

全国高职高专建筑装饰技术类系列规划教材



工程力学 与建筑结构

杜绍堂 赵萍 主编
毛海涛 周志全 欧雅玲 副主编

 科学出版社
www.sciencep.com

全国高职高专建筑装饰技术类系列规划教材

工程力学与建筑结构

杜绍堂 赵 萍 主 编

毛海涛 周志全 欧雅玲 副主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书根据最新建筑结构的相关规范编写,体现了“实用为主、够用为度”的原则,着重突出工程能力、创新能力、应变能力和职业道德的培养。

本书的主要内容为绪论、建筑结构的力系平衡条件、结构构件的承载力计算、结构的受力分析、建筑结构概述、钢筋混凝土结构、梁板结构与多高层建筑结构、砌体结构、钢结构、建筑地基与基础、建筑结构抗震基本知识、建筑结构施工图识读。

本书适用于高职高专建筑装饰技术专业,同时也可供高职高专建筑设计技术、室内设计技术、建筑工程管理、建筑工程造价、建筑经济管理、房地产经营与估价、物业管理等专业选用。

图书在版编目(CIP)数据

工程力学与建筑结构/杜绍堂,赵萍主编. —北京:科学出版社,2006

(全国高职高专建筑装饰技术类系列规划教材)

ISBN 7-03-017870-X

I. 工… II. ①杜… ②赵… III. ①工程力学-高等学校:技术学校-教材 ②建筑结构-高等学校:技术学校-教材 IV. ①TB12 ②TU3

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第097623号

责任编辑:彭明兰/责任校对:柏连海

责任印制:吕春珉/封面设计:耕者设计工作室

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新蕾印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2006年9月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2006年9月第一次印刷 印张:22 3/4

印数:1—3 000 字数:518 000

定价:29.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

销售部电话 010-62136131 编辑部电话 010-62137026 (VA03)

全国高职高专建筑装饰技术类系列规划教材

编 委 会

主任委员 李振格

副主任委员 (以姓氏笔画排序)

关俊良 杜绍堂 袁建新 韩 勇 童安齐

委 员 (按姓氏笔画排序)

刘海波 李 芬 李 蔚 李 燕

李竹梅 李学泉 李春亭 张国华

殷之明 曹 干 逯海勇 彭士君

彭明兰 戴 杰

前 言

“工程力学与建筑结构”是建筑装饰技术等建筑类专业的专业基础课，这些专业对工程力学、建筑结构的知识要求相对较浅。为保证这些专业对“工程力学与建筑结构”所需知识的掌握，我们在吸收相关院校课程教学改革成果的基础上编写了本书。本书具有如下特点：一是教学内容做到了以理论够用为度，突出了技能培养；二是在结构上考虑了“工程力学与建筑结构”在各知识点上的系统性和相对独立性，做到了有机统一；三是按照最新建筑结构的相关规范进行编写，突出基本概念、基本公式的应用，结合工程实例，取材恰当，易教易学。每一教学内容均附有典型例题，章前有学习目标和要求，章后有小结、习题。

本书编写分工是：昆明冶金高等专科学校杜绍堂编写第1章、第9章，北京农业职业学院欧雅玲编写第2章，太原大学田海风编写第3章，天津城建学院焦卫编写第4章，石家庄职业技术学院赵萍编写第5章、第7章，山西工程职业技术学院金萃编写第6章，昆明冶金高等专科学校毛海涛编写第8章，首钢工学院周志全、朱绪平、郑晓明分别编写第10章、11章和12章。全书由杜绍堂统稿。

限于编者水平有限，对书中不妥之处恳请读者批评指正。

目 录

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 建筑结构的的基本概念	1
1.2 工程力学与建筑结构的关系	2
1.3 本课程的任务和学习目标	2
第 2 章 建筑结构的力系平衡条件	5
2.1 结构构件受力分析的基本概念	5
2.1.1 力的概念	5
2.1.2 力的作用效应	5
2.1.3 力的合成与分解	5
2.1.4 平衡与二力平衡规则	6
2.1.5 作用在结构上的荷载	6
2.1.6 约束与约束反力	7
2.1.7 物体的受力分析与受力图	12
2.2 平面汇交力系	13
2.2.1 平面汇交力系的基本概念	13
2.2.2 力在坐标轴上的投影	14
2.2.3 平面汇交力系的合成	15
2.2.4 平面汇交力系的平衡条件	17
2.3 力矩与平面力偶系	18
2.3.1 力矩的概念	18
2.3.2 合力矩定理	20
2.3.3 力偶的概念	21

2.3.4 力偶的合成	21
2.3.5 力偶系的平衡条件	22
2.4 平面一般力系	23
2.4.1 平面一般力系的基本概念	23
2.4.2 力的平移定理	23
2.4.3 平面一般力系向平面内一点的简化	23
2.4.4 平面一般力系平衡条件	26
小结	28
习题	30
第3章 结构构件的承载力计算	33
3.1 承载能力的概念及构件的变形形式	33
3.1.1 承载能力的概念	33
3.1.2 杆件及其变形的基本形式	33
3.2 截面的几何性质	35
3.2.1 截面的静矩和形心	35
3.2.2 截面的惯性矩	36
3.2.3 平行移轴公式	37
3.2.4 组合截面的惯性矩	38
3.3 拉压变形时的承载力	39
3.3.1 轴向拉伸与压缩的概念和实例	39
3.3.2 内力的概念和截面法	40
3.3.3 轴向拉(压)杆的内力——轴力	41
3.3.4 轴向拉压杆横截面上的正应力	43
3.3.5 许用应力和拉伸与压缩时的强度条件	44
3.3.6 轴向拉伸与压缩时的变形和胡克定律	46
3.3.7 材料拉(压)时的力学性能	48
3.4 剪切变形时的承载能力	51
3.4.1 剪切和挤压变形的概念和实例	51
3.4.2 剪切和挤压的强度条件	52
3.5 弯曲变形时的承载力	54
3.5.1 弯曲的概念和梁的基本类型	54

3.5.2 梁的弯曲内力——剪力和弯矩	56
3.5.3 梁的内力图——剪力图和弯矩图	59
3.5.4 梁的正应力	62
3.5.5 弯曲正应力的强度条件	64
3.6 压杆稳定	69
3.6.1 工程中丧失稳定性的实例	69
3.6.2 压杆稳定的概念	69
3.6.3 欧拉公式	70
3.6.4 压杆稳定的实用计算	72
小结	75
习题	76
第4章 结构的受力分析	81
4.1 结构的计算简图及几何组成分析	81
4.1.1 结构的计算简图	81
4.1.2 几何组成分析的概念	83
4.1.3 几何不变体系的简单组成规则	84
4.1.4 静定结构与超静定结构	87
4.2 静定结构的内力计算	88
4.2.1 桁架的内力计算	88
4.2.2 刚架的内力计算	94
4.2.3 拱的内力计算	96
4.3 连续梁内力分析的基础知识	101
4.3.1 连续梁	101
4.3.2 力矩分配法	103
小结	111
习题	113
第5章 建筑结构概述	116
5.1 建筑结构的组成及分类	116
5.1.1 建筑结构的组成	116
5.1.2 建筑结构按材料分类	117

5.1.3 建筑结构按受力和构造特点分类	119
5.1.4 常用的空间结构形式	120
5.2 建筑结构的荷载	123
5.2.1 荷载的分类	123
5.2.2 荷载的代表值	124
5.2.3 荷载效应和荷载效应组合	126
5.3 建筑结构的计算方法	128
5.3.1 结构的功能要求	128
5.3.2 结构的极限状态	129
5.3.3 结构的抗力	130
5.3.4 材料强度的标准值和设计值	130
5.3.5 概率极限状态设计法	131
5.3.6 极限状态实用设计表达式	132
小结	133
习题	134
第6章 钢筋混凝土结构	135
6.1 钢筋混凝土的概念	135
6.1.1 混凝土结构的分类	135
6.1.2 钢筋混凝土的概念	135
6.2 钢筋混凝土材料	136
6.2.1 混凝土的强度	136
6.2.2 混凝土的变形	137
6.2.3 钢筋的种类	138
6.2.4 钢筋的力学性能与弹性模量	139
6.2.5 钢筋与混凝土之间的粘结	142
6.3 钢筋混凝土受弯构件	143
6.3.1 梁和板的构造要求	143
6.3.2 正截面破坏形式	145
6.3.3 正截面强度计算	147
6.3.4 斜截面破坏形式	149
6.3.5 斜截面抗剪强度的计算	152

6.3.6 受弯构件的挠度和裂缝的计算	156
6.4 钢筋混凝土受压构件	157
6.4.1 受压构件的分类	157
6.4.2 轴心受压构件的计算方法	157
6.4.3 偏心受压构件的计算方法	159
6.5 预应力混凝土构件的基本知识	165
6.5.1 预应力混凝土的基本概念	165
6.5.2 施加预应力的方法	166
6.5.3 预应力混凝土的材料	167
6.5.4 预应力钢筋的张拉控制应力	168
6.5.5 预应力损失	168
小结	169
习题	170
第7章 梁板结构与多高层建筑结构	172
7.1 梁板结构的基本知识	172
7.1.1 梁板结构的分类及优缺点	172
7.1.2 现浇肋形楼盖	174
7.1.3 钢筋混凝土楼梯	176
7.2 多高层建筑结构的基本知识	178
7.2.1 常用的结构体系	178
7.2.2 框架结构	182
7.2.3 剪力墙结构	186
7.2.4 框架-剪力墙结构	190
小结	191
习题	192
第8章 砌体结构	193
8.1 砌体材料和砌体强度	193
8.1.1 砌体材料	193
8.1.2 砌体的种类	195
8.1.3 砌体的强度	198

8.1.4 影响砌体抗压强度的因素	203
8.2 砌体结构的受力和强度计算	204
8.2.1 房屋的静力计算方案	204
8.2.2 墙、柱的高厚比验算	206
8.2.3 受压构件的强度计算	212
小结	217
习题	218
第9章 钢结构	220
9.1 钢结构用钢材	220
9.1.1 钢材的力学性能	220
9.1.2 影响钢材性能的因素	223
9.1.3 钢材的设计指标	224
9.1.4 钢材的种类	224
9.1.5 钢材的规格	225
9.1.6 钢材的选用	227
9.2 钢结构的连接	227
9.2.1 焊缝连接	228
9.2.2 螺栓连接	237
9.3 钢结构的基本构件	241
9.3.1 受弯构件——钢梁	241
9.3.2 轴心受力构件	247
9.3.3 偏心受力构件的概念	252
小结	253
习题	254
第10章 建筑地基与基础	255
10.1 建筑地基	255
10.1.1 岩土的工程分类	255
10.1.2 地基处理方法	259
10.2 建筑基础	262
10.2.1 浅基础	262

10.2.2 桩基础	266
小结	269
思考题	270
第11章 建筑结构抗震基本知识	271
11.1 地震基本知识	271
11.1.1 地震及其破坏作用	271
11.1.2 震级与烈度	273
11.1.3 建筑抗震设防	275
11.1.4 抗震概念设计的基本要求	278
11.2 多层及高层钢筋混凝土房屋	280
11.2.1 震害特点	280
11.2.2 抗震设计的一般规定	281
11.2.3 抗震构造措施	283
11.3 多层砌体房屋	292
11.3.1 多层砌体房屋的震害特点	292
11.3.2 抗震设计的一般规定	293
11.3.3 抗震构造措施	295
小结	298
习题	298
第12章 建筑结构施工图的识读	299
12.1 概述	299
12.2 基础施工图	300
12.2.1 条形基础	300
12.2.2 独立基础	302
12.3 结构平面图	304
12.3.1 楼层结构平面图	304
12.3.2 屋顶结构平面图	307
12.4 梁、板、柱配筋图	307
12.4.1 钢筋混凝土梁	307
12.4.2 钢筋混凝土板的配筋图	310

12.4.3 钢筋混凝土柱的配筋图	311
12.5 楼梯施工图	312
12.5.1 楼梯结构平面图	312
12.5.2 楼梯结构剖视图	314
12.5.3 楼梯配筋图	316
12.6 钢屋架施工图	316
12.6.1 型钢及其连接的标注方法	316
12.6.2 钢屋架的尺寸标注	318
12.6.3 钢屋架结构详图	319
12.7 建筑结构平面标注法	321
小结	324
习题	324
附录 1 永久荷载和可变荷载取值	325
附录 2 钢筋的计算截面面积及理论重量	328
附录 3 受弯构件的裂缝和挠度限值	330
附录 4 受压砌体承载力影响系数 φ	331
附录 5 钢材的强度取值	333
附录 6 型钢规格表	334
附录 7 受弯构件的挠度容许值	345
附录 8 构件的容许长细比	346
参考文献	347

第1章

绪论

1.1 建筑结构的基本概念

建筑物中承受和传递作用的部分称为建筑结构，它是建筑物的骨架，组成这个骨架的各部分构件称为建筑结构构件，如房屋建筑中的楼（屋）面板、梁、屋架、墙或柱、基础等就是建筑结构构件，由这些构件组成的房屋结构就是建筑结构，它是房屋的承重体系，可分为水平承重部分（梁板）、竖向承重部分（墙或柱）和基础三部分。

建筑结构的作用是指使结构产生效应（内力、变形）的各种原因的总称。作用分为直接作用和间接作用。直接作用习惯上称为荷载，指施加在结构上的集中或分布荷载，如结构自重、楼屋面活荷载、雪荷载、风荷载等。间接作用指引起结构外加变形或约束变形的原因，如地基变形、混凝土收缩、温度变化、地震等。

建筑结构可以用不同的材料建造。由混凝土为主要材料建造的结构称为混凝土结构，有素混凝土结构、钢筋混凝土结构、预应力混凝土结构三种。素混凝土结构是由混凝土单一材料组成的结构，其抗压强度高，但抗拉强度较低，工程中较少采用。钢筋混凝土结构是由钢筋和混凝土两种材料组成的结构，在受力中充分发挥钢筋抗拉（压）强度高和混凝土抗压强度高的特点，使两者协同工作、共同变形，大大提高结构的承载能力。预应力混凝土结构是指钢筋混凝土结构受力以前，预先在构件的受拉（或压）区施加预应力，可改善构件的抗裂性能和变形性能并充分利用高强度钢筋。由砂浆和块体材料建造的结构称为砌体结构，块体材料有砖、石、砌块三种，故砌体结构又分为砖结构、石结构和砌块结构。如果建筑结构的竖向承重部分用砌体结构建造，水平承重部分用钢筋混凝土结构建造，则称为混合结构。由钢材建造的结构称为钢结构，它的承载能力较高。由木材建造的结构称为木结构，由于其强度低、耐久性差，易腐蚀、需耗费大量森林资源等缺点，目前已极少采用。

建筑结构设计包括结构设计和构造设计两个内容，设计的思路就是选择经济适用的结构方案、进行荷载计算、力学计算、结构计算、构造设计和绘制结构施工图。设计的依据是我国现行的建筑结构设计标准和规范，这些标准和规范也是学习建筑结构的重要依据。

1.2 工程力学与建筑结构的关系

工程力学的内容是理论力学、材料力学、结构力学。建筑结构的内容是钢筋混凝土结构、砌体结构、钢结构、地基基础、建筑抗震。本书针对建筑装饰设计、工程造价、工程管理、房地产等非建筑结构类专业的特点,从掌握建筑设计概念性知识出发,将内容整合为“工程力学与建筑结构”。

工程力学与建筑结构的关系是建筑力学是建筑设计的基础,如前所述建筑物中承受和传递作用的部分称为建筑结构,建筑物是指房屋、厂房、烟囱、塔架、水坝、桥梁、隧道、公路等。如一幢房屋在使用过程中,将承受直接作用(荷载)和间接作用(变形),其受力和承载关系是:屋面板支撑在屋架上,承受本身的自重及屋面活载(风荷载、雪荷载的重量)并把它传给屋架;楼板支撑在梁上,承受本身的自重和楼面活载(人群和家具的重量)并把它传给梁;屋架、梁支撑于墙、柱,承受本身自重和屋面板、楼板传来的荷载并把它传给墙、柱;墙、柱承受本身自重及屋架、梁传来的荷载并把它传给下一层墙、柱;然后传给基础;基础最后将这些力传给地基(即土层)。

设计一幢房屋,须对楼(屋)面板、梁(屋架)、墙(柱)、基础等各结构构件做荷载计算、受力分析并计算出各个构件的内力大小,这是工程力学要解决的问题;然后根据内力的大小去确定构件采用的材料、截面尺寸和形状,这是结构设计要解决的问题。例如:钢筋混凝土梁的设计,计算梁自重和板传过的荷载,确定计算简图、计算内力(弯矩 M 、剪力 V),这是工程力学要解决的问题;根据内力(弯矩 M 、剪力 V)大小选择梁的截面形式和尺寸、混凝土和钢筋等级,进行抗弯强度和抗剪强度计算确定钢筋的数量,绘制配筋图,这是建筑结构要解决的问题。不做结构的受力分析和结构设计,将使结构不能承担荷载(力)的作用而造成房屋的倒塌或结构材料、尺寸选择过好、过大而浪费。

1.3 本课程的任务和学习目标

本课程的任务是研究工程力学与建筑结构的基本概念、基本知识。也就是研究结构或构件在荷载作用下平衡的一般规律,讨论物体处于平衡状态时,力与力之间的关系,即物体受力后保持平衡状态的条件;研究结构构件的承载能力(强度、刚度、稳

定性)计算的基本知识;研究简单静定结构的内力分析计算的基本方法;研究建筑结构(钢筋混凝土结构、砌体结构、钢结构、地基基础、建筑抗震)的基本知识和构造要求,能正确识读结构施工图。

工程力学是学习建筑结构的基础。通过工程力学的学习,使我们学会进行结构的受力分析,学会结构构件在荷载作用下,如何计算构件内力,并通过材料力学性能的学习,进一步解决简单、常用基本构件的强度、刚度和稳定的计算。

建筑结构的學習,要求同学们能应用力学的基本知识,对常见的建筑结构具有初步的结构分析能力,理解结构计算的基本原则,掌握一般建筑结构的简单设计计算,理解建筑结构的一般构造知识。

学习本课程的要求如下。

1. 注意力学与结构的关系

力学是结构设计的基础,只有通过力学的分析才能得出内力,内力是结构设计的依据。但建筑结构中的钢筋混凝土结构、砌体结构的材料不是单一均质、弹性材料,因此力学中的强度、刚度、稳定性公式不能直接应用,需考虑在结构试验和工程经验的基础上建立,学习中要注意理解和掌握。

2. 注意理论联系实际

本课程的理论来源于实践,是前人大量工程实践的经验总结。因此,学习中一方面要通过课堂学习和各个实践环节结合身边的建筑物实例进行学习;另一方面要有计划、有针对性地到施工现场参观学习,增加感性知识、积累工程实践经验。

3. 注意建筑结构设计答案的不唯一性

建筑结构设计不同于数学和力学问题只有一个答案。建筑结构即使是同一构件在同一荷载作用下,其结构方案、截面形式、截面尺寸、配筋方式和数量等都有多种答案。需要综合考虑结构安全可靠、经济适用、施工条件等多方面因素,确定一个合理的答案。

4. 注意学习相关规范

建筑结构设计依据是国家颁布的规范和标准,从事工程设计和施工的相关人员必须严格遵照执行,教材从某种意义上来说是对规范的解释和说明,因此同学们要结

合课程内容需要自觉学习相关的规范，达到熟悉和正确应用的要求。我国现行的建筑设计标准和规范有《建筑结构设计统一标准》(GBJ68—84)、《建筑结构荷载规范》(GB50009—2001)、《混凝土结构设计规范》(GB50010—2002)、《砌体结构设计规范》(GB50003—2001)、《钢结构设计规范》(GB50017—2003)、《建筑地基基础设计规范》(DBJ15—31—2003)、《建筑抗震设计规范》(GB50011—2001)等。