

# 国家级自然保护区土地覆盖类型转换趋势

范泽孟<sup>1</sup>, 张 轩<sup>1,2</sup>, 李 婧<sup>1,2</sup>, 岳天祥<sup>1</sup>, 刘纪远<sup>1</sup>, 孙晓芳<sup>1,2</sup>, 香 宝<sup>3</sup>, 匡文慧<sup>1</sup>

(1. 中国科学院地理学与资源研究所, 北京 100101;

2. 中国科学院大学, 北京 100049; 3. 中国环境科学研究院生态所, 北京 100012)

**摘要:** 国家为了防止生态系统恶化、保护自然栖息地及其生物多样性, 到2010年底已建立2588个自然保护区, 总面积达 $149.44 \times 10^6 \text{hm}^2$ , 超过中国陆地总面积的15%。土地覆盖变化作为导致生物多样性变化的首要因素, 直接影响生态系统的结构和功能。本文选取180个国家级自然保护区, 总面积 $44.71 \times 10^6 \text{hm}^2$ , 占自然保护区总面积的29.9%, 全国陆地面积的4.7%, 根据各保护区的生态系统特征和主要保护对象, 将其划分为森林生态系统、草地生态系统、湿地生态系统、珍稀动物、珍稀植物、地质和古生物遗址、以及荒漠生态系统7类自然保护区类型, 并在此基础上按东北、华北、华东、中南、西北及西南6个大区对其进行空间分析。论文构建土地覆盖类型转换方向判别指数模型, 运用生态多样性模型和斑块连通性模型, 对各大区内各类国家级自然保护区及其核心区、缓冲区和实验区的土地覆盖转换趋势进行计算。结果显示, 在20世纪80年代后期-2005年时段内, 180个国家级自然保护区的土地覆盖转换强度整体呈减缓趋势, 西南地区的平均转换强度最大, 而华东地区的平均转换强度最小。在各类国家级自然保护区中, 除了森林生态系统保护区外, 其他各类型保护区的土地覆盖都存在逆向转换, 但逆向转换速率总体呈减缓趋势。国家级自然保护区的核心区土地覆盖逆向转换的速度平均为0.16%/10a减少, 其土地覆盖景观格局相对于缓冲区的和实验区更为稳定。生态多样性指数和斑块连通性指数模型计算显示, 国家级自然保护区土地覆盖景观格局的生态多样性和斑块连通性在1995-2005年总体呈上升趋势。另外, 各大区国家级自然保护区与非保护区的土地覆盖转换强度对比显示, 保护区土地覆盖转换强度整体上小于非保护区的土地覆盖转换强度。总之, 分析结果表明, 国家级自然保护区的土地覆盖转换处于良性变化趋势, 尤其是在1995-2005年期间, 保护区内的土地覆盖类型及分布逐渐趋于正向转换和稳定态势。

**关键词:** 国家级自然保护区; 土地覆盖转换方向判别指数; 变化趋势; 中国

## 1 引言

保护区建设是世界各国保护自然栖息地以及栖息地内的生物多样性的基础。目前各国政府、公共机构和慈善团体已建立了诸多保护区<sup>[1-4]</sup>, 尤其最近30年来, 保护区数量保持快速增长趋势<sup>[5]</sup>。截至2010年10月, 全球的保护区个数超过16100个, 保护区面积已经占到全球陆地面积的12.7%<sup>[5]</sup>。2011年中国环境状况公报显示, 到2010年底中国已经建立的自然保护区有2588个, 总面积为 $149.44 \times 10^6 \text{hm}^2$ , 超过全国陆地面积的15%, 其中包括319个国家级自然保护区(总面积 $92.68 \times 10^6 \text{hm}^2$ )。

随着保护区日益增多, 虽然一些研究表明保护区(尤其是各种保护区公园), 在防止多

收稿日期: 2012-04-19; 修订日期: 2012-09-12

**基金项目:** 国家自然科学基金项目(41271406; 40801150); 国家杰出青年科学基金项目(40825003); 国家重点基础研究发展计划(973计划)项目(2009CB421105; 2010CB950904); 资源与环境信息系统国家重点实验室青年人才培养基金项目 [Foundation: National Natural Science Foundation of China, No.41271406; No.40801150; China National Science Fund for Distinguished Young Scholars, No.40825003; National Basic Research Program of China, No.2009CB421105; No.2010CB95090403; Youth Science Funds of State Key Laboratory of Resources and Environment Information System, CAS]

**作者简介:** 范泽孟(1977-), 男, 云南镇雄人, 副研/硕导, 中国地理学会会员(S110007694M), 研究方向为气候变化与生态系统响应、生态模型与系统模拟。E-mail: fanzm@lreis.ac.cn

样性缺失的过程中起着有效作用<sup>[6-8]</sup>，但大量研究显示保护区内部的土地覆盖仍然存在退化趋势<sup>[9]</sup>。譬如，由于气候变化的影响<sup>[10]</sup>和无效的管理<sup>[6]</sup>，栖息地流失和破碎的速率仍然在上升<sup>[11]</sup>，生物多样性依然在减小<sup>[5]</sup>。国内学者在系列土地覆盖变化指数模型的基础上<sup>[13]</sup>，构建土地覆盖转类指数和状况指数模型<sup>[14-16]</sup>，对三江源地区、三江源自然保护区及黄河源头的土地覆盖变化趋势、转类幅度和生态状况等进行了深入评价和分析表明，21世纪初该区域的土地覆盖退化得到遏制，出现好转趋势。以上研究结论已受到国内外的广泛讨论和认同，但目前尚缺乏对各类自然保护区的土地覆盖类型空间分布及其变化趋势的定量对比分析<sup>[17-18]</sup>。土地覆盖变化作为引起生物多样性变化的首要驱动因子<sup>[19-21]</sup>，它是定量阐述保护区内部和外部结构及其格局变化的基础<sup>[22-23]</sup>。因为，土地覆盖变化直接影响生物化学循环、土壤侵蚀和生态多样性<sup>[17]</sup>，从而导致生态系统服务功能发生变化<sup>[24-26]</sup>。所以，对近20年来自然保护区的土地覆盖变化趋势进行空间分析和定量评价，不仅是保护区保护效率评估、自然栖息地及其生物多样性评估的关键性研究内容<sup>[27-28]</sup>，也是政府和各种非政府组织(NGO)提升管理效率和决定保护投资优先权的重要研究内容<sup>[4]</sup>。

针对各类国家级自然保护区主要保护对象和生态系统特征，在选择180个国家级自然保护区并进行类型划分的基础上，运用20世纪80年代后期、1995和2005年3期土地覆盖数据，构建国家级自然保护区土地覆盖转换方向判别指数模型，并分别按东北、华北、华东、中南、西北及西南6个大区对其进行空间分析。然后运用生态多样性指数和斑块连接性指数对相应的生态指数进行计算。论文旨在对20世纪80年代后期—2005年期间各大区及各类国家级自然保护区(National Nature Reserves, NNRs)的核心区、缓冲区和实验区的土地覆盖、生态多样性和斑块连接性的变化趋势进行定量分析和综合评价。

2 数据和方法

2.1 基础数据及其处理

首先，根据自然保护区生物多样性保护具有全球意义，空间分布范围力求覆盖热带、亚热带和温带森林植被区域、温带草地和荒漠区和青藏高原区，在世界生物圈保护中具有优先地位，面积大于150 hm<sup>2</sup> 4个选择标准，从319个国家级自然保护区中选取180个保护区，总面积为44.71×10<sup>6</sup>hm<sup>2</sup>，占国家级自然保护区总面积的4.7%。其次，根据从环保部、林业局、国家测绘局和国家基础地理信息中心等数据来源收集到的基础资料，以及部分高分辨率遥感影像数据，对所选择的180个国家级自然保护区边界进行矢量化。再次，根据各自然保护区的主要保护对象和主要生态系统类型，将其划分为森林生态系统自然保护区(69个)、草地生态系统自然保护区(4个)、湿地生态系统自然保护区(32个)、珍稀动物自然保护区(43个)、珍稀植物自然保护区(21个)、地质及古生物遗迹自然保护区(9个)和荒漠生态系统自然保护区(2个)7种自然保护区类型。最后，按东北、华北、华东、中南、西北及西南6个大区对其进行空间分析(图1)，其中，所选择的180个国家级

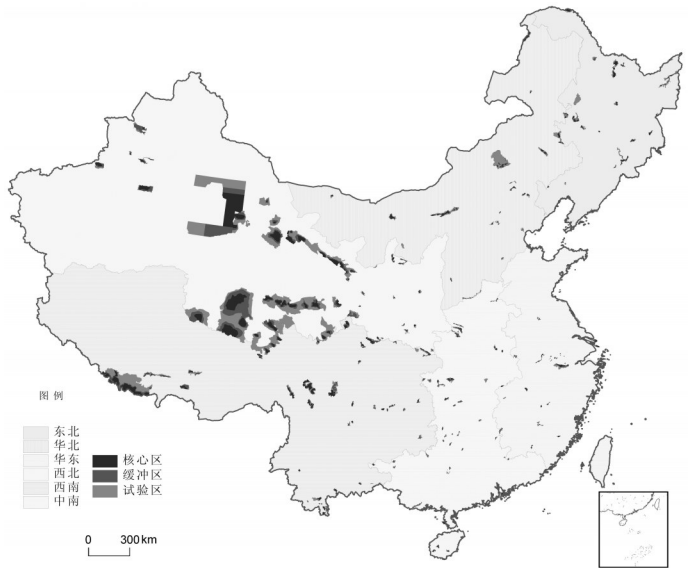


图1 180个国家级自然保护区的空间分布

Fig. 1 Spatial distribution of 180 national nature reserves in China

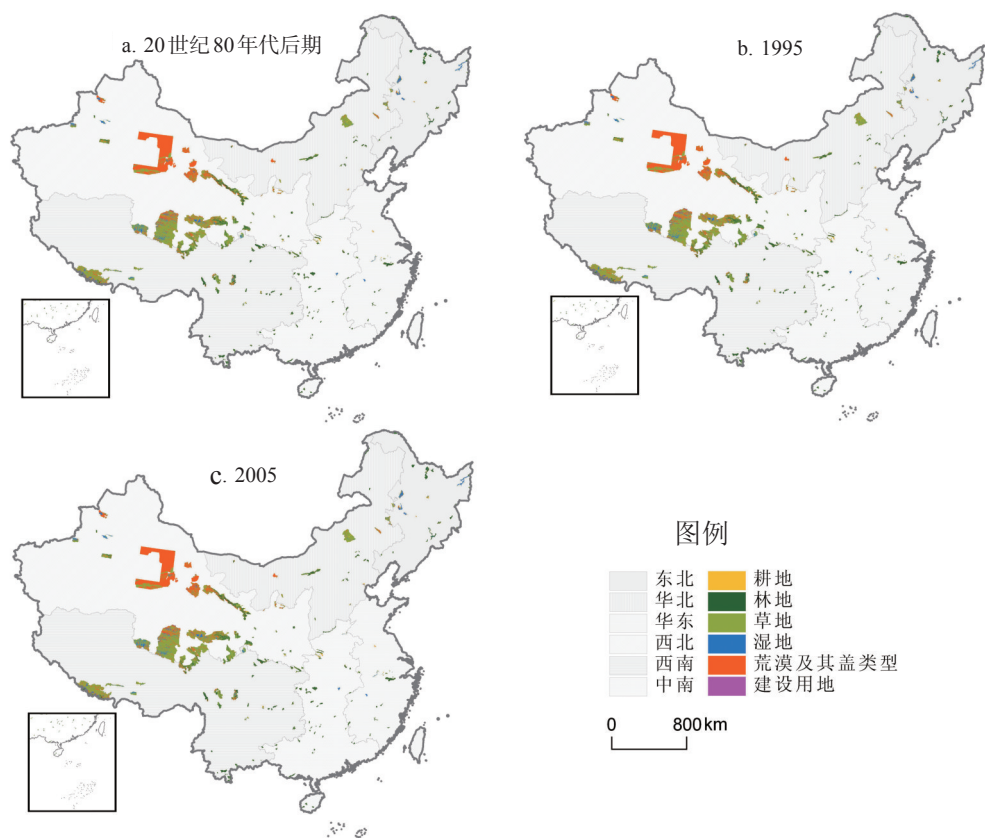


图2 20世纪80年代后期, 1995和2005年国家级自然保护区的土地覆盖分布

Fig. 2 Land-cover of 180 national nature reserves in the 1980s, 1995 and 2005

自然保护区包括东北23个、华北22个、华东27个、中南42个、西北33个和西南33个。

运用20世纪80年代后期、1995和2005年空间分辨率为1km×1km的土地覆盖数据<sup>[29]</sup>, 在原有土地覆被遥感分类系统<sup>[30]</sup>的基础上, 分别将东北、华北、华东、中南、西北及西南6个大区180个国家级自然保护区的核心区、缓冲区和实验区的土地覆盖类型整合分类为耕地、林地、草地、湿地、荒漠及其他覆盖类型、建设用地6种土地覆盖类型(图2)。

2.2 土地覆盖转换方向判别指数模型

在同一个典型地区或者保护区类型中, 根据该区域不同土地覆盖类型对其生态系统服务功能状况的影响和作用, 可以科学合理地土地覆盖类型的生态级别进行分类<sup>[13-15]</sup>。但对于不同类型的自然保护区类型来说, 不同的土地覆盖变化类型对其生态系统服务功能变化的影响和作用不同。因此, 文中针对不同的自然保护区类型, 分别对各种土地覆盖类型的转换趋势进行了正向转换和逆向转换划分, 并建立相应的正向转换规则和逆向转换规则表(表1), 该方法从整体上对东北、华北、华东、中南、西北和西南6个大区的国家级自然保护区, 以及对各种自然保护区类型的土地覆盖转换趋势进行综合评价分析。其中, 正向转换率越大, 意味着保护作用越强; 逆向转换率越大, 则表明保护作用越弱。

各类自然保护区内核心区、缓冲区和实验区的土地覆盖指数的定量计算公式为:

$$LCCR_{CZ,k} = (\Delta S_{CZ,k} / S_{CZ}) \times 1/t \times 100$$

(1)

$$LCCR_{BZ,k} = (\Delta S_{BZ,k} / S_{BZ}) \times 1/t \times 100$$

(2)

$$LCCR_{EZ,k} = (\Delta S_{EZ,k} / S_{EZ}) \times 1/t \times 100$$

(3)

式中:  $LCCR_{CZ,k}$ 、 $LCCR_{BZ,k}$ 和 $LCCR_{EZ,k}$ 分别代表每个国家级自然保护区内核心区、缓冲区和

实验区土地覆盖在  $k$  方向上的转换率;  $k = 1, 2$  分别代表土地覆盖类型的正向转换和逆向转换;  $t$  为时间变量。

2.3 生态多样性指数和斑块连通性指数模型

生态多样性指数模型是对生态多样性的均匀性和丰富度的表达<sup>[30-31]</sup>, 自然保护区土地覆盖类型多样性的计算公式可表达为:

$$D(t)_{ij} = \ln \left( \sum_{f=1}^{m(\epsilon_{ij})} (p_{ijf}(t))^{1/2} \right)^2 / \ln \epsilon_{ij} \quad (4)$$

式中:  $D(t)_{ij}$  和  $m(\epsilon_{ij})$  分别为第  $j$  类国家级自然保护区内第  $i$  个保护级别区域的生态多样性和土地覆盖斑块总数目;  $p_{ijf}(t)$  为第  $j$  类国家级自然保护区第  $i$  个保护级别区域内第  $f$  类土地覆盖的面积占该保护级别区域的面积比例;  $\epsilon_{ij} = 1/(e + A_{ij})$ ,  $A_{ij}$  为第  $j$  类国家级自然保护区内第  $i$  个保护级别区域的面积 ( $\text{hm}^2$ );  $e = 2.71828$ ;  $i = 1, 2, 3$  分别代表各自然保护区类型的核心区、缓冲区和试验区。

斑块连通性指数模型以表征研究区域内斑块之间动物移动和植物传播的平均效率<sup>[24-25]</sup>, 自然保护区土地覆盖类型斑块连通性指数的计算式为:

$$CO_{ij} = \sum_{f=1}^{m_{ij}(t)} \sum_{g=1}^{n_{ijg}(t)} p_{ijfg}(t) \cdot S_{ijfg}(t) \quad (5)$$

式中:  $CO_{ij}$  为斑块连通性指数;  $t$  为时间变量;  $m_{ij}(t)$  为第  $j$  类国家级自然保护区内第  $i$  个保护级别的土地覆盖类型总数;  $n_{ijg}(t)$  为第  $j$  类国家级自然保护区第  $i$  个保护级别区域内第  $f$  类土地覆盖的斑块总数;  $p_{ijfg}(t)$  为第  $f$  类土地覆盖第  $g$  个斑块的面积在其所属的第  $j$  类国家级自然保护区第  $i$  个保护级别区域中的面积比例;  $S_{ijfg}(t)$  为第  $f$  类土地覆盖第  $g$  个斑块的面积在其所属的第  $j$  类国家级自然保护区第  $i$  个保护级别区域中的面积;  $S_{ijfg}(t) = 8\sqrt{3} \times A_{ijfg}/Pr_{ijfg}^2$ ,  $A_{ijfg}$  和  $Pr_{ijfg}$  分别为第  $j$  类国家级自然保护区第  $i$  个保护级别内第  $f$  土地类型中第  $g$  个斑块的面积和周长;  $8\sqrt{3}$  为正六边形周长的平方与其面积之比,  $0 \leq CO_{ij} \leq 1$ ;  $i = 1, 2, 3$  分别代表各自然保护区类型的核心区、缓冲区和试验区。

3 计算结果分析

3.1 不同地区的国家级自然保护区土地覆盖类型转换趋势

运用全国 20 世纪 80 年后期、1995 和 2005 年的土地覆盖数据和 180 个国家级自然保护区边界数据进行空间叠加, 并按东北、华北、华东、中南、西北及西南 6 个大区, 对各个

表1 国家自然保护区土地覆盖转换方向的定义规则  
Tab. 1 Regulation to define the transform direction of

land-cover in NNRs								
土地覆盖类型	原类型	转换后类型	转换方向					
			A	B	C	D	E	F
耕地 (I)	I	II	+	+	+	+	+	+
	I	III	+	+	+	+	+	+
	I	IV	+	+	+	+	+	+
	I	V	-	-	-	-	-	-
	I	VI	-	-	-	-	-	-
林地 (II)	II	I	-	-	-	-	-	-
	II	III	-	-	-	-	-	-
	II	IV	+	+	+	+	-	+
	II	V	-	-	-	-	-	-
	II	VI	-	-	-	-	-	-
草地 (III)	III	I	-	-	-	-	-	-
	III	II	+	+	+	+	+	+
	III	IV	+	+	+	+	+	+
	III	V	-	-	-	-	-	-
	III	VI	-	-	-	-	-	-
湿地 (IV)	IV	I	-	-	-	-	-	-
	IV	II	-	-	-	-	-	-
	IV	III	-	-	-	-	-	-
	IV	V	-	-	-	-	-	-
	IV	VI	-	-	-	-	-	-
荒漠及其他未利用地 (V)	V	I	+	+	+	+	+	+
	V	II	+	+	+	+	+	+
	V	III	+	+	+	+	+	+
	V	IV	+	+	+	+	+	+
	V	VI	-	-	-	-	-	-
建设用地 (VI)	VI	I	-	-	-	-	-	-
	VI	II	+	+	+	+	+	+
	VI	III	+	+	+	+	+	+
	VI	IV	+	+	+	+	+	+
	VI	V	-	-	-	-	-	-

注: “+” 和 “-” 分别代表土地覆盖类型的正向转换和逆向转换; A、B、C、D、E、F 和 G 分别代表森林生态系统自然保护区、草地生态系统自然保护区、湿地生态系统自然保护区、珍稀动物自然保护区、珍稀植物自然保护区、地质及古生物遗迹自然保护区和荒漠生态系统自然保护区。

$p_{ijfg}(t)$  为第  $f$  类土地覆盖第  $g$  个斑块的面积在其所属的第  $j$  类国家级自然保护区第  $i$  个保护级别区域中的面积比例;  $S_{ijfg}(t)$  为第  $f$  类土地覆盖第  $g$  个斑块的面积在其所属的第  $j$  类国家级自然保护区第  $i$  个保护级别区域中的面积;  $S_{ijfg}(t) = 8\sqrt{3} \times A_{ijfg}/Pr_{ijfg}^2$ ,  $A_{ijfg}$  和  $Pr_{ijfg}$  分别为第  $j$  类国家级自然保护区第  $i$  个保护级别内第  $f$  土地类型中第  $g$  个斑块的面积和周长;  $8\sqrt{3}$  为正六边形周长的平方与其面积之比,  $0 \leq CO_{ij} \leq 1$ ;  $i = 1, 2, 3$  分别代表各自然保护区类型的核心区、缓冲区和试验区。



表2 中国各大区内国家级自然保护区的土地覆盖转换率(单位: %)

Tab. 2 Land-cover transformation rate of national nature reserves in each region in China

		20 世纪 80 年代后期-1995					1995-2005				
		非保 护区	保护区				非保 护区	保护区			
			总计	核心区	缓冲区	实验区		总计	核心区	缓冲区	实验区
东北区	正向转换率	6.02	5.87	3.13	5.18	8.10	4.90	5.91	5.35	5.52	6.53
	逆向转换率	8.10	8.95	7.72	8.08	10.32	6.37	8.66	3.99	7.16	12.68
	总转换率	14.12	14.81	10.85	13.26	18.42	11.27	14.56	9.34	12.68	19.21
华北区	正向转换率	10.33	6.39	7.35	8.63	5.70	6.87	5.66	7.06	6.79	5.06
	逆向转换率	7.91	6.09	7.42	7.60	5.44	10.79	6.37	6.07	8.24	6.10
	总转换率	18.24	12.48	14.77	16.23	11.14	17.66	12.03	13.13	15.03	11.15
华东区	正向转换率	6.43	3.96	3.21	3.35	4.61	5.37	3.70	3.77	3.63	3.69
	逆向转换率	6.50	5.20	4.67	5.59	5.31	6.52	5.09	2.02	6.57	6.08
	总转换率	12.93	9.16	7.87	8.94	9.92	11.89	8.79	5.79	10.20	9.77
中南区	正向转换率	8.10	6.75	4.20	7.57	7.53	6.01	4.85	4.23	4.92	5.18
	逆向转换率	7.58	6.34	5.97	6.69	6.22	6.96	7.41	5.47	8.29	7.75
	总转换率	15.69	13.08	10.17	14.27	13.74	12.96	12.26	9.70	13.20	12.93
西北区	正向转换率	4.07	7.20	7.29	8.59	6.39	4.87	3.49	4.00	4.16	2.86
	逆向变化率	3.95	4.92	5.15	5.19	4.66	4.90	6.12	6.29	8.23	4.88
	总转换率	8.03	12.12	12.44	13.78	11.05	9.76	9.61	10.29	12.39	7.74
西南区	正向转换率	9.87	9.73	10.67	8.16	9.78	12.43	12.35	14.53	13.42	10.70
	逆向转换率	12.91	12.76	15.26	13.63	11.00	9.46	9.80	11.14	8.13	9.68
	总转换率	22.78	22.48	25.93	21.80	20.78	21.89	22.16	25.67	21.55	20.38

大区内的国家级自然保护区土地覆盖动态转换趋势进行空间统计分析,从而获得180个国家级自然保护区的土地覆盖动态转换趋势结果(表2)。对表2进行分析发现:

(1) 各区国家级自然保护区土地覆盖整体转换趋势分析。在20世纪80年代后期-1995年和1995-2005年两个时段内,西南地区的国家级自然保护区土地覆盖动态转换强度均为最大,其转换率分别为22.48%和22.16%,其中第一时段的正向转换率和逆向转换率分别为9.73%和12.76%,第二时段的正向转换率和逆向转换率分别是12.35%和9.80%。华东地区国家级自然保护区土地覆盖动态转换强度最小,其转换率分别为9.16%和8.79%,其中第一时段的正向转换率和逆向转换率分别为3.96%和5.20%,第二时段的正向转换率和逆向转换率分别是3.70%和5.09%。第二时段各区的国家级自然保护区土地覆盖转换与第一时段相比,转换率均呈减少趋势,其中西北地区国家级自然保护区的土地覆盖转换动态转换强度(转换率减少2.51%)大于其他区域。

(2) 各区国家级自然保护区核心区、缓冲区及试验区的土地覆盖转换趋势分析。在20世纪80年代后期-1995年和1995-2005年两个时段内,西南地区国家级自然保护区的试验区、缓冲区和核心区土地覆盖动态转换强度均为最大,在第一时段的转换率分别为20.78%、21.80%和25.93%,第二时段的转换率分别为20.38%、21.55%和25.67%。华东地区国家级自然保护区缓冲区和核心区土地覆盖动态转换强度均为最小,第一时段的转换率分别为8.94%和7.87%,第二时段的转换率分别为10.20%和5.79%。在第一时段内,华东地区的国家级自然保护区的试验区土地覆盖动态转换强度最小,其转换率为9.92%。在第二时段内,西北地区的国家级自然保护区的试验区土地覆盖动态转换强度最小,其转换率为7.74%。

(3) 各区国家级自然保护区与非保护区的土地覆盖转换趋势分析。在整个研究时段内,各区国家自然保护区的土地覆盖转换强度整体上低于非保护区的转换强度。其中,20世纪80年代后期-1995年期间,除东北与西北地区的国家级自然保护区的土地覆盖动态转换率大于这两个地区的非自然保护区外,华北、华东、中南和西南地区的国家级自然保护区的土地覆盖转换率均分别小于这几个地区的非保护区的土地覆盖转强度;在1995-2005

年期间,除东北与西南地区的国家级自然保护区土地覆盖动态转换强度大于这两个地区的非保护区外,华北、华东、中南和西北地区的国家级自然保护区的土地覆盖转换强度均小于非自然保护区。

3.2 各类国家级自然保护区土地覆盖类型的转换趋势

运用土地覆盖转换方向判别指数对180个国家级自然保护区土地覆盖转换情况进行计算表明(表2),20世纪80年代后期-2005年期间,在7类国家级自然保护区类型中,除草地生态系统保护区和珍稀植物保护区外,其他国家级自然保护区类型的土地覆盖转换率均呈下降趋势。在20世纪80年代后期-1995年和1995-2005年两个时段内,地质和古生物学遗址保护区土地覆盖类型转换率均为最大(分别为21.51%和20.57%);荒漠生态系统保护区土地覆盖类型的转换率均为最小(分别为3.99%和1.22%),且具有最小的逆向转换率(分别为1.90%和0.66%)。另外,在第一个时段内,地质和古生物遗址保护区土地覆盖类型的正向转换率最大(12.04%),在第二个时段内,森林生态系统保护区土地覆盖类型的正向转换率最大(9.80%)。

对各类国家级自然保护区的核心区、缓冲区和实验区的土地覆盖类型在20世纪80年代后期-1995年和1995-2005年两个时段的转换率进行对比分析表明(表3):①森林生态系统保护区。核心区、缓冲区和实验区的土地覆盖类型转换速度均呈下降趋势,1995-2005年间的转换率比20世纪80年代后期-1995年间的转换率分别减少1.27%,2.16%和

表3 中国各类国家级自然保护区土地覆盖的转换趋势 (10<sup>6</sup>hm<sup>2</sup>)  
Tab. 3 Transition trend of land-cover in each NNR type from the 1980s to 2005 (10<sup>6</sup> hm<sup>2</sup>)

保护区 类型		总面积 (10 <sup>6</sup> hm <sup>2</sup> )	20 世纪 80 年代后期 - 1995						1995 - 2005					
			总转换		正向转换		逆向转换		总转换		正向转换		逆向转换	
			面积 (10 <sup>6</sup> hm <sup>2</sup> )	比率 (%)	面积 (10 <sup>6</sup> hm <sup>2</sup> )	比率 (%)	面积 (10 <sup>6</sup> hm <sup>2</sup> )	比率 (%)	面积 (10 <sup>6</sup> hm <sup>2</sup> )	比率 (%)	面积 (10 <sup>6</sup> hm <sup>2</sup> )	比率 (%)	面积 (10 <sup>6</sup> hm <sup>2</sup> )	比率 (%)
I	Ia	2831.50	587.40	20.75	265.80	9.39	321.60	11.36	551.50	19.48	302.10	10.67	249.40	8.81
	Ib	2102.30	342.90	16.31	145.00	6.90	197.90	9.41	297.40	14.15	177.00	8.42	120.40	5.73
	Ic	4491.40	893.80	19.90	425.70	9.48	468.10	10.42	859.00	19.13	444.30	9.89	414.70	9.23
II	IIa	129.70	8.70	6.71	4.90	3.78	3.80	2.93	8.60	6.63	3.80	2.93	4.80	3.70
	IIb	104.30	7.00	6.71	3.20	3.07	3.80	3.64	7.00	6.71	3.40	3.26	3.60	3.45
	IIc	1081.70	63.80	5.90	30.40	2.81	33.40	3.09	78.70	7.28	34.70	3.21	44.00	4.07
III	IIIa	4136.90	845.40	20.44	490.10	11.85	355.30	8.59	690.80	16.70	265.10	6.41	425.70	10.29
	IIIb	5141.50	1043.50	20.30	658.40	12.81	385.10	7.49	896.50	17.44	296.40	5.76	600.10	11.67
	IIIc	10304.30	1555.80	15.10	907.30	8.81	648.50	6.29	1117.70	10.85	403.40	3.91	714.30	6.93
IV	IVa	3827.20	232.60	6.08	96.00	2.51	136.60	3.57	190.20	4.97	106.50	2.78	83.70	2.19
	IVb	3174.50	205.90	6.49	82.40	2.60	123.50	3.89	257.90	8.12	116.20	3.66	141.70	4.46
	IVc	5397.20	300.30	5.56	145.20	2.69	155.10	2.87	259.20	4.80	109.70	2.03	149.50	2.77
V	Va	333.80	16.20	4.85	4.60	1.38	11.60	3.48	58.20	17.44	27.50	8.24	30.70	9.20
	Vb	345.00	20.60	5.97	8.90	2.58	11.70	3.39	35.20	10.20	15.10	4.38	20.10	5.83
	Vc	241.00	28.20	11.70	11.60	4.81	16.60	6.89	36.80	15.27	14.70	6.10	22.10	9.17
VI	VIa	44.50	6.90	15.51	3.40	7.64	3.50	7.87	7.10	15.96	1.80	4.04	5.30	11.91
	VIb	120.20	27.80	23.13	15.90	13.23	11.90	9.90	26.50	22.05	6.70	5.57	19.80	16.47
	VIc	134.30	29.60	22.04	16.70	12.43	12.90	9.61	27.90	20.77	8.60	6.40	19.30	14.37
VII	VIIa	26.90	0.30	1.12	0.00	0.00	0.30	1.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	VIIb	109.00	3.80	3.49	2.20	2.02	1.60	1.47	1.60	1.47	1.20	1.10	0.40	0.37
	VIIc	633.80	26.60	4.20	13.90	2.19	12.70	2.00	7.80	1.23	3.10	0.49	4.70	0.74

注: I 代表森林生态系统自然保护区 (其中 Ia、Ib 与 Ic 分别代表 I 类保护区的核心区、缓冲区和试验区), II 代表草地生态系统自然保护区 (其中 IIa、IIb 与 IIc 分别代表 II 类保护区的核心区、缓冲区和试验区), III 代表湿地生态系统自然保护区 (其中 IIIa、IIIb 与 IIIc 分别代表 III 类保护区的核心区、缓冲区和试验区), IV 代表珍稀动物自然保护区 (其中 IVa、IVb 与 IVc 分别代表 IV 类保护区的核心区、缓冲区和试验区), V 代表珍稀植物自然保护区 (其中 Va、Vb 与 Vc 分别代表 V 类保护区的核心区、缓冲区和试验区), VI 代表地质和古生物遗址自然保护区 (其中 VIa、VIb 与 VIc 分别代表 VI 类保护区的核心区、缓冲区和试验区), VII 代表荒漠生态系统自然保护区 (其中 VIIa、VIIb 与 VIIc 分别代表 VII 类保护区的核心区、缓冲区和试验区)。

0.77%。其中,核心区、缓冲区和试验区的正向转换速度呈上升趋势,1995-2005年间的正向转换率比20世纪80年代后期-1995年间的正向转换率分别增加1.28%,1.52%和0.41%,而且其逆向转换速度呈下降趋势,1995-2005年间的逆向转换率比20世纪80年代后期-1995年间的逆向转换率分别减少2.55%,3.69%和1.19%。② 草地生态系统保护区。核心区土地覆盖类型在1995-2005年间的转换率比20世纪80年代后期-1995年间转换率减少0.08%,正向转换率减少0.85%,而逆向转换率增加0.77%;缓冲区土地覆盖类型的总体转换速度不变,正向转换率增加0.19%,逆向转换率减少0.19%;实验区土地覆盖的转换率增加1.38%,其中正向和逆向转换率分别增加0.40%和0.98%。③ 湿地生态系统保护区。核心区、缓冲区和实验区的土地覆盖类型转换速度均呈下降趋势,1995-2005年间的转换率比20世纪80年代后期-1995年间的转换率分别减少3.74%,2.86%和4.25%。其中,正向转换率分别减小5.44%,7.04%和4.89%,逆向转换率分别增加1.70%,4.18%和0.64%。④ 珍稀动物保护区。两个时段内核心区土地覆盖转换速度均呈下降趋势,第二时段比第一时段的转换率减小1.11%,其中,正向转换率增加0.27%,逆向转换率减少1.38%;缓冲区土地覆盖转换速度则成上升趋势,第二个时段比第一个时段的转换率增加了1.64%,其中正向和逆向转换率分别增加了1.06%和0.57%;实验区土地覆盖转换速呈下降趋势,第二个时段比第一个时段的转换率减少了0.76%,其中正向和逆向转换率分别减小0.66%和0.10%。⑤ 珍稀植物保护区。核心区、缓冲区和实验区的土地覆盖转换速度均呈上升趋势,第二个时段比第一个时段的转换率分别增加12.58%,4.23%和3.57%,其中,正向转换率分别增加了6.86%,1.80%和1.29%,而逆向转换率分别增加了5.72%,2.43%和2.28%。⑥ 地质和古生物遗址保护区。核心区土地覆盖转换速度呈上升趋势,第二个时段比第一个时段的转换率增加0.45%,其正向转换率减少3.60%,逆向转换率增加了4.04%;缓冲区土地覆盖转换率总体呈减少趋势,第二个时段比第一个时段减少1.08%,但其正逆向转换率减少7.65%,而逆向转换率则增加6.57%;实验区的土地覆盖转换率总体也呈减少趋势,第二个时段比第一个时段的转换率减少1.27%,其正向转换率减少6.03%,逆向转换率则增加4.77%。⑦ 荒漠生态系统保护区。核心区土地覆盖类型在两个时段内未发生正向转换,而第二个时段比第一个时段的逆向转换率减少1.12%。缓冲区和实验区土地覆盖转换速度均呈减少趋势,第二个时段比第一个时段的转换率分别减少2.02%和2.97%。其中,正向转换率分别减少0.92%和1.70%,逆向转换率则分别减少1.10%和1.26%。

### 3.2 国家级自然保护区土地覆盖的生态多样性和斑块连通性分析

运用20世纪80年代后期、1995和2005的土地覆盖数据对180个国家级自然保护区土地覆盖的生态多样性和斑块连通性进行计算表明(表4),国家级自然保护区土地覆盖的生态多样性呈持续增加趋势,而斑块连通性总体上呈增加趋势。其中,生态多样性和斑块连通性分别平均增加0.02050%/10a和0.00065%/10a,而核心区、缓冲区和实验区的生态多样性和斑块连通性在20世纪80年代后期-1995年和1995-2005年两个时段内则呈现不同变化。① 在森林生态系统保护区内,核心区、缓冲区和实验区的生态多样性呈先增加后减小趋势,而斑块连通性在缓冲区呈先增加后减小趋势、在核心区和试验区则呈先减小后增加趋势。② 在草地生态系统保护区中,实验区的生态多样性和缓冲区的斑块连通性呈持续增加趋势,核心区和缓冲区的生态多样性呈先增加后减少趋势,核心区和实验区的斑块连通性则呈先减小后增加趋势。③ 在湿地生态系统保护区中,除缓冲区的生态多样性持续增加外,核心区、缓冲区和实验区的生态多样性和斑块连通性均呈先减少后增加趋势。④ 在珍稀动物保护区中,核心区生态多样性持续增加,而核心区和缓冲区的斑块连通性则呈持续减小趋势;缓冲区和实验区的生态多样性呈先减小后增加趋势,而实验区的斑块连通性呈先增加后减小趋势。⑤ 在珍稀植物保护区中,核心区的生态多样性和实验区的

表 4 各类国家级自然保护区土地覆盖的生态多样性和斑块连通性  
Tab. 4 Ecological diversity and patch connectivity of land-cover in each NNRs type

国家级自然保护区		生态多样性				斑块连通性			
类型	级别	时段			10 年 变化率 (%)	时段			10 年 变化率 (%)
		20 世纪 80 年代后期	1995	2005		20 世纪 80 年代后期	1995	2005	
森林生态 系统保护区	核心区	0.06065	0.06177	0.06074	0.00425	0.29808	0.28835	0.29872	0.03205
	缓冲区	0.05796	0.05945	0.05812	0.00825	0.37616	0.38414	0.37305	-0.15520
	试验区	0.05532	0.05574	0.05541	0.00460	0.24620	0.24176	0.24804	0.09215
草地生态 系统保护区	核心区	0.06854	0.07001	0.06941	0.04370	0.50759	0.47629	0.51479	0.36040
	缓冲区	0.06658	0.06812	0.06808	0.07505	0.32129	0.32853	0.33552	0.71145
	试验区	0.04815	0.04936	0.05049	0.11685	0.11060	0.10896	0.11575	0.25780
湿地生态 系统保护区	核心区	0.05665	0.05629	0.05674	0.00455	0.21723	0.20212	0.21840	0.05880
	缓冲区	0.05213	0.05271	0.05322	0.05450	0.21783	0.19872	0.22178	0.19750
	试验区	0.04961	0.04851	0.05018	0.02860	0.17491	0.15134	0.18151	0.32995
珍稀动物 保护区	核心区	0.05105	0.05123	0.05134	0.01445	0.32156	0.32616	0.30813	-0.67155
	缓冲区	0.05717	0.05691	0.05759	0.02135	0.26600	0.26589	0.26235	-0.18280
	试验区	0.05510	0.05508	0.05551	0.02030	0.27400	0.27682	0.27444	0.02240
珍稀植物 保护区	核心区	0.06160	0.06253	0.06437	0.13865	0.28824	0.27886	0.32250	1.71325
	缓冲区	0.06011	0.05860	0.06085	0.03695	0.33586	0.34030	0.32849	-0.36825
	试验区	0.06981	0.06934	0.07040	0.02985	0.46688	0.46994	0.48021	0.66650
地质和 古生物	核心区	0.06507	0.06455	0.07041	0.26725	0.40917	0.40886	0.39435	-0.74070
	缓冲区	0.06533	0.06089	0.06747	0.10700	0.37128	0.33712	0.38863	0.86740
遗址保护区	试验区	0.07308	0.07455	0.07436	0.06405	0.36454	0.38773	0.38575	1.06055
荒漠生态	核心区	0.02330	0.02180	0.02180	-0.07470	0.48325	0.49400	0.49400	0.53750
系统保护区	缓冲区	0.03683	0.03951	0.03960	0.13820	0.25235	0.26926	0.27839	1.30165
	试验区	0.03621	0.03583	0.03792	0.08515	0.15418	0.15967	0.16017	0.29975

斑块连通性呈持续增加；缓冲区和实验区的生态多样性呈先减少后增加趋势；核心区的斑块连通性呈先减少后增加趋势，而缓冲区则呈先增加后减少趋势。⑥ 在地质和古生物保护区中，核心区和缓冲区的生态多样性呈先减少后增加趋势，而实验区的生态多样性呈先增加后减少趋势；核心区的斑块连通性呈现持续减少趋势，而缓冲区的斑块连通性呈先减少后增加趋势，实验区的斑块连通性呈先增加后减少趋势。⑦ 在荒漠生态系统保护区中，核心区的生态多样性呈减少趋势；斑块连通性在第一个10年间增加，第二个10年间不变；缓冲区的生态多样性和斑块连通性呈持续增加趋势；实验区的生态多样性呈先减小后增加趋势，而其斑块连通性则呈持续增大趋势。

4 结论和讨论

在完成180个国家级自然保护区的核心区、缓冲区和试验区的边界数字化的基础上，通过构建土地覆盖正向和逆向转换指数模型，运用20世纪80年代后期、1995年和2005年的土地覆盖数据对所选择的180个国家级自然保护区的土地覆盖转换趋势进行分区域和分类型统计。统计分析结果表明，在20世纪80年代后期-2005年期间，各区及各类型的国家级自然保护区土地覆盖转换率总体呈下降趋势。其中，对于不同地区的国家级自然保护区土地覆盖转换强度来说，西南地区的平均转换强度最大，华东地区的转换强度最小；对于不同类型的国家级自然保护区的土地覆盖强度来说，在20世纪80年代后期-2005年期间，只有森林生态系统自然保护区的土地覆盖正向转换率呈持续增加趋势，且其逆向转换率呈持续下降趋势，而其余的国家级自然保护区类型的土地覆盖均有不同程度的退化，但退化速度逐渐变缓。



同时,在20世纪80年代后期-2005年的20年间,各类自然保护区的核心区、试验区和缓冲区的生态多样性和斑块连通性呈现如下变化趋势:①核心区,珍稀动物保护区和珍稀植物保护区土地覆盖的生态多样性呈持续增加趋势,荒漠生态系统保护区的斑块连通性呈持续增加趋势;②缓冲区,湿地生态系统保护区和荒漠生态系统保护区的土地覆盖多样性呈持续增加趋势,草地生态系统保护区和荒漠生态系统保护区土地覆盖的斑块连通性呈持续增加趋势;③试验区,草地生态系统保护区土地覆盖的生态多样性呈持续增加趋势,珍稀植物保护区和荒漠生态系统保护区土地覆盖的斑块连通性呈持续增加趋势。

另外,通过对全国除了180个国家级自然保护区外的所有区域进行土地覆盖转换率、生态多样性和斑块连通性进行计算分析表明,在20世纪80年代后期-1995年期间,保护区内的土地覆盖转换率(13.97%)大于保护区外的土地覆盖转换率(13.09%),但在1995-2005年期间,保护区内的土地覆盖转换率(12.10%)小于保护区外的土地覆盖转换率(12.95%)。这表明从1995年以后,国家级自然保护区的建立对防止保护区土地覆盖退化的作用开始体现出来,使得保护区土地覆盖的空间格局逐渐趋于稳定。

综上所述,在构建土地覆盖转换方向判别指数模型的基础上,选择180个国家级自然保护区,根据保护区主要保护对象和生态系统特征,对其进行分类,并分别对各类国家级自然保护区的核心区、缓冲区和试验区的土地覆盖的正向和逆向转换率、生态多样性和斑块连通性进行计算和分析。研究结果表明,本文构建的土地覆盖正向和逆向转换指数模型能够对国家级自然保护区的土地覆盖转换情况进行整体性综合评估。由于现在全国性的土地覆盖数据精度限制,该论文目前仅限于用1 km × 1 km的土地覆盖数据对各类国家级自然保护区的核心区、缓冲区和试验区的土地覆盖正向和逆向转换的分区类型统计分析,在揭示保护区内部的土地覆盖类型转换趋势中,可能存在一定的局限性,但分析结果表明,本研究可以从宏观和整体上揭示国家级自然保护区土地覆盖类型转换的总体趋势。在以后的研究工作中,将结合高分辨率的遥感数据,对各类国家级自然保护区的土地覆盖类型进行识别和提取,并进一步重点考虑导致土地覆盖正向和逆向转换的主要驱动因子,以及各自然保护区内各类土地覆盖类型转换的可能性进行深入分析和定量研究,并对各类型之间相互转换的规则定义进行综合定量判定。随着该方法的修改和完善,其研究结果将为国家级自然保护区保护措施的改变和决策提供辅助决策支持,从而提升自然保护区对生物多样性及生态环境的保护效率。

## 参考文献 (References)

- [1] Dobson A P, Rodriguez J P, Roberts W M. Synoptic tinkering: integrating strategies for large-scale conservation. *Ecology Application*, 2001, 11(4): 1019-1026.
- [2] Scott J M, Davis, F W, McGhie R G et al. Nature reserves: do they capture the full range of America's biological diversity? *Ecology Application*, 2001, 11(4): 999-1007.
- [3] Andelman S J, Willig M R. Present patterns and future prospects for biodiversity in the Western Hemisphere. *Ecological Letters*, 2003, 6: 818-824.
- [4] Klorvuttimontara S, McClean C J, Hill J K. Evaluating the effectiveness of protected areas for conserving tropical forest butterflies of Thailand. *Biological Conservation*, 2011, 144: 2534-2540.
- [5] United Nations. The Millennium Development Goals Report 2011. New York, 2011.
- [6] Ervin J. Protected area assessments in perspective. *BioScience*, 2003, 53(9): 819-822.
- [7] Bruner A G, Gullison R E, Rice R E et al. Effectiveness of parks in protecting tropical biodiversity. *Science*, 2001, 291: 125-128.
- [8] Jamison E. Protected area assessments in perspective. *BioScience*, 2003, 53(9): 819-822.
- [9] Vasconcelos M J P, MussáBiai J C, Araújo A et al. Land cover change in two protected areas of Guinea-Bissau (1956-1998). *Applied Geography*, 2002, 22: 139-156.
- [10] Araújo M B, Alagador D, Cabeza M et al. Climate change threatens European conservation areas. *Ecology Letters*, 2011, 14: 484-492.

- [11] Liu J G, Linderman M, Ouyang Z Y et al. Ecological degradation in protected areas: The case of Wolong Nature Reserve for giant pandas. *Science*, 2001, 292: 98-101.
- [12] Chen Yahan, Tang Zhiyao, Fang Jingyun. Distribution of nature reserves and status of biodiversity protection in China. *Biodiversity Science*, 2009, 17(6): 664-674. [陈雅涵, 唐志尧, 方精云. 中国自然保护区分布现状及合理布局的探讨. *生物多样性*, 2009, 17(6): 664-674.]
- [13] Zhu Huiyi, Li Xiubin. Discussion on the index method of regional land use change. *Acta Geographica Sinica*, 2003, 58(5): 643-650. [朱会义, 李秀彬. 关于区域土地利用变化指数模型方法的讨论. *地理学报*, 2003, 58(5): 643-650]
- [14] Shao Quanqin, Zhao Zhiping, Liu Jiuyan et al. The characteristics of land cover and macroscopical ecology changes in the source region of three rivers on Qinghai-Tibet Plateau during last 30 years. *Geographical Research*, 2010, 29(8): 1439-1451. [邵全琴, 赵志平, 刘纪远 等. 近30年来三江源地区土地覆被与宏观生态变化特征. *地理研究*, 2010, 29(8): 1439-1451.]
- [15] Zhao Zhiping, Liu Jiuyan, Shao Quanqin. Characteristic analysis of land cover change in nature reserve of Three River's Source Regions. *Scientia Geographica Sinica*, 2010, 30(3): 415-420. [赵志平, 刘纪远, 邵全琴. 三江源自然保护区土地覆被变化特征分析. *地理科学*, 2010, 30(3): 415-420.]
- [16] Bing Longfei, Shao Quanqin, Liu Jiuyan. Characteristic of land cover changes in the Yellow River Headwaters Region over the past 30 years. *Journal of Geo-information Sciences*, 2011, 13(3): 289-296. [郅龙飞, 邵全琴, 刘纪远. 近30年黄河源头土地覆被变化特征分析. *地球信息科学学报*, 2011, 13(3): 289-296.]
- [17] Bolliger J, Bättig M, Gallati J et al. Landscape multifunctionality: A powerful concept to identify effects of environmental change. *Regional Environment Change*, 2011, 11: 203-206.
- [18] Sala O E, Chapin F S, Armesto J J et al. Biodiversity biodiversity scenarios for the year 2100. *Science*, 2000, 287: 1770-1774.
- [19] Wiens J A, Anderson M G, Boucher T. Land cover and conservation: from protected areas to landscapes//Campbell J C, Jones K B, Smith J H et al. North American Land Cover Summit. Association of American Geographers, Washington D.C., 2008: 153-168.
- [20] Wade A, Theobald D M, Laituri M J. A multi-scale assessment of local and contextual threats to existing and potential U.S. protected areas Alisa. *Landscape Urban Plan*, 2011, 101: 215-227.
- [21] Foley J A, DeFries R, Asner G P et al. Global consequences of land use. *Science*, 2005, 309: 570-574.
- [22] Chapin III F S, Zavaleta E S, Eviner V T et al. Consequences of changing biodiversity. *Nature*, 2000, 405: 234-242.
- [23] Vitousek P M, Mooney H A, Lubchenco J et al. Human domination of earth's ecosystems. *Science*, 1997, 277: 494-499.
- [24] Yue T X, Fan Z M, Liu J Y. Scenarios of land cover in China. *Global and Planetary Change*, 2007, 55: 317-342.
- [25] Fan Zemeng, Yue Tianxiang, Liu Jiuyan et al. *Acta Geographica Sinica*, 2005, 60(6): 941-952. [范泽孟, 岳天祥, 刘纪远 等. 中国土地覆盖时空变化未来情景分析. *地理学报*, 2005, 60(6): 941-952.]
- [26] Wiens J A. Landscape ecology as a foundation for sustainable conservation. *Landscape Ecology*, 2009, 24: 1053-1065.
- [27] John A W, Nathaniel E S, Dennis J. Protected areas in climate space: What will the future bring? *Biological Conservation*, 2011, 144: 2119-2125.
- [28] Figueroa F, Sánchez-Cordero V. Effectiveness of natural protected areas to prevent land use and land cover change in Mexico. *Biodiversity Conservation*, 2008, 17: 3223-3240.
- [29] Liu Jiuyan, Zhang Zengxiang, Xu Xinliang et al. Spatial patterns and driving forces of land use change in China in the early 21st century. *Acta Geographica Sinica*, 2009, 64(12): 1411-1420. [刘纪远, 张增祥, 徐新良 等. 21世纪初中国土地利用变化的空间格局与驱动力分析. *地理学报*, 2009, 64(12): 1411-1420.]
- [30] Liu Jiuyan. The Macro Investigation and Dynamic Research of the Resource and Environment in China. Beijing: China Science and Technology Press, 1996. [刘纪远. 中国资源环境遥感宏观调查与动态研究. 北京: 中国科学出版社, 1996.]
- [31] Yue T X. Surface Modeling: High Accuracy and High Speed Methods. New York: CRC Press, Talyor & Francis Group, 2010: 39-417.
- [32] Yue T X, Fan Z M, Chen C F et al. Surface modelling of global terrestrial ecosystems under three climate change scenarios. *Ecological Modelling*, 2011, 222: 2342-2361.

# Transition Trends of Land-cover in National Nature Reserves of China

FAN Zemeng<sup>1</sup>, ZHANG Xuan<sup>1,2</sup>, LI Jing<sup>1,2</sup>, YUE Tianxiang<sup>1</sup>,  
LIU Jiyan<sup>1</sup>, SUN Xiaofang<sup>1,2</sup>, XIANG Bao<sup>3</sup>, KUANG Wenhui<sup>1</sup>

(1. *Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China;*

2. *University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China;*

3. *Institute of Ecology, Chinese Research Academy of Environmental Sciences, Beijing 100012, China)*

**Abstract:** A large number of nature reserves have been established in China aiming to prevent ecosystem degradation, protect natural habitats and conserve the biodiversity within the habitats. By the end of 2010, a total of 2588 nature reserves has been established in China and their total area was 149.44 million hectares, covering over 15% of China's total land area. As the primary driver of biodiversity change, land-cover change has direct effect on ecosystem structures and functions. Thus, a quantitative analysis of changes in the land-cover of nature reserves is a critical step for evaluating the effectiveness and improving the management policies of nature reserves. In terms of the ecosystem characteristics and its major protected objects, 180 National Nature Reserves (NNRs) are chosen and classified into 7 types in this paper. A Land-cover Transform Direction Index (LTDI) is developed on the basis of the contribution of each land-cover type to maintaining the ecosystem stability. In Northeast China, North China, East China, South China, Central-southern China, Northwest and Southwest China, LTDI is used to calculate the transition trend of land-cover in the core zone, buffer zone and experimental zone of each NNRs type during the period from the late 1980s to 2005. The results show that the mean transition rate of all selected NNRs types has become lower during the two decades. The land-cover transform rate of Southwest China was the largest, while that of East China was the smallest among the six regions. The mean positive and negative transform rates of land-cover in all core zones decreased by 0.69% and 0.16% respectively. The landscape pattern of land-cover in the core zones was more stable than that in the buffer zones and the experimental zones. The land-cover transformed rate of NNRs was less than that of Non-NNRs in general. Furthermore, the ecological diversity and patch connectivity of land-cover in the whole selected area increased generally during the period 1995-2005. In summary, the land-cover of NNRs in China has a beneficial change trend after the NNRs were established, especially during the period from 1995 to 2005.

**Key words:** national nature reserves; land-cover transform direction index; transition trend; China