



21世纪全国高职高专土建系列**技能型**规划教材

建筑力学与结构

主 编 吴承霞

副主编 张渭波 张 毅 宋贵彩



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国高职高专土建系列技能型规划教材

建筑力学与结构

主 编 吴承霞

副主编 张渭波 张 毅 宋贵彩

参 编 魏玉琴 孔 惠 宋 乔

李亚敏 孙 敏 王 焱



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书紧密围绕两套建筑工程施工图纸展开,按照建筑类专业教学要求编写。本书内容包括绪论,建筑工程施工图,建筑力学基本知识及结构计算简图,结构构件上的荷载及支座反力计算,构件内力计算及荷载效应组合,钢筋混凝土板、梁设计及构造,钢筋混凝土柱的设计及构造,钢筋混凝土现浇框架结构梁柱的构造要求,钢筋混凝土楼盖、楼梯及雨篷,砌体结构墙柱的设计及构造,多层与高层房屋结构简介,地基与基础,钢结构等。

本书可作为高等职业教育的建筑装饰工程技术、建筑设计技术、城镇规划、工程造价、建筑工程管理、工程监理、房地产经营与估价等专业的教材,也可作为岗位培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

建筑力学与结构/吴承霞主编. —北京:北京大学出版社, 2009. 9

(21世纪全国高职高专土建系列技能型规划教材)

ISBN 978-7-301-15658-2

I. 建… II. 吴… III. ①建筑力学与结构—高等学校: 技术学校—教材②建筑结构—高等学校: 技术学校—教材 IV. TU3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 137407 号

书 名: 建筑力学与结构

著作责任者: 吴承霞 主编

策 划 编 辑: 赖 青 杨星璐

责 任 编 辑: 赖 青

标 准 书 号: ISBN 978-7-301-15658-2/TU·0101

出 版 者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> <http://www.pup6.com>

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

电 子 邮 箱: pup_6@163.com

印 刷 者: 涿州星河印刷有限公司

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787mm×1092mm 16 开本 27.25 印张 插页 1 636 千字

2009 年 9 月第 1 版 2009 年 9 月第 1 次印刷

定 价: 40.00 元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话: 010-62752024

电子邮箱: fd@pup.pku.edu.cn

21 世纪全国高职高专土建系列技能型规划教材 专家编审指导委员会

主 任： 于世玮（山西建筑职业技术学院）

副 主 任： 范文昭（山西建筑职业技术学院）

委 员： （按姓名拼音排序）

丁 胜（湖南城建职业技术学院）

郝 俊（内蒙古建筑职业技术学院）

胡六星（湖南城建职业技术学院）

李永光（内蒙古建筑职业技术学院）

刘正武（湖南城建职业技术学院）

王秀花（内蒙古建筑职业技术学院）

王云江（浙江建设职业技术学院）

危道军（湖北城建职业技术学院）

吴承霞（河南建筑职业技术学院）

吴明军（四川建筑职业技术学院）

武 敬（武汉职业技术学院）

夏万爽（邢台职业技术学院）

战启芳（石家庄铁路职业技术学院）

朱吉顶（河南工业职业技术学院）

特邀顾问： 何 辉（浙江建设职业技术学院）

姚谨英（四川绵阳水电学校）

前 言

建筑类高等职业教育以培养面向建设行业一线的高技能专门人才为己任。职业院校的学生不仅需要具备一定的专业知识结构,更应具有一定的职业技能水平。要落实教育部“关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见”的精神,就要求职业学校在人才培养目标、知识技能结构、改革课程体系和教学内容等方面下工夫,逐步落实“教、学、做”一体化的教学模式改革,把提高学生职业技能的培养放在教与学的突出位置上,强化能力的培养。

建筑力学与结构课程是高等职业教育建筑装饰工程技术、建筑设计技术、城镇规划、工程造价、建筑工程管理、工程监理、房地产经营与估价等专业的一门重要的专业基础课程,它以高等数学、土木工程制图基础、建筑识图与构造、建筑材料等课程为基础,并为其他后续专业课程的学习奠定基础。其教学任务是:使学生了解必要的力学基础知识,掌握建筑结构的基本概念以及结构施工图的识读方法;能运用所学知识分析和解决建筑工程实践中较为简单的结构问题;在培养学生的力学理论与工程应用的基础上,为学习其他课程打下必要的基础;培养学生严谨、科学的思想方法和认真、细致的工作态度。

为完成以上教学目标和任务,在本书的编写过程中,尝试以两套实际工程施工图作任务引领,打破传统的学科体系,从引入案例入手,进而讲述力学知识和结构知识,并把力学和结构融在一起,从而避免学习力学时的抽象和不知所云。本书以理论“实用”、“够用”为度,同时适应建筑业相应工种职业资格的岗位要求;建筑设计单位和施工企业参与了编写的全过程,以工程案例为主线,通过实训、实习和现场教学,对学生实践能力的培养贯穿每个教学过程的始终;按照建筑企业实际的工作任务、工作过程和工作情境组织教学,从而形成围绕建筑结构施工图纸为工作过程的新型教学模式。

本书的建议学时数为 93 学时,各章学时分配如下表所列(供参考)。

章 次	第 1 章	第 2 章	第 3 章	第 4 章	第 5 章	第 6 章	第 7 章
学时数	4	7	10	6	10	12	6
章 次	第 8 章	第 9 章	第 10 章	第 11 章	第 12 章	第 13 章	—
学时数	4	6	8	6	8	6	—

本书由吴承霞主编,张渭波、张毅、宋贵彩任副主编。参加本书编写的有:吴承霞(第 1、2 章,第 10 章第 10.4、10.5 节,第 9~12 章应用案例)、宋乔(第 3 章)、魏玉琴(第 4 章)、宋贵彩(第 5 章)、张渭波和李亚敏(第 6 章)、孔惠(第 7、8 章)、张毅(第 9 章,第 10 章第 10.1、10.2、10.3 节)、王焱(第 11、12 章)、孙敏(第 13 章)。两套图纸由河南东方建筑设计有限公司设计,王聚厚为工程负责人,建筑设计部分由尹军莉、李晓

珺提供，结构设计部分由孔德帝、张宇翔提供。

由于编者水平有限，加之时间仓促，书中不足之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编 者

2009 年 4 月

目 录

第 1 章 绪论	1	本章小结	127
1.1 建筑力学与结构概述	2	习题	128
1.2 结构抗震知识	12	第 6 章 钢筋混凝土板、梁设计及构造	131
1.3 课程教学任务、目标和学习方法	19	6.1 混凝土结构的材料性能	133
本章小结	21	6.2 钢筋混凝土梁、板构造规定	141
习题	21	6.3 钢筋混凝土梁、板设计案例	155
第 2 章 建筑结构施工图	23	6.4 预应力混凝土构件	180
2.1 结构施工图的内容与作用	24	本章小结	186
2.2 混合结构施工图	26	习题	187
2.3 钢筋混凝土框架结构施工图	35	第 7 章 钢筋混凝土柱的设计及构造	191
本章小结	48	7.1 钢筋混凝土柱设计案例	193
习题	48	7.2 钢筋混凝土柱构造要求	200
第 3 章 建筑力学基本知识及结构计算简图	50	本章小结	204
3.1 静力学的基本知识	51	习题	204
3.2 结构的计算简图	69	第 8 章 钢筋混凝土现浇框架结构梁、柱的构造要求	206
本章小结	73	8.1 现浇框架结构非抗震设防区构造要求	207
习题	73	8.2 钢筋混凝土现浇框架结构抗震构造要求	213
第 4 章 结构构件上的荷载及支座反力计算	77	本章小结	221
4.1 结构上的荷载	78	习题	221
4.2 静力平衡条件及构件支座反力计算	85	第 9 章 钢筋混凝土楼盖、楼梯及雨篷	222
本章小结	91	9.1 钢筋混凝土楼盖的分类	223
习题	92	9.2 现浇单向板肋梁楼盖	225
第 5 章 构件内力计算及荷载效应组合	94	9.3 双向板肋梁楼盖	240
5.1 内力的基本概念	95	9.4 装配式混凝土楼盖	243
5.2 静定结构内力计算	100	9.5 钢筋混凝土楼梯的结构形式及构造	246
5.3 超静定结构内力计算	118	9.6 雨篷	251
5.4 荷载效应组合	123		

本章小结	254	本章小结	334
习题	254	习题	334
第 10 章 砌体结构墙柱的设计及构造	256	第 13 章 钢结构	336
10.1 砌体材料	257	13.1 钢结构的特点及应用范围	337
10.2 砌体的种类及力学性能	259	13.2 钢结构施工图	339
10.3 砌体结构墙、柱	264	13.3 钢结构材料	343
10.4 过梁、挑梁与圈梁	282	13.4 钢结构连接	351
10.5 砌体结构抗震要求	285	13.5 轴心受力构件	361
本章小结	294	13.6 受弯构件的形式和应用	366
习题	295	本章小结	369
第 11 章 多层与高层房屋结构简介 ...	297	习题	369
11.1 多层与高层房屋结构的类型 ...	298	附录 A 案例一：混合结构办公楼建筑 施工图及结构施工图	371
11.2 多高层建筑结构体系的总体 布置原则	303	附录 B 案例二：框架结构教学楼建筑 施工图及结构施工图	381
11.3 框架结构	306	附录 C 常用荷载表	392
11.4 多层和高层钢筋混凝土房屋抗震 的构造措施	309	附录 D 钢筋混凝土用表	396
11.5 高层建筑发展趋势	310	附录 E 双向板按弹性分析的计算 系数表	403
本章小结	310	附录 F 钢结构用表	407
习题	311	参考文献	423
第 12 章 地基与基础	312		
12.1 土的工程性质及分类	313		
12.2 地基承载力	321		
12.3 天然地基上浅基础设计	322		

第 / 章

绪 论

教学目标

通过本章的学习，掌握建筑结构的组成，会对建筑结构进行分类，理解建筑结构的功
能要求，了解极限状态的概念，掌握两种极限状态，了解建筑结构抗震的基本术语。

教学要求

能力目标	相关知识	权重(%)	自评分数
掌握建筑结构的组成及分类	建筑结构按所用材料可分为混凝土结构、砌体结构、钢结构和木结构。建筑结构按受力和构造特点的不同可分为混合结构、框架结构、框架-剪力墙结构、剪力墙结构、筒体结构、大跨结构等	30	
理解建筑结构的功能力要求	结构的功能力要求是指结构的安全性、适用性和耐久性	10	
掌握极限状态的概念和分类	极限状态共分两类：承载能力极限状态和正常使用极限状态	20	
掌握建筑结构抗震的基本术语	地震的震级、烈度、抗震设防目标	40	

【学习重点】

建筑结构的组成、功能要求、极限状态，抗震设防。



引例

一栋两层办公楼如图 1.1(a) 所示(案例一)，一栋两层教学楼如图 1.1(b) 所示(案例二)，如何保证两栋楼在正常使用时是安全的？两栋楼的结构形式有何不同？楼层的梁和板有何区别？楼板有钢筋吗？如何放置？梁又如何设计？墙体用什么材料建造？基础怎样？两栋楼如何考虑抗震？

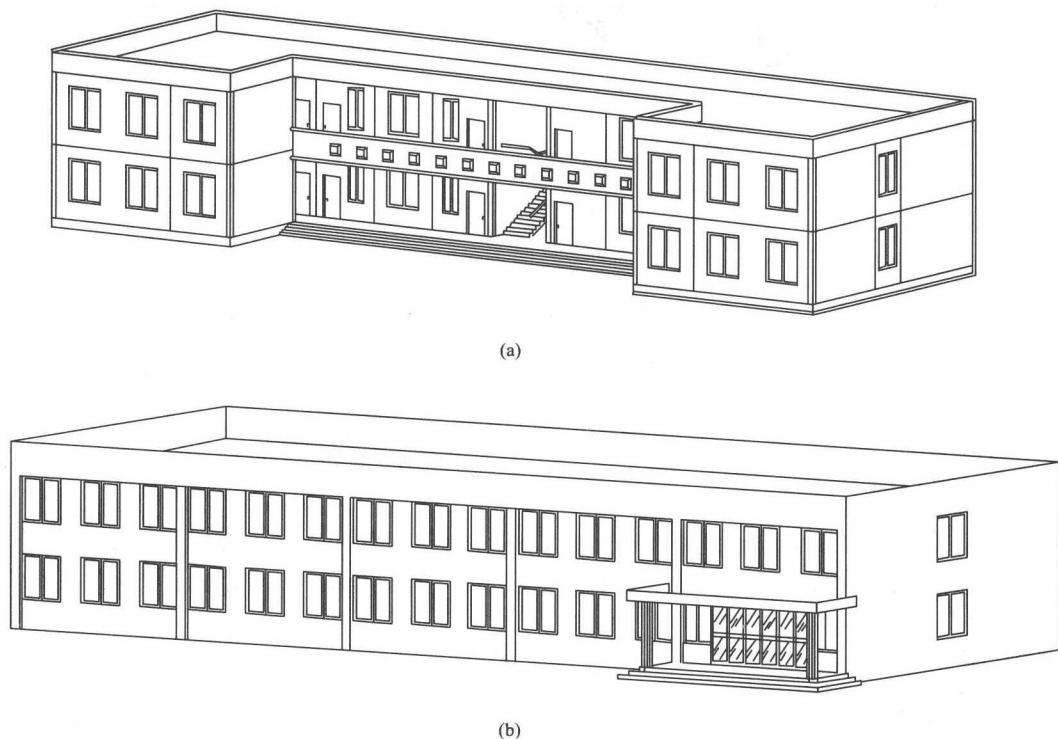


图 1.1 案例一和案例二的建筑效果图

(a) 案例一：办公楼(砖混结构)；(b) 案例二：教学楼(钢筋混凝土框架结构)

引例中的问题就牵涉该结构和构件受多大的内力，要靠结构知识去解决板、梁的设计和墙体计算，基础的大小等。

1.1 建筑力学与结构概述

建筑物在施工和使用过程中受到各种力的作用——结构自重、人及设备的重量，风、雪、地震等。这些力的作用形式怎样？大小是多少？对建筑物会产生什么样的效应？这些问题都要靠建筑力学和结构来解决。

1.1.1 建筑结构的概念和分类

建筑中，由若干构件(如板、梁、柱、墙、基础等)相互连接而成的能承受荷载和其他

间接作用(如温差伸缩、地基不均匀沉降等)的体系,称为建筑结构(图 1.2)。建筑结构在建筑中起骨架作用,是建筑的重要组成部分。

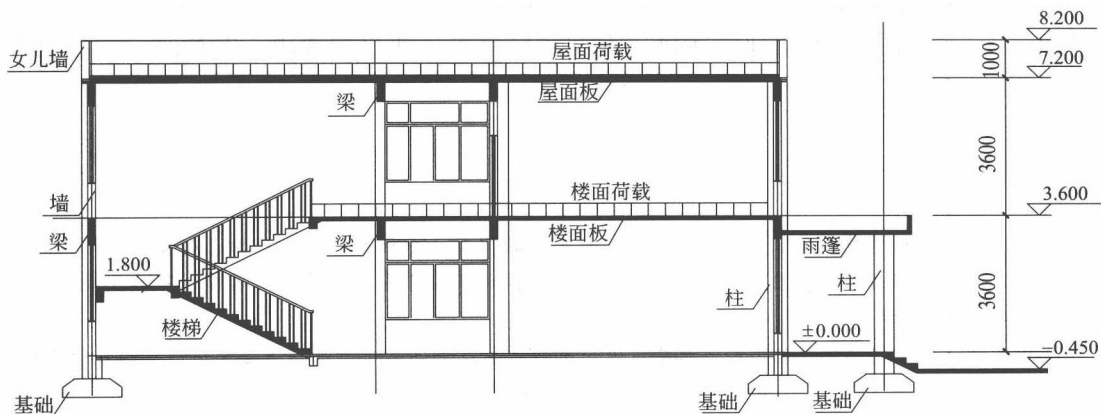


图 1.2 建筑结构

1. 按材料分类

根据所用材料的不同,建筑结构可分为混凝土结构、砌体结构、钢结构和木结构。

1) 混凝土结构

混凝土结构可分为钢筋混凝土结构、预应力混凝土结构、素混凝土结构。其中应用最广泛的是钢筋混凝土结构(图 1.3),它具有强度高、耐久性好、抗震性能好、可塑性强等优点;也有自重大、抗裂能力差、现浇时耗费模板多、工期长等缺点。

混凝土结构在工业与民用建筑中应用极为普遍,如多层与高层住宅、写字楼、教学楼、医院、商场及公共设施等。

2) 砌体结构

砌体结构是指各种块材(包括砖、石材、砌块等)通过砂浆砌筑而成的结构(图 1.4)。砌体结构根据所用块材的不同,又可分为砖结构、石结构和其他材料的砌块结构。砌体结

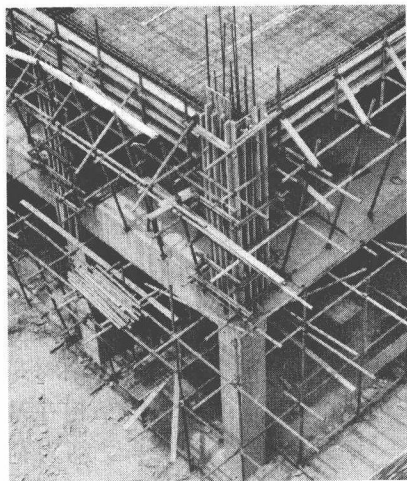


图 1.3 钢筋混凝土结构施工现场

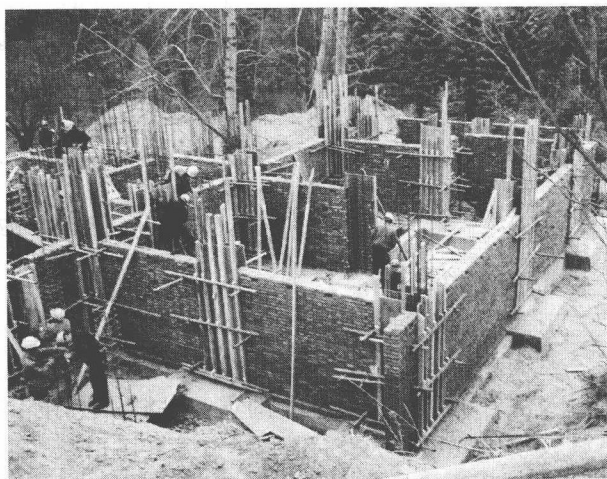


图 1.4 砌体结构施工现场

构的主要优点是能就地取材、造价低廉、耐火性强、工艺简单、施工方便，所以在建筑中应用广泛，主要用作七层以下的住宅楼、旅馆，五层以下的办公楼、教学楼等民用建筑的承重结构；在中、小型工业厂房及框架结构中常用砌体作围护结构。其缺点是自重大、强度较低、抗震性能差、施工速度缓慢、不能适应建筑工业化的要求，有待进一步改进和完善。

特别提示

传统的砌体结构房屋大多采用黏土砖建造，黏土砖的用量十分巨大，而生产黏土砖要毁坏农田，且污染环境。砌体结构材料应大力发展新型墙体材料，如：蒸压粉煤灰砖、蒸压灰砂砖、混凝土砌块、混凝土多孔砖和实心砖等。

我国古代就用砌体结构建造城墙、佛塔、宫殿和拱桥等。如闻名中外的“万里长城”、“西安大雁塔”等均均为砌体结构建造(图 1.5)；隋代李春所建造的河北赵县安济桥(即：赵州桥)迄今 1400 多年，桥净跨 37.37 m，为世界上最早的单孔空腹式石拱桥(图 1.6)。

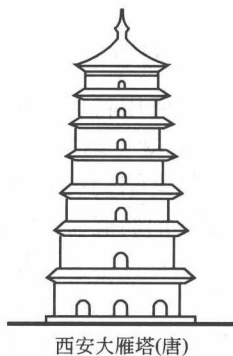
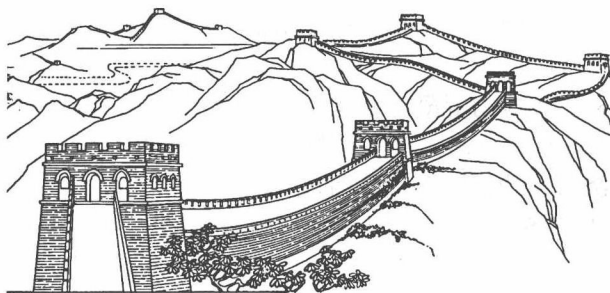


图 1.5 万里长城与大雁塔

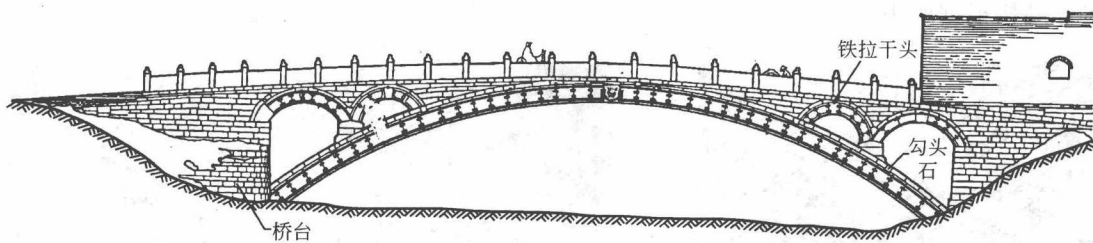


图 1.6 河北赵县安济桥

3) 钢结构

用钢材制作的结构称为钢结构。钢结构具有强度高、自重轻、材质均匀、制作简单、运输方便等优点；但也存在易锈蚀、耐火性差、维修费用高等缺点。而且，钢材是国民经济各部门中不可缺少的重要材料，使用量大，价格比较昂贵，因此，钢结构在基本建设中主要用于大跨度屋盖(如体育场馆)、高层建筑、重型工业厂房、承受动力荷载的结构及塔桅结构中。2008年北京奥运会国家体育馆——鸟巢(图 1.7)即为钢结构建筑。

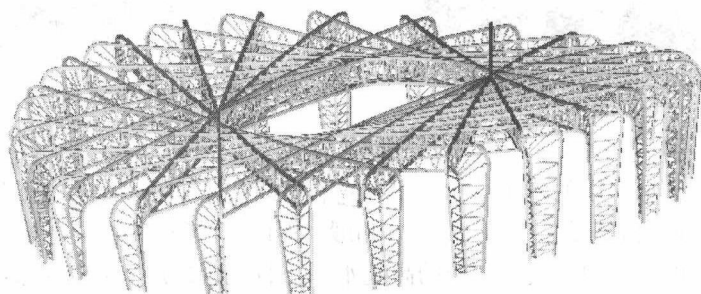
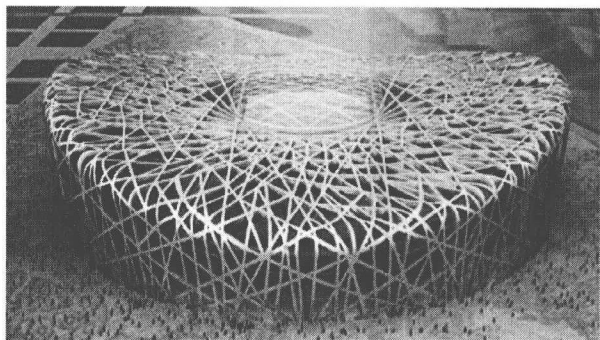


图 1.7 2008 年北京奥运会国家体育馆——鸟巢

1935 年中国工农红军长征途中强渡的大渡河铁索桥——泸定桥(图 1.8), 是清康熙四十四年(公元 1705 年)建造的, 该桥由条石砌成的东西桥台和 13 根横亘的铁索组成, 桥长 101.67 m, 宽 2.9 m, 13 根铁索由 12164 个熟铁锻造扣环连接而成, 重约 21 t。



图 1.8 大渡河铁索桥——泸定桥

上海东方明珠塔(图 1.9), 高 468 m, 建成时位居亚洲第一, 世界第三。上海金贸大厦(图 1.10)地上 88 层, 高 420.5 m, 1997 年竣工, 当时位居世界第三高楼。

4) 木结构

以木材为主制作的结构称为木结构。木结构是以梁、柱组成的构架承重, 墙体则主要起填充、防护作用。木结构的优点是能就地取材, 制作简单、造价较低、便于施工; 缺点是木材本身疵病较多, 易燃、易腐, 结构易变形, 因此不易用于火灾危险性较大或经常受潮

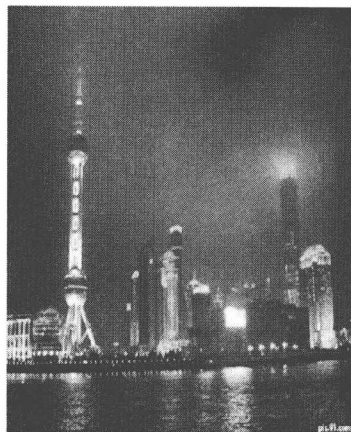


图 1.9 上海东方明珠塔

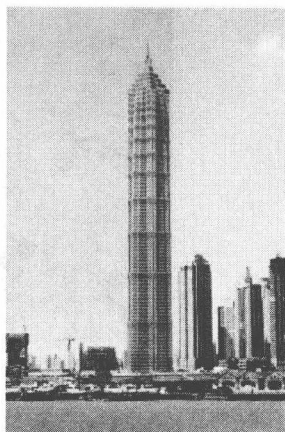


图 1.10 上海金贸大厦

又不易通风的生产性建筑中。

木结构是我国最早应用的建筑结构。早在新石器时代末期(4500~6000 年前),就出现了地面木架建筑和木骨泥墙建筑。北京故宫太和殿(图 1.11)等建筑物,重檐庑殿,歇山攒尖,斗拱飞檐,充分体现了我国古代木结构的高超水平,直到现代还应用于古典园林建筑。但由于木材用途广泛,而其产量又受到自然条件的限制,在建筑中采用木结构已越来越少。

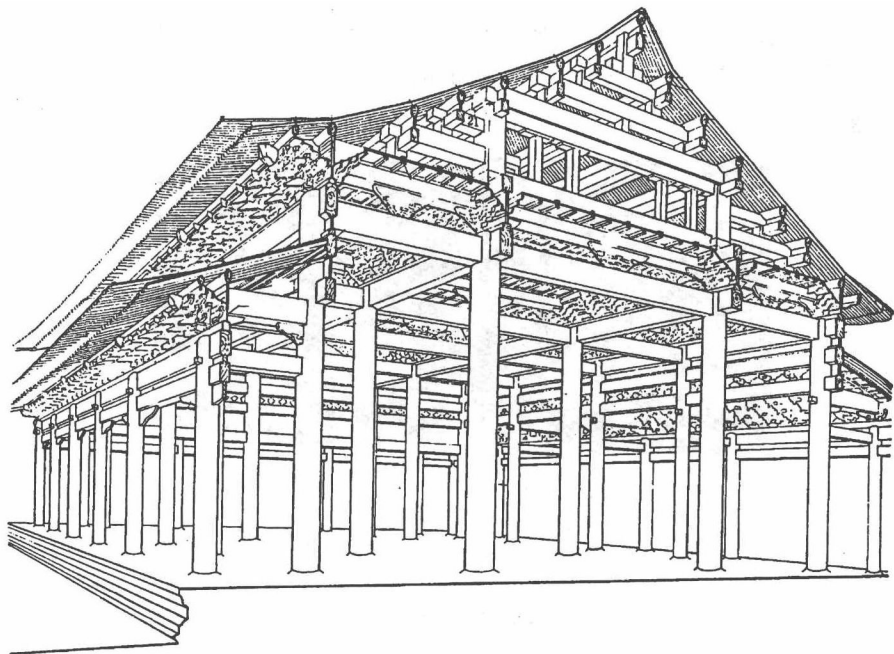


图 1.11 北京故宫太和殿梁架结构示意图

2. 按受力分类

建筑结构按受力和构造特点的不同可分为:混合结构、框架结构、框架-剪力墙结构、剪力墙结构、筒体结构、大跨结构等。其中大跨结构多采用网架结构、薄壳结构、膜结构以及悬索结构。

1) 混合结构：是指由砌体结构构件和其他材料构件组成的结构。如垂直承重构件用砖墙、砖柱，而水平承重构件用钢筋混凝土梁板(图 1.12)，这种结构就为混合结构，又称承重墙结构。该种结构形式具有就地取材、施工方便、造价便宜等特点。

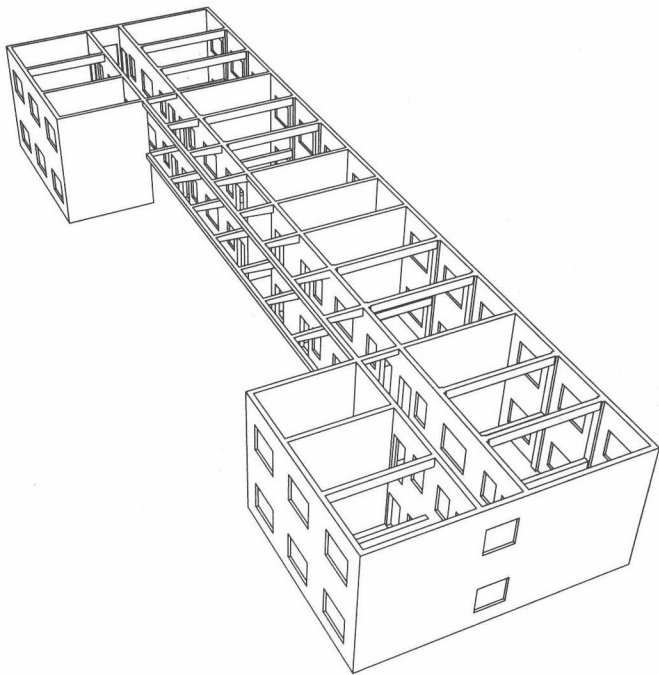


图 1.12 混合结构(案例一)

2) 框架结构：是由纵梁、横梁和柱组成的结构，这种结构是由梁和柱刚性连接形成骨架(图 1.13)。框架结构的优点是强度高、自重轻、整体性和抗震性能好。框架结构多采用钢筋混凝土建造，一般适用于 10 层以下的房屋结构。框架结构建筑平面布置灵活，可满足生产工艺和使用要求，且比混合结构强度高、延性好、整体性好、抗震性能好。

3) 剪力墙结构：是由纵向、横向的钢筋混凝土墙所组成的结构，即结构采用剪力墙的结构体系(图 1.14)。墙体除抵抗水平荷载和竖向荷载外，还为整个房屋提供很大的抗剪

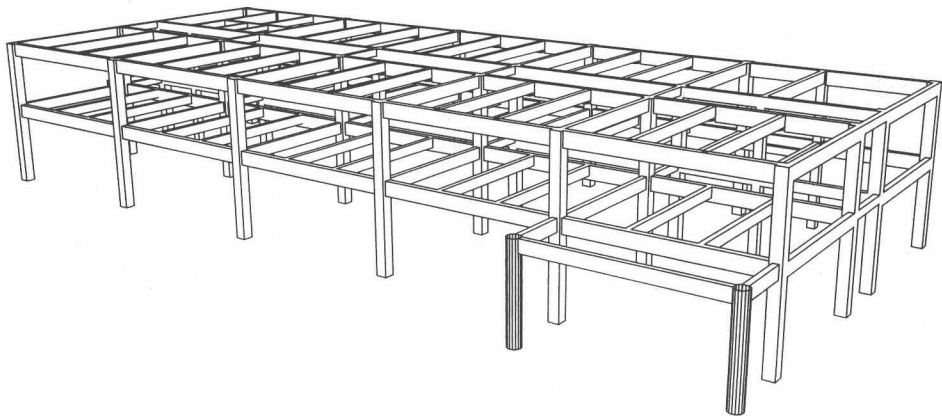


图 1.13 钢筋混凝土框架结构(案例二)

强度和刚度,对房屋起围护和分割作用。这种结构的侧向刚度大,适宜做较高的高层建筑,但由于剪力墙位置的约束,使建筑内部空间的划分比较狭小,不利于形成开敞性的空间,因此较适宜用于宾馆与住宅。剪力墙结构常用于25~30层房屋。

4) 框架-剪力墙结构:又称框剪结构,它是在框架纵、横方向的适当位置,在柱与柱之间设置几道钢筋混凝土墙体(剪力墙)(图1.15)。在这种结构中,框架与剪力墙协同受力,剪力墙承担绝大部分水平荷载,框架则以承担竖向荷载为主。这种体系一般用于办公楼、旅馆、住宅以及某些工艺用房,一般用于25层以下房屋结构。

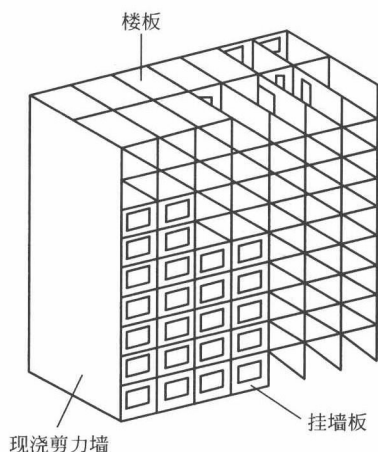


图 1.14 剪力墙结构

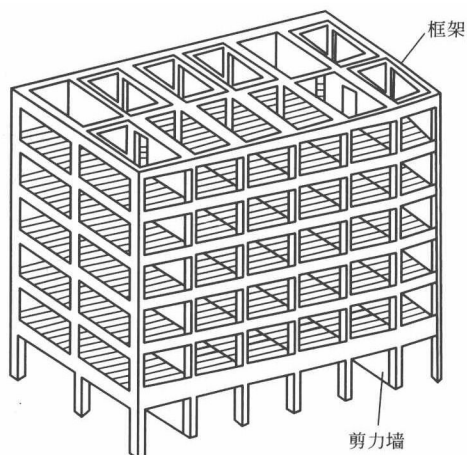


图 1.15 框架-剪力墙结构

如果把剪力墙布置成筒体,又可称为框架-筒体结构体系。筒体的承载能力、侧向刚度和抗扭能力都较单片剪力墙大大提高。在结构上,这是提高材料利用率的一种途径,在建筑布置上,则往往利用筒体作电梯间、楼梯间和竖向管道的通道,也是十分合理的。

5) 筒体结构:是用钢筋混凝土墙围成侧向刚度很大的筒体的结构形式。筒体在侧向风荷载的作用下,它的受力特点就类似于一个固定在基础上的筒形的悬臂构件。迎风面将受拉,而背风面将受压。筒体可以为剪力墙,可以采用密柱框架,也可以根据实际需要采用数量不同的筒。筒体结构多用于高层或超高层公共建筑中(图1.16)。

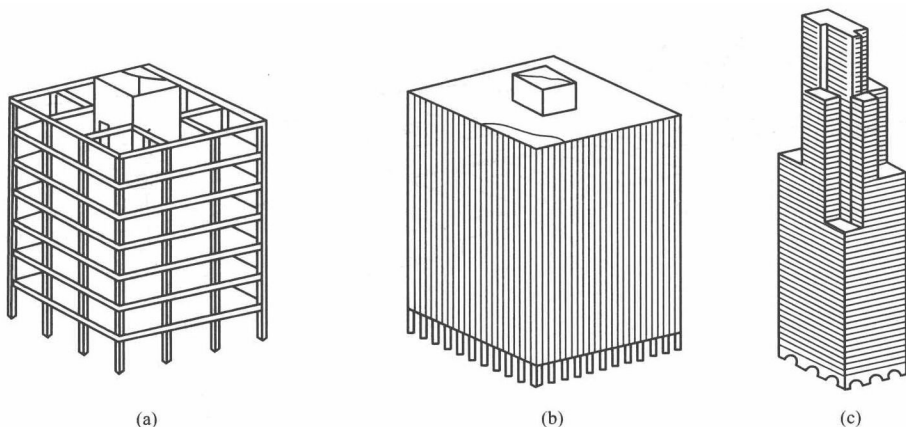


图 1.16 筒体结构

(a) 框架核心筒结构; (b) 筒中筒结构; (c) 束筒结构

筒体结构用于 30 层以上的超高层房屋结构,经济高度以不超过 80 层为限。

特别提示

- (1) 从造价的角度来讲,砌体结构最为经济,混凝土结构次之,钢结构最贵。
- (2) 从抗震的角度来讲,砌体结构最差,混凝土结构次之,钢结构最好。
- (3) 实际工程中,建造房屋的用途、层数及当地经济发展状况等决定了应采用何种结构形式。

1.1.2 建筑结构的性能

1. 结构的性能要求

不管采用何种结构形式,也不管采用什么材料建造,任何一种建筑结构都是为了满足所要求的性能而设计的。建筑结构在规定的设计使用年限内,应满足下列性能要求。

(1) 安全性:即结构在正常施工和正常使用时能承受可能出现的各种作用,在设计规定的偶然事件发生时及发生后,仍能保持必需的整体稳定。

(2) 适用性:即结构在正常使用条件下具有良好的工作性能。例如不发生过大的变形或振幅,以免影响使用,也不发生足以令用户不安的裂缝。

(3) 耐久性:即结构在正常维护下具有足够的耐久性能。例如混凝土不发生严重的风化、脱落,钢筋不发生严重锈蚀,以免影响结构的使用寿命。

2. 结构的可靠性

结构的可靠性是这样定义的:结构在规定的时间内,在规定的条件下,完成预定功能的能力。结构的安全性、适用性和耐久性总称为结构的可靠性。

结构可靠度是可靠性的定量指标,可靠度的定义是:结构在规定的时间内,在规定的条件下,完成预定功能的概率。

3. 极限状态的概念

整个结构或结构的一部分超过某一特定状态就不能满足设计规定的某一功能要求,此特定状态为该功能的极限状态。极限状态实质上是一种界限,是有效状态和失效状态的分界。极限状态共分两类。

(1) 承载能力极限状态:超过这一极限状态后,结构或构件就不能满足预定的安全性的要求(图 1.17)。当结构或构件出现下列状态之一时,即认为超过了其承载能力极限状态。

① 整个结构或结构的一部分作为刚体失去平衡(如阳台、雨篷的倾覆)等;

② 结构构件或连接因超过材料强度而破坏(包括疲劳破坏),或因过度变形而不适于继续承载;

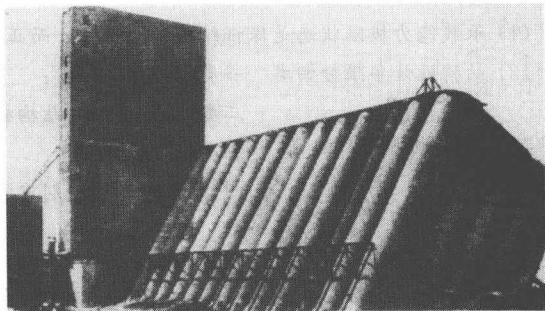


图 1.17 承载能力极限状态