

工业与民用建筑

抗震设计手册

《工业与民用建筑抗震设计手册》编写组

中国建筑科学研究院工程抗震研究所

工业与民用建筑抗震设计手册

《工业与民用建筑抗震设计手册》编写组

中国建筑科学研究院工程抗震研究所

一九八一年十二月

再 版 说 明

本《手册》第一版印刷后，已经发行完。由于仍有很多单位及个人要求订购，为满足需要，现再次进行排版印刷。

《手册》这次印刷，对版面及部分图、表作了适当的改进和调整，页数有所减少，其内容原则上未作改动，仅对第一版发行后发现的一些必要修改的地方，作了修改，并将第一版中的外文符号一律改用斜体。特此说明。

中国建筑科学研究院工程抗震研究所

一九八二年十月

前 言

为了适应地震区各类建筑结构抗震设计的需要，从1975年开始，有关单位就共同着手编制抗震设计手册，供抗震设计参考。经各方努力，于1977年编写出《工业与民用建筑抗震设计手册》（讨论稿），曾广泛发至各设计单位试用并听取意见。对于地震区建筑抗震设计起过良好作用。同时，在实践中又发现了不足之处。唐山地震后，我国抗震设计规范经过修订，并于1978年由国家建委批准实行《工业与民用建筑抗震设计规范》（TJ11-78）。近年来又以现行抗震设计规范为依据，在《手册》讨论稿基础上，进行了修改、补充工作，编写成了这本手册。

参加编写的单位和分工如下：

北京市建筑设计院、化工部第六设计院

——框架、框架——抗震墙结构

北京市建筑设计院

——多层砖房、多层剪力墙结构

广东省建筑设计院

——底层全框架、多层内框架房屋

西北建筑设计院

——空旷砖房、单层厂房

西北电力设计院

——框排架、烟囱

化工部第六设计院

——管道支架

铁道部铁路专业设计院、陕西省建筑设计院

——水塔

汇总工作由中国建筑科学研究院工程抗震研究所承担，西北建筑设计院派人参加了汇总工作。

如所周知，工程抗震中的许多科学技术问题还研究不多，资料不够成熟，方法不尽统一，这是本手册编写中遇到的最大困难。鉴于当前缺乏一本可供参考的抗震设计手册，各方面出于工作的需要又迫切希望尽早编写出来，因此我们在现有条件下，搜集了可能得到的资料，编写出来，供大家参考。由于上述客观条件，加上我们的水平有限，本手册肯定存在着不少问题和缺陷，欢迎大家批评指正。

大家如有需要解释清楚的问题，可以迳向有关参予编写的单位询问。

《工业与民用建筑抗震设计手册》编写组

目 录

第一章 总则	(1)
附录 1—1 全国主要城市的基本烈度	(6)
第二章 多层砖房	(8)
第一节 结构选型和布置	(8)
第二节 计算要点	(9)
第三节 抗震验算	(9)
附录 2—1 抗侧力刚度计算	(11)
第三章 底层全框架及多层内框架房屋	(15)
第一节 设计与构造	(15)
第二节 计算要点	(15)
第四章 空旷砖房	(17)
第一节 计算原则	(17)
第二节 横向计算	(17)
第三节 纵向计算	(21)
第四节 构造措施	(22)
第五章 单层厂房	(23)
第一节 计算原则	(23)
第二节 横向计算	(24)
一、计算要点	(24)
二、排架柔度	(25)
三、排架地震内力	(28)
四、排架内力组合	(36)
五、截面强度验算	(36)
第三节 纵向计算	(37)
一、计算要点	(37)
二、柱列计算重量	(39)
三、厂房纵向刚度	(41)
四、厂房纵向周期和柱列地震荷载	(55)
五、构件(或杆件)强度验算	(64)
第四节 构件及结点	(65)
一、构件	(65)
二、附加抗震构造	(68)
附录 5—1 房屋纵向抗震计算的“对称化法”	(70)
第六章 多层钢筋混凝土框架房屋	(73)
第一节 框架及框架—抗震墙体系	(73)

一、结构选型和构造要求	(73)
二、计算要点	(74)
三、地震荷载的确定	(75)
四、框架结构的计算	(78)
五、框架——抗震墙体系的抗震设计	(80)
第二节 框排架	(93)
一、结构选型和布置	(93)
二、构造要求	(95)
三、计算要点	(97)
附录 6-1 多层框架的扭转计算	(102)
附录 6-2 多层框架结构自振频率和地震力的实用算法	(103)
附录 6-3 标准反弯点高度比	(107)
附录 6-4 钢筋混凝土框架梁柱节点抗震设计参考资料	(115)
附录 6-5 框架——抗震墙结构体系协同工作系数表	(120)
附录 6-6 双肢抗震墙考虑弹塑性的近似计算	(156)
附录 6-7 变位计算	(158)
第七章 多层剪力墙结构	(163)
一、多层剪力墙结构的特点及适用范围	(163)
二、对建筑结构布置的要求	(163)
三、地震荷载	(164)
四、地震荷载的分配	(164)
五、单片剪力墙的内力及位移计算	(165)
六、截面设计	(169)
七、构造要求	(172)
附录 7-1 墙肢间联系梁的剪切柔度系数	(183)
第八章 构筑物	(185)
第一节 烟囱	(185)
一、设计要点	(185)
二、地震荷载及内力	(186)
第二节 水塔	(193)
一、结构选型	(193)
二、抗震构造措施	(193)
三、计算要点	(194)
第三节 管道支架	(197)
第九章 计算实例	(200)
第一节 多层砖房	(200)
例 1-1 住宅	(200)
例 1-2 教学楼	(205)
第二节 底层全框架及多层内框架房屋	(209)

例 2-1 多层内框架房屋	(209)
例 2-2 底层全框架房屋	(236)
第三节 空旷砖房	(259)
例 3-1 观众厅无坡屋	(259)
例 3-2 观众厅有坡屋	(261)
第四节 单层厂房	(263)
例 4-1 等高砖柱厂房	(263)
例 4-2 不等高钢筋混凝土柱厂房	(267)
例 4-3 对称单跨门架	(285)
例 4-4 三跨等高门架	(290)
第五节 多层钢筋混凝土框架房屋	(299)
例 5-1 框架结构	(299)
例 5-2 框架—抗震墙协同工作体系结构	(312)
例 5-3 框排架结构的横向抗震验算	(328)
例 5-4 框排架结构的纵向抗震验算	(334)
第六节 多层剪力墙结构	(338)
例 6-1 多层住宅	(338)
第七节 烟囱	(348)
例 7-1 40/1.4 砖烟囱	(349)
例 7-2 100/5.0 钢筋混凝土烟囱	(353)
例 7-3 180/5.5 钢筋混凝土烟囱	(361)
例 7-4 求算周期和振型	(368)
附录 9-7-1 风荷载引起的挠曲和基础倾斜所产生的附加弯矩计算方法	(371)
第八节 水塔	(372)
例 8-1 容量50米 ³ 有效高20米砖支筒水塔	(372)
例 8-2 容量200米 ³ 高24米钢筋混凝土支筒水塔	(377)
例 8-3 容量100米 ³ 高16米钢筋混凝土支架水塔	(381)
第九节 管道支架	(387)
例 9-1 厂区管道支架	(387)

第一章 总 则

一、本手册是为设计烈度 7 度至 9 度的一般工业与民用建筑抗震设计而编制的，其依据是《工业与民用建筑抗震设计规范》TJ11—78。

二、建筑物的设计烈度，一般按基本烈度采用。特别重要的建筑物，如必须提高一度设防时，应遵照国家基本建设委员会(77)建发抗字 175 号文规定：应由有关省、市、自治区建委向国家建委提出报告，由国家建委与省、市、自治区协商批准；国务院所属各部单位的此类建筑物要提高设防标准时，也应由国家建委与有关部协商批准。次要的建筑物，如一般仓库，人员较少的辅助建筑物等，其设计烈度可比基本烈度降低一度采用，但基本烈度为 7 度时不应降低。对基本烈度为 6 度的地区，建筑物一般不设防，但应力求建筑物体型简单，重量、刚度对称和均匀分布，避免立面、平面上的突然变化和不规则的形状；不做或少做地震时易倒、易脱落的门脸、装饰物、女儿墙、挑檐等；在设计中提出保证施工质量的要求。

三、一般建筑物所在地区的基本烈度，可按国家地震局(78)震发科字第 111 号文颁发的《中国地震烈度区划图》(一比三百万)及其补充文件确定，不再另行鉴定。全国主要城市的基本烈度见附录 1-1。

列入国家计划的大、中型基本建设项目所在地区的基本烈度鉴定任务，应遵照国家建委、国家地震局(79)建发抗字第 146 号文规定：由各省、市、自治区建委(抗震办公室)或国务院各有关部、委、总局，在每年年底以前，向国家地震局提出下年度的基本烈度鉴定任务委托书(写明工程项目名称或代号、建设地点、时间要求和联系单位)，由国家地震局下达给有关单位承担。

少数特别重要工程的建设地区需要进一步核定基本烈度时，由国家建委与国家地震局商定安排。

四、抗震设计的主要原则

(一)合理规划，避免地震时造成次生灾害。对于易造成火灾、爆炸或有毒气体扩散的设施及仓库，应远离人口集中的区域，或者采取有效的防护措施，同时还需要考虑安全疏散的问题；对于地震后由于停水、停电、停气而可能造成次生灾害的部门，应考虑采取相应的补救措施。

(二)选择对抗震有利的场地和地基，避免由于不利场地条件而加重对建筑物的危害。对建筑物抗震有利的场地，一般指 I 类场地土或开阔平坦、坚实均匀的 II 类场地土；对建筑物抗震不利的场地，一般指 III 类场地土、条状突出的山脊、高耸孤立的山丘、非岩质的陡坡、河岸湖岸和边坡边缘、土质疏松的地区以及地基持力层在平面分布上软硬不匀(如故河道、断层破碎带、暗埋的塘浜沟谷及半填半挖地基等)和非发震断裂带与发震断裂带交汇的附近地段。设计中遇到对抗震不利的地基时，可采取适当的抗震措施：如采用桩基或其他人工处理地基、扩大基础底面积和加设地基梁、加深基础、减轻荷载、增加结

构整体性和均衡对称性等。同时对可液化砂土和轻亚粘土的建筑物地基持力层，应采取有效加强措施。

(三) 建筑设计力求建筑物体型简单，重量、刚度对称和均匀分布。设计中尽量考虑使建筑物的质量中心和刚度中心重合，以减轻扭转的影响；建筑物立面尽量避免局部突出或刚度突变，不做或少做地震时易倒、易脱落的门脸、装饰物、女儿墙、挑檐等；建筑物平面避免突然变化和不规则形状，否则应采取一定的抗震措施。

(四) 选择技术先进、经济合理的抗震结构方案，确定正确的结构计算简图和计算方法，保证结构具有良好的整体性、强度和延性。设计中根据设防烈度、场地条件、建筑物特点及使用要求等，选择结构方案。同时还应根据所确定的计算简图和计算方法考虑采取相应的构造措施。

(五) 设计中应注意结构选型、材料选用和设备布置，以减轻建筑物自重，降低建筑物重心，减少附加内力和倾复的影响。

(六) 尽量创造条件采用便于施工和质量检查的设计方案，同时也提出保证施工质量的要求。

五、场地土

(一) 场地土分为三类

I类——稳定岩石，指岩体结构稳定，不会发生滑移崩塌的基岩，微风化和风化厚度不超过5米的中等风化的基岩；

II类——I、III类场地土外的一般稳定土；

III类——饱和松砂，软塑至流塑的轻亚粘土，淤泥和淤泥质土、冲填土以及其它松软的人工填土等。

1. 饱和松砂：饱和度 $S_r \geq 80$ ；且天然孔隙比 e 对砾砂、粗砂、中砂大于0.75，细砂、粉砂大于0.85；

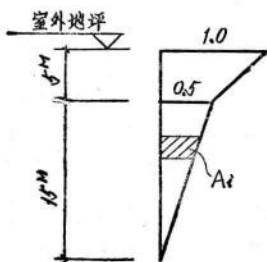
2. 软塑至流塑的轻亚粘土：液性指数 I_L 大于0.75；且塑性指数 $3 < I_p \leq 10$ 的轻亚粘土；

3. 淤泥和淤泥质土：天然含水量 W 大于液限 W_L ，且天然孔隙比 e 大于1.0的粘性土；

4. 冲填土：由水力冲填泥砂形成的沉积土；

5. 松软的人工填土：包括冲填土、杂填土和地耐力小于12吨/米²由碎石、砂土、粘性土组成的填土。

(二) 建筑场地为多层土时，则按场地范围内20米以上的土层综合评定，按图1-1几何面积加权法进行计算：



$$N = \frac{\sum_{i=1}^m N_i A_i}{\sum_{i=1}^m A_i} \quad (1-1)$$

式中 N_i ——第 i 层场地土类别，对 I、II、III 类场地分别采取 1、2、3；

A_i ——与第 i 层土相对应的几何图形的面积；

N ——计算的场地土类别。

图 1-1 多层土加权法取值图

(三) 当计算的场地土类别 N 值在 2、3 之间时, 可用插入法取地震影响系数 α 值, 也可采用四舍五入法取整数。

(四) 对处理过的人工地基一般不改变场地土的类型。

六、地震荷载

除设计烈度为 8 度及 9 度时的悬臂结构、长跨结构及烟囱等高柔构筑物, 应验算竖向地震荷载的作用外, 一般只需考虑水平方向的地震荷载, 并可在建筑物两个主轴方向分别进行验算。

(一) 水平地震荷载

1. 底部剪力法: 高度不超过 50 米且重量、刚度沿高度分布比较均匀的, 以剪切变形为主的建筑物, 以及一般单层工业厂房和可简化为单质点体系的建筑物, 其水平地震荷载可按下列公式计算。结构计算简图如图 1-2 所示。

结构底部剪力 (即总水平地震荷载)

$$Q_0 = C\alpha_1 W \quad (1-2)$$

质点 i 的水平地震荷载

$$P_i = \frac{W_i H_i}{\sum_{k=1}^n W_k H_k} Q_0 \quad (i=1, 2, \dots, n) \quad (1-3)$$

式中 C —— 结构影响系数, 应按表 1-2 采用;

α_1 —— 相应于结构基本周期 T_1 的地震影响系数 α 值;

α —— 地震影响系数, 应按图 1-3 采用;

α_{max} —— 地震影响系数 α 的最大值, 按表 1-3 采用;

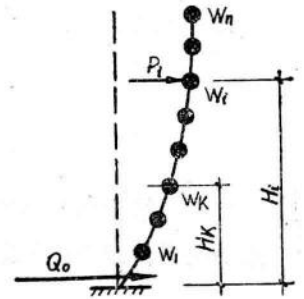


图 1-2 结构计算简图

荷载组合系数表

表 1-1

序号	荷载名称		组合系数
1	恒载		1.0
2	楼面活荷载	按等效均布荷载考虑	0.5~0.7
		按实际情况考虑时	1.0
3	屋面活荷载	不上人屋面除积雪积灰外的活荷载	0
		上人屋面除积雪积灰外的活荷载	0.5
4	屋面面积灰荷载		0.7
5	屋面面积雪荷载		0.5
6	风荷载	高度小于 50 米的房屋	0
		高柔构筑物(烟囱等)	0.25
7	吊车荷载	硬钩吊车(自重和吊重)	1.0
		软钩吊车(自重和吊重*)	1.0
8	管道水平推力	弹性推力	1.0
		摩擦推力	0

* 吊重不考虑产生水平地震力

W ——产生地震荷载的建筑物总重量，包括恒载、雪荷载、楼面活荷载及吊车荷载（软钩吊车的悬吊重量不考虑），并按本章七中的有关规定取值。

$$W = \sum_{k=1}^n W_k;$$

W_i 、 W_k ——分别为集中于质点 i 、 k 的重量；

H_i 、 H_k ——分别为质点 i 、 k 的高度。

2. 振型分解法：结构 j 振型质点 i 的水平地震荷载

$$P_{ji} = C\alpha_j\gamma_j X_{ji}W_i \quad (1-4)$$

$$(i=1, 2, \dots, n, j=1, 2, \dots, m)$$

式中 α_j ——相应于结构 j 振型自振周期 T_j 的地震影响系数 α 值，按图 1-3 采用；

X_{ji} ——结构 j 振型质点 i 的相对水平位移；

γ_j ——结构 j 振型的振型参与系数，

$$\gamma_j = \frac{\sum_{i=1}^n X_{ji}W_i}{\sum_{i=1}^n X_{ji}^2W_i}$$

C ——结构影响系数，按表 1-2 采用。高度超过 50 米的多层房屋，取 $C=0.4$ 。

水平地震荷载产生的结构内力

$$S = \sqrt{\sum_j S_j^2} \quad (1-5)$$

式中 S_j ——结构 j 振型水平地震荷载产生的结构内力（弯矩、剪力和轴向力），一般只需考虑前 1~3 个振型。

（二）验算突出建筑物顶面的屋顶间、女儿墙、烟囱、塔、水箱等时，其水平地震荷载可取公式（1-3）计算结果的 3 倍。验算单层厂房突出屋面的天窗架及其垂直支撑的抗震强度时，天窗的水平地震荷载可取公式（1-3）计算结果的 1.5 倍。

（三）竖向地震荷载

设计烈度为 8 度及 9 度时，悬臂结构或长跨结构及烟囱等高柔构筑物，应验算竖向地震荷载的作用，并按水平地震荷载与竖向地震荷载同时作用于结构上的最不利情况进行验算。

设计烈度为 8 度及 9 度时，可分别取该结构或部件重量（按七的规定取值）的 10% 和 20% 作为竖向地震荷载，并考虑上下两个方向的作用。

七、荷载组合及安全系数

验算结构和地基的抗震强度时，地震荷载应与表 1-1 的荷载组合。此时，均不再考虑现行《工业与民用建筑结构荷载规范》中楼面活荷载的折减系数。

安全系数：验算结构的抗震强度时，如采用安全系数方法，安全系数应取不考虑地震荷载时数值的 80%，但不应小于 1.1；如采用容许应力方法，容许应力应取不考虑地震荷载时数值的 125%；验算倾复时，安全系数应取不考虑地震荷载时数值的 80%。

当只验算竖向地震荷载作用下结构抗震强度时，安全系数或容许应力应按不考虑地震荷载时的数值采用。

八、基本数据

(一) 结构影响系数 C 值

结 构 类 型	C
框架结构: 1. 钢	0.25
2. 钢筋混凝土	0.30
钢筋混凝土框架加抗震墙(或抗震支撑)结构	0.30~0.35
钢筋混凝土抗震墙结构	0.35~0.40
无筋砌体结构	0.45
底层全框架及多层内框架结构	0.45
铰结排架: 1. 钢柱	0.30
2. 钢筋混凝土柱	0.35
3. 砖柱	0.40
烟囱、水塔等高柔结构: 1. 钢	0.35
2. 钢筋混凝土	0.40
3. 砖	0.50
各类木结构	0.25

注: 高度超过50米的多层房屋, 结构影响系数 $C=0.4$

(二) 地震影响系数 α 值

1. 地震影响系数 α_1 : 相应于结构基本周期 T_1 的地震影响系数 α 值, 按图 1-3 采用。

2. 对于多层砖房, 底层全框架及多层内框架房屋, 取 $\alpha_1 = \alpha_{max}$

地震影响系数最大值 α_{max} 按表 1-3 取值。

设 计 烈 度	7	8	9
α_{max}	0.23	0.45	0.90

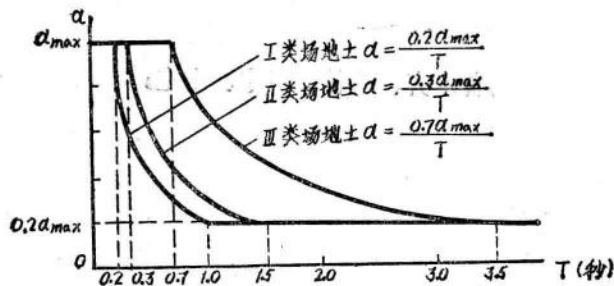


图 1-3 地震影响系数 α

附录1-1 全国主要城市的基本烈度

一、7度区

(一) 华北区

1. 河北省: 石家庄、邯郸、张家口、保定、秦皇岛、邢台、沧州;
2. 山西省: 长治、榆次、侯马;
3. 内蒙古自治区: 集宁、二连浩特;

(二) 东北区

1. 辽宁省: 沈阳、辽阳、旅大、鞍山、抚顺、锦州、丹东、铁岭、朝阳;
2. 吉林省: 长春、吉林、四平;

(三) 华东区

1. 江苏省: 南京、徐州、连云港、镇江、扬州、清江、泰州;
2. 安徽省: 合肥、淮南、蚌埠、六安、宿州;
3. 江西省: 九江;
4. 福建省: 厦门、泉州、漳州;
5. 山东省: 枣庄、烟台、德州、威海;

(四) 中南区

1. 广东省: 广州、湛江、佛山、肇庆、珠海;
2. 广西壮族自治区: 北海;
3. 湖南省: 长沙、常德;
4. 河南省: 焦作、鹤壁、许昌;
5. 湖北省: 鄂城;

(五) 西南区

1. 四川省: 成都、乐山、自贡、渡口、宜宾;
2. 云南省: 昆明、个旧;
3. 西藏自治区: 拉萨;
4. 贵州省: 六盘水;

(六) 西北区

1. 陕西省: 咸阳、宝鸡;
2. 甘肃省: 玉门;
3. 青海省: 西宁;
4. 新疆维吾尔自治区: 乌鲁木齐、喀什、伊宁、奎屯;

二、8度区

(一) 华北区

1. 北京市;
2. 天津市;
3. 河北省: 唐山;
4. 山西省: 太原、大同;

5. 内蒙古自治区：呼和浩特、包头、乌海；

(二) 东北区

1. 辽宁省：营口；

2. 吉林省：白城；

(三) 华东区

1. 安徽省：阜阳；

(四) 中南区

1. 广东省：汕头、海口、潮州；

2. 湖南省：岳阳；

3. 河南省：安阳、新乡、三门峡；

(五) 西北区

1. 陕西省：西安；

2. 甘肃省：兰州、天水、嘉峪关；

3. 宁夏回族自治区：银川、石咀山；

三、9 度区

(一) 华北区

1. 山西省：临汾；

(二) 西南区

1. 云南省：东川、下关；

2. 四川省：西昌。

第二章 多层砖房

第一节 结构选型和布置

一、纵横墙的布置应尽量均匀对称，沿平面应尽量对齐。沿立面应上下贯通。避免在平立面上有突然变化和 irregular 形状。

二、同一楼层应尽量设计成同一标高。有特殊要求时，错层高度不宜过大（如不大于1米），否则应考虑用防震缝分割成独立单元。

三、应优先选用横墙或纵横墙共同承重方案。窗间墙应力求等宽均匀布置。当选用纵墙承重方案时，应按抗震规范表3要求设置必要的抗震墙。

四、楼梯间不宜设置在端开间和房屋的转角处，否则应在构造上予以加强，如增设楼梯间休息板标高处的圈梁等。应注意保障顶层楼梯间墙的稳定性的。

五、房屋高度限值宜按下表规定：

多层砖房的高度限值(米)

表 2-1

墙 体 类 别	设 计 烈 度			备 注	
	7	8	9		
24及24厘米 以上实心墙	无构造柱	19 (6)	13 (4)	10 (3)	1.括弧内为层数 2.当18厘米厚的房屋 高度超过高度限值 时，应尽量采用24 厘米厚墙体
	构造柱间距8米左右	22 (7)	16 (5)	13 (4)	
	构造柱间距4米左右	25 (8)	19 (6)	16 (5)	
18厘米墙	无构造柱	12 (4)	9 (3)	—	

注：医院、学校等横墙少的房屋，高度限值应降低3米。

六、当需设置构造柱时，钢筋混凝土构造柱宜设置在下列部位：

- (一) 内外墙交接处（或外墙垛处）及外墙转角处；
- (二) 房屋平面布置有大小不同开间时，在大开间两侧墙与外墙交接处；
- (三) 平面突出的楼电梯间外墙角及局部突出屋顶的外墙角处；
- (四) 错层交接处；

(五) 外廊式房屋或单面走廊，在走廊一侧的纵墙与横墙交接处，单面走廊的外墙垛处亦须设置构造柱。

七、构造柱的主钢筋从基础大方脚或从地面附近的圈梁开始设置。构造柱与楼盖和屋盖处的圈梁相连接。

房屋四角的构造柱钢筋可适当加大，如采用4 ϕ 14或4 ϕ 16钢筋。

八、构造柱应先砌墙后浇柱，墙与柱连接处宜砌成马牙槎，并沿墙高每50厘米甩出2 ϕ 6拉结钢筋，每边伸入墙内不应少于1米，以增强整体连接。

九、不宜在结构单元内采用局部地下室。

第二节 计算要点

一、计算多层砖房的地震荷载时，地震影响系数取 $\alpha_1 = \alpha_{max}$ ，结构影响系数取 $C = 0.45$ ，并沿房屋的两个主轴方向分别验算抗震强度。

二、多层砖房的强度验算，主要针对平行于地震荷载方向的墙体进行剪切强度验算。一般不对墙体作整体弯曲的核算。

三、产生地震荷载的质量假设集中在各楼层标高处，每层的质点重量包括上、下各半层的恒载、活载及设备荷载，顶层应包括雪载。如有全地下室时，可不作一层考虑；当为半地下室且每间开有窗井时，应按一层考虑。此时计算高度应算至地下室地面。

四、可选择不利的墙段进行墙体的抗震强度验算，不利墙段一般是承受地震荷载面积较大或垂直压应力 σ_0 较小的墙段。

五、多层砖房一般可不必验算地基的抗震强度。如遇持力层为可液化的饱和砂土或轻亚粘土时，须采取相应的措施。

六、若窗间墙较狭($\frac{h}{b} \geq 0.8$)时，计算抗侧力刚度时应同时考虑剪切和弯曲变形的影响，当 $\frac{h}{b} > 4$ 时，不应计算刚度和不考虑承担地震力(h 为窗高， b 为窗间墙宽)。

七、验算结构和地基的抗震强度时，荷载系数见第一章表1-3。

八、验算非承重墙体时，砌体抗剪强度可提高 $\frac{1}{3}$ 。

九、验算突出屋顶的楼、电梯间时，其水平地震荷载可取公式(1-3)计算所得值的 η 倍。 η 按下式确定：

$$\eta = 3.5 \left(1 - \frac{A'}{A} \right) \quad \eta < 3$$

式中 A' ——局部突出部分的平面面积，

A ——下部建筑面积。

第三节 抗震验算

一、地震荷载的确定

多层砖房纵、横向地震剪力可取同一数值。

结构底部剪力(总水平地震荷载)及沿房屋高度的分配可按公式(1-2)和(1-3)计算。

各楼层的地震剪力为

$$Q_i = \sum_1^i P_i + P_{n+1} \quad (2-1)$$

突出屋面的水箱间、楼、电梯间，其地震剪力为：

$$Q_{n+1} = 3P_{n+1} \text{ 或 } Q_{n+1} = \eta P_{n+1} \quad (2-2)$$

$$\text{其中 } P_{n+1} = \frac{W_{n+1} H_{n+1}}{\sum_{i=1}^{n+1} W_i H_i} Q_0 \quad (2-3)$$

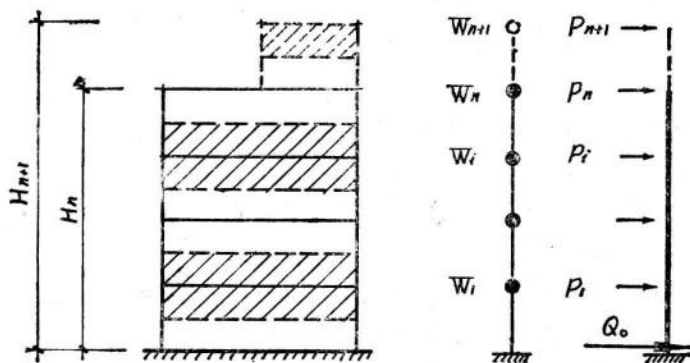


图 2-1 计算简图

二、地震剪力及其分配

在求得各楼层的地震剪力 Q_i 后,按下列原则分配地震剪力

(一) 现浇或装配整体式钢筋混凝土等平面刚度较好的刚性楼、屋盖,地震剪力按各墙体的刚度比例进行分配。

$$Q_{im} = \frac{K_{im}}{K_i} Q_i \quad (2-4)$$

式中 Q_{im} ——第 i 层第 m 墙段分配的地震剪力;

Q_i ——第 i 层的地震剪力;

K_{im} ——第 i 层第 m 墙段抗侧力刚度,按附录2-1计算;

K_i ——第 i 层各墙段抗侧力刚度之和。

当只须考虑剪切变形,各墙体高度相等且无洞口时,刚度比可用水平截面积之比来代替,即上式可改为:

$$Q_{im} = \frac{A_{im}}{A_i} Q_i \quad (2-5)$$

式中 A_{im} ——第 i 层第 m 墙段的水平截面积;

A_i ——第 i 层全部抗震横墙或纵墙的水平截面积。

(二) 木楼盖及开洞率很大的平面刚度很差的柔性楼盖,地震剪力按荷载面积比例分配给各墙段。

$$Q_{im} = \frac{F_{im}}{F_i} Q_i \quad (2-6)$$

式中 F_{im} ——第 i 层第 m 墙段承受的荷载面积;

F_i ——第 i 层全部荷载面积。

(三) 装配式钢筋混凝土等中等刚度的楼盖,各墙体承担的地震剪力,近似地按上述两种分配方法所得结果的平均值:

$$Q_{im} = \frac{1}{2} \left(\frac{K_{im}}{K_i} + \frac{F_{im}}{F_i} \right) Q_i \quad (2-7)$$

当同一层内层高相同,无洞口,可以不考虑弯曲变形时,上式可简化为:

$$Q_{im} = \frac{1}{2} \left(\frac{A_{im}}{A_i} + \frac{F_{im}}{F_i} \right) Q_i \quad (2-8)$$