



2017 执业资格考试丛书

# 一、二级注册结构工程师 专业考试应试技巧与题解

(第九版)

(中册)

兰定筠 主编

# 2017

中国建筑工业出版社

执业资格考试丛书

# 一、二级注册结构工程师专业考试 应试技巧与题解 (第九版)

(中册)

兰定筠 主编

中国建筑工业出版社

# 目 录

(中册)

第五章 砌体结构与木结构	649
第一节 砌体房屋的静力计算	649
一、规范适用范围	649
二、设计原则	650
三、房屋的静力计算方案	652
第二节 无筋砌体构件的承载力计算	665
一、材料强度等级	665
二、耐久性规定	666
三、砌体的计算指标	666
四、受压构件	671
五、局压构件	688
六、轴拉、受弯和受剪构件	709
第三节 墙、柱的高厚比与构造要求	717
一、墙、柱的高厚比验算	717
二、带壁柱墙和带构造柱墙的高厚比验算	725
三、构造要求	736
第四节 圈梁、过梁、墙梁和挑梁	737
一、圈梁	737
二、过梁	737
三、墙梁	743
四、挑梁	753
第五节 配筋砌体构件计算	763
一、配筋砖砌体构件	763
二、配筋砌块砌体构件	781
第六节 砌体结构构件抗震设计	790
一、砌体结构抗震设计的一般规定	790
二、砖砌体构件	794
三、混凝土砌块砌体构件	798

第七节 《抗震规范》中砌体结构内容	800
一、砌体房屋抗震设计的一般规定	800
二、多层砌体结构的地震作用与结构抗震验算	801
三、无筋砌体构件和配筋砌体构件的抗震设计	815
第八节 底部框架-抗震墙砌体房屋抗震设计	819
一、一般规定	819
二、抗震计算	820
三、抗震构造措施	832
第九节 配筋砌块砌体抗震墙房屋抗震设计	833
一、配筋砌块砌体抗震墙结构	834
二、部分框支抗震墙结构	841
第十节 单层砖柱厂房抗震设计	841
一、抗震设计的一般规定	842
二、厂房的横向抗震计算	842
三、厂房的纵向抗震计算	844
第十一节 木结构的材料选用和设计指标取值	848
一、材料	848
二、设计原则和设计指标取值	848
第十二节 木结构构件计算	850
一、轴心受拉构件	850
二、轴心受压构件	851
三、受弯构件	855
四、拉弯和压弯构件	859
第十三节 木结构连接计算及防火	863
一、齿连接	863
二、螺栓连接	866
三、普通木结构和轻型木结构及防火	871
四、木结构防火和防护	872
第六章 地基与基础	873
第一节 总则和基本规定	873
一、总则和术语	873
二、基本规定	874
第二节 地基岩土的分类及工程特性指标	880
一、岩土的分类	880
二、岩土的工程特性指标	888

第三节 地基承载力计算	893
一、基础埋置深度	893
二、地基承载力特征值的计算	897
三、地基承载力计算	906
四、地基承载力的综合计算	924
第四节 地基的变形计算	934
一、地基变形的一般规定	934
二、分层总和法计算地基变形	937
三、《地规》法计算地基变形	941
第五节 地基的稳定性计算	958
一、作用效应的取值	958
二、地基稳定性计算	959
三、基础抗浮稳定性计算	960
第六节 山区地基	962
一、一般规定	962
二、土岩组合地基	962
三、填土地基	965
四、滑坡防治	966
五、岩石地基	968
六、岩溶与土洞	969
七、土质边坡与重力式挡墙	971
八、岩石边坡与岩石锚杆挡墙	998
第七节 软弱地基	999
一、一般规定	999
二、利用与处理	999
三、建筑措施和结构措施	1002
四、大面积地面荷载	1002
第八节 浅基础	1003
一、基础设计的采用的作用组合和地基净反力	1003
二、无筋扩展基础	1004
三、扩展基础	1009
四、柱下条形基础	1030
五、筏形基础	1042
第九节 桩基础	1056
一、一般规定	1056
二、单桩竖向承载力特征值的确定	1058

三、单桩水平承载力特征值和单桩抗拔承载力特征值的确定 .....	1060
四、桩基础的承载力计算 .....	1060
五、桩基沉降计算 .....	1065
六、桩基承台 .....	1068
七、岩石锚杆基础 .....	1085
八、综合案例题 .....	1087
第十节 地基与基础的抗震验算 .....	1094
一、场地 .....	1094
二、天然地基和基础的抗震验算 .....	1098
三、液化土 .....	1102
四、低承台桩基的抗震承载力计算 .....	1112
第十一节 软弱地基处理 .....	1116
一、基本规定 .....	1116
二、换填垫层 .....	1117
三、预压地基 .....	1121
四、压实地基和夯实地基 .....	1124
五、复合地基的一般规定 .....	1125
六、振冲碎石桩和沉管砂石桩复合地基 .....	1128
七、水泥土搅拌桩复合地基 .....	1135
八、旋喷桩复合地基 .....	1143
九、灰土挤密桩和土挤密桩复合地基 .....	1145
十、夯实水泥土桩复合地基 .....	1148
十一、水泥粉煤灰碎石桩复合地基 .....	1149
十二、柱锤冲扩桩复合地基 .....	1154
十三、多桩型复合地基 .....	1156
十四、注浆加固 .....	1160
十五、微型桩加固 .....	1160
第十二节 建筑桩基 .....	1160
一、总则与术语 .....	1160
二、基本设计规定 .....	1162
三、桩基构造 .....	1165
四、单桩竖向极限承载力和单桩、复合基桩竖向承载力特征值 .....	1166
五、桩顶作用效应和桩基竖向承载力计算 .....	1174
六、特殊条件下桩基竖向承载力验算 .....	1175
七、桩基水平承载力与位移计算 .....	1186
八、桩基沉降计算 .....	1190

九、软土地基减沉复合疏桩基础 .....	1194
十、桩身承载力与裂缝控制计算 .....	1196
十一、承台计算 .....	1197
十二、《桩规》附录的计算.....	1200
十三、桩基和承台的施工及质量检查验收 .....	1201

## 第五章 砌体结构与木结构

本章所用规范为《砌体结构设计规范》GB 50003—2011（以下简称《砌体规范》）、《建筑抗震设计规范》GB 50011—2010（2016年版）（以下简称《抗震规范》）。

### 第一节 砌体房屋的静力计算

#### 一、规范适用范围

《砌体规范》规定：

1.0.2 本规范适用于建筑工程的下列砌体结构设计，特殊条件下或有特殊要求的应按专门规定进行设计：

- 1 砖砌体：包括烧结普通砖、烧结多孔砖、蒸压灰砂普通砖、蒸压粉煤灰普通砖、混凝土普通砖、混凝土多孔砖的无筋和配筋砌体；
- 2 砌块砌体：包括混凝土砌块、轻集料混凝土砌块的无筋和配筋砌体；
- 3 石砌体：包括各种料石和毛石的砌体。

烧结普通砖、烧结多孔砖的定义，《砌体规范》规定：

#### 2.1.4 烧结普通砖 fired common brick

由煤矸石、页岩、粉煤灰或黏土为主要原料，经过焙烧而成的实心砖。分烧结煤矸石砖、烧结页岩砖、烧结粉煤灰砖、烧结黏土砖等。

#### 2.1.5 烧结多孔砖 fired perforated brick

以煤矸石、页岩、粉煤灰或黏土为主要原料，经焙烧而成、孔洞率不大于35%，孔的尺寸小而数量多，主要用于承重部位的砖。

混凝土普通砖、混凝土多孔砖的定义，《砌体规范》规定：

#### 2.1.9 混凝土砖 concrete brick

以水泥为胶结材料，以砂、石等为主要集料，加水搅拌、成型、养护制成的一种多孔的混凝土半盲孔砖或实心砖。多孔砖的主规格尺寸为240mm×115mm×90mm、240mm×190mm×90mm、190mm×190mm×90mm等；实心砖的主规格尺寸为240mm×115mm×53mm、240mm×115mm×90mm等。

混凝土砌块的定义，《砌体规范》规定：

### 2.1.8 混凝土小型空心砌块 concrete small hollow block

由普通混凝土或轻集料混凝土制成，主规格尺寸为 390mm×190mm×190mm、空心率为 25%~50% 的空心砌块。简称混凝土砌块或砌块。

其中，轻集料混凝土砌块包括煤矸石混凝土砌块和孔洞率不大于 35% 的火山渣、浮石和陶粒混凝土砌块。

## 二、设计原则

《砌体规范》规定：

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。

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。设计使用年限可按现行国家标准《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068 的有关规定确定。

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。

建筑结构的的安全等级

表 4.1.4

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 对抗震设防区的砌体结构设计，应按现行国家标准《建筑抗震设防分类标准》GB 50223 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：

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

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

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 50a 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 50a 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 1a~5a 的结构构件，不应小于 0.9；

$\gamma_L$ ——结构构件的抗力模型不定性系数。对静力设计，考虑结构设计使用年限的荷载调整系数，设计使用年限为 50a，取 1.0；设计使用年限为 100a，取 1.1；

$S_{G1k}$ ——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；

$S_{Qi}$ ——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，可按本规范附录 B 的方法确定；

$\sigma_f$ ——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 施工质量等级划分要求，应符合现行国家标准《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203 的有关规定。

4.1.6 当砌体结构作为一个刚体，需验算整体稳定性时，应按下列公式中最不利组合进行验算：

$$\gamma_0 (1.2S_{G2k} + 1.4\gamma_L S_{Q1k} + \gamma_L \sum_{i=2}^n S_{Qi}) \leq 0.8S_{G1k} \quad (4.1.6-1)$$

$$\gamma_0 (1.35S_{G2k} + 1.4\gamma_L \sum_{i=1}^n \psi_{ci} S_{Qi}) \leq 0.8S_{G1k} \quad (4.1.6-2)$$

式中  $S_{G1k}$ ——起有利作用的永久荷载标准值的效应；

$S_{G2k}$ ——起不利作用的永久荷载标准值的效应。

4.1.7 设计应明确建筑结构的用途，在设计使用年限内未经技术鉴定或设计许可，不得改变结构用途、构件布置和使用环境。

需注意的是：

(1) 4.1.5 条中  $\psi_{ci}$  的取值 (0.7 或 0.9)， $\gamma_0$  的取值， $\gamma_L$  的取值，及此条注 1 的规定。

(2) 4.1.5 条中， $\gamma_0$  与安全等级、设计使用年限挂勾，存在不合理。

(3) 4.1.6 条中  $S_{G1k}$ ， $S_{G2k}$  的计算取值。

**【例 5.1.1】** 某烧结普通砖砌体结构，因特殊需要设计有地下室，如图 5.1.1 所示。房屋的长度为  $L$ 、宽度为  $B$ ，抗浮设计水位为  $-1.0\text{m}$ ，水位有变化，基础底面标高为  $-4.0\text{m}$ ；算至基础底的全部恒荷载标准值为  $g = 60\text{kN/m}^2$ ，全部活荷载标准值  $p = 10\text{kN/m}^2$ 。设计使用年限为 50 年， $\gamma_0 = 1.0$ 。

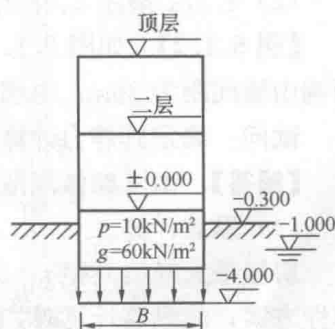


图 5.1.1

在抗漂浮验算中，漂浮荷载效应  $\gamma_0 S_1$  与抗漂浮荷载效应  $S_2$  之比，应与下列何组数值最为接近？

- (A)  $\gamma_0 S_1/S_2=0.85>0.8$ ；不满足漂浮验算
- (B)  $\gamma_0 S_1/S_2=0.75<0.8$ ；满足漂浮验算
- (C)  $\gamma_0 S_1/S_2=0.70<0.8$ ；满足漂浮验算
- (D)  $\gamma_0 S_1/S_2=0.65<0.8$ ；满足漂浮验算

**【解答】** 根据《荷载规范》3.1.1 条的条文说明，水的浮力按可变荷载计算，其分项系数取 1.4。由《砌体规范》4.1.6 条，设计使用年限为 50 年，取  $\gamma_L=1.0$ ； $\gamma_0=1.0$ ，则：

$$\frac{\gamma_0 S_1}{S_2} = \frac{1.0 \times 1.4 \times 1.0 \times (4-1) \times 10}{60} = 0.70 < 0.8$$

所以应选 (C) 项。

### 三、房屋的静力计算方案

#### 1. 静力计算方案的判别

《砌体规范》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。

房屋的静力计算方案

表 4.2.1

	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，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，可按本规范第 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。

需注意的是：

(1) 4.2.1 条注 1 的规定，见下面例题 5.1.2。

(2) 4.2.1 条注 2、3 的规定。

**【例 5.1.2】** 如图 5.1.2 所示单层单跨砌体结构，装配式无檩体系钢筋混凝土屋盖，两端山墙间距为 36m，纵墙间距为 15m。

试问：确定其静力计算方案。

**【解答】** 由《砌体规范》表 4.2.1，本题的屋盖类别为第 1 类。

(1) 纵墙计算

房屋最大横墙间距  $s=36\text{m}$ ，由《砌体规范》表 4.2.1 的规定， $32\text{m} \leq s \leq 72\text{m}$ ，为刚弹性方案，故纵墙计算时，静力计算方案为刚弹性方案。

(2) 横墙（山墙）计算

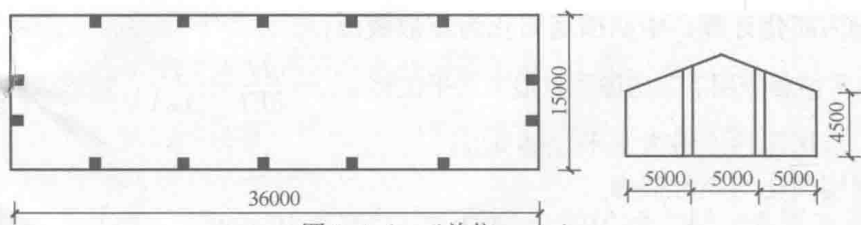


图 5.1.2 (单位: mm)

房屋最大横墙间距  $s=15\text{m}$ , 由《砌体规范》表 4.2.1,  $s<32\text{m}$ , 为刚性方案, 故横墙(山墙)计算时, 静力计算方案为刚性方案。

## 2. 刚性方案和刚弹性方案房屋的横墙要求

《砌体规范》规定:

### 4.2.2 刚性和刚弹性方案房屋的横墙, 应符合下列规定:

- 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。

需注意的是:

4.2.2 条注 1 中最大水平位移值的规定。

**【例 5.1.3】** 如图 5.1.3 所示三层砌体房屋, 层高为 3.60m, 3.30m, 3.30m, 开间 3.6m, 墙厚为 240mm, 进深为 5.1m, 采用 MU10 烧结普通砖、M5.0 混合砂浆。风荷载设计值  $w=0.8\text{kN/m}^2$ , 并且忽略其高度变化的影响。砌体施工质量控制等级为 B 级。

试问: 确定房屋顶点最大水平位移。

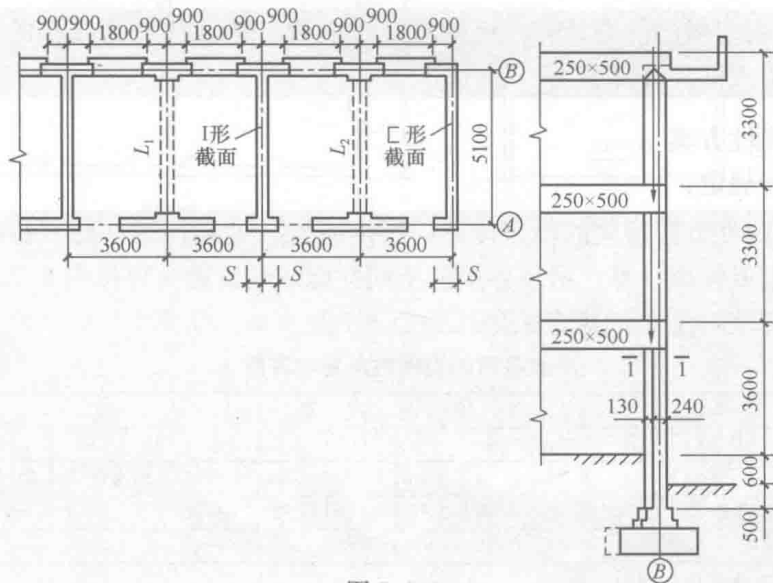


图 5.1.3

提示：①为简化计算，中间横墙简化为矩形截面；

②均布水平荷载作用下，房屋顶点最大水平位移  $u_{\max} = \frac{qH^4}{8EI} + \frac{\zeta qH^2}{2GA}$ ，矩形截面取  $\zeta = 1.2$ 。

**【解答】** 求房屋顶点最大水平位移  $u_{\max}$ 。

取中间横墙简化为矩形截面：

$$A = 240 \times (5100 + 240) = 1.282 \times 10^6 \text{ mm}^2$$

$$I = \frac{1}{12} \times 240 \times (5100 + 240)^3 = 3.045 \times 10^{12} \text{ mm}^4$$

查《砌体规范》表 3.2.1-1,  $f = 1.5 \text{ N/mm}^2$

查《砌体规范》表 3.2.5-1,  $E = 1600f = 1600 \times 1.5 = 2400 \text{ N/mm}^2$

由《砌体规范》3.2.5 条,  $G = 0.4E$

由《砌体规范》5.1.3 条,  $H = 0.5 + 0.6 + 3.6 + 3.3 + 3.3 = 11.3 \text{ m}$

风荷载  $q = 0.8 \times (3.6 + 3.6) = 5.76 \text{ N/mm}$

$\zeta = 1.2$

$$\begin{aligned} u_{\max} &= \frac{qH^4}{8EI} + \frac{\zeta qH^2}{2GA} \\ &= \frac{5.76 \times 11300^4}{8 \times 2400 \times 3.045 \times 10^{12}} + \frac{1.2 \times 5.76 \times 11300^2}{2 \times 0.4 \times 2400 \times 1.282 \times 10^6} \\ &= 1.606 + 0.359 = 1.965 \text{ mm} < \frac{H}{4000} = \frac{11300}{4000} = 2.825 \text{ mm} \end{aligned}$$

由《砌体规范》4.2.2 条注 1, 可知该横墙可作为刚性或刚弹性方案房屋的横墙。

思考：(1) 在顶点集中水平力  $P$  作用下，房屋顶点最大水平位移为：

$$u_{\max} = \frac{PH^3}{3EI} + \frac{\zeta PH}{GA}, \text{ 矩形截面取 } \zeta = 1.2.$$

(2) 横墙的惯性矩  $I$ ，当横墙与纵墙连接时可按 I 形截面或 [形截面（图 5.1.3）考虑，与横墙共同工作的纵墙部分的计算长度  $S$ ，每边近似取  $S = 0.3H$ 。

### 3. 静力计算

#### • (1) 弹性方案

《砌体规范》规定：

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。

#### • (2) 刚弹性方案

《砌体规范》规定：

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，其计算方法应按本规范附录 C 的规定采用。

房屋各层的空间性能影响系数  $\eta_i$

表 4.2.4

屋盖或 楼盖类别	横 墙 间 距 $s$ (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。

## 附录 C 刚弹性方案房屋的静力计算方法

C.0.1 水平荷载（风荷载）作用下，刚弹性方案房屋墙、柱内力分析可按以下方法计算，并将两步结果叠加，得出最后内力：

1 在平面计算简图中，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  $R_i$ （图 C.0.1a）。

2 考虑房屋的空间作用，将各支杆反力  $R_i$  乘以由表 4.2.4 查得的相应空间性能影响系数  $\eta_i$ ，并反向施加于节点上，计算其内力（图 C.0.1b）。

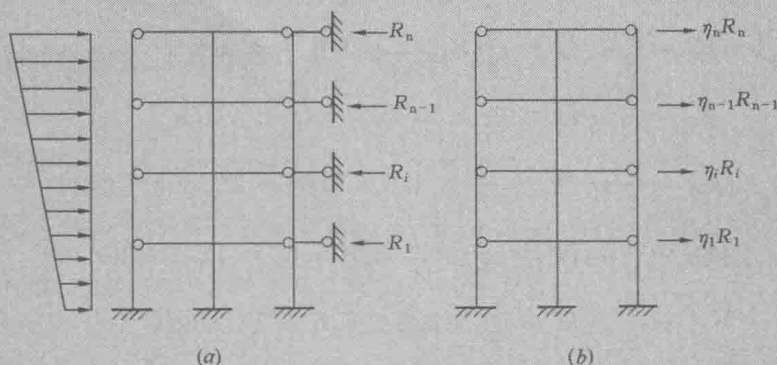


图 C.0.1 刚弹性方案房屋的静力计算简图

**【例 5.1.4】** 图 5.1.4 所示单层厂房的平、剖面示意图，厂房的跨度为 15m，长度为 36m，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。基础顶面到墙顶高度为 6.6m。风荷载设计值产生的柱顶集中力  $F_w = 4.50\text{kN}$ ，迎风面均布荷载  $w_1 = 3.60\text{kN/m}$ ，背风面均布荷载  $w_2 = 2.25\text{kN/m}$ 。

**试问：**确定厂房间在风荷载作用下的带壁柱墙底截面内力。

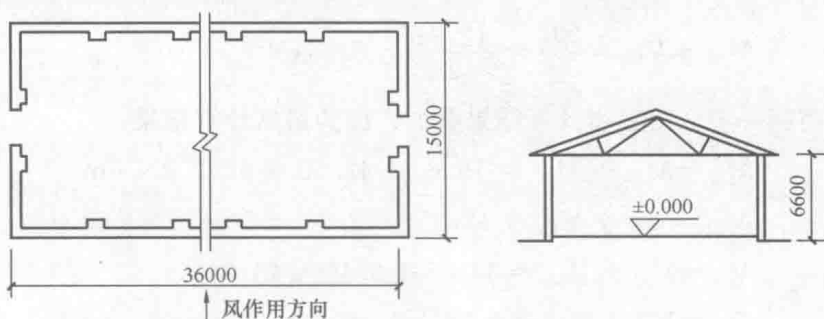


图 5.1.4 某 15m 跨单层厂房示意（单位：mm）

**【解答】**（1）确定本题的静力计算方案

屋盖体系属于第 2 类，查《砌体规范》表 4.2.1，房屋横墙间距  $s = 36\text{m}$ ，介于 20m 与 48m 之间，故应为刚弹性方案。

查《砌体规范》表 4.2.4 可知，空间性能影响系数  $\eta = 0.68$ 。

（2）刚弹性方案的静力计算

第一步,由《砌体规范》4.2.4条及附录C可知,在排架柱上端设水平不动铰支杆,如图5.1.5所示,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及剪力。

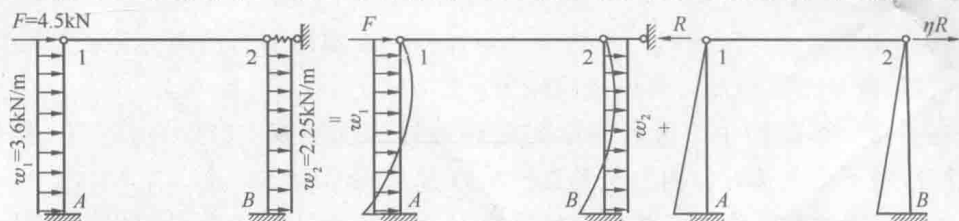


图 5.1.5  $l=36\text{m}$  车间排架计算简图及柱底弯矩

$$R_1 = \frac{3}{8} w_1 H = \frac{3}{8} \times 3.6 \times 6.6 = 8.91\text{kN}$$

$$R_2 = \frac{3}{8} w_2 H = \frac{3}{8} \times 2.25 \times 6.6 = 5.57\text{kN}$$

$$M_{A1} = \frac{1}{8} w_1 H^2 = \frac{1}{8} \times 3.6 \times 6.6^2 = 19.60\text{kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{B1} = \frac{1}{8} w_2 H^2 = \frac{1}{8} \times 2.25 \times 6.6^2 = 12.25\text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{A1} = \frac{5}{8} w_1 H = \frac{5}{8} \times 3.6 \times 6.6 = 14.85\text{kN}$$

$$V_{B1} = \frac{5}{8} w_2 H = \frac{5}{8} \times 2.25 \times 6.6 = 9.28\text{kN}$$

第二步,拆除水平不动铰支杆,将柱顶反力乘以空间性能影响系数 $\eta$ ,即 $\eta R$ 反向作用于排架柱顶;又因车间对称,两柱刚度相等,其剪力分配系数为 $1/2$ ,故求出柱底弯矩和剪力如下:

$$\eta R = 0.68 \times (4.5 + 8.91 + 5.57) = 12.91\text{kN}$$

$$M_{A2} = M_{B2} = \frac{\eta R}{2} H = \frac{12.91}{2} \times 6.6 = 42.60\text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{A2} = V_{B2} = \frac{\eta R}{2} = \frac{12.91}{2} = 6.46\text{kN}$$

第三步,将第一步、第二步计算结果叠加,即为最后计算结果:

$$M_A = M_{A1} + M_{A2} = 19.60 + 42.60 = 62.20\text{kN} \cdot \text{m}$$

$$M_B = M_{B1} + M_{B2} = 12.25 + 42.60 = 54.85\text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_A = V_{A1} + V_{A2} = 14.85 + 6.46 = 21.31\text{kN}$$

$$V_B = V_{B1} + V_{B2} = 9.28 + 6.46 = 15.74\text{kN}$$

**思考:** (1) 当本题中厂房长度为 $54\text{m}$ 时,其他条件不变。查《砌体规范》表4.2.1可知,房屋横墙间距 $s=54\text{m}$ ,应为弹性方案。

弹性方案的静力计算步骤同上述刚弹性方案,只是空间性能影响系数 $\eta=1.0$ ,即 $R$ 反向作用于排架柱顶。

(2) 在计算柱底弯矩、剪力时,除了上述叠加法计算外,也可以求出柱 $A$ 、 $B$ 的柱顶剪力,根据柱子所受剪力、外荷载(如风荷载)由力学计算方法求出柱底弯矩和剪力。具体如下:

第一步, 求出题目 5.1.4 中排架在  $w_1$ 、 $w_2$  作用下的柱顶剪力:

$$V_{11} = \frac{3}{8}w_1H = \frac{3}{8} \times 3.6 \times 6.6 = 8.91\text{kN}(\leftarrow)$$

$$V_{21} = \frac{3}{8}w_2H = \frac{3}{8} \times 2.25 \times 6.6 = 5.57\text{kN}(\leftarrow)$$

第二步, 求出  $\eta R$  作用下, 柱顶剪力:

$$\eta R = 0.68(4.5 + 8.91 + 5.57) = 12.91\text{kN}$$

$$V_{12} = \frac{\eta R}{2} = -6.46\text{kN}(\rightarrow)$$

$$V_{22} = \frac{\eta R}{2} = -6.46\text{kN}(\rightarrow)$$

第三步, 求柱底弯矩、剪力:

$$V_1 = V_{11} + V_{12} = 8.91 - 6.46 = 2.45\text{kN}(\leftarrow)$$

$$V_2 = V_{21} + V_{22} = 5.57 - 6.46 = -0.89\text{kN}(\leftarrow)$$

对于柱 A (图 5.1.6)

$$M_A = -V_1H + w_1 \cdot \frac{H^2}{2} = -2.45 \times 6.6 + \frac{3.6}{2} \times 6.6^2 = 62.24\text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_A = V_1 - w_1H = 2.45 - 3.6 \times 6.6 = -21.31(\leftarrow)$$

对于柱 B:

$$M_B = -V_2H + w_2 \cdot \frac{H^2}{2} = 0.89 \times 6.6 + \frac{2.25}{2} \times 6.6^2 = 54.88\text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_B = V_2 - w_2H = -0.89 - 2.25 \times 6.6 = -15.74\text{kN}(\leftarrow)$$

• (3) 刚性方案

《砌体规范》规定:

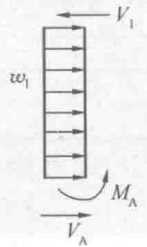


图 5.1.6

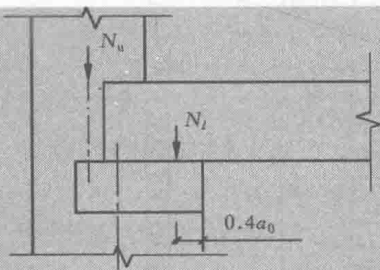


图 4.2.5 梁端支承压力位置

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

4.2.5 刚性方案房屋的静力计算, 应按下列规定进行:

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、柱可视作竖向连续梁;

3 对本层的竖向荷载, 应考虑对墙、柱的实际偏心影响, 梁端支承压力  $N_i$  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  $N_u$ , 可视为作用于上一楼层的墙、柱的截面重心处;

4 对于梁跨度大于 9m 的墙承重的多层房屋, 按上述方法计算时, 应考虑梁端约束弯矩的影响。可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 刚性方案多层房屋的外墙, 计算风荷载时应符合下列要求:

1 风荷载引起的弯矩, 可按下列公式计算:

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

式中  $w$ ——沿楼层高均布风荷载设计值 (kN/m);

$H_i$ ——层高 (m)。

2 当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  $0.8\text{kN/m}^2$ 。

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/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  $0.7\text{kN/m}^2$  时, 可不考虑风荷载的影响。

需注意的是:

- (1) 规范 4.2.5 条中图 4.2.5 注的规定。
- (2) 规范 4.2.5 条第 1 款的规定, 其计算简图如图 5.1.7 所示。

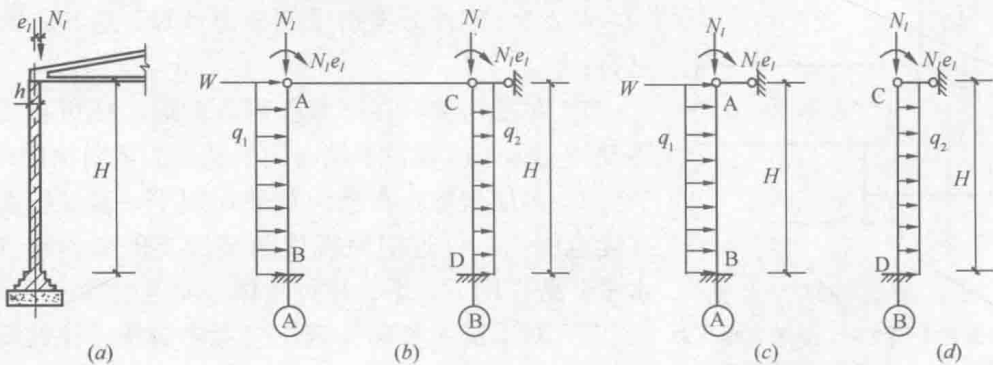


图 5.1.7 刚性方案单层房屋计算简图

(3) 规范 4.2.5 条第 2 款的规定, 在竖向荷载作用下, 其计算简图如图 5.1.8 (b) (c) 所示; 在水平荷载作用下, 其计算简图如图 5.1.8 (d)、(e) 所示。

(4) 规范 4.2.5 条第 4 款的规定, 其内涵是指: “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墙体的承载力, 最终按两者中的最不利控制之”。此外, 当上、下墙体厚度不相同, 如规范图 4.2.5, 还应考虑  $N_0$  (由上部楼层传来的荷载) 产生的偏心弯矩的影响。

**【例 5.1.5】** 已知某刚性方案多层砌体结构房屋, 纵墙承重, 外墙厚 490mm, 进深梁跨度净 9.9m, 截面尺寸  $b \times h = 300\text{mm} \times 900\text{mm}$ , 梁端支承长度 370mm, 梁端下部设有