

# 扎龙自然保护区生态系统服务价值变化研究

张淑花<sup>1,2</sup>, 张雪萍<sup>2</sup>

(1. 绥化学院 旅游与资源管理系, 黑龙江 绥化 152061; 2. 哈尔滨师范大学 地理科学学院, 哈尔滨 150024)

**摘 要:**在 Constanza 生态系统服务价值理论的基础上, 结合扎龙自然保护区 1989 年、1999 年和 2006 年土地利用变化状况, 计算出 1989—2006 年生态系统服务价值的变化。结果表明: 土地利用类型结构的变化使生态系统服务价值发生明显变化, 生态系统服务价值由 1989 年的  $7.511\ 65 \times 10^9$  元下降为 2006 年的  $7.269\ 79 \times 10^9$  元, 年均损失  $1.423 \times 10^7$  元; 从生态系统服务功能价值看, 废物处理、水源涵养和气候调节功能价值贡献率在 79% 以上, 单项服务功能价值变化中, 除食物生产功能表现增加外, 其它的功能都表现降低的趋势; 就生态系统服务价值构型而言, 湿地系统、水域系统和草地系统的生态价值占总生态系统服务价值的 97% 以上, 是扎龙自然保护区生态系统服务价值的主体部分, 其中湿地在整个生态系统服务价值中的影响最大。

**关键词:**土地利用变化; 生态服务价值; 扎龙自然保护区

中图分类号: F124.5

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2010)04-0073-05

## Analysis on the Change of Eco-system Service Value in Zhalong Natural Protection Area

ZHANG Shu-hua<sup>1,2</sup>, ZHANG Xue-ping<sup>2</sup>

(1. Department of Tourism and Resource Management, Suihua College, Suihua Heilongjiang 152061, China;

2. College of Geography Science, Harbin Normal University, Harbin 150024, China)

**Abstract:** Based on the data of remote sensing images in Zhalong Natural Protection Area in the year of 1988, 1999 and 2006, this paper analyzed changes in land use and ecosystem service values using Costanza's method. The results showed that the ecosystem service values in Zhalong Natural Protection Area changed obviously owing to the land use changes, the ecosystem service value descend from  $7.511\ 65 \times 10^9$  Yuan in 1989 to  $7.269\ 79 \times 10^9$  Yuan in 2006, with a decrease rate of  $1.423 \times 10^7$  Yuan per year. Among the ecosystem services, functions of waste disposal, water conservation and climate regulation were the most important parts, accounting for over 79%. In the changed value of each functions, all declined except material production service value. For the structures of ecosystem service values, wet land, water bodies and grass land were the main components, with a total contribution rate of 97%, the impact of wetland was the biggest in the ecosystem.

**Key words:** land-use change; eco-services value; Zhalong Natural Protection Area

生态系统不仅创造了人类生存的环境, 还不断地提供产品与服务来满足人类生存的需要, 其产品与服务的价值化已被广泛运用在理解和探讨人类的可持续发展中。生态系统服务是指由自然系统的生境、物种、生物学状态、性质和生态过程所生产的物质及其所维持的良好的生活环境对人类的服务性能<sup>[1]</sup>。土地是各种自然生态系统的载体, 生态系统类型在土地利用中的表现为土地利用类型, 土地利用作为人类最基本的实践活动, 通过区域生态进程和服务间的相互

作用直接影响区域生态服务价值<sup>[2]</sup>。土地利用以及由此导致的土地覆盖变化影响着生态系统的结构和功能, 对维持生态系统服务功能起着决定性的作用, 研究土地利用/土地覆盖变化情况下的生态系统服务价值的变化具有重要现实意义<sup>[3]</sup>。

## 1 研究区概况

扎龙自然保护区位于黑龙江省西部, 松嫩平原乌裕尔河下游, 齐齐哈尔市东南郊 26.7 km 处, 地理坐

收稿日期: 2010-01-22

资助项目: 黑龙江省教育厅科学技术项目(11531440); 绥化学院科研创新团队资助项目(CX2008003)

作者简介: 张淑花(1978—), 女, 黑龙江宝青人, 讲师, 在读博士, 主要研究方向: 区域经济与环境生态学。E-mail: zshua\_2001@126.com

通信作者: 张雪萍(1962—), 女, 哈尔滨人, 博士, 教授, 主要研究方向: 土壤动物与环境生态学。E-mail: hellozxp@163.com

标为 123°47′—124°37′E,46°52′—47°32′N,地跨齐齐哈尔市的富裕县、泰来县、铁峰区、昂昂溪区和大庆市的林甸县、杜尔伯特蒙古族自治县等 6 个县区,总面积 2 100 km<sup>2</sup>,是一个以鹤类等大型水禽为主体的珍稀鸟类和湿地生态类型的国家级自然保护区。本区地势北高南低,中间低洼,东西地势高,整个湿地自北向南呈三角形。气候属温带大陆性季风气候,年平均气温 2~4℃,年平均降雨量 426 mm,主要集中于 7—9 月,占全年降雨量的 70%。1992 年扎龙国家级自然保护区就已被列入国际重要湿地名录,根据生态环境和功能,湿地划分为 3 个区域:核心区面积 500 km<sup>2</sup>,为保存完好的典型湿地生境,主要为芦苇沼泽,是鹤类等珍稀水禽重要的栖息地和巢区分布地;缓冲区面积 1 480 km<sup>2</sup>,分布着成片或断续的芦苇沼泽、苔草沼泽及湖泊,也是鹤类等珍稀水禽的活动领域和栖息繁殖地,区内村屯较多,有铁路、公路干线和大型水利工程;实验区面积为 120 km<sup>2</sup>,生境与缓冲区相同,主要进行鹤类实验研究,并有限开放生态旅游。

## 2 研究方法

### 2.1 土地利用/覆盖数据获取

主要以 1989 年 6 月、1999 年 9 月美国 Landsat—TM 影像和 2006 年 6 月的 CBERS(中巴资源卫星)为数据源,TM 影像选用 TM4,3,2 波段进行假彩色合成,CBERS 最高空间分辨率为 19.5 m,CCD(电荷合耦相机)光谱段的设计与美国 Landsat—TM 影像相似<sup>[4]</sup>,因此也选择 4,3,2 波段组合。所有遥感图像经过增强、纠正、镶嵌等处理后,根据影像特征,在参考其它相关资料的基础上,将研究区域的土地利用类型划分为耕地(平原旱地、水田)、草地、林地、未利用地(盐碱地)、水域、湿地(沼泽湿地)和建设用地(城镇、农村居民地、工矿、交通用地)等 7 类,建立不同土地利用类型的判读标志并进行人机交互解译,再进行实地校验,修改无误后建立扎龙自然保护区土地利用数据库,数据格式 Coverage,投影方式为(Albers)等面积割圆锥投影,中央经线为 105°E,双标准纬线分别为 25°N 和 47°N,坐标原点为(0,0)。

### 2.2 土地利用类型动态度

土地利用类型动态度( $K$ )指的是某研究区一定时间范围内某种土地利用类型的数量变化情况,其计

算公式如式(1)。

$$K=\frac{U_b-U_a}{U_a}\times\frac{1}{T}\times100\% \quad (1)$$

式中: $U_a$ 、 $U_b$ ——研究初期及研究末期某一种土地利用类型的数量; $T$ ——研究时段,当  $T$  的时段设定为年时, $K$ ——该研究区某种土地利用类型年变化率。

### 2.3 生态系统服务价值评价

生态系统对人类的贡献可以用经济价值来评估,通过货币化生态系统服务的功能和效益,可以给出这种服务在经济上的价格标签。认识生态系统服务的巨大价值,特别是将生态系统服务的经济价值融入到市场经济的运行中去,将会使人们更加意识到保护生态系统服务功能的重要性<sup>[2-3]</sup>。近年来,生态系统服务价值的研究逐渐成为生态学和生态经济学的一个热点,其中,美国生态学家 Constanza 等人的研究成果引起了世界各国极大的反响<sup>[5]</sup>。他将全球生物圈划分为:海洋、森林、草原、湿地、水面、荒漠、农田等 16 大类 26 小类;将生态系统服务功能划分为气体调节、气候调节、养分循环、土壤形成、文化娱乐等 17 种功能,对不同土地利用类型的生态系统服务价值进行了量化。但在其研究中某些数据与实际存在较大偏差,如对耕地服务价值估计过低,湿地价值又偏高等。针对此问题,谢高地等将生态系统服务体系分为 9 种功能,并结合我国的土壤、地形等特点,对 Costanza 的生态系统单价进行了修正,并得出我国一级生态系统的生态服务价值<sup>[6]</sup>,此外,我国其他学者对不同区域生态系统服务价值也作了大量的研究<sup>[7-11]</sup>。

本文基于 Constanza 的生态系统服务价值理论,结合谢高地等对我国平均状态生态系统服务价值的单价,对扎龙自然保护区生态系统服务价值变化进行研究。生态系统服务价值计算公式如式(2)。

$$ESV=\sum A_k\times VC_k \quad (2)$$

式中: $ESV$ ——研究区生态系统服务总价值(元); $A_k$ ——研究区第  $k$  种土地利用类型的分布面积(hm<sup>2</sup>), $VC_k$ ——生态价值系数,即单位面积上  $k$  种土地利用类型的生态系统服务价值(元/hm<sup>2</sup>)。

为得到不同土地利用类型的生态系统服务价值,现将本文所划分的研究区土地利用类型与生态系统类型进行对照(表 1)。

表 1 与土地利用类型相对应的生态系统类型及其生态价值系数

元/hm<sup>2</sup>

土地利用类型	林地	草地	耕地	湿地	水域	建设用地	未利用地
生态系统类型	森林	草地	农田	湿地	水体	城市工矿	荒漠
生态价值系数	19334	6406.5	6114.3	55489	40676.4	0	371.4

2.4 敏感度指数计算方法

为验证生态系统类型对于土地覆盖类型的代表性以及生态价值系数的准确性,引入生态价值弹性系数(CS),以反映生态系统服务价值对生态价值系数的依赖程度,其基本理论与经济学的弹性系数相似,即某一生态系统价值系数的变化引起整个生态系统的总价值的变化状况<sup>[12-13]</sup>。具体计算方法如下:

$$CS=|\frac{(ESV_j-ESV_i)/ESV_i}{(VC_{jk}-VC_{ik})/VC_{ik}}| \tag{3}$$

式中:CS——生态价值弹性系数;ESV——估算的生态系统服务价值;VC——生态价值系数,i,j——调整前和调整后的状态,k 代表各土地利用类型。CS>1,表明 1%的 VC 变动会引起 ESV 大于 1%的变动,说明 ESV 对 VC 是富有弹性的;CS<1,表明 1%的 VC 变动会引起 ESV 小于 1%的变动,说明生态系统服

务价值是缺乏弹性的,比值越大,表明生态价值系数的准确性对生态系统服务价值的评估越关键。

3 结果与分析

3.1 土地利用/土地覆被变化

表 2 为研究区的各土地利用类型 1989—2006 年变化面积、变化率及动态度。从表 2 可以看出,扎龙自然保护区 1989—2006 年土地利用变化面积较大的有耕地、未利用地和草地,其中耕地、未利用地面积增加,增加率均在 20%以上,这主要是因为 17 a 间对土地的开垦以及过度利用使得盐碱地面积增加所致,另外建设用地也表现出增加的趋势,这主要是由于农村和城镇用地以及交通用地增加所致。土地利用面积减小的类型有草地、湿地和水域,其中草地面积减小程度最大,年均减少率为 1.04%。

表 2 研究区土地利用类型变化面积及动态度

项 目		林地	草地	耕地	湿地	水域	建设用地	未利用地
面积/hm <sup>2</sup>	1989 年	939	38420	20770	118978	12600	1851	15816
	1999 年	940	33647	25361	115648	12528	1983	19267
	2006 年	837	31615	28056	114946	12144	2094	19681
1989—1999	变化面积/hm <sup>2</sup>	1	—4773	4591	—3330	—72	132	3451
	变化率/%	0.11	—12.42	22.10	—2.80	—0.57	7.13	21.82
	动态度/%	0.01	—1.24	2.21	—0.28	—0.06	0.71	2.18
1999—2006	变化面积/hm <sup>2</sup>	—103	—2032	2695	—702	—384	111	414
	变化率/%	—10.96	—6.04	10.63	—0.61	—3.07	5.60	2.15
	动态度/%	—1.57	—0.86	1.52	—0.09	—0.44	0.80	0.31
1989—2006	变化面积/hm <sup>2</sup>	—102	—6805	7286	—4032	—456	243	3865
	变化率/%	—10.86	—17.71	35.08	—3.39	—3.62	13.13	24.44
	动态度/%	—0.64	—1.04	2.06	—0.20	—0.21	0.77	1.44

3.2 生态系统服务价值变化

根据前文所述生态系统服务价值的估测方法,得出扎龙地区生态系统服务价值从 1989—2006 年的变化状况(见表 3)。从生态系统服务总价值看,生态系统服务价值总体呈下降趋势。从各生态系统服务价值的构成看,湿地系统、水域系统和草地系统的生态价值占总生态系统服务价值的 97%以上,是生态系统服务的主体部分;林地系统、耕地系统、建设用地系统及未利用地系统的生态价值较少,占生态系统服务价值的不到 3%。1989—2006 年湿地面积减少 4 032 hm<sup>2</sup>,生态价值损失了 2.237 3 亿元,水域面积减少了 456 hm<sup>2</sup>,生态价值损失了 0.185 5 亿元,草地面积减少 6 805 hm<sup>2</sup>,生态价值损失了 0.436 0 亿元;湿地生态价值损失占生态系统总服务价值损失量的92.5%,而水域和草地的生态价值变化量相对较小,因此,湿地生态价值的变化在一定程度上决定了扎龙自然保护区生态系统服务价值的变化。

从生态系统服务价值时间序列变化看,对于 1989—1999 年和 1999—2006 年两个时间段,后一时间段的生态系统服务价值减少量和变化率明显小于前一时间段。1989—1999 年生态系统服务价值减少 1.889 1 亿元,变化率为 2.51%,年均减少 0.188 9 亿元;1999—2006 年生态系统服务价值减少 0.529 5 亿元,变化率为 0.72%,年均减少 7.56 亿元。可见扎龙自然保护区生态系统服务价值的损失量正在明显减少,说明扎龙自然保护区生态环境恶化趋势正在逐步减缓,近年来对扎龙自然保护区实施的一系列湿地生态保护措施及工作已经开始初见成效。

3.3 生态系统单项服务功能价值变化

表 4 是扎龙自然保护区生态系统单项服务功能的变化状况,从中可以看出,1989—2006 年生态系统各项服务功能的价值由高到低排列顺序基本保持不变,依次为废物处理功能、水源涵养功能、气候调节功能、娱乐文化功能、生物多样性保护功能、土壤形成与保护功能、气体调节功能、食物生产功能和原材料功

能,其中废物处理功能、水源涵养功能和气候调节功能的价值贡献最大,占生态系统总服务价值的 79% 以上,是扎龙自然保护区生态系统服务功能的主要表现形式,食物生产和原材料功能价值贡献最小,只占生态系统总服务价值的 1%。

1989—2006 年生态系统各项服务功能变化程度大小不同,除食物生产功能表现增加外,其它的功能都表现出降低的趋势。各项服务功能价值损失程度差异不大,只有原材料功能价值损失率为 1.06%,其它功能价值损失率均在 3%~4% 之间。

表 3 研究区生态系统服务价值变化

土地利用类型	生态服务价值/10 <sup>6</sup> 元			生态服务价变化率/%		
	1989 年	1999 年	2006 年	1989—1999 年	1999—2006 年	1989—2006 年
林地	18.15	18.17	16.18	0.11	—10.96	—10.86
草地	246.14	215.56	202.54	—12.42	—6.04	—17.71
耕地	126.99	155.06	171.54	22.10	10.63	35.08
湿地	6601.97	6417.19	6378.24	—2.80	—0.61	—3.39
水域	512.52	509.59	493.97	—0.57	—3.07	—3.62
未利用地	5.87	7.16	7.31	21.82	2.15	24.44
总计	7511.65	7322.74	7269.79	—2.51	—0.72	—3.22

表 4 研究区 1989—2006 年生态系统服务功能价值变化

项 目	1989 年		1999 年		2006 年		1989—2006 年	
	价值/10 <sup>6</sup> 元	比例/%	价值/10 <sup>6</sup> 元	比例/%	价值/10 <sup>6</sup> 元	比例/%	价值差/10 <sup>6</sup> 元	比例/%
气体调节	228.79	3.05	222.14	3.03	220.46	3.03	—8.33	—3.64
气候调节	1854.57	24.69	1803.97	24.64	1793.45	24.67	—61.12	—3.30
水源涵养	1900.33	25.3	1852.51	25.3	1835.67	25.25	—64.66	—3.4
土壤形成与保护	276.78	3.68	269.5	3.68	268.07	3.69	—8.71	—3.15
废物处理	2192.55	29.19	2138.98	29.21	2122.95	29.2	—69.6	—3.17
生物多样性保护	348.53	4.64	340.33	4.65	337.49	4.64	—11.04	—3.17
食物生产	61.51	0.82	63.44	0.87	65.06	0.89	3.55	5.77
原材料	13.17	0.18	13.16	0.18	13.03	0.18	—0.14	—1.06
娱乐文化	635.42	8.46	618.69	8.45	613.61	8.44	—21.81	—3.43
合计	7511.65	100	7322.74	100	7269.79	100	—241.86	—3.22

3.4 敏感度分析

根据前文所述的敏感性指数计算方法,将各类生态系统服务价值系数分别向上下调整 50%,应用调

整后的生态价值系数对研究区 1989—2006 年的总服务价值进行了估算,估算结果及敏感度指数如表 5 所示。

表 5 生态系统服务价值敏感度

价值系数	ESV/万元			敏感度指数(CS)		
	1989 年	1999 年	2006 年	1989 年	1999 年	2006 年
林地 VC+50%	27.23	27.26	24.27	0.0024	0.0025	0.0022
林地 VC-50%	9.08	9.09	8.09			
草地 VC+50%	369.21	323.34	303.81	0.0328	0.0294	0.0279
草地 VC-50%	123.07	107.78	101.27			
耕地 VC+50%	190.49	232.60	257.31	0.0169	0.0212	0.0236
耕地 VC-50%	63.50	77.53	85.77			
湿地 VC+50%	9902.96	9625.79	9567.36	0.8789	0.8763	0.8774
湿地 VC-50%	3300.99	3208.60	3189.12			
水域 VC+50%	768.78	764.39	740.96	0.0682	0.0682	0.0679
水域 VC-50%	256.26	254.80	246.99			
未利用地 VC+50%	8.81	10.73	10.96	0.0008	0.0010	0.0010
未利用地 VC-50%	2.94	3.58	3.65			

分析表明价值系数的敏感性指数 CS 都是小于 1,表明扎龙自然保护区土地类型对生态系统价值变化缺乏弹性。其中湿地的敏感度指数最大,接近

0.88,即湿地的 VC 增加 1%,生态系统的总服务价值增加约 0.88%,而其它土地利用类型的敏感度指数都在 0.1 以下。这说明在扎龙自然保护区,除湿地

外,其它土地利用类型 VC 的变化对扎龙地区整个生态系统服务总价值的变化影响不大。

## 4 结 论

(1)从生态系统服务价值组成来看,湿地、水域和草地所表现出很高的生态服务价值,占生态系统总服务价值的 97% 以上,说明扎龙自然保护区生态系统的服务价值主要是通过湿地、水域和草地体现出来。

(2)对比 1989 年、1999 年、2006 年扎龙自然保护区生态价值得出生态系统服务价值表现出明显的下降趋势,由原来的  $7.511\ 65 \times 10^9$  元降为  $7.269\ 79 \times 10^9$  元,价值损失为  $2.418\ 6 \times 10^8$  元,损失率为 3.22%。1989—1999 年和 1999—2006 年两个时间段,后一时间段的生态系统服务价值减少量和变化率明显小于前一时间段,说明扎龙自然保护区生态环境恶化趋势正在逐步减缓。

(3)对扎龙自然保护区生态系统单项服务功能的价值分析,废物处理功能、水源涵养功能和气候调节功能的价值贡献最大,占生态系统总服务价值的 79% 以上,是扎龙自然保护区生态系统服务功能的主要表现形式。

(4)各土地利用类型的敏感性指数均小于 1,说明他们对生态系统价值变化缺乏弹性。其中湿地的敏感度指数为 0.88,而其它土地利用类型的敏感度指数均在 0.1% 以下,说明对扎龙地区整个生态系统服务价值影响较大的土地类型为湿地,因此加强对湿地的保护是保持扎龙地区生态系统服务价值的重要途径。

(上接第 72 页)

[10] 冉大川. 黄河中游水土保持措施减沙量宏观分析[J]. 人民黄河, 2006, 28(11): 39-41.

[11] 景可. 长江上游泥沙输移比初探[J]. 泥沙研究, 2002 (1): 53-59.

[12] 景可, 师长兴. 流域输沙模数与流域面积关系研究[J]. 泥沙研究, 2007(1): 17-23.

[13] 熊贵枢. 黄河流域水利水保措施减少减沙分析方法简述[J]. 人民黄河, 1994, 17(11): 33-36.

[14] 张建兴, 马孝义, 金娜. 气候变化对黄河中游河龙区间径流量的影响分析[J]. 水土保持研究, 2007, 14(4): 197-201.

[15] 张世杰, 焦菊英, 李林育, 等. 黄河河龙区间河流泥沙对相关重大事件与政策的响应[J]. 地理科学, 2009, 29 (6): 905-910.

## 参考文献:

- [1] 毕晓丽, 葛剑平. 基于 IGBP 土地覆盖类型的中国陆地生态系统服务功能价值评估[J]. 山地学报, 2004, 22(1): 48-53.
- [2] 谢春花, 王克林. 土地利用变化对洞庭湖区生态系统服务价值的影响[J]. 长江流域资源与环境, 2006, 15(2): 191-195.
- [3] 梁欣, 臧淑英, 张思冲. 基于土地利用变化的生态服务价值损益估算: 以大庆市为例[J]. 自然灾害学报, 2006, 15 (2): 68-72.
- [4] 杨忠东, 谷松岩, 邱红, 等. 中巴地球资源一号卫星 CCD 图像质量评价和交叉定标研究[J]. 遥感学报, 2004, 8 (2): 113-120.
- [5] Costanza R, d'Arge R, Groot R, et al. The value of the worlds ecosystem and natural capital [J]. Nature, 1997, 387(5): 253-260.
- [6] 谢高地, 鲁春霞, 冷允法, 等. 青藏高原生态资产的价值评估[J]. 自然资源学报, 2003, 18(2): 189-196.
- [7] 陈克龙, 李双成, 周巧富, 等. 近 25 年来青海湖流域景观结构动态变化及其对生态系统服务功能的影响[J]. 资源科学, 2008, 30(2): 274-279.
- [8] 赵同谦, 欧阳志云, 贾良清, 等. 中国草地生态系统服务功能间接评价[J]. 生态学报, 2004, 24(6): 1101-1110.
- [9] 蔡庆华, 唐涛, 邓红兵. 淡水生态系统服务及其评价指标体系的探讨[J]. 应用生态学报, 2003, 14(1): 135-138.
- [10] 张华, 武晶, 孙才志, 等. 辽宁省湿地生态系统服务功能价值测评[J]. 资源科学, 2008, 30(2): 267-273.
- [11] 毛德华, 吴峰, 李景保, 等. 洞庭湖湿地生态系统服务价值评估与生态恢复对策[J]. 湿地科学, 2007, 5(1): 39-44.
- [12] 王宗明, 张柏, 张树清. 吉林省生态系统服务价值变化研究[J]. 自然资源学报, 2004, 19(1): 55-61.
- [13] 喻建华, 高中贵, 张露, 等. 昆山市生态系统服务价值变化研究[J]. 长江流域资源与环境, 2005, 14(2): 213-217.
- [16] 景效礼, 宋志林. 陕西省北洛河“94·8”暴雨洪水分析[J]. 水文, 2000, 20(1): 56-59.
- [17] 闫云霞, 许炯心, 廖建华, 等. 黄土高原多沙粗沙区高含沙水流发生频率的时间变化[J]. 泥沙研究, 2007(4): 27-33.
- [18] 原志华, 延军平, 刘宇峰. 1950 年以来汾河水沙演变规律及影响因素分析[J]. 地理科学进展, 2008, 27(5): 57-64.
- [19] 左海凤. 近 50 年汾河上中游流域径流对气候变化的响应分析[J]. 水文, 2006, 26(5): 72-78.
- [20] 张健. 汾河上游水土保持综合治理工程成绩斐然[J]. 中国水土保持, 2005(10): 9-10.
- [21] 刘斌, 冉大川, 罗全华, 等. 北洛河流域水土保持措施减水减沙作用分析[J]. 人民黄河, 2001, 23(2): 12-14.