

·学科进展与展望·

湖泊及流域科学学科发展历程与展望

湖泊及流域学科发展战略研究秘书组

[摘要] 湖泊及流域科学的发展已有百年左右的历史,随着研究的不断深入,湖泊和流域科学相互融合,以湖泊及其流域为单元的综合研究逐步受到人们的重视。本文就湖泊及流域科学及其分支学科的发展进行了回顾,并对学科的发展趋势进行了分析与讨论。

[关键词] 湖泊及流域科学,发展历程,未来展望

自古以来,人类择水而居。人类文明大多起源于江湖流域,使之成为全球人口、经济与城市密集区。然而,人类长期的生息运作,导致资源结构性短缺与需求的矛盾逐渐加剧;环境污染加重、生态日趋脆弱;灾害频发损失剧增;湖泊及流域上中下游之间、部门之间的利益冲突和矛盾不断尖锐等,使得湖泊及流域系统成为区域人-地关系最为紧张和复杂的地理单元。以湖泊及其流域为对象,研究湖泊-流域相互作用,有助于在微观尺度上揭示水陆界面过程和物质输移规律;在中观尺度上理解水陆生态系统的结构与功能演变过程与机制;在宏观尺度上定量区分自然演变、人类活动和全球变化等对湖泊-流域系统的影响。因此,湖泊及流域科学的发展一直得到国际科学界的重视,同时,由于与人类生存与发展紧密相连,也受到政府与社会的高度关注。

1 湖泊及流域科学发展的历程

湖泊科学的发展至今已有 100 余年的历史,随着 19 世纪末、20 世纪初 F. A. Forel 关于 Geneva 湖系列专著和《湖泊工作手册:普通湖泊学》的陆续出版,标志着湖泊学(湖沼学)正式成为一门独立的、涵盖地理学、地质学、气象气候学、物理学、化学和生物学等多学科交叉的综合性学科。E. Naumann 和 A. Thienemann 在 1922 年建议成立国际理论与应用湖沼学会时指出:湖泊学是关于内陆水的科学,包括影响内陆水的各个方面,主要由两大部分组成,即水文学(Hydrography)和水生生物学(Hydrobiolo-

gy)^[1]。

湖泊学初期的发展受到了传统学科的影响,以描述湖泊各要素的特征为主。20 世纪上半叶,通过对不同地理区域湖泊的研究,尤其是对热带湖泊的研究,发现了湖泊的半混合现象,以及湖底层溶解氧衰减和二氧化碳富集对湖上层生产量的指示作用,由此,湖泊学开始了从研究湖泊结构到研究湖泊功能的转变。与此同时,研究方法与分析技术的进步,诸如同位素示踪技术在湖泊学中的应用等,大大促进了湖泊功能的定量化研究^[2]。

我国的湖泊科学萌芽于 20 世纪初,1912 年在江苏盱眙建立了我国最早的湖泊水文站,观察洪泽湖人口水位变化,30 年代我国学者也开始了对湖泊生物的研究工作。但对湖泊进行综合研究还是在解放以后,初期的工作主要集中在湖泊资源调查。60 年代中期至 90 年代初,针对当时国家需求,将湖泊科学研究的重点转移到湖泊资源的开发利用方面,在湖盆油气资源勘探与开发、湖泊水资源调配、湖泊滩地围垦、湖泊渔业资源开发与增值等方面取得了丰硕的成果。近 10 余年来,随着经济快速发展,在全球变化的背景下湖泊生态环境不断恶化,我国湖泊科学关注的重点又转移到在研究湖泊生态系统退化和修复的理论与实践方面。

然而,长期以来湖泊与流域研究是相对分离的。早期 S. A. Forbes 强调湖泊生态系统的相对封闭性,一定程度上阻碍了人们对湖泊与其流域关系的认识。此阶段流域研究主要针对水土流失、山洪、潜

根据国家自然科学基金委员会地球科学部“湖泊及流域科学学科发展战略研讨会”的“湖泊及流域科学学科发展战略报告”摘编。
本文于 2002 年 11 月 11 日收到。

坡、泥石流和洪涝灾害等问题展开的,如1915年,美国林业局在犹他州布设了第一个流域性水土流失监测小区;1923年,前苏联奥尔诺夫斯克州也成立了世界上第一个土壤保持试验站——诺沃西里试验站,开展流域土壤侵蚀观测和定量化分析;至20世纪50年代,以流域为单元进行资源和环境综合研究和管理的重要性开始得到越来越多学者和管理者的重视,纷纷开始将流域作为一个系统,对流域防洪、水资源供应、水环境治理和保护、河湖整治,以及航运、旅游和发电等进行统一规划和管理。

近几年来,随着流域内人口、资源、环境与发展的矛盾日趋尖锐,国内外学者和政府管理者普遍认识到以流域为单元进行流域综合管理是实现流域可持续发展的有效途径。使得以流域资源可持续利用、生态环境建设和社会经济可持续发展为目标的流域综合管理研究在一些发达国家(如澳大利亚、英国、荷兰、美国等)广泛兴起。英国人Gardiner于1993年最先提出以流域可持续发展为目标的流域综合管理,英国国家河流管理局(NRA)于1995年发表了Thames河流域21世纪日程与持续发展战略,对水资源、水质、洪水、自然保护、休闲地、航运等进行了以可持续发展为目标的对策流域规划。

政府与科学家的共同关注大大促进了流域科学的发展,不仅流域水文、流域生态、流域经济、数字流域等分支领域得到了迅速拓展,形成了以中小尺度流域过程的定量化模拟和流域可持续发展为目标的流域综合管理的新学科重点,而且促进了将湖泊-流域有机联系起来,开展湖泊-流域相互作用研究。1969年R. A. Vollenweider从流域的范围研究了氮、磷对富营养的贡献,开始关注湖泊与其流域的联系。A. D. Hasler(1975)主编的《陆地和水系统的耦合作用》^[3],以及F. Oldfield(1977)等人的工作更强调了湖泊-流域系统作为一个生态系统进行研究的重要性^[4],从此越来越多的湖沼学家开始从流域的角度研究湖泊。目前,以湖泊及流域生态环境建设和保护为目标的湖泊-流域系统营养物质产生、输移、转化与控制研究正在成为湖泊及流域科学研究的热点。

2 湖泊及流域科学分支学科的发展

2.1 湖泊物理学

湖泊物理学主要研究湖泊及集水域的各种物理现象和物理过程,包括湖泊水量平衡、水沙平衡、湖水运动学、热力学和光学等。早期湖泊物理学研

究的重点为湖泊温热变化。因深水湖泊有垂直温差、温跃层及相关动力学现象,深水湖泊研究受到了更多的关注。随着研究的深入,湖泊水动力学和物质输移研究逐渐得到了加强,特别是20世纪70年代以来的计算机科学技术发展,极大地推动了数值模拟方法在湖泊水动力学研究中的应用。水动力学模型已由一维、二维发展至三维,由揭示温、盐、及水动力宏观分布、变化特征向进一步揭示微系统结构方向发展。

20世纪80年代以来,随着人类活动干预湖泊强度增加,湖泊水环境恶化问题越来越为社会各界特别是学术界所关注,湖泊物理因子变化对湖泊生态系统结构、功能的影响成为湖泊物理学研究的新课题。

2.2 湖泊化学

湖泊化学重点研究物质在湖泊环境介质(水、沉积物、气及生物)中的赋存、化学特性、行为及其效应和化学反应机理等,是湖泊科学的重要分支之一。湖泊化学的基础和应用基础研究是揭示湖泊水质变化、湖泊水污染成因机制、湖泊污染治理与生态修复技术研究的关键。研究重点包括化学物质在湖泊环境介质中的赋存形态以及这些物质的来源与化学行为;化学物质对湖泊环境(生态系统)产生效应的途径、机制、风险及阻断机理。近年来,湖泊化学向着痕量和超痕量,形态、价态、结合态分析化学,胶体化学、降水化学、沉积物化学、污染生态化学、生物地球化学、污染控制和预防化学等领域发展。更加注重研究化学污染物引起的湖泊环境恶化问题,如湖泊富营养化、酸化、咸化等,涉及其营养物在湖泊水、沉积物中的行为、富营养化对湖泊生态系统的胁迫作用,以及物质在水、沉积物(悬浮物)、生物体等介质间和界面上的形态转化及其环境效应,并开始重视湖泊过程和实验模拟研究。

2.3 湖泊生物学

从湖沼学(Limnology)兴起的时候,湖泊生物学就是湖沼学的重要组成部分。早期的湖泊生物学研究受传统植物学、动物学的影响较大,19世纪末和20世纪初的工作多为水生生物分类学研究,如浮游植物、浮游动物、底栖动物、鱼类等的分类与区系组成。湖泊环境因子的定量研究的出现,大大促进了湖泊生物学的发展。如C. Juday(1911)根据溶解氧含量对湖泊进行了分类,随后A. Thienemann(1913—1915)发现不同类型湖泊的底栖动物区系是与湖泊溶解氧密切相关的,这些工作使人们更加认识到生

物与环境的相互关系,促进了水生生态学的研究。

在大量湖泊生物观察、描述、分类和数据积累的基础上,比较湖沼学方法得到了发展,湖泊生物学家把单项生物数据进行比较、归纳,以获得湖泊整体特征,并对湖泊进行分类,真正开始把湖泊作为一个生态系统进行研究。如 A. Thienemann(1925)主要利用湖泊底栖动物对湖泊营养水平进行分类,后来引入了其他参数,并将初级生产力作为湖泊营养水平分类的主要指标^[1]。

现代湖泊生物学的研究重点转移到湖泊生态学,内容几乎包括所有生态学的基础理论与应用研究。随着社会经济的发展,自然资源的枯竭和环境的恶化,湖泊生态学和其他生态学分支一样,面临着前所未有的挑战。

2.4 湖泊沉积学

湖泊沉积学研究包括两方面的内涵:一是对湖泊现代沉积过程的研究,包括沉积动力学、沉积过程与环境因子的关系、时空变化规律等;二是通过湖泊沉积物赋存信息的提取研究不同尺度气候、环境变化历史与区域差异。湖泊沉积学最早的研究始于19世纪末,如 F. A. Forel 对日内瓦湖和康斯坦斯湖的研究。20世纪70—80年代,由于人类对石油、煤、泥炭、盐类矿产等的需求,作为这些矿产资源的重要蕴藏体的湖泊沉积物研究受到极大的关注,是湖泊沉积学蓬勃发展时期,相继在湖泊重力流沉积、蒸发岩沉积、湖泊三角洲与扇三角洲沉积、年层沉积、淡水碳酸盐沉积等的沉积类型、形成动力机制、沉积模式方面取得重大进展,建立了湖泊沉积学的理论体系。

20世纪90年代以来,随着过去全球变化研究的深入和扩展,继深海钻探和极地冰芯研究取得突破之后,愈来愈多的科学家开始关注陆地环境的变化,并形成了国际大陆钻探计划(ICDP)。近年来,围绕以气候变率与可预测性以及分辨人类活动影响的目标,以精确定年和环境要素定量化为前提的短时间尺度气候环境研究迅速成为热点。从湖泊-流域现代沉积过程着手,揭示湖泊-流域生态环境变化过程,定量评估人类活动的影响成为湖泊沉积研究新的方向。

2.5 湖泊-流域地表过程

自20世纪70年代以来,美、英、日等主要工业国先后建立了全国性环境管理和科研机构,开展包括湖泊和流域地表过程在内的污染物质输移与模拟研究。如美、加在五大淡水湖流域的环境研究(20

世纪70年代),联合国经济合作与发展组织(OECD)在全球组织和协调的内陆水体环境研究(20世纪80年代)等。主要研究领域包括主要生源要素(如C、N、P等)在流域地表的迁移转化规律,污染物质输移过程及环境灾害研究等,如利用美国水土流失方程搭载的物质迁移模式、利用放射性同位素研究的流域水土侵蚀模式和水土界面物质迁移过程研究,湖泊和河道中的迁移过程研究。

2.6 湖泊-流域综合管理

欧美等一些发达国家,从20世纪30年代开始,就从全流域角度对一些著名的河流(如罗纳河、莱茵河、田纳西河等)进行水资源利用、航道整治、水污染控制等方面的综合研究和统一管理,并取得显著成效。1992年都柏林(Dublin)“国际水与环境大会”及里约热内卢(Rio de Janeiro)“联合国环境与发展大会”均强调“加强流域的规划与管理,以便控制和遏止环境恶化”,从而使以流域为单元,进行流域综合管理(CIM)研究逐渐成为区域地理学研究的热点。

尽管从流域宏观角度进行资源管理的观念已为人们接受和熟识,但科学家们数十年来所极力倡导的真正意义上的流域管理作为一个学科发展却未能实现。随着人们对流域管理在解决流域资源环境问题中的重要性认识的提升,流域综合管理科学将会得到进一步的发展,而围绕解决当前紧迫的食物保障和环境质量等一系列问题,建立不同目标的流域管理模型是当前流域管理科学面临的挑战。

3 湖泊及流域科学的未来与展望

随着社会的发展,湖泊及其流域面临的资源和环境压力会越来越大,这将给湖泊及流域科学带来新的发展机遇,同时也会不断地给湖泊及流域科学提出新的要求与挑战。面对这样不断出现的挑战,研究必须侧重于湖泊-流域系统各要素的功能关系和系统的过程与机理。传统的描述、要素相关性的经验分析等无疑是了解生态系统结构的前提,而且对一些管理措施有指导意义,但这样的分析只能对解释系统的生物、化学等表征提出假设,无法真正了解主导和调控湖泊-流域生态系统的机理^[5]。

从湖泊及流域科学的历史看,人们更注重揭示不同系统在生物、化学、物理等方面的差异。然而,从决定系统特征的机理上看,更需在不同系统之间和系统内部寻求共性和普遍规律,从而充实和完善湖泊及流域科学体系。因此,从定量研究湖泊-流域

生态系统的代谢过程、能量流动和物质流动及其与系统各自然、人文要素关系入手,揭示主导和调控生态系统过程与机理应是近期湖泊及流域科学的研究重点。

参 考 文 献

[1] Naumann E, Thienemann A. Vorschlag zur Gründung einer internationalen Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie.

Arch. Hydrobiol., 1922, 13: 585—605.

[2] Elster H. History of Limnology. Mitt. Internat. Verein. Limnol., 1974, 20: 7—30.

[3] Hasler A D. Coupling of land and water systems. Springer-Verlag, New York Inc., New York. 1975, 309pp.

[4] Oldfield F. Lakes and their drainage basins as units of sediment-based ecological study. Progr. Phys. Geogr., 1977, 1: 460—504.

[5] Wetzel R G. Freshwater ecology: changes, requirements, and future demands. Limnology, 2000, 1: 3—9.

THE DEVELOPMENT REVIEW AND FUTURE PROSPECT OF THE RESEARCH IN LIMNOLOGY AND WATERSHED SCIENCES

The research group of the development strategy of limnology and watershed sciences

Abstract The research in limnology and watershed sciences has a history of one hundred years or so. Along the research towards in-depth, limnology science and watershed science syncretize reciprocally, the integrated research in lake-watershed system has gradually caught the scholars' attention. This paper reviewed the development history and discussed the future tendency of limnology and watershed sciences.

Key words limnology and watershed sciences, development history, future tendency

·资料·信息·

“第七届全国系统与进化植物学青年学术研讨会”在广州召开

2002年11月12日至18日,“第七届全国系统与进化植物学青年学术研讨会”在广州召开。共有来自全国28个省、市、自治区的50多个单位180多位代表参加了本次会议。大会共收录学术论文160篇。

在3天的大会报告和分会报告中,代表们就植物形态和分类学、植物分子系统发育与进化、植物资源及生态学和植物系统与进化的教学改革等方面的问题展开讨论。中国科学院植物研究所洪德元院士作了题为“《中国植物志》后的中国植物系统学研究”的大会报告;中国科学院植物研究所路安民研究员介绍了被子植物的八纲系统及其主要学术观点;西北大学胡正海教授介绍了植物比较解剖学在中国50年的研究进展和展望;台湾师范大学黄生教授介绍了岛屿物种之形成、流传与变异方面的研究与进

展;中山大学屈良鹄教授作了“RNA基因与系统进化——历史与展望”的报告。大会报告后,近60位代表分形态学与分类学、分子系统与进化、植物资源与生态学3个小组作了分组报告,并进行了学术交流。代表们对国家自然科学基金向经典植物分类学倾斜给予了充分的肯定和赞同,希望今后加大力度。许多代表对可以应用到植物系统与进化研究中的新技术和新软件表现出了极大的兴趣。

会议期间,组委会组织了一个座谈会,主题包括下面4个方面:(1)“《中国植物志》后的中国植物系统学研究”;(2)“分子系统学、分子生物学对系统、进化、生物多样性研究的作用”;(3)“有关植物系统进化、分类领域国家基金的申请”;(4)“《植物学报》、《植物分类学报》、《植物资源与环境学报》的现状”。

(生命科学部 温明章 供稿)