吴发明,何小芊,罗梦悦. 万年县神农宫旅游资源综合评价与开发对策[J]. 中国岩溶,2016,35(2):233－242.
DOI:10.11932/karst20160214

万年县神农宫旅游资源综合评价与开发对策

吴发明,何小芊,罗梦悦
(东华理工大学地球科学学院,地质资源经济与管理研究中心,东华理工大学研究生院,江西 南昌 330013)

摘 要:溶洞作为一种重要的旅游资源,以其幽、奇、险等特点得到了广泛的旅游开发。科学、合理地对旅游资源开发价值进行评价是旅游开发的前提和基础。文章以万年县神农宫为研究对象,采用层次分析法和模糊综合评判法对其岩溶洞穴旅游资源的开发价值进行了系统评价,结果表明:神农宫的评价得分为87.38分,为优良级旅游资源,具有较高的旅游开发价值。在进行综合评价的基础上,将神农宫旅游资源的评价因子分为高开发价值和中低开发价值两个层级,并提出了相应的开发建议。

关键词:溶洞旅游资源;层次分析法;模糊综合评判法;开发对策;神农宫
中图分类号:P641.25;P592.7 **文献标识码**:A **文章编号**:1001－4810(2016)02－0233－10

0 引 言

对旅游资源进行科学地评价,可确定旅游资源的开发价值和开发顺序,明确景区建设方向。岩溶洞穴集观光、休闲、科考、医疗、探险为一体,是一种重要的旅游资源。在西方国家,有相当数量的岩溶洞穴向公众开放,形成了发达的洞穴旅游业。我国的溶洞资源十分丰富,目前被开发的游览洞穴总数超过400个。在洞穴旅游蓬勃发展的背景下,学术界对溶洞旅游资源及其旅游开发进行了研究,研究内容主要集中在洞穴的形成机理、类型划分、开发模式、资源评价、生态保护、旅游开发等方面[1－6],其中溶洞旅游资源评价是重要研究领域之一。目前,溶洞旅游资源的评价方法为定性评价和定量评价两大类。在定性评价方面,学者们主要从洞穴自身规模、形态、化学沉积物发育状况及景观组合方面进行评价[7－8];在定量评价方面,学者们主要从旅游资源自身价值、旅游资源开发价值两大方面进行评价。评价方法主要为层次分析法、模糊数学法[9]、加权求和法模型[10]和专家打分法[11]等。江西省岩溶洞穴分布在全省9个地级市的28个县(区)具有旅游观赏价值的岩溶洞穴有31处[12]。万年县神农宫是江西省具有代表性的洞穴之一,洞穴各类钟乳石品种繁多,质形态各异,秀美奇特,蔚为壮观,享有“中国最美地下河”美誉。《江西旅游产业“十二五”规划》中提出,江西旅游产业要深度融入经济社会发展大局,把江西真正打造成旅游产业大省。“规划”将“鄱阳湖体原生态旅游线”打造成四条黄金旅游线路之一,万年神农宫是这条旅游线路的主要节点之一,这就对万年神农宫的旅游开发提出了更高层次的要求。基于此,本文应用层次分析法和模糊综合评判法,对万年县神农宫旅游资源开发价值进行综合评价,并提出开发对策,为神农宫旅游资源的开发与景区建设提供科学依据。

1 研究区概况

1.1 神农宫概况

神农宫位于江西省上饶市万年县、弋阳县和乐平

基金项目:江西省社科规划项目(14YJ08);江西省高校人文社科项目(JJ1501);东华理工大学地质资源经济与管理研究中心开放基金重点项目(15JJ02)
第一作者简介:吴发明(1993－),男,硕士研究生,研究方向为地质旅游。E-mail:ecutwfm@163.com。
通讯作者简介:何小芊(1981－),男,博士,副教授,主要从事地质旅游研究。E-mail:ecithxq@163.com。
收稿日期:2015－12－05

市三县(市)交界处的黄天峰下(图 1),海拔 383 m。神农宫地处长江中下游鄱阳湖东南岸,属丘陵地区,地势沿东南向西北倾斜。溶洞紧邻弋万公路、昌万公路、德昌高速,距万年县城 23 km,距瓷都景德镇 76 km,距省会南昌市 130 km。该洞穴发育于石炭系船山组—黄龙组的碳酸盐岩地层中,上覆厚层碳酸盐岩顶板[13],顶板厚度 20～80 m,平均厚度 50 m。

神农宫溶洞系统已探明部分长超过 7 000 m,其中主洞超过 5 000 m,支洞 2 000 m,最宽处超过 40 m,均高 8 m,神农河(地下河)贯穿其间(图 2)。从洞口沿着 137 m 长的狭长隧道向下进入洞内开阔处,落差达 96 m。洞穴前段以钟乳石和地下河景观为主,以滴石类和流石类沉积为特色;而后段以峡谷型洞道为代表沉积物透明、洁净、正在发育的滴水沉积、池水沉积,沉积物种类丰富多样。神农宫溶洞是迄今为止世界上发现的最年轻的溶洞之一。洞中钟乳石仍在以每 100 年 0.82 cm 速度生长,具有较高的科研价值。

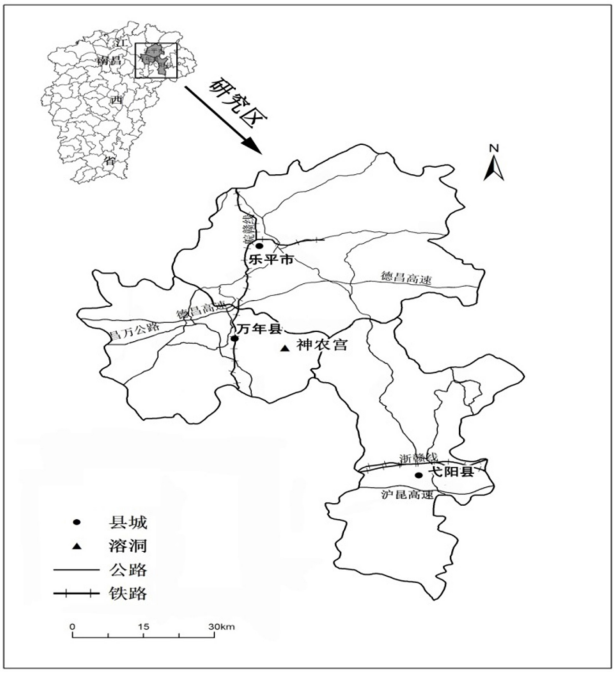

图 1 神农宫区位图

Fig. 1 Location map of Shennonggong

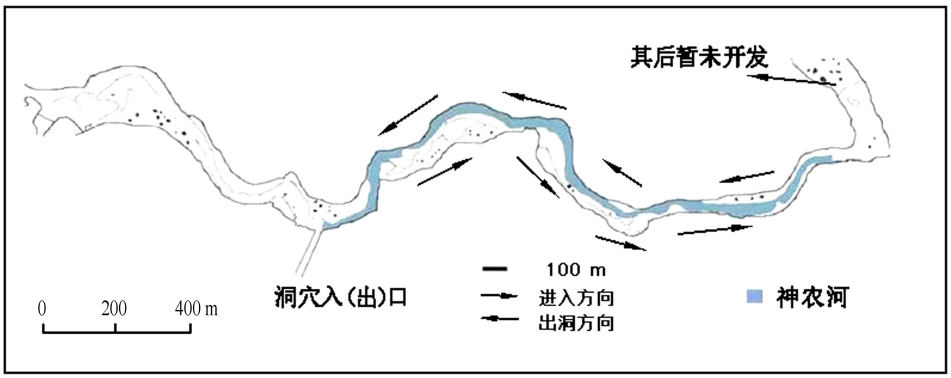

图 2 神农宫洞穴平面示意图

Fig. 2 Cave schematic plane map of Shennonggong

1.2 神农宫主要旅游资源

神农宫洞内岩溶旅游景观丰富、琳琅满目,包含色泽如玉、形态各异的钟乳石,终年不断、流水潺潺的地下河,阡陌纵横的石田,垂悬倾泻的石瀑以及各类惟妙惟肖、栩栩如生的人、神、兽、物形象等景观,诸如此类的资源单体有机地结合于洞内,构成荟萃了大自然的形态美、动态美、色彩美、声音美和朦胧美的“纳山川之美、溶奇峰之秀”之神农宫。

(1)形态各异的钟乳石景观。神农宫岩溶景观通道曲折回转,长达 10 000 余 m,地势落差达 300 余 m,逢转折之处景色各异,颇有唐代诗人常建笔下“曲径通幽处”之意。沿途发育各类色泽如玉、质地纯净的钟乳石,如平安钟(图 3a)、北国风光(图 3b)、大地之母不胜枚举等。神农宫玉狮洞内,一尊名为银狮神灵(图 3c)的钟乳石景观,身高三丈余,通体洁白如玉,晶莹剔透,从头至尾无不俏似一头仰天长啸的威武雄狮,在国内外以钟乳石景观为主的溶洞中极为罕见,因而成为神农宫的镇洞之宝。

(2)丰富的洞穴生物。2006 年,中英联合科考探险队对神农宫进行了科考探险,在洞内发现大量稀有的洞穴生物,除了涡虫类、腹足类、倍足类等无脊椎动物和蝙蝠、青蛙等脊椎动物外,还发现了目前已知仅分布在贵州荔波县境内的洞穴盲鱼;而在溶洞黑暗石壁上,还首次发现了一种新昆虫(图 3d),此昆虫同澳

大利亚著名的双翅目发光昆虫形态相似,但却不发光。洞内大量的常见的、罕见的或世界仅有的生物构成神农宫丰富多彩的洞穴生物世界。

(3)中国最美地下河——神农河。神农河集现代地下河与古河道于一体,是研究古河道的天然保存的样本。河道全长 460 余 m,地势落差达 300 余 m,落差之大极为罕见,曲折清幽,色彩斑斓,被誉为“中国最美地下河”(图 3e)。

a. 平安钟

b. 北国风光

c. 银狮神灵

d. 罕见生物

e. “中国最美地下河”之神农河

图 3　神农宫主要旅游资源照片

Fig. 3　Tourism resources pictures of Shennonggong

2　研究方法和资料来源

2.1　研究方法

层次分析法(AHP)是美国运筹学家 T. L. Saaty 提出的一种定量与定性相结合的决策和分析方法,是将决策者对复杂系统的决策思维过程模型化、数量化的过程[14]。运用层次分析法参与旅游资源指标权重的设立,可使整个评价过程在定性指导下定量比例尽可能大,从而得以提高评价的准确性。模糊综合评判法是运用模糊变换原理分析和评价模糊系统的方法,它是以模糊推理为主,定性与定量结合、精确与非精确相统一。通常两种方法相结合用于资源与环境条件评价、生态评价、区域可持续发展评价等各个方面[15]。旅游资源评价的重点是确立评价指标体系,评级因子的选择是否合理是评级结果是否准确的保障。参考相关研究成果[4,9,16],本文评价体系构建及综合评价的步骤如下:

(1)构建溶洞旅游资源评价体系,分为总目标层、综合评价层、评价因素层、评价因子层;

(2)运用层次分析法,求出各级评价指标的权重,并确定权重矩阵 U;

(3)用主观经验判断法和专家调查法结合的方法确定隶属矩阵 $V(r_{ij})_{m\times n}$

$$V=\begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & \cdots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & \cdots & r_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ r_{n1} & r_{n2} & r_{n3} & \cdots & r_{nm} \end{bmatrix}$$

其中,r_{ij}($i=1,2,\cdots,m$,$j=1,2,\cdots,n$)表示对第 i 个指标做出的第 V_j 级评语的隶属度,一般通过专家打分得到;若总调查对象为 N 人,其中多个评价主体对同一评价对象的指标评为 V_j 等级的有 X 人,则隶属度 $r_{ij}=X/N$;

(4)取 $F=\{F_1,F_2,F_3,\cdots,F_m\}$ 为指标集,由于评价指标有一定的层次,下一层指标是上一层指标的具体化;

(5)取 $H=\{H_1,H_2,H_3,\cdots,H_m\}$ 为评语集,赋予具体值,可确定向量矩阵 H;

(6)计算出总目标层隶属度矩阵,记为 V,公式为 $V=U\circ R$,得 $V=(V_1,V_2,\cdots,V_m)$。其中 U 为总目标层权重,R 为总目标层乘积矩阵;

(7)计算神农宫旅游资源综合评价得分,记为 $W_{神农宫}$,公式为 $W_{神农宫}=V\cdot H$。

2.2 资料来源

本文资料来源于以下两方面:一是查阅报纸、书籍、杂志上万年神农源风景区管理委员会公布的各项数据资料;利用因特网,以"神农宫"、"神农源"等为关键词,搜索相关资料;通过中国知网,检索关于对万年神农源风景区和神农宫溶洞的研究文献,并进行整理归类;二是笔者于 2015 年 5 月 13 日至 5 月 21 日和 2015 年 7 月 20 日至 8 月 10 日两次在万年神农宫进行实地考察与调研,通过对各资源单体进行观察与测量,与景区管理人员和当地居民进行访谈,获得相关数据资料。

3 神农宫旅游资源的模糊综合评价

3.1 神农宫旅游资源评价体系的构建

在综合分析前人[4,17-18]旅游资源评价体系的基础上,增加了缺漏评价因素、因子,删除了重复评价因素、因子,并结合神农宫溶洞的自身特点,最终构建了本文所需溶洞旅游资源评价体系。评价体系由总目标层、评价综合层、评价因素层和评价因子层四部分组成,22 个因子共构成(图 4)。其中,旅游资源禀赋通过溶洞特征、溶洞规模、科考价值、美学价值、游憩价值、历史文化价值进行考察;旅游资源开发条件通过安全性、竞争力、知名度、可进入性、客源市场、基础服务设施、区域经济水平、旅游人才素养、政策因素进行考察;溶洞特征通过奇特度、聚集度进行考察;溶洞规模通过洞长、洞宽、洞高、厅数、洞底面积进行考察;科考价值通过科学考察、科普教育进行考察;美学价值通过愉悦感、丰富度、完整度进行考察;游憩价值通过适游期、观赏性、参与性、趣味性进行考察;可进入性通过交通便捷、交通费用进行考察;基础服务设施通过食宿卫生、购物服务进行考察;政策因素通过投资能力、政策导向进行考察。

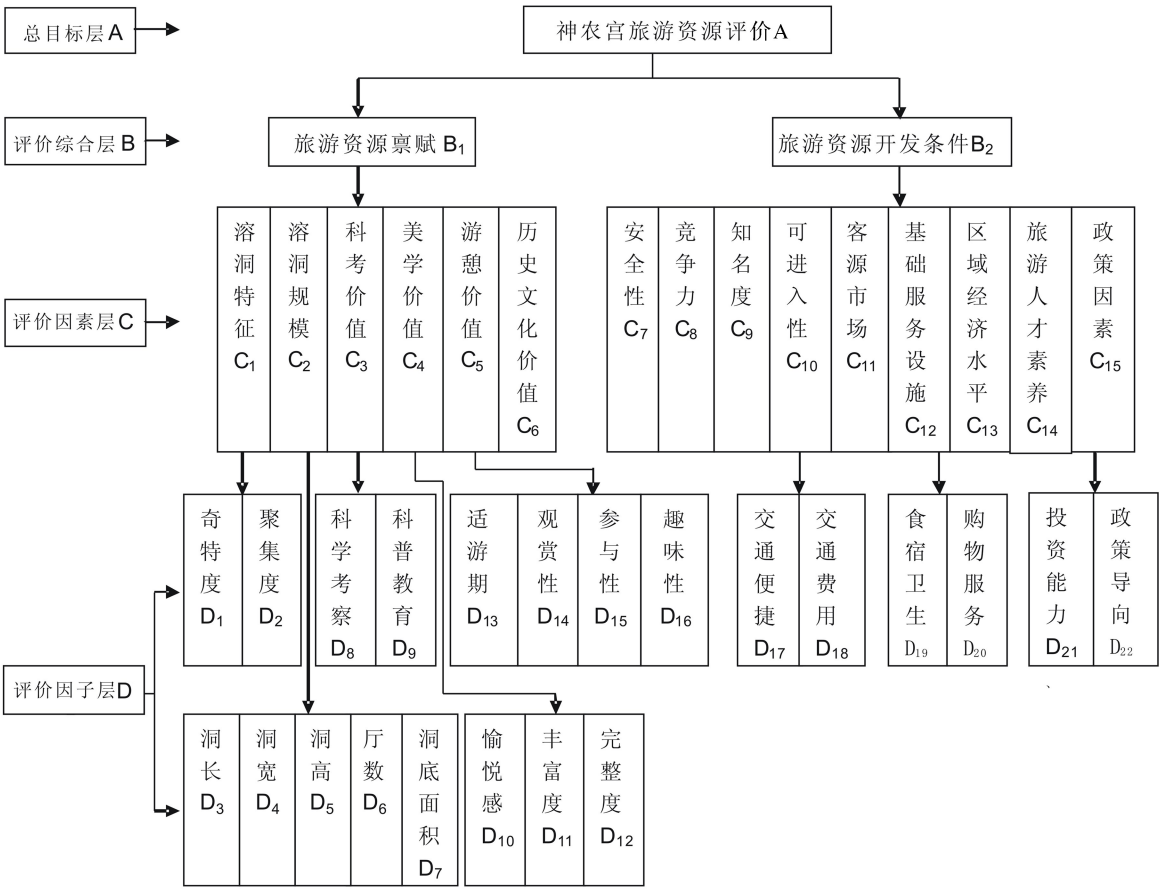

图 4 神农宫旅游资源评价体系

Fig. 4 Shennonggong tourism resource evaluation system

3.2　评价指标权重的确定

上述溶洞评价体系中,涉及到众多评价因子,然而它们都是单独反映资源开发与利用的某一部分的价值。因此,需要对它们进行综合、全面的考量,才能完整的反映资源开发与利用的价值。考虑到这些指标的重要性是不尽相同的,也是不易定量的,本文用层次分析法来确定评价因子的权重。

3.2.1　确定评价指标集

设 $F=\{F_1,F_2,\cdots,F_m\}$,它是由因素层 F 组成的一个评价指标集;对 $i=1,2,\cdots,m$,设 $S_i=\{S_{i1},S_{i2},\cdots,S_{im}\}$,它是对应于因素层 $F=\{F_1,F_2,\cdots,F_m\}$的评价因子 S 层的指标集。

3.2.2　构造判断矩阵 $P(F_{ij})$与 $P(S_{ij})$

$$P(F_{ij})=\begin{bmatrix}F_{11} & F_{12} & \cdots & F_{1m}\\ F_{21} & F_{22} & \cdots & F_{2m}\\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots\\ F_{m1} & F_{m2} & \cdots & F_{mm}\end{bmatrix}$$

其中,F_{ij} 表示 F_i 对 F_j 的相对重要性数值。

$$P(S_{ij})=\begin{bmatrix}S_{11} & S_{12} & \cdots & S_{1m}\\ S_{21} & S_{22} & \cdots & S_{2m}\\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots\\ S_{m1} & S_{m2} & \cdots & S_{mm}\end{bmatrix}$$

其中,S_{ij} 表示 S_i 对 S_j 的相对重要性数值,其取值按表 1 进行。

表 1　判断矩阵标度及其含义

Table 1　Judgment matrix scale and its implication

标度	含义
[10,8)	表示因素 F_i 与 F_j 比较,F_i 非常重要
[8,6)	表示因素 F_i 与 F_j 比较,F_i 较 F_j 重要
[6,4)	表示因素 F_i 与 F_j 比较,F_i 与 F_j 同等重要
[4,2)	表示因素 F_i 与 F_j 比较,F_i 不太重要
[2,0)	表示因素 F_i 与 F_j 比较,F_i 很不重要
备注	F_i 与 F_j 比较得判断 F_{ij},则 F_j 与 F_i 比较得判断 $F_{ji}=10-F_{ij}$

3.2.3　计算权值

①将判断矩阵的每一列归一化,即

$$D_{ij}=F_{ij}/\sum_{i=1}^{m}F_{ij}(i,j=1,2,\cdots,m);$$

②将每一列经归一化后的判断矩阵按行相加,即

$$W_i=\sum_{j=1}^{m}D_{ij}(i,j=1,2,\cdots,m);$$

③将向量 $W=\{W_1,W_2,\cdots,W_m\}$作归一化处理,即 $W_i=Wi/\sum_{j=1}^{m}W_j(i,j=1,2,\cdots,m)$,依次所得到的 $W=\{W_1,W_2,\cdots,W_m\}$即为所求权值向量。

运用以上方法,使用计算机软件运算,得出神农宫旅游资源评价体系因子的权重(表 2)。

3.3　各级评价因子隶属度的确定

根据评价决策的实际需要,将评判等级标准分为“好”、“较好”、“一般”、“较差”、“差”这五个等级。为了保证得出的隶属度的科学性、客观性、及公正性,采用主观经验判断法和专家调查法相结合的方法来确定各级评级因子的隶属度。

本研究邀请东华理工大学地球科学学院和经济与管理学院的 15 位具有自然地理学、地质学、旅游管理学背景的老师作为专家,通过提供万年县神农宫的数据、资料及相关图片,由专家根据上述已确定的评判等级标准,对各评价因子进行评判,进而确定隶属度。根据专家评判的结果与神农宫实际情况对比,最终剔除了 3 位因评判结果与神农宫实际情况出入较大的专家评判结果。如,对“洞长”这个评价因子,11 位专家认为“好”,4 位专家认为“较好”,“一般”、“较差”和“差”都缺失,但 2 位认为“好”和 1 位认为“较好”的专家已经被剔除,则隶属度 $r_1=9/12$,$r_2=3/12$,$r_3=0$,$r_4=0$,$r_5=0$,其他评价因子隶属度用相同的方法计算。评价因子隶属度值计算结果见表 3。

表 2 神农宫旅游资源评价体系因素权重

Table 2 Shennonggong tourism resources evaluation system of weighting factors (total level sort)

综合层 B	权重 U	因素层 F	权重 U	因子层 S	权重 U
旅游资源禀赋 B_1	0.685 0	溶洞特征 F_1	0.102 4	奇特度 S_1	0.582 3
				聚集度 S_2	0.417 7
		溶洞规模 F_2	0.265 4	洞长 S_3	0.256 1
				厅数 S_4	0.232 7
				洞高 S_5	0.222 2
				洞宽 S_6	0.105 3
				洞底面积 S_7	0.183 7
		科考价值 F_3	0.124 6	科学考察 S_8	0.456 5
				科普教育 S_9	0.543 5
		美学价值 F_4	0.252 2	愉悦感 S_{10}	0.381 7
				丰富度 S_{11}	0.287 6
				完整度 S_{12}	0.330 7
		游憩价值 F_5	0.132 2	适游期 S_{13}	0.210 0
				观赏性 S_{14}	0.283 9
				参与性 S_{15}	0.200 5
				趣味性 S_{16}	0.305 6
		历史文化价值 F_6	0.123 2		
旅游资源开发条件 B_2	0.315 0	安全性 F_7	0.173 2		
		竞争力 F_8	0.133 1		
		知名度 F_9	0.104 2		
		可进入性 F_{10}	0.172 4	交通便捷 S_{17}	0.675 9
				交通费用 S_{18}	0.324 1
		客源市场 F_{11}	0.100 7		
		区域经济水平 F_{12}	0.096 0		
		基础服务设施 F_{13}	0.067 8	食宿卫生 S_{19}	0.623 4
				购物服务 S_{20}	0.376 6
		旅游人才素养 F_{14}	0.072 4		
		政策因素 F_{15}	0.080 2	投资能力 S_{21}	0.632 1
				政策导向 S_{22}	0.367 9

表 3　神农宫旅游资源评价因子隶属度值

Table 3　Shennonggong tourism resources evaluation factors membership values

各层指标			好	较好	一般	较差	差
综合层 B	因素层 F	因子层 S					
旅游资源禀赋 B_1	溶洞特征 F_1	奇特度 S_1	0.416 7	0.333 3	0.250 0	0	0
		聚集度 S_2	0.500 0	0.500 0	0	0	0
	溶洞规模 F_2	洞长 S_3	0.750 0	0.250 0	0	0	0
		厅数 S_4	0.500 0	0.250 0	0.250 0	0	0
		洞高 S_5	0.666 7	0.333 3	0	0	0
		洞宽 S_6	0.500 0	0.166 7	0.333 3	0	0
		洞底面积 S_7	0.416 7	0.416 7	0.166 6	0	0
	科考价值 F_3	科学考察 S_8	0.750 0	0.250 0	0	0	0
		科普教育 S_9	0.333 3	0.500 0	0.166 7	0	0
	美学价值 F_4	愉悦感 S_{10}	0.833 3	0.166 7	0	0	0
		丰富度 S_{11}	0.750 0	0.250 0	0	0	0
		完整度 S_{12}	0.666 7	0.333 3	0	0	0
	游憩价值 F_5	适游期 S_{13}	0.333 3	0.500 0	0.166 7	0	0
		观赏性 S_{14}	0.666 7	0.333 3	0	0	0
		参与性 S_{15}	0.666 7	0.333 3	0	0	0
		趣味性 S_{16}	0.333 3	0.500 0	0.166 7	0	0
	历史文化价值 F_6		0.666 7	0.333 3	0	0	0
旅游资源开发条件 B_2	安全性 F_7		0.833 3	0.166 7	0	0	0
	竞争力 F_8		0.416 7	0.333 3	0.250 0	0	0
	知名度 F_9		0.250 0	0.416 7	0.333 3	0	0
	可进入性 F_{10}	交通便捷 S_{17}	0.250 0	0.333 3	0.416 7	0	0
		交通费用 S_{18}	0.666 7	0.333 3	0	0	0
	客源市场 F_{11}		0.416 7	0.416 6	0.166 7	0	0
	基础服务设施 F_{12}	食宿卫生 S_{19}	0.500 0	0.333 3	0.166 7	0	0
		购物服务 S_{20}	0.083 3	0.166 7	0.750 0	0	0
	区域经济水平 F_{13}		0.166 7	0.416 7	0.416 6	0	0
	旅游人才素养 F_{14}		0.333 3	0.416 7	0.250 0	0	0
	政策因素 F_{15}	投资能力 S_{21}	0.333 3	0.500 0	0.166 7	0	0
		政策导向 S_{22}	0.500 0	0.500 0	0	0	0

3.4　评价因子数值计算

具体计算步骤如下:

(1)根据表 2 可知,综合层 B 的权重集 $U=\{0.685,0\ 0.315\ 0\}$;B_1的下一级评价因素层的权重集 $U_1=\{0.102\ 4,0.265\ 4,0.124\ 6,0.252\ 2,0.132\ 2,0.123\ 2\}$,$B_2$的下一级评价因素层的权重集 $U_2=\{0.173\ 2,0.133\ 1,0.104\ 2,0.172\ 4,0.100\ 7,0.096\ 0,0.067\ 8,0.072\ 4,0.080\ 2\}$;$F_1$的下一级评价因子层的权重集 $U_{11}=\{0.582\ 3,0.417\ 7\}$,$F_2$的下一级评价因子层的权重集 $U_{12}=\{0.256\ 1,0.232\ 7,0.222\ 2,0.105\ 3,0.183\ 7\}$, F_3的下一级评价因子层的权重集 $U_{13}=\{0.456\ 5,0.543\ 5\}$, F_4的下一级评价因子层的权重集 $U_{14}=\{0.381\ 7,0.287\ 6,0.330\ 7\}$,$F_5$的下一级评价因子层的权重集 $U_{15}=\{0.210\ 0,0.283\ 9,0.200\ 5,0.305\ 6\}$,$F_{10}$的下一级评价因子层的权重集 $U_{110}=\{0.675\ 9,0.324\ 1\}$,$F_{12}$的下一级评价因子层的权重集 $U_{112}=\{0.623\ 4,0.376\ 6\}$,$F_{15}$的下一级评价因子层的权重集 $U_{115}=\{0.632\ 1,0.367\ 9\}$。

(2)根据表 3,可知 F_1、F_2、F_3、F_4、F_5、F_{10}、F_{12}、F_{15}的隶属度矩阵 V_{11}、V_{12}、V_{13}、V_{14}、V_{15}、V_{110}、V_{112}、V_{115}分别为:

$$V_{11}=\begin{bmatrix}0.416\ 7 & 0.333\ 3 & 0.2500 & 0 & 0\\ 0.500\ 0 & 0.500\ 0 & 0 & 0 & 0\end{bmatrix};$$

$$V_{13}=\begin{bmatrix}0.750\ 0 & 0.250\ 0 & 0 & 0 & 0\\ 0.333\ 3 & 0.500\ 0 & 0.166\ 7 & 0 & 0\end{bmatrix};$$

$$V_{115}=\begin{bmatrix}0.333\ 3 & 0.500\ 0 & 0.166\ 7 & 0 & 0\\ 0.500\ 0 & 0.500\ 0 & 0 & 0 & 0\end{bmatrix};$$

$$V_{112}=\begin{bmatrix}0.500\ 0 & 0.333\ 3 & 0.166\ 7 & 0 & 0\\ 0.083\ 3 & 0.166\ 7 & 0.750\ 0 & 0 & 0\end{bmatrix};$$

乘积矩阵 R 的合成用普通矩阵模型法，即进行普通矩阵的乘法运算，这种方法兼顾了各方面的因素，适宜于多因素的排序。所以，评价因子层乘积矩阵 R_{11}、R_{12}、R_{14}、R_{15}、R_{110}、R_{112}、R_{115} 分别为：

$R_{11}=U_{11}\cdot V_{11}=[0.451\ 5\ 0.402\ 9\ 0.145\ 6\ 0\ 0]$；

$R_{12}=U_{12}\cdot V_{12}=[0.585\ 7\ 0.290\ 4\ 0.123\ 9\ 0\ 0]$；

$R_{13}=U_{13}\cdot V_{13}=[0.523\ 5\ 0.385\ 9\ 0.090\ 6\ 0\ 0]$；

$R_{14}=U_{14}\cdot V_{14}=[0.754\ 2\ 0.245\ 8\ 0\ 0\ 0]$；

$R_{15}=U_{15}\cdot V_{15}=[0.494\ 8\ 0.419\ 3\ 0.085\ 9\ 0\ 0]$；

$R_{110}=U_{110}\cdot V_{110}=[0.385\ 1\ 0.333\ 3\ 0.281\ 6\ 0\ 0]$；

$R_{112}=U_{112}\cdot V_{112}=[0.343\ 1\ 0.270\ 5\ 0.386\ 4\ 0\ 0]$；

$R_{115}=U_{115}\cdot V_{115}=[0.394\ 6\ 0.500\ 0\ 0.105\ 4\ 0\ 0]$；

根据评价因子层的乘积矩阵与表 3 可列出评价因子层的乘积矩阵 R_1、R_2 分别为：

$$R_1=\begin{bmatrix}0.451\ 5 & 0.402\ 9 & 0.145\ 6 & 0 & 0\\ 0.585\ 7 & 0.290\ 4 & 0.123\ 9 & 0 & 0\\ 0.523\ 5 & 0.385\ 9 & 0.090\ 6 & 0 & 0\\ 0.754\ 2 & 0.245\ 8 & 0 & 0 & 0\\ 0.494\ 8 & 0.419\ 3 & 0.085\ 9 & 0 & 0\\ 0.666\ 7 & 0.333\ 3 & 0 & 0 & 0\end{bmatrix};$$

$$R_2=\begin{bmatrix}0.833\ 3 & 0.166\ 7 & 0 & 0 & 0\\ 0.416\ 7 & 0.333\ 3 & 0.250\ 0 & 0 & 0\\ 0.250\ 0 & 0.416\ 7 & 0.333\ 3 & 0 & 0\\ 0.385\ 1 & 0.333\ 3 & 0.281\ 6 & 0 & 0\\ 0.416\ 7 & 0.416\ 6 & 0.166\ 7 & 0 & 0\\ 0.343\ 1 & 0.270\ 5 & 0.386\ 4 & 0 & 0\\ 0.166\ 7 & 0.416\ 7 & 0.416\ 6 & 0 & 0\\ 0.333\ 3 & 0.416\ 7 & 0.250\ 0 & 0 & 0\\ 0.394\ 6 & 0.500\ 0 & 0.105\ 4 & 0 & 0\end{bmatrix};$$

$$V_{12}=\begin{bmatrix}0.750\ 0 & 0.250\ 0 & 0 & 0 & 0\\ 0.500\ 0 & 0.250\ 0 & 0.250\ 0 & 0 & 0\\ 0.666\ 7 & 0.333\ 3 & 0 & 0 & 0\\ 0.500\ 0 & 0.166\ 7 & 0.333\ 3 & 0 & 0\\ 0.416\ 7 & 0.416\ 7 & 0.166\ 6 & 0 & 0\end{bmatrix};$$

$$V_{14}=\begin{bmatrix}0.833\ 3 & 0.166\ 7 & 0 & 0 & 0\\ 0.750\ 0 & 0.250\ 0 & 0 & 0 & 0\\ 0.666\ 7 & 0.333\ 3 & 0 & 0 & 0\end{bmatrix};$$

$$V_{110}=\begin{bmatrix}0.250\ 0 & 0.333\ 3 & 0.416\ 7 & 0 & 0\\ 0.666\ 7 & 0.333\ 3 & 0 & 0 & 0\end{bmatrix};$$

$$V_{15}=\begin{bmatrix}0.333\ 3 & 0.500\ 0 & 0.166\ 7 & 0 & 0\\ 0.666\ 7 & 0.333\ 3 & 0 & 0 & 0\\ 0.666\ 7 & 0.333\ 3 & 0 & 0 & 0\\ 0.333\ 3 & 0.500\ 0 & 0.166\ 7 & 0 & 0\end{bmatrix};$$

根据资源综合评价层的权重 U_1、U_2 与乘积矩阵 R_1、R_2 可求出综合评价层的隶属度矩阵 V_1、V_2 分别为：

$V_1=U_1\cdot R_1=[0.604\ 7\ 0.324\ 9\ 0.070\ 4\ \ 0\ \ 0]$；

$V_2=U_2\cdot R_2=[0.434\ 2\ 0.340\ 6\ 0.225\ 2\ \ 0\ \ 0]$；

根据综合层的隶属度矩阵 V_1、V_2 可得出，总目标层的乘积矩阵 R 为：

$$R=\begin{bmatrix}0.604\ 7 & 0.324\ 9 & 0.070\ 4 & 0 & 0\\ 0.434\ 2 & 0.340\ 6 & 0.225\ 2 & 0 & 0\end{bmatrix}$$

最后，根据总目标层的权重 U 与总目标层乘积矩阵 R，将其进行矩阵运算，得出总目标层隶属度矩阵 V 为：

$V=U\cdot R=[0.551\ 0\ 0.329\ 8\ 0.119\ 2\ 0\ 0]$

(3)总得分计算

国家质量监督检验检疫总局 2003 年发布的《旅游资源分类、调查与评价》(GB/T18972－2003)对旅游资源等级的划分为[19]：分值≥90 分为五级旅游资源，75～89 为四级，60～74 为三级，45～59 为二级，30～44 为一级，≤29 分为未获等级旅游资源。其中，第五级为“特品级旅游资源”，第五、四、三级为通称为“优良级旅游资源”，第二、一级为“普通级旅游资源”。参考刘传华的研究成果[4]，进一步取各组中间值对各评语等级赋值如下：“好”赋值 95 分，“较好”赋值 82 分，“一般”赋值 67 分，“较差”赋值 52 分，“差”赋值 37 分。设评语等级赋值之后的向量矩阵为 H，则：

$H=[\ 95\ 82\ 67\ 52\ 37\ ]^T$

所以，神农宫的最终综合评价得分($W_{神农宫}$)为：

$W_{神农宫}=V\cdot H=87.38$

由计算结果可知，万年县神农宫溶洞旅游资源总

得分为 87.38 分,对比国家标准《旅游资源分类、调查与评价》(GB/T18972－2003)对旅游资源等级的划分,可将神农宫定为四级旅游资源,属优良级,具备进行深入开发的价值。通过 12 位评判有效的专家对神农宫的旅游资源禀赋、旅游资源开发条件两方面的评判结果看,神农宫的高开发价值要素为其旅游资源禀赋,中低开发价值要素为部分旅游资源开发条件。总体来讲,神农宫旅游资源整体开发条件良好,有很大的提升空间。

4　万年县神农宫旅游开发对策

岩溶洞穴是一种特殊的旅游资源,对其进行开发是一个系统工程。在对神农宫旅游资源进行综合评价的基础上,结合实际情况,对其高开发价值要素和中低价值要素提出以下开发对策。

4.1　高价值要素开发对策

神农宫旅游资源禀赋的高价值由溶洞特征、溶洞规模、科考价值、美学价值、游憩价值、历史文化价值及其各资源单体质量所体现,在其未来的开发中,主要开发对策为:

第一,根据神农宫神农祭祖的神话传说,深度挖掘、整合资源单体,以“神农文化”为主题进行开发。如洞内各景点可结合神农氏的传说来命名,利用声、电、光等高科技技术,进行场景再现,进一步加大洞内景观的观赏性及趣味性,增强对游客的吸引力。

第二,开发洞穴医疗与探险功能。溶洞环境以一种特殊的形式对人类组织器官有积极的正向作用,对皮肤病、心脏病、呼吸道疾病、哮喘病等多种疾病的治疗及康复有显著效果[20]。因此可在神农宫洞内大厅中设立医疗站,配备康复师为游客进行医疗服务。神农宫 1 600 m 后暂未开发部分可作为天然的探险基地,配备探险装备、探险领队为探险游客进行服务,提高游客的参与性与体验性,吸引爱好探险及冒险的游客。

第三,利用距离南昌、长沙、杭州等省会城市较近的区位优势,着重发展符合都市白领需求,具有保健、疗养的溶洞产品和商务会议休闲溶洞观光产品,以“疗养保健休闲”为形象,并与周边仙人洞、怪石岭、黄天峰等景区等共同打造生态休闲、高端度假功能。

4.2　中低价值要素开发对策

针对神农宫部分较差的旅游资源开发条件,在其未来的系统开发中,主要的开发对策为:

第一,加大对神农宫的开发力度,在保护溶洞环境的基础上,深度挖掘、整合溶洞内资源单体,其后充分利用各种宣传媒介,如利用互联网、电视、报纸、学术成果交流会、节庆活动等全方位的宣传神农宫的新开发与新景点,从而提高神农宫的知名度及吸引力。

第二,邀请国内外知名洞穴探险专家,组成中外联合洞穴科考探险队,对神农宫未知部分进行科考探险,利用互联网、电视及各类宣传媒体对科考探险进程及结果进行实时跟踪发布,吸引游客及潜在游客的关注,从而提高神农宫的知名度及竞争力。

第三,提高景区的可进入性。从区域整体视角出发,以公路构建网络化交通路线,如以神农宫为核心,修建各方向进入神农宫景区的公路,及神农宫连接仙人洞、港道源、黄天峰等景区的公路,形成发达的交通网络,提高景区的可进入性;在改善区域交通基础上,注重对神农宫内部的特色旅游步道的修建,提高游客的溶洞旅游趣味性与体验感。

第四,改善景区饮食卫生环境及基础设施。从景区长远发展的眼光看待,需建立景区饮食卫生条件严格监管制度,改善饮食卫生条件;对基础设施的投入与建设进行规划,利用国家免息贷款、社会集资及申请援助等多种方式加大基础设施建设与投入力度,完善景区基础设施建设。

第五,加强景区旅游专业人才建设。可通过与东华理工大学等地质类高校合作,培育高素养的地质与溶洞旅游人才,建设一支高素质的旅游人才队伍;在提高导游专业素养的基础上,可对导游及景区管理人员进行定期的溶洞知识、管理知识的培训,提升景区软实力。

参考文献

[1]　宋林华.洞穴成因与溶蚀作用述评[J].地理科学进展,1986,5(4):26－34.

[2]　杨晓霞,向旭,袁道先,等.喀斯特洞穴旅游综述[J].中国岩溶,2007,26(4):369－377.

[3]　何小芊,刘宇.江西省岩溶洞穴旅游资源地理分布及其开发[J].国土资源科技管理,2014,31(2):63－68.

[4]　刘传华,张捷,曹靖,等.层次分析和模糊数学方法在我国岩溶溶洞旅游资源综合评判中的应用[J].中国岩溶,2008,27(2):189－196.

[5]　刘宏盈,程道品,王金叶.桂林喀斯特洞穴景观的生态环境现状及其保护研究[J].长春大学学报,2006, 16(2): 92－95.

[6]　保继刚.喀斯特洞穴旅游开发[J].地理学报,1995, 50(4): 353－359.

[7] 陈为民,程国霞,姚明和.岩溶洞穴旅游价值评价标准探讨[J].世界标准信息,2006,(2):88－89.
[8] 赵健.鲁中南地区喀斯特洞穴旅游资源的初步评价[J].中国岩溶,1988,7(2):139－146.
[9] 程道品.模糊评价法在旅游资源评价中的应用[J].桂林工学院学报,2001,21(2):186－190.
[10] 吴昊.张家界溶洞旅游资源价值评价与开发研究[J].资源开发与市场,2012,28(9):847－850.
[11] 徐燕,殷红梅.贵州喀斯特地区旅游资源定量评价与旅游开发研究[J].贵州师范大学学报(自然科学版),2009(2):19－23.
[12] 江西省地方志编委员会.江西省地质矿产志[M].北京方志出版社,1998.
[13] 王昆,吴安国,张玉清.江西省区域地质概况[J].中国区域地质,1993,(3):200－210.
[14] 徐建华.现代地理学中的数学方法[M].北京:高等教育出版社,2002:224－229.
[15] 张晓平.模糊综合评判理论与应用研究进展[J].山东建筑工程学院学报,2003,18(4):90－94.
[16] 贾慧敏.基于模糊综合评价模型的旅游资源评价[J].科技和产业,2009,9(3):28－30.
[17] 方世明,易平.伏牛山世界地质公园地质遗迹资源分类与评价[J].资源与产业,2013,15(4):92－99.
[18] 丁枫华,吕耀平,沈志伟.百山祖国家自然保护区旅游资源评价[J].水土保持研究,2007,14(3):176－179.
[19] 国家质量监督检验检疫总局.旅游资源分类、调查与评价(GB/T18972－2003)[S].北京:中国标准出版社,2003.
[20] 朱其光,朱德浩,陈华奇.溶洞医疗及柳州响水岩溶洞医疗研究[J].中国岩溶,1998,17(3):269－277.

Comprehensive evaluation and exploitation strategy of tourism resources of Shennonggong in Wannian County

WU Fa-ming, HE Xiao-qian, LUO Meng-yue

(*College of Earth Sciences, Center of Geological Resource Economics and Management Research, Graduate School, East China University of Technology, Nanchang* 330013, *Jiangxi, China*)

Abstract As an important tourism resource, karst cave has been widely used in the development and utilization of the tourism resources for its uniquely tranquil, odd and precipitous landscape. To conduct a scientific and rational resource assessment is the premise and foundation for the exploitation of the resource. In this paper, Shennonggong cave was taken as an evaluation object, using analytic hierarchy process and fuzzy comprehensive evaluation methods to evaluate the development of karst cave tourism resource. The results show that the comprehensive evaluation score of Shennonggong is 87.38, which falls in the range of excellent tourist resources, and has a high value of tourism development. On the basis of comprehensive evaluation, Shennonggong tourism resources evaluation factors can be divided into two levels , namely high development value and low development one; and some corresponding exploitation strategies were proposed.

Key words cave tourism resource, analytic hierarchy process, fuzzy comprehensive evaluation, exploitation strategy, Shennonggong

(编辑 张 玲)