

高层建筑结构 分析与设计

梁启智 编著

华南理工大学出版社

高层建筑结构 分析与设计

梁启智 编著

华南理工大学出版社

内 容 提 要

本书按照建筑结构荷载规范(GBJ9—87)、建筑抗震设计规范(GBJ11—89)、混凝土结构设计规范(GBJ10—89)、钢筋混凝土高层建筑结构设计与施工规程(JGJ3—91)、建筑地基基础设计规范(GBJ7—89)和钢结构设计规范(GBJ17—88)等新规范、新规程编写。全书系统阐述了高层建筑框架结构、剪力墙结构、框支剪力墙结构、框架-剪力墙结构、筒体-剪力墙结构及筒体结构与高层钢结构等的特点、布置和分析计算方法。论述了高层建筑结构分析的矩阵位移法,广义连续化方法,连续-离散化方法,有限元、有限条方法以及框架柱的计算长度的确定等。对高层建筑抗风抗震设计、结构截面设计及基础设计等也作了详细介绍。全书安排了大量例题和适量习题。

本书可作为建工系、建筑学系本科生、研究生的教材,也可供结构设计、施工及研究人员作参考。

[粤]新登字 12 号

高层建筑结构分析与设计

梁启智 编著

责任编辑 罗月花 林炳清

*

华南理工大学出版社出版发行

(广州·五山 邮码 510641)

广东省新华书店经销

华南理工大学出版社电脑排版室排版

广东韶关新华印刷厂印装

*

开本 787×1092 1/16 印张 60.5 字数 1400 千

1992 年 8 月第 1 版 1993 年 8 月第 2 次印刷

(精) 2001—6000

印数: (半精) 0001—3000

ISBN 7—5623—0287—1/TU·18

(精) 88.50 元

定价: (半精) 81.50 元

目 录

第一章 高层建筑结构基本知识	(1)
第一节 绪论	(1)
第二节 高层建筑结构的受力特点和要求	(11)
第三节 高层建筑的结构类型	(14)
第四节 高层建筑的结构体系	(18)
一、框架结构体系	(18)
二、剪力墙结构体系	(19)
三、框架-剪力墙结构体系和框架-筒体结构体系	(22)
四、筒体结构体系	(24)
五、巨型(超级)结构体系	(28)
第五节 结构的总体布置	(29)
一、总体布置原则	(29)
二、控制结构的侧向变形	(29)
三、结构的平面布置	(30)
四、结构的竖向布置	(30)
五、缝的设置与构造	(33)
六、温差的竖向效应	(37)
第六节 高层建筑的结构布置	(39)
一、框架体系的结构布置	(40)
二、剪力墙体系的结构布置	(41)
三、框架-剪力墙体系的结构布置	(42)
四、筒体结构的布置	(46)
第七节 高层建筑的荷载作用及其效应组合	(49)
一、竖向荷载	(49)
二、风荷载	(50)
三、地震作用	(54)
四、荷载效应和地震作用效应的组合	(58)
第八节 内力与位移计算的一般原则	(59)
第九节 高层建筑结构的稳定和倾覆验算	(60)
第二章 高层及多层框架结构的近似分析	(62)

第一节	高层和多层框架在竖向荷载作用下的近似分析——分层计算法	(62)
第二节	用反弯点法近似分析高(多)层框架的水平荷载作用	(68)
一、	确定柱的反弯点高度	(69)
二、	确定柱的侧移刚度	(69)
三、	楼层剪力在同层各柱间的分配	(70)
四、	确定柱端弯矩	(70)
五、	确定梁端弯矩	(71)
六、	确定梁的剪力	(71)
七、	确定柱的轴力	(71)
八、	部分柱端铰接的情况	(75)
九、	局部框架横梁不贯通的情况	(77)
第三节	用 D 值法近似分析高(多)层框架的水平荷载作用	(79)
一、	柱的侧移刚度 D	(79)
二、	柱的反弯点高度比 η	(81)
第四节	高(多)层框架在水平荷载作用下侧移的近似计算	(96)
一、	剪切型和弯曲型侧移曲线	(96)
二、	框架由梁、柱弯曲变形所产生的侧移	(98)
三、	框架由柱的轴向变形所产生的侧移	(99)
第三章	剪力墙结构分析	(106)
第一节	剪力墙结构的计算简图	(106)
第二节	剪力墙的受力特点、分类和计算方法	(108)
一、	无洞口单肢剪力墙	(108)
二、	整截面墙	(108)
三、	小开口整体墙	(108)
四、	联肢剪力墙	(108)
五、	壁式框架	(109)
六、	框支剪力墙	(109)
七、	开有不规则大洞口的墙	(110)
第三节	无洞口单肢剪力墙的计算	(112)
第四节	整截面墙的计算	(119)
第五节	小开口整体墙的计算	(120)
一、	小开口整体墙的判别条件	(120)
二、	小开口整体墙的计算公式	(121)
第六节	双肢剪力墙的计算	(131)
一、	连梁连续化方法的基本假设	(131)
二、	基本微分方程的建立	(133)
三、	基本微分方程的解	(136)
四、	双肢剪力墙的内力	(139)

五、双肢剪力墙的水平位移	(141)
六、双肢剪力墙的计算图表	(144)
七、各类剪力墙的划分和判别的讨论	(175)
八、墙肢受轴心和偏心竖向均布载作用时剪力墙内力和位移的计算	(186)
九、墙肢在顶端受轴心和偏心竖向集中载时剪力墙内力和位移的计算	(188)
十、墙肢在顶端受集中弯矩(力偶矩)作用时剪力墙内力和位移的计算	(192)
十一、结构自重作用的分析	(193)
十二、各墙板温度变化不同时双肢剪力墙内力和位移分析	(195)
第七节 具有对称轴的三肢剪力墙的计算	(218)
第八节 联(多)肢剪力墙的近似计算	(220)
一、基本微分方程组	(221)
二、将基本微分方程组近似简化为一个综合基本微分方程求解	(223)
三、确定分配系数 η_j	(225)
四、内力和位移计算公式	(228)
第九节 壁式框架在水平荷载作用下的近似分析	(237)
一、计算简图	(237)
二、特点	(238)
三、带刚域杆件线刚度的修正	(238)
四、壁式框架柱的侧移刚度 D 值	(239)
五、反弯点高度比的修正	(240)
第十节 楼板作为墙肢的耦联构件时的有效宽度	(245)
一、几个重要尺寸参数对楼板有效宽度的影响	(246)
二、楼板有效宽度比的设计曲线	(248)
三、楼板有效宽度比的简化设计曲线和经验公式	(248)
四、考虑墙厚或筒式核厚的经验设计公式	(249)
五、墙肢的内、外翼缘对楼板有效宽度的影响	(250)
六、端山墙处楼板的有效宽度	(252)
七、正交异性楼板的有效宽度	(252)
第四章 框架-剪力墙结构在水平荷载作用下的近似分析	(253)
第一节 基本假定、分类与计算简图	(253)
第二节 框架的剪切刚度	(255)
一、水平一:用反弯点法求框架的剪切刚度	(256)
二、水平二:用 D 值法求框架的剪切刚度	(257)
三、水平三:考虑柱轴向变形影响的框架等效剪切刚度 C_{r0}	(257)
第三节 框架-剪力墙铰结体系结构分析	(258)
一、结构参数的确定和结构体系的工作性态	(258)
二、基本方程的建立及其一般解	(260)
三、均布水平荷载作用时的计算公式和图表	(261)
四、倒三角形分布载作用时的计算公式和图表	(263)

五、任意高度处或顶端集中载作用时的计算公式和图表	(266)
六、各榀剪力墙和框架的内力	(270)
第四节 框架-剪力墙刚结体系结构分析	(271)
一、墙间连梁的等效剪切刚度	(272)
二、墙和柱间的梁的双重角色及其性能	(273)
三、总剪力墙内力与位移的微分关系	(274)
四、基本微分方程及其解	(274)
五、连梁的内力	(276)
六、各榀剪力墙和框架的内力	(277)
第五节 框架-剪力墙结构的内力和位移特征	(277)
一、水平位移的特征	(277)
二、剪力分布的特征	(278)
三、荷载的分担和框架、剪力墙间的相互作用力特征	(278)
第六节 关于计算方法的说明	(279)
第七节 关于墙、柱间连梁的两点讨论	(280)
一、关于墙、柱间连梁的刚度折减系数	(280)
二、考虑墙、柱间连梁远端的实际转动情况	(280)
第八节 例题和习题	(281)
第五章 底层大空间剪力墙结构分析	(291)
第一节 框支剪力墙在竖向荷载作用下的工作特点和分析计算	(292)
一、单跨框支剪力墙	(293)
二、双跨框支剪力墙	(296)
第二节 框支剪力墙在水平荷载作用下的工作特点和分析计算	(300)
第三节 底层大空间剪力墙结构体系布置及其协同工作计算	(302)
第四节 大底盘大空间剪力墙结构体系布置及计算	(303)
第五节 例题与习题	(305)
第六章 建筑物受扭时抗侧力结构的近似分析	(309)
第一节 抗推刚度和刚度中心	(309)
一、抗侧力结构的抗推刚度	(309)
二、刚度中心	(310)
三、计算偏心距和附加效应	(311)
第二节 抗侧力结构正交布置时的受扭分析	(312)
第三节 抗侧力结构任意方向布置时的水平荷载分配	(316)
一、主轴的概念	(316)
二、结构单元的主轴方向	(317)
三、结构单元刚度中心的坐标	(318)
四、水平荷载(剪力)在各榀抗侧力结构间的分配	(319)
第七章 筒体结构分析	(322)
第一节 框筒结构的基本分析	(324)

一、框筒的工作性态	(324)
二、初步设计时的粗略估算——等效槽形截面方法	(325)
三、将框筒展开成为等效平面框架的分析方法	(326)
四、应用影响曲线进行初步设计	(328)
五、框筒受扭的近似计算	(333)
第二节 实腹筒体结构的计算——开口薄壁杆件的自由扭转和约束扭转	(334)
一、自由扭转的剪应力	(335)
二、约束扭转正应力	(336)
三、主极点和主零点的位置	(338)
四、约束扭转正应力 σ_w 所对应的内力——双力矩	(343)
五、弯曲扭转的剪应力及其相应的内力——弯曲扭转力矩	(345)
六、扭转角微分方程及其解	(349)
七、开口薄壁筒体约束扭转的边界条件	(356)
第三节 连梁和楼板对开口薄壁筒体约束扭转的影响	(358)
第四节 闭合薄壁截面筒体的约束扭转	(362)
一、闭合薄壁截面的广义扇性几何性质	(362)
二、闭合薄壁截面筒体的自由扭转	(367)
三、闭合薄壁截面筒体约束扭转的正应力	(369)
四、闭合薄壁截面筒体约束扭转的剪应力	(370)
五、闭合薄壁截面筒体扭转角的微分方程	(372)
六、扭转角微分方程的通解和初参数方程	(374)
第五节 框筒化作等效实腹筒的结构分析	(375)
一、等效实腹筒的特征	(375)
二、水平荷载作用下的内力计算	(377)
三、水平荷载作用下的位移计算	(384)
四、扭转荷载作用下的内力计算	(386)
五、扭转荷载作用下的位移计算	(389)
第六节 水平荷载作用下筒中筒结构分析	(390)
一、荷载分配法	(391)
二、能量解法	(395)
第七节 扭矩作用下筒中筒结构的计算	(400)
一、扭矩分配法	(400)
二、扭转角微分方程的简化分析法	(402)
第八章 高层建筑结构分析的矩阵位移法	(406)
第一节 矩阵代数基础	(406)
一、向量的概念及其运算	(406)
二、矩阵的定义和几种特殊矩阵	(408)
三、矩阵的相等、加法、减法和数乘矩阵	(410)
四、矩阵的转置	(411)

五、矩阵乘法	(411)
六、分块矩阵和带形矩阵	(413)
七、变换矩阵和正交矩阵	(414)
八、行列式及其性质	(416)
九、矩阵求逆和逆矩阵的性质	(418)
十、矩阵的微分法和积分法	(426)
第二节 桁架结构分析	(427)
一、局部坐标系中的单元刚度矩阵	(427)
二、整体坐标系中的单元刚度矩阵	(429)
三、结构的整体刚度方程	(431)
四、结构整体刚度矩阵的集成方法和步骤	(434)
五、引入结构的支承条件	(436)
六、解算结点位移、支座反力和杆端力	(437)
第三节 平面刚架结构分析	(443)
一、局部坐标系中的单元刚度矩阵	(443)
二、结构整体坐标系中的单元刚度矩阵	(445)
三、结构的整体刚度矩阵和整体刚度方程	(447)
四、引入结构的支承条件与建立基本方程	(447)
五、非结点荷载处理	(449)
六、解算结点位移、支座反力和杆端力	(450)
七、不考虑轴向变形的杆件单元刚度矩阵	(450)
八、考虑剪切变形时杆件单元的刚度矩阵	(462)
九、带刚域杆件单元的刚度矩阵	(462)
第四节 空间刚架结构分析	(464)
一、等截面棱柱杆件空间单元刚度矩阵	(464)
二、结构整体坐标系中的单元刚度矩阵 $[k]^{(e)}$	(467)
三、空间刚架的整体分析	(468)
四、薄壁杆件的单元刚度矩阵和单元刚度方程	(474)
五、薄壁杆件截面几何特征的计算	(477)
六、含有薄壁杆件的结构的坐标变换	(479)
七、结点偏移引起的坐标变换	(481)
第五节 应用矩阵位移法分析高层建筑结构	(483)
一、空间框架的计算方法	(483)
二、采用刚性楼面假设的空间框架分析法	(484)
三、平面结构空间协调的分析方法——建筑物无扭转的情况	(484)
四、平面结构空间协调的分析方法——建筑物产生扭转的情况	(488)
第九章 框架结构稳定和柱的计算长度	(494)
第一节 考虑轴力效应时杆件的计算	(494)

一、杆端转角的计算	(495)
二、杆件的倾角位移方程	(499)
三、在局部坐标系中杆件的单元刚度方程	(514)
四、结构整体坐标系中的单元刚度方程	(515)
第二节 框架的临界荷载	(516)
一、临界荷载的意义	(516)
二、结构的整体刚度矩阵和临界荷载的确定	(517)
第三节 框架柱的计算长度	(529)
一、框架柱计算长度的概念	(529)
二、与计算长度系数 K 有关的因素	(530)
三、水平一: 仅按柱端约束程度确定柱的计算长度系数 k	(530)
四、水平二: 确定柱的计算长度时, 考虑同层柱间的相互影响	(543)
五、水平三: 确定柱的计算长度时, 考虑楼层间的相互影响	(555)
第十章 高层建筑结构的广义连续化方法	(563)
第一节 有任意 n 列孔洞的平面联肢剪力墙	(563)
一、基本微分方程组的建立	(563)
二、基本微分方程组的解	(566)
三、联肢剪力墙中构件的内力	(570)
四、剪力墙的水平位移	(571)
第二节 空间联肢剪力墙	(578)
一、基本微分方程组的建立	(579)
二、基本微分方程组的解	(583)
三、结构的变位	(585)
四、连梁和墙肢的内力	(586)
第三节 高层建筑结构的广义连续化分析方法	(588)
一、基本思想和连续化的处理	(588)
二、基本微分方程组及其解	(595)
三、结构的变位	(595)
四、连梁和墙肢的内力	(595)
第四节 高层建筑结构的连续-离散化分析方法	(614)
一、差分法的原理	(614)
二、均匀结构的计算	(615)
三、非均匀结构的计算	(620)
第五节 广义连续化分析方法中一些问题的深化和发展	(628)
一、墙肢采用折板计算模型	(629)
二、竖向荷载作用下的分析	(631)
三、墙板采用铁木辛柯梁组合模型	(636)
四、基本微分方程组数值解的其他方法	(636)
五、其他问题	(636)

第十一章 高层建筑结构分析中的有限元法和有限条法..... (638)

第一节 常应变三角形单元分析..... (638)

一、划分单元的原则 (639)

二、单元位移函数和形函数 (640)

三、单元应变 (643)

四、单元应力 (645)

五、单元节点力 (646)

六、单元刚度矩阵 (647)

第二节 平面问题的整体分析..... (650)

一、集成整体刚度矩阵 (650)

二、整体刚度矩阵的特点 (652)

三、荷载列矩阵 (654)

四、非节点荷载的移置 (655)

五、引入结构的支承条件..... (656)

六、应力计算和结果处理..... (658)

七、利用结构的对称性 (660)

八、温度应力分析 (661)

第三节 高层建筑结构常用的一些较精密单元..... (675)

一、具有 8 个自由度的矩形单元 (676)

二、具有 12 个自由度的矩形单元..... (680)

三、具有 8 个自由度的杂交平面应力单元..... (685)

第四节 子结构分析法..... (691)

一、基本思路 (691)

二、子结构分析法的步骤..... (692)

第五节 有限条法..... (698)

一、有限条分析方法概述..... (698)

二、平面应力有限条形函数的多项式部分..... (705)

三、有限条法位移函数的级数(基函数)部分 (707)

四、框架和墙肢间的梁列的计算模型 (710)

第十二章 高层建筑结构的抗风和抗震设计..... (714)

第一节 结构动力学基本原理..... (714)

一、单层建筑结构的动力性态 (714)

二、多层和高层建筑结构的动力性态 (723)

第二节 高层建筑的抗风设计..... (734)

一、风的动力特性及其拟静力计算 (734)

二、风载作用下高层建筑的振幅、振动速度和加速度的控制 (739)

三、建筑物四周的风候环境 (740)

第三节 计算地震作用的底部剪力法..... (742)

一、水平地震影响系数 α (742)

二、底部剪力和地震荷载沿高度的分配	(743)
三、突出屋面的小塔楼的“鞭梢效应”	(745)
第四节 抗震设计中的反应谱振型分析法	(747)
一、振型参与系数	(748)
二、结构地震反应的振型分析	(749)
三、地震荷载的计算和各振型效应的组合	(750)
四、考虑扭转效应时的反应谱振型分析法	(754)
第五节 抗震设计中的时程分析法	(759)
一、时程分析的计算方法	(760)
二、构件的恢复力特性	(768)
三、弹性和弹-塑性地震反应	(768)
四、高层建筑结构时程分析计算模型	(773)
五、输入地震波的选用	(779)
第六节 结构薄弱楼层的抗震变形验算	(789)
第七节 竖向地震作用	(790)
第十三章 截面设计和结构构造	(792)
第一节 一般原则与规定	(792)
第二节 框架结构的截面设计和构造	(793)
一、构件设计中的控制截面及其控制内力	(793)
二、活载的不利布置及其简化	(794)
三、混凝土强度等级	(796)
四、柱的设计	(796)
五、框架梁的设计	(801)
六、框架节点设计	(807)
七、填充墙及其与柱的联系	(809)
第三节 剪力墙结构的截面设计和构造	(809)
一、材料和尺寸比例	(809)
二、门窗洞口的布置和有关构造	(809)
三、截面承载能力和内力的调整	(810)
四、剪力墙的截面验算	(811)
五、剪力墙的钢筋及构造	(814)
六、剪力墙连梁的截面和构造	(816)
七、小洞口的补强钢筋	(817)
第四节 底层大空间剪力墙结构构造	(818)
一、过渡层	(818)
二、框支梁的截面尺寸和构造	(818)
三、框支柱的截面尺寸及构造	(819)
四、框支剪力墙上部墙体的构造	(820)
五、落地剪力墙	(820)

第五节 框架-剪力墙结构的构造	(821)
第六节 筒体结构的构造	(822)
第七节 楼板与剪力墙、框架的连接构造	(823)
一、现浇和预制楼板的应用范围	(823)
二、预制板楼面的构造	(823)
第十四章 高层建筑基础	(826)
第一节 基础选型与埋置深度	(826)
第二节 地基土承载力和单桩承载力	(827)
第三节 条形基础	(828)
一、倒梁法	(828)
二、地基系数法	(832)
三、交叉条形基础	(860)
四、条形基础的结构构造	(864)
第四节 筏形基础	(867)
一、应用和结构构造	(867)
二、筏形基础分析的刚性板方法	(868)
三、筏形基础分析的弹性板差分法	(869)
第五节 箱形基础	(878)
一、箱形基础地基的计算	(878)
二、基底反力计算	(879)
三、箱形基础结构内力计算	(881)
四、构件强度计算	(883)
五、箱形基础的结构构造	(885)
第六节 桩基础	(888)
一、预制钢筋混凝土桩	(888)
二、灌注桩	(889)
三、钢管桩	(892)
四、桩基承台	(893)
五、桩端进入持力层的深度	(894)
第七节 大直径扩底墩	(894)
第十五章 高层建筑钢结构	(896)
第一节 高层建筑钢结构的类型、体系和布置	(900)
一、刚架结构体系	(900)
二、框架-抗剪结构体系	(901)
三、筒体结构体系	(914)
四、塔式空间巨型桁架结构体系	(919)
第二节 高层建筑钢结构的内力和位移	(921)
一、分析计算的一般原则	(921)

二、静力计算 (922)

三、地震作用的计算 (923)

四、整体稳定与二阶分析 (924)

五、位移限制和抗倾覆验算 (931)

第三节 构件截面形式和节点构造 (932)

一、柱的截面形式 (932)

二、吊杆的截面形式 (933)

三、梁的截面形式 (933)

四、支撑斜杆的截面 (935)

五、柱的拼接 (936)

六、梁和柱的连接 (937)

参考文献 (941)

第一章 高层建筑结构基本知识

第一节 绪 论

高层建筑是社会生产的需要和人类生活需求的产物,是现代工业化、商业化和城市化的必然结果。

高层建筑的定义高度或层数,各国规定不一,且多无严格定义。它跟各个国家和地区的地理环境、地震烈度、建筑材料、建筑技术、电梯的设置标准以及防火的特殊要求等很多因素有关。在我国,一般 8 层以上的房屋就需要设置电梯,对 10 层以上的房屋就有提出特殊的防火要求的防火规范。从结构受力性态的角度来看,8 层以上的房屋,风和地震等水平荷载显得越来越重要,甚至起控制作用。所以,我国的高层建筑结构和施工规定^[5]和规程^[19],均以 8 层建筑物为起点。

科学技术的发展,高强轻质材料的出现以及机械化电气化在建筑中的实现等等,为高层建筑的发展提供了物质条件。十九世纪末期,由于工业技术的进步,开始出现了现代形式的钢框架和钢筋混凝土框架结构的高层建筑。1889 年,在美国芝加哥修建的 Second Rand McNally 九层大楼,就是世界上第一幢钢框架结构高层建筑。而最早的钢筋混凝土框架结构高层建筑,当推 1903 年修建的法国巴黎 Franklin 公寓以及美国辛辛纳堤城 Ingall 十六层大楼。所以,现代形式的高层建筑,不外只有百年左右的历史。在高层建筑发展初期,钢框架结构应用相当广泛,而钢筋混凝土框架结构则较少。有些钢框架结构加设了钢支撑或竖向桁架,提高了结构的侧向刚度,使建筑物高度能够增加,推动了高层建筑的发展。1905 年,美国纽约的 Metropolitan 高楼,已达 50 层。1931 年,在美国纽约建造了有名的帝国大厦,达 102 层,高 381 米;时至今日(建造已 60 年),该建筑物高度仍列为世界上已建成的最高建筑的第四位。这个年代,高层建筑虽然有了较大的发展,但毕竟受到建筑材料和设计理论的限制,结构自重较大,材料用量较多,且结构形式仅限于框架,建筑地点亦局限于非地震区。

随着工业化、商业化、城市化的进程,不少国家和地区城市人口大量聚集,密度猛增,造成城市生产和生活用房紧张,地价昂贵,迫使建筑物向高空发展。但只有到了本世纪五十年代以后,由于轻质高强材料研制成功,抗风抗震结构体系的发展,新的设计计算理论的创立,电子计算机在设计中的应用,以及新的施工技术和先进的建筑机械不断涌现,才给大规模地、较经济地建造高层建筑提供充分的条件,使高层建筑得到迅速发展。到目前为止,不少国家和地区的高层建筑,几乎占了整个城市建筑面积的 30~40%。得天独厚、工商业发达的头号资本主义国家美国,高层建筑数量最多,高度在 160~200 米的建筑就

超过了一百幢。1972 年和 1973 年,美国纽约分别建成了世界贸易中心的北楼和南楼,两幢大楼均为 110 层,高度分别为 417 米和 415 米。1974 年,美国芝加哥建成了西尔斯大楼 (Sears Tower),亦为 110 层,而高度为 443 米,成为目前世界已建成的最高建筑。纽约的世界贸易中心的北楼和南楼,则分别列为亚军与季军。日本地处多发地震区域,它的建筑基准法本来对建筑物的高度有严格的限制。但经济高速发展所带来的城市人口集中、房屋紧张和地价昂贵,迫使人们研究地震区建造高层建筑的可能性和方法。通过长期努力和资料、经验的积累,依靠充分运用电子计算机而建立了抗震设计的新技术,终于在 1963 年,废除了建筑基准法中关于建筑高度的严格限制。廿多年间,以东京为开端,日本各大城市的高耸入云的建筑正在使天空的轮廓发生巨变,迎来了日本人所谓的“超高层建筑时代”。近廿年来,其他很多国家和地区的高层建筑都有了较大发展,有些国家还出现了高层建筑群,如法国巴黎的 Defece 区就修建了几十幢 30~50 层的大楼;罗马尼亚首都布加勒斯特,在几个住宅区盖了几百幢十一层左右的住宅楼。南斯拉夫、比利时、荷兰、苏联等国,高层建筑的比重在近廿年都提高了若干倍。墨西哥、委内瑞拉、加拿大、澳大利亚、南非、香港和新加坡等国家和地区,也兴建了许多高层建筑。

表 1-1 按高度顺序列出了世界上 104 个最高的建筑物。表中内容包括建筑物名称、所在城市、落成年份、高度、材料和用途等项。

表 1-1 全世界 104 个最高的建筑物

序号	建 筑 物	城 市	落成年份	层数	高 度		材 料	用 途
					(米)	(呎)		
1	西尔斯塔楼	芝加哥	1974	110	443	1454	钢	办公楼
2	世界贸易中心(北楼)	纽 约	1972	110	417	1368	钢	办公楼
3	世界贸易中心(南楼)	纽 约	1973	110	415	1362	钢	办公楼
4	帝国大厦	纽 约	1931	102	381	1250	钢	办公楼
5	中国银行	香 港	1988	72	368	1209	混合	办公楼
6	印地安纳标准石油大厦	芝加哥	1973	80	346	1136	钢	办公楼
7	约翰·汉科克大厦	芝加哥	1968	100	344	1127	钢	多功能
8	克里斯勒大厦	纽 约	1930	77	319	1046	钢	办公楼
9	得克萨斯商业广场大厦	休斯敦	1981	75	305	1002	混合	办公楼
10	联合银行广场大厦	休斯敦	1983	71	296	970	钢	办公楼
11	哥伦比亚中心	西雅图	1985	76	291	955	钢/混凝土	办公楼
12	狄亚浜中心	芝加哥	1988	70	290	952	混合	办公楼
13	美国国际大厦	纽 约	1931	66	290	950	钢	办公楼
14	第一银行塔楼	多伦多	1975	72	285	935	钢	办公楼
15	40 沃尔塔楼	纽 约	1966	71	283	927	钢	办公楼
16	达拉斯梅恩中心	达拉斯	1985	70	281	921	混合	办公楼
17	市社团中心	纽 约	1977	59	280	919	钢	多功能
18	侨联银行	新加坡	1986	63	280	919	钢	办公楼

续表 1-1

序号	建 筑 物	城 市	落成年份	层数	高 度		材 料	用 途
					(米)	(呎)		
19	特伦斯科塔楼 2	休斯敦	1983	64	275	901	钢	办公楼
20	水塔广场大厦	芝加哥	1976	74	262	859	混凝土	多功能
21	联合加州银行	洛杉矶	1974	62	262	858	钢	办公楼
22	跨美金字塔大厦	旧金山	1972	48	259	853	钢	办公楼
23	RCA 洛克菲勒中心	纽 约	1933	70	259	850	钢	办公楼
24	第一国民银行	芝加哥	1969	60	259	850	钢	办公楼
25	美国钢铁大厦	匹兹堡	1970	64	256	841	钢	办公楼
26	自由广场大厦	费城	1987	60	256	840	钢	办公楼
27	万蔡斯曼哈顿 广场大厦	纽约	1961	60	248	813	钢	办公楼
28	泛美大厦	纽约	1963	59	246	808	钢	办公楼
29	利亚图中心	墨尔本	1986	70	243	794	混凝土	办公楼
30	伍尔沃思大厦	纽约	1913	57	242	792	钢	办公楼
31	第一科学文化宫	华沙	1955	42	241	790	钢/混凝土	办公楼
32	约翰·汉科克大厦	波士顿	1973	60	241	790	钢	办公楼
33	M. L. C. 中心	悉尼	1976	70	240	786	混凝土	办公楼
34	贸易展览大厦(西楼)	多伦多	1974	57	239	784	钢	办公楼
35	共和银行中心	休斯敦	1983	56	238	780	钢	办公楼
36	美州银行	旧金山	1969	52	237	778	钢	办公楼
37	3 第一国民广场大厦	芝加哥	1981	58	236	775	混合	办公楼
38	IDS 中心	明尼阿波利斯	1972	57	235	772	混合	办公楼
39	星州财政大厦	新加坡	1986	52	235	770	混合	办公楼
40	万佩恩广场大厦	纽约	1972	50	234	766	钢	办公楼
41	高丽保险公司	汉城	1986	63	233	764	钢	办公楼
42	吐艾杜拉泽大厦	槟城	1985	60	232	761	混凝土	办公楼
43	公正塔楼(西楼)	纽约	1985	51	230	755	钢	办公楼
44	梅恩·蒙帕纳斯大厦	巴黎	1973	64	229	751	混合	办公楼
45	咨询中心	波士顿	1964	52	229	750	钢	办公楼
46	联邦储备大厦	波士顿	1975	32	229	750	钢	办公楼
47	埃桑大厦	纽约	1971	54	229	750	钢	办公楼
48	第一国际广场大厦	休斯敦	1981	55	228	748	混合	办公楼
49	安全太平洋国民银行	洛杉矶	1974	55	226	743	钢	办公楼
50	1 自由广场大厦 (美国钢铁)	纽约	1972	54	226	743	钢	办公楼
51	池袋塔楼(阳光 60)	东京	1978	60	226	742	钢	办公楼
52	拉斐列斯城市旅馆	新加坡	1986	70	226	741	混凝土	旅馆
53	20 交易广场大厦 (市立银行)	纽约	1931	55	226	741	钢	办公楼
54	复兴大厦 1	底特律	1977	73	225	739	混凝土	旅馆