

简 明 砌 体 结 构 设 计 手 册

主 编	唐瑞森		
编写成员	唐瑞森	李晓平	邢纪康
	王克刚	孙兴利	安如平
	罗 锰	郭学富	姜世敏

中国建筑工业出版社

目 录

前 言		第六章 过梁、墙梁及挑梁	60
第一章 材料、砌体的计算指标及砌体		第一节 过梁	60
结构的设计原则	1	第二节 墙梁	64
第一节 材料的分类和强度等级	1	第三节 挑梁	85
第二节 砌体的强度	2	第七章 砌块、石结构及空斗墙	
第三节 砌体的弹性模量、剪切模量、		房屋	91
线膨胀系数和摩擦系数	6	第一节 砌块房屋	91
第四节 混凝土、钢筋的强度和弹性模量	7	第二节 石结构房屋	94
		第三节 空斗墙房屋	98
第五节 砌体结构的设计原则	9	第八章 砌体房屋地下室墙及刚性	
第二章 无筋砌体构件的承载力		基础的设计	101
计算	11	第一节 地下室墙的设计	101
第一节 受压构件	11	第二节 刚性基础的设计	106
第二节 局部受压	17	第九章 砌体房屋的抗震设计	112
第三节 轴心受拉、受弯及受剪构件	23	第一节 多层砌体房屋	112
第三章 配筋砖砌体构件的承载力		第二节 底层框架砖房和多层内	
计算	26	框架砖房	124
第一节 网状配筋砖砌体构件	26	第三节 单层砖柱厂房	129
第二节 组合砖砌体构件	29	第四节 单层空旷房屋	136
第四章 砌体房屋的静力计算	36	第十章 砌体房屋的计算实例	141
第一节 静力计算方案的分类及选用	36	第一节 单跨无吊车房屋	
第二节 刚性方案房屋的计算	37	(无抗震设防)	141
第三节 弹性方案房屋的计算	40	第二节 单跨无吊车单层房屋	
第四节 刚弹性方案房屋的计算	41	(抗震设防)	144
第五节 上柔下刚和上刚下柔多层		第三节 单跨有吊车组合砖砌体单层	
房屋的计算	42	房屋(无抗震设防)	147
第六节 墙柱的受荷范围、计算截面宽度		第四节 多层住宅房屋	
和控制截面	44	(无抗震设防)	155
第七节 例题	44	第五节 多层住宅房屋	
第五章 砌体房屋的构造要求	50	(抗震设防)	159
第一节 墙、柱的高厚比	50	第六节 带地下室多层办公楼房屋	
第二节 一般构造要求	53	(无抗震设防)	165
第三节 防止墙体开裂的主要措施	54	第七节 上柔下刚的多层房屋	
第四节 圈梁的设置和构造	57	(无抗震设防)	173

第八节 上刚下柔的多层房屋 (无抗震设防)	179	表 11-4-8 砖砌体折算抗压强度 $\bar{f}$ (N/mm ²) (MU10 砖, M2.5 砂浆)	286
第九节 底层框架砖房 (抗震设防)	191	11-5 每米长砖墙轴心受压承载力 [N] 表	288
第十节 多层内框架房屋 (抗震设防)	204	11-6 矩形截面砖柱轴心受压承载力 [N] 表	289
第十一章 计算图表	211	11-7 墙体的允许高度 [H_0] 表	292
11-1 常用结构自重表	211	11-8 矩形柱的允许高度 [H_0] 表	296
11-2 砖砌体常用截面特征表	214	11-9 有效支承长度 a_0 、支承反力作 用点到墙体内皮的距离 $0.33a_0$ 和 $0.4a_0$ 表	298
表 11-2-1 砖砌体 T 形截面 (1 砖厚墙) 特征表	214	11-10 砖墙上刚性垫块的局部受压 承载力设计值 [N_l] 表	300
表 11-2-2 砖砌体 T 形截面 (1 砖半 厚墙) 特征表	225	11-11 砖壁柱上刚性垫块的局部 受压承载力设计值 [N_l] 表	314
表 11-2-3 砖砌体十字形截面 特征表	235	11-12 网状配筋砖砌体构件的轴 向力影响系数 φ_n 表	320
11-3 轴向力影响系数 φ 表	262	11-13 网状配筋砖砌体构件的强度提 高值 f_m 及配筋率 ρ 表	325
表 11-3-1 轴向力影响系数 φ 表 (砂浆强度等级 $\geq M5$)	262	11-14 组合砖砌体构件的稳定系数 φ_{com} 表	333
表 11-3-2 轴向力影响系数 φ 表 (砂浆强度等级 M2.5)	264	11-15 排架计算公式表	333
表 11-3-3 轴向力影响系数 φ 表 (砂浆强度等级 M1)	266	表 11-15-1 等截面单跨排架内力 计算公式表	333
表 11-3-4 轴向力影响系数 φ 表 (砂浆强度等级 M0.4)	268	表 11-15-2 变截面单跨排架内力 计算公式表	334
表 11-3-5 轴向力影响系数 φ 表 (砂浆强度 0)	270	表 11-15-3A 等高多跨排架内力 计算公式表	335
11-4 砖砌体折算抗压强度 $\bar{f}$ 表	272	表 11-15-3B 单支点柱的侧移刚度及 不动支点反力的计算公 式表	335
表 11-4-1 砖砌体折算抗压强度 $\bar{f}$ (N/mm ²) (MU7.5 砖, M7.5 砂浆)	272	表 11-15-4A 不等高排架内力计算 公式表	336
表 11-4-2 砖砌体折算抗压强度 $\bar{f}$ (N/mm ²) (MU25 砖, M5 砂浆)	274	表 11-15-4B 双支点柱的侧移刚度及 不动支点反力的计算公 式表	337
表 11-4-3 砖砌体折算抗压强度 $\bar{f}$ (N/mm ²) (MU7.5 砖, M2.5 砂浆)	276	表 11-15-5 排架基本自振周期 计算公式表	339
表 11-4-4 砖砌体折算抗压强度 $\bar{f}$ (N/mm ²) (MU7.5 砖, M1 砂浆)	278	11-16 山墙抗风柱截面选用表	339
表 11-4-5 砖砌体折算抗压强度 $\bar{f}$ (N/mm ²) (MU10 砖, M10 砂浆)	280	11-17 单跨无吊车房屋砖壁柱选用表	340
表 11-4-6 砖砌体折算抗压强度 $\bar{f}$ (N/mm ²) (MU10 砖, M7.5 砂浆)	282	11-17-1 单跨无吊车房屋砖壁柱选用表	
表 11-4-7 砖砌体折算抗压强度 $\bar{f}$ (N/mm ²) (MU10 砖, M5 砂浆)	284		

(无抗震设防)	340	11-25 单跨承重墙梁选用及	
11-17-2 单跨无吊车房屋组合砖壁柱选		计算系数表	450
用表(抗震设防)	393	表 11-25-1 不开洞简支墙梁选用及	
11-18 砖砌平拱过梁允许均布荷载表 ...	413	系数表	452
11-19 钢筋砖过梁允许均布荷载表	413	表 11-25-2 开洞简支墙梁选用及	
11-20 钢筋混凝土过梁选用表	414	系数表	463
11-21 墙梁钢筋混凝土托梁弯矩		表 11-25-3 不开洞框支墙梁选用及	
配筋表	416	系数表	474
11-22 不开洞墙梁钢筋混凝土托梁受剪		表 11-25-4 开洞框支墙梁选用及	
承载力计算表	433	系数表	476
11-23 开洞墙梁托梁洞边受剪		11-26 连续墙梁内力系数表	479
承载力计算表	440	11-27 钢筋混凝土挑梁选用表	481
11-23-1 $[V]$ 、 $[V_1]$ 及 $[V_2]$ 表	441	11-28 钢筋混凝土雨篷选用表	483
11-23-2 V_1 表	444	11-29 钢筋的计算截面面积及理论	
11-24 钢筋混凝土基础梁选用表	445	重量表	488

第一章 材料、砌体的计算指标及砌体结构的设计原则

第一节 材料的分类和强度等级

一、材料的分类

砌体结构是用块体和砂浆砌筑而成的结构。有时为了提高砌体结构的强度，尚需配置一定的钢筋和与钢筋混凝土组合而构成配筋砌体结构。

(一) 块体

块体一般有以下几种：

1. 砖 包括：烧结普通砖（粘土砖和硅酸盐砖）、非烧结硅酸盐砖和承重粘土空心砖。由它们组成的砌体称为砖砌体。

2. 砌块 分为小型砌块和中型砌块两种。高度在180mm~350mm的块体称为小型砌块，目前国内的小型砌块多为高度190mm的混凝土空心砌块。高度在360mm~900mm的砌块称为中型砌块，它又有混凝土空心砌块和粉煤灰实心砌块两种。

3. 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。

(二) 砂浆

砂浆一般有以下几种：

1. 水泥砂浆（水泥和砂）；
2. 混合砂浆（水泥、石灰和砂）；
3. 石灰砂浆（石灰和砂）。

(三) 混凝土和钢筋

在配筋砌体结构中，由于砌体强度较低，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。

钢筋采用Ⅰ级、Ⅱ级钢筋和冷拔低碳钢丝等。

二、材料的强度等级

各种块体和砂浆按其强度分为若干等级，称为强度等级。块体的强度等级用符号MU表示，砂浆强度等级用符号M表示。它们的强度等级有：

砖：MU30(300)、MU25(250)、MU20(200)、MU15(150)、MU10(100)、MU7.5(75)。^①

砌块：MU15、MU10、MU7.5、MU5、MU3.5。

① 括号内为工程制单位的值，以便与《烧结普通砖》(GB5101—85)中仍采用的工程制单位对照。

石材：MU100、MU80、MU60、MU50、MU40、MU30、MU20、MU15、MU10。

砂浆：M15、M10、M7.5、M5、M2.5、M1、M0.4。

这里，砖和砌块的强度等级都是用实际砖和砌块的强度确定的，石材的强度等级则是采用70mm×70mm×70mm立方体为标准试件确定的。

第二节 砌体的强度

一、砌体的抗压强度设计值

龄期为28天的以毛截面计算的各类砌体抗压强度设计值，根据块体和砂浆的强度等级应分别按下列规定采用①。

（一）烧结普通砖、非烧结硅酸盐砖和承重粘土空心砖砌体的抗压强度设计值，应按表1-1采用。

（二）一砖厚空斗砌体的抗压强度设计值，应按表1-2采用。

（三）块体高度为180mm~350mm的混凝土小型空心砌块砌体的抗压强度设计值，应按表1-3采用。

（四）块体高度为360mm~900mm的混凝土中型空心砌块砌体和粉煤灰中型实心砌块砌体的抗压强度设计值 f ，应按表1-4采用。

砖砌体的抗压强度设计值 f (N/mm²) 表 1-1

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。

一砖厚空斗砌体的抗压强度设计值 f (N/mm²) 表 1-2

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

①强度单位在《砌体结构设计规范》(GBJ3—88)中均采用MPa表示。本手册为了便于换算和与其他规范统一，改用N/mm²表示，其数值与用MPa表示是完全相同的。

混凝土小型空心砌块砌体的抗压强度设计值 f (N/mm²)

表 1-3

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
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 φ_1 ， $\varphi_1 = [0.8/(1-\delta)] \leq 1.5$ ， δ 为砌块的空心率。

中型砌块砌体的抗压强度设计值 f (N/mm²)

表 1-4

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 ， $\varphi_2 = 1 - 1.25(\delta - 0.4)$ 。

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 1-3 注 4 采用。

(五) 砌块高度为 180~350mm 的毛料石砌体的抗压强度设计值，应按表 1-5 采用。

毛料石砌体的抗压强度设计值 f (N/mm²)

表 1-5

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

续表

石材强度等级	砂 浆 强 度 等 级				砂浆强度
	M7.5	M5	M2.5	M1	0
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	0.88
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。

(六) 毛石砌体的抗压强度设计值，应按表1-6采用。

毛石砌体的抗压强度设计值 f (N/mm²)

表 1-6

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、弯曲抗拉和抗剪强度设计值

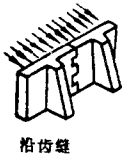
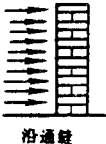
龄期为28天的以毛截面计算的各类砌体的轴心抗拉、弯曲抗拉和抗剪强度设计值 f_t ， f_{tm} 和 f_v ，可按表1-7和表1-8采用。

沿砌体灰缝截面破坏时的轴心抗拉强度设计值 f_t 、弯曲抗拉强度设计值 f_{tm} 和抗剪强度设计值 f_v (N/mm²)

表 1-7

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 f_t	 粘土砖、空心砖 混凝土小型空心砌块 混凝土中型空心砌块 粉煤灰中型实心砌块 毛石	0.20	0.17	0.14	0.10	0.06	0.04
			0.10	0.08	0.07	0.05	—	—
			0.08	0.06	0.05	0.04	—	—
			0.05	0.04	0.03	0.02	—	—
			0.09	0.08	0.06	0.04	0.03	0.02

续表

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
2	弯曲抗拉 f_t	 台阶缝	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
	轴心抗拉 f_{tm}	 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	—	—	—	—	—	—
3	抗剪 f_v	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_{tm} 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比值小于1时，其 f_t 和 f_{tm} 应按表中数值乘以比值后采用。

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
 f_t 和弯曲抗拉强度设计值 f_{tm} (N/mm²) 表 1-8

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 f_t	0.29	0.28	0.26	0.23	0.20	0.18
2	弯曲抗拉 f_{tm}	0.44	0.42	0.38	0.35	0.31	0.28

三、砌体强度设计值的调整系数 γ_a

影响砌体强度设计值的因素很多，有些在设计中必须反映，可将砌体强度设计值乘以调整系数 γ_a ，见表1-9。

另外，对施工阶段砂浆尚未硬化的新砌砌体，可按砂浆强度为零确定其砌体强度。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。这是因为，在冬季施工中采用掺盐砂浆法施工的砌体，其砌体强度值已经降低，一般相当于降低砂浆等级一级。

调整系数 γ_a

表 1-9

使用情 况		γ_a
有吊车房屋和梁跨度 $\geq 9\text{m}$ 的多层房屋 构件截面积 $A < 0.3\text{m}^2$		0.9 $0.7 + A$
用水泥砂浆砌筑的各类砌体 [注]	抗压强度	0.85
	一般砌体的抗拉、弯、剪强度	0.75
	对粉煤灰中型实心砌块砌体	0.5
验算施工中房屋的构件时		1.10

注：对于表1-8的强度设计值，仍取 $\gamma_a = 1$ ，即不进行此项调整。

第三节 砌体的弹性模量、剪变模量、线膨胀系数和摩擦系数

砌体的弹性模量 E ，可按表1-10采用，剪变模量可近似取 $G = 0.4E$ 。砌体的线膨胀系数 α_t ，可按表1-11采用。摩擦系数 μ 可按表1-12采用。

砌体的弹性模量 E (N/mm^2)

表 1-10

序号	砌体种类	砂浆强度等级					
		M10	M7.5	M5	M2.5	M1	M0.4
1	粘土砖、空心砖、空斗砌体	1500 <i>f</i>	1500 <i>f</i>	1500 <i>f</i>	1300 <i>f</i>	1100 <i>f</i>	700 <i>f</i>
2	硅酸盐砖	1000 <i>f</i>	1000 <i>f</i>	1000 <i>f</i>	900 <i>f</i>	700 <i>f</i>	500 <i>f</i>
3	混凝土小型空心砌块	1600 <i>f</i>	1500 <i>f</i>	1400 <i>f</i>	1200 <i>f</i>	—	—
4	混凝土中型空心砌块	2300 <i>f</i>	2100 <i>f</i>	1900 <i>f</i>	1700 <i>f</i>	—	—
5	粉煤灰中型实心砌块	1100 <i>f</i>	1000 <i>f</i>	950 <i>f</i>	850 <i>f</i>	—	—
6	粗、毛料石、毛石	7300 <i>f</i>	5650	4000	2250	1250	850
7	细料石、半细料石	22×10^3	17×10^3	12×10^3	6750	3750	2550

砌体的线膨胀系数 α_t

表 1-11

序号	砌体种类	线膨胀系数
1	粘土砖、空心砖、空斗砌体	$5 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$
2	砌块和硅酸盐砖	$10 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$
3	料石和毛石	$8 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$

摩擦系数 μ

表 1-12

序 号	材 料 类 别	摩 擦 面 情 况	
		干 燥 的	潮 湿 的
1	砌体沿砌体或混凝土滑动	0.70	0.60
2	木材沿砌体滑动	0.60	0.50
3	钢沿砌体滑动	0.45	0.35
4	砌体沿砂或卵石滑动	0.60	0.50
5	砌体沿砂质粘土滑动	0.55	0.40
6	砌体沿粘土滑动	0.50	0.30

第四节 混凝土、钢筋的强度和弹性模量

砌体结构中采用的混凝土、钢筋的强度设计值和弹性模量，列于表1-13、1-14、1-15和1-16，供设计时参考。

混凝土强度设计值 (N/mm^2)

表 1-13

强度种类	符号	混 凝 土 强 度 等 级											
		C7.5	C10	C15	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	C60
轴心抗压	f_c	3.7	5	7.5	10	12.5	15	17.5	19.5	21.5	23.5	25	26.5
弯曲抗压	f_{cm}	4.1	5.5	8.5	11	13.5	16.5	19	21.5	23.5	26	27.5	29
抗 拉	f_t	0.55	0.65	0.9	1.1	1.3	1.5	1.65	1.8	1.9	2	2.1	2.2

注：1. 计算现浇钢筋混凝土轴心受压及偏心受压构件时，如截面的长边或直径小于300mm，则表中混凝土的强度设计值应乘以系数0.8；当构件质量（如混凝土成型，截面和轴线尺寸等）确有保证时，可不受此限。

2. 离心混凝土的强度设计值，应按有关专门规定取用。

钢筋强度设计值 (N/mm^2)

表 1-14

种	类	f_y 或 f_{py}	f'_y 或 f'_{py}
热轧钢筋	I 级 (A_3 、 A_{Y3})	210	210
	II 级 (20MnSi、20MnNb(b)) $d \leq 25$	310	310
	$d = 28 \sim 40$	290	290
	III 级 (25MnSi)	340	340
	IV 级 (40Si ₂ MnV、45SiMnV、 45Si ₂ MnTi)	500	400

续表

种	类	f_y 或 f_{py}	f'_y 或 f_{py}
冷拉钢筋	I 级 ($d < 12$)	250	210
	II 级 $d < 25$ $d = 28 \sim 40$	380 360	310 290
	III 级	420	340
	IV 级	580	400
热处理钢筋	40Si ₂ Mn ($d = 6$) 48Si ₂ Mn ($d = 8, 2$) 45Si ₂ Cr ($d = 10$)	1000	400
冷拔低碳钢丝	甲级: $\phi 4$ $\phi 5$	I 组、II 组 460 430 430 400	400
	乙级: $\phi_3 \sim \phi_5$ 用于焊接骨架和焊接网时 用于绑扎骨架和绑扎网时	320 250	320 250

- 注: 1. 在钢筋混凝土结构中, 轴心受拉和小偏心受拉构件的钢筋抗拉强度设计值大于 310N/mm^2 时, 仍按 310N/mm^2 取用; 其他构件的钢筋抗拉强度设计值大于 340N/mm^2 时, 仍按 340N/mm^2 取用; 对于直径大于 12mm 的 I 级钢筋, 如经冷拉, 不得利用冷拉后的强度。
2. 当钢筋混凝土结构的混凝土强度等级为 C10 时, 光面钢筋的强度设计值应按 190N/mm^2 取用, 变形钢筋 (包括月牙纹钢筋和螺纹钢筋) 的强度设计值应按 230N/mm^2 取用。
3. 构件中配有不同种类的钢筋时, 每种钢筋根据其受力情况应采用各自的强度设计值。

混凝土弹性模量 E_c (N/mm^2)

表 1-15

混凝土强度等级	弹性模量 E_c	混凝土强度等级	弹性模量 E_c
C7.5	1.45×10^4	C35	3.15×10^4
C10	1.75×10^4	C40	3.25×10^4
C15	2.20×10^4	C45	3.35×10^4
C20	2.55×10^4	C50	3.45×10^4
C25	2.80×10^4	C55	3.55×10^4
C30	3.00×10^4	C60	3.60×10^4

钢筋弹性模量 E_s (N/mm^2)

表 1-16

种	类	E_s
I 级钢筋、冷拉 I 级钢筋		2.1×10^5
II 级钢筋、III 级钢筋、冷拔低碳钢丝		2.0×10^5

第五节 砌体结构的设计原则

一、以概率理论为基础的极限状态设计法

《砌体结构设计规范》(GBJ3—88)采用以概率理论为基础的极限状态设计方法,用分项系数的设计表达式进行计算。

砌体结构均应按承载能力极限状态设计,并满足正常使用极限状态的要求。
所谓承载能力极限状态是指结构或结构构件达到了最大承载能力或者产生了使结构或结构构件不能继续承载的过大变形,从而丧失了完成安全性功能的能力的一种状态。当结构或结构构件出现下列状态之一时,即可认为达到了承载能力极限状态。

- (1) 结构构件或连接因达到材料强度而破坏;
- (2) 由于某些截面或部位的受力性能在荷载增大过程中发生变化(例如产生塑性转动)而使结构或构件丧失稳定。
- (3) 结构或构件丧失稳定;
- (4) 结构或构件发生倾覆、滑移或漂浮,从而丧失位置平衡。

对于砌体结构,一般是考虑第(1)种情况;对于某些构件(如挑梁、挡土墙)还应考虑第(4)种情况。

所谓正常使用极限状态是指使结构或构件失去适用性和耐久性的状态。例如出现过大的变形、过大的裂缝、过大的振动等而影响正常使用,即认为达到了正常使用极限状态。砌体结构一般可由相应的构造措施来保证满足正常使用极限状态的要求。对于受压构件的偏心距超过极限偏心距时,才计算拉应力以控制裂缝宽度不致过大。

二、建筑结构的安全等级

根据建筑结构破坏可能产生的后果(危及人的生命、造成经济损失、产生社会影响等)的严重性,建筑结构可按表1-17划分为三个安全等级,设计时应根据具体情况适当选用。

建筑结构的安全等级 表 1-17

安 全 等 级	破 坏 后 果	建 筑 物 类 型
一 级	很 严 重	重要的工业与民用建筑
二 级	严 重	一般的工业与民用建筑
三 级	不 严 重	次要的建筑物

注: 1.对于特殊的建筑物,其安全等级可根据具体情况另行确定。
2.对地震区的砌体结构设计,应按《建筑抗震设计规范》(GBJ11-89)根据建筑物重要性区分建筑物类别。

三、按承载能力极限状态设计的表达式

砌体结构按承载能力极限状态设计的表达式为:

$$\gamma_0 S \leq R(f_d, a_k \dots\dots) \tag{1-1}$$

式中 γ_0 ——结构重要性系数。对于安全等级为一级、二级、三级的砌体结构构件，可分别取1.1、1.0、0.9；
 S ——内力设计值，分别表示为轴向力设计值 N 、弯矩设计值 M 和剪力设计值 V 等；
 $R(\)$ ——结构构件的承载力设计值函数；
 f_d ——砌体的强度设计值；
 a_k ——几何参数标准值。
 S 的一般表达式为：

$$S = \gamma_G C_G G_K + \gamma_{Q1} C_{Q1} Q_{1K} + \sum_{i=2}^n \gamma_{Qi} C_{Qi} \psi_{Ci} Q_{iK} \quad (1-2)$$

式中 γ_G ——永久荷载分项系数，一般情况采用1.2；
 γ_{Q1}, γ_{Qi} ——第一个和其他第 i 个可变荷载分项系数，一般情况采用1.4；
 G_K ——永久荷载的标准值；
 Q_{1K} ——第一个可变荷载的标准值，该可变荷载标准值的效应大于其他任意第 i 个可变荷载标准值的效应。
 Q_{iK} ——其它第 i 个可变荷载的标准值；
 C_G, C_{Q1}, C_{Qi} ——永久荷载、第一个可变荷载和其他第 i 个可变荷载的荷载效应系数；
 ψ_{Ci} ——第 i 个可变荷载的组合值系数，当风荷载与其他可变荷载组合时，可均采用0.6。

对于一般单层和多层房屋，可采用下列简化的极限状态设计表达式：

$$\gamma_0 \left(\gamma_G C_G G_K + \psi \sum_{i=1}^n \gamma_{Qi} C_{Qi} Q_{iK} \right) \leq R(f_d, a_k, \dots) \quad (1-3)$$

式中 ψ 为简化设计表达式中的荷载组合系数，当风荷载与其他可变荷载组合时，可采用0.85。

当砌体结构作为一个刚体，需验算整体稳定性时，例如倾覆、滑移、漂浮等，可采用下列设计表达式：

$$0.8 C_{G1} G_{1K} - 1.2 C_{G2} G_{2K} - 1.4 C_{Q1} Q_{1K} - \sum_{i=2}^n 1.4 C_{Qi} \psi_{Ci} Q_{iK} \geq 0 \quad (1-4)$$

式中 G_{1K} ——起有利作用的永久荷载标准值；
 G_{2K} ——起不利作用的永久荷载标准值；
 C_{G1}, C_{G2} ——分别为 G_{1K}, G_{2K} 的荷载效应系数；
 Q_{1K}, Q_{iK} ——起不利作用的第一个和其他第 i 个可变荷载的标准值；
 C_{Q1}, C_{Q2} ——分别为第一个可变荷载和其他第 i 个可变荷载的荷载效应系数；
 ψ_{Ci} ——第 i 个可变荷载的组合系数，其取值同前。

第二章 无筋砌体构件的承载力计算

第一节 受压构件

一、无筋砌体受压构件承载力的计算公式

$$N \leq \varphi f A \quad (2-1)$$

式中 N ——荷载设计值产生的轴向力；

φ ——高厚比 β 和轴向力的偏心距 e 对受压构件承载力的影响系数，可由表 11-3 查得。或采用下列公式计算：

$$\text{当 } \beta \leq 3 \text{ 时} \quad \varphi = \frac{1}{1 + 12 \left(\frac{e}{h} \right)^2} \quad (2-2a)$$

$$\text{当 } \beta > 3 \text{ 时} \quad \varphi = \frac{1}{1 + 12 \left\{ \frac{e}{h} + \beta \sqrt{\frac{a}{12} \left[1 + 6 \frac{e}{h} \left(\frac{e}{h} - 0.2 \right) \right]} \right\}^2} \quad (2-2b)$$

对于轴心受压构件 $e = 0$ ，(2-2b) 式可简化为：

$$\varphi = \frac{1}{1 + a \beta^2} \quad (2-2c)$$

a ——与砂浆强度等级有关的系数，当砂浆强度等级 $\geq M5$ 时， $a = 0.0015$

当 M2.5 时， $a = 0.002$

当 M1 时， $a = 0.003$

当 M0.4 时， $a = 0.0045$

当砂浆强度为 0 时， $a = 0.009$

A ——截面面积，对各类砌体均按毛截面计算，对带壁柱墙，其翼缘宽度按第四章第六节的规定计算；

f ——砌体抗压强度设计值，按表 1-1 至表 1-6 采用；

β ——受压构件的高厚比，应按下式计算：

$$\text{对矩形截面} \quad \beta = \frac{H_0}{h} \quad (2-3a)$$

$$\text{对 T 形截面和十字形截面} \quad \beta = \frac{H_0}{h_T} \quad (2-3b)$$

H_0 ——受压构件的计算高度，按本节第二项规定确定；

h ——矩形截面轴向力偏心方向的边长，当轴心受压时为截面较小边长；

h_T —— T 形截面和十字形截面的折算厚度,可近似取 $h_T=3.5i$ 计算。对常用 T 形截面和十字形截面, h_T 可由表11-2查得;

i ——截面回转半径。

注意事项

1.在确定影响系数 φ 时,应先对高厚比 β 乘以下列系数,以考虑不同种类砌体在受力性能上的差异:

- (1) 粘土砖、空心砖,空斗砌体和混凝土中型空心砌块砌体1.0;
- (2) 混凝土小型空心砌块砌体1.1;
- (3) 粉煤灰中型实心砌块、硅酸盐砖、细料石和半细料石砌体1.2;
- (4) 粗料石和毛石砌体1.5。

2.矩形截面构件,当轴向力偏心方向的截面边长大于另一方向的截面边长时,除按偏心受压计算外,还应对较小边长方向,按轴心受压进行验算。

每米长砖墙轴心受压承载力 $[N]$ 可查表11-5;

矩形截面砖柱轴心受压承载力 $[N]$ 可查表11-6。

二、受压构件计算高度的确定

1.受压构件计算高度 H_0 应根据房屋类别和构件支承条件等按表2-1采用。表中的构件高度 H 应按下列规定采用:

(1) 在房屋底层,为楼板到构件下端支点的距离。下端支点的位置,可取在基础顶面。当埋置较深时,则可取在室内地面或室外地面下300mm~500mm处。

(2) 在房屋的其他层次,为楼板或其他水平支点间的距离。

(3) 对于山墙,可取层高加上山墙尖高度的1/2;山墙壁柱则可取壁柱处的山墙高度。

受压构件的计算高度 H_0

表 2-1

房 屋 类 别			柱		带壁柱墙或周边拉结的墙		
			排架方向	垂 直 排架方向	$S>2H$	$2H>S>H$	$S<H$
有吊车的 单层房屋	变截面柱 上 段	弹性方案	$2.5H_0$	$1.25H_0$	$2.5H_0$		
		刚性、刚弹性方案	$2.0H_0$	$1.25H_0$	$2.0H_0$		
	变截面柱下段		$1.0H_l$	$0.8H_l$	$1.0H_l$		
无吊车的 单层 和多层 房屋	单 跨	弹性方案	$1.5H$	$1.0H$	$1.5H$		
		刚弹性方案	$1.2H$	$1.0H$	$1.2H$		
	两跨或多跨	弹性方案	$1.25H$	$1.0H$	$1.25H$		
		刚弹性方案	$1.1H$	$1.0H$	$1.1H$		
	刚性方案		$1.0H$	$1.0H$	$1.0H$	$0.45+0.2H$	$0.6S$

注:1.表中 H_0 为变截面柱的上段高度; H_l 为变截面柱的下段高度。

2.对于上端为自由端的构件, $H_0=2H$

3.独立砖柱,当无柱间支撑时,柱在垂直排架方向的 H_0 应按表中数值乘以1.25后采用。

2. 对有吊车的房屋, 当不考虑吊车作用时, 变截面柱上段的计算高度可按表2-1规定采用; 变截面柱下段的计算高度可按下列规定采用:

(1) 当 $H_u/H \leq \frac{1}{3}$ 时, 取无吊车房屋的 H_0 。

(2) 当 $\frac{1}{3} < H_u/H < \frac{1}{2}$ 时, 取无吊车房屋的 H_0 乘以修正系数 μ 。 $\mu = 1.3 - 0.3 \frac{I_\mu}{I_l}$ 。 I_μ 为变截面柱上段的惯性矩, I_l 为变截面柱下段的惯性矩。

(3) 当 $H_u/H \geq \frac{1}{2}$ 时, 取无吊车房屋的 H_0 , 但在确定 β 值时, 采用上柱截面。

上述规定也适用于无吊车房屋的变截面柱。

三、轴向力偏心距 e 的限值及超过限值时的计算方法

受压构件计算中的轴向力偏心距 e 应按荷载标准值计算。

荷载偏心距较大的构件, 很容易在受拉边出现水平裂缝, 从而降低砌体的承载力。因此, 在按(2-1)式进行计算时, 应符合:

$$e < 0.7y \quad (2-4)$$

式中 y ——截面形心到轴向力所在偏心方向截面边缘的距离。

当 $0.7y < e < 0.95y$ 时, 除按(2-1)式进行计算外, 尚应按下式进行正常使用极限状态验算:

$$N_k < \frac{f_{tm, k} A}{\frac{Ae}{W} - 1} \quad (2-5)$$

对于矩形截面(2-5)式简化为:

$$N_k < \frac{f_{tm, k} A}{\frac{6e}{h} - 1} \quad (2-5a)$$

式中 N_k ——轴向力标准值;

$f_{tm, k}$ ——砌体沿通缝截面的弯曲抗拉强度标准值, 取 $f_{tm, k} = 1.5 f_{tm}$;

f_{tm} ——砌体沿通缝截面的弯曲抗拉强度设计值, 按表1-7和表1-8采用;

W ——截面抵抗矩。

当 $e > 0.95y$ 时, 按下式进行计算:

$$N < \frac{f_{tm} A}{\frac{Ae}{W} - 1} \quad (2-6)$$

对于矩形截面构件, (2-6)式简化为:

$$N < \frac{f_{tm} A}{\frac{6e}{h} - 1} \quad (2-6a)$$

式中 N ——轴向力设计值。

四、无筋砌体受压构件承载力计算公式的应力表达形式

这里我们介绍一种用应力形式表达的承载力计算的简化公式, 不仅计算简便, 而且概