

高层建筑结构 简易计算

GAOCENG JIANZHU JIEGOU JIANYI JISUAN

曹启坤 张虹 主编

高层建筑结构简易计算

曹启坤 张 虹 主编

机械工业出版社

本书的主要内容包括高层建筑设计基本规定, 结构计算分析, 荷载与地震作用, 框架与剪力墙结构, 板柱-剪力墙结构, 筒体结构, 带转换层高层建筑结构, 混合结构, 高层建筑钢结构及基础设计。计算内容及所举算例符合现代高层建筑多功能、多用途及造型发展的需要, 内容丰富, 实用性强。

本书可供高层建筑工程设计人员、施工人员及相关专业大中专院校的师生学习参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

高层建筑结构简易计算/曹启坤, 张虹主编. —北京: 机械工业出版社, 2008. 6

ISBN 978-7-111-24224-6

I. 高… II. ①曹…②张… III. 高层建筑-建筑结构-结构计算
IV. TU973

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 092237 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 范秋涛 责任校对: 刘志文

封面设计: 鞠 杨 责任印制: 李 妍

唐山丰电印务有限公司印刷

2008 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 28 印张 · 694 千字

标准书号: ISBN 978-7-111-24224-6

定价: 58.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

销售服务热线电话: (010) 68326294

购书热线电话: (010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话: (010) 68327259

封面无防伪标均为盗版

《高层建筑结构简易计算》

编写人员

主 编 曹启坤 张 虹

副主编 吴秀峰 王笑冰

参 编 (按姓氏笔画排序)

于 申 于 驰 于 贺 王开友

王 刚 王 玥 冯义显 田文静

巩晓东 刘秀民 吕克顺 孙庆巍

孙 聘 李冬云 肖建华 张文权

张 军 张晓霞 张 敏 高少霞

袁 景 隋红军

《高层建筑结构设计》前言

随着社会经济的发展、科学技术的进步和人类物质文化生活水平的提高,现代高层建筑正向着多功能、多用途及新造型发展,具有结构的平面布置和体型复杂、结构体系多样化等特点。我国高层建筑建造数量大,发展速度快,而且建筑体形多变。为适应目前高层建筑结构的发展需要,我们根据国家最新颁布实施的高层建筑结构工程各相关设计规范、施工规范,并结合有关方面的著述,编写了这本《高层建筑结构简易计算》。

本书的主要内容包括:高层建筑结构设计基本规定,结构计算分析,荷载与地震作用,框架与剪力墙结构,板柱-剪力墙结构,筒体结构,带转换层高层建筑结构,混合结构,高层建筑钢结构以及基础设计。本书内容丰富,操作性、实用性强,可供高层建筑结构工程设计人员、施工人员及相关专业大中专院校的师生学习参考。

本书在编写过程中参阅和借鉴了许多优秀书籍、专著和有关文献资料,并得到了有关领导和专家的帮助,在此一并致谢。由于建筑行业的飞速发展,加之作者的学识和经验所限,书中难免存在疏漏或未尽之处,敬请有关专家和读者予以批评指正。

编 者



录

前言

1 高层建筑设计基本规定	1
1.1 房屋的适用高度及高宽比	1
1.1.1 最大适用高度	1
1.1.2 高宽比限值	3
1.2 结构体系判断与计算	4
1.2.1 结构的规则性	4
1.2.2 不规则结构平面布置	5
1.2.3 不规则结构竖向布置	8
1.2.4 防震缝计算	13
1.3 构件承载力设计表达式	16
1.4 楼层层间最大位移的控制计算	17
1.5 薄弱层弹塑性变形验算	18
1.6 结构的舒适度验算	20
1.7 抗震等级判断	22
2 结构计算分析	25
2.1 计算参数的选择	25
2.2 对电算结果的判断、调整	26
2.3 嵌固部位计算	29
2.4 内力重分布分析法	30
2.5 动力弹性时程分析法	32
2.6 多点地震输入分析法	33
2.7 重力二阶效应及结构稳定计算	34
2.8 薄弱层弹塑性变形计算	40
2.9 整体倾覆验算	41
2.10 荷载效应和地震作用效应的组合	43
3 荷载与地震作用	49
3.1 荷载效应组合计算	49
3.2 竖向荷载计算	51
3.3 风荷载计算	55
3.4 地震作用计算	75

3.5	竖向温差效应计算	91
3.6	水平温差收缩效应计算	92
3.7	差异沉降效应计算	93
4	框架与剪力墙结构	95
4.1	梁柱节点—梁偏心计算	95
4.2	框架结构计算	96
4.3	截面设计计算	125
4.4	梁上开洞的计算	131
4.5	宽扁梁框架结构计算	132
4.6	预应力混凝土框架结构计算	136
4.7	高强混凝土框架结构计算	141
4.8	剪力墙的厚度计算	143
4.9	剪力墙配筋构造计算	155
4.10	剪力墙轴压比计算	158
4.11	连梁截面和配筋构造计算	159
4.12	联肢剪力墙计算	162
4.13	侧移法计算框架-剪力墙结构内力	181
4.14	框架-剪力墙结构顶端效应分析与计算	195
4.15	框架-剪力墙结构的地震倾覆力矩计算	199
4.16	框架-剪力墙中剪力墙合理数量的确定	200
4.17	框架总剪力的调整	203
4.18	短肢剪力墙设计计算	204
4.19	异型柱框架结构设计计算	205
4.20	框架-壁式框架结构体系设计计算	208
5	板柱-剪力墙结构	214
5.1	板柱-剪力墙结构计算一般规定	214
5.2	竖向荷载作用下的计算	215
5.3	板的构造计算	220
5.4	板与柱之间的传递弯矩计算	220
5.5	板柱节点受冲切承载力计算	221
5.6	板柱节点与等效集中反力设计值计算	223
5.7	型钢剪力架计算	231
6	筒体结构	234
6.1	框筒结构的剪力滞后现象	234
6.2	框架-核心筒结构计算	238
6.3	筒中筒结构计算	240

7 带转换层高层建筑结构	246
7.1 转换层上、下刚度突变计算	246
7.2 底部大空间剪力墙结构计算	248
7.3 转换梁截面设计计算	260
7.4 转换构件内力调整计算	262
7.5 转换层楼板计算	263
7.6 框支梁计算	264
7.7 框支柱计算	266
7.8 框支梁上部剪力墙、筒体计算	271
7.9 落地剪力墙、筒体计算	272
7.10 框支层楼板设计计算	274
7.11 转换斜杆桁架设计计算	275
7.12 转换空腹桁架设计计算	276
7.13 预应力混凝土转换桁架设计计算	278
7.14 搭接柱转换结构设计计算	278
7.15 厚板转换层结构计算	281
7.16 箱形转换层结构计算	286
7.17 矩形框架结构内力计算	289
7.18 水平伸臂构件刚度计算	291
7.19 错列桁架结构设计计算	292
7.20 错列剪力墙结构内力计算	294
8 混合结构	297
8.1 高层混合结构体系的设计计算	297
8.2 型钢混凝土梁的构造计算	298
8.3 型钢混凝土柱的构造计算	299
9 高层建筑钢结构	301
9.1 高层钢结构结构布置计算	301
9.2 钢框架结构设计计算	303
9.3 钢框架-中心支撑结构计算	307
9.4 钢框架-偏心支撑结构计算	310
9.5 钢结构构件连接设计计算	314
9.6 多层钢结构厂房抗震计算	316
9.7 火灾下钢结构构件的升温计算	317
9.8 钢结构抗火验算	326

10 基础设计	338
10.1 地基基础设计基本规定	338
10.2 地基强度计算	340
10.3 地基承载力计算	344
10.4 地基稳定性验算	351
10.5 柱下条形基础内力计算	356
10.6 筏形基础板计算	367
10.7 筏形基础内力计算	375
10.8 箱形基础基底反力计算	379
10.9 箱形基础承受的整体弯矩计算	383
10.10 箱形基础墙身截面计算	384
10.11 箱形基础墙身洞口过梁截面计算	386
10.12 高层建筑箱、筏基础结构抗震计算	398
10.13 桩基础计算一般规定	400
10.14 承台地基土分担荷载计算	411
10.15 底板局部受力计算	417
附录 ISO 834 标准火灾升温条件下钢构件的温度	428
参考文献	436

1 高层建筑结构设计基本规定

1.1 房屋的适用高度及高宽比

1.1.1 最大适用高度

JGJ 3—2002《高层建筑混凝土结构技术规程》规定了各种结构体系的最大适用高度，这里所说的房屋高度是指室外地面到主要屋面板板顶的高度，不包括局部突出屋面的部分，如水箱、电梯机房、构架等。

1) 钢筋混凝土高层建筑结构的最大适用高度和高宽比应分为 A 级和 B 级。

2) A 级高度的高层建筑是常规的、一般的建筑，也是目前数量最多、应用最广泛的建筑。

3) B 级高度高层建筑结构的最大适用高度和高宽比可较 A 级适当放宽，其结构抗震等级、有关的计算和构造措施应更加严格。

4) 应遵守 JGJ 3—2002《高层建筑混凝土结构技术规程》专门规定的更严格的计算和构造措施，并需经过专家的审查复核。

A 级高度钢筋混凝土乙类和丙类高层建筑的最大适用高度应符合表 1-1 的规定，框架-剪力墙、剪力墙和筒体结构高层建筑，其高度超过表 1-1 规定时为 B 级高度高层建筑。B 级高度钢筋混凝土乙类和丙类高层建筑的最大适用高度应符合表 1-2 的规定。

当房屋高度超出表 1-2 最大高度时，则应通过专门的审查、论证，补充多方面的计算分析，必要时进行相应的结构试验研究，采取专门的加强构造措施，才能予以实施。

表 1-1 A 级高度钢筋混凝土高层建筑的适用高度 (单位: m)

结 构 体 系		非抗震设计	抗震设防烈度			
			6 度	7 度	8 度	9 度
框 架		70	60	55	45	25
框架-剪力墙		140	130	120	100	50
剪力墙	全部落地剪力墙	150	140	120	100	60
	部分框支剪力墙	130	120	100	80	不应采用
筒 体	框架-核心筒	160	150	130	100	70
	筒中筒	200	180	150	120	80
板柱-剪力墙		70	40	35	30	不应采用

注: 1. 房屋高度指室外地面至主要屋面高度, 不包括局部突出屋面的电梯机房、水箱、构架等高度。

2. 表中框架不含异形柱框架结构。

3. 部分框支剪力墙结构指地面以上有部分框支剪力墙的剪力墙结构。

4. 平面和竖向均不规则的结构或Ⅳ类场地上的结构, 最大适用高度应适当降低。

5. 甲类建筑, 6、7、8 度时应按本地区抗震设防烈度提高一度后符合本表的要求, 9 度时应专门研究。

6. 9 度抗震设防、房屋高度超过本表数值时, 结构设计应有可靠依据, 并采取有效措施。

表 1-2 B 级高度钢筋混凝土高层建筑的适用高度 (单位: m)

结构体系		非抗震设计	抗震设防烈度		
			6 度	7 度	8 度
框架-剪力墙		170	160	140	120
剪力墙	全部落地剪力墙	180	170	150	130
	部分框支剪力墙	150	140	120	100
筒体	框架-核心筒	220	210	180	140
	筒中筒	300	280	230	170

- 注: 1. 房屋高度指室外地面至主要屋面高度, 不包括局部突出屋面的电梯机房、水箱、构架等高度。
 2. 部分框支剪力墙结构指地面以上有部分框支剪力墙的剪力墙结构。
 3. 平面和竖向均不规则的建筑或位于 IV 类场地的建筑, 表中数值应适当降低。
 4. 甲类建筑, 6、7 度时应按本地区设防烈度提高一度后符合本表的要求, 8 度时应专门研究。
 5. 当房屋高度超过表中数值时, 结构设计应有可靠依据, 并采取有效措施。

JGJ 99—1998《高层民用建筑钢结构技术规程》规定的高层建筑钢结构各类结构体系的最大适用高度应符合表 1-3 规定的非抗震设防和设防烈度为 6 度至 9 度 (以下简称 6 度至 9 度) 的乙类及以下高层民用建筑钢结构的设计和施工。

表 1-3 钢结构和有混凝土剪力墙的钢结构高层建筑的适用高度 (单位: m)

结构种类	结构体系	非抗震设防	抗震设防烈度		
			6、7	8	9
钢结构	框架	110	110	90	70
	框架、支撑(剪力墙板)	260	220	200	140
	各类筒体	360	300	260	180
有混凝土剪力墙的钢结构	钢框架-混凝土剪力墙	220	180	100	70
	钢框架-混凝土核心筒				
	钢框筒-混凝土核心筒	220	180	150	70

注: 表中适用高度系指规则结构的高度, 为从室外地坪算起至建筑檐口的高度。

在一些特定情况下房屋的适用高度尚需调整, DGJ 08—9—2003《建筑抗震设计规范》规定了要调整的范围。

平面和竖向均不规则的结构或建造于 IV 类场地的结构, 适用的最大高度应适当降低。

DGJ 08—9—2003《建筑抗震设计规范》的“编制说明”讲述了调整的幅度。

不规则或 IV 类场地的结构, 其最大适用高度一般降低 20% 左右。

【例 1-1】确定房屋的计算高度

已知: 某高层建筑如图 1-1 所示, 屋面上皮标高为 110m, 屋面上有一高 32m 的尖塔和高 10m 的局部建筑, 室内外高差 0.9m。

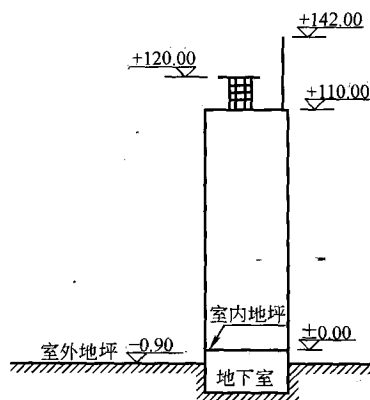


图 1-1 办公楼侧面轮廓尺寸

求：确定抗震等级时的房屋计算高度。

解：房屋高度指室外地面至主要屋面高度，不包括局部突出屋面的电机房、水箱、构架等高度。

$$H = 110.00\text{m} + 0.90\text{m} = 110.90\text{m}$$

【例 1-2】 确定房屋的计算高度

已知：有一幢钢筋混凝土框架-剪力墙结构，共 9 层，首层层高 4.5m，其他各层层高 3.6m，首层楼面比室外地面高出 0.6m，屋顶有局部突出的电梯机房层高 3m。

求：确定房屋的计算高度。

解： $H = 0.6\text{m} + 4.5\text{m} + 8 \times 3.6\text{m} = 33.9\text{m}$

1.1.2 高宽比限值

高层建筑的高宽比，是对结构刚度、整体稳定、承载能力和经济合理性的宏观控制。计算房屋建筑的高宽比时，房屋高度指室外地面到主要屋面板板顶的高度，宽度指房屋平面轮廓边缘的最小宽度尺寸，可按所考虑方向的最小投影宽度计算。

JGJ 99—1998《高层民用建筑钢结构技术规程》规定了各种高层建筑混凝土结构体系的高宽比限值。我国绝大部分高层建筑的高宽比没有超过表中的限值。

A 级高度钢筋混凝土高层建筑结构的高宽比不宜超过表 1-4 的数值；B 级高度钢筋混凝土高层建筑结构的高宽比不宜超过表 1-5 的数值。

表 1-4 A 级高度钢筋混凝土高层建筑结构适用的最大高宽比

结构体系	非抗震设计	抗震设防烈度		
		6 度、7 度	8 度	9 度
框架、板柱-剪力墙	5	4	3	2
框架-剪力墙	5	5	4	3
剪力墙	6	6	5	4
筒中筒、框架-核心筒	6	6	5	4

表 1-5 B 级高度钢筋混凝土高层建筑结构适用的最大高宽比

非抗震设计		8
抗震设防烈度	6 度、7 度	7
	8 度	6

钢结构和有混凝土剪力墙的钢结构高层建筑的高宽比不宜大于表 1-6 的规定。

表 1-6 高宽比限值

结构种类	结构体系	非抗震设防	抗震设防烈度		
			6、7	8	9
钢结构	框架	5	5	4	3
	框架-支撑(剪力墙板)	6	6	5	4
	各类筒体	6.5	6	5	5
有混凝土剪力墙的钢结构	钢框架-混凝土剪力墙	5	5	4	4
	钢框架-混凝土核心筒	5	5	4	4
	钢框筒-混凝土核心筒	6	5	5	4

注：当塔形建筑的底部有大底盘时，高宽比采用的高度应从大底盘的顶部算起。

【例 1-3】 高宽比的应用

已知：有一幢采用 A 级高度的钢筋混凝土高层筒中筒结构，矩形平面的宽度 26m，长度 30m，抗震设防烈度为 7 度。

求：确定该房屋适用的最大高度。

解：根据表 1-4，该房屋的最大高宽比 $\frac{H}{B} = 6$ 。

$$H = 6B = 6 \times 26\text{m} = 156\text{m}$$

根据表 1-1，7 度时，筒中筒结构的最大高度 $H = 150\text{m} < 156\text{m}$ ，故取 $H = 150\text{m}$ 。

1.2 结构体系判断与计算**1.2.1 结构的规则性**

1. 不应采用严重不规则的结构体系

DGJ 08—9—2003《建筑抗震设计规程》规定：

建筑设计应符合抗震概念设计的要求，不应采用严重不规则的设计方案。

JGJ 3—2002《高层建筑混凝土结构技术规程》的规定：

(1) 高层建筑不应采用严重不规则的结构体系，并应符合下列要求：

1) 应具有必要的承载能力、刚度和变形能力。

2) 应避免因部分结构或构件的破坏而导致整个结构丧失承受重力荷载、风荷载和地震作用的能力。

3) 对可能出现的薄弱部位，应采取有效措施予以加强。

(2) 高层建筑的结构体系尚宜符合下列要求：

1) 结构的竖向和水平布置宜具有合理的刚度和承载力分布，避免因局部突变和扭转效应而形成薄弱部位。

2) 宜具有多道抗震防线。

2. 规则结构的主要特征

建筑及其抗侧力结构的平面布置宜规则、对称，并应具有良好的整体性；建筑的立面和竖向剖面宜规则，结构的侧向刚度宜均匀变化，竖向抗侧力构件的截面尺寸和材料强度宜自下而上逐渐减小，避免抗侧力结构的侧向刚度和承载力突变。

规则结构一般指：体型（平面和立面）规则，结构平面布置均匀、对称并具有较好的抗扭刚度；结构竖向布置均匀，结构的刚度、承载力和质量分布均匀，无突变。

3. 规则平面布置需满足的要求

结构平面布置必须考虑有利于抵抗水平和竖向荷载，受力明确，传力直接，力争均匀对称，减少扭转的影响。在地震作用下，建筑平面要力求简单规则，风力作用下则可适当放宽。抗震设防的高层建筑，平面形状宜简单、对称、规则，以减少震害。

在高层建筑的一个独立结构单元内，宜使结构平面形状简单、规则，刚度和承载力分布均匀。不应采用严重不规则的平面布置。

抗震设计的 B 级高度钢筋混凝土高层建筑、混合结构高层建筑及本规程第 10 章所指的复杂高层建筑，其平面布置应简单、规则，减少偏心。

4. 规则竖向布置需满足的要求

高层建筑的竖向体型宜规则、均匀，避免有过大的外挑和内收。结构的侧向刚度宜下大

上小,逐渐均匀变化,不应采用竖向布置严重不规则的结构。

1.2.2 不规则结构平面布置

1. 三种类型的平面不规则

GB 50011—2001《建筑抗震设计规范》对三种类型的平面不规则给予可以量化的定义,见表 1-7。

表 1-7 平面不规则的类型

不规则类型	定 义
扭转不规则	楼层的最大弹性水平位移(或层间位移),大于该楼层两端弹性水平位移(或层间位移)平均值的 1.2 倍
凹凸不规则	结构平面凹进的一侧尺寸,大于相应投影方向总尺寸的 30%
楼板局部不连续	楼板的尺寸和平面刚度急剧变化,例如,有效楼板宽度小于该层楼板典型宽度的 50%,或开洞面积大于该层楼面面积的 30%,或较大的楼层错层

2. 扭转不规则

建筑结构平面的扭转不规则图形用几何图形表示方法如图 1-2 所示。

图中 δ_1 和 δ_2 是该楼层的两端弹性水平位移或层间位移; $(\delta_1 + \delta_2)/2$ 是该楼层两端弹性水平位移或层间位移的平均值。图中表示的规定亦能用下列形式表达, $\delta_1/\delta_2 > 1.5$ 时为扭转不规则; $\delta_2/\delta_1 > 3$ 时为严重不规则。

平面不规则、质量与刚度偏心 and 抗扭刚度太弱的结构,在地震中会因产生扭转不规则而受到严重的破坏。

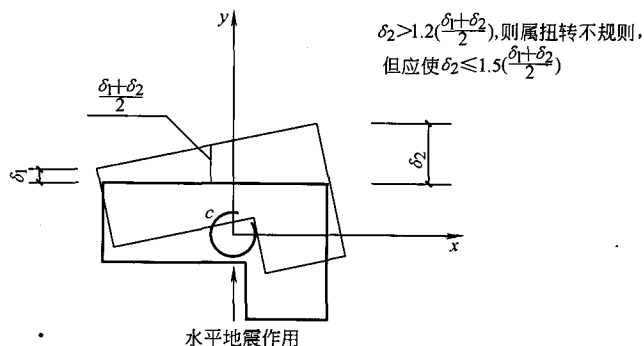


图 1-2 建筑结构平面的扭转不规则

在规则平面中,如果结构刚度不对称,仍然会产生扭转不规则而受到严重的破坏。

所以,在布置抗侧力结构时,应使结构均匀分布,令荷载合力作用线通过结构刚度中心,以减少扭转不规则的不利影响。

对结构的扭转不规则需从两个方面加以控制。

1) 限制结构平面布置的不规则性,扭转变形的计算还应考虑偶然偏心的影响,避免产生过大的偏心而导致结构产生较大的扭转效应。

2) 结构的抗扭刚度不能太弱。关键是控制结构扭转为主的第一自振周期 T_1 , 与平动为主的第一自振周期 T_1 之比。

JGJ 3—2002《高层混凝土结构技术规程》对这两方面的控制有具体的规定:

结构平面布置应减少扭转的影响。在考虑偶然偏心影响的地震作用下,楼层竖向构件的最大水平位移和层间位移, A 级高度高层建筑不宜大于该楼层平均值的 1.2 倍,不应大于该楼层平均值的 1.5 倍; B 级高度高层建筑、混合结构高层建筑及相关书籍中所指的复杂高层建筑不宜大于该楼层平均值的 1.2 倍,不应大于该楼层平均值的 1.4 倍。结构扭转为主的第一

一自振周期 T_1 与平动为主的第一自振周期 T_1 之比, A 级高度高层建筑不应大于 0.9, B 级高度高层建筑、混合结构高层建筑及相关书籍中所指的复杂高层建筑不应大于 0.85。

3. 凹凸不规则

建筑结构平面的凹角或凸角不规则用几何图形表示如图 1-3 所示。

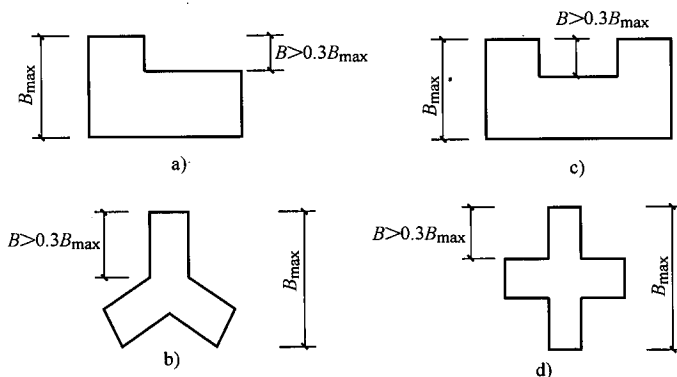


图 1-3 建筑结构平面的凹角或凸角不规则

控制凹凸不规则就是控制房屋局部的外伸长度, 外伸长度较大的建筑可能出现两种不利现象。

(1) 结构平面上的两端相距太远, 地震时由于两端地震波输入有位相差而容易产生不规则振动, 建筑物所承受的剪力在两侧反向振动时可能达到很大的数值, 使结构受到损害。

(2) 在凹角附近, 楼板削弱后产生过大的应力集中, 导致凹角处的局部应力太大, 而使楼板容易开裂、破坏。

抗震设计的 A 级高度钢筋混凝土高层建筑, 其平面布置应符合下列要求:

1) 平面宜简单、规则、对称, 减少偏心。

2) 平面长度不宜过长, 突出部分长度 l 不宜过大 (图 1-4); L 、 l 等值宜满足表 1-8 的要求。

3) 不宜采用角部重叠的平面图形或细腰形平面图形。

表 1-8 L 、 l 的限值

抗震设防烈度	L/B	$l/B_{\max}$	l/b
6、7 度	≤ 6.0	≤ 0.35	≤ 2.0
8、9 度	≤ 5.0	≤ 0.30	≤ 1.5

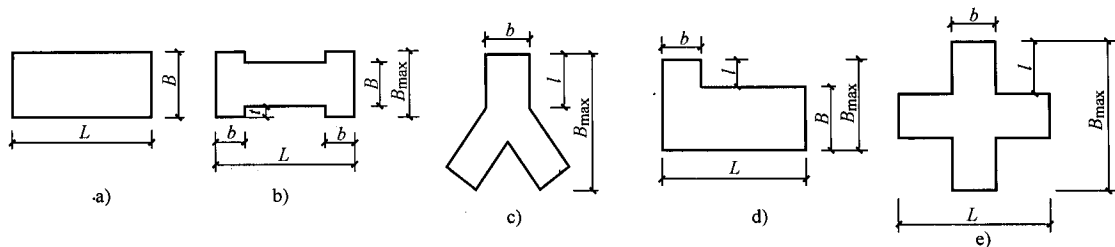


图 1-4 建筑平面

平面过于狭长的建筑物在地震时由于两端地震波输入有位相差而容易产生不规则振动,产生较大的震害,表 1-8 给出了 L/B 的最大限度。在实际工程中, L/B 在 6、7 度抗震设计的最好不超过 4; 在 8、9 度抗震设计时最好不超过 3。

平面有较长的外伸时, 外伸段容易产生局部振动而引发凹角处破坏, 外伸部分 l/b 的限值在表 1-8 中已列出, 但在实际工程设计中最好控制 l/b 不大于 1。

角部重叠和细腰形的平面图形 (图 1-5), 在中央部位形成狭窄部分, 在地震中容易产生震害, 尤其在凹角部位, 因为应力集中容易使楼板开裂、破坏, 不宜采用。如采用, 这些部位应采取加大楼板厚度、增加板内配筋、设置集中配筋的边梁、配置 45° 斜向钢筋等方法予以加强。

4. 楼板局部不连续

这种不规则的特点是楼板的尺寸和平面刚度急剧变化, 将这种局部不连续用几何图形表示如图 1-6 所示。

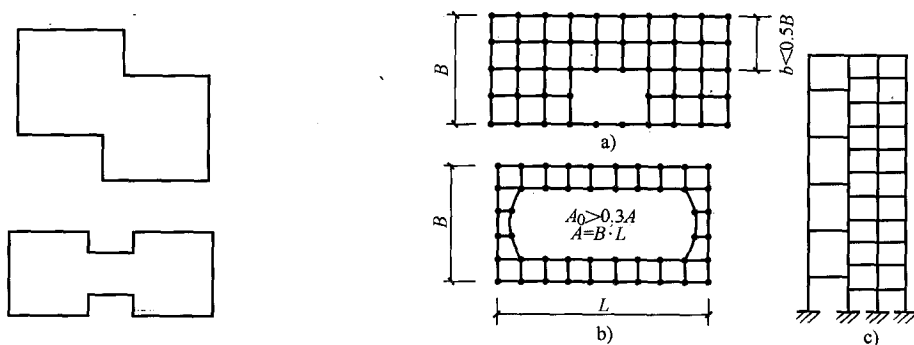


图 1-5 对抗震不利的建筑平面

图 1-6 建筑结构平面的局部不连续 (大开洞及错层)

当楼板平面比较狭长、有较大的凹入和开洞而使楼板有较大削弱时, 应在设计中考虑楼板削弱产生的不利影响。楼面凹入或开洞尺寸不宜大于楼面宽度的一半; 楼板开洞总面积不宜超过楼面面积的 30%; 在扣除凹入或开洞后, 楼板在任一方向的最小净宽度不宜小于 5m, 且开洞后每一边的楼板净宽度不应小于 2m。

升字形、井字形等外伸长度较大的建筑, 当中央部分楼、电梯间使楼板有较大削弱时, 应加强楼板以及连接部位墙体的构造措施, 必要时还可在外伸段凹槽处设置连接梁或连接板。

目前在工程设计中应用的多数计算分析方法和计算机软件, 大多假定楼板在平面内不变形, 平面内刚度为无限大, 这对于大多数工程来说是可以接受的。但当楼板平面比较狭长、有较大的凹入和开洞而使楼板有较大削弱时, 楼板可能产生显著的面内变形, 这时宜采用考虑楼板变形影响的计算方法, 并应采取相应的加强措施。

楼板有较大凹入或开有大面积洞口后, 被凹口或洞口划分开的各部分之间的连接较为薄弱, 在地震中容易相对振动而使削弱部位产生震害, 因此对凹入或洞口的大小加以限制。设计中应同时满足本条规定的各项要求。以图 1-7 所示

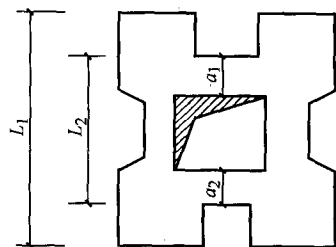


图 1-7 楼板净宽度要求

平面为例, L_2 不宜小于 $0.5L_1$, a_1 与 a_2 之和不宜小于 $0.5L_2$, 且不宜小于 5m, a_1 与 a_2 均不应小于 2m, 开洞面积不宜大于楼面面积的 30%。

【例 1-4】结构的平面布置

已知: 拟建于 8 度区、II 类场地上的高度为 60m 的框-剪结构, 其平面布置有四个方案, 各平面示意如图 1-8 所示 (长度单位: m); 该建筑竖向体型无变化。

问: 仅从结构布置方面考虑, 比较方案的合理性?

解: 根据 JGJ 3—2002《高层建筑混凝土结构技术规程》的有关规定:

方案 A: $L/B = 56/14 = 4.0 < 5.0$, 可以。

方案 B: $l/b = 5/3 = 1.67 > 1.5$, 不可。

方案 C: $L/B = 50/16 = 3.125 < 5.0$,

$l/B_{\max} = 5/20 = 0.25 < 0.3$,

$l/b = 5/6 = 0.83 < 1.5$, 可以。

方案 D: 细腰形, 不可以。

【例 1-5】结构布置中的抗扭刚度

已知: 若楼板在自身平面内的刚度为无限大, 在剪力墙面积及长度相同的条件下, 如图 1-9 所示。

要求: 选择抗扭刚度最大的结构布置。

解: 剪力墙“周边、均匀、对称”

布置时, 抗扭刚度最大。图 1-9c 的抗扭刚度最大。

1.2.3 不规则结构竖向布置

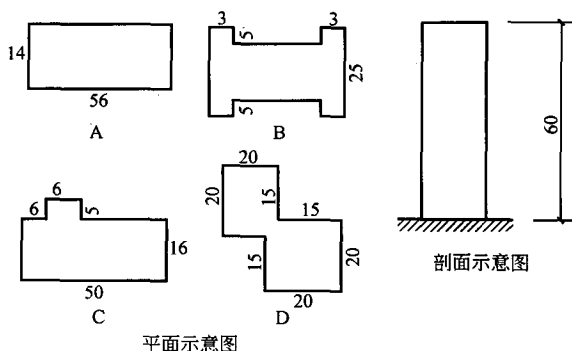
1. 三类竖向不规则 (表 1-9)

表 1-9 竖向不规则的类型

不规则类型	定义
侧向刚度不规则	该层的侧向刚度小于相邻上一层的 70%, 或小于其上相邻三个楼层侧向刚度平均值的 80%; 除顶层外, 局部收进的水平向尺寸大于相邻下一层的 25%
竖向抗侧力构件不连续	竖向抗侧力构件 (柱、抗震墙、抗震支撑) 的内力由水平转换构件 (梁、桁架等) 向下传递
楼层承载力突变	抗侧力结构的层间受剪承载力小于相邻上一楼层的 80%

2. 侧向刚度不规则

这里所指的结构抗侧刚度可定义为产生单位弹性层间位移所需的层剪力 K 、即 $K = \text{层剪力} / \text{弹性层间位移}$ 。将沿竖向的侧向刚度不规则用几何图形表示出来, 如图 1-10 所示。



图中长度单位: m
图 1-8 平面布置四个方案

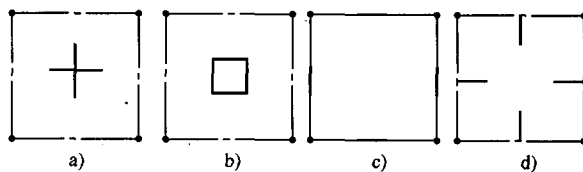


图 1-9 剪力墙面积、长度相同的几种结构布置