

钢 筋 混 凝 土

高层建筑结构设计

(第 二 版)

赵西安 编著

中国建筑工业出版社

目 录

第一章 概论..... 1	第五章 结构计算的一般问题..... 117
第一节 国外高层建筑的发展..... 1	第一节 结构计算的基本假定..... 117
第二节 我国港台地区高层建筑的发展..... 19	第二节 高层建筑结构的稳定和倾覆验算..... 123
第三节 我国内地高层建筑的发展..... 25	第三节 高层建筑结构水平位移的限值..... 124
第四节 目前我国高层建筑发展的几个特点..... 28	第六章 高层建筑结构分析的计算机方法..... 127
第五节 我国内地高层建筑设计情况的一些分析..... 44	第一节 位移法的基本概念..... 127
第六节 我国的高层建筑结构设计规程..... 46	第二节 高层建筑结构空间协同分析的方法..... 129
第二章 高层建筑结构设计的一般原则..... 48	第三节 三维杆件空间分析方法..... 136
第一节 抗风设计的一般原则..... 48	第四节 竖向荷载作用下的轴向变形影响..... 139
第二节 抗震设计的一般原则..... 51	第五节 对高层建筑结构分析程序的基本要求 and 计算结果的分析..... 141
第三节 高层建筑结构抗震设计方法..... 59	第六节 考虑楼板变形计算高层建筑结构..... 147
第四节 结构设计与其它工种的关系..... 63	第七节 采用平面有限单元法分析剪力墙..... 157
第三章 高层建筑结构的体系选择和结构布置..... 65	第八节 高层建筑结构的动力时程分析方法..... 177
第一节 常用的结构体系..... 65	第七章 框架结构设计..... 204
第二节 竖向结构体系的选择..... 68	第一节 结构布置..... 204
第三节 楼面体系的选择..... 74	第二节 框架结构的计算..... 205
第四节 结构平面布置的要求..... 80	第三节 截面设计和配筋构造..... 218
第五节 结构竖向布置的要求..... 83	第八章 剪力墙结构设计..... 237
第六节 温度缝、沉降缝、防震缝..... 85	第一节 普通剪力墙结构的结构布置..... 237
附 录 高层建筑结构复杂程度的评估..... 89	第二节 小开口整体墙的计算..... 244
第四章 高层建筑结构的设计荷载和地震作用..... 92	第三节 联肢墙的计算..... 248
第一节 竖向荷载..... 92	第四节 壁式框架的计算..... 264
第二节 风荷载..... 96	第五节 剪力墙结构的截面设计和构造要求..... 270
第三节 地震作用..... 100	第六节 鱼骨式大开间剪力墙结构设计..... 285
第四节 荷载效应和地震作用效应的组合..... 111	第七节 大开间少纵墙剪力墙结构设计
第五节 结构抗震等级..... 113	
附 录 上海地区地震作用和风荷载的取值..... 115	

.....	286		481
第九章 框架-剪力墙结构设计	292	第一节 旋转餐厅设计	481
第一节 框架-剪力墙结构的受力特点	292	第二节 加强层设计	510
第二节 框架-剪力墙结构中剪力墙数量 的决定	293	第三节 悬挑结构设计	532
第三节 剪力墙的布置	301	第四节 幕墙设计	542
第四节 框架-剪力墙结构的计算	311	第五节 无粘结预应力楼盖设计	569
第五节 框架剪力的调整	322	第十四章 混凝土材料应用的其它 问题	586
第六节 框架-剪力墙结构的截面设计和 构造要求	324	第一节 高强混凝土的应用	586
第十章 筒体结构设计	327	第二节 轻混凝土在高层建筑结构中的 应用	600
第一节 筒体结构的受力性能和工作特点	327	第三节 结构耐火设计	616
第二节 筒中筒结构的布置	330	第十五章 钢-混凝土混合结构	627
第三节 框架-筒体结构的布置	339	第一节 概述	627
第四节 筒体结构的简化计算方法	344	第二节 结构体系和结构布置	640
第五节 杆件-薄壁杆件空间分析方法	357	第三节 钢构件设计	650
第六节 截面设计与构造要求	363	第四节 组合构件设计	662
第十一章 带转换层的高层建筑结构 设计	368	第五节 钢-混凝土混合结构连接	676
第一节 结构转换层	368	第十六章 高层建筑结构内力分析和 配筋计算程序及其应用	679
第二节 底部大空间剪力墙结构设计	376	第一节 概述	679
第三节 底部大空间上层鱼骨式剪力墙结 构设计	396	第二节 编制程序的基本原理	683
第四节 大底盘大空间剪力墙结构设计	400	第三节 几何数据输入	701
第五节 带转换层结构的一般分析方法	409	第四节 高层建筑结构空间分析的若干问 题说明	715
第六节 其它形式的转换层结构	417	第五节 荷载数据交互式自动形成	724
第七节 深梁设计	430	第六节 时程分析程序TBDYNA的 使用	732
第十二章 高层建筑的基础设计	444	第七节 剪力墙平面有限元程序TBFEM 的使用	739
第一节 基础的选型和埋置深度	445	第八节 多功能结构计算程序 MTBSA和STBSA	751
第二节 高层建筑主楼基础与裙房基础的 连接	447	第十七章 高层建筑结构计算机辅助 设计	754
第三节 地基承载力和单桩承载力	448	第一节 概述	754
第四节 筏形基础	452	第二节 高层建筑结构CAD软件的技术 依据和功能要求	755
第五节 箱形基础	456	第三节 高层建筑结构CAD软件的总体 设计	765
第六节 桩基础	463	参考文献	779
第七节 高层建筑基础设计实例	470		
第十三章 高层建筑其它结构的设计			

第一章 概 论

第一节 国外高层建筑的发展

一、50年代以前的高层建筑

高层建筑是近代经济发展和科学技术进步的产物。城市人口集中、用地紧张以及商业竞争的激烈化,促使了近代高层建筑的出现和发展。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),10层,55m高,建于1884~1886年,这座采用铸铁框架承重的结构,标志着一种区别于传统砌筑结构的新结构体系诞生。

从1884年到19世纪末,高层建筑已经发展到采用钢结构,建筑物的高度越过了100m大关,1898年建成的纽约Park Row大厦(30层,118m)是19世纪世界上最高的建筑。

随后,20世纪初,钢结构高层建筑在美国大量建成,美国在高层建筑的数量、层数、高度方面,始终居于领先地位。到第二次世界大战前,美国超过200m的高层建筑已经有10幢。

1931年建成的“摩天大楼”——纽约帝国大厦成为高层建筑发展第一阶段的典型代表。它有102层,高381m,采用逐渐阶梯形内收,成为塔尖的古典风格,用实体天然材料墙面。这工程所用的钢材强度不很高,用钢量为 $190\text{kg}/\text{m}^2$ 。它保持最高的建筑物的纪录达41年。

在这时期,钢筋混凝土高层建筑于20世纪初开始兴建,1903年,世界上最初的钢筋混凝土高层建筑Ingalls大楼在美国辛辛那提布建成,16层,64m高。

由于第二次世界大战影响,高层建筑在30~40年代停顿了10余年。

二、50年代至70年代高层建筑的发展

战后的经济恢复和发展,使高层建筑又进入一个新的阶段。由于50年代初玻璃、铝合金等新型外墙材料开始使用,这个时期称为现代主义的新建筑风格迅速取代了上一个时期的古典主义风格,以简单的几何形体、大面积的金属和玻璃幕墙为代表的“玻璃盒子”作为现代化的标志,成了这一时期高层建筑的主流。

代表这一个时期开始的典型作品是纽约的利华大厦和联合国大厦。这两座30层和40层的玻璃方盒子成了建筑师们竞相模仿的作品。

这一时期高层建筑的发展具有如下特点:

1. 高层建筑迅速增加,层数和高度都有大幅度的突破

到1979年,已建成200m以上的高层建筑50幢以上,其中大部分在美国。1972年两幢

纽约世界贸易中心大厦建成(110层, 412m), 打破了帝国大厦保持了41年的381m的记录, 而用钢量仅为 $160\text{kg}/\text{m}^2$ 。不久, 1974年芝加哥建成了世界最高的西尔斯大厦(Sears Tower), 110层, 443m, 加上天线达500m。

同一时期, 欧洲建成了波兰华沙的Palac Kultury i Nauki大楼, 47层, 241m至今仍为欧洲最高建筑。

在这一时期, 日本于1964年废除了建筑物高度不得超过31m的限制, 于1968年首次建成了36层的震关大厦, 以后陆续兴建了超过100m高度的50幢高层建筑, 并建成了日本最高的东京阳光大楼(60层, 226m)。

在非地震区, 这一时期香港建成了65层的合和中心(216m), 成为亚洲最高的钢筋混凝土高层建筑。

2. 结构体系新颖多变, 建筑材料丰富多采

在50~70年代, 除了传统的框架、框架-剪力墙和剪力墙体系以外, 新的结构体系得到了广泛应用。

框架-筒体结构和筒中筒结构、成束筒结构成为突破新高度的主要结构手段。纽约世界贸易中心采用了筒中筒结构(412m), 西尔斯大厦采用了成束筒结构(443m), 约翰·考克大厦采用了桁架筒结构(384m), 见图1-1、1-2、1-3。

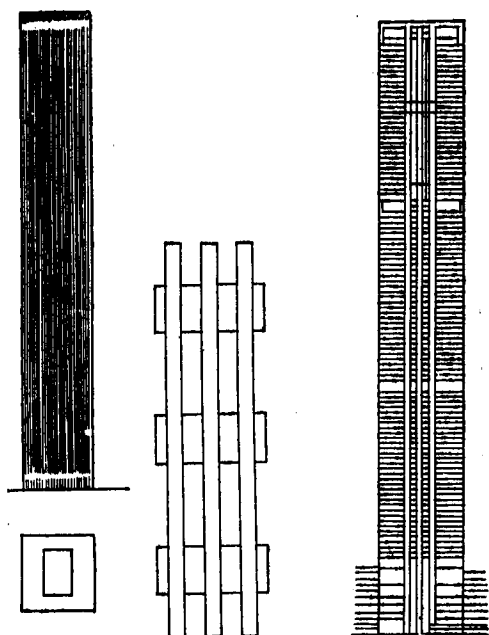


图 1-1 世界贸易中心

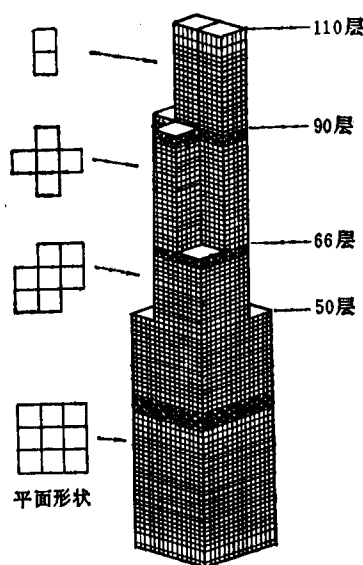


图 1-2 西尔斯大厦

悬挂结构、悬挑结构在旅馆和办公建筑中应用越来越多, 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1-4)。

巨型框架结构和巨型桁架结构开始应用, 其中有54层的新加坡华侨银行(图1-6)。

这一时期, 除了钢结构高层建筑继续发展以外, 建成了高达74层、262m的芝加哥水塔广场大厦, 采用了钢筋混凝土结构。最高的全部采用轻混凝土的建筑是休士顿贝壳广场

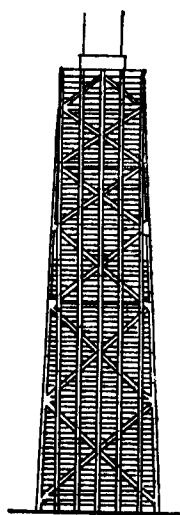


图 1-3 芝加哥约翰·考克大厦

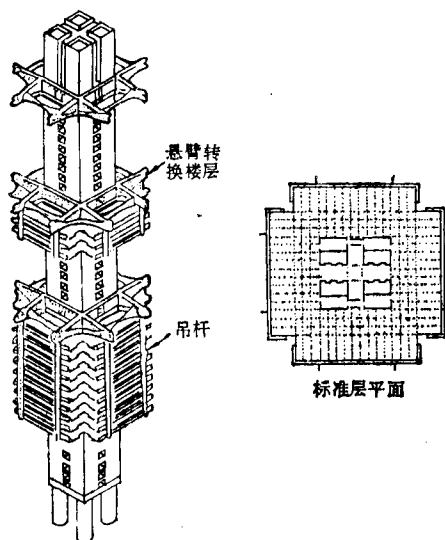


图 1-4 Standard Bank大楼结构示意图

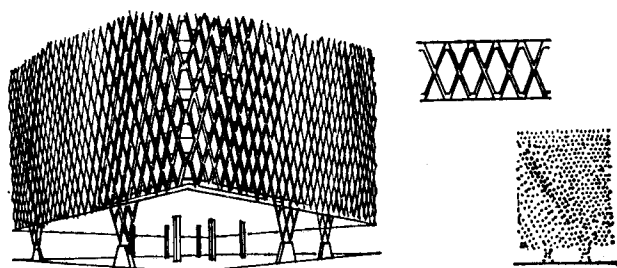


图 1-5 美国匹兹堡IBM公司大楼

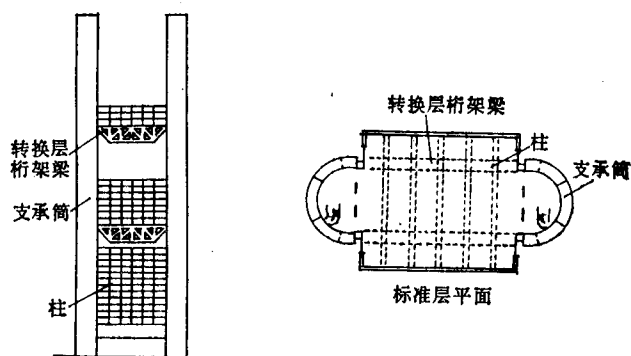


图 1-6 OCBC Center大楼结构示意图

大厦（50层，218m），它也在这一时期建成。此外，钢-钢筋混凝土混合结构也得到了迅速发展。

3. 高层建筑抗震设计水平大幅度提高

高层建筑结构抗震设计，美国西海岸以加利福尼亚为中心进行了广泛深入的研究，颁

布了一系列抗震设计的法规，建成了地震区最高的钢筋混凝土建筑——洛杉矶的加利福尼亚联合银行大厦（62层，262m），而在大洋另一边，日本在冲破31m限制高度后，全力进行钢结构和型钢混凝土结构的抗震设计方法研究，建成了大批100m以上的高层建筑。

三、80年代的高层建筑

进入80年代，高层建筑的风格又有了新的变化，受后现代主义思潮的影响，建筑物的体型由单纯追求“简洁就是美”而转向多样化。在色彩、线条、质感上更为丰富多变。

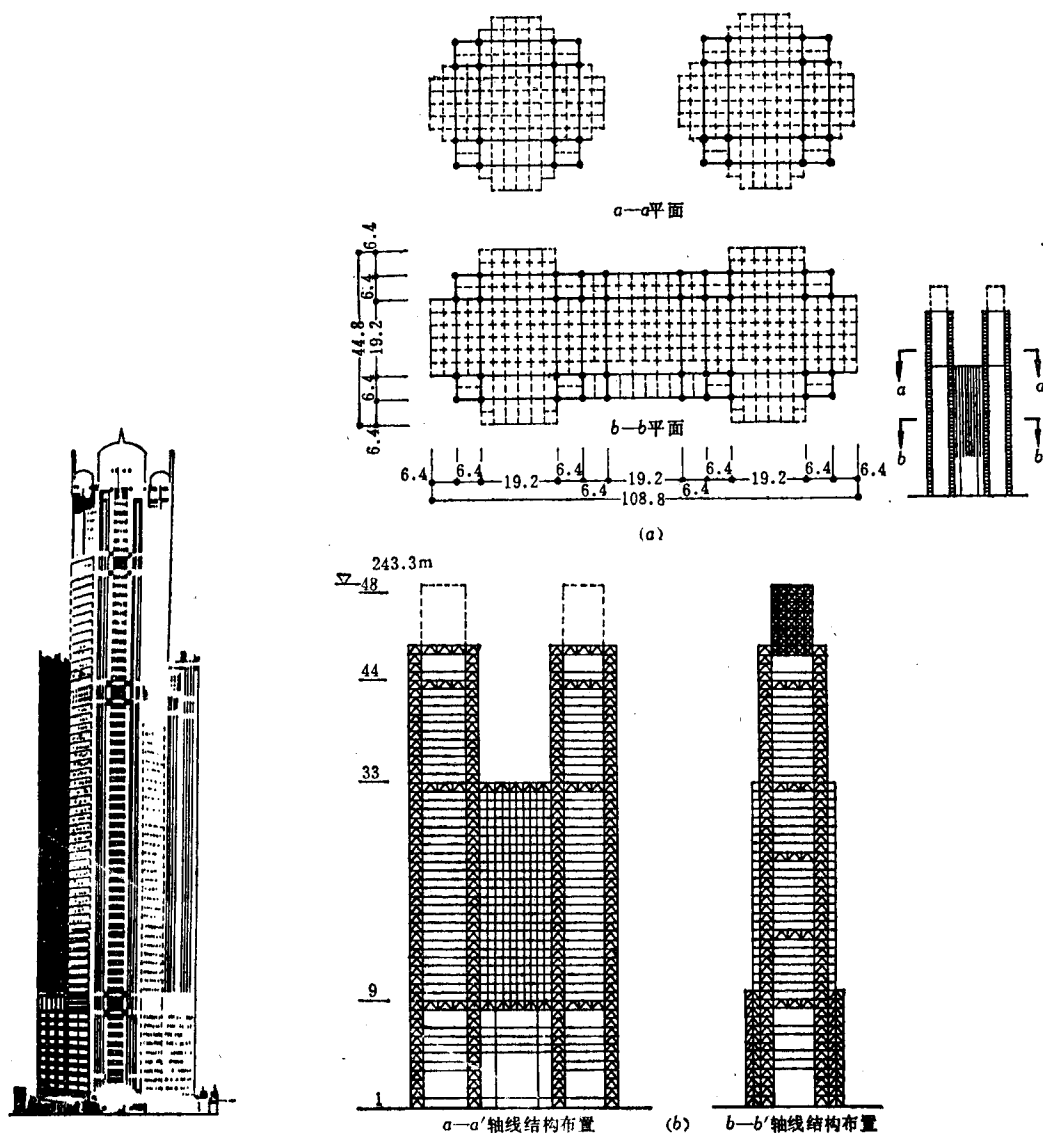


图 1-7 芝加哥第一瓦克公司大楼

图 1-8 日本东京都厅舍 1 号楼
(a) 平面; (b) 结构布置

这一时期，美国的高层建筑在高度上尚未有突破，但正处在一个酝酿期中。目前，几座高度超过500m的建筑物正在规划、设计，如纽约的Television 'City Tower (509m)、Phoenix Tower (费尼克斯市，515m)，一旦建成，将突破500m大关。不过，在这时期，美国建成了最高的钢筋混凝土建筑——芝加哥第一瓦克公司大楼 (1Wacker Drive)，达到80层，295m (图1-7) 和第311瓦克公司大楼 (65层，296m)。

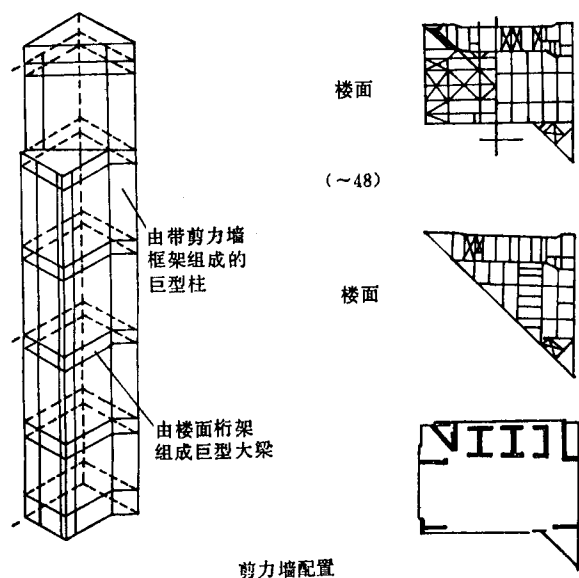


图 1-9 新加坡OUB中心大厦

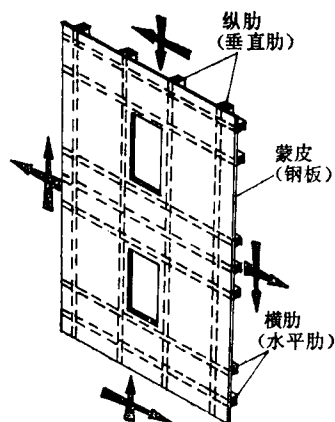


图 1-10 应力蒙皮结构局部示意

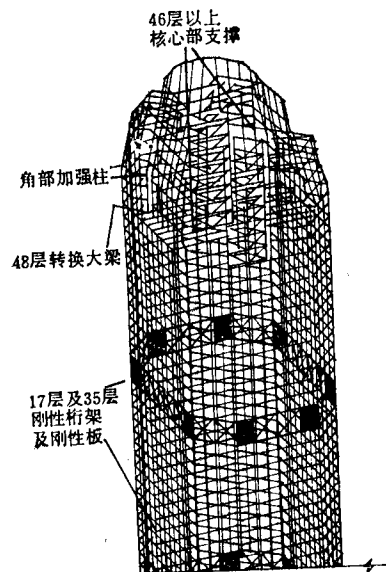


图 1-11 One Mellon银行中心上部楼层、骨架 (已除去表面蒙皮)

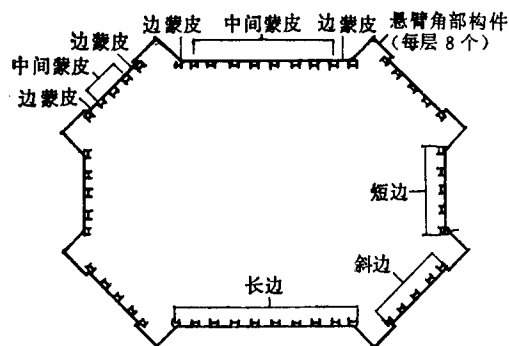


图 1-12 One Mellon银行中心平面示意图 (表示蒙皮与骨架的关系)

在80年代,亚洲地区的高层建筑却得到了非常迅速的发展,日本正在建造东京市政厅大厦(东京都厅舍,48层、243.3m),为当时日本最高的建筑(图1-8)。

在我国台湾省和香港地区,高层建筑发展也十分迅速(见下节)。

新加坡建成了Overseas Union Bank大厦,(63层,280m),成为当时仅次于香港中国银行大厦的亚洲第二高建筑物(图1-9)。

除了上述各种结构体系以外,美国建成了One Mellon银行大厦,采用了应力蒙皮结构,将航空和造船工业的技术引入建筑结构领域。蒙皮结构在纵横肋(柱、梁)上蒙上一层薄金属板(蒙皮),形成共同工作体系。蒙皮主要在面内受力(正应力和剪应力),它相当于连续分布支撑(图1-10)。由于作为蒙皮的钢板在平面内有很大的拉、压和剪切强度,所以应力蒙皮结构有很好承载力和刚度,而重量却很轻。图1-11为除去蒙皮后的结构布置,竖向骨架(纵肋)为外柱,柱距3m。为了形成有效蒙皮,窗口面积只为墙面面积的25%。外蒙皮厚度:下部楼层8mm,上部楼层5mm。图1-12表示蒙皮与骨杂的关系。

四、90年代初期高层建筑

进入90年代,高层建筑虽然在高度上未有新的突破,但各国都在酝酿着更高的建筑。美国、日本都在研究、设计500m以上高度的建筑。图1-13为芝加哥Miglin-Beiter塔楼(125层、594m),现已开始施工。图1-14至图1-17分别为日本大成建设、鹿岛建设和大林组等公司正在设计的方案,一些更高的建筑也在进行可行性研究。从目前趋势来看,到2000年,超过500m的高度是可以实现的。

1993年,日本建成了横滨标志大厦(Landmark Tower),地下3层,地上73层,高度296m(图1-18, 1-19),成为当前日本最高的建筑物。

随着层数与高度的增长,钢筋混凝土建筑物的层数已超过80,为减小墙、柱截面尺寸,高强混凝土、钢管混凝土和钢骨混凝土都得到了应用。图1-20为美国西雅图58层的双联广场大厦(Two Union Square Building),其65%的竖向荷载由中央四根直径3m的钢管混凝土柱支承,钢管厚30mm,充填C135高强混凝土;其余荷载由周边14根小钢管混凝土柱承受。C80以上混凝土在美国也得到广泛的应用(图1-21)。

在90年代,亚洲成为经济发展最快的地区,相应地高层建筑大量兴建,沿西太平洋岸边的日本、朝鲜、韩国、中国大陆、台湾、香港和新加坡、马来西亚等国家和地区,陆续建成超过200m、300m的建筑物,在今后10年,将成为北美以外的世界新的高层建筑中心(表1-1)。

朝鲜平壤建造的柳京大厦(图1-22),地下4层,地上105层,高度305m。采用小开间剪力墙结构,混凝土强度等级为C45。结构部分已于1990年封顶。

进入90年代,值得注意的发展趋势是:原来从高层钢结构起步的美国和日本,钢筋混凝土高层建筑迅速发展起来。尤其是日本,以前基本上采用钢结构,现在大力发展钢筋混凝土结构,除进行基本构件和结构的抗震研究外,工程上20~30层的钢筋混凝土高层建筑正推广应用,最高已达40层。其主要原因是:钢筋混凝土结构整体性好,刚度大,位移小,舒适性佳;钢筋混凝土结构耐腐蚀,耐火,维护方便;另外,即使在美国和日本,钢筋混凝土结构造价还是低于钢结构。

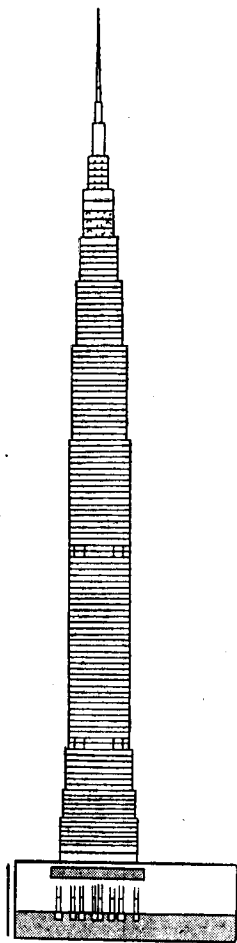


图 1-13 美国芝加哥Miglin-Beiter塔楼
(125层, 594m)

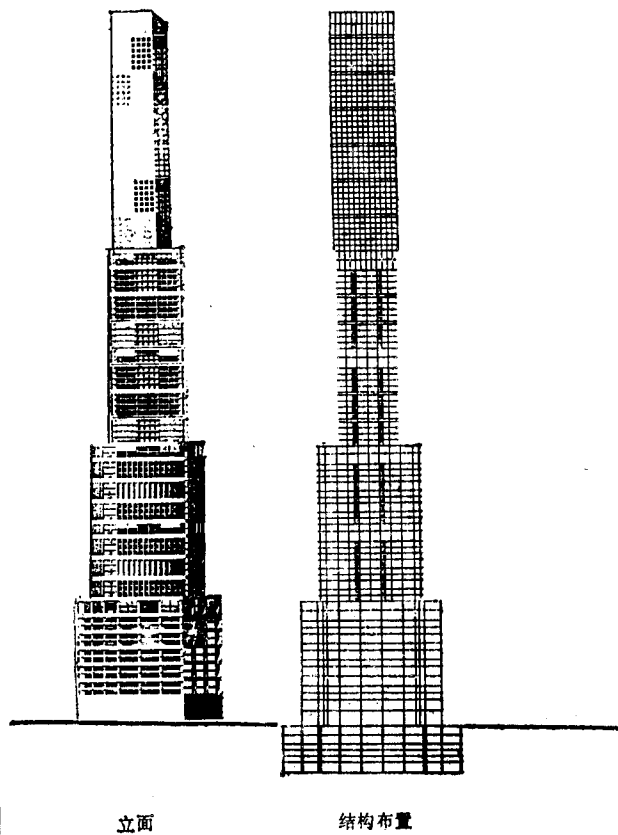


图 1-14 “日本大成100”工程
(100层, 420m)

西太平洋沿岸国家和地区的高层建筑

表 1-1

国家或地区	建筑物名称	地 点	层数	高度 (m)	结 构	建成 年代
日 本	横浜际表大厦	横 滨	73	296	钢框架	1993
	东京市政府大厦	东 京	48	243	钢, 巨型框架	1991
	阳光60大楼	东 京	60	226	钢, 框架、带缝剪力墙	1978
	新宿中心大厦	东 京	54	214	钢, 框架、带支撑框架	1979
	新宿三井大厦	东 京	55	211	钢, 框架、带缝剪力墙	1974
朝 鲜	柳京大厦	平 壤	105	305	小开间钢筋混凝土剪力墙结构	1990年 结构完
南 朝 鲜	保险公司大厦	汉 城	63	233	钢框架结构	1986
	贸易中心大厦	汉 城	54	127	钢框架结构	1985
中国大陆	贤成大厦	深 圳	62	218	钢筋混凝土筒中筒	1995
	京广中心大厦	北 京	57	208	钢, 框架, 剪力墙	1990
	广东国际大厦	广 州	63	199	钢筋混凝土筒中筒	1991
	京城大厦	北 京	50	185	钢, 框架, 剪力墙	1990

续表

国家或地区	建筑物名称	地 点	层数	高度 (m)	结 构	建成 年代
台 湾	高雄银行	高 雄	85	331	钢, 巨型框架	1994
	长谷世贸联合国大厦	台 北	51	244	SRC + 钢, 框架	1992
	世界贸易中心	台 北	38	146	钢筋混凝土框筒	1990
香 港	中环大厦	香 港	75	363	钢筋混凝土三角形筒中筒	1992
	中国银行大厦	香 港	72	368	钢, SRC巨型桁架	1989
	合和中心	香 港	65	216	钢筋混凝土多重筒	1981
新 加 坡	海外联合银行	新加坡	64	280	钢巨型框架	1990
	财政部办公楼	新加坡	52	235	钢, SRC框架	1986
	瑞夫城市饭店	新加坡	70	226	钢筋混凝土多中筒	1986
马来西亚	图阿部罗提克大厦	檳榔嶼	61	232	钢筋混凝土	1985

注: SRC—钢筋混凝土结构。

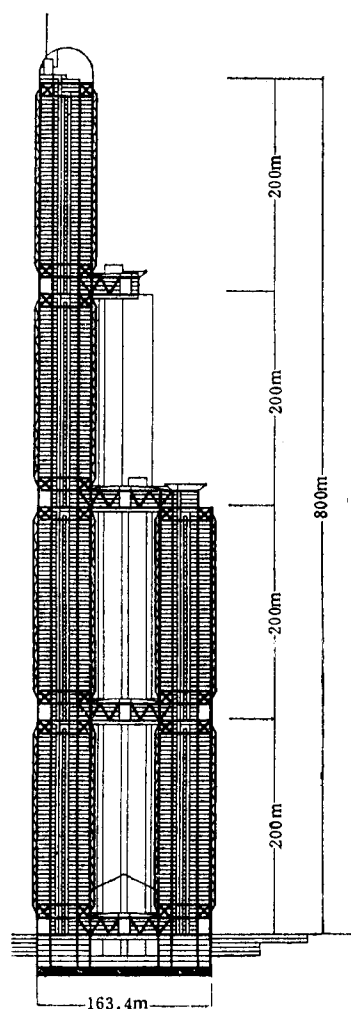
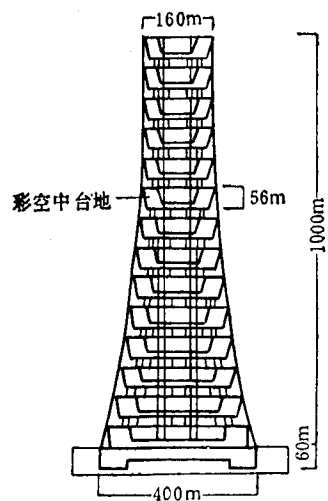
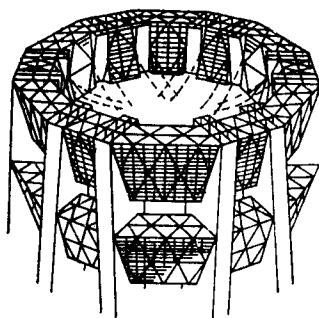
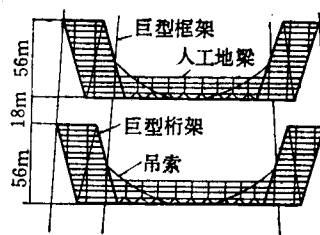
图 1-15 日本“鹿岛200”工程
(200层, 800m)

图 1-16 日本“空中城市1000”工程剖面



(a) 巨型结构单元



(b) 巨型结构的组成

图 1-17 日本“空中城市1000”工程结构布置

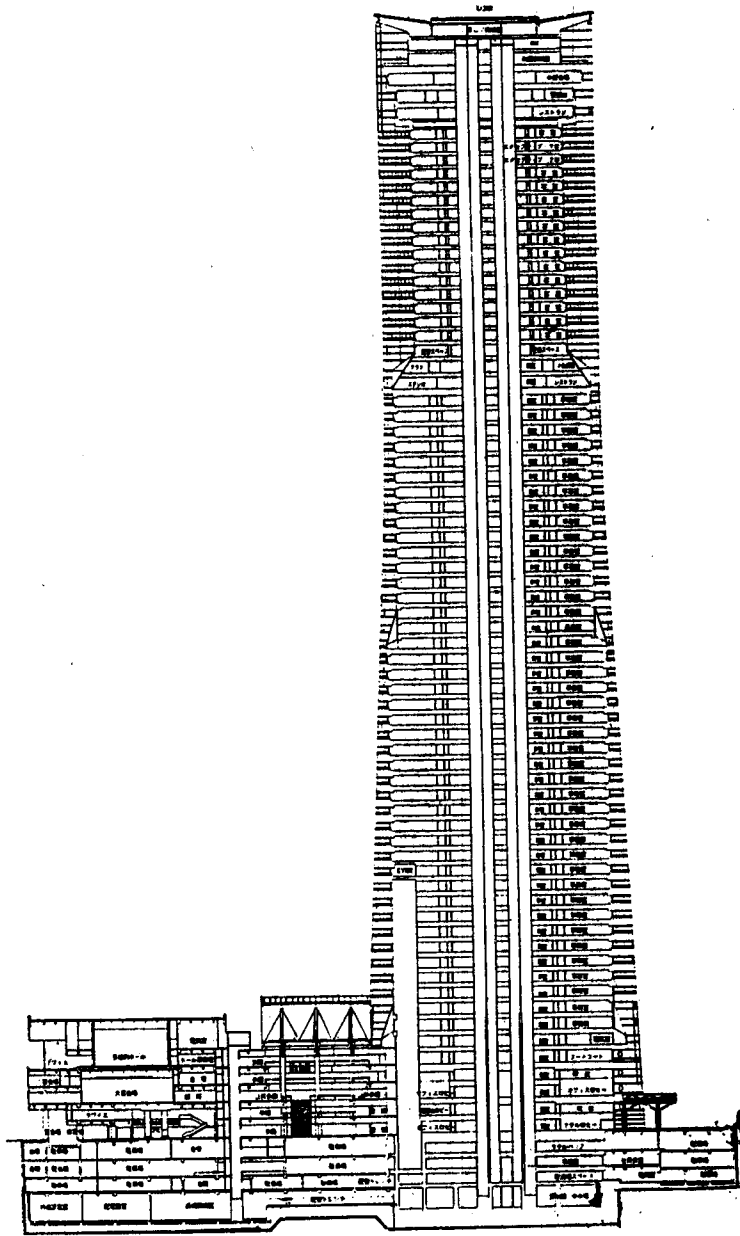


图 1-18 日本横浜标志大厦剖面 (73层, 296m)

近年来, 复杂体型的高层建筑不断出现, 其中立面开洞和连体建筑是新出现的形式。图1-23为巴黎台方斯大门, 它由两座高110m的办公楼连结而成, 门宽110m, 连体部分为3层高的预应力混凝土箱形大梁; 该建筑未考虑抗震设计。地震设防建筑采用这类结构难度要大得多, 日本1992年建成的东京NEC大厦 (图1-24) 采用巨型框架结构, 在中部形成大的开口〔1-24〕。

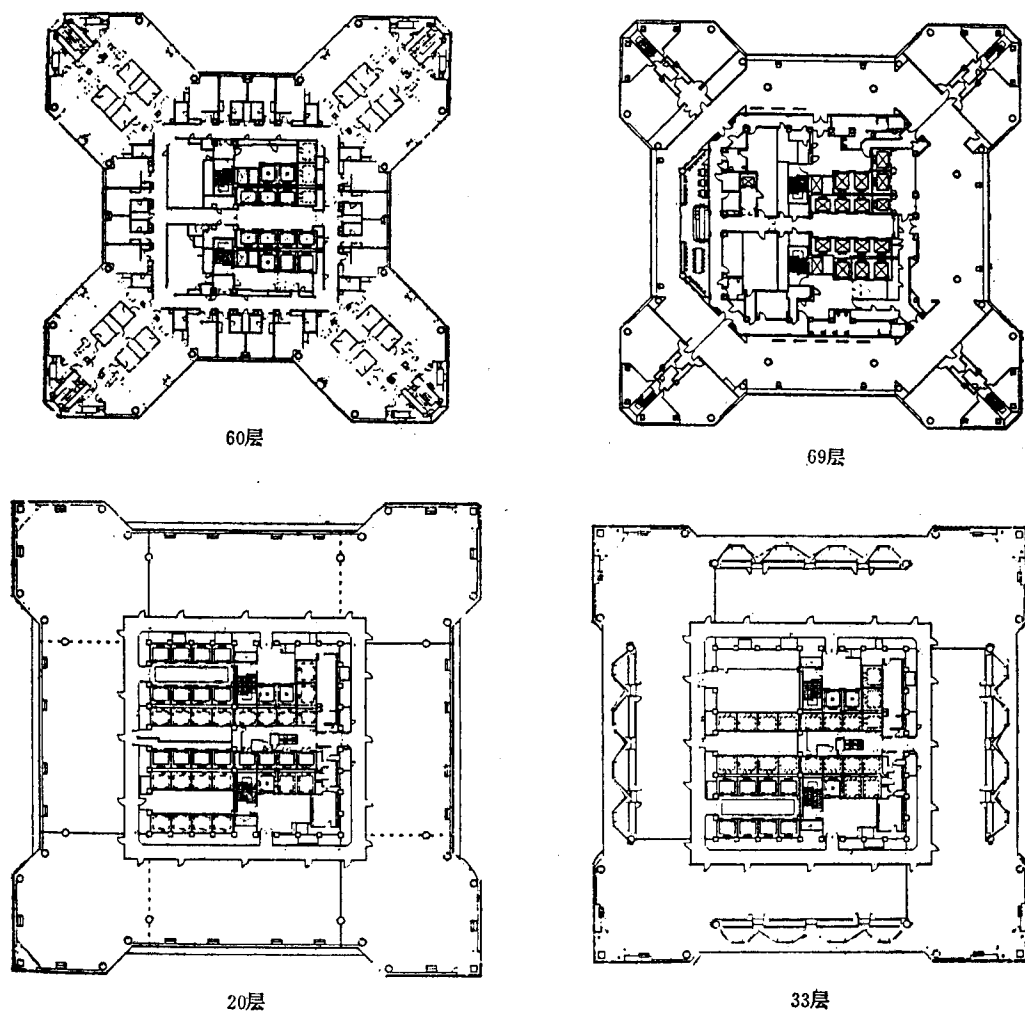


图 1-19 日本横浜标志大厦平面

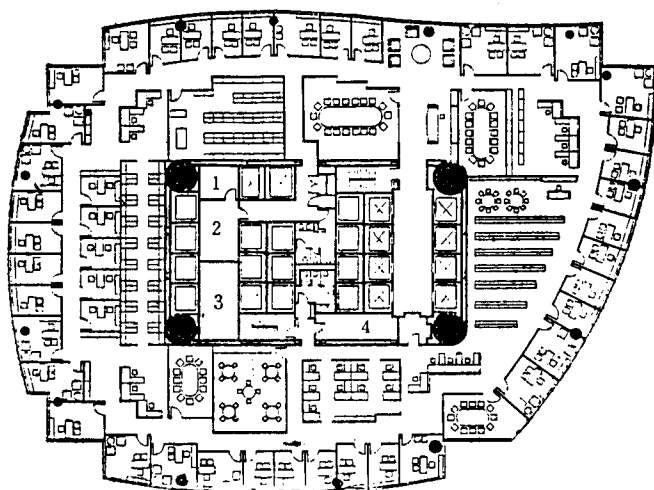


图 1-20 Two Union Square大厦 (58层)

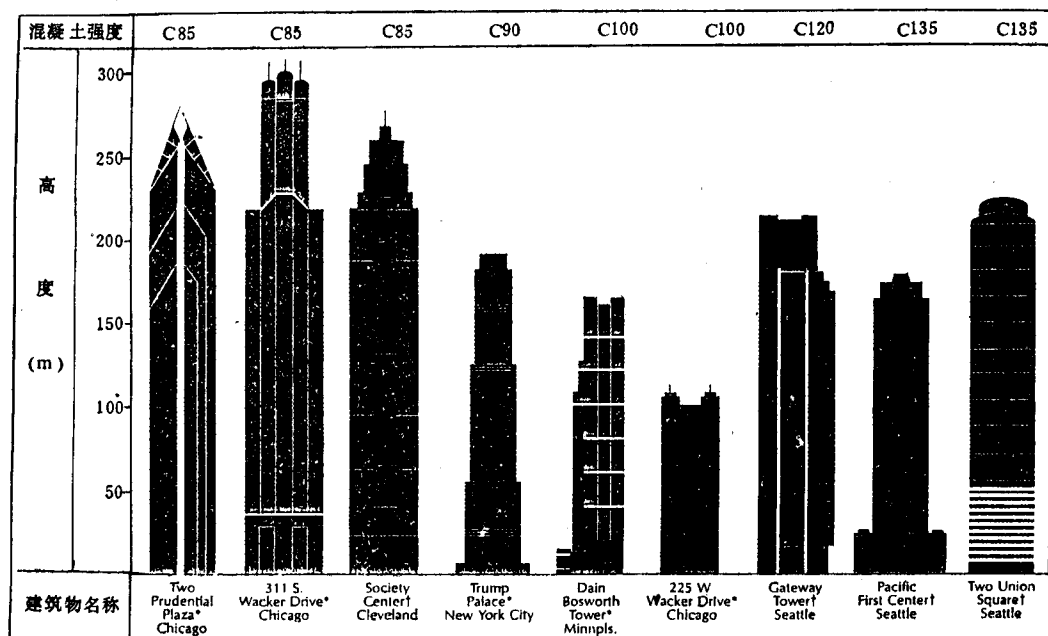


图 1-21 美国采用高强混凝土的建筑

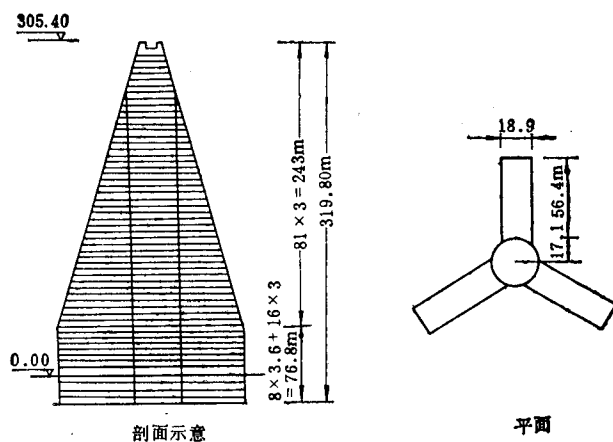


图 1-22 平壤柳京大厦 (101层, 305m)

1993年, 日本大阪市建成梅田大厦, 这是抗震设计的最典型连体结构 (图1-25, 1-26)。它在两座高层建筑顶部, 设置了钢结构的屋顶花园。梅田大厦为钢结构, 连接体部分在地面组装后, 整体提升、安装就位。梅田大厦进行了三维空间结构的详细分析, 采用的计算图形见图1-27[1-16]。

表1-2为国际高层建筑学会1991年公布的最高的100幢建筑。实际上, 1992~1993年间, 建成不少超过200m的建筑物, 其中有代表性的见表1-3。

全世界最高建筑 100 幢 (1991 年)

表 1-2

序号	国家或地区	城 市	建 筑 名 称	建成年份	层数	高度 (m)	结构材料	用途
1	美 国	芝 加 哥	西尔斯大厦	1974	110	443	钢	办公
2	美 国	纽 约	世界贸易中心 (北)	1972	110	417	钢	办公
3	美 国	纽 约	世界贸易中心 (南)	1973	110	415	钢	办公
4	美 国	纽 约	帝国州大厦	1931	102	381	钢	办公
5	香 港	香 港	中国银行大厦	1988	72	368	混 合	办公
6	美 国	芝 加 哥	标准石油公司	1973	80	346	钢	办公
7	美 国	芝 加 哥	约翰·汉考克大楼	1968	100	344	钢	综合
8	美 国	纽 约	克莱斯勒大楼	1930	77	319	钢	办公
9	美 国	洛 杉 矶	利勃提广场大厦	1989	75	310	混 合	办公
10	美 国	休 斯 顿	商业中心大厦	1982	79	305	混 合	办公
11	美 国	休 斯 顿	联合银行大厦	1983	71	296	钢	办公
12	美 国	芝 加 哥	311 瓦克·德赖夫大楼	1990	65	296	钢筋混凝土	办公
13	美 国	芝 加 哥	1 瓦克·德赖夫大楼	1990	80	295	钢筋混凝土	办公
14	美 国	西 雅 图	哥伦比亚中心大厦	1985	76	291	混 合	办公
15	美 国	纽 约	美国国际大厦	1931	66	290	钢	办公
16	加 拿 大	多 伦 多	第一银行大厦	1975	72	285	钢	办公
17	美 国	纽 约	40 华尔塔楼	1966	71	283	钢	办公
18	美 国	达 拉 斯	达拉斯中心大厦	1985	70	281	混 合	办公
19	美 国	纽 约	花旗公司	1977	59	280	钢	综合
20	新 加 坡	新 加 坡	华联银行大厦	1986	63	280	钢	办公
21	加 拿 大	多 伦 多	斯科德亚大厦	1988	68	275	混 合	办公
22	美 国	休 斯 顿	特兰斯戈 2 号塔楼	1983	64	275	钢	办公
23	美 国	芝 加 哥	900 密西根大楼	1989	67	267	混 合	办公
24	美 国	芝 加 哥	美国电话电报中心	1988	64	267	混 合	办公
25	美 国	芝 加 哥	水塔广场大厦	1976	74	262	钢筋混凝土	综合
26	美 国	洛 杉 矶	联合加利福尼亚银行	1974	62	262	钢	办公
27	美 国	旧 金 山	特兰斯亚美利加大厦	1972	48	260	钢	办公
28	美 国	纽 约	美国罗克费雷无线电中心	1933	70	259	钢	办公
29	美 国	芝 加 哥	第一国民银行大厦	1969	60	259	钢	办公
30	美 国	匹 斯 堡	美国钢铁公司	1970	64	256	钢	办公
31	美 国	费 城	利勃提大厦	1987	60	256	钢	办公
32	美 国	亚 特 兰 大	大西洋中心	1988	50	250	混 合	办公
33	美 国	纽 约	城市大厦	1987	72	248	钢筋混凝土	综合
34	美 国	纽 约	大通曼哈顿银行	1961	60	248	钢	办公
35	美 国	纽 约	泛美大厦	1963	59	246	钢	办公
36	美 国	西 雅 图	联合广场大厦	1988	56	244	混 合	综合
37	美 国	达 拉 斯	莫门屯大厦	1987	60	244	混 合	办公
38	澳大利亚	墨 尔 本	里奥托中心	1986	70	243	钢筋混凝土	办公
39	日 本	东 京	东京市府大楼	1991	48	243	钢	办公
40	美 国	纽 约	华尔胡斯大厦	1913	57	242	钢	办公
41	美 国	费 城	梅隆银行	1990	56	242	钢	办公
42	波 兰	华 沙	华沙科学文化宫	1955	42	241	钢及钢筋混凝土	办公
43	美 国	波 士 顿	约翰·汉考克塔楼	1973	64	241	钢	办公
44	美 国	纽 约	世界商业大楼	1989	53	240	钢	办公
45	澳大利亚	悉 尼	MLC 大厦	1976	70	240	钢筋混凝土	办公
46	加 拿 大	多 伦 多	商业大厦	1974	62	239	钢	办公

续表

序号	国家或地区	城 市	建 筑 名 称	建成年份	层数	高度 (m)	结构材料	用途
47	美 国	休 斯 顿	共和城银行中心大厦	1983	56	238	钢	办公
48	美 国	旧 金 山	美洲银行	1969	52	237	钢	办公
49	委内瑞拉	加 拉 加 斯	办公塔楼	1985	60	237	混 合	办公
50	美 国	芝 加 哥	三座第一国民广场大厦	1981	58	236	混 合	办公
51	美 国	明尼阿波利斯	国际数据系统中心大厦	1972	57	235	混 合	办公
52	美 国	明尼阿波利斯	诺威斯特中心	1988	57	235	混 合	办公
53	新 加 坡	新 加 坡	新加坡财政部办公楼	1986	52	235	钢及钢筋混凝土	办公
54	美 国	纽 约	佩恩广场大厦	1972	50	234	钢	办公
55	南 朝 鲜	汉 城	南朝鲜保险公司大厦	1986	63	233	钢	办公
56	马来西亚	槟 榔 屿	图阿都罗扎克大楼	1985	61	232	钢筋混凝土	办公
57	美 国	纽 约	公平塔楼(西)	1985	51	230	钢	办公
58	法 国	巴 黎	蒙巴纳斯大厦	1973	64	229	混 合	办公
59	美 国	波 士 顿	咨询中心大厦	1964	52	229	钢	办公
60	美 国	波 士 顿	联邦储备大楼	1975	32	229	钢	办公
61	美 国	纽 约	埃克森大厦	1971	54	299	钢	办公
62	美 国	休 斯 顿	第一国际广场大厦	1981	55	228	混 合	办公
63	美 国	丹 佛	共和城广场大厦	1983	56	227	混 合	办公
64	美 国	纽 约	摩根大厦	1988	50	227	钢	办公
65	美 国	洛 杉 矶	太平洋证券国民银行	1974	57	226	钢	办公
66	美 国	纽 约	自由广场大厦(钢铁公司)	1972	54	226	钢	办公
67	日 本	东 京	阳光大厦	1978	60	226	钢	办公
68	新 加 坡	新 加 坡	瑞夫城市饭店	1986	70	226	钢筋混凝土	饭店
69	美 国	纽 约	第20交易所(花旗银行)	1931	35	226	钢	办公
70	美 国	洛 杉 矶	克罗科中心大厦	1983	55	225	钢	综合
71	美 国	底 特 律	第一复兴旅馆	1977	73	225	钢筋混凝土	办公
72	美 国	纽 约	世界金融中心	1985	51	225	钢	办公
73	加 拿 大	多 伦 多	多伦多美诺银行	1967	56	224	钢	办公
74	美 国	西 雅 图	联合广场大楼	1988	56	224	混 合	综合
75	美 国	西 雅 图	1201第3大街大楼	1988	55	224	钢	办公
76	美 国	休 斯 顿	1600斯密史大楼	1984	55	223	钢	办公
77	美 国	迈 阿 密	东南金融中心	1984	53	222	混 合	办公
78	美 国	纽 约	阿斯托尔广场大厦	1972	54	222	钢	办公
79	美 国	芝 加 哥	奥林匹亚中心大厦	1981	63	222	钢筋混凝土	综合
80	美 国	匹 兹 堡	梅隆银行中心	1983	54	222	混 合	办公
81	美 国	休 斯 顿	海湾塔楼	1982	52	221	混 合	办公
82	美 国	纽 约	西9第57街大厦	1974	50	221	钢	办公
83	美 国	亚 特 兰 大	桃树广场大厦	1975	71	220	钢筋混凝土	旅馆
84	南 非	约 翰 内 斯 堡	卡尔登中心大厦	1973	50	220	钢筋混凝土	办公
85	美 国	达 拉 斯	德克萨斯贸易大厦	1987	56	219	钢筋混凝土	办公
86	美 国	达 拉 斯	联合银行大厦	1986	62	219	钢	办公
87	美 国	纽 约	首府大厦	1986	66	219	钢筋混凝土	综合
88	美 国	休 斯 顿	贝壳广场大厦	1971	50	218	钢筋混凝土	办公
89	加 拿 大	卡 加 立	加拿大第一石油大厦	1983	52	217	混 合	办公
90	美 国	达 拉 斯	第一国际大厦	1973	56	216	钢	办公
91	香 港	香 港	合和中心大厦	1981	65	216	钢筋混凝土	综合
92	日 本	东 京	新宿中心大厦	1979	54	218	钢、混凝土	办公

续表

序号	国家或地区	城 市	建 筑 名 称	建成年份	层数	高度 (m)	结构材料	用途
93	美 国	克利夫兰	终端塔楼	1930	52	216	钢	办公
94	美 国	纽 约	联合碳化物中心	1960	52	215	钢	办公
95	美 国	约 纽	通用汽车公司	1968	50	214	钢	办公
96	墨 西 哥	墨 西 哥 城	墨西哥石油大楼	1984	52	214	钢	办公
97	美 国	印第安纳波里	美国弗莱彻中心	1989	60	214	钢	办公
98	美 国	纽 约	大都会大厦	1909	50	213	钢	办公
99	美 国	洛 杉 矶	大西洋里奇菲尔德大厦(A)	1972	52	213	钢	办公
100	美 国	洛 杉 矶	大西洋里奇菲尔德大厦(B)	1972	52	213	钢	办公

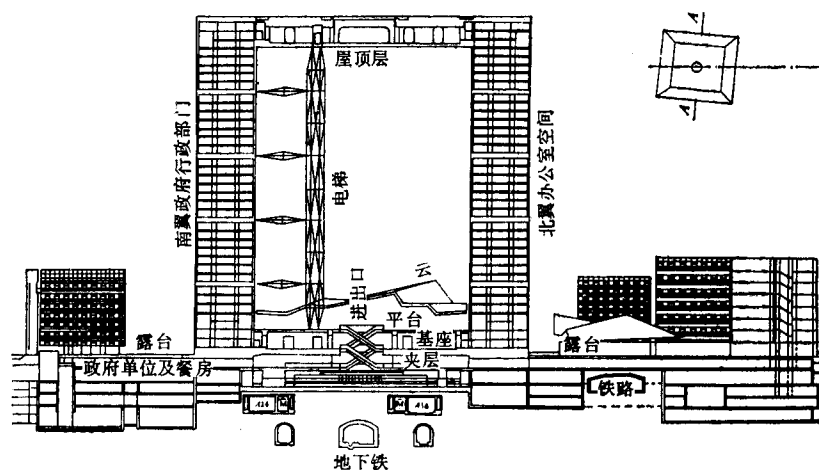


图 1-23 巴黎台方斯大门

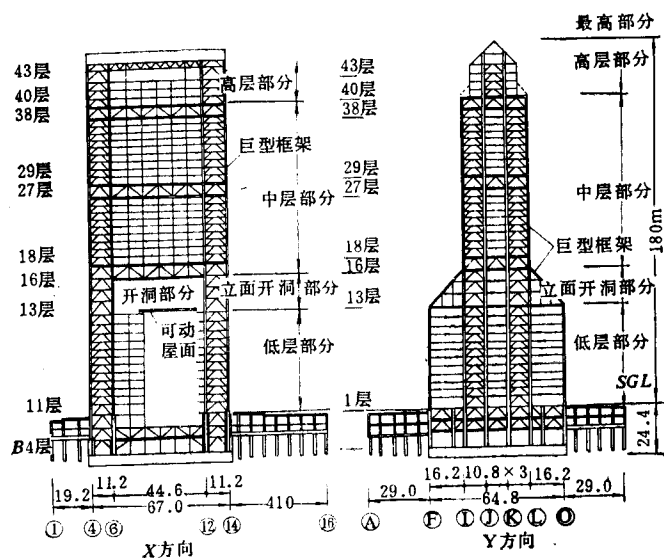


图 1-24 东京NEC大厦