

基于耦合协调模型旅游型美丽乡村复合生态系统协调发展

谢依娜¹, 赵乐静¹, 刘云根^{1,2}, 王妍³, 侯磊^{1,2}, 李晓琳^{1,2}

(1. 西南林业大学生态与水土保持学院, 云南昆明 650224; 2. 西南林业大学农村污水处理研究所, 云南昆明 650224; 3. 西南林业大学石漠化研究院, 云南昆明 650224)

摘要: 生态、生产、文化和生活的协调发展是实现美丽乡村复合生态系统可持续发展的核心。以云南省旅游型村庄普者黑村为例进行实证分析, 建立美丽乡村复合生态系统协调发展评价指标体系, 构建美丽乡村复合生态系统耦合协调发展模型。对该村 2006-2015 年生态环境与社会经济发展的耦合协调状况进行综合评价。结果表明: 普者黑村近 10 a 间, 生态、生产、文化及生活耦合协调发展状况总体上处于不协调状态, 呈先上升后下降再上升的趋势。其中, 生态环境质量逐渐恶化, 其指数平均每年下降 0.045 个点; 生活、生产和文化综合发展水平则整体呈逐步提高趋势, 指数平均每年各上升 0.061, 0.058 和 0.028 个点。根据当地协调发展趋势及环境经济基础, 提出了普者黑村发展的对策和建议。图 2 表 3 参 27

关键词: 景观生态学; 耦合协调; 美丽乡村; 复合生态系统; 农村文化

中图分类号: S7-05 **文献标志码:** A **文章编号:** 2095-0756(2018)04-0743-07

Development of tourism beautiful village complex ecosystem based on the coupling coordinated model

XIE Yi'na¹, ZHAO Lejing¹, LIU Yungen^{1,2}, WANG Yan³, HOU lei^{1,2}, LI Xiaoling^{1,2}

(1. College of Ecology and Soil & Water Conservation, Southwest Forestry University, Kunming 650224, Yunnan, China; 2. Research Institute of Rural Sewage Treatment, Southwest Forestry University, Kunming 650224, Yunnan, China; 3. Research Institute of Stony Desertification, Southwest Forestry University, Kunming 650224, Yunnan, China)

Abstract: The coordinated development of ecology, production, culture and life is core to the sustainable development of the complex ecosystem of beautiful rural areas. Taking a tourist village-Puzhehei Village as an example for the empirical analysis. This research established an evaluation index system of the coordinated development of the complex ecosystem of the beautiful rural areas, and built a coupling coordination development model of the complex ecosystem of the beautiful rural area. The comprehensive evaluation of coupling and coordination situation between ecological environment and socio-economic development of this village between 2006 and 2015 was carried out. The results showed that the development of ecology, production, culture and life had been generally uncoordinated in the past ten years. The coupling coordination degree was first on the rise, then decline, and rise again. In the index system, the ecological environmental quality was gradually deteriorating, and the index of which fell by an average of 0.045 points per year; the overall development levels of life, production and culture were gradually increasing, and the index of which rose by an annual average of 0.061, 0.058 and 0.028 points respectively. On the basis of the coordinated development trends and the local environmental and economic foundation, the research proposed solutions to and suggestions on the development of the Puzhehei Village in order to achieve the sustainable and coordinated development of the complex ecosystem of the beautiful rural areas. [Ch, 2 fig. 3 tab. 27 ref.]

收稿日期: 2017-06-29; 修回日期: 2017-09-15

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(41761098, 31760245)

作者简介: 谢依娜, 从事美丽乡村建设研究。E-mail: 335367682@qq.com。通信作者: 刘云根, 副教授, 从事农村环境保护和污染生态研究。E-mail: henryliu1008@163.com

Key words: landscape ecology; coupling coordination; beautiful village; complex ecosystem; rural culture

“美丽乡村”建设是“美丽中国”建设的基础和前提^[1],正逐渐成为中国城乡建设关注的热点^[2]。美丽乡村复合生态系统是有机整合生态、生产、文化与生活4个子系统为一体的复杂开放性系统,其子系统协调发展是乡村可持续发展的基本要求^[3]。随着城镇化的快速发展,中国农村生态、生产、文化、生活四者之间的矛盾日益激化,亟须开展乡村生态、生产、文化与生活4个子系统协调发展的研究^[4-7]。近年来,不少学者应用不同模型对不同区域进行了环境、社会、经济间相互作用的研究^[8-11],但目前使用耦合协调度模型开展美丽乡村复合生态系统的研究还鲜有报道,仅有王如松等^[12]提出的“社会-经济-自然”城市复合生态系统理论可作为构建美丽乡村复合生态系统的理论基础。与城市相比,乡村还保留着传统的历史风俗和典型的民族文化,无法照搬城市建设模式^[13],因此,该理论应用于乡村复合生态系统缺乏全面性。本研究认为,在构建农村复合生态系统时有必要将文化子系统从社会子系统中剥离^[14],重新考虑农村文化承载特点,构建符合农村特点的集生态子系统、生产子系统、生活子系统和文化子系统于一体的独特复合生态系统理论体系。通过构建生态、生产、文化与生活协调发展评价指标体系,根据耦合协调度模型,对云南省旅游型村庄——普者黑村生态、生产、文化与生活协调状况进行综合评价,旨在揭示美丽乡村复合生态系统的时空演化规律,为地区发展与政府决策提供参考。

1 研究区概况

普者黑自然村位于云南省文山州双龙营镇西边(24°8'20"N, 104°7'9"E),面积为14.73 km²,平均海拔为1400.0 m,年平均气温为16.2℃,年降水量为1174.2 mm。该村拥有国家4A级独特喀斯特岩溶山水风景,民族文化特色鲜明,是汉、彝、白、苗等多民族聚居村;随着旅游业的高速发展,近年来人均年收入从2006年的1756元上升至2015年的8962元,增长超过5倍。

2 研究方法与数据分析

2.1 理论框架

以“社会-经济-自然”城市复合生态系统理论^[14]为基础,结合农村特征构建由生态、生产、文化与生活4个子系统共同构成“四位一体”的美丽乡村理论体系(图1)。其中,生态子系统由土地、水、气候、生物、矿产资源构成;生产子系统由第一产业、第二产业、第三产业组成;文化子系统结构分为物质文化、制度文化、精神文化3个层面^[15-16];生活子系统着重生活方式和生活理念2个方面。

2.2 分析方法

2.2.1 数据收集和处理 数据主要来源于《云南统计年鉴(2005-2015)》《中国农村统计年鉴(2005-2015)》《丘北县统计年鉴(2005-2015)》;在统计年鉴上未详细列举的部分数据则主要从云南省文山州环境状况

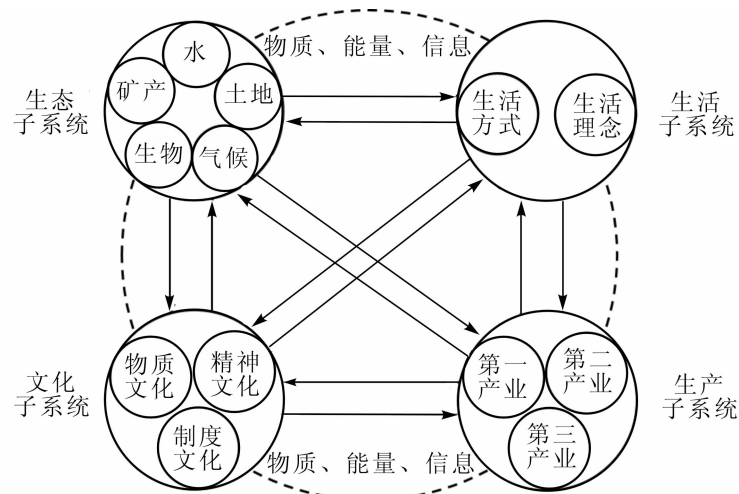


图1 美丽乡村复合生态系统基本结构

Figure 1 Basic structure of beautiful village complex ecosystem

公报、丘北县国民经济和社会发展统计公报、云南省数字乡村信息网、政府网站及规划纲要中获取；其余数据则来自于实地走访和调查问卷统计。为消除由于各指标原始数据计量单位以及指标类型不同对评价结果的影响，采用极差化法^[17]对原始数据进行无量纲标准化处理。公式如下：

$$S_j(e_{ji}) = \begin{cases} \frac{e_{ji} - \min(e_{ji})}{\max(e_{ji}) - \min(e_{ji})}, & e_{ji} \text{ 为正向指标} \\ \frac{\max(e_{ji}) - e_{ji}}{\max(e_{ji}) - \min(e_{ji})}, & e_{ji} \text{ 为逆向指标} \end{cases} \quad (1)$$

式(1)中： $S_j(e_{ji})$ 为标准化后的结果值； e_{ji} 为第 j 个子系统中第 i 个指标的原始数据值($j=1, 2, 3, 4; i=1, 2, \dots, n$)； e_{\max} , e_{\min} 分别表示该指标的最大值和最小值。运用主成分分析法分析标准化数据，得到主成分综合模型：

$$S_j = S_j(e_{j1}) \times \lambda_{j1} + S_j(e_{j2}) \times \lambda_{j2} + \dots + S_j(e_{jn}) \times \lambda_{jn} \quad (2)$$

式(2)中： S_j 代表第 j 子系统在第 i 年的发展指数；得到 S_1, S_2, S_3, S_4 分别代表生态、生产、文化与生活子系统在 2006–2015 年的发展指数，其大小代表了子系统综合发展水平的高低， λ_{ji} 为主成分分析得出的各指标权重。

2.2.2 复合生态系统耦合协调度模型及评判标准 耦合协调度可表示系统内部子系统的序参量相互作用的强弱程度^[18]，系统有序度程度及演化方向受序参量影响^[19]。由 2 个或 2 个以上相通又相异的子系统相互作用影响，直至突破某个阈值时，将组合为新的结构就是系统耦合^[20]。因此，本研究将借鉴耦合模型，建立生态、生产、文化与生活 4 个子系统间耦合协调度模型，分析美丽乡村复合生态系统内部子系统间耦合程度及发展趋势。4 个子系统的耦合度模型可表示为：

$$R = \{S_1 S_2 S_3 S_4 / [(S_1 + S_2 + S_3 + S_4) / 4]^4\}^{1/4} \quad (3)$$

式(3)中： R 为耦合度，在 0~1 间取值^[20]。为说明 2 个子系统各自发展水平及对系统有序度的贡献度，从而更精准地反映 4 个子系统间协调发展状态，本研究将基于式(2)的引用耦合度模型^[21]进行定义^[22-23]，得到：

$$Q = (R \times F)^{1/2}, \quad F = \alpha S_1 + \beta S_2 + \gamma S_3 + \mu S_4 \quad (4)$$

式(4)中： Q 为耦合协调度，在 0~1 间取值，所得数值大小代表子系统间的协调度； F 为 4 个子系统的综合评价指数； $\alpha, \beta, \gamma, \mu$ 为待定权重。因 4 个子系统对于整个系统协调度的有同等影响，故令 $\alpha = \beta = \gamma = \mu = 1/4$ 。参照相关的研究成果^[24-25]可将耦合协调评判标准划分为 7 个等级(表 1)； Q 值接近 1，说明该复合生态系统越协调，趋于 0，则代表该复合生态系统越不协调。

3 结果与分析

3.1 指标体系的建立

美丽乡村复合生态系统协调发展指标体系是对区域生态、生产、文化与生活子系统协调发展状况进行综合评价与研究的依据和标准。在对各子系统的认识与研究，以及数据可获得性与可量化等原则的基础上，参考文献中分析生态、生产、文化与生活的常用指标，将反映该复合生态系统协调发展的因素综合分析，提出美丽乡村复合生态系统综合评价指标体系(表 2)。

3.2 结果评价

3.2.1 美丽乡村复合生态系统综合发展水平 由图 2 可知：普者黑村 2006–2015 年生态环境恶化形势加重，生态指数下降了 90.3%；生活和生产综合发展水平整体呈逐步提高趋势，生

活、生产和文化发展指数平均每年各上升 0.061 个点，0.058 个点和 0.028 个点。普者黑村生态、生活、文化与生产子系统综合发展水平表现出了明显的阶段性：①2006–2009 年，生产和生活发展水平缓慢增长，文化教育方面则没有足够重视，生态环境质量逐渐下降。②2010–2013 年，生产和生活发展水平呈现快速增长，伴随的是生态环境恶化加剧，以至于到达 10 a 间环境质量最低点 0.013。期间则注重文化

表 1 耦合协调评判标准

Table 1 Coupling coordination criteria	
耦合协调度 Q	等级
[0, 0.40)	极不协调
[0.40, 0.50)	严重不协调
[0.50, 0.60)	中度不协调
[0.60, 0.70)	轻度不协调
[0.70, 0.80)	弱协调
[0.80, 0.90)	良好协调
[0.90, 1.00]	优质协调

表2 普者黑村复合生态系统协调发展综合评价指标体系

Table 2 A comprehensive evaluation index system of coordination complex ecosystem Puzhehei Village

子系统	指标层	权重	子系统	指标层	权重	
生态	垃圾产生量($t \cdot a^{-1}$)	0.037 9	生活	居住质量指数(%)	0.042 7	
	粪便排放量($t \cdot a^{-1}$)	0.040 5		恩格尔系数(%)	0.039 3	
	生活污水排放量($t \cdot a^{-1}$)	0.037 9		农民生活信息化程度(%)	0.042 1	
	土壤养分($g \cdot kg^{-1}$)	0.037 3		人均纯收入(元)	0.040 6	
	水面面积(hm^2)	0.041 7		养老保险覆盖率(%)	0.041 1	
	森林覆盖率(%)	0.041 8		新型农村合作医疗覆盖率(%)	0.040 0	
	供水总量($L \cdot a^{-1} \cdot d^{-1}$)	0.037 9		文化	人均文化消费支出(元)	0.040 3
	清洁能源普及率(%)	0.042 4			少数民族人口比重(%)	0.024 2
	垃圾无害化处理率(%)	0.041 0			少数民族居住点面积(m^2)	0.038 4
	生产	人均耕地面积(m^2)			0.018 6	少数民族婚姻、丧葬场所面积(m^2)
二三产业收入比重(%)		0.040 5	少数民族举办群体节日活动场所面积(m^2)		0.040 9	
农业总产值(万元)		0.039 3	九年制义务以上教育人数占总人口比重(%)	0.040 8		
粮食总产值(万元)		0.037 4				
畜牧产品总产值(万元)		0.037 0				

教育方面的提升。③2014–2015年,因生态环境质量受损,恢复缓慢,该村的生活文化发展水平也同步减缓。

3.2.2 系统耦合协调发展分析 结合表1和图2对普者黑村复合生态系统耦合协调发展状况作出分析(表3)发现:2006–2015年,普者黑村生态、生活、文化和生产复合生态系统的耦合度整体呈先上升后下降趋势;2006–2010年大幅度上升;2010–2013年下降0.438个点;2015年又回升0.160个点。同时复合生态系统耦合等级按时间序列演变类型依次为:极不协调、严重不协调、中度协调、严重不协调、中度协调;可见,耦合等级在10a间也是整体呈现先上升后下降再上升的趋势。结合表3和图2可以得知:2006–2015年,普者黑村4个子系统的耦合协调度介于0.246~0.582,历经了协调发展水平先上升

后下降再上升的3个阶段,分别为极不协调、严重不协调和中度不协调。2006–2009年,4个子系统发展指数排序为生态>文化>生活>生产;生态环境发展水平高于生活生产发展水平,属于生活生产滞后型;但生态环境发展水平从2009年开始都低于同时期其他子系统的发展程度。2010年之后普者黑村的生产生活逐年上升,生态环境质量则极速下降,尤其2013年环境质量恶化到达近10a最低点,综合耦合协调度也达到最低点,而此时生产却呈现飞跃式提升,复合生态系统耦合协调类型都以环境受损为主;该现象说明生态环境的综合状态相较于文化及生活的综合状态受到生产子系统的影响更大。

4 结论

4.1 结论

本研究基于城市复合生态系统理论提出了美丽乡村复合生态系统体系,在城市理论的基础上增加了乡村文化子系统,更适应中国农村地域民族文化特征。以此建立旅游型美丽乡村复合生态系统协调发展综合评价指标体系,通过耦合度及耦合协调度模型,分析了普者黑村2006–2015年生态、生活、文化与生产发展的演化过程。得出如下结论:①2006–2009年阶段,生产生活发展水平缓慢增长,文化教育水平则处于波动状态,复合生态系统从极不协调转至严重不协调。该现象主要原因为医疗、教育、交通等

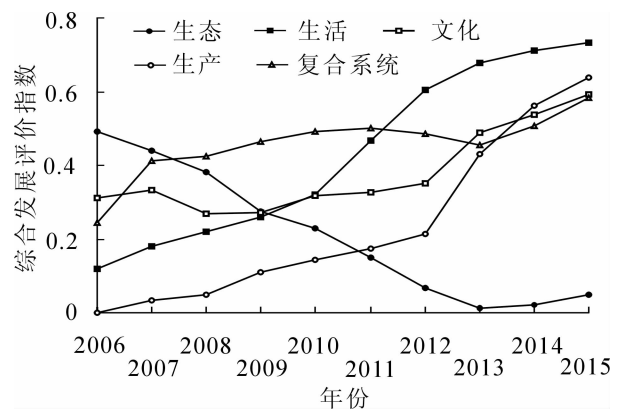


图2 2006–2015普者黑村子系统综合发展水平及复合生态系统耦合协调度

Figure 2 Comprehensive development level of Puzhehei Village system and coupling coordination compound ecological system between 2006 and 2015

表 3 普者黑村复合生态系统耦合协调发展状况

Table 3 Status of the coordinated development of coupled complex ecosystem Puzhehei Village

年份	耦合度 R	耦合协调度 Q	耦合协调等级	发展类型
2006	0.261	0.246	极不协调	生活生产滞后型(生态>文化>生活>生产)
2007	0.693	0.413	严重不协调	生活生产滞后型(生态>文化>生活>生产)
2008	0.788	0.426	严重不协调	生活生产滞后型(生态>文化>生活>生产)
2009	0.937	0.463	严重不协调	生活生产滞后型(生态>文化>生活>生产)
2010	0.952	0.491	严重不协调	环境受损生产滞后型(生活>文化>生态>生产)
2011	0.898	0.501	中度不协调	环境受损生产滞后型(生活>文化>生产>生态)
2012	0.762	0.486	严重不协调	环境受损生产滞后型(生活>文化>生产>生态)
2013	0.514	0.455	严重不协调	环境受损型(生活>文化>生产>生态)
2014	0.562	0.508	中度不协调	文化制约环境受损型(生活>生产>文化>生态)
2015	0.674	0.582	中度不协调	文化制约环境受损型(生活>生产>文化>生态)

基础设施建设缓慢，第一产业与第二产业、第三产业比例失调，粗放式农业经营等落后的产业模式造成普者黑村生态环境指数下降了 0.218 个点，致使综合发展水平增速于 2007 年开始减缓。其中，2005 年以普者黑为重点的滇东南喀斯特生态型旅游产业集群的规划构想的推动，促使当地旅游业有了一定程度的发展。②2010–2013 年阶段，4 个子系统的耦合协调类型由中度不协调降为严重不协调，发展类型由生活生产滞后型转变为环境受损型。此期间是普者黑村处于经济快速发展期间，云南文山州打造以普者黑旅游景区为核心的经济带。该阶段农业还是以粗放式经营为主，但旅游业兴起带来的生态环境严重恶化等问题，使得环境质量指数低于其他子系统发展值，说明生态环境质量是影响整个复合生态系统有序状态的主要因素，其他子系统的发展已经不能填补生态恶化带来的漏洞，这与秦泗刚等^[26]、王俭等^[27]的研究结果一致。③2014–2015 年阶段，复合生态系统的耦合协调度从严重不协调提升到中度不协调，但生态环境质量还是远低于其他子系统的发展水平，发展类型为文化制约环境受损型。为推进环境与生产生活的共生发展，文山州政府提出了关于新建普者黑村流域生活垃圾处理设施建设项目及普者黑景区基础设施提升改造服务设施及环卫工程项目，对普者黑村环境保护展开了专项整治工作，并于 2014 年启动实施了新一轮退耕还林工程，使当地生态环境质量回升 0.035 个点。然而针对文化遗产及保护方面的工作却缺乏宣传，民族文化设施和活动场地虽有扩建，但村民自身的保护意识却未有提高，历史建筑被推翻重建或疏于管理维护等情况屡有发生。

4.2 建议

普者黑村生态、生活、文化与生产子系统在发展过程中存在着不均衡现象。为促进普者黑村复合生态系统由不协调状态向优质协调状态转变，需要做好以下几个方面工作。①生态方面：严格控制并逐步消减污染物排放总量，完善污水及垃圾处理等设施，加强生态环境保护的宣传力度，增强村民的环保意识，引导合理使用、节约和保护资源的生活方式，加大环境治理和生态建设的资金、技术投入。②生活方面：完善道路交通、医疗保障、文化教育等方面基础设施建设，注重改善民生，提高基本养老医疗金等标准，加大财政专项扶贫补助的资金投入。③文化方面：加大文化保护与传承方面的投资力度，创新及完善民俗设施、民俗陈列、民俗表演、民俗活动为主的文化展现形式，打造多样化的民俗活动项目，利于普者黑文化的传播与延续。④生产方面：因地制宜调整产业结构，加快农业生产方式由粗放型向集约型转变，增大第二产业、第三产业的比重，突出自然及文化资源优势，发展特色旅游产业，提倡绿色出游，推广节能减排技术。

5 参考文献

- [1] 韩斌. 西部民族地区美丽乡村建设的意义与实践路径[J]. 贵州民族研究, 2014, 35(4): 104 – 107.
HAN Bin. The significance and the path of practice of the beautiful village construction in the west minority areas [J]. *Guizhou Ethn Stud*, 2014, 35(4): 104 – 107.
- [2] 蒋跃庭, 李沧粟, 钟卫华, 等. 美丽乡村建设总体规划研究: 以浙江省海盐县为例[C]//中国城市规划学会. 城市时代, 协同规划: 2013 中国城市规划年会论文集. 青岛: 中国城市规划学会, 2014-08-20[2017-06-29]. <http://>

//www.cin.gov.cn/main/org/b0103.htm.

- [3] 张钰雯, 尹春华. 人口与资源环境复合系统协同演化模型研究[J]. 北京信息科技大学学报, 2014, **29**(4): 64 – 68.
ZHANG Yuwen, YIN Chunhua. Co-evolution model of population and resource environment composite system [J]. *J Beijing Inform Sci Technol Univ*, 2014, **29**(4): 64 – 68.
- [4] United Nations Department for Policy Coordination and Sustainable Development. *Indicators of sustainable development: framework and methodologies* [R]. New York: United Nations Publication, 1996.
- [5] REIDEL C. Natural resources and the environment: the challenge of economic and social development [J]. *Popul Environ*, 1988, **10**(1): 48 – 58.
- [6] GROSSMAN G M, KRUEGER A B. Economic growth and the environment [J]. *Q J Econ*, 1995, **110**(2): 353 – 377.
- [7] BERRENS R P, BOHARA A K, GAWANDE K, *et al.* Testing the inverted-U hypothesis for US hazardous waste: An application of the generalized Gamma model [J]. *Econ Lett*, 1997, **55**(3): 435 – 440.
- [8] 高楠, 马耀峰, 李天顺, 等. 基于耦合模型旅游产业与城市化协调发展研究: 以西安市为例[J]. 旅游学刊, 2013, **28**(1): 62 – 68.
GAO Nan, MA Yaofeng, LI Tianshun, *et al.* Study on the coordinative development between tourism industry and urbanization based on coupling model: a case study of Xi'an [J]. *Tourism Tribune*, 2013, **28**(1): 62 – 68.
- [9] 王新杰, 薛东前. 西安市城市化与生态环境协调发展模式演化分析[J]. 自然资源学报, 2009, **24**(8): 1378 – 1385.
WANG Xinjie, XUE Dongqian. The analysis of coordinated development between urbanization and eco-environment in Xi'an [J]. *J Nat Resour*, 2009, **24**(8): 1378 – 1385.
- [10] 赵立民. 基于耦合理论旅游产业与新农村建设协调发展研究[J]. 生态经济, 2011(1): 29 – 32.
ZHAO Limin. A research on the coordinated development of tourism and of new rural construction based on the coupling theory [J]. *Ecol Econ*, 2011(1): 29 – 32.
- [11] CHERVINSKI A. Ecological evaluation of economic evaluation of environmental quality [J]. *Proc Econ Financ*, 2014, **8**(14): 150 – 156.
- [12] 王如松, 欧阳志云. 社会-经济-自然复合生态系统与可持续发展[J]. 中国科学院院刊, 2012, **27**(3): 337 – 345.
WANG Rusong, OUYANG Zhiyun. Social-economic-natural complex ecosystem and sustainability [J]. *Bull Chin Acad Sci*, 2012, **27**(3): 337 – 345.
- [13] 郑向群, 陈明. 我国美丽乡村建设的理论框架与模式设计[J]. 农业资源与环境学报, 2015, **32**(2): 106 – 115.
ZHENG Xiangqun, CHEN Ming. Theoretical framework and model design for beautiful countryside construction in China [J]. *J Agric Resour Environ*, 2015, **32**(2): 106 – 115.
- [14] 李琳, 田建国. 文化输出大国强势攻击下的跨文化交际[J]. 社会科学战线, 2011(2): 270 – 271.
LI Lin, TIAN Jianguo. Intercultural communication under the strong attack of cultural output [J]. *Soc Sci Front*, 2011(2): 270 – 271.
- [15] 邓先瑞. 试论文化生态及其研究意义[J]. 华中师范大学学报(人文社会科学版), 2003, **42**(1): 93 – 97.
DENG Xianrui. On cultural ecology and its study significance [J]. *J Cent China Norm Univ Hum Soc Sci*, 2003, **42**(1): 93 – 97.
- [16] 张宏民, 葛家理. 我国能源经济复杂系统仿真研究[J]. 系统仿真学报, 2002, **14**(11): 1443 – 1446.
ZHANG Hongmin, GE Jiali. Simulation of complexity for china's energy economy system [J]. *J Syst Simul*, 2002, **14**(11): 1443 – 1446.
- [17] 孙兆刚. 论文化生态系统[J]. 系统辩证学学报, 2003, **11**(3): 100 – 103.
SUN Zhaogang. About ecosystem of culture [J]. *J Syst Dialect*, 2003, **11**(3): 100 – 103.
- [18] 吴大进, 曹力, 陈立华. 协同学原理和应用[M]. 武汉: 华中理工大学出版社, 1990: 9 – 17.
- [19] 哈肯 H. 信息与自组织[M]. 郭治安, 译. 成都: 四川教育出版社, 1988.
- [20] 李冠英. 海岛旅游地生态安全与旅游经济协调发展评价研究[D]. 南京: 南京大学, 2012.
LI Guanying. *Evaluation Research of Coordinated Development between the Ecological Security and Tourism Economy of Island Tourist Destination* [D]. Nanjing: Nanjing University, 2012.

- [21] 朱江丽, 李子联. 长三角城市群产业-人口-空间耦合协调发展研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2015, **25**(2): 75 - 82.
ZHU Jiangli, LI Zilian. Coupling coordination development of industry-population-space in city cluster of Yangtze River-Delta Region [J]. *China Popul Resour Environ*, 2015, **25**(2): 75 - 82.
- [22] 李苒, 曹明明, 胡胜, 等. 县域生态环境与经济协调发展的时空演替分析: 以陕西省榆林市为例[J]. 人文地理, 2014(5): 101 - 108.
LI Ran, CAO Mingming, HU Sheng, *et al.* The coordinated development about eco-environment and economy: a case study of Yulin City of Shaanxi Province [J]. *Human Geogr*, 2014(5): 101 - 108.
- [23] 周成, 金川, 赵彪, 等. 区域经济-生态-旅游耦合协调发展省际空间差异研究[J]. 干旱区资源与环境, 2016, **30**(7): 203 - 208.
ZHOU Cheng, JIN Chuan, ZHAO Biao, *et al.* The provincial difference of coupling coordinative development of regional economy-ecology-tourism [J]. *J Arid Land Resour Environ*, 2016, **30**(7): 203 - 208.
- [24] 呼和涛力, 袁浩然, 赵黛青, 等. 生态文明建设与能源、经济、环境和生态协调发展研究[J]. 中国工程科学, 2015, **17**(8): 54 - 61.
Huhetaoli, YUAN Haoran, ZHAO Daiqing, *et al.* Research on the coordination development between ecological civilization construction and energy, economy, environment, ecology [J]. *Eng Sci*, 2015, **17**(8): 54 - 61.
- [25] 张丽君, 刘佳骏. 内蒙古自治区社会、资源、生态与经济协调发展研究[J]. 中央民族大学学报(哲学社会科学版), 2009, **36**(1): 61 - 67.
ZHANG Lijun, LIU Jiajun. Research of the coordinated development of the society, resources and the economy of Inner Mongolia Autonomous Region [J]. *J Minzu Univ China Philos Soc Sci Ed*, 2009, **36**(1): 61 - 67.
- [26] 秦泗刚, 段汉明, 李正军. 资源型城市人口-经济-环境协调发展研究: 以克拉玛依市为例[J]. 生态经济, 2016, **32**(6): 93 - 97.
QIN Sigang, DUAN Hanming, LI Zhengjun. Study on coordinated development of population, economy and environment in resource: taking Karamay City as an example [J]. *Ecol Econ*, 2016, **32**(6): 93 - 97.
- [27] 王俭, 韩婧男, 胡成, 等. 城市复合生态系统共生模型及应用研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2012, **22**(11): 291 - 296.
WANG Jian, HAN Jingnan, HU Cheng, *et al.* Research of urban compound ecological system symbiosis model and its application [J]. *China Popul Resour Environ*, 2012, **22**(11): 291 - 296.