



普通高等学校土木工程专业精编系列规划教材

高层建筑结构设计

主编 沈小璞 陈道政
主审 王建国



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

普通高等学校土木工程专业精编系列规划教材

高层建筑结构设计

主 编 沈小璞 陈道政

副主编 胡 俊 陈 东

主 审 王建国



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

图书在版编目(CIP) 数据

高层建筑结构设计/沈小璞,陈道政主编. —武汉:武汉大学出版社,2014.1
普通高等学校土木工程专业精编系列规划教材
ISBN 978-7-307-12033-4

I. 高… II. ① 沈… ② 陈… III. 高层建筑—结构设计—高等学校—教材
IV. TU973

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 264637 号

责任编辑:邓 瑶 责任校对:路亚妮 装帧设计:吴 极

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件:whu_publish@163.com 网址:www.stmpress.com.cn)

印刷:湖北睿智印务有限公司

开本:850×1168 1/16 印张:22 字数:602 千字

版次:2014 年 1 月第 1 版 2014 年 1 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-307-12033-4 定价:39.80 元

版权所有,不得翻印;凡购买我社的图书,如有质量问题,请与当地图书销售部门联系调换。

普通高等学校土木工程专业精编系列规划教材

编审委员会

(按姓氏笔画排名)

顾问:干洪 朱大勇 任伟新 张伟林 程桦 颜事龙

主任委员:丁克伟 徐颖 高飞

副主任委员:戈海玉 方达宪 孙强 杨智良 陆峰 胡晓军

殷和平 黄伟

委员:马芹永 王睿 王长柏 王佐才 韦璐 方诗圣

白立华 刘运林 关群 苏少卿 李长花 李栋伟

杨兴荣 杨树萍 肖峻峰 何夕平 何芝仙 沈小璞

张洵 张速 张广锋 陈燕 邵艳 林雨

周安 赵青 荣传新 姚传勤 姚直书 袁文华

钱德玲 倪修全 郭建营 黄云峰 彭曙光 雷庆关

总责任编辑:曲生伟

秘书长:蔡巍

特别提示

教学实践表明,有效地利用数字化教学资源,对于学生学习能力以及问题意识的培养乃至怀疑精神的塑造具有重要意义。

通过对数字化教学资源的选取与利用,学生的学习从以教师主讲的单向指导的模式而成为一次建设性、发现性的学习,从被动学习而成为主动学习,由教师传播知识而到学生自己重新创造知识。这无疑是锻炼和提高学生的信息素养的大好机会,也是检验其学习能力、学习收获的最佳方式和途径之一。

本系列教材在相关编写人员的配合下,将逐步配备基本数字教学资源,其主要内容包括:

课程教学指导文件

- (1)课程教学大纲;
- (2)课程理论与实践教学时数;
- (3)课程教学日历:授课内容、授课时间、作业布置;
- (4)课程教学讲义、PowerPoint 电子教案。

课程教学延伸学习资源

- (1)课程教学参考案例集:计算例题、设计例题、工程实例等;
- (2)课程教学参考图片集:原理图、外观图、设计图等;
- (3)课程教学试题库:思考题、练习题、模拟试卷及参考解答;
- (4)课程实践教学(实习、实验、试验)指导文件;
- (5)课程设计(大作业)教学指导文件,以及典型设计范例;
- (6)专业培养方向毕业设计教学指导文件,以及典型设计范例;
- (7)相关参考文献:产业政策、技术标准、专利文献、学术论文、研究报告等。

基本数字教学资源网站链接:<http://www.stmpress.cn>

前言

随着我国经济的快速发展,高层建筑不断涌现。高层建筑在城市建设进程中充分体现了现代建筑的特征和科技的力量。高层建筑结构的分析计算已基本告别传统的手工计算而采用计算机程序计算,且大多采用三维空间结构分析计算程序。尽管如此,作为工程技术人员,深入理解和掌握高层建筑结构设计的基本概念和基本理论,对于高层建筑结构的设计仍然是至关重要的。

为适应宽口径、厚基础、多方向、重应用的土木工程专业人才培养模式要求,我们结合多年的教学、科研和工程实践经验,并吸收了国内外的一些研究成果,组织编写了本教材。

本教材适应大土木的教学内容要求,并结合专业实际需要,以建筑工程相关规范为主线,紧密结合高层建筑结构设计学科的最新发展状况。

“高层建筑结构设计”是高等学校土木工程专业的主要专业课程之一。本书依照《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ 3—2010)、《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)、《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010)、《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2011)、《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2012)等有关国家现行规范或规程进行编写,并且参考了高等学校土木工程专业“卓越工程师教育培养计划”和土木工程专业本科培养方案对《高层建筑结构设计》的基本要求。

本书共分 11 章,主要内容有:概论,高层建筑结构体系与结构设计布置原则,高层建筑结构荷载和地震作用,高层建筑结构计算分析方法,框架结构的计算、设计和构造,剪力墙结构的计算、设计和构造,框架-剪力墙结构设计,筒体结构设计,钢与混凝土组合结构设计,高层建筑结构基础设计,高层建筑结构计算机程序介绍与计算实例。全书内容深入浅出,在强调基本概念和基本理论的基础上,力求理论联系实际。为帮助读者学习,本书采用了很多图表和例题作业及工程应用范例,各章都附有独立思考。

本书由安徽建筑大学沈小璞、合肥工业大学陈道政担任主编,安徽建筑大学胡俊、陈东担任副主编,安徽新华学院王颖、吴韬担任参编。

具体编写分工如下:

安徽建筑大学,沈小璞(前言、第 1 章、第 11 章);

合肥工业大学,陈道政(第 2 章、第 4 章、第 5 章);

安徽建筑大学,胡俊(第 7 章);

安徽建筑大学,陈东(第 6 章、第 10 章);

安徽新华学院,王颖(第 3 章);

安徽新华学院,吴韬(第8章、第9章)。

全书由沈小璞统稿,由合肥工业大学王建国担任主审。

本书可以作为土木工程专业全日制本科生或土建类成人教育的教材,也可作为土木工程专业其他工程技术人员的参考资料。

本书在编写过程中得到安徽建筑大学领导、武汉大学出版社的大力支持,在此深表谢意。

由于编者水平有限及编写时间仓促,书中不妥和疏漏之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

2013年9月

目录

1	概论	(1)
1.1	高层建筑的发展概况	(2)
1.2	高层建筑设计特点	(7)
1.3	高层建筑结构发展趋势	(11)
	知识归纳	(15)
	独立思考	(16)
	参考文献	(16)
2	高层建筑结构体系与结构设计布置原则	(17)
2.1	结构体系	(18)
2.2	结构总体布置原则	(31)
2.3	结构设计的基本要求	(44)
2.4	设计多道设防结构——超静定结构和双重抗侧力体系的概念 ...	(47)
2.5	耗能支撑结构设计概念	(47)
2.6	结构布置实例	(52)
	知识归纳	(54)
	独立思考	(54)
	参考文献	(54)
3	高层建筑结构荷载和地震作用	(55)
3.1	竖向荷载计算	(56)
3.2	风荷载计算	(57)
3.3	地震作用计算	(62)
3.4	荷载效应和地震作用效应组合	(69)
3.5	高层建筑结构地震作用计算实例	(72)
	知识归纳	(74)
	独立思考	(74)
	参考文献	(75)
4	高层建筑结构计算方法	(76)
4.1	计算分析方法和模型	(77)
4.2	计算参数的选取	(78)
4.3	结构简化计算原则与计算简图处理	(79)
4.4	结构整体稳定与倾覆	(82)
4.5	薄弱层弹塑性计算	(85)

4.6	扭转效应的简化计算	(88)
4.7	计算结构的分析、判断和调整	(92)
	知识归纳	(96)
	独立思考	(97)
	参考文献	(97)
5	框架结构的计算、设计和构造	(98)
5.1	框架结构概念设计	(99)
5.2	框架结构的内力与位移计算	(101)
5.3	框架结构的最不利内力及内力组合	(115)
5.4	框架抗震设计的延性要求	(117)
5.5	框架梁的设计及构造要求	(119)
5.6	框架柱的设计及构造要求	(125)
5.7	框架节点的设计及构造要求	(132)
5.8	高层建筑框架结构设计实例	(138)
	知识归纳	(170)
	独立思考	(170)
	参考文献	(171)
6	剪力墙结构的计算、设计和构造	(172)
6.1	剪力墙结构的工作特点	(173)
6.2	剪力墙结构的内力与位移计算	(177)
6.3	剪力墙结构的分类	(189)
6.4	剪力墙的截面设计及构造要求	(190)
6.5	底部大空间剪力墙结构设计及构造要求	(198)
6.6	高层建筑剪力墙结构设计实例	(203)
	知识归纳	(206)
	独立思考	(207)
	参考文献	(208)
7	框架-剪力墙结构设计	(209)
7.1	框架-剪力墙结构协同工作的基本原理	(210)
7.2	框架-剪力墙结构的抗侧刚度	(213)
7.3	框架-剪力墙结构的内力与位移计算	(217)
7.4	刚度特征值 λ 对框剪结构受力、位移特性的影响	(229)
7.5	框架-剪力墙结构的截面设计及构造要求	(231)
7.6	高层框架-剪力墙结构设计实例	(233)
	知识归纳	(247)
	独立思考	(247)
	参考文献	(249)

8 筒体结构设计	(250)
8.1 筒体结构的类型、布置及受力特征	(251)
8.2 筒体结构的计算方法	(254)
8.3 筒体结构的截面设计及构造要求	(257)
8.4 筒体结构在工程中的应用范例——上海环球金融中心结构	(260)
知识归纳	(263)
独立思考	(264)
参考文献	(264)
9 钢与混凝土组合结构设计	(265)
9.1 概述	(266)
9.2 组合结构的布置及构造要求	(267)
9.3 组合结构构件设计	(272)
9.4 钢与混凝土组合结构在工程中的应用范例——上海金茂大厦结构	(278)
知识归纳	(281)
独立思考	(282)
参考文献	(282)
10 高层建筑结构基础设计	(283)
10.1 概述	(284)
10.2 高层建筑的基础选型和埋置深度	(289)
10.3 地基承载力	(292)
10.4 筏形基础设计	(297)
10.5 箱形基础设计	(299)
10.6 桩基础设计	(301)
10.7 高层建筑结构基础设计实例	(304)
知识归纳	(311)
独立思考	(311)
参考文献	(311)
11 高层建筑结构计算机程序介绍与计算实例	(312)
11.1 概述	(313)
11.2 高层建筑结构计算机程序编制基本原理及方法	(313)
11.3 结构分析通用程序	(316)
11.4 高层建筑结构专用程序	(318)
11.5 典型高层建筑结构计算实例	(321)
知识归纳	(333)
独立思考	(333)
参考文献	(334)
附录 规则框架承受均布及倒三角形分布水平力作用时反弯点的高度比	(335)

概 论

课前导读

▮ 内容提要

本章主要包括高层建筑的发展概况、高层建筑设计特点、高层建筑结构发展趋势。本章的教学重点为高层建筑的发展特点，高层建筑结构设计特点，高层建筑的结构类型、技术特点及分类；教学难点为高层建筑结构中的几个重要设计特点。

▮ 能力要求

通过本章的学习，学生应能独立选择合理的高层建筑结构类型，熟练掌握高层建筑设计特点，正确理解高层建筑结构的发展趋势。

1.1 高层建筑的发展概况

高层建筑是受到国家经济发展、城市人口的增多、建设可用地的减少、地价的不断高涨、科学技术的进步、钢铁和水泥的应用、电梯的发明、机械化和电气化在建筑中的应用等诸多因素的影响而发展的。高层建筑是近代经济发展和科学技术进步的产物,至今已有 100 余年的历史。今天,高层建筑作为城市经济繁荣、科学发展和社会进步的重要标志,以及建造业主实力雄厚的象征,受到广泛关注。高层建筑不仅要考虑结构受力,还要考虑建筑功能、文化、社会、经济、设备等因素,才能发挥出最好的经济效益与社会效益。

1.1.1 国外高层建筑的发展

(1) 国外高层建筑的发展阶段。

国外高层建筑的发展可分为三个阶段:

① 第一阶段。

19 世纪中期以前,欧美一般只能建造 6 层左右的建筑,其主要原因是当时缺少材料和可靠的垂直运输系统。

② 第二阶段。

从 19 世纪中叶到 20 世纪 50 年代初,近 100 年里,电梯系统的发明(1855 年),硅酸盐水泥的发明(1924 年),以及钢铁工业的不断发展,使建造更高的建筑成为可能。在美国,一些城市出现了 20~30 层的高层建筑。如家庭保险公司大楼(Home Insurance Building),11 层,高 55 m,建于 1884—1886 年,采用铸铁框架承重结构,标志着一种区别于传统砌筑结构的新结构体系的诞生。到 19 世纪,高层建筑已经发展到了采用钢结构,建筑物的高度越过了 100 m 大关。1898 年建成的纽约 Park Row 大厦,30 层,高 118 m,是 19 世纪世界上最高的建筑。世界上最早的钢筋混凝土框架结构高层建筑,是 1903 年在美国辛辛那提建造的因格尔斯大楼,16 层,高 64 m。1931 年,美国纽约曼哈顿建造了著名的帝国大厦(Empire State Building)(图 1-1),102 层,高 381 m。它保持世界最高建筑的纪录达 41 年之久,直到 1972 年才被美国的世界贸易中心大楼(World Trade Center Towers)(图 1-2)打破。世界贸易中心大楼建造在美国纽约,110 层,高 417 m,为钢结构。

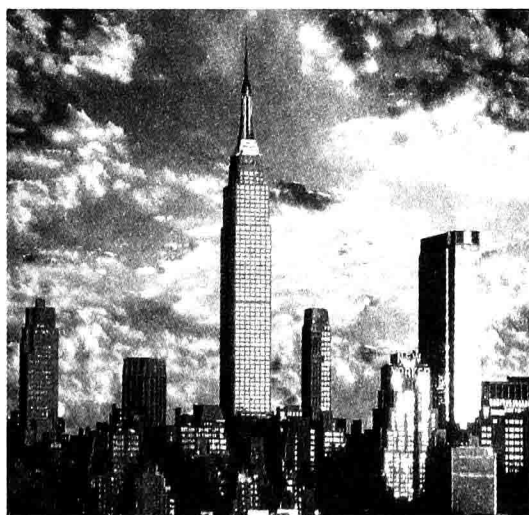


图 1-1 纽约帝国大厦

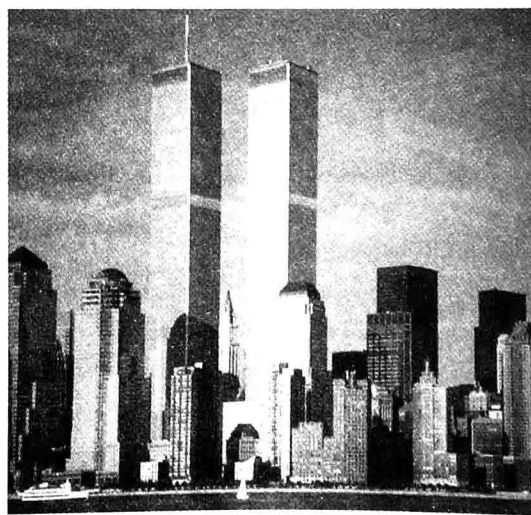


图 1-2 世界贸易中心

这一时期,虽然高层建筑有了比较大的发展,但受到设计理论和建筑材料的限制,结构材料用量较多、自重较大,且仅限于框架结构,建于非抗震区。

③ 第三阶段。

随着在轻质高强材料、抗风抗震结构体系、施工技术及施工机械等方面都取得了很大进步以及计算机在设计中的应用,高层建筑从20世纪50年代开始飞速发展,特别是从20世纪60年代到现在,高层建筑已发展至若干结构体系(如剪力墙结构体系、框-剪结构体系、筒体结构体系等)。如1974年美国在芝加哥又建成了当时世界最高的西尔斯大厦(Sears Tower),110层,高443 m,为钢结构筒体结构体系(图1-3)。

一般高度的高层建筑(80~150 m)更是大量兴建。朝鲜平壤市的柳京饭店,地面以上101层,高305.4 m,为钢筋混凝土结构;1998年建成的位于马来西亚首都吉隆坡的佩重纳斯大厦(或称国营石油双塔)(图1-4),85层,高452 m,为框架-筒体结构。



图 1-3 芝加哥西尔斯大厦



图 1-4 吉隆坡佩重纳斯大厦

(2) 国外高层建筑发展的主要特点。

① 40层以上的超高层建筑采用钢结构居多,40层以下一般都采用现浇钢筋混凝土结构。对100幢高层建筑的分析表明,钢结构占66%,型钢混凝土结构(劲性混凝土结构)占18%,钢筋混凝土结构仅占16%。

② 混凝土强度等级不断提高。如美国旧金山1983年建成的一幢高层建筑,柱的混凝土强度达到45.7 MPa。高强钢筋也在建筑工程中广泛应用,尤其是在预应力混凝土构件中。这就使高层建筑中的梁、柱断面尽可能地减小,而建筑空间和有效使用面积尽可能增加。

③ 在现浇钢筋混凝土结构高层建筑中,普遍采用了板柱体系,从而简化了大梁和楼板的施工工艺。同时,为降低板柱体系的建筑用钢量,提高板、柱的刚度和抗裂性能,加大结构的跨度,常采用无黏结预应力楼板,其效果也非常好。

④ 大型超高层建筑大多采用筒中筒结构或多筒结构体系,其刚度大,侧移小。

⑤ 地基与基础的处理技术比较复杂,按补偿式基础设计要求和建筑整体稳定性,一般高层建筑均设多层地下室。如世界贸易中心大楼设地下室7层,其中4层是汽车库,可停2000辆小汽车,其余为商场和地下车站。

1.1.2 国内高层建筑的发展

我国是高层建筑的真正“故乡”和“发源地”，有着悠久的历史。

(1) 我国古代高层建筑的发展。

公元 524 年在河南建造了嵩岳寺塔(15 层,高 50 m,砖砌单筒结构);公元 704 年在西安建造了大雁塔(7 层,总高 64 m,砖木结构);公元 1055 年在河北定县建造了料敌塔(11 层,高 82 m,砖砌双筒结构);公元 1056 年在山西应县建造了木塔(9 层,高 67 m,木结构)。

这些古代高塔建筑不但在建筑艺术上具有很高水平,而且结构体系、施工技术和施工方法也具有很高水平,并经受住了若干次大地震的考验。

(2) 我国近代高层建筑的发展。

我国近代高层建筑起步较晚,在新中国成立前数目极少。仅在上海、天津、广州等少数城市有高层建筑,其中最高的是上海国际饭店,地下 2 层,地上 22 层,高度为 82.51 m,而且是外国人设计的。

新中国成立后,20 世纪 50 年代在北京建造了一些高层建筑,如和平宾馆,地下 1 层,地上 8 层,高度为 27.2 m;电报大楼,地上 12 层,高度为 68.35 m 等。

到了 20 世纪 60 年代,高层建筑又有所发展,如 1966 年在广州建成了 18 层的人民大厦,高度为 63 m;1968 年建成了广州宾馆,总高度为 88 m,地下 1 层,地上 27 层,是 20 世纪 60 年代我国最高的一幢高层建筑。

到 20 世纪 70 年代,我国高层建筑发展较快。北京、上海、广州等大城市兴建了一批高层旅馆、公寓、办公建筑,层数最多的是 1977 年建成的广州白云宾馆,地下 1 层,地上 33 层,高度为 112 m,是 20 世纪 70 年代我国最高的高层建筑。

进入 20 世纪 80 年代以后,高层建筑发展迅速,已从主要位于沿海大城市发展到遍及全国各省、市、自治区。其特点是数量大,层数多,造型复杂,分布地区广泛,不断应用新的结构体系。仅 1980—1983 年所建的高层建筑数量就相当于 1949 年以来 30 多年中所建高层建筑的总和。

20 世纪 90 年代以来,超高层建筑和高层建筑的发展更加迅猛,建筑物层数和高度不断增长,我国已建成了多座 200 m 以上的高层建筑。如上海金茂大厦,88 层,结构高度为 383 m,建筑高度为 421 m(包括塔尖高度),是正方形筒体-框架结构(图 1-5);深圳帝王商业大厦,81 层,结构高度为 325 m,桅杆高度为 384 m(图 1-6);广州中天广场,80 层,结构高度为 320 m。



图 1-5 上海金茂大厦



图 1-6 深圳帝王商业大厦

21 世纪,高层建筑进入一个飞速发展的阶段,目前正处于改革开放以来高层建筑发展的第二个高潮,除北京、上海、深圳、广州等沿海城市外,内地其他大、中城市(包括西部)高层建筑也在迅速发展。2004 年在中国台湾地区建成的 101 大厦(101 层,建筑高度为 508 m),目前为世界第二高楼(图 1-7)。具有代表性的是上海环球金融中心,地上 101 层,地下 3 层,高 492 m,是中国大陆最高的高层建筑(图 1-8)。

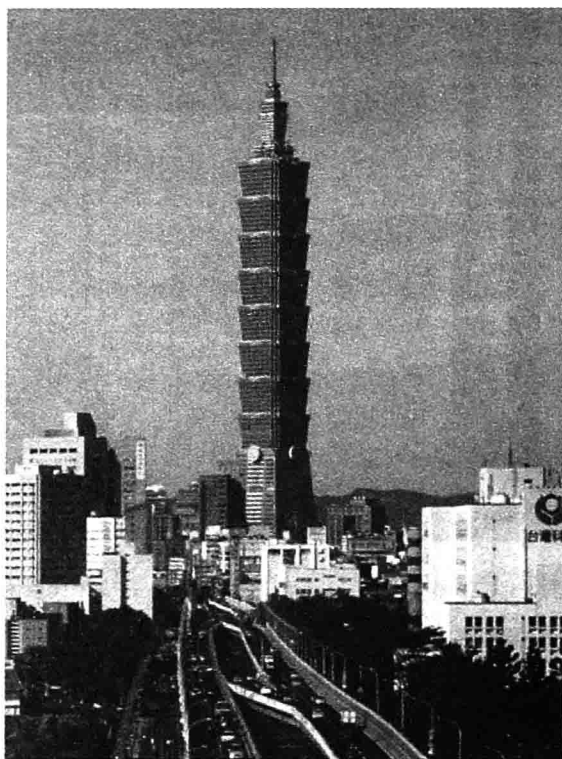


图 1-7 台北 101 大厦

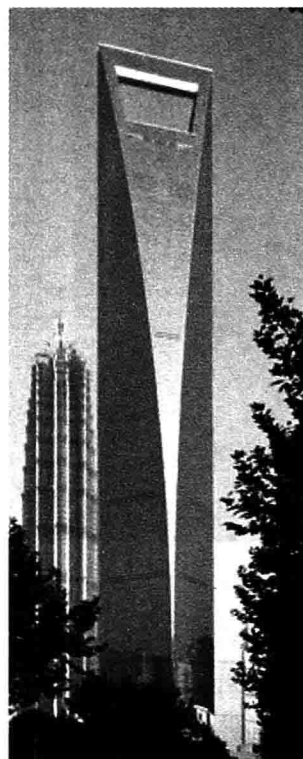


图 1-8 上海环球金融中心

(3) 国内高层建筑发展的特点。

① 层数增多,高度增加,积极参与国际高层建筑竞争。

结构高度不断增加,通过高度(体量)可显示地区或国家的实力,因此,建筑高度成为追求目标。为了争取第一(地区、国内甚至世界),各地高层建筑高度不断增加。

② 结构体型复杂,平面、立面多样化。

为了体现个性、追求新颖,高层建筑的平面、立面体型均极其特殊,结构的复杂程度和不规则程度为国内外前所未有,为结构设计带来极大挑战。平面形状有矩形、方形、八角形、多边形、扇形、圆形、棱形、弧形、Y 形、L 形等。立面出现各种类型转换、外挑、内收、大底盘多塔楼、连体建筑、立面开大洞等复杂体型的建筑。

③ 筒体或筒束结构在各类高层建筑中已得到广泛应用。

高层建筑结构体系:框架、框架-剪力墙、剪力墙、底层大空间剪力墙、框筒和筒体(包括筒中筒与成束筒)、巨型结构及悬挑结构。

超高层建筑结构体系:框架-筒体结构、筒中筒结构、框架-支撑结构。

④ 高层以钢筋混凝土结构为主,但钢-混凝土混合(组合)结构应用较多(尤其是超高层)。

⑤ 钢结构高层建筑正在崛起。

2011 年统计的世界十大高楼(图 1-9)名次见表 1-1。

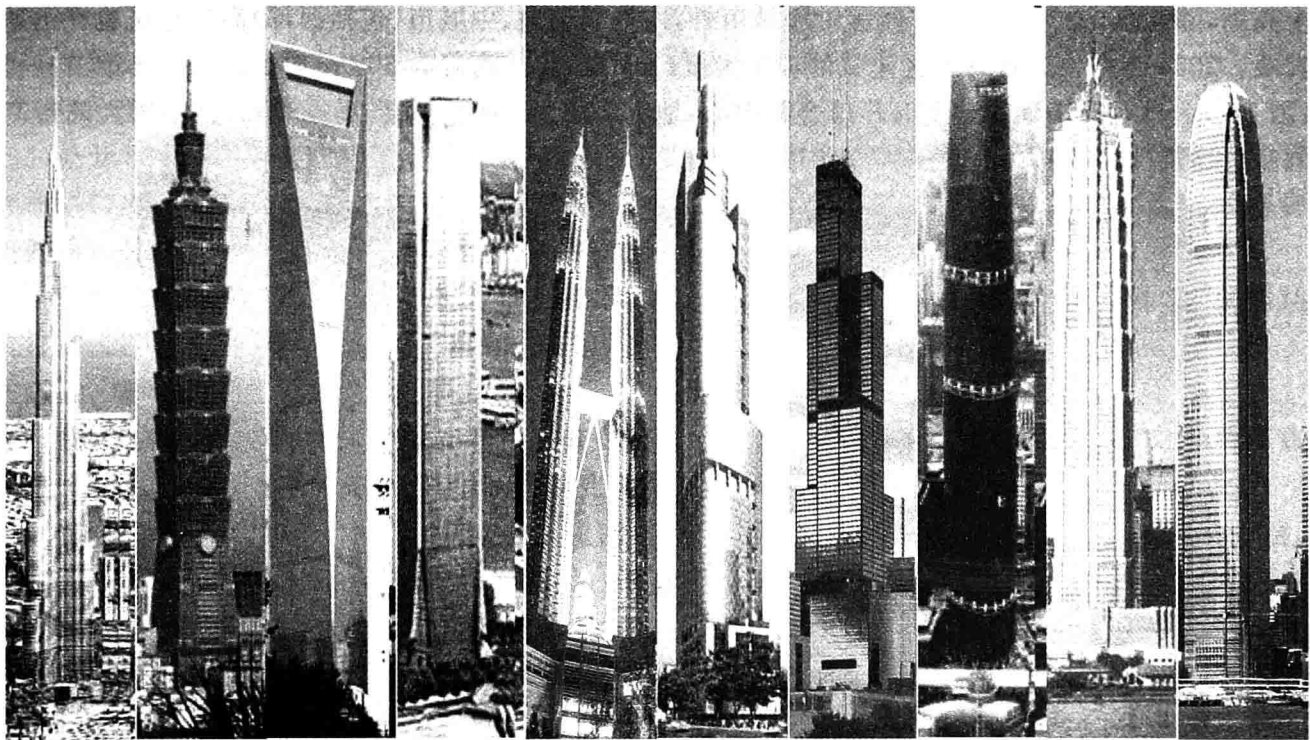


图 1-9 世界十大高楼

表 1-1 世界十大高楼排名

排名	国家	建筑名称	高度/m	层数 层	建成年代
1	阿联酋	迪拜塔	828	160	2009 年
2	中国	台北 101 大厦	508	101	2003 年
3	中国	上海环球金融中心	492	101	2008 年
4	中国	香港国际贸易中心	484	118	2010 年
5	马来西亚	佩重纳斯大厦	452	88	1997 年
6	中国	南京紫峰大厦	450	89	2009 年
7	美国	西尔斯大厦	431	110	1974 年
8	中国	广州国际金融中心	438	103	2010 年
9	中国	上海金茂大厦	420.5	88	1999 年
10	中国	香港国际金融中心	420	88	2003 年

1.1.3 高层建筑的结构类型与分类

(1) 高层建筑的结构类型。

① 钢筋混凝土结构。

优点:造价较低,材料来源丰富,可浇筑成各种复杂断面形状,可组成多种结构体系,可节省钢材,承载能力较强,经过合理设计可获得较好的抗震性能。

缺点:构件断面大,占据面积大,自重重大。

② 钢结构。

优点:强度高、韧性大、抗震性能好、易于加工,能缩短现场施工工期,施工方便。

缺点:用钢量大,造价很高,耐火性能差。

③ 组合结构。

优点:在钢筋混凝土结构基础上,充分发挥钢结构优良的抗拉性能以及混凝土结构的抗压性能进一步减轻结构重量,提高结构延性。

组合结构的类型有:

a. 用钢材加强钢筋混凝土构件。

b. 钢骨钢筋混凝土构件。

c. 钢管钢筋混凝土构件。

d. 一部分抗侧力结构用钢结构,另一部分采用钢筋混凝土结构(或钢骨钢筋混凝土结构)。

(2) 高层建筑主要技术特点。

① 结构加强层。

某一层进行加强以减少核心筒弯矩及侧移。

② 转换层。

梁式、预应力大梁、桁架式、箱式,用于上层为剪力墙,下层为框架大空间,高度可达2~3层楼高。

③ 钢管钢骨混凝土结构。

利用钢和混凝土的各自优点,减小柱面积,缩短工期。

(3) 高层建筑的结构分类。

不同的国家在不同的时期对高层建筑有不同的定义。在欧洲,有的国家把10层以上的建筑称为高层建筑;前苏联则把9层以上的建筑视为高层建筑;也有一些国家把超过自动机械消防升高楼梯高度的建筑物称为高层建筑。

根据联合国教科文组织所属的世界高层建筑委员会的建议,一般将高层建筑划分为四类。

第一类:9~16层(不超过50 m高度);

第二类:17~25层(不超过75 m高度);

第三类:26~40层(不超过100 m高度);

第四类:40层以上(高度超过100 m)。

我国制定的《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ 3—2010)明确规定,10层或10层以上,高度在28 m或28 m以上的民用建筑为高层建筑范围。《高层民用建筑设计防火规范》(GB 50045—1995)和《高层民用建筑钢结构技术规程》(JGJ 99—1998)规定,10层及10层以上的民用建筑和总高度超过24 m的公共建筑及综合性建筑为高层建筑,而把9层以下或高度不超过24 m的建筑分别称为中高层建筑(7~9层)、多层建筑(4~6层)和低层建筑(不多于3层)。

目前,国际上把高度在100 m以上、层数在30层以上的高层建筑,称为超高层建筑。

1.2 高层建筑结构设计特点

1.2.1 水平荷载是设计的主要因素

高层结构总是要同时承受竖向荷载和水平荷载作用。荷载对结构产生的内力是随着建筑物的高度增加而变化的。当建筑物较低时,整个结构以竖向荷载为设计的主要依据,而水平荷载的影响