



高等学校土木工程专业“十三五”规划教材
高校土木工程专业规划教材

高层建筑结构设计

沈蒲生 编著

(第三版)

建筑工业出版社

中国建筑工业出版社

高等学校土木工程专业“十三五”规划教材

高校土木工程专业规划教材

高层建筑结构设计

(第三版)

沈蒲生 编著

中国建筑工程工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

高层建筑结构设计/沈蒲生编著. —3 版. —北京:
中国建筑工业出版社, 2017. 8

高等学校土木工程专业“十三五”规划教材. 高校土
木工程专业规划教材

ISBN 978-7-112-21005-3

I. ①高… II. ①沈… III. ①高层建筑-结构设
计-高等学校-教材 IV. ①TU973

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 172405 号

本书主要根据新颁布实施的《建筑抗震设计规范》GB 50011—2010 (2016 年版) 和《建筑结构荷载规范》GB 50009—2012 进行修订。主要介绍高层建筑混凝土结构设计的基本设计计算方法。全书以我国高层结构设计有关的规范、规程为依据, 阐述高层建筑结构各种体系的常用设计计算问题, 在高层框架结构体系中还介绍了一些国际上常用的分析方法。本次修订增加了装配式高层混凝土结构设计和超限高层建筑设计要点等内容。

本书除作土木工程专业高年级选修课及研究生课教材外, 还可供建筑设计人员参考。

为更好地支持本课程教学, 本书作者制作了多媒体教学课件, 需要的老师可发送邮件至: jiangongkejian@163.com 免费索取。

* * *

责任编辑: 吉万旺 王 跃

责任校对: 李欣慰 关 健

高等学校土木工程专业“十三五”规划教材

高校土木工程专业规划教材

高层建筑结构设计 (第三版)

沈蒲生 编著

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京海淀三里河路 9 号)

各地新华书店、建筑书店经销

霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版

北京圣夫亚美印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 22½ 字数: 543 千字

2017 年 9 月第三版 2017 年 9 月第二十次印刷

定价: 43.00 元 (赠课件)

ISBN 978-7-112-21005-3

(30648)

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)

第三版前言

本书第二版已经出版六年多时间。这六年多来,《中国地震动参数区划图》GB 1830进行了修订,《建筑抗震设计规范》GB 50011也作了局部修改,装配式高层建筑在工程中得到了广泛的应用,高层建筑的高度愈来愈高,跨度愈来愈大,结构愈来愈复杂,超限的高层建筑愈来愈多。因此需要对本书第二版进行修订。

在修订的过程中,对本书第二版的相关内容作了少许删节。但是增加了第11章装配式高层混凝土结构设计和第12章超限高层建筑结构设计要点。

由于水平所限,不妥之处在所难免,欢迎读者批评指正。

沈蒲生

2017年6月

第二版前言

最近 10 年,高层建筑在数量迅速增多、高度大幅度提升的同时,结构形式也发生了很大的变化,出现了迪拜哈利法塔、上海环球金融中心大厦、南京紫峰大厦、广州西塔等一大批有代表性的高层建筑。与此同时,高层建筑结构在抗震性能设计和在突发事件下抗连续倒塌等方面的研究也取得了较大的进展。为了及时地总结这些成果,并且用于指导高层建筑结构的设计与施工,近年来,有关单位对《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3-2002 进行了修订,住房和城乡建设部已于 2010 年 10 月 21 日发布了新的《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3-2010 (以下简称为《高规》),并于 2011 年 10 月 1 日开始实施。

本书第二版是在总结以往使用情况的基础上,按照新颁布的《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3-2010 修订而成的。第二版反映了最近 10 年世界高层建筑的发展,补充了高层建筑结构抗震性能设计和突发事件下防连续性倒塌设计等内容,并且按照新《高规》对原有的部分内容进行了修改。

本书由三部分组成:第一部分为第 1 章至第 4 章,讲述高层建筑结构的发展与一般设计方法。这是设计任何高层建筑结构都必须掌握的基础知识。第二部分为第 5 章至第 8 章,介绍框架结构、剪力墙结构、框架-剪力墙结构和筒体结构等几种基本的、量大面广的高层建筑结构的设计方法。第三部分为第 9 章和第 10 章,介绍几种新型、复杂高层建筑结构的设计方法。

由于水平所限,不妥之处在所难免,欢迎读者批评指正。

沈蒲生

2011 年 8 月

第一版前言

我国的可耕地面积只占世界可耕地面积的百分之七，却要养活世界上百分之二十的人口。为了节约土地、保证吃饭和基本建设等问题，发展高层建筑是理所当然的事情。

高层建筑体量较大，造价较高，发展高层建筑需要有雄厚的经济实力做后盾。20多年来，随着我国经济的迅速发展，高层建筑有如雨后春笋般地在全国各地迅猛发展，数量之多，速度之快，在世界高层建筑的发展史上都是少见的。

本书将对高层建筑结构的基本知识、结构选型与结构布置、荷载与地震作用、设计计算的基本规定、高层框架结构设计、高层剪力墙结构设计、高层框架-剪力墙结构设计、高层筒体结构设计、复杂高层结构设计和高层混合结构设计等问题进行讨论。

学习高层建筑结构设计重要的是要搞清楚概念，掌握基本的设计计算方法。为此，本书以介绍基本设计计算方法为主要内容。全书以我国现行有关高层建筑结构设计的规范和规程为依据，阐述高层建筑结构常用设计计算方法，在高层框架结构体系中还介绍了一些国际上常用的分析方法。对其他体系则兼述了我国学者在这方面的一些研究成果，也包括我和我的研究生们最近几年所做的部分工作。

本书与作者近年来所写的《高层建筑结构疑难释义》（中国建筑工业出版社，2003）和《高层建筑结构设计例题》（中国建筑工业出版社，2005）形成系列，内容上相互呼应。

由于我们的水平所限，书中的缺点和错误在所难免，欢迎批评指正。

沈蒲生

2005年6月

目 录

1 绪论	1
1.1 高层建筑的定义	1
1.2 发展高层建筑的意义	2
1.3 高层建筑发展简况	2
1.4 本课程学习要点	5
习题	6
2 结构选型与结构布置	7
2.1 高层建筑结构设计的基本要求	7
2.2 高层建筑的结构选型	8
2.2.1 高层建筑结构选型的主要内容	8
2.2.2 高层建筑竖向承重结构的选型	8
2.2.3 高层建筑水平承重结构的选型	13
2.3 高层建筑的结构布置	17
2.3.1 高层建筑的结构平面布置	17
2.3.2 高层建筑的结构竖向布置	20
2.3.3 变形缝设置	22
2.3.4 混凝土收缩与徐变的影响	26
习题	26
3 荷载与地震作用	27
3.1 高层建筑结构上作用的类型	27
3.2 恒载	27
3.3 楼面活荷载	28
3.4 屋面活荷载	30
3.5 雪荷载	31
3.5.1 屋面水平投影面上雪荷载标准值计算公式	31
3.5.2 基本雪压的确定	31
3.5.3 屋面积雪分布系数	31
3.6 风荷载	32
3.6.1 风对高层建筑结构作用的特点	32
3.6.2 风荷载标准值	33
3.6.3 基本风压	34
3.6.4 风压高度变化系数	34
3.6.5 风荷载体型系数	36
3.6.6 顺风向风振和风振系数	39
3.6.7 横风向和扭转风振	42
3.6.8 风洞试验	43

3.6.9 风荷载换算	43
3.7 温度作用	44
3.7.1 一般规定	44
3.7.2 基本气温	44
3.7.3 均匀温度作用	44
3.8 偶然荷载	45
3.8.1 一般规定	45
3.8.2 爆炸	45
3.8.3 撞击	45
3.9 地震作用	46
3.9.1 地震的基本知识	46
3.9.2 高层建筑结构的抗震设防	48
3.9.3 水平地震作用计算	52
3.9.4 竖向地震作用计算	64
习题	65
4 设计计算的基本规定	67
4.1 结构材料	67
4.2 结构计算的一般规定	67
4.3 结构稳定与抗倾覆验算	73
4.3.1 重力二阶效应与结构稳定	73
4.3.2 抗倾覆验算	79
4.4 作用效应组合	80
4.4.1 无地震作用效应组合	80
4.4.2 有地震作用效应组合	82
4.5 构件承载力计算	83
4.6 正常使用条件下的水平位移验算和舒适度要求	86
4.6.1 水平位移验算	86
4.6.2 风振舒适度	88
4.7 罕遇地震下的弹塑性变形验算	89
4.8 结构抗震性能设计	93
4.8.1 结构抗震性能设计的主要工作	93
4.8.2 不同抗震性能水准的结构设计	95
4.8.3 结构弹塑性计算分析应符合的要求	96
4.9 抗连续倒塌设计基本要求	97
4.9.1 结构连续倒塌的概念	97
4.9.2 结构抗连续倒塌设计的一般方法	98
4.9.3 我国规程的抗连续倒塌设计方法	100
习题	101
5 高层框架结构设计	103
5.1 一般规定	103
5.2 梁、柱截面尺寸估算	104
5.3 计算简图	106
5.4 竖向荷载下内力的简化计算方法	108

5.4.1	分层法	108
5.4.2	迭代法	109
5.4.3	系数法	110
5.4.4	三种简化计算方法的比较	111
5.4.5	弯矩调幅	120
5.5	水平荷载下内力的简化计算方法	120
5.5.1	反弯点法	120
5.5.2	D 值法	123
5.5.3	门架法	129
5.5.4	三种简化计算方法的比较	131
5.6	位移验算方法	139
5.7	杆件轴向变形对内力和变形的影响	141
5.8	模拟施工过程的分析方法	142
5.9	内力组合方法	148
5.10	承载力计算方法	150
5.11	构造要求	152
	习题	160
6	高层剪力墙结构设计	163
6.1	一般规定	163
6.2	分类及判别方法	165
6.2.1	剪力墙分类	165
6.2.2	剪力墙类型判别方法	166
6.3	翼缘有效宽度确定方法	167
6.4	剪力墙结构在竖向荷载下的内力计算方法	168
6.5	剪力墙结构在水平荷载下的内力与位移计算方法	169
6.5.1	每一方向的总水平荷载分配方法	169
6.5.2	整截面剪力墙在水平荷载下的内力与位移计算方法	169
6.5.3	整体小开口剪力墙在水平荷载下的内力和位移计算方法	171
6.5.4	双肢墙在水平荷载下的内力与位移计算方法	172
6.5.5	壁式框架在水平荷载下的内力与位移计算方法	188
6.6	截面承载能力计算方法	201
6.7	构造要求	208
	习题	216
7	高层框架-剪力墙结构设计	220
7.1	一般规定	220
7.1.1	框架剪力墙	220
7.1.2	板柱剪力墙结构	222
7.2	框架-剪力墙结构在竖向荷载下内力的简化计算方法	223
7.3	框架-剪力墙结构在水平荷载下内力与变形的简化计算方法	223
7.3.1	计算思路	223
7.3.2	框架-剪力墙结构在水平荷载下的协同工作分析	223
7.3.3	剪力墙、框架和连梁的内力计算	237
7.4	框架-剪力墙结构中剪力墙合理数量	239

7.5 框架-剪力墙的截面设计及构造要求	240
习题	242
8 高层筒体结构设计	244
8.1 一般规定	244
8.2 框筒结构	245
8.2.1 框筒的受力特点	245
8.2.2 等效角柱法	246
8.2.3 框筒在扭转荷载下的内力与位移分析	253
8.2.4 框筒梁和连梁设计	254
8.3 筒中筒结构	255
8.3.1 平面形状对结构受力性能的影响	256
8.3.2 筒中筒结构在水平荷载下的简化计算方法	256
8.3.3 筒中筒结构的构造要求	257
8.4 框架-核心筒结构	258
8.4.1 简化计算方法	258
8.4.2 框架-核心筒结构的构造要求	258
习题	259
9 复杂高层结构设计	260
9.1 复杂高层结构的类型	260
9.2 带转换层的结构	261
9.2.1 转换层的结构形式	261
9.2.2 部分框支剪力墙结构的结构布置	262
9.2.3 框支框架结构的受力分析	263
9.2.4 框支剪力墙结构的受力分析	267
9.2.5 构造要求	268
9.3 带加强层高层结构	273
9.4 带错层的高层结构	275
9.5 连体结构	278
9.6 竖向体型收进及悬挑结构	280
9.6.1 多塔结构	280
9.6.2 悬挑结构	282
9.6.3 体型收进结构	282
习题	282
10 高层混合结构设计	284
10.1 高层混合结构的形式及特点	284
10.2 高层混合结构的布置	287
10.3 内力与变形计算方法	289
10.3.1 一般方法	289
10.3.2 简化方法	290
10.4 水平荷载下钢框架与混凝土筒的刚度比及加强层位置对结构受力性能的影响	294
10.5 竖向荷载下钢框架与混凝土筒的刚度比及加强层位置对结构受力性能的影响	297
10.6 楼盖刚度对混合结构受力性能的影响	301

10.7	轴向变形对混合结构受力性能的影响	306
10.8	截面设计方法	310
10.9	构造措施	312
10.10	减小混合结构竖向变形差的措施	317
10.11	改善混凝土筒体延性的措施	317
	习题	318
11	装配式高层混凝土结构设计	320
11.1	一般规定	320
11.2	结构用材料	322
11.3	结构分析	323
11.4	预制构件设计与连接	323
11.5	楼盖设计	325
11.6	装配整体式框架结构设计	328
11.7	装配整体式剪力墙结构设计	332
12	超限高层建筑结构设计要点	338
12.1	超限高层建筑的定义	338
12.2	高度超限和规则性超限结构的设计要点	340
12.3	屋盖超限结构的设计要点	342
	主要参考文献	345

1 绪 论

1.1 高层建筑的定义

高层建筑是指层数较多、高度较高的建筑。但是，迄今为止，世界各国对多层建筑与高层建筑的划分界限并不统一，甚至同一个国家和地区的不同规范对多层建筑与高层建筑的划分界限也可能不尽相同。表 1.1 中列出了一部分国家和组织对高层建筑起始高度的规定。

一部分国家和组织对高层建筑起始高度的规定

表 1.1

国家和组织名称	高层建筑起始高度
联合国	大于等于 9 层,分为四类: 第一类:9~16 层(最高到 50m); 第二类:17~25 层(最高到 75m); 第三类:26~40 层(最高到 100m); 第四类:40 层以上(高度在 100m 以上时,为超高层建筑)
苏 联	住宅为 10 层及 10 层以上,其他建筑为 7 层及 7 层以上
美 国	22~25m,或 7 层以上
法 国	住宅为 8 层及 8 层以上,或大于等于 31m
英 国	24.3m
日 本	11 层,31m
德 国	大于等于 22m(从室内地面起)
比利时	25m(从室外地面起)

我国《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3—2010 将 10 层及 10 层以上或房屋高度大于 28m 的住宅建筑,以及房屋高度大于 24m 的其他高层民用建筑混凝土结构,称为高层建筑。而《高层民用建筑设计防火规范》GB 50045—95 (2005 年版)和《民用建筑设计通则》GB 50352—2005,将 10 层及 10 层以上的居住建筑和建筑高度超过 24m 的公共建筑(不包含单层建筑),称为高层建筑。

世界上已经建成的高层建筑中,层数最多的已达 160 层,高度最高的已达 828m,为什么世界各国仍然将高层建筑定位在 10 层或 30m 左右?这是因为划定多层建筑与高层建筑的界限时,要考虑多方面的因素,例如,火灾发生时,不超过 10 层的建筑可通过消防车进行扑救,更高的建筑利用消防车扑救则很困难,需要有许多自救措施。又如,从受力上讲,10 层以下的建筑,由竖向荷载产生的内力占主导地位,水平荷载的影响较小。更高的建筑在水平均布荷载作用下,由于弯矩与高度的平方成正比,侧移与高度的四次方成正比(图 1.1),风荷载和地震作用占主导地位,竖向荷载的影响相对较小,侧移验算不可忽视。此外,高层建筑由于荷载较大,内力大,梁柱截面尺寸也较大,竖向荷载中恒载

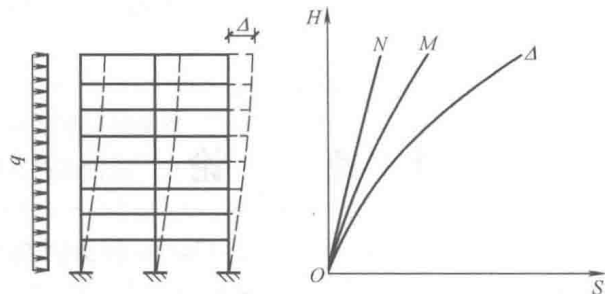


图 1.1 框架结构在水平均布荷载下的轴力、弯矩与侧移

所占比重较大。

1.2 发展高层建筑的意义

地球表面 71% 的面积为水所覆盖，陆地面积只占 29%。陆地面积中，绝大部分为高山、丘陵、森林和沙漠，可用于居住和耕种的土地只占地球表面面积的 6.3%。然而，地球上人口的数量却不断增加。特别是自 18 世纪开始，人口以前所未有的速度迅猛增长。表 1.2 和图 1.2 所示为从纪元初到现在世界人口数量的变化情况。

世界人口数量变化

表 1.2

公元(年)	纪元初	1600	1800	1830	1930	1960	1975	1987	1999	2011
人口(亿)	1.5	5	9	10	20	30	40	50	60	70

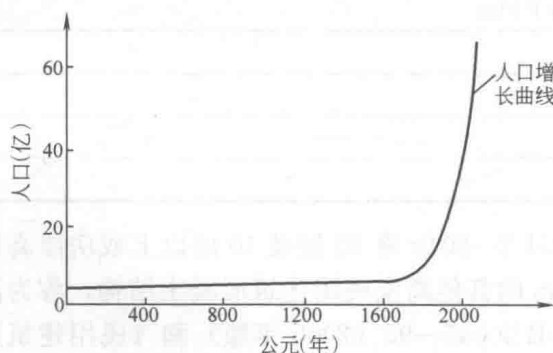


图 1.2 世界人口数量变化图

地球上已经人满为患。人类为了自身的生存与发展，除了要控制人口增长以外，还要尽量少占耕地。因此，高层建筑的发展势在必行。

发展高层建筑至少具有以下三个方面的意义：

- (1) 节约用地；
- (2) 节省城市基础设施费用；
- (3) 改善城市市容。

高层建筑是一个国家和地区经济繁荣与科技进步的象征。我国人口众多，可耕地少，最需要发展高层建筑。可是，在过去漫长的岁月中，由于经济落后等原因，高层建筑未能得到发展。近 30 年来，随着经济的迅猛发展，科学技术的不断进步，高层建筑在全国各地如雨后春笋般地发展。

1.3 高层建筑发展简况

高层建筑何时开始出现尚无考究。但是，可以肯定的是，它不是近代和现代的产物。我们的祖先在很久以前便开始修建高层建筑，只是随着经济的不断发展，科技的日益进

步，高层建筑建造的数量愈来愈多，规模愈来愈大，地域也愈来愈广。

1. 古代

古代的高层建筑是为防御、宗教或航海需要而建造。有代表性的高层建筑有：

公元前 280 年，埃及亚历山大港灯塔，150m 高，石结构。

公元前 338 年，巴比伦城巴贝尔塔，90m 高。

公元 523 年，河南登封嵩岳寺塔，中国现存最早密檐砖塔，10 层，40m。

公元 1049 年，开封祐国寺塔，现存最早的琉璃饰面砖塔。

公元 1055 年，河北定县开元寺塔，84m 高，中国现存最高砖塔。

公元 1056 年，山西应县佛宫寺释迦塔，67m 高，木结构。

古代高层建筑的特点是：

- (1) 以砖、石、木材为主要建筑材料；
- (2) 不以居住和办公为主要目的；
- (3) 没有现代化的垂直交通运输设施；
- (4) 缺少防火、防雷等设施。

古代高层建筑为近代和现代高层建筑的发展奠定了基础。在结构方面，古代将高层建筑的平面大多设计成圆形或正多边形，不但造型优美，而且可减小水平荷载作用效应，增大结构刚度，受力好，为许多近代和现代高层建筑所仿效。

2. 近代与现代

近代高层建筑主要是为商业和居住需要而建造。经济的发展为高层建筑的发展提供了经济基础，电力、升降机、钢铁、水泥的出现为高层建筑的发展提供了物质基础。

美国是近代高层建筑的发源地。早在 19 世纪末和 20 世纪初，美国就建造了芝加哥家庭保险公司大楼、纽约 Park Row 大厦、纽约帝国大厦等一批高层建筑。到了 20 世纪 70 年代，美国又建造了芝加哥西尔斯大厦和纽约世界贸易中心等知名建筑，使建筑的高度提升到 442m。根据 1993 年底的统计资料，到 1993 年底，世界已建和在建的最高 10 栋建筑中，美国占了 8 栋，中国香港占了 2 栋，中国大陆为 0 栋。美国是 20 世纪高层建筑的中心。

自 20 世纪 70 年代末开始，随着中国和亚洲的经济崛起，高层建筑在中国和亚洲无论是数量上还是建筑高度上都得到了飞速的发展。根据 2016 年底的统计资料，到 2016 年底，世界已建和在建的最高 10 栋建筑全部在亚洲。其中，中国 6 栋，沙特阿拉伯 2 栋，阿联酋 1 栋，韩国 1 栋，美国 0 栋（表 1.3）。高层建筑的重心已经转移到了中国，转移到了亚洲。

世界已建和在建最高的 10 栋建筑（截至 2016 年底）表 1.3

排名	工程名称	建造地点	建筑物高度(m)	竣工年限
1	吉达塔	吉达,沙特阿拉伯	1000	2019
2	哈利法塔	迪拜,阿联酋	828	2010
3	苏州中南中心	苏州,中国	729	—
4	武汉绿地中心	武汉,中国	636	2018
5	上海中心大厦	上海,中国	632	2015

续表

排名	工程名称	建造地点	建筑物高度(m)	竣工年限
6	麦加皇家钟塔饭店	麦加,沙特阿拉伯	601	2012
7	平安金融中心	深圳,中国	599	2016
8	高银金融 117	天津,中国	597	2018
9	宝能环球金融中心	沈阳,中国	568	2018
10	乐天世界大厦	首尔,韩国	555	2016

注：本表引自世界高层都市建筑学会（CTBUH）发布的资料。



(a)



(b)



(c)



(d)

图 1.3 2016 年底全球已建和在建最高的四栋建筑

(a) 吉达塔；(b) 迪拜哈利法塔；(c) 苏州中南中心；(d) 武汉绿地中心

最近 30 年以来，世界高层建筑在层数不断加多、高度迅速攀升、地域不断扩大的同时，结构材料由早期的以钢结构为主，扩大为混凝土结构和钢-混凝土混合结构。结构体

系由早期的框架、剪力墙、框剪、筒体结构,扩大到多塔、连体、带转换层、带加强层、错层等复杂的结构形式,为高层建筑的进一步发展奠定了基础。

3. 未来的展望

未来几十年内,高层建筑有可能朝以下几个方向发展:

(1) 世界高层建筑的重心仍然在亚洲。亚洲人口众多,经济增长速度快,发展高层建筑是必然选择。因此,亚洲各国还将大量建造高层建筑。

(2) 高度超过 1000m 的高层建筑会愈来愈多。20 世纪 80 年代以来,高层建筑虽然在世界各地迅猛发展,但建筑高度一直在 400~500m 徘徊。直到 2010 年,迪拜的哈利法塔将建筑的高度大幅度地提升至 828m,沙特阿拉伯正在建造高度为 1000m 的吉达塔。因此,在不久的将来,高度超过 1000m 的高层建筑会愈来愈多。

(3) 采用合理的结构外形或多种结构的有机组合。

(4) 材料将朝轻质、高强、新型、复合方向发展。

(5) 动力非线性分析方法、抗震性能设计、结构控制理论和全概率设计法将广泛用于高层建筑分析与设计中。

(6) 高层建筑的用途将朝综合化方向发展。

(7) 地下空间将得到统一规划与统一开发利用。

(8) 智能化将成为高层建筑必须具备的条件。

(9) 结构损伤将通过仪表自动显示并进行报警。

(10) 结构防震、防火、防腐、防撞击、防风、防爆炸和防海啸的能力将有很大的增强。

高层建筑结构的发展史,是一部与各种灾害作斗争的历史。高层建筑结构在其使用过程中,除了要承受各种正常的荷载以外,还要抵抗风灾、火灾、地震、泥石流、海啸等各种自然灾害。2001 年 9 月 11 日,纽约世界贸易中心两栋 110 层、412m 高的建筑遭受恐怖袭击倒塌以后,建筑工作者又将研究重点扩大到人为破坏的领域,研究建筑在遭遇突发事件时如何防止连续倒塌。建筑工作者从与各种灾害作斗争的过程中,总结了经验与教训,学会了与之斗争的方法,从而使高层建筑建造得愈来愈高,愈来愈安全可靠。

1.4 本课程学习要点

学习本课程时,重点应放在以下几个方面:

(1) 了解发展高层建筑的意义。

(2) 了解高层建筑上的荷载与地震作用,并且能够进行计算。

(3) 掌握高层建筑结构的选型与布置原则,并且能够正确地进行结构形式选择与结构布置。

(4) 了解各类高层建筑结构的受力特点。

(5) 掌握框架结构、剪力墙结构、框架-剪力墙结构和筒体结构等高层建筑结构内力与变形的计算方法。

(6) 掌握各类高层建筑结构构件与节点的配筋计算方法及构造要求。

习 题

- 1-1 什么建筑称为高层建筑?
- 1-2 为什么将高层建筑定义为 10 层和 30m 左右?
- 1-3 为什么要发展高层建筑?
- 1-4 上网查找并用表格形式列出世界上最高 30 幢高层建筑的名称、建造地点 (包括国家、地区及城市)、竣工时间、采用材料和结构形式, 并对其按国家和地区分布进行统计分析。
- 1-5 上网查找并用表格形式列出我国国内最高 30 幢高层建筑的名称、建造地点、竣工时间、采用材料和结构形式, 并对其按地区分布进行统计分析。
- 1-6 阐述你对我国及世界高层建筑发展的看法。