



GC

GAOCENG

JIANZHU SHEJI YU JISHU

高层建筑 设计与技术

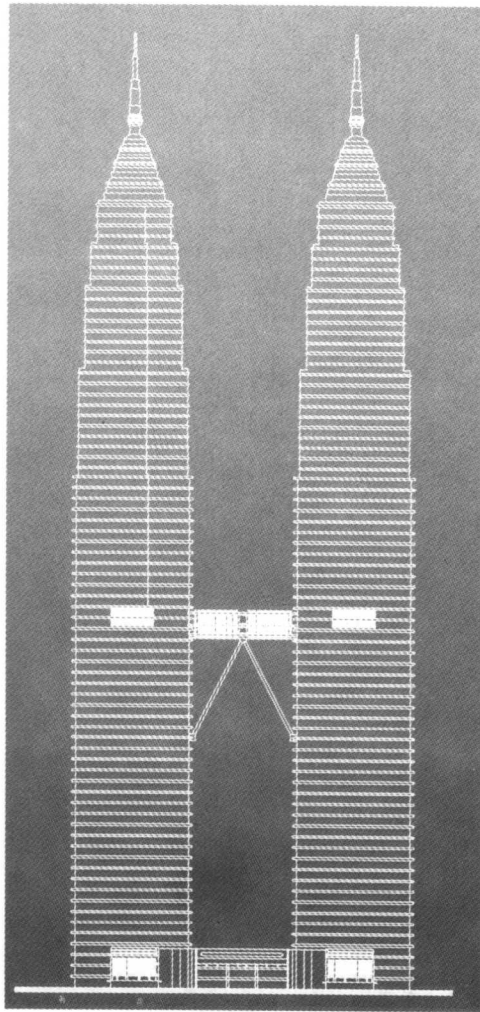
刘建荣 主编

中国建筑工业出版社

TU972
13

高层建筑设计与技术

刘建荣 主编



北方工业大学图书馆



00588799

中国建筑工业出版社

RBP48 13

图书在版编目(CIP)数据

高层建筑设计与技术 / 刘建荣主编, — 北京: 中国建筑工业出版社, 2004
ISBN 7-112-06949-1

I. 高... II. 刘... III. 高层建筑—结构设计
IV. TU973

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 110969 号

责任编辑: 王玉容

责任校对: 刘 梅 孙 爽

高层建筑设计与技术

刘建荣 主编

*

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
卓越非凡(北京)图文设计有限公司设计制作
北京云浩印刷有限责任公司印刷

*

开本: 889×1194 毫米 1/16 印张: 17 字数: 150 千字

2005 年 5 月第一版 2005 年 5 月第一次印刷

印数: 1—4000 册 定价: 48.00 元

ISBN 7-112-06949-1

TU·6190 (12903)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.china-abp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>



刘建荣 男 1932年生 四川乐山人

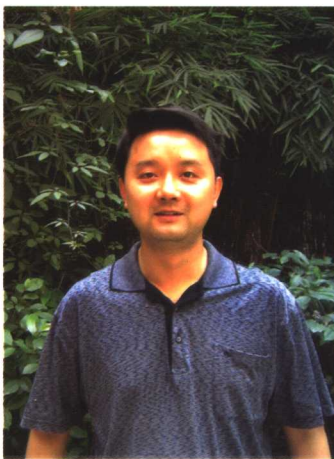
1955年重庆建筑工程学院本科毕业。任教于重庆大学建筑城规学院，教授、国家一级注册建筑师、硕士研究生导师。全国建筑技术学术委员会副主任委员，全国建筑防水工程标准技术委员会委员。长期从事建筑技术和建筑设计教学、科研、工程设计工作。先后主编全国高校《建筑构造》统编教材、中央电大《房屋建筑学》教材、全国高校自学考试《房屋建筑学》教材等10余册，共计300多万字。获国家级优秀教学成果二等奖和多项省部级教学科研成果奖，享受国务院特殊津贴。



王雪松 男 1973年7月生
重庆大学建筑城规学院 副教授
建筑学硕士研究生
在职建筑学博士研究生
国家一级注册建筑师
主研建筑设计与技术



覃琳 女 1971年5月生
重庆大学建筑城规学院 讲师
建筑学硕士研究生
主研建筑设计与技术



翁季 男 1972年4月生
重庆大学建筑城规学院 讲师
建筑学硕士研究生
在职建筑学博士研究生
主研建筑设计与技术



孙雁 女 1973年5月生
重庆大学建筑城规学院 讲师
建筑学硕士研究生
在职建筑学博士研究生
主研建筑设计与技术

内 容 提 要

《高层建筑设计与技术》包括高层建筑结构体系选择、高层建筑造型设计、高层建筑标准层设计、高层建筑裙房与地下车库设计、高层建筑设备系统（空调、水、电）与建筑设计等五部分。本书针对工程设计过程中工程设计负责人应具备的相关专业知识，全面论述了高层建筑内外空间环境、平面空间布局、建筑造型、结构技术、防火技术、构造技术、设备技术等之间的协调配合关系。全书理论联系实际，各章均列举了大量工程实例，图文并茂。

本书可供建筑设计与建筑规划人员、建筑管理与施工管理人员、高等学校的教师与学生参考。

前 言

自19世纪末芝加哥创建第一幢高层建筑至今已有一百多年的历史，高层建筑由最初所在的美国逐步发展到世界各地，尤其在人口密集、用地紧张的地区，高层建筑的发展更快。到了20世纪后期，亚洲已成为高层建筑发展最快的地区。2004年全世界建筑高度排行榜上，处在前十位的高层建筑有8幢都建造在亚洲，见图0-1。

我国高层建筑始建于20世纪30年代。解放前，上海是高层建筑最集中的城市，8~22层的高层建筑共有93幢，建筑面积105万m²。1934年建成的上海国际饭店22层，高82.51m，是当时中国最高的建筑。解放后至20世纪80年代以前，由于经济发展水平较低，国内建造的高层建筑很少。20世纪80年代以后，在改革开放的大好形势下，经济迅猛增长，高层建筑在北京、深圳、广州、上海等城市开始发展。1985年建成的深圳，国贸中心50层，高160m，成为我国第一幢超高层建筑；1983年建成的北京长城饭店是国内第一幢全玻璃幕墙的高层建筑。然而我国高层建筑发展最快的时期是在20世纪90年代以后。在短短的10多年间，全国各地建成的高层建筑数以万计。现今高层建筑几乎已成为许多大中城市的主角，控制着城市的天际线，并成为城市新的标志。最新的信息表明，截至2001年底，上海建成的高层建筑达4226幢，建筑面积7410万m²，远远超过香港，不仅在全国居于首位，在世界上也是排名第一。预计到2005年，上海的高层建筑将达到7000幢。不过上海市政府已制定相关政策，控制高层建筑增长过快，以减少其所带来的负面影响。

高层建筑的迅速发展，也引起了高等建筑教育教学内容的变革。高层建筑设计是多学科、多工种的共同创造性活动。建筑技术已成为影响高层建筑设计的重要因素。它包括结构选型、建筑防火、给排水、空调与通风、电气设备与控制、建筑节能及与之相关的构造技术等。在这种形势下，本人萌发了在研究生教学中开设一门既讲高层建筑设计，又讲与高层建筑相关技术的新课。经过两年的准备，我于1993年开始在硕士研究生教学中开出了《高层建筑设计与技术》这门新课。内容包括：高层建筑结构体系选择、高层建筑造型设计、高层建筑标准层设计、裙房与地下车库设计、高层建筑设备系统与建筑设计的配合（空调通风系统、给排水系统、电气设备系统）等五部分。经过10多年教学实践和工程设计实践的不断总结，《高层建筑设计与技术》这门课的内容已逐步成熟和完善，受到学生的普遍好评，并希望我把多年积累的资料写成一本书。

现在与读者见面的这本《高层建筑设计与技术》是根据我的 200 多页讲稿写成的，增补了部分实例，完善了讲稿的文字内容。由于编著的工作繁重，时间又不宜拖得太长，于是我邀请了重庆大学建筑城市规划学院的 4 位年轻学者、博士共同参与编写。由于我们 5 位作者都是从事建筑学教学和科研设计工作的，所以有关空调、水、电方面的内容邀请了高川云、龙莉莉、王圃 3 位先生帮忙审阅，在此向他们表示衷心的感谢！同时还要感谢为本书提供资料的单位和个人。本书涉及的内容广，我们的学识有限，难免出现差错，敬请广大读者批评指正。

本书可供建筑规划与建筑设计人员、建筑管理与施工管理人员、高等学校的教师与学生参考。

各章作者姓名：

第一章 王雪松 刘建荣

第二章 覃琳 刘建荣 王雪松

第三章 翁季 刘建荣

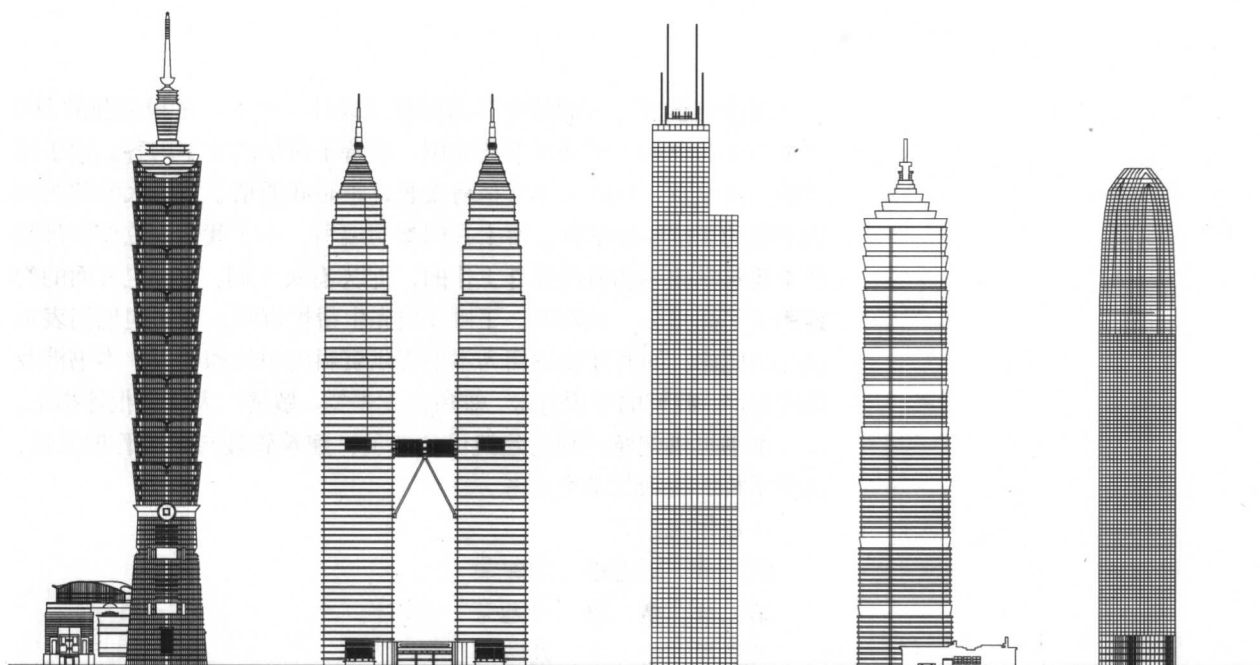
第四章 翁季 刘建荣

第五章 孙雁 刘建荣

参加绘图的工作人员：应文 王敏 刘培 刘红
孙威 杨宇振 刘晓晖 陈璐
谭岚 温泉 吴丽佳 黄莉
杨宇静 彭瑜 郭颖 聂可

主编 刘建荣

2004 年 10 月于重庆



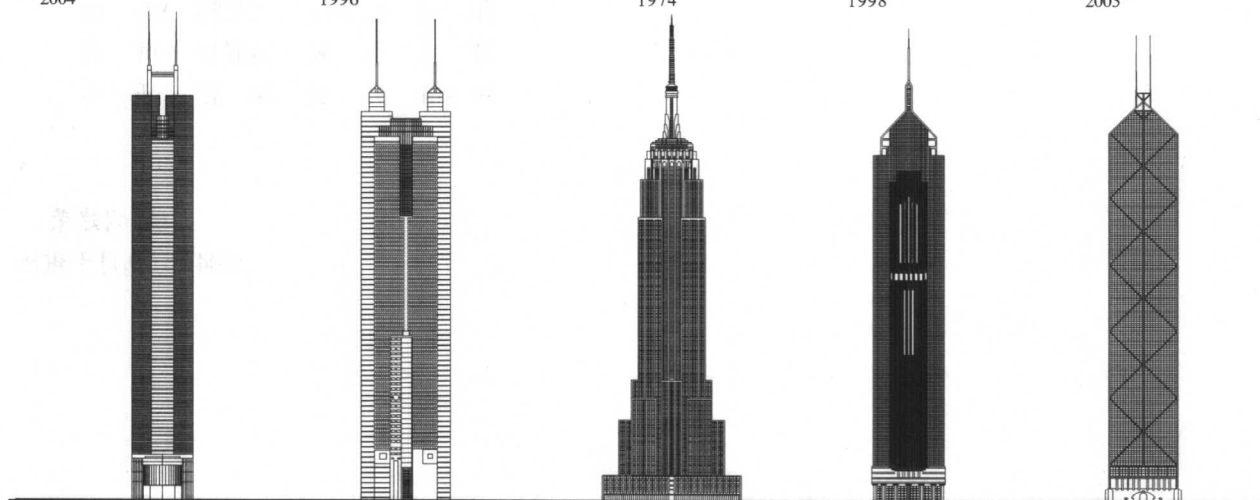
台北国际 101 金融大楼
101 层
508m
台北
2004

石油大厦
88 层
452m
吉隆坡
1996

西尔斯大厦
108 层
443m
芝加哥
1974

金茂大厦
88 层
421m
上海
1998

国际金融中心
88 层
415m
香港
2003



中信广场
80 层
391m
广州
1997

地王大厦
69 层
384m
深圳
1996

帝国大厦
102 层
381m
纽约
1931

中环广场
78 层
374m
香港
1992

中国银行大厦
72 层
369m
香港
1989

图 0-1 世界十大高层建筑 (2004 年以前)

目 录

第一章 高层建筑设计	1
第一节 结构艺术	1
一、结构艺术的概念	1
二、结构工程师与建筑师	1
三、结构艺术的典范	2
第二节 高层建筑设计的特点及发展趋势	5
一、高层结构的内力与变形	5
二、构件的基本形式	6
三、高层结构布置的原则	7
四、高层结构体系的适用范围	9
五、高层结构的发展趋势	11
第三节 钢筋混凝土结构体系	13
一、三种钢筋混凝土基本结构体系简介	14
二、常用钢筋混凝土结构体系	15
三、适应高层住宅的钢筋混凝土结构体系	22
四、新型钢筋混凝土结构体系	25
第四节 钢结构体系	31
一、钢结构的特点	31
二、钢结构体系	35
第五节 高层建筑其他结构设计	47
一、结构转换层设计	47
二、旋转餐厅结构设计	50
三、高层建筑主楼裙房基础交接设计	54
 第二章 高层建筑设计	56
第一节 高层建筑设计经历的几个时期	56
一、芝加哥时期	56
二、古典主义复兴时期	57
三、现代主义时期	59
四、后现代主义时期	61
第二节 高层建筑设计考虑的因素	64
一、环境因素	64

二、场地因素	68
三、功能因素	69
四、视觉因素	71
五、结构、材料、技术因素	74
第三节 高层建筑楼身体形设计	75
一、几何体形	75
二、台阶体形	80
三、倾斜面体形	84
四、雕塑体形	86
第四节 高层建筑顶部造型设计	93
一、尖顶造型	93
二、坡顶造型	95
三、顶造型	96
四、平顶造型	97
五、古典造型	98
六、旋转餐厅造型	98
七、隐喻造型	98
第五节 高层建筑基座造型设计	100
一、基座在城市街道环境中的影响	100
二、基座设计要求	101
第六节 高层建筑的立面设计	102
一、结构艺术风格的立面设计	103
二、高技派立面设计	105
三、生态型立面设计	107
四、历史文脉地方主义立面设计	110

第三章 高层建筑标准层设计

第一节 高层办公建筑标准层设计	114
一、高层办公建筑分类	114
二、高层办公建筑的办公空间	116
三、高层办公建筑标准层平面形式	119
四、高层办公建筑标准层平面规模的确定	123
五、高层办公建筑柱网选择	125

六、高层办公建筑剖面设计	126
七、高层办公建筑智能化设计	127
第二节 高层旅馆标准层设计	138
一、高层旅馆标准层功能组成与规模	138
二、高层旅馆标准层平面形式	143
三、高层旅馆客房设计	149
第三节 高层住宅标准层设计	155
一、高层住宅体形和平面形式	155
二、高层住宅结构选型	161
第四节 高层建筑核心体设计	163
一、核心体的组成部分	163
二、核心体的位置	164
三、电梯数量	167
四、电梯布置	169
五、安全疏散与防火设计	171
六、实例分析	179

第四章 高层建筑裙房、地下车库设计 184

第一节 裙房设计	184
一、裙房与主体建筑的组合关系	184
二、裙房总平面布局要求	186
三、裙房对外交通组织	189
第二节 地下车库设计	196
一、地下车库规模	196
二、地下车库的防火设计	198
三、地下车库通道宽度	201
四、地下车库坡道设计	202
五、地下车库柱网选择	205

第五章 高层建筑设备系统与建筑设计 208

第一节 空调系统与建筑设计	209
一、高层建筑空调系统的组成	210

二、高层建筑空调系统的特征	210
三、冷、热源设备与建筑设计	211
四、空气调节、分配系统与空调机房设计	217
五、实例	225
第二节 高层建筑的防排烟系统与建筑设计	229
一、自然排烟的建筑设计	229
二、机械排烟的建筑设计	230
三、机械防烟的建筑设计	233
第三节 高层建筑给排水系统与建筑设计	234
一、给水系统	234
二、排水系统	242
三、中水系统	244
四、综合实例	244
第四节 高层建筑电气系统与建筑设计	245
一、高层建筑电气设备的特点、内容	245
二、高层建筑的供电方式	247
三、高层建筑的电力负荷等级与供电要求	248
四、高层建筑用电负荷估算、负荷比例、 负荷分布	249
五、变、配电房的建筑设计	249
六、电气竖井与配电小间	252
七、柴油发电机房与建筑设计	254
八、火灾自动报警系统及消防控制室的建筑设计	255
九、高层建筑的智能化系统与建筑设计	258
十、其他设备	259

参考文献	261
------------	-----

第一章 高层建筑结构设计

第一节 结构艺术

一、结构艺术的概念

结构艺术,对于传统的建筑艺术来讲,是相对新的概念。它建立在对工程原理——特别是结构原理和性能——充分理解的基础上,并包含着三个基本要素:效能、经济和雅致。

结构的效能,主要应考虑充分发挥结构材料的力学性能,有效减少结构材料的消耗,达到“少费多用 (More with less)”的目的。尤其是在一些大的工程项目,如大跨度的桥梁、高层建筑以及大跨度屋盖的建设中,结构效能就成为十分重要的议题。从历史上看,对于轻质高强材料的追寻和合理使用也始终贯穿着建筑结构发展的整个历程,并将永远延续下去。中古时代的设计者们用石材作为哥特式大教堂的骨架,而工业革命以来的工程师则利用钢、铁和混凝土构造新颖的形式,它们不仅结构坚固,而且具有轻巧精美的外形。

结构的经济,即结构的经济性,就是要求用较少的钱建尽可能多的建筑,这是为社会所普遍接受的观点。无论何种业主,在建设工作中要求将结构做得更为经济永远是头等重要的事。于是,在很多设计师的心目中都把结构艺术的经济性看作设计的障碍,但一些艺术家却更愿意把它视为结构艺术创造的灵感源泉,建筑史上的一些伟大作品正是来源于此。

不过,用最少的材料和造价进行设计还是不够的,单纯的效能和经济观点已经造出太多没有吸引力的结构物。所以,在这两方面外还必须补充雅致这个要素,即用美学的原则来表现结构,使结构物升华为结构艺术。当然,美学原则不能损害结构的性能,也不能使其造价变得十分昂贵。

意大利著名结构工程师和建筑师奈尔维曾经谈到:一个在技术上完善的作品,有可能在艺术效果上甚差,但是,无论古代还是现代,却没有一个从美学观点上公认的杰作而在技术上却不是一个优秀的作品。从这段话可以得知,优秀的作品必须具备技术和艺术两方面的高品质。同时,考虑到社会现实的因素,结构的经济性也不可忽略。总之,结构物只有同时具备了以上三方面基本要素时,才可能升华为结构艺术。

二、结构工程师与建筑师

从工业革命开始,新的社会分工使结构工程成为区别于建筑的一个单独学科。结构与建筑的关系、结构工程师与建筑师之间的关系成

为建筑领域的热点话题,对于他们的恰当理解和合理解释,不仅关系到结构工程师和建筑师的个人创造,甚至会影响建筑的未来走向。

一般来讲,结构工程师主要关心一幢建筑物的结构形式及其结构构件,而建筑师则主要关心空间布局以及建筑功能、体形、机械系统与建筑结构的综合协调问题。虽然,结构工程师和建筑师的角色各具独立性,但却丝毫没有排他性。只有通过他们间的合作,那些大型复杂的建筑才能设计得既具美学效果又符合结构标准。

建筑创作是一项集体创造活动,建筑师不但要和工程师在一起工作,还要时常和机械工程师或电气工程师一起工作。通常,建筑师在这一合作团体中扮演着导演的角色,正如奈尔维所说:“为了能够进行高度创造性的建筑设计活动,建筑师不必对一切细节都具有专门知识,但对建筑工业的每一部门都应该具有清晰的一般概念,这正如一个优秀的交响乐队指挥一样,必须懂得每一个乐器的可能性和局限性”。

但由于结构工程对于建筑物的形态和功能有更多的介入和影响,所以结构工程师和建筑师之间存在更密切的交流。那么,对于建筑师来说“怎样去掌握和运用结构原理”就成为非常关键的问题。

首先应清晰地认识到,建筑 and 结构这两类设计人员毕竟主要地是在不同领域里进行工作的,他们对结构原理掌握的深度和应用的层面有着很大差别。H·W·罗森迟尔在其专为建筑师而写的《结构的确定》一书中指出:“量的分析是为实践之目的所需要的。但计算不能认为就是目的,而且这应当留给专家们去做。对于建筑师来说,至为重要的,乃是导致这些计算、而且体现着结构原理的构思过程”。在这里,“结构构思”作为建筑师所应具备的基本素质而提出。

奈尔维对于这一问题有着更为宽广的理解和更为精辟的阐述,他认为,现代建筑设计所要求的宏伟的结构方案“使得建筑师必须要理解结构构思,而且应该达到这样一个深度和广度:使其能把这种基于物理学、数学和经验资料之上而产生的观念,转化为一种非同一般的综合体,转化为一种直觉和与之同时产生的敏感力”。

综上所述,结构的运用及结构艺术的创造并非仅仅是结构工程师的事情。建筑师应该了解一定的结构技术原理与知识,了解各类结构的受力特征,以便在建筑创作构思过程中,综合处理好功能、技术、艺术、经济等方面的矛盾。因此,“结构构思”是建筑师综合创造力的体现,是建筑师全面把握建筑创作活动的保障。

三、结构艺术的典范

在高层建筑100年左右的发展历程中,涌现出大量杰出的高层建筑范例,其中,不乏结构艺术的典范。

(一) 芝加哥汉考克大厦 (John Hancock Center)

芝加哥汉考克大厦(图1-1-1)建成于1968年,高约344m,共100层,由美国SOM事务所设计。大厦平面为矩形,采用平顶锥体收分造型,基座为 $80.8\text{m} \times 50.3\text{m}$ 的矩形平面,屋顶平面尺寸减少至

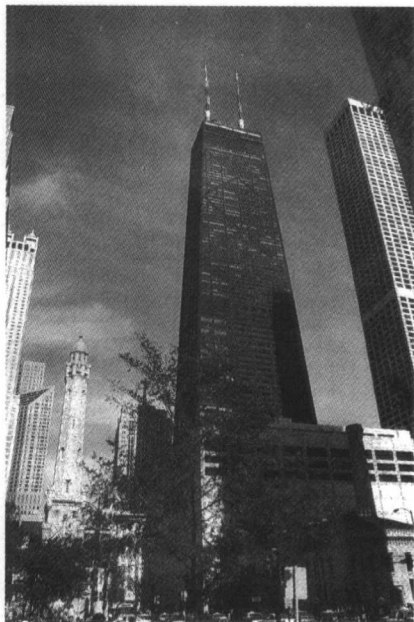


图1-1-1 芝加哥汉考克大厦外观

50.3m × 30.5m。内部功能从上至下分别是公寓、办公及商业用房。

芝加哥汉考克大厦作为高层建筑发展的第二阶段的代表作,无论在技术上还是在艺术上都堪称惊人之作。它最显著的特色是完全暴露在外观上的X形支撑。

从技术上看,大厦四个立面上的共20个X形支撑与角柱、水平窗和裙梁共同组成了高效的建筑抗侧力系统,使得该建筑的用钢量得以大大减少,远低于其他类似建筑,如它的单位面积用钢量就比纽约世界贸易中心减少20%。而且,它的锥体造型使它的侧移幅度比同类塔楼减少10%~15%。

从艺术手法上看,它被认为是高技派(High-Tech)的先驱之一。所以,在其问世之初,曾被贬为“构筑物”。但艺术的标准总是在不断变化、更新。汉考克大厦的造型及立面的处理充分表现了对结构性能的深刻掌握,表现了工业时代特有的准确性和逻辑性。其表现手法既不矫揉造作,也不为形式而形式,而是努力运用先进的结构技术所进行的革新与创造,是结构艺术的佳作。

(二) 芝加哥西尔斯大厦 (Sears Tower)

芝加哥西尔斯大厦(图1-1-2)建成于1974年,高约443m,共109层,由美国SOM事务所设计。它曾经拥有世界第一高楼的荣誉长达22年,现在仍为世界第三高楼。

它由成束捆扎在一起,22.85m见方的9个相同尺寸的筒体组成,形成框筒束结构(又称束筒结构)。并在第三十五层、第六十六层、第九十层的三个避难层或设备层设置一层高的桁架,形成三道圈梁,以提高框筒束抵抗竖向变形的能力。

从造型上看,西尔斯大厦的9个筒体分别在不同的高度上截止。五十层以下为9个竖筒;五十一至六十六层去掉平面对角端部的一对竖筒;六十七至九十层去掉另一对角端部的一对竖筒,形成了十字形平面,九十一至一百零九层只剩下2个竖筒。这样的造型和汉考克大厦的锥体造型类似,可以减小建筑物顶部的侧移,又避免了锥体造型在施工中的麻烦。

同时,形成了优美而富有变化的城市景观。有评论道:如果说,汉考克大厦的渐变形成了一个较为平滑而坚如磐石的建筑体量,那么,西尔斯大厦通过每个筒体截断的渐变使人们在围绕这座城市走动时感受有一种新鲜的印象。

(三) 香港中国银行大厦 (Bank of China, HK)

香港中国银行大厦简称中银大厦(图1-1-3),建成于1988年,高约368.5m,共70层。由著名华裔建筑师贝聿铭设计,底层平面为52m × 52m的正方形,上部造型为由正方形对角线划分出来的4个三角形所形成的参差收分体量。

从结构体系上看,它具有大型支撑筒体系和框筒束体系的双重特征。一方面,大楼由4个平面形状相同的框筒组成,在不同高度上截



图1-1-2 芝加哥西尔斯大厦外观

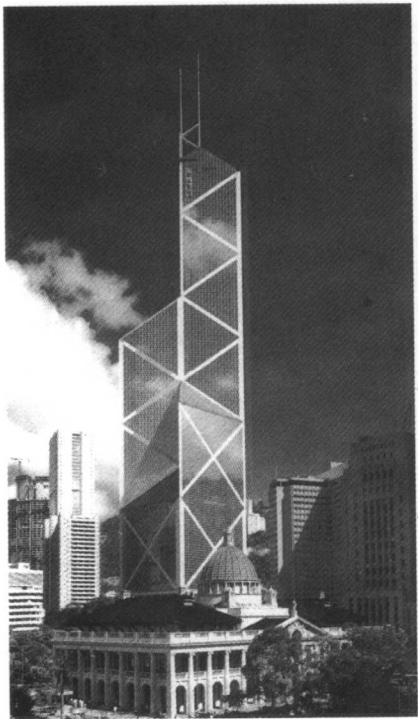


图1-1-3 香港中国银行大厦外观

割,类似于西尔斯大厦的处理手法,但不同之处在于它不是水平截割筒体,而是斜向截割,从而,在外观上强调了三角形的母题。另一方面,它又由8片平面支撑和5根型钢混凝土柱组成,其中4片支撑沿四边垂直布置,另4片沿对角线斜向布置。8片支撑共有5个交汇点(四角和中心),布置5根柱子(中心柱到25层终止,4根角柱落地)。与汉考克大厦相比,它将水平巨型支撑隐藏在玻璃幕墙之后,使大厦显得更加简洁明快、挺拔有力。

在中银大厦里,设计者将汉考克大厦对角支撑的思路和西尔斯大厦分段截割筒体的思路独创地集聚在一起,巧妙地解决了超高层建筑抵抗侧向力的问题,并将含蓄深沉的建筑隐喻同抽象简洁的建筑造型完美结合,使建筑获得了效能、经济与雅致的统一。

(四) 明尼苏达联邦储备银行(Federal Reserve Bank Building)

明尼苏达联邦储备银行(图1-1-4)位于美国明尼苏达州明尼阿波利斯市,建成于1974年,平面呈长方形,体量为简洁的棱柱体。它是世界上较早把悬挂结构用于高层建筑的实例。

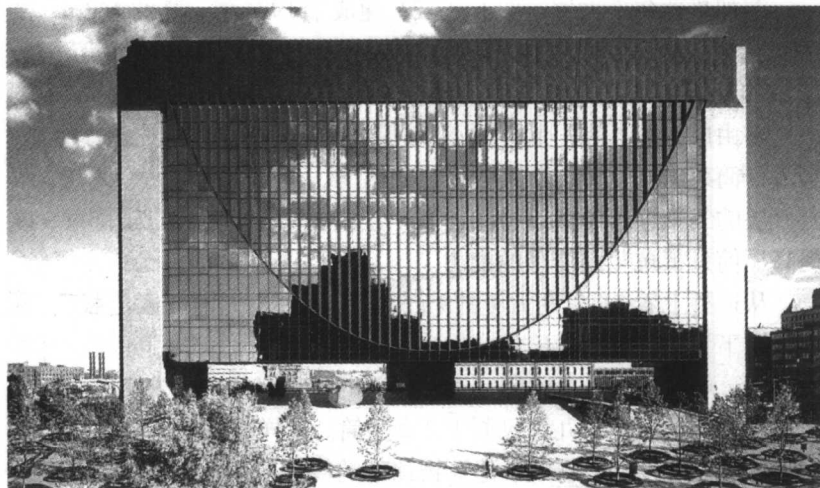


图1-1-4 明尼苏达联邦储备银行外观

从结构上看,大厦12层楼的荷载通过吊杆悬挂在四榀高为8.5m、跨度为84m的桁架大梁上,并采用两条工字形钢作成悬链,对悬挂体系起辅助稳定作用。桁架大梁支撑在端部的两个巨大筒体上,从而在建筑底部形成了一片完全开敞的场地。

从艺术上看,空旷的底座、坚实的顶冠、精巧的钢链索、明亮的玻璃窗和悬挂在两座坚实混凝土塔楼间的箱形钢梁等单元构件,辉光相映,充分表现了结构的重要性。它们组合在一起形成了一幢匀称得体的建筑,再现了结构艺术的成就。