

复杂系统研究显大成智慧·科技奥运争金耀盛世中华

力学创新助飞奥运梦想 中国激流项目科技攻关纪实

◎余振苏 倪志勇 等著



科学出版社
www.sciencep.com

复杂系统研究显大成智慧·科技奥运争金耀盛世中华

力学创新助飞奥运梦想

中国激流项目科技攻关纪实

◎余振苏 倪志勇 等著

科学出版社
北京

内 容 简 介

中国激流回旋皮划艇国家队从一支年轻的队伍,经过短短两年的科学化训练,取得了令人瞩目的成绩。作为中国内地唯一的“中国奥委会备战2008年北京奥运会科技合作伙伴”,一批北京大学的科研工作者,忘我投入国家队训练一线,将炽热的爱国主义情怀融入数千个日夜的不懈奋斗中,终于迎来了中国激流回旋皮划艇项目的跨越式发展。

本书讲叙了这支团队在两年的时间里为备战北京2008年奥运会谱写出的流体力学、生理力学、心理力学和系统力学等力学新篇章,作为向科技奥运的献礼,并为人类文化的古今融合、东西方融合和科学艺术融合奉献一片砖瓦。

本书详实记载了我国激流回旋皮划艇国家队科技攻关的过程,适合科技奥运和力学研究者,以及对激流回旋皮划艇运动和体育训练感兴趣的读者参考和阅读。

图书在版编目(CIP)数据

力学创新助飞奥运梦想:中国激流项目科技攻关纪实 / 余振苏, 倪志勇等著.
—北京: 科学出版社, 2008

ISBN 978-7-03-022451-4

I. 力… II. ①余… ②倪… III. 皮艇运动-科学研究-中国 IV. G861.414

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第099424号

责任编辑: 侯俊琳 郭勇斌 / 责任校对: 桂伟利

责任印制: 钱玉芬 / 封面设计: 无极书装

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2008年8月第一版 开本: B5 (720×1000)

2008年8月第一次印刷 印张: 11 3/4 插页: 4

印数: 1—4 000 字数: 227 000

定价: 28.00元

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈双青〉)

序

皮划艇激流回旋是一个起源于欧洲的体育项目，已有上百年历史。1972年首次被列入奥运会比赛项目，而后间断20年，1992年重返奥运会。我国于1999年开始启动这个项目，2004年首次参加奥运会，基础薄弱，成绩落后。但是我们分析了这个项目技术复杂、对于水道有较大依赖性的特点，希望充分发挥2008年主场优势，并吸取划艇项目依靠科学训练，在短期内赶超国际先进水平，在2004年奥运会夺得金牌的经验，决心快速发展皮划艇激流回旋项目，力争在北京2008年奥运会上为国争光。

国家体育总局水上运动管理中心为了这个目的，选择了一条依靠高科技的道路。他们于2005年登门拜访北京大学湍流与复杂系统国家重点实验室，恳请协助。北京大学热情支持北京2008年奥运会，给予了积极的回应。该实验室主任余振苏教授遂组织了20多位师生的研究队伍，配合奥运攻关，并亲自率领一支精悍的小分队，深入国家皮划艇激流回旋队，迅速开展极富特色的与运动训练相关的复杂系统科研工作，并在短时间内取得了瞩目的进展。

北大科研组与国家队的成功合作，凸显以下几个特点：

一、高级学者同国家队密切配合，为备战奥运会共同努力。我国运动队为了提高训练科学化水平，已有长期同科研人员配合的经历。但是这次是同北京大学国家重点实验室国际国内知名学者的合作，层次很高，而且这些专家学者能够在百忙之中投入极大精力，不是仅仅做一般性的咨询或对某一个别问题的研究指导，而是全身心地深入训练和比赛实践。研究组长期驻队，余教授本人也抽出很多时间坚持在队里工作，十分难得。没有崇高的科研目标是做不到的；

二、对皮划艇激流回旋项目进行了全面的调查研究，学习和掌握运动项目的比赛特点与本质规律，并从复杂系统的角度着眼，开展了多方位深入的综合研究，包括水道的分析与设计，直到运动员的技术、力量、心



理、智力等方面的分析与训练。该研究的深度在体育科研项目中也是不多见的；

三、鉴于这个项目技术复杂的特点，特别强调提高运动员的文化智力水平和加强心理训练，培养运动员读水能力和在复杂的比赛进程中自我驾驭的能力。这些研究用到了多学科的知识，交叉综合的特点非常明显；

四、科研人员不是单纯的旁观者、测试者、咨询者，而是深入训练实践，同教练员紧密结合，参与直接掌握训练，制订训练计划和程序化参赛方案，对运动员进行思想教育、心理教育、智力教育、技术与身体训练，使得训练过程能够处于一个很高的科学平台，为我国这个项目能够尽快赶超国际水平做出了贡献；

五、竞技体育运动是一项人类活动，具有精神物质结合、因素错综复杂、变化综合细微、试验周期较短等特点，对于复杂系统的研究，是一个特殊的对象和领域，对于国家重点实验室也是一次很好的科学实践。该项研究不但对于体育科研，而且对于社会其他复杂系统的研究也具有广泛的意义。

通过这种科研与训练工作的密切配合，在短短两年多的时间里，我国皮划艇激流回旋的运动水平取得了突飞猛进的成绩，在国际大赛上获得了金银铜牌，看到了在北京奥运会上取得优异成绩的希望，符合了国家体育总局水上运动管理中心总结和提炼出的“坚持超常规思维，实现跨越性发展”的指导思想。这不但开创了一个项目的训练新模式，而且对于各个运动项目提高训练科学化水平，对于我国竞技体育的总体水平取得新的突破与提高，都具有重要的借鉴意义。

高大安

国家体育总局备战奥运会科技专家组

办公室副主任、研究员

2008年6月

前 言

激流回旋皮划艇运动是拥有4个子项目的水上奥运项目。运动员在汹涌的波浪和漩涡中奋力划行,需要精确穿过预先设定的二十几道水门,不但比体能,比技术,也比水流认知,比智能,更比稳定发挥,比意志,是一个复杂型项目。

中国激流回旋皮划艇国家队是一支年轻的队伍,1999年成立,2005年以前从未打入世界大赛的前10名。

科技奥运是北京2008年奥运会三大主题之一。国家体育总局水上运动管理中心,在“举国体制”的战略部署下,于2005年9月盛情邀请北京大学“湍流与复杂系统国家重点实验室”参加2008激流回旋奥运攻关,从此拉开一场“体育精英与科技精英”协同奋战,推动竞技体育项目水平实现跨越式发展的序幕。

北京大学“湍流与复杂系统国家重点实验室”长期从事流体力学和湍流的基础研究,是复杂水流分析和设计的行内专家。近几年来,重点实验室拓宽力学传统研究方向,在生物、人体、医学等更广阔的复杂系统领域展开攻关。水上运动管理中心刘爱杰副主任的一番话,激起了北大学者学子们的巨大兴趣和热情:“医学研究的是人的非常病理态,竞技体育研究的是人的超常运动态,为何不在我们运动员的训练方面开展你们感兴趣的复杂人体系统科学研究?”我们欣然应允。

于是,将流体湍流复杂运动知识应用于激流赛道设计,辅助运动员开展读水分析;以运动员生理、心理层面的系统作用过程为对象,拓宽力学概念,构建冠军运动员的素质能力谱,用以指导运动员训练,以及创新激流训练方法;在钱学森复杂系统理论指导下开展复合教练团队的运作,快速吸收国际激流运动知识,开发集体智慧,创新激流训练体系……

这场别开生面的科研攻关,跨越了自然与人文两大科学领域,内容既涵括了自主设计奥运水流赛道的“硬科学”,也包括了探索项目本质规律



和训练方法的“软科学”。我们遵循复杂系统研究的原理，从体育训练实践中提炼科学问题，在科学精神指导下开展研讨、分析、争论和综合，在工程技术科学的原则指导下进行科学思想、方法和成果的应用和转化，并在实践效果的指导下进行再研究，以此往复，循环推进……

回顾这段高效率的合作历程，前进的每一步都离不开体育界各个部门、各级人士的关怀和支持，没有他们的帮助，我们寸步难行。在此，我们要衷心感谢刘鹏局长、段世杰副局长、崔大林副局长等诸位领导长期以来对北京大学参与科技奥运的关心和支持；衷心感谢国家体育总局水上运动管理中心韦迪主任、刘爱杰副主任，以及科技司蒋志学司长等领导大力提倡“超常规思维”，为科技创新提供了广阔施展空间，特别是在刘爱杰副主任积极倡导复合型教练团队的过程中，我们得以在科技奥运“试验田”——运动员李彤的训练上大胆实践和创新；衷心感谢中国国家皮划艇激流回旋队全体管理人员、教练员、运动员的信任和支持。激流回旋科技奥运攻关所取得的每一项成果，都是大家共同努力的结晶。

奥运精神激励着我们，祖国荣誉感召着我们！2005年以来，北京大学20多名师生参与了联合攻关，累计在国家队训练比赛第一线工作达数千人天，直接撰写资料近百万字，整理训练录像资料数百千兆……功夫不负有心人，一分耕耘，一分收获。在中国激流健儿们的共同努力下，2007年中国国家队取得世界大赛奖牌零的突破，国际划联致电祝贺。在2008年大洋洲锦标赛中，中国国家队在男子双划和女子皮艇两个重点项目上取得了1金1银1铜的出色成绩，引起世界激流界瞩目。在2007年总结会上，刘爱杰副主任坦言：“2007年中国激流队是世界上进步最快的队伍，李彤是中国国家队进步最快的队员。”

2007年1月，中国奥委会授予北京大学“中国奥委会备战北京2008年奥运会科技合作伙伴”，这是对北大人的鼓励和支持，也是对北大人严肃认真和忘我投入的肯定。面对业已取得的阶段性成果，我们深受鼓舞，一方面为中国激流加油，祝愿运动健儿们在北京2008年奥运会创造佳绩；同时，我们也认识到，科技奥运的成果应用和可持续发展还面临着种种挑战。令人欣慰的是，这场体育与科学的实践，使我们在钱学森复杂系统科学的继承与发展上迈开了实质性的步伐，这不仅对于竞技体育事业，而且对社会复杂现象的研究，以及对于科学与艺术的结合，都将具有重要的意

义。展望未来我们衷心祝愿，这段来自古老的力学与古老的奥运所联袂奉献的创新实践，为科学与竞技体育的跨领域深层研究，开启了一帆充满希望的航程；为自然科学与社会科学的深入交融与发展，奏响了新时代的春之曲。

本书的创作过程同样是钱学森“专家研讨厅”体系运作的成果。团队成员还包括倪志勇、陈曦、张志雄、王彦之、吴悠五名博士和硕士研究生（按照贡献大小排序）。余振苏教授负责理论思想的建立，著作结构的主体设计，以及各个章节的内容确定，并通过与各位成员的反复迭代和细致修改确立文风。在两年多积累的各项研究资料基础上，倪志勇执笔第一章、第五章与第七章，张志雄与陈曦合作执笔第二章与第三章，王彦之执笔第四章，吴悠与陈曦合作执笔第六章，陈曦执笔第八章，陈曦最后对全篇的文字进行了统一梳理。这项工作最大限度地发挥了大家的积极性和才华。

最后衷心感谢科学出版社的大力推荐，为向奥运献礼，科学出版社力促该书尽快出版。然科技奥运兹事体大，脱稿之际，仍感各方面有欠思之处，还望各界读者批评指正。

作 者

2008年6月

目 录

序

前 言

第一章 力学与奥运 / 1

- 一、古代奥林匹克运动 / 1
- 二、近代奥林匹克运动 / 2
- 三、古典力学——科学思想和方法的萌芽 / 3
- 四、经典力学——理性思维的飞跃与自然科学的诞生 / 4
- 五、近代力学——工程技术科学的基础 / 5
- 六、激流回旋运动与中国皮划艇激流回旋国家队 / 7
- 七、科技奥运攻关史 / 9

第二章 流体力学与赛道设计 / 11

- 一、激流项目的赛道主场优势 / 11
- 二、新型障碍物设计与水流实验 / 13
- 三、备战奥运的中国特色水流设计 / 20

第三章 流体力学与读水认知 / 34

- 一、激流回旋水流的定性研究 / 35
- 二、激流中水流复杂度的定量研究 / 42
- 三、激流比赛的典型路线研究 / 46
- 四、激流技术水平的定量评估 / 52

第四章 系统力学与生理训练篇 / 59

- 一、运动训练周期板块设计原理 / 62



二、体能精神双周期的激流运动训练理论创新 / 78

第五章 系统力学与心理训练篇 / 81

- 一、心理静力学应用——激流运动员素质谱 / 82
- 二、心理动力学应用——激流训练系统新认识 / 85
- 三、表象训练三步曲——意志训练的心理动力学设计 / 88

第六章 系统力学与智慧工程篇 / 110

- 一、复合教练团队的功能分析 / 112
- 二、复合教练团队的结构设计——“中外科”三位一体 / 114
- 三、智慧工程的创举——激流“专家研讨厅” / 119
- 四、大成智慧的技术成果——激流项目本质规律 / 130
- 五、大成智慧的核心提炼——科学与艺术相结合 / 132

第七章 科技奥运“试验田” / 138

- 一、2006年3月开启技术认知创新平台 / 141
- 二、2006年8月全国锦标赛和亚锦赛金牌零的突破 / 144
- 三、2006年秋季冠军赛锻炼超常心理素质 / 147
- 四、2006年冬训加强技术学习与创新 / 149
- 五、2007年3月以来在复合教练团队指导下全面提高 / 153
- 六、2007年6月世界大赛中初试表象三步曲 / 161
- 七、2008年3月大洋洲锦标赛勇夺银牌 / 163
- 八、科学化训练能力和科学人生观的培养 / 166
- 九、启示 / 170

第八章 展 望 / 172

- 一、科学与竞技体育综合发展的展望 / 172
- 二、自然科学与社会科学综合发展的展望 / 176

第一章 力学与奥运

理智活动的目标，乃是认识与掌握“奇迹”。

——爱因斯坦

力学与奥运，同是人类的精神创造，在人类文明长河中，发挥着独特而重要的作用。力学起源于人类认识自然从定性到定量的心智需求；奥运则源于人类对身心潜能开发的需求。

回顾奥林匹克运动历史，她是人类最古老的社会活动盛事，其发展历程坎坷曲折。从文字记载的历史来看，奥林匹克运动可以追溯至公元前776年；在现代社会，奥运会日益具有多方面的文化内涵，成为全人类最盛大的节日。

回顾力学发展史，她起源最早，被称为自然科学之母，深刻记载了人类探索自然从“知其然”到“知其所以然”的理性历程。力学始终面向人类生产生活实践，至今天，已经发展成为最成熟的一门自然科学，其抽象性已达到其他学科难以比拟的深度。力学为人类文明发展提供了强大的支撑，其理性思维的功效和特点，为促进体育科学发展，进而增进人类对于自身的认识，有着特殊的启发意义。

如果说奥运会是展示人类身心技能极限的舞台，那么力学则展示人类智慧探索自然的勇敢和力量！在人类呼唤科学发展、科学昌明的大趋势下，力学与奥运的结合，是历史的步伐，也是自然的步伐。

力学与奥运，两艘从人类文明长河驶来的航船，在时代的今天奏响了春之曲……

一、古代奥林匹克运动

奥林匹克运动会起源于古希腊，因举办地点在奥林匹克而得名。从公



元前 776 年到公元 394 年，奥运会共举行了 293 届，发展形成多方面精神内涵：在奥运会的“神圣休战”期间，各城邦人民可以自由交往、经商旅行，这体现了人民对和平与友谊的崇尚；每位运动员赛前宣誓：“不以不正当的手段取胜！”这既反映了社会对个人的一种理想化期望和规范，也反映了人们对公正、平等、竞争的渴望与崇敬。

然而，古代奥运会与古代科学思想一样，随着古希腊文明的衰落而趋向毁灭：在罗马帝国统治希腊后，奥林匹亚已不再是唯一的竞赛地；到公元 2 世纪以后，基督教统治了包括希腊在内的整个欧洲，倡导禁欲主义、主张灵肉分开，反对体育运动，奥运会随之名存实亡；终于在公元 393 年，罗马皇帝狄奥多西一世宣布基督教为国教，认为古奥运会有违基督教教旨，是异教徒活动，翌年宣布废止古奥运会。古代奥运会受宗教限制而被迫停滞，本身也体现了奥林匹克运动“以人为本”的自然理念之光芒。

二、近代奥林匹克运动

随着近代体育的兴起，希腊人民希望恢复古代奥运会。在 1859 ~ 1889 年，希腊曾举办过 4 届奥运会作为起步。自 1883 年，法国人顾拜旦致力于古代奥运会的复兴。1893 年 4 月 6 ~ 15 日，第一届国际奥林匹克运动会在雅典举行。1894 年 6 月 23 日，在顾拜旦与若干代人的努力下，国际奥林匹克委员会成立。这标志着奥运会走向全人类、走向全世界。

《奥林匹克宪章》指出，奥林匹克精神乃是相互了解、友谊、团结和公平竞争的精神。奥林匹克精神强调对文化差异的包容和理解，奥运会由此成为展示文化多样性和创造性的国际舞台——人们得以摆脱来自各地文化的视角偏见，而在百花齐放、千姿万态的文化图景中，融化相互的矛盾与冲突。使文化差异成为促进人们互相交流的动因，使矛盾成为互相学习的动力，奥运精神鼓励并创造条件，让人们能够打破各自眼界，以世界公民的博大胸怀，去感悟各民族的神奇想象力和巨大创造力，去相互吸收、学习不同文化的优秀成分，从而推动世界文明的进步与繁荣。

奥林匹克精神强调竞技运动的公平与公正。“更快、更高、更强”的奥林匹克运动格言，凝练了人类不断追求极限、超越自我的生气和精神。竞技运动最本质的特征就是比赛与对抗，在公平与公正原则下追求人类的

极限，这既是对运动员身体、心理和道德素质的培养与锻炼，更是每一位参与观众体会奥运文化熏陶的极佳机会。正如美国著名黑人运动员杰西·欧文斯所说：“在体育运动中，人们学到的不仅仅是比赛，还有尊重他人、生活伦理、如何度过自己的一生以及如何对待自己的同类。”

三、古典力学——科学思想和方法的萌芽

对于自然科学所带给我们的世界图景，相信任何怀有好奇心的人们，莫不为此感到惊讶！大至几百亿光年的宇宙，小至百万分之一纳米的原子核；长至几百亿年的宇宙演化史、几十亿年的地球演化史、几亿年的生物进化史、几千年的人类文明史，短至百万分之一纳秒（一飞秒）的原子电子运动——人类对于自然界的组成和运动形成了广泛的认识，产生了宏大的知识积累，由此产生了技术发明，制造了新工具，发展形成以今天信息为主要特征的新型社会。人类科学技术的这一系列伟大成就，起源于对事物发展变化过程理性定量分析和认识。力学就是从事这样的理性定量分析的科学学科。按照人们的通常说法，力学是研究力与运动的科学。

以感性认识自然，是人类文明早期的主要形式。所谓感性认识，即设法以人们能够自发理解的方式，来解释观察到的自然过程。哲学家丹皮尔指出：“从广泛的意义上讲，神话、宗教和古典自然哲学，都是人类最初的认识，也是人类最初的文明形态。”这些认识在维系当时社会结构的历史环境中，起了重要的作用；但随着观察事实的积累，人们并不满足于模糊不清的、难以检验的、甚至有时相互矛盾的认识，因此，人们日益加强对认识的准确性、逻辑性、可检验性的要求，由此诞生了古典力学。

2000 多年前古希腊的阿基米德（公元前 287~前 212）被称为是力学之父，是古典力学的代表人物。阿基米德最著名的豪言是：“假如给我一个支点，我就能撬动地球。”此言来自对物体平衡现象的细致分析。对于一个常人往往忽略的物体静止现象，阿基米德却从中挖掘出深刻的力学原理：物体得以静止，来自于诸多作用力之间的平衡。为此，他提出了支点、力矩、重心等概念，甚至引入了作用力做功等力学概念。这些概念与几何学结合起来，并通过简单的实验和演绎推理，导出了杠杆定律。此外，阿基米德还研究了物体在水中的不同浮沉状态，提出了相对密度、浮



力等概念，由此发现了浮力定律。阿基米德在探索自然现象的过程中，建立了“从实践中来，回到实践中去”的科学思维方法；在这个过程中，他创立了几何学的一些概念，以及部分力学概念，构成了科学分析的工具。由此决定了阿基米德这位力学先驱的崇高地位。有趣的是，阿基米德不仅是一位奠基了数学和力学概念的伟大的科学家，而且还是一位“工业和武装力量的顾问”。他运用自己发现的力学知识制造出了滑轮等新的工具，他所发明的作战机械把罗马人阻于叙拉古城外达三年之久，在社会上影响巨大。

最初的力学研究正是着眼于这些最简单的自然现象。今天我们提炼阿基米德的研究过程，具有这样一些共通的科学要素：首先，他观察具体现象，提出确定问题，然后他提出假说，提出命题，并采用逻辑的方法进行推论，然后又用观察或试验方法，检验所推论的结果。这是一套完整的分析问题、解决问题之方法，也正是今天人们广泛采用的科学方法。

四、经典力学——理性思维的飞跃与自然科学的诞生

牛顿力学的诞生迎来了人类理性思维的飞跃。这是从阿基米德 2000 余年以来，无数学人共同努力的积淀。爱因斯坦这样评价：“从古至今，尚没有哪位人士能像牛顿那样，决定着西方的思想、研究和实践方向。”

回顾这段历史——从托勒密到哥白尼再到开普勒，天文学家观测积累了大量日益精确的行星运行数据，并且提炼出天体运动的唯象规律模型；而从阿基米德到达·芬奇再到伽利略，力学家发现并积累了大量地球上简单物体运动的唯象规律。这时，基于实验和推理的科学方法已经形成，牛顿（1642~1727）正是前人研究的集大成者。在伽利略创立的加速度概念基础上，牛顿进一步建立起质量和力的基本概念，并提出了著名的“万有引力”定律。万有引力是物体与物体之间的超距作用，它不取决于物体的速度，只与各物体的相对位置和质量有关。虽然目前无法直接测量引力，但可以凭借理性推理去认识它。在这一过程中，为了精确表述速度和加速度，牛顿发明了微分法（流数法）；为了从球体内亿万个质点的引力，去计算整个球体的引力，牛顿发明了积分法。这些就是现代科学领域广泛使用的微积分的起源。

牛顿从假设出发，借助数学演绎，不仅推导出以往的唯象定律，而且

解释了前人不曾解释的现象，其代表作是厚达 700 多页的《自然哲学之数学原理》。他说：“我写的不是关于人手之力，而是关于自然力，而且主要是探讨那些重力、浮力、弹性力、流体阻力，以及诸如此类的，不论是吸引或排斥的相关事物。因此，我把这部著作叫做《自然哲学之数学原理》，因为哲学的全部任务，看来就在于通过各种运动现象来研究各种自然之力，尔后用这些力去论证其他现象。”这就是力学的方法与原理，也表明了力学研究的范围——整个自然界。

牛顿力学开启了人类认识自然从定性到定量的新时代。在表达形式上，人们发展了微积分，用新的数学来表达模型；在一般原理的发现与发展上，人们提出了动量定律、动能定律、角动量定律、虚功原理、最小作用量原理、变分原理等；在应用范围上，人们将研究范围从简单的力学系统，推广至更为复杂、精微的系统，于是诞生了拉格朗日、哈密顿、拉普拉斯、欧拉、高斯等一系列科学巨匠，他们成为现代自然科学中数理学科的奠基人。由此，力学的抽象性、普适性达到了其他任何学科难以比拟的高度。

爱因斯坦这样评述：“在牛顿以前很久，已经有一些有胆识的思想家认为，从简单的物理假说出发，通过纯逻辑的演绎，应当有可能对感官所能知觉的现象，做出令人信服的解释。但是，是牛顿第一个成功地找到了，能够用数学公式清楚表述的理论，从而逻辑地、定量地演绎出广阔范围的自然现象，并且能与经验相符合。”

五、近代力学——工程技术科学的基础

力学被称为自然科学的哲学。这是指自然科学在经典力学基础上得到了蓬勃的发展。现在，人类研究不断深入到电、磁、热、光、原子、分子等现象；扩展到微观量子世界和宇宙天文世界；拓展到晶体物质、无机物、有机物、高等生命等——形成了众多自然科学领域和分支学科。自然科学研究的首要任务是认识自然，其次是改造自然，而改造自然的系统活动就是工程。力学又在众多自然科学学科领域内，与工程建设联系最密切。或者说，近代力学发展的主旋律就是工程实践。诺贝尔物理学奖得主劳厄曾说：“力学这门科学有什么成就呢？那真是不可胜数啊！它为任何一种技术设计提供理论基础（只要这种技术设计是力学方面），从而深



入地影响了日常生活；它在生物科学中也得到了应用，例如身体运动的力学或听觉的力学……力学描述了大至恒星、小至超显微粒子的运动过程，并与一切经验相一致；事实上，它甚至部分地证明了我们关于分子、原子、甚至更小的基本粒子（电子等）的实验。因此，它成了气体运动理论以及统计物理学的基础。而所有这些，结合成一座具有庄严雄伟的建筑体系和动人心弦的美丽庙堂。”

力学已经渗透到各个学科的发展中。由于力学思维的系统性；由于力学原理的抽象性和普适性，力学能够广泛与其他学科结合：与天文学结合诞生了天体力学；与地质学结合诞生了地质力学；与生物学结合诞生了生物力学；与气象学结合诞生了大气动力学；与材料学结合诞生了材料力学等。力学思维应用于认识高速物体的运动，则产生了相对论力学；应用于认识微观物体的运动，则产生了量子力学；应用于认识大粒子系统，则产生了统计力学等。也正因为力学的这些特点，力学家往往有一种独特的气魄——我国当代著名力学家钱伟长说：“我这个人搞什么学什么，我有这个能力……国家的需要就是我的专业。”

近代力学的一大特色是紧密联系工程实践。2000年前的古希腊，阿基米德用他的力学发明保卫他的城邦。2000年后，东方的中国，一批力学家同样用他们的智慧和发明保卫他们的祖国。著名力学家钱学森就是其中的杰出代表。钱学森被誉为“中国航天之父”，他不仅仅在力学研究中成果卓著，更在我国的“两弹一星”事业中担任技术主帅，成为共和国迄今唯一的“国家杰出贡献科学家”。钱学森在空气动力学、航空工程、喷气推进、工程控制论、物理力学等技术科学领域做出了世界性的开创性贡献，是中国近代力学、系统工程理论与应用研究的奠基人和倡导人。他主持完成了“喷气和火箭技术的建立”规划，参与了近程导弹、中近程导弹和中国第一颗人造地球卫星的研制，直接领导了用中近程导弹运载原子弹“两弹结合”试验，参与制定了中国第一个星际航空的发展规划，发展建立了工程控制论和系统学等。1999年，中共中央、国务院、中央军委决定，授予钱学森“两弹一星功勋奖章”。2006年10月钱学森获“中国航天事业50年最高荣誉奖”。

钱学森的思想并没有局限于传统的力学理论与应用。在以“两弹一星”为代表的大规模科学技术工程中，如何把成千上万的人力和智慧组织

起来，并在短时间内以尽可能少的资源投入，研制出高质量可靠的产品，就需要有一套科学的组织管理方法与技术作保障，这正是钱学森提出“综合集成专家研讨厅体系”目标所在。同时，开放的复杂巨系统是钱学森的另一个重大理论创建。他把人脑作为复杂巨系统来研究，形成了“思维科学”；把地球表面作为复杂巨系统来研究，形成了“地理科学”；把人体作为复杂巨系统来研究，形成了“人体科学”，等等。钱学森甚至很早就提出过：运用新创建的人体系统认识，来开发人的潜能、加速人才培养、提高运动员的运动成绩……随着人类社会面临着众多复杂性科学问题的挑战，钱学森复杂系统科学将日益发挥更大的作用。掌握复杂系统理论方法，善于联系实际、开展创新思维，对定量分析手段又熟谙于心，力学家有望再次引领新世纪的科学浪潮。

六、激流回旋运动与中国皮划艇激流回旋国家队

皮划艇激流回旋运动起源于欧洲，至今已近百年。激流回旋于1972年被首次列入奥运会比赛项目，在1992年重返奥运会。2004年雅典奥运会，激流回旋的收视率在奥运会所有比赛项目中位列第4。激流是一项复杂度特别高、技术性特别强的竞速项目，集惊险性、刺激性和观赏性于一身，越来越受到人们的喜爱。

激流回旋在奥运会上共有4个小项（即4枚金牌）——男子单人划艇（C1）、男子双人划艇（C2）、男子皮艇（K1）和女子皮艇（K1W）。

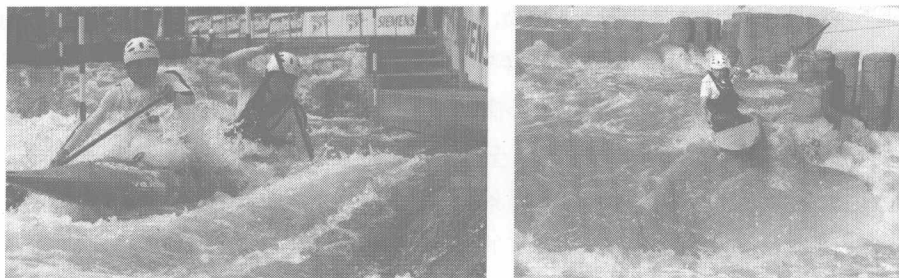


图 1-1 男子双人划艇与男子单人划艇

图 1-1 分别是男子双人划艇和单人划艇在激流划行中的照片。划艇桨是单叶桨（桨叶面积比皮艇单个桨叶面积大，且形状不同），选手呈跪姿