



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材



iCourse·教材

# 理论力学 (II)

第 8 版

哈尔滨工业大学理论力学教研室 编

高等教育出版社



“十二五”



iCourse·教材

# 理论力学 (II)

LILUN LIXUE

第 8 版

哈尔滨工业大学理论力学教研室 编

高等教育出版社·北京

## 图书在版编目(CIP)数据

理论力学. II / 哈尔滨工业大学理论力学教研室编  
--8 版.--北京:高等教育出版社,2016.9

iCourse·教材

ISBN 978-7-04-045993-7

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 170818 号

|      |     |      |     |      |     |      |     |
|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|
| 策划编辑 | 黄 强 | 责任编辑 | 黄 强 | 封面设计 | 李小璐 | 版式设计 | 童 丹 |
| 插图绘制 | 杜晓丹 | 责任校对 | 胡美萍 | 责任印制 | 刘思涵 |      |     |

---

|      |                  |      |   |
|------|------------------|------|---|
| 出版发行 | 高等教育出版社          | 网 址  | <a href="http://www.hep.edu.cn">http://www.hep.edu.cn</a>         |
| 社 址  | 北京市西城区德外大街 4 号   |      | <a href="http://www.hep.com.cn">http://www.hep.com.cn</a>         |
| 邮政编码 | 100120           | 网上订购 | <a href="http://www.hepmall.com.cn">http://www.hepmall.com.cn</a> |
| 印 刷  | 河北鹏盛贤印刷有限公司      |      | <a href="http://www.hepmall.com">http://www.hepmall.com</a>       |
| 开 本  | 787mm×960mm 1/16 |      | <a href="http://www.hepmall.cn">http://www.hepmall.cn</a>         |
| 印 张  | 13.25            | 版 次  | 1961 年 4 月第 1 版   |
| 字 数  | 240 千字           |      | 2016 年 9 月第 8 版   |
| 购书热线 | 010-58581118     | 印 次  | 2016 年 9 月第 1 次印刷   |
| 咨询电话 | 400-810-0598     | 定 价  | 22.20 元   |

---

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 45993-00

## 内容简介

本书第1版至第7版受到广大教师和学生的欢迎。第8版仍保持前7版理论严谨、逻辑清晰、由浅入深、宜于教学的风格体系,对部分内容进行了修改和修正,适当增加了综合性例题,并增删了一定数量的习题。

本书第8版共分I,II两册。《理论力学》(I)内容包括静力学(含静力学公理和物体的受力分析、平面力系、空间力系、摩擦),运动学(含点的运动学、刚体的简单运动、点的合成运动、刚体的平面运动),动力学(含质点动力学的基本方程、动量定理、动量矩定理、动能定理、达朗贝尔原理、虚位移原理)。一般中等学时的专业只用第I册即可。《理论力学》(II)为专题部分,内容包括分析力学基础、非惯性系中的质点动力学、碰撞、机械振动基础、刚体定点运动、自由刚体运动、刚体运动的合成·陀螺仪近似理论、变质量动力学,各专业可根据需要来选取。

本书可作为高等学校工科机械、土建、水利、航空、航天等专业理论力学课程的教材,也可作为高职高专、成人高校相应专业的自学和函授教材,亦可供有关工程技术人员参考。

本书配有丰富的数字课程资源,其中既有供教师教学使用的资源,也有供学生学习使用的资源,用户可登录易课程网(<http://abook.hep.com.cn/1248791>)使用。与本书配套的有《理论力学学习辅导》、《理论力学思考题集》、《理论力学解题指导及习题集》(第3版)、《理论力学电子教案》、《理论力学网络课程》、《理论力学习题解答》、《理论力学网上作业与查询系统》等。

# 与本书配套的数字课程资源使用说明

与本书配套的数字课程资源发布在高等教育出版社易课程网站,请登录网站后开始课程学习。

## 一、网站登录

1. 访问 <http://abook.hep.com.cn/1248791>, 点击“注册”。在注册页面输入用户名、密码及常用的邮箱进行注册。已注册的用户直接输入用户名和密码登录即可进入“我的课程”界面。

2. 点击“我的课程”页面右上方“绑定课程”,按网站提示输入教材封底防伪标签上的数字,点击“确定”完成课程绑定。

3. 在“正在学习”列表中选择已绑定的课程,点击“进入课程”即可浏览或下载与本书配套的课程资源。刚绑定的课程请在“申请学习”列表中选择相应课程并点击“进入课程”。

账号自登录之日起一年内有效,过期作废。

## 二、资源使用

与本书配套的数字课程资源内容覆盖了教学大纲、课程介绍、电子课件、动画、教材图片、自检自测、习题详解、视频等,以上资源可以登录网站观看或下载。为便于教与学,有的资源以二维码链接的形式在书中出现,扫描后即可观看。

## 第 8 版序

本书自 1961 年出版以来,先后再版 7 次,曾获首届国家优秀教材奖和国家级教学成果奖。第 7 版被评为“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材、2011 年度普通高等教育精品教材。

本书第 8 版的修订工作遵循继承传统、突出特色、完善内容、精益求精的指导思想,在内容上作了如下修改:

1. 对虚位移原理和分析力学部分的内容进行了一定的修改。修正了虚位移的定义,使其适用于非定常约束的情况;以势能变分为例,从数学上阐述了变分的概念与计算公式,并将虚位移与质点系位形的变分联系起来,加深学生对虚位移概念的理解与掌握;修改了第二类拉格朗日方程一节中个别定理的推导并增加了部分拓展应用例题。

2. 增加了“两体问题”和“潮汐现象”的分析,在“碰撞”一章中增加了用于碰撞过程的拉格朗日方程,在“变质量动力学”一章中引入了近程火箭的外弹道微分方程式。

3. 对全书其他部分内容进行了个别修正,适当增加了综合性例题,并增删了一定数量的习题。

4. 增加了数字资源的二维码链接,读者通过扫描书上的二维码即可链接相关数字资源。

全书分为两册,第 I 册为基础部分,内容包括静力学(含静力学公理和物体的受力分析、平面力系、空间力系、摩擦),运动学(含点的运动学、刚体的简单运动、点的合成运动、刚体的平面运动),动力学(含质点动力学的基本方程、动量定理、动量矩定理、动能定理、达朗贝尔原理、虚位移原理)。一般中等学时的专业只用第 I 册即可。第 II 册为专题部分,内容包括分析力学基础、非惯性系中的质点动力学、碰撞、机械振动基础、刚体定点运动、自由刚体运动、刚体运动的合成·陀螺仪近似理论、变质量动力学,各专业可根据需要来选取。全书配有思考题和习题。

本书是与爱课程网上理论力学资源共享课配套的教材,具体网址为

[http://www.icourses.cn/coursestatic/course\\_2919.html](http://www.icourses.cn/coursestatic/course_2919.html)

本书可作为高等学校工科机械、土建、水利、航空、航天等专业理论力学课程

的教材,也可作为高职高专、成人高校相应专业的自学和函授教材,亦可供有关工程技术人员参考。

本书第8版由王铎教授主编,并由孙毅教授和程靳教授具体主持编写与修订工作。第I册由程燕平教授(第一、二、三、四章),孙毅教授(第五、六、七、八、十四章),程靳教授和张莉教授(第九、十、十一、十二、十三章)执笔。第II册由孙毅教授(第一、三、四章),程靳教授和张莉教授(第二、五、六章)执笔,全书由孙毅教授统稿。

本书第8版由北京理工大学梅凤翔教授、北京航空航天大学谢传锋教授和浙江大学庄表中教授审阅,特此致谢。

本书第8版的修订过程中,先后得到梅凤翔、庄表中、王琪、支希哲等各位教授的支持并提出宝贵意见,在此表示衷心的感谢。

本书虽经多次修订,但限于我们的水平和条件,缺点和错误在所难免,请大家多提宝贵意见,使本书不断提高和完善。

哈尔滨工业大学理论力学教研室

2016年6月

## 第7版序

本书初版于1961年出版。通过40余年的不断修改、完善,逐步形成了具有自己风格和特点的教学体系,先后再版6次,曾获得首届国家优秀教材奖和国家级教学成果奖。

第7版保持和发扬了前6版的体系和风格,坚持理论严谨、逻辑清晰、由浅入深、易教易学的原则,并根据教育部力学基础课程教学指导分委员会最新制订的“理论力学课程教学基本要求(A类)”,在内容上作了如下修改:

1. 在静力学部分适当深化了力学建模的基本概念与解题方法,在运动学部分对一些公式的推导进行了修改,以便于学生掌握相关公式和物理概念。

2. 对习题部分作了较大的改动,使习题量更充足、题型更丰富,以便于教学使用。

全书仍分为两册,第Ⅰ册为基础部分,内容包括静力学(含静力学公理、物体的受力分析、平面力系、空间力系、摩擦等)、运动学(含点的运动学、刚体的简单运动、点的合成运动、刚体的平面运动等)、动力学(含质点动力学的基本方程、动量定理、动量矩定理、动能定理、达朗贝尔原理、虚位移原理等),一般中等学时专业只用第Ⅰ册即可;第Ⅱ册为专题部分,内容包括分析力学基础、非惯性系中的质点动力学、碰撞、机械振动、刚体定点运动、自由刚体运动、刚体运动的合成·陀螺仪近似理论、变质量动力学等。各专业可根据需要来选取。全书配有思考题和习题。

本书运用多种媒体形式进行一体化设计,在易课程网上为本教材建立了专门的网页,既有供教师使用的教学资源,也有供学生使用的资源。资源类型包括电子教案、动画、视频、典型例题、习题详解等,极大丰富了内容的呈现形式,拓展了教材内容。

本版由王铎教授主编,并由孙毅教授和程靳教授具体主持编写与修订工作。第Ⅰ册由程靳教授(第一、二、三、十、十一、十二章),孙毅教授(第五、六、七、八章),程燕平教授(第十三、十四章),张莉教授(第四、九章)执笔;第Ⅱ册由孙毅教授(第一、四章),程靳教授(第二、五、六章),程燕平教授(第三章),刘墩教授(航天器轨道动力学基础)执笔。全书由孙毅教授和程靳教授统稿。

本版由清华大学贾书惠教授审阅,特此致谢。



在本书第7版的修订过程中,先后得到贾书惠、谢传锋、景荣春、董正筑、王琪、武清玺、支希哲、李晓阳、刘又文、屈本宁等各位教授的支持及其提出的宝贵意见,在此表示衷心的感谢。

本书虽经多次修订,但限于我们的水平和条件,缺点和错误在所难免,请大家多提宝贵意见,使本书不断提高和完善。

哈尔滨工业大学理论力学教研室

2009年3月

## 第六版序

本书从 1961 年出版以来,已经修订多次,这次是第六版。前五版受到了广大教师和学生的欢迎,曾获国家优秀教材奖。

为适应 21 世纪的需要,本书对第五版进行了修订。通过多年的教学实践,本书的体系和风格已经比较成熟,大多数使用者希望保留和发扬这一风格。本版仍保留前五版的风格,坚持理论严谨、逻辑清晰、由浅入深的原则,适当提高起点,增加部分新内容。本版分为两册。第 I 册为基础部分,包含了理论力学的基本内容,包括:静力学、运动学、动力学三大基本定理、达朗贝尔原理、虚位移原理等,一般中等学时专业只用第 I 册即可。第 II 册为专题部分,内容包括:非惯性系动力学、碰撞、分析力学基础(含第一类拉格朗日方程)、机械振动基础、定点运动及变质量动力学。不同专业可选用不同的专题。

本书适用于高等工科院校四年制机械、土建、交通、水利、动力、航空航天等专业,也可供其他专业选用,或作为自学、函授教材。

本版由王铎教授和程靳教授主编,经教材审定小组讨论,第 I 册由王宏钰教授(第一,二,三,四,五章),程靳教授(第六,七,八,九章),赵经文教授(第十,十一,十二,十三章),程燕平副教授(第十四,十五章)执笔;第 II 册由程靳教授(第一,五,六章),程燕平副教授(第二章),孙毅教授(第三章)执笔,第四章由程靳教授与程燕平副教授共同执笔;全书由程靳教授和程燕平副教授统稿。

本版由清华大学贾书惠教授审阅,并提出了很多宝贵意见,特此致谢。

本书虽经多次修订,但限于我们的水平和条件,缺点和错误仍在所难免,衷心希望大家提出批评和指正,使本书不断提高和完善。

哈尔滨工业大学理论力学教研室

2002 年 5 月

## 第五版序

本书为第五版。初版于1961年出版,1962年和1965年经过修订,出版了第二版上、下册和第三版上册,第三版下册因故未能正式出版。1981年出版的第四版上、下册对以前的版本作了较大的调整,在各章末增加了小结、思考题和习题,更有利于教师的讲授,也便于学生自学。本书第四版在国内得到了广泛的选用,荣获国家优秀教材奖。本书第四版出版十余年来,也收到了很多教师和读者的宝贵意见和建议,对此我们深表感谢。

为适应我国科学技术和生产建设的发展,适应学生水平的普遍提高,我们根据近年来的教学实践和兄弟院校的意见,对本书第四版作了适当的修订。修订后的第五版符合国家教委新颁布的“高等学校工科本科理论力学课程教学基本要求”,适用于四年制机械、土建、水利、航空和动力等专业,可供企业管理、化工、电器等其他专业选用,亦可作为自学和函授教材。

本版保持了第四版的体系和风格,继承了前一版便于教师讲授和学生自学的优点,在下列几方面作了一些修改:减少了与数学、物理等课程简单重复的内容;删去了图解静力学一章;减少了几何法求解问题的篇幅,适当加强了便于计算机应用的解析方法和综合分析问题的训练;合并了部分章节,精炼了文字叙述;减少了部分简单习题,扩展了习题的类型,适当增加了综合练习题;附录中给出了几个有关静力学内容的微机计算程序。

本版采用了GB 3100~3102—93《量和单位》中规定的有关通用符号。

本修订版由王铎教授和赵经文教授任主编,经教材修订小组讨论,由王宏钰教授(静力学)、程靳教授(运动学)、赵经文教授(动力学)和陈明副教授、程燕平副教授(习题)等执笔,并由赵经文教授统稿,最后由王铎教授定稿完成。

本版由清华大学贾书惠教授和华东船舶工业学院董雷强副教授审阅,他们对本书提出了很多宝贵意见,特此致谢。

本书虽经多次修订,但由于水平和条件所限,还会有不少缺点和错误,诚恳欢迎读者批评指正。衷心希望大家对本书提出修改意见和建议,使之能不断地提高和改进。

哈尔滨工业大学理论力学教研室

1996年10月

## 第四版序

本书初版于1961年出版。1962年和1965年经过修订,出版了第二版上、下册和第三版上册,第三版下册因故未能正式出版。

为了适应社会主义现代化建设的需要,我们根据多年来的教学实践并按照高等学校工科力学教材编审委员会理论力学编审小组1980年审订的高等工业学校《理论力学教学大纲》(草案)(四年制机械、土建、水利、航空等类专业试用)的要求,对本书在前三版的基础上进行了修订,作为第四版出版。本版对以前各版的章节作了适当的调整,对各章的内容、例题作了增删和修订;为便于自学,在各章末增加了小结、思考题和习题,并在书末附有习题答案。

本版采用国际单位制。

本版基本内容课内为120学时。附有“\*”号的章节,不是120学时内的基本内容,可根据专业需要选取。绪论的内容不必在第一次课上全部讲授,例如关于理论力学的研究方法可在课程结束时加以总结。

本版的修订由王铎同志主编,修订方案经过教材修订小组讨论,由王宏钰(第一章至第八章)、洪敏谦(绪论和第九章至第二十章)、邹经湘(第二十一章至第二十四章)、杨英烈(静力学习题)、于永德(运动学和动力学习题)同志执笔,并由洪敏谦同志统稿,最后由王铎同志校阅。

本版上册插图部分底图由冯年寿同志重新绘制。

本版由北京航空学院黄克累和张大源同志审阅,并提出了很好的意见,特此致谢。

本书虽经多次修订,但限于我们的水平,还会有不少缺点和错误,衷心希望读者批评指正。

哈尔滨工业大学理论力学教研室

1981年6月

## 第三版序

为了适应当前教学改革形势,我们对本书第二版作了较全面的修订。在修订中,注意了贯彻“理论联系实际”的方针和“少而精”的原则。

修订时,注意了工科院校的特点,删去了不适合一般专业需要的部分,精简了次要内容,合并了一些章节;在内容叙述和定理推证方面力求物理概念清晰;各章问题尽量从工程实际引出,并增加了联系实际的例子。

本修订版在修订前,经过教研室全体同志讨论,然后分工执笔修改,最后由王铎同志统一校订。本版全部插图都系重新绘制。

本修订版由北京航空学院黄克累同志审阅,并提出了很多宝贵的意见。

由于我们对教学改革精神领会不够,并受政治和业务水平所限,错误和缺点在所难免,衷心地希望大家批评指正。

哈尔滨工业大学理论力学教研室

1965年8月

## 第二版序

本书的第一版出版后,我们听取了兄弟院校教师和读者的意见,对它进行了修改。

在本版中,我们对全书的内容和文句作了必要的增删和修改,也订正了第一版中的印刷错误。

本版的修改工作是由洪敏谦同志执笔和完成的。修改的内容曾由教研室部分教师参加讨论。改写的章节中的第二十章 § 7 和第二十九章 § 10 分别由陈长庚和谈开孚同志执笔。最后,由王铎同志对全书进行了校阅。

为了提高出版质量,本版中的部分附图是由屠良尧等同志重新绘制的。

本书虽经修改,但由于水平所限,缺点和错误仍在所难免,衷心地希望大家提出批评和指正。

哈尔滨工业大学理论力学教研室

1962年3月

# 第一版序

本书是根据 1959 年我教研室所编理论力学讲义经过局部修改而出版的。几年来,特别是在贯彻党的教育方针以后,在党的领导下,学习先进经验,并结合我们的教学实践,总结了点滴体会,先后编写了一些讲义,供校内同学参考。由于讲义本来只反映本校的局部情况,加以出版时间仓促,没有来得及根据兄弟院校的教学经验多加修改。

本书的篇幅只大体适合于机械、动力、电机、土建等类各专业理论力学课程的要求。对变质量力学、物体在中心力场中的运动、回转仪理论和振动理论等专题只作了简略的叙述。因此有必要结合学校和专业的特点,增删部分内容,指定相应的参考资料。

总之,本书无论在体系、篇幅、内容、教学方法等各个方面都不够成熟,必须随着教育的不断深入发展,吸取兄弟教研室的宝贵经验,大力加以修改,热烈地希望兄弟院校的教师和同学提出批评指正。

本书是在党的直接领导和关怀下,由教研室同志集体编写的,参加的主要成员有童秉纲、钟宏九、黄文虎、谈开孚、叶谋仁等。

最后,衷心地感谢兄弟院校的理论力学教研室,他们为了促使本书提高质量,早日出版,对本书提出了许多宝贵的修改意见,主动地为本书提供了他们所编讲义的个别章节及例题,并承清华大学理论力学教研组有关同志对全书进行了校阅和订正。

哈尔滨工业大学理论力学教研室

1961 年 4 月于哈尔滨

# 主要符号表

|          |                  |          |                 |
|----------|------------------|----------|-----------------|
| $a$      | 加速度              | $l$      | 长度              |
| $a_n$    | 法向加速度            | $L$      | 拉格朗日函数          |
| $a_t$    | 切向加速度            | $L_O$    | 刚体对点 $O$ 的动量矩   |
| $a_a$    | 绝对加速度            | $L_C$    | 刚体对质心的动量矩       |
| $a_r$    | 相对加速度            | $m$      | 质量              |
| $a_e$    | 牵连加速度            | $M_z$    | 对 $z$ 轴的矩       |
| $a_C$    | 科氏加速度            | $M$      | 力偶矩, 主矩         |
| $A$      | 面积, 自由振动振幅       | $M_O(F)$ | 力 $F$ 对点 $O$ 的矩 |
| $e$      | 恢复因数             | $M_I$    | 惯性力的主矩          |
| $f$      | 动摩擦因数            | $n$      | 质点数目            |
| $f_s$    | 静摩擦因数            | $O$      | 参考坐标系的原点        |
| $F$      | 力                | $p$      | 动量              |
| $F'_R$   | 主矢               | $P$      | 重量, 功率          |
| $F_s$    | 静摩擦力             | $q$      | 载荷集度, 广义坐标      |
| $F_N$    | 法向约束力            | $Q$      | 广义力             |
| $F_{le}$ | 牵连惯性力            | $r$      | 半径, 矢径的模        |
| $F_{IC}$ | 科氏惯性力            | $r$      | 矢径              |
| $F_I$    | 惯性力              | $r_O$    | 点 $O$ 的矢径       |
| $g$      | 重力加速度            | $r_C$    | 质心的矢径           |
| $h$      | 高度               | $R$      | 半径              |
| $i$      | $x$ 轴的基矢量        | $s$      | 弧坐标, 频率比        |
| $I$      | 冲量               | $t$      | 时间              |
| $j$      | $y$ 轴的基矢量        | $T$      | 动能              |
| $J_z$    | 刚体对 $z$ 轴的转动惯量   | $v$      | 速度              |
| $J_{xy}$ | 刚体对 $x, y$ 轴的惯性积 | $v_a$    | 绝对速度            |
| $J_C$    | 刚体对质心的转动惯量       | $v_r$    | 相对速度            |
| $k$      | 弹簧刚度系数           | $v_e$    | 牵连速度            |
| $k$      | $z$ 轴的基矢量        | $v_C$    | 质心速度            |



|           |            |             |          |
|-----------|------------|-------------|----------|
| $V$       | 势能, 体积     | $\Lambda$   | 对数减缩     |
| $W$       | 力的功        | $\rho$      | 密度, 曲率半径 |
| $x, y, z$ | 直角坐标       | $\varphi$   | 角度坐标     |
| $\alpha$  | 角加速度       | $\varphi_f$ | 摩擦角      |
| $\beta$   | 角度坐标       | $\psi$      | 角度坐标     |
| $\delta$  | 滚阻系数, 阻尼系数 | $\omega_0$  | 固有角频率    |
| $\delta$  | 变分符号       | $\omega$    | 角速度      |
| $\zeta$   | 阻尼比        | $\omega_a$  | 绝对角速度    |
| $\eta$    | 减缩因数       | $\omega_r$  | 相对角速度    |
| $\lambda$ | 本征值        | $\omega_e$  | 牵连角速度    |
| $\tau$    | 周期         |             |          |