



21st CENTURY

实用规划教材

21世纪全国应用型本科

土木建筑系列 实用规划教材

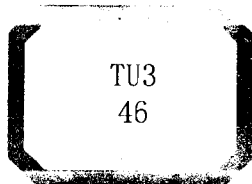


力学与结构

主 编：徐吉恩 唐小弟
副主编：王若林 蔡 洁
主 审：熊德炎



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS



21 世纪全国应用型本科土木建筑系列实用规划教材

力学与结构

主 编	徐吉恩	唐小弟
副主编	王若林	蔡 洁
参 编	王雪亮	毛 云
	黄 伟	刘均利
主 审	熊德炎	



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书按我国现行最新建筑结构规范编写。具体内容包括绪论和静力学基本知识、平面杆件体系的几何组成分析、静定结构内力计算、杆件的应力、强度和刚度、静定结构的位移计算、超静定结构的内力计算、压杆稳定、影响线、建筑力学的计算机软件简介、建筑结构与设计基本原则、钢筋混凝土基本受力构件、钢筋混凝土梁板结构、砌体结构、钢木结构、单层工业厂房、混凝土多高层建筑结构、地基与基础、结构设计的计算机软件简介。大部分章节后面配有习题。

本书的主要读者对象为土建类非结构工程专业的本科学生,也可供土建类的建筑材料、工程测量、给排水、供暖通风等专业的本专科、高职和成人高等教育的学生使用,并适于相关工程技术人员和其他人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

力学与结构/徐吉恩,唐小弟主编. —北京:北京大学出版社, 2006.6

(21世纪全国应用型本科土木建筑系列实用规划教材)

ISBN 7-301-10519-3

I. 力… II. ①徐… ②唐… III. ①建筑力学—高等学校—教材②建筑结构—高等学校—教材
IV. TU3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 005882 号

书 名: 力学与结构

著作责任者: 徐吉恩 唐小弟 主编

策划编辑: 吴 迪 李昱涛

责任编辑: 刘 丽

标准书号: ISBN 7-301-10519-3/TU · 0037

出 版 者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> <http://www.pup6.com>

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667

电子信箱: pup_6@163.com

排 版 者: 北京东方人华北大彩印中心 电话: 62754190

印 刷 者: 涿州市星河印刷有限公司

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 32.25 印张 758 千字

2006 年 6 月第 1 版 2006 年 6 月第 1 次印刷

定 价: 42.00 元

《21 世纪全国应用型本科土木建筑系列实用规划教材》

专家编审委员会

主 任 彭少民

副主任 (按拼音顺序排名)

陈伯望 金康宁 李 忱 李 杰

罗迎社 彭 刚 许成祥 杨 勤

俞 晓 袁海庆 周先雁 张俊彦

委 员 (按拼音顺序排名)

邓寿昌 付晓灵 何放龙 何培玲

李晓目 李学罡 刘 杰 刘建军

刘文生 罗 章 石建军 许 明

严 兵 张泽平 张仲先

丛书总序

我国高等教育发展迅速,全日制高等学校每年招生人数至2004年已达到420万人,毛入学率19%,步入国际公认的高等教育“大众化”阶段。面临这种大规模的扩招,教育事业的发展与改革坚持以人为本的两个主体:一是学生,一是教师。教学质量的提高是在这两个主体上的反映,教材则是两个主体的媒介,属于教学的载体。

教育部曾在第三次新建本科院校教学工作研讨会上指出:“一些高校办学定位不明,盲目追求上层次、上规格,导致人才培养规格盲目拔高,培养模式趋同。高校学生中‘升本热’、‘考硕热’、‘考博热’持续升温,应试学习倾向仍然比较普遍,导致各层次人才培养目标难于全面实现,大学生知识结构不够合理,动手能力弱,实际工作能力不强。”而作为知识传承载体的教材,在高等教育的发展过程中起着至关重要的作用,但目前教材建设却远远滞后于应用型人才培养的步伐,许多应用型本科院校一直沿用偏重于研究型的教材,缺乏针对性强的实用教材。

近年来,我国房地产行业已经成为国民经济的支柱产业之一,随着本世纪我国城市化的大趋势,土木建筑行业对实用型人才的需求还将持续增加。为了满足相关应用型本科院校培养应用型人才的教学需求,从2004年10月北京大学出版社第六事业部就开始策划本套丛书,并派出10多位编辑分赴全国近30个省份调研了两百多所院校的课程改革与教材建设的情况。在此基础上,规划出了涵盖“大土建”六个专业——土木工程、工程管理、建筑学、城市规划、给排水、建筑环境与设备工程的基础课程及专业主干课程的系列教材。通过2005年1月份在湖南大学的组稿会和2005年4月份在三峡大学的审纲会,在来自全国各地几十所高校的知名专家、教授的共同努力下,不但成立了本丛书的编审委员会,还规划出了首批包括土木工程、工程管理及建筑环境与设备工程等专业方向的40多个选题,再经过各位主编老师和参编老师的艰苦努力,并在北京大学出版社各级领导的关心和第六事业部的各位编辑辛勤劳动下,首批教材终于2006年春季学期前夕陆续出版发行了。

在首批教材的编写出版过程中,得到了越来越多的来自全国各地相关兄弟院校的领导和专家的大力支持。于是,在顺利运作第一批土建教材的鼓舞下,北京大学出版社联合全国七十多家开设有土木建筑相关专业的高校,于2005年11月26日在长沙中南林学院召开了《21世纪全国应用型本科土木建筑系列实用规划教材》(第二批)组稿会,规划了①建筑学专业;②城市规划专业;③建筑环境与设备工程专业;④给排水工程专业;⑤土木工程专业道路、桥梁、地下、岩土、矿山课群组近60多个选题。至此,北京大学出版社规划的“大土木建筑系列教材”已经涵盖了“大土建”的6个专业,是近年来全国高等教育出版界唯一一套完全覆盖“大土建”六个专业方向的系列教材,并将于2007年全部出版发行。

我国高等学校土木建筑专业的教育,在国家教育部和建设部的指导下,经土木建筑专业指导委员会六年来的研讨,已经形成了宽口径“大土建”的专业发展模式,明确了土木建筑专业教育的培养目标、培养方案和毕业生基本规格,从宽口径的视角,要求毕业生能从事土木工程的设计、施工与管理工作。业务范围涉及房屋建筑、隧道与地下建筑、公路

与城市道路、铁道工程与桥梁、矿山建筑等，并且制定一整套课程教学大纲。本系列教材就是根据最新的培养方案和课程教学大纲，由一批长期在教学第一线从事教学并有多年工程经验和丰富教学经验的教师担任主编，以定位“应用型人才培养”为目标而编撰，具有以下特点：

(1) 按照宽口径土木工程专业培养方案，注重提高学生综合素质和创新能力，注重加强学生专业基础知识和优化基本理论知识结构，不刻意追求理论研究型教材深度，内容取舍少而精，向培养土木工程师从事设计、施工与管理的应用方向拓展。

(2) 在理解土木工程相关学科的基础上，深入研究各课程之间的相互关系，各课程教材既要反映本学科发展水平，保证教材自身体系的完整性，又要尽量避免内容的重复。

(3) 培养学生，单靠专门的设计技巧训练和运用现成的方法，要取得专门实践的成功是不够的，因为这些方法随科学技术的发展经常在改变。为了了解并和这些迅速发展的方法同步，教材的编撰侧重培养学生透彻理解教材中的基本理论、基本特性和性能，又同时熟悉现行设计方法的理论依据和工程背景，以不变应万变，这是本系列教材力图涵盖的两个方面。

(4) 我国颁发的现行有关土木工程类的规范及规程，系 1999~2002 年完成的修订，内容有较大的取舍和更新，反映了我国土木工程设计与施工技术的发展。作为应用型教材，为培养学生毕业后获得注册执业资格，在内容上涉及不少相关规范条文和算例。但并不是规范条文的释义。

(5) 当代土木工程设计，越来越多地使用计算机程序或采用通用性的商业软件，有些结构特殊要求，则由工程师自行编写程序。本系列的相关工程结构课程的教材中，在阐述真实结构、简化计算模型、数学表达式之间的关系的基础上，给出了设计方法的详细步骤，这些步骤均可容易地转换成工程结构的流程图，有助于培养学生编写计算机程序。

(6) 按照科学发展观，从可持续发展的观念，根据课程特点，反映学科现代新理论、新技术、新材料、新工艺，以社会发展和科技进步的新近成果充实、更新教材内容，尽最大可能在教材中增加了这方面的信息量。同时考虑开发音像、电子、网络等多媒体教学形式，以提高教学效果和效率。

衷心感谢本套系列教材的各位编著者，没有他们在教学第一线的教改和工程第一线的辛勤实践，要出版如此规模的系列实用教材是不可能的。同时感谢北京大学出版社为我们广大编著者提供了广阔的平台，为我们进一步提高本专业领域的教学质量和教学水平提供了很好的条件。

我们真诚希望使用本系列教材的教师和学生，不吝指正，随时给我们提出宝贵的意见，以期进一步对本系列教材进行修订、完善。

本系列教材配套的 PPT 电子教案以及习题答案在出版社相关网站上提供下载。

《21 世纪全国应用型本科土木建筑系列实用规划教材》

专家编审委员会

2006 年 1 月

前 言

《力学与结构》是北京大学出版社组织出版的高等院校土建类专业本科系列教材之一；按工程管理专业和建筑学专业本科教育培养目标和培养方案及主干课程基本要求编写，符合我国现行的最新建筑结构规范。《力学与结构》是土建类非结构工程专业(以工程管理和建筑学专业为代表)的一门重要的专业基础课，涉及内容广泛，理论性和实践性都很强。本书的编者均有多年从事力学和结构课程教学的经验。本书重概念设计、定性分析和判断等工程观念的培养，辅之以建筑力学和建筑结构的设计软件使用简介，使读者对使用计算机进行有关定量计算有初步的了解和实践。通过对本书的学习，不仅能让学生对力学与结构基本知识有一个完整的基本了解，而且对提高学生的实际动手能力大有裨益。本书参考学时为 160~180 学时(工程管理类)、130 学时(建筑学类)。本书由湖北工业大学徐吉恩、中南林业科技大学唐小弟主编；武汉大学王若林、湖北工业大学蔡洁为副主编。本书的编写分工为：徐吉恩编写第 8、10、17 章；唐小弟编写第 3、5 章；王若林编写第 13、14、15 章；蔡洁编写第 11、16 章；王若林和蔡洁共同编写第 18 章；武汉理工大学王雪亮编写第 7、12 章；湖北工业大学毛云编写第 9 章；中南林业科技大学黄伟编写第 2、6 章；桂林工学院刘均利编写第 1、4 章。全书由武汉大学熊德炎主审。本书在编写过程中，得到许多同行的帮助，在此一并感谢。

由于编者水平有限，加之时间仓促，不妥之处在所难免，衷心希望广大读者批评指正。

编 者

2006 年 1 月

目 录

第 1 章 绪论和静力学基本知识..... 1	第 2 章 平面杆件体系的几何组成分析..... 34
1.1 建筑力学的研究对象和任务 1	2.1 平面杆件体系几何组成的分类 34
1.1.1 建筑力学的研究对象..... 1	2.1.1 几何不变体系 34
1.1.2 建筑力学的研究任务..... 2	2.1.2 几何可变体系 34
1.2 静力学的基本概念和假设 2	2.2 无多余约束的平面几何不变体系简单组成规则..... 35
1.2.1 刚体和变形固体的概念..... 2	2.2.1 二元体规则 35
1.2.2 建筑力学的基本假设..... 2	2.2.2 两刚片规则 36
1.2.3 杆件变形的基本形式..... 3	2.2.3 三刚片规则 36
1.2.4 荷载的分类..... 4	2.3 平面杆系几何组成分析举例 37
1.3 结构的计算简图 5	2.4 习题 38
1.3.1 约束与约束反力..... 5	第 3 章 静定结构内力计算..... 40
1.3.2 支座与支座反力..... 6	3.1 杆件的内力 40
1.3.3 物体的受力分析与受力图..... 7	3.2 静定平面桁架的内力计算 40
1.4 力、力矩和力偶理论 9	3.2.1 概述 40
1.4.1 基本概念..... 9	3.2.2 结点法 41
1.4.2 静力学的基本原理..... 10	3.2.3 截面法 43
1.5 平面汇交力系 12	3.3 静定梁的内力和内力图 44
1.5.1 平面汇交力系合成与平衡的几何法..... 12	3.3.1 单跨静定梁 44
1.5.2 平面汇交力系合成与平衡的解析法..... 13	3.3.2 多跨静定梁 46
1.6 平面力偶系的合成与平衡 17	3.4 静定平面刚架的内力和内力图 47
1.7 平面一般力系 18	3.5 三铰拱的内力 49
1.7.1 平面一般力系的合成..... 19	3.5.1 概述 49
1.7.2 平面一般力系的平衡..... 22	3.5.2 三铰拱的内力和反力计算 50
1.7.3 平面平行力系的平衡..... 24	3.6 组合结构 53
1.7.4 物体系统的平衡..... 25	3.7 静定结构的特性 53
1.8 物体的重心 28	3.8 习题 54
1.8.1 重心的概念..... 28	第 4 章 杆件的应力、强度和刚度 59
1.8.2 计算物体重心的一般方法..... 29	4.1 截面的几何性质 59
1.8.3 规则物体的重心..... 30	4.1.1 静矩和形心 59
1.8.4 重心概念在建筑设计中的应用..... 30	
1.9 习题 31	

4.1.2 惯性矩、惯性积和 惯性半径.....61	5.2.1 虚功原理 113
4.2 轴向拉伸和压缩 66	5.2.2 计算结构位移的一般公式 114
4.2.1 轴向拉伸和压缩的概念.....66	5.2.3 静定结构由于荷载所 引起的位移 115
4.2.2 轴向受拉(压)杆的内力.....66	5.2.4 用图乘法计算梁及 刚架的位移 117
4.2.3 轴向拉压杆的应力.....69	5.3 梁的刚度校核 119
4.2.4 轴向拉压杆的变形 及虎克定律.....70	5.4 静定结构在非荷载因素 作用下的位移计算..... 119
4.2.5 材料在拉伸和压缩 时的力学性质.....75	5.4.1 由支座位移引起的位移 120
4.2.6 轴向拉伸杆件的强度计算.....78	5.4.2 由于温度变化、制造 误差等引起的位移 120
4.3 杆件的剪切和扭转 82	5.5 线弹性体系的互等定理 122
4.3.1 剪切和挤压的概念.....82	5.5.1 功的互等定理 122
4.3.2 剪切和挤压的实用计算.....83	5.5.2 位移互等定理 123
4.3.3 扭矩和扭矩图.....84	5.5.3 反力互等定理 124
4.3.4 剪应力互等定理和 剪切虎克定律.....85	5.5.4 反力与位移互等定理 124
4.3.5 圆轴扭转的应力 和强度条件.....85	5.6 习题 125
4.3.6 圆轴扭转的变形 和刚度条件.....88	第 6 章 超静定结构的内力计算..... 127
4.4 梁的弯曲应力及强度计算 88	6.1 力法 127
4.4.1 纯弯曲梁横截面 上的正应力.....89	6.1.1 超静定结构 127
4.4.2 横力弯曲梁横截面 上的正应力.....92	6.1.2 超静定次数的确定 128
4.4.3 梁的弯曲剪应力.....93	6.1.3 力法的基本原理与 力法的典型方程 129
4.4.4 梁的弯曲强度计算.....95	6.1.4 简单超静定结构 的力法计算 130
4.4.5 提高梁抗弯、抗剪 能力的措施.....98	6.1.5 超静定结构在温度变化、 支座移动时的内力计算 133
4.5 杆件的组合变形 100	6.1.6 超静定结构的位移计算 134
4.5.1 组合变形的概念..... 100	6.1.7 超静定结构的特性 134
4.5.2 斜弯曲..... 101	6.2 位移法 135
4.5.3 偏心拉伸(压缩)..... 104	6.2.1 位移法的基本概念 135
4.6 习题 108	6.2.2 等截面直杆的转角 位移方程 136
第 5 章 静定结构的位移计算 113	6.2.3 位移法计算举例 139
5.1 计算结构位移的目的 113	6.3 力矩分配法 140
5.2 计算结构位移的一般公式 113	6.3.1 力矩分配法的基本概念 140
	6.3.2 用力矩分配法计算连续梁 和结点无线位移的刚架 142

6.4 习题	148	10.2 建筑结构设计的基本原则	186
第 7 章 压杆稳定	151	10.2.1 结构的功能及两种 极限状态	186
7.1 压杆稳定的概念	151	10.2.2 荷载及材料强度	188
7.2 临界荷载和临界应力	152	10.2.3 荷载效应、荷载效应 组合与结构构件的抗力	191
7.2.1 临界荷载	152	10.2.4 以概率论为基础的极限 状态设计法	193
7.2.2 临界应力	153	10.3 习题	195
7.2.3 欧拉公式的适用条件	154	第 11 章 钢筋混凝土基本受力构件	196
7.2.4 临界应力总图	155	11.1 钢筋及混凝土材料的物理 力学性能	196
7.3 压杆稳定性的实用计算	157	11.1.1 钢筋的物理力学性能	196
7.4 提高压杆稳定性的措施	160	11.1.2 混凝土材料的物理 力学性能	198
7.4.1 改变材料特性	161	11.2 受弯构件正截面承载力计算	204
7.4.2 改善杆端约束情况	161	11.2.1 受弯构件的破坏形态	205
7.4.3 减小压杆的长度	161	11.2.2 单筋矩形截面正截面 承载力计算	208
7.4.4 选择合理的截面形状	161	11.2.3 双筋矩形截面正截面 承载力计算	212
7.5 习题	162	11.2.4 T 形截面受弯构件 正截面承载力计算	217
第 8 章 影响线	164	11.2.5 梁板结构的一般 构造要求	220
8.1 影响线的概念	164	11.3 受弯构件斜截面的承载力计算	222
8.2 静力法绘制简支梁的影响线	165	11.3.1 影响斜截面承载力 的主要因素	223
8.3 影响线的应用	167	11.3.2 斜截面的三种主要 破坏形态	224
8.4 简支梁的内力包络图	170	11.3.3 斜截面受剪承载力 的计算公式	226
8.5 习题	172	11.3.4 构造要求	232
第 9 章 建筑力学的计算机软件简介	173	11.4 受压构件的截面承载力计算	236
9.1 理论力学问题求解器简介	173	11.4.1 轴心受力构件承 载力计算	237
9.2 材料力学问题求解器简介	174	11.4.2 偏心受力构件承载力 的计算公式	239
9.2.1 模块功能简介	175		
9.2.2 操作实例	175		
9.3 结构力学问题求解器	178		
9.3.1 程序功能简介与计算步骤	178		
9.3.2 SM Solver 通用程序 的命令文档编辑器简介	178		
9.3.3 操作实例	179		
第 10 章 建筑结构与设计基本原则	184		
10.1 建筑结构类别及适用范围	184		
10.1.1 按使用材料划分	184		
10.1.2 按承重结构类型划分	185		

11.4.3 不对称配筋矩形截面偏心 受压构件正截面承载力 的计算方法	243	12.2.4 连续梁、板的塑性理论 计算方法	291
11.4.4 对称配筋矩形截面偏心 受压构件正截面承载力 的计算方法	248	12.2.5 单向板的截面设计 及构造	294
11.4.5 矩形截面偏心受压构件 斜截面受剪承载力计算	251	12.2.6 梁的截面设计及构造	296
11.4.6 受压构件的构造措施	251	12.3 整体式单向板肋梁楼盖 设计实例	299
11.5 钢筋混凝土构件变形 和裂缝宽度验算	253	12.3.1 设计资料	299
11.5.1 裂缝宽度验算	253	12.3.2 结构平面布置及梁、 板尺寸选择	299
11.5.2 钢筋混凝土受弯构件 的挠度验算	257	12.3.3 板的设计(按内力塑性 重分布理论)	300
11.6 预应力钢筋混凝土构件计算	259	12.3.4 次梁的设计(按内力塑性 重分布理论)	302
11.6.1 预应力混凝土 的基本概念	259	12.3.5 主梁的设计(按弹性 理论计算)	305
11.6.2 预应力混凝土的 施工方法	261	12.4 现浇双向板肋梁楼盖的设计	310
11.6.3 预应力混凝土构件锚、 夹具及材料要求	263	12.4.1 受力特点和内力 计算方法	310
11.6.4 张拉控制应力与 预应力损失	263	12.4.2 双向板截面设计及构造	311
11.6.5 预应力混凝土轴心 受拉构件的计算	268	12.4.3 双向板支承梁的设计	312
11.6.6 预应力混凝土构件 的构造要求	273	12.5 其他类型钢筋混凝土 平面楼盖简介	313
11.7 习题	275	12.5.1 井字楼盖	313
11.8 附表	277	12.5.2 无梁楼盖	314
第 12 章 钢筋混凝土梁板结构	281	12.5.3 密肋楼盖	315
12.1 概述	281	12.5.4 装配式楼盖	315
12.2 现浇单向板肋梁楼盖	282	12.6 楼梯雨篷的设计	316
12.2.1 楼盖的结构布置及 构件截面初估	282	12.6.1 整体式楼梯的设计	316
12.2.2 计算简图	283	12.6.2 整体式雨篷设计	320
12.2.3 连续梁、板的弹性理论 计算方法	286	12.7 习题	323
		12.8 附表	325
		第 13 章 砌体结构	327
		13.1 砌体材料、砌体结构的布置	327
		13.1.1 砌体材料和强度	327
		13.1.2 砌体的种类	329
		13.1.3 砌体结构的体系	331
		13.2 砌体结构的静力计算方案	331

13.2.1 房屋的刚度.....	331	14.3.1 钢结构常用的几种 连接方法	372
13.2.2 房屋静力计算方案.....	332	14.3.2 焊接方法和焊缝 主要形式	372
13.2.3 刚性方案的计算简图.....	333	14.3.3 对接焊缝的构造 与计算	375
13.3 墙、柱高厚比验算	333	14.3.4 直角焊缝的构造 与计算	377
13.3.1 一般墙、柱高厚比验算.....	334	14.3.5 螺栓连接	380
13.3.2 带壁柱墙高厚比验算.....	335	14.4 钢屋盖	383
13.4 无筋砌体承载力验算	337	14.4.1 钢屋盖的组成与种类	383
13.4.1 无筋砌体受压特点.....	337	14.4.2 屋盖支撑体系	384
13.4.2 轴心受压及偏心 受压承载力计算	339	14.4.3 普通钢屋架	385
13.4.3 局部受压破坏 特点与计算	341	14.4.4 钢网架	386
13.5 刚性方案砌体房屋计算	344	14.5 轻钢结构概述	387
13.5.1 刚性房屋承重纵墙计算.....	344	14.6 高层钢结构	388
13.5.2 多层刚性房屋承重 横墙计算	347	14.6.1 高层钢结构的特点	389
13.6 砌体结构的构造要求 和设计经验.....	351	14.6.2 高层钢结构的结构体系 及平面布置	389
13.6.1 一般构造要求.....	351	14.6.3 高层钢结构的计算要点	391
13.6.2 砌体结构抗震布置的一般 规定和抗震构造要求	353	14.7 木屋盖	391
13.6.3 防止或减轻墙体开裂的 主要构造措施	356	14.8 习题	392
13.7 习题	359	第 15 章 单层工业厂房	393
第 14 章 钢木结构	360	15.1 单层工业厂房的结构组成	393
14.1 钢结构材料	360	15.1.1 单层工业厂房的特点	393
14.1.1 钢结构的特点.....	360	15.1.2 单层工业厂房的类型	393
14.1.2 钢结构的破坏形式.....	360	15.1.3 钢筋混凝土单层厂房 的结构型式	393
14.1.3 钢材的基本力学性能.....	361	15.1.4 单层厂房的组成和荷载	394
14.1.4 影响钢材性能的 主要因素	362	15.2 单层工业厂房平面、 剖面尺寸的确定.....	397
14.1.5 结构常用钢材类别 及选用	363	15.2.1 柱网布置	397
14.2 钢结构的基本构件	366	15.2.2 变形缝	398
14.2.1 轴心受力构件.....	366	15.2.3 承重构件与定位 轴线的关系	399
14.2.2 受弯构件.....	368	15.2.4 厂房标高的确定	403
14.3 钢结构的连接	372	15.3 习题	404

第 16 章 混凝土多高层建筑结构405

- 16.1 多高层建筑结构的特点和结构类型405
 - 16.1.1 多高层建筑结构的特点407
 - 16.1.2 多高层建筑结构的结构类型407
- 16.2 多高层建筑结构体系的总体布置原则411
- 16.3 多高层建筑结构的荷载414
 - 16.3.1 风荷载415
 - 16.3.2 地震作用418
- 16.4 框架结构的内力和位移计算427
 - 16.4.1 基本假定和计算简图427
 - 16.4.2 多层多跨框架在竖向荷载作用下的近似计算——分层算法428
 - 16.4.3 多层多跨框架在水平荷载作用下的近似计算——反弯点法428
 - 16.4.4 框架在水平荷载作用下的侧移近似计算431
- 16.5 多高层建筑结构抗震设计要点433
 - 16.5.1 多层和高层钢筋混凝土房屋抗震设计的计算要点433
 - 16.5.2 多层和高层钢筋混凝土房屋抗震的构造措施435
 - 16.5.3 高层建筑的发展趋势438

第 17 章 地基与基础439

- 17.1 土的工程性质及分类440
 - 17.1.1 土的三相组成、物理性质指标440

17.1.2 地基土(岩)的工程分类444

17.1.3 土的工程特性指标447

17.2 土中应力及地基计算448

17.2.1 土中应力计算448

17.2.2 基础埋置深度452

17.2.3 地基承载力计算453

17.2.4 地基变形计算455

17.2.5 地基稳定性验算458

17.3 基础的类型及选用458

17.4 柱下钢筋混凝土独立基础设计463

17.5 桩基础设计467

17.5.1 桩的类型467

17.5.2 单桩承载力特征值469

17.5.3 桩基础设计471

17.6 习题474

第 18 章 结构设计的计算机

软件简介476

18.1 PKPM 系列 CAD 软件

整体介绍477

18.1.1 PKPM 系列 CAD

软件简介477

18.2 PMCAD 简介478

18.2.1 功能介绍478

18.2.2 主要结构建模步骤478

18.2.3 操作实例479

18.3 GJ 简介485

18.3.1 功能介绍485

18.3.2 操作实例485

18.4 PK 简介489

参考文献497

第 1 章 绪论和静力学基本知识

教学要求：了解建筑力学的研究对象和基本任务；了解刚体的概念、建筑力学的基本假设、杆件变形的基本形式、荷载的分类；熟悉各种约束的性质；掌握结构计算简图的概念及绘制受力图的方法。熟悉力、力矩、力偶、力偶矩的基本概念；掌握平面力系的简化、平衡及工程应用；重点掌握应用平面一般力系的平衡方程求解简单刚体系统平衡问题；了解重心的概念、重心位置的确定方法和重心概念在建筑设计中的应用。

本章首先介绍结构的概念和分类，阐述建筑力学的研究对象和基本任务；然后介绍刚体和变形体；建筑力学基本假设；力、力矩、约束和约束反力；荷载及荷载分类等基本概念及各种公理；平面汇交力系和平面力偶系的合成与平衡条件；在此基础上，重点介绍一般力系的简化、平衡条件及在工程中的应用。此外还介绍物体重心的求法及重心的概念在建筑设计中的应用。

1.1 建筑力学的研究对象和任务

1.1.1 建筑力学的研究对象

土木工程中的各类建筑物，从开始建造就承受各种荷载的作用。工程中把主动作用于建筑物上的外力称为荷载，把建筑物中承受并传递荷载而起骨架作用的部分叫做建筑结构，简称结构。组成结构的单个物体叫构件。梁、柱、板、墙和基础等都是常见的构件。构件一般分为三类，即杆件(一个方向的尺寸远大于另外两个方向的尺寸，如梁、柱、墙、板)、薄壁构件(一个方向的尺寸远小于另外两个方向的尺寸，如薄板)和实体构件(三个方向的尺寸相差不大，如水坝)。在建筑结构中应用最广的是由杆件组成的结构，称为杆系结构，如图 1.1(a)和 1.1(b)所示是由一个梁或柱组成；也可以由几个杆件组合在一起构成刚架结构或桁架结构，如图 1.1(c)所示的屋架是由很多杆件组成的屋盖结构；如图 1.1(d)所示是由一根梁和拉杆组成的雨篷结构。

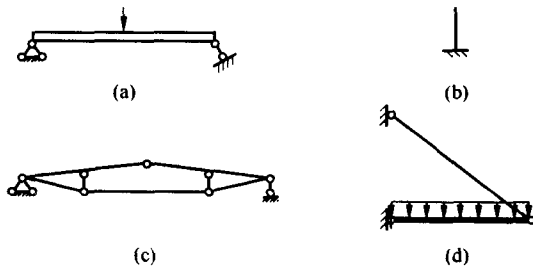


图 1.1 杆系结构

建筑力学的主要研究对象就是杆件和杆系结构,其他的如薄壁构件、实体构件是弹性力学的研究内容。

1.1.2 建筑力学的研究任务

建筑结构构件在规定的荷载作用下能安全工作而不能发生材料破坏。关于结构及构件的安全(或破坏)问题称为强度问题。

在荷载作用下,结构及杆件的形状、尺寸和位置均会发生改变,称为变形。一个结构在荷载作用下,尽管有足够的强度,但如果变形过大,也会影响正常使用。为保证结构的正常工作,必须控制结构在荷载作用下的变形,称为结构的刚度问题。

结构中某些受压的细长杆件,如屋架中的压杆,在外力较小时能维持其直线平衡状态,但当压力超过某一值时(这个值比按强度计算的值小得多),压杆的直线平衡状态已不稳定,稍有扰动很容易突然变弯,从而导致结构的破坏,这种现象称为失稳破坏,属于结构的稳定性问题。

综上所述,建筑力学的研究任务就是研究杆系结构在外荷载及其他因素作用下结构和构件的强度、刚度和稳定性。

1.2 静力学的基本概念和假设

1.2.1 刚体和变形固体的概念

刚体是在外力作用下,其内部任意两点之间的距离不发生变化的物体。实际物体在外力作用时,内部各点之间的距离都会发生一定的改变,即物体产生了变形。当物体的变形很小时,可以将变形略去不计,这时,物体可以抽象为刚体,从而使问题的研究大为简化。

但当研究的问题与物体的变形密切相关时,就必须考虑物体的变形,哪怕是极其微小的变形,这时就要把物体抽象为变形体这一力学模型。变形体是在外力作用下内部各点之间距离会发生变化的物体。如研究一个简支梁在外力作用下的内力时,可以把简支梁看做一个刚体,而要研究梁的变形时,就必须把梁看作变形体了。

1.2.2 建筑力学的基本假设

建筑力学的基本假设有如下两个。

1. 材料的连续、均匀、各向同性假设

连续是指固体内部没有空隙。相应地,固体内出现的物理量(如变形、位移等)也可以看成是连续的,从而可以用坐标的连续函数来描述。

均匀是指固体内各处的力学性质完全相同。从而可以取出物体的任意微小部分来研究,其结果可以推广至整个物体。

各向同性是指固体在各个方向上具有相同的力学性质。

上述假设不仅使力学计算大为简化,依据它们所得出的结论也是可以满足工程所需精度的。

2. 结构及构件的微小变形假设

工程常用的材料, 在荷载不超过一定范围时, 只有弹性变形而没有塑性变形, 称为弹性体。

建筑力学中假设结构及构件的变形都是微小的, 讨论变形后结构的平衡时, 可以忽略这些变形值而按变形前结构及构件的尺寸来进行计算, 并且荷载的作用位置也不改变。

1.2.3 杆件变形的基本形式

杆件的变形有下列四种基本形式。

1. 轴向拉伸或压缩

当一直杆在两端承受轴向的拉力或压力时, 其发生的变形是沿杆轴线方向的伸长或缩短, 如图 1.2(a)、图 1.2(b)所示。

2. 剪切变形

当杆件在两横截面处有一对垂直于杆轴, 但方向相反的横向力作用时, 其发生的变形为该两截面沿横向力方向发生相对错动, 如图 1.2(c)所示。

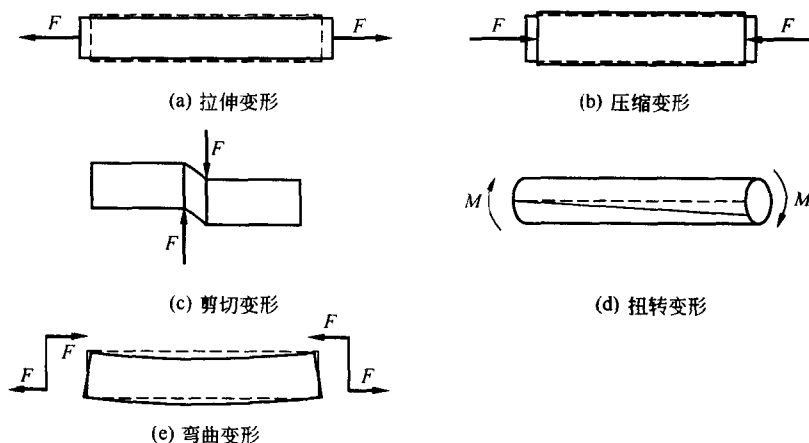


图 1.2 杆件变形的基本形式

3. 扭转变形

杆件在一对大小相等、转向相反、位于垂直于杆轴线的两个平面内的力偶作用下, 杆件任意两个横截面发生绕轴线的相对转动, 如图 1.2(d)所示。

4. 弯曲变形

当杆件在两端承受一对外力矩, 且力矩的作用面与杆件的横截面垂直时。杆件轴线由直线变为曲线, 杆件的这种变形称为弯曲, 如图 1.2(e)所示。有时, 当杆件在一组垂直于杆件轴线方向的横向力作用下发生弯曲变形时, 还伴有剪切变形, 称为横力弯曲。

工程实际中的杆件, 大多数情况下同时承受多种荷载作用而发生复杂的变形, 但它们都可以看作是上述基本变形的组合。

1.2.4 荷载的分类

作用在建筑结构上的外力称为荷载,例如结构的自重、施加在结构上的土压力和水压力。除了外力外,还有其他因素引起结构的内力和变形,如温度变化、基础的不均匀沉降、材料的收缩等。从广义来说,这些因素也是荷载。根据不同的标准可以把荷载分成不同的种类。

1. 按荷载作用时间的长短分类

(1) 永久荷载(恒载)。永久荷载是指在结构使用期间内,其值不随时间变化,或变化与平均值相比可忽略不计的荷载。例如结构的自重、土压力等。

(2) 可变荷载(活载)。可变荷载是指在结构使用期间内,其值随时间变化且其变化值与平均值相比不可忽略不计的荷载。例如,楼屋面上的人群荷载,作用在建筑物上的风荷载、雪荷载等。

(3) 偶然荷载。偶然荷载是指在结构使用期间内,不一定出现,但一旦出现其值便很大且持续时间短的荷载。这种荷载如果在设计时考虑不周,可能引起严重的后果。如建筑物所受的地震作用、桥墩所受的轮船的撞击荷载、爆炸荷载等。

2. 按作用在结构上的荷载性质分类

(1) 静力荷载。静力荷载就是指大小、方向和作用点不随时间而发生变化的荷载。

(2) 动力荷载。动力荷载就是指大小、方向随时间而发生变化的荷载。

3. 按作用在结构上的荷载分布状况分类

(1) 体荷载。体荷载指分布在结构整个体积内连续作用的荷载。如图 1.3(a)所示的物体 G 的重力就是典型的体荷载。

(2) 分布荷载。分布荷载指分布在结构某一表面上的荷载。

① 均布面荷载。均布面荷载如图 1.3(b)所示。

② 均布线荷载。若均布面荷载换算到计算构件的纵轴线上,即均布面荷载乘以其荷载宽度 b , 则可得沿纵向的均布线荷载,如图 1.3(c)所示。

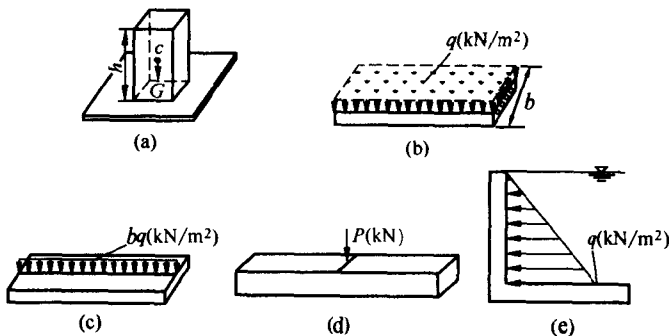


图 1.3 荷载分类示意图

③ 三角形分布荷载。三角形分布荷载如水对水池壁的侧向压力,如图 1.3(e)所示。

(3) 集中荷载。作用于结构上的荷载,当分布面积远远小于结构尺寸时,可以认为此