

砖石结构设计手册

《砖石结构设计手册》编写组

中国建筑工业出版社

砖石结构设计手册

《砖石结构设计手册》编写组

中国建筑工业出版社

本书包括：砖石结构的设计计算原则、构造措施、设计实例和计算图表等方面的内容，共分十一章：计算指标及安全系数，房屋静力计算方案，高厚比和构造措施，无筋砌体构件强度计算，配筋砌体构件强度计算，过梁、基础梁、墙梁、圈梁及梁垫，砖拱房屋，空斗墙、土墙房屋，石结构，房屋计算实例和计算图表。

本书可供土建设计和施工人员参考。

砖石结构设计手册

〈砖石结构设计手册〉编写组

*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
中国建筑工业出版社印刷厂印刷(北京阜外南礼士路)

开本：850×1168毫米 1/32 印张：13¹/₄，字数：442千字

1976年11月第一版 1988年3月第四次印刷

印数：253,781—284,020册 定价：4.85元

ISBN7-112-00171-4/TU·113

统一书号：15040·3283

前 言

为了适应我国社会主义建设的需要，配合新颁布的《砖石结构设计规范》（GBJ3—73）的实施，便于土建设计人员，特别是地、县、厂、矿的广大基建、设计人员使用和参考，我们编写了这本手册。全书包括有：设计计算原则、构造措施、设计实例和计算图表等部分。对规范中未做明确规定而在设计中又经常遇到的问题，我们根据各地的实践经验，在手册中也做了介绍；有的内容目前虽也在应用，但尚需进一步完善，书中用小一号字排印，供参考。

手册引用了下列现行设计规范中的有关内容：

《工业与民用建筑结构荷载规范》（TJ9—74）；

《钢筋混凝土结构设计规范》（TJ10—74）；

《钢结构设计规范》（TJ17—74）；

《工业与民用建筑地基基础设计规范》（TJ17—74）。

本手册适用于一般工业建筑、民用建筑及构筑物的砖石结构设计。对于特殊条件下（如地震区、湿陷性黄土地区和有腐蚀影响的环境等）的房屋，设计时还应根据现行的有关标准、规范。

本手册由辽宁工业建筑设计院和浙江大学主编，参加编写的单位有：四川省工业建筑设计院、湖南省建筑设计院、徐州市建筑设计室、河南省建委设计院、营口市建筑设计处、郑州工学院和福建省工业民用建筑设计院。

手册编写过程中，曾得到许多单位的大力支持和帮助，谨此致谢。

《砖石结构设计手册》编写组

一九七五年十月

基本符号

内外力和材料指标

N ——纵向力,

N_0 ——局部受压面积上的纵向力或梁端支承压力,

N_0 ——由上层传来作用于梁端上的纵向力,

M ——弯矩,

Q ——剪力,

R_1 ——砖石标号,

R_2 ——砂浆标号,

R ——砌体的抗压强度, 柱的不动支点反力,

R_t ——砌体的轴心抗拉强度,

R_w ——砌体的弯曲抗拉强度,

R_s ——砌体的抗剪强度,

R_e ——砌体的局部抗压强度,

R_p ——网状配筋砌体的抗压强度,

R_o ——钢筋的抗拉设计强度,

R'_o ——钢筋的抗压设计强度,

R_h ——混凝土的轴心抗压设计强度,

R_z ——组合砌体构件的换算强度,

R_{z8} ——龄期为28天的砂浆抗压强度,

E ——砌体的弹性模量,

E_h ——混凝土的弹性模量,

E_z ——组合砌体构件的换算弹性模量。

几何特征

A ——截面面积,

A_c ——局部受压面积,

A_0 ——影响局部抗压强度的计算面积,

A_d ——垫块面积,

A_o ——受拉钢筋的截面面积,

- A'_s ——受压钢筋的截面面积；
 A_a ——砌体受压部分的面积；
 A_n ——混凝土的截面面积；
 B ——相邻窗间墙之间或壁柱间的距离；
 B_0 ——在宽度 B 范围内的门窗洞口宽度；
 b ——构件截面宽度；
 c_p ——网状配筋砌体钢筋网的网格尺寸；
 d ——矩形截面的纵向力偏心方向的边长或墙的厚度；
 d' ——T形截面的折算厚度；
 e_0 ——纵向力的偏心距；
 H ——楼层的层高或构件的高度；
 H_0 ——受压构件的计算高度；
 H_s ——构件变截面上段的高度；
 H_x ——构件变截面下段的高度；
 h ——梁的截面高度；
 l ——横墙间距；
 l_0 ——梁的计算跨度；
 I ——截面惯性矩；
 r ——截面的回转半径；
 S ——截面面积矩或截面周长；
 W ——截面抵抗矩；
 y ——截面重心到纵向力所在方向截面边缘的距离。

计 算 系 数

- K ——安全系数；
 K_p ——配筋砌体的安全系数；
 α ——纵向力的偏心影响系数；
 β ——构件的高厚比；
 $[\beta]$ ——墙、柱的允许高厚比；
 η ——偏心受压时纵向弯曲系数的修正系数；
 λ ——构件的长细比；
 m ——侧移折减系数；
 φ ——受压构件的纵向弯曲系数；

- φ_p ——网状配筋砌体构件的纵向弯曲系数；
- φ_z ——组合砌体构件的纵向弯曲系数；
- γ ——局部抗压强度的提高系数；
- μ_c ——梁端支承处砌体局部抗压强度的修正系数；
- k_1 ——非承重墙[β]的修正系数；
- k_2 ——有门窗洞口的墙[β]的修正系数。

模 梁 真 竹

- 模梁全交 —— 1
- 模梁全交带挑檐 —— 1A
- 模梁向心斜山向基 —— 2
- 出梁高竹杆 —— 3
- 出梁高竹杆的挑檐 —— [4]
- 模梁正交的挑檐向基挑檐受心脚 —— 5
- 挑檐向基挑檐 —— 6
- 挑檐挑檐挑檐 —— 7
- 挑檐挑檐挑檐 —— 8
- 挑檐挑檐挑檐 —— 9

目 录

第一章 材料、砌体的计算指标及构件的安全系数	(1)
第一节 材料	(1)
第二节 砌体的计算指标	(2)
第三节 钢筋和混凝土的计算指标	(8)
第四节 构件的安全系数	(9)
第二章 房屋的静力计算	(11)
第一节 静力计算方案	(11)
第二节 刚性方案房屋的计算	(12)
第三节 弹性方案房屋的计算	(15)
第四节 刚弹性方案房屋的计算	(15)
第五节 刚性和刚弹性方案房屋的横墙	(18)
第六节 墙、柱的计算高度和计算截面	(20)
第七节 例题	(23)
第三章 墙、柱的高厚比和构造措施	(35)
第一节 墙、柱的高厚比	(35)
第二节 一般构造要求	(41)
第三节 防止墙体开裂的主要措施	(45)
第四章 无筋砌体构件的强度计算	(50)
第一节 受压构件	(50)
第二节 轴心受拉、受弯、受剪构件	(57)
第三节 局部受压计算	(61)
第五章 配筋砌体构件的强度计算	(67)
第一节 网状配筋砌体构件	(67)
第二节 组合砌体构件	(71)
第三节 筒箍	(82)
第六章 过梁、基础梁、墙梁、圈梁和梁垫	(85)
第一节 过梁	(85)
第二节 基础梁	(90)
第三节 墙梁	(99)

第四节	圈梁	.....	(114)
第五节	梁垫	.....	(117)
第七章	砖拱房屋	.....	(120)
第一节	筒拱	.....	(120)
第二节	双曲砖拱屋盖	.....	(132)
第八章	空斗墙及土墙房屋	.....	(155)
第一节	空斗墙	.....	(155)
第二节	土墙	.....	(158)
第九章	石结构	.....	(164)
第一节	石结构的种类及应用	.....	(164)
第二节	石砌体	.....	(166)
第三节	石构件	.....	(170)
第四节	例题	.....	(174)
第十章	房屋计算实例	.....	(191)
第一节	多层刚性方案房屋	.....	(191)
第二节	单跨无吊车房屋	.....	(199)
第三节	单跨有吊车房屋	.....	(207)
第四节	单跨有吊车(组合砌体)房屋	.....	(228)
第五节	单跨砖吊车墙房屋	.....	(239)
第十一章	计算图表	.....	(253)
11-1	常用结构重量表	.....	(253)
11-2	常用截面力学特征表	.....	(256)
11-3	砖砌体常用截面特征表	.....	(258)
11-4	纵向力的偏心影响系数 α 表	.....	(285)
11-5	受压构件的纵向弯曲系数 φ 及修正系数 η 表	.....	(286)
11-6	砖砌体矩形截面轴心和偏心受压强度计算表	.....	(290)
11-7	每米长砖墙轴心受压承载能力表	.....	(293)
11-8	矩形砖柱轴心受压承载能力表	.....	(296)
11-9	砖墙、柱极限高度表	.....	(298)
11-10	山墙、抗风柱墙截面选用表	.....	(299)
11-11	网状配筋砖砌体强度计算表	.....	(302)

11-12	组合砌体截面特征表	(313)
11-13	砖砌平拱允许均布荷载表	(319)
11-14	钢筋砖过梁允许均布荷载表	(320)
11-15	单跨排架静力计算表	(321)
11-16	单跨无吊车房屋砖壁柱选用表	(324)
11-17	单跨有吊车房屋砖壁柱选用表(6m柱距)	(361)
11-18	单跨砖吊车墙房屋壁柱参考表	(394)
11-19	带壁柱条形基础计算图表	(396)
11-20	钢筋混凝土过梁选用表	(406)
11-21	钢筋混凝土基础梁选用表	(408)
11-22	砂浆配合比参考表	(413)

第一章~第九章中的表索引

表1-1	砖、空心砖和硅酸盐砖砌体的抗压强度 R	(3)
表1-2	1砖厚空斗砌体的抗压强度 R	(4)
表1-3	每皮高度为40cm的砌块砌体抗压强度 R	(4)
表1-4	沿砌体的灰缝截面破坏时, 砌体的轴心抗拉强度 R_t 、弯 曲抗拉强度 R_w 和抗剪强度 R_j	(5)
表1-5	沿砌体的砖石截面破坏时, 砌体的轴心抗拉强度 R_t 和弯 曲抗拉强度 R_w	(7)
表1-6	砌体的弹性模量 E	(7)
表1-7	摩擦系数 f	(7)
表1-8	砌体的线胀系数	(8)
表1-9	钢筋的计算指标	(8)
表1-10	混凝土的计算指标	(8)
表1-11	安全系数 K	(10)
表2-1	刚性、刚弹性和弹性方案房屋的横墙间距 l	(12)
表2-2	刚性方案多层房屋的外墙不考虑风载影响时的最大高度	(14)
表2-3	侧移折减系数 m	(16)
表2-4	受压构件的计算高度 H_0	(20)
表3-1	墙、柱的允许高厚比 $[\beta]$ 值	(36)
表3-2	乱毛石基础阶梯宽高比的最小值	(44)
表3-3	地面以下或防潮层以下的砌体所用材料最低标号	(45)

表3-4	砖石墙体伸缩缝的最大间距	(48)
表3-5	房屋沉降缝宽度	(49)
表4-1	受压构件强度计算公式	(50)
表4-2	轴心受拉、受弯、受剪构件的计算公式	(57)
表4-3	砌体局部受压计算公式	(61)
表5-1	筒箍的系数 η 、 β 及 γ	(84)
表6-1	过梁上的荷载取值表	(85)
表6-2	基础梁荷载取值表	(92)
表6-3	墙梁荷载取值表	(100)
表6-4	墙梁折算高度 h_i 和三角形荷载底边长度 s 、 s'	(104)
表7-1	拱座斜面垂直高度 A 和水平宽度 B	(121)
表7-2	抛物线拱轴线弧长系数 k_s	(124)
表7-3	双曲拱所用材料最低标号	(132)
表7-4	圆弧形拱截面几何特征 (附计算公式)	(137)
表7-5	双曲拱截面选择表	(138)
表7-6	钢拉杆承载力与钢垫板尺寸	(141)
表7-7	拱轴线各点切线的正切 ($\text{tg}\varphi$) 及其座标值 (x , y)	(149)
表7-8	抛物线双铰拱实用计算公式	(150)
表7-9	抛物线双铰拱在均布荷载、曲线变布荷载和半跨均布荷载作用下最大弯矩点的座标值	(154)
表8-1	土壤野外人工鉴别法	(162)
表8-2	土墙纵向弯曲系数 φ	(163)
表8-3	土筑墙抗压强度的换算系数	(163)
表8-4	土坯砌体的抗压强度 R	(163)
表8-5	土墙的允许高厚比 $[\beta]$	(163)
表9-1	石砌体受压构件强度计算公式	(167)
表9-2	细料石和实心砌块砌体每皮高度为20~50cm的抗压强度 R	(184)
表9-3	粗料石砌体每皮高度为20~50cm的抗压强度 R	(185)
表9-4	毛料石(块石)砌体每皮高度为20~50cm的抗压强度 R	(187)
表9-5	乱毛石砌体的抗压强度 R	(188)
表9-6	石砌体和混凝土砌块矩形截面纵向力的偏心影响系数 α	(189)
表9-7	石砌体和混凝土砌块砌体受压构件的纵向弯曲系数 φ	(190)

第一章 材料、砌体的计算指标 及构件的安全系数

第一节 材 料

一、砖石材料的标号

砖石材料的主要指标是它的强度，以标号表示。

根据标准试验方法所得的砖石材料破坏时的抗压强度（以 kg/cm^2 计），称为该砖石材料的标号。砖标号的决定，除抗压强度外，尚应考虑其抗折强度（或抗折荷重）。

二、材料的分类

砖石砌体及配筋砖石砌体的常用材料一般可分为五类：

第一类 普通粘土砖、空心砖和硅酸盐砖

包括有粘土实心砖、粘土空心砖、炉渣空心砖、炉渣砖、灰砂砖、粉煤灰砖等。

其标号为：300、250、200、150、100、75和50号。

第二类 石材和砌块

包括有乱毛石、料石、混凝土砌块、硅酸盐砌块、加气混凝土砌块、煤干石砌块等。

其标号为：1000、800、600、500、400、300、200、150、100、75和50号。

第三类 砂浆

包括有混合砂浆、石灰砂浆、水泥砂浆、粘土砂浆等。

其标号为：100、75、50、25、10和4号。

第四类 混凝土

在砖石结构组合砌体中，所用的混凝土标号为200和150号。

第五类 钢材

在网状配筋砌体、组合砌体和纵向配筋砌体中所采用的钢筋或钢丝，为Ⅰ级、Ⅱ级钢筋和5号钢筋以及冷拔低碳钢丝等。

第二节 砌体的计算指标

砌体强度是砖石结构构件承载能力的主要标志之一，是砖石结构设计计算的基本依据。砌体的抗压强度 R ，系指标准试件在一定养护条件下（室内温度在 $20 \pm 3^\circ\text{C}$ ，硬化龄期为28天）破坏时抗压强度的平均值，以 kg/cm^2 计。

一、影响砌体抗压强度的因素

影响砌体抗压强度的因素很多，主要有以下几个方面：

1. 砖石和砂浆的标号

它是决定砌体抗压强度的基本因素。在一般情况下，砌体抗压强度随着砖石和砂浆标号的提高而提高。但当砂浆标号较高时，砖砌体的强度随着砂浆标号的提高而增加的比率较少。因此，砂浆标号一般不宜超过砖的标号。

2. 砖的尺寸

试验表明，砌体抗压强度随着砖的厚度的增加而提高，随砖的长度的增加而降低。

3. 砂浆流动性及砌体灰缝的饱满程度

它们的好坏直接影响到灰缝的厚度和密实性，从而影响到砌体的强度。按《砌体工程施工及验收规范》规定，石砌体采用的砂浆流动性一般为 $5 \sim 7\text{cm}$ ；砖砌体采用的砂浆流动性一般为 $7 \sim 10\text{cm}$ ；砖砌体水平灰缝的砂浆饱满程度不得低于 80% ；砖柱和宽度小于1米的窗间墙的竖向灰缝的砂浆饱满程度，不得低于 60% 。一般混合砂浆的流动性比纯水泥砂浆好，用混合砂浆砌筑的砌体强度比相同标号的纯水泥砂浆砌筑的砌体强度高。规范规定，当砌体用纯水泥砂浆砌筑时， R 应按相同标号混合砂浆的砌体强度乘以 0.85 后采用。

4. 砌体构件截面尺寸和硬化龄期

试验表明：砌体构件截面尺寸大时，强度则低，反之则高。砖石砌体抗压强度的试件截面尺寸，一般为 $37 \times 49\text{cm}$ ，砌体高度与较小边长的比值以 $2.5 \sim 3.0$ 为标准。砌体强度随龄期的增长而提高，初期增长较快，以后逐渐收敛。规范规定以28天为标准。

5. 除上述因素外，砌筑质量的影响也是重要的因素。

二、砌体的抗压强度

龄期为28天的各种砌体的抗压强度 R ，根据规范规定，分别按下列各项采用。

对于冬季施工的砌体工程，采用抗冻砂浆法时，砂浆按常温施工的标号提高一级，此时冬季施工的砌体强度和稳定性可不予验算。

当验算施工阶段砂浆尚未硬化的新砌砌体强度时，可按砂浆强度为0确定其砌体强度。

1. 尺寸为 $24 \times 11.5 \times 5.3 \text{cm}$ 的砖、空心砖和硅酸盐砖砌体的抗压强度 R ，应按表1-1采用。

砖、空心砖和硅酸盐砖砌体的抗压强度 R (kg/cm^2) 表 1-1

砖标号	混合砂浆标号						纯水泥砂浆标号			砂浆强度
	100	75	50	25	10	4	100	75	50		0
300	70	66	60	52	45	40	60	56	51	33
250	63	58	53	45	39	35	54	47	45	28
200	55	51	46	39	33	29	47	43	39	23
150	47	43	38	32	27	24	40	37	32	18
100	38	35	31	25	21	18	32	30	26	13
75	—	30	27	22	18	15	—	26	23	10
50	—	—	22	18	14	12	—	—	19	7

注：1. 表1-1仅适用于孔洞垂直于受压面的空心砖砌体。

2. 当砖和硅酸盐砖的尺寸与 $24 \times 11.5 \times 5.3 \text{cm}$ 不相同， R 可按表中数值乘以系数 c_1 后采用。

$$c_1 = 2 \sqrt{\frac{h_1 + 0.7}{l_1}}$$

式中 h_1 和 l_1 —— 分别为砖的厚度(不大于 15cm) 和长度，以厘米计。

3. 由于《承重粘土空心砖》(JC196-75)标准已正式颁布实施，空心砖标号的确定方法应按该标准执行。砌体强度可直接采用本表数值，不再考虑《砖石结构设计规范》(GBJ3-73)中的上述 c_1 系数(即 $c_1=1.0$)。

2. 以毛截面计的1砖厚空斗砌体的抗压强度 R ，应按表1-2采用。

1 砖厚空斗砌体的抗压强度 R (kg/cm^2)

表 1-2

砖 标 号	混 合 砂 浆 标 号			砂浆强度
	25	10	4	0
300	48	41	37	30
250	40	34	31	25
200	32	28	25	20
150	24	21	19	15
100	16	14	12	10
75	12	10	9	8
50	8	7	6	5

注：1 砖厚空斗砌体包括无眠空斗、一眼一斗、一眼二斗和一眼多斗数种，表中的 R 值对这几种空斗砌体都适用。

3. 每皮高度为 $40cm$ 的砌块砌体的抗压强度 R ，应按表 1-3 采用。每皮高度 h_2 小于 $40cm$ 和大于 $40cm$ 的砌块砌体的抗压强度 R ，可按表 1-3 所列数值分别乘以系数 c_2 和 c_3 后采用：

$$15cm \leq h_2 < 40cm, c_2 = 0.4 + 0.015h_2$$

$$h_2 > 40cm, c_3 = 1 + 0.004(h_2 - 40) \leq 1.2$$

每皮高度为 $40cm$ 的砌块砌体抗压强度 R (kg/cm^2) 表 1-3

砌块标号	混 合 砂 浆 标 号			纯水泥砂浆标号	砂浆强度
	≥ 50	25	10	≥ 50	0
400	155	140	125	132	100
300	125	110	95	106	75
200	90	75	65	76	50
150	70	60	50	60	35
100	50	45	35	42	25
75	40	35	30	34	20
50	30	25	20	26	12

4. 孔洞垂直于受压面的空心砌块砌体的抗压强度 R ，可按上述第 3 项规定乘以系数 c_4 后采用。

$$c_4 = (1 - k) n_1$$

式中 k —— 砌块的空心率，以小数计；

$n_1 = 1 - 0.6k$ ——与空心率有关的强度降低系数, 当 $n_1 < 0.7$ 时, 仍采用 0.7。

5. 料石砌体的抗压强度 R , 可按表 9-2~9-4 采用。

6. 乱毛石砌体的抗压强度 R , 可按表 9-5 采用。

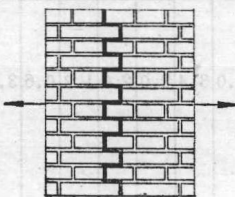
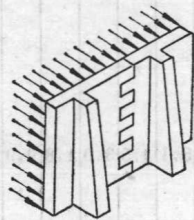
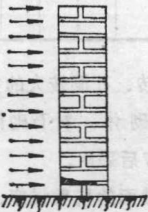
三、砌体的轴心抗拉、弯曲抗拉和抗剪强度

(表 1-4、1-5)

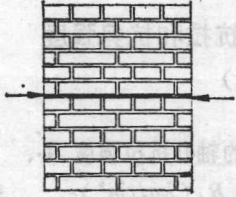
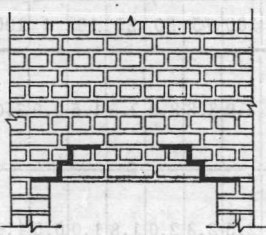
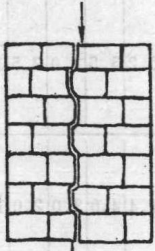
沿砌体的灰缝截面破坏时, 砌体的轴心抗拉强度 R_t 、

弯曲抗拉强度 R_w 和抗剪强度 R , (kg/cm^2)

表 1-4

序 号	强度 类别	破坏特征及砌体类别	混合砂浆标号						纯水泥砂 浆 标号			
			100	75	50	25	10	4	100	75	50	
1	轴心 抗拉 强度	 沿齿缝截面	砖和空 心砖砌 体	4.0	3.3	3.0	2.5	1.5	0.9	3.0	2.5	2.2
			乱毛石 砌体	2.5	2.3	2.0	1.8	1.0	0.5	1.9	1.7	1.5
2	弯 曲 抗 拉 强 度	 沿齿缝截面	砖和空 心砖砌 体	7.0	6.2	5.5	4.0	2.5	1.5	5.2	4.6	4.1
			乱毛石 砌体	5.0	4.4	4.0	3.0	2.0	1.0	3.8	3.3	3.0
	拉 强 度	 沿通缝截面	砖和空 心砖砌 体	4.0	3.4	3.0	2.0	1.2	0.6	3.0	2.6	2.2
			乱毛石 砌体	2.5	2.3	2.0	1.8	0.9	0.4	1.9	1.7	1.5

续表

序号	强度类别	破坏特征及砌体类别	混合砂浆标号						纯水泥砂浆标号			
			100	75	50	25	10	4	100	75	50	
3	抗剪	 沿通缝截面	砖和空心砖砌体	4.0	3.4	3.0	2.0	1.2	0.6	3.0	2.6	2.2
		 沿阶梯形截面	砖和空心砖砌体	4.0	3.4	3.0	2.0	1.2	0.6	3.0	2.6	2.2
	 沿齿缝截面	乱毛石砌体	6.0	5.1	4.5	3.0	1.8	0.9	4.5	3.8	3.4	

注：1.表中 R_t 、 R_m 和 R_j 值，不适用于硅酸盐砖、孔洞较大的空心砖、料石和砌块砌体。当无试验资料时，硅酸盐砖砌体、料石砌体的 R_t 、 R_m 和 R_j 值可参考表中普通砖砌体数值乘以0.7后采用。

2.弯曲时抗主拉应力强度取等于沿阶梯形截面的抗剪强度。