

高层建筑设计丛书(1)

高层建筑结构实用设计方法 (第二版)

赵西安 编著

同济大学出版社



高层建筑结构

实用设计方法

(第二版)

赵西安编著

同济大学出版社

(沪)204号

责任编辑 冯时庆

封面设计 王肖生

高层建筑结构实用设计方法

(第二版)

赵西安 编著

同济大学出版社出版

(上海四平路 1239 号)

新华书店上海发行所发行

常熟市文化印刷厂印刷

开本 850×1168 1/32 印张 18.625 字数 510 千字

1992 年 10 月第 2 版 1992 年 10 月第 1 次印刷

印数: 1—8000 定价: 7.40 元

ISBN 7-5608-0984-7/TU·113

第一版前言

50年代以来我国开始自行设计和建造高层公共建筑,特别是近年来,在北京、上海、广州、深圳、香港等地大批地涌现出新型结构的现代高层建筑,为城市的风貌增添了异彩。在未来的年代里,为了满足社会主义经济建设的需要和改善人民的生活,解决城市用地紧张问题,必将大量地兴建各种现代高层公共设施、办公楼和民用住宅。为此,我们总结了30多年来积累的设计经验,编写了《高层建筑结构实用设计方法》一书,书中着重于说清实际应用中的工程设计方法,若读者要对理论进一步探讨,可参阅《高层建筑设计》一书(中国建筑科学研究院主编,科学出版社出版)。在1982—1986年间,作者在30多个城市举办了“高层建筑结构设计”讲座,受到了同行们的好评。故期望本书的出版也能对广大从事于高层建筑设计和研究的工程技术人员有所裨益。

目前新旧规范正在交替之中。本书编入了新规范的内容,但为保持设计方法的连续性,也保留了一部分现行规范的有关规定,待新规范正式公布后,参照新规范执行。

本书承蒙我的导师朱振德教授审阅,给予许多指导和帮助,特此衷心致谢。书中还可能有这样和那样的错误,希望广大读者批评指正。

赵 西 安

1986年10月

第二版说明

自从本书第一版出版至今已经过去四年,此期间我国高层建筑结构技术水平已迅速提高,并且新的《钢筋混凝土高层建筑结构设计与施工规程》已审批完毕、颁布施行,因此有必要对本书进行全面的补充与修订。

这一版按新规范、新规程改写了有关荷载与地震作用、截面设计与配筋构造等有关内容。

由于微型计算机的推广、高层建筑结构计算机程序的普及,机算已成为施工图设计的主要方法,在第二版中这部分作了较多的补充。

建筑功能多样化使同一建筑物具有不同的用途,结构转换层的应用日益增多,为此增加了关于带转换层的高层建筑结构设计的第九章。

高层建筑的基础造价高、工期长,对工程经济技术指标有很大影响,因此增加了第十一章基础设计,主要从基础选型、布置、构造方面作了介绍,以使设计方案更为合理。

本书仍保持面向工程设计人员、以实用为主的特点。内容主要是叙述在高层建筑结构设计中直接应用的部分,有关基本理论、试验研究和公式推导未作详细叙述,限于篇幅,一些专门的设计问题(如旋转餐厅设计、幕墙设计等)本书也未包括,请读者参阅作者的其它著作。

本书第一版出书后,承蒙读者指出书中的一些不足之处。提出了增补的内容,作者对此表示深切的谢意。希望读者今后继续提出宝贵意见。

作 者

1991年1月

目 录

第一章 概述	1
第一节 现代高层建筑的发展	1
第二节 我国的高层建筑	16
第三节 目前国内高层建筑发展的几个特点	19
第二章 高层建筑结构设计的一般原则	47
第一节 抗风设计的一般原则	47
第二节 抗震设计的一般原则	50
第三节 结构设计与其它工种的关系	60
第四节 高层建筑结构体系的选择	63
第五节 结构平面布置的要求	70
第六节 结构竖向布置的要求	72
第七节 温度缝、沉降缝、防震缝	74
附 录 高层建筑结构复杂程度的评估方法	78
第三章 荷载和地震作用	83
第一节 竖向荷载	83
第二节 风荷载	84
第三节 地震作用	92
第四节 结构的抗震等级	99
第四章 内力与位移计算的一般原则	102
第一节 计算的基本假定	102
第二节 等效刚度	104
第三节 水平位移允许值	106
第四节 荷载效应和地震作用效应的组合	110
第五节 截面承载力的验算	117
第五章 框架结构设计	119

第一节	结构布置和梁柱截面尺寸	119
第二节	框架结构的计算	125
第三节	截面设计和配筋构造	145
第四节	框架结构设计实例	171
第六章	剪力墙结构设计	184
第一节	剪力墙结构的布置和截面尺寸要求	184
第二节	小开口整体墙的计算	190
第三节	联肢墙的计算	195
第四节	壁式框架的计算	213
第五节	截面设计和配筋构造	225
第六节	剪力墙住宅设计举例	250
第七节	剪力墙结构布置图例	256
第七章	框架-剪力墙结构设计	271
第一节	框剪结构的受力特点	271
第二节	剪力墙的合理数量	274
第三节	剪力墙的布置	278
第四节	框架-剪力墙结构的计算	283
第五节	框架剪力的调整	293
第六节	截面设计和配筋构造	295
第七节	典型工程的平面布置	297
第八节	框架-剪力墙结构算例	311
第八章	筒体结构	322
第一节	筒体结构的受力性能和工作特点	322
第二节	结构参数对筒体结构性能的影响	325
第三节	结构布置和截面尺寸	329
第四节	筒体结构的计算	336
第五节	截面设计和构造要求	343
第六节	筒体结构平面布置实例	345
第九章	带转换层的高层建筑设计	374
第一节	结构转换层	374

第二节	底部大空间剪力墙结构设计	382
第三节	底部大空间上层鱼骨式剪力墙结构	406
第四节	大底盘大空间剪力墙结构设计	411
第五节	带刚性转换层的塔楼底层部分的简化计算	419
第六节	带转换层结构的一般分析方法	430
第七节	深梁设计	442
第八节	高层建筑加强层结构设计	453
第十章	高层建筑结构分析的计算机方法	461
第一节	位移法的基本概念	461
第二节	高层建筑结构空间协同工作的分析方法	464
第三节	高层建筑结构空间分析方法	470
第四节	计算结果合理性的判断	476
第五节	平面应力有限单元法分析	481
第六节	时程分析方法	489
第十一章	基础设计	511
第一节	基础的选型与埋深	511
第二节	地基承载力与单桩承载力	515
第三节	箱形基础	519
第四节	筏形基础	528
第五节	桩基础	535
第十二章	高层建筑设计设计的其它问题	546
第一节	结构耐火设计	546
第二节	高强混凝土在高层建筑结构中的应用	559
第三节	轻混凝土在高层建筑结构中的应用	563
附 录	高层建筑设计程序的基本要求	575
参考文献		580

第一章 概 述

第一节 现代高层建筑的发展

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 Build)。该楼建于1884年,1886年完工,第一次采用框架结构,10层,55 m。

100多年来,高层建筑的高度、体型和结构体系都在发展和创新。至1989年,世界上最高的100幢建筑物见表1-1。

目前,世界上最高的建筑物是美国芝加哥西尔斯大厦,110层,443 m,采用钢的成束筒结构(图1-1)。亚洲最高的建筑物是香港中国银行大厦,采用了巨型桁架结构,72层,368 m(图1-2)。

朝鲜平壤的柳京大厦(图1-3)是目前世界上最高的钢筋混凝土结构,1990年结构封顶。它101层,305 m,采用小开间(3.5~4.0 m)的全剪力墙结构。

新结构体系中,巨型框架(图1-4)应用较为广泛。它打破了传统的以单独楼层为基本结构单元的格局。整个高层建筑由两级结构组成,第一级为巨型框架,是主要承重结构;第二级为楼层框架,它只承受各楼面重力荷载并传递到巨型框架上去。图1-5为东京NEO大厦,由刚度很大的桁架构成巨型的柱和梁,形成单跨四层大框架。

悬挂结构(图1-6)的楼面荷载通过钢或预应力混凝土吊杆传至水平悬挑构件(梁或桁架),再传至内柱、内井筒,最后到达基础。

在悬挂结构中,香港汇丰银行大厦(图1-7)是钢结构的典型,该建筑48层,高178.8 m,整个建筑物由8根钢管组合柱承重,每根柱由4根直径为1400 mm的钢管所组成。8根组合柱形成

全世界最高建筑 100 幢

表 1-1

序号	国别	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	1981	102	381	钢	办公
5		香港	中国银行大厦	1988	72	368	混	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	办公
10	美国	休斯顿	商业中心大厦	1982	79	305	混	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	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	加拿大	多伦多	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	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	办公

续表 1-1

序号	国别	城市	建 称 名 筑	建成年份	层数	高度(m)	结 构 材 料	用途
22	美国	休斯敦	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	办公
24	美国	芝加哥	美国电话电报中心	1988	64	267	混	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	芝加哥	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	芝加哥	美国钢铁公司	1970	64	256	钢	办公
31	美国	匹兹堡	利勃提大厦	1987	60	256	钢	办公
32	美国	费城	大西洋中心	1988	50	250	混	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	综合
37	美国	达拉斯	莫门屯大厦	1987	60	244	混	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

续表 1-1

序号	国别	城市	建筑名称	建年份	层数	高度(m)	结构材料	用途
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
47	美国	休斯敦	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	混凝土	办公
50	美国	芝加哥	三座第一国民广场大厦	1981	58	236	混凝土	办公
51	美国	明尼阿波利斯	国际数据系统中心大厦	1972	57	235	混凝土	办公
52	美国	明尼阿波利斯	诺威斯特中心	1988	57	235	混凝土	办公
53	新加坡	新加坡	新加坡财政部办公大楼	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	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	混凝土	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	299	钢	办公
61	美国	纽约	埃克森大厦	1971	54	229	钢	办公
62	美国	休斯敦	第一国际广场大厦	1981	55	228	混凝土	办公
63	美国	丹佛	共和城广场大厦	1983	56	227	混凝土	办公

续表 1-1

序号	国别	城市	建筑名称	建成年份	层数	高度(米)	结构材料	用途
64	美国	纽约	摩尔根大厦	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	自山广场大厦(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)	1981	35	226	钢	办公
70	美国	纽约	克罗科中心大厦	1983	55	225	钢	综合
71	美国	洛杉矶	第一复兴旅馆	1977	73	225	钢筋混凝土	办公
72	美国	底特律	世界金融中心	1985	51	225	钢	办公
73	加拿大	多伦多	多伦多多美诺银行	1967	56	224	钢	办公
74	美国	西雅图	联合广场大楼	1988	56	224	混凝土	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	混凝土	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	梅陇银行中心	1983	54	222	混凝土	办公
81	美国	休斯顿	海湾塔楼	1982	52	221	混凝土	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

续表 1-1

序号	国别	城市	建筑名称	建成年份	层数	高度(m)	结构材料	用途
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	卡加利	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	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	216	钢、混凝土	办公
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	纽约	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

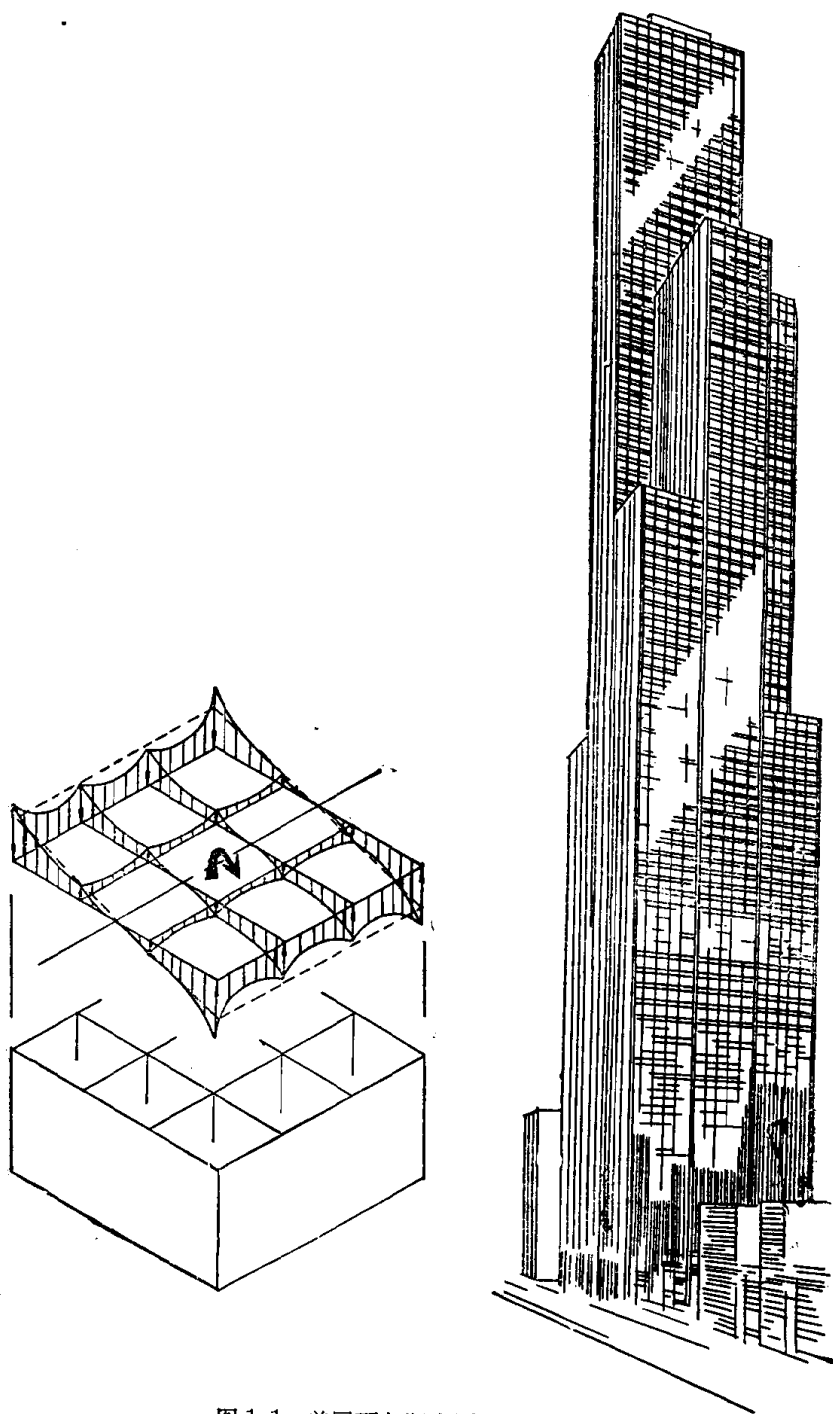


图 1-1 美国西尔斯大厦成束筒结构

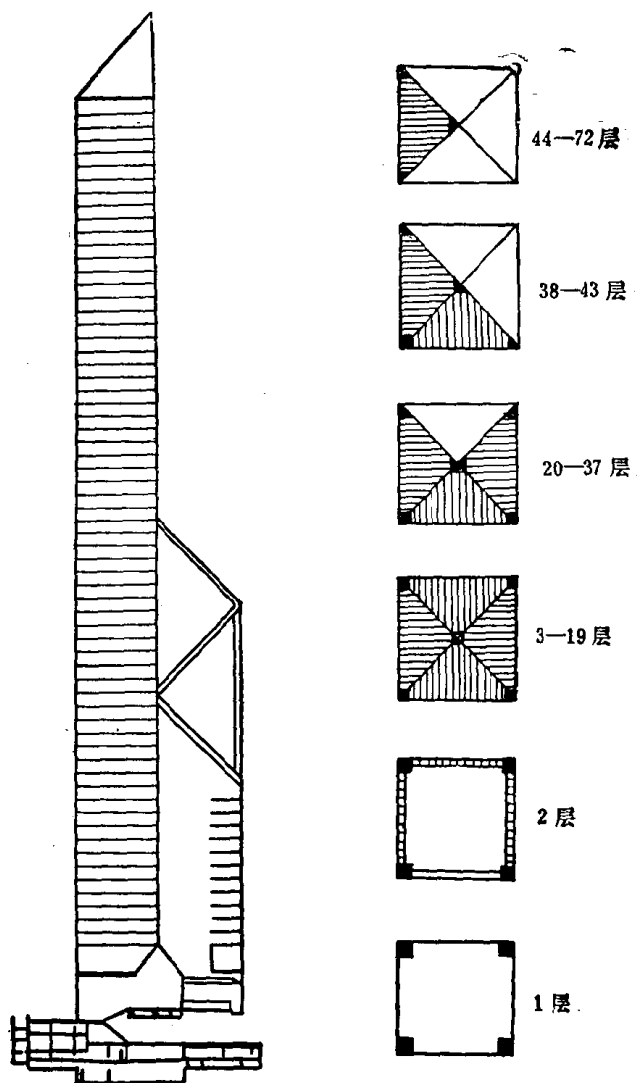


图 1-2 香港中国银行大厦

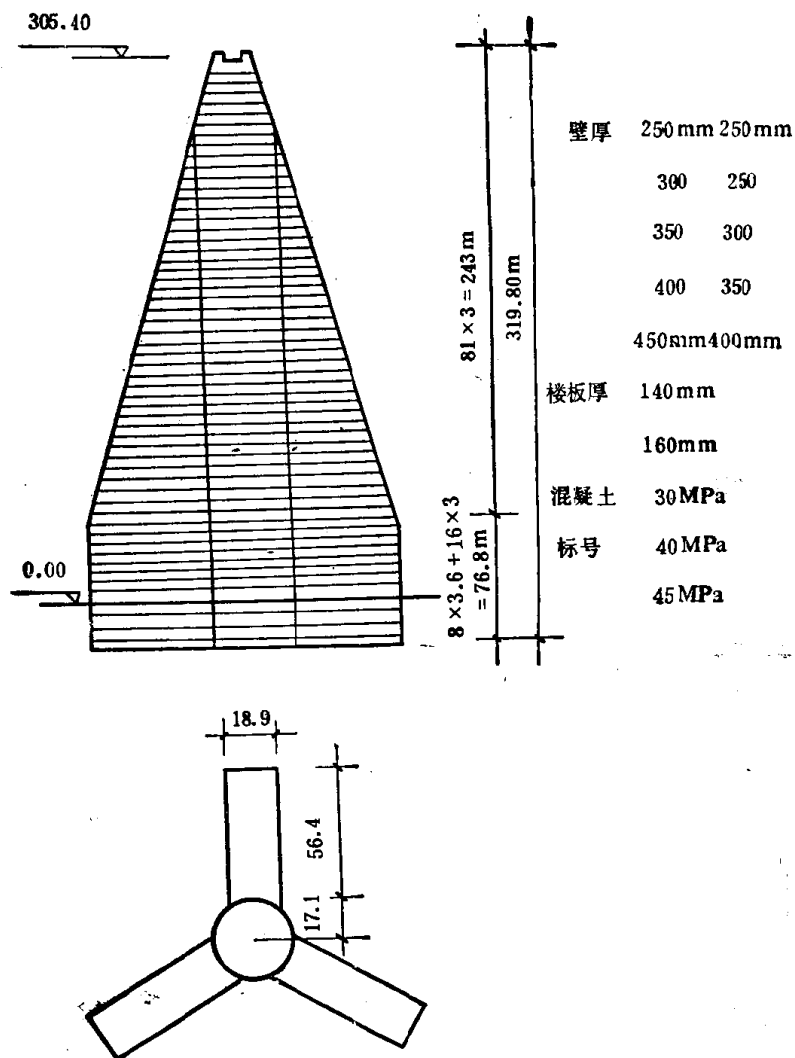


图 1-3 平壤柳京大厦

101 层: 305 m