砌块为火山渣、浮石和陶粒轻骨料混凝土砌块;
② 当厚度方向为双排组砌的上述砌块砌体,按表中数值乘以系数 0.8。

1.5.2 砌体的轴心抗拉、弯曲抗拉和抗剪强度设计值

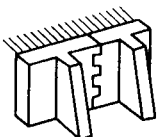
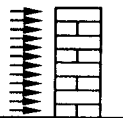
龄期为 28d 的以毛截面计算的各类砌体的轴心抗拉强度设计值、弯曲抗拉强度设计值和抗剪强度设计值,当施工质量控制等级为 B 级时,应按表 1.10 采用。

沿砌体灰缝截面破坏时的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(MPa) 表 1.10

强度类别	破坏特征与砌体种类		砂浆强度等级			
			≥M10	M7.5	M5	M2.5
轴心抗拉	 沿齿缝	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 1.10

强度类别	破坏特征与砌体种类		砂浆强度等级			
			≥M10	M7.5	M5	M2.5
弯曲抗拉	 沿齿缝	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
	 沿通缝	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	
	混凝土砌块	0.09	0.08	0.06		
	毛石	0.22	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，可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。

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} 按下列公式计算：

$$f_{vg} = 0.2 f_g^{0.55} \tag{1.5}$$

式中 f_g ——灌孔砌体的抗压强度设计值(MPa)。

1.5.3 砌体强度设计值的调整系数

对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7.5m的梁下烧结多孔砖、蒸压灰砂砖、蒸压粉煤灰砖砌体及混凝土和轻骨料混凝土砌块砌体， γ_a 为0.9。
- (2) 对无筋砌体构件，其截面面积 A 小于 $0.3m^2$ 时，取 $\gamma_a = A + 0.7$ ；对配筋砌体构件，当其中砌体截面面积 A 小于 $0.2m^2$ 时，取 $\gamma_a = A + 0.8$ ；构件截面面积 A 以 m^2 计。
- (3) 当砌体采用水泥砂浆砌筑时，对砌体的抗压强度设计值， γ_a 取0.9；对表1.9中的轴心抗拉强度设计值、弯曲抗拉强度设计值、抗剪强度设计值， γ_a 取为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 。
- (4) 验算施工中房屋的构件时， γ_a 取为1.1。
- (5) 当施工质量控制等级为C级时， γ_a 取为0.89；但对配筋砌体，则不允许采用C级。
- (6) 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。

对于冬季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；但配筋砌体不得用掺盐砂浆施工。

1.5.4 砌体的其他性能系数

(1) 砌体的弹性模量(表 1.11)

砌体的弹性模量 E (MPa)

表 1.11

砌体种类	砂浆强度等级			
	$\geq M10$	M7.5	M5	M2.5
烧结普通砖、烧结多孔砖砌体	$1600f$	$1600f$	$1600f$	$1390f$
蒸压灰砂砖、蒸压粉煤灰砖砌体	$1060f$	$1060f$	$1060f$	$960f$
混凝土砌块砌体	$1700f$	$1600f$	$1500f$	—
粗料石、毛料石、毛石砌体	7300	5650	4000	2250
细料石、半细料石砌体	22000	17000	12000	6750

注:轻骨料混凝土砌块砌体的弹性模量可按表中混凝土砌块砌体的采用。

对单排孔且对孔砌筑的混凝土砌块灌孔砌体的弹性模量,应按下列公式计算:

$$E = 1700f_g \quad (1.6)$$

式中 f_g ——灌孔砌体的抗压强度设计值。

(2) 砌体的线膨胀系数和收缩率

砌体在浸水时体积膨胀,而在失水时体积收缩,工程中的砌体大多处于干燥环境下,故应对砌体的干缩变形予以重视。对达到收缩允许标准的块体砌筑 28d 的砌体收缩率见表 1.12。

砌体亦具有热胀冷缩的性质。砌体的线膨胀系数亦见于表 1.12 中。

砌体的线膨胀系数和收缩率

表 1.12

砌体类别	线膨胀系数($\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)	收缩率(mm/m)
烧结粘土砖砌体	5	-0.1
蒸压灰砂砖、蒸压粉煤灰砖砌体	8	-0.2
混凝土砌块砌体	10	-0.2
轻骨料混凝土砌块砌体	10	-0.3
料石和毛石砌体	8	---

试验表明:当温度 $\leq 400^{\circ}\text{C}$ 时,砂浆受热时强度不降低,但当温度超过 400°C 后砂浆强度将降低。如当温度达到 600°C 时,强度降低约 10%。而砂浆冷却时,强度将明显降低:如当温度自 400°C 冷却至常温时,砂浆强度可降低 50%,而粘土砖在受热时强度提高(计算受热砌体时不考虑其提高作用)。对于用普通烧结砖和普通砂浆砌筑的砖砌体,在一面受热的情形下(如砖烟囱),其最高温度不应超过 400°C 。