



第三届全国环境力学研讨会简介

刘青泉^{1,4} 李家春¹ 郑晓静² 曹志先³ 孟庆国⁴ 詹世革⁴

¹ 中国科学院力学研究所, 北京 100080

² 兰州大学力学系, 兰州 730000

³ 武汉大学水利水电学院, 武汉 430072

⁴ 国家自然科学基金委员会数理科学部, 北京 100085

近半个世纪以来, 由人类社会采取高投入、高消耗的发展模式所导致的综合性的环境问题频繁发生, 越来越危及人类自身的健康和生存安全, 成为影响社会和经济发展的的重要因素. 1972 年斯德哥尔摩人类环境会议和 1992 年里约热内卢世界环境与发展会议深化了人类对环境问题的认识, 将环境与发展有机地结合起来加以考虑, 提出了可持续发展的概念. 对环境保护提出的高要求, 促使对环境问题的研究逐步从定性或统计描述走向基于动力学观点的定量描述, 因而更迫切地需要力学的参与. 这主要是因为力学学科体系中的建模、分析、计算、实验有机结合的研究模式和风格, 十分有利于深化对各类环境问题的物理过程和基本规律的认识. 因此, 环境力学作为力学与环境科学相结合的一门新兴交叉学科应运而生. 环境力学主要是运用力学的基本原理和方法研究环境问题发生和演化的共性科学问题, 通过研究自然环境的变形、流动、迁移及其伴随的物理、化学、生物过程和由此导致的物质、动量和能量的输运, 量化地揭示环境的演化规律和对人类生存环境的影响. 21 世纪, 环境问题将是力学学科继续发展的重要推动力之一, 而环境力学无疑也将成为力学学科的一个重要的学科生长点.

近年来, 环境力学在国际上得到了迅速发展, 我国的环境力学也基本保持着与国际研究同步发展的态势. 我国的力学研究人员积极参与环境问题的研究, 在污染物对流扩散、城市 CBD 规划、河口非恒定水流及泥沙输运、土壤侵蚀动力学过程、风沙运动、地球陆面过程、海气相互作用, 以及台风异常路径和风暴潮灾害等方面, 都取得了具有明显特色的研究成果, 逐步形成了我国环境力学的基本框架. 然而, 作为一门新兴交叉学科, 相对于力学的其他分支学科, 环境力学的发展还处于初步阶段. 为了更好地

促进力学学科在认识和解决环境问题中发挥更好的作用, 推动我国环境力学的学科发展和科研创新, 凝聚和培养该领域的科研队伍, 国家自然科学基金委员会数理科学部主办了旨在促进我国环境力学发展的系列研讨会. 2005 年 5 月在北京中国科学院力学研究所组织召开了第一届全国环境力学研讨会, 集中讨论了环境力学的学科内涵、社会需求以及关键科学问题, 简要部署了近期环境力学的重要研究领域和方向. 2006 年 9 月在兰州大学组织召开了第二届环境力学研讨会, 就环境力学的学科基础、二级分支学科的确立、学科布点、研究队伍以及近期重要方向等进行研讨. 这两次会议为我国环境力学的研究发展起到了积极的指导作用.

为了进一步推动我国环境力学的学科发展和科研创新, 深入交流环境力学研究取得的成果, 结合我国环境问题的重大需求凝练学科方向, 更好地服务于国民经济和社会可持续发展, 国家自然科学基金委员会数理科学部于 2007 年 10 月 16~17 日在武汉大学组织召开了第三届全国环境力学研讨会. 本次研讨会由武汉大学水资源与水电工程科学国家重点实验室承办, 曹志先教授负责组织, 陈立教授协助会议的承办工作. 来自中国科学院力学研究所、兰州大学、清华大学、北京大学、上海大学、上海交通大学、浙江大学、西安交通大学、天津大学、大连理工大学、中国水利水电科学研究所和武汉大学等 20 余家高等院校和科研机构的近 60 位代表参加了研讨会. 本次会议分为学术交流和主题研讨两部分进行. 学术交流主要围绕“环境力学与重大工程及灾害”这一主题, 采用学术报告形式, 交流近年来我国学者在环境力学领域的最新研究进展和成果; 主题研讨则重点围绕“我国环境力学的近期重要领域、各主要研究基地或学科点的主攻方向, 以及促进我国环境力学发展的措施等”

进行研讨和布局。

在学术交流会上, 3 位专家应邀做了大会报告。武汉大学副校长周创兵教授做了题为“深部岩体高放射性污染物传输机理与控制理论”的大会邀请报告, 介绍了他们研究小组在高放射性物质带来的环境污染和防治、控制方面的最新研究进展。清华大学工程力学系张兆顺教授做了题为“湍流扩散的机制与模式”的大会邀请报告, 介绍了他们近年来运用湍流大涡模拟方法在城市空气污染和城市环境方面的研究进展。天津大学力学系陶建华教授做了题为“近海环境水生态环境模拟”的大会邀请报告, 介绍了近海日益严重的生态环境问题, 以及近年来他们小组在近海水生态环境数值模拟方面的研究进展。另外有 33 位专家在分组会议上分别报告了在大气环境及风沙动力学、地表水环境及水沙动力学、河口海岸环境等若干领域的研究成果和心得。大气环境主要涉及到大气边界层和大气环流的大型科学计算、城市大气环境的高精度模拟, 以及沙尘暴输运机理等; 地球界面过程主要涉及风沙动力学、风沙带电现象、土壤侵蚀动力学过程, 以及泥石流灾害等; 地表水环境主要涉及河流湖泊污染及水环境、泥沙输运及污染物吸附, 以及大型水电工程引起的生态环境问题等; 河口海岸环境主要涉及到河口泥沙输运、风暴潮、赤潮, 以及近海生态环境等。这次交流会很好地展现了我国学者在环境力学的诸多领域的研究进展和最新成果, 促进了学术交流和相互了解, 逐步形成相关科研人员学术交流的网络和平台资源。

在主题研讨会上, 中国力学学会理事长、中国科学院力学研究所研究员李家春院士首先做了题为“环境力学重点研究方向的思考与建议”的主题报告, 指出我国环境力学研究重点应该符合全球气候和环境变化的趋势, 符合我国自然环境特点, 符合我国经济和社会发展的阶段, 符合环境力学学科内涵和科学家关注的焦点, 他建议了若干方向请会议讨论, 并强调要重视由全球变暖导致的极端环境事件频发的严峻形势。中国力学学会副理事长、兰州大学副校长郑晓静教授做了题为“我国环境力学学科发展方向”的主题报告, 回顾了我国环境力学的发展过程, 概括了当前我国环境力学的主要研究领域和发展方向: 环境力学的基本理论和方法、西部干旱环境、河口及沿海环境、城市大气环境、大型工程建设和人类活动带来的环境问题, 以及灾害环境等, 提出了进一步促进我国环境力学发展的建议和措施。武汉大学李义天教授做了题为“长江流域大型水电工程与环境”的主题报告, 介绍了由于日益增多的长江流域工程建设和开发引起的流域环境问题, 强调了流域开发与环境保护的协调关系和今后的研究重点。会议期间, 与会专家

们结合自己的科研工作和本单位的研究特色, 围绕 3 个主题报告, 就环境力学的社会需求、研究趋势、主要分支领域、学科布局、研究队伍, 近期重要方向, 以及促进学科发展的建议和措施等方面进行了广泛深入的交流和讨论, 形成如下基本共识:

(1) 环境力学是一门新兴的力学交叉学科, 也是经济和社会可持续发展的重要需求。我国正处在经济快速发展的重要阶段, 特别是西部开发、沿海经济发展、城市化和工业化过程日益加快, 以及大规模的资源开发和能源战略的实施, 对环境力学研究提出了更迫切的需求, 也提供了难得的发展机遇。推动我国环境力学的发展是科学工作者的重要使命, 国家自然科学基金委员会将充分发挥学科发展的引领作用, 继续组织国内的相关科研人员, 关注和推动我国环境力学的发展。

(2) 环境力学的发展正经历着深刻的变化, 其主要推动力来自于人类对环境问题认识的不断深入和社会可持续发展的需求。环境问题的基础研究逐步精细化和定量化, 大量数据的积累要求模型化和数学化, 带给环境力学广阔的用武之地。人类活动与环境的相互作用和影响不断提出大量新课题, 同时现代力学理论的发展又带来了许多新工具和新方法, 推动着环境科学由宏观向微观深入, 并且宏-微观相结合, 而环境力学则正是它的重要基础。不断突破传统力学的学科界线, 与环境科学进一步交叉和融合, 已是当今环境力学发展的主要趋势, 它将为环境科学和力学同时注入新的活力, 其实际应用和社会前景十分广阔。

(3) 通过大家的认真交流和研讨, 更加明确了环境力学的科学内涵和学科关键科学问题: 自然环境流动、变形过程中的物质、能量、动量输运规律, 以及伴随的物理、化学、生物过程。其关键特征涉及复杂介质、多相、多组分、多尺度、多过程和复杂边界等。

(4) 环境力学是力学与环境科学相互交叉的新兴领域, 同人类与社会的和谐发展密切相关。既有学科本身的前沿发展需求, 又受到经济与社会可持续发展的强大推动。因此, 必须围绕这两个方面的需求, 抓住一个基础(复杂介质流动和多过程耦合)、两个经济发展地区(西部和沿海)、3 个方面(水环境、大气环境、灾害与安全), 确立优先发展领域, 促进学科的发展。

(5) 逐步凝聚和形成了我国环境力学研究的一支主体队伍。并有目标有计划的努力形成和建立国内的环境力学研究基地(北京天津地区, 兰州西北地区, 武汉华中及华南地区, 上海华东地区, 四川西南地区, 大连东北地区), 形成点阵式的研究和资源结构。

(6) 逐步促进环境力学真正学科化, 逐步建立环

境力学的学科分支,当前尽量集中重要研究方向:城市化大气环境、水沙环境、干旱侵蚀环境、河口海岸环境、重大灾害环境,以及环境力学的基本研究方法等。

研讨会上,与会专家重点讨论了我国环境力学的发展方向,认为我国的环境力学研究应紧密结合我国的国家发展战略的重大需求,更好地服务于国民经济和社会可持续发展,并提出了近期应重点关注和发展的 5 个研究领域和方向:

(1) 工业化、城镇化背景下的城市环境变化及其改善

工业化和城镇化是社会和经济发展,实现现代化的必然趋势,中国尽管面临全球化和技术革命的挑战,但是工业化与城市化阶段是我们无法超越的。由于我国近年来,以及今后一个时期内,工业化和城镇化进程继续加快。城市人口密集,高楼林立,高速公路纵横交错,下垫面发生显著变化;工厂、汽车、空调及家庭炉灶和饭店等大量消耗能源,致使城市风速减小,污染物排放加剧,还释放出大量废热,导致严重的城市环境问题:大气严重污染,悬浮颗粒物增长,光化学烟雾,城市热岛现象,等等,对人类健康和生活质量造成很大的危害。为实现对工业集中地区和城市环境的有效预测和合理控制,需要发展复杂下垫面的空气污染预报模型,要针对我国城市地形、气候和污染源的特征,发展我国自己的多尺度城市天气和大气质量预报模式,以及空气污染优化控制的基本理论和数值方法。其中特别需要力学工作者针对这些问题涉及到的大气湍流和扩散模式,多相多组分物质和能量运输规律,高分辨率城市边界气象模式,以及污染物物理化学过程模式,开展观测、理论、建模和定量分析研究,为我国的绿色城市建设和规划提供科学支撑。

(2) 西部开发及生态环境治理中的关键力学问题

我国西部独特的自然环境条件导致在这一地区的由于雨水冲刷引发的水蚀、滑坡和泥石流问题、由于风力引发的风蚀问题以及沙尘暴和荒漠化问题成为直接影响我国西部地区社会和经济可持续发展的主要环境问题。而随着西部开发战略实施,一系列重大工程对生态环境的影响也成为我国西部生态环境治理过程中倍受关注的问题。为实现对由此导致的自然灾害的及时和可靠的预报并提出切实可行的预防和治理的措施,需要建立适合我国国情的水土流失(包括水蚀、风蚀、滑坡和泥石流等)预报模型;需要针对我国实际复杂地表和大气环流特点,解决大尺度风沙输运过程的起沙机制和风沙防护体系的设计与优化等。其中特别需要力学工作者针对这些涉及具有多物理场和多尺度耦合特征、边界和影响因

素复杂的多相、多组分的复杂介质的物质和能量以及动量的输运规律开展实验观测、理论建模和定量分析研究,揭示新现象,发展新理论,提供新方法。

(3) 气候变化引起的极端环境事件发生机理和预测

一个多世纪以来,由于工业的迅猛发展,煤炭、石油等能源的大规模利用和消耗,大量排放 CO₂ 等温室气体,导致全球气候变暖。1988 年由联合国环境规划署 (United Nations Environment Programme, UNEP) 和世界气象组织 (World Meteorological Organization, WMO) 发起,共同组建的政府间气候变化专业委员会 (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC),专门对气候变化与人类活动的关系进行世界范围的研究和评估,分别于 1990 年,1995 年,2001 年,2007 年发布 4 次评估报告,表明全球气候确实在变暖,而且人类活动影响为主导因素。1997 年京都议定书的签订,要求发达国家都要承担义务,减少工业排放,以保持人类的共同生存环境。尽管如此,全球变暖已是不争的事实,一些极端事件,如强热带气旋、干旱热浪,及其引起的风暴潮、暴雨、泥石流频频发生,已非偶然。因此,人类在不断通过减排、能源替代来缓解和消除这一变化的过程,迫切需要深化对全球变暖带来的自然环境变化的认识,科学分析全球变暖带来的极端环境变化,探讨全球变暖背景下极端环境事件及灾害发生机理的预测理论和方法。如大尺度大气环流模拟方法和海洋环流模式,高精度局地 and 全球大气成分输送的数值模式,全球气候模拟和预测,台风的预测和模拟,厄尔尼诺,科学描述和预测新的极端环境的理论和方法,以及热带气旋引起的暴雨、洪水、风暴潮、滑坡、泥石流等灾害的发生机理、预测方法和预警系统等,以增强人类认识自然,适应自然,科学预测自然变化的能力,为国家制定政策和长远规划提供科学依据。

(4) 流域及近海的环境力学问题

我国正处在全面建设小康社会的重要阶段,发展经济是实现中华民族复兴的战略核心,必然涉及到人类的大规模工业化、重大工程建设,以及资源与能源的大量开发利用,对流域和近海生态环境带来巨大影响。大型水电工程建设严重改变了自然河流过程,带来上下游河道的重新塑造,由此导致周边流域的生态环境恶化,甚至出现严重的环境灾害(洪水、滑坡等);工业中的废水排放、农业中的化肥和农药等有机物流失,以及生活排污都加剧了河流湖泊的严重污染;河口及近海的港口建设、围海造田、养殖业发展加剧了河口海岸的生态环境恶化过程。为实现对由此导致的流域和近海生态环境的及时和可靠预报并提出切实可行的预防和治理的措施,需要加强对大

型水电工程建设和近海资源开发带来的诸如河流重新塑造过程, 河流尤其是水电工程上游库区的生态环境变化, 河流湖泊的水质污染, 洪水灾害, 河口赤潮, 盐水入侵, 以及近海泥沙、生态环境变化等过程的深入研究. 其中特别需要力学工作者针对涉及这些复杂物理、生化过程和影响因素的物质和能量输运过程开展有针对性的实验观测、理论建模和定量分析, 发展新的理论模型、预测方法和优化控制理论, 为解决我国内陆水电资源开发和近海能源开发中最迫切需要解决的环境问题提供科学依据.

(5) 环境力学建模、高性能计算方法及观测

自然环境流动比工业流动更加复杂, 也更加丰富多彩. 从坡面上的潺潺细流到河道中的滚滚洪峰, 从河流中的浑浊泥浆到遮云盖日的漫天尘暴, 从湖面上的涟漪碧波到海面上的惊涛骇浪, 从大气中的疾风急流到地下岩浆的缓慢蠕动等等. 从复杂的现象中提炼出简洁的模型, 建立基于物理过程的动力学模拟方法是当前自然环境流动研究的主要途径, 特别需要发挥力学研究的特点, 发展针对自然环境问题的建模理论和方法. 其次, 自然环境问题往往跨越若干时空尺度, 大尺度或局域尺度的模拟计算是环境问题模拟计算的主要特点, 需要施行大规模的科学计算, 发展高性能、高效的科学计算理论和精确化模拟方法, 与更加宏观尺度的大气科学接口. 另外, 对于自然环境流动中不能或不需要分辨的尺度, 以及伴随的物理、化学和生物子过程, 往往需要进行参数化. 同时, 由于环境力学的研究进步在很大程度上取决于细致的实验和观测数据, 而国内目前在环境和灾害领域的机理性实验研究比较薄弱, 相关的国际观测积累明显不够, 尤其是未能建立共享数据库, 且低水平重复观测较为严重, 大规模综合观测计划较少, 因此, 需要加强实验和观测积累, 尤其是与大气、海洋、农业、林业、生态等部门的合作观测和新技术的利用, 如与大气科学观测的结合、国际间的联合观测、卫星数据的反演、先进仪器的研制应用, 以及小型机理性实验

研究等等, 为环境力学的参数化和模型检验提供丰富可靠的试验观测数据, 促进环境力学研究更加科学化和准确化.

研讨会上, 专家们根据我国环境力学的发展现状, 就进一步促进我国环境力学发展的重要措施和建议达成以下共识:

(1) 国家自然科学基金委员会将继续通过重点、面上项目对环境力学进行有倾斜的支持, 并在“十一五”期间争取启动支持 3~4 项环境力学领域的重点项目.

(2) 继续组织全国环境力学工作者进行多种形式的研讨, 促进环境力学的学科发展和科研学术交流.

(3) 在已有一定工作积累并形成团队的基础上建立环境力学的主要研究基地.

(4) 适时成立中国力学学会环境力学专业委员会.

(5) 建立环境力学科研信息网站平台.

(6) 促进中国力学学会组织相关学者、专家进行专题考察, 以进一步深入了解我国环境问题现状, 结合国家重大需求的问题开展联合攻关, 宣传环境力学.

会议期间, 上海大学常务副校长周哲伟教授介绍了上海大学发展环境力学学科的考虑和规划, 并希望下次在上海大学召开环境力学研讨会. 会议商定 2008 年国家自然科学基金委员会数理科学部将继续组织环境力学研讨会, 由上海大学承办.

本次研讨会从学术交流和主题研讨两个方面全面展现和讨论了我国环境力学的研究现状和发展方向, 达到了预期的目的. 会议讨论达成的共识将对今后国家自然科学基金委员会关于力学学科的资助策略, 以及全国的环境力学发展起到重要的指导作用. 希望全国的力学科研人员, 积极参与环境问题的研究, 共同努力, 不断通过深入研讨和卓有成效的工作, 促进环境力学的发展, 为我国的经济和社会可持续发展做出新的贡献.

THE THIRD NATIONAL WORKSHOP ON ENVIRONMENTAL MECHANICS

LIU Qingquan^{1,4} LI Jiachun¹ ZHENG Xiaojing² CAO Zhixian³ MENG Qingguo⁴ ZHAN Shige⁴

¹Institute of Mechanics, CAS, Beijing 100080, China

²Department of Mechanics, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China

³School of Water Resource and Hydropower, Wuhan University, Wuhan 430072, China

⁴Department of Mathematical and Physical Sciences, NSFC, Beijing 100085, China