

应用型本科院校 **土木工程** 专业系列教材

YINGYONGXING BENKE YUANXIAO
TUMU GONGCHENG ZHUANYE XILIE JIAOCAI



TUMU GONGCHENG

高层建筑结构

范涛 □ 主 编

姜友华 张 钢 □ 副主编

王咏今 张 力 □ 主 审



重庆大学出版社

<http://www.cqup.com.cn>

更 新 告 白

应用型本科院校土木工程专业系列教材

高层建筑结构

主 编 范 涛
副主编 姜友华 张 钢
主 审 王咏今 张 力

重庆大学出版社

内 容 提 要

全书以混凝土结构的高层建筑为主,主要内容包括高层建筑结构体系及结构布置、荷载与作用及结构设计的一般原则、框架结构设计、剪力墙结构设计、框架-剪力墙结构设计等,旨在使读者通过本教材的学习,能够理解高层建筑常用结构体系,掌握框架结构、剪力墙结构及框-剪结构的内力及位移计算方法和高层建筑结构抗震设计概念。本书力求做到阐述理论深入浅出,突出例题及设计实例的实用性与指导性,便于自学。

本书可作为应用型本科院校土木工程专业的教材,也可供从事高层建筑结构设计、施工的工程技术人员参考。

高 等 教 育 出 版 社

图书在版编目(CIP)数据

高层建筑结构/范涛主编. —重庆:重庆大学出版社,
2009.8

(应用型本科院校土木工程专业系列教材)

ISBN 978-7-5624-5082-5

I. 高… II. 范… III. 高层建筑—建筑结构—高等学校—
教材 IV. TU973

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 151353 号

应用型本科院校土木工程专业系列教材

高层建筑结构

主 编 范 涛

副主编 姜友华 张 韧

主 审 王咏今 张 力

责任编辑:李长惠 陈红梅 版式设计:李长惠

责任校对:夏 宇 责任印制:赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:张鸽盛

社址:重庆市沙坪坝正街174号重庆大学(A区)内

邮编:400030

电话:(023) 65102378 65105781

传真:(023) 65103686 65105565

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(营销中心)

全国新华书店经销

重庆科情印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:16.75 字数:418千

2009年8月第1版 2009年8月第1次印刷

印数:1—3 000

ISBN 978-7-5624-5082-5 定价:25.00元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换
版权所有,请勿擅自翻印和用本书
制作各类出版物及配套用书,违者必究



前 言

“高层建筑结构”是“混凝土及砌体结构设计”的后继课程。本教材是参照应用型本科院校土木工程专业本科教学指导委员会制定的教学大纲,并结合我国新颁布的相关规范编写的。内容包括高层建筑结构体系及结构布置,荷载与作用及结构设计的一般原则,框架结构设计,剪力墙结构设计,框架-剪力墙结构设计,筒体结构设计简介等。

为突出应用型本科的特点,教材在编写中力求理论深入浅出,突出例题及设计实例的实用性与指导性。各章例题适当地结合注册结构工程师的考题。第4~6章的设计实例力求做到设计步骤简洁清晰,方便学生自学和在课程设计及毕业设计时参考。

目前,全国开设土木工程专业的高等院校有300多所,本科教学改革在不断深入,各院校都在缩减专业课学时,有些专业课只能作为选修课。因此,本教材在编写中对教学内容进行了整合、优化,合理控制学时,以体现“应用型本科”的定位。

本教材的目的是使学生通过本课程的学习,能够理解高层建筑结构的常用结构体系、特点以及应用范围,掌握框架结构、剪力墙结构、框-剪结构等3种基本结构内力及位移计算方法,掌握高层建筑结构的抗震设计概念。

本课程的总学时为32学时(不含选讲学时),学时分配可参考下表:

章 节	学时	章 节	学时
1 绪论	1	5 剪力墙结构设计	8
2 高层建筑结构体系及结构布置	4	6 框架-剪力墙结构设计	6
3 荷载与作用及结构设计的一般原则	5	7 筒体结构设计简介(选讲)	2
4 框架结构设计	8	总学时	32~34

由于学时较紧,因此要求学生课前预习,课后复习并完成习题,通过自学与课程教学相结合来掌握相关知识点。

本书由成都理工大学范涛任主编,由南阳工学院张钢、武汉大学姜友华任副主编。其中,第1,5章由范涛编写并对全书修改定稿;第6,7章由姜友华编写;第3章由张钢编写;第2章由华中科技大学张倩编写;南昌大学袁志军编写了第4.1,4.2,4.3节;同济大学李永华编写了第4.4,4.5节。全书由范涛修改并定稿。解放军后勤工程学院王咏今教授、张力副教授主审。

由于编写时间仓促,加之编者水平有限,书中难免有不妥之处,敬请读者批评指正。

编者

2009年2月

前 言

本书是根据《高层建筑结构设计》课程的教学大纲编写而成的。本书共分8章,主要介绍高层建筑结构的抗震设计、高层结构的内力分析、高层结构的内力组合、高层结构的配筋设计、高层结构的构造要求、高层结构的施工及验收等。本书可作为高等院校土木工程专业的教材,也可供从事高层建筑设计的工程技术人员参考。

本书在编写过程中,参考了国内外有关文献和资料,并得到了许多同行专家的指导和帮助,在此表示衷心的感谢。由于编者水平有限,书中难免存在不妥之处,敬请读者批评指正。

本书在编写过程中,得到了许多同行专家的指导和帮助,在此表示衷心的感谢。由于编者水平有限,书中难免存在不妥之处,敬请读者批评指正。

章节	编写人	校对人	审核人
第1章	范涛	张钢	姜友华
第2章	张倩	姜友华	姜友华
第3章	张钢	姜友华	姜友华
第4章	袁志军	姜友华	姜友华
第5章	范涛	姜友华	姜友华
第6章	姜友华	姜友华	姜友华
第7章	姜友华	姜友华	姜友华
第8章	姜友华	姜友华	姜友华

88	.....	.....	.....
301	.....	.....	.....
311	.....	.....	.....
321	.....	.....	.....
0E1	.....	.....	.....
1E1	.....	.....	.....
2E1	.....	.....	.....
3E1	.....	.....	.....
4E1	.....	.....	.....
5E1	.....	.....	.....
6E1	.....	.....	.....
7E1	.....	.....	.....
8E1	.....	.....	.....
9E1	.....	.....	.....
0E1	.....	.....	.....
1E1	.....	.....	.....
2E1	.....	.....	.....
3E1	.....	.....	.....
4E1	.....	.....	.....
5E1	.....	.....	.....
6E1	.....	.....	.....
7E1	.....	.....	.....
8E1	.....	.....	.....
9E1	.....	.....	.....
0E1	.....	.....	.....
1E1	.....	.....	.....
2E1	.....	.....	.....
3E1	.....	.....	.....
4E1	.....	.....	.....
5E1	.....	.....	.....
6E1	.....	.....	.....
7E1	.....	.....	.....
8E1	.....	.....	.....
9E1	.....	.....	.....

目 录

1	绪论	1
1.1	高层建筑的特点	1
1.2	高层建筑的结构材料	2
1.3	高层建筑的发展简介	3
1.4	本课程的教学内容与要求	5
2	高层建筑结构体系及结构布置	7
2.1	高层建筑的结构体系	7
2.2	结构总体布置原则	15
2.3	基础结构布置	28
3	荷载与作用及结构设计的一般原则	32
3.1	竖向荷载	33
3.2	风荷载	36
3.3	地震作用	45
3.4	结构设计的一般原则	57
4	框架结构设计	70
4.1	框架结构的计算简图	70
4.2	框架结构在竖向荷载作用下的近似计算	73
4.3	框架结构在水平荷载作用下的近似计算	86



4.4	框架截面设计与构造	98
4.5	框架结构设计实例	112
5	剪力墙结构设计	127
5.1	剪力墙结构的计算方法	127
5.2	整体墙的计算	130
5.3	整体小开口墙的计算	133
5.4	联肢墙的计算	135
5.5	剪力墙类型的判别	150
5.6	壁式框架的计算	152
5.7	剪力墙截面设计及构造	156
5.8	剪力墙结构设计实例	166
6	框架-剪力墙结构设计	193
6.1	框架-剪力墙的协同工作与结构布置	193
6.2	框架-剪力墙结构的内力和位移计算	199
6.3	框架-剪力墙的受力特征及计算方法应用条件	214
6.4	截面设计及构造要求	216
6.5	框架-剪力墙结构设计实例	217
7	筒体结构设计简介	231
7.1	筒体结构概念设计	231
7.2	筒体结构设计简介	237
7.3	带转换层高层建筑的概况	241
	附表	245
	参考文献	258



1

绪论

【本章学习要点】

- 了解高层建筑的划分标准；
- 熟悉高层建筑的特点；
- 熟悉高层建筑的结构材料；
- 了解高层建筑的发展简况。

1.1 高层建筑的特点

随着社会经济的不断发展,工业化、城市化进程的不断加快,以及土木工程和相关领域科学技术水平的提高,高层、超高层建筑的发展速度越来越快。同时,城市中的高层建筑逐渐成为反映这个城市经济繁荣和社会进步的重要标志之一。

► 1.1.1 高层建筑的界定

多少层或多少高度的建筑才算作高层建筑?世界各国有不同的划分标准。1972年召开的国际高层建筑会议制订了如下的划分标准:

- ① 多层建筑: ≤ 8 层。
- ② 高层建筑:
 - 第一类: 9 ~ 16 层、高度 ≤ 50 m;
 - 第二类: 17 ~ 25 层、高度 ≤ 75 m;

第三类:25~40层、高度 ≤ 100 m。

③超高层建筑: >40层、高度 >100 m。

我国《民用建筑设计通则》规定,10层及10层以上的住宅建筑以及高度超过24 m的公共建筑和综合性建筑为高层建筑;而高度超过100 m时,不论是住宅建筑还是公共建筑,一律称为超高层建筑。我国《高层建筑混凝土结构技术规程》规定,10层及10层以上或房屋高度大于28 m的建筑物为高层建筑。日本则将5层到15层的建筑称为高层建筑,超过15层的建筑均为超高层建筑。

► 1.1.2 高层建筑的特点

一般而言,高层建筑具有占地面积少、建筑面积大、造型特殊、集中化程度高的特点。在现代化大都市中,过度的人口和建筑密度,城市用地日趋紧张,使得人们不得不向空间发展。高层建筑占地面积少,不仅可以大量的节省土地的投资,而且有较好的日照、采光和通风效果。建筑物向高空延伸,可以缩小城市的平面规模,缩短城市交通和各种公共管线的长度,从而节省城市建设与管理的投资。但是,随着建筑高度的增加,建筑的防火、防灾、热岛效应等已成为人们亟待解决的难题。

从受力角度来看,随着高层建筑高度的增加,水平荷载(风载及水平地震作用)对结构起的作用将越来越大。除了结构的内力将明显加大外,结构的侧向位移增加更快。由此可见,高层建筑不仅需要较大的承载能力,而且需要较大的刚度,从而使水平荷载产生的侧向变形限制在一定的范围内。因此,高层建筑的结构分析和设计要比中低层建筑复杂得多。

1.2 高层建筑的结构材料

现代高层建筑所采用的材料,主要是钢材和混凝土。根据结构材料的不同,高层建筑结构可分为钢结构、钢筋混凝土结构和钢-混凝土组合结构三种形式:

► 1.2.1 钢结构



图 1.1 上海环球金融中心

钢材强度高、韧性大、易于加工。钢结构构件可以在工厂加工,缩短了现场施工工期,便于施工。高层钢结构具有结构断面小、自重轻、抗震性能好等优点。

但是,高层钢结构的钢材使用量大,造价高,而且钢材的防火、防腐性能不好,需要完成大量的防火涂料和防腐处理,增加了工程工期和造价。

图 1.1 为 2008 年 8 月落成的上海环球金融中心(高 492 m),是目前世界上最高的钢结构建筑。

► 1.2.2 钢筋混凝土结构

钢筋混凝土结构造价低,材料来源丰富,可以浇筑成各种复杂的断面形式,节省钢材,承载力也较高。经过合理的设计,现浇钢筋混凝土结构具有较好的整体性和抗震性能,尤其是在防火和耐久性能方面,更是具有钢结构无法比拟的优势。其缺点是自重较大,抗裂性较差,抗震性能和建造高度不如钢结构。由于高性能混凝土材料的发展和施工技术的不断进步,钢筋混凝土结构仍将是今后高层建筑的主要结构形式。广州的中信广场大厦(图 1.2)是目前世界上最高的钢筋混凝土结构。



图 1.2 中信广场大厦

► 1.2.3 钢-混凝土组合结构

将型钢布置在构件内部,外部由钢筋混凝土做成,或者是在钢管内部填充混凝土,做成钢-混凝土组合结构。此种形式使上述两种结构材料优势互补,结构具有很好的抗震性能,建造高度可与钢结构相当。与全钢结构和钢筋混凝土结构相比,钢-混凝土组合结构具有良好的抗震性能和耐腐蚀、耐火等性能。因此,经济合理、技术性能优良的钢-混凝土组合结构,是目前的发展趋势。在强震国家日本,组合结构高层建筑发展迅速,其数量已超过钢筋混凝土结构高层建筑。目前,世界上最高的十大建筑中,采用组合结构的占 50%。最高建筑:2003 年 11 月落成的台北 101 大厦:101 层,508 m。

1.3 高层建筑的发展简介

世界上第一栋近代高层建筑是 1885 年美国芝加哥建成的 16 层高家庭保险大厦,该楼采用铁柱和砖墙作为结构体系,高 55 m,1931 年被拆除。此后 10 年中,在芝加哥和纽约相继建成了 30 幢类似的高层建筑。1895 年奥提斯(Otis)安全电梯的投入应用,对高层建筑的发展起到了巨大的推动作用。20 世纪 30 年代,是现代高层建筑发展的第一个高潮。1931 年建成的纽约大厦,102 层,高度 381 m,保持了世界最高建筑纪录长达 41 年之久。该建筑为钢结构,采用了框架结构(支撑)体系(图 1.3)。



图 1.3 帝国大厦

1929—1933 年美国发生严重经济危机,1939 年第二次世界大战全面爆发,使得高层建筑的发展几乎处于停顿状态。二战后,随着钢材焊接技术的成熟和发展,尤其是 20 世纪 60 年代美国人坎恩(Fazler Khan)提出的框筒体系,为建造超高层建筑提供了理想的结构体系。

从框筒体系中衍生出来的筒中筒、成束筒等结构体系,将高

层建筑的发展推向了第二个高潮。1969年芝加哥建成了100层、高344m的汉考克大厦；1972年纽约建成了110层、高412m的世界贸易中心；1974年芝加哥又建成了110层、高442m的西尔斯大厦。其中，西尔斯大厦作为新的世界最高建筑，享誉22年之久。

日本是一个地震多发国家，从抗震防灾角度出发，政府曾规定房屋高度不得超过31m，1965年取消此项规定后，高层建筑在日本也得到了充分的发展。到20世纪80年代，日本的钢结构高层建筑总栋数仅次于美国。

东亚及东南亚地区是世界经济发展的后起之秀，20世纪70年代以后高层建筑在这一地区开始大量建造。如1988年在香港建造的71层、369m高的中国银行大厦(图1.4)，1997年在马来西亚吉隆坡建成的88层、452m高的石油双塔楼(图1.6)，以及2003年在台北建成的101层、508m高的台北101大厦(图1.5)等都是具有代表性的超高层建筑。

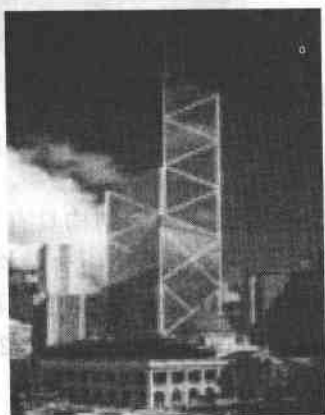


图 1.4 中国银行大厦

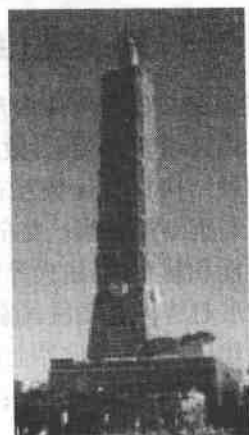


图 1.5 台北 101 大厦



图 1.6 石油双塔



图 1.7 金茂大厦

我国的高层建筑的真正发展是在新中国成立以后。20世纪50—60年代，受当时经济条件的限制，高层建筑规模小，发展速度也慢。1968年建成的广州宾馆，27层，高88m，采用现浇钢筋混凝土剪力墙结构，是当时我国建成的最高建筑。70年代以后，高层建筑在我国的发展速度逐渐加快。1974年建成的北京饭店东楼，19层，高87.15m，采用现浇钢筋混凝土框

架-剪力墙结构,是当时北京市最高的建筑。改革开放以后,国民经济的高速发展为高层建筑的发展创造了充分的经济基础,科学技术的发展又为其提供了技术条件,高层建筑,甚至是超高层建筑在全国各地像雨后春笋般地矗立了起来。1985年,深圳建成了50层、高158.65m的国际贸易中心大厦;两年后,63层、高200m的广州国际大厦和57层、高208m的北京京广中心大厦又相继开工。1998年,88层、高421m的上海金茂大厦(图1.7)的建成,标志着我国内陆地区高层建筑的建设水平已经达到了世界先进水平。

表1.1为世界上最高的十大建筑。

表1.1 世界最高十大建筑(截至2008年12月底)

排名	建筑名称	城市	建成年份	层数	高度/m	结构材料	用途
1	台北101大厦	台北	2003	101	508	组合	多用途
2	上海环球金融中心	上海	2008	100	492	钢	多用途
3	石油大厦	吉隆坡	1996	88	452	组合	多用途
4	西尔斯大厦	芝加哥	1974	110	443	钢	办公
5	金茂大厦	上海	1998	88	421	组合	多用途
6	国际金融中心(二期)	香港	2003	88	415	钢	办公
7	中信广场大厦	广州	1997	80	391	混凝土	办公
8	信兴广场大厦	深圳	1996	69	384	组合	办公
9	帝国大厦	纽约	1931	102	381	钢	办公
10	中环大厦	香港	1992	78	374	混凝土	办公

注:层数为地上层数;表中统计数据不包括高耸结构和在建的建筑物。

随着高性能材料的不断研制和开发,结构形式合理性的进一步研究,可以预见,在今后的土木工程领域,高层建筑仍将是世界各国在城市建设中的主要形式。因此,掌握高层建筑的设计知识,是对土木工程领域技术人员的基本要求。

1.4 本课程的教学内容与要求

“高层建筑结构”课程是专业课,是“混凝土及砌体结构设计”的后继课程。

本课程的主要任务是学习高层建筑结构设计的基本方法。主要的要求是:了解高层建筑结构的常用结构体系、特点以及应用范围;掌握风荷载及地震作用计算方法;掌握框架结构、剪力墙结构、框剪结构基本结构内力及位移的计算方法,理解其结构域内力分布及侧移变形的特点及规律,掌握框架梁、柱及剪力墙构件的配筋计算方法与构造要求;对筒体结构的内力分布、计算特点有初步认识。

本课程所涉及的国家相关规范包括《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ 3—2002)(以下简称《高层规程》)、《混凝土结构设计规范》、《建筑抗震设计规范》(以下简称《抗震规

范》)、《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2001)(以下简称《荷载规范》)等。学习本课程中的基本原理有助于理解这些规范中的有关规定,正确应用规范进行工程设计。

对各章的具体要求如下:

1 绪论

了解高层建筑的概念及特点,熟悉高层建筑的结构材料种类,了解高层建筑的发展简况。

2 高层建筑结构体系及结构布置

了解高层建筑的各种结构体系的特点及应用范围;熟悉结构总体布置原则的相关要求,理解“概念设计”及其重要性;了解高层建筑基础结构类型及布置的基本要求。

3 荷载与作用及结构设计的一般原则

熟悉高层建筑结构上的各种荷载;掌握风荷载及地震作用的计算方法;理解高层建筑结构设计基本假定,熟练掌握荷载效应及地震作用效应组合。

4 框架结构设计

熟练掌握框架结构在竖向荷载和水平荷载作用下的内力计算方法;掌握框架结构的内力组合原则;掌握框架结构在水平荷载作用下的侧移验算方法;掌握框架梁、柱及节点的截面设计与构造。

5 剪力墙结构设计

了解不同近似计算方法的适用范围;掌握整体墙、小开口整体墙、双肢墙的计算方法;了解多肢墙的计算方法;了解墙肢剪切变形和轴向变形对内力的影响以及各类剪力墙的划分;掌握壁式框架在水平作用下的近似计算;掌握剪力墙墙肢及连梁的截面设计方法及构造要求;了解短肢剪力墙的特点及工程应用。

6 框架-剪力墙结构的内力和位移计算

了解框架-剪力墙结构协同工作的意义;掌握框架剪切刚度的计算;掌握框架-剪力墙结构铰接体系、刚接体系的基本计算方法;掌握刚度特征值的物理意义及其对内力分配的影响;理解框架-剪力墙结构的内力分布及侧移特点;掌握框架-剪力墙结构的截面设计及构造要求。

7 筒体结构设计简介

了解筒体结构的类型、受力特点;理解“剪力滞后效应”的概念;了解转换层的结构布置要点。

思考题

1.1 钢结构、钢筋混凝土结构各有哪些优缺点?

1.2 为什么说钢-混凝土组合结构是高层建筑结构的发展趋势?



2

高层建筑结构体系及结构布置

【本章学习要点】

- 了解各种高层建筑的结构体系特点及适用范围；
- 掌握结构总体布置原则的相关要求，并理解“概念设计”的重要性；
- 了解高层建筑基础的类型及基础结构布置的基本要求。

2.1 高层建筑的结构体系

结构体系是指结构抵抗外部作用构件的组成方式。在高层建筑结构体系中，抵抗水平力成为设计的主要矛盾，因而抗侧力结构体系的确定和设计成为结构设计的关键问题。高层建筑中基本的抗侧力单元是框架、剪力墙、实腹筒（又称井筒）、框筒及支撑。由这几种单元可以组成框架结构体系、剪力墙结构体系、框架-剪力墙结构体系和筒体结构体系等。高层建筑的承载能力、抗侧刚度、抗震性能、材料用量和造价高低，与其所采用的结构体系密切相关，不同的结构体系适用于不同的建筑层数、高度和功能。

► 2.1.1 框架结构体系

由梁、柱组成的结构单元称为框架。整栋结构都是由梁、柱组成的框架来承受竖向荷载和侧向荷载的，称为框架结构体系（图 2.1）。框架梁、柱可以分别用钢、钢筋混凝土、型钢（型钢）混凝土，柱还可以用钢管混凝土等。

框架结构在水平力的作用下发生的侧移由两部分组成。其中，一部分是结构的弯曲变

形,由柱子的拉伸和压缩所引起的水平位移;这种侧移在上部各层较大,愈到底部层间变形愈小,使整个结构呈现弯曲线形变形,如图 2.2(b);另一部分是剪切变形,框架结构整体受剪,层间梁柱杆件发生弯曲而引起的水平位移,框架下部的梁、柱内力大,层间变形也大,愈到上部层间变形愈小,使整个结构呈现剪切型变形,如图 2.2(a)。在框架结构中,剪切变形是主要的,随着建筑高度的加大,弯曲变形的比例逐渐加大,一般框架结构体系在水平力作用下的变形以剪切型变形为主。

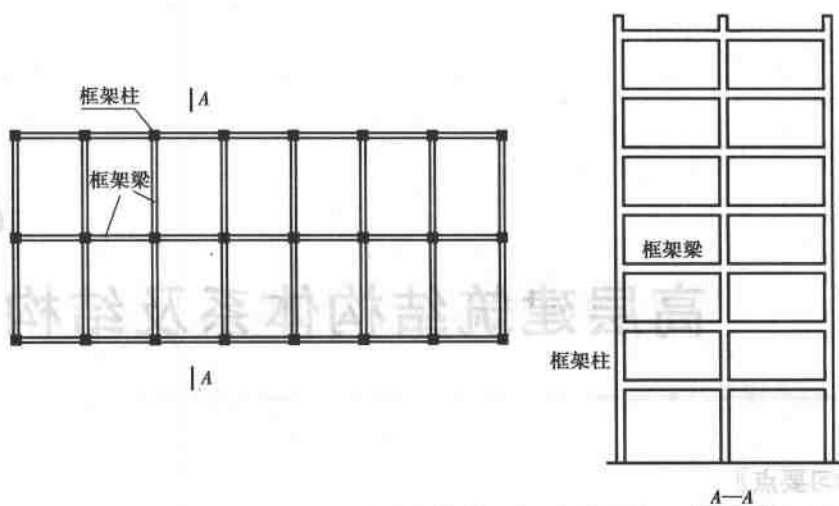


图 2.1 框架结构

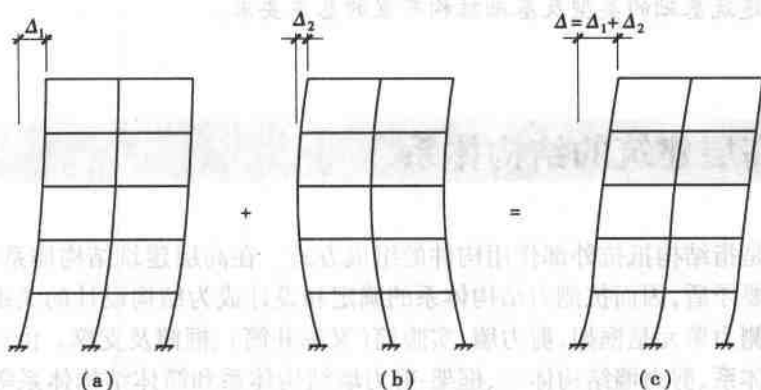


图 2.2 框架结构水平变形

框架结构高层建筑由于梁、柱都属于线性构件。结构构件所占用空间较少,建筑平面布置灵活,可以做较大空间也可以根据需要用隔断分隔成小房间,适用于办公楼、教室、商场、住宅等。外墙用非承重构件,这样立面设计灵活多变。如果采用轻质隔墙和外墙,就可以大大降低自重,节省材料。通过合理设计钢筋混凝土框架可以获得良好的延性,具有良好的抗震性能。

框架结构的抗侧刚度较小,用于比较高的建筑时,需要截面尺寸大的梁柱才能满足侧向

刚度的要求,减少了有效使用空间,造成浪费。因此框架结构不适用于高度很大的高层建筑。这是框架结构的主要缺点,限制了框架结构体系建筑物的高度。在我国目前的情况下,框架结构建造高度不宜太高,以 15~20 层为宜。

框架只能在自身平面内抵抗侧向力,必须在两个正交的主轴方向设置框架,以抵抗各个方向的侧向力。抗震框架结构不允许铰接,必须采用刚接,使梁端能传递弯矩,同时使结构有良好的整体性和比较大的刚度。抗震设计的框架结构不宜采用单跨框架。

沿建筑高度,柱网尺寸和梁截面尺寸一般不变,上层的柱截面尺寸可以减小。当柱截面尺寸变化时,轴线位置尽可能保持不变。框架结构的柱距,可以是 4~5 m,也可以是 7~8 m 的大柱距。柱网布置要尽可能对称,图 2.3 为一些常见的框架结构的平面布置图。

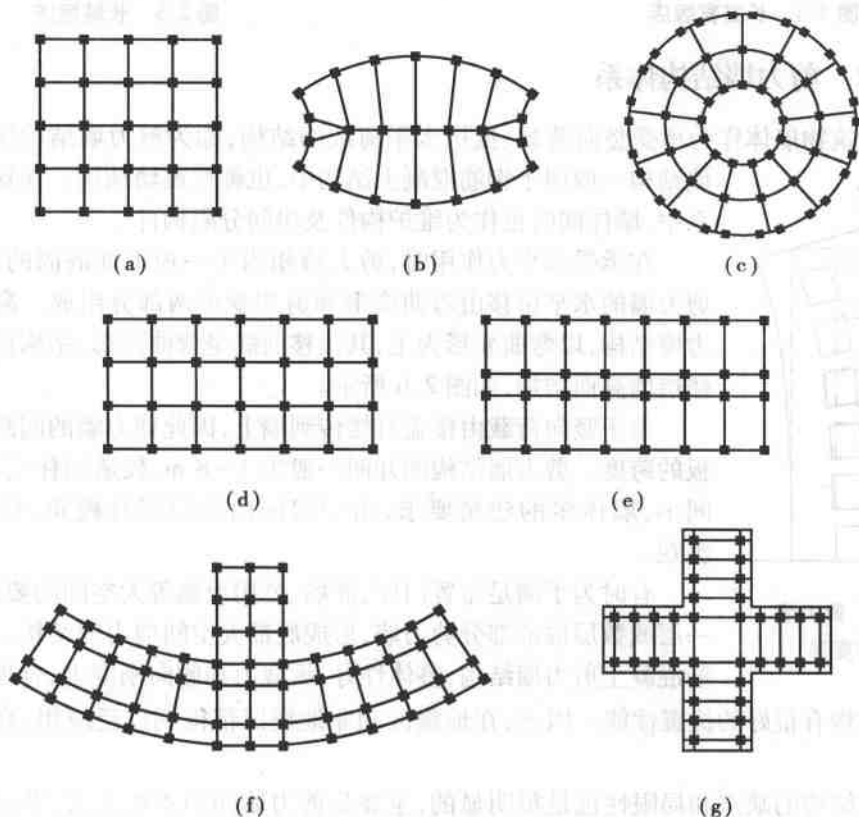


图 2.3 框架结构典型平面

抗震设计时,不应采用部分由框架承重、部分由砌体墙承重的混合承重形式,因为框架和砌体墙是两种受力性能不同的结构,框架的抗侧刚度小、变形大,而砌体墙的抗侧刚度大,变形能力小,混合使用时,会对结构的抗震产生不利的影响。

采用框架结构的建筑如北京的长富宫饭店(图 2.4),地下 2 层,地上 26 层,地面总高度 90.85 m。还有北京长城饭店主楼(图 2.5),地下 2 层,地上 22 层,地上总高度 82.85 m。



图 2.4 长富宫饭店



图 2.5 长城饭店

▶ 2.1.2 剪力墙结构体系

利用建筑物墙体作为承受竖向荷载、抵抗水平荷载的结构,称为剪力墙结构体系。剪力墙结构一般用于钢筋混凝土结构中,也称抗震墙结构。在这种结构体系中,墙体同时也作为维护构件及房间分隔构件。

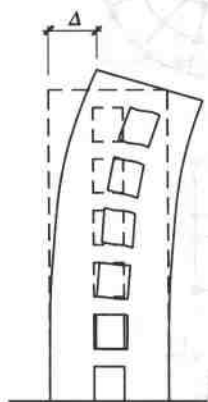


图 2.6 剪力墙结构变形

在承受水平力作用时,剪力墙相当于一根下部嵌固的悬臂深梁。剪力墙的水平位移由弯曲变形和剪切变形两部分组成。高层建筑剪力墙结构,以弯曲变形为主,其位移曲线呈弯曲形态,结构层间位移随楼层墙高而增加,如图 2.6 所示。

由于竖向荷载由楼盖直接传到墙上,因此剪力墙的间距取决于楼板的跨度。剪力墙结构的开间一般为 3~8 m,较适用住宅、旅馆等开间小、墙体多的建筑要求,由于房间内没设梁柱棱角,使整体显得美观。

有时为了满足布置门厅、商场、公用设施等大空间的要求,在底部一层或数层取消部分剪力墙,形成底部大空间剪力墙结构。现浇的钢筋混凝土剪力墙结构,整体性好,承载力和侧向刚度大,合理设计的延性剪力墙结构有很好的抗震性能。因此,在地震区和非地震区都得到广泛应用,高度范围在 10~30 层。

剪力墙结构的缺点和局限性也是很明显的,主要是剪力墙间距不能太大,平面布置不灵活,不能满足公共建筑的使用要求;结构自重往往很大,耗费建材,给基础设计也带来更高的要求。

剪力墙是平面构件,在其自身平面内有较大的承载力和刚度,平面外的承载力和刚度小,结构设计时一般不考虑墙的平面外的承载力和刚度。因此,剪力墙要双向布置,分别抵抗各自平面内的侧向力;抗震设计的剪力墙结构,应力求使两个方向的刚度接近。剪力墙结构平面布置的示例见图 2.7。

沿高度方向,剪力墙宜连续布置,避免刚度突变。剪力墙所开的门窗洞口,宜上下对齐,成列布置,形成具有规则洞口的联肢剪力墙,避免出现洞口不规则的错洞口墙。

墙肢截面宜简单、规则,剪力墙的两端尽可能与另一方向的墙连接成为工形、T 形或 L 形