

自然保护区管理的博弈分析

吕一河* 陈利顶 傅伯杰 徐建英

(中国科学院生态环境研究中心系统生态重点实验室, 北京 100085)

摘要:自然保护区作为地球上生态保育的基石,其管理的有效性和可持续性一直是备受关注的热点问题之一。自然保护区管理涉及自然环境和社会经济两大系统,具有复杂性特征。为解析这种复杂性,可以把自然保护区管理看成是博弈问题,将博弈论作为有力工具来解决自然保护区管理中的各种矛盾冲突,协调各种利益关系,以促进自然保护区管理的科学性、有效性和可持续性。一般地,自然保护区可以描述为 n 人博弈,能够通过 Nash 均衡和 n 人合作博弈的 Shapley 值以及核仁(Nucleolus)等方法求解。作者用博弈论思想分析了自然保护区管理中天然林保护、以电代柴和适度开发等典型案例,总结了自然保护区管理博弈分析的一般步骤。认为必须通过政策、体制和机制创新,促进自然保护区管理中各利益主体的广泛参与和密切合作,才能实现自然保护区管理中公平与效率、高效与持续的统一。

关键词: 矛盾冲突, 博弈论, n 人合作博弈, 利益主体, 复杂性

中图分类号: Q16 文献标识码: A 文章编号: 1005-0094(2004)05-0546-07

Protected area management based on game theory

LU Yi-He*, CHEN Li-Ding, FU Bo-Jie, XU Jian-Ying

Key Laboratory of Systems Ecology, Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085

Abstract: Protected areas (PAs) are the cornerstones of ecological conservation globally. Therefore, the effectiveness and sustainability of PA management has always been the focus of concern. PA management, involving physical environmental systems and socioeconomic systems, is full of complexity. In order to probe into this complexity, PA management can be considered as a game. Accordingly, game theory can be used as a powerful tool in resolving conflicts and harmonizing the relationships among various interest groups to improve the effectiveness and sustainability of PA management. Generally, PA management can be represented as n -person cooperative games with several resolution methods including Nash equilibrium, Shapley value and Nucleolus. Typical cases in PA management in China, namely natural forest protection, the switching from fuelwood to electricity, and moderate development (such as ecotourism) are analyzed under game theoretic framework. Based on these cases, a general operational framework of PA management based on game theory is established. It is suggested that the integration of fairness, efficiency and sustainability in PA management can only be realized through the innovation of policies, institutions and mechanisms to foster a wide participation and close cooperation of stakeholders.

Key words: conflicts, protected area management, game theory, n -person cooperative game, stakeholders, complexity

生物多样性的减少正作为一种不可逆转的环境危机威胁着人类的前途 (Gowdy & McDaniel, 1995)。对这一危机认识的深化促进了全球生物多样性保护理论和实践不断发展。在全球尺度上,自然保护区已经成为生态保育的基石 (Fuentes-Qu-

ezada *et al.*, 2000)。自然保护区是一种特殊的土地利用类型,以保护物种、生态系统或自然遗产等为主要目的 (吕一河等, 2003)。20世纪90年代初以来,全世界自然保护区发展迅速,总面积已经超过了地球表面面积的12% (IUCN, 2003)。改革开放以来,

中国的自然保护区建设也迅猛发展,1978-2002年间自然保护区数量年均增长17.9%。2002年底,中国陆地自然保护区面积已经达到陆地国土面积的13.2%。可见,自然保护区在中国乃至全世界已经形成了相当规模的土地利用体系,其管理的有效性也越来越成为自然保护领域备受关注的核心问题之一(薛达元和郑允文,1994;Hockings,1998;韩念勇,2000;Bruner *et al.*,2001;Liu *et al.*,2001;Lü *et al.*,2003)。然而,完备的自然保护区管理的理论与方法体系还远未形成。已有的大多是基于个案的经验探讨(Thackway & Olsson,1999;Schneider & Burnett,2000;诸葛仁和陈挺舫,2000;徐琼瑜等,2001;Nepal,2002),缺乏普适性和规范性。由于缺乏理论与方法指导,自然保护区在各种内外胁迫和压力的困扰下常常难以发挥其生态保育的功能(Liu *et al.*,1999)。本文将在自然保护区管理系统分析的基础上,将博弈论融入到自然保护区管理中,旨在为自然保护区管理实践提供新的思路和方法借鉴。

1 自然保护区管理的复杂性

一般地,自然保护区管理涉及两个系统,即自然环境系统和社会经济系统。自然环境系统主要由物种及其生境、生态系统和景观以及其他自然资源等要素构成。自然环境系统具有一定的空间分异格局(如山地的垂直带性)和时间动态(如自然演替和灾变)。社会经济系统具有高度异质性,其主体是不同层次和属性的社会利益群体,包括保护区内的社区居民、保护区周边居民,保护区管理者、科研人员、游客、企事业单位、投资者或开发商、有关政府部门、非政府组织等。不同社会利益群体的社会经济地位和影响能力不同,并且他们从事各种社会经济活动的目标体系、社会期望和价值准则也存在差异。社会经济系统和自然环境系统之间存在着经常的相互作用和反馈,使得自然环境系统或多或少地受到人类活动的影响(例如道路、居民点等人造景观);同时,在人类活动干预下自然环境系统的动态信息反馈又成为对各种人类社会经济活动进行能动调节的重要依据。

在自然保护区中,无论是自然环境系统还是社会经济系统都具有相当的复杂性。为了科学有效地管理自然保护区,就必须首先解析这种复杂性。然而直到目前,人类在这方面的努力并不十分成功。

由于环境随机性和动态性的存在,生态学及其相关科学的发展不足以帮助人们准确地预测和控制自然,甚至永远也不可能做到这一点(Bavington & Bondrup-Nielsen,1996)。自然环境系统无疑是自然保护区管理的客体 and 主要对象,既然无法对其进行准确地预测和控制,就只能在一定程度上去认识和把握其时空格局和动态演化特征,并以此为基础,把重点放在对社会经济系统的调控上。

从社会经济系统的角度分析,自然保护区管理在理论上应该具有以下主要特征(吕一河等,2001):主体的多元化、参与的广泛性、过程的动态性与持续性、公平性等。但是,在研究和实践中这些特征并没有真正得到应有的考虑和尊重,从而引发了各种矛盾和冲突(Rao *et al.*,2002)。这是自然保护区管理低效性的一个重要根源。因此,这些矛盾和冲突的解决对于自然保护区管理质量和效益的提高至关重要。

自然保护区管理是一项复杂的系统工程,其中包含了许多与冲突、竞争、协作等行为有关的重要问题。这些问题如果得不到充分考虑和有效解决,就必然会导致政策失误和自然保护区管理实践的低效。实际上,这些问题可以通过博弈理论进行描述。

博弈(game),是个体或集体决策者面对一定的环境条件,在一定的规则下,按照一定次序,一次或多次从各自可行的策略或行为中选择并实施,最终获得相应结果的过程。因此定义一个博弈需要明确几点:(1)博弈的参加者,即博弈方;(2)博弈方策略或行为的可行集;(3)博弈进行的次序;(4)博弈方的赢得(payoff)。博弈区别于一般最优化问题的根本特征在于其结果的策略依存性,即某个博弈方的最后赢得不仅与自己的策略选择有关,还受其他博弈方策略选择的影响。

博弈论(game theory)就是系统研究各种博弈问题,寻求各博弈方理性选择条件下博弈的解,并对这些解进行讨论分析的理论(谢识予,1997)。博弈论是研究竞争与协同的数学方法,作为一门完整的理论创立于20世纪40年代,已经在物种进化及种间关系、政治、军事、人类经济行为等领域得到了广泛应用。把博弈论的理论与方法引入到自然保护区管理中,对于解析自然保护区管理的复杂性、丰富和发展自然保护区管理的理论和方法体系、促进自然保护区管理的科学化和民主化具有重要的理论价值和

实践意义。

2 自然保护区管理问题的博弈描述

自然保护区管理中涉及到的各类主体,包括当地社区与公众、保护区管理部门、地方政府等构成了自然保护区管理博弈问题的博弈方集合,记作 $P = \{P_1, P_2, \dots, P_n\}$;自然保护区管理中的项目或政策选择(比如生态移民、天然林保护、生态旅游等)集合 $A = \{A_1, A_2, \dots, A_m\}$;项目或政策选择的可测度属性集 $X = \{X_1, X_2, \dots, X_m\}$;博弈方的效用函数(utility function)集 $U = \{U_1, U_2, \dots, U_n\}$,其中 U_i 是定义在 X 上的实值函数。在 A 上求解 U 获得 $n \times m$ 阶支付矩阵。博弈方 P_i 的目标是在 A 上使 U_i 最大化。这样就对自然保护区管理博弈完成了总体描述(Shields *et al.*, 1999)。

可以看出,自然保护区管理构成了多准则、多目标的 n 人博弈。博弈中,不同博弈方的效用函数不同,具体目标存在差异,甚至互相抵触;各博弈方对于局势的信息把握不平衡,对博弈进程的影响能力也不同,因为各博弈方经常处于一定的强、弱势对比之中。项目或政策选择集确定以后,就相应地规定了各博弈方的策略集合。自然保护区管理博弈的理想结果是达到总效用的最优化,具体表现为总收益的最大化或者总损失、总成本的最小化。不仅如此,还应该保证所有的博弈方都能或多或少地受益,也就是成本和收益在博弈方之间的公平分配。

3 自然保护区管理博弈问题的求解

3.1 Nash-Harsanyi 谈判模型

$$\text{Obj. max } \prod_{i=1}^n (v_i - u_i) \quad (1)$$

$$\text{S. t. } v_i \geq u_i, i \in N, i \leq n; v_i, u_i \in R$$

其中 u_i 为博弈方 i 的现状效用值, v_i 为博弈方 i 谈判结果所赢得的效用值, $\mu = (u_i)_{n \times 1}$, R 为 u 的可行域。求解这个模型可以得到博弈问题的 Nash 均衡解。这个谈判模型要求各博弈方都合乎理性(岳超源 2003)。

Nash-Harsanyi 谈判模型存在两个问题。第一, n 人谈判中缺乏明确的决定谈判破裂时各博弈方收益的破裂点;第二,模型的最优解通常表现为备择集 A 上的概率分布。这就意味着如果博弈反复进行下去,结果将会是备选方案的加权平均。

3.2 n 人合作博弈模型

设 S 为 P 的非空子集,即 $S \subset P, S \neq \emptyset$, S 称作联盟, P 为总体联盟,博弈的后果记作 $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$,即各博弈方相应的最后赢得。联盟 S 的特征函数为 $u(S)$,是 S 成员相互合作所能达到的最大收益。

n 人合作博弈需要满足以下条件(Jia & Yokoyama 2003):

$$(1) \text{ 个体理性 } x_i \geq u(i);$$

$$(2) \text{ 集体理性 } \sum_{i \in S} x_i \geq u(S)$$

$$(3) \text{ 超可加性 } u(S_1 \cup S_2) \geq u(S_1) + u(S_2)$$

$$(4) \text{ 总体理性 } \sum_{i \in P} x_i = u(P)$$

如果 x 和 v 代表成本或损失,则上述条件中的不等号方向改变。

3.2.1 Shapley 值

Shapley 值构成 n 人合作博弈模型($n \in P$)的有效解,具体计算方法如下(Yen *et al.*, 2000):

$$x_i = \sum_{S \subset P} \frac{(s-1)!(p-s)!}{p!} [u(S) - u(S-i)] \quad (2)$$

其中 s 和 p 分别是联盟 S 和 P 中博弈方的数目。

3.2.2 核仁(Nucleolus)及其相关解

定义超出函数(excess function), $e(S, x) = u(S) - x(S)$ 。求解博弈的过程就是在理性约束下寻找能够保证 $e(S, x)$ 最大的 $u(P)$ 在各博弈方之间的分配(Lejano & Davos 2001),这是一种同情弱势群体分配方案的分配方案(杨志峰等 2003)。通过反复迭代解下列线性规划模型就可以达到这样的分配方案:

$$\text{Obj. max } \varepsilon \quad (3)$$

$$\text{S. t. } e(S, x) - \varepsilon \geq 0$$

$$\sum_{i \in S} x_i - \varepsilon \geq u(S)$$

$$\sum_{i \in P} x_i = u(P)$$

4 自然保护区管理博弈的案例分析

4.1 天然林保护博弈

天然林保护工程是国家在保护生态环境质量和促进社会经济可持续发展的一项重要战略决策。在这样的宏观政策背景下,一些自然保护区也开始启动天然林保护工程,并把这一工程作为生物多样性保护、生境恢复、协调保护区与社区关系和推动环境教育的重要途径。例如,卧龙自然保护区将保护区

内的社区(包括农户和村委会)、乡政府、保护站、巡山监测队和保护区内的一些相关部门纳入到天然林保护工程之中。通过参与天然林保护,这些群体和单位按照天然林保护的面积和效果获得一定的经济收入(图 1)。保护区的主管部门对于天然林保护工程的投资和政策安排会给保护区内的天然林保护博弈带来重要影响,因此主管部门与保护区也构成博弈关系。为简化问题,这部分博弈关系暂不考虑。

在自然保护区内部,天然林保护工程实际上可以构成 n 人博弈,通过 Nash-Harsanyi 谈判模型或 n 人合作博弈模型能够获得比较理想的结果。天然林保护博弈用模型可以简单描述如下:

$$\begin{aligned}
 \text{Obj. Max } & IK(F_i - T_i) & (4) \\
 \text{S. t. } & P_i = F_i \cdot e_i, C_i = f(A_i), P_i - C_i > 0 \\
 & F_i = g(A_i), F_i > T_i \\
 & F = \sum F_i
 \end{aligned}$$

上述模型中 i 为天然林保护博弈中博弈方标识, F 为主管部门对天然林保护工程的资助, F_i 为博弈方 i 可获得的资助, P_i 为博弈方 i 实际获得的支付, C_i 为博弈方 i 参与天然林保护的总成本, A_i 为博弈方 i 的天然林管护面积及其相关特征, f, g 为一定的函数关系, $e_i \in [0, 1]$ 为其管护效果参数, T_i 为博弈方 i 不参与天然林保护时(如通过林产品采集等)的收益。这个模型在形式上属于个体理性和总体理性约束下的 Nash-Harsanyi 谈判模型。

通过这个模型的分析,可以得出以下几点认识:

- (1) 各博弈方共同参与的群决策机制是实现利益公平分配和总效益最优的基本保障。在这个群决策过程中需要尽量使各博弈方对各种局势有清楚的认识,即创设一种完全信息化的环境;同时,要尽量保证各博弈方平等地影响决策进程。
- (2) e_i 的确定在

各博弈方之间必须遵循统一的标准,即各博弈方管护效果评定与收益和支付的公正性。否则将会出现以下情况:监管严格的博弈方能够将自己的责任区管护好,监管不严的博弈方即使失职也没有损失,其管护区必将遭受破坏,从而无法实现天然林保护的目标。(3)当支付剩余 $R = F_i - P_i > 0$ 时, R 如何处理需要给予妥善解决,可以考虑将 R 并入下一年度的 F 中进行再分配。(4)资助水平 F 不能太低,而且其分配 F_i 要保持一定的均衡。

图 1 所示是一种未充分参与下的非博弈均衡结果,森林管护责任与收益分配未必合理。在实际构成上,这里的社区包括 1121 个农户和 8 个村委会;3 个乡镇政府共 78 人,4 个保护站共 36 人,巡山监测队及有关部门共 117 人。在对天然林保护工程的相关政策与实施的影响力上,虽然社区人数占绝对优势,但其影响力处于明显弱势;其余均为强势群体,虽然人员有限,但在相当程度上既是运动员又是裁判员。在成本和收益上,社区农户要参与天然林保护工程并获得一定收益,不仅需要投入一定的时间和劳力,同时也失去了利用森林资源(比如薪柴)的机会,而其他各方均没有这部分损失,但仍可能有更高的净收益。因此,在天然林保护博弈中,应该充分考虑这些因素,采用 n 人博弈的理论与方法以及上述模型的启示对工程的规划、设计和实施进行规范,最大限度地解决各种矛盾和冲突,实现效率与公平的最佳契合与生态、社会和经济效益的优化和统一。

4.2 以电代柴博弈

由于水能资源的清洁性和可再生性,在许多水能资源丰富的地区开始了以小水电代替农村薪柴能源的尝试,以保护森林生态系统和改善整体环境质

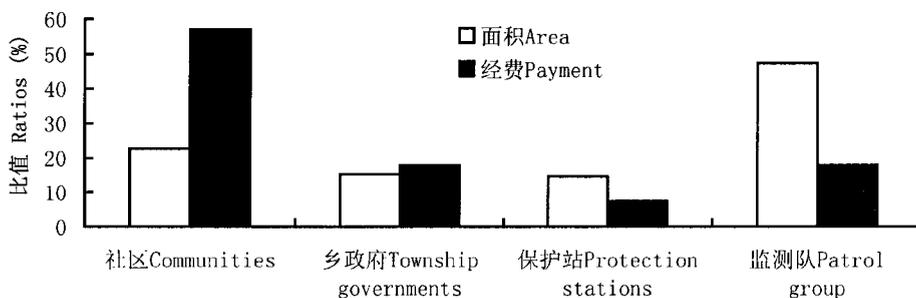


图 1 卧龙自然保护区 2002 年天然林管护面积与经费分配比例(%)
 Fig. 1 The area and payment ratios (%) of natural forest protection in Wolong Nature Reserve in 2002

量。在自然保护区中,以电代柴对森林生态系统、自然生境和景观的保护具有积极作用,但是给当地农民的生产生活(例如传统取暖、做饭和养猪方式)带来一定的影响。电价是决定农户是否接受以电代柴的重要因素(An *et al.* 2002),同时也是电力公司考虑的重要问题。而且,承担以电代柴供电任务的发电站一般规模较小,没有调节能力或调节能力很小,在枯水期和用电高峰期,就需要从外部电网买入电量以供本区用户消费,这一般高于本地电价。因此,在自然保护区内部至少构成社区农户、电力公司、保护区主管部门三方参与的合作博弈。在这一博弈中,电价成为联系各博弈方利益的重要纽带。

在比较简单的情形下可以认为:农户有两种策略选择,即参与(P)或不参与(U)以电代柴;电力公司有两种策略选择,即降价(D)、涨价(A);主管部门也有两种策略选择,即强制(C)、激励和引导(I)。各博弈方所有策略组合有 $2^3 = 8$ 种,包括(P, D, C)、(P, D, I)、(P, A, C)、(P, A, I)、(U, D, C)、(U, D, I)、(U, A, C)和(U, A, I)。在这8种组合中剔除严格劣组合($U, -I$)、($-A, I$)、($U, -C$),因为策略 U 与 I, A 与 I, U 与 C 同时发生的可能性极小。在其余的3种策略组合中总体偏好顺序为(P, D, I) > (P, D, C) > (P, A, C),因为(P, D, C)和(P, A, C)分别会让电力公司和社区农户承担以电代柴的超额成本。所以在该博弈中,各博弈方理想的策略组合(P, D, I)是主管部门采取激励和引导机制(例如对电力公司和农户税费优惠),促使电力公司能够在保持低水平电价情况下至少不亏损,确保农户完全以电代柴后家庭纯收入至少保持在不参与以电代柴的水平。否则,各博弈方之间的矛盾就会强化,合作就比较脆弱,以电代柴将难以为继。

4.3 适度开发博弈

自然保护区本质上也是一个社会空间(Ghimire & Pimbert, 1997),因而不能从人的背景中割裂开来(Mehta & Heinen, 2001)。如果忽视当地人的需求、渴望和意见,发展中国家自然保护区的长期存在将会受到威胁,这是目前关于自然保护区管理广为接受的观点(McNeely, 1990; Raval, 1994)。因此,自然保护区管理正在从传统的强制性保护向广泛参与的、保护与适度开发相结合的新范式转变。

自然保护区内的适度开发博弈首先可以看作是整体社会经济系统与自然环境系统之间的重复博

弈。在一定的自然环境可持续承载条件下,社会经济系统内部各利益群体之间的成本、收益分配问题可以通过 n 人合作博弈解决。

在自然保护区中,适度开发博弈的一个典型例子就是生态旅游。要使生态旅游真正能够成为整合自然保护区生态保育和社会经济发展,实现保护与发展双赢的有效途径,就必须满足以下条件(Nelson, 1994; Bookbinder *et al.*, 1998): (1)确定目标; (2)开展相关生态和社会经济系统的研究,以提供更多更好的信息帮助认识和决策; (3)关注效率; (4)环境教育; (5)广泛参与; (6)道德规范; (7)监测评价; (8)成本收益的公平分配。

生态旅游博弈中也存在多个博弈方,包括当地社区(Vincent & Thompson, 2002)、游客(Hearne & Salinas, 2002)、开发和运营商(Haroon, 2002; Ogotu, 2002)、政府机构(Wight, 2002)和非政府组织(Barkin & Bouchez, 2002)。而当地社区、保护区管理部门、开发和运营商以及游客在自然保护区的旅游管理中是特别重要的博弈方(Eagles *et al.*, 2002)。各博弈方都有自己的效用函数和策略空间,并且通过一定的策略组合相互作用。可以认为当地社区的策略选择为:积极参与(AP)、消极参与(PP)、不参与(NP);管理部门的策略选择为:科学管理(RM)、放任(NR)、禁止(TP);开发和运营商的策略选择为:投资(I)、观望(L)、撤出(E);游客的策略选择为:经常游览(O)、一次足够(C)、从不游览(N)。全部策略组合有 $3^4 = 81$ 种。剔除严格劣组合并比较各可行组合,该博弈中最理想的策略组合为(AP, RM, I, O),即在科学管理的框架下,当地社区积极参与,开发和运营商投资活跃,游客经常游览,经济、社会、生态效益协调的良性循环。

综合上述案例可以看出,自然保护区管理博弈分析的基本步骤包括:(1)问题辨识。从自然保护区管理面临的实际问题 and 需求出发,考察各种政策、规划、工程等是否存在利益的竞争、冲突和对抗。若存在,进入下一阶段。(2)博弈方分析。分析具体问题中所涉及到的主要利益相关群体及其策略。(3)建立模型。用适当模型对博弈方的所有策略组合进行描述。(4)稳定性分析与模型求解。按照一定规则剔除不合理的策略组合,完成模型求解。

5 讨论

自然保护区正以前所未有的速度不断增加。然

而正当它们对人类日益重要时,却迎来了非常严峻的挑战,甚至是对于其基本存在的威胁(<http://www.protected-landscapes.org/protarea.html>)。为了在各种威胁和挑战中保全这些特殊地区,一个新的管理范式正在形成并被世界所认可。这种新范式认为,自然保护区管理必须建立在同当地人、关键利益团体等管理核心合作的基础之上。

人类活动是自然保护区中的一种重要营力,影响着自然资源和景观的时空格局。人类活动的影响结果大致分为两种,即资源耗竭与生态退化,或者生态恢复与资源的可持续利用。在不能准确预测和控制自然保护区自然环境系统的情况下,合理调控和科学监测人类活动,使人类活动朝着促进自然保护区生态恢复和保育以及资源可持续利用的方向发展,就成为加强和改善自然保护区管理的重要途径(吕一河等 2004)。

要减小自然保护区的人口压力,传统人类活动和思维方式的转变是必要的,但是这种转变不会自发生,而必须借助于有效机制和方法的促进。在自然保护区管理中合理调控人类行为,需要一系列的理论、体制或制度的创新。首先,在体制上应强调广泛参与,将博弈论引入自然保护区管理,并把该理论作为协调多元化主体利益关系的重要工具以解决自然保护区管理中的公平和效率问题。其次,在制定实施各种有关自然保护区保护与发展的政策、项目和规划的具体操作中,应将所涉及的各利益相关群体的需求、利益关系等做全面分析,通过 n 人合作博弈机制寻求各种利益关系的公平与均衡,从而化解自然保护区管理中的各种矛盾冲突,促进自然保护区管理质量和效能的提高。第三,加强对各级各类自然保护区公开的功能评价,这是改善自然保护区管理博弈中的信息水平,促进公众监督和参与,改善自然保护区管理质量的重要环节。

博弈分析作为一种解决冲突的有效工具,在自然保护区管理中的关键作用在于预测各博弈方理性条件下的行为选择,从而为生物多样性保护与可持续利用过程中涉及的成本分担、惠益共享、生态补偿等问题提供理论依据和决策支持。

参考文献

An, L., Lupi, F., Liu, J., Linderman, M. A. and Huang, J. 2002. Modeling the choice to switch from fuelwood to elec-

- tricity implications for Giant Panda habitat conservation. *Ecological Economics*, **42**: 445–457.
- Barkin, D. and Bouchez, C. P. 2002. NGO-community collaboration for ecotourism: a strategy for sustainable regional development. *Current Issues in Tourism*, **5**: 245.
- Bavington, D. and Bondrup-Nielsen, S. 1996. The dilemma of conservation biology: domination vs. respect for nature. *Ambio*, **25**: 532–533.
- Bookbinder, M. P., Dinerstein, E., Rijal, A., Cauley, H. and Rajouria, A. 1998. Ecotourism's support of biodiversity conservation. *Conservation Biology*, **12**: 1399–1404.
- Bruner, A. G., Gullison, R. E., Rice, R. E. and Fonseca, G. A. B. 2001. Effectiveness of parks in protecting tropical biodiversity. *Science*, **291**: 125–127.
- Eagles, P. F. J., McCool, S. F. and Haynes, C. D. 2002. *Sustainable Tourism in Protected Areas: Guidelines for Planning and Management*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- Fuentes-Quezada, E. R., Sekhran, N. and Kunte-Pant, A. 2000. Nesting biodiversity conservation into landscape management. *Natural Resources Forum*, **24**: 83–95.
- Ghimire, K. B. and Pimbert, M. P. 1997. Social change and conservation: an overview of issues and concepts. In: Ghimire, K. B. and Pimbert, M. P. (eds.), *Social Change and Conservation: Environmental Politics and Impacts of National Parks and Protected Areas*. Earthscan Publications Limited, London.
- Gowdy, J. M. and McDaniel, C. N. 1995. One world, one experiment: addressing the biodiversity-economics conflict. *Ecological Economics*, **15**: 181–192.
- Han, N. Y. (韩念勇). 2000. A policy study on sustainable management for China's nature reserves. *Journal of Natural Resources*(自然资源学报), **15**: 201–207. (in Chinese with English abstract)
- Haroon, A. I. 2002. Ecotourism in Pakistan: a myth? *Mountain Research and Development*, **22**: 110–112.
- Hearne, R. and Salinas, Z. 2002. The use of choice experiments in the analysis of tourist preferences for ecotourism development in Costa Rica. *Journal of Environmental Management*, **65**: 153–163.
- Hockings, M. 1998. Evaluating management of protected areas: integrating planning and evaluation. *Environmental Management*, **22**: 337–345.
- IUCN. 2003. *The Durban Action Plan*. 5th IUCN World Park Congress. September 2003, Durban, South Africa, 8–17.
- Jia, N. X. and Yokoyama, R. 2003. Profit allocation of independent power producers based on cooperative game theory. *Electrical Power and Energy Systems*, **25**: 633–641.
- Lejano, R. P. and Davos, C. A. 1999. Cooperative solutions for sustainable resource management. *Environmental Management*, **24**: 167–175.
- Liu, J., Ouyang, Z., Taylor, W. W., Group, R., Tan, Y. and Zhang, H. 1999. A framework for evaluating the effects of human factors on wildlife habitat: the case of Giant Pandas. *Conservation Biology*, **13**: 1360–1370.

- Liu, J., Linderman, M., Ouyang, Z., An, L., Yang, J. and Zhang, H. 2001. Ecological degradation in protected areas: the case of Wolong Nature Reserve for Giant Pandas. *Science*, **292**: 98 – 101.
- Lü, Y. H. (吕一河), Fu, B. J. (傅伯杰) and Chen, L. D. (陈利顶). 2001. Biodiversity resources: utilization, conservation and management. *Biodiversity Science* (生物多样性), **9**: 422 – 429. (in Chinese with English abstract)
- Lü, Y. H. (吕一河), Fu, B. J. (傅伯杰), Liu, S. L. (刘世梁) and Chen, L. D. (陈利顶). 2003. Comprehensive evaluation of the functions of Wolong Nature Reserve. *Acta Ecologica Sinica* (生态学报), **23**: 571 – 579. (in Chinese with English abstract)
- Lü, Y., Chen, L., Fu, B. and Liu, S. 2003. A framework for evaluating the effectiveness of protected areas: the case of Wolong Biosphere Reserve. *Landscape and Urban Planning*, **63**: 213 – 223.
- Lü, Y. H. (吕一河), Fu, B. J. (傅伯杰) and Chen, L. D. (陈利顶). 2004. Biodiversity conservation and sustainable utilization: the ways from dilemmas to win-win situations. In: Chen, Y. Y. (陈宜瑜) (ed.), *Advances in Biodiversity Conservation and Research in China—Proceedings of the Fifth National Symposium on the Conservation and Sustainable Use of Biodiversity in China* (中国生物多样性保护与研究进展: 第五届生物多样性保护与可持续利用研讨会论文集). China Meteorological Press, Beijing, 55 – 62. (in Chinese with English abstract)
- McNeely, J. A. 1990. The future of national parks. *The Environmentalist*, **32**: 16 – 20, 36 – 41.
- Mehta, J. N. and Heinen, J. T. 2001. Does community-based conservation shape favorable attitudes among locals? An empirical study from Nepal. *Environmental Management*, **28**: 165 – 177.
- Nelson, J. G. 1994. The spread of ecotourism: some planning implications. *Environmental Conservation*, **21**: 248 – 255.
- Nepal, S. K. 2002. Linking parks and people: Nepal's experience in resolving conflicts in parks and protected areas. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, **9**: 75 – 90.
- Ogutu, Z. A. 2002. The impact of ecotourism on livelihood and natural resource management in Eselenkei, Amboseli Ecosystem, Kenya. *Land Degradation & Development*, **13**: 251 – 256.
- Rao, M., Rabinowitz, A. and Khaing, S. T. 2002. Status review of the protected-area system in Myanmar, with recommendations for conservation planning. *Conservation Biology*, **16**: 360 – 368.
- Raval, S. R. 1994. Wheel of life: perceptions and concerns of the resident peoples for Gir National Park in India. *Society and Natural Resources*, **7**: 305 – 320.
- Schneider, I. E. and Burnett, G. W. 2000. Protected area management in Jordan. *Environmental Management*, **25**: 241 – 246.
- Shields, D. J., Tolwinski, B. and Kent, B. M. 1999. Models for conflict resolution in ecosystem management. *Socio-Economic Planning Science*, **33**: 61 – 84.
- Thackway, R. and Olsson, K. 1999. Public/private partnerships and protected areas: selected Australian case studies. *Landscape and Urban Planning*, **44**: 87 – 97.
- Vincent, V. C. and Thompson, W. 2002. Assessing community support and sustainability for ecotourism development. *Journal of Travel Research*, **41**: 153 – 160.
- Wight, P. A. 2002. Supporting the principles of sustainable development in tourism and ecotourism: government's potential role. *Current Issues in Tourism*, **5**: 222.
- Xie, S. Y. (谢识予). 1997. *Economic Game Theory* (经济博弈论). Fudan University Press, Shanghai, 1 – 36. (in Chinese)
- Xu, Q. Y. (徐琼瑜), Hu, W. Q. (胡伟强) and Wang, X. R. (王祥荣). 2001. An approach to sustainable management pattern of China's nature reserves—taking management pattern of London's nature reserves for reference. *Urban Environment & Urban Ecology* (城市环境与城市生态), **14** (5): 20 – 22. (in Chinese with English abstract)
- Xue, D. Y. (薛达元) and Zheng, Y. W. (郑允文). 1994. A study on evaluation criteria for effective management of the nature reserves in China. *Rural Eco-Environment* (农村生态环境), **10** (2): 6 – 9. (in Chinese with English abstract)
- Yang, Z. F. (杨志峰), Feng, Y. (冯彦), Wang, X. (王烜) and Zhang, W. G. (张文国). 2003. *Safeguarding System of Sustainable Water Resources Utilization: Theories and Applications* (流域水资源可持续利用保障体系: 理论与实践). Chemical Industry Press, Beijing, 91 – 115. (in Chinese)
- Yen, J., Yan, Y., Contreras, J., Ma, P. and Wu, F. F. 2000. Multi-agent approach to the planning of power transmission expansion. *Decision Support Systems*, **28**: 279 – 290.
- Yue, C. Y. (岳超源). 2003. *Theories and Methods for Decision Making* (决策理论与方法). Science Press, Beijing, 383 – 417. (in Chinese)
- Zhuge, R. (诸葛仁) and Chen, T. F. (陈挺舫). 2000. An approach to involving local communities into participatory management of natural resources in Wuyishan National Nature Reserve in Fujian. *Rural Eco-Environment* (农村生态环境), **16** (1): 47 – 52. (in Chinese with English abstract)