

国家自然科学基金资助项目

Q16

243

生物多样性 信息管理概论

赵斌 / 编著
四川教育出版社

赵斌 / 编著
四川教育出版社



图书在版编目 (CIP) 数据

生物多样性信息管理概论/赵斌编著.—成都:四川教育出版社,2002.7

ISBN7-5408-3690-3

I.生… II.赵… III.生物多样性-信息管理
IV.Q16

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 014717 号

责任编辑:张执敬

装帧设计:王 凌

封面设计:金 阳

责任校对:王立戎

责任印制:黎 伟

四川教育出版社出版发行

(成都盐道街 3 号 邮政编码 610012)

四川大学树德电子工程公司照排

成都君区印刷厂印刷

(成都红星中路一段 35 号 邮政编码 610017)

开本 787×960 1/16

印张 21.5

字数 380 千

2002 年 7 月第 1 版

2002 年 7 月第 1 次印刷

印数:1-2000 册

ISBN7-5408-3690-3/G·3459

定价:24.00 元

* * *

本书若出现印装质量问题,请与工厂调换

电话:(028)86917673

复旦大学与生物多样性科学

(代 序)

陈家宽

1996年,我国第一个从事生物多样性研究的专门机构——复旦大学生物多样性科学研究所(Institute of Biodiversity Science at Fudan University, IBSFU)成立。复旦大学就是这样,能敏锐地把握学科发展的脉搏,对原有专业进行战略性调整,并采取果断、有效的措施推动新兴学科的发展,占领学科的制高点。

生物多样性是地球演化的独特产物,对地球生命维持系统起着极为重要的作用,因此是人类赖以生存和发展的基础。近十年来,生物多样性已在世界范围内受到各国政府、科学界和公众的广泛重视,主要基于三方面的原因:第一,生物多样性是一种战略性资源,与一个区域、一个国家乃至全球经济发展密切相关。据估计,全球生物多样性(主要以生态服务功能估算)的价值约为33万亿美元/年(Costanza et al. 1997),中国约为1万亿美元/年(陈仲新、张新时, 2000)至4.6万亿美元/年(据《中国生物多样性国情研究报告》, 1998)。生物多样性所蕴藏的巨大价值尤其为众多发展中国家的经济起飞奠定了物质基础。第二,事关

国家安全。鉴于国家间生物多样性资源与经济实力的不平衡性,某些发达国家通过种种手段掠取发展中国家的生物多样性资源(特别是基因资源)的现象已屡见不鲜。WRI, IUCN, UNEP 等三个国际性权威机构共同出版的《全球生物多样性策略——拯救、研究和持续、公平地利用地球生物资源的行动纲领》一书中指出:

“一个安全的国家不仅意味着一个强大的国家,还意味着有一个健康和受过良好教育的大众和一个健康、富饶的环境。那些重视生物多样性及其作用的国家将具有最强大的国家安全。”该书还指出:“生物多样性的最大价值可能还在于为人类提供适应该地和全球变化的机会。”因而,从国家安全的角度来有效地保护本国生物多样性资源已经成为世界各国的紧迫任务。第三,由于生态环境恶化造成生物多样性锐减已是人类共同面临的威胁。据 Wilson(1985, 1988)估计,人类干扰造成的物种灭绝速度比自然灭绝速度快 100 倍至数百倍。同时,一个物种的灭绝还可能影响约 50 个物种的生存,而造成物种濒危的最主要原因是其适宜生境的消失。在某些地区,这一状况因人类活动频繁和经济畸形发展而愈加突出。

中国是世界上少数几个拥有巨大生物多样性(mega-biodiversity)的国家之一,生物物种占全球物种总数的 10%~14%,生态系统类型极为多样,而且由于生境多样、民族众多、历史悠久,已培育了大量的栽培植物和家养动物的地方品种,因此,种质资源丰富。作为人口最多的发展中国家和农业大国,中国的经济持续发展与民族兴衰比世界上任何其他国家都更依赖于生物多样性资源。然而,巨大的人口压力、经济的高速发展、对资源需求量的日益增加和利用方式不当,使我国的生物多样性受到极为严重的威胁:受威胁的物种百分比数高于全球 5 至 7 个百分点;森林面积急剧减少,覆盖率仅为 13.92%,为全球平均数的 50%,草场退化严重,50%退化,25%严重退化;水体污染达 80%以上,不少水生生态系统濒于瓦解;农家品种和野生近缘种的遗传资源大量丧失。如何有效地保护和持续利用生物多样性资源已成为我国当前急需解决的重大问题。同时,在 *Nature* 和 *Science* 上有关生物多样性文献剧增,业已表明生物多样性科学已成为当今科学界关注的重大领域之一。在这种背景下,复旦大学在我国率先成立了以生物多样性为主要研究对象的专门机构和教学基地。

尽管提出“生物多样性科学”(biodiversity science)这一术语还不到五年时间,但有关生物多样性的研究却有数百年历史。早期作出贡献的学科是系统学,它通过分类、命名和建立分类系统,对全球有机体多样性进行编目和管理,其实

质是为生物多样性建立一个信息存取系统,国际著名生物学家 P. Raven 恰如其分地指出:“系统学可用来图解地球上生命的多样性。”随后做出重要贡献的是以遗传学为基础的进化生物学,上世纪中叶综合进化论对物种形成与进化机制作了大量研究,也正如 P. Raven 所说,“物种形成的研究是进化生物学最重要的领域之一,与我们对过去、现在和将来生物多样性起源的认识有直接关系”,而“进化机制则提供了理解地球上生命惊人的多样性的钥匙”。以生态系统为标志的现代生态学将“生物多样性的生态系统功能”这一核心科学问题最终揭示在我们面前。

复旦大学的生命科学学院在历史上曾对系统学、进化生物学和生态学诸学科有过杰出的贡献,一批与生物多样性研究有关的著名专家曾在复旦大学生物学系执教,例如钱崇澍(生态学、植物学)、伍献文(鱼类学)、谈家桢(进化生物学、遗传学)、刘建康(水生生态学)、张孟闻(动物学)、忻介六(昆虫学)、曲仲湘(生态学)、王凯基(植物学)、王鸣歧(病毒学)、黄文几(动物生态学)、周纪伦(种群生态学)、徐炳声(分类与进化)等等;学生们在这些学科上有过良好的训练并往往产生浓厚的兴趣。解放后,该校培养了一批优秀人才,目前活跃在高校、中科院系统的生物多样性领域的著名学者大多是复旦大学毕业。例如钱迎倩(中科院生物多样性委员会原常务副主任,《生物多样性》原主编)、陈灵芝(生态学家,《中国的生物多样性》主编)、洪德元(院士,生物多样性领域“973”项目首席科学家)、汪松(濒危动物保护生物学家)、施立明(院士,进化生物学家)、金鉴明(院士,原国家环保局副局长,生物多样性领域重大项目主持人)、李典谟(生态学家)、陈家宽(保护生物学家,原教育部生物多样性协调委员会主任)、张亚平(国家杰出青年基金获得者,进化生物学家)……但后来复旦大学像其他著名大学一样,由于分子生物学等微观生物学成为大学发展的首选学科,因而使宏观生物学一蹶不振,造成了大学中生命科学结构的不合理。复旦大学最先意识到这一点,并开始在宏观生物学领域里进行战略布局:

1996 年,成立生物多样性科学研究所,选定生物多样性为宏观生物学的研究对象。

1997 年,引进陈家宽主持研究所工作,负责学科、队伍和实验室建设。

1998 年,从事小麦分子进化研究的张文驹和从事生物多样性数据库建设的赵斌来复旦,分别负责“遗传多样性与进化实验室”和“网络与地理信息系统实验

室”建设。赵斌建立了我国高校第一个生物多样性网站和生物多样性数据库。

1999年,打破常规推荐当时只有硕士点的生态学科申请“长江特聘教授生态学岗位”,并获教育部批准。

2000年,与北京师范大学联合申报成立“生物多样性与生态工程教育部重点实验室”,并获批准;批准生态学为校重点学科;在一个学科点上同时引进三位中青年杰出人才:卢宝荣(时任菲律宾国际水稻研究所资深种质资源专家)、钟扬(时任中科院武汉植物研究所副所长,生物信息学专家)、李博(时任日本国立农业研究中心研究员,种群生态学家)。

2000年1月,复旦大学生态学科被批准为国家重点学科点。

2001年,一批现代化实验室建成,卢宝荣获国家杰出青年基金项目,研究所科学研究经费、SCI论文和人才培养数进入快速增长期。

特别值得一提的是研究所利用申报国家重点学科的机会对本所的发展方向进行了长达半年的讨论,其结果对复旦大学宏观生物学特别是生物多样性领域的中长期发展有重要意义。讨论解决了两大问题。

一、研究方向

1. 生物多样性科学的理论与方法

主要研究生物多样性发生、维持与丧失的机制和生物多样性的生态系统功能,并对其进行保护和持续利用。本方向所作的工作以长江河口湾和长江中游“两湖”湿地的两个具有国际意义的生态区以及功能群、关键种和濒危种为研究对象,理论研究聚焦在生物多样性的丧失和维持机制、生物多样性的生态系统功能两个基本科学问题上,方法研究聚焦在与理论研究相关的生物多样性信息学的关键技术。该方向的特色是:利用具有国际意义的生态区作为研究重要科学问题的模式地(具有正在快速演替和结构相对简单等特征);研究类群(线虫、洄游性鱼类和大型迁徙鸟类)具有研究生物多样性丧失与维持、生物多样性的生态系统功能的理想的、可操作的生物学特征;主要通过研究种群生活史对策、生态区与生境变化间的关系解决科学问题;将理论与方法论相结合,并与本学科点的其他三个方向密切呼应,互为基础。

2. 种群与进化生态

主要研究种群的大小及决定其大小的生物学过程,以及物种的适应性起源及其机制,选取若干有害外来种为研究对象,在种群水平上探讨其对入侵生境的适

应、与土著种之间的生态关系(如竞争、捕食、寄生和互生)的性质,以及不同性质的种间关系在外来种入侵中的相对作用,揭示其对入侵环境的适应性进化及其机制,以及对土著生物多样性及其生态系统的影响,从而为有害外来种的控制和管理提供科学依据;选取若干重要生态类群或功能群,将传统的比较生物学方法与现代的发育与分子生物学手段相结合,着重研究这些类群的进化形式、速率和方向以及选择压力,进而揭示其对特殊环境的适应性进化及机制。该方向的特色是:以多重营养级种间生态关系为核心,探讨有害外来种入侵的种群生态过程和对入侵生境的适应进化及其机制,并分离不同性质种间关系在生态入侵中的相对重要性;通过解决我国面临的某些重要生态环境问题,促进本学科的发展;将分子进化与植物的特殊地理分布式样以及生态适应性状的进化相结合,探讨重要生态类群的系统发育与分子进化。

3. 基因多样性与生物安全

主要研究基因水平上的遗传多样性,具体指功能基因的变异体与变化潜能。基因多样性在塑造新型生物中具有重要价值。生物安全是指生物技术从研究、开发、生产到实际应用整个过程中有关人类健康与环境安全的问题。本方向利用模式种技术平台,研究农作物野生近缘种基因资源的可持续和安全利用,包括水稻、小麦及大豆野生近缘种基因多样性的丰度、空间格局,遗传资源的有效保护对策;水稻抗逆和品质相关基因资源的发掘、克隆和安全利用技术平台的构建;转基因水稻和大豆环境释放后的生态安全问题。该方向的特色是:将分子生物学方法和 3S 技术相结合,研究基因多样性空间分布式样;挖掘野生稻特有基因资源,并创建外源基因安全表达体系的技术平台;通过自然种群的定位观察和人工种群的实验验证,评估转基因作物释放后的生态风险。

4. 城市生态与生态经济

结合我国城市化进程的特点和生态建设的实际需要,主要研究城市生态系统结构、功能以及可持续发展的调控机理,逐步建立与完善城市生态规划的理论体系、工作方法与计算程序;以城乡复合生态经济系统为对象,以循环经济为重点,探讨城市产业可持续发展的生态经济学理论和方法,重点开展生态经济综合评价、生态资产评估、生态系统服务功能研究和环境损益与投入产出分析等。该方向以我国大中城市的生态建设、生态调控和区域经济发展对策及与国际城市的比较为研究特色,将理论与应用相结合;在规划方法与技术手段上,强调从生态

监测、生态评价以及 3S 技术的结合与创新；研究以沿海沿江城市为代表的城市生态安全格局，重点为城市土地利用的生态后果、环境容量与生态调控对策；将理论探讨和案例研究相结合，开展以轿车、钢铁制造业、绿色环保材料为主的产业生态系统生命周期评价与生态设计；将生态学的研究方法和经济学价值分析相结合，突出以大中城市城乡复合系统的生态经济政策分析，以及城乡社会、经济、自然一体化的政策框架和规划方法的研究。

二、主要目标、思路和预期成效

主要目标是通过五年努力，使复旦大学宏观生物学科点成为有较大国际影响的科研中心与人才培养基地。同时，为解决我国长江中下游流域和沿海地区生态建设中的重大问题提供科学依据与技术支持。实现上述目标的主要思路是以“生物多样性与生态工程教育部重点实验室”为依托，以队伍建设为基础，利用区域特点与学科交叉优势，选择若干生态学前沿领域为主攻方向，争取在生物多样性的理论、方法与应用方面有重大突破，跻身于国际生态学研究的先进行列。预期成效是在国际重要学术刊物上发表具有原创性的研究成果，为国家输送一批优秀的生态学博士和博士后，解决我国区域生态建设中的若干重大科学问题。力争在不远的将来将复旦大学的生态学科点建设成国际一流的科研中心与人才培养基地。

复旦大学生物多样性科学研究所只有短短五年的历史，我是这一历史的见证人。我想这段历史对其他学校发展宏观生物学也许有一定的借鉴意义。

读者也许会问，研究所建立之初为何这么重视生物多样性信息管理？为何在研究方向特别提到生物多样性信息学？主要原因是保护生物多样性需要各种各样的信息，包括人类利用、基础分类、种群分布及其现状和发展趋势等。近年来信息管理技术的新发展使得生物多样性保护的研究和应用比以往任何时候都更为方便与普及。同时，我们已经意识到海量的生物多样性信息只有进行有效管理才可能成为资源，谁在生物多样性信息管理上领先才有可能在基础与应用研究上领先。另一个原因是钟扬擅长生物信息学的理论研究，赵斌擅长信息管理的技术。

最后，我还要向该书的作者赵斌表示感谢。他离开中国去广岛大学攻读博士学位时，留给研究所的是让国内外著名大学的来访者都惊讶不已的由他一手建立的复旦大学生物多样性网站、上海市生物多样性数据库以及相应的实验室，又有谁会想到他刚到复旦大学工作时研究所里几乎什么条件都没有！《生物多样性信息管理概

论》一书是赵斌在阅读了国内外大量文献的基础上,结合他自己的工作经验写成的,对本科生、研究生以及从事该领域的研究、管理和立法人员都有重要的参考价值。当然,生物多样性信息管理毕竟是一个全新的领域,该书又是国内第一本系统地介绍该领域研究成果的著作,书中会有不少疏漏,尚需读者批评指正。

借赵斌该书出版之际,特撰写此序。对曾为复旦大学生物多样性科学研究所建设做出贡献的同仁表达谢意。



第1章 导 论	(1)
1.1 信息和信息系统	(1)
1.1.1 数据和信息	(1)
1.1.2 信息的特点	(2)
1.1.3 信息的作用	(4)
1.1.4 信息系统	(5)
1.2 生物多样性	(6)
1.2.1 生物多样性与生物多样性科学	(6)
1.2.2 生物多样性的价值	(7)
1.3 生物多样性信息系统	(9)
1.3.1 生物多样性信息系统的特点	(9)
1.3.2 生物多样性信息系统的相关部分及其科学数据库	(11)
1.3.3 集成的生物多样性信息系统	(12)

1.3.4	信息系统技术和技术支持系统	(14)
1.3.5	利用生物多样性信息的动机和用户	(17)
1.3.6	生物多样性信息系统在生物多样性科学研究中的重要性	(19)
1.4	生物多样性信息系统发展现状	(20)
1.4.1	发达国家生物多样性信息系统发展现状	(20)
1.4.2	中国科研信息系统发展现状	(21)

第2章 生物多样性信息系统数据规范 (25)

2.1	元数据库	(25)
2.1.1	元数据和元数据库	(25)
2.1.2	网络上的元数据	(26)
2.1.3	元数据的注册	(27)
2.1.4	元数据库的内容	(28)
2.1.5	元数据库的建立	(31)
2.2	数据字典	(32)
2.2.1	什么是数据字典	(32)
2.2.2	建立数据字典的目的	(32)
2.2.3	元数据和数据字典的区别	(33)
2.2.4	数据字典的内容	(33)
2.2.5	数据字典的建立过程	(34)
2.3	实例:中国生物多样性元数据库	(35)
2.4	生物多样性信息分类与编码	(42)
2.5	中国生物多样性信息系统数据字典和元数据标准	(46)

第3章 保护生物多样性所需的信息及管理工具 (47)

3.1	保护生物多样性所需的信息	(47)
3.1.1	信息交流的管理	(50)
3.1.2	地方性信息的管理	(51)
3.1.3	国家组织对保护信息的管理	(51)
3.2	实例:中国国家数据库	(51)
3.3	数据管理工具	(52)
3.3.1	数据管理	(53)

3.3.2	地理信息系统(GIS)	(55)
3.3.3	文本的管理和整合	(59)
3.3.4	电脑化现存数据的工具	(59)
3.3.5	调和工具	(60)
3.3.6	环境同义词典	(62)
3.3.7	其他的改进工具	(63)
3.4	报告、分析和建模工具	(64)
3.4.1	物理建模和生态学过程	(64)
3.4.2	风险	(65)
3.4.3	建模和政策制定	(65)
 第4章 生物多样性信息系统的技术实现		 (66)
4.1	计算机网络技术	(66)
4.1.1	计算机网络概述	(66)
4.1.2	Internet	(69)
4.1.3	TCP/IP 协议	(70)
4.1.4	IP 地址和域名	(71)
4.1.5	计算机的通信方式	(73)
4.1.6	Internet 提供的主要服务	(74)
4.1.7	Internet 提供的其他服务	(76)
4.1.8	Internet 网络浏览工具	(78)
4.1.9	进入 Internet 的方式	(80)
4.2	数据库管理信息系统	(82)
4.2.1	数据库的发展历史和基本概念	(82)
4.2.2	网络数据库系统的结构	(85)
4.2.3	并行数据库技术	(87)
4.2.4	分布式数据库与联邦数据库技术	(88)
4.2.5	数据库的互操作	(89)
4.2.6	面向对象数据库系统与多媒体数据库技术	(93)
4.2.7	模糊数据库与演绎数据库技术	(95)
4.2.8	与 Internet 有关的数据库技术	(96)
4.3	空间信息技术	(101)

4.3.1	概述	(101)
4.3.2	3S 技术	(102)
4.3.3	在生物多样性科学研究中的应用	(104)
4.4	WebGIS	(109)
4.4.1	概述	(109)
4.4.2	设计思想	(110)
4.4.3	几种 WebGIS 的比较	(111)
4.4.4	应用前景	(113)
4.5	生物多样性信息系统的网络构建	(114)
4.6	工具的选择	(115)
4.6.1	软件选择	(116)
4.6.2	硬件选择	(116)
4.6.3	选择过程	(117)
4.6.4	数据管理系统的选择	(117)
4.6.5	GIS 的选择	(118)
4.6.6	生物多样性应用软件	(119)
4.6.7	网络之外的信息发布工具	(119)
4.7	信息的广泛利用	(120)
4.7.1	信息交换标准	(121)
4.7.2	信息表达	(123)
4.7.3	信息发布	(124)
4.7.4	电子出版物	(127)

第 5 章 生物多样性信息系统的规划与管理 (129)

5.1	数据采集和管理	(129)
5.1.1	数据类型	(130)
5.1.2	确定数据需求	(132)
5.1.3	数据格式	(133)
5.1.4	数据收集和管理策略	(136)
5.1.5	管理者的职责	(138)
5.1.6	标准和指南	(139)
5.2	信息系统的规划	(141)

5.2.1	系统规划	(141)
5.2.2	数据策略	(142)
5.2.3	队伍建设	(143)
5.2.4	对策	(143)
5.3	数据评估技术	(144)
5.3.1	信息系统的评价	(144)
5.3.2	信息系统的建设重点	(144)
5.3.3	数据分析与评估	(145)
5.3.4	固有时空尺度	(147)
5.3.5	信息系统技术评估	(147)
5.3.6	支撑系统技术评估	(148)
5.4	信息管理成功的标准	(149)
5.4.1	内在标准	(149)
5.4.2	外在标准	(150)
5.5	组织机构能力的发展	(151)
5.5.1	信息需求和可提供的信息资源	(151)
5.5.2	组织机构的能力建设	(152)
5.5.3	技术选择	(152)
5.5.4	人力资源和培训	(153)
5.5.5	财政预算	(154)
5.6	信息管理的合法性	(154)
5.6.1	关于立法的信息	(154)
5.6.2	国际法的来源	(155)
5.6.3	主要法律条款	(157)
5.7	中国的生物多样性信息管理建设	(159)
5.7.1	信息管理体系建设	(159)
5.7.2	信息设施建设	(160)
5.7.3	信息系统建设	(162)
5.8	小结	(164)
第6章 国际流行的技术和解决方案		(166)
6.1	SPECIES 2000	(166)

6.1.1	目的	(166)
6.1.2	组成	(167)
6.1.3	开发	(169)
6.2	票据交换所机制(CHM)	(170)
6.2.1	概述	(170)
6.2.2	CHM 的目标	(172)
6.2.3	CHM 与《生物多样性公约》	(174)
6.2.4	涉及 CHM 的 COP 决议	(176)
6.2.5	CED 决策过程和 CHM	(177)
6.2.6	CHM 的热点问题	(179)
6.2.7	CHM 和模式变化	(184)
6.3	21 世纪生物多样性信息网络(BIN21)	(185)
6.3.1	BIN21	(185)
6.3.2	历史背景	(185)
6.3.3	国际合作和各地区的努力	(187)
6.3.4	BIN21 的未来	(188)
6.4	生物多样性特殊兴趣的网络(SIN)	(189)
6.4.1	功能和活动	(189)
6.4.2	组织	(189)
6.4.3	质量控制	(190)
6.4.4	标准	(191)
6.4.5	参与和共享	(194)
6.4.6	同其他 SIN 的合作	(195)
6.4.7	网络出版(e-publishing)	(195)
6.4.8	SIN 的分布式数据库结构	(196)
6.4.9	数字图书馆	(197)
6.4.10	自动处理	(199)
6.4.11	主要讨论的内容	(199)
6.4.12	BIN21 节点	(201)
6.4.13	运行机制	(203)
第 7 章	中国生物多样性信息管理的艰难探索	(205)

7.1	数据资源现状	(205)
7.1.1	机构数据集调查内容与方法	(206)
7.1.2	机构调查结果分析	(207)
7.2	数据管理能力建设	(211)
7.2.1	数据管理能力建设现状评价	(211)
7.2.2	数据管理机构的建设	(214)
7.3	中国生物多样性信息系统现状	(220)
7.3.1	数据库的开发现状	(220)
7.3.2	信息系统与信息网络的建设现状	(221)
7.3.3	面临的问题	(221)
7.4	中国生物多样性信息系统的结构设计	(222)
7.4.1	逻辑结构	(222)
7.4.2	组织结构	(223)
7.5	中国生物多样性信息系统(CBIS)简介	(224)
7.5.1	良好的信息积累	(224)
7.5.2	目标	(224)
7.5.3	概念设计	(225)
7.5.4	CBIS 的组织结构	(226)
7.5.5	建设进展	(227)
7.6	中国生物多样性信息系统实例简介	(229)
7.6.1	中国微生物资源数据库	(229)
7.6.2	中国科学院信息中心内陆水体生物学分部 Web 数据库	(232)
7.6.3	上海市生物多样性信息系统	(235)
第 8 章	全球主要的生物多样性信息资源	(241)
8.1	生物多样性信息源	(243)
8.1.1	图书馆、书目和书目数据库	(243)
8.1.2	国家级生物多样性信息中心	(244)
8.1.3	国家级生物多样性评价	(246)
8.1.4	全球和区域评价	(248)
8.1.5	在线信息源	(252)
8.1.6	CD-ROM 和磁盘	(256)