

扬州市土地利用系统协调性评价

郑俊鹏^{1,3}, 王婷², 欧名豪¹, 刘震宇³

(1. 南京农业大学 公共管理学院, 江苏 南京 210095; 2. 湖南师范大学 资源与环境科学学院, 湖南 长沙 410081; 3. 长沙永信土地规划咨询有限责任公司, 湖南 长沙 410000)

摘要: 运用以信息熵理论为基础的协调性计算模型对扬州市土地利用系统协调性进行了评价。研究表明, 1996—2010 年扬州市土地利用系统及经济、社会和环境子系统发展水平逐步提高, 且 3 个子系统发展水平之间的差距逐步缩小, 到 2010 年发展水平均达到 0.5 以上, 处于中等发展水平; 同时土地利用系统协调性也不断提高, 由 1996 年的濒临失调水平发展到 2010 年的中级协调水平, 但总体上还处在较低的协调水平。针对影响土地利用系统协调发展的限制性因素, 扬州市新一轮土地利用总体规划应该采取相应措施促进土地利用系统的协调性进一步提高。

关键词: 土地利用系统; 协调性; 评价; 扬州市

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2014)04-0243-05

中图分类号: F301.2

DOI: 10.13961/j.cnki.stbctb.2014.04.061

Evaluation on Land Use System Coordination of Yangzhou City

ZHENG Jun-peng^{1,3}, WANG Ting², OU Ming-hao¹, LIU Zhen-yu³

(1. College of Public Administration, Nanjing Agricultural University, Nanjing, Jiangsu 210095, China; 2. College of Resources and Environmental Science, Hu'nan Normal University, Changsha, Hu'nan 410081, China; 3. Changsha Yongxin Land Planning and Consulting Co., Ltd., Changsha, Hu'nan 410000, China)

Abstract: The coordination of land use system of Yangzhou City was evaluated by using coordination calculation model which based on the theory of information entropy. The results indicated that from 1996 to 2010, the developing level of land use system and economy, society and environment sub-systems of Yangzhou City improved gradually, and the gap among three sub-systems reduced gradually, and developing level of three subsystems all reached beyond 0.5 in 2010, which meant a middle developing level. At the same time, land use system coordination level increased continually, from near maladjustment level in 1996 to middle coordination level in 2010, but it was still in a lower coordination level. For the restrictive factors which affected the development of land use system, new general land use planning of Yangzhou City should adopt corresponding measures to make land use system coordination level improved further.

Keywords: land use system; coordination; evaluation; Yangzhou City

随着经济社会的高速发展, 人类对土地资源的开发利用程度正在逐步加大, 土地利用的社会经济效益得到了逐步提高, 但与此同时, 生态环境质量呈现出不断恶化的趋势, 严重威胁着土地资源的可持续利用^[1]。如何正确处理土地利用过程中的经济社会发展与生态环境保护间的关系, 使得经济、社会和环境能够协调发展, 进而实现可持续发展, 已成为相关学者关注的焦点。土地协调利用的研究对象是作为经济—社会—生态环境综合体的土地, 研究内容是探悉

土地利用系统中经济、社会和生态环境子系统之间以及各子系统内部各构成要素之间相互协调一致的程度^[2]。国内已有学者^[2-12]对土地利用系统的协调性或区域经济、社会和环境之间的协调性进行了研究, 但结合土地利用总体规划进行土地利用系统协调性评价的研究还鲜见报道。

区域土地利用系统是土地利用总体规划的调控对象, 其运动必然符合耗散结构理论, 系统整体由无序走向有序得益于子系统之间的结构关系的协调。

收稿日期: 2013-05-24

修回日期: 2013-09-08

资助项目: 江苏省扬州市土地利用总体规划(2006—2020 年)修编项目; 国家自然科学基金重大项目(09&ZD046); 教育部哲学社会科学重大课题攻关项目(11JZD031)

作者简介: 郑俊鹏(1984—), 男(汉族), 山西省晋城市人, 博士研究生, 研究方向为土地利用规划与管理。E-mail: zjpsdau@163.com。

通信作者: 欧名豪(1964—), 男(汉族), 安徽省霍邱县人, 博士, 教授, 主要从事土地利用规划与管理方面的研究工作。E-mail: mhau@njau.edu.cn。

采用信息熵数值的大小判断子系统之间的协调性,符合耗散结构理论和协调性的界定。本研究采用以信息熵理论为基础的协调性计算模型对扬州市土地利用系统协调性进行评价,为新一轮土地利用总体规划的编制提供参考和依据。

1 土地利用系统协调性

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^[1]。协调性是指系统之间或者系统要素之间在发展过程中彼此协调一致的状况。协调性越高,表示系统或要素之间的协调状况越好;反之,则表示系统或要素之间的协调状况越差^[13-14]。土地利用系统是由经济、社会和环境 3 个子系统构成的复杂巨系统,经济、社会子系统在向环境获取承载力的过程中,其规模和强度不断发展壮大。随着承载力不断地被经济、社会子系统“夺走”,环境子系统的规模和强度不断缩减。环境子系统的衰退也必然会逐渐限制经济和社会的进一步发展。因此必须寻求土地利用系统的合理结构、最佳功能及其正常运行,充分合理地利用有限的土地资源,提高其利用率和生产率,保证土地生态环境的高质量和经济社会的高效益,最终实现土地资源的可持续利用^[15]。

土地利用系统协调性体现了经济、社会、环境子系统之间的均衡程度、有序程度,具体表现为经济功能不断加强、人民生活水平不断提高、环境持续恶化得到遏制,即某个子系统的发展不以损害其他子系统为代价。因此可以将土地利用系统协调性定义为在不同发展阶段,区域土地利用过程中社会经济水平与生态环境质量状况之间的协调程度及其所表征的土地利用的综合效益水平。

2 研究区概况

扬州市地处江苏省中部,长江下游北岸、江淮平原南端,地理坐标为东经 119°01′—119°54′,北纬 31°56′—33°25′之间。南临长江,北与淮安、盐城市接壤,东和盐城、泰州市毗联,西与南京、淮安市及安徽省天长市交界。扬州市是上海经济圈和南京都市圈的节点城市,交通便捷。全年气候温和,光照充足,雨水充沛,境内 90% 以上是平原,水面广阔,有长江岸线 80.5 km,京杭大运河纵穿腹地,由北向南沟通白马湖、宝应湖、高邮湖、邵伯湖 4 湖,汇入长江,境内全长 143.3 km。2009 年底,扬州市土地总面积 6.63×10^5 hm²,辖广陵、维扬、邗江 3 区和仪征、高邮、江都、宝应 4 县(市)。户籍人口 458.80 万人,城市化水平

52.9%;地区生产总值 1 856.39 亿元,人均地区生产总值 41 406 元,财政收入 310.09 亿元;三次产业结构为 7.8 : 56.1 : 36.1;城镇居民人均可支配收入 19 416 元,农民人均纯收入 8 295 元,是典型的人口集中与经济快速发展区。

3 研究方法

3.1 数据来源

主要涉及两类数据:(1)经济社会统计数据,主要包括 1996—2010 年及规划年人均 GDP、社会固定资产投资、人口自然增长率、城镇化率、工业废水排放量、工业废气排放量等经济社会发展数据,主要来源于 1997—2011 年扬州统计年鉴、江苏统计年鉴、扬州市土地利用总体规划(2006—2020 年)文本,小部分数据采用外推法、内插值法得到;(2)土地利用数据,包括扬州市 1996—2010 年土地利用现状数据与规划数据,来源于扬州市国土部门提供的 1996—2010 年土地利用变更数据表与扬州市土地利用总体规划(2006—2020 年)文本。

3.2 协调性的计算

对于一个不确定性系统,若用随机变量 X 表示其状态特征,设 X 的取值为: $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ ($n \geq 2$),每一取值对应的概率为: $P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$ ($0 \leq p_i \leq 1, i = 1, 2, \dots, n$),且有 $\sum p_i = 1$ 。假设

$$E(X) = - \sum_{i=1}^n p_i \ln p_i \quad (1)$$

式中: $E(X)$ ——信息熵; p_i —— X 取值 x_i 时对应的概率。当 $E(X)$ 最小,即 $p_1 = p_2 = \dots = p_n$ 时,表明各子系统之间最为协调;当 $E(X)$ 越大,即 p_i 之间相差越大时,表明各子系统之间越不协调。所以,用信息熵 $E(X)$ 可以定量地描述系统内各子系统之间的协调性; $E(X)$ 越小,各子系统之间越协调,反之,各子系统之间越不协调。以信息熵原理为基础,建立土地利用系统协调性的计算模型。

3.2.1 子系统的划分与评价指标的选择 要计算协调性,首先必须把土地利用系统划分成若干个子系统,根据研究的目的不同,其划分方法有所不同。根据前面土地利用系统协调性的界定,经济增长、社会进步、生态良好是土地利用系统协调发展的 3 个方面,因此,将土地利用系统划分成经济、社会、环境 3 个子系统。

利用 CNKI 数据库,对近年来有关土地利用系统协调性评价或区域经济、社会和环境协调性评价的指标进行分析,遵循科学性、综合性、可操作性、动态性等原则,在参照相关研究成果^[1-12]的基础上,结合扬州市实际情况和土地利用总体规划的内容,选取以下 18 项指标作为扬州市土地利用系统协调性评价的

指标体系(表 1)。

3.2.2 各指标值的计算 信息熵 E_i 的计算公式为:

$$E_i = -\frac{1}{\ln m} \sum_{j=1}^m \frac{X_{ij}}{X_i} \ln \frac{X_{ij}}{X_i}, X_i = \sum_{j=1}^m X_{ij} \quad (2)$$

($i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, m$)

表 1 扬州市土地利用系统协调性评价指标体系

目标层	要素层	指标层	指标属性
土地利用系统协调性评价	经济子系统	人均 GDP/元	正
		GDP 增长率/%	正
		二三产业占 GDP 的比重/%	正
		社会固定资产投资/亿元	正
		万元 GDP 能耗/t 标准煤	负
	社会子系统	总人口/万人	正
		人口自然增长率/%	负
		城镇化率/%	正
		农民人均纯收入/元	正
		城镇居民人均可支配收入/元	正
	生态子系统	人均耕地面积/666.67 m ²	正
		人均公共绿地/m ²	正
		生态用地面积比例/%	正
		建成区绿化覆盖率/%	正
		工业废气排放量/m ³	负
		工业废水排放量/10 ⁴ t	负
		万元 GDP 工业废气排放量/m ³	负
		万元 GDP 工业废水排放量/t	负

注:指标属性为正表示其值越大对相应子系统发展越有利,指标属性为负则反之;GDP 增长率按当年价格计算。

$$X_{ij} = \begin{cases} \min x_{ij} / x_{ij} & (x_{ij} \text{ 为负指标,即越小越好}) \\ x_{ij} / \max x_{ij} & (x_{ij} \text{ 为正指标,即越大越好}) \end{cases}$$

式中: E_i ——第 i 个指标的信息熵; X_{ij} ——原始数据的归一化值,其中 i 为指标, j 为年份; x_{ij} ——指标 i 第 j 年的原始值; $\min x_{ij}$ ——指标 i 的年份最小值; $\max x_{ij}$ ——指标 i 的年份最大值; n ——指标总个数; m ——年份数。

指标权重 Q_i 计算公式为:

$$Q_i = (1 - E_i) / (n - \sum_{i=1}^n E_i) \quad (3)$$

子系统发展水平 Z_{Lj} 计算公式为:

$$Z_{Lj} = \sum_{i=1}^p Q_i X_{ij} \quad (4)$$

式中: Z_{Lj} ——第 L 个子系统第 j 年的发展水平; p ——第 L 个子系统所含指标总个数。

协调性 D 计算公式为:

$$D = \sqrt{\left[\frac{Z_1 Z_2 Z_3}{(Z_1 + Z_2 + Z_3 / 3)^3} \right]^8 F} \quad (5)$$

式中: F ——土地利用系统综合发展水平, $F = \omega_1 Z_1 + \omega_2 Z_2 + \omega_3 Z_3$, $\omega_1, \omega_2, \omega_3$ 为各子系统的权重。本研究认为经济、社会、环境子系统同等重要,所以取 $\omega_1 = \omega_2 = \omega_3 = 0.333$ 。

3.2.3 土地利用系统协调性评价标准 评价标准是判断土地利用系统协调性的依据。根据公式(5),土地利用系统协调性的数值介于 0 和 1 之间,根据均匀分布函数法确定协调性评价标准(表 2)。

表 2 扬州市土地利用系统协调性评价标准

协调性 D	0.9~1.0	0.8~0.89	0.7~0.79	0.6~0.69	0.5~0.59	0.4~0.49	0.3~0.39	0.2~0.29	0.1~0.19	0~0.09
协调等级	优质协调	良好协调	中级协调	初级协调	勉强协调	濒临失调	轻度失调	中度失调	过度失调	极度失调

4 结果与分析

根据公式(2)~(5),计算出扬州市土地利用系统及各子系统发展水平、土地利用系统协调性(表 3)。

4.1 扬州市土地利用系统及各子系统发展水平分析

扬州市 1996—2010 年土地利用系统及各子系统发展水平如图 1 所示。在此期间,经济、社会和环境子系统发展水平大体上呈现不断上升的趋势,且三者之间的差距也逐步缩小。2009 年前,扬州市经济、社会子系统发展水平偏低,基本处于 0.5 以下,且明显低于环境子系统发展水平。到 2010 年,三者都达到 0.5 以上,即中等发展水平,表明扬州市经济、社会、环境子系统发展水平越来越协调一致。同时,土地利用系统综合发展水平也呈现出逐年上升的趋势,由 1996 年的 0.381 8 增长到 2010 年的 0.556 1,但仍处

于中等发展水平。

在经济子系统中,1996—2010 年扬州市人均 GDP 从 7 903 元增长到 48 092 元,低于该省平均水平;社会固定资产投资也处于较低的水平,1996—2010 年间从 111.19 亿元增长到 1 331.85 亿元;万元 GDP 能耗 1996—2006 年都在 1 t 标准煤以上,2007 年以后,降低到 1 吨标准煤以下,说明了建设用地集约利用制度、节能减排政策发挥了一定的作用。根据以上分析,人均 GDP、社会固定资产投资偏低是经济子系统发展水平偏低的主要原因,规划期间应刺激经济发展,严格实施建设用地节约集约利用制度,强势推进开发区与工业园区建设,引导产业集聚,保障支柱产业和特色产业用地,提高土地利用效益,同时应保障铁路、公路、港口等重点基础设施用地,加大基础设施投资,为经济快速增长提供良好的用地政策与投

资环境。在扬州市新一轮规划中提出到 2020 年建设用地总量为 $1.30 \times 10^5 \text{ hm}^2$, GDP 超过 10 000 亿元, 人均 GDP 有望达到 21 万元左右, 为经济子系统发展水平的提高奠定了基础。

表 3 扬州市土地利用系统及各子系统发展水平和土地利用系统协调性

年份	经济子系统发展水平	社会子系统发展水平	环境子系统发展水平	土地利用系统综合发展水平	土地利用系统协调性
1996	0.314 8	0.295 6	0.535 0	0.381 8	0.395 6
1997	0.265 2	0.299 4	0.566 2	0.376 9	0.304 8
1998	0.264 8	0.310 3	0.610 6	0.395 2	0.274 2
1999	0.248 0	0.315 5	0.540 3	0.367 9	0.314 7
2000	0.266 1	0.324 5	0.486 1	0.358 9	0.407 0
2001	0.243 8	0.341 2	0.501 7	0.362 2	0.357 8
2002	0.264 5	0.337 8	0.536 4	0.379 6	0.363 5
2003	0.307 3	0.371 8	0.538 5	0.405 9	0.456 9
2004	0.341 2	0.443 4	0.545 7	0.443 4	0.535 1
2005	0.361 4	0.382 9	0.540 4	0.428 3	0.538 1
2006	0.374 1	0.419 8	0.553 5	0.449 1	0.567 9
2007	0.400 4	0.495 3	0.573 4	0.489 7	0.615 2
2008	0.441 2	0.462 3	0.564 9	0.489 5	0.652 0
2009	0.453 3	0.535 3	0.578 1	0.522 2	0.680 0
2010	0.508 0	0.571 7	0.588 6	0.556 1	0.728 0

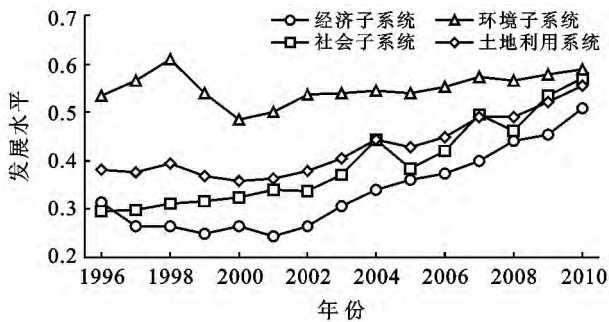


图 1 扬州市 1996—2010 年土地利用系统及各子系统发展水平

在社会子系统中,总人口 1996—2010 年呈现低速增长的趋势,由 1996 年的 444.87 万人增长到 2010 年的 459.12 万人;人口自然增长率较低,除 2005 年外,都保持在 3‰ 以下;城镇化率由 1996 年的 35.25% 逐步发展到 2010 年的 57.34%;而 1996—2010 年扬州市农民人均纯收入从 2 937 元增长到 9 462 元,城镇居民人均可支配收入从 5 097 元增长到 21 766 元,前者与该省平均水平持平,而后者明显低于全省平均水平。根据以上分析,农民人均纯收入和城镇居民人均可支配收入偏低是社会子系统发展水平偏低的主要原因,规划期间应大力发展现代农业、特色农业和生态农业,提高农民收入水平,同时保障城镇发展合理用地,加大城镇二三产业发展力度,提高城镇居民

收入水平,促进社会公平,为经济的进一步发展提供良好的社会环境。在扬州市新一轮规划中提出要合理保障城镇发展用地和产业集聚用地,到 2020 年城镇工矿用地规模比 2005 年净增 9 872.0 hm^2 ,城镇居民人均可支配收入达到 9 万元以上,农民人均纯收入达到 3 万元以上,这些目标的实现会促进社会子系统发展水平的提高。

在环境子系统中,人均耕地面积稳定在 0.067 hm^2 左右;人均公共绿地面积逐步增长,由 1996 年的 3.35 m^2 增加到 2010 年的 8.54 m^2 ;生态用地面积比例由 28.50% 增长到 32.25%,说明扬州市加大了生态建设力度,注重生态环境与历史文化的保护,加强水生态和滩涂湿地的保护,进一步彰显和提升了扬州市在长三角地区的生态优势;建成区绿化覆盖率由 1996 年的 33.49% 逐步增长到 2010 年的 43.6%,增强了扬州市作为宜居生态园林城市和优秀旅游城市的城市特质;由于经济社会的发展,城镇工矿用地的增加,工业废气排放量总体上呈现较小上升趋势,工业废水排放量呈波动变化趋势但波动不大,表明了扬州市贯彻落实土地利用和谐生态战略、节能减排政策取得了一定的效果;虽然万元 GDP 工业废气排放量、万元 GDP 工业废水排放量总体上呈现下降趋势,但两者的排放水平仍然较高,基本上和该省平均水平持平,到 2010 年分别为 5 172 m^3 和 4.06 t。根据以上分析,万元 GDP 工业废气排放量、万元 GDP 工业废水排放量偏高是制约环境子系统发展水平提高的主要因素,规划期间应转变经济发展方式、加大节能减排力度、保障环保基础设施用地、严格落实规划环境影响减缓措施等,切实减少单位 GDP 污染物排放量,提高 GDP 的发展质量,为扬州市经济社会的可持续发展提供良好的资源环境基础。在扬州市新一轮规划中提出到 2020 年全市新增建设用地总量为 18 039.8 hm^2 ,优先保障重点基础设施用地以及生态环境保护要求的重点项目用地,为污染物的减排提供了用地保障。

4.2 扬州市土地利用系统协调性分析

扬州市 1996—2010 年土地利用系统协调性如图 2 所示,总体上看,土地利用系统协调性呈现出波动上升的趋势。1996—2003 年,扬州市土地利用系统基本处于濒临失调或轻度失调水平,经济和社会水平不高,环境子系统对经济、社会发展的支撑作用没有得到发挥。2004—2006 年,扬州市的经济社会快速发展,良好的环境开始发挥其支撑经济和社会发展的作用,经济、社会和环境之间的协调性得到改善,处于勉强协调水平。2007—2009 年,经济、社会和环

境之间的协调性不断增强,达到初级协调水平。到2010年,随着经济、社会和环境子系统的同步发展,扬州市土地利用系统的协调性进一步增强,勉强达到了中级协调水平。由此可以看出,2010年前土地利用系统的协调性虽然不断提高,但仍处在一个相对较低的水平上。所以,规划期间应该通过调整土地利用结构和布局,不断健全与落实农用地、建设用地和生态用地规划管理制度,使得环境保护优化经济社会发展的作用进一步显现,从而使规划期间扬州市土地利用系统的协调性得到进一步提高,实现可持续发展。

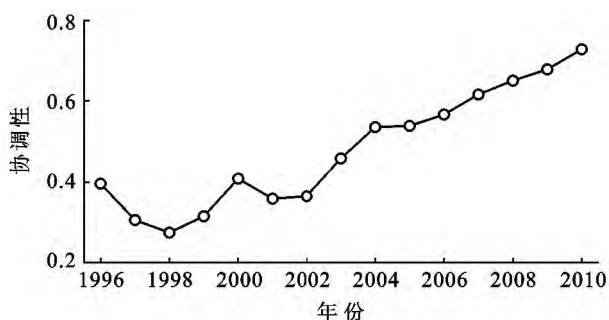


图2 扬州市1996—2010年土地利用系统协调性

5 结论

(1) 运用以信息熵理论为基础的协调性计算模型对区域土地利用系统协调性进行评价,符合耗散结构理论和协调性的界定,而且具有含义明确、简单、较客观等特点,研究结果具有较高的可信度,可较真实地反映扬州市土地利用系统及各子系统发展水平、土地利用系统协调性。

(2) 扬州市土地利用系统协调性评价结果表明,1996—2010年扬州市土地利用系统及各子系统发展水平、土地利用系统协调性水平不断提高,但系统发展水平仍处于中等发展水平,系统协调性也处在较低水平上,各子系统内部仍存在一些影响系统协调发展的限制性因素,所以新一轮土地利用总体规划应该采取相应措施,使得规划期间扬州市土地利用系统协调性进一步提高,进而实现可持续发展。

(3) 土地利用系统协调性评价是一个新课题,在我国刚刚起步,相关的理论与方法体系尚处于探索阶段,其评价指标的选取、模型运用还有待于深入研究。本研究建立的评价指标体系是结合土地利用总体规划的一种尝试,还存在一些不足之处,而且仅进行了

扬州市时间序列上的实证研究,还缺少区域内部横向比较的实证研究。随着研究的不断深入,土地利用系统协调性评价的理论和方法将不断更新,土地利用规划与土地利用系统协调性评价的结合必将更加紧密。建立健全土地利用系统协调性评价制度,将有利于科学地编制土地利用规划及规划的有效实施,促进经济、社会、环境的协调发展及土地利用系统的可持续发展。

[参考文献]

- [1] 张富刚,郝晋珉,李旭霖,等. 县域土地利用协调发展度评价:以河北省曲周县为例[J]. 水土保持通报,2005,25(2):63-68.
- [2] 李红礼. 中原城市群地区城市土地协调利用评价研究[D]. 河南 郑州:河南大学,2009.
- [3] 吴春燕. 北京城乡土地利用系统协调性分析[J]. 合作经济与科技,2011(8):6-7.
- [4] 谭峻,李楠,魏琦玲. 北京市土地利用协调度模拟分析[J]. 中国土地科学,2008,22(9):38-42.
- [5] 刘凤朝,张博,刘源远,等. 城市土地利用协调度评定:以大连市为例[J]. 中国土地科学,2008,22(12):25-30.
- [6] 王鹏,杨锐军,钟顺清,等. 衡阳市土地利用协调度模拟分析[J]. 衡阳师范学院学报,2009,30(6):95-101.
- [7] 刘涛. 山东县域社会经济协调发展格局及对策研究[J]. 中国人口·资源与环境,2011,21(11):169-174.
- [8] 刘承良,熊剑平,龚晓琴,等. 武汉城市圈经济—社会—资源—环境协调发展性评价[J]. 经济地理,2009,29(10):1650-1654.
- [9] 段七零. 江苏省县域经济—社会—环境系统协调性的定量评价[J]. 经济地理,2010,30(5):829-834.
- [10] 岳敏,李含琳. 陇东黄土高原 PREE 系统可持续发展动态分析:以甘肃省庆阳市为例[J]. 经济地理,2009,29(1):124-129.
- [11] 张燕,张洪,彭补拙. 土地资源、环境与经济发展的协调性评价[J]. 长江流域资源与环境,2008,17(4):529-534.
- [12] 庞伟亮,陈英,张仁陟. 甘肃省古浪县土地利用与社会经济协调度评价[J]. 水土保持通报,2012,32(5):75-81.
- [13] 徐肇忠. 城市环境规划 [M]. 湖北 武汉:武汉大学出版社,2002:60-62.
- [14] 周敬宣,宇鹏. 中国战略环境评价若干关键问题的探讨 [M]. 湖北 武汉:华中科技大学出版社,2011:58.
- [15] 王万茂,李俊梅. 土地生态经济系统与土地资源持续利用研究[J]. 中国生态农业学报,2003,11(2):147-149.