

## 4 基本设计规定

### 4.1 设计原则

**4.1.1** 本规范采用以概率理论为基础的极限状态设计方法,以可靠指标度量结构构件的可靠度,采用分项系数的设计表达式进行计算。

**4.1.2** 砌体结构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。

注:根据砌体结构的特点,砌体结构正常使用极限状态的要求,一般情况下可由相应的构造措施保证。

**4.1.3** 砌体结构和结构构件在设计使用年限内及正常维护条件下,必须保持满足使用要求,而不需大修或加固。设计使用年限可按国家现行标准《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068 确定。

**4.1.4** 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,建筑结构应按表 4.1.4 划分为三个安全等级,设计时应根据具体情况适当选用。

表 4.1.4 建筑结构的的安全等级

安 全 等 级	破 坏 后 果	建 筑 物 类 型
一 级	很严重	重要的房屋
二 级	严 重	一般的房屋
三 级	不严重	次要的房屋

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,应按国家现行标准《建筑抗震设防分类标准》GB50223 根据建筑物重要性区分建筑物类别。

**4.1.5** 砌体结构按承载能力极限状态设计时,应按下列公式中最不利组合进行计算:

$$\gamma_0 (1.2S_{Gk} + 1.4S_{Q1k} + \sum_{i=2}^n \gamma_{Qi} \psi_{ci} S_{Qik}) \leq R(f, a_k \dots \dots) \quad (4.1.5-1)$$

$$\gamma_0 (1.35S_{Gk} + 1.4 \sum_{i=1}^n \psi_{ci} S_{Qik}) \leq R(f, a_k \dots \dots) \quad (4.1.5-2)$$

式中  $\gamma_0$ — 结构重要性系数。对安全等级为一级或设计使用年限为 50 年以上的结构构件,不应小于 1.1;对安全等级为二级或设计使用年限为 50 年的结构构件,不应小于 1.0;对安全等级为三级或设计使用年限为 1~5 年的结构构件,不应小于 0.9;

$S_{Gk}$ — 永久荷载标准值的效应;

$S_{Q1k}$ — 在基本组合中起控制作用的一个可变荷载标准值的效应;

$S_{Qik}$ — 第  $i$  个可变荷载标准值的效应;

$R(\cdot)$ — 结构构件的抗力函数;

$\gamma_{Qi}$ — 第  $i$  个可变荷载的分项系数;

$\psi_{ci}$  — 第  $i$  个可变荷载的组合值系数。一般情况下应取 0.7；对书库、档案库、储藏室或通风机房、电梯机房应取 0.9；

$f$  — 砌体的强度设计值， $f=f_k/\gamma_f$ ；

$f_k$  — 砌体的强度标准值， $f_k=f_m-1.645\sigma_f$ ；

$\gamma_f$  — 砌体结构材料性能分项系数，一般情况下，宜按施工质量控制等级为 B 级考虑，取  $\gamma_f=1.6$ ；当为 C 级时，取  $\gamma_f=1.8$ ；当为 A 级时，取  $\gamma_f=1.5$ ；

$f_m$  — 砌体的强度平均值；

$\sigma_f$  — 砌体强度的标准差；

$a_k$  — 几何参数标准值。

注：1 当工业建筑楼面活荷载标准值大于  $4\text{kN/m}^2$  时，式中系数 1.4 应为 1.3；

2 施工质量控制等级划分要求应符合国家现行标准《砌体工程施工质量验收规范》GB50203 的规定。

**4.1.6** 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，应按下列设计表达式进行验算：

$$\gamma_0 \left( 1.2S_{G2K} + 1.4S_{Q1K} + \sum_{i=2}^n S_{QiK} \right) \leq 0.8S_{G1K} \quad (4.1.6-1)$$

$$\gamma_0 \left( 1.35S_{G2K} + 1.4 \sum_{i=1}^n \psi_{ci} S_{QiK} \right) \leq 0.8S_{G1K} \quad (4.1.6-2)$$

式中  $S_{G1K}$  — 一起有利作用的永久荷载标准值的效应；

$S_{G2K}$  — 一起不利作用的永久荷载标准值的效应。

## 4.2 房屋的静力计算规定

**4.2.1** 房屋的静力计算，根据房屋的空间工作性能分为刚性方案、刚弹性方案和弹性方案。设计时，可按表 4.2.1 确定静力计算方案。

**表 4.2.1 房屋的静力计算方案**

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，其长度单位为 m；

2 当屋盖、楼盖类别不同或横墙间距不同时，可按第 4.2.7 条的规定确定房屋的静力计算方案；

3 对无山墙或伸缩缝处无横墙的房屋，应按弹性方案考虑。

**4.2.2** 刚性和刚弹性方案房屋的横墙，应符合下列要求：

- 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)。

注： 1 当横墙不能同时符合上述要求时，应对横墙的刚度进行验算。如其最大水平位移值  $u_{max} \leq \frac{H}{4000}$  时，仍可视作刚性或刚弹性方案房屋的横墙；

2 凡符合注 1 刚度要求的一段横墙或其他结构构件(如框架等)，也可视作刚性或刚弹性方案房屋的横墙。

**4.2.3** 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。

**4.2.4** 刚弹性方案房屋的静力计算，可按屋架、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 4.2.4 采用，其计算方法应按附录 C 的规定采用。

表 4.2.4 房屋各层的空间性能影响系数  $\eta_i$

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。

**4.2.5** 刚性方案房屋的静力计算，可按下列规定进行：

1 单层房屋：在荷载作用下，墙、柱可视为上端不动铰支承于屋盖，下端嵌固于基础的竖向构件；

2 多层房屋：在竖向荷载作用下，墙、柱在每层高度范围内，可近似地视作两端铰支的竖向构件；在水平荷载作用下，墙、柱可视为竖向连续梁；

3 对本层的竖向荷载，应考虑对墙、柱的实际偏心影响，当梁支承于墙上时，梁端支承压力  $N_l$  到墙内边的距离，应取梁端有效支承长度  $a_0$  的 0.4 倍(图 4.2.5)。由上面楼层传来的荷载  $N_u$  可视为作用于上一层楼的墙、柱的截面重心处；

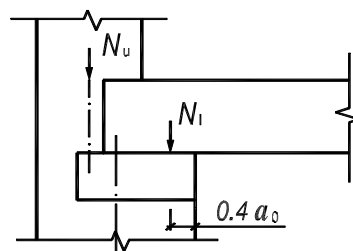


图 4.2.5 梁端支承压力位置

注：当板支撑于墙上时，板端支承压力  $N_l$  到墙内边的距离可取板的实际支承长度  $a$  的 0.4 倍。

4 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  $\gamma$  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  $\gamma$  可按下式计算：

$$\gamma = 0.2 \sqrt{\frac{a}{h}} \quad (4.2.5)$$

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部墙厚，当有壁柱时取  $h_T$ 。

**4.2.6** 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 层高和总高不超过表 4.2.6 的规定；
- 3 屋面自重不小于 0.8kN/m<sup>2</sup>。

当必须考虑风荷载时，风荷载引起的弯矩  $M$ ，可按下式计算：

$$M = \frac{wH_i^2}{12} \quad (4.2.6)$$

式中  $w$ —沿楼层高均布风荷载设计值 (kN/m)；

$H_i$ —层高 (m)。

**表 4.2.6 外墙不考虑风荷载影响时的最大高度**

基本风压值 (kN/m <sup>2</sup> )	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：对于多层混凝土砌块房屋，当外墙厚度不小于 190mm、层高不大于 2.8m、总高不大于 19.6m、基本风压不大于 0.7kN/m<sup>2</sup> 时，可不考虑风荷载的影响。

**4.2.7** 计算上柔下刚多层房屋时，顶层可按单层房屋计算，其空间性能影响系数可根据屋盖类别按表 4.2.4 采用。

**4.2.8** 带壁柱墙的计算截面翼缘宽度  $b_f$ ，可按下列规定采用：

- 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，每侧翼墙宽度可取壁柱高度的 1/3；
- 2 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；
- 3 计算带壁柱墙的条形基础时，可取相邻壁柱间的距离。

**4.2.9** 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，但不宜大于层高的 1/3。当上层的竖向集中荷载传至本层时，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。

### 4.3 耐久性规定

4.3.1 砌体结构的耐久性应根据表 4.3.1 的环境类别和设计使用年限进行设计。

表 4.3.1 砌体结构的环境类别

环境类别	条 件
1	正常居住及办公建筑的内部干燥环境，包括夹心墙的内叶墙
2	潮湿的室内或室外环境，包括与无侵蚀性土和水接触的环境
3	严寒和使用化冰盐的潮湿环境(室内或室外)
4	与海水直接接触的环境，或处于滨海地区的盐饱和的气体环境
5	有化学侵蚀的气体、液体或固态形式的环境，包括有侵蚀性土壤的环境

4.3.2 设计使用年限为 50 年，砌体中钢筋的耐久性选择应符合表 4.3.2 的规定。对填实的夹心墙或特别的墙体构造，选用表 4.3.2 中钢筋的最小保护层，应符合下列要求：

- 1 用于环境类别 1 时，应取 20mm 砂浆或灌孔混凝土与钢筋直径较大者；
- 2 用于环境类别 2 时，应取 20mm 厚灌孔混凝土与钢筋直径较大者；
- 3 采用热镀锌钢筋时，应取 20mm 厚砂浆或灌孔混凝土与钢筋直径较大者；
- 4 采用不锈钢钢筋时，应取钢筋的直径。

表 4.3.2 砌体中钢筋耐久性选择

环境类别	钢筋种类和最少保护等级	
	位于砂浆中的钢筋	位于灌孔混凝土中的钢筋
1	普通钢筋	普通钢筋
2	重镀锌或有等效保护的钢筋	普通钢筋；当用砂浆灌孔时应为重镀锌或有等效保护的钢筋
3	不锈钢或有等效保护的钢筋	重镀锌或有等效保护的钢筋
4 和 5	不锈钢或等效保护的钢筋	不锈钢或等效保护的钢筋

注：1 对夹心墙的外叶墙应采用重镀锌或有等效保护的钢筋；

2 表中的钢筋即为国家现行标准《钢筋混凝土结构设计规范》GB50010 和《冷轧带肋钢筋混凝土结构技术规程》JGJ95 等规范规定的普通钢筋或非预应力钢筋。

4.3.3 砌体中钢筋的保护层厚度，应符合下列规定：

- 1 配筋砌体中钢筋的最小混凝土保护层应符合表 4.3.3 的规定；
- 2 灰缝中钢筋外露砂浆保护层的厚度不应小于 15mm；
- 3 所有钢筋端部均应有与对应钢筋的环境类别条件相同的保护层厚度。

表 4.3.3 钢筋的最小保护层厚度

环境类别	混凝土强度等级			
	C20	C25	C30	C35
	最低水泥含量 (kg/m <sup>3</sup> )			
	260	280	300	320
1	20	20	20	20
2	-	25	25	25
3	-	40	40	30

4	-	-	40	40
5	-	-	-	40

注：1 材料中最大氯离子含量和最大碱含量应符合国家现行标准《钢筋混凝土结构设计规范》GB50010 的规定；

2 当采用防渗砌体块体和防渗砂浆时，可以考虑部分砌体（含抹灰层）的厚度作为保护层，但对环境类别 1、2、3，其混凝土保护层的厚度不应小于 10mm、15mm 和 20mm；

3 钢筋砂浆面层的组合砌体构件的钢筋保护层厚度宜比表 4.3.3 规定的数值增加 5~10mm。

4 有防护措施的钢筋的保护层应符合第 4.3.2 条的规定；

5 对安全等级为一级或设计使用年限为 50 年以上的砌体结构，钢筋保护层的厚度应至少增加 10mm。

**4.3.4** 处于环境类别 2 的夹心墙的钢筋连接件或钢筋网片、连接钢板、锚固螺栓或钢筋，应采用热镀锌或等效的防护涂层，镀锌层的厚度不应小于 290g/m<sup>2</sup>，当采用环氯涂层时，灰缝钢筋涂层厚度不应小于 290 μm，其余部件涂层厚度不应小于 450 μm。

**4.3.5** 砌体材料的耐久性应符合下列规定：

1 地面以下或防潮层以下的砌体、潮湿房间的墙或环境类别 2 的砌体，所用材料的最低强度等级应符合表 4.3.5 的要求：

**表 4.3.5 地面以下或防潮层以下的砌体、潮湿房间的墙所用材料的最低强度等级**

潮湿程度	烧结普通砖、蒸压普通砖	混凝土普通砖	混凝土砌块	石材	水泥砂浆
稍潮湿的	MU15	MU15	MU7.5	MU30	M5
很潮湿的	MU20	MU15	MU10	MU30	M7.5
含水饱和的	MU20	MU20	MU15	MU40	M10

注：1 在冻胀地区，地面以下或防潮层以下的砌体，不宜采用多孔砖，如采用时，其孔洞应用不低于 M10 的水泥砂浆灌实。当采用混凝土砌体时，其孔洞应采用强度等级不低于 Cb20 的混凝土灌实；

2 对安全等级为一级或设计使用年限大于 50 年的房屋，表中材料强度等级应至少提高一级；

2 处于环境类别 3~5 等有侵蚀性介质的砌体材料应符合下列要求：

1) 应采用实心砖，砖的强度等级不应低于 MU20，水泥砂浆的强度等级不应低于 M10；

2) 混凝土砌块的强度等级不应低于 MU15，灌孔混凝土的强度等级不应低于 Cb30，砂浆的强度等级不应低于 Mb10；

3) 根据环境条件对砌体材料的抗冻指标、耐酸、碱性能提出要求，或符合有关规范的要求。