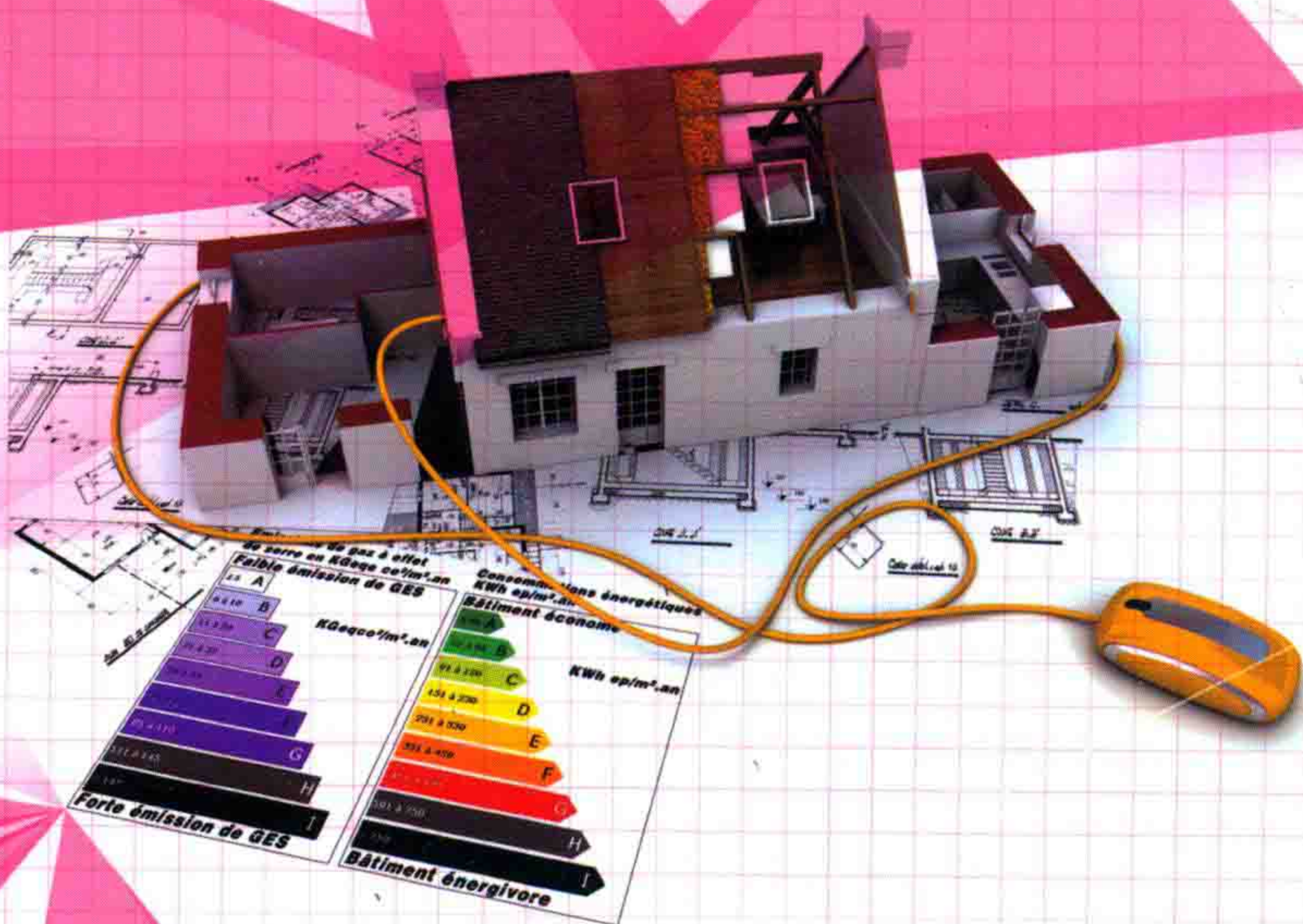


土建专业精品教材

建筑结构基础与识图

JIANZHU JIEGOU JICHU YU SHITU

主编 陈民 周国新 肖玲



上海交通大学出版社

SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

土建专业精品教材

建筑结构基础与识图

主 编 陈 民 周国新 肖 玲
副主编 景向欣 吴伟鹏 宁丽平



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

内容提要

本书根据本课程的教学基本要求和国家颁布的有关新规范、新标准进行编写,本书共分九章,主要包括:建筑力学基本知识、结构设计方法与设计指标、钢筋混凝土结构基本构件、建筑基础、钢筋混凝土楼(屋)盖、楼梯、多层及高层钢筋混凝土房屋结构、砌体结构、钢结构和结构施工图识读。

本书紧密结合高等职业院校工程造价与建筑管理类专业毕业生岗位的知识 and 能力要求,研究一般结构构件的受力特点、构造要求、施工图识读等建筑结构基本概念和基本知识。

本书可作为高等职业院校工程造价与建筑管理类专业的教学用书,也可作为工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

建筑结构基础与识图 / 陈民, 周国新, 肖玲主编
— 上海: 上海交通大学出版社, 2014 (2016 重印)
ISBN 978-7-313-11345-0

I. ①建… II. ①陈… ②周… ③肖… III. ①建筑结构—高等教育—教材②建筑结构—建筑制图—识别—高等教育—教材 IV. ①TU3②TU204

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 109487 号

建筑结构基础与识图

主 编: 陈 民 周国新 肖 玲

出版发行: 上海交通大学出版社

地 址: 上海市番禺路 951 号

邮政编码: 200030

电 话: 021-64071208

出 版 人: 韩建民

印 制: 三河市祥达印刷包装有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 787mm×1092mm 1/16

印 张: 13.75 字 数: 318 千字

版 次: 2014 年 8 月第 1 版

印 次: 2016 年 1 月第 2 次印刷

书 号: ISBN 978-7-313-11345-0/TU

定 价: 35.00 元

版权所有 侵权必究

告读者: 如发现本书有印装质量问题请与发行部联系

联系电话: 010-62137141

编者的话

近年来,随着国家经济建设的迅速发展,建设工程的发展规模不断扩大,建设速度不断加快,对具备高等职业技能的建筑类人才的需求也不断加大。

本教材结合了专业建设、课程建设和教学改革成果,在广泛调查和研讨的基础上进行规划和编写,紧密结合职业要求,力争能满足高等职业院校教学需要并推动高等职业院校工程造价与建筑管理类专业的教材建设。

本书紧密结合高等职业院校工程造价与建筑管理类专业毕业生岗位的知识 and 能力要求,研究一般结构构件的受力特点、构造要求、施工图识读等建筑结构基本概念和基本知识。

本书注重培养学生的实践能力,基础理论贯彻“实用为主、必需和够用为度”的原则,基本知识采用广而不深、点到为止的编写方式,基本技能贯穿教学的始终。在教材的编写中,力求文字叙述简明扼要、通俗易懂。

近年来,建筑行业的国家标准不断更新,本书紧跟时代,所采用的标准均为最新国家标准,让学生及时了解建筑行业的最新规定。

本书共分九章,主要内容包括:建筑力学基本知识、结构设计方法与设计指标、钢筋混凝土结构基本构件、建筑基础、钢筋混凝土楼(屋)盖、楼梯、多层及高层钢筋混凝土房屋结构、砌体结构、钢结构和结构施工图识读。

本书可作为高等职业院校工程造价与建筑管理类专业的教学用书,也可作为工程技术人员的参考书。

本书由陈民、周国新和肖玲任主编,景向欣、吴伟鹏和宁丽平任副主编,王婷婷和朱以旭也参与了编写工作。

在编写本书的过程中,编者翻阅了大量相关的资料和教材,在此,对这些资料的作者和编者表示衷心的感谢。由于时间仓促,编写人员水平有限,书中不尽如人意之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

另外,本书配有丰富的教学资源包,读者可登录北京金企鹅文化发展中心网站(www.bjjqe.com)下载。

编者

2015年12月

目 录

绪论	1
第一节 建筑结构的组成及分类	1
一、建筑结构的组成	1
二、建筑结构的分类	2
第二节 建筑结构的发展概述	3
第三节 课程的特点与基本要求	4
第1章 建筑力学基础知识	6
第一节 静力学的基本概念	7
一、力与平衡的基本知识	7
二、静力学基本公理	8
三、约束与约束反力	10
四、物体的受力分析及受力图	14
第二节 平面力系平衡条件的应用	18
一、力的投影、力矩和力偶	18
二、平面一般力系的平衡方程及应用	23
三、平面力系平衡方程的几种特殊情况	24
第三节 内力与内力图	28
一、内力和应力的概念	29
二、杆件变形的基本形式	30
三、轴向拉伸和压缩时的内力	31
四、受弯构件的内力	33
思考题	36
练习题	37
第2章 结构设计方法与设计指标	40
第一节 建筑结构荷载	41
一、结构上的作用	41
二、荷载的分类	41
三、荷载的代表值	42

四、荷载的计算	44
第二节 建筑结构的设计方法	45
一、建筑结构的性能要求	45
二、结构的极限状态	46
三、极限状态设计表达式	47
第三节 建筑结构材料的设计指标	50
一、钢筋的设计指标	50
二、混凝土的设计指标	51
第四节 建筑结构抗震设防简介	52
一、基本概念	52
二、建筑抗震设防标准与设防目标	53
思考题	54
练习题	55
第3章 钢筋混凝土结构基本构件	56
第一节 钢筋混凝土受弯构件	57
一、梁、板的一般构造要求	57
二、钢筋的锚固、弯钩和连接	61
三、受弯构件正截面承载力计算	63
四、受弯构件斜截面承载力计算	69
第二节 钢筋混凝土受压构件	73
一、受压构件的分类	73
二、构造要求	74
三、轴心受压构件的承载力计算	75
第三节 钢筋受扭构件	75
一、受力特点	76
二、构造要求	76
第四节 预应力混凝土构件基本知识	77
一、预应力混凝土构件的基本概念	77
二、施加预应力的方法	77
三、预应力混凝土材料	79
四、预应力混凝土构件的一般构造要求	79
第五节 钢筋混凝土构件施工图	82
一、钢筋混凝土构件施工图的内容与特点	82
二、钢筋混凝土构件施工图中钢筋的表示方法	83

三、钢筋混凝土构件识图举例	85
思考题	88
练习题	88
第4章 建筑基础	90
第一节 基础的分类	91
一、按所用材料分类	91
二、按构造形式分类	94
第二节 天然地基浅埋基础	98
一、埋置深度的概念	98
二、影响埋置深度的因素	98
三、基础的构造要求	100
第三节 基础施工图	103
一、基础平面图	104
二、基础详图	106
思考题	108
练习题	108
第5章 钢筋混凝土楼（屋）盖、楼梯	110
第一节 钢筋混凝土楼盖的类型	111
一、现浇整体式楼盖	111
二、装配式楼盖	113
三、装配整体式楼盖	117
第二节 现浇单向板肋形楼盖	118
一、单向板肋形楼盖的结构布置	118
二、单向板肋形楼盖的受力特点	118
三、单向板肋形楼盖的构造要求	119
第三节 现浇双向板肋形楼盖	122
一、双向板的受力特点	122
二、双向板的构造要求	123
第四节 钢筋混凝土楼梯	123
一、现浇钢筋混凝土楼梯的特点	124
二、现浇钢筋混凝土楼梯的分类	124
三、现浇钢筋混凝土楼梯的构造	126
第五节 悬挑构件	128

一、悬挑构件的受力特点	128
二、悬挑构件的构造措施	129
第六节 钢筋混凝土梁板结构施工图	130
一、钢筋混凝土楼（屋）盖结构施工图	130
二、楼梯结构施工图	135
思考题	138
练习题	138
第 6 章 多层及高层钢筋混凝土房屋结构	139
第一节 多层及高层结构体系	140
一、框架体系	140
二、剪力墙结构体系	141
三、框架-剪力墙结构体系	141
四、筒体结构体系	142
第二节 框架结构	143
一、框架结构的形式	143
二、框架结构的受力特点	145
三、现浇框架抗震构造要求	149
第三节 剪力墙结构	152
一、剪力墙结构的基本概念	152
二、剪力墙结构构件的受力特点	153
三、剪力墙结构的抗震结构措施	153
第四节 框架-剪力墙结构	157
一、框架-剪力墙结构的受力特点	157
二、框架-剪力墙结构的构造	158
思考题	158
练习题	159
第 7 章 砌体结构	160
第一节 砌体的分类及力学性质	161
一、块材和砂浆	161
二、砌体的种类	164
三、砌体的抗压性能	166
第二节 多层砌体房屋的构造要求	167
一、多层砌体结构墙、柱的一般构造要求	168

二、多层砌体房屋抗震的一般规定	171
三、多层黏土砖房抗震构造措施	173
四、多层砌块房屋抗震构造措施	175
五、框架-抗震墙房屋的抗震构造措施	177
思考题	179
练习题	179
第 8 章 钢结构	180
第一节 钢结构的连接	181
一、钢结构的连接方式	181
二、焊缝连接	181
三、螺栓连接	185
第二节 钢结构构件	189
一、轴心受力构件	189
二、受弯构件	192
思考题	194
练习题	194
第 9 章 结构施工图识读	195
第一节 结构施工图概述	196
一、结构施工图的主要内容	196
二、结构施工图的基本规定	196
三、结构施工图中常用构件代号	198
第二节 结构平面图	199
一、结构平面图的图示方法及内容	199
二、结构平面图的识读	199
第三节 钢筋混凝土结构施工图平面整体表示方法	202
一、平面注写方式（标注法）	202
二、截面注写方式（断面法）	206
思考题	207
练习题	207

绪论

建筑为人们生产、生活和其他活动提供必要的场所。建筑包括房屋和构筑物两大类，房屋是指由围护结构组成的，供人们居住、工作、生产、生活、娱乐等活动的空间场所，如住宅、公寓、宿舍、办公、商场、宾馆、酒店、影剧院等；构筑物一般指人们不直接在内进行生产和生活活动的场所，如水塔、烟囱、栈桥、堤坝、蓄水池等。建筑中由若干个单元按照一定的连接方式组成，将所承受的荷载和其他间接作用至上而下最终传给地基的骨架称为建筑结构，而这些单元就称为建筑结构的基本构件。

第一节 建筑结构的组成及分类

一、建筑结构的组成

组成建筑结构的基本构件主要有板、梁、柱、墙和基础等，这些构件由于所处部位及承受荷载情况不同，作用也各不相同。

板：水平承重构件。板直接承受着各楼层上的家具、设备、人的重量和楼层自重；同时板对墙或柱有水平支撑的作用，承受着风、地震等侧向水平荷载，并把这些荷载传递给墙和柱。建筑结构设计时，板要有足够的强度和刚度，以及良好的隔音、防水和防火性能。

梁：水平承重构件。梁承受板传来的荷载及梁的自重。梁的截面高度和宽度尺寸远小于长度方向的尺寸。

柱：竖向承重构件。柱承受着由板和梁传来的各种荷载，并把这些荷载传递给基础。建筑结构设计时，柱必须满足强度、刚度和耐久性要求。

墙：竖向承重构件。与柱的作用类似，墙也承受着板和梁传来的各种荷载，并把这些荷载传给基础；同时外墙有围护的功能，内墙有分隔房间的功能。所以在建筑结构设计时，应有保温、隔热、隔音、防水、防火等要求。

基础：基础位于建筑物的最下部，埋于地面之下，承受上部结构传来的所有荷载，并将这些荷载传给地基。基础是房屋的主要受力构件，其构造要求是坚固、稳定、耐久，能经受冰冻、地下水及所含化学物质的侵蚀，保持足够的使用年限。

二、建筑结构的分类

建筑结构有多种分类方法,一般可按照建筑所用材料、承重结构类型、使用功能、外形特点、施工方法等进行分类。

1. 按建筑结构所用材料分类

按所用材料不同,建筑结构可分为混凝土结构、砌体结构、钢结构和木结构等。

(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等,其中钢筋混凝土结构应用最为广泛。

(2) 砌体结构

砌体结构是由块材和砂浆等胶结材料砌筑而成的结构,包括砖砌体结构、石砌体结构和砌块砌体结构,广泛应用于多层民用建筑中。

(3) 钢结构

钢结构是由钢板、型钢等钢材通过有效的连接方式所形成的结构,广泛应用于工业建筑及高层建筑结构中。随着我国经济建设的迅速发展,钢产量大幅度增加,钢结构的应用领域有了较大的扩展。可以预计,钢结构在我国将得到越来越广泛的应用。

(4) 木结构

木结构是指全部或大部分用木材制作的结构。由于木材生产受自然条件的限制,砍伐木材会使环境遭到破坏,且木材具有易燃、易腐、变形大等特点,因此目前木结构已较少使用,本书对木结构将不再叙述。

2. 按承重结构类型分类

按承重结构不同,可分为砖混结构、框架结构、剪力墙结构、框架—剪力墙结构、筒体结构和排架结构。

(1) 砖混结构

砖混结构是指由砌体和钢筋混凝土材料制成的构件所组成的结构,主要用于层数不多的住宅、宿舍、办公楼和旅馆等民用建筑。

(2) 框架结构

框架结构是指由梁和柱为主要构件组成的承受竖向和水平作用的结构。目前我国框架结构多采用钢筋混凝土建造。

(3) 剪力墙结构

剪力墙结构是指房屋的内、外墙都做成实体的钢筋混凝土墙体,利用墙体承受竖向和水平作用的结构。

(4) 框架—剪力墙结构

框架—剪力墙结构是指在框架结构内纵横方向适当位置的柱与柱之间,布置厚度不小于 160 mm 的钢筋混凝土墙体,由框架和剪力墙共同承受竖向和水平作用的结构。这种结构结合了框架和剪力墙的优点,目前主要用在 20 层左右的高层建筑中。

(5) 筒体结构

筒体结构是指由单个或多个筒体组成的空间结构体系,其受力特点与一个固定于基础上的筒行悬臂构件相似。

(6) 排架结构

排架结构是指由屋架(或屋面梁)、柱和基础组成,且柱与屋架铰接,与基础连接的结构。排架结构多采用装配式体系,可以用钢筋混凝土或钢结构建造,广泛应用于单层工业厂房建筑。

3. 按照其他方法分类

按外形特点不同,建筑结构可分为单层结构多层结构大跨度结构和高耸结构等。

按施工方法不同,建筑结构可分为现浇结构、装配式结构、装配整体式结构和预应力混凝土结构等。

第二节 建筑结构的发展概述

建筑结构有着悠久的历史,并随着人类社会的进步、科学技术的发展而不断发展。

大量的考古发掘资料表明,我国远在公元前 5000 年~公元前 3000 年就有了房屋结构的痕迹。人们应用较早的建筑结构是砖石结构和木结构,如金字塔(图 0-1)、万里长城(图 0-2)、河北省赵县的安济桥、山西省五台县的佛光寺大殿以及许许多多宏伟的宫殿、寺院和宝塔等都是建筑结构发展史上的辉煌之作。

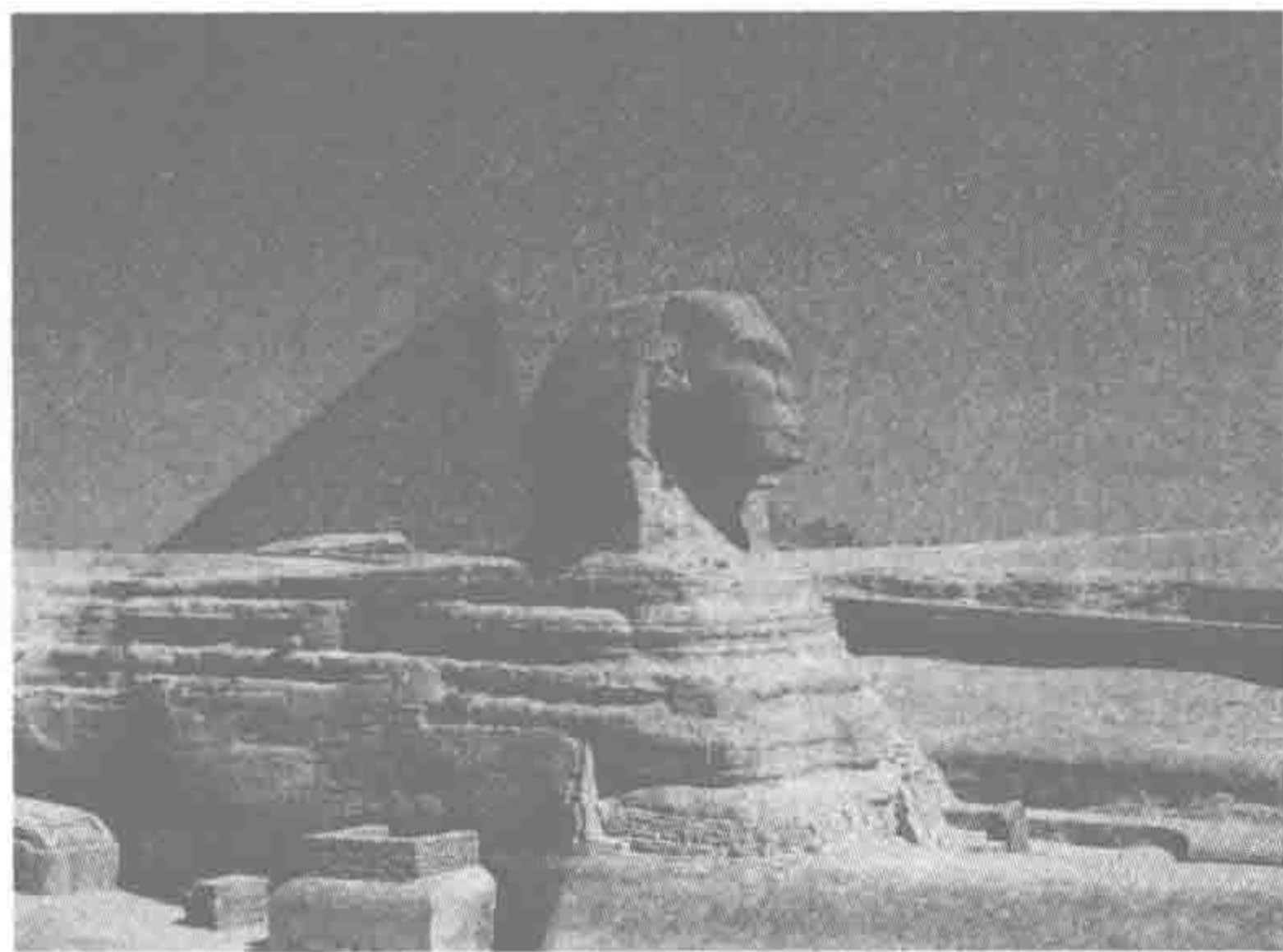


图 0-1



图 0-2

17 世纪工业革命之后,资本主义国家工业化的发展,推动了建筑结构的发展。人类从 17 世纪开始使用生铁建造房屋,19 世纪初开始使用熟铁建造房屋,自 19 世纪中叶开始,随着冶炼技术的发展,钢结构建造房屋得到了蓬勃发展。19 世纪 20 年代波特兰水泥制成后,混凝土相继面世,随后出现了钢筋混凝土结构、预应力混凝土结构,使混凝土结构的应用更为广泛。当今建筑结构的形式和高度也发生了变化,如国家大剧院(图 0-3)和上海环球金融中心(图 0-4)。



图 0-3 国家大剧院

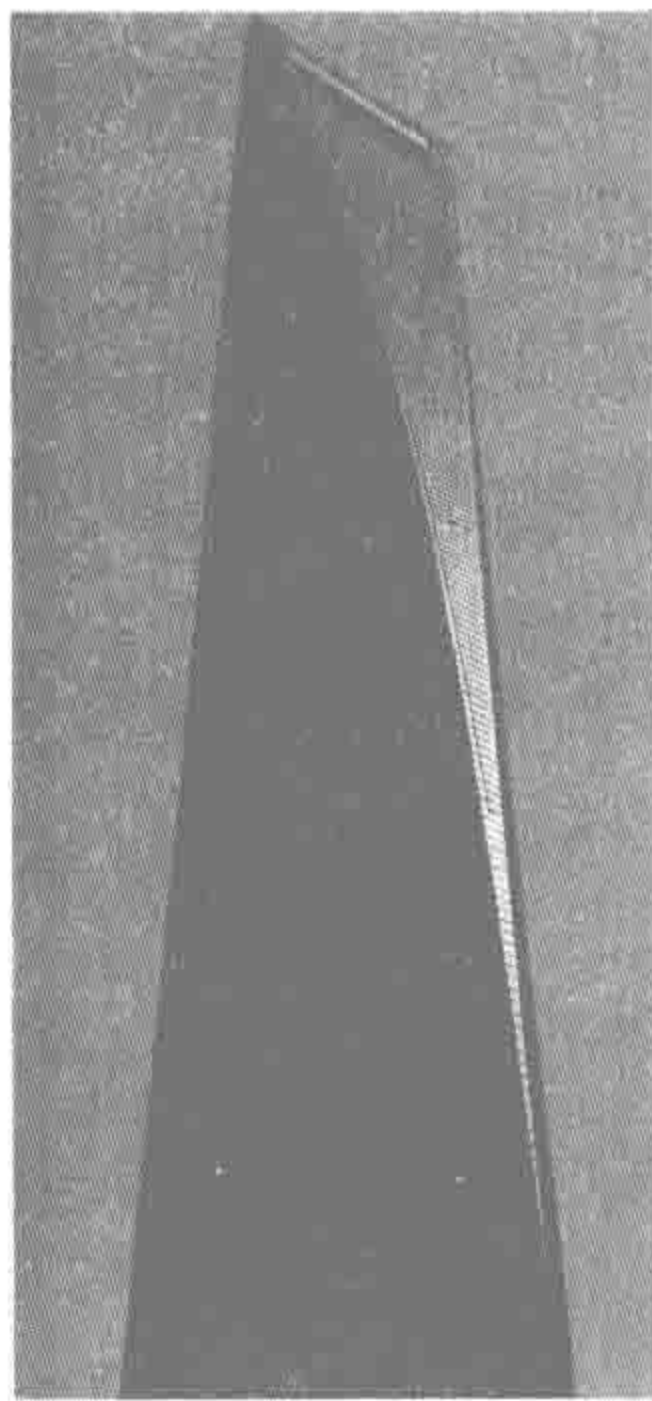


图 0-4 上海环球金融中心

建筑结构在设计理论方面也日趋成熟与完善,1955 年,我国有了第一批建筑结构设计规范,至今已修订了 4 次。20 世纪 50 年代前,结构的安全度和可靠度设计方法基本处于经验性的允许应力法阶段。20 世纪 70 年代后,结构可靠度的近似概率极限状态设计方法被广泛采用。随着理论的深入研究、计算机的广泛应用和现代测试技术的发展,建筑结构的计算理论和设计方法必将日趋完善,并向着更高的阶段发展。

第三节 课程的特点与基本要求

《建筑结构基础与识图》是工程造价专业的重要基础课程,其主要由建筑力学基本知识、结构设计方法与设计指标、钢筋混凝土结构基本构件、建筑基础、钢筋混凝土楼(屋)盖、楼梯、多层及高层钢筋混凝土房屋结构、砌体结构、钢结构和结构施工图识读等部分组成。本课程以培养学生的结构施工图识读能力为主线,主要研究一般结构构件的受力特点、构造要求、施工图表示方法等建筑结构基本概念和基本知识,为学生以后正确计算结构工程量奠定基础。

为了学好建筑结构基础与识图这门课程,应注意以下几个方面。

① 学习本课程时,应加强基本概念的理解。本课程内容多、符号多、计算公式多、

构造要求多,在学习中不应死记硬背,要注重对概念的理解。除课堂教学外,要通过思考题和习题等作业,进一步巩固和理解学习内容。

② 重视结构设计规范《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)、《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2010)、《砌体结构设计规范》(GB 50003—2010)、《建筑结构可靠度设计统一标准》(GB 50058—2010)、《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010)、《混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图》(12G101—4)等的学习,在学习本课程的同时,应熟悉并掌握现行的规范。许多构造要求是大量的工作经验和科学实验的总结,其地位与计算结构同等重要,需通过平时的作业和课程设计逐步掌握一些基本的构造要求,并学会应用有关规范和标准。

③ 注重实践,做到理论联系实践。本课程的理论很多来自于实践,是实践经验的总结。多到施工现场参观、学习钢筋的下料、绑扎,钢筋土的浇筑等内容,这样可加深知识的理解。

④ 注重识图能力的培养和提高。识读建筑结构图是工程造价学生的重要能力之一。要求学生必须熟悉结构施工图的表示方法,掌握基本的结构知识,理解构造要求,能熟练准确地识读板、梁、柱、剪力墙、楼梯、基础等结构施工图。

第 1 章

建筑力学基础知识

学习目标

- ➡ 了解力与平衡的基本概念、静力学的基本公理
- ➡ 了解约束与约束反力的概念以及工程中常见的约束类型
- ➡ 熟练掌握受力分析的方法，并能准确地画出受力图
- ➡ 熟练掌握力的投影、力矩及力偶的计算和平面一般力系平衡方程及应用
- ➡ 了解内力的概念和熟练掌握内力的计算

第一节 静力学的基本概念

一、力与平衡的基本知识

1. 力的基本知识

(1) 力的概念

力是物体间的相互作用,这种作用会引起物体的运动状态变化或使物体产生变形。物体的运动状态变化是指物体运动速度大小或运动方向的改变;物体的变形是指物体的形状或大小发生变化,其中,力使被作用物体的运动状态发生变化的效应称为运动效应,又称外效应;力使物体产生变形的效应称为变形效应,又称内效应。静力学只限于研究刚体,不考虑物体的变形,故只涉及力的外效应,而不考虑力的内效应。

(2) 力的三要素

从实践可知,力的作用效果取决于力的三要素:力的大小、力的方向和力的作用点。在描述一个力时,必须全面表明力的三要素。

力的大小反映了物体间相互作用的强弱程度,力大,则对物体的作用效果也大;力小,则对物体的作用效果也小。力的大小可以用测力器测定,通常用数量表示,在国际单位中,力的单位是牛顿(N)或千牛顿(kN)。它们的换算关系为:

$$1 \text{ kN} = 1\,000 \text{ N}$$

力的方向是指力的作用方向,力的作用方向不同,对物体产生的效果也不同。

力的作用点即力作用在物体上的位置,力的作用位置不同,对物体产生的效果也不同。

力的大小、方向和作用点决定了力对物体的作用效果,改变这三个因素中的任何一个因素,都会改变力对物体的作用效果。

既有大小又有方向的变量称为矢量,所以力是矢量。我们可以用一个带有箭头的线段表示,如图1-1所示,其中用按一定比例尺画出的线段长度表示力的大小;线段的方位和箭头的指向表示力的方向;线段的起点或终点表示力的作用点。力矢量的符号用粗体字母表示,如 $\boldsymbol{F}$, $\boldsymbol{F}_N$ 。

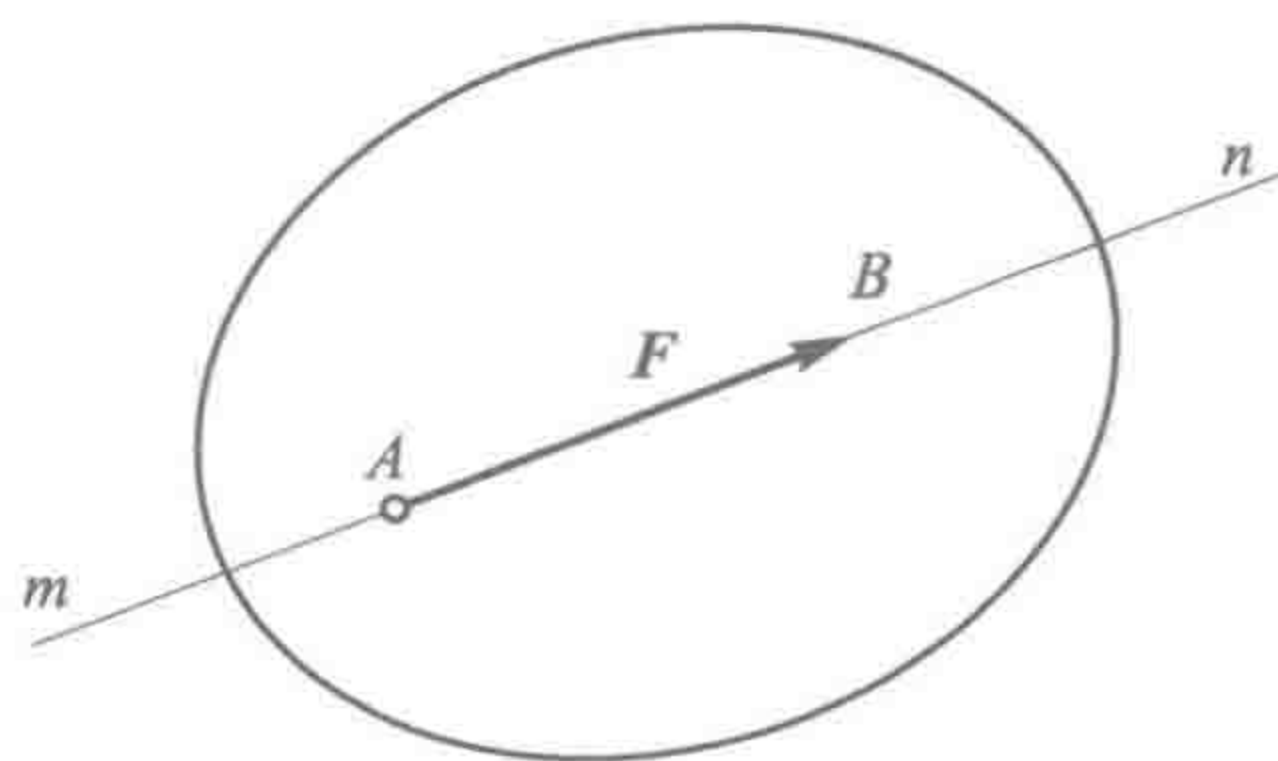


图 1-1

(3) 外力和内力

力可以分为外力和内力，外力是指其他物体对所研究物体的作用力，内力是指物体系内各物体间相互作用的力。外力和内力的区别并非是绝对的，它随研究对象的不同而不同。如将一个盒子放在桌子上，如果把盒子与桌子同时看做研究对象，那么盒子与桌子间的作用就是内力；如果单独研究桌子，那么盒子对桌子的作用就是外力。

2. 刚体和平衡的概念

(1) 刚体的概念

刚体是指在任何外力作用下可忽略其几何形状改变的物体。显然，刚体并不存在，它是人们在研究客观世界时，把实际物体经过抽象化所得到的理想模型。

实际上，任何物体受力后都会有或多或少的变形。但是有许多物体，如工程结构的构件或机器的零件等，受力后的变形非常微小。在这种情况下，对静力学研究的问题来说，忽略变形不会对研究的结果产生明显的影响，但却可使问题的研究大大简化。这时，把实际物体抽象为刚体，不仅是合理的，而且是必要的。

(2) 平衡的概念

物体的平衡状态是指物体相对于地球保持静止或作匀速直线运动的状态。例如，静止的房屋、树木、桥梁等，它们相对于地球都处于平衡状态。

二、静力学基本公理

公理是人们在生活和生产实践中长期积累的经验总结，经过实践反复检验，被确认是符合客观实际的最普遍、最一般的规律。静力学公理是人们经过反复实践总结出来的最基本的力学规律。

公理 1 二力平衡公理。

作用在刚体上的两个力（如 F_1 和 F_2 ），使刚体保持平衡的充要条件是：这两个力的大小相等，方向相反，且作用在同一直线上，即 $F_1 = -F_2$ 。

这个公理表明了作用在刚体上的最简单力系平衡时必须满足的条件。

工程上常遇到只有两点受力处于平衡状态的构件，称为二力构件。如果构件是杆，则