

中国现代科学全书 ● 力学
CHINESE ENCYCLOPAEDIC SERIES OF MODERN SCIENCES ● MECHANICS

● 武际可 著

力学史

HISTORY OF MECHANICS

重庆出版社

中国现代科学全书·力学

力 学 史

武际可 著

重 庆 出 版 社

图书在版编目(CIP)数据

力学史/武际可著. - 重庆:重庆出版社,1999.6

(中国现代科学全书·力学)

ISBN 7-5366-4419-1

I.力… II.武… III.力学-自然科学史 IV.03-09

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 12553 号

中国现代科学全书·力学

力学史

武际可 著

出版·发行/重庆出版社

经销/新华书店

印刷/北京经纬印刷厂

开本/850×1168 毫米 1/32

印张/12

字数/280 千字

印数/1-2,500 册

版本/2000 年 1 月北京第 1 版

2000 年 1 月北京第 1 次印刷

网址:<http://www.cesms.com.cn>

电话:010-64851138

书号:ISBN 7-5366-4419-1/O·28

定价:24.00 元

出版声明/版权所有,翻印必究。

中国现代科学全书总编辑委员会

名誉主编	胡 绳	钱伟长	吴阶平	周光召
	许嘉璐	罗豪才	季羨林	王大珩
	郑必坚			
主 编	姜士林	郭德宏	刘 政	程湘清
	卞晋平	王洛林	许智宏	白春礼
	卢良恕	徐 诚	王洪峻	

(副主编和编辑委员名单容后公布)

力 学 编 辑 委 员 会

名誉主编	钱伟长			
主 编	徐秉业			
编辑委员	(以姓氏笔画为序)			
	任 真	苏铭德	杨桂通	岑率志
	陆全康	陈至达	武际可	赵文华
	恽寿榕	姚振汉	袁龙蔚	徐秉业
	殷有泉	黄 义	谢和平	

目 录

绪论	(1)
§ 1 “力学”概念的早期发展	(2)
§ 2 从知识分科与专业分工的形成来看力学的发展	(6)
§ 3 力学历史的分期问题	(9)
 第一章 古代中国力学的发展	(11)
§ 1 在律历与技术中有关力学知识的积累	(11)
1.1 乐器、乐律与振动	(12)
1.2 天文与历法	(14)
1.3 车船的发展	(18)
1.4 桥梁、水利与土木建筑的发展	(21)
1.5 古代的机械成就	(23)
§ 2 中国古代对某些力学概念与规律的认识	(25)
2.1 杠杆与平衡	(25)
2.2 对于流体平衡与运动的知识	(27)
2.3 中国古代对于运动、惯性与相对性 原理的认识	(29)
2.4 中国古代关于振动和共振的知识	(30)
2.5 中国古代关于材料和结构强度的知识	(31)
§ 3 为什么经典力学没有产生在中国	(33)
3.1 中国古代力学知识积累的特点	(33)
3.2 经典力学为什么没有产生在中国	(34)

3.3	力学是外国人送上门来的	(40)
§ 4	西学东渐与力学的引进	(41)
4.1	早期的东西方学术交流	(41)
4.2	早期翻译的力学著作	(44)
§ 5	西方力学传入中国的曲折过程	(45)
5.1	徐光启的科学活动	(46)
5.2	清初天文学上的一场生死斗争	(47)
5.3	雍正的关门政策与鸦片战争之后的洋务运动	(50)
5.4	同文馆的力学教育与研究	(51)
第二章	古希腊的力学	(54)
§ 1	亚里斯多德及其学派	(54)
1.1	创立逻辑学	(55)
1.2	亚里士多德关于运动的论述	(56)
1.3	亚里士多德关于力和运动的结论	(56)
§ 2	欧几里得与阿波罗尼的几何学	(58)
2.1	欧几里得	(59)
2.2	阿波罗尼	(60)
§ 3	古希腊人的天文学和托勒密系统	(60)
3.1	天体的视运动	(60)
3.2	在托勒密以前古希腊天文学的成就	(62)
3.3	托勒密的天文学成就	(63)
§ 4	阿基米德及其力学成就	(63)
4.1	阿基米德的生平	(64)
4.2	阿基米德的科学贡献	(67)
4.3	阿基米德的著作摘录	(71)
第三章	静力学的发展	(74)
§ 1	埃及与阿拉伯的古代的科学技术与力学	(75)

1.1	亚力山大的希罗与帕普斯	(75)
1.2	阿拉伯古代的科学技术与力学	(76)
1.3	约丹努对静力学的贡献	(77)
§ 2	斯梯芬的生平及其贡献	(79)
§ 3	达·芬奇、伽利略、托里拆利、帕斯卡等 在静力学上的工作	(82)
3.1	达·芬奇及其在力学上的贡献	(82)
3.2	伽利略对静力学所做的贡献	(84)
3.3	托里拆利对静力学的贡献	(84)
3.4	帕斯卡对静力学的贡献	(86)
3.5	瓦利农与班琐对静力学的贡献	(86)
§ 4	早期的变形体静力学	(87)
4.1	梁的早期研究	(87)
4.2	胡克的生平与胡克定律	(89)
4.3	库仑的摩擦定律	(91)
 第四章 从哥白尼到开普勒		(93)
§ 1	尼古拉·哥白尼及其贡献	(94)
1.1	哥白尼的生平简历	(94)
1.2	《天体运行论》的要点	(97)
1.3	哥白尼学说的影响	(100)
§ 2	开普勒的行星运动三大定律	(101)
2.1	第谷的观测工作	(102)
2.2	开普勒的生平	(102)
2.3	开普勒三定律的发现	(103)
2.4	开普勒对他的行星运动三定律的叙述	(106)
 第五章 经典力学理论系统的建立		(108)
§ 1	伽利略的生平与科学贡献	(109)

1.1	伽利略的生平	(109)
1.2	伽利略在科学上的贡献	(111)
1.3	伽利略的原著选段	(113)
1.4	其他学者对伽利略的评述	(116)
§ 2	惠更斯以及其他学者的贡献	(118)
2.1	惠更斯的生平	(119)
2.2	惠更斯和其他人关于碰撞问题的研究	(120)
2.3	单摆的研究	(122)
§ 3	牛顿及其在力学发展中的贡献	(125)
3.1	牛顿的生平	(125)
3.2	牛顿《原理》之前力学发展所处的条件	(127)
3.3	《自然哲学的数学原理》	(128)
3.4	《自然哲学的数学原理》选段	(131)
3.5	牛顿力学系统与万有引力的证实	(133)
3.6	经典力学的发展对社会生产的推动	(135)
3.7	《自然哲学的数学原理》的影响	(138)
第六章 经典力学理论的进一步发展		(141)
§ 1	若干一般性原理	(142)
1.1	莱布尼兹和他的活力定律	(142)
1.2	虚速度原理(虚功原理)	(143)
1.3	达朗贝尔与达朗贝尔原理	(144)
1.4	最小作用量原理	(146)
§ 2	拉格朗日和他的《分析力学》	(148)
2.1	一本没有图的力学书——《分析力学》	(148)
2.2	拉格朗日生平	(152)
2.3	国际单位制的产生	(153)
§ 3	哈密尔顿与雅科比在分析力学上的工作	(154)

3.1	哈密尔顿原理	(154)
3.2	雅科比与哈密尔顿-雅科比方程	(157)
§ 4	若干重要问题的研究与求解	(157)
4.1	欧拉及刚体动力学	(158)
4.2	刚体运动的可积情形与科瓦列夫 斯卡娅的工作	(160)
4.3	拉普拉斯与他的《天体力学》	(161)
4.4	变换、变换群与李群	(165)
§ 5	能量守恒定律的发现	(166)
5.1	托马斯·杨与他的力学研究	(166)
5.2	迈尔在能量守恒方面的工作	(167)
5.3	亥姆霍兹与他的《论力的守恒》	(169)
5.4	焦耳的热功当量实验	(170)
§ 6	蒸汽机的发明与热力学研究	(172)
6.1	早期的蒸汽机	(172)
6.2	瓦特对蒸汽机的改进	(173)
6.3	热力学第二定律	(176)
§ 7	运动方程的定性研究	(178)
7.1	庞加莱与动力系统	(178)
7.2	李亚普诺夫和运动稳定性	(180)
 第七章 流体力学的发展		(183)
§ 1	18 世纪的流体力学	(183)
1.1	马略特在流体力学的工作	(183)
1.2	伯努利定律	(184)
1.3	欧拉的理想流体力学运动方程	(185)
§ 2	黏性流体力学早期的实验研究	(186)
2.1	玻尔达的阻力实验	(186)

2.2	玻素等的水力学实验	(188)
2.3	水洞与风洞实验	(190)
§ 3	纳维 - 斯托克斯方程	(191)
3.1	纳维的研究	(191)
3.2	斯托克斯的工作	(194)
§ 4	流体力学若干重要问题的研究进展	(196)
4.1	气体状态方程的研究	(196)
4.2	空气动力学的发展	(197)
4.3	雷诺及雷诺数	(199)
4.4	弹道学的研究	(200)
4.5	马赫在气体力学上的工作	(201)
§ 5	早期人类对于飞行的探索	(202)
5.1	达·芬奇的《论鸟的飞行》	(202)
5.2	利用气球飞行	(204)
5.3	凯利的飞行研究	(204)
5.4	世界各国的早期飞行探索	(206)
第八章 固体力学的发展		(208)
§ 1	弹性线的研究	(208)
1.1	欧拉关于弹性线的理论	(208)
1.2	基尔霍夫的研究结果	(210)
§ 2	弹性理论	(211)
2.1	纳维的工作	(212)
2.2	泊松在弹性理论上的工作	(214)
2.3	柯西在弹性理论上的贡献	(215)
2.4	圣维南及其在弹性力学中的贡献	(219)
2.5	乐甫的工作	(221)
2.6	穆斯海利什维利及其复变函数方法	(224)

2.7 弹性力学中一些重要问题的求解	(225)
2.8 瑞利与他关于弹性体的振动与波的研究	(228)
§ 3 强度理论、实验方法与结构力学的发展	(229)
3.1 金属疲劳现象的注意与研究	(229)
3.2 诺伊曼与光弹性	(230)
3.3 莫尔的强度理论	(231)
3.4 结构力学的发展	(231)
 第九章 经典力学的困难与相对论和量子论的诞生	(234)
§ 1 1900 年以前一些著名学者对经典力学的批评	(235)
1.1 赫兹论“力学原理的有限的有效性”	(235)
1.2 马赫对牛顿绝对时空的批评	(236)
§ 2 经典力学上空的“乌云”	(238)
2.1 以太	(238)
2.2 以太面临的难题	(239)
§ 3 相对论	(242)
3.1 爱因斯坦传略	(242)
3.2 狭义相对论的提出	(243)
3.3 广义相对论	(245)
3.4 爱因斯坦对相对论的解释	(246)
3.5 同时代学者对爱因斯坦的评论	(252)
§ 4 量子力学	(253)
4.1 紫外灾难	(253)
4.2 普朗克与爱因斯坦的量子论	(254)
4.3 德布罗意波与薛定谔方程	(255)
4.4 海森伯与狄拉克的量子力学	(256)
§ 5 从时代变化中看力学	(257)
5.1 相对论与量子力学的产生是一场革命	(257)

5.2 从对力学的追求到对“机械论”的批判	(257)
5.3 让经典力学代表的科学方法更辉煌	(260)
§ 6 物理学与力学分道扬镳	(264)
 第十章 20 世纪力学中的若干重要问题的进展	(268)
§ 1 对 20 世纪以前的力学发展特点的回顾	(268)
1.1 力学同数学的紧密关系	(268)
1.2 力学系统中不断出现新的模型	(270)
1.3 理论力学与应用力学的关系	(271)
1.4 实验在力学学科中的作用	(272)
§ 2 力学中的分叉问题	(273)
2.1 周期解与非线性振动问题	(274)
2.2 分叉问题	(277)
2.3 Hopf 分叉问题	(278)
2.4 KAM 定理与稳定性理论的进一步发展	(279)
2.5 奇怪吸引子与全局分叉问题	(280)
2.6 非线性科学	(282)
§ 3 流体中的孤立波、分叉与湍流	(282)
3.1 湍流的早期实验研究	(283)
3.2 流体流动的稳定性	(284)
3.3 孤立波的研究	(285)
3.4 早期的湍流理论研究	(287)
3.5 湍流与分叉	(288)
§ 4 连续介质力学、结构分析与固体力学的发展	(289)
4.1 连续介质力学的发展	(289)
4.2 结构力学的进展	(290)
4.3 塑性力学	(292)
4.4 强度理论与材料的疲劳强度	(293)

4.5	断裂力学的形成与发展	(294)
§ 5	计算力学的形成与发展	(295)
5.1	计算机的发明对力学的推动	(295)
5.2	有限元法的提出与普及	(297)
5.3	非线性计算力学	(299)
§ 6	力学教育的发展	(301)
6.1	早期工程学校中的力学教育	(301)
6.2	20 世纪以来高等学校中的力学教学与研究	(302)
6.3	铁摩辛柯与他的著作	(304)
6.4	力学教材的发展概况	(305)
6.5	近年来教材改革的趋势	(307)
 第十一章 航空航天技术的发展与力学		(312)
§ 1	早期的飞机	(312)
1.1	兰利的飞机研究与实验	(312)
1.2	莱特兄弟的飞机	(313)
1.3	航空事业的发展	(316)
§ 2	航天技术的发展	(317)
2.1	早期星际航行的研究	(318)
2.2	火箭的改进与 V-2 火箭	(319)
2.3	人造卫星、星际航行的发展及其技术应用	(321)
§ 3	航空与航天力学的发展	(324)
3.1	总的概述	(324)
3.2	空气动力研究中心与若干著名学者的 研究工作	(325)
3.3	超音速气体动力学	(328)
3.4	气动加热问题	(329)
3.5	惯性导航的发展	(330)

3.6 飞行器的稳定性与气动弹性力学问题	(332)
第十二章 力学在中国的传播与发展	(333)
§ 1 现代理工科教育的产生	(334)
1.1 现代理工科教育的开始	(334)
1.2 20 世纪早期力学在中国的传授	(335)
1.3 早期力学研究工作	(336)
§ 2 我国高等学校中力学专业的设置	(337)
2.1 北京大学数学力学系力学专业	(337)
2.2 力学系科的大发展	(338)
§ 3 50 年代以来中国的力学发展	(340)
3.1 从数学研究所的力学研究室到力学研究所	(340)
3.2 中国力学学会	(342)
3.3 力学研究成果及其在国家经济与国防 建设中的作用	(342)
3.4 “文化大革命”的干扰	(344)
§ 4 周培源、钱学森与中国的力学	(345)
4.1 周培源的简历	(345)
4.2 钱学森的简历	(348)
参考文献	(351)
人名索引	(355)
主题索引	(365)
后记	(369)

绪 论

科学像一株常青之树,在实验室、图书馆和博物馆中缓慢生长,成千上万的人完成了大量出色的工作,这些人并非具有超常才智,但他们受过良好的训练,掌握了有效的方法并且有很大的耐心。

乔治·萨顿^①

我国已故著名化学家傅鹰说过:“一门科学的历史是那门科学中最宝贵的一部分,因为科学只能给我们知识,而历史却能给我们智慧。”^②

英国哲学家弗·培根说:“史鉴使人明智。”^③

美国以毕生精力从事科学史研究的学者乔治·萨顿(George Sarton, 1884 - 1956)曾说:“科学史的目的是,考虑到精神的全部变化和文明进步所产生的全部影响,说明科学事实和科学思想的发生和发展。从最高的意义上说,它实际上是人类文明的历史。其中,科学的进步是注意的中心,而一般历史经常作为背景而存在。”^④

① [美]乔治·萨顿著:刘珥珥译:《科学的生命》,北京商务印书馆,1987年版,36页。

② 傅鹰:《黄子卿著的〈物理化学〉》,《化学通报》,1956年第4期。

③ [英]弗·培根著:《培根论说文集》,水天同译:北京商务印书馆,1988年版,180页。

④ [美]乔治·萨顿著,刘珥珥译:《科学的生命》,北京商务印书馆,1987年版,29~30页。

了解和研究力学历史就可以了解力学学科的产生和发展,了解力学同其他科学的关系,认识力学发展同技术发展的关系,认识力学同社会进步的关系,了解人类怎样世代为揭开运动之谜而不断探索的过程,提高科学的鉴赏力,把握力学未来发展的脉搏。

力学发展有悠久的历史。它同天文学、数学是人类最早发展起来的不可分割的学科。

§1 “力学”概念的早期发展

什么是力学,要回答这个问题,必须从它的历史发展的过程来把握。中国古代也有“力学”这个词,但是犹如中国古代“科学”是指科举之学一样,和现在的意思完全不同。中国古时候“力学”是努力学习的意思。如“躬耕力学”当努力种地读书讲。“力学”的现代意义是从西方引进的。中国古时候虽然没有力学这个词,但“力”却出现得相当早,甲骨文“力”字是一个奴隶弯腰耒地的形状。表明是在运力。

中国最早关于“力”的定义是在墨子(前 490 ~ 405)写的《墨经》中,有两种说法:其一:“力,重之谓。”其二:“力者,刑之所以奋也。”这里,“刑”通形。按照这两种说法已同现在所说的“力”相去不远。

古代的技术,无论是东方还是西方,相当大的分量是起重和搬运,即同重力作斗争,所以在长期里力学的内容主要是研究静力、平衡、重心和起重的学问。

另一方面,“力”是物体改变运动状态的原因,这是在伽利略以后的理解。按照现在字面了解,《墨经》上的第二种说法好像是,“形”指物体,“奋”指运动,即是说,力是物体运动的原因。可惜,在墨经中“形”是指身体,“奋”是举的意思。按墨经上自己说,“下举重,奋也。”可见《墨经》上的意思是:力是身体举物向上。所以《墨经》上的两种说法,只有一个意思。只有静力学没有运动。

在西方,“力学”一词是从希腊文 $\mu\epsilon\chi\alpha\nu\eta$ 和 $\mu\eta\chi\alpha\nu\kappa\alpha$ 来的,字面上讲,指发明、巧思、机械的意思。后来逐渐充实和演化为包含两重意思的词,即一切工艺的改进和理性的对自然运动规律的探讨,而且后一层含义发展得较晚。

从工程与工艺的角度,有史以来,人类逐步积累了关于重心、平衡、简单机械、浮力、圆周与直线运动等方面的知识。从远古说,5000—4000BC 苏美尔人就发明了车轮,公元前 2000 年中国有了独木舟,公元前 2500 年在埃及有了船与帆船的发明。这些经验逐步积累,到古希腊有像阿基米德的守城机械,到意大利有维特鲁威(Vitruvius,公元前 1 世纪)的建筑机械。直至 17 世纪将积累起来的力学知识总结为简单机械(杠杆、轮轴、斜面、螺旋、滑轮)五种。在西方语言里,力学(Mechanics)同机械学(Mechanics)、机械装置、机构(Mechanism)是同一个字根。所以在相当的历史阶段,人们把力学与机械当作一回事。

从对自然规律的探讨角度,人类最早积累了对天体运动的观测资料,并且力图探求其真实运动状态。力学的早期发展是同天文学不可分割的。从古代的历法到古希腊的托勒密地心说,一直到哥白尼、伽利略、开普勒、牛顿的经典力学。这种探求又紧密地同数学相结合。

后来这两种趋向结合起来就形成力学学科。其研究内容和特点也是随着时代发展而变化着的。

欧洲文艺复兴早期的学者达·芬奇(Leonardo daVinci, 1452—1519)说过:“力学是数学科学的天堂,因为,我们在这里获得数学的成果。”^①

意大利学者伽利略(Galileo Galilei, 1564—1642)在《关于两门

^① 艾玛·阿·里斯特编著:《米奥纳多·达·芬奇笔记》,郑福洁译:三联书店,1998年版,第13页。