

钢筋混凝土高层结构 抗震分析与设计

GANGJIN

HUNNINGTU

GAOCENG

JIEGOU

KANGZHEN

FENXI

YU

SHEJI



汪梦甫 著

湖南大学出版社

TU973

W060

钢筋混凝土高层结构抗震分析与设计

汪梦甫 著



湖南大学出版社

1999年·长沙

内 容 提 要

本书系统叙述了钢筋混凝土高层建筑结构抗震设计中各主要环节的理论与方法,既有严密的数学论证,又注重物理概念的阐述。全书共七章,主要包括:绪论,地震危险性概率分析方法,钢筋混凝土高层结构线性地震反应分析,钢筋混凝土平面高层框架结构非线性地震反应分析,钢筋混凝土高层剪力墙结构非线性地震反应分析,钢筋混凝土空间高层结构非线性地震反应分析,钢筋混凝土高层结构抗震设计。

本书可作为高等学校有关专业学生和研究生教材,也可供工程技术人员和科研人员参考。

钢筋混凝土高层结构抗震分析与设计

Gangjin Hunningtu Gaoceng Jiegou Kangzhen Fenxi yu Sheji

汪梦甫 著

☐责任编辑 何信娥

☐封面设计 章 扬

☐出版发行 湖南大学出版社

社址 长沙岳麓山 邮码 410082

电话 0731-8821691 0731-8821315

☐经 销 湖南省新华书店

☐印 装 湖南大学印刷厂

☐开本 787×1092 16 开 ☐印张 12.5 ☐字数 320 千

☐版次 1999 年 11 月第 1 版 ☐1999 年 11 月第 1 次印刷

☐印数 1 - 1 000 册

☐书号 ISBN 7-81053-248-0 / TU·14

☐定价 20.00 元

(湖南大学版图书凡属印装差错,请向承印厂调换)

序 言

工程结构抗震是地震工程学的一个重要分支,而钢筋混凝土高层建筑结构抗震分析与设计则是该分支中最重要也是当今最活跃的领域之一,目前国内高校的土木工程专业,已将其列入必修课程,由此可见一斑。汪梦甫博士将他多年来从事钢筋混凝土高层建筑结构抗震分析与设计的教学经验和研究成果整理出版,这对从事该领域的教学、科研和设计实践的专业人员来说无疑是很有参考价值的。

本书共分七章。第一章简述了国内外高层建筑的发展概况,综述了国内外钢筋混凝土高层建筑结构抗震分析与设计的研究现状;第二章叙述了地震危险性概率分析方法的基本原理及其工程应用,建立了“小震”、“中震”、“大震”相应的地震动参数的确定方法;第三章叙述了“小震”作用下钢筋混凝土高层建筑结构抗震分析方法,建立了高层建筑结构线性地震反应计算的反应谱分析方法与时程分析方法,着重研究了高层建筑结构自振周期与振型的计算方法及用于时程分析的非振型向量叠加法;第四章至第六章系统地叙述了“大震”作用下钢筋混凝土空间高层建筑结构平面及空间非线性地震反应计算的基本理论,着重研究了钢筋混凝土平面及空间杆件、墙单元的非线性分析模型,以及钢筋混凝土平面及空间杆件截面恢复力模型、高层建筑结构抗侧移刚度矩阵的计算方法、高层建筑结构非线性动力计算的数值分析方法等等;第七章介绍了钢筋混凝土高层建筑结构抗震设计的基本步骤,着重讨论了地震区钢筋混凝土高层建筑的结构与建筑选型以及提高钢筋混凝土高层建筑结构综合抗震能力的概念设计等。

围绕钢筋混凝土高层建筑结构抗震分析与设计这个主题,全书系统地讨论了与此紧密相关的方方面面的问题。理论分析简明扼要又注意广泛联系实际。丝丝入扣,一气呵成,用词精练,层次分明。该书是湖南省科技专著出版基金及湖南省自然科学基金重点项目资助的学术著作,它的出版,对促进我国钢筋混凝土高层建筑结构抗震的教学、研究和设计的发展,会起到有力的推动作用。

谢礼立

1999年5月20日

目 次

第一章 绪论

1.1 国外高层建筑的发展概况	1
1.2 我国高层建筑发展的特点	5
1.3 钢筋混凝土高层建筑结构地震反应分析现状	14

第二章 确定地震动输入的地震危险性概率分析方法

2.1 理想化震源模型——潜在震源区划分	25
2.2 各潜在震源区的地震活动性参数	28
2.3 地震发生的概率模型	32
2.4 以地震烈度为参数的地震危险性分析方法	34
2.5 以峰值地震动参数及反应谱为参数的地震危险性分析方法	40
2.6 以地震动持时为参数的地震危险性分析方法	47
2.7 地震危险性分析的不确定性分析	49
2.8 具有某种概率水准的人造地震地面运动加速度时程	51
2.9 上海市的地震危险性分析	52

第三章 钢筋混凝土高层结构线性地震反应分析

3.1 框架结构自由振动计算的渐近法	58
3.2 框筒结构自由振动计算的模态综合法	65
3.3 剪力墙结构自由振动的计算方法	69
3.4 带转换层的高层结构自由振动的实用计算方法	77
3.5 高层结构地震反应计算的振型分解反应谱方法	84
3.6 与荷载频率相关的非振型向量叠加法	87

第四章 钢筋混凝土高层平面框架结构非线性地震反应分析

4.1 钢筋混凝土平面构件的恢复力模型	92
4.2 钢筋混凝土构件的非线性剪切模拟	100
4.3 钢筋混凝土构件非线性分析模型	103
4.4 高层结构非线性动力方程	109
4.5 高层结构非线性地震反应分析的 Ritz 向量叠加法	113
4.6 结构非线性动力计算的高精度积分格式	117
4.7 恢复力模型刚度拐点的两类处理方法	124

4.8 程序与算例·····	126
第五章 钢筋混凝土高层剪力墙非线性地震反应分析	
5.1 钢筋混凝土高层剪力墙非线性地震反应分析的有限元方法·····	131
5.2 钢筋混凝土高层剪力墙非线性地震反应分析的实用方法·····	144
第六章 钢筋混凝土高层空间结构非线性地震反应分析	
6.1 钢筋混凝土空间杆元截面的非线性分析·····	151
6.2 钢筋混凝土空间杆元非线性分析·····	159
6.3 结构分析模型及其计算方法·····	165
6.4 程序与算例·····	169
第七章 钢筋混凝土高层结构抗震设计	
7.1 钢筋混凝土高层结构抗震设计的步骤·····	174
7.2 抗震高层结构的结构体系·····	179
7.3 抗震高层结构的建筑体型·····	183
7.4 提高钢筋混凝土高层结构综合抗震能力的概念设计·····	186
参考文献 ·····	189

1.1 国外高层建筑的发展概况

高层建筑是近代经济发展和科学技术进步的产物。世界上第一幢近代高层建筑是美国芝加哥家庭保险公司大楼(Home Insurance),这座 1884~1886 年建成的 10 层铸铁框架承重结构,标志着一种区别于传统砌体结构体系的诞生。

从 1886 年至今,已 110 余年了,在这漫长的岁月里,成千上万的高层建筑在世界各地拔地而起,它已成为都市繁荣的标志,是现代城市不可缺少的结构体系。然而,高层建筑的发展决非朝夕之间可以完成,决非单个因素可以控制,它是社会经济、科学技术以及人们的审美观、价值观的综合反映,下面主要从几个方面来叙述高层建筑的发展及未来的趋势。

一、高层建筑在世界各地兴起

20 世纪 60 年代以前,高层建筑的发展主要集中在美国,一大批高层建筑及数十幢超高层建筑陆续建成。1964 年,日本废除了建筑物高度不得超过 31 米的限制,于 1968 年首次建成了 36 层的霞光大厦,1978 年又建成了 226 米高的东京阳光大楼,目前日本已建成超高层建筑数以百计。香港高层建筑在 60~70 年代迅速发展,由于经济起飞,人口集中,商业与金融业发达,城市日益国际化。因而需要大量住宅和办公、旅馆用房。在香港,市中区建筑普遍向 20~30 层发展,超高层建筑也相当多。80 年代初,东南亚的经济奇迹给所在国的人民带来了巨大的物质财富,也为高层建筑在该地区的发展创造了良机。新加坡先后建成了 4 栋 200 米以上的超高层建筑,马来西亚则在 1996 年 2 月建成了当今最高的两栋建筑物,即 450 米高的石油大厦(Petronas Tower,双塔大厦)。我国的高层建筑起步较晚,但发展极为迅速。据统计,我国已有超高层建筑 290 栋左右,被认为是全球最大的潜在建筑市场。可以预见,随着发展中国家经济的改善,高层建筑在世界各地的流行趋势不可避免。

二、高层建筑结构体系多样化

框架、框架-剪力墙和剪力墙是传统的高层建筑结构体系,为了进一步改善高层结构的力学性能,建造更高更合理的高层建筑,从 20 世纪 60 年代开始,相继出现多种新的结构体系。约翰·考克大厦(1968 年)采用了桁架筒结构(图 1.1),纽约世界贸易中心(1973 年)采用了筒中筒结构(图 1.2),西尔斯大厦(1974 年)采用了成束筒结构(图 1.3),东京 NEC 大厦(1992 年)采用了巨型框架结构(图 1.4)。悬挂结构、悬挑结构的应用越来越多,其中著名的有南非约翰内斯堡标准银行(悬挂 37 层)、慕尼黑广播中心(悬挂 17 层)等。

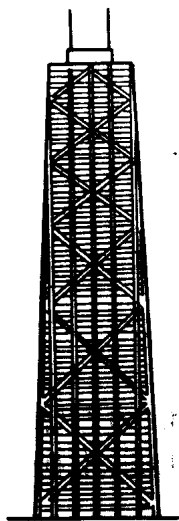


图 1.1 芝加哥约翰·考克大厦

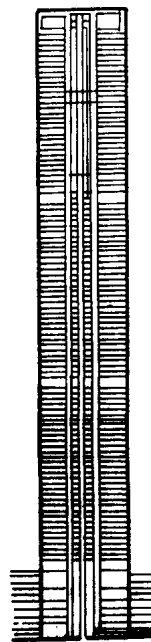


图 1.2 世界贸易中心

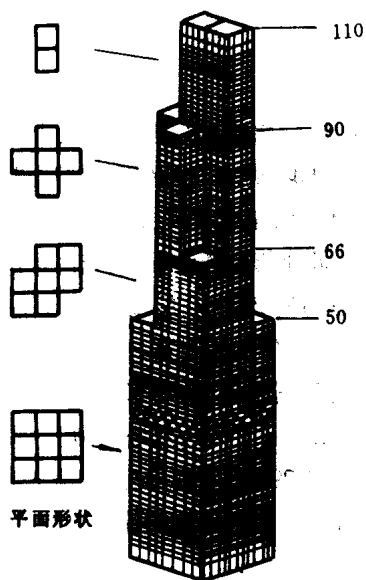


图 1.3 西尔斯大厦

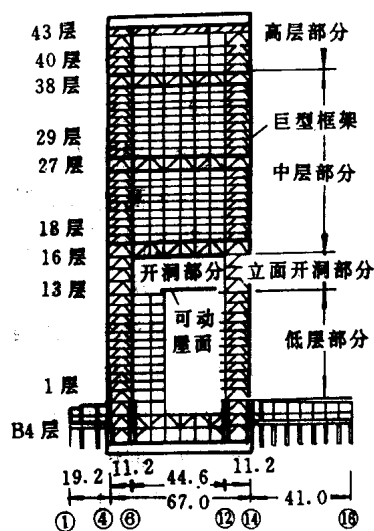


图 1.4 东京 NEC 大厦

由于结构分析水平的提高,三维空间分析程序和高速微型计算机的广泛应用,复杂高层结构体系的设计计算已成为可能。人们可以根据建筑功能、建筑艺术和城市规划的要求,选择结构的平面形状和立体体型。一些大胆的新的结构体系及结构措施(如转换楼层、水平刚性楼层)先后出现,高层建筑结构体系呈现多样化的发展趋势。

三、混凝土高层建筑越来越多

在中高层建筑建造中,钢材是最早的结构材料,但随着混凝土的出现及其改进,各种高强混凝土结构,钢-混凝土组合结构已成为主流。

20 世纪 80 年代以前,在超高层建筑的建设中,人们主要采用钢结构,其次为钢-钢筋混凝土结构,再次为钢筋混凝土混合结构。据统计,在 1986 年以前建成的世界上最高的 100 栋超高层建筑中,这三种结构分别为 65 栋、22 栋和 13 栋。几十年来,由于钢筋混凝土在经济和防火等方面的优点,新建的纯钢结构较少,据最新统计,在世界上最高的 100 栋超高层建筑中,已从 65 栋下降到 45 栋。在前 20 名最高建筑中,20 世纪 90 年代新建的 10 栋中只有 1 栋是纯钢结构,其他 9 栋均为钢混结构和钢筋混凝土结构。

在现代高层建筑的建设中,人们也尝试利用改良的砌体结构,也开始研制及应用新型材料,如金属薄板、智能材料、减震材料等。但采用高强轻质混凝土材料则是大势所趋,如高强钢管混凝土、陶粒混凝土、火山渣混凝土等,已广泛应用于高层及超高层建筑结构。可以预见,在未来高层建筑的建造中,使用混凝土作为结构材料将越来越普遍。

表 1.1 世界上最高的 100 栋建筑

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 Tower 1	吉隆坡	1996	88	450	M 多功能
2	石油大厦 2	Petronas Tower 2	吉隆坡	1996	88	450	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	1998	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	1997	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	1996	81	325	M 办 公
14	中天大厦	Sky Central Plaza	广 州	1996	80	322	C 多功能
15	拜约基大厦	Baiyoke Tower II	曼 谷	1997	90	320	C 多功能
16	克莱斯勒大厦	Chrysler Building	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	1995	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/皇后大道中心大厦	Jubilee Street/Queen's Road Central	香 港	1997	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

序号	名 称	城 市	建成 (年)	层数	高度 (m)	材料	用 途
28	自然大厦 1	费 城	1987	61	287	S	办 公
29	哥伦比亚第一海上中心	西雅图	1985	76	287	M	办 公
30	华尔街 40 大厦	纽 约	1930	70	283	S	办 公
31	国民银行广场	达拉斯	1985	72	281	M	办 公
32	华联银行中心	新加坡	1986	66	280	S	办 公
33	华联银行广场	新加坡	1992	66	280	-	办 公
34	共和国广场	新加坡	1995	66	280	M	办 公
35	花旗中心	纽 约	1977	59	279	S	多功能
36	斯科休广场	多伦多	1989	68	275	M	办 公
37	特兰斯科大厦	休斯顿	1983	64	275	S	办 公
38	社会中心	克利夫兰	1991	57	271	M	办 公
39	AT&T 公司中心	芝加哥	1989	60	270	M	办 公
40	北密西根 900 大厦	芝加哥	1989	66	265	M	多功能
41	国民银行中心	夏洛特	1992	60	265	C	办 公
42	桃树中心	亚特兰大	1992	60	264	C	办 公
43	加拿大信托大厦	多伦多	1990	51	263	-	办 公
44	水塔大厦	芝加哥	1976	74	262	C	多功能
45	第一洲际大厦	洛杉矶	1974	62	262	S	办 公
46	全美金字塔大厦	旧金山	1972	48	260	S	办 公
47	G·E 洛克菲勒中心	纽 约	1933	70	259	S	办 公
48	第一国民银行广场	芝加哥	1969	60	259	S	办 公
49	商业银行大厦	法兰克福	1997	60	259	-	办 公
50	自由大厦 2	费 城	1990	58	258	-	办 公
51	边萨托大厦	法兰克福	1990	63	257	C	办 公
52	USX 大厦	匹兹堡	1970	64	256	S	办 公
53	门楼	大 阪	1996	56	254	-	办 公
54	世界贸易中心	大 阪	1994	55	252	M	办 公
55	亚特兰大中心	亚特兰大	1988	50	250	M	办 公
56	BNI 城市大厦	雅加达	1995	46	250	-	办 公
57	朝鲜人寿保险公司大厦	汉 城	1985	60	249	S	办 公
58	城巔大厦	纽 约	1989	72	248	C	多功能
59	蔡斯曼哈顿广场	纽 约	1961	60	248	S	办 公
60	公园街 200 大厦	纽 约	1963	59	246	S	办 公
61	KTAR 大厦	檳 城	1985	65	245	C	办 公
62	马拉扬银行大厦	吉隆坡	1988	50	244	C	办 公
63	东京都府大厦	东 京	1991	48	243	M	办 公
64	内托大厦	墨尔本	1985	56	242	C	办 公
65	乌尔沃斯大厦	纽 约	1913	57	241	S	办 公
66	美浓银行中心	费 城	1990	54	241	S	办 公
67	约翰汉考克大厦	波士顿	1976	60	240	S	办 公
68	银行中心	达拉斯	1987	60	240	M	办 公
69	JR 中心大厦	名古屋	1999	53	240	-	多功能
70	商业大厦	多伦多	1973	57	239	M	办 公
71	莫斯科国立大学	莫斯科	1953	56	239	-	文 教
72	国民银行中心	休斯顿	1984	56	238	S	办 公
73	美洲银行中心	旧金山	1969	52	237	S	办 公

序号	名 称	城 市	建成 (年)	层数	高度 (m)	材料	用 途
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 Plaza	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 办 公
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	Equitable 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 Centre	悉 尼	1978	65	228	C 办 公
92	太古广场/复格里拉饭店	Two Pacific Place/Shangri-La Hotel	香 港	1991	56	228	C 多功能
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	1997	54	228	- 办 公
96	菲利浦总部大厦	Governor Phillip Tower	悉 尼	1993	54	227	C 办 公
97	摩根根总部大厦	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。

1.2 我国高层建筑发展的特点

一、分布广、发展快

我国现代高层建筑的设计与建造是在 20 世纪 50 年代末 60 年代初开始的,主要集中在北京、上海、广州等少数城市,数量少、结构体系单调。

20 世纪 80 年代,我国高层建筑高速发展,1980~1984 年所建的高层建筑相当于建国后 30 年兴建数的总和。1985 年以后,随着改革开放政策的深入,经济特区和沿海开放城市大量兴建高层住宅、旅馆及办公大楼。不仅大、中城市,而且小城市和工业区也兴建了不少高层建筑。据表 1.2 的统计,1984~1989 年,国内高层建筑迅速发展,5 年翻了一番多;1990~1993 年保持稳定;1994 年开始有新的突破,建设部系统年竣工高层建筑面积首次突破 1000 万平方米,达到 1376 万平方米,相当 1984 年的 5.2 倍。1984~1994 年,建设部系统共建成 10 层以上建筑 6976 栋,计 8385 万平方米。

历史即将进入 21 世纪,我国人民的生活也开始走上小康水平,作为住宅也理应跟上这一

发展步伐。然而,目前的住宅建设离小康生活水平的目标相差甚远,可以预料,近期内我国高层建筑还会以更快的速度向前发展。

二、结构新颖、布置复杂

在我国的高层建筑建设中,框架结构、剪力墙结构、框架—剪力墙结构、筒体结构是目前常规的结构体系。近年来,逐渐出现了更新颖的结构形式(图 1.5),它们以良好的空间整体受力性能,更好地满足了建筑功能的要求。

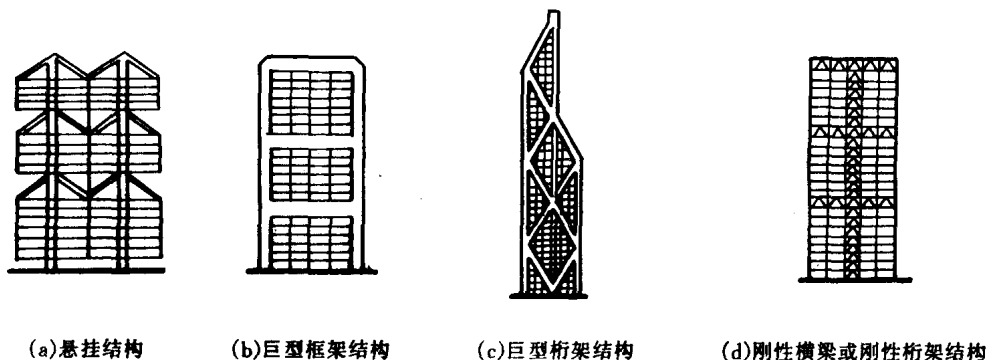


图 1.5 新的结构体系

悬挑结构是最近采用的一种新体系。图 1.6 为长沙中山百货大楼,采用预应力悬挑结构,一层大梁挑 6 层,总高达 115 米。

巨型框架结构、巨型桁架结构在国内已得到应用,图 1.7 为 1985 年建成的香港汇丰银行大厦,48 层,178.8 米高,整个建筑物由 8 根钢管组合柱承担,每根组合柱由 4 根直径为 1400 毫米钢管组成。8 根巨型柱组成 4 片巨大的单跨框架,框架梁是巨型桁架,楼面通过吊杆悬挂在这个大桁架上。上海证券大厦的结构体系也是采用巨型框架—支撑体系。

图 1.5(d)所示为带刚性水平构件的结构,它使中央核心筒和边柱共同受力,有效地减少了中央核心筒的弯矩和结构的侧移,因而在层数较多的高层建筑中得到应用。图 1.8 为深圳商业中心大厦,在顶层和中部楼层设置了钢筋混凝土刚性大梁。

为了满足高层建筑多功能、综合性的要求,转换层设置成为普遍的建筑手段。除了一般常规普通梁式转换层外,一些特殊转换层在工程中也得到了应用。如在上部剪力墙布置复杂,下部停车场、商场要求规则柱网时,厚板转换层常在工程中的应用,厚板混凝土强度通常在 C40 以上,厚度 2 米~2.5 米。广州天秀大厦采用的就是厚板转换层。上海新金桥大厦、深圳地王大厦采用了桁架转换结构。

除了结构体系呈多样化外,结构的平面及竖向布置也越来越复杂。在平面布置上,不对称、曲线形平面广为采用,图 1.9 是两种高层建筑平面布置。在竖向布置上,体型外挑内收的建筑物增多,如图 1.9 所示深圳购物中心和广西北海皇都饭店,突破了传统单一方盒子的局面。此外,高低不等的组合体型更广泛地得到应用。

三、超高层建筑迅速发展

我国大陆从 1976 年在广州建成第一栋超过 100 米的白云宾馆以来,高层建筑在我国得到

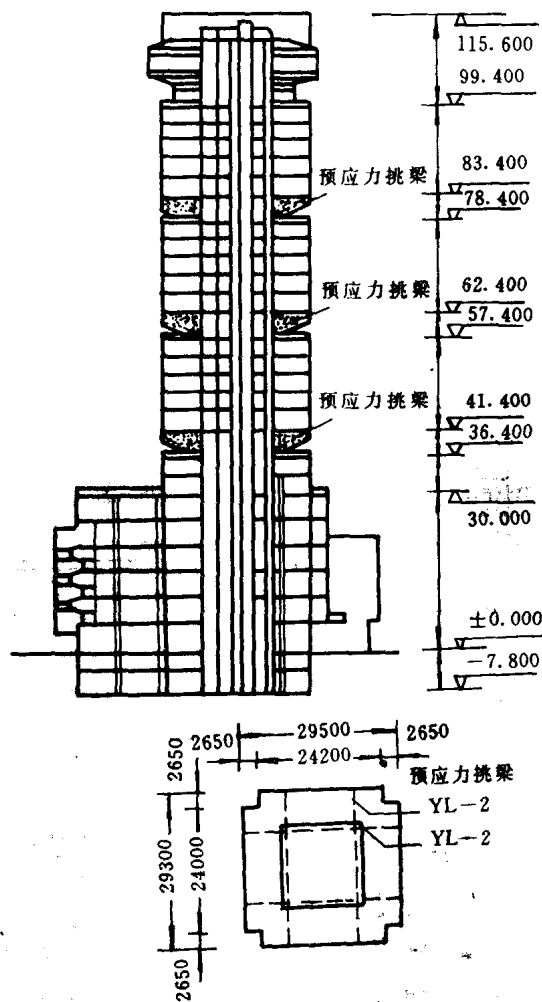


图 1.6 长沙中山百货大楼

了迅速发展,据不完全统计,我国超高层建筑的数量在 290 栋左右,表 1.2 列出了截止 1995 年底我国超高层建筑建设的概况。

1992 年以前,全世界最高的 100 幢建筑中,中国大陆榜上无名。1995 年第 5 届国际高层建筑会议公布的排名(见表 1.1),全世界最高的 20 幢建筑中,亚洲已占 10 幢,中国大陆占 3 幢,香港地区 2 幢,台湾省 1 幢,即中国已占 6 幢。目前已开工的建筑中,最高的建筑物为上海浦东的环球金融中心,该建筑高 95 层,460 米,建成后将为世界最高的建筑物。表 1.3 列出了国内已建成的最高的 100 栋建筑。

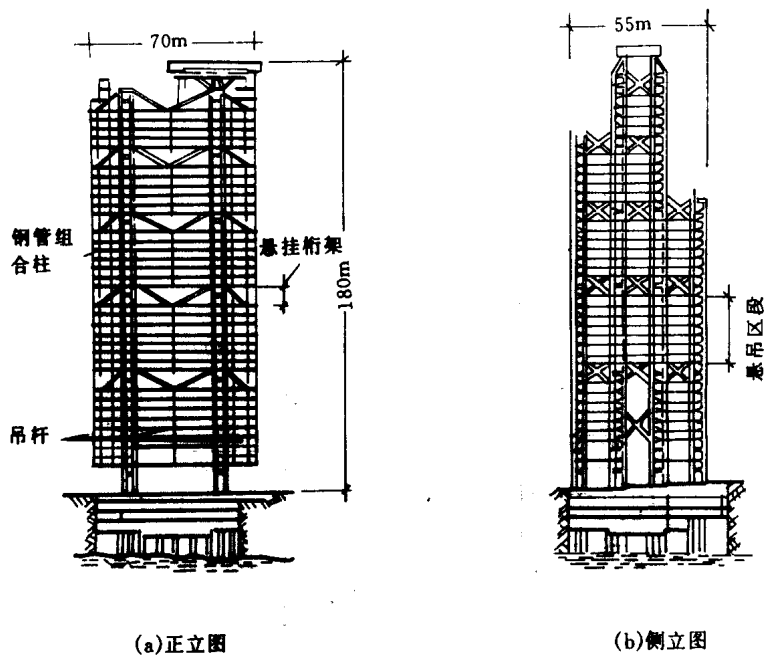


图 1.7 香港汇丰银行大厦

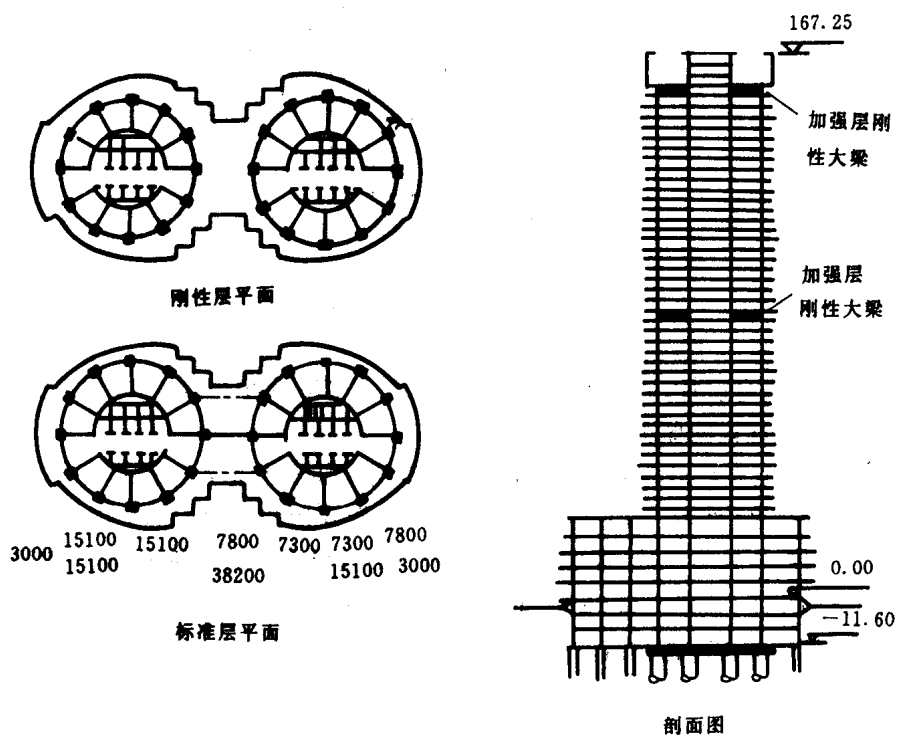
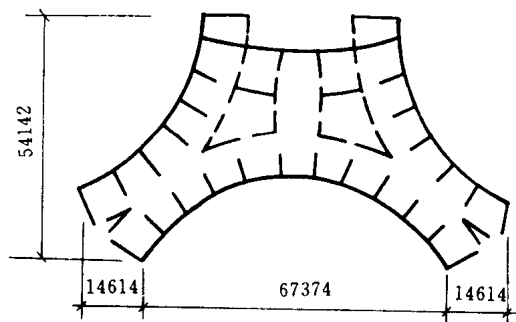
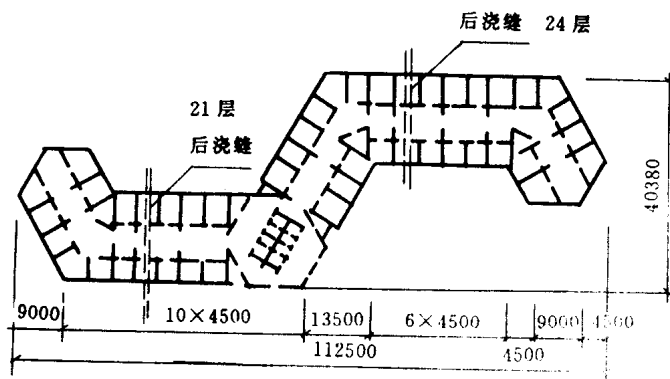


图 1.8 深圳商业中心大厦

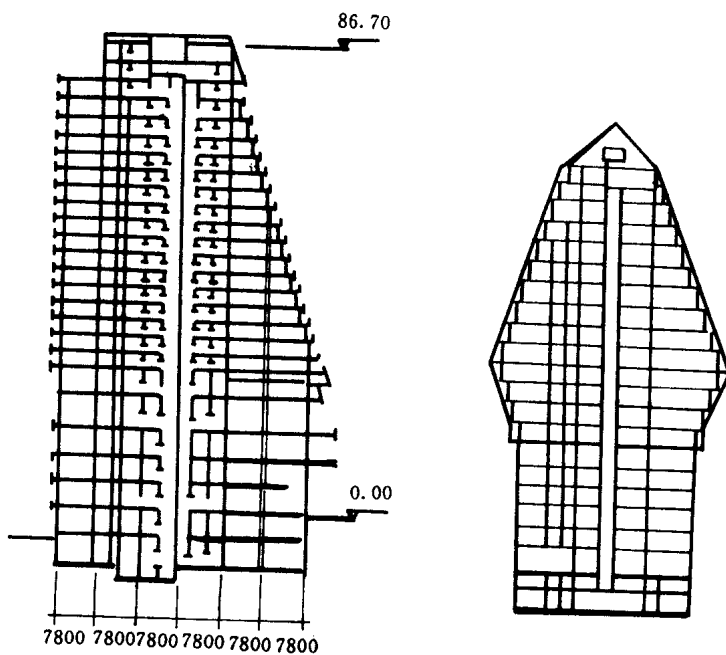


(a) 国际饭店平面方案(32层)



(b) 北京昆仑饭店平面方案

图 1.9 高层建筑的平面布置方案



(a) 深圳购物中心

(b) 广西北海饭店

图 1.10 竖向体型复杂的建筑物

表 1.2

国内已建成超过 100 米的建筑的发展简况

建成	建成	材 料			结 构			施 工		用 途					公布
年度	栋数	钢筋 混凝土	钢	钢混	框—剪	剪力墙	筒体 框—筒	现浇	现浇 预制	旅馆	多功能	办公	专业	公寓	城市
1976	1	1				1		1		1					1
1983	2	2				1	1	2		2					2
1985	4	4			1	1	2	3	1	1	1	2			4
1986	6	5		1	1	3	2	3	3	2	1	2	1		3
1987	5	5			1	2	2	5		1	1	1	2		5
1988	10	8	1	1	2	3	5	8	2	6	1	1	2		5
1989	16	15	1		4	2	10	15	1	5	4	2	2	3	6
1990	29	26	2	1	13	3	13	26	3	12	8	3	1	5	9
1991	21	20	1		4	7	10	19	2	7	6		3	5	6
1992	9	9			2	1	6	9		1	6	1	1		7
1993	11	11			2	5	4	11		1	5		1	4	8
1994	16	16			2	8	6	10		1	6	1	1	7	8
1995	22	21		1	3	8	11	20	2		11	2	3	6	13
合计	152	143	5	4	35	45	72	138	14	40	50	15	17	30	30

从表 1.2 可知,我国超高层结构绝大多数为钢筋混凝土结构,结构体系以框架—筒体、剪力墙、框架—剪力墙结构为主,其用途从初期的高层旅馆开始,逐步向商业办公楼、综合楼等发展。

四、高强轻质材料的应用

在我国,陶粒混凝土、火山渣混凝土已广泛应用于高层剪力墙住宅。近年来,钢管混凝土柱也在推广应用。广州好世界大厦(33 层)首次将 C60 高强混凝土与钢管配合使用,使底层柱截面由 2 米×2 米方柱($A_c=4$ 平方米)改为 $\phi 1.2$ 米($A_c=1.13$ 平方米),只相当原设计截面的 28%,并且由于用钢管柱直接落在灌注桩上,采用逆作法施工地下部分,缩短了 7 个月工期,取得了较大的经济效益。

表 1.3

国内已建成的最高的 100 栋建筑

序号	名 称	地点	设计单位	施工总承包	± 0 以上屋 顶板高度 (m)	结构层		体 系			形状	建成 年份
						地上	地下	材料	结构	施工		
1	地王大厦	深圳	美国建筑设计公司 (建筑)、新日铁、茂 盛工程公司(结构)	熊谷组总承包、中建 三局一公司(S)、二 局南方公司(RC)	325	81	3	S+RC	框架 —筒体	钢结构安 装液压爬模	矩形	1996
2	中天广场	广州	刘荣广、伍振民建 筑师事务所、茂盛 工程顾问有限公司	熊谷组总承包,广州 市二建公司施工	322	80	2	RC	框架 —筒体	全现浇液 压爬模	方形	1996

序号	名称	地点	设计单位	施工总承包	±0 以上屋顶板高度(m)	结构层		体系			形状	建成年份
						地上	地下	材料	结构	施工		
3	中银大厦	青岛	北京中建建筑设计院	中建一局第三建筑公司	241	58	3	RC	筒中筒	全现浇	1/4圆形	1996
4	鸿昌广场	深圳	中国建筑设计院、中国建筑科学研究院设计所	中建三局深圳一公司	218	60	4	RC	筒中筒	全现浇胶合板模板	八角形	1996
5	武汉国际贸易中心	武汉	武汉市建筑设计院	中建三局二公司	212	53	3	RC	筒中筒	全现浇滑动模板	菱形	1996
6	京广中心	北京	日本设计事务所熊谷组	熊谷组	208	57	3	S	框架—剪力墙	钢结构安装现浇楼板	扇形	1990
7	金鹰国际商厦	南京	南京市建筑设计院	南京市二建公司	206	58	2	RC	筒中筒	全现浇	菱形	1996
8	上海森茂大厦	上海	藤田·大林组共同体、华东建筑设计院	中建二局三公司	201	46	4	RC筒SRC柱	框架—筒体	全现浇钢骨柱安装	方形	1996
9	广东国际大厦主楼	广州	广东省建筑设计院	广东省四建公司	199	63	4	RC	筒中筒	全现浇钢框胶合板	矩形	1992
10	大都会广场	广州	华南理工大学设计院	广州市四建公司	199	48	2	RC	框架—筒体	全现浇钢框胶合板	方形	1990
11	武汉建银大厦	武汉	中南建筑设计院	中建三局一公司	198	50	2	RC	框架—剪力墙	全现浇	矩形	1996
12	经协大厦	深圳	华森顾问工程公司	中国华西三公司	195	56	3	RC	框架—筒体	全现浇	风车形	1996
13	世界金融大厦	上海	同济大学建筑设计院等	协兴建筑有限公司	189	46	3	S+RC	框架—筒体	钢结构安装液压爬模	菱形	1996
14	山东省商业大厦	济南	亚新设计工程有限公司	中建八局工程承包部	185	53	3	RC	筒中筒	全现浇	鼓风机形	1996
15	京城大厦	北京	日本清水建设	北京市五建公司	183	52	4	S	框架—剪力墙	钢结构安装外墙挂板	方形	1991
16	佛山百花广场	佛山	广东省建筑设计院	广东省一建公司	178	54	2	RC	筒中筒	全现浇	圆形	1996
17	时代广场大厦	深圳	华森顾问工程公司	中国华西一公司	176	38	3	RC	框架—筒体	全现浇	矩形	1996
18	深房广场	深圳	深圳市第一设计院	江苏建安公司深圳一公司	175	50	3	RC	框架—剪力墙	全现浇	双圆形	1995
19	通程国际商业大厦	长沙	湖南省建筑设计院	大托建筑公司	174	45	2	RC	框架—剪力墙	全现浇	三角形	1996
20	东锦江大酒店	上海	奥雅纳香港公司等	上海市七建公司	174	50	2	RC	框架—筒体	全现浇	缺角三角形	1996
21	泰合广场	武汉	中南建筑设计院	武建集团	174	45	2	RC	筒中筒	全现浇	凸形	1996
22	兰生大厦	上海	浙江省建筑设计院	上海市一建公司	173	40	3	RC	框架—筒体	全现浇	弧形	1996
23	建设大厦	上海	华东建筑设计院	上海建工集团(四建)	173	46	2	RC	框架—筒体	全现浇外墙爬塔	菱形	1996
24	大连天伦大厦	大连	哈尔滨建筑大学设计院	大连市第一建筑公司	170	43	3	RC	框架—筒体	全现浇	三角形	1996
25	东北电力负荷预测中心	沈阳	中国建筑东北设计院	东北电力三公司	169	44	2	RC	框架—筒体	全现浇	菱形	1996
26	新金桥大厦	上海	香港何建建筑国际公司、华东建筑设计院	中建三局一公司	167	42	2	S+RC	框架—筒体	钢结构安装现浇筒板	八角形	1996
27	广州国际贸易中心	广州	广东省建筑设计院	广东省二建公司	167	48	2	RC	框架—筒体	全现浇	橄榄形	1996
28	广信大厦	广州	广东广信建筑设计院	广东省四建公司	167	47	4	RC	框架—筒体	全现浇	缺角矩形	1996