生物多样性资源 :利用、保护与管理

吕一河 陈利顶 傅伯杰

(中国科学院生态环境研究中心系统生态开放研究实验室, 北京 100085)

摘要:生物多样性在本质上是一种具有多重价值、高度综合的资源形式,是人类社会生存与发展的物质基础。在人类社会的发展过程中,生物多样性资源利用与保护之间日益表现为彼此冲突的特征,但并非不可调和。本文认为,协调二者关系,实现生物多样性资源可持续利用和区域社会经济可持续发展的根本途径是生物多样性资源管理。它由主体层、客体层和目标层构成,应该具备主体多元化、参与的广泛性、过程的动态性与持续性、尺度性与地域性和公平性等基本特征。主体层是由以人为核心的各种组织形式构成的,是从社会经济系统中分化出来的一个职能层次,客体层也就是管理的对象层,是生物多样性资源系统和社会经济系统的耦合体;目标层包括生物多样性资源的可持续利用、生态文明的构建与发展和区域社会经济的可持续发展,生态文明是生物多样性资源可持续利用和区域社会经济可持续发展的根本保障。其中,主体层和客体层构成了生物多样性资源管理的实体部分,而目标层则是生物多样性资源管理的参照体系。生物多样性资源管理包括管理范围界定、问题辨识、目标确定、政策制定与方案运筹、实施、监测与评价、适应性调整 6 个基本步骤,是一个复杂的多层次动态反馈过程。这一过程中,科学研究发挥着非常重要的作用,因此应该在加强生物多样性科学研究的同时融合科学与管理的关系,使科学成果真正转化成有效的管理行为。

关键词:生物多样性资源,利用,保护,管理

中图分类号:X176 文献标识码:B 文章编号:1005-0094(2001)04-0422-08

Biodiversity resources : utilization , conservation and management

LÜ Yi-He , CHEN Li-Ding , FU Bo-Jie

Department of System Ecology , Research Center for Eco-Environmental Sciences , Chinese Academy of Sciences , Beijing 100085

Abstract : Biodiversity is , in nature , a kind of highly comprehensive and multi-valued resource on which human society depends for survival and development. The conservation and utilization of biodiversity resources often conflict against each other during the development of human society , but can be harmonized. The management of biodiversity resources is the fundamental approach to keep the two issues of realizing sustainable utilization of biodiversity resources and the sustainable development of regional social economy in harmony. Management , composed of subject layer , object layer and target layer , is a complex , hierarchical and dynamic feedback process with six basic steps , which should have features in the diversity of subject components , universality of participation , dynamic and persistence of the process , differentiation according to scale and region , and equity. The subject layer , made of various groups of people , is a functional layer derives from socio-economic system. The object layer , the focus of management , is the coupling of biodiversity resources system and socio-economic system. The target layer comprises the sustainable utilization of biodiversity resources , the establishment and development of eco-civilization and the sustainable development of regional socio-economy. Eco-civilization is the very guarantee of the other two. The subject layer and object layer are entitative components of the management , and the target layer is the frame of reference. The six basic steps are area define , problem recognition , object establishment , policy making and planning , implementation , monitoring and evaluation , and adaptation. Scientific researches play important roles in the management process. Therefore , it is urgent to fill the

gaps between science and management to transform scientific fruits into effective management activities during the intensification of biodiversity research.

Key words : biodiversity resources , utilization , conservation , management

20 世纪 90 年代以来 ,生物多样性逐渐成为科学研究的一大热点 ,吸引了生态学、地理学、经济学和信息科学等多学科的广泛参与 ,同时也赢得了各国政府、国际社会乃至广大公众的普遍关注。正是在这样一个背景下 ,1991 年 DIVERSITAS 作为一项国际研究计划开始启动 ,其目的在于加强各学科领域的研究与合作 ,在世界范围内促进生物多样性科学的发展 ,以解决生物多样性所面临的严峻问题 (Michel & Isabelle ,1999)。在众多国际组织的主持和参与下 ,1995 年和 1996 年 DIVERSITAS 计划又经历了进一步的修改与完善 ,并最终确定了生物多样性科学相互关联的 5 个核心研究计划和 5 个特殊研究领域 ,即 :生物多样性的生态系统功能效应 ,起源、维持与变化 ,编目与分类 ,监测 ,保护、恢复与可持续利用 ;土壤和沉积物中的生物多样性 ,海洋生物多样性 ,微生物多样性 ,淡水生物多样性和生物多样性的水文因素 (Michel & Isabelle ,1999 ;赵士洞 ,1997 ;陈灵芝 ,1999) ,代表着当今生物多样性科学发展的主要方向 (赵士洞 ,1997)。近几年来 ,生物多样性科学研究也基本上是围绕上述研究计划和领域展开的。例如在国际生物科学联盟 (IUBS)、环境科学问题委员会 (SCOPE)和人与生物圈计划 (MAB)等的支持下所开展的生物多样性与生态系统功能研究 (Ernst-Detlef & Harold ,1993) ,生物多样性信息科学 (Xu et al. ,2000 ;Bisby ,2000)、生物多样性监测 (Roy & Tomar ,2000 ;Harini & Madhav ,1999 ;Ganeshaiah & Uma ,2000)等。但是从目前来看 ,人类经济社会发展与生物多样性保护方面的研究相对薄弱 ,致使生物多样性问题的人文机制仍然模糊不清 (Shahid & Zen'ichiro ,1998)。要理解生物多样性变化的复杂机理 ,就必须在传统生物和生态学研究的基础上研究与生物多样性丧失密切相关的社会、历史和经济背景 (Mikusinski & Angelstam ,1998)。因而 ,本文将就生物多样性资源的利用、保护与管理等方面进行分析 ,旨在从资源发展的角度阐明生物多样性利用与保护之间的关系、持续协调发展的基本途径和亟待研究解决的科学问题。

1 生物多样性的资源本质

一般来说 ,资源必须符合两个基本条件。首先 ,资源必须具有社会性开发利用价值 ,即具有社会化的效用性 ;其次 ,资源应具有相对稀缺性 (刘成武 ,杨志荣 ,1999)。生物多样性是在漫长的地质和历史时期形成的有机体及其生命支持系统组成、结构、功能和过程的总和 ,广义上还可以包括社会文化成分。生物多样性始终处于动态变化之中 ,在各种尺度、等级和组织水平上会表现出不同的特征和规律性。可见 ,生物多样性完全符合上述两个基本条件 ,因而在本质上是一种资源。一方面 ,对于人类社会而言 ,生物多样性具有多重效用性 ,表现为经济的 ,科学、文化与审美的和生态服务的综合 (Raul & Anne ,1992)。另一方面 ,生物多样性作为资源 ,其稀缺性可以在不同的组织水平上得到直接或间接表达。例如 ,濒危物种的稀缺性、生态系统的脆弱性和破坏后的难以恢复性等。不仅如此 ,生物多样性还具有自然资源的其他一些生态经济属性 ,例如区域性和两重性等 (王松霈 ,迟维韵 ,1992)。但是 ,生物多样性资源的综合整体性更强 ,不仅包括有机体 ,还包括其生命支持系统 ;不仅包含有量的概念 ,还注重组成、结构、功能和过程的因素 ;不仅强调自然成分 ,还可以包含社会文化的某些特征 (Rai & Sundriyal ,1997)。生物多样性资源一开始便成为人类社会生存与发展的物质基础。

2 生物多样性资源利用与保护

人类社会的全部历史都与生物多样性资源息息相关。从历史的角度可以将人类的生物多样性资源利用大致划分为 3 种类型 (王松霈 ,迟维韵 ,1992) ,表明了生物多样性资源利用的阶段特征 (表 1)。随着人类社会生产力水平的提高 ,人类对生物多样性资源的干扰和利用逐步加强 ,生物多样性资源也从自然演化状态逐渐沦为大规模退化状态 ,并且整个过程在不断加速。在这一过程中自然因素始终发挥作用 ,表现为非确定性 ;而人为因素的作用在不断增强 ,具有趋势性。

表 1 生物多样性资源利用的历史特征
Table 1 Historical features of biodiversity resources utilization

资源利用类型 Categories of resource use	主要利用方式 Main modes of utilization	生产力水平 Level of productive forces	人为干扰 Human disturbance	生物多样性资源状况 Conditions of biodiversity resources	经历时间 Time span
原始型 Primitive	狩猎、采集 Hunting and gathering	低下 Low	微弱 Weak	自然演替 Natural succession	1500 万年前 ~ 1 万年前 , 占人类历史的 99.93% 15 million years ago ~ 10 thousand years ago , accounting for 99.93% of human history
传统型 Traditional	农业 Agriculture	较高 Comparatively high	较强 Comparatively intensive	局部退化 Local degradation	1 万年前 ~ 250 年前 , 占人类历史的 6.5% 10 thousand years ago ~ 250 years ago , accounting for 6.5% of human history
现代型 Modern	工业 Industry	高 High	强 Intensive	大规模退化 Large-scale degradation	最近 250 年 , 占人类历史的 0.00167% Latest 250 years , accounting for 0.00167% of human history

生物多样性资源退化的主要形式有替代(Substitution)、特化(Specialization)和全球化(Globalization)(Timothy ,1992)。所谓替代 ,即经济替代 ,是在追求资源利用的高产出过程中发生的。特化是追求成本削减的产物 ,而全球化是替代与特化过程的全球尺度扩展。这些过程的根本诱因是人口增长及其资源消费需求的拉动。它们综合作用推动土地利用发生变化 ,这也是陆地生物多样性资源退化最重要的影响因素之一(Sala & Chapin ,2000)。从产业或人类活动类型的角度讲 ,对物种威胁程度从大到小依次为 :1)农业 ;2)林业和狩猎 ;3)旅游、采掘业和一般工业企业 ;4)供水 ;5)渔业、交通和废弃物处理 ;6)军事和科技 ;7)食品和制药业。

生物多样性资源保护思想是伴随着人类利用以及由此而导致的生物多样性资源退化发展起来的。它的萌芽很早(王松霈 ,迟维韵 ,1992) ,但是最初只是感性和直观的 ,比如源自图腾或宗教的保护思想。真正科学、理性的生物多样性资源保护思想的产生与发展还是近几十年的事情 ,而且一直处在不断的发展完善之中。

在保护过程中 ,试图监控生物多样性资源的所有方面非常困难 ,因而对单个物种进行监测和保护便成为捷径(Simberloff ,1998)。指示物种(indicator species)方法主要存在两方面的问题 ,即在指示物种本身及其指示功能的确定上存在着困难。相比之下 ,“ 阳伞 ”物种(umbrella species)所占据的生境空间很大 ,保护这些物种也就自然保护了许多其他物种。因此 ,对阳伞物种的保护似乎是一种更好的方法。但是这些阳伞物种的作用并非总与人类的保护

目的相吻合 ,因而存在很大风险。对指示物种或阳伞物种的特别保护在逻辑上也存在着矛盾 ,因为群落中被保护或指示的其他物种得不到这种优待。标志物种(flagship species)通常是大型脊椎动物(例如大熊猫) ,因为能引起公众的兴趣和同情 ,所以就可以用来发起和维持生物多样性资源保护工作。但是标志物种并不一定就是好的指示物种或阳伞物种 ,而且保护标志物种的成本一般是非常高的。为了弥补单一物种保护中的缺点与不足 ,人们提出了在景观水平上基于生态系统的生物多样性资源保护方法。在这样的背景下 ,只要保持生态系统的健康 ,所有组成物种都会健康地生存下去。但是 ,这种途径仍然存在一些问题 ,例如怎样客观对待保护与被保护之间的复杂关系 ,到底什么是生态系统健康以及如何保持等。一些生态系统中存在关键物种(key-stone species) ,它们的行为控制着许多其他物种的生存状态。关键物种的发现为把生物多样性资源保护的单一物种方法与生态系统方法联合起来提供了一种新的途径。如果能辨识出关键物种及其在生态系统中的重要作用 ,就肯定能够获得关于整个生态系统功能的信息 ,这对生物多样性资源保护来说是非常有用的。甚至一些关键物种本身就是适合于生物多样性资源保护的重点目标 ,即使不是 ,也能够大大增进人们对生态系统的理解。然而 ,关键物种方法依然存在着困难 ,因为到底有多少生态系统具有关键物种还不清楚 ,而且辨识关键物种的试验也常常是很困难的。同时 ,单纯强调自然因素而忽视社会经济因素 ,常常会影响到生物多样性资源保护的成效。因此 ,便捷有效的生物多样性资源保护方法

仍然是生物多样性科学研究的重要内容。

目前来看,生物多样性资源保护的主要载体是各类保护区和国家公园,它们多处于经济欠发达地区,保护对象主要有物种、生态系统和景观等。这些较为严格地实施生物多样性资源保护的区域面积大约只占全球陆地面积的 8.81%(Liu et al. ,2001),不能满足全球生物多样性资源保护的需求。并且即使在很多保护区域内部和边缘附近,仍然存在着较强烈的人为干扰。区域社会经济发展与生物多样性资源保护之间的矛盾冲突日益显现(McNeely ,1994 ;赵新泉,1998 ;Maikhuri et al. ,2000)。从成本 - 收益的角度分析,生物多样性资源保护的成本和收益在不同空间尺度上分配失衡(Wells ,1992),从而导致不同尺度区域间经济利益和发展机会的不公平性。总体情况表明,在地方、国家或地区以及全球或国际的 3 种空间尺度上,经济收益随空间尺度的扩展而增长,但是经济成本却恰恰相反,随空间尺度的扩展而减小。同时,若单纯强调生物多样性资源保护,忽视当代区域社会经济权利,势必也会造成代际经济利益和发展机会的不公平性。不论是区域间的不公平性,还是世代间的不公平性,都是与可持续发展基本原则相背离的。

实质上,生物多样性资源的利用与保护并非是一对无法协调的矛盾,二者可以统一于发展。生物多样性资源的保护和利用状况与区域社会经济发展状况与水平关系密切。社会发展的滞后和经济上的贫困常常会对生物多样性资源保护构成威胁(Li et

al. ,2000),区域经济的萧条与萎缩也会导致失业率的提高。为了维持生活和保证收入,劳动力便会转向对自然资源的直接开发,从而会引起生物多样性资源的过度利用与破坏(Jon ,2000)。同时,生物多样性资源的成功保护也离不开区域社会经济发展的强大支持(Wells et al. ,1993)。因此,在生物多样性资源保护过程中,区域社会经济发展的需求不容忽视(Cairns et al. ,1994)。

总之,生物多样性资源保护的根本作用在于保证生态系统功能的完整性、健康的维持和服务的实现。从一定意义上讲,保护的最终目的是利用,即生物多样性资源的可持续利用。在保护和可持续利用过程中,区域社会经济的可持续发展是可以实现的,实现的根本途径是科学管理。

3 生物多样性资源管理

3.1 概念与特征

生物多样性资源管理是指为了实现资源的永续利用和社会经济的可持续发展,管理主体对生物多样性资源的利用与保护以及区域社会经济发展所实施的组织、策划、指挥、监督和协调等一系列过程的总和。生物多样性资源管理在构成上可以分为 3 个层次,即主体层、客体层和目标层(图 1)。主体层是由以人为核心的各种组织形式构成的,是从社会经济系统中分化出来的一个职能层次;客体层也就是管理的对象层,是生物多样性资源系统和社会经济系统的耦合体;目标层包括生物多样性资源的可

图 1 生物多样性资源管理的基本构成

Fig.1 The basic composition of biodiversity resources management

持续利用、生态文明的构建与发展和区域社会经济的可持续发展,生态文明是生物多样性资源可持续利用和区域社会经济可持续发展的根本保障。其中,主体层和客体层构成了生物多样性资源管理的实体部分,而目标层则是生物多样性资源管理的参照体系。

与生物多样性资源自身的性质与特点相适应,其科学有效的管理应具备以下基本特征。

1)主体多元化。即参与生物多样性资源管理过程的主体在构成上的多元化,可以包括各国政府、国际组织、地方政府、职能部门、科研机构、公司企业、社区与公众等,其中政府为主导。

2)参与的广泛性。在政府的主导下,多元化的主体在管理过程中广泛参与,充分表达各主体的利益与要求,并且履行各自的职能与义务,彼此协调合作。另外,参与的广泛性还表现在空间上,发达地区和欠发达地区、城市和乡村都可以参与到生物多样性资源管理当中来。津巴布韦的 CAMPFIRE 计划以及非洲其他一些国家基于社区的资源管理(CBN-RM)尽管还存在一些问题,但是已经提供了既能促进贫穷地区经济发展又能同时增加野生生物种群的具体例证(Wayne,1999)。

3)过程的动态性与持续性。生物多样性资源管理是一个复杂的多级反馈过程。在自然和人为因素的综合作用下,生物多样性资源本身始终处于动态演替之中。与这种动态相适应,生物多样性资源管理的政策、技术和实施等环节也必须不断调整而有所变化;另一方面,生物多样性资源管理只有长期持续进行才能产生良好而持久的效果。

4)尺度性与地域性。在不同的时间和空间尺度上,生物多样性资源本身的组成、结构、功能和过程不同,人类活动的特点也存在差异。因此,生物多样性资源管理也就应该依赖于尺度而变化,表现为尺度性。地域性是生物多样性资源以及人类活动地域分异的客观要求。所以,在不同的区域和不同的尺度上,生物多样性资源管理的主体和客体在具体构成、相互关系和作用机制等方面会表现出一定的相似性和差异性特征。同时,这也要求在不同的区域水平和尺度上,因时因地制宜,构建生物多样性资源管理的框架体系。

5)公平性。即管理主体和参与者在成本和收益分配以及发展机会上的平等。这有利于激发管理

主体和参与者多方面的积极性。为了促进公平性的实现,可以从体制上采取一些激励措施。例如,将资源管理的决策权部分下放到地方、转变政府职能、建立新的国家和国际机构、在关键机构之间建立强有力的功能联系(Wells,1998);实施综合保护与开发项目(ICDPs)(Pandy,1997);建立和活化可转让开发权(TDRs)市场(Panayotou,1994)等。

3.2 基本步骤

生物多样性资源管理大致包括管理范围界定;问题辨识;目标确定;政策制定与方案运筹;实施、监测与评价;适应性调整6个基本步骤(图2)。管理范围的界定是生物多样性资源管理的第一步,旨在确定管理对象的内容和物理边界。基于等级理论,在研究复杂系统时一般至少需要同时考虑3个相邻层次:即核心层、上一层和下一层。只有如此,方能较为全面地了解、认识和预测所研究的对象(邬建国,2000)。因此,在范围界定过程中除需要确定具体的管理区域、内容以外,还要明确各组成部分之间以及部分与整体之间的相互联系,同时还要分析管理区域与更大尺度上区域背景的关系。问题辨识阶段对管理区域范围内历史背景、社会、经济、环境和生物多样性资源状况以及发展趋势进行综合分析,辨识出存在的问题。目标确定阶段,通过多元主体的广泛参与和充分协调,以问题辨识为基础,以生物

图2 生物多样性资源管理基本步骤
Fig.2 Basic steps in biodiversity resources management

多样性资源的永续利用和社会经济的可持续发展为主线,构建管理区域具体的目标体系。政策制定与方案运筹阶段以区域的客观背景、存在问题和目标体系为依托,制定生物多样性资源管理的政策措施和可行方案并进行方案优选。实施、监测与评价阶段由管理主体对管理政策和优选方案进行组织实施和监督,对实施过程、效果以及存在问题进行监测与评价。适应性调整阶段根据监测、评价结果所反馈的信息对前述各相关步骤进行调整以确保管理目标的实现。可见,生物多样性资源管理是一个复杂的多层次动态反馈过程。

评价和研究一个区域生物多样性资源管理,就是要从概念上加以衡量,从各个步骤上进行把握,综合运用定性和定量的各种方法和技术,务求科学严谨、客观公正。遥感分析技术是在较大尺度上进行景观格局分析的有效手段(Liu et al. 2001)。通过这种方法可以监测到不同时段景观格局的变化,但是这种变化通常依赖于分辨率和尺度,而且方法本身并不能很好地揭示变化的深层原因。因此,试图凭借单一方法对一个区域的生物多样性资源管理进行分析和评价难免会出现偏颇。只有全面考虑生物多样性资源管理的概念与特征,考察其基本步骤和有关环节以及区域社会、经济、环境的综合因素,才能获得客观公正的结论,也才能真正有效地促进区域生物多样性资源管理的发展、完善与提高。

4 结语与讨论

生物多样性是近年来科学研究的一大热点,然而对生物多样性的认识还很不充分。生物多样性是一个内容广泛而且具有相当复杂性的命题。对于人类社会而言,生物多样性是人类赖以生存的物质基础,是全人类的共同财富(傅伯杰,1995),它在本质上是一种高度综合的资源形式,而且作为资源的生物多样性是一个历史范畴。从历史的角度看,人类的生物多样性资源利用以及生物多样性资源的退化在规模和强度上表现为加速过程,这使得生物多样性资源保护成为必要,并引起世人的普遍关注。在实践层面上,生物多样性资源保护经历了从单一物种方法到基于生态系统和景观方法的过渡,这是生物多样性科学研究不断深化的必然结果。生物多样性资源的利用与保护经常表现出彼此矛盾和冲突的特征,甚至使得生物多样性的资源保护和区域社会

经济发展“两败俱伤”而陷入两难境地。但是二者关系并非不可调和。协调两者关系的有效途径是生物多样性资源管理,管理对象的核心层次是生态系统和景观。这种管理应该具备主体多元化、参与的广泛性、过程的动态性与持续性、尺度性与地域性和公平性等基本特征,这也是对管理本身的基本要求。尽管目前对管理的具体运作及相关机制还不十分清楚(Wells,1998)。

生物多样性资源管理必须依赖于生物多样性及相关科学的发展。科学研究在生物多样性资源管理中发挥着至关重要的作用(Robert et al. ,1998)(表2)。但是科学研究的重点与管理的政策需求经常发生偏离(Pitelka,1993)(表3)。同时,科学家、管理者和公众之间尚未形成良好的沟通、交流与合作的关系,包括数据信息交换共享,科技成果转化和科学研究设计等关键领域,真正多学科面向管理的科学体系尚未形成。科学研究的一个重要职能就是指导实践。因此,在科学研究的过程中应该充分考虑管理的需求。为搞好生物多样性资源管理,必须对以下问题做深入研究:

1)生物多样性资源利用与生态系统功能、服务及动态。研究生物多样性资源利用的时空格局与生态系统功能、服务和动态的相互关系,寻求生物多样性资源利用的生态阈限。

2)生物多样性资源利用、保护与区域社会经济发展。研究生物多样性资源利用、保护与区域社会经济发展间的相互作用与影响机制、不确定性与可持续性,寻求生物多样性资源利用与保护的经济阈限。

3)尺度分析与整合。研究紧密相关的多个尺度上生物多样性资源动态、人类活动特征、生态系统完整性及相关规律,并进行系统分析与综合,寻求适合于不同等级尺度上的资源管理模式。

4)多学科信息集成。借助信息和计算机技术,按照一定的标准,将多学科、多部门的数据资料和研究成果集成起来,构建生物多样性资源管理的基础数据库、知识库、方法和模型库,信息管理系统、决策支持甚至专家系统,为管理者和决策者提供界面友好、功能强大的决策支持工具。同时,也能够为多方面的需求创造公平、高效的信息共享渠道;为开展多层次、多渠道的环境意识和素质教育提供基本素材。

5)体制与机制研究。探索将科学研究成果切实转化为主体管理行为的有效途径。

表 2 科学在生物多样性资源管理中的重要性
Table 2 The importance of science in biodiversity resources management

科学问题 Science issues	管理阶段 Steps in management					
	A. D.	P. R.	O. E.	P. P.	I. M. E.	A.
多尺度生态学 Multi-scale ecology	●	●	●	●	●	●
多物种科学 Multi-species science		○	●	○	●	●
监测与评价 Monitoring and evaluation	○	○			●	●
标准和指标体系 Criteria/indicators			○	○	●	
社会经济科学 Socioeconomic science	●	●	●	●	●	●
人文机制 Human dimensions	●	○	●	●	○	●
生态恢复技术 Eco-restoration techniques		○	○	●		●
不确定性 with 风险量化 Uncertainty/risk quantification		○	●	●		
模拟技术 Modeling	○	○	●	●	●	
适应性管理 Adaptive management			●	●		●
信息管理与决策支持系统 IMS and DSS		○	○	●	●	●
系统集成 Integration	○	○	○	○	○	○

注(Note): A. D. = 范围界定(Area define), P. R. = 问题辨识(Problem recognition), O. E. = 目标确定(Object establishment), P. P. = 政策方案(Policy and planning), I. M. E. = 实施、监测与评价(Implementation , monitoring and evaluation), A. = 调整(Adaptation), ● = 必须(Essential), ○ = 有益(Helpful)。

表 3 科学重点与政策需求
Table 3 Science emphasis and policy needs

科学重点 Science emphasis	政策需求 Policy needs
科学的完美性	适时结果
Scientific perfection	Timely results
全球格局	区域效应
Global pattern	Regional effects
平均状况	变异性 and 极端状态
Average status	Variation and extreme
可能结果	风险及方案
Possible results	Risks and schemes
趋势	临界值 or 阈值
Trends	Thresholds
循环与均衡	变化率
Circulation & equilibrium	Rates of change
自然影响	社会响应
Natural impacts	Social response

参考文献

陈灵芝, 1999. 对生物多样性研究的几个观点. 生物多样性, 7(4): 308 ~ 311
傅伯杰, 1995. 景观多样性分析及其制图研究. 生态学报, 15(4): 345 ~ 350
刘成武, 杨志荣, 1999. 自然资源概论. 北京: 科学出版社, 23 ~ 47
邬建国, 2000. 景观生态学——概念与理论. 生态学杂志, 19(1): 42 ~ 52
王松霏, 迟维韵, 1992. 自然资源利用与生态经济系统. 北京: 中国环境科学出版社, 35 ~ 45
赵士洞, 1997. 生物多样性科学的内涵及基本问题——介绍“DIVERSITAS”的实施计划. 生物多样性, 5(1): 1 ~ 4
赵新泉, 1998. 卧龙自然保护区管理对策研究. 林业资源管理, 6: 44 ~ 48

Bisby F A, 2000. The quiet revolution: biodiversity informatics and the Internet. *Science*, 289(5488): 2309 ~ 2312
Cairns M A and Meganck R A, 1994. Carbon sequestration, biological diversity, and sustainable development: integrated forest management. *Environmental Management*, 18(1): 13 ~ 22
Ernst-Detlef S and Harold A M (eds.), 1993. Biodiversity and Ecosystem Function. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag
Ganeshaiah K N and Uma S R, 2000. Measuring biological heterogeneity of forest vegetation types: avalanche index as an estimate of biological diversity. *Biodiversity and Conservation*, 9: 361 ~ 378
Harini N and Madhav G, 1999. Satellite imagery as a tool for monitoring species diversity: an assessment. *Journal of Applied Ecology*, 36: 388 ~ 397
Jianguo L, Marc L, Zhiyun O, Li A, Jian Y and Hemin Z, 2001. Ecological degradation in protected areas: the case of Wolong Nature Reserve for Giant Pandas. *Science*, 292: 98 ~ 101
Jon P R, 2000. Impact of the Venezuelan economic crisis on wild populations of animals and plants. *Biological Conservation*, 96: 151 ~ 159
Li Y M and Gao Z X, 2000. Illegal wildlife trade in the Himalayan region of China. *Biodiversity and Conservation*, 9(7): 901 ~ 918
Maikhuri R K and Nautiyal S, 2000. Analysis and resolution of protected area-people conflicts in Nanda Devi Biosphere Reserve, India. *Environmental Conservation*, 27(1): 43 ~ 53
McNeely J A, 1994. Protected areas for the 21st century: working to provide benefits to society. *Biodiversity and Conservation*, 3(5): 390 ~ 405
Michel L and Isabelle O, 1999. DIVERSITAS: an international programme of biodiversity science. *TREE*, 14(1): 2 ~ 3
Mikusinski G and Angelstam P, 1998. Economic geography,

- forest distribution, and woodpecker diversity in central Europe. *Conservation Biology*, **12**(1): 200 ~ 208
- Panayotou T, 1994. Conservation of biodiversity and economic development: the concept of transferable development rights. *Environmental and Resource Economics*, **4**(1): 91 ~ 110
- Pandy S and Wells M P, 1997. Ecodevelopment planning at India's Great Himalayan National Park for biodiversity conservation and participatory rural development. *Biodiversity and Conservation*, **6**(9): 1277 ~ 1292
- Pitelka L K, 1993. Biodiversity and policy decisions. In: Ernst-Detlef S, Harold A M (eds.), *Biodiversity and Ecosystem Function*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 481 ~ 493
- Rai S C and Sundriyal R C, 1997. Tourism and biodiversity conservation: the Sikkim Himalaya. *A Journal of the Human Environment*, **26**(2): 235 ~ 242
- Raul R E and Anne H E, 1992. The value of biodiversity. *AMBIO*, **21**(3): 219 ~ 226
- Robert C S and Jeri B, 1998. The ecosystem approach: science and information management issues, gaps and needs. *Landscape and Urban Planning*, **40**: 89 ~ 101
- Roy P S and Tomar S, 2000. Biodiversity characterization at landscape level using geospatial modelling technique. *Biological Conservation*, **95**(1): 95 ~ 109
- Sala O E, Chapin F S, 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science*, **287**(5459): 1770 ~ 1774
- Shahid N and Zen' ichiro K, 1998. Transcending boundaries in biodiversity research. *TREE*, **13**(4): 134 ~ 135
- Simberloff D, 1998. Flagships, umbrellas, and keystones: is single-species management passé in the landscape era? *Biological Conservation*, **83**(3): 247 ~ 257
- Timothy M S, 1992. Economics of a biodiversity convention. *A Journal of the Human Environment*, **21**(3): 250 ~ 257
- Wayne M G and Louise F, 1999. Sustaining natural and human capital: villagers and scientists. *Science*, **283** (5409): 1855 ~ 1856
- Wells M, 1992. Biodiversity conservation , affluence and poverty: mismatched costs and benefits and efforts to remedy them. *AMBIO*, **21**(3): 237 ~ 243
- Wells M P and Brandon K E, 1993. The principles and practice of buffer zones and local participation in biodiversity conservation. *AMBIO*, **22**(2 ~ 3): 157 ~ 162
- Wells M P, 1998. Institutions and incentives for biodiversity conservation. *Biodiversity and Conservation*, **7**(6): 815 ~ 835
- Xu H, Wang D and Sun X, 2000. Biodiversity clearing-house mechanism in China: present status and future needs. *Biodiversity and Conservation*, **9**(3): 361 ~ 378

(责任编辑 : 时意专)