



应用型本科规划教材

ARCHITECTURAL STRUCTURE

# 建筑结构

◆ 主 编 许瑞萍

副主编 胡敏萍 刘 玮 张世民 毛金萍



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS  
浙江大学出版社

# 建 筑 结 构

主 编 许瑞萍  
副主编 胡敏萍 刘 玮  
张世民 毛金萍

浙江大學出版社

## 内 容 提 要

本书是根据建筑学专业“建筑结构”课程的教学要求,按最新颁布的相关规范编写的教材。全书共十二章,主要包括:钢筋和混凝土材料的力学性能、建筑结构设计基本原则、受弯构件正截面承载力、受弯构件斜截面承载力、受压构件承载力、预应力混凝土结构的基本概念、钢筋混凝土现浇楼盖设计、钢筋混凝土多高层建筑结构、砌体结构、钢结构和建筑抗震设计基础知识。本书除可作为建筑学专业的教材外,还可作为建筑类其他专业的教学参考书以及土建工程技术人员参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

建筑结构 / 许瑞萍主编. —杭州:浙江大学出版社,  
2008.10  
ISBN 978-7-308-06282-4

I. 建... II. 许... III. 建筑结构—高等学校—教材  
IV. TU3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 157762 号

## 建筑结构

许瑞萍 主编

---

|      |                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 丛书策划 | 樊晓燕                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 责任编辑 | 宋纪浔                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 封面设计 | 刘依群                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 出版发行 | 浙江大学出版社<br>(杭州市天目山路 148 号 邮政编码 310028)<br>(E-mail: zupress@mail.hz.zj.cn)<br>(网址: <a href="http://www.zjupress.com">http://www.zjupress.com</a><br><a href="http://www.press.zju.edu.cn">http://www.press.zju.edu.cn</a> )<br>电话: 0571—88925592, 88273066(传真) |
| 排 版  | 杭州中大图文设计有限公司                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 印 刷  | 临安市曙光印务有限公司                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 开 本  | 787mm×1092mm 1/16                                                                                                                                                                                                                                             |
| 印 张  | 21                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 字 数  | 490 千                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 版 次  | 2008 年 12 月第 1 版 2008 年 12 月第 1 次印刷                                                                                                                                                                                                                           |
| 印 数  | 0001—3000                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 书 号  | ISBN 978-7-308-06282-4                                                                                                                                                                                                                                        |
| 定 价  | 34.00 元                                                                                                                                                                                                                                                       |

---

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部邮购电话(0571)88925591

应用型本科院校建筑学专业规划教材

## 编委会

主 任 陈云敏

副主任 亓 萌 邢双军 李延龄

委 员 (以姓氏笔画为序)

王志蓉 田轶威 许瑞萍

陈 飞 应小宇 杨云芳

林贤根

# 总 序

---

近年来我国高等教育事业得到了空前的发展,高等院校的招生规模有了很大的扩展,在全国范围内发展了一大批以独立学院为代表的应用型本科院校,这对我国高等教育的持续、健康发展具有重要的意义。

应用型本科院校以培养应用型人才为主要目标,目前,应用型本科院校开设的大多是一些针对性较强、应用特色明确的本科专业,但与此不相适应的是,当前,对于应用型本科院校来说作为知识传承载体的教材建设远远滞后于应用型人才培养的步伐。应用型本科院校所采用的教材大多是直接选用普通高校的那些适用研究型人才培养的教材。这些教材往往过分强调系统性和完整性,偏重基础理论知识,而对应用知识的传授却不足,难以充分体现应用类本科人才的培养特点,无法直接有效地满足应用型本科院校的实际教学需要。对于正在迅速发展的应用型本科院校来说,抓住教材建设这一重要环节,是实现其长期稳步发展的基本保证,也是体现其办学特色的基本措施。

浙江大学出版社认识到,高校教育层次化与多样化的发展趋势对出版社提出了更高的要求,即无论在选题策划,还是在出版模式上都要进一步细化,以满足不同层次的高校的教学需求。应用型本科院校是介于普通本科与高职之间的一个新兴办学群体,它有别于普通的本科教育,但又不能偏离本科生教学的基本要求,因此,教材编写必须围绕本科生所要掌握的基本知识与概念展开。但是,培养应用型与技术型人才又是应用型本科院校的教学宗旨,这就要求教材改革必须淡化学术研究成分,在章节的编排上先易后难,既要低起点,又要有坡度、上水平,更要进一步强化应用能力的培养。

为了满足当今社会对建筑学专业应用型人才的需要,许多应用型本科院校都设置了相关的专业。建筑学专业是以培养注册建筑师为目标,国家建筑学专业教育评估委员会对建筑学专业教育有具体的指导意见。针对这些情况,浙江

大学出版社组织了十几所应用型本科院校建筑学类专业的教师共同开展了“应用型本科建筑学专业教材建设”项目的研究,探讨如何编写既能满足注册建筑师知识结构要求、又能真正做到应用型本科院校“因材施教”、适合应用型本科层次建筑学类专业人才培养的系列教材。在此基础上,组建了编委会,确定共同编写“应用型本科院校建筑学专业规划教材”系列。

本套规划教材具有以下特色:

在编写的指导思想上,以“应用型本科”学生为主要授课对象,以培养应用型人才为基本目的,以“实用、适用、够用”为基本原则。“实用”是对本课程涉及的基本原理、基本性质、基本方法要讲全、讲透,概念准确清晰。“适用”是适用于授课对象,即应用型本科层次的学生。“够用”就是以注册建筑师知识结构为导向,以应用型人才为培养目的,达到理论够用,不追求理论深度和内容的广度。

在教材的编写上重在基本概念、基本方法和基本原理的表述。编写内容在保证教材结构体系完整的前提下,追求过程简明、清晰和准确,做到重点突出、叙述简洁、易教易学。

在作者的遴选上强调作者应具有应用型本科教学的丰富教学经验,有较高的学术水平并具有教材编写经验。为了既实现“因材施教”的目的,又保证教材的编写质量,我们组织了两支队伍,一支是了解应用型本科层次的教学特点、就业方向的一线教师队伍,由他们通过研讨决定教材的整体框架、内容选取与案例设计,并完成编写;另一支是由本专业的资深教授组成的专家队伍,负责教材的审稿和把关,以确保教材质量。

相信这套精心策划、认真组织、精心编写和出版的系列教材会得到相关院校的认可,对于应用型本科院校建筑学类专业的教学改革和教材建设起到积极的推动作用。

系列教材编委会主任  
浙江大学建筑工程学院常务副院长  
教育部长江学者特聘教授 陈云敏

2007年3月

# 前 言

---

本《建筑结构》教材是根据建筑学专业的教学大纲要求和最新颁布的相关规范《建筑结构荷载规范》(GB50009—2001)、《混凝土结构设计规范》(GB50010—2002)、《建筑抗震设计规范》(GB50011—2001)、《砌体结构设计规范》(GB50003—2001)、《钢结构设计规范》(GB50017—2003)和《建筑地基基础设计规范》(GB50007—2002)等编写的。

本书的编写力求讲清概念和介绍实用的计算方法,并配有典型的例题和习题。书中以\*排印的章节属于选学的内容,可根据具体教学情况进行增减或安排学生自学。

参加本书编写的有:浙江大学宁波理工学院许瑞萍(第3、9章,10.2和附表)、浙江大学宁波理工学院刘玮(第2、8章)、浙江树人大学胡敏萍(第1、6、12章);浙江大学城市学院张世民(第10.1、10.3、10.4、10.5、11章);浙江理工大学毛金萍(第4、5、7章)。

本书在编写过程中参阅、借鉴和引用了许多优秀教材、专著和文献资料,在此一并向相关作者致谢。

由于编者的水平有限,加之成书时间仓促,书中定有不妥甚至谬误之处,我们诚恳地希望使用本书的读者多提宝贵意见和建议,以便修改完善。

编 者

2008年6月

# 目 录

---

|                        |    |
|------------------------|----|
| 第 1 章 建筑结构概论           | 1  |
| 1.1 建筑结构与建筑的关系         | 1  |
| 1.2 建筑结构的分类            | 2  |
| 1.3 本课程的任务和学习方法        | 7  |
| 第 2 章 建筑结构的设计基本原则      | 9  |
| 2.1 设计基准期和设计使用年限       | 9  |
| 2.2 结构上的荷载             | 9  |
| 2.3 结构可靠度理论            | 18 |
| 2.4 概率极限状态设计法          | 21 |
| 2.5 结构构件设计的一般内容        | 27 |
| 第 3 章 钢筋和混凝土材料的力学性能    | 29 |
| 3.1 混凝土                | 29 |
| 3.2 钢筋                 | 37 |
| 3.3 钢筋与混凝土的黏结          | 40 |
| 第 4 章 钢筋混凝土轴心受拉构件      | 44 |
| 4.1 轴心受拉构件的受力特性        | 44 |
| 4.2 轴心受拉构件的承载力计算       | 45 |
| 4.3 轴心受拉构件的裂缝宽度验算      | 46 |
| 4.4 一般构造要求             | 46 |
| 第 5 章 钢筋混凝土受弯构件        | 48 |
| 5.1 受弯构件正截面的受力特性       | 48 |
| 5.2 单筋矩形截面受弯构件正截面承载力计算 | 52 |



|               |                       |            |
|---------------|-----------------------|------------|
| 5.3           | 双筋矩形截面受弯构件正截面承载力计算    | 58         |
| 5.4           | T形截面正截面承载力计算          | 61         |
| 5.5           | 一般构造要求 I              | 66         |
| 5.6           | 受弯构件斜截面受力特性           | 70         |
| 5.7           | 斜截面承载力的计算             | 74         |
| 5.8           | 一般构造要求 II             | 81         |
| 5.9           | 受弯构件的裂缝宽度及变形验算        | 86         |
| <b>第 6 章</b>  | <b>钢筋混凝土纵向受力构件</b>    | <b>92</b>  |
| 6.1           | 受压构件的构造要求             | 92         |
| 6.2           | 轴心受压构件承载力计算           | 95         |
| 6.3           | 偏心受压构件承载力计算           | 100        |
| 6.4           | 偏心受压构件斜截面受剪承载力        | 108        |
| <b>第 7 章</b>  | <b>预应力混凝土构件</b>       | <b>110</b> |
| 7.1           | 预应力混凝土基本概念            | 110        |
| 7.2           | 预应力混凝土构件设计的一般规定       | 113        |
| 7.3           | 预应力混凝土轴心受拉构件(*)       | 118        |
| 7.4           | 预应力混凝土构件的构造           | 124        |
| <b>第 8 章</b>  | <b>钢筋混凝土楼盖结构</b>      | <b>128</b> |
| 8.1           | 概 述                   | 128        |
| 8.2           | 现浇单向板肋梁楼盖             | 132        |
| 8.3           | 现浇双向板肋梁楼盖             | 161        |
| 8.4           | 无梁楼盖                  | 166        |
| 8.5           | 装配式楼盖                 | 168        |
| 8.6           | 楼梯和雨篷                 | 170        |
| <b>第 9 章</b>  | <b>多层与高层钢筋混凝土建筑结构</b> | <b>178</b> |
| 9.1           | 多层及高层建筑结构体系           | 178        |
| 9.2           | 框架结构                  | 185        |
| 9.3           | 剪力墙结构                 | 191        |
| 9.4           | 框架—剪力墙结构              | 193        |
| 9.5           | 筒体结构                  | 197        |
| <b>第 10 章</b> | <b>砌体结构</b>           | <b>199</b> |
| 10.1          | 砌体材料及其力学性能            | 199        |

|        |                    |     |
|--------|--------------------|-----|
| 10.2   | 无筋砌体受压构件承载力计算      | 206 |
| 10.3   | 混合结构房屋的墙体设计        | 218 |
| 10.4   | 砌体结构中的过梁、圈梁和挑梁     | 228 |
| 10.5   | 砌体结构的构造措施          | 235 |
| 第 11 章 | 钢结构                | 243 |
| 11.1   | 概 述                | 243 |
| 11.2   | 钢结构材料和选用原则         | 245 |
| 11.3   | 钢结构基本构件计算          | 251 |
| 11.4   | 钢结构的连接             | 259 |
| 11.5   | 主体结构简介             | 268 |
| 第 12 章 | 抗震设计基础知识           | 274 |
| 12.1   | 概述                 | 274 |
| 12.2   | 多层砌体结构抗震设计简介       | 278 |
| 12.3   | 钢筋混凝土多层框架结构的抗震设计简介 | 286 |
| 附表     |                    | 293 |
| 主要参考文献 |                    | 320 |

# 第 1 章 建筑结构概论

---

## 1.1 建筑结构与建筑的关系

建筑物具有两方面特质,一个良好的建筑,不论大小,除应满足建筑功能与建筑艺术要求外,必须坚固耐久、施工先进可行,并以最小的代价获得最大的经济效果。前者取决于建筑,后者取决于结构。建筑结构不仅直接关系着建筑的坚固耐久,同时,也关系到是否施工先进可行、是否经济、是否满足功能要求。

结构是建筑物赖以存在的物质基础。建筑物首先必须抵抗(或承受)各种外界的作用(如重力、风力、地震……),合理地选择结构材料和结构型式,既可满足建筑物的美学原则,又可以带来经济效益。一个成功的设计必然以经济合理的结构方案为基础。在决定建筑设计的平面、立面和剖面时,就应当考虑结构方案的选择,使之既满足建筑的使用和美学要求,又照顾到结构的可能和施工的难易。

建筑设计是按照建筑功能要求,运用力学原理、材料性能、结构造型、设备配置、施工方法、建筑经济等专业知识,并与人文理念、艺术感观相融合,经过不断加工,精心雕琢的创作过程。这个过程是建筑技术与建筑艺术的统一,其核心为建筑结构与建筑艺术的统一。在此过程中,建筑师应是协调各专业共同建成现代化建筑的统领。学习建筑结构,除为设计合理的房屋结构所必需外,也是了解其他与建筑有关专业需要具备的基础,因为建筑结构学科本身是力学原理在建筑设计中的具体应用。作为一个建筑师,不懂或缺乏建筑结构知识,就很难作出受力合理、性能可靠、具有创造性的建筑设计。所以,建筑结构知识应该是建筑师必须具备的知识之一。

美观对结构的影响是不容否认的。建筑师除了在建筑方面有较高的修养外,还应当对结构方面有一定的造诣。作为一名建筑师,懂得建筑结构知识,还可以从材料性能和结构的造型能力中得到启迪与构思,创造出新型的、壮观的建筑。古代的建筑师在创造结构时从来就是把满足功能要求和满足审美要求联系在一起考虑的。例如古代罗马建筑如图 1.1、图 1.2 所示,所采用的拱券和穹窿结构,不仅覆盖了巨大的空间从而成功地建造了规模巨大的浴场、法庭、斗兽场以适应当时社会的要求,而且还凭借着它创造出光彩夺目的艺术形象。高直建筑也是这样,它所采用的尖拱拱肋和飞扶壁结构体系,既满足了教堂建筑的功能要求,又极为成功地发挥了建筑艺术的巨大感染力。近代科学技术的伟大成就为我们提供的手段,不仅对于满足功能要求要经济、有效并强有力得多,而且其艺术表现力也为我们提供了极其宽

广的可能性。巧妙地利用这种可能性必将能创造出丰富多采的建筑艺术形象。

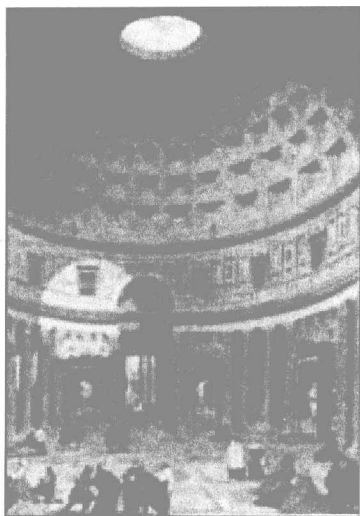


图 1.1 罗马万神庙内部

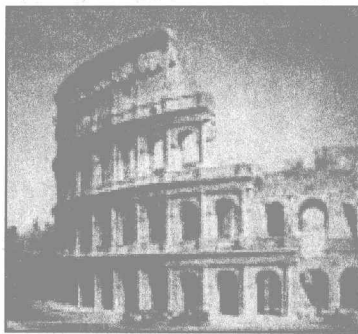


图 1.2 罗马大斗兽场

我国正在全面进入小康社会。社会建设的大好机遇要求我国未来的建筑师在努力掌握一般建筑结构设计原理的基础上,同时学会一般建筑的结构设计方法,不断提高具有独特建筑风格的别墅住宅、高层建筑和大跨建筑的结构造型能力。

## 1.2 建筑结构的分类

### 1.2.1 按材料分类

根据结构所用材料的不同,建筑结构可分为以下几类:

#### 1. 混凝土结构

混凝土结构包括素混凝土结构、钢筋混凝土结构和预应力混凝土结构。钢筋混凝土和预应力混凝土结构,都由混凝土和钢筋两种材料组成。钢筋混凝土结构是应用最广泛的结构。除一般工业与民用建筑外,许多特种结构(如水塔、水池、高烟囱等)也用钢筋混凝土建造。钢筋混凝土是由钢筋和混凝土这两种性质截然不同的材料所组成。混凝土的抗压强度较高,而抗拉强度很低,尤其不宜直接用来受拉和受弯,钢筋的抗拉和抗压强度都很高,但单独用来受压时容易失稳,且钢材易锈蚀。二者结合在一起工作,混凝土主要承受压力,钢筋主要承受拉力,这样就可以有效地利用各自材料性能的长处,更合理地满足工程结构的要求。在钢筋混凝土结构中,有时也用钢筋来帮助混凝土承受压力,这在一定程度上可以起到提高构件的承载能力、适当减小截面、增强延性以及减少变形等作用。

钢筋和混凝土之所以能够共同工作,是由于混凝土硬结后与钢筋之间形成很强的粘结力,在外荷载作用下,能够保证共同变形,不产生或很少产生相对滑移。这种粘结力又由于钢筋和混凝土的线膨胀系数十分接近(钢筋的线膨胀系数为  $1.2 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ ,混凝土的线膨胀系数为  $1.0 \times 10^{-5} \sim 1.5 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ ,而不会遭到破坏。

此外,混凝土作为钢筋的保护层,可使钢筋在长期使用过程中不致锈蚀。

混凝土结构具有节省钢材、就地取材(指占比例很大的砂、石料)、耐火耐久、可模性好(可按需要浇捣成任何形状)、整体性好的优点。缺点是自重较大、抗裂性较差等。

随着预应力混凝土的运用,较成功地解决了混凝土抗裂性能差的缺点,从而在20世纪,钢筋混凝土结构迅速地在各个领域中得到广泛应用。近些年来,采用型钢和混凝土浇注而成的型钢混凝土结构,不仅在国外已有较多应用,在我国也已逐渐取用。它吸收了钢结构和混凝土结构的长处,还可以利用型钢骨架承受施工荷载。在用于超高层建筑结构中,既省钢、省模板,又具有相当大的抗侧刚度和延性。

## 2. 砌体结构

砌体结构是由块体(如砖、石和混凝土砌块)及砂浆经砌筑而成的结构,目前大量用于居住建筑 and 多层民用房屋(如办公楼、教学楼、商店、旅馆等)中,并以砖砌体的应用最为广泛。这些砌体除强度有所不同外,其主要计算原理和计算方法基本相同。无筋砌体抗压强度较高,抗拉、抗剪、抗弯强度很低,故多用于受压构件,少数用于受拉、受剪或受弯构件。因为砌体是由砌块和砂浆砌筑而成,所以无筋砌体的强度要比砖、石、砌块本身的强度低得多。当构件截面受到限制或偏心较大时,也可采用配筋砌体或组合砌体。

砖、石、砂等材料具有就地取材、成本低等优点,结构的耐久性和耐腐蚀性也很好。缺点是材料强度较低、结构自重大、施工砌筑速度慢、现场作业量大等,且烧砖要占用大量土地。随着硅酸盐砌块、工业废料(炉渣、矿渣、粉煤灰等)砌块、轻质混凝土砌块、以及配筋砌体、组合砌体的发展与应用,使砌体结构进一步展示其广阔的发展前途和不断创新的光明前景。

## 3. 钢结构

钢结构是以钢材为主制作的结构,主要用于大跨度的建筑屋盖(如体育馆、剧院等)、吊车吨位很大或跨度很大的工业厂房骨架和吊车梁以及超高层建筑的房屋骨架等。

钢结构材料质量均匀、强度高,构件截面小、重量轻,可焊性好,制造工艺比较简单,便于工业化施工。缺点是钢材易锈蚀,耐火性较差,价格较贵。

钢结构大量用于房屋建筑,是在19世纪末、20世纪初。由于炼钢和轧钢技术的改进,铆钉和焊接连接的相继出现,特别是近些年来高强度螺栓的应用,使钢结构的适用范围产生巨大的突破,并以其日益创新的建筑功能与建筑造型,为现代化建筑结构开创了更加宏伟的前景。

我国近年来,钢铁工业生产虽有惊人的发展,但还远远不能满足各方面对钢材的需求。因此,目前在建筑结构中还不能大量地使用钢材,在结构造型时还应注意节省钢材,非用不可的也应尽量合理节约,在很多地方还应尽量采用钢筋混凝土或预应力混凝土结构。

## 4. 木结构

木结构是以木材为主制作的结构。木材是天然生成的建筑材料,它有下列一些缺点:各向异性、天然缺陷(木节、裂缝、斜纹等)、天然尺寸受限制,易腐、易蛀、易燃、易裂和易翘曲。这给设计、制造和使用木结构带来一些问题。但只要应用范围得当,采用合理的结构型式和节点连接方式,施工尺寸严格保证质量,采取合理的构造措施,必要时用药剂处理,并在使用中经常注意维护,就可以保证具有较高的可靠性和耐久性。

由于受自然条件的限制,我国木材相当缺乏,木材资源远远不能满足人们的需要,加之木材本身的缺点,所以木结构在建筑上渐渐被其他结构所代替,目前仅在山区、林区和农村

以及古建筑恢复工程有一定的采用。

### 1.2.2 按结构体系分类

按结构体系主要可以分为墙体承重结构体系、骨架结构体系和空间结构体系。

#### 1. 墙体承重结构体系

墙体承重结构支承系统是指以部分或全部建筑外墙以及若干固定不变的建筑内墙作为垂直支承系统的一种体系。根据建筑物的建造材料及高度、荷载等要求,主要分为砌体墙承重的混合结构系统和钢筋混凝土墙(剪力墙)承重系统。前者主要用于低层和多层的建筑,而后者则适用于各种高度的建筑,特别是高层建筑。因为在钢筋混凝土承重墙系统中适当布置剪力墙,则剪力墙不仅能够承受垂直荷载,还能够承受水平力,为建筑物提供较大的抗侧力刚度,这对于抵抗侧向风力和地震水平分布力的影响都是十分重要的。

#### 2. 骨架结构体系

骨架承重结构体系与墙承重结构体系对于建筑空间布置的不同在构思上主要在于用两根柱子和一根横梁来取代一片承重墙。这样原来在墙承重结构体系中被承重墙体占据的空间就尽可能地给释放了出来,使得建筑结构构件所占据的空间大大减少,而且在骨架结构承重系统中,内、外墙均不承重,可以灵活布置和移动,因此较适用于那些需要灵活分隔空间的建筑物,或是内部空旷的建筑物,而且建筑立面处理也较为灵活。骨架结构体系主要又框架结构体系、以及框剪、框筒结构体系和用于单层建筑的刚架、拱及排架体系等。

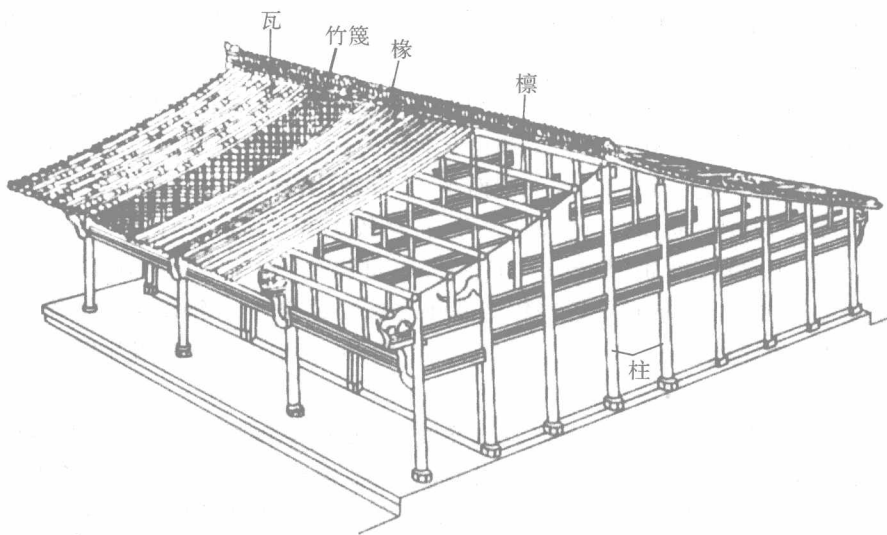


图 1.3 穿斗式木构架

框架结构也是一种古老的结构形式,它的历史一直可以追溯到原始社会。当原始人类由穴居而转入地面居住时,就逐渐学会了用树干、树枝、兽皮等材料搭成类似于后来北美印第安人式的帐篷,这实际上就是一种原始形式的框架结构。我国古代建筑所运用的木构架也是一种框架结构,它具有悠久的历史如图 1.3 所示,由于梁架承担着屋顶的全部荷重,而墙仅起围护空间的作用,因而可以做到“墙倒屋不塌”。框架结构的最大特点是把承重的骨架和用来围护或分隔空间的帘幕式的墙面明确地分开。采用框架结构的近现代建筑,由于荷重的传

递完全集中在立柱上,这就为内部空间的自由灵活分隔创造了十分有利的条件,现代西方建筑正是利用这一有利条件,打破了传统六面体空间观念的束缚,以各种方法对空间进行灵活的分隔,不仅适应了复杂多变的近代功能要求,同时还极大地丰富了空间的变化,所谓“流动空间”正是对于传统空间观念的一种突破。钢筋混凝土框架结构的荷重分别由板传递给梁,再由梁传递给柱,因此,它的重力传递分别集中在若干部点上,工程中要重视节点的设计如图 1.4 所示。

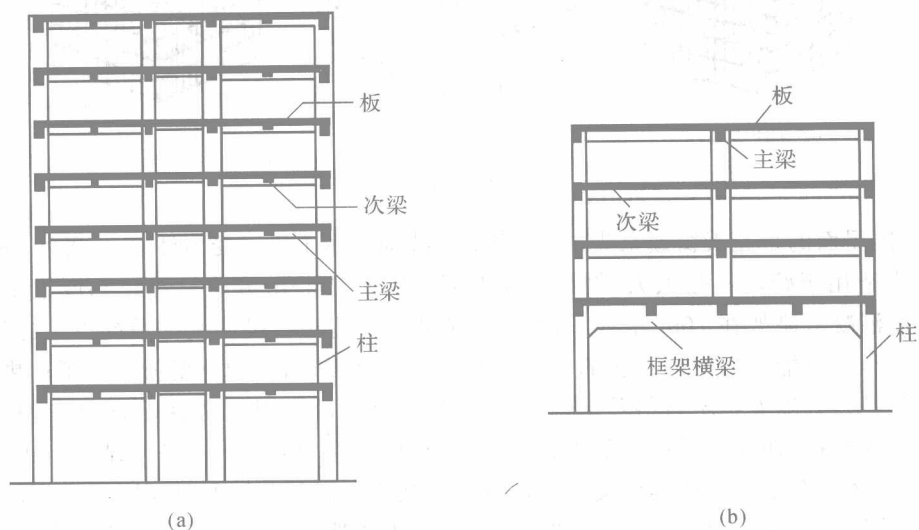


图 1.4 钢筋混凝土框架结构

全框架的结构体系在建筑物的空间刚度方面较为薄弱,用于高层建筑时往往需要增加抗侧向力的构件。如果是平面呈条形的建筑物,一般可以通过适当布置剪力墙来解决,通常称之为框剪体系。如果是平面为点状的建筑物,则可以通过周边加密柱距使其成为框筒,或将垂直交通枢纽如楼梯、电梯等组合布置为刚性的核芯筒,在其四周用梁、柱形成外围结构,以在得到大面积的灵活使用空间的基础上取得更加良好的通风和采光条件。建造超高层建筑则往往采用纯剪力墙结构体系或筒体及筒中筒结构体系如图 1.5 所示。

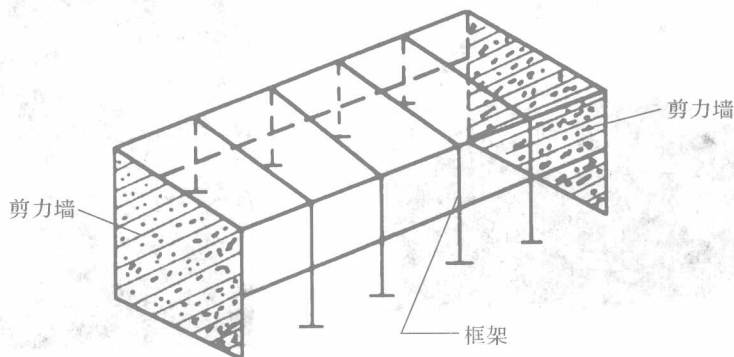


图 1.5 框架—剪力墙结构

建造单层厂房、体育馆等建筑时,往往采用刚架、拱及排架体系。单层骨架结构梁柱之间为刚性连接的是刚架,但在梁跨中间可以断开成为铰接,这样就比较容易根据建筑需要布置

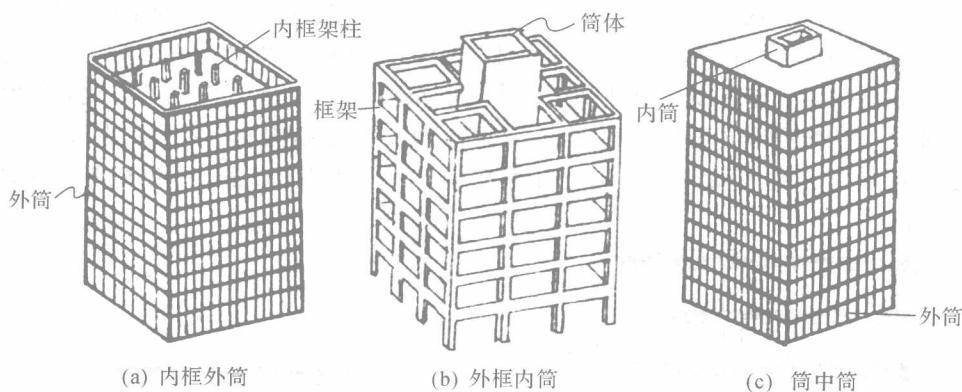


图 1.6 筒体结构

通畅的高出屋面的采光天窗或采光屋脊。刚架在结构上属于平面受力体系,在平面外的刚度较小,通常适用于跨度不是太大(例如钢筋混凝土刚架在 18m 左右),檐口高度也不是太高(例如钢筋混凝土刚架在 10m 左右)的内部空旷的单层建筑。拱的受力情况以轴力为主,比刚架更加合理,更能充分发挥材料的性能。因此人类在建筑活动的早期就学会了用拱券来实现对跨度的要求。随着建筑材料及结构力学的发展,现代的拱用钢筋混凝土、钢(包括实腹及格构系列)等材料,往往可以做到更大的跨度,甚至可以作为某些大型空间结构屋盖。排架与刚架的主要区别在于其梁或其他支承屋面的水平构件,如屋架等,与柱子之间采用的是铰接的方式。这样一榀榀排架之间在垂直和水平方向都需要选择合适的地方来添加支撑构件,以增加其水平刚度,而且在建筑物两端的山墙部位,还应该添加抗风柱,这使得排架建筑物的轴线定位与一般建筑物都不同。但排架能够承受大型的起重设备运行时所产生的动荷载,因此排架结构常用于重型的单层厂房。

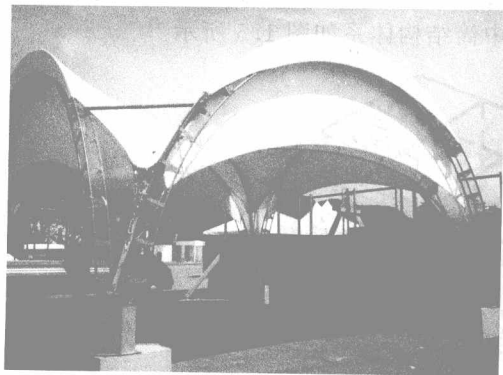


图 1.7 拱建筑

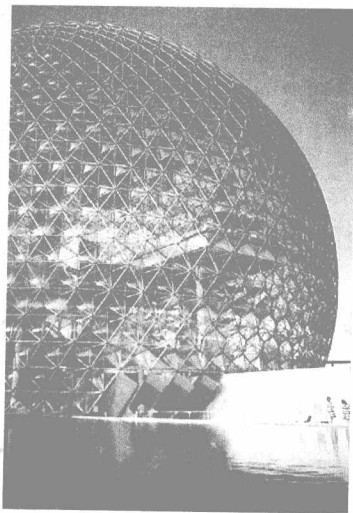


图 1.8 网架结构



### 3. 空间结构体系

空间结构各向受力,可以较为充分地发挥材料的性能,因而结构自重小,是大跨度建筑的理想结构形式。常用的空间结构体系有薄壳、网架、悬索、膜等等,以及它们的混合形式。各种空间结构类型比起其他平面类型的结构形式来,除了在发挥材料性能、减少结构自重、增加覆盖面积方面的优势外,其形状的富于变化以及支座形式的灵活选用及灵活布置,对建筑空间以及建筑形态的构成无疑都有着积极的意义。因此,空间结构体系不但适用于各种民用和工业建筑的单体,而且可以应用于建筑物的局部,特别是建筑物体型变化的关节点、各部分交接的连接处以及局部需要大空间的地方。这些部分要么是垂直承重构件的布置需兼顾被连接部分的结构特征,或者需要局部减少垂直构件的数量以得到较大的使用空间;要么是在建筑方面需要形成较为活跃的元素,希望能够在这个位置上有较为活泼的建筑体型。

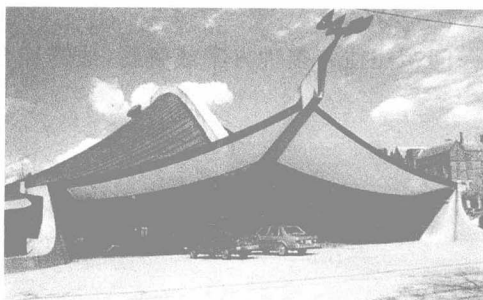


图 1.9 悬索结构

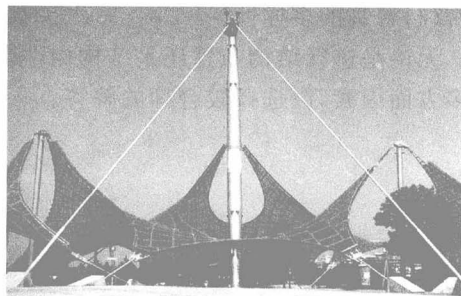


图 1.10 膜结构

### 1.2.3 按建筑层数分类

1. 住宅建筑的 1~3 层为低层;4~6 层为多层;7~9 层为中高层;10 层及以上为高层。
2. 公共建筑及综合性建筑总高度超过 24m 为高层,低于 24m 为多层。
3. 建筑总高度超过 100m 时,不论其是住宅或公共建筑均为超高层。
4. 联合国经济事务部 1974 年针对当时世界高层建筑的发展情况划分的类型如下。
  - (1)低高层建筑层数为 9~16 层,建筑总高为 50m 以下。
  - (2)中高层建筑层数为 17~25 层,建筑总高为 50~75m。
  - (3)高高层建筑层数为 26~40 层,建筑总高可达 100m。
  - (4)超高层建筑层数为 40 层以上,建筑总高达 100m 以上。

## 1.3 本课程的任务和学习方法

学习建筑结构课程的任务,就是使建筑类专业学生在掌握一般建筑结构基本原理的基础上,具备进行一般建筑的结构设计能力,以及具备对于功能复杂、技术先进的大型建筑的结构造型能力。

建筑结构课程涉及多门学科,理论性和实践性都很强,在学习中,建议应注意以下几个问题:

#### (1)材料的特殊性

除钢材外,其余结构材料(如混凝土、砌体等)的力学性能都不同于材料力学中所学的匀