

# 四川翠云廊自然保护区生态旅游资源及开发综合评价

李娜娜<sup>1,2</sup>, 高 飞<sup>3</sup>, 陈均烽<sup>3</sup>, 朱子政<sup>3</sup>

(1. 四川省林业勘察设计研究院, 四川 成都 610000; 2. 四川农业大学, 四川 雅安 625014; 3. 四川省林业调查规划院, 四川 成都 610000)

**摘 要:**采用层次分析法,对四川翠云廊自然保护区的风景资源、区域环境质量、旅游开发条件 3 个方面的 17 个评价指标进行了综合评价,构建了保护区生态旅游资源及开发的评价模型体系,通过构造两两比较的判断矩阵,结合实地调查分析、专家评分等方法确定了评价指标体系的权重值和评价得分,最后得出的分值为 14.435,质量为优,表明翠云廊自然保护区生态旅游资源十分丰富,自然生态价值高,文化底蕴深厚,具有较高的市场潜力和开发价值。

**关键词:**翠云廊;自然保护区;层次分析法;生态旅游资源及开发

**中图分类号:**S759.94      **文献标志码:**A      **文章编号:**1001-7461(2014)06-0271-05

## Comprehensive Evaluation of Ecological Tourism Resources and Development in Sichuan Cuiyunlang Nature Reserve

LI Na-na<sup>1,2</sup>, GAO Fei<sup>3</sup>, CHEN Jun-feng<sup>3</sup>, ZHU Zi-zheng<sup>3</sup>

(1. Sichuan Forestry Survey and Design Institute, Chengdu, Sichuan 610000, China; 2. Sichuan Agricultural University, Ya'an, Sichuan 625014, China; 3. Sichuan Forest Inventory and Planning Institution, Chengdu, Sichuan 610000, China)

**Abstract:** Analytic hierarchy process (AHP) method was adopted to evaluate Cuiyunlang Nature Reserve in Sichuan from three aspects, including landscape resource, local environmental quality, and condition of tourist development with 17 indices. Models for the evaluation of ecological tourism resources and development of the nature reserve were established. By constructing pairwise comparison judgment matrix, combined with on site survey data, and expert scoring methods and other methods, the effective weights of evaluation index system and evaluation scores were determined. The score was 14.435, indicating that Cuiyunlang Nature Reserve was rich in tourist resources, high natural ecology values, profound culture contents, and potential development value.

**Key words:** Cuiyunlang; nature reserve; analytic hierarchy process; ecological tourism resource and development

生态旅游指以自然类型、区域或某些特定的文化区域为对象,以享受大自然、了解和研究自然景观、野生生物与相关文化特征为旅游目的,以游客得到生态学知识为基本原则的旅游行为<sup>[1]</sup>;目前生态旅游在我国深入人心,自然保护区依靠其独特的自然资源正成为生态旅游的热点地区,而生态旅游资源评价则是旅游业发展的基础,是旅游开发过程中不可缺少的环节,它直接关系到生态旅游资源的合理开发和有效利用<sup>[2]</sup>。

近年来,自然保护区的旅游资源评价在我国取

得了较大进展:20 世纪 80 年代起,我国陆续建立了一套旅游资源评价体系,并由单一的定性定量评价法转向定性定量相结合的层次分析法<sup>[3]</sup>;层次分析法(AHP 法)是一种定性定量相结合的决策分析方法<sup>[4]</sup>,尤其适用于多因素问题中各评价指标权重因子的确定,具有良好的有效性、可靠性和实用性<sup>[5]</sup>;这一特点使得层次分析法目前在自然保护区的生态评价、森林生态系统健康及综合评价等方面得到了广泛应用<sup>[6-17]</sup>;此外,模糊物元模型<sup>[18]</sup>、嫡权物元可拓模型<sup>[19]</sup>和信息熵<sup>[20]</sup>等也应用到了旅游资

源的评价中。

自然保护区生态旅游资源的评价标准仅适应于同一类型的自然保护区,并无放之四海而皆准的生态旅游资源评价标准与方法<sup>[21]</sup>;目前国内外尚未建立起野生植物类型自然保护区的综合评价模型,为此,正值四川翠云廊古柏省级自然保护区(昭化段)旅游开发之际,本研究利用层次分析法对其生态旅游资源进行了分析评价,初步建立了本保护区生态旅游资源的综合评价体系,一方面对该保护区的生态旅游资源现状进行定位,另一方面为其即将进行的生态旅游资源开发的目标定位提供科学依据。

## 1 保护区概况

四川翠云廊古柏省级自然保护区是以古柏及其生存环境为主要保护对象的野生植物类型自然保护区,行政区划位于四川省广元市的昭化区、剑阁县和绵阳市的梓潼县,正值四川翠云廊古柏省级自然保护区(昭化段)(以下简称保护区)开展生态旅游之际,仅对保护区昭化段(4 000 hm<sup>2</sup>)的生态旅游资源及开发进行综合评价。

保护区地处四川盆地北缘,介于 31°54′—32°23′N,105°32′—106°05′E 之间。保护区属亚热带湿润气候,年平均气温 15.1℃,年降水量 1 160 mm,年日照时数 1 389.1 h。

保护区特殊的地形地貌和温暖湿润的气候,形成了种类丰富的动植物。据调查统计,保护区共有野生脊椎动物 4 纲 26 目 75 科 222 种,其中有国家Ⅱ级重点保护动物 14 种,四川省重点保护动物 6 种;有高等植物 154 科 448 属 711 种,有国家Ⅱ级重点保护植物 1 种:毬子三尖杉(*Cephalotaxus oliveri*);古柏(*Platycladus orientalis*)虽不是国家重点保护植物,但保护区拥有世界上现存规模最大和树龄最长的古柏群落,翠云廊古柏栽植历史从公元前 221 年一直延续至今,人们栽植、补植、保护它从未间断,形成了“三百里长城十万树”的绿色生态奇观,是世界独一无二的古行道树群。保护区不仅形成了丰富的自然景观;还具有众多的历史文物古迹,脍炙人口的历史文化传说,蕴涵深厚历史文化底蕴的古寺庙。

## 2 研究方法

### 2.1 野外调查

2013 年 4—6 月,结合保护区生态旅游资源调查及保护站日常巡护监测工作,通过现场调查、查阅资料等方式,对保护区生态旅游资源进行了全面调查。

### 2.2 评价指标的确定

结合保护区具体特点,根据《旅游资源分类、调查与评价》(GB/T 18972-2003)、《自然保护区生态评价指标和评价标准》,选择森林资源、山岳资源、水域资源、生物资源、天象资源、人文资源、大气质量、水质质量、土壤质量、负离子含量、空气细菌含量、适游期、区位条件、外部交通、内部交通、基础设施、知名度和影响力共 17 个要素作为评价指标。

### 2.3 层次结构的构建

2.3.1 综合评价层次结构模型的建立 选择 17 个要素作为评价指标,建立了递阶层次结构评价模型(图 1)。目标层 A 为对保护区生态旅游资源及开发的综合评价,选择与保护区生态旅游资源及开发密切相关的风景资源、区域环境质量、旅游开发条件作为对 A 层的约束层 C,向下再设置 15 个标准层 P (P<sub>1</sub>,P<sub>2</sub>,...,P<sub>15</sub>),构成 3 级评价模型(图 1)。

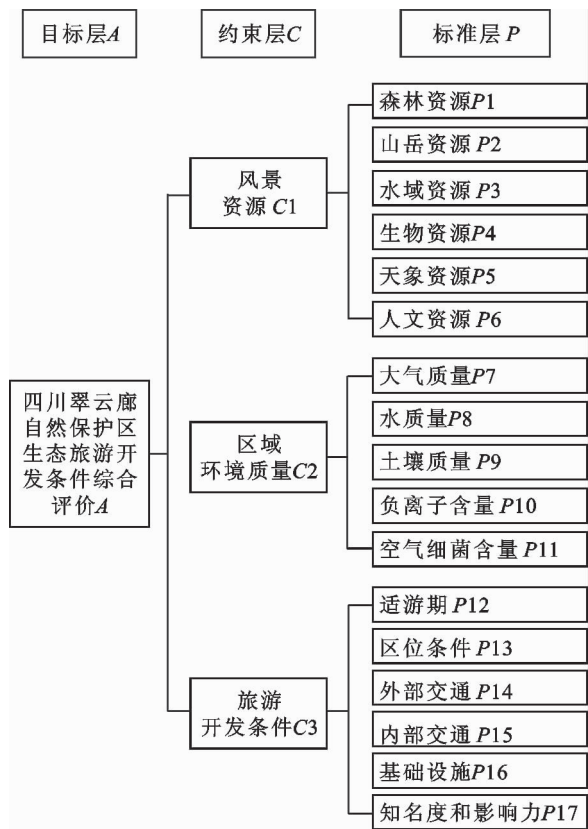


图 1 综合评价层次结构模型

Fig. 1 The integrative evaluation hierarchical structure model

2.3.2 评分标准的确定 对 17 个评价指标进行评分,每个指标划分为 3 个等级,采用 5 分值标准,即分别赋以 5、10、15 分值,5 分制评分标准详见表 1。

## 3 结果与分析

### 3.1 判断矩阵的构造及一致性检验

通过对同级相关因素的两两比较,构造出 A-C,

$C1-Pi,C2-Pi,C3-Pi$  4 个矩阵,并进行了一致性检验,结果发现  $C.R.$  均 $<0.1$ (表 2),表明所有矩阵都具有满意的一致性,层次总排序也具有满意的一致性。

表 1 各评价指标的评分标准  
Table 1 Score standards of each index

评价因子			赋分标准		
目标层	约束层	标准层	15	10	5
四川翠云廊自然保护区生态旅游开发条件综合评价	风景资源	森林资源	风景林覆盖率: $>85\%$ , 林相丰富,四季有景可赏古树名木:观赏、保护价值高	风景林覆盖率: $60\% \sim 85\%$ , 林相较丰富, 三季有景可赏古树名木:保护价值较高	风景林覆盖率: $<60\%$ , 林相单一, 季相变化少, 观赏期较短, 古树名木: 较少或没有
		山岳资源	山体:造型奇特,千姿百态,雄、奇、秀、险、幽于一体	山体:造型较美,有奇峰、怪石、险崖	山体:造型一般峰,石、崖、洞景观少
		水域资源	形态多样,山间溪流蜿蜒、瀑布成群	形态较为单调,水景较少	形态单调或无水景
		生物资源	植物: $>1\,000$ 种 野生动物: $>200$ 种,珍贵野生动植物多	植物: $400 \sim 1\,000$ 种 野生动物: $100 \sim 200$ 种,有珍稀濒危种	植物: $<400$ 种 野生动物: $<100$ 种,无珍稀种
		天象资源	气象景观奇特美妙,在省内外闻名	气象景观美丽动人,在当地闻名	无奇异气象景观
		人文资源	文物古迹众多,有全国、省级重点文物保护单位	文物古迹较多,有市、县级重点文物保护单位	无或仅有一般文物古迹
	区域环境质量	大气质量	国家Ⅰ级标准	国家Ⅱ级标准	国家Ⅲ级标准
		水质质量(地表水)	国家Ⅰ类水标准	国家Ⅱ类水标准	国家Ⅲ类水标准
		土壤质量	达国家土壤环境质量Ⅰ级标准	达到国家土壤环境质量Ⅱ级标准	达到国家土壤环境质量Ⅲ级标准
		负离子含量(旅游旺季) $/(\text{个} \cdot \text{cm}^{-3})$	$>50\,000$ 以上	$10\,000 \sim 50\,000$	$3\,000 \sim 10\,000$
		空气细菌含量 $/(\text{个} \cdot \text{m}^{-3})$	$<1\,000$	$10\,000 \sim 50\,000$	$>50\,000$
	旅游开发条件	适游期 $/(\text{d} \cdot \text{a}^{-1})$	$\geq 240$	$150 \sim 240$	$<150$
		区位条件	距省会城市(含省级市): $<100\text{ km}$	距省会城市(含省级市)或著名旅游区(点): $100 \sim 200\text{ km}$	距省会城市(含省级市)或著名旅游区(点): 超过 $200\text{ km}$
		外部交通	距铁路、国道、省道 $10\text{ km}$ 以内;有二级专线直达	距铁路、国道、省道 $10 \sim 50\text{ km}$ 以内;有三级公路直达	距铁路、国道、省道 $50\text{ km}$ 以上;有普通公路直达
		内部交通	多种交通方式可供选择	交通方便,具备游览的通达性	交通方式较单一
		基础服务设施	基础服务设施完善,可提供多种大众化服务	旅游接待服务设施较好	通水、电,有通讯和接待能力,各类基础设施条件一般
		知名度和影响力	国内外闻名	省内外闻名	有当地一定的知名度

表 2 判断矩阵及一致性检验  
Table 2 Judgment matrix and consistency check

检验指标	$A-C$	$C1-Pi$	$C2-Pi$	$C3-Pi$	总层次
一致性	0.032	0.078	0.037	0.117	0.092
随机一致性	0.580	1.240	1.120	1.240	1.207
随机一致性比率	0.055	0.063	0.033	0.094	0.076

3.2 保护区生态旅游资源及开发评价体系各层因子权重分析

根据  $A-Ci$  和  $Ci-Pi$  所得的加权值,计算出各评价指标因素( $P$ )相对于总的综合评价的权重值,得到标准层  $P$  各因素对于目标层  $A$  的权重总排序,即各具体评价指标对于保护区生态旅游资源及开发

的相对重要性(表 3)。  
3.2.1  $A-C$  层因子权重分析 在  $A-C$  层的权重值中,各评价因子权重值的排序为:风景资源的权重值  $C1$  最大( $0.694$ ),其次是区域环境质量  $C2$ ( $0.279$ ),最后是旅游开发条件  $C3$ ( $0.072$ ),表明风景资源是综合评价中的主导因素,是开展生态旅游的基础,在

开展生态旅游时必须重视生态旅游资源自身条件的开发;区域环境质量也是生态旅游资源不可分割的组成部分,直接影响着生态旅游资源的品质;旅游开发条件是生态旅游资源评价与开发的基础,只有在生态旅游资源开发条件达到一定水平时,才能提高

自身的旅游质量、吸引更多的游客,在本次评价中,其权重值只是相对较低,并不代表其本身影响力的绝对值低,因此,在生态旅游资源的开发过程中也应引起高度重视。

表 3 层次总排序  
Table 3 Hierarchy general ranking

层次 C	权重(A-Ci)	层次 P	特征向量	权重	评价得分	评价结果	
C1	0.694	P1	0.197	0.137	10	1.37	14.435
		P2	0.197	0.137	15	2.055	
		P3	0.055	0.038	10	0.38	
		P4	0.393	0.273	15	4.095	
		P5	0.038	0.026	10	0.26	
		P6	0.120	0.083	15	1.245	
C2	0.279	P7	0.172	0.048	15	0.72	
		P8	0.172	0.048	15	0.72	
		P9	0.172	0.048	15	0.72	
		P10	0.414	0.116	15	1.74	
		P11	0.071	0.020	15	0.3	
C3	0.072	P12	0.070	0.005	15	0.08	
		P13	0.208	0.015	15	0.23	
		P14	0.132	0.010	10	0.1	
		P15	0.072	0.005	10	0.05	
		P16	0.026	0.002	10	0.02	
		P17	0.491	0.035	10	0.35	

3.2.2 C-P 层因子权重分析 在风景资源评价因子 C1-P 层的各个具体的评价因子的权重值大小排序为:生物资源(0.273)>森林资源、山岳资源(0.137)>人文资源(0.083)>水域资源(0.055)>天象资源(0.026)。表明生物资源是评价风景资源的重要指标,保护区是以古柏及其生存环境为主要保护对象的野生植物类型的自然保护区,森林景观、山岳资源及人文资源等也是风景资源的重要组成部分。区域环境质量评价因子 C2-P 层的各个具体的评价因子的权重大小排序为:负离子含量(0.116)>大气、水和土壤质量(0.048)>空气细菌含量(0.020),表明生态旅游资源的区域环境质量对负离子含量要求较高,旅游旺季主要景点其含量为 5 万个·cm<sup>-3</sup>以上为最佳。旅游开发条件 C3-P 层的各个具体的评价因子的权重大小排序为:知名度和影响力(0.035)>区位条件(0.015)>外部交通(0.010)>适游期、内部交通(0.005)>基础设施(0.002),表明知名度、影响力和区位条件是评价旅游开发条件的主要指标。保护区只有具备了优越的

区位、完善的交通条件和一定的知名度与影响力,才能增加客流量,具有良好的市场开发潜力及广阔的市场发展前景,从而获得良好的经济效益,为下一步进行特色产品开发提供支持和帮助。

3.3 保护区生态旅游资源综合评价及分析

根据专家意见、社区居民、保护区工作人员、保护区当地交通部门、环保部门等结合评分标准对各评价因子进行评分,对各项因子的权重值进行加权计算,最后将 17 个评价因子的评价得分相加,即得到保护区生态旅游资源及开发的综合评分值,由表 3 可知,保护区生态旅游资源及开发的综合评分值为 14.435。

根据综合评价的得分情况将保护区生态旅游资源开发价值划分为 4 个等级(表 4),分析可知,保护区生态旅游资源及开发综合评价级别为优,即保护区生态旅游资源具有很高的开发价值,但保护区生态旅游资源开发建设时必须在保护的基础上加强基础设施的建设,以使保护区生态旅游资源的开发顺利进行。

表 4 生态旅游资源综合评价等级划分及开发价值评价结果

Table 4 The results of comprehensive evaluation, grade division and development value in tourist resources

级别	得分区间	特点及开发价值
优	≥14.25	生态旅游资源优势明显,具有深远的开发意义,有很大的市场潜力
良	12~14.25(含 12)	生态旅游资源具有较强的优势,有较大的市场潜力
中	9~12(含 9)	生态旅游资源优势较为明显,有一定的市场潜力
差	<9	生态旅游资源优势不强,市场潜力不大

4 结论与讨论

采用定性与定量相结合的层次分析法,选择与野生植物类型自然保护区生态旅游资源及开发密切相关的 17 个要素作为评价指标,通过构造两两比较的判断矩阵,确定不同评价指标对生态旅游资源及开发的权重影响,建立了一个较为科学、合理的综合评价系统,并运用该系统对四川翠云廊古柏省级自然保护区(昭化段)生态旅游资源及开发进行了综合评价,通过专家学者、社区居民等对各评价因子进行评分,最后用加权求和法计算出保护区生态旅游资源及开发的评分值。

保护区生态旅游资源十分丰富。区内有着丰富的野生动植物资源,特别是有着 1 700 a 以上栽植历史且保存完好的古驿道行道树群令人震撼;此外,从保护区风景资源的评价指标的得分中不难看出,保护区有着集雄、奇、秀、险、幽于一体的山,但水却就偏少,因此,在生态旅游开发时,可适当增加人工水景,既可以解决保护区的用水,也可满足游客亲水的需求,增加山的灵气。

保护区自然生态价值高。区内自然植被茂密,大部分地区基本上保持了原始状态,茂密的森林植被和种类多样的地形地貌,造就了保护区的独特风光,区内崇山峻岭、奇峰怪石等众多自然天成的美景数不胜数。因此,保护区的生态旅游有着广阔的开发空间。

保护区文化底蕴深厚。保护区有自秦汉修造栈道时就有的古驿道,有代表了距今愈 2 000 a 的邮驿文明积淀的大朝驿,建有的邮驿博物馆,堪称中国西部第一;有相传三国时期被怨杀的魏国将军邓艾的人头所化的“人头山”(云台山),有《三国演义》“姜维兵困牛头山”发生地的牛头山,有为纪念南朝高僧达摩和尚游历设坛而建达摩寺,陆游宿大朝驿娶驿卒女的烂漫故事也曾在这里发生。

目前保护区基础设施陈旧落后,远不能满足开展生态旅游的需求,因此,生态旅游开发需加强基础设施建设,如交通、住宿、餐饮等的建设。

保护区的生态旅游资源及开发的综合评分值为 14.435,说明保护区的生态旅游资源处于优良资源等级,在区域内有很强的特色,生态旅游资源价值高,且保护完好,具有很强的开发潜力,但同时也可发现,其分值靠近该等级的下限,状态非常不稳定,需加强保护开发对策的研究。

本评价系统主要针对野生植物类型的自然保护区,将森林、山岳、水域、生物、天象与人文资源要素

等作为风景资源类型,大气、水、土壤、负离子含量、空气细菌含量作为区域环境质量类型,适游期、区位条件、外部交通、内部交通、基础设施、知名度和影响力作为旅游开发条件进入评价体系;将风景资源、区域环境质量与旅游开发条件结合起来进行定性与定量相结合的综合整体价值评价,采用 AHP 方法构建四川翠云廊自然保护区生态旅游资源及开发综合评价体系,在保护区的生态旅游资源开发实践中,对生态旅游资源的现状与开发的定位具有一定的理论与现实指导意义。

参考文献:

[1] GB/T 20416-2006. 自然保护区生态旅游规划技术规程[S]. 北京:中国标准出版社,2006.

[2] 尹泽生,宋关福. 区域旅游资源评价基本原理[J]. 旅游学刊, 1995,10(5):39-42.

YIN Z S, SONG G F. On the basic principles of the evaluation of regional tourism resources[J]. Tourism Tribune, 1995,10 (5):39-42. (in Chinese)

[3] 李雪瑞. 我国旅游资源分类与评价研究进展[J]. 中国商界(下半月),2009(5):255.

[4] SARKIS J,SUNDARRAJ R P. Evaluating componentized enterprise information technologies: a multiattribute modeling approach [J]. Information Systems Frontiers, 2003,5(3): 303-319.

[5] 赵焕臣,许树柏,和金生. 层次分析法一种简易的新决策方法[M]. 北京:科学出版社,1986.

[6] 杨瑞卿,肖扬. 太白山国家级自然保护区的生态评价[J]. 地理学与国土研究,2000,16(1):75-78.

YANG R Q, XIAO Y. The ecological evaluation of Taibaishan National Nature Preserve[J]. Geography and Territorial Research, 2000,16(1):75-78. (in Chinese)

[7] 刘健,郭建宏,郭进辉,等. 茫荡山自然保护区森林生态系统生态评价[J]. 福建林学院学报,2003,23(2):106-110.

LIU J, GUO J H, GUO J H, et al. The ecological evaluation of the forest ecosystems in Mangdangshan Nature Reserve[J]. Journal of Fujian College of Forestry, 2003,23(2):106-110. (in Chinese)

[8] 莫好容. 梅花山国家级自然保护区的 AHP 方法生态评价[J]. 福建地理,2004,19(1):14-17.

MO H R. The ecological evaluation of Meihuashan National Nature Reserve based on AHP[J]. Fujian Geography,2004,19 (1):14-17. (in Chinese)

[9] 孙凡,袁红叶,李天云,等. 重庆雪宝山自然保护区 AHP 生态评价[J]. 西南农业大学学报:自然科学版,2006,28(4):569-572.

SUN F, YUAN H Y, LI T Y, et al. Ecological assessment of Xuebaoshan Natural Conservation[J]. Journal of Southwest Agricultural University: Natural Science, 2006,28(4):569-572. (in Chinese)

[9]

宋长鸣. 向玉林. 林业技术效率及其影响因素研究——基于随机前沿生产函数[J]. 林业经济, 2012(2): 66-70.

[10]

KORHONEN P J, SIITARI P. A dimensional decomposition approach to identifying efficient units in large-scale DEA models[J]. Computer & Operation Research, 2009, 36 (1): 234-244.

[11]

TYAGI P, YADAV S P, SINGH S P. Relative performance of academic departments using DEA with sensitivity analysis [J]. Evaluation and Program Planning, 2009, 32 (2): 168-177.

[12]

FRIED H O, LOVELL C A K, ECKAUT P V. Evaluating the performance of US credit unions[J]. Journal of Banking and Finance, 1993, 17(2/3): 251-265.

[13]

郭军华, 倪明, 李帮义. 基于三阶段 DEA 模型的农业生产效率研究[J]. 数量经济技术经济研究, 2010(12): 27-38.

GUO J H, NI M, LI B Y. Research on agricultural production efficiency based on Three-Stage DEA Model [J]. The Journal of Quantitative & Technical Economics, 2010(12): 27-38. (in Chinese)

[14]

WANG Y, YAO Y D. Sources of China's economic growth 1952-1999: incorporating human capital accumulation[J]. China Economic Review, 2003(14): 32-52.

[15]

李然, 冯中朝. 环境效应和随机误差的农户家庭经营技术效率分析——基于三阶段 DEA 模型和我国农户的微观数据[J]. 财经研究, 2009, 35(9): 92-102.

LI R, FENG Z C. The study of technical efficiency of rural household management with environmental effects and random error—based on a Three-stage DEA Model and the micro-data of China's rural households[J]. Journal of Finance and Economics, 2009, 35(9): 92-102. (in Chinese)

[16]

PASTOR J T. How to account for environmental effects in DEA: an application to bank branches[R]. Depto. Spain: Universidad de Alicante, 1995.

(上接第 275 页)

[10]

李冬林, 王宝松, 阮宏华, 等. 河南小秦岭自然保护区生态评价[J]. 安徽农业大学学报, 2007, 34(1): 97-102.

LI D L, WANG B S, RUAN H H, *et al.* Ecological evaluation of the forest ecosystems in Henan Xiaoqinling Nature Reserve[J]. Journal of Anhui Agricultural University, 2007, 34(1): 97-102. (in Chinese)

[11]

孙志高, 刘景双. 三江自然保护区湿地生态系统生态评价[J]. 农业系统科学与综合研究, 2008, 24(1): 43-48.

SUN Z G, LIU J S. Ecological evaluation of the wetland ecosystem in Sanjiang Nature Reserve[J]. System Sciences and Comprehensive Studies in Agriculture, 2008, 24(1): 43-48. (in Chinese)

[12]

强晓鸣, 李景侠, 张昌贵. 陕西牛背梁国家级自然保护区生态旅游资源与评价[J]. 西北林学院学报, 2008, 23(4): 210-213.

QIANG X M, LI J X, ZHANG C G. Resources of ecotourism of Niubeiliang National Nature Reserve in Shaanxi and assessment[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2008, 23(4): 210-213. (in Chinese)

[13]

张昌贵, 李景侠, 强晓鸣. 陕西牛背梁国家级自然保护区生态评价[J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2009, 37(2): 73-80.

ZHANG C G, LI J X, QIANG X M. Ecological assessment of Niubeiliang National Nature Reserve in Shaanxi Province [J]. Journal of Northwest A&F University: Nat. Sci. Ed., 2009, 37(2): 73-80. (in Chinese)

[14]

王玉霞, 郭连生. 运用 AHP 法对大青沟自然保护区进行生态评价[J]. 内蒙古农业大学学报, 2010, 31(3): 46-51.

WANG Y X, GUO L S. Ecological judgment in Daqingou Nature Reserve with AHP method[J]. Journal of Inner Mongolia Agricultural University, 2010, 31(3): 46-51. (in Chinese)

[15]

闫东锋, 耿建伟, 杨喜田, 等. 宝天曼自然保护区森林生态系统健康评价[J]. 西北林学院学报, 2011, 26(2): 69-74.

YAN D F, GENG J W, YANG X T, *et al.* Health evaluation of forest eco-system in Baotianman Nature Reserve[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2011, 26(2): 69-74. (in Chinese)

[16]

李景侠, 赵建民. 佛坪国家级自然保护区的综合评价[J]. 西北林学院学报, 2005, 20(4): 165-169.

LI J X, ZHAO J M. Synthetically evaluation on Foping National Nature Reserve[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2005, 20(4): 165-169. (in Chinese)

[17]

卢晓玲, 周丽君. 基于层次分析法的向海自然保护区旅游资源评价[J]. 东北师范大学学报: 自然科学版, 2011, 43(1): 144-148.

LU X L, ZHOU L J. Evaluation of tourism resources based on analytical hierarchy process in Xianghai Nature Reserve [J]. Journal of Northeast Normal University: Natural Science Edition, 2011, 43(1): 144-148. (in Chinese)

[18]

邱林, 聂相田, 杜爱忠, 等. 模糊物元模型在自然保护区生态评价中的应用[J]. 人民黄河, 2006, 28(6): 6-8.

[19]

潘尧虎, 冯兆东. 基于熵权物元可拓模型的黑河中游生态环境脆弱性评价[J]. 生态与农村环境学报, 2008, 24(1): 1-4.

PAN J H, FENG Z D. Evaluation of eco-environmental fragility in middle reaches of Heihe River using information entropy and matter-element model[J]. Journal of Ecology and Rural Environment, 2008, 24(1): 1-4. (in Chinese)

[20]

王本洋, 罗富和, 余世孝. 基于信息熵的自然保护区定量评价[J]. 中山大学学报: 自然科学版, 2006, 45(6): 83-86.

WANG B Y, LUO F H, YU S X. Quantitative evaluation of nature reserves based on information entropy[J]. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Sunyatseni, 2006, 45(6): 83-86. (in Chinese)

[21]

鲁小波, 陈晓颖. 基于 AHP 方法的森林自然保护区生态旅游资源评价[J]. 林业科技开发, 2010, 24(5): 136-138.