



普通高等教育“十一五”国家级规划教材



Theoretical Mechanics

理论力学 第3版

洪嘉振 杨长俊 编著



高等教育出版社
Higher Education Press

031/73=3D

2008



“十一五”普通高等教育“十一五”国家级规划教材

理论力学

Theoretical Mechanics

第 3 版

洪嘉振 杨长俊 编著



高等教育出版社

Higher Education Press

图书在版编目(CIP)数据

理论力学/洪嘉振,杨长俊编著.—3版.—北京:高等教育出版社,2008.1

ISBN 978-7-04-022672-0

I.理… II.①洪…②杨… III.理论力学-高等学校-教材 IV.O31

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第178300号

策划编辑 黄毅 责任编辑 张玉海 封面设计 张楠
责任绘图 尹莉 版式设计 张岚 责任校对 胡晓琪
责任印制 尤静

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-58581118
社址	北京市西城区德外大街4号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100011	网址	http://www.hep.edu.cn
总机	010-58581000		http://www.hep.com.cn
经销	蓝色畅想图书发行有限公司	网上订购	http://www.landaco.com
印刷	北京四季青印刷厂		http://www.landaco.com.cn
		畅想教育	http://www.widedu.com
开本	787×960 1/16	版次	1999年12月第1版
印张	32.25		2008年1月第3版
字数	600 000	印次	2008年1月第1次印刷
		定价	47.80元(含光盘)

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 22672-00

第3版序言

作为教育部“高等教育面向21世纪教学内容和课程体系改革计划”的研究项目,自1997年开始笔者所领导的团队对传统的理论力学课程体系与教学内容进行了改革与教学实践。作为这项改革的基础成果,本书第一版以教育部面向21世纪课程教材于1999年出版。教材力图体现对高等院校工科各专业学生的三个能力的培养,即对工程对象正确建立力学模型的能力,对这些力学模型进行静力学、运动学与动力学(包括瞬时与过程)分析的能力,利用理论力学的基本概念判断分析结果正确与否的能力。教材的出版引起了国内同行的关注。在上海交通大学机械学院全面使用及兄弟院校使用效果反馈的基础上,笔者进行了认真的修订,以期使该项成果更加完善,第2版作为普通高等教育“十五”国家级规划教材于2002年出版。与此同时,为了提高教学效果,在教育部多项教学改革项目的资助下,笔者的团队对这项改革成果进行了立体化的建设,开发了基于PowerPoint技术的课件,在力求达到上课板书效果的基础上,增加了许多生动的多种媒体教学素材;开发了基于数据库技术的理论力学题解系统,便于教师调用;开发了适用于远程教学的理论力学网络课程,2003年由高等教育出版社出版;利用动态数据库技术,研发了集助教、助学与管理的个性化理论力学教学网站。该网站有丰富的课件、习题库、试题库、实验教学平台与多种教学辅导平台等,教师可以面对教学班建立个性化的教学计划,实施各种教学环节及其管理;为每个学生提供了一个个性化的助学平台,供自学、复习、讨论与答疑。网站的远程服务是个亮点,多年来为兄弟院校的教师与他们的学生实现了如同上海交通大学教师与学生一样的服务。上述课程立体化建设得到了主管部门与国内同行的认可,本课程被评为2003年度唯一一门理论力学国家级精品课程。

在近10年的教学实践中,笔者坚持从学生创新能力培养的教学目标与学生认知规律两方面来审视本教材教学体系与教学内容的科学性,也就是如何构架一个科学的体系,如何合理安排相关的教学内容,让学生一步一步地攀登,实现理论力学创新能力的培养。配合教育部即将推出的新的理论力学教学基本要求,本次修订是在这方面的再一

次努力。多年来,上海交通大学多位教师的教学实践与更多兄弟院校教师对本教材与理论力学求解器使用效果的反馈,为本次修订提供了重要的参考。本次修订具体做了以下几个方面工作:

1. 运动学部分经过上次修订,其课程体系与教学内容已经比较完善,坚持运动学瞬时分析与过程分析两个层面的培养。从教学基本要求出发,本次修订重点为矢量瞬时分析方法。以刚体运动为点运动学分析的切入点,明确动基的物理意义,将刚体运动与点的运动分析紧密地联系在一起,突出解决问题思路的程式化。考虑到不同层次学生的认知规律,本次修订精选了例题与习题。但限于篇幅,删去了原解析瞬时分析方法一节。

2. 动力学部分的课程体系与教学内容是本次修订的重点。利用矢量力学处理动力学问题是理论力学解决实际问题的重要手段。从教学基本要求出发,作为基础,第6章在介绍动力学三大定理基本概念的基础上,重点叙述三大定理的特点及在动力学瞬时分析中可能解决的基本问题。作为进阶,第7.1节提出了处理刚体(系)动力学问题的程式化的思路。从动力学方程的建立,到动力学具体问题处理过程的一般方法与步骤,通过例题的演示与习题的搭配使学生系统掌握这种分析方法。

3. 根据教学基本要求,将第8章与第9章的内容进行调整,将分析力学的教学内容分为三个层次。作为基础,重点介绍达朗贝尔原理及其在动力学瞬时分析中的应用与虚位移原理及其在静力学分析中的应用;作为进阶,介绍质点系动力学普遍方程、拉格朗日第一类方程与拉格朗日第二类方程。本次修订中,为了便于学生理解,将质点系与刚体联系起来,将原第9章中的单刚体动力学普遍方程与拉格朗日第一类方程及其应用提前至第8章中介绍。对于拉格朗日第二类方程,重点介绍首次积分的概念与应用。作为提高,第9章重点介绍刚体系动力学计算机辅助分析的基础,并介绍非自由刚体系拉格朗日第一类方程的原理、正逆动力学问题、拉格朗日乘子与理想约束力的关系等。

4. 全书原有习题经过筛选与补充基本上与教学内容的知识点相匹配,修订量约为55%,已达250题。

本版全书分为9章,总体上仍然分为三个模块,即数学基础(第1章)、理论力学基本概念与方法(第2~4章,第6~8章)、理论力学问题计算机辅助分析原理与方法(第5,9章)。由于第二、三模块在叙述上已相对独立,对于不需要计算机辅助分析专业的学生可选用前两个模块。由于在教学内容上根据教学基本要求作了新的安排,更便于不同学时和内容需求的教师与学生选用。

笔者再一次感谢各方面对本教材编写的鼓励与支持,对为本次修订审稿的北京航空航天大学王琪教授表示衷心的感谢。

本版各章由洪嘉振教授执笔,杨长俊副教授在组织习题与编写答案的过程

中付出了大量的精力。由于编著者的水平有限,书中不足和疏漏之处在所难免,恳望读者指正。

洪嘉振 杨长俊

2007年2月于上海交通大学

对于已有力学基础知识的高等学校工科本科学生,理论力学作为一门专业基础课,它的基本任务应该实现三个能力的培养,即培养学生对工程对象正确建立力学模型的能力;培养学生对这些力学模型进行静力学、运动学与动力学(包括瞬时与过程)分析的能力;培养学生利用理论力学的基本概念判断分析结果正确与否的能力。

根据上述目标,我们对传统的理论力学教学体系与内容进行了改革,通过在上海交通大学两年多的教学实践,本书第1版作为教育部面向21世纪课程教材于1999年12月由高等教育出版社出版。该教材的出版引起了同行们的关注,在华东地区与全国的教学成果研讨会上进行了多次交流。上海交通大学先后又在机械类专业12个班级中使用。福州大学与东华大学也进行了试用,他们向作者反馈了教材的成功与不足之处,提出了许多宝贵的意见。为了使该项改革成果更加完善,笔者进行了认真的修订。在保持原教材特点不变的情况下作了如下的变动:

1. 为了进一步提高教学效果,便于学生自学,减小教材内容叙述上的坡度,精心编排了例题与习题。

2. 考虑到教材能适应土建类学生的需要,静力学部分现单列一章处理,增加了处理桁架问题等内容。

3. 第一版以介绍理论力学二维问题为主,考虑到有些工科专业对理论力学三维问题的需要,增加了一章“刚体空间运动学”,在“刚体动力学”一章中增加一节“刚体的定点运动”。运动学的内容由“刚体平面运动学”与“刚体空间运动学”两章进行介绍,可供不同需求的读者选用。

4. 第1章“数学基础”介绍几何矢量、矢量代数与矩阵的最基本的概念,统一全书的符号。重点让学生建立矢量基(坐标系)相互关系,矢量在不同基下导数的关系等概念。考虑到不同层次学生的需要,现将第一版中涉及三维问题的一些内容放到“刚体空间运动学”中,这样减小了读者入门的坡度。

5. “刚体平面运动学”一章进行重新编写。处理运动学问题有矢量分析与解析分析两种方法。运动学的矢量分析方法是运动学和动力学

定性分析的基础。考虑到不同层次学生的需要,在该章中将解析分析方法单列一节进行介绍。由于本教材的运动学矢量分析方法切入点不是点,而是刚体,因此在叙述上与其他理论力学传统教材相比有较大的创新。实践证明,这种叙述方法物理概念明确,解题思路具有程式化的特征,也为运动学的过程分析打下基础。在新版的“刚体平面运动学”中以较大的篇幅详细介绍这种方法。

6. 考虑到不同层次学生的需要,“矢量动力学基础”与“刚体动力学”两章的内容相互有一些变动。前者作为基础,后者作为进阶。通过“矢量动力学基础”一章的学习,让学生掌握动力学的基本概念,动力学三大定理及其应用,提高动力学瞬时分析的能力。“刚体动力学”重点介绍建立刚体(系)动力学方程的两种方法与几个专题,包括非惯性基下的刚体动力学、碰撞与刚体定点运动动力学等。考虑到质点系对动点的动量矩定理在建立刚体系统动力学方程的独立坐标方法中具有重要意义,故教材中为需要这方面要求的学生安排了一定的篇幅。

7. 第5章与第9章介绍理论力学问题计算机辅助分析原理与方法。这些内容符合处理复杂机械系统运动学、动力学与静力学问题的潮流。配合辅助教学软件《理论力学问题求解器》,培养学生这方面的能力与后续课程接轨。为了突出重点介绍计算机辅助分析原理与方法,第二版对这两章内容进行了增删。

再版后的全书共分9章。在总体上仍然分为三个模块,即数学基础(第1章)、理论力学基本概念与方法(第2~第4章,第6~第8章)、理论力学问题计算机辅助分析原理与方法(第5、第9章)。由于第5、第9两章在叙述上与其他内容已相对独立,对于不需要计算机辅助分析专业的学生可选用前两个模块。对于需要这方面内容的专业建议按本书章节的安排组织进行教学。此外,在理论力学基本概念与方法的内容中,二维与三维问题相对独立,基本与进阶已有区分,这样便于有不同学时和内容需求的读者选用。

为了便于教师教学需要,我们同时编制了与本书配套的辅助教学软件。其中包括教师课堂上用的基于PowerPoint的辅助教学课件与全书所有习题的详细解答。为了便于学生学习与网络教学的需要,与教材配套的《理论力学网络课程》也将出版。

本书第1版为教育部面向21世纪高等教育教学内容与课程体系改革计划中“力学系列课程教学内容和体系改革的研究于实践”项目的研究成果。本版又得到教育部世界银行贷款21世纪初高等教育改革项目的资助,且经专家评审纳入“十五”国家级规划教材计划。在教材的修订过程中再一次得到各方面的鼓励与支持,在此谨向为修订本审稿的北京航空航天大学王琪教授,参加华东地区与全国研讨会的兄弟院校理论力学前辈与同行,通过试点对教材内容提出建设性意见的福州大学陈乐生教授与东华大学的华志宏教授,为网络课程与课件建设作出贡献的上海交通大学包光伟、朱本华与陈贤浩教授、西北工业大学的支

希哲与朱西平教授等表示衷心的感谢。

本版各章由洪嘉振教授执笔,杨长俊副教授对全书的内容安排提出了重要的意见,编排了绝大部分习题,编写了答案。

理论力学教学内容与体系改革是一项长期而艰巨的工程,需要有志于理论力学教学的同仁共同努力。由于编著者的水平有限,书中的错误和疏漏之处在所难免,恳望读者指正。

洪嘉振 杨长俊

2002年2月于上海交通大学

很难预见在未来的 21 世纪对大型工程设计与优化将有怎样的需求,但总是要充分利用计算技术不断提高工程设计的效率、加快产品的更新、提高产品的性能与减小投资风险。近年来提出的虚拟设计的思想,是达到上述目标的探索。实现此目的将涉及多门学科,而对工程对象运动与控制性态的分析及优化是虚拟设计的基础。理论力学作为一门技术基础课程,面对工程复杂机械系统运动学、动力学与静力学性态的分析与优化的需求,传统的教学内容与课程体系必须进行改革。著者试图在这方面作些探索。

我们认为理论力学作为一门技术基础课,它的基本任务应该是在原来学生已有的力学基础上,培养学生具备对复杂(包括简单)工程对象正确建立力学模型的能力,具备对这些力学模型进行静力学、运动学与动力学(包括瞬时与过程)分析的能力,具备利用理论力学的基本概念判断分析结果正确与否的能力。为了达到上述目标,面对传统的理论力学的体系与教学内容,首先要做减法,减去与物理重复的教学内容,减去与理论力学问题瞬时及过程分析无用的一些概念;然后是如何叙述传统理论力学中保留的内容和增加哪些面向 21 世纪的内容,以及如何将两者贯通成为一个体系。我们认为传统的理论力学中的大部分基本概念与基本方法必须按照三个能力的培养目标予以取舍,部分内容改写的目的是与面向 21 世纪新内容接轨。具体表现在以下几个方面:

1. 引入矩阵工具,通过矢量代数与矩阵运算的结合,不仅使理论力学基本概念的数学描述变得简洁,而且便于数值分析的实现;

2. 以刚体与刚体系为课程的主要研究对象,教学内容以运动学与动力学为主,静力学作为动力学的特殊情况处理;

3. 精选矢量力学与分析力学的内容,使学生掌握运动学与动力学瞬时分析的基本概念与方法,培养他们判断与分析运动学与动力学现象的能力;

4. 强化运动学与动力学过程分析的程式化数学模型的建立,运动学以约束方程为主线,动力学以第一类拉格朗日方程为主线,实现运动学、动力学与静力学的贯通,理解当前国际先进的计算机辅助分析软件

的基本原理；

5. 培养学生正确合理地将工程对象定义为刚体系力学模型的能力,并且能利用软件进行运动学、动力学与静力学分析问题。为了实现上述目标,本书附有电子出版物:计算机辅助教学软件《理论力学问题求解器》,在使用的的方法上与大型工程应用软件接轨。

本书共分7章。第1章为数学基础,其内容是介绍矢量代数与矩阵的最基本的概念,统一在书中将要使用的符号。重点使学生建立矢量基(坐标系)相互关系。第2章是运动学,由于运动学的切入点不是点,而是刚体,故与传统理论力学中的运动学相比有较大变动。这样介绍的优点可用较少的学时完成传统教材中相关的内容,同时为后续内容打下基础。第4章的矢量动力学基础与第6章的分析力学基础,包括了传统理论力学中动力学与分析力学中的大部分内容。通过学习使学生掌握动力学的基本概念与方法,掌握动力学瞬时分析的能力。与传统的教材不同的是力的概念在第4章中引入,是作为动力学中两个重要的概念(即力与惯量)之一进行介绍。笔者将静力学的力系平衡概念压缩在第4章中作为一节处理,因为这些概念学生已经建立,在理论力学中不再赘述。而静力学的平衡概念安排在第6章虚位移原理中作详细介绍。目录中的第3章与第7章是为面向21世纪增加的新内容。使学生掌握复杂机械系统运动学、动力学与静力学分析程式化建模与处理问题的基本原理与方法。

上述做法的设想早在两年前曾与北京航空航天大学王琪教授、清华大学的李俊峰教授与哈尔滨工业大学的赵经文教授共同讨论,得到理论力学界前辈谢传锋教授与梅凤翔教授鼓励,教育部基础力学课程指导小组组长范钦珊教授给予了有力的支持。本书在撰写的过程中引用了刘延柱教授与吴镇教授编写的理论力学教材中的例题与习题。梅凤翔教授、刘延柱教授与王琪教授还对全书进行审阅,提出了许多宝贵的意见。在本书正式出版之际,著者要感谢上述各位的关心与帮助。

理论力学教学内容与体系改革是一项长期与艰巨的工程,需要有志于理论力学教学改革同仁共同奋斗。本书作为教育部“高等教育面向21世纪教学内容和课程体系改革计划”中“力学系列课程教学内容和体系改革的研究与实践”项目的研究成果之一奉献给读者,只是著者的一种努力。至于这种改革的方案是否符合实际还需在今后的教学实践中不断地完善。

全书各章由洪嘉振教授执笔,杨长俊副教授在本书的内容安排、筛选上提出了重要的意见,并且设计与安排了绝大部分习题。研究生韩兴华、杨辉与朱国强为完成《理论力学问题求解器》作了大量的工作。本书初稿完成后曾在上海交通大学机械工程专业本科生中试用,根据试用结果对初稿进行了修改,形成了本书稿。

由于著者的水平有限,书中的错误和疏漏之处在所难免,恳望读者指教。

洪嘉振 杨长俊

1999年6月于上海交通大学

说明:

1. 本书中的数学与物理量涉及标量、矢量、标量矩阵与矢量矩阵等 4 种。在实施国家标准(GB 3100 ~ 3102—93)《量和单位》的过程中发现,如果上述各种量出现在同一表达式中将无法区分。为此,在保证执行国家标准的前提下作如下约定:标量用白斜体字母表示,例如 d 、 D ;标量矩阵用黑斜体字母表示,例如 \mathbf{d} 、 \mathbf{D} ;矢量用小写白斜体字母上加一箭头表示,例如 \vec{d} 。矢量矩阵在国标中没有规定,根据上述约定,用小写黑斜体字母上加一箭头表示矢量矩阵,例如 $\vec{\mathbf{d}}$ 。

2. 一矢量与它的模,以及在某一坐标系下坐标阵和坐标方阵在本书中经常同时出现。为了便于理解与表达,约定一矢量与它的模、坐标阵和坐标方阵用相同的斜体字母表达,区别是矢量用小写白斜体字母上加一箭头表示,例如 \vec{d} ;该矢量的模用该字母的白斜体表示,即 d ;该矢量的坐标阵用该字母的黑斜体表示,即 \mathbf{d} ;该矢量的坐标方阵用该字母的黑斜体上加波浪号表示,即 $\tilde{\mathbf{d}}$ 。

$\mathbf{1}_n$	元素为 1 的 n 阶列阵
\mathbf{A}	矩阵 \mathbf{A} ; 方向余弦阵
\mathbf{A}^{ij}	基 j 相对于基 i 的方向余弦阵
\mathbf{A}^i	基 i 相对于公共基的方向余弦阵
\vec{a}	加速度矢量
\vec{a}_C	连体基基点 C 或刚体质心 C 的加速度矢量
\vec{a}_P	点 P 的绝对加速度矢量
\vec{a}_P^C	点 P 的科氏(科里奥利)加速度矢量
\vec{a}_P^r	点 P 的相对加速度矢量
\vec{a}_P^e	点 P 的牵连加速度矢量
$\vec{a}_{\tau P}$	点 P 的切向加速度矢量
$\vec{a}_{\alpha P}$	点 P 的转动切向加速度
$\vec{a}_{\rho P}$	点 P 的径向加速度矢量

$\vec{a}_{\omega P}$	点 P 的向心加速度矢量
$\vec{a}_{\alpha P}^c$	点 P 的转动牵连切向加速度矢量
$\vec{a}_{\omega P}^c$	点 P 的转动牵连向心加速度矢量
B_i	刚体 i , 物体 i
c	粘性摩擦因数
C_i	刚体 i 的质心
dq	实位移(列阵)
dq^*	可能位移(列阵)
dW_k	力 \vec{F}_k 所作的元功
e	恢复因数
\vec{e}	矢量基(简称基), 基矢量列阵
$\vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3$	矢量基的 3 个基矢量
\vec{e}^r	矢量基 r , 参考基
\vec{e}^b	矢量基 b , 连体基
f_s	静摩擦因数
f	动摩擦因数
\vec{F}	力, 外力
\vec{F}^a	主动力
\vec{F}^n	理想约束力, 理想约束力的主矢
\vec{F}^i	惯性力
\vec{F}^c	牵连惯性力
\vec{F}^C	科氏(科里奥利)惯性力
\vec{F}^*	(达朗贝尔)惯性力, 惯性力主矢
\vec{F}_N	法向约束力
\vec{F}_f	摩擦力
\vec{F}_R	力系的主矢
\vec{F}_T	系绳的拉力
\hat{F}^a	增广主动力阵
\hat{F}^n	增广理想约束力阵
\hat{F}^i	增广惯性力阵
\vec{g}	重力加速度矢量

\vec{G}	重力
H_i	铰 i
I, I_n	单位阵, n 阶单位阵
\vec{i}	碰撞冲量
J	刚体的转动惯量阵
J_{Ox}, J_{Oy}, J_{Oz}	质点系(刚体)关于 Ox, Oy, Oz 轴的转动惯量矩
$J_{Oxy}(J_{Oyx}), J_{Oyz}(J_{Ozy}),$ $J_{Ozx}(J_{Oxz})$	质点系(刚体)关于 Oxy, Oyz, Oxz 平面的惯性积
L	拉格朗日函数
\vec{L}_C	质点系相对点 C 的绝对动量矩
\vec{L}'_C	质点系相对点 C 的相对动量矩
m	质量
$\vec{M}_O(\vec{F})$	力 \vec{F} 对点 O 的矩
\vec{M}	力矩, 力偶矩
\vec{M}_C	外力系对点 C 的主矩
\vec{M}_C^a	主动力系对点 C 的主矩
\vec{M}_C^i	理想约束力系对点 C 的主矩
\vec{M}_C^l	质点系对质心 C 的惯性力主矩
\vec{M}_C^*	(达朗贝尔)惯性力对点 C 的主矩
\vec{M}_f	滚动阻力偶矩
\vec{p}	动量
q	坐标(列)阵, 刚体的位形坐标(列)阵
\dot{q}	实速度(列阵), 刚体的位形速度(列)阵
\dot{q}^*	可能速度(列阵)
Q_j	主动力关于广义坐标 w_j 的广义力
T	动能
u	非独立坐标(列)阵
U	势函数, 势
\vec{v}	速度矢量
\vec{v}_P^r	点 P 的相对速度矢量
\vec{v}_P^c	点 P 的牵连速度矢量
\vec{v}_{iP}^c	点 P 的平移牵连速度矢量

$\vec{v}_{\omega P}^c$	点 P 的转动牵连速度矢量
V	势能函数, 势能
w	独立坐标(列)阵, 广义坐标阵
W	力所作的功
Z	刚体的增广质量阵
$\vec{\alpha}$	角加速度矢量
δ	自由度, 滚阻系数
δP	虚功率
δq	虚位移(列阵)
φ	刚体或连体基的姿态角
φ_m	摩擦角
Φ	约束方程组(列阵)
Φ^K	主约束方程组(列阵)
Φ^D	驱动约束方程组(列阵)
Φ_q	约束方程雅可比(矩阵), 列阵 Φ 对坐标阵 q 的偏导数
Φ_u	约束方程关于非独立坐标 u 的雅可比(矩阵)
Φ_w	约束方程关于独立坐标 w 的雅可比(矩阵)
Φ_t	速度约束方程的右项(列阵), 列阵 Φ 对时间 t 的偏导数
γ	加速度约束方程的右项(列阵)
λ	拉格朗日乘子(列阵)
ρ_x, ρ_y, ρ_z	质点系(刚体)关于 Ox, Oy, Oz 轴的回转半径
$\vec{\omega}$	角速度矢量

内 容 简 介

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材。本书第1版是面向21世纪课程教材。第2版是普通高等教育“十五”国家级规划教材。

本书是一本全新构思的教材,对传统的理论力学课程体系与教学内容做了较大的改进。本次修订作者力图培养已有力学基础读者的三个能力,即对工程对象正确建立力学模型的能力,对力学模型进行静力学、运动学与动力学(瞬时与过程)分析的能力,利用理论力学的基本概念判断分析结果正确与否的能力。为此,教材在强化理论力学基本概念的基础上,优化了处理理论力学问题的传统方法,增加了理论力学问题计算机辅助分析的原理与方法;利用配套的辅助教学软件《理论力学问题求解器》培养读者解决工程对象力学性态分析的能力,实现与国内外大型通用工程分析软件的接轨。

全书共分9章。第1章数学基础,介绍阅读本书所需要的几何矢量、矢量代数与矩阵运算等最基本的概念。第2章静力学,内容包括力、约束与摩擦等概念,处理力系的简化与平衡的方法等。第3章与第4章分别为刚体平面与空间运动学,介绍处理运动学问题的矢量瞬时分析方法。由于运动学的切入点是刚体,与传统教材分析方法相比,在叙述上有较大的创新。第6章介绍矢量动力学基础,包括动力学的基本概念,动力学三大定理及其应用。第7章介绍利用矢量动力学建立刚体(系)动力学方程与处理刚体动力学的方法;介绍动力学的几个专题,包括非惯性基下的刚体动力学、碰撞与定点运动刚体动力学等。第8章分析力学基础,包括达朗贝尔原理与虚位移原理及其应用,动力学普遍方程、拉格朗日第一与第二类方程等。第5章与第9章分别介绍运动学与动力学计算机辅助分析原理与方法,培养学生利用软件处理系统运动学、动力学与静力学问题的能力。

全书在总体上分为三个模块,即数学基础(第1章)、理论力学基本概念与方法(第2~4章,第6~8章)、理论力学问题计算机辅助分析原理与方法(第5,9章)。由于第二与第三模块相对独立,在介绍理论力学基本概念与方法时二维与三维问题相对独立,基本概念与进阶内容已有区分,故全书便于有不同学时和内容需求的读者选用。

本书可作为高等学校机械、航空、航天、土建与水利等专业学生学习理论力学的教科书,也可作为从事机械、航空航天、车辆、土建与水利等领域工程技术人员知识更新的参考书。

作为2003年度国家级精品课程的核心教材,与本书配套的大量教学资源在上海交通大学理论力学精品课程网站上,可供教师与学生使用,该网站已经实现远程与个性化服务。

本书配有电子教案、网络课程和习题解答。