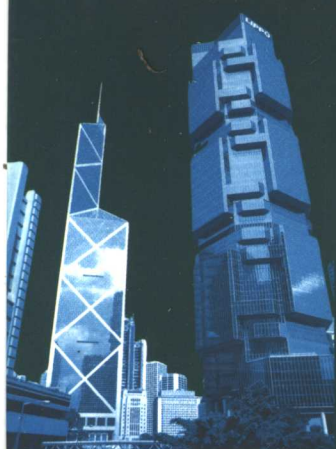
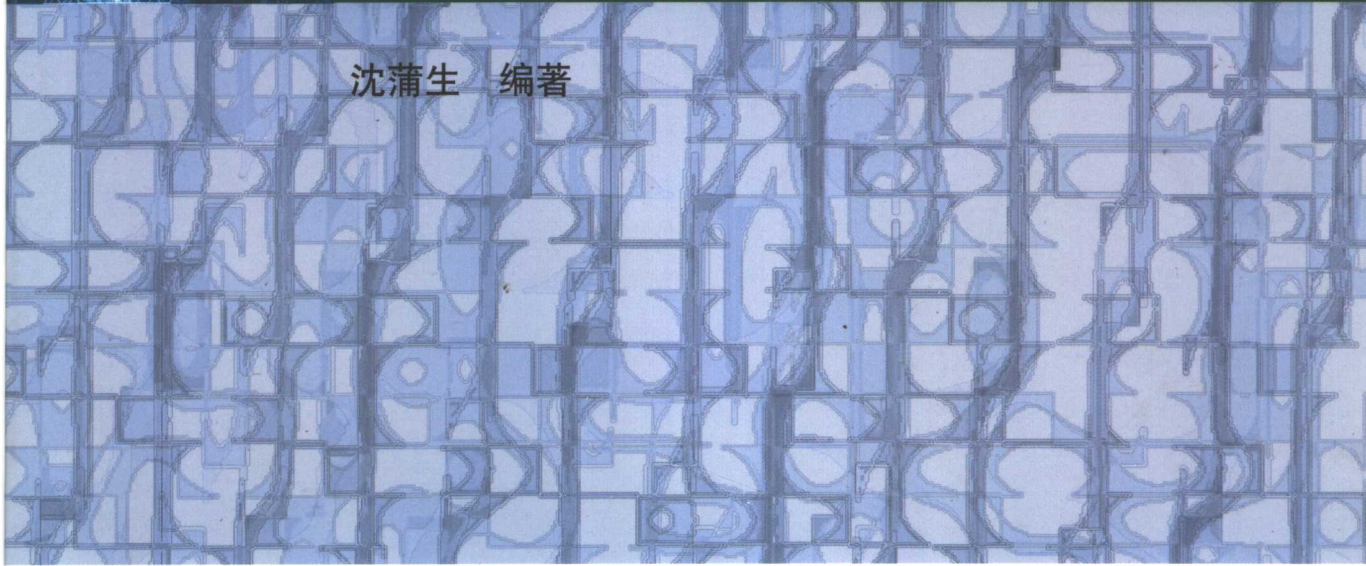




土木工程疑难释义丛书

高层建筑结构疑难释义



沈蒲生 编著

中国建筑工业出版社

土木工程疑难释义丛书

高层建筑结构疑难释义

沈蒲生 编著



中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

高层建筑结构疑难释义/沈蒲生编著. —北京: 中国建筑工业出版社, 2003

(土木工程疑难释义丛书)

ISBN 7-112-06054-0

I. 高... II. 沈... III. 高层建筑-建筑结构-问答 IV. TU973-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 097853 号

土木工程疑难释义丛书
高层建筑结构疑难释义
沈蒲生 编著

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京市兴顺印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 17 字数: 414 千字

2003 年 12 月第一版 2003 年 12 月第一次印刷

印数: 1—4,000 册 定价: 22.00 元

ISBN 7-112-06054-0
TU · 5322 (12067)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.china-abp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

本书系配合高层建筑结构教学及掌握应用《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ3—2002)和处理、解决工程技术问题的一本著作。主要包括:绪论;结构选型与布置;荷载与地震作用;计算分析与方法;框架结构;剪力墙结构;框架-剪力墙结构;筒体结构;复杂高层结构和高层混合结构等。为方便读者使用,全书采用一问一答的形式,逐层展开,步步深入,答疑解惑,便于掌握、理解和接受。

本书可作为大中专院校师生教学辅助用书,亦可作为土建工程技术人员学习和使用《高层建筑混凝土结构技术规程》的参考书,也可作为一、二级注册结构工程师专业考试的复习用书。

* * *

责任编辑 郭 栋
责任设计 崔兰萍
责任校对 张 虹

前 言

最近 20 年，高层建筑在我国各地如雨后春笋般地发展，层数不断增多，高度逐渐加大，结构形式朝多样化、复杂化方向发展，结构设计方法日趋完善与合理。

为了使读者对于高层建筑结构的设计计算方法有较好地了解，我们就高层建筑结构的选型与布置、荷载与地震作用、计算方法、框架结构、剪力墙结构、框架-剪力墙结构、筒体结构、复杂高层结构和高层混合结构等内容，采取一问一答的形式作了解释，希望能对读者有所帮助。

由于我们的水平所限，书中错误之处在所难免，欢迎批评指正。

目 录

1 绪论	1
1.1 什么建筑称为高层建筑?	1
1.2 为什么要发展高层建筑?	2
1.3 古代有哪些有代表性的高层建筑? 它们有什么特点?	3
1.4 近代有哪些有代表性的高层建筑?	3
1.5 在建和拟建中有代表性的高层建筑有哪些?	5
1.6 世界最高的十大建筑是哪些建筑?	5
1.7 我国内地最高的十大建筑是哪些建筑?	6
1.8 不同时期世界最高 100 栋建筑分布在哪些国家?	6
1.9 不同时期世界最高 100 栋建筑采用什么结构材料建造而成?	6
1.10 当前最高 100 栋高层建筑分布在哪些地区?	7
1.11 未来几十年内高层建筑发展动向如何?	7
1.12 高层建筑结构的常用符号有哪些?	9
1.13 高层建筑结构采用什么计量单位?	11
2 结构选型与布置	12
2.1 高层建筑结构设计的基本原则是什么?	12
2.2 什么是结构的概念设计?	12
2.3 高层建筑结构的选型要注意什么问题?	13
2.4 结构选型包括哪些主要内容?	13
2.5 地震作用下刚性结构和柔性结构各有何特点?	13
2.6 框架结构有什么特点?	14
2.7 什么是板柱结构? 板柱结构能用于高层建筑中吗?	14
2.8 板柱-剪力墙结构适用的最大高度为多少?	14
2.9 什么是异形柱结构? 异形柱结构的适用高度为多少?	15
2.10 剪力墙按截面长宽比如何分类?	15
2.11 剪力墙结构有什么特点?	16
2.12 高层建筑能够采用全部为短肢剪力墙的剪力墙结构吗?	16
2.13 短肢剪力墙-筒体结构应用时应符合哪些规定?	16
2.14 框架-剪力墙结构有什么特点?	17
2.15 筒体结构有什么特点?	17
2.16 较新的竖向承重结构有哪些?	18
2.17 A 级高度的钢筋混凝土高层建筑的适用高度为多少?	18
2.18 B 级高度的钢筋混凝土高层建筑的适用高度为多少?	19
2.19 为什么要对房屋的高宽比进行限制? 如何限制?	20
2.20 楼盖结构应满足哪些要求?	20
2.21 楼盖结构有哪些主要形式? 如何选择?	21

2.22	高层建筑对楼板的构造有什么要求?	22
2.23	高层建筑基础的形式有哪些? 如何进行选择?	22
2.24	结构布置包括哪些主要内容?	24
2.25	高层建筑结构平面布置的一般原则是什么?	25
2.26	高层建筑中什么平面形状好? 什么平面形状不好?	26
2.27	什么样的平面属于不规则平面?	26
2.28	竖向结构布置要满足什么要求?	27
2.29	什么结构属竖向不规则结构?	28
2.30	高层建筑为什么宜设置地下室?	29
2.31	高层建筑基础埋置深度要满足什么要求?	29
2.32	什么是变形缝?	29
2.33	什么是伸缩缝?	30
2.34	伸缩缝的最大间距为多少?	30
2.35	采用什么措施可不设伸缩缝或增大伸缩缝的间距?	30
2.36	采取什么措施可控制水平温差影响?	31
2.37	采取什么措施可控制竖向温差影响?	32
2.38	什么是沉降缝? 如何设置?	32
2.39	怎样判断高层建筑的裙房和塔楼之间是否要设置沉降缝?	32
2.40	采取什么措施可控制差异沉降影响?	33
2.41	采取什么措施可不设沉降缝?	33
2.42	哪些部位宜设防震缝?	33
2.43	如何设置防震缝?	34
2.44	采取什么措施可控制混凝土的收缩和徐变影响?	34
2.45	减少非荷载裂缝的措施有哪些?	35
3	荷载与地震作用	37
3.1	高层建筑结构可能承受哪些作用?	37
3.2	恒载如何计算?	37
3.3	《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2001)对活荷载取值的原则是什么?	37
3.4	民用建筑楼面活荷载如何取值?	38
3.5	设计楼面梁、墙、柱及基础时楼面活荷载如何折减?	40
3.6	屋面活荷载如何取值?	40
3.7	屋面水平投影面上的雪荷载标准值如何计算?	41
3.8	基本雪压是如何确定的?	44
3.9	全国各城市的雪压值为多少?	45
3.10	内力计算时是否要考虑活荷载的最不利布置?	45
3.11	风对高层建筑结构的作用有何特点?	46
3.12	如何计算风荷载?	47
3.13	风压与建筑物的高度有什么关系?	47
3.14	什么建筑属对风荷载比较敏感建筑?	49
3.15	地面粗糙度如何分类?	49
3.16	如何用近似方法确定地面粗糙度?	49
3.17	如何确定高度变化系数 μ_z ?	50
3.18	什么是梯度风高度?	50

3.19	如何确定山区高层建筑风压高度变化系数 μ_z ?	51
3.20	如何确定海岛上高层建筑风压高度变化系数 μ_z ?	51
3.21	如何反映不同体型建筑物表面风力的大小?	52
3.22	如何确定风荷载的体型系数 μ_s ?	52
3.23	如何确定风力相互干扰的群体效应?	55
3.24	如何确定围护结构的风载体型系数?	55
3.25	如何计算风振系数?	55
3.26	如何近似计算风振系数?	57
3.27	如何确定阵风系数 β_{gz} ?	58
3.28	舒适度对风振加速度有什么限制?	59
3.29	如何计算顺风向风振加速度?	60
3.30	如何计算横风向风振加速度?	60
3.31	什么高层建筑宜采用风洞试验确定其风荷载?	61
3.32	什么是地震反应谱?	61
3.33	如何利用构件的变形能力降低地震作用?	62
3.34	什么是构件的延性系数? 构件的延性系数由哪些因素保证?	63
3.35	为什么从 6 度开始设防?	63
3.36	什么是三水准设防?	64
3.37	什么是二阶段抗震设计?	64
3.38	你会编写第一阶段抗震设计流程图吗?	65
3.39	你会编写第二阶段抗震设计流程图吗?	65
3.40	高层建筑抗震设计时如何按其重要性分类?	66
3.41	各抗震设防类别的高层建筑结构的抗震措施应符合什么要求?	66
3.42	地震作用的计算方法有哪几种? 它们各适合什么情况下采用?	67
3.43	时程分析计算时要注意什么问题?	68
3.44	什么高层建筑需要采用弹性时程分析法进行补充计算?	68
3.45	如何计算重力荷载代表值?	69
3.46	地震影响系数曲线有什么特点?	69
3.47	什么是场地? 如何选择场地?	71
3.48	如何确定建筑场地的类别?	71
3.49	什么是设计特征周期?	72
3.50	设计烈度为 6 度至 9 度时的水平地震影响系数最大值为多少?	72
3.51	按底部剪力法如何计算结构总水平地震作用和各质点的水平地震作用?	73
3.52	什么情况下应考虑偶然偏心影响?	74
3.53	如何计算结构的自振周期?	74
3.54	非承重墙刚度对结构自振周期的影响有多大?	75
3.55	如何计算屋顶塔楼的水平地震作用?	75
3.56	如何迅速估算屋顶高塔的地震作用?	76
3.57	按振型分解反应谱法如何计算地震作用和作用效应?	77
3.58	考虑扭转影响时如何计算地震作用和作用效应?	77
3.59	高层建筑的最小地震剪力规定为多少?	79
3.60	什么情况下要考虑竖向地震作用进行计算?	79
3.61	如何对竖向地震作用下的结构进行计算?	80

3.62	什么是大跨度结构?什么是长悬臂结构?	81
4	计算分析	82
4.1	高层建筑结构采用什么方法进行计算分析?	82
4.2	高层建筑结构有哪几种计算模型?如何选用?	82
4.3	高层建筑结构中楼、屋盖的刚度如何考虑?	82
4.4	现浇楼板平面外的刚度如何计算?	83
4.5	高层建筑按空间整体工作计算时各构件应考虑哪些变形?	84
4.6	体型复杂和结构布置复杂的高层建筑结构为什么要采用至少两个不同力学模型 的软件分析?	84
4.7	对B级高度高层建筑结构和复杂高层建筑结构计算上有何要求?	84
4.8	对受力复杂结构构件计算上有何要求?	85
4.9	对竖向不规则高层建筑结构的楼层抗侧刚度有什么要求?	85
4.10	对采用结构分析软件有何要求?	85
4.11	连梁刚度如何折减?	85
4.12	确定结构计算简图时要注意哪些问题?	86
4.13	地下室顶板作为上部结构嵌固部位时应满足哪些要求?	88
4.14	地下室顶层作为上部结构的嵌固端时如何确定地下结构的抗震等级?	89
4.15	如何对竖向荷载进行施工模拟?	89
4.16	为什么要按两个或多个方向进行风荷载效应分析?	89
4.17	什么是高层建筑结构的重力二阶效应?	89
4.18	高层建筑结构 $P-\Delta$ 效应的近似考虑方法有哪些?	90
4.19	高层框架结构的临界荷载如何计算?	90
4.20	框架结构考虑重力二阶效应的内力与位移放大系数如何计算?	92
4.21	高层框架结构的稳定应符合什么要求?	92
4.22	高层框架结构满足什么条件时便可不考虑重力二阶效应影响?	93
4.23	弯剪型结构的临界荷载如何计算?	94
4.24	弯剪型结构考虑重力二阶效应的变形和内力放大系数如何计算?	94
4.25	弯剪型结构的稳定应符合什么要求?	95
4.26	弯剪型结构满足什么条件时便可以不考虑重力二阶效应影响?	95
4.27	如何近似计算结构的等效侧向刚度?	96
4.28	如何验算结构的整体倾覆?	96
4.29	什么高层建筑结构应进行弹塑性变形验算?	98
4.30	什么高层建筑结构宜进行弹塑性变形验算?	98
4.31	不同高层结构弹塑性位移角限值为多少?	99
4.32	弹塑性变形如何计算?	99
4.33	无地震作用效应如何组合?	102
4.34	有地震作用效应如何组合?	103
4.35	高层建筑结构构件承载力如何计算?	104
4.36	A级高度高层建筑结构的抗震等级如何确定?	105
4.37	B级高度高层建筑结构的抗震等级如何确定?	106
4.38	抗震等级为特一级的结构构件构造上要满足什么要求?	106
4.39	设计基准期与设计使用年限有何区别?	107
4.40	为什么要对高层建筑的水平位移进行限制?	107

4.41	怎样对层间位移进行控制?	108
4.42	楼面梁的扭矩如何折减?	109
5	框架结构	110
5.1	高层框架结构应如何布置?	110
5.2	考虑抗震设防的框架结构体系中为什么不宜采用单跨框架?	111
5.3	为什么不得采用砌体墙承重与框架结构承重的混合结构?	111
5.4	框架填充墙应如何布置?	111
5.5	如何估算框架梁的截面尺寸?	112
5.6	框架梁的抗弯刚度如何计算?	112
5.7	如何估算柱的截面尺寸?	113
5.8	如何降低柱的轴压比?	113
5.9	框架柱的抗弯刚度如何计算?	114
5.10	如何确定框架结构的计算简图?	114
5.11	楼面荷载如何进行分配?	114
5.12	如何利用分层法计算竖向荷载下框架的内力?	115
5.13	如何利用迭代法计算竖向荷载下框架的内力?	117
5.14	如何利用系数法计算竖向荷载下框架的内力?	118
5.15	如何利用反弯点法计算水平荷载下的框架内力?	119
5.16	如何利用 D 值法计算水平荷载下的框架内力?	122
5.17	如何利用门架法计算水平荷载下的框架内力?	128
5.18	哪些截面是框架梁、柱的控制截面?	131
5.19	每个控制截面要考虑哪些最不利内力组合?	131
5.20	如何确定框架柱端和梁端的弯矩设计值和剪力设计值?	132
5.21	框架梁、柱、节点抗剪承载力如何计算?	133
5.22	如何验算框架结构的层间位移?	135
5.23	框架梁的配筋应满足哪些构造要求?	135
5.24	框架柱应满足哪些构造要求?	137
5.25	钢筋为什么要尽可能地选用机械连接?	140
5.26	钢筋搭接连接应注意什么问题?	140
5.27	非抗震设计时框架节点区钢筋锚固和搭接的长度为多少?	140
5.28	抗震设计时框架节点区钢筋锚固和搭接的长度为多少?	141
6	剪力墙结构	143
6.1	剪力墙结构布置时应注意哪些问题?	143
6.2	剪力墙按墙面开洞情况如何分类?	144
6.3	如何区分整体小开口墙、联肢墙和壁式框架?	145
6.4	如何确定剪力墙的有效翼缘宽度?	148
6.5	剪力墙结构在竖向荷载下的内力如何计算?	149
6.6	整体墙在水平荷载下的内力与位移如何计算?	149
6.7	小开口墙在水平荷载下的内力与位移如何计算?	151
6.8	双肢墙在水平荷载下的内力与位移如何计算?	152
6.9	壁式框架在水平荷载下的内力与位移如何计算?	169
6.10	框支剪力墙受力有何特点?	173
6.11	如何计算剪力墙的正截面承载力?	173

6.12	剪力墙的剪力设计值如何调整?	177
6.13	怎样计算剪力墙斜截面受剪承载力?	177
6.14	一级抗震等级剪力墙水平施工缝处的受剪承载力如何验算?	178
6.15	怎样控制剪力墙的轴压比?	179
6.16	怎样防止剪力墙平面外变形过大和承载力不足?	179
6.17	什么是约束边缘构件?什么是构造边缘构件?它们适用什么范围?	181
6.18	约束边缘构件如何设计?	181
6.19	构造边缘构件如何设计?	182
6.20	剪力墙截面的最小厚度如何确定?	183
6.21	剪力墙竖向分布钢筋的配筋方式如何?	184
6.22	剪力墙分布钢筋的最小配筋率为多少?	185
6.23	剪力墙中钢筋的锚固和连接要满足哪些要求?	185
6.24	如何计算连梁剪力设计值?	186
6.25	连梁的截面尺寸要满足什么要求?	186
6.26	如何计算连梁截面承载力?	187
6.27	连梁截面抗剪验算不够时怎么办?	187
6.28	连梁在配筋上要满足哪些构造要求?	188
6.29	剪力墙墙面和连梁上开洞时要满足什么构造要求?	188
7	框架-剪力墙结构	190
7.1	框剪结构受力有什么特点?	190
7.2	框剪结构的结构布置原则是什么?	190
7.3	框剪结构有哪几种主要形式?	191
7.4	如何计算框剪结构中框架承担的地震倾覆力矩?	192
7.5	框剪结构中框架承担的总剪力要满足什么要求?	192
7.6	框剪结构在竖向荷载下的内力如何计算?	193
7.7	如何确定框剪结构协同工作时的计算简图?	193
7.8	框剪结构铰接体系在水平荷载下的协同工作如何分析?	195
7.9	框剪结构刚接体系在水平荷载下的协同工作如何分析?	201
7.10	框剪结构中刚度特征值 λ 对结构受力、位移特性的影响如何?	205
7.11	剪力墙、框架和连梁的内力如何计算?	206
7.12	框剪结构中剪力墙的数量多少较合适?	207
7.13	框剪结构和板柱-剪力墙结构中剪力墙配筋构造有什么要求?	208
7.14	带边框的剪力墙构造上要满足哪些要求?	209
7.15	板柱-剪力墙结构中板在构造上要满足什么要求?	209
8	筒体结构	211
8.1	高宽比对框筒结构的受力有什么影响?	211
8.2	平面形状对筒中筒结构受力性能有什么影响?	211
8.3	如何确定框筒结构的等效角柱?	212
8.4	如何利用最小势能原理求框筒结构的等效角柱?	213
8.5	如何利用等效连续体法将框筒换算成实体等效筒?	219
8.6	如何对框筒在扭转荷载下的内力和位移进行分析?	221
8.7	筒中筒结构在水平荷载下的内力与位移如何计算?	222
8.8	框架-核心筒结构中核心筒和框架应满足什么要求?	222

8.9	框架-核心墙结构中墙体稳定性如何验算?	223
8.10	筒中筒结构设计时内外筒尺寸及孔洞如何确定?	224
8.11	框筒梁和连梁如何设计?	225
8.12	筒体结构的楼盖外角为什么宜设置双层双向钢筋?	226
8.13	筒体结构的混凝土强度等级为什么不宜低于 C30?	227
9	复杂高层结构	228
9.1	哪些高层结构属于复杂高层结构?	228
9.2	采用复杂高层结构时要注意什么问题?	228
9.3	转换构件的主要形式有哪些?	229
9.4	转换层设置在什么位置较好?	230
9.5	怎样防止转换层上、下刚度发生突变?	230
9.6	带转换层高层建筑中落地剪力墙(筒体)和框支柱如何布置?	231
9.7	带转换层高层建筑的底部加强部位结构内力如何调整?	231
9.8	带转换层高层建筑的底部加强部位结构应满足哪些构造要求?	233
9.9	框支梁的纵筋和腰筋锚固宜满足什么要求?	234
9.10	框支梁上部墙体构造上应满足哪些要求?	235
9.11	抗震设计的矩形平面建筑框支层楼板截面剪力应符合什么要求?	235
9.12	厚板设计应符合什么要求?	236
9.13	采用空腹桁架做转换构件时要注意什么问题?	236
9.14	加强层的结构形式有哪些?	236
9.15	带加强层高层建筑结构应符合什么要求?	236
9.16	带加强层高层建筑结构抗震设计时应满足哪些构造要求?	237
9.17	带错层的高层建筑结构适合在什么范围内采用?	238
9.18	连体建筑可分为哪两种形式?	238
9.19	竖向地震对连体建筑有何影响?	239
9.20	连体高层建筑中连接体结构与主体结构应如何连接?	239
9.21	多塔楼结构应如何布置?	239
9.22	多塔楼结构应采取什么措施加强?	240
9.23	如何对复杂高层结构进行分析计算?	241
10	高层混合结构	242
10.1	什么是高层混合结构?	242
10.2	高层混合结构受力有什么特点?	243
10.3	混合结构的结构布置要注意什么问题?	244
10.4	混合结构高层建筑中外伸桁架应如何设置?	244
10.5	如何对混合结构的内力和变形进行计算?	245
10.6	水平荷载下钢框架与混凝土筒刚度比及加强层位置对混合结构受力性能的影响如何?	246
10.7	竖向荷载下钢框架与混凝土筒刚度比及加强层位置对混合结构受力性能的影响如何?	250
10.8	混合结构房屋适用的最大高度为多少?	253
10.9	混合结构房屋的高宽比限值为多少?	254
10.10	如何确定混合结构的抗震等级?	254
10.11	混合结构构件承载力调整系数 γ_{RE} 如何取值?	254

10.12	混合结构房屋中型钢混凝土柱的轴压比限值为多少?	255
10.13	型钢混凝土构件中型钢板宽厚比应满足什么条件?	255
10.14	型钢混凝土梁应满足哪些构造要求?	255
10.15	型钢混凝土柱应满足哪些构造要求?	256
10.16	型钢混凝土梁柱节点应满足哪些构造要求?	257
10.17	钢梁或型钢混凝土梁与钢筋混凝土筒体应如何连接?	258
10.18	可以采取哪些措施减小混合结构竖向变形差的影响?	258
主要参考文献		259

1 绪 论

1.1 什么建筑称为高层建筑?

高层建筑,顾名思义是层数较多、高度较高的建筑。但是,迄今为止,世界各国对多层建筑与高层建筑的划分界限并不统一。同一个国家的不同建筑标准,或者同一建筑标准在不同时期的划分界限也可能不尽相同。表 1.1 中列出了一部分国家和组织对高层建筑起始高度的规定。

一部分国家和组织对高层建筑起始高度的规定

表 1.1

国家和组织名称	高层建筑起始高度
联 合 国	大于等于 9 层,分为四类: 第一类: 9~16 层 (最高到 50m); 第二类: 17~25 层 (最高到 75m); 第三类: 26~40 层 (最高到 100m); 第四类: 40 层以上 (高度在 100m 以上时,为超高层建筑)。
前苏联	住宅为 10 层及 10 层以上,其他建筑为 7 层及 7 层以上
美 国	22~25m,或 7 层以上
法 国	住宅为 8 层及 8 层以上,或大于等于 31m
英 国	24.3m
日 本	11 层, 31m
德 国	大于等于 22m (从室内地面起)
比利时	25m (从室外地面起)
我 国	《高层民用建筑设计防火规范》GB 50045—95: 大于等于 10 层或大于等于 24m,《民用建筑设计通则》JGJ 37—87: 与 GB 50045—95 规定相同。 《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3—2002: 大于等于 10 层,或大于等于 28m。高度大于等于 100m 的建筑为超高层建筑。

我国原《钢筋混凝土高层建筑设计与施工规程》(JGJ 3—91)曾规定 8 层及 8 层以上的高层民用建筑为高层建筑,此次修订改为 10 层及 10 层以上,或房屋高度超过 28m。这是因为原规程制订时,我国高层建筑的层数一般为 8~30 层,个别建筑层数较高。近 10 年来,我国高层建筑发展十分迅速,各地兴建的高层建筑层数已普遍增加,高度在 150m 以上的高层建筑已超过 100 幢。此外,国际上诸多国家和地区对高层建筑的界定多在 10 层以上。为适应我国高层建筑发展形势并与国际上诸多国家的界定相适应,此次修订中将规程适用范围定为 10 层及 10 层以上的高层民用建筑结构,考虑到有些钢筋混凝土结构民用建筑,其层数虽未达到 10 层,但其房屋层高较高,为适应设计需要,此次修订中将房

屋高度超过 28m 的民用建筑也纳入了该规程的适用范围。规程名称改为《高层建筑混凝土结构技术规程》，编号为 JGJ 3—2002*。

对于房屋层数少于 10 层或房屋高度小于 28m，但接近 10 层或 28m 的钢筋混凝土结构民用建筑，若无专门规范，其结构设计也可参照规程 JGJ 3—2002 的有关规定进行。

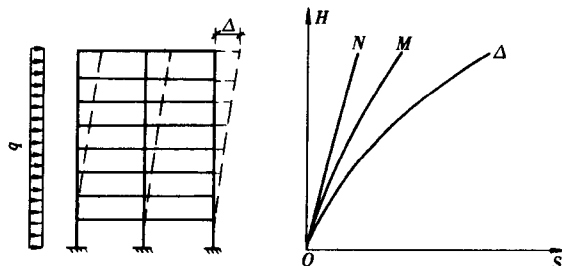


图 1.1 框架结构在水平均布荷载下的轴力、弯矩、侧移与荷载的关系

世界上已经建成的高层建筑中，层数最多的已达 110 层，高度最高的已超过 450m。但是，由表 1.1 可以看出，世界各国仍是将高层建筑定位在 10 层或 30m 左右。其原因与许多因素有关。例如，火灾发生时，不超过 10 层左右的建筑可通过消防车进行扑救，更高的建筑利用消防车扑救则很困难，需要有许多自救措施。又如，从受力上讲，不超过 10 层左右的建筑，由竖向荷载产生的内力占主导地位，水平荷载的影响较小。更高的建筑在水平均布荷载作用下，由于弯矩与高度的平方成正比，侧移与高度的四次方成正比（图 1.1），风荷载和地震作用产生的内力占主导地位，竖向荷载的影响相对较小，侧移验算不可忽视。此外，高层建筑由于荷载较大，内力大，梁柱截面尺寸也较大，竖向荷载中恒载所占比重较大。

1.2 为什么要发展高层建筑？

地球表面 71% 为水所覆盖，陆地面积只占 29%。陆地面积中，绝大部分为高山、丘陵、森林和沙漠，可用于居住和耕种的土地只占地球表面面积的 6.3%。然而，地球上人口的数量却不断增加，表 1.2 和图 1.2 所示为从纪元初到现在世界人口的变化情况。

世界人口变化

表 1.2

公元（年）	纪元初	1600	1800	1830	1930	1960	1975	1987	1999
人口（亿）	1.5	5	9	10	20	30	40	50	60

世界人口及可耕地变化见图 1.2。

地球上已经人满为患。人类为了自身的生存与发展，除了要控制人口增长以外，还要尽量少占耕地。因此，高层建筑的发展势在必行。亚洲许多国家人口多，可耕地少，发展高层建筑尤为重要。

发展高层建筑至少具有以下三方面的意义：

- 节约用地；
- 节省城市基础设施费用；
- 改善城市市容。

高层建筑也是一个国家和地区经济繁荣与科技进步的象征。我国人口众多，可耕地

* 以后简称为“规程 JGJ 3—2002”。

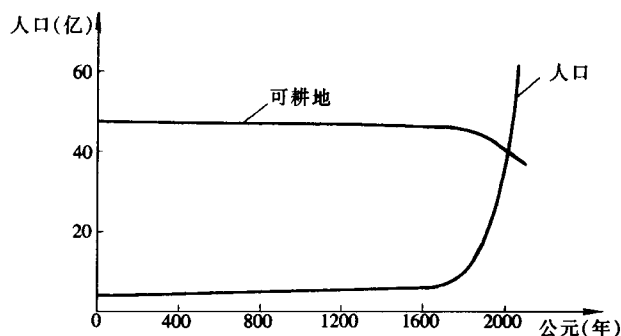


图 1.2 世界人口及可耕地变化图

少，最需要发展高层建筑。可是在过去漫长的岁月中，由于经济落后等原因，高层建筑未能得到发展。近 20 年来，随着经济的迅猛发展，科学技术的不断进步，高层建筑在全国各地如雨后春笋般地发展。

1.3 古代有哪些有代表性的高层建筑？它们有什么特点？

人类在很早以前就能修建高层建筑，只是修建的数量不如现在这样多，高度不如现在这样高，高层建筑的用途和特点与现在的高层建筑也有所不同。

古代的高层建筑是为防御、宗教或航海需要而建造。有代表性的高层建筑有：

公元前 280 年，埃及亚历山大港灯塔，150m 高，石结构。

公元 338 年，巴比伦城巴贝尔塔，90m 高。

公元 523 年，河南登封嵩岳寺塔，中国现存最早密檐砖塔。

公元 1049 年，开封祐国寺塔，现存最早的琉璃饰面砖塔。

公元 1055 年，河北定县开元寺塔，84m 高，中国现存最高砖塔。

公元 1056 年，山西应县佛宫寺释迦塔，67m 高，木结构。

古代高层建筑的特点是：

- (1) 以砖、石、木材为主要建筑材料；
- (2) 不以居住和商业交往为主要目的；
- (3) 没有现代化的垂直交通运输工具；
- (4) 缺少防火、防雷等现代设施。

1.4 近代有哪些有代表性的高层建筑？

近代高层建筑主要为商业和居住而建造。

经济的发展为高层建筑的发展提供了经济基础，电、升降机、钢铁、水泥的出现为高层建筑的发展提供了物质基础。有代表性的高层建筑有：

1. 国外

美国是近代高层建筑的发源地与中心。有代表性的高层建筑中也是以美国居多。

- 1886, 芝加哥家庭保险公司大楼, 11 层, 金属内框架。
- 1889, 芝加哥第二个雷特大楼, 9 层, 金属框架。
- 1891, 芝加哥 Monadnock 大楼, 16 层, 砖石结构。
- 1910, 纽约市政大楼, 24 层, 钢结构。
- 1913, 乌尔窝斯大楼, 60 层, 234m, 钢结构。
- 1931, 帝国大厦, 102 层, 381m, 钢框架。
- 1969, 纽约世界贸易中心, 110 层, 417m, 钢结构。
- 1970, 芝加哥西尔斯大楼, 110 层, 443m, 钢结构 (图 1.3)。
- 1995, 朝鲜平壤柳京饭店, 101 + 4 层, 334.2m, 混凝土结构。
- 1996, 马来西亚吉隆坡石油公司大厦, 88 层 (包括夹层为 95 层), 452m (图 1.4)。

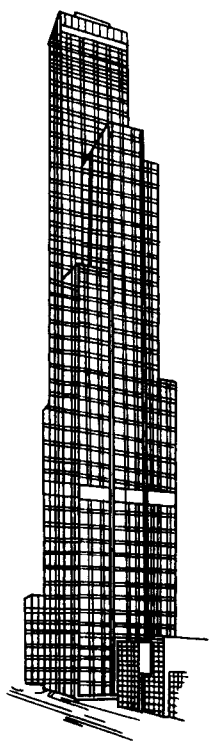


图 1.3 芝加哥西尔斯大厦

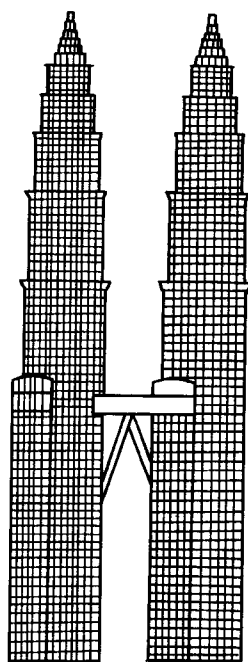


图 1.4 吉隆坡石油大厦

2. 我国 (20 世纪)

解放前: 最高为上海国际饭店, 22 + 2 层, 82.5m, 钢结构。

解放后: 有代表性的高层建筑为:

50 年代, 北京民族饭店, 12 层, 47.4m。

60 年代, 广州宾馆, 27 层, 87m。

70 年代, 广州白云宾馆, 33 层, 112m。

80 年代, 广州国际大厦, 63 + 4 层, 199m。

北京京广大酒店, 57 + 3 层, 208m。