

21世纪

高等学校

本科系列教材

多高层建筑设计

(第二版)

Duogaoceng Jianzhu Jiegou Sheji

宋天齐 主编

重庆大学出版社

多高层建筑设计

(第二版)

宋天齐 主编

重庆大学出版社

内 容 提 要

本书据高等学校建筑工程专业指导委员会建议的建筑工程专业《多层及高层建筑结构》课程的基本要求及2002年最新的相关规范编写。书中主要论述了多层及高层建筑结构体系的选择、结构布置、设计原则、计算简化方法及常用结构体系的设计方法。

本书可作为高等院校土木工程专业本科教材,亦可作为大专教材及供工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

多高层建筑结构设计/宋天齐主编.—2版.—重庆:

重庆大学出版社,2003.7

(土木工程专业本科系列教材)

ISBN 7-5624-2391-1

I. 多... II. 宋... III. ①多层建筑—结构设计—
高等学校—教材②高层建筑—结构设计—高等学校—
教材 IV. TU972

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 045884 号

多高层建筑结构设计

(第二版)

宋天齐 主编

责任编辑:曾令维 版式设计:曾令维

责任校对:廖应碧 责任印制:秦 梅

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:张鸽盛

社址:重庆市沙坪坝正街174号重庆大学(A区)内

邮编:400030

电话:(023) 65102378 65105781

传真:(023) 65103686 65105565

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(市场营销部)

全国新华书店经销

重庆科情印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:13.375 字数:330千

2001年11月第1版 2003年7月第2版 2006年5月第3次印刷

印数:9 001—12 000

ISBN 7-5624-2391-1

定价:20.00元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

再版 前言

本教材据全国高等学校建筑工程专业指导委员会建议的建筑工程专业《多层及高层建筑结构》课程的基本要求及 2002 年最新的相关规范编写。

本教材编写中,力求概念清楚,重点突出,要求掌握常用结构体系的特点及手算方法,以便具备今后从事工程设计的必要训练。

本书第 1、2、3、5 章由宋天齐编写,第 8、9 章由赵建昌编写,第 7、10 章由王海莹编写,第 4、6 章由杨虹编写,全书由宋天齐主编。

由于编写时间仓促及作者水平所限,不当之处在所难免,希望读者批评指正。

宋天齐
2003 年 6 月

目 录

第 1 章 受力特点及结构体系	1
1.1 概述	1
1.2 受力特点	10
1.3 框架结构	11
1.4 剪力墙结构	16
1.5 框架-剪力墙结构	18
1.6 筒体结构	21
讨论	23
思考题	24
第 2 章 结构设计原则	25
2.1 结构体型	25
2.2 结构总体布置	28
2.3 结构方案	33
2.4 设计要点	35
讨论	45
思考题	45
第 3 章 多层框架结构简化计算	47
3.1 概述	47
3.2 分层法	49
3.3 反弯点法	53
3.4 D 值法	57
3.5 侧移计算及限值	70
讨论	76
思考题	76
第 4 章 剪力墙结构简化计算	77
4.1 概述	77
4.2 整体墙计算	82

4.3	小开口墙计算	84
4.4	联肢墙计算	89
4.5	壁式框架计算	103
4.6	各类剪力墙的分类划分	107
	思考题	109
	习题	110
第 5 章	框架-剪力墙结构简化计算	111
5.1	概述	111
5.2	铰结体系协同工作计算	113
5.3	刚结体系协同工作计算	122
5.4	需注意的问题	125
	讨论	129
	思考题	129
第 6 章	扭转近似计算	130
6.1	概述	130
6.2	抗侧刚度、刚度中心及扭转偏心距	130
6.3	考虑扭转的剪力修正	132
	讨论	135
	思考题	135
第 7 章	框架结构构件设计	136
7.1	内力组合	136
7.2	延性框架	143
7.3	框架梁抗震设计	145
7.4	框架柱抗震设计	150
7.5	节点设计	157
	思考题	167
第 8 章	剪力墙截面设计	168
8.1	概述	168
8.2	剪力墙墙肢及连梁内力调整	169
8.3	剪力墙正截面抗弯承载力计算	170
8.4	剪力墙斜截面抗剪承载力计算	174
8.5	剪力墙连梁截面计算	176
8.6	水平施工缝抗剪承载力计算	177
8.7	剪力墙的构造要求	177

8.8 算例	184
思考题与习题	186
第9章 筒体结构设计简介	188
9.1 筒体结构分类及受力特点	188
9.2 结构布置及截面尺寸	189
9.3 筒体结构分析方法	192
思考题与习题	195
第10章 高层建筑的计算机分析简介	196
10.1 概述	196
10.2 常用软件	196
10.3 机算结果产生错误的原因	199
10.4 机算结果的正确性分析	199
参考文献	203

第 1 章

受力特点及结构体系

1.1 概 述

1.1.1 高层建筑的发展简况

高层建筑是近代经济发展和科学技术进步的产物,是现代工业化、商业化和城市化的必然结果。城市人口集中,用地紧张,以及商业竞争的激烈化,促使近代高层建筑的出现和发展。

在人类几千年的文明史中,有很长一段历史时期,建造房屋的物质手段,一直局限于原始材料和简单砌筑,故房屋低矮,基本上沿地表作平面发展。近百年来,由于经济和技术的发展,建筑物逐渐向空中发展,虽然高楼的出现时间较短,但发展速度很快,特别是近 20 年来,各式各样的高楼,在世界各地拔地而起,其规模之大、数量之多、技术之先进、造型之别致,令人叹为观止。

科学和技术的发展动力,来源于社会的需求。高层建筑之所以具有如此强大的生命力,其原因在于社会需求是其“能源”,社会需求在推动着它高速发展。

中国最早的高层建筑是一些寺、塔。河南嵩岳寺塔建于公元 524 年,砖砌单筒结构,15 层,高度 50m;河北定县料敌塔,建于公元 1055 年,砖砌双层筒体(即筒中筒、外筒壁厚 3m),11 层,高度 82m;山西应县木塔建于公元 1056 年,9 层,高度 67m。这些古代高塔在技术和艺术上均具有很高的水平,且都经受了若干次大地震的考验。

高层建筑发展的基本原因如下:

- a) 经济的发展;
- b) 城市人口增多;
- c) 建设用地减少;
- d) 地价上涨;
- e) 建筑科技进步;
- f) 钢筋及水泥的应用。

高层建筑是相对而言的,在国际上至今尚无统一划分标准,在不同国家、不同时期,其规定亦不同。如,美国规定高度在 25m 以上,或 7 层以上的建筑物为高层建筑;英国规定 24.3m 以上的建筑物为高层建筑;法国规定居住建筑高度在 50m 以上,其他建筑高度 28m 以上的建筑为高层建筑;日本则规定,8 层以上或高度超过 31m 的建筑为高层建筑,30 层以上的旅馆、办

多高层建筑设计

公楼和 20 层以上的住宅定为超高层建筑。

据联合国教科文组织所属的世界高层建筑委员会建议,一般将高层建筑划分为以下 4 类:

9~16 层:高度不超过 50m;

17~25 层:高度不超过 75m;

26~40 层:高度不超过 100m;

40 层以上:高度超过 100m。

中国《高层民用建筑设计防火规范》(GBJ45—82)中规定,10 层及 10 层以上的住宅和建筑高度超过 24m 的其他民用建筑为高层建筑,其划分原则是以中国消防车供水能力等为依据。

中国《住宅建筑设计规定》(GBJ96—86)中规定,中高层住宅为 11~16 层,高层住宅为 10~30 层。

中国《民用建筑设计通则》(JGJ37—87)中规定,住宅 10 层以上为高层,公共建筑及综合型建筑总高度超过 24m 者为高层(不包括高度超过 24m 单层主体建筑)。

中国《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ3—2002)规定, ≥ 10 层为高层民用建筑。

对于钢筋混凝土结构,大多数情况下是按 JGJ3—2002 的规定来划分高层。

国外高层建筑的发展,基本可分为 3 个阶段:

第一阶段,在 19 世纪中期之前,欧洲和美国一般只能建造 6 层左右的建筑,其主要原因是缺少材料和可靠的垂直运输系统。

第二阶段,从 19 世纪中叶开始到 20 世纪 50 年代,世界上第一幢近代高层建筑是美国芝加哥的家庭保险公司大楼(Home Insurance Building),11 层,高 55m,建于 1885 年。到 19 世纪末,高层建筑已突破 100m 大关。1931 年在美国纽约曼哈顿建造的 102 层、高 381m 的著名的帝国大厦,它保持世界最高建筑记录达 47 年之久。



第三阶段,从 20 世纪 50 年代开始,高层建筑已出现多种结构体系,如 RC 结构,S 结构。日本于 1964 年废除了建筑高度不得超过 31m 的限制。美国是世界上高层建筑最多的国家,1974 年美国在芝加哥建成西尔斯大厦(Sears Tower),110 层,高 443m,钢结构,成束筒,西尔斯大厦的高度居世界最高水平达 20 年,见图 1-1。

中国近代高层起步较晚,发展缓慢。从 20 世纪初到 1949 年,中国的高层建筑很少,且大都是外国人设计的。解放前,仅上海、天津、广州等少数城市有高层建筑,其中最高的是上海国际饭店,地上 22 层,地下 2 层,高 82.51m。解放后,20 世纪 50 年代的国内高层有电报大楼,地上 12 层,高 68.35m;民族饭店,地下 1 层,地上 12 层,高 47.4m;60 年代最高的是广州宾馆,1968 年建成,地下 1 层,地上 27 层,高 87.6m;70 年代,层数最多的是广州白云宾馆,地下 1 层,地上 33 层,高 112m。80 年代,高层建筑已遍及各省市,比较有代表性的高层建筑,如中央彩色电视中心,主楼 27 层,高 112.7m,是当时中国 8 度区最高的建筑(按 9 度设防);深圳发展中心大厦,43 层,高 165.3m。90 年代,外商投资增加较多,高层建筑发展较

快,广州广东国际大厦,RC 结构,63 层,高 200.18m;深圳贤成大厦,RC 结构,筒中筒,61 层,高 218m;深圳地王大厦,81 层,高 383.95m。

高层建筑的发展方向:

- ①多用途、多功能;
- ②体型复杂;
- ③结构体系日趋多样化。

1.1.2 结构体系及国内外高层现状

表 1-1 世界上最高的 100 幢建筑
高层建筑与城市住宅委员会 (CTBUH) 1995 年 10 月 31 日发布

序号	名 称		城 市	建成年	层数	高度/m	材料	用 途
1	石油大厦 1	Petronas Tower1	吉隆坡	UC96	88	452	M	多功能
2	石油大厦 2	Petronas Tower2	吉隆坡	UC96	88	452	M	多功能
3	西尔斯大厦	Sears Tower	芝加哥	1974	110	443	S	办 公
4	金茂大厦	Jin Mao Building	上 海	UC98	88	421	M	多功能
5	世界贸易中心 1	One World Trade Center	纽 约	1972	110	417	S	办 公
6	世界贸易中心 2	Two World Trade Center	纽 约	1973	110	415	S	办 公
7	帝国大厦	Empire State Building	纽 约	1931	102	381	S	办 公
8	中环广场	Central Plaza	香 港	1992	78	374	C	办 公
9	中银大厦	Bank of China Tower	香 港	1989	70	369	M	办 公
10	T&C 大厦	T&C Tower	高 雄	UC97	85	348	S	多功能
11	标准石油公司大厦	Amoco	芝加哥	1973	80	346	S	办 公
12	约翰·汉考克中心	John Hancock Center	芝加哥	1969	100	344	S	多功能
13	地王大厦	Shun Hing Square	深 圳	UC96	81	325	M	办 公
14	中天大厦	Sky Central Plaza	广 州	UC96	80	322	C	多功能
15	拜约基大厦	Baiyoke Tower II	曼 谷	UC97	90	320	C	多功能
16	克莱斯勒大厦	Chrysler Bulding	纽 约	1930	77	319	S	办 公
17	国民银行广场	Nations Bank Plaza	亚特兰大	1992	55	312	M	办 公
18	第一州际世界中心	First Interstate World Center	洛杉矶	1989	75	310	M	办 公
19	得克萨斯商业大厦	Texas Commerce Tower	休斯顿	1982	75	305	M	办 公
20	柳京饭店	Ryugyong Hotel	平 壤	UC95	105	300	C	饭 店
21	咨询大厦	Two Prudential Plaza	芝加哥	1990	64	298	C	办 公
22	第一州际银行广场	First Interstate Bank Plaza	休斯顿	1983	71	296	S	办 公
23	兰马克大厦	Landmark Tower	横 滨	1993	70	296	S	多功能
24	南威克街 311 大厦	311 South Wacker Drive	芝加哥	1990	65	292	C	办 公
25	租庇利街/皇后大道中大厦	Jubilee Street/Queen's Road Central	香 港	UC97	69	292	S	办 公
26	第一加拿大大厦	First Canadian Place	多伦多	1975	72	290	S	办 公
27	美洲国际大厦	American International Building	纽 约	1932	66	290	S	办 公

多高层建筑设计

续表

序号	名	称	城 市	建成年	层数	高度/m	材料	用 途
28	自由大厦 1	One Liberty Place	费 城	1987	61	287	S	办 公
29	哥伦比亚第一海上中心	Columbia Seafirst Center	西雅图	1985	76	287	M	办 公
30	华尔街 40 大厦	40 Wall Street	纽 约	1930	70	283	S	办 公
31	国民银行广场	Nations Bank Plaza	达拉斯	1985	72	281	M	办 公
32	华联银行中心	Overseas Union Bank Centre	新加坡	1986	66	280	S	办 公
33	华联银行广场	United Overseas Bank Plaza	新加坡	1992	66	280	—	办 公
34	共和国广场	Republic Plaza	新加坡	1995	66	280	M	办 公
35	花旗中心	Citicorp Center	纽 约	1977	59	279	S	多功能
36	斯科休广场	Scotia Plaza	多伦多	1989	68	275	M	办 公
37	特兰斯科大厦	Transco Tower	休斯顿	1983	64	275	S	办 公
38	社会中心	Society Center	克利夫兰	1991	57	271	M	办 公
39	AT&T 公司中心	AT&T Corporate Center	芝加哥	1989	60	270	M	办 公
40	北密西根 900 大厦	900 North Michigan	芝加哥	1989	66	265	M	多功能
41	国民银行中心	Nations Bank Corporate Center	夏洛特	1992	60	265	C	办 公
42	桃树中心	One Peachtree Center	亚特兰大	1992	60	264	C	办 公
43	加拿大信托大厦	Canada Trust Tower	多伦多	1990	51	263	—	办 公
44	水塔大厦	Water Tower Place	芝加哥	1976	74	262	C	多功能
45	第一州际大厦	First Interstate Tower	洛杉矶	1974	62	262	S	办 公
46	全美金字塔大厦	Transamerica Pyramid	旧金山	1972	48	260	S	办 公
47	G. E 洛克菲勒中心	G. E. Rockefeller Center	纽 约	1933	70	259	S	办 公
48	第一国民银行广场	One First National Plaza	芝加哥	1969	60	259	S	办 公
49	商业银行大厦	Commerzbank Tower	法兰克福	UC97	60	259	—	办 公
50	自由大厦 2	Two Liberty place	费 城	1990	58	258	—	办 公
51	迈萨托大厦	Messeturm	法兰克福	1990	63	257	C	办 公
52	USX 大厦	USX Tower	匹兹堡	1970	64	256	S	办 公
53	门楼	Cate Tower	大 阪	UC96	56	254	—	办 公
54	世界贸易中心	World Trade Center	大 阪	1994	55	252	M	办 公
55	亚特兰大中心	One Atlantic Center	亚特兰大	1988	50	250	M	办 公
56	BNI 城市大厦	BNI City Tower	雅加达	1995	46	250	—	办 公
57	韩国人寿保险公司大厦	Korea Life Insurance Company	汉 城	1985	60	249	S	办 公
58	城巔大厦	City Spire	纽 约	1989	72	248	C	多功能
59	蔡斯曼哈顿广场	One Chase Manhattan Plaza	纽 约	1961	60	248	S	办 公
60	公园街 200 大厦	200 Park Avenue	纽 约	1963	59	246	S	办 公

续表

序号	名 称		城 市	建成年	层数	高度/m	材料	用 途
61	KTAR 大厦	Kompleks Tun Abdul Razak Building	檳 城	1985	65	245	C	办 公
62	马拉场银行大厦	Malayan Bank	吉隆坡	1988	50	244	C	办 公
63	东京都府大厦	Tokyo Metropolitan Govern- ment Building	东 京	1991	48	243	M	办 公
64	内托大厦	Rialto Tower	墨尔本	1985	56	242	C	办 公
65	乌尔沃斯大厦	Woolworth Building	纽 约	1913	57	241	S	办 公
66	美浓银行中心	Mellon Bank Center	费 城	1990	54	241	S	办 公
67	约翰·汉考克大厦	John Hancock Tower	波士顿	1976	60	240	S	办 公
68	银行中心	Bank One Center	达拉斯	1987	60	240	M	办 公
69	JR 中心大厦	JR Central Towers	名古屋	UC99	53	240	—	多功能
70	商业大厦	Commerce Court West	多伦多	1973	57	239	M	办 公
71	莫斯科国立大学	Moscow State University	莫斯科	1953	26	239	—	文 教
72	国民银行中心	Nations Bank Center	休斯顿	1984	56	238	S	办 公
73	美洲银行中心	Bank of America Center	旧金山	1969	52	237	S	办 公
74	世界广场	One worldwide Plaza	纽 约	1989	47	237	S	办 公
75	加拿大广场	One Canada Square	伦 敦	1991	50	237	S	办 公
76	IDS 中心	IDS Center	明尼阿 波利斯	1972	57	236	M	办 公
77	西北中心	Norwest Center	明尼阿 波利斯	1988	57	236	S	办 公
78	第一银行大厦	First Bank Place	明尼阿 波利斯	1992	53	236	S	办 公
79	新加坡财政部大厦	Singapore Treasury Building	新加坡	1986	52	235	M	办 公
80	夏巨库公园大厦	Shinjuku Park Tower	东 京	1994	52	233	S	多功能
81	继承广场	Heritage Laza	休斯顿	1987	53	232	S	办 公
82	科学文化宫	Palace of Culture and Science	华 沙	1955	42	231	M	文 教
83	卡内基大厦	Carnegie Hall Tower	纽 约	1991	60	231	C	办 公
84	第一国民广场	Three First National Plaza	芝加哥	1981	57	230	M	办 公
85	公平大厦	Equitabic Tower	纽 约	1985	51	229	S	办 公
86	宾夕法尼亚广场	One Penn Plaza	纽 约	1972	57	229	S	办 公
87	美洲街 1251 大厦	1251 Avenue of the Americas	纽 约	1972	54	229	S	办 公
88	咨询中心	Prudential Center	波士顿	1964	52	229	S	办 公
89	加利福尼亚广场	Two California Plaza	洛杉矶	1992	52	229	—	办 公
90	煤气公司大厦	Gas Company Tower	洛杉矶	1991	50	228	—	办 公
91	MLC 中心	MLC Center	悉 尼	1978	65	228	C	办 公
92	太吉广场/香格里拉饭店	Two pacific Place/Shangri - La Hotel	香 港	1991	56	228	C	多功能

多高层建筑设计

续表

序号	名 称		城 市	建成年	层数	高度/m	材料	用 途
93	路易斯安那 1100 大厦	1100 Louisiana Building	休斯顿	1980	55	228	M	办 公
94	朝鲜世界贸易中心	Korea World Trade Center	汉 城	1988	54	228	S	办 公
95	永乐街/皇后大道中大厦	Wing Lok Street/Queen' s Road Central	香 港	UC97	54	228	—	办 公
96	菲利浦总部大厦	Governor Phillip Tower	悉 尼	1993	54	227	C	办 公
97	摩尔根总部大厦	J. P. Morgan Headquarters	纽 约	1989	50	227	S	办 公
98	联合广场	Two Union Square	西雅图	1989	56	226	M	多功能
99	希望大厦南 333	333 South Hope Building	洛杉矶	1975	55	226	S	办 公
100	自由广场	One Liberty Plaza(U. S. Steel)	纽 约	1973	54	226	S	办 公

注:S 为钢结构,C 为混凝土结构,M 为钢-混凝土混合结构;UC 为预计建成时间。

据有关分析,美国的超高层建筑数量占据世界第一。

但近些年来,美国在高层方面的优势正逐渐被改变,亚洲的超高层正后来居上。在中国,统计资料表明,目前高度在 104m 以上的高层建筑约有 100 幢,分布在上海、广州、北京、深圳等 20 个大城市,其中以上海最多,有 76 幢。位于上海浦东的金茂大厦,88 层,高度 420.5m,美国 SOM 设计事务所设计,投资 5.4 亿美元,已竣工,见图 1-2。

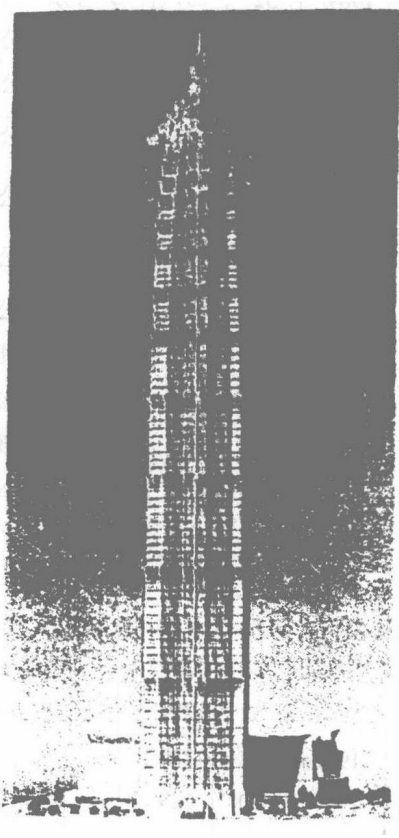


图 1-2 金茂大厦

目前尚正在施工的上海环球金融中心,高 460m,94 层,日本投资,美国 KPF 设计事务所设计。在已建成的高层建筑中,马来西亚吉隆坡的双塔大厦,高 452m,88 层,1996 年竣工,系目前世界第一高楼。

重庆计划兴建重庆综合大厦(114 层,高 457m)。美国规划的纽约“电视城”(Televesion City Tower,150 层,高 509m)和费尼克斯市的 Phoenix Tower(高 515m),都将突破 500m 大关。日本拟建“空中城市”(高度将超过 1 000m)。正在施工的韩国釜山 Suyong Bay Landmark Tower(102 层,高 462.1m,预计 2002 年竣工),将可能成为已建结构的最高高度。

1.1.3 高层建筑的结构体系

多高层建筑的结构体系:

- ①框架结构(图 1-3);
- ②剪力墙结构(图 1-4);
- ③框架-剪力墙结构(图 1-5);
- ④框架-筒体结构(图 1-6);

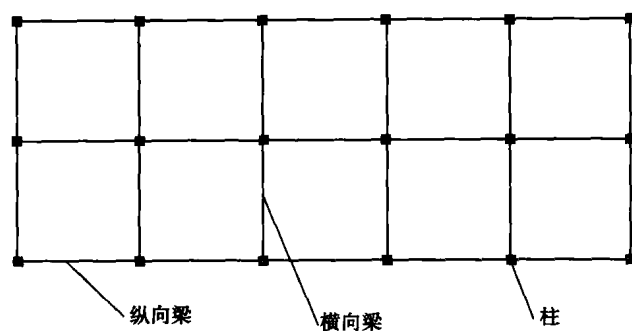


图 1-3 框架结构

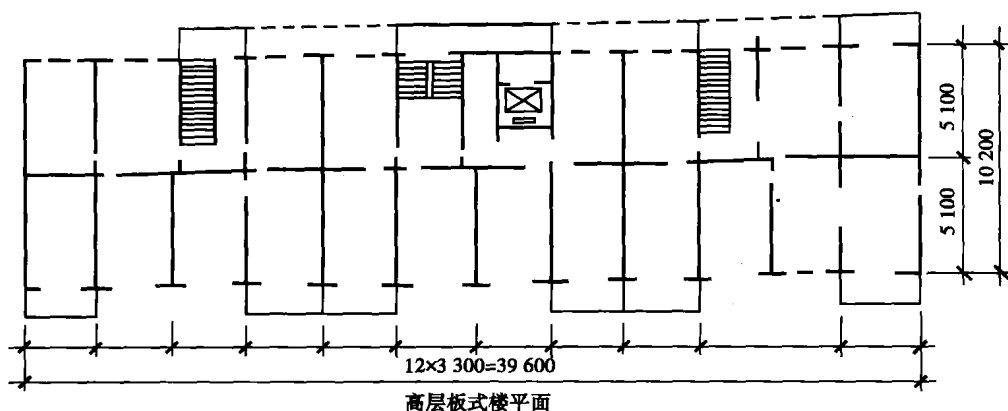


图 1-4 剪力墙结构的平面图

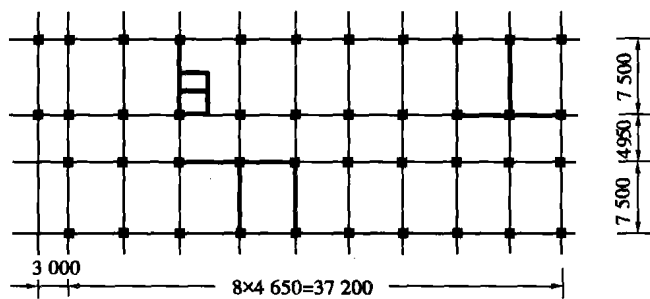


图 1-5 北京饭店东楼

(18 层现浇梁、柱, 预制楼板, 框架-剪力墙结构)

- ⑤框筒结构(图 1-7);
- ⑥筒中筒结构(图 1-8);
- ⑦多筒结构(图 1-9);
- ⑧悬挂结构(图 1-10);
- ⑨巨形框架结构(图 1-11);
- ⑩巨形桁架结构(图 1-12);
- ⑪刚性横梁或刚性桁架结构(图 1-13)。

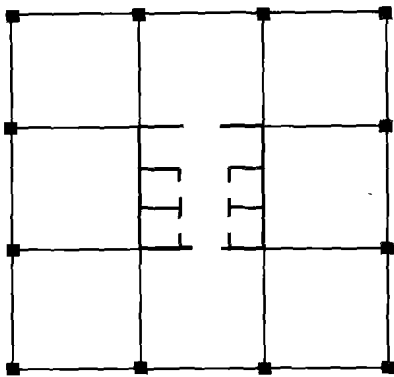


图 1-6 框架-筒体结构的典型布置

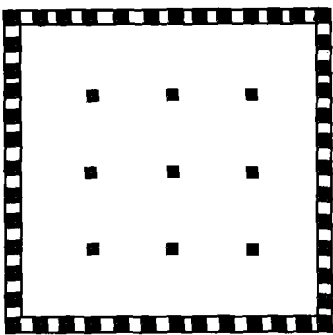


图 1-7 框筒结构

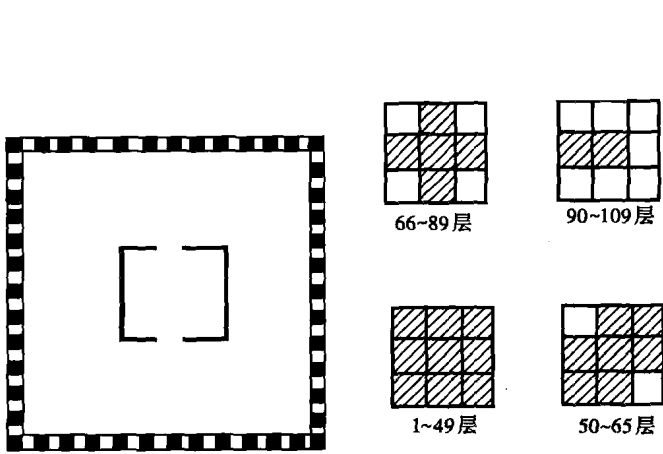


图 1-8 筒中筒结构

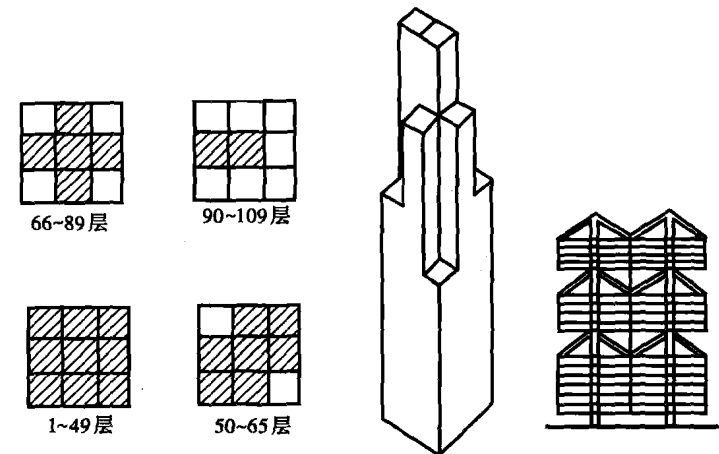


图 1-9 西尔斯(Sears)大楼筒体变化图

图 1-10 悬挂结构

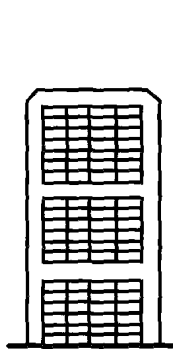


图 1-11 巨形框架结构



图 1-12 巨形桁架结构

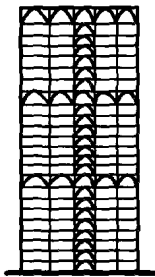


图 1-13 刚性横梁或刚性桁架结构

框架、剪力墙及筒体是 RC 结构中抵抗竖向及水平荷载的基本单元,由它们以及它们的变体组成了各种结构体系,为了突出其抵抗水平力的作用,有时也把它们称为抗侧力结构体系。正确选用结构体系及合理布置抗侧力结构,是结构设计的首要环节,也是最重要的问题。

(1) 框架结构

框架结构的特点是,建筑平面布置灵活,可做成较大空间的会议室、餐厅、办公室及试验室等,加隔墙后,也可做成小房间。如果采用轻质隔墙,则可减轻建筑物重量。住宅中较少使用框架结构,主要原因是柱截面较大,以致柱角突出墙面,影响家具放置。

框架结构侧向刚度小,属柔性结构,因而对其建造高度应予控制。在多层建筑中,框架结构是一种常用的结构体系。

(2) 剪力墙结构体系

利用建筑物的钢筋混凝土墙体,作为竖向承重和抵抗侧力的结构,该结构即为剪力墙结构体系,通常,楼盖内无梁,楼板直接支承在墙上,墙体同时也是维护和分隔房间的构件。

剪力墙的间距受到楼板构件跨度的限制,一般为3~8m,房间墙面及天花板平整,无须吊顶,层高较小。因而剪力墙结构适用于具有小房间的住宅、旅馆等建筑,无论在地震区或非地震区,它都得到广泛的应用。

当剪力墙采用预制墙板,运输到工地后装配而成的整体建筑物,常称为“大板建筑”,但大板建筑由于板缝连接中的具体问题尚欠成熟,故其整体性较差,由于地震区的结构整体性要求很高,因此大板建筑主要用在5~6层的多层住宅中。

现浇钢筋混凝土剪力墙结构整体性好,用大模板等先进施工方法,可缩短工期,节省人力。剪力墙结构的缺点比较明显,例如自重大,较难设置大空间的房间,图1-4是一种常用剪力墙结构的平面,广州宾馆(27层,87m),广州白天鹅宾馆(30层,102m),北京西苑饭店(27层,92m),均属剪力墙结构。

(3) 框架-剪力墙结构

框-剪结构是把框架和剪力墙结合在一起,共同抵抗竖向和水平荷载的一种体系,它利用剪力墙的高抗侧力刚度和承载力,弥补框架结构柔性大、侧移大的弱点。同时由于它只在部分位置上有剪力墙,又保持了框架结构具有大空间、立面易于变化等优点,故而,框-剪结构是一种较好的结构体系,虽然其出现较晚,但在多高层公共建筑及办公楼建筑中得到了广泛的应用,例如上海宾馆(27层,91.5m)、北京饭店新楼(18层,80m)。图1-5为常见框-剪结构平面图。

(4) 框架-核心筒结构

框架-筒体结构与框-剪结构并无本质区别,框架-筒体结构实际上就是在框架内的一定位置上,设置剪力墙内筒,外周为一般框架,其平面形状较为自由、灵活多样。但是,为了尽可能减少在水平力作用下的扭转,还是应尽可能采用具有对称轴的简单、规则平面。其常见平面见图1-6。上海联谊大厦(28层,105.15m)、南京金陵饭店(37层,110m),均系框架-核心筒结构。

(5) 框筒结构

将建筑物的外围钢筋混凝土墙体做成一个大筒体,它具有很大的抗侧刚度,由于需要开窗,在墙体上开洞而形成了“梁”和“柱”,它的外形与框架类似,但梁的高度大(即窗裙梁),柱的间距小,形成密柱深梁组成的空腹筒结构,称之为框筒。图1-7系某框筒平面图。

(6) 筒中筒结构

筒中筒结构是由两个筒体,作为竖向承重和抗侧力结构的高层结构体系,是框筒结构与核心筒的结合。一般而言,内部核心筒是利用电梯间、楼梯间和设备间等墙体构成。采用筒中筒

多高层建筑设计

结构的有广东国际大厦、深圳国际贸易中心、上海电讯大楼(20层,125m)、北京中央彩电中心(26层,107m)。图1-8为某筒中筒结构平面图。

(7) 多筒结构

在建筑平面内设置多个RC筒体时,即为多筒结构,例如有三重筒体甚至四重筒体。日本东京新宿住友大厦即属三重筒体结构的52层高层建筑;香港合和中心,即属采用四重筒体结构的65层圆形高层建筑。

(8) 成束筒结构

由多个筒体并联而成,具有很大的刚度,可建造很多层数和很大高度的建筑物。美国芝加哥的西尔斯大厦,即为由9个框筒构成的成束筒结构,见图1-9。

高层建筑除以上结构体系外,还出现一些新的结构体系,诸如:

(9) 悬挂结构

以核心筒、刚架、拱等作为主要承重结构,全部楼面均通过钢丝束、吊索挂在上述承重结构上面,形成一种新型结构体系,图1-10即为其示意图。

(10) 巨型框架结构

巨型框架结构是一种“大”框架与“小”框架的合体,“大”框架(即巨型框架)利用筒体作柱子,“大”框架的梁即为巨型梁(巨型梁的间距为几个楼层或十多个楼层,巨型梁的截面高度一般为一个楼层或几个楼层高),筒体和巨型梁组成巨型框架结构(亦即“大”框架),在“大”框架内再套有“小”框架,所谓“小”框架,即由普通尺寸的梁、柱构成普通层高的次框架,“小”框架不抵抗侧向力,只承受竖向荷载并将它传给巨型框架(“大”框架)梁。深圳37层亚洲大酒店,即为此种结构体系。图1-11即为巨型框架结构示意图。

(11) 巨型桁架结构

由巨型斜杆组成巨型桁架,作为高层建筑的主体结构。香港中银大厦即为巨型桁架结构。图1-12为巨型桁架结构示意图。

(12) 刚性横梁或刚性桁架结构

图1-13为其示意图。

1.2 受力特点

1.2.1 整体工作特性

在低层结构的设计中,常采用将整个结构划分为若干平面结构,按间距分配荷载,然后,逐片按平面结构进行力学分析和设计,然而,这种分析和设计方法对高层建筑不适用。

高层建筑在水平荷载作用下,各楼层总水平力是已知的,但这水平力如何分配到各榀框架、各片剪力墙却是未知的。由于各抗侧结构的刚度、形式不同,变形特征亦不同,故不能简单地按受荷面积分配,否则会使抗侧刚度大的结构分配到的水平力过小,偏于不安全。

高层建筑的整体工作特性,主要是由各层楼板作用的结果,楼板在自身平面内的刚度是很大的,几乎不产生变形,故在高层建筑中,一般都假定楼板在自身平面内只有刚体位移,不改变形状,并不考虑平面外的刚度,因而,在高层建筑中的任一楼层高度处,各抗侧结构都要受到楼