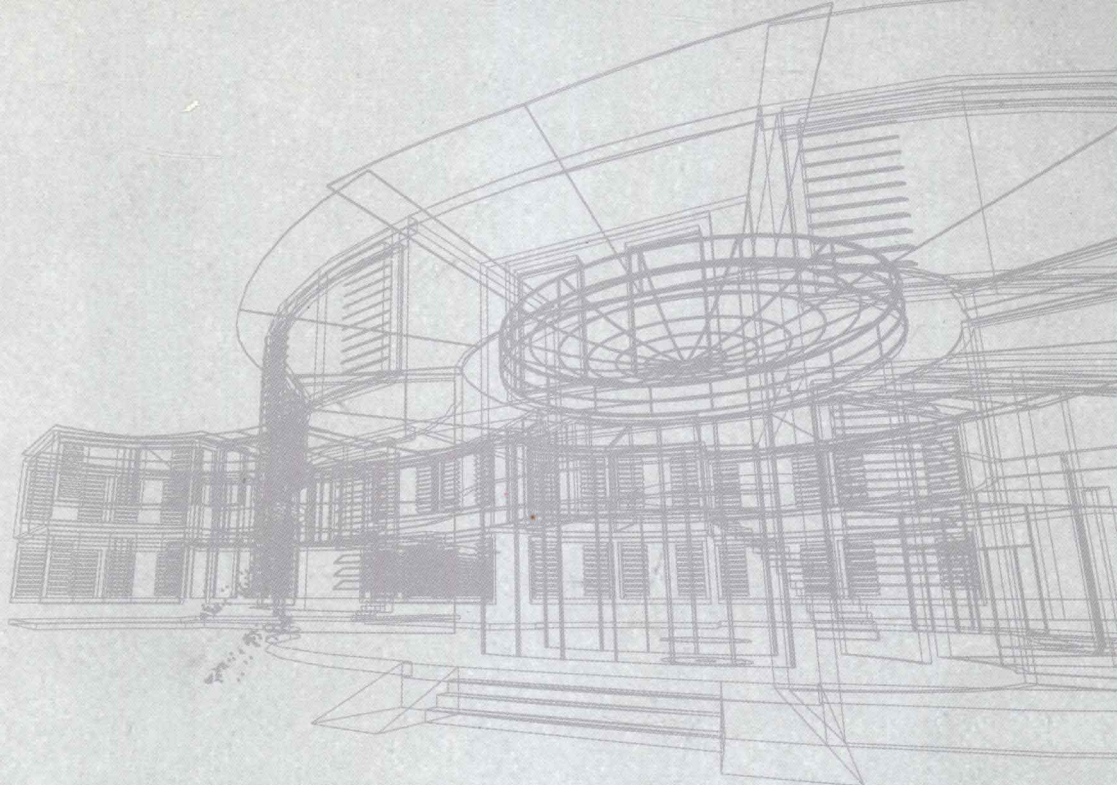


工程管理

北大版·高职高专土建系列规划教材

21世纪全国高职高专土建系列**工学结合型**规划教材



建筑力学与结构 (少学时版)

吴承霞 宋贵彩◎主 编

- 依据最新规范，针对土建大类中非建工专业等课时较少专业编写
- 围绕两套施工图，以工程实例为主线展开工作过程，强调实践能力
- 打破传统学科体系，融合力学与结构，将能力培养贯穿教学过程始终



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国高职高专土建系列工学结合型规划教材

建筑力学与结构 (少学时版)

主 编	吴承霞	宋贵彩	
副主编	魏玉琴	张渭波	
参 编	孔 惠	宋 乔	李亚敏
	王 焱	何迎春	王小静
	尚瑞娟		



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书依据《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010)、《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)、《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ 3—2010)、《砌体结构设计规范》(GB 50003—2011)、《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2011)和《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2012)等最新国家规范编写,紧密围绕两套建筑工程施工图纸展开知识的讲解和介绍。本书内容按模块教学设计,包括绪论,建筑工程施工图,建筑力学基本知识,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,钢筋混凝土梁、板及构造,钢筋混凝土柱和框架结构,钢筋混凝土楼盖、楼梯及雨篷,砌体结构,多层与高层房屋结构概述,地基与基础概述和钢结构。

本书可作为高等职业教育建筑装饰技术、建筑设计技术、城镇规划、建筑设备工程技术、建筑工程管理、工程造价、房地产经营与估价等专业教材,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. 少学时版/吴承霞, 宋贵彩主编. —北京: 北京大学出版社, 2013. 2

(21 世纪全国高职高专土建系列工学结合型规划教材)

ISBN 978-7-301-21730-6

I. ①建… II. ①吴…②宋… III. ①建筑科学—力学—高等职业教育—教材②建筑结构—高等职业教育—教材 IV. TU3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 290310 号

书 名: 建筑力学与结构(少学时版)

著作责任者: 吴承霞 宋贵彩 主编

策 划 编 辑: 赖 青 杨星璐

责 任 编 辑: 杨星璐

标 准 书 号: ISBN 978-7-301-21730-6/TU·0300

出 版 发 行: 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> 新浪官方微博: @北京大学出版社

电 子 信 箱: pup_6@163.com

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

印 刷 者: 北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销 者: 新华书店

787mm×1092mm 16 开本 18 印张 417 千字

2013 年 2 月第 1 版 2013 年 2 月第 1 次印刷

定 价: 34.00 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 电子信箱: fd@pup.pku.edu.cn

北大版·高职高专土建系列规划教材

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）

马景善（浙江同济科技职业学院）

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）

夏万爽（邢台职业技术学院）

徐锡权（日照职业技术学院）

杨甲奇（四川交通职业技术学院）

战启芳（石家庄铁路职业技术学院）

郑 伟（湖南城建职业技术学院）

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）

北大版·高职高专土建系列规划教材

专家编审指导委员会专业分委会

建筑工程技术专业分委会

主任：吴承霞 吴明军
副主任：郝俊 徐锡权 马景善 战启芳 郑伟
委员：(按姓名拼音排序)
白丽红 陈东佐 邓庆阳 范优铭 李伟
刘晓平 鲁有柱 孟胜国 石立安 王美芬
王渊辉 肖明和 叶海青 叶腾 叶雯
于全发 曾庆军 张敏 张勇 赵华玮
郑仁贵 钟汉华 朱永祥

工程管理专业分委会

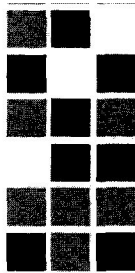
主任：危道军
副主任：胡六星 李永光 杨甲奇
委员：(按姓名拼音排序)
冯钢 冯松山 姜新春 赖先志 李柏林
李洪军 刘志麟 林滨滨 时思 斯庆
宋健 孙刚 唐茂华 韦盛泉 吴孟红
辛艳红 鄢维峰 杨庆丰 余景良 赵建军
钟振宇 周业梅

建筑设计专业分委会

主任：丁胜
副主任：夏万爽 朱吉顶
委员：(按姓名拼音排序)
戴碧锋 宋劲军 脱忠伟 王蕾
肖伦斌 余辉 张峰 赵志文

市政工程专业分委会

主任：王秀花
副主任：王云江
委员：(按姓名拼音排序)
俞金贵 胡红英 来丽芳 刘江 刘水林
刘雨 刘宗波 杨仲元 张晓战



前言

土建类高等职业教育把培养面向施工一线的高技能专门人才作为培养目标。高等职业院校的学生不仅需要具备一定的知识结构,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,就要求高等职业院校在人才培养目标、知识技能结构、改革课程体系和教学内容等方面下功夫,逐步落实“教、学、做”一体的教学模式改革,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技术、建筑设计技术、城镇规划、工程造价、建筑工程管理、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”、“建筑工程制图基础”、“建筑识图与构造”、“建筑材料”等课程为基础,并为其后续专业课程奠定基础。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相对简单的结构问题;培养学生的力学素质,为学习其他课程提供必要的基础;同时培养学生严谨、科学的思想和认真、细致的工作方式。

为完成以上教学目标和任务,在本书的编写过程中,我们尝试以两套实际工程施工图作任务引领,从调整教学内容入手,打破传统的学科体系,把力学和结构融在一起。本书以工程“实用、够用”为度,同时也适应建筑业相应工种职业资格的岗位要求。本书邀请建筑设计单位和施工企业参与全过程的编写,以工程实例为主线,通过实训、实习和现场教学,将学生实践能力的培养贯穿于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,从而形成围绕建筑图纸来展开工作过程的新型模式。各专业在教学时,可根据教学内容选择不同的模块开展教学。

本书推荐安排教学 74 学时,各模块学时分配见下表(供参考):

序次	模块 1	模块 2	模块 3	模块 4	模块 5	模块 6
学时数	4	6	8	6	8	10
序次	模块 7	模块 8	模块 9	模块 10	模块 11	模块 12
学时数	8	4	6	4	4	6

本书由河南建筑职业技术学院吴承霞和宋贵彩任主编,魏玉琴和张渭波任副主编,孔惠、宋乔、李亚敏、何迎春、王小静、尚瑞娟和河南工业职业技术学院王焱参编。具体编写分工如下:吴承霞(模块 1、2),宋乔(模块 3),魏玉琴(模块 4),宋贵彩(模块 5),张渭波、李亚敏(模块 6),孔惠(模块 7),王小静(模块 8),何迎春(模块 9),王焱

(模块 10、11), 尚瑞娟(模块 12)。本书的两套图纸由河南东方建筑设计有限公司设计, 工程负责人王聚厚, 建筑设计尹军莉、李晓珺, 结构设计孔德帝、张宇翔。

由于编者水平有限, 加之对新规范的理解不够透彻, 书中尚有不足之处, 恳请广大读者批评指正。

编 者

2012 年 10 月

目 录

模块 1 绪论	1	6.4 预应力混凝土构件	120
1.1 建筑力学与结构概述	2	模块小结	123
1.2 结构抗震知识	11	习题	123
1.3 课程教学任务、目标和学习方法	17	模块 7 钢筋混凝土柱和框架结构	125
模块小结	18	7.1 钢筋混凝土柱基本知识	127
习题	18	7.2 钢筋混凝土柱构造要求	130
模块 2 建筑结构施工图	20	7.3 非抗震设防区框架结构构造要求	134
2.1 结构施工图的内容与作用	21	7.4 框架结构抗震构造要求	140
2.2 钢筋混凝土框架结构施工图	22	模块小结	150
模块小结	32	习题	150
习题	32	模块 8 钢筋混凝土楼盖、楼梯及雨篷	152
模块 3 建筑力学基本知识	33	8.1 钢筋混凝土楼盖的分类	153
3.1 静力学的基本知识	34	8.2 现浇肋梁楼盖	154
3.2 结构的计算简图	51	8.3 楼梯与雨篷	159
模块小结	55	模块小结	162
习题	55	习题	162
模块 4 结构构件上的荷载及支座反力		模块 9 砌体结构	164
计算	58	9.1 砌体材料	165
4.1 结构上的荷载	59	9.2 砌体的种类及力学性能	167
4.2 静力平衡条件及构件支座反力		9.3 混合结构房屋的结构布置方案	170
计算	65	9.4 砌体结构的构造要求	172
模块小结	68	9.5 过梁、挑梁	174
习题	68	9.6 多层砖砌体房屋抗震构造措施	175
模块 5 构件内力计算及荷载效应		模块小结	180
组合	70	习题	181
5.1 内力的基本概念	71	模块 10 多层与高层房屋结构概述	182
5.2 静定结构内力计算	75	10.1 多层与高层房屋结构的类型	183
5.3 荷载效应组合	85	10.2 多高层建筑结构体系的总体布置原则	188
模块小结	87	10.3 框架结构	190
习题	88	10.4 其他多层和高层钢筋混凝土房屋的抗震构造措施	192
模块 6 钢筋混凝土梁、板及构造	91	10.5 高层建筑发展趋势	194
6.1 混凝土结构的材料性能	92		
6.2 钢筋混凝土梁、板的构造规定	97		
6.3 钢筋混凝土梁、板设计案例	115		

模块小结	194	12.4 轴心受力构件	229
习题	194	12.5 受弯构件	235
模块 11 地基与基础概述	196	模块小结	237
11.1 地基土的分类及地基承载力	197	习题	238
11.2 天然地基上浅基础	198	附录 A 实例一：混合结构办公楼建筑	
11.3 减轻建筑物不均匀沉降的措施	202	施工图及结构施工图	240
模块小结	204	附录 B 实例二：框架结构教学楼建筑	
习题	204	施工图及结构施工图	251
模块 12 钢结构	206	附录 C 常用荷载表	263
12.1 钢结构的特点及应用范围	207	附录 D 钢筋混凝土用表	267
12.2 钢结构材料	209	参考文献	274
12.3 钢结构连接	215		

模块 1

绪 论

教学目标

通过本模块的学习，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
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 功能要求	结构的功能要求是指结构的安全性、适用性和耐久性	20%
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	30%

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, 一栋两层教学楼如图 1.1(b)所示, 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?

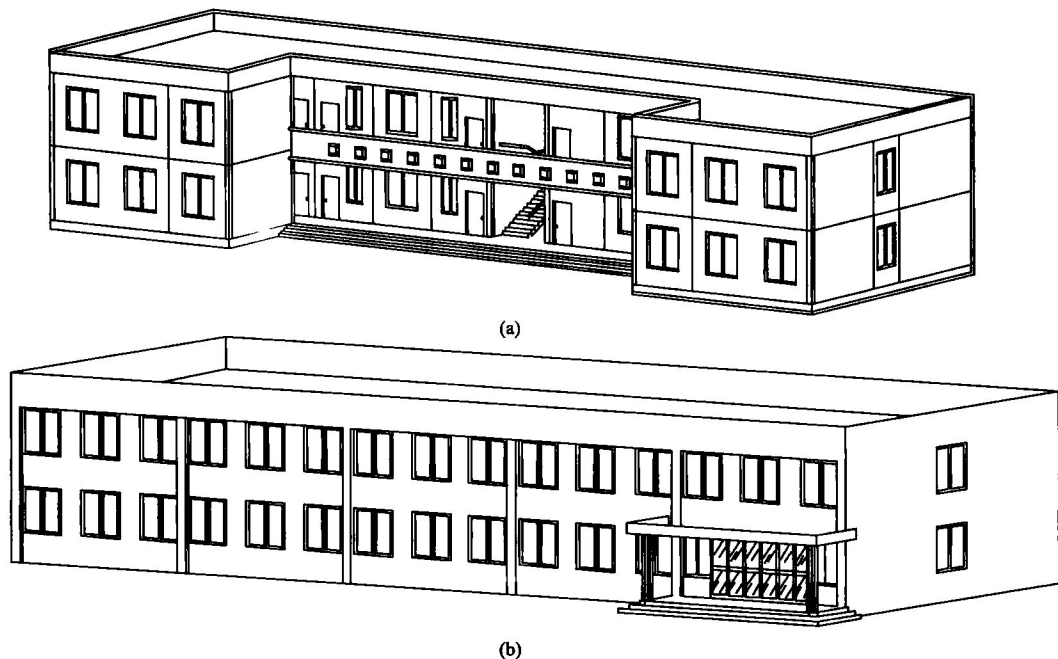


图 1.1 实例一和实例二的建筑效果图

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

引例中的问题就涉及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。

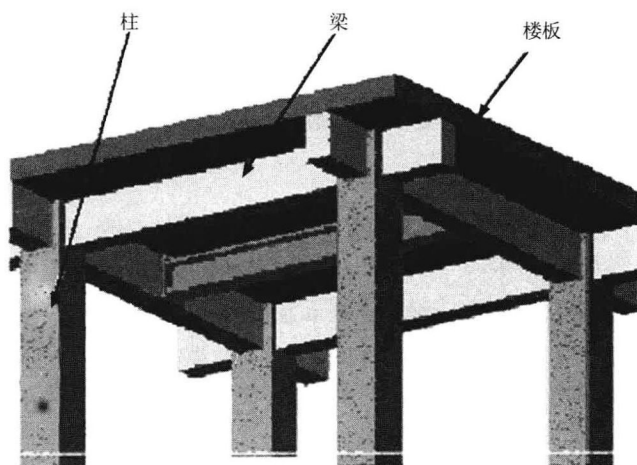


图 1.2 建筑结构

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、石材和砌块等)通过砂浆砌筑而成的结构(图 1.4)。砌体结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, 其缺点是自重大、强度较低、抗震性能差。

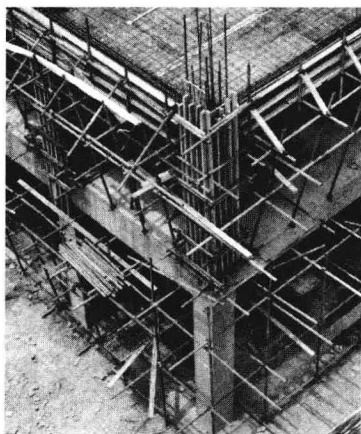


图 1.3 钢筋混凝土结构施工现场

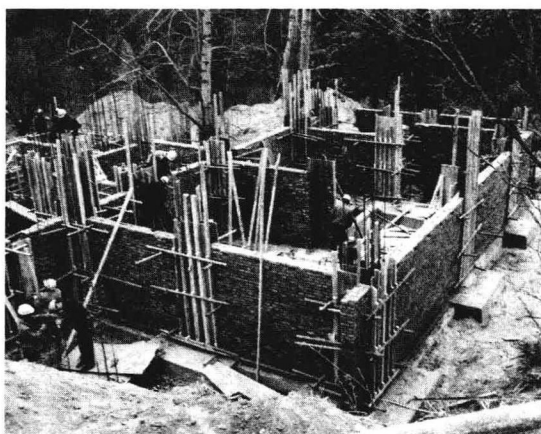


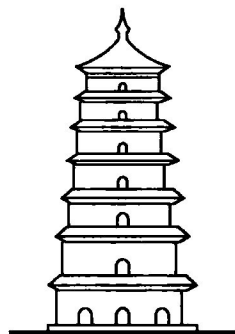
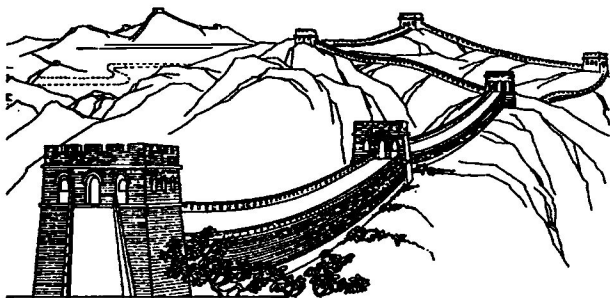
图 1.4 砌体结构施工现场

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。

知识链接

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)。



西安大雁塔(唐)

图 1.5 万里长城与大雁塔

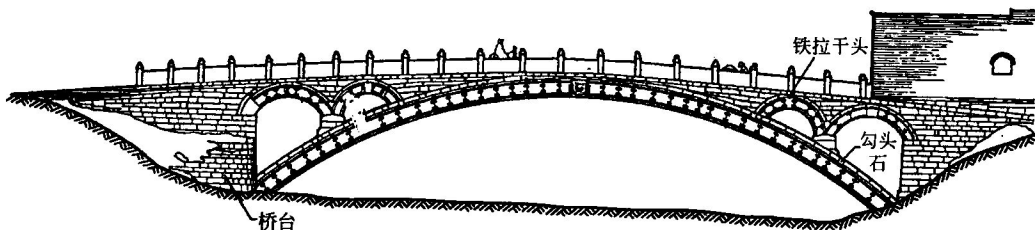


图 1.6 河北赵县安济桥

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。钢结构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。

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。

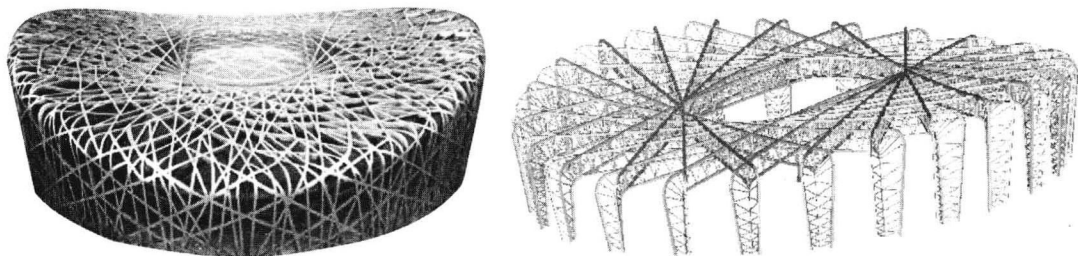


图 1.7 2008 年北京奥运会国家体育馆——鸟巢



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, 建成时高度居亚洲第一, 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。较典型的木结构建筑有北京故宫(图 1.11)。



图 1.9 上海东方明珠塔

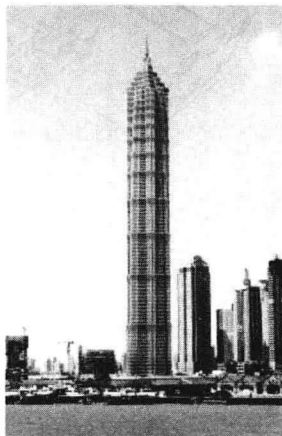


图 1.10 上海金贸大厦

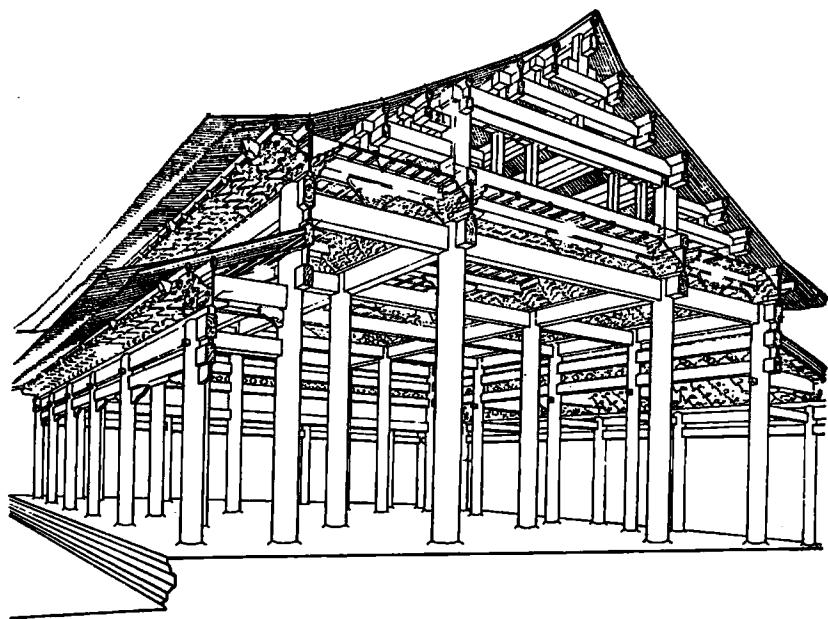


图 1.11 北京故宫太和殿梁架结构示意图

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。

1) 混合结构

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)，这种结构就是混合结构。

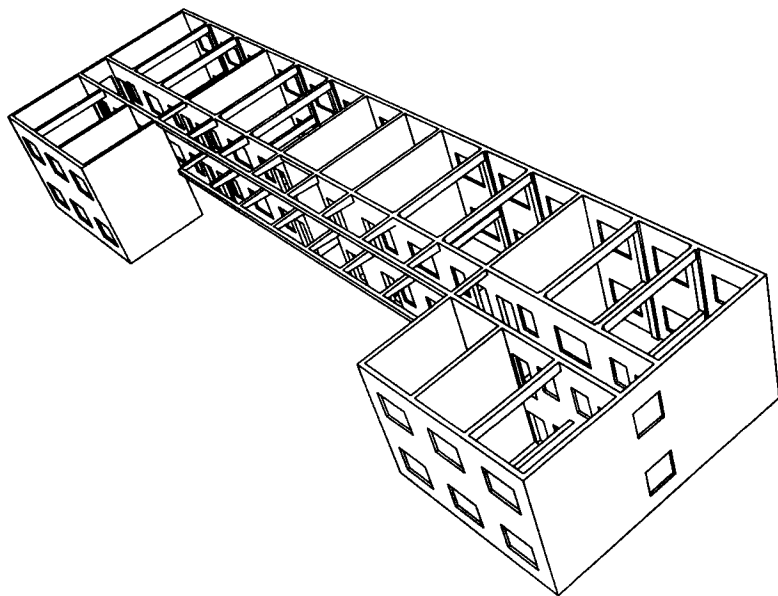


图 1.12 混合结构(实例一)

2) 框架结构

框架结构是指由纵梁、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。

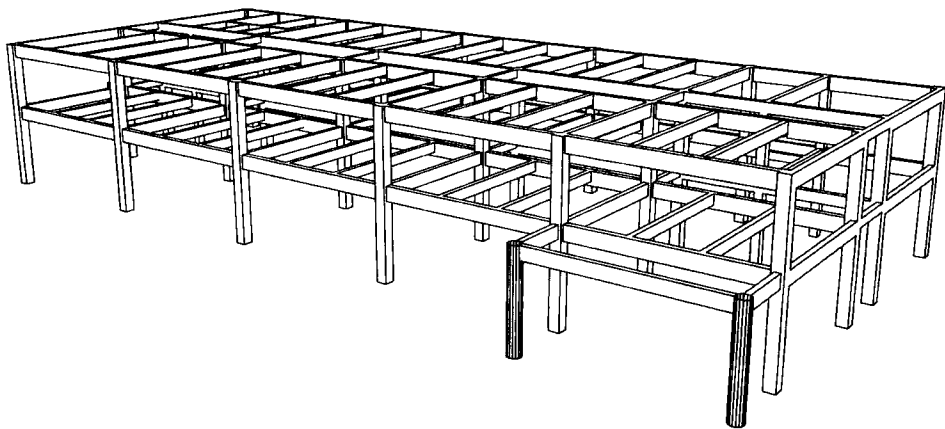


图 1.13 钢筋混凝土框架结构(实例二)

3) 剪力墙结构

剪力墙结构是由纵向、横向的钢筋混凝土墙所组成的结构如图 1.14 所示。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

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)。框架与剪力墙协同受力,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。

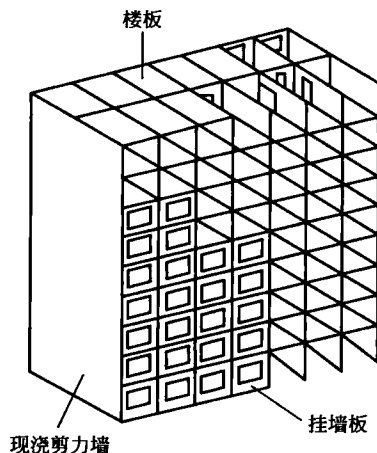


图 1.14 剪力墙结构

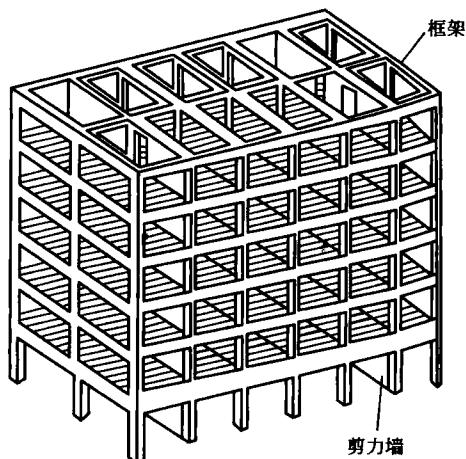


图 1.15 框架-剪力墙结构

如果把剪力墙布置成筒体,又可称为框架-筒体结构体系。

5) 筒体结构

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,多用于高层或超高层公共建筑中(图 1.16)。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。

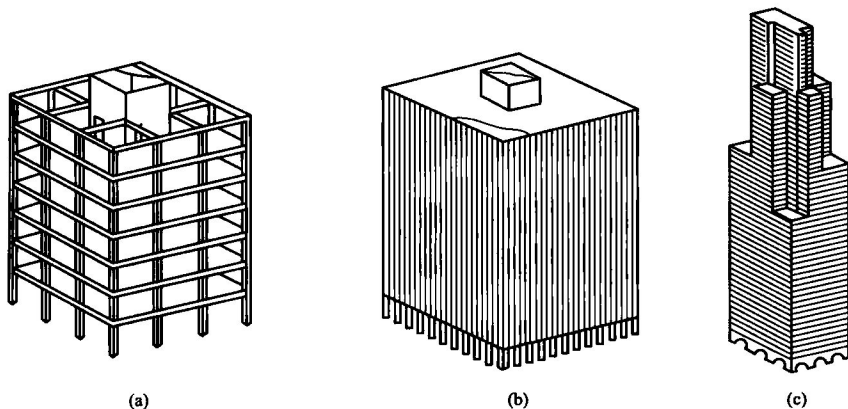


图 1.16 筒体结构

(a) 框架核心筒结构; (b) 筒中筒结构; (c) 成束筒结构

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. 结构的功能要求

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功能而设计的。建筑结构在规定的设计使用年限内,应满足下列功能要求。

- (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。