



2012

执业资格考试丛书

注册结构工程师 专业考试应试指南

(下册)

施岚青 主编

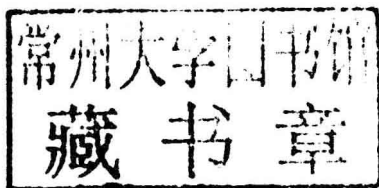
中国建筑工业出版社

执业资格考试丛书

注册结构工程师专业 考试应试指南

(下册)

施岚青 主编



中国建筑工业出版社

目 录

(上 册)

第一章 荷载	1
第一节 荷载效应组合	1
第二节 楼面和屋面活荷载	19
第三节 吊车荷载	38
第四节 雪荷载	53
第五节 风荷载	59
第二章 地震作用	104
第一节 地震影响与地震作用验算	104
第二节 水平地震作用计算	124
第三节 竖向地震作用计算	155
第四节 各类结构的水平地震作用计算	159
第五节 荷载效应与地震效应的组合	175
第三章 木结构	179
第一节 材料与设计指标	179
第二节 构件	183
第三节 连接	199
第四节 构造	212
第五节 防火与防护	216
第四章 钢结构	220
第一节 基本设计规定	220
第二节 连接计算	229
第三节 轴心受力构件的计算	276
第四节 受弯构件的计算	317
第五节 拉弯、压弯构件的计算	351
第六节 构件的连接计算	389
第七节 钢结构的疲劳计算	419
第八节 塑性设计	427
第九节 钢与混凝土组合梁	434
第十节 钢管结构	438
第五章 钢筋混凝土结构	442
第一节 一般规定	442

第二节	受弯构件	466
第三节	受压构件	494
第四节	受拉、受扭、受冲切和局部受压	554
第五节	其他结构构件	597
第六节	正常使用极限状态	646
第七节	混凝土结构构件抗震设计	658
第八节	预应力混凝土结构构件	661

(下 册)

第六章 砌体结构	689
第一节 房屋的静力计算	689
第二节 无筋砌体构件的承载力计算	704
第三节 砌块砌体构件的承载力计算	743
第四节 构造要求	760
第五节 圈梁、过梁、墙梁和挑梁	778
第六节 配筋砖砌体构件的承载力计算	804
第七节 配筋砌块砌体构件的承载力计算	824
第八节 砌体结构楼层水平地震剪力的分配	834
第九节 砖砌体结构构件抗震设计	849
第十节 底部框架-抗震墙砌体房屋	872
第十一节 配筋混凝土小型空心砌块剪力墙房屋	887
第七章 地基与基础	901
第一节 地基设计原则	901
第二节 地基岩土的工程特性指标	908
第三节 土中应力计算	922
第四节 地基承载力	941
第五节 土的压缩性与地基沉降计算	960
第六节 挡土墙与稳定性验算	980
第七节 浅基础设计	1000
第八节 桩基础	1042
第九节 软弱地基处理	1088
第十节 场地、液化土和地基基础的抗震验算	1125
第八章 高层建筑结构	1147
第一节 结构设计的基本规定	1147
第二节 结构计算分析	1173
第三节 框架结构	1199
第四节 剪力墙结构	1241
第五节 框架-剪力墙结构	1299
第六节 筒体结构	1328

第七节 底层大空间剪力墙结构 1347

第九章 桥梁结构 1376

第一节 桥梁结构的总体布置 1376

第二节 桥梁上的作用和作用效应组合 1391

第三节 行车道板的计算 1408

第四节 钢筋混凝土简支梁桥的计算 1420

第五节 拱桥 1455

第六节 桥梁墩台 1480

第七节 桥梁钢筋混凝土结构 1537

后记 1553

第六章 砌 体 结 构

《考试大纲》的规定

	一 级	二 级
掌 握	材料的选用和设计指标取值 无筋砌体构件的承载力计算 墙梁、挑梁及过梁的设计方法 配筋砖砌体的设计方法 砌体结构的抗震设计方法 底层框架砖房的设计方法 砌体结构的构造要求和抗震构造措施	材料的选用和设计指标取值 无筋砌体构件的承载力计算 墙梁、挑梁及过梁的设计方法 配筋砖砌体的设计方法 砌体结构的抗震设计方法 底层框架砖房的设计方法 砌体结构的构造要求和抗震构造措施
熟 悉	砌体结构所用材料的基本性能、主要材料的质量要求和基本检查、实验方法	
了 解		砌体结构所用材料的基本性能、重要材料的质量要求和基本检查、实验方法

本章所用《规范》除另有指定外均为《砌体结构设计规范》。

2006 年 8 月《砌体结构设计规范》国家标准管理组公布了“关于《砌体结构设计规范》GB 50003 颁行后反馈意见及相关问题的处理意见”，本章内容已经根据“处理意见”的建议作了相应调整。在本章内用楷体表示的内容即为“处理意见”的建议。

第一节 房屋的静力计算

一、砌体房屋的静力计算方案

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。

房屋的静力计算方案 表 4.2.1

房盖或楼盖类别		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，其长度单位为米；
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。

【例 6.1.1】 确定房屋的静力计算方案(弹性方案)

条件：如图 6.1.1 所示单层单跨砌体结构、轻钢屋盖，仅两端有山墙，山墙间距为 48m，纵墙间距 12m。

要求：在进行横向和纵向内力计算时的静力计算方案

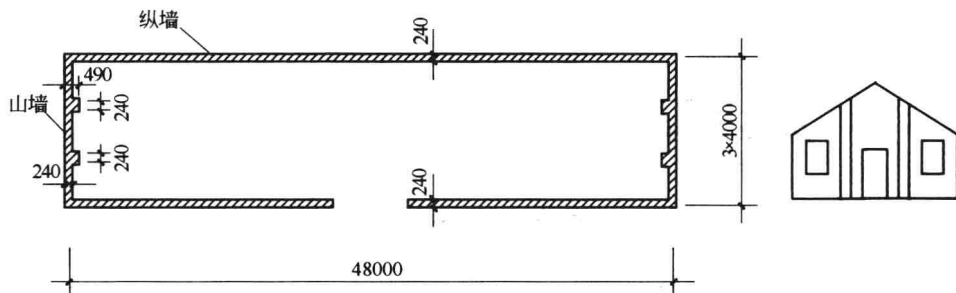


图 6.1.1 (单位: mm)

答案：(1) 查《规范》表 4.2.1、本题的屋盖类别为第三类。

(2) 在确定排架的计算方案时横墙的间距 $s=48\text{m}$ ，根据《规范》表 4.2.1 的规定、对第三类屋盖 $s>36\text{m}$ 时为弹性方案，本题 $s=48\text{m}>36\text{m}$ ，故排架的静力计算方案为弹性方案。

(3) 在确定山墙的计算方案时纵墙的间距 $s=12\text{m}$ ，根据《规范》表 4.2.1 的规定、对第三类屋盖 $s<16\text{m}$ 时为刚性方案，本题 $s=12\text{m}<16\text{m}$ ，故山墙的静力计算方案为刚性方案。

【例 6.1.2】 确定房屋的静力计算方案(刚弹性方案)

条件：如图 6.1.2 所示单层单跨砌体结构、装配式有檩体系钢筋混凝土屋盖，两端山墙间距为 30m，纵墙间距 15m。

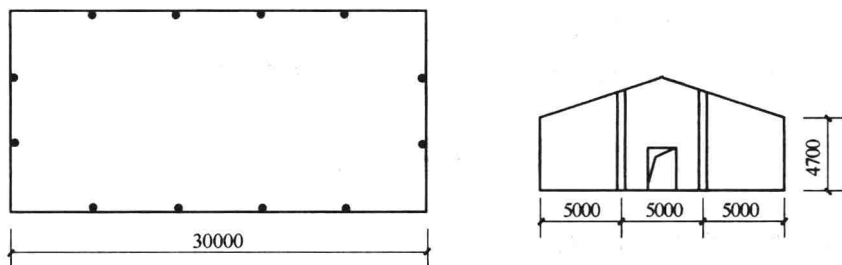


图 6.1.2 (单位: mm)

要求：在进行横向和纵向内力计算时的静力计算方案

答案：(1) 查《规范》表 4.2.1、本题的屋盖类别为第二类。

(2) 在确定排架的计算方案时横墙的间距 $s=30\text{m}$ ，根据《规范》表 4.2.1 的规定、对第二类屋盖 $20\text{m}\leq s\leq 48\text{m}$ 时为刚弹性方案，本题 $s=30\text{m}$ ，故排架的静力计算方案为刚弹性方案。

(3) 在确定山墙的计算方案时纵墙的间距 $s=15\text{m}$ ，根据《规范》表 4.2.1 的规定、对第二类屋盖 $s\leq 20\text{m}$ 时为刚性方案，本题 $s=15\text{m}<20\text{m}$ ，故山墙的静力计算方案为刚性方案。

【例 6.1.3】 确定房屋的静力计算方案(刚性方案)

条件：如图 6.1.3 所示单层单跨砌体结构、整体式钢筋混凝土屋盖，两端山墙间距为 24m，纵墙间距 15m。

要求：在进行横向和纵向内力计算时的静力计算方案

答案：(1) 查《规范》表 4.2.1、本题的屋盖类别为第一类。

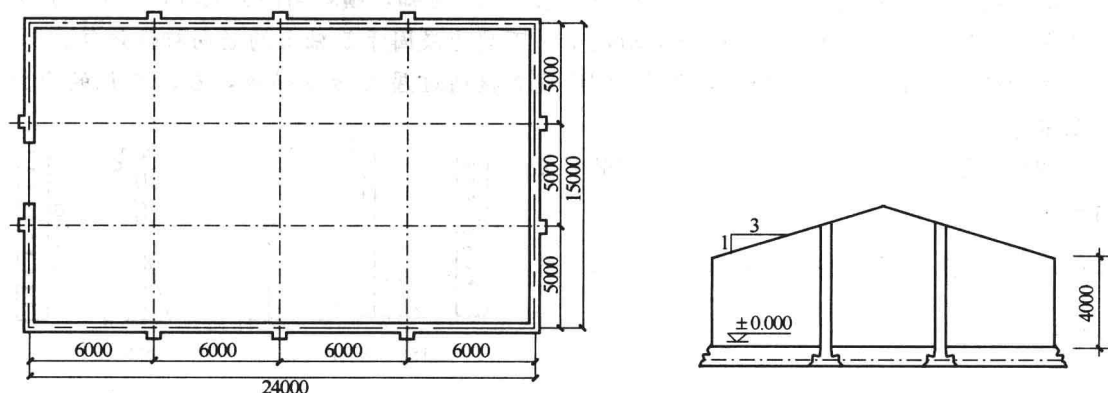


图 6.1.3 (单位: mm)

(2) 在确定排架的计算方案时横墙的间距 $s=24\text{m}$, 根据《规范》表 4.2.1 的规定、对第一类屋盖 $s<32\text{m}$ 时为刚性方案, 本题 $s=24\text{m}<32\text{m}$, 故排架的静力计算方案为刚性方案。

(3) 在确定山墙的计算方案时纵墙的间距 $s=15\text{m}$, 根据《规范》表 4.2.1 的规定、对第一类屋盖 $s<32\text{m}$ 时为刚性方案, 本题 $s=15\text{m}<32\text{m}$, 故山墙的静力计算方案为刚性方案。

二、单层砌体结构房屋的计算

1. 单层刚性方案房屋承重纵墙的计算

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;

【例 6.1.4】 刚性方案房屋带壁柱墙底截面内力

条件: 图 6.1.4 为三个跨度 15m 单层厂房的平、剖面示意图, 车间长度为 18m 采用钢筋混凝土组合屋架、槽瓦檩条屋盖体系, 带壁柱砖墙承重, 柱距 6m, 基础顶面到墙顶高度 5.9m。风荷载设计值产生的柱顶集中力 $W=3.50\text{kN}$, 迎风面均布荷载 $w_1=3.60\text{kN/m}$, 背风面均布荷载 $w_2=2.10\text{kN/m}$ 。

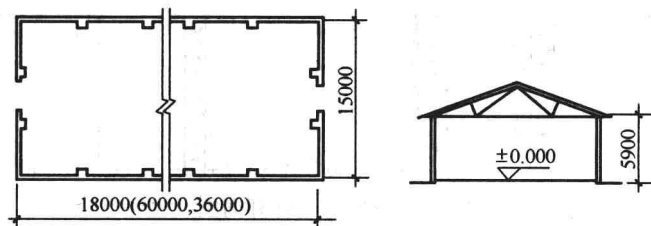


图 6.1.4 某 15m 跨单层厂房示意(单位: mm)

要求: 求车间在风荷载作用下的带壁柱墙底截面内力

答案: (1) 计算方案的确定

本车间屋盖体系属于第2类,查《规范》表4.2.1可知,横墙间距 $s=18\text{m}<20\text{m}$,应为刚性方案房屋。此时墙柱可按上端为不动铰支、下端为嵌固于基础上的竖向杆件计算。

由于墙柱的上端为不动铰支,集中力 W 将直接通过屋盖传给横墙,在求墙柱的内力时无需考虑。

(2) A柱在 $w_1=3.60\text{kN/m}$ 作用下的柱底内力(图6.1.5):

$$M_A = \frac{1}{8} w_1 H^2 = \frac{1}{8} \times 3.6 \times 5.9^2 = 15.66\text{kN} \cdot \text{m}$$

(左拉)

$$V_A = \frac{5}{8} w_1 H = \frac{5}{8} \times 3.6 \times 5.9 = 13.28\text{kN}$$

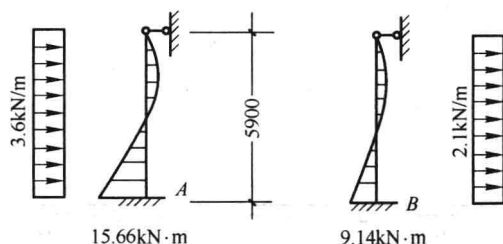


图 6.1.5 $l=18\text{m}$ 车间柱底弯矩

(3) B柱在 $w_2=2.10\text{kN/m}$ 作用下的柱底内力(图6.1.5):

$$M_B = \frac{1}{8} w_2 H^2 = \frac{1}{8} \times 2.1 \times 5.9^2 = 9.14\text{kN} \cdot \text{m} \text{ (左拉)}$$

$$V_B = \frac{5}{8} w_2 H = \frac{5}{8} \times 2.1 \times 5.9 = 7.74\text{kN}$$

2. 单层弹性方案房屋承重纵墙的计算

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。

【例 6.1.5】 弹性方案房屋带壁柱墙底截面内力

条件:除车间长度 $l=60\text{m}$ 外、其他同[例6.1.4]。

要求:求车间在风荷载作用下的带壁柱墙底截面内力

答案:(1) 计算方案的确定

本车间屋盖体系属于第2类,查《规范》表4.2.1可知,横墙间距 $s=60\text{m}>48\text{m}$,应为弹性方案房屋。

由于车间对称,两柱截面、材料相同,故两柱刚度相等,其剪力分配系数 $\mu=1/2$ 。

(2) 在排架柱上端设水平不动铰支杆,求排架在 w_1 、 w_2 作用下的柱顶不动铰支座的反力和柱底弯矩和剪力(图6.1.6,图中 F 为柱顶集中力):

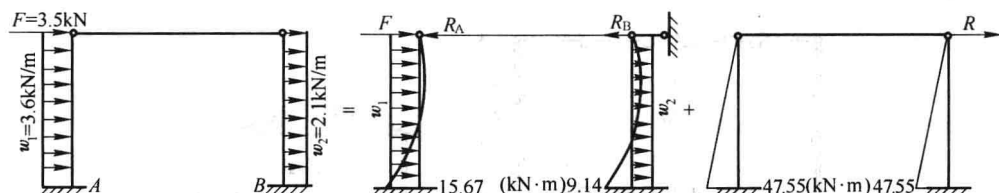


图 6.1.6 $l=60\text{m}$ 车间排架计算简图及柱底弯矩

$$R_A = \frac{3}{8} w_1 H = \frac{3}{8} \times 3.6 \times 5.9 = 7.97\text{kN}$$

$$R_B = \frac{3}{8} w_2 H = \frac{3}{8} \times 2.1 \times 5.9 = 4.65\text{kN}$$

柱底弯矩 $M_{A_1} = 15.66\text{kN} \cdot \text{m}$, $V_{A_1} = 13.28\text{kN}$; $M_{B_1} = 9.14\text{kN} \cdot \text{m}$, $V_{B_1} = 7.74\text{kN}$ 。
即与 $l=18\text{m}$ 的刚性方案厂房相同。

(3) 拆除水平不动铰支杆, 将柱顶反力 R 反向作用于排架柱顶, 求柱底弯矩和剪力:

$$R = F + R_A + R_B = 3.5 + 7.97 + 4.65 = 16.12\text{kN}$$

$$M_{A_2} = M_{B_2} = \frac{R}{2}H = \frac{16.12}{2} \times 5.9 = 47.55\text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{A_2} = V_{B_2} = \frac{R}{2} = \frac{16.12}{2} = 8.06\text{kN}$$

(4) 以上两步计算结果叠加, 即为最后计算结果:

$$M_A = M_{A_1} + M_{A_2} = 15.66 + 47.55 = 63.21\text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_A = V_{A_1} + V_{A_2} = 13.28 + 8.06 = 21.34\text{kN}$$

$$M_B = M_{B_1} + M_{B_2} = 9.14 + 47.55 = 56.69\text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_B = V_{B_1} + V_{B_2} = 7.74 + 8.06 = 15.80\text{kN}$$

3. 单层刚弹性方案房屋承重纵墙的计算

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。

房屋各层的空间性能影响系数 η_i 表 4.2.4

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。

【例 6.1.6】 刚弹性方案房屋带壁柱墙底截面内力

条件: 除车间长度 $l=36\text{m}$ 外、其他同 [例 6.1.4]。

要求: 求车间在风荷载作用下的带壁柱墙底截面内力

答案: (1) 计算方案的确定

本车间屋盖体系属于第 2 类, 查《规范》表 4.2.1 可知, 横墙间距 $s=36\text{m}$, 介于 20m 与 48m 之间, 应为刚弹性方案房屋。根据横墙间距和屋盖类别, 查《规范》表 4.2.4 得空间性能影响系数 $\eta=0.68$ 。因车间对称, 两柱截面、材料相同, 两柱刚度相等, 其剪力分配系数 $\mu=1/2$ 。

(2) 在排架柱上端设水平不动铰支杆, 求排架在 w_1 、 w_2 作用下的柱顶不动铰支座的反力和柱底弯矩和剪力(同刚性方案房屋)(图 6.1.7):

$$R_A = 7.97\text{kN}, R_B = 4.65\text{kN}$$

$$M_{A_1} = 15.66\text{kN} \cdot \text{m}, M_{B_1} = 9.14\text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{A_1} = 13.28\text{kN}, V_{B_1} = 7.74\text{kN}$$

(3) 拆除水平不动铰支杆, 将柱顶反力乘以空间性能影响系数, 即 $R = \eta R$ 反向作用

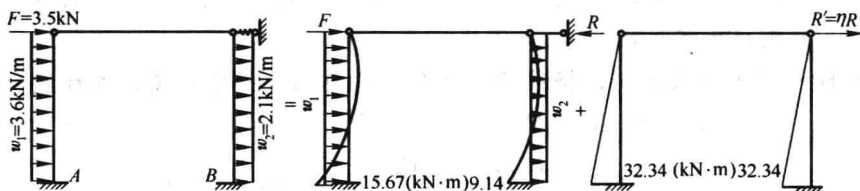


图 6.1.7 $l=36\text{m}$ 车间排架计算简图及柱底弯矩

在排架柱顶，求柱底弯矩和剪力：

$$R' = \eta R = 0.68 \times (3.5 + 7.97 + 4.65) = 10.96 \text{ kN}$$

$$M_{A_2} = M_{B_2} = \frac{\eta R}{2} H = \frac{10.96}{2} \times 5.9 = 32.33 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{A_2} = V_{B_2} = \frac{\eta R}{2} = \frac{10.96}{2} = 5.48 \text{ kN}$$

(4) 以上两步计算结果叠加，即为最后计算结果：

$$M_A = M_{A_1} + M_{A_2} = 15.66 + 32.33 = 47.99 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_B = M_{B_1} + M_{B_2} = 9.14 + 32.33 = 41.47 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_A = V_{A_1} + V_{A_2} = 13.28 + 5.48 = 18.76 \text{ kN}$$

$$V_B = V_{B_1} + V_{B_2} = 7.74 + 5.48 = 13.22 \text{ kN}$$

讨论：综合上述 3 个算例的计算结果，将三个车间柱底内力计算结果比较如表 6.1.1 所示：

三个车间排架计算结果比较

表 6.1.1

序号	车间长度 (m)	静力计 算方案	空间性能影 响系数 η	柱 A				柱 B			
				M	比值	V	比值	M	比值	V	比值
1	18	刚性	0	15.66	0.248	13.28	0.622	9.14	0.161	7.74	0.49
2	60	弹性	1	63.21	1.00	21.34	1.00	56.69	1.00	15.80	1.00
3	36	刚弹性	0.68	47.99	0.759	18.76	0.879	41.47	0.732	13.22	0.837

从表 6.1.1 中可以看出，在基本条件相同的情况下，弹性方案的柱底内力最大，刚性方案的最小，而刚弹性的则介于二者之间。其中，弯矩差别较大，剪力差别要小些。

三、多层砌体结构房屋的计算

1. 刚性方案多层房屋的静力计算

4.2.5 刚性方案房屋的静力计算，可按下列规定进行：

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；

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_e 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 ，可视作作用于上一层楼的墙、柱的截面重心处；

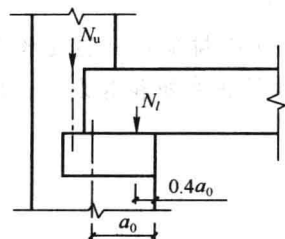


图 4.2.5 梁端支承压力位置

【例 6.1.7】 多层砌体结构的纵墙内力计算

条件: 某三层办公楼结构如图 6.1.8 所示, 传递到二层墙顶 I—I 截面的压力见图, 通过第三层墙体传来的轴向压力作用于 I—I 截面的形心, 梁端支承面的有效支承长度 $a_{02}=187.3\text{mm}$ 。

要求: 确定作用于 I—I 截面的内力

答案: (1) 第一种组合 ($\gamma_G=1.2$ 、 $\gamma_Q=1.4$)

$$\begin{aligned} N_{u2} &= 1.2(G_k + G_{3k} + N_{l3gk} + N_{l2gk}) + 1.4(N_{l3qk} + N_{l2qk}) \\ &= 1.2 \times (18.07 + 22.02 + 60.34 + 47.98) + \\ &\quad 1.4 \times (7.94 + 22.68) = 178.09 + 42.87 \\ &= 220.96\text{kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{l2} &= 1.2N_{l2gk} + 1.4N_{l2qk} = 1.2 \times 47.98 + 1.4 \times 22.68 \\ &= 89.33\text{kN} \end{aligned}$$

$$e_{l2} = \frac{190}{2} - 0.4a_{02} = \frac{190}{2} - 0.4 \times 187.3 = 20.1\text{mm}$$

$$e = \frac{N_{l2}e_{l2}}{N_{u2}} = \frac{89.33 \times 20.1}{220.96} = 8.13\text{mm}$$

(2) 第二种组合 ($\gamma_G=1.35$ 、 $\gamma_Q=1.4$ 、 $\psi_c=0.7$)

$$N_{u2} = 1.35(G_k + G_{3k} + N_{l3gk} + N_{l2gk}) + 1.4 \times 0.7(N_{l3qk} + N_{l2qk}) = 200.35 + 30.01 = 230.36\text{kN}$$

$$N_{l2} = 1.35N_{l2gk} + 1.40 \times 0.7N_{l2qk} = 1.35 \times 47.98 + 1.4 \times 0.7 \times 22.68 = 87.0\text{kN}$$

$$e = \frac{N_{l2}e_{l2}}{N_{u2}} = \frac{87.0 \times 20.1}{230.36} = 7.59\text{mm}$$

2. 梁端的约束弯矩

当楼面梁支承于墙上时, 梁端上下的墙体对梁端转动有一定的约束弯矩。当梁的跨度较小时, 约束弯矩可以忽略; 但当梁的跨度较大时, 约束弯矩不可忽略, 约束弯矩将在梁端上下墙体内产生弯矩, 使墙体偏心距增大。

4.2.5 刚性方案房屋的静力计算, 可按下列规定进行:

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 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 可按下列式计算:

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

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 。

《处理意见》的建议:

本款包括两项内容, 一是按梁端铰支计算简图计算墙体的承载力, 二是再根据梁端上部条件, 考虑一定的约束弯矩计算该墙体的承载力, 最终按二者中的最不利控制之。

【例 6.1.8】 12m 梁的梁端弯矩

条件: 某刚性方案多层砌体房屋, 纵墙承重, 外墙厚 490mm, 进深梁跨度 12m, 截

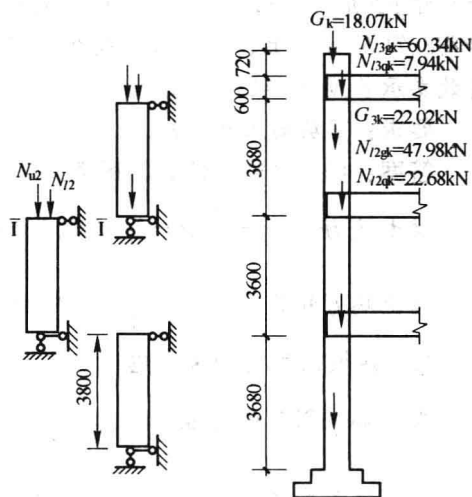


图 6.1.8 (单位:mm)

面尺寸 $b \times h = 300\text{mm} \times 1000\text{mm}$ 。梁端支承长度 370mm ，梁上均布荷载设计值(包括自重) 38.7kN/m ，上、下二层墙高和墙厚相同。已知砌体抗压强度设计值为 1.3MPa 、梁端有效支承长度 $a_0 = 277\text{mm}$ 。

要求：下层墙上端弯矩。

答案：(1) 按简支计算简图考虑

梁支反力 $N_l = \frac{1}{2}ql = \frac{1}{2} \times 38.7 \times 12 = 232.2\text{kN}$

墙上端弯矩为 $M = N_l \left(\frac{h}{2} - 0.4a_0 \right) = 232.2 \times \left(\frac{0.49}{2} - 0.4 \times 0.277 \right) = 31.16\text{kN} \cdot \text{m}$

(2) 按梁固端有约束考虑

当梁端嵌固时的支座弯矩为 $\overline{M} = \frac{1}{12} \times 38.7 \times 12^2 = 464.4\text{kN} \cdot \text{m}$

按《规范》式(4.2.5)求修正系数 $\gamma = 0.2 \left(\frac{a}{h} \right)^{0.5} = 0.2 \sqrt{\frac{370}{490}} = 0.17$

梁端约束弯矩 $M_y = \gamma \overline{M} = 0.17 \times 464.4 = 78.9\text{kN} \cdot \text{m}$

下层墙上端弯矩为 $M = \frac{1}{2}M_y = 39.45\text{kN} \cdot \text{m}$

(3) 比较两个计算方案，说明考虑梁端约束所得内力更为不利一些。

3. 水平风荷载作用下的内力分析

(1) 可不考虑风荷载影响的条件

根据设计经验，在一定条件下，风荷载在墙截面中引起的弯矩较小，对截面承载力没有显著影响，所以风荷载引起的弯矩可以忽略不计。

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^2 。

外墙不考虑风荷载影响时的最大高度 表 4.2.6

基本风压值(kN/m²)	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。

(2) 风荷载作用下的内力计算

4.2.5 刚性方案房屋的静力计算，可按下列规定进行：

- 2 多层房屋：在水平荷载作用下，墙、柱可视作竖向连续梁；

4.2.6 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)。

【例 6.1.9】 风荷载引起的墙体弯矩

条件: 某砌体结构的多层房屋 (刚性方案), 如图 6.1.9 所示。

已知风荷载标准值为 0.5kN/m^2 。

要求: 外墙在二层顶处由风荷载引起的负弯矩标准值

答案: 根据《砌体结构设计规范》4.2.5 条, 对刚性方案房屋的静力计算, 水平荷载作用下, 墙、柱可视为竖向连续梁。取单位宽竖向墙带为计算单元, 再依据 4.2.6 条式 (4.2.6) 得

$$M = -\frac{0.5 \times (6.3 - 3.3)^2}{12} = -0.38\text{kN} \cdot \text{m}$$

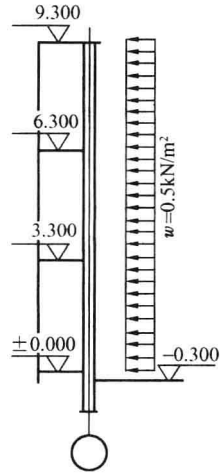


图 6.1.9

四、上柔下刚多层房屋的静力计算

上柔下刚多层房屋系指顶层不符合刚性方案要求, 而下面各层由相应楼盖类别和横墙间距可确定为刚性方案的房屋。

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。

【例 6.1.10】 上柔下刚多层房屋的内力计算

条件: 某三层砖房如图 6.1.10 所示, 底层及二层每隔三开间有 240mm 厚横墙, 山墙厚 240mm, 纵墙厚 370mm。采用 MU10 机砖、M5 混合砂浆砌筑。三层为全空旷房间 (无内横墙及内纵墙), 屋面采用装配式有檩体系钢筋混凝土屋盖体系, 楼面采用装配式梁板体系, 基本风压值为 0.35kN/m^2 , 高度变化系数 $\mu_z = 1.0$ 。

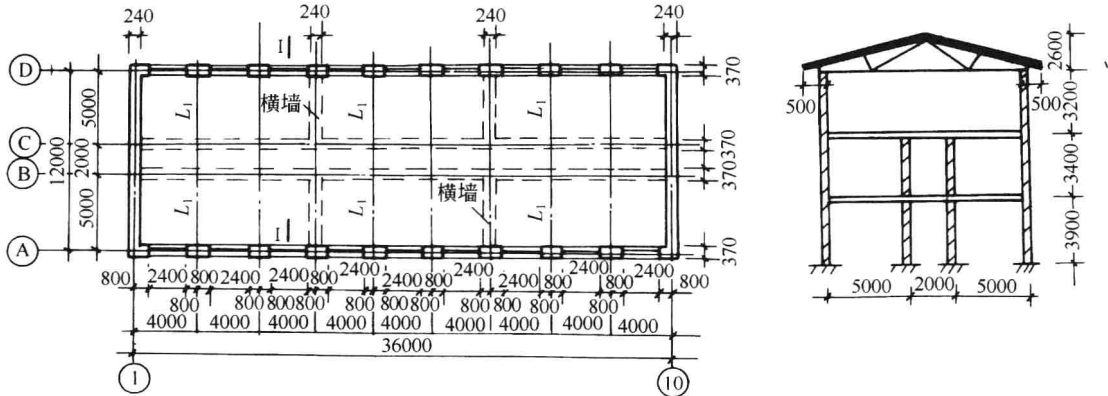


图 6.1.10 (单位:mm)

要求：按刚弹性方案计算风荷载作用下的顶层窗间墙底弯矩值。

答案：(1) 确定计算简图空间性能影响系数 η 。

根据《规范》4.2.7 条的规定，计算上柔下刚多层房屋，顶层可按单层房屋计算。

根据《规范》4.2.4 条的规定，本题可按屋架与墙铰接并考虑空间工作的平面排架计算。

本题的屋盖为装配式有檩体系钢筋混凝土屋盖体系，查《规范》表 4.2.1 应为第 2 类屋盖。

本题的两端山墙间距 $s=36\text{m}$ ， $20\text{m}<s<48\text{m}$ ，查《规范》表 4.2.1，知符合刚弹性方案房屋的要求。

查《规范》表 4.2.4 得空间性能影响系数

$\eta=0.68$ 。

计算时，选取 4.0m 一个开间为计算单元，并取 1600mm 的窗间墙垛作为计算截面。

(2) 风荷载计算

查《建筑结构荷载规范》表 7.3.1 得风荷载体型系数 μ_s ，具体数值见图 6.1.11。迎风屋面的 μ_s 的确定计算如下，屋面与水平面的夹角为 α

$$\operatorname{tg}\alpha=\frac{2.6}{6.0}=0.433, \alpha=23.43^{\circ}$$

内插得 $\mu_s=-0.26$

已知高度变化系数 $\mu_z=1.0$ ，风振系数 $\beta_z=1.0$

屋架在风荷载作用下，每榀屋架下弦产生的柱顶集中力

标准值 $w_k=\beta_z\mu_s\mu_zw_0\times 4\times 2.6=1\times(0.5-0.26)\times 1\times 0.35\times 4\times 2.6=0.8736\text{kN}$

设计值 $w=1.4\times 0.8736=1.22\text{kN}$

迎风面排架柱所承受的风荷载

标准值 $w_{1k}=\beta_z\mu_s\mu_zw_0\times 4=1\times 0.8\times 1\times 0.35\times 4=1.12\text{kN/m}$

设计值 $w_1=1.4\times 1.12=1.57\text{kN/m}$

背风面排架柱所承受的风荷载

标准值 $w_{2k}=1\times 0.5\times 1\times 0.35\times 4=0.7\text{kN/m}$

设计值 $w_2=1.4\times 0.7=0.98\text{kN/m}$

(3) 内力分析

屋架置于墙中心，垂直荷载不产生弯矩，仅计算风荷载产生的弯矩。

在风荷载作用下，按刚弹性方案房屋考虑空间工作有侧移排架分析(图 6.1.12)，空间性能影响系数 $\eta=0.68$ 。

左来风作用下的荷载设计值为

$$w=1.22\text{kN} \quad w_1=1.57\text{kN/m} \quad w_2=0.98\text{kN/m}$$

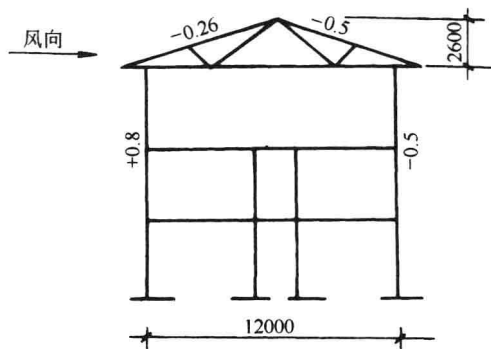


图 6.1.11 风荷载体型系数 μ_s

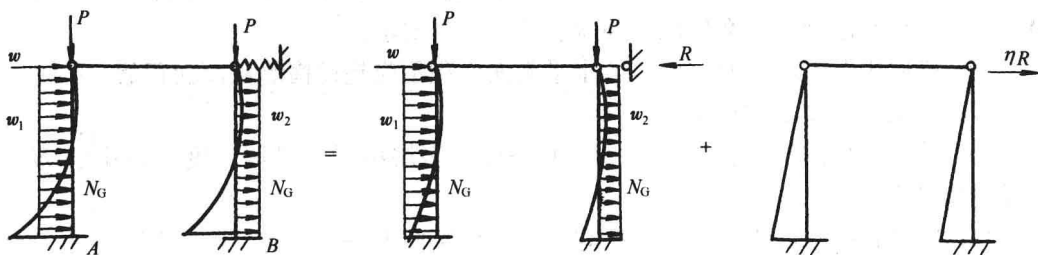


图 6.1.12

在排架顶面加设不动铰支承, 可得 w_1 、 w_2 引起 A、B 柱顶反力为

$$R_A = \frac{3w_1 H}{8} = \frac{3 \times 1.57 \times 3.2}{8} = 1.884 \text{ kN}$$

$$R_B = \frac{3w_2 H}{8} = \frac{3 \times 0.98 \times 3.2}{8} = 1.176 \text{ kN}$$

为消除不动铰支承的影响, 将 R_A 、 R_B 反向作用于柱顶, 并应考虑空间工作性能影响, 则排架所承受的水平力为:

$$\eta(w + R_A + R_B) = 0.68 \times (1.22 + 1.884 + 1.176) = 2.91 \text{ kN}$$

排架结构对称, A、B 柱的抗剪刚度相同, 故剪力分配系数均为 0.5。A、B 柱顶剪力均为

$$V_A = V_B = 2.91 / 2 = 1.455 \text{ kN}$$

将上述两步骤中 A、B 柱的柱顶剪力叠加, 由柱顶剪力及柱上作用荷载可求得 A、B 两柱的最终内力如下:

A 柱:

$$\text{柱顶剪力} \quad V_A = 1.884 - 1.455 = 0.429 \text{ kN}(\leftarrow)$$

$$\begin{aligned} \text{柱底弯矩} \quad M_A &= \frac{1}{2} w_1 H^2 - V_A H = \frac{1}{2} \times 1.57 \times 3.2^2 + 0.429 \times 3.2 \\ &= -6.67 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

B 柱:

$$\text{柱顶剪力} \quad V_B = 1.176 - 1.455 = -0.279 \text{ kN}(\rightarrow)$$

$$\begin{aligned} \text{柱底弯矩} \quad M_B &= \frac{1}{2} w_2 H^2 - V_B H = \frac{1}{2} \times 0.98 \times 3.2^2 + 0.279 \times 3.2 \\ &= 5.91 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

右来风作用下, 可得 $M_A = -5.91 \text{ kN} \cdot \text{m}$, $M_B = 6.67 \text{ kN} \cdot \text{m}$

五、刚性和刚弹性方案房屋的横墙

符合刚性和刚弹性这两种静力计算方案房屋的横墙要保证它本身有足够刚度, 应符合下列《规范》规定的构造要求:

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

$$u_{\max} \leq \frac{H}{4000} \text{ 时, 仍可视作刚性或刚弹性方案房屋的横墙;}$$

- 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。

下面的算例则是考虑到房屋总高不大,略去风荷载的高度变化,近似把风荷载简化成竖向均匀分布的线荷载后用材料力学的公式来求墙顶端的位移值。

【例 6.1.11】 多层房屋的静力计算(刚性方案)

条件:图 6.1.13 示一层砌体结构房屋,层高为 3.40m、3.20m、3.20m,开间 3.6m,墙厚为 240mm,进深 5.0m。钢筋混凝土梁搁置处有附墙垛 130mm×490mm,采用 MU10 普通烧结砖、M5.0 砂浆。底层顶端 1—1 截面上作用有轴向力 $N_0=350\text{kN}$,梁端支压力 $N_l=75\text{kN}$,风荷载 $w=0.8\text{kN/m}^2$ 。

要求:(1) 确定房屋的静力计算方案;

(2) 确定壁柱的计算宽度;

(3) 计算底层顶端的弯矩

答案:(1) 确定房屋的静力计算方案

① 根据《规范》4.2.2 条第 3 款的规定, H 为横墙总高度,故 $H=0.5+0.6+3.4+3.2+3.2=10.9\text{m}$ 。

横墙长度 $B=5\text{m}$

《规范》4.2.2 条第 3 款规定,当多层房屋的横墙长度不小于 $H/2$ 时,该房屋的横墙才能作为刚性房屋的横墙考虑。

本题 $B=5.0\text{m} < \frac{H}{2} = \frac{10.9}{2} = 5.45\text{m}$,不符合规定。

《规范》4.2.2 条注 1 规定,如对横墙的刚度进行验算,当最大水平位移小于 $H/4000$ 时,仍可视作刚性方案房屋的横墙。

② 基本参数

为简化计算取中间横墙为矩形截面

$$A=240 \times 5000=1.2 \times 10^6 \text{ mm}^2$$

$$I=\frac{240 \times 5000^3}{12}=2.5 \times 10^{12} \text{ mm}^4$$

查《规范》表 3.2.1-1 得砌体的抗压强度 $f=1.5\text{N/mm}^2$

查《规范》表 3.2.5-1 砌体的弹性模量 $E=1600f=1600 \times 1.5=2400\text{N/mm}^2$

根据《规范》3.2.5 条的规定,砌体的剪变模量可按砌体弹性模量的 0.4 倍采用,故