

学只生



学识走笔

● 南开大学出版社

力学诗趣

● 王振东 武际可 著



03-49

P

1

力学诗趣

STUDENTS' LIBRARY

学识走笔·大学生文库

王振东
武际可
著

本书由南开大学图书馆收藏，为南开大学图书馆馆藏，由南开大学图书馆提供。

本书由南开大学图书馆收藏，为南开大学图书馆馆藏，由南开大学图书馆提供。

本书由南开大学图书馆收藏，为南开大学图书馆馆藏，由南开大学图书馆提供。

本书由南开大学图书馆收藏，为南开大学图书馆馆藏，由南开大学图书馆提供。

南开大学出版社

内 容 简 介

本书是一本科学与艺术交融的高级科普读物。全书共分上下两编。上编“力学诗话”从唐宋诗词中对力学现象观察和描述的佳句入手,将诗情画意与近代力学的发展融合在一起阐述;下编“力学趣谈”从生活中一些普通事情谈起,风趣地揭示出深刻的力学原理。两位作者分别是天津大学和北京大学的教授、博士生导师。

全书内容生动新颖,文理交叉,笔调流畅,可读性强,是一本适合文理工科大学生、大中专物理教师、工程技术人员及诗词和自然科学爱好者的优秀读物。

学识走笔·大学生文库

力 学 诗 趣

王振东 武际可 著

南开大学出版社出版

(天津八里台南开大学校内)

邮编 300071 电话 23508542

新华书店天津发行所发行

河北省永清县第一胶印厂印刷

1998年10月第1版 1998年10月第1次印刷

开本:850×1168 1/32 印张:5.5

字数:136千 印数:1-2000

ISBN 7-310-01118-X
G·156 定价:9.00元

学识并蓄 文理交融

策划人语

学识走笔·大学生文库

当代大学生们需要哪些课外读物？

这个困扰编辑们的课题时时撞击着我们的胸膛。十余年来，我们苦苦追索，终于觅得一个。请学有专长的教授、学者，就其所熟悉的领域，挥笔泼洒，道其专业之长，言其治学之妙经，陈其“诗”外之功夫，让学术的博大精深与治学的纵横思维交相辉映，让课堂内外、书本内外融为一体，使当代大学生从多个侧面去理解学者的治学之道，从中悟出自己的未来的学术之路——这便是我们编此丛书的初衷。

这套丛书的作者大都不单纯是教书匠。他们在科研上独有建树，而且大都有广泛的兴趣；跨学科、跨领域，乃至文理交叉，是其一大特征。“功夫在诗外”，这些诗外功夫为他们的创造性研修开辟了一个新天地，也为我们的大学生们作出了某种示范。

“论古不外才识学，博物能通天地人”。学与识，这是做学问的左右手。饱学而乏识，难成顶尖人材；而“识”这把利剑的铸成，有赖于创造性思维的不断磨砺。“十年磨一剑”，“识”的造就

亦决非一日之功。

北京大学著名教授季羨林最近指出:随着各学科的边缘化、各门学科之间的联系正日益密切,21世纪文理科不再分科将是发展的必然趋势。文中有理、理中有文将是未来学科的新特点。

文理交融,文理渗透,培养复合型人才,正在逐渐成为全国许多大学的共识。在一所大学里,理(工)科学生选几门文科课,文科学生选几门理(工)科课,不再单纯是未来择业的狭隘实用主义,而日益成为大学生们提高自身素质需要的一种渴求。

《学识走笔·大学生文库》丛书力图满足大学生们的这种渴求,为造就一专多能、兴趣广泛、创造力强的一代英才而尽微薄之力。

本丛书的第一辑包括《光海弄波》、《数林掠影》、《力学诗趣》、《特殊群体》和《枫林唱晚》五种。

《光海弄波》以新的角度介绍了光的波粒二象性这一古老命题。作者以“拾杠颂”为楔子,打开了讨论光的特征的话匣。该书每章安排的“心得点滴”,论述精当,文笔活泼生动,间或亦有点睛的小诗出现。全书的思辨性和哲理性,都令人称道。

《数林掠影》介绍了33个数学命题,其中既有浅显的有关自然数、勾股数的论题,又有深奥的有关哥德巴赫猜想的论题;与此同时,还将电脑下棋问题等吸纳进来,构成了数学之林中的一道道风景线。

《力学诗趣》分为“力学诗话”和“力学趣谈”两编。作者令力学与唐宋诗词交融、力学与生活交叉渗透,娓娓道来,充分显示出两位研究自然科学的教授的深厚文学功力。

《特殊群体》涉及的是科学家这一特殊群体在社会中的作用、地位,以及科学家的科研道德行为等。这对于即将步入社会并从事科学研究的大学生而言,定会有特殊的帮助。

《枫林唱晚》是一部抒发人生感悟、环境忧思等的哲理性极强的书。作者以一位老教授、老学者的敏锐目光,关注校园,洞察社会,审视历史,放眼海外。书中“唱”得活,“唱”得深,“唱”得鲜,“唱”得远。

总之,这第一辑的五种书风味各具,特色不同。策划者诚惶诚恐地将它们献上,但不知是否合乎诸位大学生的口味?

期待批评,期待建议,期待反馈信息。

亮 霄

一九九八年四月于南开园

序

大学生文库·力学诗趣

1991年7月在北京召开的中国力学学会《力学与实践》杂志第四届编委会第一次会议上,武际可教授提议就“身边的力学”为话题,深入浅出地写一些可读性强的文章,以改变刊物的文风。后来就笔者在1979年写就但尚未发表的“野渡无人舟自横”一文,作了适当修改,刊登在1992年第4期《力学与实践》上,从而开辟了“身边力学的趣话”的栏目。为此,《力学与实践》当时的主编、北京大学朱照宣教授还写了一段编者按:“本期开辟的这一‘趣话’小栏目,讲的是我们身边的力学。文体不拘,或庄或谐,可长可短。内容则摆事实,讲力学。要求文质并重,盖‘质胜文则野,文胜质则史’也”。之后,为使这个栏目不断档,武际可教授与笔者就一篇接一篇地写了下来。现应南开大学出版社之邀,将我们二人在“身边力学的趣话”中发表的这些文章,作了一些修改补充,并适当加上一些插图,结集为《力学诗趣》出版。所收入的20篇文章中,1~9和19~20为笔者所撰,10~18为武际可撰写。其中的部分文章曾为俄罗斯科学院出

版的《力学文摘》(РЕФЕРАТИВНЫЙ ЖУРНАЛ—МЕХАНИКА)所摘录。武际可“捞面条的学问”一文1996年曾获中国科普作家协会、广播电视部、中国科学技术协会、国家新闻出版署联合颁发的奖励。

中国是一个诗词的国度。唐宋诗词是我国文学史上光辉灿烂的明珠,千百年来,它一直为人们传诵不衰。过去人们总是从老子、庄子、墨子等一些思想家的著述中寻找古代的力学思想,但却忘了唐宋诗词中也有一些佳句是古人对力学现象的精湛描述。本书上编的10篇文章,就是从唐宋诗词中对力学现象观察和描述的佳句入手,将诗情画意与近代力学的发展交融在一起阐述,所以编名起为“力学诗话”。

力学广泛地存在于生活和生产的各个领域,如何利用力学原理去分析和解释日常生活中所遇到的一些力学现象,不仅对进一步理解这些现象有好处,而且对掌握和运用力学规律去处理有关问题,也是有好处的。下编的10篇文章,多是从生活中一些常见的事情谈起,风趣地揭示出深刻的力学原理,编名起为“力学趣谈”。

科学和艺术是社会物质和精神财富这枚“金币”的两个侧面。她们相互依托又相互关联,其共同基础都是人类的创造力。从历史上看,曾经有过科学和艺术相互融汇的辉煌时代。后来由于社会分工越来越细,二者才逐渐分开。文理本来是相通的,也只是由于人为的原因,才在学校的教学中被分割开来。我们在学理的时候,也都爱好文。中国的传统文化既能陶冶情操,又能启迪学理的灵感。

21世纪文理交叉融合将是发展的必然趋势。本书反映了我们俩人在大学任教四十年对力学教学和研究的一些体会,希望能对读者(特别是大学生)交融文理、开阔思路,提高分析问题

和解决问题的能力,以更好地激发创造力有所裨益。

谨以这本《力学诗趣》,庆祝《力学与实践》创刊廿周年!并祝贺我们的母校——北京大学百年华诞!

王振东

1998年2月于天津大学北五村

目 录

大学生文库·力学诗趣

序	(1)
---------	-----

上编 力学诗话	(1)
---------------	-----

1 兵无常势,水无常形——漫谈 流体与流动性	(1)
---------------------------------	-----

2 春蚕到死丝方尽——谈液体 的拉丝现象	(10)
-------------------------------	------

3 郡亭枕上看潮头——漫谈潮 汐及其开发利用	(17)
---------------------------------	------

4 峡江漱石水多漩——漫谈流 体中的旋涡	(24)
-------------------------------	------

5 露珠不定始知圆——谈润湿 现象与表面张力	(36)
---------------------------------	------

6 风乍起,吹皱一池春水——谈 流体运动的不稳定性	(43)
------------------------------------	------

7 野渡无人舟自横——谈流体 运动中物体的稳定性	(50)
-----------------------------------	------

8 踪迹随风叶,程途犯斗槎—— 漫谈流动显示及应用	(57)
------------------------------------	------

9 飞湍瀑流争喧豗——漫谈流 体运动致声	(70)
-------------------------------	------

10 夜半钟声到客船——谈声音 和波的传播	(78)
--------------------------------	------

下编 力学趣谈	(86)
---------------	------

11 捞面条的学问——兼谈分离 技术	(86)
-----------------------------	------

12 倒啤酒的学问——兼谈空泡 问题	(93)
-----------------------------	------

13	甩鞭子为什么会响——兼谈鞭鞘效应	(102)
14	从土豆的内伤谈起——漫谈接触问题	(107)
15	怎样制作笛子	(112)
16	“噗噗啞儿”与非线性	(118)
17	漫话周期运动——天体的运行和乐器的发声	(125)
18	力学的发展和钟表的变迁	(136)
19	奇妙的非牛顿流体	(146)
20	奇异的电磁流变液体	(154)

录 目

上编

PI-85

力学诗话

兵无常势，水无常形

——漫谈流体与流动性

大学生文库·力学诗趣

“夫兵形象水，水之形避高而趋下，兵之形避实而击虚。水因地而制流，兵因敌而制胜。故兵无常势，水无常形。能因敌变化而取胜谓之神。故五行无常胜，四时无常位；日有短长，月有死生。”

II

这是《孙子兵法·虚实篇》^[1]最后一段。《孙子兵法》系孙武(约公元前500—前440)所著。此书总结了春秋(公元前770—前476)末期及以前的作战经验，揭示了战争的一些重要规律，奠定了古代中国军事科学的基础。《孙子兵法》传到国外，已有许多种语言的译本，^[2]被国际上推崇为最早的军事理论著作。

“兵无常势，水无常形”这段话的意思是：用兵作战如同水的流动。水流动的规律是避开高处而流向低处；用兵取胜要避开敌人坚实之处，而攻击其虚弱的地方。水因地势的高低而不断改变流向，用兵作战要根据敌情变化而决定其取胜的方针。所以用兵没有固定不变的原则，水没有固定不变的形态。能够根据敌情的变化而取得胜利的，才可以称得上用兵如神。用兵作战的

原则,如同自然现象一样,五行(古人认为:金、木、水、火、土是五种物质)相生相克;四季(春、夏、秋、冬)依次交替,不可能哪一个季节在一年中常在;白天有短有长,月亮有明暗圆缺,永远处于变化之中。这段话以流体的流动等自然现象的变化,生动地比喻并阐述了兵家之法。这是对流体属性认识和应用得很早的科学论述。

在常温常压下,物质可分为固体、液体和气体三种状态(在特殊情况下,还有等离子态和超固态)。近代物理研究表明,任何物质都是由大量分子构成的,这些分子处于永不停息的随机热运动和相互碰撞之中,同时各分子间还有一种相互作用力。对于固体,分子间相互作用力较强,无规则运动较弱,不易变形;对于气体,分子间作用力较弱,无规则运动剧烈,易于变形和压缩;对于液体,其特征介于固体与气体之间,易变形,不易压缩。气体与液体又合称为流体。从力学分析的角度,通常认为,流体与固体的主要差别在于它们对于外力的抵抗能力是不同的。固体有能力抵抗一定大小的拉力、压力和剪切力。当外力作用在固体上时,固体将产生一定程度的相应变形。只要作用外力保持不变,固体的变形也就不会变化。因此当固体静止时,既有法应力,也有切应力。而流体在静止时不能承受切向应力,任何微小的剪切力的作用,都将使流体产生连续不断的变形。只有当此外力停止作用时,流体的变形才会停止。流体这种在外力作用下连续不断变形的宏观特性,通常称为流动性(或易流性)。

唐宋诗词的一些名家颇善于用流体的流动性来表达各种情感,写下了一些脍炙人口的精美绝句:

李白(701—762)《金陵酒肆留别》诗^[3]

请君试问东流水,别意与之谁短长。

《将进酒》诗^[4]

君不见黄河之水天上来,奔流到海不复回。君不见高堂明镜悲白发,朝如青丝暮成雪。

李煜(937—978)《虞美人》词^[5]

问君能有几多愁?恰似一江春水向东流。

王安石(1021—1086)《桂枝香·金陵怀古》词^[6]

六朝旧事随流水,但寒烟衰草凝绿。

苏轼(1036—1101)《念奴娇·赤壁怀古》词^[7]

大江东去,浪淘尽,千古风流人物。

辛弃疾(1140—1207)《南乡子·登京口北固亭有怀》词^[8]

千古兴亡多少事,悠悠,不尽长江滚滚流。

在诗句中用流体的流动抒发情感的事,可以追溯到我国最早的诗歌总集——《诗经》。它是自西周末年到东周春秋中叶(公元前 1100—约公元前 600)这 500 年间的抒情诗集,共有 305 首,约在公元前 600 年左右编集成册。现在我们来看其中用流体的流动性抒发情感的两首^[9](左为原诗,右为白话译文)。

《邶风·柏舟》

泛彼柏舟,	泛荡着的柏木舟,
亦泛其流。	随着河水任飘流。
耿耿不寐,	焦虑不安难成眠,
如有隐忧。	痛苦忧伤涌心头。
微我无酒,	不是我家无美酒,
以敖以游。	遨游也不能消愁。

诗中以随河水飘流的柏舟,写出了主人公沉郁的心情。即使是美酒、遨游也不能排除自己的痛苦忧伤。邶(bèi)是周代诸侯国名,在今河南省汤阴县东南。

《邶风·泉水》

冽彼泉水,	清泉水泛绿波,
-------	---------

亦流于淇。	涓涓流淌入淇河。
有怀于卫，	怀念卫国我故土，
靡日不思。	没有一天不惦记。
变彼诸姬，	同来姊妹多美好，
聊与之谋。	且和她们共商议。

诗中以泉水始出，涓涓地流淌入淇河，比喻出嫁他国的妇人不能回归卫国，却又没有一天不在思念卫国。无可奈何时，只有与同嫁来的女子谈昔日，念故旧，想亲人，思回归，含情不尽。

在自然科学的发展史上，有许多将其比拟流体流动进行研究的例子。爱因斯坦(A. Einstein)和英费尔德(L. Infeld)合著的《物理学的进化》^[10]一书中，就谈到了一些在物理学研究史上比拟流体流动进行研究的事例。如对热学的研究，一开始就是将其与水比较，比拟水从较高的水位流向较低的水位，认为热从较高的温度流向较低的温度。后来虽已将热看成能的形式之一，但这种热流的比拟仍在起作用。对电学和磁学的研究，早期也都曾比拟为电流体和磁流体来研究电磁现象。后来又用流场来比拟电场和磁场。在光学的研究上，有比拟质点运动的“粒子说”和比拟流体波动的“波动说”，后来“粒子说”演化为“量子说”，但“波动说”仍然存在。声速本身就定义为小扰动传播的速度，所以声学更是以比拟流体波动在研究发展。在天文学的研究上，有不少概念也是用比拟流体得来的，如，将夜晚天空中由闪烁的星座组成的一条明亮的光带，比拟成“银河”。又如，将银河系之外一种从正面看形状像旋涡，从侧面看形状像梭的星云，称为“旋涡星云”；将星际空间分布着的许多细小物体与尘粒，叫做“流星体”。

在人文社会科学中，也经常可以看到用比拟流体流动所引出的许多概念和术语。如，将文学创作上的一种方法称为“意识

流”;将人们工作单位或地方的改变,称为“人才流动”;将社会成员的社会地位或社会职业的改变,称为“社会流动”;将某产品的加工过程分成若干不同的工序按顺序进行,称为“流水作业”,这样的生产线亦称为“流水线”;将商品或资金的周转过程称为“流通过程”;将某一件事的历史很悠久,称为“源远流长”;将时间过得非常快,称为“年华似水流”或“似水流年”;将没有根据的话称为“流言蜚语”;将感情不自觉地表现出来称为感情的“流露”;将某一事物或事件在短时间集中出现比喻为潮水,如“学潮”、“民工潮”、“金融潮”等等。

还有一个很有趣的例子,是莱特希尔(M. J. Lighthill)和惠瑟姆(G. B. Whitham)于1955年成功地将行驶的车流当做可压缩流体来处理^[11]。他们提出了一个流体力学的模型来研究一条很长的单行路上车辆的运动。于是在研究交通管理时,又出现了“交通流动”的概念和术语。

众所周知,现代自然科学正面临着深刻变化,非线性科学贯穿着数理科学、生命科学、空间科学和地球科学,成为当代科学研究最重要的前沿领域之一。而推动非线性科学发展的一些重要概念恰巧又来源于流体的流动。^[12]如孤立波是罗素(J. S. Russell)于1834年在爱丁堡格拉斯哥运河中观察到的一种他称做大传输波的现象。当时他正骑在马背上追踪观察一个孤立的水波在浅水窄河道中的持续行进,这个水波长久地保持着自己的形状和波速。这一奇妙现象的发现就是关于孤立波和现今关于孤立子研究的起始。混沌的研究尽管在数学上可以追溯到Poincaré栅栏和Birkhoff平面环扭转映射的吸引子,但促使混沌研究热起来的,却正好是流体湍流的研究。洛伦兹(E. N. Lorenz)于1963年在研究大气对流(Bénard对流)现象时,从纳维-斯托克斯方程组出发,经过无量纲化并作傅里叶级数展开,

截取头一二项,得到傅里叶系数满足的一组常微分方程,称为 Lorenz 方程。数值计算表明, Lorenz 方程的解在一定的参数范围内,当时间充分大时是一个混沌解(图 1.1)。自 Lorenz 模型发表之后,对混沌的研究才热了起来。分形,是曼德布罗特(B. B. Mandelbrot)1967 年在研究湍流时首先提出的,并将其用于海岸线长度的测量,现已应用于自然科学的各个领域,成为推动非线性科学的重要概念之一。图 1.2 是一个分形的例子,它表示注入水中的油的黏性指进。

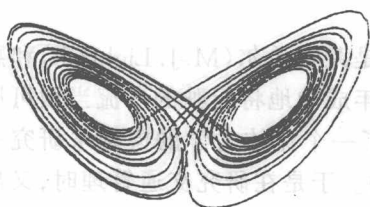


图 1.1



图 1.2

前面谈到流体与固体的主要区别在于会不会流动,而这种区分实际上并不绝对,当放大了时间尺度后,就可以看到固体亦在流动^[13]。沥青是固体,但很容易发现,在马路旁边堆放着的准备修路用的沥青,时间一长就会悄悄地“流动”,向四周伸展开去。由于小草生长不快,可以慢慢将铺设简单又较薄的沥青面推开,在地上露出来(图 1.3)。瑞利(J. W. S. Rayleigh)对玻璃板作过一个实验:取一块长 35 厘米、宽 1.5 厘米、厚 0.3 厘米的玻璃板,在沿长度的两边支起来,板的正中放一 6 千克重物。从 1938 年 4 月 6 日到 1939 年 12 月 13 日,放置了一年零八个月后,将重物取下,测出玻璃板中部向下“流动”了 6×10^{-4} 毫米。