



高职高专建筑工程类专业“十二五”规划教材

GAOZHI GAOZHUAN JIANZHUGONGCHENGLEI ZHUANYE SHIERWU GUIHUA JIAOCAI

建筑力学

JIANZHULIXUE

◎主 编 刘可定 谭 敏

◎副主编 黄颖玲 胡婷婷 伍 文 赵亚敏 刘柏村

◎主 审 周一峰



中南大学出版社
www.csupress.com.cn



高职高专建筑工程类专业“十二五”规划教材

GAOZHI GAOZHUAN JIANZHUGONGCHENGLEI ZHUANYE SHIERWU GUIHUA JIAOCAI

建筑力学

JIANZHULIXUE

◎主 编 刘可定 谭 敏

◎副主编 黄颖玲 胡婷婷 伍 文 赵亚敏 刘柏村

◎主 审 周一峰



中南大学出版社
www.csupress.com.cn

图书在版编目(CIP)数据

建筑力学/刘可定,谭敏主编. —长沙:中南大学出版社,2013. 2

ISBN 978-7-5487-0792-9

I. 建... II. ①刘... ②谭... III. 建筑科学 - 力学 - 高等职业教育 - 教材 IV. TU311

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 020840 号

建筑力学

刘可定 谭 敏 主编

☐责任编辑 周兴武

☐责任印制 周 颖

☐出版发行 中南大学出版社

社址:长沙市麓山南路

邮编:410083

发行科电话:0731-88876770

传真:0731-88710482

☐印 装 长沙利君漾印刷厂

☐开 本 787 × 1092 1/16 ☐印张 20 ☐字数 506 千字

☐版 次 2013 年 8 月第 1 版 ☐2013 年 8 月第 1 次印刷

☐书 号 ISBN 978-7-5487-0792-9

☐定 价 42.00 元

图书出现印装问题,请与经销商调换

内容简介

本书是高职高专建筑工程类专业“十二五”规划教材,依照高等职业技术教育土建类专业力学课程的基本要求,充分吸收高职教育力学课程改革的成果,将“八大员”力学考试大纲内容融入教材,着力体现“职业性”与“高等性”的高职教育特色。对传统静力学、材料力学和结构力学的内容进行了精选,对知识体系作了必要和有效的调整,理论体系由浅入深,内容编排符合认知规律,基本理论满足专业要求。全书采用“想一想”、“读一读”等图文并茂的方式将理论与实践结合在一起。

全书分为刚体静力学、材料力学和结构力学三部分,共 22 章,每章都有学习目标、本章小结和自我检测(包括填空题、选择题、计算题等)。取材尽量做到理论联系实际,以便于知识的掌握和应用。

本书可作为高职高专、成教、函授、电大等建筑工程技术、道路与桥梁工程技术、水利工程等专业的教材,也可作为广大自学者及相关专业工程技术人员的参考用书。



高职高专建筑工程类专业“十二五”规划教材编审委员会

主 任

郑 伟 李移伦 刘孟良 陈安生
玉小冰 吴志超 邓宗国 颜彩飞

副主任

(以姓氏笔画为序)

刘庆潭 刘志范 刘锡军 陈翼翔 汪文萍 周一峰
胡云珍 夏高彦 蒋春平 彭 艺 董建民 潘邦飞

委 员

(以姓氏笔画为序)

万小华 王四清 卢 涛 吕东风 刘 靖 刘小聪
刘可定 刘汉章 刘剑勇 李 龙 李 侃 李 奇
李 鲤 李进军 李丽君 李清奇 李鸿雁 许 博
伍扬波 阮晓玲 陈 晖 陈 翔 陈 翔 陈贤清
陈淳慧 宋国芳 宋士法 张小军 肖恒升 杨 平
何 珊 何立志 周 伟 周 晖 周良德 林孟洁
胡蓉蓉 易红霞 项 林 赵亚敏 徐龙辉 徐猛勇
高建平 常爱萍 曹世晖 黄郎宁 喻艳梅 彭仁娥
彭东黎 蒋 荣 蒋建清 彭 飞 彭子茂 曾维湘
曾振祥 廖柳青 熊宇璟 魏秀瑛

出版说明 INSTRUCTIONS

在新时期我国建筑业转型升级的大背景下,按照“对接产业、工学结合、提升质量,促进职业教育链深度融入产业链,有效服务区域经济发展”的职业教育发展思路,为全面推进高等职业院校建筑工程类专业教育教学改革,促进高端技术技能型人才的培养,我们通过充分地调研和论证,在总结吸收国内优秀高职高专教材建设经验的基础上,组织编写和出版了本套基于专业技能培养的高职高专建筑工程类专业“十二五”规划教材。

近几年,我们率先在国内进行了省级高等职业院校学生专业技能抽查工作,试图采用技能抽查的方式规范专业教学,通过技能抽查标准构建学校教育与企业实际需求相衔接的平台,引导高职教育各相关专业的教学改革。随着此项工作的不断推进,作为课程内容载体的教材也必然要顺应教学改革的需要。本套教材以综合素质为基础,以能力为本位,强调基本技术与核心技能的培养,尽量做到理论与实践的零距离;充分体现了《关于职业院校学生专业技能抽查考试标准开发项目申报工作的通知》(湘教通[2010]238号)精神,工学结合,讲究科学性、创新性、应用性,力争将技能抽查“标准”和“题库”的相关内容有机地融入到教材中来。本套教材以建筑业企业的职业岗位要求为依据,参照建筑施工企业用人标准,明确职业岗位对核心能力和一般专业能力的要求,重点培养学生的技术运用能力和岗位工作能力。

本套教材的突出特点表现在:一、把建筑工程类专业技能抽查的相关内容融入教材之中;二、把建筑业企业基层专业技术管理人员岗位(八大员)资格考试相关内容融入教材之中;三、将国家职业技能鉴定标准的目标要求融入教材之中。总之,我们期望通过这些行之有效的办法,达到教、学、做合一,使同学们在取得毕业证书的同时也能比较顺利地考取相应的职业资格证书和技能鉴定证书。

高职高专建筑工程类专业“十二五”规划教材

编 审 委 员 会

前言 PREFACE

本书是高职高专建筑工程类专业“十二五”规划系列教材之一,适用于建筑、水利、道路、桥梁、市政、设计等专业,既可作为高等院校、高职高专工科类院校及成人高校教材,也可作为土建类工程技术人员参考书。主要特色如下:

1. 按照高职高专的教学要求,对传统的建筑力学内容进行了精选和整合。全书体系合理,理论阐述简明,概念叙述准确,文字简洁。

2. 在每一章前编写了学习目标,使读者了解了重点和难点;在每一章后编写了本章小结,便于读者消化理解和复习总结。

3. 每章编排了“读一读”或“想一想”,突出工程概念的培养和力学在工程技术中的应用,删除了一些偏深和偏难的内容。在编写过程中,注意通过对工程实例的简化和比较,培养学生建立模型和解决实际问题的能力。

4. 在各章中精心编写了选择题、填空题等概念分析和工程应用实训题,以求通过“学做合一”的实训教学,开阔视野,激发学习兴趣,培养创新意识,使学生掌握应用建筑力学的基本概念,定性分析简单工程问题的技能,达到学以致用目的。

本书共分22章,在编写过程中编者根据多年的教学实践经验,按“理论够用为度”的原则,在保证基本概念、基本理论及基本方法够用的基础上,更注重实际应用及实用计算。根据高职高专建筑工程技术专业人才培养目标和规格要求,在内容确定上,以满足后续专业课所需的力学基本概念、基本计算方法为主,同时也注意了建筑力学本身的系统性及直接应用于实际工程的问题。全书力求做到由浅入深,以便于学生理解和接受。

全书由湖南城建职业技术学院刘可定、谭敏主编,中南大学周一峰教授主审。其中第1、2章由湖南城建职业技术学院戴献军编写;第3章由长沙南方职业学院赵亚敏编写;第4、21、22章由湖南城建职业技术学院谭敏编写;第5、6章由湖南城建职业技术学院唐芳编写;第7、8、9章由湖南城建职业技术学院刘可定编写;第13、14、18章由湖南城建职业技术学院黄颖玲编写;第10、11章由湖南城建职业技术学院尹素仙编写;第12章由广州白云工商技师学院刘柏村编写;第15、16、17章由湖南城建职业技术学院伍文编写;第19、20章由湖南城建职业技术学院胡婷婷编写。

本书在编写过程中参阅了大量资料,吸收、引用了部分优秀力学教材的内容。编者在此谨向这些参考文献的作者们深表谢意!

在此,特别感谢周良德教授对本教材的指导,感谢湖南城建职业技术学院李健、刘翔对本教材提出的宝贵意见。

限于编者水平和编写时间仓促,书中难免存在错误和缺点,恳请同行专家和读者批评指正。

编者

2013年8月

目 录 CONTENTS

绪 论	(1)
-----------	-----

第一部分 刚体静力学

第 1 章 静力学基础	(5)
1.1 基本概念	(5)
1.2 静力学公理	(7)
1.3 约束与约束反力	(9)
1.4 受力图	(11)
本章小结	(15)
自我检测	(15)
第 2 章 平面汇交力系	(19)
平面汇交力系的合成与平衡	(20)
本章小结	(24)
自我检测	(24)
第 3 章 力矩 平面力偶系	(26)
3.1 力对点之矩	(26)
3.2 合力矩定理	(27)
3.3 力偶及其基本性质	(29)
3.4 平面力偶系的合成与平衡	(30)
本章小结	(32)
自我检测	(32)
第 4 章 平面一般力系	(35)
4.1 力的平移定理	(35)
4.2 平面一般力系向作用面内任一点简化	(36)
4.3 平面一般力系平衡	(40)
4.4 物体系统的平衡	(43)
本章小结	(46)
自我检测	(46)

第二部分 材料力学

第5章 材料力学的基本概念	(51)
5.1 变形固体的基本假设	(51)
5.2 杆件变形的基本形式	(52)
5.3 内力与应力	(52)
本章小结	(54)
自我检测	(54)
第6章 轴向拉伸与压缩	(55)
6.1 轴向拉伸和压缩的概念	(55)
6.2 轴向拉(压)杆的内力	(56)
6.3 轴向拉(压)杆横截面及斜截面上的应力	(58)
6.4 胡克定律	(61)
6.5 材料在拉伸压缩时的力学性能	(64)
6.6 强度条件与截面设计的基本概念	(70)
本章小结	(73)
自我检测	(73)
第7章 剪切和挤压	(77)
7.1 剪切和挤压的概念	(77)
7.2 剪切和挤压的实用计算	(78)
本章小结	(82)
自我检测	(83)
第8章 扭转	(86)
8.1 扭转的概念、外力偶矩的计算	(86)
8.2 扭转时的内力——扭矩	(87)
8.3 圆轴扭转时横截面上的应力	(89)
8.4 圆轴扭转时的强度计算	(92)
8.5 圆轴扭转时的变形	(94)
8.6 圆轴扭转时的刚度计算	(95)
本章小结	(96)
自我检测	(97)
第9章 平面图形的几何性质	(100)
9.1 静矩和形心	(100)

9.2 惯性矩和惯性半径	(103)
9.3 组合图形的惯性矩	(105)
本章小结	(107)
自我检测	(108)
第10章 弯曲内力	(111)
10.1 弯曲的概念及梁的形式	(112)
10.2 梁的内力	(112)
10.3 梁的内力图	(115)
本章小结	(122)
自我检测	(122)
第11章 弯曲应力	(125)
11.1 梁弯曲时横截面上的正应力	(126)
11.2 梁的正应力强度条件及应用	(130)
11.3 提高梁弯曲强度的措施	(133)
11.4 梁的剪应力强度条件及应用	(135)
本章小结	(137)
自我检测	(138)
第12章 弯曲变形	(141)
12.1 弯曲变形的概念	(141)
12.2 用积分法求弯曲变形	(143)
12.3 用叠加法求弯曲变形	(145)
12.4 提高弯曲刚度的一些措施	(146)
本章小结	(147)
自我检测	(148)
第13章 组合变形	(150)
13.1 组合变形的概念	(151)
13.2 斜弯曲	(151)
13.3 偏心压缩(拉伸)	(154)
本章小结	(159)
自我检测	(160)
第14章 压杆稳定	(164)
14.1 压杆稳定的概念	(165)
14.2 临界力和临界应力	(165)
14.3 压杆的稳定计算	(169)

14.4 提高压杆稳定性的措施	(171)
本章小结	(172)
自我检测	(173)

第三部分 结构力学

第 15 章 结构的计算简图	(177)
第 16 章 平面体系的几何组成分析	(179)
16.1 分析几何组成的目的	(179)
16.2 几何组成分析的几个概念	(180)
16.3 几何不变体系的组成规则	(182)
16.4 几何组成分析举例	(185)
本章小结	(188)
自我检测	(189)
第 17 章 静定结构内力分析	(192)
17.1 单跨静定梁	(192)
17.2 多跨静定梁	(194)
17.3 静定平面刚架	(198)
17.4 静定平面桁架	(206)
17.5 三铰拱	(213)
本章小结	(220)
自我检测	(221)
第 18 章 静定结构的位移计算	(226)
18.1 概述	(226)
18.2 虚功原理	(227)
18.3 静定结构在荷载作用下的位移计算	(229)
18.4 图乘法	(232)
18.5 静定结构在支座移动时的位移计算	(237)
18.6 线性变形体系的互等定理	(239)
本章小结	(241)
自我检测	(242)
第 19 章 力法	(245)
19.1 超静定结构	(245)
19.2 力法的基本原理	(246)

19.3 力法的求解过程	(247)
19.4 多次超静定结构的计算	(248)
19.5 力法计算的应用	(249)
19.6 对称性的利用	(253)
本章小结	(257)
自我检测	(257)
第 20 章 位移法	(259)
20.1 位移法的基本概念	(259)
20.2 位移法的基本原理	(263)
20.3 位移法的应用	(266)
本章小结	(267)
自我检测	(267)
第 21 章 力矩分配法	(269)
21.1 力矩分配法基本概念	(269)
21.2 力矩分配法基本原理	(270)
21.3 用力矩分配法计算连续梁和无侧移刚架	(272)
本章小结	(278)
自我检测	(278)
第 22 章 影响线	(281)
22.1 影响线的概念	(281)
22.2 单跨静定梁的影响线	(282)
22.3 影响线的应用	(285)
22.4 绝对最大弯矩及内力包络图的概念	(289)
本章小结	(290)
自我检测	(291)
附录 型钢表	(293)
参考文献	(305)

绪 论

我们的祖先,早在 1000 多年以前就会合理利用石材、木材来建造复杂的建筑物。河北赵州桥由隋代工匠李春设计建造,桥长 50.82 m,跨径 37.02 m,两端宽 9.6 m,中间略窄,宽 9 m,是世界最早的敞肩石拱桥,距今 1400 多年,经历了 10 次水灾,8 次战乱和多次地震都没有被破坏。西安大雁塔为砖砌单筒体结构,高 60 多米,1200 多年来,历经数次地震,仍保存完好。山西省应县的佛宫寺释迦塔是中国现今绝无仅有的最高、最古老的重楼式纯木结构塔,全塔高 67.3 m,比有名的北京白塔还要高 16.4 m,至今已历 940 多年,虽历经了狂风暴雨、强烈地震、炮弹轰击,仍然屹立。今天随着生产力的不断发展,新材料、新结构、新工艺的不断出来,建造几十层乃至上百层的建筑并非难事。如当前世界第一高楼迪拜塔共 162 层,总高 828 m。在这些建筑物中,每一根梁、柱都必须运用建筑力学进行分析设计。

建筑物从开始建造的时候就承受各种力的作用。例如,楼板的在施工中除承受自身的重量外,还常常承受人和施工机械的重量;墙承受楼板传来的压力和风的压力;基础则承受墙身的压力等等。在工程中习惯将这些主动作用在房屋上的力叫荷载。在建筑物中承受荷载并传递荷载而起骨架作用的部分叫结构。组成结构的单个物体叫构件。例如:梁、板、柱、墙、基础等都是构成结构的常见构件。建筑力学主要研究对象就是组成结构的构件和构件体系。

承受和传递荷载和建筑结构构件,由于荷载的作用,构件产生内力和变形,并且存在着发生破坏的可能。但是构件本身具有一定的抵抗内力和变形的能力,即有一定的承载能力,其大小与构件的材料性质、几何形状和尺寸、受力性能、工作条件以及构造情况等有关。构件所受的荷载与构件本身的承载能力是矛盾的两个方面。在结构设计中,当其他条件一定时,如果把构件的截面设计得过小,构件的承载能力小于所受的荷载,则结构就不安全了,它会因为发生过大的变形不能正常地进行工作,甚至因为强度不够而迅速地破坏倒塌。如果把构件的截面设计得过大,构件的承载能力过分地大于所受的荷载,则又会不经济,造成人力、物力上的浪费。由此可见,任何一个结构或构件的设计,既要荷载进行分析和计算,也要对构件承载能力进行分析和计算,使所设计的构件既安全又经济。建筑力学是研究各种建筑结构或构件在荷载作用下的平衡条件以及承载能力的科学。

建筑力学由静力学、材料力学和结构力学三大部分组成。

静力学:研究物体受力的分析方法和物体在力的作用下的平衡问题。

材料力学:研究构件的强度、刚度和稳定性问题。

结构力学:研究杆系结构的几何组成规律及杆系结构的反力、内力和位移的计算方法。

建筑力学是一门理论性和实践性都很强的课程。单凭教师讲课很难完整地理解和掌握，所以学生在上课前应先把有关章节和内容进行预习，带着问题听教师讲课，能够有目的性的解决问题；复习又起到巩固和加强理解所学知识的作用。而多做练习，则对总结力学规律、归纳学习方法、掌握解题技巧起到了事半功倍的作用。但是不弄清楚概念，不理解原理，盲目地做题或生搬硬套公式是不能达到预期效果的。

第一部分 刚体静力学

刚体静力学的研究对象是刚体，研究的主要内容是刚体及其刚体系统在力系作用下的平衡问题。

所谓平衡是指物体相对于地球处于静止或匀速直线运动的状态。平衡是物体机械运动的一种特殊形式，它的特点是物体的运动状态不发生改变。

力系是指作用在物体上的一组力。若一个力系作用于物体上并使其保持平衡，则此力系称为平衡力系。当物体平衡时，作用于物体上的力系所满足的条件，称为力系的平衡条件。

静力学主要研究两个问题：

(1) 力系的简化

作用于物体上的力系如果可以用另一个力系来替代而作用效应相同，那么这两个力系互称等效力系。如果一个力与一个力系等效，则该力称为此力系的合力，而力系中的各个力称为合力的分力。

(2) 力系的平衡条件及其应用

在土建工程中有着大量的力学问题。例如，用起重机起吊重物时，必须根据平衡条件确定起重量不超过多少才不致翻倒。在设计屋架时，必须将其所受的重力、风雪压力等加以简化，再根据平衡条件求出各杆件所受的力，作为确定各杆件截面尺寸的依据。其他如桥梁、水坝等建筑物，设计时也都需进行受力分析，以便得到既安全又经济的设计方案，而静力学理论则是进行受力分析的基础。即使是机械方面的设计，也往往应用静力学理论分析其零部件的受力情况。可见，静力学理论在工程实践中有着广泛的应用。

第1章 静力学基础

【学习目标】

1. 熟悉力、平衡的概念及力的性质；
2. 了解力在直角坐标轴上的投影、静力学公理、荷载及其分类；
3. 熟悉工程中常见的几种约束，掌握其约束反力的画法；
4. 能正确画出单个物体及物体系的受力图。

1.1 基本概念

一、力

1. 力 力是物体与物体之间相互的机械作用。这种作用使物体运动状态发生改变或引起物体变形。例如：人用手推小车，小车就从静止开始运动；落锤锻压工件时，工件就会产生变形。力的效应有二：一种是使物体的运动速度大小或运动速度方向发生变化，称为力的运动效应或外效应；一种是使物体产生变形，称为力的内效应。

2. 力的三要素 力对物体的作用效应取决于力的三要素，即力的大小、方向和作用点。

3. 力是矢量 力常用一个带箭头的线段来表示，见图1-1。

本书中用黑体字如 $\mathbf{F}$ 、 $\mathbf{P}$ 等表示力矢量，用普通字符如 F 、 P 等表示力矢量的大小。

4. 力的单位 在国际单位制中，力的单位为牛顿(N)或千牛顿(kN)。

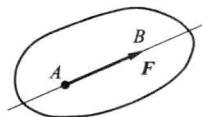


图 1-1

二、荷载

任何建筑物在施工过程中以及建成后的使用过程中，都要受到各种各样的作用，这种作用造成建筑物整体或局部发生变形、位移，甚至破坏。例如，建筑物各部分的自重、人和设备的重力、风力、地震，温度变化等，其中建筑物的自重、人和设备的重力、风力等作用称为直接作用，在工程上称为荷载(load)；而地震，温度变化等作用称为间接作用。工程中，有时不严格区分直接作用或间接作用，对引起建筑物变形、位移甚至破坏的作用一概称之为荷载。

荷载的分类：在工程中，作用在结构上的荷载是多种多样的。为了便于力学分析，需要从不同的角度，将它们进行分类。

1. 荷载按其作用时间的长短分为永久荷载(dead load)、可变荷载(imposed load)和偶然荷载。
2. 荷载按作用在结构上的性质分为静力荷载(steady load)和动力荷载(dynamic load)。