



全国高等职业教育“十二五”规划教材
中国电子教育学会推荐教材
全国高职高专院校规划教材·精品与示范系列

校级精品课
配套教材

建筑力学

◎ 刘国华 阚小妹 主编

◎ 张 军 徐晓春 郑 楠 姚燕雅 副主编

◎ 陈东佐 主审

静力学

材料力学

结构力学

- ◆ 以职业核心能力和创新能力培养为目标，注重训练学生的建筑力学应用能力
- ◆ 采用最新国家标准，强调基本概念，重视宏观分析，降低计算难度，突出工程应用
- ◆ 语言通俗易懂，通过111个实例来讲解各类工程力学相关的知识与技能
- ◆ 本书配有免费的电子教学课件、习题参考答案，详见前言



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

全国高等职业教育“十二五”规划教材
中国电子教育学会推荐教材
全国高职高专院校规划教材·精品与示范系列

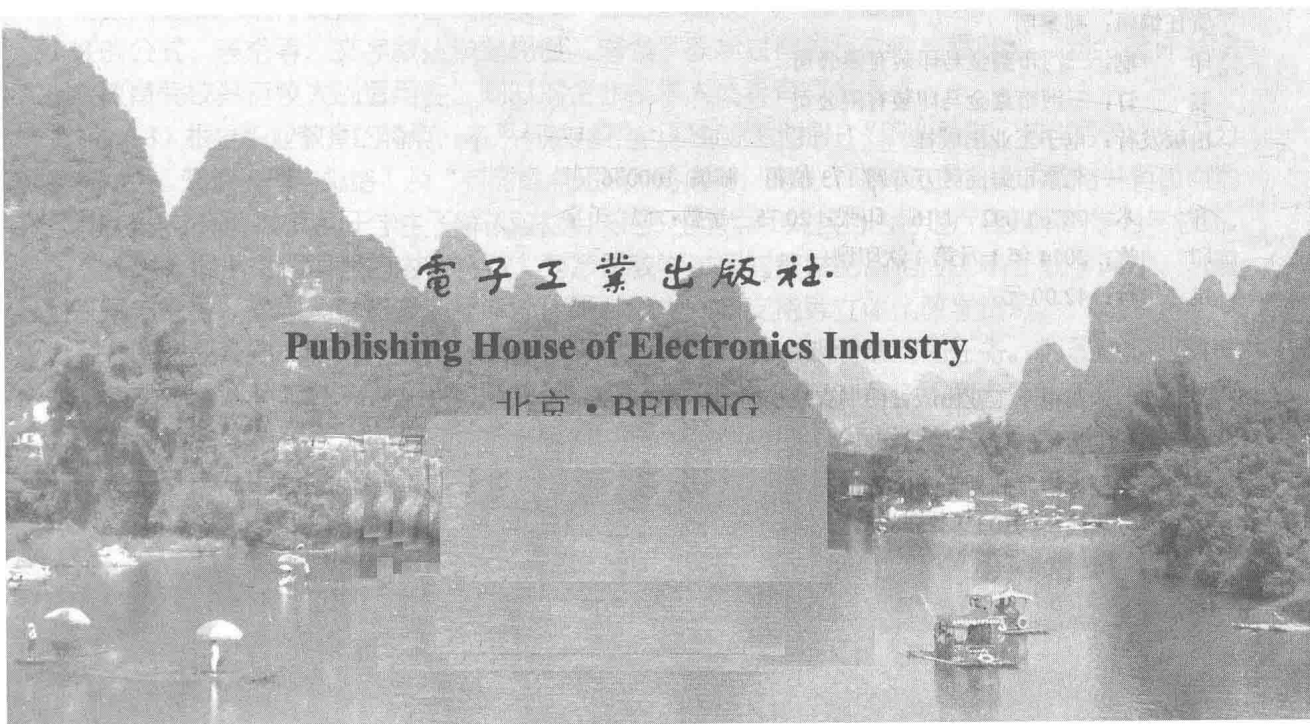
建筑力学

刘国华 阚小妹 主 编
张 军 徐晓春 郑 楠 姚燕雅 副主编
陈东佐 主 审

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING



内 容 简 介

本书紧紧围绕建筑行业技术发展与职业岗位技能要求进行编写,采用最新国家标准,内容简明扼要;强调基本概念,突出工程应用,适用性强;叙述深入浅出,通俗易懂,便于自学。全书分为静力学、材料力学和结构力学三篇,共17章,主要介绍静力学基本知识、平面力系与空间力系、摩擦与重心、材料力学基本知识、轴向拉伸和压缩、剪切与扭转、弯曲内力、应力状态和强度理论、组合变形的强度计算、压杆稳定、结构力学基本知识、平面体系的几何组成分析、静定结构内力计算、静定结构的位移计算、力法、位移法和力矩分配法、影响线等。在正文中安排有多个实例,每章后都安排了适量的思考题和习题,有助于掌握力学计算方法。

本书为全国高职高专院校建筑力学课程的教材,也可作为应用型本科、成人教育、自学考试、开放大学、中职学校、培训班的教材,以及建筑工程技术人员的参考用书。

本书配有免费的电子教学课件和习题参考答案,详见前言。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

建筑力学/刘国华, 阚小妹主编. —北京: 电子工业出版社, 2014.1

全国高职高专院校规划教材·精品与示范系列

ISBN 978-7-121-20679-5

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

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第126904号

策划编辑: 陈健德 (E-mail: chenjd@phei.com.cn)

责任编辑: 郝黎明

印 刷: 三河市鑫金马印装有限公司

装 订: 三河市鑫金马印装有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 20.75 字数: 531千字

印 次: 2014年1月第1次印刷

定 价: 42.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

职业教育 继往开来 (序)

自我国经济在 21 世纪快速发展以来, 各行各业都取得了前所未有的进步。随着我国工业生产规模的扩大和经济发展水平的提高, 教育行业受到了各方面的重视。尤其对高等职业教育来说, 近几年在教育部和财政部实施的国家示范性院校建设政策鼓舞下, 高职院校以服务为宗旨、以就业为导向, 开展工学结合与校企合作, 进行了较大范围的专业建设和课程改革, 涌现出一批示范专业和精品课程。高职教育在为区域经济建设服务的前提下, 逐步加大校内生产性实训比例, 引入企业参与教学过程和质量评价。在这种开放式人才培养模式下, 教学以育人为目标, 以掌握知识和技能为根本, 克服了以学科体系进行教学的缺点和不足, 为学生的顶岗实习和顺利就业创造了条件。

中国电子教育学会立足于电子行业企事业单位, 为行业教育事业的改革和发展, 为实施“科教兴国”战略做了许多工作。电子工业出版社作为职业教育教材出版大社, 具有优秀的编辑人才队伍和丰富的职业教育教材出版经验, 有义务和能力与广大的高职院校密切合作, 参与创新职业教育的新方法, 出版反映最新教学改革成果的新教材。中国电子教育学会经常与电子工业出版社开展交流与合作, 在职业教育新的教学模式下, 将共同为培养符合当今社会需要的、合格的职业技能人才而提供优质服务。

近期由电子工业出版社组织策划和编辑出版的“全国高职高专院校规划教材·精品与示范系列”, 具有以下几个突出特点, 特向全国的职业教育院校进行推荐。

(1) 本系列教材的课程研究专家和作者主要来自于教育部和各省市区评审通过的多所示范院校。他们对教育部倡导的职业教育教学改革精神理解得透彻准确, 并且具有多年的职业教育教学经验及工学结合、校企合作经验, 能够准确地对职业教育相关专业的知识点和技能点进行横向与纵向设计, 能够把握创新型教材的出版方向。

(2) 本系列教材的编写以多所示范院校的课程改革成果为基础, 体现重点突出、实用为主、够用为度的原则, 采用项目驱动的教学方式。学习任务主要以本行业工作岗位群中的典型实例提炼后进行设置, 项目实例较多, 应用范围较广, 图片数量较大, 还引入了一些经验性的公式、表格等, 文字叙述浅显易懂。增强了教学过程的互动性与趣味性, 对全国许多职业教育院校具有较大的适用性, 同时对企业技术人员具有可参考性。

(3) 根据职业教育的特点, 本系列教材在全国独创性地提出“职业导航、教学导航、知识分布网络、知识梳理与总结”及“封面重点知识”等内容, 有利于老师选择合适的教材并有重点地开展教学过程, 也有利于学生了解该教材相关的职业特点和对教材内容进行高效率的学习与总结。

(4) 根据每门课程的内容特点, 为方便教学过程对教材配备相应的电子教学课件、习题答案与指导、教学素材资源、程序源代码、教学网站支持等立体化教学资源。

职业教育要不断进行改革, 创新型教材建设是一项长期而艰巨的任务。为了使职业教育能够更好地为区域和企业服务, 殷切希望高职高专院校的各位职教专家和老师提出建议和撰写精品教材(联系邮箱:chenjd@phei.com.cn, 电话:010-88254585), 共同为我国的职业教育发展尽自己的责任与义务!

前 言



本书根据教育部最新的职业教育教学改革要求,紧紧围绕建筑行业技术与职业岗位技能,结合高职教育人才培养目标与特点进行编写。《建筑力学》作为土建类专业的一门理论性和实践性都比较强的专业基础课,着重培养学生的力学应用能力。在编写过程中采用最新国家标准,强调基本概念,重视宏观分析,降低计算难度,突出工程应用,叙述深入浅出,内容通俗易懂,为本专业其他岗位技能课程的学习奠定坚实基础。

本书以突出实用性和实践性为原则,以职业核心能力和创新能力培养为目标,构建有利于学生综合素质形成和科学思想方法养成的内容体系。本书在借鉴同类教材成功经验的基础上,既保持了经典理论又突出了工程应用能力培养,在理论体系上不追求完整性,但要求有较强的针对性。全书共分17章,包括静力学、材料力学和结构力学三篇。静力学篇主要介绍静力学的基本知识、平面力系与空间力系、摩擦与重心;材料力学篇着重介绍材料力学的基本知识、轴向拉伸和压缩、剪切与扭转、弯曲内力、应力状态和强度理论、组合变形的强度计算、压杆稳定;结构力学篇,考虑工程实践和高职教育特点,介绍结构力学的基本知识、平面体系的几何组成分析、静定结构内力计算、静定结构的位移计算、力法、位移法和力矩分配法、影响线。在每章后都安排了适量的思考题和练习题,正文中的计算方法等都是通过适量的例题来介绍的。

理论联系实际,突出实践是本教材的特点,以建筑工程技术问题为切入点,对建筑力学进行归纳分类,使学生能灵活应用建筑力学解决各类工程力学问题,达到培养高职高专学生适应工程实践能力的目的。本书可作为全国高职高专院校建筑力学课程的教材,也可作为应用型本科、成人教育、自学考试、电视大学、中职学校、培训班的教材,以及建筑工程技术人员的参考用书。

本书由无锡城市职业技术学院刘国华、无锡市计量测试中心力学部阚小妹担任主编,无锡城市职业技术学院张军、无锡市建设局徐晓春、辽宁城市建设职业技术学院郑楠、无锡城市职业技术学院姚燕雅担任副主编,山西运城职业技术学院苗杰、王飞朋参加编写。全书由山西运城职业技术学院陈东佐担任主审。

在本教材的编写中,编者参阅了大量的资料和著作,在此谨向相关的作者表示感谢。

限于时间仓促和编者水平有限,书中不足和疏漏之处在所难免,欢迎读者批评指正。

为了方便教师教学,本书配有免费的电子教学课件、练习题参考答案,请登录华信教育资源网(<http://www.hxedu.com.cn>)注册下载,有问题时请在网站留言或与电子工业出版社联系(E-mail: hxedu@phei.com.cn)。

编 者



目 录



绪论	(1)
----	-----

第一篇 静力学

第1章 静力学基本知识	(6)
-------------	-----

1.1 静力学的基本概念	(7)
1.2 静力学公理与定理	(22)
1.3 力的合成与分解	(27)
思考题	(31)
练习题	(32)

第2章 平面力系与空间力系	(35)
---------------	------

2.1 平面力系的合成	(36)
2.2 平面力系的平衡	(40)
2.3 空间力系	(48)
思考题	(53)
练习题	(54)

第3章 摩擦与重心	(57)
-----------	------

3.1 摩擦	(58)
3.2 重心	(60)
练习题	(68)

第二篇 材料力学

第4章 材料力学基本知识	(72)
--------------	------

4.1 可变形固体的概念	(73)
4.2 杆件的概念	(74)
4.3 内力、截面法、应力的概念	(75)
思考题	(77)
练习题	(78)

第5章 轴向拉伸和压缩	(79)
-------------	------

5.1 轴向拉伸和压缩的概念	(80)
5.2 轴向拉(压)杆的内力	(80)

5.3 拉(压)杆的变形	(86)
5.4 材料在拉伸和压缩时的力学性能	(90)
5.5 许用应力与强度条件	(97)
思考题	(101)
练习题	(101)
第6章 剪切与扭转	(104)
6.1 剪切与挤压的概念	(105)
6.2 扭转的概念	(108)
6.3 等直圆轴扭转时的应力与强度条件	(111)
思考题	(116)
练习题	(116)
第7章 弯曲内力	(118)
7.1 平面弯曲的概念及梁的计算简图	(119)
7.2 梁的内力及内力图	(120)
7.3 弯矩、剪力、荷载集度的关系	(128)
7.4 叠加法作弯矩图和剪力图	(129)
7.5 截面的几何性质	(130)
7.6 梁的弯曲应力	(135)
7.7 梁的强度条件	(139)
7.8 梁的弯曲变形	(144)
思考题	(148)
练习题	(148)
第8章 应力状态和强度理论	(150)
8.1 平面应力状态下的应力分析	(151)
8.2 空间应力状态下的应力分析	(155)
8.3 强度理论	(156)
思考题	(159)
练习题	(159)
第9章 组合变形的强度计算	(161)
9.1 组合变形的概念	(162)
9.2 斜弯曲	(162)
9.3 拉伸(压缩)与弯曲的组合	(165)
9.4 偏心拉伸(压缩)	(167)
思考题	(169)
练习题	(169)

第 10 章 压杆稳定	(171)
10.1 压杆稳定的概念	(172)
10.2 理想压杆临界力的计算.....	(173)
10.3 欧拉公式的适用范围.....	(176)
10.4 压杆的稳定计算	(178)
10.5 提高压杆稳定性的常用措施.....	(182)
思考题.....	(183)
练习题.....	(184)

第三篇 结构力学

第 11 章 结构力学基本知识	(188)
11.1 结构力学的研究对象及其任务	(189)
11.2 结构的计算简图.....	(190)
11.3 杆件结构的分类.....	(193)
思考题.....	(194)
第 12 章 平面体系的几何组成分析	(195)
12.1 几何组成分析的基本概念.....	(196)
12.2 几何不变体系的组成规则.....	(200)
12.3 几何组成分析方法及示例.....	(202)
12.4 结构的静力学特征与几何组成的关系	(204)
思考题.....	(205)
练习题.....	(206)
第 13 章 静定结构内力计算	(207)
13.1 静定梁	(208)
13.2 静定平面刚架	(215)
13.3 三铰拱	(220)
13.4 静定平面桁架	(226)
13.5 组合结构	(233)
思考题.....	(234)
练习题.....	(234)
第 14 章 静定结构的位移计算	(237)
14.1 结构位移的概念	(238)
14.2 虚功原理	(239)
14.3 结构位移计算的一般公式.....	(241)
14.4 静定结构在荷载作用下的位移计算.....	(244)
14.5 静定结构由于支座位移、温度改变所引起的位移计算.....	(250)
思考题.....	(253)

练习题	(253)
第 15 章 力法	(255)
15.1 超静定结构的概念与类型	(256)
15.2 力法基本原理	(257)
15.3 力法典型方程	(259)
15.4 荷载作用下各种超静定结构的力法计算	(261)
15.5 对称性的利用	(266)
15.6 温度改变和支座位移时超静定结构的内力计算	(270)
15.7 超静定结构的位移计算和最后内力图的校核	(273)
15.8 超静定结构与静定结构的比较	(274)
思考题	(274)
练习题	(275)
第 16 章 位移法和力矩分配法	(277)
16.1 位移法的基本概念	(278)
16.2 位移法基本未知量和基本体系的确定	(278)
16.3 等截面直杆的计算	(280)
16.4 位移法典型方程	(283)
16.5 位移法的应用	(285)
16.6 对称性的利用	(293)
16.7 力矩分配法的基本概念	(294)
16.8 单结点的力矩分配法	(297)
16.9 多结点连续梁和无侧移刚架的力矩分配法	(298)
思考题	(301)
练习题	(301)
第 17 章 影响线	(303)
17.1 影响线的概念	(304)
17.2 用静力法绘制单跨静定梁的影响线	(305)
17.3 机动法绘制多跨静定梁的影响线	(309)
17.4 用影响线确定固定荷载作用值和最不利荷载位置	(313)
17.5 简支梁的内力包络图与绝对最大弯矩	(317)
17.6 连续梁的影响线轮廓绘制及内力包络图	(318)
思考题	(320)
练习题	(320)
参考文献	(322)



建筑物是人们进行生活、工作和学习的物质基础，这些建筑物必须符合使用的需要，同时又能满足安全与经济这两个要求。因此，在对建筑物进行结构设计时，必须把力学的分析与计算放在十分重要的地位。建筑力学就是研究建筑物结构设计中有力学分析与计算问题的一门课程。

1. 建筑力学的对象和任务

在建筑物中承受并传递荷载而起骨架作用的部分称为建筑结构，简称结构。建筑结构是由基础、柱、墙、梁、楼板、楼梯和屋顶等组成的。组成结构的单个物件称为构件。一般的构件可以分为杆件、薄壁构件和实体构件三类，如图 0-1 所示。在结构中应用较多的是杆件。

建筑力学的对象就是杆件和杆件组成的结构。

在工程实际中，构件的主要作用是承受和传递荷载。由于荷载的作用，构件会产生变形，并且存在着发生破坏的可能性。但是构件本身具有一定的抵抗变形和破坏的能力，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、受力性质、工作条件及构造情况等有关。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，则结构将不安全，它会因为发生过大的变形不能进行正常工作，甚至因为强度不够而迅速破坏。如果把构件的截面设计得过大，构件的承载能力过分大于所受的荷载，则又会造成人力、物力上的浪费。由此可见，在结构设计中，既要荷载进行分析和计算，也要对构件承载能力进行分析与计算。同时，还要正确地认识和运用荷载与承载能力之间的对立统一规律，使两者互相适应，设计出既安全又经济的结构。在结构设计的过程中，尽管会遇到很多的矛盾，但构件所受的荷载与构件本身的承载能力之间的矛盾是贯穿结构设计力学分析的全过程的基本矛盾。建筑力学的任务就是为解决安全与经济这一矛盾提供理论基础和计算方法。

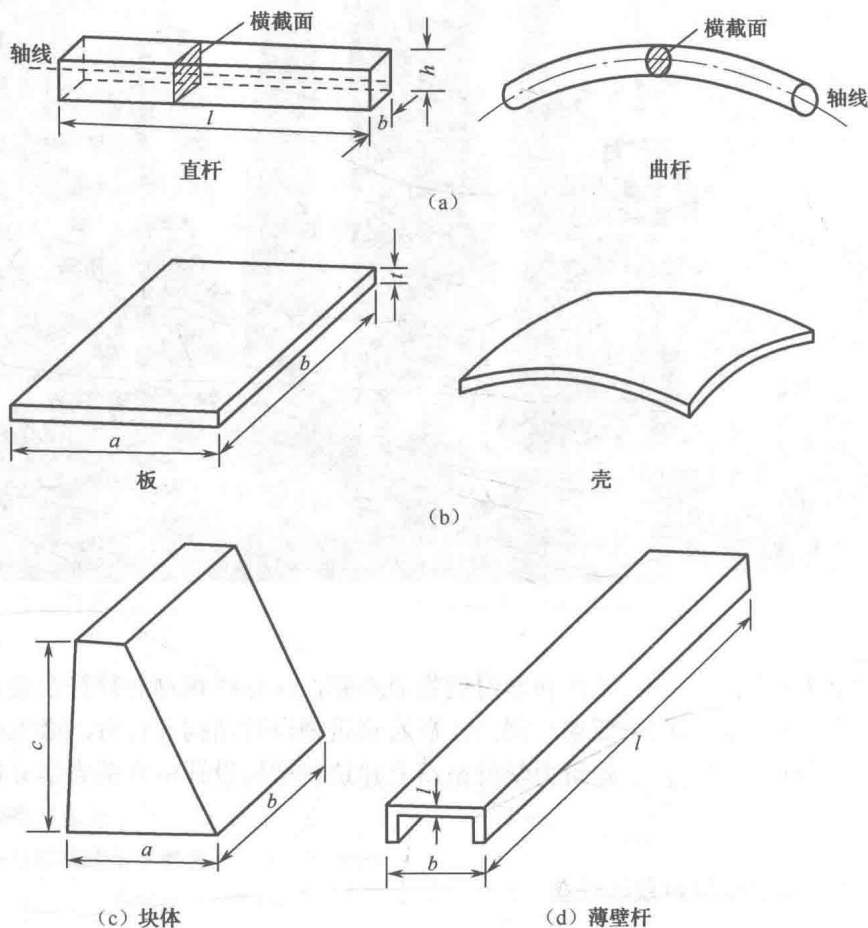


图 0-1

构件的承载能力是保证构件正常工作的决定性因素之一，它必须满足三个要求：

- (1) 在荷载作用下，构件不发生破坏，即构件应具有足够的强度。
- (2) 在荷载作用下，构件所产生的变形在工程允许的范围内，即构件应具有足够的刚度。
- (3) 承受荷载作用时，构件在其原有形状下的平衡应保持稳定的平衡，即构件应具有足够的稳定性。

构件的强度、刚度和稳定性统称为构件的承载能力。建筑力学通过研究和分析作用在结构或构件上的力与平衡的关系，总结出结构或构件的应力、应变的计算方法，以及构件的强度、刚度和稳定性条件，为设计出既安全可靠又经济合理的结构提供计算理论依据。

2. 建筑力学的主要内容和基本研究方法

建筑力学包括理论力学、材料力学和结构力学三门学科。理论力学研究物体机械运动的一般规律，即力学中最普遍、最基本的规律，这些规律是学习材料力学、结构力学的重要理论基础，材料力学和结构力学分别着重研究杆状构件及杆系结构的强度、刚度及稳定性，为设计构件和结构提供理论依据和方法。这三门课之间有着密切的内在联系



并相互衔接。

理论力学的内容,一般分为静力学、运动学和动力学三部分。静力学研究物体平衡时作用于其上的诸力之间的关系;运动学研究物体机械运动的几何特征而不涉及到力的作用;动力学研究物体的机械运动与所受的力之间的关系。由于建筑物体积庞大,又相对于地球是静止的,所以,对于建筑工程技术专业和相近的专业,理论力学部分仅仅只介绍静力学。

在建筑力学的概念和理论系统中,抽象化和数学演绎这两种方法起着重要的作用。抽象化的方法,就是在一定的研究范围内,根据问题的性质,抓住主要的、起决定作用的因素,如在静力学中,往往忽略物体受力时要变形的性质,而将物体简化为刚体等。数学演绎的方法,就是在经过实践证明为正确的理论基础上、经过严密的数学推演,得到定理和公式构成系统理论的方法。静力学中许多定理都是以牛顿定律为基础,经过严密的数学推导得到的。但是抽象必须是“科学的抽象”,如不顾条件随意取舍,则其结果将是荒谬的。同时数学推演的结果也只是在一定范围内成立,不能绝对化,此外,也不能把力学理论单纯地看作是数学演绎的结果而忽视其实践的作用。将实际工程中提出的问题,抽象化为力学问题,以已有的力学理论为依据,运用数学工具进行演绎求得解决,然后将结果运用到实践中去检验其正确性。如此循环往复使认识不断深化,这是力学理论发展的道路,也是所有科学发展的道路。

3. 学习建筑力学的目的和方法

建筑力学是研究建筑结构的力学计算理论和方法的一门科学,它是建筑结构、建筑施工技术、地基与基础等课程的基础,它将为读者打开进入结构设计和解决施工现场许多受力问题的大门。显然,作为结构设计人员必须掌握建筑力学知识,才能正确的对结构进行受力分析和力学计算,保证所设计的结构既安全可靠又经济合理。

作为施工技术及施工管理人员,也要求必须掌握建筑力学知识。知道结构和构件的受力情况,什么位置是危险截面,各种力的传递途径,以及结构和构件在这些力的作用下会发生怎样的破坏等,才能很好地理解图纸设计的意图及要求,科学地组织施工,制定出合理的安全和质量保证措施;在施工过程中,要将设计图纸变成实际建筑物,往往要搭设一些临时设施和机具,确定施工方案、施工方法和施工技术组织措施。如对一些重要的梁板结构施工,为了保证梁板的形状、尺寸和位置的正确性,对安装的模板及其支架系统要进行设计或验算;进行深基坑(槽)开挖时,如采用土壁支撑的施工方法防止土壁坍塌,对支撑特别是大型支撑和特殊的支撑必须进行设计和计算,这些工作都是由施工技术人员来完成的。因此,只有懂得力学知识才能很好地完成设计及施工任务,避免发生质量和安全事故,确保建筑施工正常进行。

建筑力学是一门重要的专业基础课,和其他课程一样,读者有一个科学合理的学习方法可以达到事半功倍的效果。学习建筑力学需要注意以下几点。

1) 注意和其他课程的关系

在建筑力学的学习过程中,经常会遇到高等数学、物理学中的一些知识,因此,在学习中应根据需要对相关内容进行必要的复习,并在运用中得到巩固和提高。在后续课程中,建筑力学又是建筑结构、地基基础和施工技术课程的基础,如果学不好建筑力学,



对后续课程的学习,将带来很大的难度。

2) 注意理论联系实际

建筑力学的发展正如其他学科一样,是由建筑的发展所推动的,同时它反过来也对建筑的实践起着重要的指导作用,因此,在学习中必须理论联系实际。学会注意观察,了解建筑的性能和使用情况,能够使用所学理论知识来解决实际问题。

3) 注意分析方法和解题思路

在建筑力学中讲述的是各种具体的计算方法,学习时要着重理解力学的思维方法,掌握其常用的解题思路。特别是要熟悉从这些具体计算方法中分析问题的过程和步骤;从已知条件探讨未知领域的途径;把整体分解为局部和局部合成整体的技巧等。

4) 注意多预习、复习和练习

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,能够有目的地解决问题;复习又起到巩固和加强理解所学知识的作用。而多做练习,会对总结力学规律、归纳学习方法、掌握解题技巧起到事半功倍的作用。

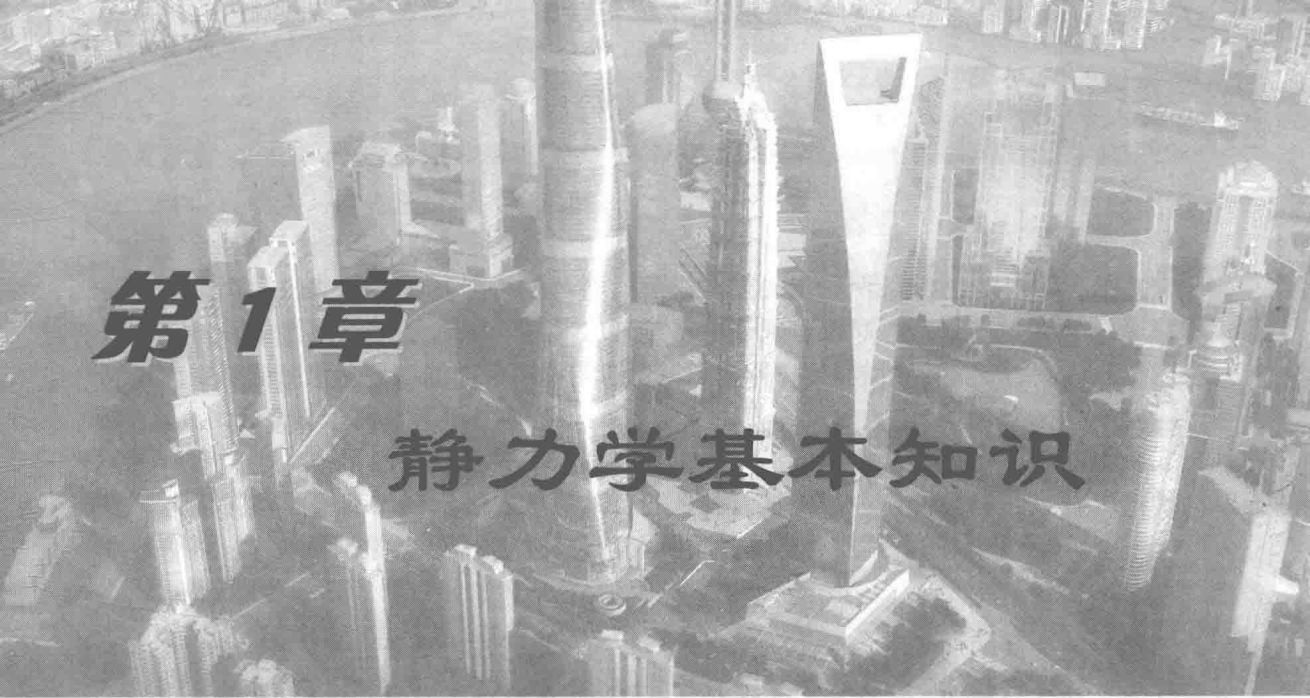
第一篇

静力学

静力学是力学的一个分支，是研究物体平衡的科学，它主要研究物体在力的作用下处于平衡的规律，以及如何建立各种力系的平衡条件。力系，是指作用在物体上的若干个力或一群力；平衡是物体机械运动的特殊形式，严格地说，物体相对于惯性参照系处于静止或作匀速直线运动的状态，即加速度为零的状态都称为平衡。对于一般工程问题，平衡状态是以地球为参照系确定的。平衡条件是指物体处于平衡状态时，作用在物体上的力系应满足的条件。静力学还研究力系的简化和物体受力分析的基本方法。

静力学分为分析静力学和几何静力学。分析静力学研究任意质点系的平衡问题，给出质点系平衡的充分必要条件。几何静力学主要研究刚体的平衡规律，得出刚体平衡的充分必要条件，又称刚体静力学。本篇主要介绍刚体静力学。

静力学从静力学公理（包括二力平衡公理、增减平衡力系公理、力的平行四边形法则、作用和反作用定律、刚化公理）出发，通过推理得出平衡力系应满足的条件，即平衡条件；用数学方程表示，就构成平衡方程。静力学是材料力学和其他各种工程力学的基础，在土木工程和机械设计中有广泛的应用。



第1章

静力学基本知识

知识目标

- 了解刚体、力及力矩与力偶的概念。
- 了解合力与等效力系的概念。
- 熟悉约束与反约束的类型。
- 熟悉结构计算简图的简化方法。
- 掌握画物体受力图的方法。
- 掌握静力学公理与定理。
- 掌握力的合成与分解两种方法。

能力目标

- 会根据实际情况，判断约束与反约束的类型。
- 会画结构计算简图和物体受力图。
- 能运用静力学公理与定理解决实际问题。
- 会进行力的合成与分解。

人们在长期的生产实践中，对一些现象进行了总结、归纳和演绎，由此掌握了自然科学规律。静力学基本知识就是人们认识自然的一个典范。静力学基本知识是静力学的基础，是进行力学分析与计算必备的知识。它包括静力学的基本概念、静力学公理与定理及力的合成与分解方法。



1.1 静力学的基本概念

1. 刚体的概念

刚体是指在运动中和受力作用后,形状和大小都不发生改变,且内部各点之间距离不变的物体。刚体是从实际物体抽象出来的一种理想的力学模型,自然界中并不存在。实际上,任何物体在力的作用下都将发生变形,但如果物体的变形尺寸与其原始尺寸相比很小。在所研究的力学问题中,忽略这种变形后不会引起显著的误差时,就可以把这个物体抽象化为刚体,从而使所研究的问题得到简化。

显然,现实中刚体是不存在的。任何物体在力的作用下,都会或多或少地发生一些变形。在材料力学中,主要是研究物体在力作用下的变形和破坏,所以必须将物体看成变形体。在静力学中,主要研究的是物体的平衡问题,为了简化所研究的问题,则将所有物体均看成是刚体。对刚体而言,力只产生运动效应。

2. 力的概念

人们对于力的认识,最初是与推、拉、举、掷时肌肉的紧张和疲劳的主观感觉相联系得出的。后来在长期的生产和生活中,通过反复的观察、实验和分析,人们逐步认识到,无论是在自然界还是在工程实际中,物体机械运动状态的改变或变形,都是物体间相互机械作用的结果。例如,机床、汽车等在刹车后,速度会很快减小,最后静止下来;吊车梁在行车起吊重物时会产生弯曲等。事实表明,力是物体之间的相互作用,离开了物体,力就不可能存在。这就是力的物质性。

1) 力的定义

人们通过科学的抽象,得出了力的定义:力是物体间相互的机械作用,这种作用的结果是使物体的机械运动状态发生改变,或使物体变形。

物体间机械作用的形式是多种多样的,大体上可以分为两类:一类是通过物质的一种“场”而起作用的,重力、万有引力、电磁力等;另一类是由两个物体直接接触而发生的,如两物体间的压力、摩擦力等。这些力的物理本质各不相同。在力学中,我们不研究力的物理本质,而只研究力对物体的效应。一个力对物体作用的效应,一般可以分为两个方面:一是使物体的机械运动状态发生改变,二是使物体的形状发生改变。前者称为力的运动效应或外效应,后者称为力的变形效应或内效应。静力学研究力的运动效应,材料力学和结构力学研究力的变形效应。

力的运动效应又可以分为移动效应和转动效应。一般情况下,一个力对物体作用时,既有移动效应,又有转动效应。如打乒乓球时,如果球拍作用于乒乓球的力恰好通过球心,将只有移动效应;如果此力不通过球心,则不仅会有移动效应,而且还会有绕球心的转动效应。弧线球就是一个高速移动和旋转的球。

2) 力的三要素

由实践可知,力对物体的作用效应,取决于力的大小、方向和作用点,通常称为力的三要素。当这三个要素中任何一个改变时,力的作用效应也要随之改变。

力的大小表示力对物体作用的强弱。在国际单位制(SI)中,力的单位是牛顿(N)或



建筑力学

千牛 (kN)。

力的方向包括力作用线的方位和力的指向。例如，火箭发射时，力的方向“垂直向上”，其中“垂直”指的是力的方位，“向上”说的是力的指向。

力的作用点表示物体所受机械作用的位置。一般说来，力的作用位置不是一个几何点而是有一定大小的一个范围，例如，两物体接触时其相互间的压力分布在整個接触面上、重力分布在物体的整个体积上等（这样的力称为分布力）。但当力的作用范围相对于物体为很小，或由于其他原因以致力的作用范围可以不计，就可将它抽象为一点，此点即为力的作用点（这样的力称为集中力）。

3) 力的表示

由力的三要素可知，力是矢量，集中力应该用一沿力的作用线的有向线段表示。此有向线段的起点或终点表示力的作用点，故力是定位矢量。图 1-1 表示了物体在 A 点受到力 F 的作用。本书中用一个粗体字母表示力矢量，如 $\mathbf{F}$ ，而用普通字母表示力矢量的大小（又称模），如 F 。仅用符号 F 不能确定它所表示的力的作用点，这种只表示力的大小和方向，并可从任一点画出的矢量称为力矢。

分布力的大小用力的集度表示。例如，有的力是分布在整個物体上的，如重力、万有引力等，称为体分布力，其集度单位常用 N/m^3 或 kN/m^3 ；屋面板上雪的压力是作用在一定面积上的分布力，称为面分布力，其集度单位为 N/m^2 或 kN/m^2 ；如果力是分布在一个狭长的面积或体积上，则可以把它简化为沿长度方向的线分布力，它的集度单位为 N/m 或 kN/m 。

对于分布力，若力的集度为常数，则该分布力称为均布力；否则，就称为非均布力。分布力的集度通常用 q 表示。图 1-2 表示在梁上沿长度方向作用着向下的均布力，其集度 $q=80 \text{ kN/m}$ 。

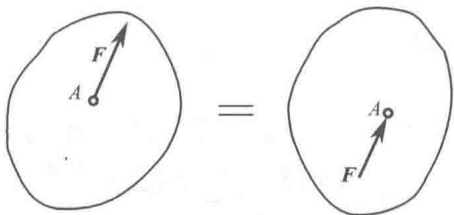


图 1-1

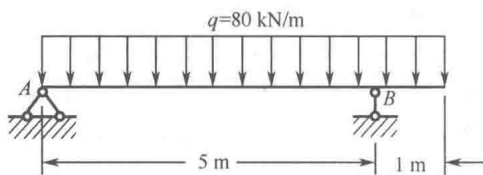


图 1-2

4) 合力与等效力系的概念

若一个力与一个力系对同一个物体的运动效应完全相同，则称此力为该力系的合力，而该力系中的各力称为这个力的分力。如果两个力系对同一个物体的运动效应完全相同，则称这两个力系为等效力系。合力与等效力系可以简化物体的受力分析，便于力学的计算。

3. 力矩与力偶的概念

力矩与力偶是与物体转动相联系的两个物理量，广义来讲，力矩与力偶属于力的范畴。

1) 力矩的概念

从实践中知道，力不但能使物体移动，而且还能使物体转动。用扳手拧螺母（图 1-3）、用钉锤拔钉子及用手推门等都是物体在力的作用下产生转动效应的例子。

力使物体移动的效应取决于力的大小和方向，而力使物体转动的效应则取决于力矩