

21 世纪建筑工程系列规划教材

建筑结构

(上册)

主编 宗 兰 宋 群
主审 杨太生

21 世纪建筑工程系列规划教材

建 筑 结 构

(上 册)

主 编	宗 兰	宋 群	
副主编	李靖韵	翁维素	
参 编	邬 宏	曹剑平	付丽文
主 审	杨太生		



机 械 工 业 出 版 社

本书参照高职高专和应用型本科教育土建类专业建筑结构的基本要求,打破了原混凝土结构、砌体结构、钢结构、多层高层建筑结构、抗震设计的界限,对其内容进行了精选和整合,按照贯通型建筑结构的体系来编写。

全书共分上下两册,上册为建筑结构绪论、建筑结构设计原则、钢筋混凝土结构设计。下册为砌体结构、钢结构、工程抗震设计。

本书的内容在组织上按必需、够用的原则,取材注意反映基本概念和基本理论,删去了一些繁琐的理论推导,尽可能做到理论与工程实际相联系,力求反映职业教育的教材特点。

本书是按照我国建筑结构新规范编写,适用于建筑类三年制高职高专和应用型本科,也可作为相关专业工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

建筑结构.上册/宗兰,宋群主编.一北京:机械工业出版社,2003.7

(21世纪建筑工程系列规划教材)

ISBN 7-111-12216-X

I. 建... II. ①宗...②宋... 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(2003)第038591号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:季顺利 版式设计:霍永明 责任校对:李秋荣

封面设计:姚毅 责任印制:路琳

北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2003年7月第1版第1次印刷

1000mm×1400mm B5·12.25印张·474千字

定价:30.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

前 言

本书结合编者长期教学实践的经验,按照建筑结构体系编写。在内容体系组织上,打破了几大结构体系的界限,删去了一些理论推导,注意了实际应用能力的培养,将建筑结构内容进行了重组和整合,构成了本教材的体系。

全书分为上、下两册,上册为建筑结构绪论、建筑结构设计原则、混凝土结构构件计算、混凝土整体结构设计。下册为砌体结构、钢结构、建筑结构抗震设计。本书立足于建筑工程专业教育对建筑结构课教学基本要求,注重反映基本概念、基本原理和基本方法,注重适应高等职业教育的特点,同时考虑到社会的进步和科技的发展。本书全部按我国新颁布的规范、规程编写,反映了我国建筑结构设计方面的新成果。为了便于读者学习,本书每章后均附有思考题和习题。

具体参加上册编写工作的人员有:河北建筑工程学院宗兰(第一章、第二章、第十三章、附录);山西太原大学李靖颀(第九章、第十一章);河北建筑工程学院翁维素(第六章、第七章、第八章);内蒙古建筑职业技术学院邬宏(第三章、第十二章);沈阳建筑工程学院职业技术学院付丽文(第四章、第五章);黑龙江工程学院曹剑平(第十章)。

本书由河北建筑工程学院宗兰教授、山西工业职业技术学院宋群副教授担任主编,山西太原大学李靖颀副教授、河北建筑工程学院翁维素副教授任副主编,山西建筑职业技术学院建工系主任杨太生副教授担任主审。编者非常感谢主审杨太生严谨、认真的审稿工作,最后由宗兰、宋群按主审意见进行了修改统稿,并由宗兰定稿。

本书编写过程中,得到了编者所在院校教务处领导、机械工业出版社教编室领导的鼓励和支持,特别是内蒙古建筑职业技术学院副院长、教材编写委员会主任委员乔志远先生的关怀和帮助,全体编者再次表示深切的谢意。在编写过程中,我们参阅了一些院校优秀教材内容,均在参考文献中列出。

IV

本书是高职高专和应用型本科建筑类专业建筑结构课程内容、体系改革的尝试和探索，能对高职高专和应用型本科教育改革有所裨益为编者所盼。由于编者认识和实践水平有限，加之编写时间显得有些仓促，书中难免有不妥之处，还望广大读者及同行专家不吝赐教，以便本书再版时修订。

编 者

目 录

前言

第一章 绪论	1
第一节 建筑结构的组成和分类	1
第二节 混凝土结构	5
第三节 钢结构	8
第四节 砌体结构	9
第五节 建筑结构课程的特点与学习方法	10
第二章 建筑结构设计的基本原则	12
第一节 建筑结构设计理论发展简史	12
第二节 结构的功能和极限状态	13
第三节 结构的可靠度和极限状态方程	14
第四节 可靠指标和目标可靠指标	16
第五节 极限状态设计表达式	18
第六节 数理统计中的一些基本知识	22
第七节 混凝土强度标准值指标	26
思考题	28
第三章 混凝土结构材料力学性能	29
第一节 钢筋	29
第二节 混凝土	33
第三节 钢筋与混凝土的相互作用	40
思考题	42
第四章 受弯构件正截面承载力计算	43
第一节 受弯构件的一般构造	43
第二节 受弯构件正截面的受力特点	45
第三节 单筋矩形截面受弯构件正截面受弯承载力计算	47
第四节 双筋矩形截面受弯构件正截面受弯承载力计算	55
第五节 T形截面梁正截面承载力计算	60
思考题	67
习题	67
第五章 受弯构件斜截面承载力计算	69
第一节 概述	69
第二节 无腹筋梁的抗剪性能	69

第三节	有腹筋梁的抗剪性能	72
第四节	构造要求	77
第五节	设计实例	83
思考题	.....	87
习题	.....	87
第六章	受压构件的截面承载力	89
第一节	概述	89
第二节	受压构件的一般构造要求	90
第三节	轴心受压构件正截面承载力	92
第四节	偏心受压构件的受力性能	99
第五节	矩形截面偏心受压构件正截面承载力计算	104
第六节	对称配筋工字形截面偏心受压构件正截面承载力计算	117
第七节	偏心受压构件斜截面承载力计算	121
思考题	.....	122
习题	.....	123
第七章	受拉构件的截面承载力	124
第一节	概述	124
第二节	轴心受拉构件正截面受拉承载力计算	124
第三节	偏心受拉构件正截面受拉承载力计算	124
第四节	偏心受拉构件斜截面受剪承载力计算	127
思考题	.....	128
习题	.....	128
第八章	受扭构件的扭曲截面承载力	129
第一节	概述	129
第二节	矩形截面纯扭构件承载力计算	130
第三节	矩形截面弯剪扭构件承载力计算	135
第四节	T形和工字形截面弯剪扭构件承载力计算	139
第五节	构造要求	140
第六节	设计实例	142
思考题	.....	146
习题	.....	146
第九章	钢筋混凝土构件变形、裂缝及耐久性	147
第一节	钢筋混凝土受弯构件的变形验算	147
第二节	钢筋混凝土构件裂缝宽度的验算	156
第三节	混凝土结构的耐久性	163
思考题	.....	166
习题	.....	166
第十章	预应力混凝土构件	168

第一节	预应力混凝土的基本知识	168
第二节	预应力混凝土构件设计的一般规定	175
第三节	预应力混凝土轴心受拉构件的应力分析	182
第四节	预应力混凝土轴心受拉构件的计算和验算	191
第五节	预应力混凝土构件的构造要求	202
思考题	.....	204
习题	.....	204
第十一章	混凝土梁板结构	206
第一节	概述	206
第二节	整体式单向板肋梁楼盖	210
第三节	双向板肋梁楼盖	242
第四节	楼梯、雨篷设计与计算	250
思考题	.....	262
习题	.....	262
第十二章	单层厂房结构	264
第一节	概述	264
第二节	单层厂房结构组成和结构布置	264
第三节	排架计算	274
第四节	单层厂房柱设计	286
第五节	柱下单独基础设计	292
第六节	单层厂房设计例题	299
思考题	.....	312
习题	.....	312
第十三章	框架结构设计	314
第一节	框架的结构形式和布置原则	314
第二节	竖向荷载作用下框架的内力分析	319
第三节	水平荷载作用下的内力近似计算	322
第四节	框架侧移近似计算及限值	330
第五节	内力组合	332
第六节	框架结构构件设计	336
第七节	多层框架结构基础	342
思考题	.....	343
习题	.....	343
附录	.....	344
附录 A	混凝土结构设计用表	344
附表 A-1	混凝土强度标准值	344
附表 A-2	混凝土强度设计值	344
附表 A-3	混凝土的弹性模量和疲劳变形模量	344

附表 A-4	混凝土疲劳强度修正系数 γ_f	344
附表 A-5	普通钢筋强度标准值	345
附表 A-6	预应力钢筋强度标准值	345
附表 A-7	普通钢筋强度设计值	345
附表 A-8	预应力钢筋强度设计值	346
附表 A-9	钢筋弹性模量	346
附表 A-10	普通钢筋疲劳应力幅限值	346
附表 A-11	预应力钢筋疲劳应力幅限值	347
附表 A-12	受弯构件的挠度限值	347
附表 A-13	结构构件的裂缝控制等级和最大裂缝宽度限值 w_{lim}	348
附表 A-14	纵向受力钢筋的混凝土保护层最小厚度	348
附表 A-15	钢筋混凝土结构构件中纵向受力钢筋的最小配筋率	349
附表 A-16	钢筋混凝土矩形和 T 形截面受弯构件正截面抗弯能力计算表	349
附表 A-17	钢筋的计算截面面积及理论重量表	350
附表 A-18	钢绞线公称直径、截面面积及理论重量	350
附表 A-19	钢丝公称直径、公称截面面积及理论重量	351
附表 A-20	钢筋混凝土板每米宽的钢筋截面面积	351
附录 B	等截面等跨连续梁在常用荷载作用下的内力系数表	352
附表 B-1	两跨梁	352
附表 B-2	三跨梁	353
附表 B-3	四跨梁	355
附表 B-4	五跨梁	358
附录 C	按弹性理论计算矩形双向板在均布荷载作用下的弯矩系数表	363
附录 D	钢筋混凝土结构伸缩缝最大间距	367
附录 E	单阶柱柱顶反力与水平位移系数值	368
附图 E-1	柱顶单位集中荷载作用下系数 C_0 的数值	368
附图 E-2	柱顶力矩作用下系数 C_1 的数值	368
附图 E-3	力矩作用在牛腿顶面时系数 C_3 的数值	369
附图 E-4	集中水平荷载作用在上柱 ($y=0.6H_0$) 时系数 C_5 的数值	369
附图 E-5	集中水平荷载作用在上柱 ($y=0.7H_0$) 时系数 C_5 的数值	370
附图 E-6	集中水平荷载作用在上柱 ($y=0.8H_0$) 时系数 C_5 的数值	370
附图 E-7	水平均布荷载作用在整个上柱时系数 C_9 的数值	371
附图 E-8	水平均布荷载作用在整个上、下柱时系数 C_9 的数值	371
附录 F	单层厂房结构设计用表	372
附表 F-1	过去吊车的工作制等级与现行规范吊车工作级别的对应关系	372
附表 F-2	单跨厂房空间作用分配系数 μ	372
附表 F-3	柱截面尺寸参考表	372
附表 F-4	采用刚性屋盖的单层厂房柱和露天吊车栈桥柱的计算长度 l_0	373

附表 F-5	不需验算裂缝宽度的最大钢筋直径 ($d_{\max}$) 和钢筋应力 (σ_s)	373
附表 F-6	高杯口基础的杯壁厚度 t	373
附录 G	规则框架承受均布及倒三角形分布水平力作用时反弯点的高度比	374
附表 G-1	规则框架承受均布水平力作用时标准反弯点的高度比 y_0 值	374
附表 G-2	规则框架承受倒三角形分布水平力作用时标准反弯点的高度比 y_0 值	376
附表 G-3	上下层横梁线刚度比对 y_0 的修正值 y_1	379
附表 G-4	上下层高变化对 y_0 的修正值 y_2 和 y_3	379
参考文献		380

第一章 绪 论

第一节 建筑结构的组成和分类

一、建筑结构的发展概况

建筑结构是随着人类社会的进步、科学技术的发展而不断发展起来的。在远古时期,人们为了挡风避雨而“掘土为穴,构木为巢”。在几千年的历史长河中,我国应用最早的建筑结构是木结构和砖石结构。山西五台山佛光寺大殿(公元857年),山西应县高66m的木塔(公元1056年),均为木结构梁柱承重体系;河北省赵县的安济桥(公元581—617年)是世界上最早的单孔空腹式石拱桥;举世闻名的万里长城,现存最完整的古城城墙——南京城墙,陕西西安的大雁塔等,均是采用砖石结构。

钢结构在我国应用得也较早,公元58—75年,在我国西南地区建造了世界上最早的铁链桥——兰津桥。19世纪,随着炼钢技术的发展,钢结构的应用在国外也迅速发展,如法国巴黎埃菲尔铁塔等。1949年新中国成立以后,我国的钢结构得到一定程度发展,但由于我国钢产量在一定时期较低,钢结构仅用在一些重型厂房及大跨度建筑中。改革开放后,我国经济迅速发展,1996年我国钢产量跃居世界第一位,年产量超过1亿t,钢材的质量、规格和数量基本能够满足我国建筑市场的需求,使钢结构的应用领域有了较大的扩展。在1997年,建设部颁发的《中国建筑技术政策》中已明确提出了发展钢结构的要求。随着我国经济的发展和加入了WTO,可以预计,钢结构在我国将会迅猛发展。

钢筋混凝土结构问世到现在,也就是一百多年的历史。1824年英国人阿斯普丁取得了波特兰水泥(我国称硅酸盐水泥)的专利权,1850年开始生产。这是形成混凝土的主要材料,使得混凝土在土木工程中得到广泛应用。1854年英国人威尔金先生获得了一种钢筋混凝土楼板的专利。1861年法国人莫尼埃用铁丝加固混凝土制成花盆,1867年莫尼埃获得了这种花盆的专利,并把这种方法推广到工程中,建造了一座蓄水池。1886年美国入杰克逊首先应用预应力混凝土制作建筑配件,后又用它制作楼板,1930年法国工程师弗列西涅将高强度钢丝用于预应力混凝土,克服了因混凝土徐变造成所施加的预应力完全丧失的问题。于是,预应力混凝土在土木工程中得到广泛的应用。随后,混凝土结构的设计计算理论和应用也迅速发展。第二次世界大战以后,社会经济建设对建筑结构提出了日益复杂和高标准的要求,使高强度钢筋和高强度混凝土开始广泛应用。由于商品混凝土、装

配式混凝土结构等工业化生产技术的推广，使混凝土结构得到迅猛发展，许多大型的结构工程，如高层及超高层建筑结构、大跨度桥梁、高耸结构及地下工程结构中广泛采用了钢筋混凝土结构。在我国，新中国成立后，钢筋混凝土结构在建筑工程、桥梁工程、道路工程、水利工程、地下工程等领域的应用迅猛发展，钢筋混凝土结构设计理论和施工技术等方面也取得了巨大成就。

二、建筑结构的组成

建筑结构是由若干个单元，按照一定组成规则，通过正确的连接方式所组成的能够承受并传递荷载和其他间接作用的骨架。而这些单元就是建筑结构的基本构件。

以图 1-1 所示多层房屋为例，建筑结构的基本构件有板、梁、墙、柱、基础等。

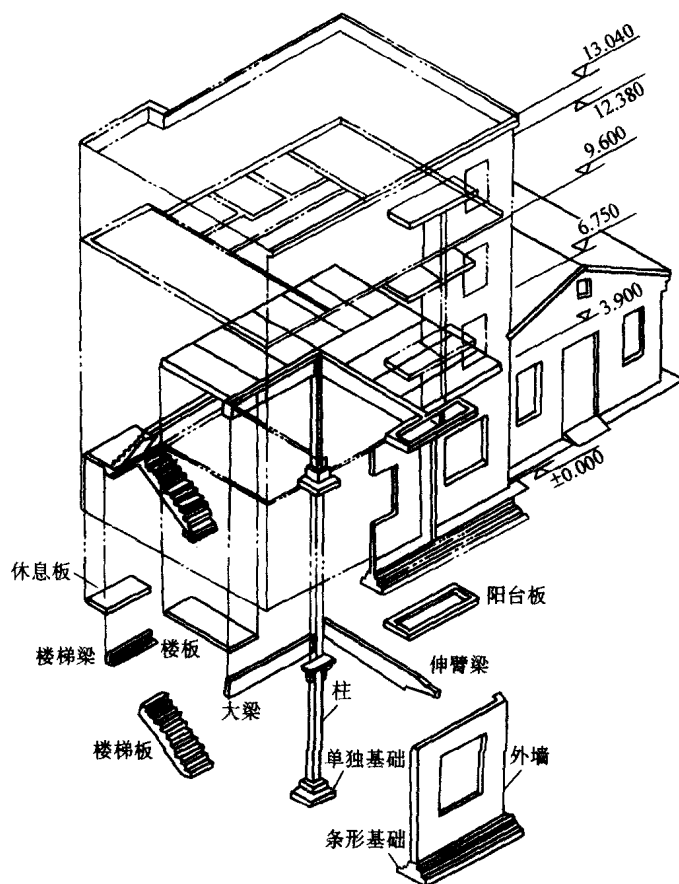


图 1-1 典型多层房屋透视及构件组成

(1) 板 承受施加在楼板的板面上并与板面垂直的重力荷载（含楼板、地面层、顶棚层的永久荷载和楼面上人群、家具、设备等可变荷载）。板的长、宽两方向的尺寸远大于其高度（也称厚度）。板的作用效应主要为受弯。图中的楼板、阳

台板、楼梯板都属于这一类。

(2) 梁 承受板传来的压力以及梁的自重。梁的截面宽度和高度尺寸远小于其长度尺寸；梁受荷载作用的方向与梁轴线垂直，其作用效应主要为受弯和受剪。图中的大梁、伸臂梁、楼梯梁都属于这一类。

(3) 墙 承受梁、板传来的压力及墙的自重。墙的长、宽两方面尺寸远大于其厚度，但荷载作用方向却与墙面平行（主要形式），其作用效应为受压（当荷载作用于墙的截面形心轴线上时），有时还可能受弯（当荷载偏离形心轴线时）。

(4) 柱 承受梁传来的压力以及柱的自重。柱的截面尺寸远小于其高度，荷载作用方向与柱轴线平行。当荷载作用于柱截面形心时为中心受压；当偏离截面形心时为偏心受压（既受压又受弯）。

(5) 基础 承受墙、柱传来的压力并将它扩散到地基上去。

以上都是平面形或直线形构件。此外在其他各类房屋中还经常采用直线形杆件或曲面、曲线形构件，如：

(1) 杆 截面尺寸远小于其长度的杆件，主要承受轴向压力或拉力。在房屋结构中经常由它们组成平面桁架（图 1-2a）或空间网架承受荷载。

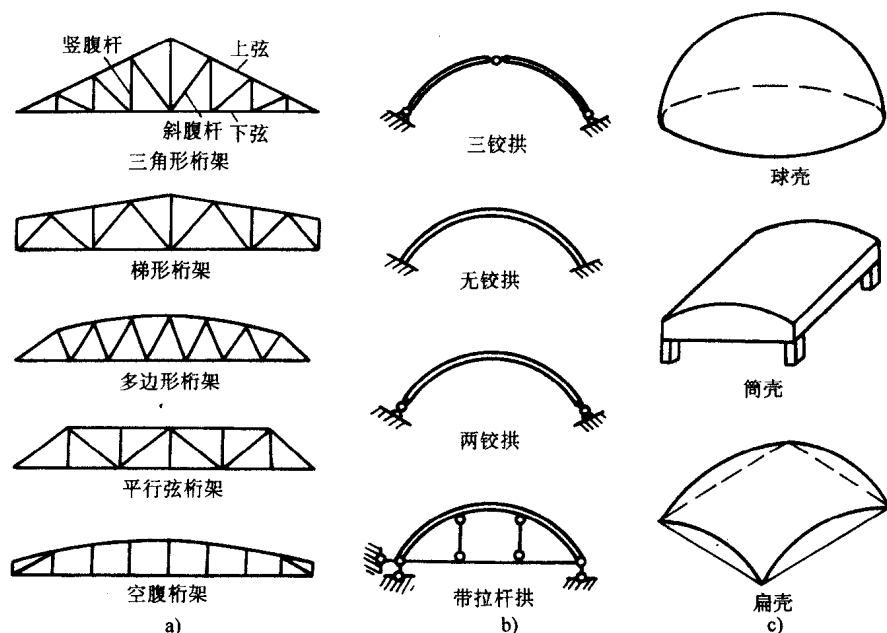


图 1-2 建筑结构的常见构件

a) 桁架 b) 拱 c) 壳

(2) 拱 由曲线形构件（称拱圈）或折线型构件及其支座组成（图 1-2b），在荷载作用下主要承受轴向压力，有时也承受弯矩和剪力。它比同跨度的梁要节约材料。

(3) 壳 由曲线形板与作为边缘构件的梁、拱或桁架组成(图 1-2c)。它是一种空间形的结构构件,在荷载作用下主要承受压力。它就像动物蛋壳以最薄的壳面构成强大的壳体一样,能以较小的构件厚度形成承载能力很高的结构。

在房屋建筑中,由板、梁和用杆件做成的桁架、网架组成房屋的水平方向结构;它一般是房屋的楼盖和房盖。由柱、墙和用墙做成的井筒组成房屋的竖向结构,它要承受房屋的全部重量并把它们通过基础传给地基,是房屋的主体结构。

三、建筑结构分类

建筑结构的种类较多,有多种分类方法。一般可以按照结构所用的材料、结构受力体系、使用功能、外形特点以及施工方法等进行分类。各种结构有其一定的适用范围,应根据建筑结构的材料性能、不同结构形式的特点和使用要求以及施工和环境条件等合理的选用。

(1) 按照所采用的材料分 建筑结构的类型主要有混凝土结构、钢结构、砌体结构和木结构等。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、纤维筋混凝土结构和其他各种形式的加筋混凝土结构。砌体结构包括砖石砌体结构和砌块砌体结构。这些结构材料可以在同一结构体系混合使用,形成混合结构,如屋盖和楼盖采用混凝土结构,墙体采用砌体结构,基础采用砖石砌体或钢筋混凝土,就形成了砖混结构。这些结构材料也可以在同一种构件中混合使用,形成组合构件,如在屋架上弦采用钢筋混凝土,下弦采用钢拉杆,就形成了钢—混凝土组合屋架;又如在钢筋混凝土柱中配置型钢,形成了钢—混凝土组合柱,在钢管中浇注混凝土形成了钢管混凝土柱等。

(2) 按组成建筑主体结构的型式和受力系统(也称结构受力体系)分 有墙体结构(也称剪力墙结构)、框架结构、筒体结构、以及它们相互连接形成的框架—剪力墙结构、框架—筒体结构、深梁结构(以深梁代替墙体)、网架结构(以网架做成屋盖)、拱结构、空间薄壳结构和空间折板结构、钢索结构(以钢缆或钢拉杆为主要承重构件)等,如图 1-3 所示。

(3) 其他分类方法

1) 按照建筑物、构筑物或结构使用功能,可以分为建筑结构,如住宅、公共建筑、工业建筑;特种结构,如烟囱、水池、水塔、筒仓、挡土墙等;地下结构,如隧道、涵洞、人防工事、地下建筑等。

2) 按照建筑物的外形特点,建筑结构可以分为单层结构、多层结构、大跨结构和高耸结构(如电视塔等)。

3) 按照建筑结构的施工方法,可以分为现浇结构、预制装配结构和预制与现浇相结合的装配整体式结构。另外,按照结构使用前是否预先施加应力,还有预应力结构和非预应力结构等。

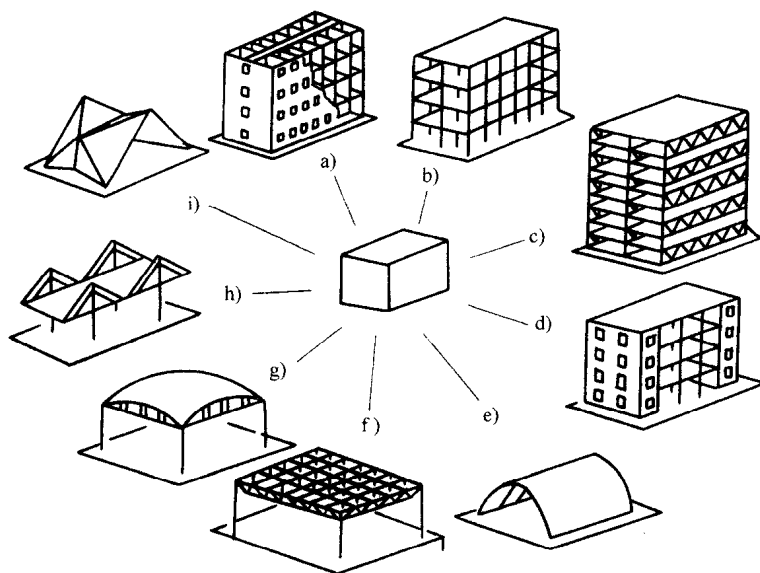


图 1-3 房屋主体结构的各种型式

- a) 墙体结构 b) 框架结构 c) 深梁结构 d) 筒体结构 (也是框架—筒体结构)
e) 拱结构 f) 网架结构 g) 空间薄壳结构 h) 钢索结构 i) 空间折板结构

第二节 混凝土结构

一、混凝土结构的特点

钢筋混凝土是由两种力学性能不同的材料——混凝土和钢筋，按照一定的原则结合成一体，共同发挥作用的结构材料。混凝土硬化后如同石料，抗压强度很高，但抗拉强度很低。而钢筋的抗拉和抗压强度均很高，但是其耐火能力差，在一般环境中容易锈蚀。两者结合，可以取长补短，成为性能优良的结构材料。

钢筋和混凝土有较好的共同工作的基础。这是基于：

1) 钢筋和混凝土之间存在较好的传递应力的能力，在荷载作用下，不产生相对滑移，保证两种材料协调变形、共同受力。混凝土硬化后，钢筋和混凝土接触面之间存在着粘结力，粘结作用主要来源于混凝土中水泥凝胶体的化学粘着力、混凝土硬化收缩握裹钢筋产生的摩擦力和钢筋表面刻痕等产生的机械咬合力。

2) 钢筋和混凝土两种材料的温度线胀系数相近，钢材为 1.2×10^{-5} ，混凝土为 $(1.0 \sim 1.5) \times 10^{-5}$ 。当温度变化时，两者不会产生过大的不协调变形而导致破坏。

3) 混凝土对钢筋良好的保护作用，使结构的耐火能力和耐久性大大提高。

钢筋混凝土结构可以充分发挥两种材料的强度优势，取长补短。现以图 1-4 所示的素混凝土和钢筋混凝土简支梁为例进行说明。

根据工程力学原理，在荷载作用下，梁的跨中正截面上由于弯矩作用，中和

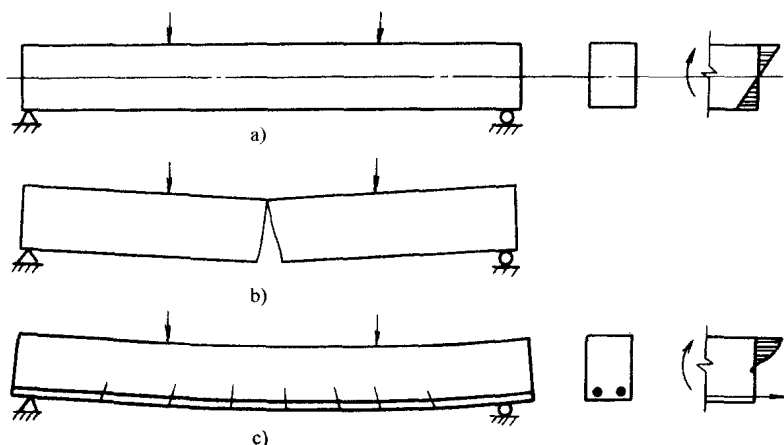


图 1-4 混凝土简支梁破坏示意图

a) 未开裂的素混凝土梁 b) 开裂后的素混凝土梁 c) 开裂后的钢筋混凝土梁

轴以上受压，以下受拉，离中和轴距离越大，应力值越高。荷载较小时，随着荷载的增大，受拉区和受压区应力近似线性增大（图 1-4a），当受拉区边缘混凝土的拉应力还没有超过混凝土的抗拉能力时，该梁尚能继续承担荷载。当荷载继续加大至一定量时，受拉区边缘混凝土的拉应力达到混凝土的抗拉能力，出现裂缝。此时，对素混凝土梁（图 1-4b），由于截面裂缝处混凝土退出工作，裂缝向上延伸，截面的实际高度减小，迅速丧失承担外弯矩的能力，而使梁断裂。对钢筋混凝土梁（图 1-4c），受拉区裂缝出现后，受拉钢筋承担了大部分受拉区的拉力，该梁仍可以继续承担荷载。随着外荷载的继续增大，钢筋所受的拉应力也不断增大，直至受拉钢筋应力达到屈服强度，受压区混凝土达到抗压强度时被压碎，梁破坏。显然，钢筋混凝土梁的承载能力远高于素混凝土梁。素混凝土梁的承载能力取决于混凝土的抗拉强度，而破坏时混凝土的抗压能力远没有发挥。对钢筋混凝土梁而言，其承载能力取决于钢筋的抗拉强度和混凝土的抗压强度，两种材料的优势均得到充分发挥。

钢筋混凝土结构在工程结构中得以广泛应用，除上述能够充分利用两种材料的强度优势外，还有下述一些优点：

(1) 耐久性好 在正常环境条件下，混凝土材料本身具有很好的化学稳定性，其强度随时间的增加也有所增长。同时，钢筋被混凝土包裹，不易生锈。

(2) 耐火性好 混凝土材料的耐火能力高于其他建筑材料。混凝土的热传导性能较差，在火灾中，由于混凝土对钢筋的包裹，延缓了钢筋的升温过程，使其不至于很快达到软化温度而导致结构破坏。

(3) 可模性好 新拌混凝土是可塑的，可以根据需要，浇注成各种形状和尺寸的结构以满足各种工程的需要。

(4) 整体性好 现浇钢筋混凝土结构的整体性好, 抗御地震、振动和爆炸以及结构的不均匀沉降能力强。

(5) 就地取材 混凝土材料中, 砂、石等用量大的材料产地广泛, 易于就地取材。另外, 也可以利用工业废料, 有利于环境保护。

钢筋混凝土结构的主要缺点是:

(1) 自重大 混凝土材料的容重约为 20kN/m^3 , 钢筋混凝土的容重接近 25kN/m^3 。与钢结构相比, 混凝土结构构件的截面尺寸较大, 因此结构的自重也较大, 这对建造大跨度结构、高层结构及减少地震反应等不利。

(2) 抗裂性差 由于混凝土材料抗拉性能很差, 加之在硬化过程和使用过程中产生收缩, 钢筋混凝土结构很容易出现裂缝, 与素混凝土相比, 钢筋混凝土抗裂能力提高不多。所以, 普通混凝土结构在正常使用条件下一一般是带裂缝工作的。

(3) 施工环节多, 周期长 混凝土结构的建造需要经过绑扎钢筋、支模板、浇注、养护等多道施工工序, 生产周期较长, 施工质量和进度等易受环境条件的影响。

(4) 拆除、改造难度大 混凝土是通过内部水泥的水化反应形成一体, 混凝土硬化后强度很高。它不能像钢材一样, 通过焊接、气割等措施进行二次加工, 使构件加大或分割。所以, 已有钢筋混凝土结构的拆除和改造的难度较大。

二、混凝土结构的现状与展望

与木结构、砌体结构和钢结构相比, 混凝土结构是一种较新的结构形式, 它的发展速度和在土木工程中占有的比重是其他结构形式无法相比的, 其应用范围涉及到土木工程的各个领域。

在建筑工程中, 房屋建筑的楼板几乎全部采用钢筋混凝土结构现浇板或预制板。多层工业厂房、综合楼和部分建筑要求高的住宅和办公楼等结构受力体系一般均采用钢筋混凝土梁、柱等组成的框架结构体系。在高层及超高层建筑中, 混凝土结构也占据主导地位, 一般采用的是钢筋混凝土框架—剪力墙结构、剪力墙结构、框架—筒体结构和筒体结构等, 有时与钢结构混合采用, 形成组合结构体系。目前在建的上海浦东环球金融中心大厦, 设计 95 层, 高 460m, 建成后将成为世界最高的建筑, 它的内筒采用的就是钢筋混凝土结构。

在其他一些领域, 如人防工事、地下停车场、地下铁路车站等大型地下结构工程, 电视塔、烟囱等高耸结构, 贮水池、水塔、输水管、电线杆等市政设施, 筒仓、海上采油平台、核电站的安全壳等特种工业设施, 也大部分采用了钢筋混凝土结构。

混凝土结构在 20 世纪获得了巨大的发展。可以肯定, 在 21 世纪, 混凝土将仍然作为主要的建筑工程材料, 并在材料性能、构造形式等方面得到进一步的发展。