

高职高专规划教材

# 建筑结构

(附建筑结构施工图集)

张宪江 主编 徐广舒 何慧荣 副主编



化学工业出版社

高职高专规划教材

# 建筑结构

## (附建筑结构施工图集)

张宪江 主编 徐广舒 何慧荣 副主编



化学工业出版社

· 北京 ·

开本 880mm×1230mm

元 40.00 (含邮工费) 份 5

本书结合最新结构设计规范,对混凝土结构、砌体结构、钢结构、结构抗震设计等内容进行了精选和整合。在内容组织上按必需、够用的原则,以结构施工图为主线,由局部切入,涵盖基本构件及结构的计算,并将建筑结构的选型、结构抗震、结构施工图识读、结构设计软件等内容有机地结合在一起。通过对本书的学习,可以对建筑结构设计原理和构造知识有比较全面的了解,掌握结构施工图的识读方法与技巧,具备土木工程技术人员的基本知识和技能。

本书配套有《建筑结构施工图集》,以汇编的形式单独成册,便于教学使用。

本书可作为高职高专土建类专业及相关专业的教材,也可作为成人教育土建类及相关专业的教材,还可供从事建筑工程技术工作的人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

建筑结构/张宪江主编. —北京:化学工业出版社,  
2010.3

高职高专规划教材

ISBN 978-7-122-07102-6

I. 建… II. 张… III. 建筑结构-高等学校:技术  
学院-教材 IV. TU3

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第013228号

---

责任编辑:卓丽 李仙华 王文峡  
责任校对:战河红

装帧设计:尹琳琳

---

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印装:北京市白帆印务有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张27½ 字数485千字 2010年2月北京第1版第1次印刷

---

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

---

定 价(含施工图集): 45.00元

版权所有 违者必究

# 前 言

高等职业教育必须增强学生职业能力的培养。本书按照高职高专建筑工程技术专业职业能力培养目标的要求，结合最新规范，以能力培养为出发点，以教学体系、教学内容的实用性为突破口，内容组织以结构施工图纸为主线，由局部切入，涵盖基本构件及结构的计算。

本书有机地融合了如下内容：结构设计准则；结构用材料的基本力学性能；钢筋混凝土梁、板、柱等基本构件的设计计算；预应力混凝土；混凝土结构体系及抗震；砌体结构基本构件及其结构抗震；钢结构基本构件与连接的设计计算；结构构造知识；结构设计软件；结构施工图标识读等内容。

教学中，以能力训练项目为载体，将理论知识融入到能力训练项目中，培养学生对基本构件的计算能力，加深对建筑结构的理解，以达到熟练掌握结构施工图的识读方法与技巧。

本书编写时，注重能力培养，各节包含课堂讨论、典型案例、技能训练，以及小结、能力训练题等内容。本书提供电子教案，可发信到邮箱 [cipedu@163.com](mailto:cipedu@163.com) 免费获取。

本书由张宪江担任主编，徐广舒、何慧荣担任副主编。本书第一章、第二章、第四章由张宪江编写；第三章、第五~七章由熊森编写；第八章、第九章由宋进朝编写；第十章由陈凤编写；第十一章、第十二章由黄昆编写；第十三~十五章由何慧荣编写；第十六章、第十七章由汪丽编写；第十八章、第十九章、第二十一章、第二十二章由徐广舒编写；第二十章由付华编写；第二十三~二十五章由曹丽萍编写。混凝土结构、砌体结构及钢结构施工图由黄昆提供。

在本书编写过程中，得到了浙江大东吴建设集团的技术人员及化学工业出版社的大力支持和帮助，谨此一并致谢！

由于编者水平和经验有限，编写时间仓促，书中难免有不妥之处，敬请广大读者批评指正。

编者

2009年12月

# 目 录

## 第一篇 建筑结构的基本知识

第一章 建筑结构的概念..... 2	第二章 结构上的荷载与荷载效应 ..... 15
第一节 建筑结构的的基本概念..... 2	第一节 结构上的荷载 ..... 15
一、建筑与建筑结构..... 2	一、荷载的分类 ..... 15
二、建筑结构的分类..... 3	二、荷载的代表值 ..... 15
第二节 结构设计的基本概念 ..... 10	第二节 概率极限状态设计法 ..... 18
一、结构设计的基本要求 ..... 10	一、作用效应和结构抗力 ..... 18
二、结构功能的极限状态 ..... 11	二、概率极限状态设计法的实用表达式 ..... 18
三、混凝土结构的耐久性规定 ..... 11	三、荷载效应组合 ..... 19
四、结构安全等级 ..... 12	小结 ..... 22
小结 ..... 13	能力训练题 ..... 23
能力训练题 ..... 14	

## 第二篇 混凝土结构

第三章 初识混凝土结构施工图 ..... 25	第二节 T形截面梁正截面承载力计算 ..... 47
第一节 钢筋混凝土构件的基本知识 ..... 25	一、T形截面梁的分类及计算公式 ..... 47
一、钢筋混凝土梁 ..... 25	二、T形截面梁正截面承载力计算 ..... 49
二、钢筋混凝土板 ..... 28	第三节 梁的斜截面承载力计算 ..... 50
三、钢筋混凝土柱 ..... 28	一、斜截面破坏形态 ..... 50
四、钢筋混凝土基础 ..... 29	二、计算公式及适用条件 ..... 50
第二节 混凝土结构施工图实例 ..... 30	三、计算截面 ..... 52
小结 ..... 31	四、斜截面承载力计算 ..... 53
能力训练题 ..... 32	第四节 矩形截面梁的抗扭承载力计算 ..... 54
第四章 混凝土结构材料 ..... 33	一、矩形截面纯扭构件配筋计算 ..... 55
第一节 钢筋与混凝土的力学性能 ..... 33	二、矩形截面弯剪扭构件配筋计算 ..... 56
一、钢筋 ..... 33	第五节 梁的裂缝宽度及变形验算 ..... 57
二、混凝土 ..... 36	一、梁的裂缝宽度验算 ..... 58
第二节 钢筋与混凝土之间的粘接作用 ..... 39	二、梁的变形验算 ..... 59
一、钢筋与混凝土共同工作的机理 ..... 39	小结 ..... 60
二、粘接作用与锚固 ..... 39	能力训练题 ..... 61
小结 ..... 41	第六章 钢筋混凝土板 ..... 63
能力训练题 ..... 41	第一节 单向连续板配筋与构造 ..... 63
第五章 钢筋混凝土梁 ..... 43	一、单向连续板计算方法 ..... 63
第一节 单筋矩形截面梁正截面承载力	二、单向板配筋构造 ..... 64
计算 ..... 43	第二节 双向板配筋与构造 ..... 68
一、正截面破坏形态 ..... 43	一、双向板计算方法 ..... 68
二、计算假定 ..... 43	二、双向板配筋构造 ..... 70
三、计算公式及适用条件 ..... 44	第三节 楼梯、雨篷 ..... 70
四、正截面承载力计算 ..... 46	一、板式楼梯计算与构造 ..... 70

二、梁式楼梯计算与构造 .....	71	二、抗震设计的一般规定 .....	112
三、雨篷计算与构造 .....	73	三、抗震构造措施 .....	114
小结 .....	78	第三节 异形柱结构的抗震构造 .....	119
能力训练题 .....	78	一、异形柱结构体系与结构布置 .....	119
<b>第七章 钢筋混凝土柱</b> .....	79	二、异形柱结构一般规定 .....	121
第一节 轴心受压柱 .....	79	小结 .....	122
一、试验研究 .....	79	能力训练题 .....	122
二、计算公式及构造要求 .....	80	<b>第十一章 混凝土结构计算机辅助设计</b> .....	123
第二节 偏心受压柱 .....	81	第一节 PKPM 结构设计软件 .....	123
一、基本构造及破坏形态 .....	81	一、PKPM 结构设计软件简介 .....	123
二、对称配筋矩形截面偏心受压柱正截面承载力计算 .....	82	二、PKPM 结构设计软件的设计流程 .....	123
小结 .....	86	第二节 框架结构设计实例 .....	124
能力训练题 .....	87	一、设计条件 .....	124
<b>第八章 框架结构</b> .....	88	二、结构布置 .....	125
第一节 框架结构的分类与结构布置 .....	88	三、荷载统计 .....	125
一、框架结构的分类 .....	88	四、结构建模 .....	126
二、框架的结构布置 .....	89	五、结构受力和构件配筋计算 .....	135
三、框架梁、柱截面尺寸的选取 .....	91	六、绘制结构施工图 .....	135
第二节 框架结构的内力分析 .....	92	小结 .....	137
一、框架结构的计算简图 .....	92	能力训练题 .....	138
二、竖向荷载作用下的内力近似计算法 .....	92	<b>第十二章 精读混凝土结构施工图</b> .....	139
三、水平荷载作用下的内力近似计算法 .....	93	第一节 混凝土结构施工图的表达方式 .....	139
小结 .....	97	一、混凝土结构施工图基本知识 .....	139
能力训练题 .....	97	二、结构施工图的识读方法和步骤 .....	141
<b>第九章 预应力混凝土构件</b> .....	98	第二节 基础施工图的识读 .....	142
第一节 预应力混凝土概述 .....	98	一、基础施工图的表示方法 .....	142
一、预应力混凝土的基本概念 .....	98	二、基础施工图的识读要领 .....	142
二、预应力混凝土的优缺点 .....	99	第三节 柱平法施工图的识读 .....	143
第二节 预应力的施加方法与预应力损失 .....	100	一、柱平法施工图的表示方法 .....	143
一、预应力的施加方法 .....	100	二、柱平法施工图的识读要领 .....	147
二、预应力损失 .....	102	第四节 剪力墙平法施工图的识读 .....	148
小结 .....	106	一、剪力墙平法施工图的表示方法 .....	148
能力训练题 .....	106	二、剪力墙平法施工图的识读要领 .....	148
<b>第十章 混凝土结构抗震</b> .....	107	第五节 梁平法施工图的识读 .....	149
第一节 工程抗震的基本知识 .....	107	一、梁平法施工图的表示方法 .....	149
一、基本术语 .....	107	二、梁平法施工图的识读要领 .....	150
二、抗震设防目标及设计方法 .....	109	第六节 现浇板施工图的识读 .....	152
三、建筑抗震设防分类和设防标准 .....	110	一、现浇板施工图的表示方法 .....	152
第二节 框架、剪力墙的抗震构造 .....	111	二、现浇板施工图的识读要领 .....	153
一、震害特点 .....	111	小结 .....	153
		能力训练题 .....	154

### 第三篇 砌体结构

<b>第十三章 初识砌体结构施工图</b> .....	156	第二节 砌体结构施工图实例 .....	156
第一节 砌体结构基本构件的概念 .....	156	小结 .....	157

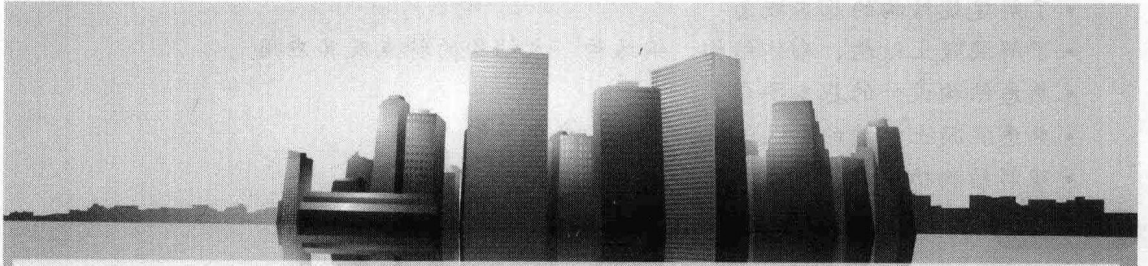
能力训练题	158	一、局部受压类型	176
<b>第十四章 砌体结构材料</b>	159	二、均匀局部受压	176
第一节 砌体材料及选用	159	三、不均匀局部受压	177
一、砌体材料	159	第三节 过梁、墙梁、挑梁的计算与构造	181
二、砌体材料的选用	161	一、过梁的计算与构造	181
第二节 砌体的力学性能	161	二、墙梁的计算与构造	182
一、砌体的种类	161	三、挑梁的计算与构造	184
二、砌体的力学指标	162	小结	189
小结	165	能力训练题	189
能力训练题	165	<b>第十七章 砌体结构房屋的构造要求</b>	190
<b>第十五章 砌体结构的结构布置与计算方案</b>	166	第一节 墙体的构造措施	190
第一节 砌体结构的结构布置	166	一、墙体的一般构造措施	190
一、纵墙承重方案	166	二、防止墙体开裂的措施	191
二、横墙承重方案	166	第二节 砌体结构的抗震构造	193
三、纵横墙承重方案	167	一、建筑体型和结构布置	193
四、内框架承重方案	167	二、钢筋混凝土构造柱、芯柱的设置和构造	196
第二节 砌体结构的静力计算方案	167	三、圈梁的设置	198
一、砌体结构的静力工作状态	167	四、构件间的连接	199
二、静力计算方案	168	五、楼梯间构造	200
小结	169	第三节 新型节能、保温材料及其构造	201
能力训练题	170	一、绝热复合外墙	201
<b>第十六章 砌体结构构件的承载力计算</b>	171	二、新型隔墙板	203
第一节 砌体结构墙、柱受压计算	171	小结	205
一、受压构件承载力计算	171	能力训练题	205
二、墙、柱高厚比验算	173		
第二节 局部受压计算	176		

## 第四篇 钢 结 构

<b>第十八章 初识钢结构施工图</b>	207	能力训练题	221
第一节 钢结构概述	207	<b>第二十章 钢结构的连接</b>	222
一、钢结构的基本构件	207	第一节 焊接连接	222
二、钢结构的结构类型及应用	207	一、焊接方法	222
第二节 钢结构施工图	209	二、焊缝连接形式及焊缝形式	223
一、钢结构施工图的基本知识	209	三、对接焊缝的构造与计算	224
二、钢结构施工图实例	214	四、角焊缝的构造与计算	226
小结	215	第二节 螺栓连接	229
能力训练题	215	一、螺栓的分类	229
<b>第十九章 钢结构材料</b>	216	二、螺栓连接的构造要求	229
第一节 钢结构用钢的性能	216	三、普通螺栓的承载力计算	231
一、钢结构用钢的主要力学指标	216	四、高强度螺栓摩擦型连接的承载力计算	234
二、影响钢材性能的主要因素	217	小结	237
第二节 钢结构用钢的种类及选用	218	能力训练题	238
一、钢结构用钢的种类与规格	219	<b>第二十一章 受弯构件</b>	239
二、钢结构用钢的选用	220	第一节 梁的强度计算	239
小结	221		

一、梁的抗弯强度 .....	239	第一节 钢屋盖体系与构造 .....	268
二、梁的抗剪强度 .....	240	一、钢屋盖的组成形式 .....	268
三、梁的局部承压强度 .....	242	二、钢屋架的形式及特点 .....	268
四、梁在复杂应力作用下的折算强度 .....	243	三、钢屋盖的支撑体系 .....	270
第二节 梁的刚度与稳定验算 .....	243	第二节 钢屋架结构施工图阅读 .....	273
一、梁的刚度验算 .....	243	小结 .....	278
二、梁的稳定验算 .....	244	能力训练题 .....	278
小结 .....	249	<b>第二十四章 门式刚架</b> .....	279
能力训练题 .....	250	第一节 门式刚架结构体系与构造 .....	279
<b>第二十二章 轴心受力构件和拉弯、压弯</b>		一、门式刚架结构的特点 .....	279
<b>构件</b> .....	251	二、门式刚架结构体系 .....	280
<b>第一节 轴心受力构件</b> .....	251	三、门式刚架节点和梁柱连接 .....	282
一、轴心受力构件的强度与刚度计算 .....	251	第二节 门式刚架结构施工图阅读 .....	283
二、实腹式轴心受压构件的稳定 .....	252	小结 .....	285
三、格构式轴心受压构件的计算 .....	258	能力训练题 .....	285
四、轴心受压构件的构造 .....	260	<b>第二十五章 网架结构</b> .....	286
<b>第二节 拉弯、压弯构件</b> .....	262	第一节 网架结构体系 .....	286
一、拉弯、压弯构件的强度与刚度		一、网架结构的组成与分类 .....	286
计算 .....	263	二、网架结构的选型 .....	289
二、实腹式单向压弯构件的整体稳定 .....	264	三、网架结构的节点构造 .....	289
三、实腹式压弯构件的局部稳定 .....	264	第二节 网架结构施工图阅读 .....	293
小结 .....	267	小结 .....	295
能力训练题 .....	267	能力训练题 .....	295
<b>第二十三章 钢屋盖</b> .....	268		
<b>参考文献</b> .....	296		





# 第一篇 建筑结构的基本知识

合... 示... 对... 适... 计... 野... 建... 筑... 下... 表... 加... 回... 影... 响... 水... 运... 费... 用... 最... 低... 必... 须... 满... 足... 各... 种... 要... 求...

# 第一章 建筑结构的概念

## 知识目标

- 了解建筑结构的 basic 概念
- 了解混凝土结构、砌体结构、钢结构、木结构的特点及其应用
- 熟悉结构设计的基本要求
- 熟悉混凝土结构的耐久性规定、结构安全等级
- 理解结构功能极限状态的概念

## 能力目标

- 能够根据建筑方案确定结构的类型
- 能够根据建筑物的用途确定其安全等级及结构构件的重要性系数

何谓建筑结构？如何进行分类？它们各有什么特点？实际工程中如何选用？在这门课程学习之前，必须首先明确这些基本问题。同时，为了使结构设计符合“技术先进、经济合理、安全适用、确保质量”的要求，需要理解和遵循统一的设计标准和设计方法。

## 第一节 建筑结构的 basic 概念

### 一、建筑与建筑结构

住宅、厂房、体育馆等都可称为建筑，是人们用各种建筑材料建造的一种供人类居住和使用的空间物体。

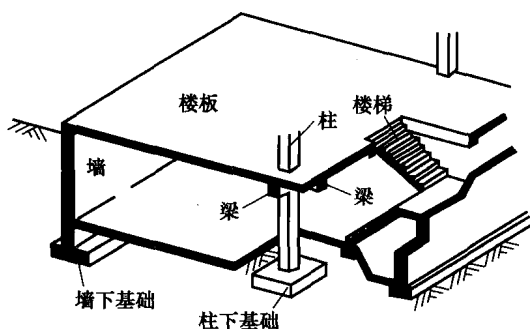


图 1-1 建筑结构示意图

建筑中由梁、板、柱、墙、基础等构件连接而成的能承受“作用”的空间体系称为建筑结构，在不致混淆时可简称结构。简言之，结构就是建筑中起骨架作用的部分（图 1-1）。

建筑物应该具有两个方面的特质：一是它的内在特质，即安全性、适用性和耐久性，也就是要求建筑结构或构件在承受各种作用后不破坏、不失稳，变形、裂缝不超过规定的限值，并且具有足够的使用年限；二是它的外在特质，即适用性（满足既定的使用功能）和美学要求。前者取决于结构，后者取决于建筑。

结构是建筑物的基本组成部分，是建筑物赖以存在的物质基础，在一定的意义上，结构支配着建筑。结构不仅直接关系建筑的坚固耐久，而且也关系到技术的先进性、经济性以及是否满足功能要求。这是因为，任何建筑物都要耗用大量的材料和人工。合理地选择结构材料和结构形式，既可满足建筑物的美学原则，又可以带来经济效果。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功能和美学要求，又照顾到结构的合理和施工的可行。

美观对结构的影响是不容否认的。不同的结构形式有着不同的造型能力。当结构成为建筑表现的一个完整的部分时，就必定能建造出较好的结构和更满意的建筑。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。只有这样，才能充分应用结构的造型能力，创作出建筑艺术与建筑结构完美结合的建筑艺术作品。相反，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，而只能把精力注重在外表的装饰，无休止地增加造价，或只停留在纸面的“理想方案”上。

总之，在实际工程中，建筑与结构的侧重点和分工不同，建筑注重的是这一构筑物的整体使用功能和美学效果，结构则是为了满足这一功能和效果而设的承重骨架。结构是为建筑服务的，没有建筑也就不可能有结构；反之，没有结构的建筑只是空中楼阁。图 1-2 中，(a) 为一幢高层建筑，(b) 为这幢建筑的结构。

建筑结构的作用表现为以下几方面。

(1) 形成人类活动所需要的、功能良好和舒适美观的空间 它既有物质方面的需要，如它的空间尺度、功能需求和通道联系，又有精神方面的需要，如它的文化内涵、新颖形式和高雅表现。这是建筑结构的根本目的和出发点。

(2) 能够承受和抵御各种作用 能使建筑物耐久使用，并在突发偶然事件时，保持整体稳定，这是建筑结构之所以存在的根本原因。

(3) 充分发挥材料的效能 建筑结构都是用砖、石、砌块、混凝土、钢材、木材等材料在土层或岩层上建造的。材料是建造结构的根本物质条件。从房屋造价构成看，材料费要占建筑工程造价的 60% 左右。因此，“有效地利用材料、尽可能地节约材料”往往是建筑结构设计的重要指标。

此外，建筑结构必须适应当时当地的环境，并与施工方法有机结合，因为任何建筑工程都受到当时当地政治、经济、社会、文化、科技、法规等因素的制约，任何建筑结构都是靠合理的施工技术来实现的。

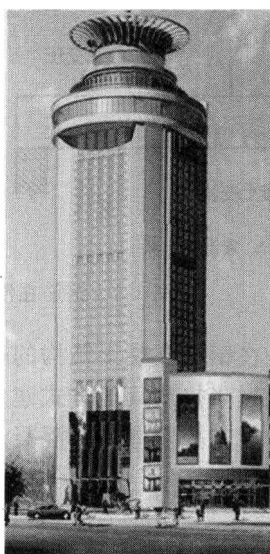
## 二、建筑结构的分类

### 1. 根据主要承重结构所用材料不同划分

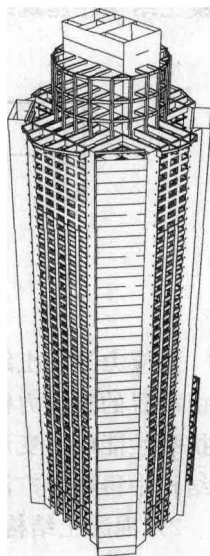
建筑结构根据其主要承重结构所用材料不同，一般分为混凝土结构、砌体结构、钢结构、木结构及混合结构等。

#### (1) 混凝土结构

1) 混凝土结构的基本概念 以混凝土材料为主要承重构件的结构称为混凝土结构，包括素混凝土结构、钢筋混凝土结构、预应力混凝土结构等。



(a) 建筑



(b) 结构

图 1-2 建筑与结构的关系

混凝土是建筑工程中应用非常广泛的一种建筑材料，它的特点是抗压强度较高，而抗拉强度很低。例如 C30 混凝土的轴心抗压强度达 20.1MPa，轴心抗拉强度却只有 2.01MPa。因此，不配置钢筋的素混凝土一般只能用于纯受压构件，在工程中极少使用。如图 1-3 (a) 所示为素混凝土梁，上部受压区因混凝土抗压强度高，不易破坏，但下部受拉区因混凝土抗拉强度远低于抗压强度，故在较小的外力作用下，受拉区混凝土就会达到极限承载力而产生裂缝破坏，使得整个素混凝土梁的承载能力很低。而图 1-3 (b) 中，在梁下部受拉区配置钢筋，受拉区的拉应力则由抗拉强度极高的钢筋来承担，上部压应力仍由抗压强度较高的混凝土来承担，梁的承载能力大大地提高了。因此，利用混凝土与钢筋两种材料共同组成的钢筋混凝土结构在建筑结构中应用十分广泛。通常所说的混凝土结构指的是钢筋混凝土结构。

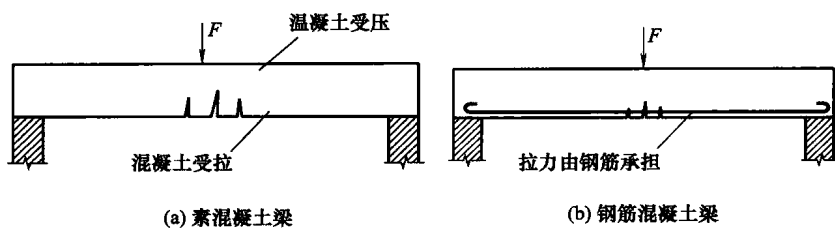


图 1-3 钢筋在混凝土中的作用

预应力混凝土结构是在钢筋混凝土结构的基础上产生和发展而来的一种新工艺结构，它是由配置的预应力钢筋通过张拉或其他方式建立预加应力的混凝土制成的结构。这种结构具有抗裂性能好，变形小，能充分发挥高强混凝土和高强度钢筋性能的特点，在一些较大跨度的结构中得到较广泛的应用。

## 2) 混凝土结构的特点

- ① 承载力高。相对于砌体结构等，承载力较高。
- ② 耐久性好。混凝土材料的耐久性好，钢筋被包裹在混凝土中，正常情况下，它可保持长期不被锈蚀。
- ③ 可模性好。可根据工程需要，浇筑成各种形状的结构或结构构件。
- ④ 耐火性好。混凝土材料耐火性能是比较好的，而钢筋在混凝土保护层的保护下，在发生火灾后的一定时间内，不致很快达到软化温度而导致结构破坏。
- ⑤ 可就地取材。混凝土结构用量最多的是砂石材料，可就地取材。
- ⑥ 抗震性能好。现浇钢筋混凝土结构因为整体性好，具有一定的延性，故其抗震性能也较好；

混凝土结构除具有上述优点外，也存在着一些缺点，如自重大、抗裂能力差、现浇时耗费模板多、工期长等。

3) 混凝土结构的应用 混凝土结构是一种应用最广泛的建筑结构形式之一。在工业厂房中，大量采用混凝土结构，而且，在很大程度上可以利用混凝土结构构件代替钢柱、钢屋架和钢吊车梁；在多层与高层建筑中，多采用钢筋混凝土框架结构、框架-剪力墙结构、剪力墙结构和筒体结构，在高 200m 以内的绝大部分房屋可采用混凝土结构。

预应力混凝土结构也广泛应用于工程结构中。在工业与民用建筑中，楼板、屋面板、梁、柱、基础、墙板等构配件均可采用预应力混凝土。在大跨度结构中，采用预应力混凝土桁架和钢筋混凝土壳体结构，可以部分或大部分代替钢桁架和钢薄壳。

此外，在水利工程、港口工程、桥隧工程、地下工程及特种结构（如烟囱、水塔、电视

塔等)中也大量地采用混凝土结构。

## (2) 砌体结构

1) 砌体结构的基本概念 砌体结构是指由块体和砂浆砌筑而成的墙、柱作为建筑物主要受力构件的结构,是砖砌体、砌块砌体和石砌体结构的统称。块体包括普通黏土砖、承重黏土空心砖、硅酸盐砖、混凝土中小型砌块、粉煤灰中小型砌块或料石和毛石等。

2) 砌体结构的特点 砌体结构的最大优点是造价低廉,而且耐火性能好,易于就地取材,施工方便,保温隔热性能比较好。但是,砌体结构除具有上述一些优点外,还存在着自重大、强度低、抗震性能差等缺点,这使得它不能建造层数较高和跨度较大的房屋。

3) 砌体结构的应用 砌体结构在多层建筑中应用非常广泛,特别是在多层民用建筑中,砌体结构占大多数。一般五六层以下的民用房屋大多采用砌体结构,中、小型工业厂房也可采用砌体结构。此外,砌体结构还被用来建造烟囱、料仓、地沟以及对防水要求不高的水池等。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、组合砌体的应用,砌体结构必将得到进一步发展。

实际工程中,砌体结构一般与混凝土结构结合使用,采用砌体作墙体,钢筋混凝土作楼、屋盖。这类房屋在我国农村广泛采用,即通常所说的砖混结构。

## (3) 钢结构 钢结构是由钢材为主要材料建成的结构。

### 1) 钢结构的主要特点 钢结构主要有以下优点。

① 材料强度高,塑性与韧性好。钢材和其他建筑材料相比,强度要高得多,而且塑性、韧性也好。强度高,可以减小构件截面,减轻结构自重(当屋架的跨度和承受荷载相同时,钢屋架的重量仅为钢筋混凝土屋架的 $1/4\sim 1/3$ ),有利于运输吊装;塑性好,结构在一般条件下不会因超载而突然断裂;韧性好,结构对动荷载的适应性强。

② 材质均匀,各向同性。钢材的内部组织比较接近于匀质和各向同性,当应力小于比例极限时,几乎是完全弹性的,这和力学计算的假定比较相符,对计算的准确性和质量保证提供了可靠的条件。

③ 便于工厂生产和机械化施工,便于拆卸。钢结构的可焊性好,制造简便,并能用机械操作,精确度较高。构件常在金属结构厂制作,在工地拼装,可以缩短工期。

④ 具有优越的抗震性能。

⑤ 无污染、可再生、节能、安全,符合建筑可持续发展的原则。

钢结构的主要缺点如下。

① 钢结构易腐蚀,需经常维护,故费用较高。

② 钢结构的耐火性差。钢材长期经受 $100^{\circ}\text{C}$ 辐射热时,强度不会发生大的变化。但当温度达到 $250^{\circ}\text{C}$ 时,钢结构的材质将会发生较大变化;当温度达到 $500^{\circ}\text{C}$ 时,结构会瞬间崩溃,完全丧失承载能力。

2) 钢结构的应用 随着我国经济实力的增强和钢产量的增加,钢结构的应用正日益增多。加之钢结构具有强度高、自重轻、抗震性能好、施工速度快等优点,在现代建筑中钢结构得到了较为广泛的应用,特别是应用于大跨度结构的屋盖、工业厂房、高层建筑、高耸结构等。大跨度的体育场馆的屋盖,几乎都是钢结构的,如北京的奥运场馆“鸟巢”(图1-4)。现代高层建筑中钢结构的使用也非常普遍,特别是300m以上的超高层建筑一般都做成钢结构。中国中央电视台(新址)(图1-5)、上海的金茂大厦、上海东方明珠电视塔等都是钢结构。在工业厂房中,采用钢结构的比例也很大。

### (4) 木结构 木结构是指采用木材为主要材料建成的结构。木结构在古代应用得十分广

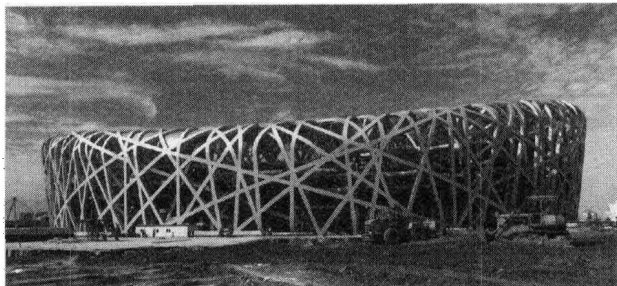


图 1-4 奥运场馆——鸟巢

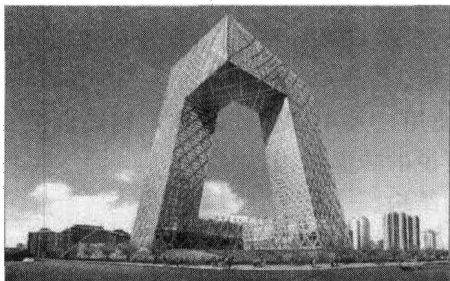


图 1-5 中国中央电视台（新址）

泛，但存在易燃、易腐蚀等缺点，目前国内仅在一些仿古建筑中少量应用。在国外一些国家广泛用作乡村别墅，如新西兰国家的许多住宅建筑为木结构。

在考虑是否宜于采用木结构时，应注意木材易于腐朽、焚烧和变形的特点。过湿的场所易使木材腐朽以至完全丧失承载能力；过热则易发生火灾，而且木材在温度较高的环境中将降低其强度和弹性模量。所以，对于温湿度较大、结构跨度较大和具有较大振动荷载的场所都不宜采用木结构。

结构。

(5) 混合结构 由两种及两种以上材料作为主要承重结构的房屋称为混合结构，如砌体-混凝土结构、钢-混凝土结构等。

混合结构包含的内容较多。多层混合结构一般采用砌体-混凝土结构，即以砌体结构为竖向承重构件（如墙、柱等），而水平承重构件（如梁、板等）采用混凝土结构，有时也采用钢木结构。其中最常见的是由砖墙（柱）和混凝土楼（屋）盖组成的砖混结构。

高层混合结构一般是钢-混凝土结构，即由钢框架或型钢混凝土框架与钢筋混凝土筒体所组成的共同承受竖向和水平作用的结构。它是近年来在我国迅速发展的一种结构形式，不仅具有钢结构建筑自重轻、截面尺寸小、施工进度快、抗震性能好的特点，还兼有钢筋混凝土结构刚度大、防火性能好、成本低的优点，因而被认为是一种符合我国国情的较好的高层建筑结构形式。我国大陆已经建成的最高的混合结构高层建筑为 101 层、高 492m 的上海环球金融中心（图 1-6）。

## 2. 根据结构的受力和构造特点划分

根据结构的受力和构造特点，可分为以下几种主要结构体系。

(1) 排架结构 排架结构的承重体系是屋面横梁（屋架或屋面大梁）和柱及基础，主要用于单层工业厂房。屋面横梁与柱的顶端铰接，柱的下端与基础顶面固接（图 1-7）。

(2) 墙承重结构 以建筑物墙体作为支撑水平构件和承

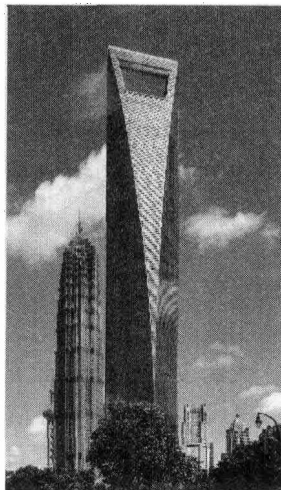


图 1-6 上海环球金融中心

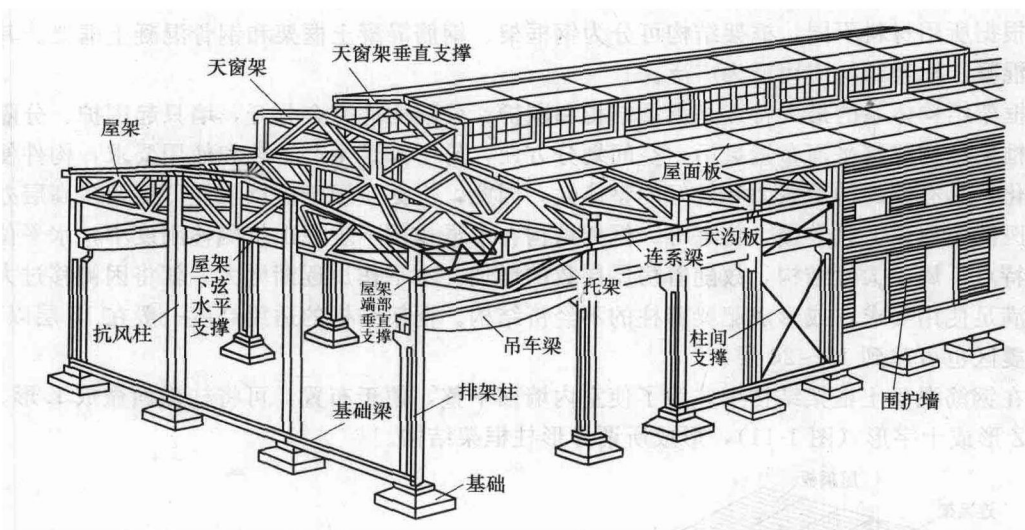


图 1-7 排架结构

担水平力的结构体系，称为墙承重结构，如砌体-混凝土结构（砖混结构）、钢筋混凝土剪力墙结构等。

利用钢筋混凝土墙来承受竖向和水平作用的结构称为剪力墙结构。所谓剪力墙，实质上是固结于基础的钢筋混凝土墙片，具有很高的抗侧移能力。因其既承担竖向荷载，又承担水平作用产生的剪力，故名剪力墙。

一般情况下，剪力墙结构楼盖内不设梁，楼板直接支撑在墙上，墙体既是承重构件，又起围护、分隔作用（图 1-8）。钢筋混凝土剪力墙结构侧向刚度大，整体性好；无凸出墙面的梁柱，整齐美观，特别适合居住建筑。但剪力墙体结构体系的房间划分受到较大限制，因而一般用于住宅、旅馆等开间要求较小的高层建筑。

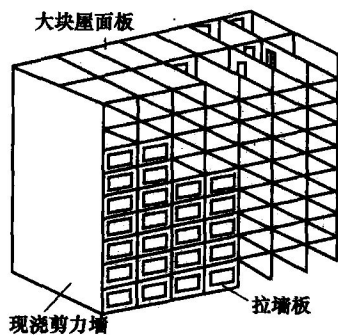


图 1-8 剪力墙体系

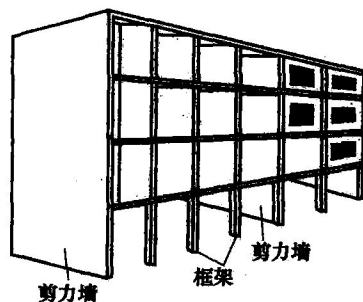


图 1-9 部分框支剪力墙体系

当高层剪力墙结构的底部要求有较大空间时，可将底部一层或几层部分剪力墙设计为框支剪力墙，形成部分框支剪力墙体系（图 1-9）。部分框支剪力墙结构属竖向不规则结构，上、下层不同结构的内力和变形通过转换层传递，抗震性能较差。

(3) 框架结构 由梁和柱为主要构件组成的承受竖向和水平作用的结构称为框架结构

(图 1-10)，它是多层房屋的常用结构形式。

根据所用材料不同，框架结构可分为钢框架、钢筋混凝土框架和钢骨混凝土框架。其中钢筋混凝土框架结构应用最为广泛。

框架结构体系的最大特点是承重结构和围护、分隔构件完全分开，墙只起围护、分隔作用。框架结构建筑平面布置灵活，空间划分方便，易于满足生产工艺和使用要求，构件便于标准化，具有较高的承载力和较好的整体性，因此，广泛应用于多层工业厂房及多高层办公楼、医院、旅馆、教学楼、住宅等。框架结构在水平作用下表现出抗侧移刚度小，水平位移大的特点，属于柔性结构，故随着房屋层数的增加，水平作用逐渐增大，就将因侧移过大而不能满足使用要求，或形成肥梁胖柱的不经济结构。框架结构的适用高度一般在 15 层以下，非地震区也可建到 15~20 层。

在钢筋混凝土框架结构中，为了使室内墙面平整，便于布置，可将柱截面做成 L 形、T 形、Z 形或十字形（图 1-11），形成所谓异形柱框架结构。

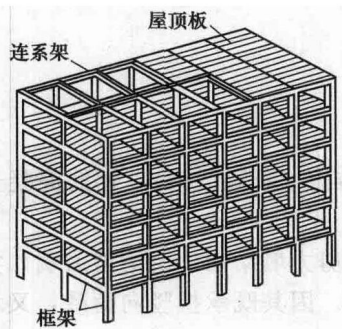


图 1-10 框架结构

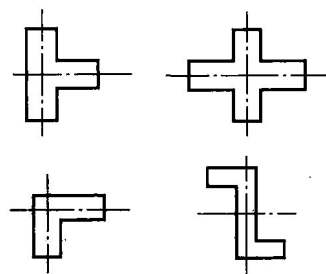


图 1-11 异形柱

(4) 框架-剪力墙结构 为了弥补框架结构随房屋层数增加，水平荷载迅速增大而侧向刚度不足的缺点，可在框架结构中设置部分钢筋混凝土剪力墙，形成框架和剪力墙共同承受竖向和水平作用的体系，即框架-剪力墙结构（图 1-12），简称框-剪结构。剪力墙可以是单片墙体，也可以是电梯井、楼梯井、管道井组成的封闭式井筒。

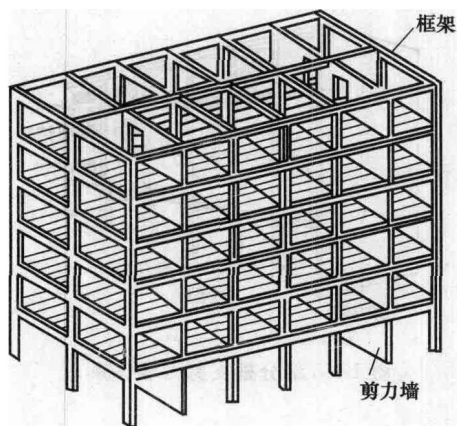


图 1-12 框架-剪力墙结构

框-剪结构的侧向刚度比框架结构大，大部分水平作用由剪力墙承担，而竖向荷载主要由框架承受，因而用于高层房屋比框架结构更为经济合理。同时由于它只在部分位置上有剪力墙，保持了框架结构易于分割空间、立面易于变化等优点，此外，这种体系的抗震性能也较好。所以，框-剪体系在多层及高层办公楼、住宅等建筑中得到了广泛应用。框-剪结构最高可以建到 170m。

(5) 筒体结构 由筒体为主组成的承受竖向和水平作用的结构称为筒体结构。所谓筒体，是由若干片剪力墙围合而成的封闭井筒式结构，其受力类似于个固定于基础上的筒形悬臂构件。根据开孔的多少，筒体有空腹筒和实腹筒之分。实腹筒一般由电梯井、楼梯间、管道井等形成，开孔少，因其常位于房屋中部，故又称核心筒。空腹筒又称框筒，由布置在房屋四周的密排立柱和截面高度很大的横梁组成。筒体体系就是由核心



筒、框筒等基本单元组成的。根据房屋高度及其所受水平作用的不同，筒体体系可以布置成核心筒结构、框筒结构、筒中筒结构、框架核心筒结构、成束筒结构和多重筒结构等形式(图 1-13)。筒中筒结构通常用框筒作外筒，实腹筒作内筒。筒体结构多用于高层或超高层公共建筑中，如饭店、银行、通信大楼等。

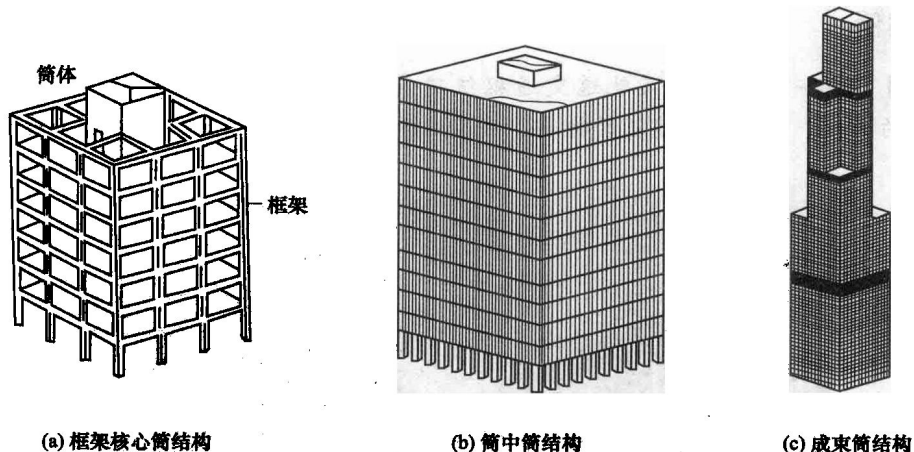
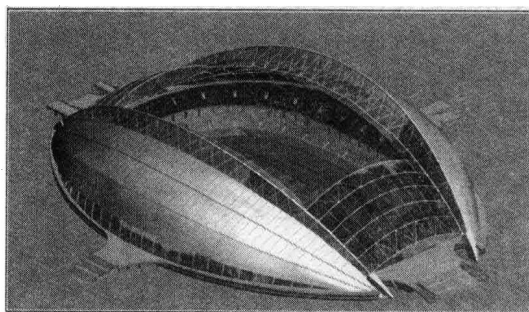
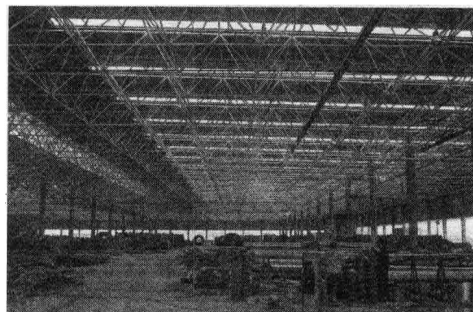


图 1-13 筒体结构透视图

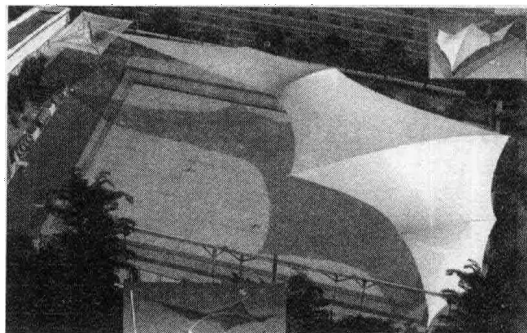
(6) 大跨结构 大跨结构包括门式刚架、薄腹梁结构、桁架结构、拱形结构、网架结构、空间薄壁结构(如薄壳、折板等)、悬索结构、薄膜结构等，主要用于大跨度建筑的屋盖结构，如工业厂房、体育馆、展览馆、礼堂、机修库等(图 1-14)。



(a) 沈阳奥体中心体育场



(b) 亚洲铝业工业集团挤压车间网架结构



(c) 索膜结构

图 1-14 大跨结构