

# 中国大百科全书

力学

中国大百科全书出版社

北京·上海

1985.8

---

## 本卷主要编辑、出版人员

总 编 辑 姜椿芳  
副 总 编 辑 周志成 林盛然  
编 委 黄鸿森  
  
责 任 编 辑 林盛然 卢鼎霍  
特 约 编 辑 马和中 张德良 张如一 恽 馥  
                    颜坤志 伊增欣 杨其德 汤 宁  
                    陈乐山 段祝平  
编 辑 吴书年 丘万里 孙 捷  
图 片 编 辑 张慈中 刘志远 陈若华  
资料核对、统一 张友韬 吴希曾  
索 引 王小青 黄兆光 蒋仲英  
  
装帧版面设计 张慈中 唐 忠  
责 任 校 对 陈佩兰 姚秀丽 徐兆男

## 中国大百科全书

· 力 学 ·

中国大百科全书总编辑委员会《力学》编辑委员会

中国大百科全书出版社编辑部编

中国大百科全书出版社出版发行

(总社：北京阜成门北大街17号 分社：上海古北路650号)

新华书店经销 上海海峰印刷厂印装 上海市印刷一厂彩图分色

开本 787×1092 1/16 印张 43 插页 28 字数 1,618,000

1985年8月第一版 1992年10月第三次印刷

ISBN 7-5000-0068-5/O·4

精装(乙)国内定价：35.40元

(沪)新登字 402 号

2566/20

## 中国大百科全书总编辑委员会

主 任 胡乔木

副主任 (按姓氏笔画顺序)

|     |     |     |            |     |     |
|-----|-----|-----|------------|-----|-----|
| 于光远 | 贝时璋 | 卢嘉锡 | <u>华罗庚</u> | 刘瑞龙 | 严济慈 |
| 吴阶平 | 沈 鸿 | 宋时轮 | 张友渔        | 陈翰伯 | 陈翰笙 |
| 茅以升 | 周 扬 | 周培源 | 姜椿芳        | 夏征农 | 钱学森 |
| 裴丽生 |     |     |            |     |     |

委 员 (按姓氏笔画顺序)

|            |     |            |     |            |            |
|------------|-----|------------|-----|------------|------------|
| 丁光训        | 于光远 | 马大猷        | 王 力 | <u>王竹溪</u> | 王绶琯        |
| 王朝闻        | 牙含章 | 贝时璋        | 艾中信 | 叶笃正        | 卢嘉锡        |
| 包尔汉        | 冯 至 | 司徒慧敏       | 吕 骥 | 吕叔湘        | 朱洪元        |
| 朱德熙        | 任新民 | <u>华罗庚</u> | 刘开渠 | <u>刘思慕</u> | 刘瑞龙        |
| 许振英        | 许涤新 | 孙俊人        | 孙毓棠 | <u>杨石先</u> | 杨宪益        |
| 苏步青        | 李 珩 | 李国豪        | 李春芬 | 严济慈        | 肖 克        |
| 吴于廑        | 吴中伦 | 吴文俊        | 吴阶平 | 吴作人        | <u>吴学周</u> |
| 吴晓邦        | 邹家骅 | 沈 元        | 沈 鸿 | 宋 健        | 宋时轮        |
| 张 庚        | 张 震 | 张友渔        | 张含英 | 张钰哲        | 陆 达        |
| 陈世骧        | 陈永龄 | <u>陈维稷</u> | 陈虞孙 | 陈翰伯        | 陈翰笙        |
| 林 超        | 茅以升 | 罗竹风        | 季 龙 | 季羨林        | 周 扬        |
| 周有光        | 周培源 | 孟昭英        | 柳大纲 | 胡 绳        | 胡乔木        |
| 胡愈之        | 荣高棠 | 赵朴初        | 侯外庐 | 侯祥麟        | 段学复        |
| 俞大绂        | 宦 乡 | 姜椿芳        | 费孝通 | 贺绿汀        | 夏 衍        |
| <u>夏 鼐</u> | 夏征农 | 钱令希        | 钱伟长 | 钱学森        | 钱临照        |
| <u>钱俊瑞</u> | 倪海曙 | 殷宏章        | 翁独健 | 唐长孺        | 唐振绪        |
| 陶 钝        | 黄秉维 | 曹 禺        | 董纯才 | 程裕淇        | 傅承义        |
| 曾世英        | 曾呈奎 | 谢希德        | 裴丽生 | 潘 菽        | 潘念之        |

## 力学编辑委员会

主 任 钱令希

副主任 钱伟长 郑哲敏 林同骥 朱照宣

委 员 (按姓氏笔画顺序)

|     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 王 仁 | 王仁东 | 王君健 | 王俊奎 | 方文均 | 朱兆祥 | 刘恢先 |
| 庄逢甘 | 江可宗 | 杜庆华 | 杨绪灿 | 李敏华 | 吴承康 | 汪家诤 |
| 陈百屏 | 陈甘棠 | 陈宗基 | 季文美 | 周光炯 | 胡海昌 | 钟万勰 |
| 贾有权 | 徐芝纶 | 郭尚平 | 唐立民 | 谈镐生 | 黄克智 | 曹鹤荪 |
| 韩志华 | 傅梦蘧 | 潘良儒 |     |     |     |     |

## 各分支学科编写组

力 学 史 主 编 朱照宣

副主编 朱兆祥 董务民

一 般 力 学 主 编 汪家诤

副主编 吕茂烈 黄克累

成 员 陈 滨 恽 馥

固 体 力 学 主 编 王俊奎

副主编 胡海昌 柳春图 李 灏

成 员 马和中 徐秉业

实 验 应 力 分 析 主 编 傅梦蘧

副主编 吴宗岱

成 员 张如一

流 体 力 学 主 编 郑哲敏

副主编 陈甘棠 吴望一 李毓昌 许协庆

成 员 程贯一 晏名文 张德良

流 变 学 主 编 陈宗基

空 气 动 力 学 主 编 林同骥

副主编 孙天凤 庄逢甘 凌国灿

|           |     |     |     |     |
|-----------|-----|-----|-----|-----|
|           | 成 员 | 潘杰元 |     |     |
| 理 性 力 学   | 主 编 | 钱伟长 |     |     |
|           | 副主编 | 戴天民 | 郭仲衡 |     |
| 物 理 力 学   | 主 编 | 谈镐生 |     |     |
|           | 副主编 | 苟清泉 |     |     |
| 爆 炸 力 学   | 主 编 | 郑哲敏 |     |     |
|           | 副主编 | 丁 懋 | 程开甲 | 谈庆明 |
| 电磁流体力学和等  | 主 编 | 潘良儒 |     |     |
| 离子体动力学    | 副主编 | 吴承康 | 徐 复 |     |
|           | 成 员 | 康寿万 |     |     |
| 岩 石 力 学 和 | 主 编 | 陈宗基 |     |     |
| 土 力 学     | 副主编 | 王 仁 | 钱寿易 | 梅剑云 |
|           | 成 员 | 周思孟 | 傅冰骏 | 康文法 |
| 生 物 力 学   | 主 编 | 王君健 |     |     |
| 计 算 力 学   | 主 编 | 钱令希 |     |     |
|           | 副主编 | 卞荫贵 | 冯钟越 |     |
|           | 成 员 | 张德良 |     |     |

## 前 言

《中国大百科全书》是我国第一部大型综合性百科全书。

中国自古以来就有编辑类书的传统。两千年来曾经出版过四百多种大小类书。这些类书是我国文化遗产的宝库，它们以分门别类的方式，收集、整理和保存了我国历代科学文化典籍中的重要资料。较早的类书有些已经散佚，但流传或部分流传至今的也为数不少，这些书受到中国和世界学者的珍视。各种类书体制不一，多少接近百科全书类型，但不是现代意义的百科全书。

十八世纪中叶，正当中国编修庞大的《四库全书》的时候，西欧法、德、英、意等国先后编辑出版了现代型的百科全书。以后美、俄、日等国也相继出版了这种书。现代型的百科全书扼要地概述人类过去的知识和历史，并且着重地反映当代科学文化的最新成就。二百多年来，各国编辑百科全书积累了丰富的经验，在知识分类、编辑方式、图片配备、检索系统等方面日益完备和科学化。今天，百科全书已经在人类文化活动中起着十分重要的作用，各种类型的和专科的百科全书几乎象辞典那样，成为人们日常生活的必需品。

一向有编辑类书传统的中国知识界，也早已把编辑现代型的百科全书作为自己努力的目标。本世纪初叶就曾有人试出过几种小型的实用百科全书，包括近似百科型的辞书《辞海》。但是，这些书都没有达到现代百科全书的要求。

中华人民共和国成立之初，当时的出版总署曾考虑出版中国百科全书，稍后拟定的科学文化发展十二年规划也曾把编辑出版百科全书列入规划，1958年又提出开展这项工作的计划，但都未能实现。

直到1978年，国务院才决定编辑出版《中国大百科全书》，并成立中国大百科全书出版社，负责此项工作。

因为这是中国第一部百科全书，编辑工作的困难是可想而知的。但是，由于读书界的迫切要求，不能等待各门学科的资料搜集得比较齐全之后再行编辑出版；也不能等待各学科的全部条目编写完成之后，按照条目的汉语拼音字母顺序，混合编成全书，只能按门类分别邀请全国专家、学者分头编写，按学科分类分卷出版，即编成一个学科（一卷或数卷）就出版一个学科的分卷，使全书陆续问世。这不可避免地要带来许多缺点，但是在目前情况下不得不采取这种做法。我们准备在出第二版时，再按现在各国编辑百科全书一般通行的做法，全书的条目不按学科分类，而

按字母顺序排列，使读者更加便于寻检查阅。《中国大百科全书》第一版按学科分类分卷，每一学科的条目还是按字母顺序排列，同时附加汉字笔画索引和其他几种索引，以便查阅。

《中国大百科全书》的内容包括哲学、社会科学、文学艺术、文化教育、自然科学、工程技术等各个学科和领域。初步拟定，全书总卷数为80卷，每卷约120~150万字(包括插图、索引)。计划用十年左右时间出齐。全书第一版的卷数和字数都将超过现在外国一般综合性百科全书，但与一些外国百科全书最初版本的篇幅不相上下。我们准备在第二版加以调整和压缩。

《中国大百科全书》按学科分卷出版，不列卷次，每卷只标出学科名称，如《哲学》、《法学》、《力学》、《数学》、《物理学》、《化学》、《天文学》等等。

全书各学科的内容按各该学科的体系、层次，以条目的形式编写，计划收条目10万个左右。各学科所收条目比较详尽地叙述和介绍各该学科的基本知识，适于高中以上、相当于大学文化程度的广大读者使用。这种百科性的参考工具书，可供读者作为进入各学科并向其深度和广度前进的桥梁和阶梯。

中国大百科全书出版社，除编辑出版《中国大百科全书》之外，还准备编辑出版综合性的中、小型百科全书和百科辞典，与专业单位共同编辑出版各种专业性的百科全书，以适应不同读者的需要。

《中国大百科全书》的编辑工作是在全国各学科、各领域、各部门的专家、学者、教授和研究人员的积极参加下进行的，并得到国家各有关部门、全国科学文化研究机关、学术团体、大专院校，以及出版单位的大力支持。这是全书编辑工作能够在困难条件下进行的有力保证。在此谨向大家表示诚挚的感谢，并衷心希望广大读者提出批评意见，使本书在出第二版的时候能有所改进。

《中国大百科全书》编辑部

1980年9月6日

# 凡 例

## 一、编 排

1. 本书按学科分类分卷出版。一学科辑成一卷或数卷,一学科字数不足一卷的,同其他学科合为一卷。

2. 本书条目按条目标题的汉语拼音字母顺序排列。第一字同音时,按阴平、阳平、上声、去声的声调顺序排列;音、调相同时,按笔画由少到多的顺序排列;笔画数相同时,按起笔笔形一(横)、丨(竖)、丿(撇)、丶(点)、㇀(折,包括乚、乚、乚等)的顺序排列。第一字相同时,按第二字的音、调、笔画和笔形的顺序排列,余类推。条目标题以拉丁字母开头的,例如“COD法”、“J积分”,分别排在汉语拼音字母C、J部的开头。

3. 各学科在条目分类目录以前一般都有一篇介绍本学科内容的概观性文章。

4. 各学科均列有本学科全部条目的分类目录,以便读者了解本学科的全貌。分类目录还反映出条目的层次关系,例如:

|        |     |
|--------|-----|
| 固体力学   | 184 |
| 结构力学   | 247 |
| 结构动力学  | 242 |
| 计算结构力学 | 226 |
| 结构优化设计 | 251 |
| 结构软件系统 | 249 |

5. 学科与学科之间相互交叉的知识主题在有关学科卷中均设有条目,例如“二体问题”在《力学》卷和《天文学》卷中,“伽利略”在《力学》卷和《物理学》卷中,均设有条目,但释文内容分别按各该学科的要求有所侧重。

## 二、条目标题

6. 条目标题多数是一个词,例如“力偶”、“质点系”;一部分是词组,例如“弹性体的线性振动”。

7. 条目标题上方加注汉语拼音,条目标题附有外文名,例如 <sup>jiāsùdù</sup> 加速度 (acceleration)。

## 三、释 文

8. 本书条目的释文力求使用规范化的现代汉语。条目释文开始一般不重复条目标题。

9. 较长条目的释文,设置层次标题。层次标题较多的条目,在释文前列有本条层次标题的目录。

10. 一个条目的内容涉及其他条目并需由其他条目的释文补充的,采用“参见”的方式。所参见的条目标题在本条释文中出现的,用楷体字排印,例如“热冲击能使结构产生应力波而导



致破坏”；所参见的条目标题未在本条释文中出现的，另用括号加“见”字标出，例如“加劲板壳比光板壳具有较大的截面惯性矩(见截面的几何性质)”。

11. 条目释文中出现的外国人名、地名，一般不附原文。重要的外国人名和著作名在“内容分析索引”中注出原文。释文中的外国人名，一般在姓的前面加上外文名字的缩写，即名字的第一个字母，例如 I. 牛顿、L. 普朗特。

#### 四、插 图

12. 本书在条目释文中配有必要的插图。

13. 彩色图汇编成插页，并在有关条目释文中注明“(参见彩图插页第××页)”。

#### 五、参考书目

14. 在重要条目的释文后附有参考书目，供读者选读。

#### 六、索 引

15. 本书各学科卷均附有本学科卷全部条目的汉字笔画索引、外文索引和内容分析索引。各种索引前有简要说明。

#### 七、其 他

16. 本书所用科学技术名词以各学科有关部门审定的为准，未经审定和尚未统一的，从习惯。地名以中国地名委员会审定的为准，常见的别译名必要时加括号注出。

17. 本书字体除必须用繁体字的以外，一律用 1956 年国务院公布的《汉字简化方案》中的简化字。

18. 本书所用数字，除习惯用汉字表示的以外，一般用阿拉伯数字。

# 力 学

钱令希 钱伟长 郑哲敏 林同骥 朱照宣

力学是研究物质机械运动规律的科学。自然界物质有多种层次,从宇观的宇宙体系,宏观的天体和常规物体,细观的颗粒、纤维、晶体,到微观的分子、原子、基本粒子。通常理解的力学以研究天然的或人工的宏观对象为主。但由于学科的互相渗透,有时也涉及宇观或细观甚至微观各层次中的对象以及有关的规律。机械运动亦即力学运动是物质在时间、空间中的位置变化,包括移动、转动、流动、变形、振动、波动、扩散等,而平衡或静止,则是其中的一种特殊情况。机械运动是物质运动的最基本的形式。物质运动的其他形式还有热运动、电磁运动、原子及其内部的运动和化学运动等。机械运动并不能脱离其他运动形式独立存在,只是在研究力学问题时突出地考虑机械运动这种形式罢了;如果其他运动形式对机械运动有较大影响,或者需要考虑它们之间的相互作用,便会在力学同其他学科之间形成交叉学科或边缘学科。力是物质间的一种相互作用,机械运动状态的变化是由这种相互作用引起的。静止和运动状态不变,都意味着各作用力在某种意义上的平衡。力学,可以说是力和(机械)运动的科学。

力学在汉语中的意思是力的科学。汉语“力”字最初表示的是手臂使劲,后来虽又含有他义,但都同机械或运动没有直接联系。“力学”一词译自英语 mechanics (源于希腊语 μηχανη——机械)。在英语中,mechanics 是一个多义词,既可释作“力学”,也可释作“机械学”、“结构”等。在欧洲其他语种中,此词的语源和语义都与英语相同。汉语中没有同它对等的多义词。mechanics 在 19 世纪 50 年代作为研究力的作用的学科名词传入中国时,译作“重学”,后来改译作“力学”,一直使用至今。“力学的”和“机械的”在英语中同为 mechanical,而现代汉语中“机械的”又可理解为“刻板的”。这种不同语种中词义包容范围的差异,有时引起国际学术交流中的周折。例如机械的(mechanical)自然观,其实指用力学解释自然的观点,而英语 mechanist 是指机械师,不是指力学家。

## 发 展 简 史

力学知识最早起源于对自然现象的观察和在生产劳动中的经验。人们在建筑、灌溉等劳动中使用杠杆、斜面、汲水器具,逐渐积累起对平衡物体受力情况的认识。古希腊的阿基米德对杠杆平衡、物体重心位置、物体在水中受到的浮力等作了系统研究,确定它们的基本规律,初步奠定了静力学即平衡理论的基础。古代人还从对日、月运行的观察和弓箭、车轮等的使用中了解一些简单的运动规律,如匀速的移动和转动。但是对力和运动之间的关系,只是在欧洲文艺复兴时期以后才逐渐有了正确的认识。伽利略在实验研究和理论分析的基础上,最早阐明自由落体运动的规律,提出加速度的概念。I. 牛顿继承和发展前人的研究成果(特别是 J. 开普勒的行星运动三定律),提出物体运动三定律。伽利略、牛顿奠定了动力学的基础。牛顿运动定律的建立标志着力学开始成为一门科学。此后力学的进展在于它所考虑的对象由单个的自由质点转向受约束的质点和受约束的质点系;这方面的标志是 J. le R. 达朗伯提出的达朗伯原理和 J.-L. 拉格朗日建立的分析力学。L. 欧拉又进一步把牛顿运动定律推广用于刚体和理想流体的运动方程。欧拉建立理想流体的力学方程可看作是连续介质力学的肇端。在此以前,有

关固体的弹性、流体的粘性、气体的可压缩性等的物质属性方程已经陆续建立。运动定律和物性定律这两者的结合,促使弹性固体力学基本理论和粘性流体力学基本理论孪生于世,在这方面作出贡献的是 C.-L.-M.-H. 纳维、A.-L. 柯西、S.-D. 泊松、G. G. 斯托克斯等人。弹性力学和流体力学基本方程的建立,使得力学逐渐脱离物理学而成为独立学科。另一方面,从拉格朗日分析力学基础上发展起来的哈密顿体系,继续在物理学中起作用。从牛顿到哈密顿的理论体系组成物理学中的经典力学或牛顿力学。在弹性和流体基本方程建立后,所给出的方程一时难于求解,工程技术中许多应用力学问题还须依靠经验或半经验的方法解决。这使得 19 世纪后半叶在材料力学、结构力学同弹性力学之间,水力学和水动力学之间一直存在着风格上的显著差别。到 20 世纪初,在流体力学和固体力学中,实际应用同数学理论的上述两个方面开始结合,此后力学便蓬勃发展起来,创立了许多新的理论,同时也解决了工程技术中大量的关键性问题,如航空工程中的声障问题和航天工程中的热障问题。这种理论和实际密切结合的力学的先驱者是 L. 普朗特和 T. von 卡门。他们在力学研究工作中善于从复杂的现象中洞察事物本质,又能寻找合适的解决问题的数学途径,逐渐形成一套特有的方法。从 60 年代起,电子计算机应用日广,力学无论在应用上或理论上都有了新的进展。力学继承它过去同航空和航天工程技术结合的传统,在同其他各种工程技术以及同自然科学的其他学科的结合中,开拓自己新的应用领域。

力学在中国的发展经历了一个特殊的过程。与古希腊几乎同时,中国古代对平衡和简单的运动形式就已具备相当水平的力学知识,所不同的是未建立起象阿基米德那样的理论系统。在文艺复兴前的约一千年时间内,整个欧洲的科学技术进展缓慢,而中国科学技术的综合性成果堪称卓著,其中有些在当时世界居于领先地位。这些成果反映出丰富的力学知识,但终未形成系统的力学理论。到明末清初,中国科学技术已显著落后于欧洲。经过曲折的过程,到 19 世纪中叶,牛顿力学才由欧洲传入中国。以后,中国力学的发展便随同世界潮流前进。

## 学 科 性 质

力学原是物理学的一个分支。物理科学的建立则是从力学开始的。在物理科学中,人们曾用纯粹力学理论解释机械运动以外的各种形式的运动,如热、电磁、光、分子和原子内的运动等。当物理学摆脱了这种机械(力学)的自然观而获得健康发展时,力学则在工程技术的推动下按自身逻辑进一步演化,逐渐从物理学中独立出来。20 世纪初,相对论指出牛顿力学不适用于速度接近光速或者宇宙尺度内的物体运动;20 年代,量子论指出牛顿力学不适用于微观世界。这反映人们对力学认识的深化,即认识到物质在不同层次上的机械运动规律是不同的。通常理解的力学只以研究宏观的机械运动为主,因而有许多带“力学”名称的学科如热力学、统计力学、相对论力学、电动力学、量子力学等在习惯上被认为是物理学的分支,而不属于力学的范围。但由于历史上的原因,力学和物理学仍有着特殊的亲缘关系,特别是在以上各“力学”分支和牛顿力学之间,许多概念、方法、理论都有不少相似之处。

力学与数学在发展中始终相互推动,相互促进。一种力学理论往往和相应的一个数学分支相伴产生,如运动基本定律和微积分,运动方程的求解和常微分方程,弹性力学及流体力学的基本方程和数学分析理论,天体力学中运动稳定性和微分方程定性理论等。有人甚至认为力学是一门应用数学。但是力学和物理学一样,还有需要实验基础的一面,而数学寻求的是比力学更带普遍性的数学关系,两者有各自的研究对象。

力学同物理学、数学等学科一样,是一门基础科学,它所阐明的规律带有普遍的性质。

力学又是一门技术科学,它是许多工程技术的理论基础,又在广泛的应用过程中不断得到发展。当工程学还只分民用工程学(即土木工程学)和军事工程学两大分支时,力学在这两个分支中已起着举足轻重的作用。工程学越分越细,各个分支中许多关键性的进展都有赖于力学中有关运动规律、强度、刚度等问题的解决。力学和工程学的结合促使工程力学各个分支的形成和发展。现在,无论是历史较久的土木工程、建筑工程、水利工程、机械工程、船舶工程等,还是后起的航空工程、航天工程、核技术工程、生物医学工程等,都或多或少有工程力学的活动场地。力学作为一门技术科学,并不能代替工程学,只指出工程技术中解决力学问题的途径,而工程学则从更综合的角度考虑具体任务的完成。同样地,工程力学也不能代替力学,因为力学还有探索自然界一般规律的任务。

力学既是基础科学又是技术科学这种二重性,有时难免会引起侧重基础研究一面和侧重应用研究一面的力学家之间的不同看法。但这种二重性也使力学家感到自豪,他们为沟通人类认识自然和改造自然两个方面作出了贡献。

## 研 究 方 法

力学研究方法遵循认识论的基本法则:实践—理论—实践。力学作为基础科学和作为技术科学从不同侧面反映这个法则。力学家们根据对自然现象的观察,特别是定量观测的结果,根据生产过程中积累的经验和数据,或者根据为特定目的而设计的科学实验的结果,提炼出量与量之间的定性的或数量的关系。为了使这种关系反映事物的本质,力学家要善于抓住起主要作用的因素,屏弃或暂时屏弃一些次要因素。力学中把这种过程称为建立模型。质点、质点系、刚体、弹性固体、粘性流体、连续介质等是各种不同的模型。在模型的基础上可以运用已知的力学的或物理学的规律(必要时作一些假设)以及合适的数学工具进行理论上的演绎工作,导出新的结论。在理论演绎中,为了使理论具有更高的概括性和更广泛的适用性,往往采用一些无量纲参数如雷诺数、马赫数、泊松比等。这些参数既反映物理本质,又是单纯的数字,不受尺寸、单位制、工程性质、实验装置类型的牵制。依据第一个实践环节所得理论结论建立的模型是否合理,有待于新的观测、工程实践或者科学实验等第二个实践环节加以验证。采用上述无量纲参数以及通过有关的量纲分析使得这种验证能在更广泛的范围内进行。对一个单独的力学课题或研究任务来说,这种实践和理论环节不一定能分得很清,也可能和其他课题或任务的某个环节相互交叉,相互影响。课题或任务中每一项具体工作又可能只涉及一个环节或者一个环节的一部分。因此,从局部看来,力学研究工作方式是多样的,有些只是纯数学的推理,甚至着眼于理论体系在逻辑上的完善化;有些着重数值方法和近似计算;有些着重实验技术;有些着重在天文观测和考察自然现象中积累数据;而更大量的则是着重在运用现有力学知识来解决工程技术中或探索自然界奥秘中提出的具体问题。每一项工程又都需要具备自身有关的知识和其他学科的配合。数学推理需要各种现代数学知识,包括一些抽象数学分支的知识。数值方法和近似计算要了解计算技术、计算方法和计算数学。现代的力学实验设备,诸如大型的风洞、水洞,它们的建立和使用本身就是一个综合性的科学技术项目,需要多工种、多学科的协作。应用研究更需要对应用对象的工艺过程、材料性质、技术关键等有清楚的了解。在力学研究中既有细致的、独立的分工,又有综合的、全面的协作。从力学研究和对力学规律认识的整体来说,实践是检验理论正确与否的唯一标准。以上各种工作都是力学研究不可缺少的部分。

## 学 科 分 类

力学可粗分为静力学、运动学和动力学三部分,静力学研究力的平衡或物体的静止问题;运动学只考虑物体怎样运动,不讨论它与所受力的关系;动力学讨论物体运动和所受力的关系。

力学也可按所研究对象区分为固体力学、流体力学和一般力学三个分支,流体包括液体和气体。固体力学和流体力学可统称为连续介质力学,它们通常都采用连续介质的模型。固体力学和流体力学从力学分出后,余下的部分组成一般力学。一般力学通常是指以质点、质点系、刚体、刚体系为研究对象的力学,有时还把抽象的动力学系统也作为研究对象。一般力学除了研究离散系统的基本力学规律外,还研究某些与现代工程技术有关的新兴学科的理论。一般力学、固体力学和流体力学这三个主要分支在发展过程中又因对象或模型的不同而出现一些分支学科和研究领域。属于一般力学的有理论力学(狭义的)、分析力学、外弹道学、振动理论、刚体动力学、陀螺力学、运动稳定性等。属于固体力学的有早期形成的材料力学、结构力学,稍后形成的弹性力学、塑性力学,近期出现的散体力学、断裂力学等。流体力学是由早期的水力学和水动力学这两个风格迥异的分支汇合而成的,现在则有空气动力学、气体动力学、多相流体力学、渗流力学、非牛顿流体力学等分支。各分支学科间的交叉结果又产生粘弹性理论、流变学、气动弹性力学等。

力学也可按研究时所采用的主要手段区分为三个方面:理论分析、实验研究和数值计算。实验力学包括实验应力分析、水动力学实验和空气动力实验等。着重用数值计算手段的计算力学是广泛使用电子计算机后才出现的,其中有计算结构力学、计算流体力学等。对一个具体的力学课题或研究项目,往往需要理论、实验和计算这三方面的相互配合。

力学在工程技术方面的应用结果形成工程力学或应用力学的各种分支,诸如土力学、岩石力学、爆炸力学、复合材料力学、工业空气动力学、环境空气动力学等。

力学和其他基础科学的结合也产生一些交叉性的分支,最早的是和天文学结合产生的天体力学。在20世纪特别是60年代以来,出现更多的这类交叉分支,其中有物理力学、物理-化学流体动力学、等离子体动力学、电流体动力学、磁流体力学、热弹性力学、理性力学、生物力学、生物流变学、地质力学、地球动力学、地球构造动力学、地球流体力学等。

力学分类的这种错综复杂情况是自然科学研究中综合和分析这两个不可分割的方面在力学发展过程中的反映。科学的发展总是分中有合,合中有分。本卷各条目所依据的分类法也将随时间的推移而有所变动。

# 条 目 分 类 目 录

## 说 明

一、条目分类目录供了解力学学科的分支体系, 查阅一个分支或一个大的主题的有关条目之用。例如查“浮力”, “浮力”属流体静力学, 是流体力学的研究课题, 在“流体力学”这个分类标题下查到“流体静力学”的标题, 再在“流体静力学”标题下查到“浮力”在第 159 页。

二、为了学科分类体系的完整, 有些条目标题可能在几个分类标题之下出现。例如“结构优化设计”既在“固体力学”之下, 又在“计算力学”之下出现。

### 力学…………… (见正文前专文)

### 力学史…………… 305

### 中国古代力学知识…………… 587

### 〔力学家〕

王 徽…………… 491

顾观光…………… 191

李善兰…………… 287

周培源…………… 598

郭永怀…………… 201

钱学森…………… 396

钱伟长…………… 396

钱令希…………… 396

王 仁…………… 490

郑哲敏…………… 581

胡海昌…………… 210

亚里士多德…………… 523

阿基米德…………… 1

达·芬奇…………… 79

丹蒂, E.…………… 81

斯蒂文, S.…………… 444

伽利略…………… 235

梅森, M.…………… 354

托里拆利, E.…………… 482

维维亚尼, V.…………… 492

帕斯卡, B.…………… 376

惠更斯, C.…………… 215

牛顿, I.…………… 369

胡克, R.…………… 211

伐里农, P.…………… 133

伯努利家族…………… 35

马保梯, P.-L. M. de…………… 352

欧拉, L.…………… 373

达朗伯, J. le R.…………… 79

拉格朗日, J.-L.…………… 281

库仑, C.-A. de…………… 276

拉普拉斯, P.-S.…………… 282

杨, T.…………… 533

凯莱, G.…………… 264

潘索, L.…………… 376

泊松, S.-D.…………… 385

纳维, C.-L.-M.-H.…………… 361

比奈, J.…………… 20

彭赛列, J.-V.…………… 379

柯西, A.-L.…………… 265

科里奥利, G. G.…………… 265

夏莱, M.…………… 503

胡威立, W.…………… 211

圣维南, A. J. C. B. de…………… 427

泊肃叶, J.-L.-M.…………… 386

雅可比, C. G. J.…………… 523

哈密顿, W. R.…………… 202

维尔泰姆, G.…………… 492

斯托克斯, G. G.…………… 444

傅科, J.-B.-L.…………… 162

兰金, W. J. M.…………… 285

切比雪夫, П. П.…………… 399

凯莱, A.…………… 264

克雷莫纳, L.…………… 266

麦克斯韦, J. C.…………… 353

马赫, E.…………… 352

雷诺, O.…………… 286

瑞利…………… 411

儒科夫斯基, H. E.…………… 408

克莱因, F.…………… 266

兰姆, H.…………… 285

|                     |          |
|---------------------|----------|
| 柯娃列夫斯卡娅, C. B. .... | 264      |
| 庞加莱, H. ....        | 376      |
| 里雅普诺夫, A. M. ....   | 288      |
| 密歇尔斯基, И. B. ....   | 355      |
| 乐甫, A. E. H. ....   | 285      |
| 兰彻斯特, F. W. ....    | 285      |
| 恰普雷金, C. A. ....    | 395      |
| 普朗特, L. ....        | 386      |
| 宾厄姆, E. C. ....     | 32       |
| 铁木辛柯, S. P. ....    | 471      |
| 爱因斯坦, A. ....       | 2        |
| 卡门, T. von ....     | 261      |
| 泰勒, G. I. ....      | 457      |
| 安德罗诺夫, A. A. ....   | 3        |
| 谢多夫, Я. И. ....     | 512      |
| 阿尔文, H. ....        | 1        |
| 林家翘 ....            | 321      |
| 列维奇, B. Г. ....     | 321      |
| 冯元桢 ....            | 158      |
| 〔古代力学名词〕            |          |
| 活力 ....             | 217      |
| 重学 ....             | 598      |
| 力学名著 ....           | 303      |
| <b>一般力学</b> ....    | 538      |
| 力 ....              | 290      |
| 力的效应 ....           | 293      |
| 经典力学 ....           | 256      |
| 牛顿力学 ....           | 370      |
| 理论力学 ....           | 288      |
| 静力学 ....            | 257      |
| 刚体 ....             | 164      |
| 静力学公理 ....          | 257      |
| 力的合成 ....           | 292      |
| 力的分解 ....           | 292      |
| 受力分析 ....           | 430      |
| 约束 ....             | 565      |
| 约束力(见约束) ....       | 567(565) |
| 力矩 ....             | 294      |
| 伐里农定理 ....          | 133      |
| 力偶 ....             | 295      |
| 力系 ....             | 296      |
| 平衡方程(见力系) ....      | 385(296) |
| 力螺旋(见力系) ....       | 295(296) |

|                       |          |
|-----------------------|----------|
| 静力图解法 ....            | 256      |
| 桁架 ....               | 208      |
| 悬索 ....               | 513      |
| 摩擦 ....               | 358      |
| 摩擦系数(见摩擦) ....        | 359(358) |
| 摩擦角(见摩擦) ....         | 359(358) |
| 力学系统平衡位置稳定性 ....      | 314      |
| 重心 ....               | 597      |
| 运动学 ....              | 573      |
| 参考系 ....              | 47       |
| 〔点的运动〕                |          |
| 点的运动方程 ....           | 103      |
| 轨迹 ....               | 201      |
| 位移 ....               | 493      |
| 速度 ....               | 445      |
| 加速度 ....              | 232      |
| 点的复合运动 ....           | 102      |
| 科里奥利加速度(见点的复合运动) .... | 265(102) |
| 加速度计 ....             | 233      |
| 〔刚体的运动〕               |          |
| 刚体的平动 ....            | 164      |
| 刚体定轴转动 ....           | 167      |
| 刚体平面运动 ....           | 170      |
| 速度瞬心 ....             | 447      |
| 加速度瞬心 ....            | 234      |
| 刚体定点转动 ....           | 164      |
| 欧拉角 ....              | 373      |
| 角速度(见刚体定点转动) ...      | 240(164) |
| 角加速度(见刚体定点转动) ...     | 240(164) |
| 刚体一般运动 ....           | 170      |
| 刚体运动的合成 ....          | 171      |
| 动力学 ....              | 116      |
| 牛顿运动定律 ....           | 371      |
| 惯性定律(见牛顿运动定律) ...     | 193(371) |
| 运动定律(见牛顿运动定律) ...     | 570(371) |
| 作用和反作用定律(见牛顿运动定律) ... | 606(371) |
| 力的独立作用原理 ....         | 292      |
| 质量 ....               | 585      |
| 质点 ....               | 583      |
| 质点系 ....              | 584      |
| 质点运动微分方程 ....         | 584      |

|                     |          |
|---------------------|----------|
| 向心力(见质点运动微分方程)..... | 511(584) |
| 落体运动.....           | 350      |
| 自由落体运动(见落体运动).....  | 604(350) |
| 抛射体运动.....          | 377      |
| 有心力场.....           | 562      |
| 开普勒定律.....          | 264      |
| 二体问题.....           | 131      |
| 三体问题.....           | 415      |
| 人造卫星运动.....         | 408      |
| 宇宙速度.....           | 564      |
| 万有引力.....           | 490      |
| 重力.....             | 596      |
| 重力加速度.....          | 596      |
| 重量(见重力).....        | 597(596) |
| 相对运动.....           | 509      |
| 离心力(见相对运动).....     | 287(509) |
| 科里奥利力(见相对运动).....   | 266(509) |
| 功.....              | 182      |
| 功率.....             | 183      |
| 机械效率.....           | 219      |
| 机械利益.....           | 218      |
| 能.....              | 363      |
| 动能(见能).....         | 120(363) |
| 势能(见能).....         | 430(363) |
| 动力学普遍定理.....        | 117      |
| 动量定理.....           | 118      |
| 动量.....             | 118      |
| 冲量.....             | 61       |
| 动量矩定理.....          | 119      |
| 动量矩.....            | 119      |
| 动能定理.....           | 120      |
| 质心运动定理.....         | 586      |
| 质心.....             | 586      |
| 动量守恒.....           | 119      |
| 动量矩守恒.....          | 119      |
| 机械能守恒.....          | 218      |
| 保守系统.....           | 7        |
| 达朗伯原理.....          | 80       |
| 惯性力(见达朗伯原理).....    | 193(80)  |
| 动静法.....            | 115      |
| 动平衡.....            | 120      |
| 碰撞.....             | 379      |
| 恢复系数.....           | 214      |

|                         |          |
|-------------------------|----------|
| 摆.....                  | 4        |
| 傅科摆(见摆).....            | 162(4)   |
| 舒勒摆.....                | 431      |
| 变质量体运动.....             | 29       |
| 刚体动力学.....              | 168      |
| 刚体.....                 | 164      |
| 多刚体系统.....              | 126      |
| 转动惯量.....               | 601      |
| 惯性积.....                | 193      |
| 惯性椭圆.....               | 193      |
| 刚体定点转动解法.....           | 165      |
| 重刚体定点转动.....            | 594      |
| 振动.....                 | 575      |
| 线性振动.....               | 506      |
| 简谐振动(见线性振动).....        | 237(506) |
| 阻尼振动(见线性振动).....        | 605(506) |
| 自由振动.....               | 604      |
| 受迫振动(见线性振动).....        | 431(506) |
| 共振(见线性振动).....          | 184(506) |
| 拍.....                  | 376      |
| 非线性振动.....              | 141      |
| 混沌.....                 | 215      |
| 随机振动.....               | 455      |
| 隔振.....                 | 180      |
| 陀螺力学.....               | 484      |
| 陀螺仪.....                | 486      |
| 陀螺装置.....               | 488      |
| 陀螺平台(见陀螺装置).....        | 484(488) |
| 陀螺罗盘(见陀螺装置).....        | 484(488) |
| 陀螺摆(见陀螺装置).....         | 484(488) |
| 陀螺平台惯性导航系统.....         | 484      |
| 运动稳定性.....              | 570      |
| 里雅谱诺夫定理(见运动稳定性).....    | 288(570) |
| 里雅谱诺夫判别定理(见运动稳定性).....  | 288(570) |
| 陀螺系统稳定性.....            | 485      |
| 分析力学.....               | 143      |
| 约束.....                 | 565      |
| 虚功原理.....               | 512      |
| 虚位移.....                | 512      |
| 动力学普遍方程.....            | 118      |
| 拉格朗日方程.....             | 281      |
| 第一类拉格朗日方程(见拉格朗日方程)..... | 102(281) |



|                         |          |
|-------------------------|----------|
| 第二类拉格朗日方程(见拉格朗日方程)..... | 102(281) |
| 广义坐标.....               | 201      |
| 自由度.....                | 604      |
| 广义力.....                | 200      |
| 正则方程.....               | 581      |
| 广义动量.....               | 200      |
| 可遗坐标.....               | 266      |
| 循环坐标(见可遗坐标).....        | 519(266) |
| 相空间.....                | 511      |
| 正则变换.....               | 580      |
| 拉格朗日括号.....             | 282      |
| 泊松括号.....               | 385      |
| 哈密顿-雅可比方程.....          | 202      |
| 阿佩尔方程.....              | 1        |
| 哈密顿原理.....              | 203      |
| 最小作用量原理.....            | 605      |
| 作用量.....                | 606      |
| 高斯原理.....               | 172      |
| 天体力学.....               | 469      |
| 机构学.....                | 218      |
| 调节原理.....               | 469      |
| 控制理论(见调节原理).....        | 276(469) |
| <b>固体力学</b> .....       | 184      |
| 结构力学.....               | 247      |
| 结构动力学.....              | 242      |
| 计算结构力学.....             | 226      |
| 结构优化设计.....             | 251      |
| 结构软件系统.....             | 249      |
| 结构静力实验.....             | 245      |
| 热结构分析.....              | 406      |
| 结构的几何不变性.....           | 241      |
| [结构]                    |          |
| 静定结构.....               | 256      |
| 静不定结构.....              | 256      |
| 超静定结构(见静不定结构).....      | 51(256)  |
| 杆系结构.....               | 163      |
| 拱.....                  | 183      |
| 薄壁结构.....               | 36       |
| 薄壁梁.....                | 38       |
| 弯心.....                 | 489      |
| 剪心(见弯心).....            | 237(489) |
| 扭心(见弯心).....            | 372(489) |

|                     |          |
|---------------------|----------|
| 张力场梁.....           | 574      |
| 剪切滞后.....           | 237      |
| [结构力学基本方法]          |          |
| 力法.....             | 293      |
| 位移法.....            | 493      |
| 转角位移法.....          | 602      |
| 力矩分配法.....          | 295      |
| 变形分配法.....          | 29       |
| 单位载荷法.....          | 81       |
| [结构力学基本概念]          |          |
| 强度.....             | 397      |
| 刚度.....             | 164      |
| 挠度.....             | 363      |
| 剪流.....             | 236      |
| 影响线.....            | 541      |
| 塑性力学.....           | 450      |
| 塑性动力学.....          | 449      |
| 塑性增量理论.....         | 454      |
| 塑性全量理论.....         | 453      |
| 结构塑性极限分析.....       | 249      |
| 安定性理论.....          | 3        |
| 粘塑性理论.....          | 365      |
| 滑移线法.....           | 212      |
| 金属成型的塑性分析.....      | 255      |
| 屈服条件.....           | 399      |
| 强化规律.....           | 399      |
| 蠕变.....             | 409      |
| 应力松弛(见蠕变).....      | 549(409) |
| 包辛格效应.....          | 7        |
| 材料力学.....           | 45       |
| 材料的力学性能.....        | 43       |
| 杨氏模量(见材料的力学性能)..... | 533(43)  |
| 泊松比(见材料的力学性能).....  | 385(43)  |
| 硬度.....             | 549      |
| 冲击载荷下材料的力学性能.....   | 58       |
| 疲劳.....             | 381      |
| 蠕变.....             | 409      |
| 强度.....             | 397      |
| 刚度.....             | 164      |
| 强度理论.....           | 397      |
| 莫尔圆.....            | 359      |
| 应力圆(见莫尔圆).....      | 549(359) |
| 梁.....              | 317      |
| 连续梁.....            | 317      |