

高层建筑结构简化 分析与实用设计

唐 维 新 编著
顾 蕙 若 审校

中国建筑工业出版社

高层建筑结构简化 分析与实用设计

唐 维 新 编著
顾 蕙 若 审校

中国建筑工业出版社

全书围绕高层建筑结构实用设计的步骤而展开的。本书为初步(方案)设计阶段,提供了快速的估算方法,以满足结构多方案比较的需要;为扩大初步设计阶段和施工图设计阶段,则提供了能满足工程精度要求的近似计算方法。这些实用的设计方法都可以运用手算得到结果。

本书总结了高层建筑结构设计要点,着重介绍了框架结构和剪力墙结构及其基础的实用设计方法,并附有设计例题、工程实例剖析题及结构介绍题共计55例;在有关章节中还专门提出了设计注意事项,解答了设计过程中可能遇到的各类具体问题,从而使读者在参照本书后能独立地完成钢筋混凝土高层建筑结构有关体系的设计任务。

本书可供建筑结构设计人员使用,也可作为高等院校土建专业师生参考书。

高层建筑结构简化分析与实用设计

唐维新 编著

顾蕙若 审校

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

北京顺义燕华印刷厂印刷

开本: 787×1092毫米 1/16 印张: 19⁸/₁₆ 字数: 479千字

1991年8月第一版 1991年8月第一次印刷

印数: 1—5,570册 定价: 12.05元

ISBN7-112-01136-1/TU·828

(6200)

目 录

前言	
第一章 高层建筑设计综述	1
第一节 引言	1
一、高层建筑概况	1
二、高层建筑设计的特点	3
三、高层建筑的荷载分类及荷载组合	4
四、高层建筑的手算方法(估算和近似计算)	6
第二节 高层建筑的结构型式及适用范围	6
一、框架结构体系及适用范围	6
二、剪力墙结构体系及适用范围	8
三、框架-剪力墙结构体系及适用范围	10
四、筒体结构体系及适用范围	10
五、高层建筑各种结构体系合理高度的选择	13
六、高层建筑结构体系的平面布置	13
七、例题(高层建筑结构型式的选用)	16
第三节 高层建筑结构风荷载的取值	17
一、风荷载的特点	17
二、风荷载的取值	17
第四节 高层建筑结构地震荷载的取值	25
一、抗震概述	25
二、水平地震荷载的取值	27
三、竖向地震荷载的取值	33
四、时程分析法	34
五、场地类别的划分及其例题	35
六、例题(突出建筑物屋面小塔楼的地震荷载的取值)	37
第五节 高层建筑结构的自振周期及振型计算	37
一、高层建筑结构自振周期的实用计算方法之一	37
二、高层建筑结构自振周期实用计算方法之二	40
三、高层建筑结构振型的近似计算	41
四、高层建筑结构抗震适宜自振周期的实用计算	43
五、例题(高层建筑结构自振周期的计算与结构适宜自振周期的选用)	44
第六节 高层建筑结构设计的基本假定和一般规定	46
一、高层建筑结构计算的基本假定	46
二、高层建筑体型的一般规定	47
三、高层建筑结构水平位移的限值	49
四、高层建筑结构防震缝、伸缩缝和沉降缝的设置	50
五、建筑物的抗震等级	52

六、高层建筑结构的稳定和倾覆验算	53
七、高层建筑结构抗震的概念设计思想	53
八、高层建筑结构抗风抗震设计的另一种方法	54
第七节 高层建筑的楼板	56
一、高层建筑楼板的选用	56
二、高层建筑楼板的一般规定	58
第八节 高层建筑结构的设计步骤	59
一、高层建筑结构合理型式的确定	59
二、构件截面尺寸和构件数量的初选	59
三、高层建筑结构上计算荷载的取值	60
四、高层建筑结构的内力分析和水平位移计算	61
五、截面设计和结构延性	61
六、构造要求	62
第九节 《钢筋混凝土高层建筑结构设计与施工规定JZ102—79》和《钢筋混凝土高层建筑 结构设计及施工规程》	62
一、混凝土标号和混凝土强度等级及其互相换算关系	63
二、钢筋的名称、强度及弹性模量	64
三、《高层规定》和《高层规程》采用的符号和计量单位的对照	67
第二章 高层建筑框架结构的简化分析和实用设计方法	68
第一节 高层建筑框架结构的特点	68
一、高层建筑框架结构的计算简化	68
二、弹性变形范围内高层建筑框架结构的受力特点	68
三、水平地震荷载作用下高层框架的受力特点	69
第二节 高层建筑框架结构的实用估算方法(方案设计时用)	69
一、高层建筑结构中框架梁和柱截面的估算	69
二、竖向荷载作用下高层建筑框架梁、柱内力的简化分析和估算方法	71
三、水平荷载作用下高层建筑框架梁、柱内力的估算方法	75
四、例题(高层建筑框架柱的截面估算)	76
第三节 高层建筑框架结构的实用计算方法(扩大初步设计时用)	78
一、竖向荷载作用下高层建筑框架结构的内力实用计算	78
二、水平荷载作用下高层建筑框架结构的内力实用计算	79
三、水平荷载作用下高层建筑框架水平位移的简化分析和实用计算	87
四、例题(高层建筑框架内力的实用计算)	89
五、例题(高层建筑框架结构层间位移和顶层水平位移的实用计算)	92
第四节 高层建筑框架结构的截面设计	95
一、高层建筑框架结构的设计原则	96
二、高层建筑框架柱的设计	96
三、高层建筑框架梁的设计	99
四、高层建筑框架节点的设计	101
第五节 高层建筑框架结构的构造要求	103
一、高层框架结构的混凝土强度等级	103
二、高层框架柱的构造要求	103
三、高层框架梁的构造要求	106

四、高层框架节点的构造要求..... 109

第三章 高层建筑框架结构的实用设计步骤和实例剖析..... 110

第一节 高层建筑框架结构的实用设计步骤及设计时的注意事项..... 110

一、高层建筑中框架结构设计的具体步骤..... 110

二、高层建筑框架结构设计时的注意事项..... 122

第二节 高层建筑框架结构工程实例剖析..... 128

〔实例3-1〕 高层框架结构各楼层平面处地震荷载的估算.....128

〔实例3-2〕 高层框架结构中柱的剪力分配.....130

〔实例3-3〕 高层框架梁的端部和跨中最终弯矩的计算.....132

〔实例3-4〕 高层框架结构的扭转计算.....133

〔实例3-5〕 高层框架结构节点的抗震设计.....135

〔实例3-6〕 高层框架总折算刚度的计算.....137

〔实例3-7〕 斜框架柱的折算抗推刚度.....138

第三节 高层建筑框架结构工程实例的简介..... 140

一、上海市某高层住宅..... 141

二、徐州市某办公大楼..... 141

三、洛阳市某宾馆..... 141

四、北京市某饭店..... 142

五、上海市某高层住宅..... 142

六、青岛市某公司大楼..... 142

七、郑州市某综合大楼..... 143

八、上海市某大楼..... 143

九、江西上饶某技术中心大楼..... 144

第四章 高层建筑剪力墙结构的实用设计..... 145

第一节 剪力墙结构的计算假定和分类..... 145

一、高层建筑剪力墙结构体系计算的基本假定..... 145

二、剪力墙的分类及其受力特点..... 145

第二节 剪力墙的刚度..... 147

一、剪力墙的等效刚度..... 147

二、例题（联肢墙等效刚度的计算）..... 153

第三节 各类剪力墙的判别方法..... 156

一、判别剪力墙类别的基本思想..... 156

二、剪力墙类别的判别方法..... 158

三、例题（剪力墙类别的判别）..... 158

第四节 剪力墙内力和位移的实用计算..... 161

一、整体墙内力和位移的简易计算..... 161

二、小开口整体墙的内力和位移的估算和近似计算..... 162

三、双肢墙内力和位移的近似计算..... 164

四、联肢墙内力和位移的近似计算..... 175

五、例题（剪力墙的内力和位移计算）..... 177

第五节 大开口剪力墙（壁式框架）的实用计算..... 185

一、壁式框架和普通框架..... 186

二、壁式框架的内力计算..... 186

三、壁式框架水平位移的近似计算	188
四、例题(壁式框架内力和位移计算)	189
第六节 剪力墙的截面设计	195
一、确定剪力墙厚度的简易方法	195
二、剪力墙墙肢正截面抗弯承载力验算	196
三、剪力墙墙肢斜截面抗剪承载力验算	200
四、联肢剪力墙的连接计算	203
第七节 剪力墙的构造要求	204
一、剪力墙内水平及竖向分布钢筋的设置	204
二、剪力墙端部区构造钢筋	206
三、剪力墙内小墙肢的处理	206
四、剪力墙的洞口配筋措施	207
五、剪力墙内竖向钢筋的搭接连接	207
六、剪力墙中的连梁构造要求	208
第八节 底层大空间剪力墙的估算、简化计算、近似计算及构造要求	209
一、底层大空间剪力墙结构的受力特点	209
二、底层大空间剪力墙结构截面尺寸的快速估算	210
三、底层大空间剪力墙结构的构造要求	211
四、底层大空间剪力墙的内力和位移的估算及简化计算方法	213
五、底层大空间剪力墙结构设计时的注意事项	220
六、例题(框支剪力墙的内力计算)	222
第五章 高层建筑剪力墙结构的实用设计步骤和实例剖析	228
第一节 高层建筑剪力墙结构的实用设计步骤	228
一、剪力墙墙体厚度的快速估算	228
二、剪力墙结构上各类荷载的取值及其分配	228
三、剪力墙类别的判别	230
四、剪力墙的内力和水平位移的计算	230
五、剪力墙的截面设计	236
六、墙体的构造要求、墙体与楼板的连接	239
七、基础的设计	239
第二节 高层建筑剪力墙结构设计注意事项	240
一、剪力墙混凝土强度等级的规定	240
二、剪力墙的长度限制	240
三、剪力墙内小墙肢的计算	240
四、双肢剪力墙的内力增大系数	241
五、剪力墙的连接调幅和配筋	241
六、非规则洞口剪力墙转化为带刚域杆壁式框架轴线确定的方法	242
七、非直线剪力墙的处理	242
八、剪力墙设计的控制截面	242
九、一级抗震等级设计的悬臂剪力墙	243
十、减小剪力墙水平位移的附加措施	243
十一、剪力墙结构的扭转	244
十二、斜交剪力墙翼缘的转换	246

十三、规则斜交剪力墙水平力的分配	246
第三节 高层建筑剪力墙结构实例剖析	247
〔实例5-1〕 高层剪力墙结构地震荷载的估算	247
〔实例5-2〕 高层剪力墙的内力计算	249
〔实例5-3〕 高层剪力墙截面配筋计算	251
〔实例5-4〕 大开口剪力墙类别的判别和刚域长度的取值	253
〔实例5-5〕 复杂体型剪力墙结构抗震计算的剖析	256
第四节 高层建筑剪力墙结构工程实例的简介	260
一、上海某高层住宅	260
二、北京某高层住宅	261
三、深圳某办公大楼	261
四、成都某培训中心大楼	261
五、北京某饭店	262
六、上海某高层住宅	262
七、北京某宾馆	262
八、大连某宾馆	263
九、合肥某大楼	263
十、上海某办公大楼	263
十一、杭州某大楼	264
第六章 高层建筑基础设计	265
第一节 筏板基础的简化分析和设计方法	265
一、刚性基础板的简化计算方法	266
二、弹性基础板的近似计算方法	267
三、筏板基础设计时的注意事项及构造要求	269
第二节 箱形基础的实用设计方法	271
一、箱形基础顶板、底板的计算	272
二、箱形基础的墙身和墙身上洞口的计算	273
三、箱形基础设计时的注意事项及构造要求	276
第三节 高层建筑筏板基础和箱形基础的实用设计步骤及例题计算	277
一、筏板基础和箱形基础的实用设计步骤	277
二、高层建筑筏板基础和箱形基础的计算例题	294
第四节 桩基础	299
一、桩的水平承载力	300
二、桩基设计的注意事项及构造措施	303
主要参考文献	307

第一章 高层建筑设计综述

第一节 引言

一、高层建筑概况

高层建筑是随着城市的发展而发展起来的，它与工业化生产程度有密切联系。一幢超高层大楼，如我国1985年建成的深圳国际贸易中心大厦，50层、160米高，总面积为10万平方米；又如广州市广东国际大厦，主楼63层200米高，总面积为17.8万平方米。这些建筑物都要涉及到办公、停车、商品供应、娱乐、运输、消防及污水处理等一整套公共设施，是各工种设计人员精心设计密切配合的结果。结构专业设计人员的主要任务是：求得合理的结构型式，并根据实际情况得到的荷载大小对结构进行内力分析以获得最优设计。

在不同的国家和不同的时期，对高层建筑有不同的定义。在欧洲有的国家把10层以上的建筑物称为高层建筑，在苏联则把9层以上的建筑视为高层，也有些国家把超过自动机械消防升高楼梯高度的建筑物称之为高层建筑。1972年，在国际高层建筑有关会议上提出高层建筑的分类为：第一类9~16层（不超过50米高度）、第二类17~25层（不超过75米高度）、第三类26~40层（不超过100米高度）、第四类为40层以上。根据我国目前高层建筑的现状，认为凡在8层及8层

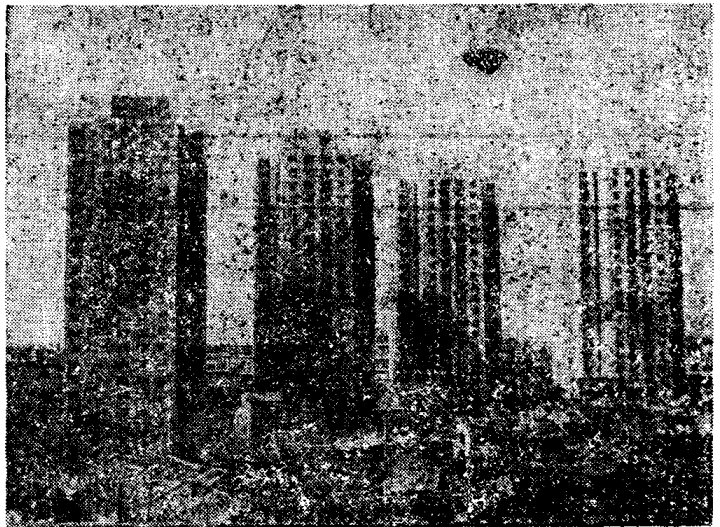


图1-1 上海市乌镇路高层住宅

以上的建筑物或高度超过30米的民用建筑均称为高层建筑。图1-1为上海市乌镇路高层住宅。

近二十年来，世界各地的高层建筑不断兴建。美国1972年建成的世界贸易中心大厦有110层、420米高；法国巴黎的狄菲史区，就有一群30~50层的大楼；苏联在莫斯科、列宁格勒等大城市里，近年来9层以上的高层住宅已占新建住宅建筑面积的30%左右。日本、加拿大、澳大利亚、委内瑞拉、新加坡等国也兴建了不少的高层建筑。图1-2~图1-4分别为46层的澳大利亚广场大厦、52层的美国休斯敦贝壳广场大厦和芝加哥勃伦斯维克大厦。目前，315米高的香港中国银行大厦（1989年建成）是亚洲最高的建筑物，而新加坡1986年建成的韦斯廷·斯坦福德饭店（73层）则是亚洲层数最多的大楼之一。美国是世界上高层建筑最集中的国家，1974年建成的芝加哥西尔斯大楼是当时世界上最高的楼房，共110层、443米高；资料表明，美国正在考虑建造一幢名为凤尼克斯城大厦的楼房，高度为516米。

我国于1977年建成了33层高的广州白云宾馆，1985年建成了50层高的深圳国际贸易中心

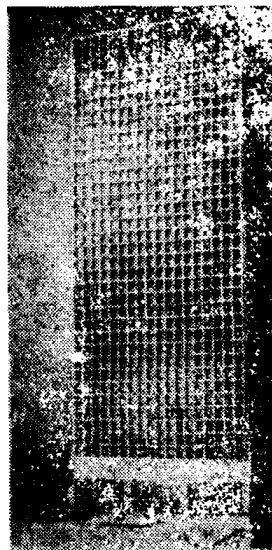
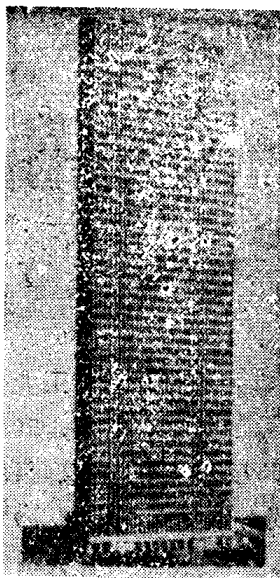
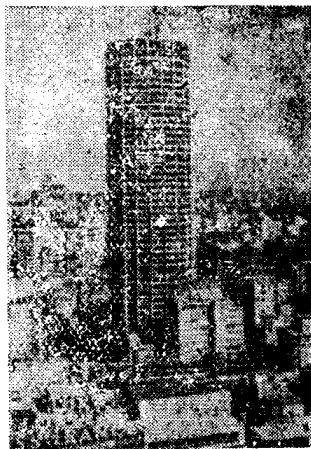


图1-2 澳大利亚广场大厦

图1-3 美国休斯敦贝壳广场大厦

图1-4 美国芝加哥勃伦斯伟克大厦

大厦。1990年建成了广东国际大厦，63层、高200米。表1-1列出了我国各地近几年来建造的部分高层建筑。

我国新建的部分高层建筑

表1-1

地 点	名 称	层 数	高度(米)	结 构 体 系	建成日期(年)
北 京	左家庄办公楼	32	109	筒 中 筒	1988
北 京	昆仑饭店	28	101	剪 力 墙	1986
北 京	中国国际信托投资公司	29	101	框-筒	1985
北 京	中旅社大厦	25	108	剪 力 墙	1989
北 京	彩电中心	27	113	筒 中 筒	1986
北 京	国际饭店	28	112	筒 体	1987
上 海	远洋宾馆	26	117	剪 力 墙	1988
上 海	华东电管局大楼	30	124	框-筒	1988
上 海	联合大厦	36	129	框-筒	1989
上 海	电讯大楼	24	120	框-筒	1987
上 海	雁荡公寓	28	84	框-剪	1985
上 海	潍坊住宅	27	78	剪 力 墙	1989
上 海	淮海大厦	28	88	剪 力 墙	1990
上 海	联谊大厦	30	101	框-筒	1985
上 海	华亭宾馆	29	90	框-剪	1987
上 海	山峰大厦	31	101	剪 力 墙	1989
天 津	西康路住宅	22	63	剪 力 墙	1986
天 津	贸易中心	33	107	框-筒	1988
天 津	凯悦饭店	20	73	框-剪	1987
广 州	花园酒家	31	109	剪 力 墙	1984
广 州	国际大厦	63	200	筒 中 筒	1990
广 州	珠江实业中心	38	120	框架筒体	1989
广 州	白天鹅宾馆	29	103	剪 力 墙	1983
汕 头	国际大酒家	25	89.9	剪、框、筒组合	1988
沈 阳	小津桥住宅	20	60	剪 力 墙	1986
沈 阳	科技文化中心	32	117	剪-筒	1989

续表

地 点	名 称	层 数	高度(米)	结 构 体 系	建成日期(年)
武 汉	晴川饭店	23	88	框-筒	1984
南 京	玄武饭店	18	76	框-剪	1986
南 京	金陵饭店	37	110	框-筒	1983
成 都	岷山饭店	23	81	框架简体	1987
郑 州	中原大厦	18	62	框-剪	1985
洛 阳	旋宫大厦	22	62	框-剪	1988
南 昌	经济大楼	22	83	框-剪	1987
太 原	教育中心大楼	19	68	剪 力 墙	1987
杭 州	国际大厦	35	121	框-剪	1989
杭 州	工业大厦	29	102	框-剪	1988
宁 波	金龙饭店	23	75	框支剪力墙	1986
乌鲁木齐	环球大酒店	24	107	框-筒	1988
厦 门	闽南贸易大厦	29	99.8	筒 中 筒	1985
珠 海	兰天酒家	34	110	框架内筒	1989
福 州	外贸中心	20	70	剪 力 墙	1986
福 州	福州大酒店	21	72	框-剪	1988
重 庆	沙坪大酒家	26	83	框-剪	1987
重 庆	曾家岩宾馆	20	62.8	剪 力 墙	1985
深 圳	国际贸易中心大厦	50	160	筒 中 筒	1985
深 圳	航空大厦	41	133	框-筒	1988
深 圳	北方大厦	26	104	筒 体	1986
深 圳	外贸中心大厦	39	136	筒 中 筒	1988
深 圳	发展中心大厦		165	框架内筒	1988
深 圳	新华大厦	37	127	巨型框架	1989
青 岛	似客来宾馆	25	85.1	框-剪	1986
青 岛	丝旅大厦	24	78.5	框支剪力墙	1988
贵 阳	贵阳饭店	33	107	筒体-剪力墙	1989

二、高层建筑结构设计的特点

在多层建筑和高层建筑中，结构都处在竖向荷载（结构自重、使用荷载及竖向地震荷载）和水平荷载（风荷载、水平地震荷载）的共同作用下工作。荷载对结构产生的内力是随着建筑物的高度增加而变化的，当建筑物的高度较小时，整个结构是以竖向荷载为设计的主要根据，而水平荷载的影响相对是比较小的；这时整个结构的水平位移也很小。以在自重和水平均布荷载作用下的悬臂构件为例（图1-5所示的剪力墙），当建筑物高度不断增加时，竖向荷载 W 对结构产生的轴力 N 近似和高度 H 成正比，而水平荷载对结构引起的弯矩 M 和水平位移 u 则近似地分别与高度的平方和四次方成正比，即有：

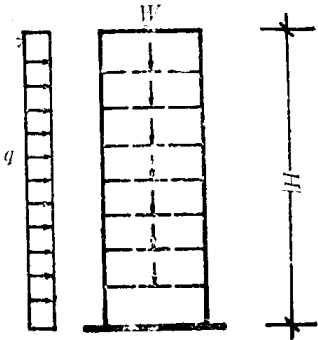


图 1-5 剪力墙

$$N = WH$$

$$M = \frac{1}{2} qH^2$$

$$u = \frac{qH^4}{8EI}$$

在多层建筑中，结构主要是以竖向荷载控制设计的，也有的是由竖向荷载和水平荷载共

同控制结构的设计；而在高层建筑中，水平荷载对结构产生的内力随建筑物高度的增加而迅速增加，结构的设计是由水平荷载控制的，这是高层建筑结构设计的特点。

目前，在计算多层建筑结构内力和位移时，一般只考虑弯曲变形而不计轴向变形和剪切变形的影响；但对层数较多的、高宽比之值较大的高层建筑结构，如果不考虑轴向变形的影响会使计算结果与实际有较大的出入；同样，对高层建筑中的一些构件(例如剪力墙)如不考虑剪切变形的影响，也会使计算结果带来误差。图1-6为某高层框架在竖向均布荷载作用下不考虑轴向变形时横梁的弯矩分布和考虑轴向变形时横梁弯矩分布的状况，图示结果说明了中柱在受到较大压力之后产生的轴向变形改变了框架梁的弯矩分布；建筑物越高，上述现象越明显。为此在工程设计时必须正视高层建筑结构自身的受力特点。

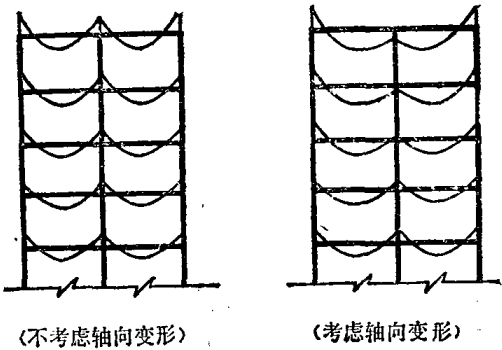


图1-6 竖向均布荷载作用下框架横梁弯矩

在非地震区，工程的实践表明，多层建筑、尤其是低层建筑，它们的侧向刚度往往是比较大的，特别是对于高度小于30米且高宽比小于1.5的建筑物，忽略风荷载作用下的风振对结构影响是允许的；但是，在高层建筑中，由于建筑物的高宽比之值较大，结构的自振周期比多层建筑要长；建筑物越高，风的动力作用对结构的影响越明显，设计时必须考虑脉动风压对建筑物所产生的振动振幅带来的后果。所以说在结构设计中不能忽略水平风力引起的振动是高层建筑结构设计的又一个特点。控制风荷载作用下的结构水平位移对高层建筑来讲是十分重要的，过大的水平位移会引起建筑装饰的开裂和非承重结构材料的损坏，也会使逗留者感到不舒服，甚至会引起电梯轨道的变形而影响大楼的正常使用；过大的水平位移也会使结构产生附加内力，增加附加弯矩。为此，设计高层建筑结构时，必须控制风荷载作用下的结构水平位移，以保证建筑物的正常使用和结构的安全。

在地震区，除了要求结构保证具有一定的强度和刚度之外，还要求结构具有良好的抗震性能；在地震荷载作用下，允许钢筋混凝土结构进入弹塑性阶段工作，即允许构件的某些部位出现塑性铰，以吸收地震的能量，使建筑物裂而不倒。因此，严格地说，结构在强地震时的抗震验算实际上是弹塑性阶段的变形验算，即由变形来控制设计，这在高层建筑结构设计中尤其重要。

三、高层建筑结构的荷载分类及荷载组合

(一)荷载分类、风荷载和地震荷载对结构不同的影响

高层建筑的结构荷载分为两类：一类称为竖向荷载（或垂直荷载），另一类称为水平荷载（或侧向荷载）。

竖向荷载主要是指结构的自重和楼层的使用荷载（活荷载），如楼板及其面层的重量、填充墙和非承重分隔墙的重量，柱、梁、剪力墙等承重体系的重量（也称之为重力荷载）；在地震区还存在竖向地震荷载。在高层建筑结构设计时，竖向活荷载按我国《建筑结构荷载规范 GBJ9-87》（下称《荷载规范》）取用，对规范中未作出规定的活荷载可参照表1-10。

侧向荷载是指水平的风荷载和水平的地震荷载，高层建筑中侧向荷载的确定不同于多层建筑，其取值的方法详见本章第三、第四节。另外，风荷载和水平地震荷载虽然都属于水平

荷载,但是就它们的特点和对结构的影响而言,是有许多不同之处的:(1)地震荷载完全属于动荷载,而风荷载却具有静荷载和动荷载的双重特性;(2)地震荷载与建筑物的重量直接有关,建筑物的重力荷载越大,地震荷载也越大;而风荷载与建筑物的重力荷载无关;(3)地震荷载是由建筑物的基础运动而引起的,而风荷载仅存在于地面以上的建筑物表面;(4)建筑物固有振动周期越长,对承受地震荷载越有利,而对承受风荷载却是很不利的;(5)地震荷载一般为瞬时荷载或极短期的荷载,但是风荷载可以延续相当时间;(6)对于同一个基地上的建筑物来讲,地震荷载是不受建筑物周围环境影响的,而风荷载的大小则与建筑物周围的环境有直接关系。

(二)荷载效应和地震作用效应的组合

1.非抗震设计时,高层建筑结构考虑荷载效应组合的设计值可按下列公式确定

$$S = \gamma_G C_G G_k + \gamma_{Q1} C_{Q1} Q_{1k} + \psi_w \gamma_w C_w W_k \tag{1-1a}$$

式中 G_k 、 Q_{1k} 、 W_k ——分别为恒荷载、活荷载和风荷载的标准值;

γ_G 、 γ_{Q1} 、 γ_w ——分别为恒荷载、活荷载和风荷载的分项系数;当进行结构位移计算时,取 $\gamma_G = \gamma_{Q1} = \gamma_w = 1.0$;当进行结构承载力计算时,取 $\gamma_G = 1.0$ (当其效应对结构有利时) 或 $\gamma_G = 1.2$ (当其效应对结构不利时), 取 $\gamma_{Q1} = 1.4$ (一般情况下) 或 $\gamma_{Q1} = 1.3$ (当楼面活荷载标准值不小于 4kN/m^2 时); 风荷载分项系数一律取 $\gamma_w = 1.4$;

ψ_w ——风荷载组合值系数取 1.0 ;

C_G 、 C_{Q1} 、 C_w ——分别为恒荷载、活荷载和风荷载的荷载效应系数;

S ——荷载效应组合的设计值。

2.抗震设计时,高层建筑结构考虑荷载效应与地震作用效应的基本组合可按下式计算

$$S = \gamma_G C_G G_E + \gamma_{Eh} C_{Eh} F_{Ek} + \gamma_{Ev} C_{Ev} \cdot F_{Evk} + \psi_w \gamma_w C_w W_k \tag{1-1b}$$

式中 G_E 、 F_{Ek} 、 F_{Evk} 、 W_k ——重力荷载代表值、水平地震作用标准值、竖向地震作用标准值、风荷载标准值;

γ_G 、 γ_{Eh} 、 γ_{Ev} 、 γ_w ——相应的荷载作用分项系数;进行承载力计算时按表 1-2 采用;当重力荷载效应对结构承载力有利时,取 $\gamma_G = 1.0$;
进行结构位移计算时,取 $\gamma_G = \gamma_{Eh} = \gamma_{Ev} = \gamma_w = 1.0$;

作用 分 项 系 数 表1-2

组合的荷载	γ_G	γ_{Eh}	γ_{Ev}	γ_w	说 明
重力荷载及水平地震作用	1.20	1.30	0	0	
重力荷载及竖向地震作用	1.20	0	1.30	0	9 度抗震设计时才考虑,但对水平长悬臂结构 8 度时也考虑
重力荷载及两向地震作用	1.20	1.30	0.50	0	9 度抗震设计时才考虑,但对水平长悬臂结构 8 度时也考虑
重力荷载、水平地震作用及风荷载	1.20	1.30	0	1.40	60m 以上高层建筑考虑
重力荷载、两向地震作用及风荷载	1.20	1.30	0.5	1.40	60m 以上高层建筑, 9 度抗震设防时考虑。对水平长悬臂结构 8 度设防时也考虑

ψ_w ——风荷载组合值系数取0.2;

C_G 、 C_{Eh} 、 C_{Ev} 、 C_w ——分别为重力荷载、水平地震作用、竖向地震作用及风荷载的作用效应系数;

S ——结构构件荷载效应组合的设计值。

四、高层建筑结构的手算方法（估算和近似计算）

采用手算方法进行工程结构设计是设计人员目前常用的计算方法之一。对于复杂的工程设计，当采用适当的基本假定和合理的力学模型时，设计人员可以借助电子计算机来从事繁琐的运算。

电子计算机的广泛应用为高层建筑的发展创造了有利的条件。但是，在设计方案（初步设计）阶段，尤其是多方案比较阶段，使用电子计算机来进行结构计算往往是不经济的，有时甚至是费时的。这是因为电子计算机的使用离不开设计人员对高层建筑结构基本概念的理解，在需要输入到计算机的数据中，就包括事先需要假定的梁、柱或剪力墙的截面尺寸，还包括混凝土强度等级等内容，这对初次从事高层建筑结构设计的人员来说无疑是困难的。对于不熟悉高层建筑结构受力特点的设计者而言，没有经过严格的手算训练就直接机械地去使用电子计算机，会容易造成对结构内力分析概念不清，以至不能很好地把握电算的结果和恰当地处理有关构造要求；所以，对初次从事高层建筑结构设计的人员进行手算训练是十分重要的。对熟悉高层建筑结构设计的工程师们，建议在可能条件下，充分重视手算的方法，以利剖析高层建筑结构设计的各个阶段，并从中发现问题，提出建议，不断地改进和提高设计质量。

高层建筑结构采用手算方法是复杂的。在进行结构的多方案比较时，往往是凭借设计经验来进行估算的，这就会使初次从事高层建筑结构设计的人员由于缺乏这种经验而陷入困境。为此，本书提出了高层建筑结构设计的一系列手算方法，包括方案设计阶段的简便快速估算方法和施工图设计阶段的近似计算方法。

用手算的估算方法，它能在短时间内比较有效地确定各种类型高层建筑结构构件的截面尺寸或框架-剪力墙体系中的剪力墙片数，以满足方案设计的需要。估算方法具有简便和省时的特点，但是比较粗糙，其计算的结果不宜直接作为工程设计的依据。而概念明确的近似手算方法，它既不象精确法那样复杂，又不象估算法那样粗糙，它具有足够的精度，能满足工程设计的需要，因此很受设计人员的欢迎。关于各种高层建筑结构体系的估算和近似计算方法将分别在有关章节中论述。

第二节 高层建筑的结构型式及适用范围

在高层建筑中，水平荷载往往是结构设计的主要控制因素。因此，随着建筑物的体型和高度的不同，根据建筑的功能要求，选用不同的结构体系来满足强度、刚度、延性和稳定的需要，并使其达到最佳的经济效果是高层建筑结构设计的重要环节。

高层建筑中常用的钢筋混凝土结构体系有：框架结构、剪力墙结构、框架-剪力墙结构和筒体结构。表1-3列出了目前世界上采用钢筋混凝土材料、高度在190米以上的部分建筑物。

一、框架结构体系及适用范围

由梁、柱构件通过节点连接成的框架体系是高层建筑中常用的结构型式之一。上海13层高的海鸥饭店，北京15层高的民航局办公大楼都采用了钢筋混凝土框架结构。框架结构体系的优点是：建筑平面布置灵活、能获得大空间(如商场、餐厅等)，建筑立面也容易处理，结构自重较轻，计算理论也比较成熟，在一定的高度范围内造价较低。框架结构体系的缺点是：框架结构本身的柔性较大，抗侧力能力较差，在风荷载作用下会产生较大的水平位移，在地震荷载作用下，非结构性的部件破坏比较严重(如建筑装饰、填充墙、设备管道等)。因此，在采用框架结构时应控制建筑物的层数和高度，以免造成不合理的设计。为此，有的国

世界上190米以上高度的部分钢筋混凝土建筑物 表1-3

城 市	名 称	建成年份	层 数	高度(米)	用 途
芝 加 哥	水塔广场大厦	1976	74	262	办公
悉 尼	MLC 大 厦	1976	70	240	办公
底 特 律	第一复兴旅馆	1977	73	225	办公
芝 加 哥	奥林匹克中心大厦	1981	63	222	综合
亚特兰大	桃树广场大厦	1975	71	220	旅馆
约翰内斯堡	卡尔登中心大厦	1973	50	220	办公
底 特 律	底特律广场大厦	1977	73	219	旅馆
香 港	合和中心大厦	1980	65	216	综合
广 州	广东国际大厦	1990	63	200	旅馆
新 加 坡	华侨银行大厦	1976	52	201	办公
加拉加斯	中央公园办公楼	1979	56	200	办公
莫 斯 科	乌克兰旅馆	1961	34	198	旅馆

家认为钢筋混凝土框架结构的建筑高度宜控制在15层以下。

根据我国现有的条件，一般来讲，在非地震区现浇钢筋混凝土框架结构的高度可以控制在60米以下。而震害的调查分析表明，地震区现浇钢筋混凝土框架结构，当设防烈度为7度

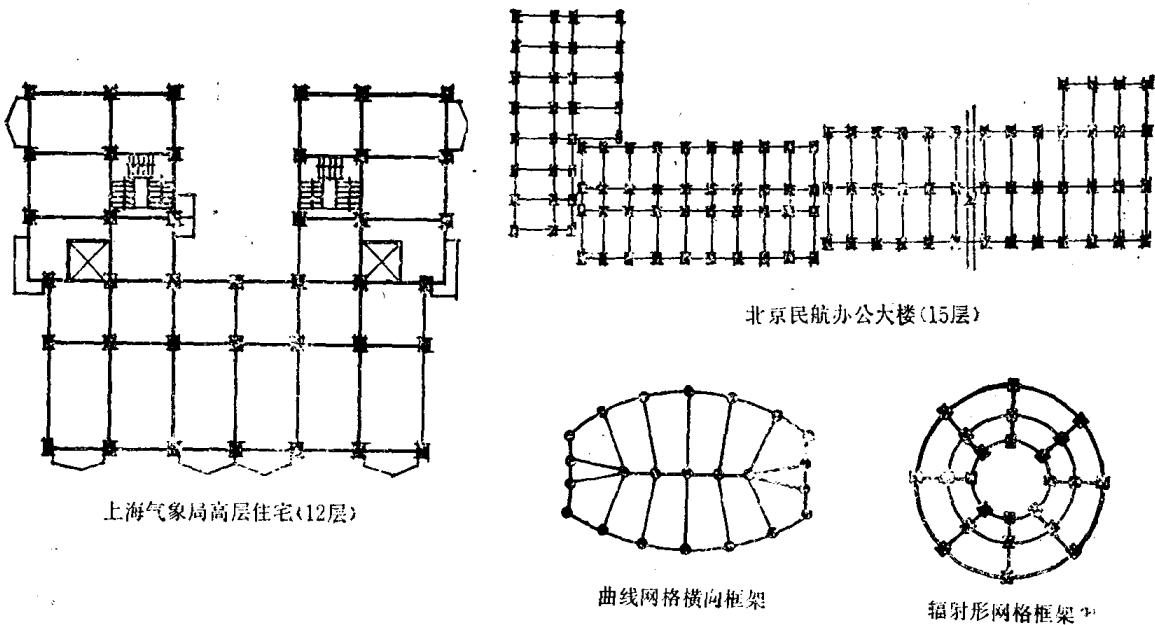
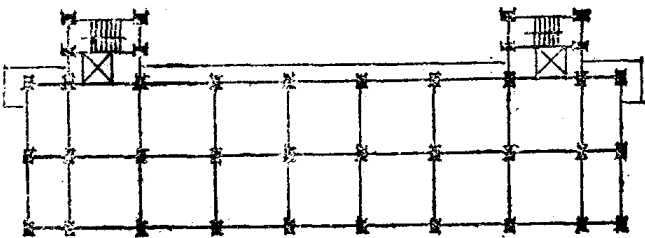


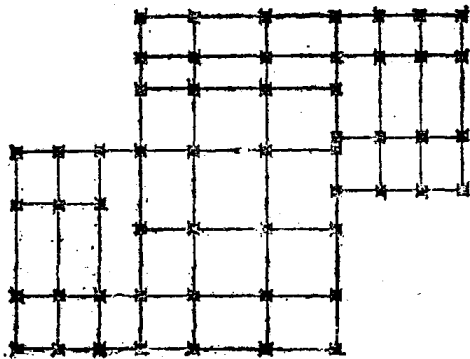
图 1-7 框架结构平面

时，其高度宜在55米以下；当设防烈度为8度时，其高度宜在45米以下，一般不采用预制装配框架；对于设防烈度为9度的地区，建议不选用框架结构。当需要采用框架结构时，其高度宜在25米以下。

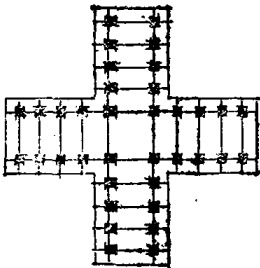
框架结构属于柔性结构。图 1-7 为我国部分高层框架结构的平面布置，可供设计时参考。



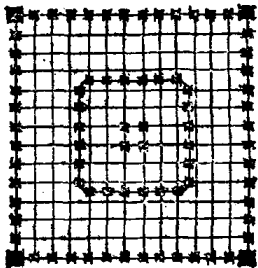
上海藏江西路住宅(12层)



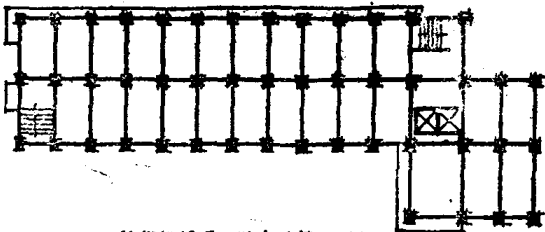
宝山宾馆中段(12层)



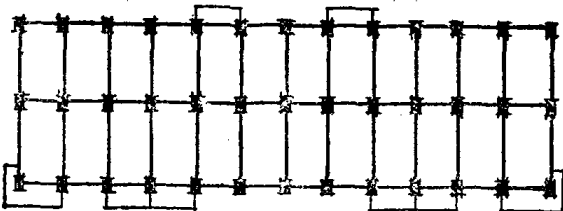
双向平行横向框架



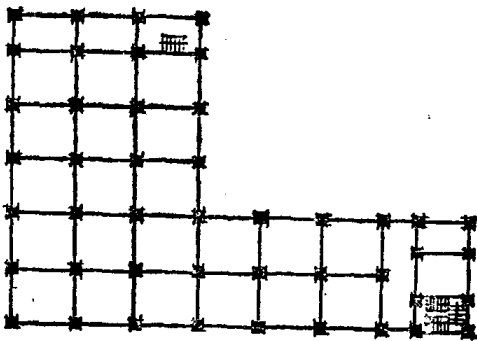
内外圈框架



杭州机械委二院办公楼(10层)



上海四平路高层住宅(13层)



天津人民印刷厂车间(27m高)

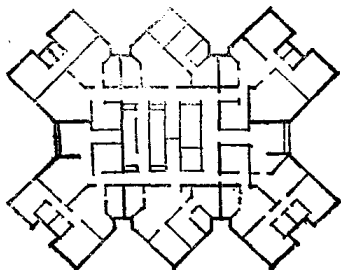
图 1-7(续)

二、剪力墙结构体系及适用范围

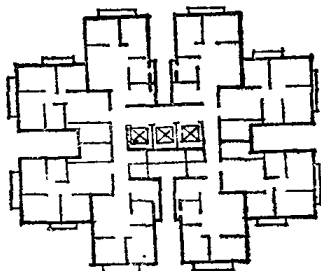
随着建筑物高度的增加，框架结构柱子的合理截面已难以承担由于竖向荷载、特别是水平荷载产生的内力，为了抵抗外荷载，需要不断增大柱的截面，造成了不合理的设计。用钢筋混凝土墙板来代替框架结构中的梁柱则能承担各类荷载引起的内力，并能有效地控制结构

的水平变形。这种用钢筋混凝土墙板来承受竖向荷载和水平荷载的结构称为剪力墙结构。由于墙板截面其惯性矩大，因此剪力墙体系的侧向刚度是很大的，它能承担相当大的水平荷载。广州31层的白天鹅宾馆、上海27层的潍坊新村住宅都是采用剪力墙结构体系。

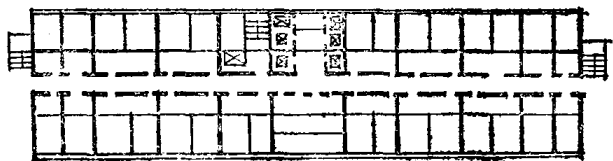
剪力墙又名结构墙，这种结构体系的优点是：抗侧力能力强，能抵抗很大的风荷载和地震荷载，结构的水平位移小。国内外震害调查的资料表明，剪力墙结构是一种抗震能力很强的结构体系。从经济上来分析，剪力墙结构以30层左右为宜；根据理论分析，剪力墙结构体系也适用于超高层建筑。剪力墙结构体系的缺点是：结构自重大，建筑平面布置局限性也大，且较难获得很大的建筑空间，因此，它比较适用于高层住宅、旅馆、办公楼等类的建筑。



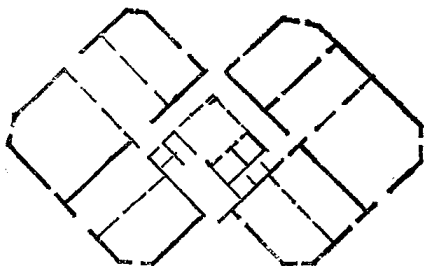
深圳凤凰大厦(30层)



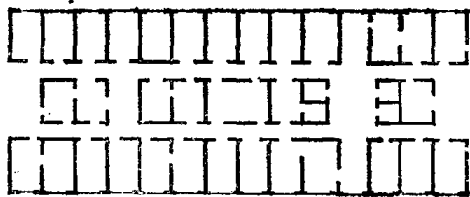
深圳敦信大厦(30层)



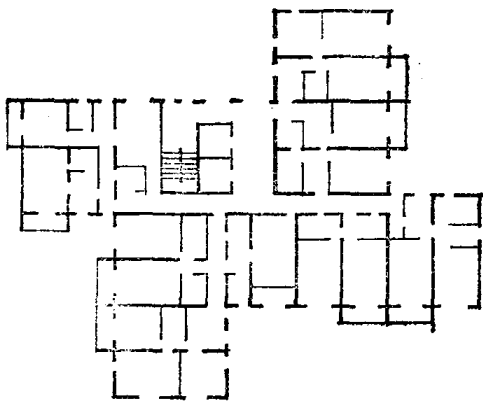
广州白云宾馆(33层)



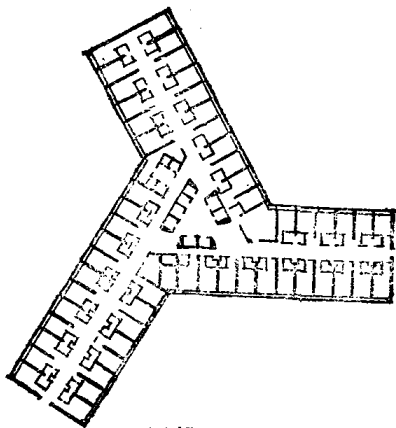
济南胜利油田办事处(20层)



唐山市唐山饭店(14层)



上海武夷路住宅(17层)



广州花园酒家(31层)

图 1-8 剪力墙结构平面