

# 江苏省土地利用协调性空间差异研究<sup>\*</sup>

金巨刚<sup>1</sup>, 周生路<sup>1</sup>, 张燕<sup>1</sup>, 任奎<sup>1</sup>, 耿召<sup>2</sup>

(1. 南京大学 地理与海洋科学学院, 南京 210093; 2. 铜山县国土资源局, 江苏 铜山 221116)

**摘要:**土地利用协调性评价对指导区域土地资源可持续利用具有重要意义。本文阐明了土地利用协调性概念, 从土地与经济系统、土地与环境系统和土地与社会系统 3 个方面建立土地利用协调性系统评价指标体系, 利用主成分分析法确立各指标权重, 构建系统协调度、系统发展度和系统综合协调度模型, 对江苏省 69 个评价单元的土地利用协调性及其省域空间差异进行评价。结果表明: 江苏省总体土地利用协调性属于中度协调, 但各区域间空间差异显著, 呈由北向南递减的分异特征及规律; 土地利用协调性与经济发展水平呈负相关, 表现出郊区高于市区的分异特征及规律; “四沿”产业带地区土地利用协调性空间差异明显。最后结合研究结论提出了部分政策建议。

**关键词:**土地利用协调性; 综合协调度; 空间差异; 江苏省

中图分类号: F301.24

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2009)03-0250-05

## Spatial Difference Research of Land Use Coordination in Jiangsu Province

JIN Ju-gang<sup>1</sup>, ZHOU Sheng-lu<sup>1</sup>, ZHANG Yan<sup>1</sup>, REN Kui<sup>1</sup>, GEN G Zhao<sup>2</sup>

(1. School of Geographic and Oceanographic Sciences, Nanjing University, Nanjing 210093, China;

2. Tongshan Land and Resources Bureau, Tongshan, Jiangsu 221116, China)

**Abstract:** It is very significant of land use coordination evaluation to instruct land resource sustainable use. This paper expounds the concept of land use coordination, the indices system and the model of evaluation of land use coordination was established according to the three aspects of land-economic system; land-environmental system, and land-social system. Principal component analysis is adopted to establish the index weight. This paper established coordination degree of system; development degree of system and comprehensive coordination degree of system model to assess land use coordination and its provincial spatial difference for 69 evaluation unit in Jiangsu Province. Results show that: the overall coordination of land use is moderate coordination in Jiangsu Province, but the regional inter-spatial difference significantly, there is a decreasing tendency for coordination of land use from north to south diversity of feature in Jiangsu Province. Coordination of land use have negatively correlated to the level of economic development, the district areas was higher than the urban areas. Land use coordination of the Four along industrial belt have obvious spatial difference. Furthermore, research result gives us some apocalypse.

**Key words:** Land use coordination; comprehensive coordination degree; spatial difference; Jiangsu Province

土地资源是人类赖以生存和发展的基础资源和环境条件, 土地资源的可持续利用是实现社会经济可持续发展的重要保证<sup>[1]</sup>。随着人口增长、城市化和工业化进程的加快, 经济、环境、社会与土地之间的矛盾日益突出, 严重制约着区域土地资源的可持续发展。要实现区域土地资源利用的协调发展, 就要对区域土地耦合系统的协调发展程度进行评价, 并依据评价结果因地制宜调节土地利用方式, 实现土地耦合系统的协调发展<sup>[2]</sup>。协调度模型已被国内

学者广泛引用到土地可持续利用评价、土地利用效益评价和土地利用潜力评价等方面的研究, 并对该模型在土地系统中的应用进行许多有益的探讨和改进<sup>[1-9]</sup>, 但是, 目前研究仅从经济、环境和社会系统的角度研究土地协调状况, 然而对于土地与经济、环境、社会的耦合关系研究尚不多见。鉴于此, 本文以江苏省为例, 从土地与经济、环境、社会的耦合角度出发, 构建土地利用协调性系统评价指标体系, 引入系统协调度、系统协调发展度和系统综合协调水平

\* 收稿日期: 2008-10-17

基金项目: 江苏省主体功能区规划土地政策研究项目

作者简介: 金巨刚(1984-), 男, 辽宁铁岭人, 硕士研究生, 研究方向: 土地评价与土地规划。E-mail: jinjugang@126.com

通信作者: 周生路(1968-), 男, 江西大余人, 教授, 博士生导师, 主要研究方向为土地资源与环境研究。E-mail: zhousl@nju.edu.cn

模型对其土地协调性进行评价,以此判断区域土地利用协调水平的发展现状,为实现江苏省土地资源的可持续利用提供依据。

### 1 研究区概况及指标体系构建

#### 1.1 研究区概况

江苏地处亚洲大陆东部中纬度滨海地区位于长江、淮河下游,位于东经 116°18' - 121°57',北纬 30°45' - 35°20' 东濒黄海,西连安徽,北接山东,东南与浙江和上海毗邻;地处沿海经济带、长江经济带、欧亚大陆桥经济带的结合部。全省总面积 10.26 万 km<sup>2</sup>。2006 年全省总人口 7 549.50 万人,国内生产总值 21 645.08 亿元。以县域为基本评价单元,把每个地级市下辖的市区作为一个评价单元,共有 69 个评价单元。

#### 1.2 土地利用协调性内涵

协调是描述事物之间良性发展相互关系的概

念,表明系统之间或系统内要素之间和谐统一、配合得当的关系<sup>[3]</sup>。土地利用协调性是指表征支持土地利用系统的土地与经济、土地与环境、土地与社会三个子系统在区域土地利用过程中彼此和谐一致和同步发展水平,通常各子系统的评价值越接近,说明土地利用系统越协调<sup>[4]</sup>,协调发展追求的不是单一的经济增长,而是经济、社会、环境协调发展的多目标模式,符合可持续发展的要求。

#### 1.3 评价指标体系构建

土地利用协调性评价指标的选取遵循以下几条原则:(1)科学性与实用性相结合;(2)系统性和层次性相结合;(3)综合性和主导性原则;(4)指标数据的权威性与可获取性<sup>[9]</sup>。在借鉴国内相关研究成果的基础上,采用理论分析、经验选取和专家咨询相结合的方法,选择了 9 个指标分别描述土地与经济、土地与环境、土地与社会三个子系统,建立了江苏省土地利用协调性评价指标体系(表 1)。

表 1 江苏省土地利用协调性评价指标体系构成及权重

目标层	指标层	指标测算	权重	指标性质
土地与经济子系统(S <sub>1</sub> )	建设用地增长与经济发展协调性指数	建设用地增长率/ GDP 增长率	0.296	负向
	农用地消耗与经济发展协调指数	农用地减少率/ GDP 增长率	0.292	负向
	耕地消耗与经济发展协调指数	耕地减少率/ GDP 增长率	0.285	负向
	地均固定资产投资与经济发展协调系数	地均固定资产投资增长率/ GDP 增长率	0.128	负向
土地与环境子系统(S <sub>2</sub> )	人均生态盈亏	生态承载力 - 生态足迹	0.55	正向
	土地开发与环境保护协调性指数	土地出让收入增长率/ 环保投资额增长率	0.44	负向
土地与社会子系统(S <sub>3</sub> )	土地开发收益与社会事业投入协调性指数	土地出让收入增长量/ 社会事业投资增长量	0.35	负向
	人均耕地与联合国警戒线之差	人均耕地 - 0.053 hm <sup>2</sup>	0.305	正向
	土地开发增长与人口增长协调性指数	土地开发率/ 人口增长率	0.345	负向

### 2 评价方法与步骤

#### 2.1 指标标准化

由于各评价指标的计量单位与数量级不同,为进行综合评价,须对评价指标进行标准化处理。指标的标准化值采用 0 - 100 分的封闭区间,最优取 100,相对最劣取 0。标准化的公式<sup>[10]</sup>为

(1)正相关指标,即指标值越大表示发展水平越高

$$f_i = 100 \times (X_i - X_{min}) / (X_{max} - X_{min}) \quad (1)$$

(2)负相关指标,即指标值越大表示发展水平越低

$$f_i = 100 \times (X_{max} - X_i) / (X_{max} - X_{min}) \quad (2)$$

式中: $f_i$ ——标准化后的某指标值; $X_i$ ——某指标值; $X_{max}$ ——指标的最大值; $X_{min}$ ——指标的最小值。

#### 2.2 评价指标权重的确定

权重的确定方法分为主观赋权法和客观赋权法

两类。为避免人为打分带来的主观性弊端,本文采用多元统计分析中的主成分分析法计算各评价因子方差,通过计算各个因子方差占其总方差的比例,作为单项评价指标的权重值,其计算公式<sup>[11]</sup>以及过程如下:假设评价指标有  $n$  个,对其进行主成分分析,可得到  $n$  个主因子,且将  $n$  个主因子所对应的方差贡献率按降序排列,按各指标对应方差贡献率取最大值的原則,可用如下设计公式求得  $n$  个指标的权重:

$$U = \max\{W_{11} P_1, W_{21} P_2, W_{31} P_3, \dots, W_{n1} P_n\} + \max\{W_{12} P_1, W_{22} P_2, W_{32} P_3, \dots, W_{n2} P_n\} + \dots + \{W_{1n} P_1, W_{2n} P_2, W_{3n} P_3, \dots, W_{nn} P_n\} \quad (3)$$

$$W_i = \frac{\max\{W_{1i} P_1, W_{2i} P_2, W_{3i} P_3, \dots, W_{ni} P_n\}}{U} \quad (4)$$

式中: $W_i$ ——指标权重。

### 2.3 构建协调性评价模型

2.3.1 系统协调度评价 土地利用协调性评价的核心不仅在于土地利用各具体评价指标值及综合评价价值的高低,还在于土地利用系统各子系统之间的相互协调程度的评价<sup>[12]</sup>。衡量一个系统各组成部分之间协调与否的一个简单的方法就是衡量各组成部分发展是否同步发展。若三个子系统构成土地利用协调性系统从起始点就同步发展,即各时段各子系统的综合评价价值 ( $S_i$ ) 在起始点就相同 ( $S_1 = S_2 = S_3$ ),且等比例增大,此种发展状态在三维空间形成一条系统完全协调线  $R$ (图 1),完全协调线上的状态点表示各子系统完全同步发展,是系统发展的理想状态,将之作为基准线  $L$ 。通常情况下,各个子系统的状态数并不相同,使得系统状态点  $Q$  与和谐线  $L$  间存在一个距离  $d$ , $d$  表示系统实际状态值与系统完全协调状态间的差距, $d$  值越小表示系统发展越协调,当  $d = 0$  表示系统的各子系统完全协调发展; $d$  值越大表示系统发展越不协调。基于此,本文构造了系统协调度指数  $C$ ,计算公式如下:

$$C = 100 - d = 100 - \sqrt{\sum_{i=1}^3 (S_i - \bar{S})^2} \quad (5)$$

式中: $S_i$ ——组成系统的各子系统的评价价值,本文采用线性加权法计算 ( $S_i = \sum_{j=1}^n w_j f_j$ ); $\bar{S}$ ——各子系统的平均值  $\bar{S} = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 S_i$ 。 $C$  的取值在 0~100 之间,系统的协调度划分标准如表 2。

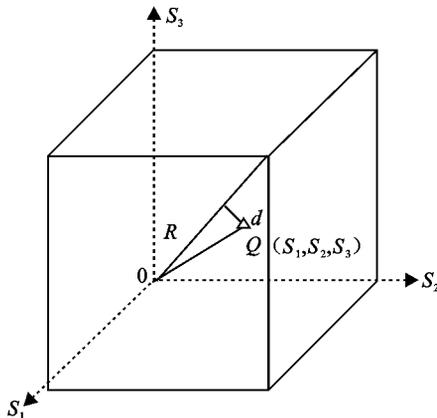


图 1 系统协调度和协调发展度模型空间示意图

表 2 系统协调度与综合协调性评价等级标准

土地系统协调度 $C$	土地系统综合协调度 $P$	评判标准
< 60	< 60	不协调
60 ~ 75	60 ~ 70	基本协调
75 ~ 85	70 ~ 80	中度协调
> 85	> 80	高度协调

### 2.3.2 系统发展度评价 $C$ 是对土地利用系统协

调度的度量,反映的是各土地利用子系统间的协调状况,难以反映出系统的发展实力状况,即系统是处于高水平发展还是低水平发展<sup>[13-14]</sup>。因此,我们又引入了系统发展度指数  $D$ , $D$  表示表明系统所处的发展状态, $D$  值越大表示系统发展等级越高,系统越优化; $D$  值越小表示系统发展等级越低,系统越退化。

$$D = \sqrt{\sum_{i=1}^3 S_i^2} \quad (6)$$

$D$  的取值 0~100,当  $D > 80$ ,表明系统高水平发展;当  $60 < D < 80$  时,表明系统中等水平发展;当  $D < 60$  时,表明系统低水平发展。

2.3.3 系统综合协调度评价 为综合反映系统的协调程度和发展能力,本文构造系统综合协调性评价指数:

$$P = \sqrt{C \times D} \quad (7)$$

$P$  的取值 0~100,系统综合协调性划分标准如表 2。

## 3 结果与分析

根据 2006 - 2007 江苏省统计年鉴的数据,用式 (1 - 2) 对指标值进行标准化处理,再用 SPSS 软件求出主成分方差贡献率的基础上,用式 (3) - (4) 求出各指标的权重值(表 1),用式 (5) - (7) 分别计算出江苏省 69 个评价单元土地利用系统的  $C$ 、 $D$ 、和  $P$ (表 3),由表 3 可见,江苏省总体土地利用协调性系统的协调度、发展度和综合协调度指数都处于中等水平,土地与经济、土地与环境 and 土地与社会三大子系统达到中度协调。

### 3.1 土地利用协调性呈由北向南递减的分异特征及规律

依据综合协调度 ( $P$ ) 值,用 ARCGIS 专题地图制作工具,得到江苏省土地利用系统综合协调度的空间分布(图 2)。江苏省土地利用  $P$  空间差异显著,苏北地区  $P$  值为 76.55,约为苏南的 1.21 倍,苏中的 1.06 倍。淮河和长江把江苏从地域上分成苏北、苏中和苏南,自然条件差异使得苏北、苏中和苏南土地利用协调状况明显不同。苏北地区土地资源相对丰富,具有沿海滩涂、煤炭塌陷地、黄河故道等土地后备资源,苏北地区城市化和工业化进程缓慢,土地利用开发强度不大,土地利用的结构较合理,基本实现了耕地的总量动态平衡,土地利用系统各子系统发展相对同步,土地利用协调性度高;苏中地区地貌类型多样,拥有海洋、海岸线和港口的优势,土地资源比较丰富,农业土地利用率高,具有一定的耕地后备资源,土地利用协调性度居中;苏南地区工

业化、城市化发展迅速,建设用地需求高,对耕地资源非农化占用多,耕地减少快,土地利用与经济发展、生态环境与社会发展的矛盾突出,土地利用三个子系统发展不协调,土地利用综合协调度低。

### 3.2 土地利用协调性呈郊区高于市区的分异特征及规律

土地利用综合协调度 ( $P$ ) 与经济发展水平有很大的关系,经济发展水平高的市区  $P$  低于经济发展水平低的郊县。涟水县  $P$  最高 (96.87), 涟水县 1996 - 2005 年各个地类的变化速度缓慢,并有效控制耕地减少,重视生态建设,绿化造林多次获得国家表彰,有“绿肥之乡”和“白鹭乐园”之称,是全国屈指可数的生态县。无锡市区  $P$  最低 (38.68), 且无锡市区土地与经济子系统评价价值  $S_1$  和土地与环境子系统评价价值  $S_2$  都低,由于无锡市区经济快速发展,大量农用地转为建设用地,建设用地占土地总面积的 19.85%,居全省之首,建成区迅速扩张,导致土地利用综合协调性下降;而宜兴市以农业土地利用为主,建设用地增加缓慢,土地利用结构合理,土地利用协调能力上升 ( $P = 60.5$ )。

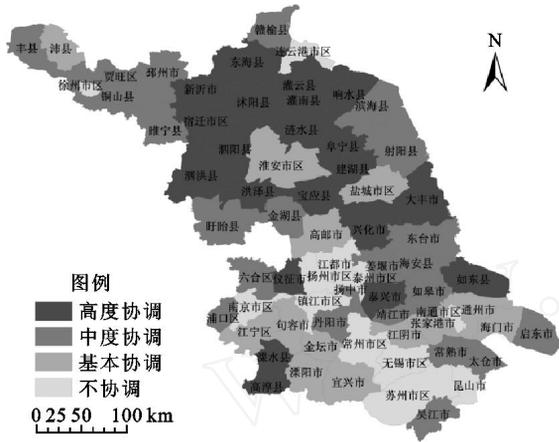


图 2 江苏省土地利用系统综合协调度等级分布图

表 3 江苏省 69 个评价单元土地利用协调性评价结果

地区	C	D	P	地区	C	D	P	地区	C	D	P
南京市区	44.32	42.32	43.31	江都市	59.22	45.91	52.14	建湖县	96.05	80.91	88.15
六合区	92.39	60.46	74.74	高邮市	86.02	44.13	61.61	淮安市区	64.67	57.09	60.76
浦口区	88.02	61.32	73.47	仪征市	97.20	82.28	89.43	洪泽	91.69	97.03	94.32
江宁区	60.16	60.70	60.43	宝应县	93.37	85.54	89.37	金湖	75.13	78.90	76.99
溧水县	91.58	79.87	85.53	南通市区	55.24	37.20	45.33	涟水	95.41	98.34	96.87
高淳县	87.85	73.61	80.41	启东市	81.02	68.76	74.64	盱眙县	75.23	66.80	70.89
苏州市区	60.48	36.76	47.15	如皋市	95.09	65.82	79.12	宿迁市区	86.45	81.48	83.93
张家港市	85.93	50.36	65.78	通州市	78.21	57.38	66.99	沭阳县	81.04	79.84	80.44
常熟市	86.56	60.70	72.48	海门市	79.26	54.70	65.85	泗阳县	80.86	79.70	80.28
昆山市	86.32	34.21	54.34	海安县	90.80	68.84	79.06	泗洪县	75.13	91.44	82.88
太仓市	85.95	66.33	75.51	如东县	90.26	84.39	87.27	连云港市区	60.09	51.50	55.63
吴江市	82.99	75.48	79.15	泰州市区	63.02	54.24	58.46	赣榆县	85.52	71.12	77.99
无锡市区	58.02	25.78	38.68	靖江市	81.94	71.35	76.46	东海县	80.40	84.40	82.38
宜兴市	56.54	64.74	60.50	泰兴市	89.34	73.03	80.77	灌云县	79.05	81.53	80.28
江阴市	83.76	55.13	67.96	姜堰市	85.75	74.45	79.90	灌南县	86.74	86.12	86.43
常州市区	64.77	27.89	42.50	兴化市	90.52	83.07	86.72	徐州市区	30.84	52.48	40.23
金坛市	63.22	60.41	61.80	盐城市区	68.51	56.60	62.27	贾旺区	84.95	74.73	79.68
溧阳市	68.91	57.37	62.88	东台市	78.45	78.79	78.62	新沂市	83.47	78.28	80.83
镇江市区	49.41	35.29	41.76	大丰市	75.92	90.99	83.11	邳州市	88.17	68.90	77.94
丹阳市	71.60	69.19	70.38	响水县	77.10	89.85	83.23	丰县	78.15	76.65	77.40
句容市	78.05	56.10	66.17	滨海县	80.69	75.26	77.92	沛县	68.39	56.35	62.18
扬中市	87.06	57.52	70.77	阜宁县	96.00	85.86	90.79	铜山县	86.17	71.45	78.46
扬州市区	57.32	62.69	59.94	射阳县	82.11	59.79	70.07	睢宁县	72.63	74.61	73.61

### 3.3 “四沿”产业带土地利用协调性空间差异明显

从土地利用协调性分级图可以看出,“四沿”产

业带地区土地利用综合协调度空间差异明显。总体上看,沿沪宁地区土地利用协调性处于不协调,沿江

和沿东陇海地区土地利用协调性处于基本协调,沿海地区土地利用协调性处于中度协调。沿沪宁地区处于长江三角洲,是江苏省经济发展的核心区域,该区人口密集,人地矛盾较为突出,人均耕地远低于全省平均水平,农村建设分散,城镇用地规模扩展过快,占用了大片高产稳产粮田和菜地;环境压力较大,环境污染严重,土地利用不协调;沿海地区是我国重点发展的沿海经济带的重要组成部分,该区地势平坦,便于农业利用,是全省人均耕地量最多的区域,为全省重要的产棉区;土地资源较丰富,尤其是滩涂后备资源极其丰富,土地利用达中度协调。

#### 4 结论

基于土地与经济、环境、社会的耦合关系,从土地与经济、土地与环境 and 土地与社会三个子系统出发,构建了土地利用协调性评价指标体系,并构造了系统协调度指数  $C$ 、系统发展度指数  $D$ 、系统综合协调性评价指数  $P$  来评价土地利用系统的协调性。

对江苏省土地利用协调性空间差异实证研究表明:江苏省土地利用系统的协调度、发展度和综合协调度都处于中等水平,土地与经济系统、土地与环境 and 土地与社会三个子系统达到中度协调;土地利用协调状况南北方向呈梯度分布:北部高、南部低;土地利用协调性呈现市区低于郊县;且“四沿”产业带地区土地利用协调性空间差异明显。

为实现江苏省土地可持续利用需要土地与经济、土地与环境 and 土地与社会子系统的同步发展,在提高社会经济发展时尽可能降低对土地与环境的压力,通过严格控制人口增长,加强耕地保护,加大土地整理的力度,实行土地利用的空间功能分区管制政策及不同功能区实行差异管理等土地政策,协调好社会经济发展与土地利用与环境的关系。

#### 参考文献:

[1] 周炳中,杨浩,包浩生,等. PSR 模型在土地可持续利用评价中的应用[J]. 自然资源学报,2002,17(5):541-548.

[2] 王雪莲,汪波. 基于协同学理论的城市土地利用协调发展研究[J]. 中国地质大学学报,2007,7(1):63-67.

[3] 张富刚,郝晋珉,李旭霖,等. 县域土地利用发展度评价:河北省曲周县为例[J]. 水土保持通报,2005,25(2):63-68.

[4] 彭建,蒋依依,李正国,等. 快速城市化地区土地利用效益评价:以南京市江宁区为例[J]. 长江流域资源与环境,2005,14(3):304-308.

[5] 张巨东,张风荣,龚丹. 试论区域土地资源持续利用中的协调性问题[J]. 农村经济,2004(4):28-30.

[6] 李植斌. 城市土地可持续利用评价研究[J]. 浙江师大学报:自然科学版,2000,23(1):68-73.

[7] 冯科,郑娟尔,韦仕川,等. GIS 和 PSR 框架下城市土地集约利用空间差异的实证研究[J]. 经济地理,2007,27(5):811-818.

[8] 欧雄,冯长春,沈青云. 协调度模型在城市土地利用潜力评价中的应用[J]. 地理与地理信息科学,2007,23(1):42-45.

[9] 曾嵘,魏一鸣,范英,等. 北京市人口、资源、环境与经济协调发展分析与评价指标体系[J]. 中国管理科学,2000(8):310-317.

[10] 周生路. 土地评价学[M]. 南京:东南大学出版社,2006:18-22.

[11] 胡小平,王长发. SAS 基础及统计实例教程[M]. 北京:地图出版社,2001.

[12] 王雨晴,宋戈. 城市土地利用综合效益评价与案例研究[J]. 地理科学,2006,26(2):743-748.

[13] 邵波,陈兴鹏. 中国西北地区经济与生态环境协调发展现状研究[J]. 干旱区地理,2005,28(1):136-140.

[14] 孙霞. 济南市协调发展水平评价[J]. 枣庄学院学报,2006,23(5):98-101.

(上接第 249 页)

[30] 江春波,惠二青,孔庆蓉,等. 天然湿地生态系统评价技术研究进展[J]. 生态环境,2007,16(4):1304-1309.

[31] 马翠欣,袁峻峰,董凤丽. 上海市九段沙湿地生态系统服务功能价值评估[J]. 上海师范大学学报:自然科学版,2004,33(2):98-101.

[32] 崔丽娟. 扎龙湿地价值货币化评价[J]. 自然资源学报,2002,17(4):451-456.

[33] 曹志红,许信旺,汪艳林,等. 皖江地区湿地生态服务价值评估[J]. 中国农学通报,2008,24(8):413-419.

[34] 崔丽娟. 湿地生态系统的价值[M]//赵学敏. 湿地:人与自然和谐共存的家园:中国湿地保护. 北京:中国林业出版社,2005:156-158.

[35] 李建国,李贵宝,王殿武,等. 白洋淀湿地生态系统服务功能与价值估算的研究[J]. 南水北调与水利科技,2005,3(3):18-21.

[36] 李忠魁,洛桑桑旦. 西藏湿地资源价值损失评估[J]. 湿地科学与管理,2008,4(3):24-29.

[37] Hoehna J P, Lupia F, Kaplowitz M D. Untying a Lancasterian bundle: valuing ecosystems and ecosystem services for wetland mitigation[J]. Journal of Environmental Management, 2003,68(3):263-272.

[38] 熊鹰,王克林,蓝万炼,等. 洞庭湖区湿地恢复的生态补偿效应评估[J]. 地理学报,2004,59(5):772-780.