

基于地质遗迹资源保护利用价值的保护区划分 ——以云南盐津乌蒙峡谷地质公园为例

邓亚东, 孟庆鑫, 陈伟海, 罗书文, 史文强

中国地质科学院岩溶地质研究所/自然资源部广西岩溶动力重点实验室, 广西 桂林 541004

摘 要: 地质遗迹资源保护利用价值是合理划分保护区的基础. 本文以盐津乌蒙峡谷地质公园地质遗迹资源为例, 从地质遗迹资源利用性和脆弱性两个方面构建地质遗迹资源保护利用价值评价指标体系, 运用层次分析法确定地质遗迹资源保护利用价值评价因子权重. 采用专家咨询法建立地质遗迹资源保护等级划分标准. 利用非什拜因-罗森伯格模型对盐津地质公园典型地质遗迹资源进行保护利用价值评价并划分保护等级. 根据保护利用价值评价结果, 利用 Sufer9.0 软件制作地质遗迹资源保护利用等值线图, 结合地质遗迹资源保护的便利性与地方相关规划的协调性, 绘制出盐津乌蒙峡谷地质公园地质遗迹资源保护分区图, 结果为: 盐津乌蒙峡谷地质公园特级保护区面积 0.06 km², 一级保护区面积 11.74 km², 二级保护区面积 23.47 km², 三级保护区面积 75.07 km².

关键词: 地质遗迹; 保护利用价值; 保护区; 层次分析法; 乌蒙峡谷; 云南省

DIVISION OF NATURE RESERVES BASED ON CONSERVATION AND UTILIZATION VALUE OF GEOHERITAGES: A Case Study of Yanjin Wumeng Canyon Geopark in Yunnan Province

DENG Ya-dong, MENG Qing-xin, CHEN Wei-hai, LUO Shu-wen, SHI Wen-qiang

Institute of Karst Geology, CAGSI Guangxi Key Laboratory of Karst Dynamics, MNR, Guilin 541004, Guangxi Autonomous Region, China

Abstract: The conservation and utilization value of geoheritage resources is the basis for reasonable division of nature reserves. Taking the geoheritages in Wumeng Canyon Geopark, Yanjin County, Yunnan Province for example, the evaluation index system of conservation and utilization value is constructed from the two aspects of utility and vulnerability of geological heritage resources. The analytic hierarchy process (AHP) is adopted to determine the evaluation factor weight of conservation and utilization value. The expert consultation method is used to establish the classification standards of conservation grade. The Fishbein-Rosenberg model is applied to evaluate the conservation and utilization value of typical geoheritages in Yanjin Geopark and classify the conservation grade. According to the evaluation results, the contour map for conservation and utilization of geoheritage resources is made by Sufer9.0 software. Combined with the convenience of geoheritage conservation and coordination of local planning, the zoning map of Yanjin Wumeng Canyon Geopark is plotted as: super-grade conservation zone of 0.06 km², first-grade conservation

收稿日期: 2019-09-12; 修回日期: 2019-10-07. 编辑: 李兰英.

基金项目: 中国地质调查局地质调查项目“桂东北岩溶系统基础地质调查”(编号 DD20190022); 中国地质调查局地质调查项目“西南岩溶区碳酸盐岩地质遗迹调查与评价”(编号 DD20190672); 中国地质科学院基本科研业务项目“盐津乌蒙峡谷地质景观研究与地质公园建设发展”(编号 YYWF201638); 中国地质科学院岩溶地质研究所基本科研业务项目“宣威市普立乡地质遗迹景观调查与评价”(编号 2017034).

作者简介: 邓亚东(1980—), 男, 硕士, 高级工程师, 主要从事岩溶地质地貌与洞穴研究, 通信地址 广西桂林市七星路 50 号, E-mail//dengyadong@karst.ac.cn

zone of 11.74 km², second-grade conservation zone of 23.47 km² and third-grade conservation zone of 75.07 km².

Key words: geological heritage; conservation and utilization value; nature reserve; AHP; Yanjin Wumeng Canyon Geopark; Yunnan Province

0 引言

地质遗迹是在地球演化的漫长地质历史时期,由于各种内外动力地质作用,形成、发展并遗留下来的,可用以追索地球演化历史的重要地质现象^[1]。随着地质旅游的蓬勃发展,尤其是地质公园的建立,地质遗迹作为教学资源、科普资源、旅游资源被广泛保护开发,促进了地方经济、社会的可持续发展。然而,由于地质遗迹资源属于不可再生资源,一旦遭到破坏,便很难甚至不可恢复。因此,如何科学地实现地质遗迹资源“在保护中开发,在开发中保护”显得尤为重要。目前,关于地质遗迹资源保护开发方面的研究主要集中在3个方面,一是对地质遗迹保护现状问题的研究。如李明路^[2]分析了我国地质遗迹资源的特点与现状,明确了地质遗迹的保护原则,提出了我国地质遗迹保护对策;张萌萌^[3]在通过全面分析我国自然遗迹类保护区的空缺的基础上,提出相应的保护对策。二是对地质遗迹保护开发模式的研究。如黄松^[4]以新疆为例,针对新疆地质遗迹保护开发中存在的根本症结,确定以协调保护与开发关系为核心理念的新疆地质遗迹保护开发六大实施步骤,提出地质公园与地质遗迹保护区以及其他保护地相结合的复合型地质遗迹保护与开发模式优选思路和5个优选模式;罗培^[5]以华蓥山大峡谷地质公园为例,构建了居民在地质遗迹资源保护和利用中的社区参与模型体系。三是对地质遗迹保护区划分的研究。如李晓琴^[6]依据龙门山国家地质公园内地质遗迹等级对地质遗迹进行分级保护划分;董茜^[7]在建立保护指数的基础上运用GIS空间叠加分析进行地质遗迹保护区划分。然而,在地质遗迹保护区的划分研究上,前人大多以地质遗迹利用上的质量等级作为主要划分依据,很少考虑地质遗迹的脆弱性问题,有时会造成地质遗迹利用价值等级高而脆弱性低的地质遗迹未得到充分利用,如岩石地貌类地质遗迹;同时也存在一些地质遗迹利用价值等级低但脆弱性高的地质遗迹存在利用过渡的现象,如溶洞类地质遗迹。因此,本文以盐津乌蒙峡谷地质公园地质遗迹资源为例,从地质遗迹资源保

护利用价值的角度,考虑地质遗迹资源利用性与脆弱性来探讨地质遗迹资源保护区的划分,旨在为地质遗迹资源科学保护开发提供依据。

1 研究区概况

1.1 地理位置与公园范围

盐津乌蒙峡谷地质公园地处云南省东北部,位于昭通市盐津县境南部,距县城约13 km,昭通市140 km,昆明市472 km。公园内水麻高速,内昆铁路,G040国道穿园而过,村镇公路纵横交织,交通便捷。公园的地理坐标为104°02′59.91″~104°17′17.39″E,27°53′49.03″~28°05′01.70″N,海拔439~1713 m,范围东至柿子镇炉缸顶梁子山脊,南到柿子镇楠木树垭口马路,西至刘家屋基,北至豆沙镇大黎山(图1),面积110.34 km²。公园于2014年被批准为云南省级地质公园。

1.2 自然地理特征

公园地处乌蒙山西麓,属典型的山区,境内地势起伏较大,总地势西南高,东北低,属亚热带季风气候,多年平均气温18.46℃,年均降雨量1226.3 mm。公园全境处于喀斯特地貌区,属长江流域金沙江水系,地表水有关河、白水江、大温沼溪、黑眼溪4条常年性河流及红石溪季节性地表河,其中,关河是区域排泄基准面。地下水以黑洞地下河、硝洞地下河等管道喀斯特水为主。

1.3 地质遗迹景观概况

盐津乌蒙峡谷地质公园内地质遗迹资源类型丰富,数量众多,以岩溶地貌类为核心。依据《国家地质公园规划编制技术要求》中地质遗迹类型划分标准,盐津乌蒙峡谷地质公园内地质遗迹景观可划分为构造形迹、岩石地貌、流水地貌、构造地貌、河流、瀑布6类地质遗迹,涉及典型地质遗迹实体31处(图1),有溶丘、洞穴、峡谷、瀑布、陡崖、单面山、石芽、河曲、溶孔、象形山石等多种地质遗迹,它们以寒武系至二叠系碳酸盐岩为物质基础,呈线状有序、集中分布于关河、白水江、大温沼溪、红石溪河谷两岸;以山、洞、水、河、谷相间相

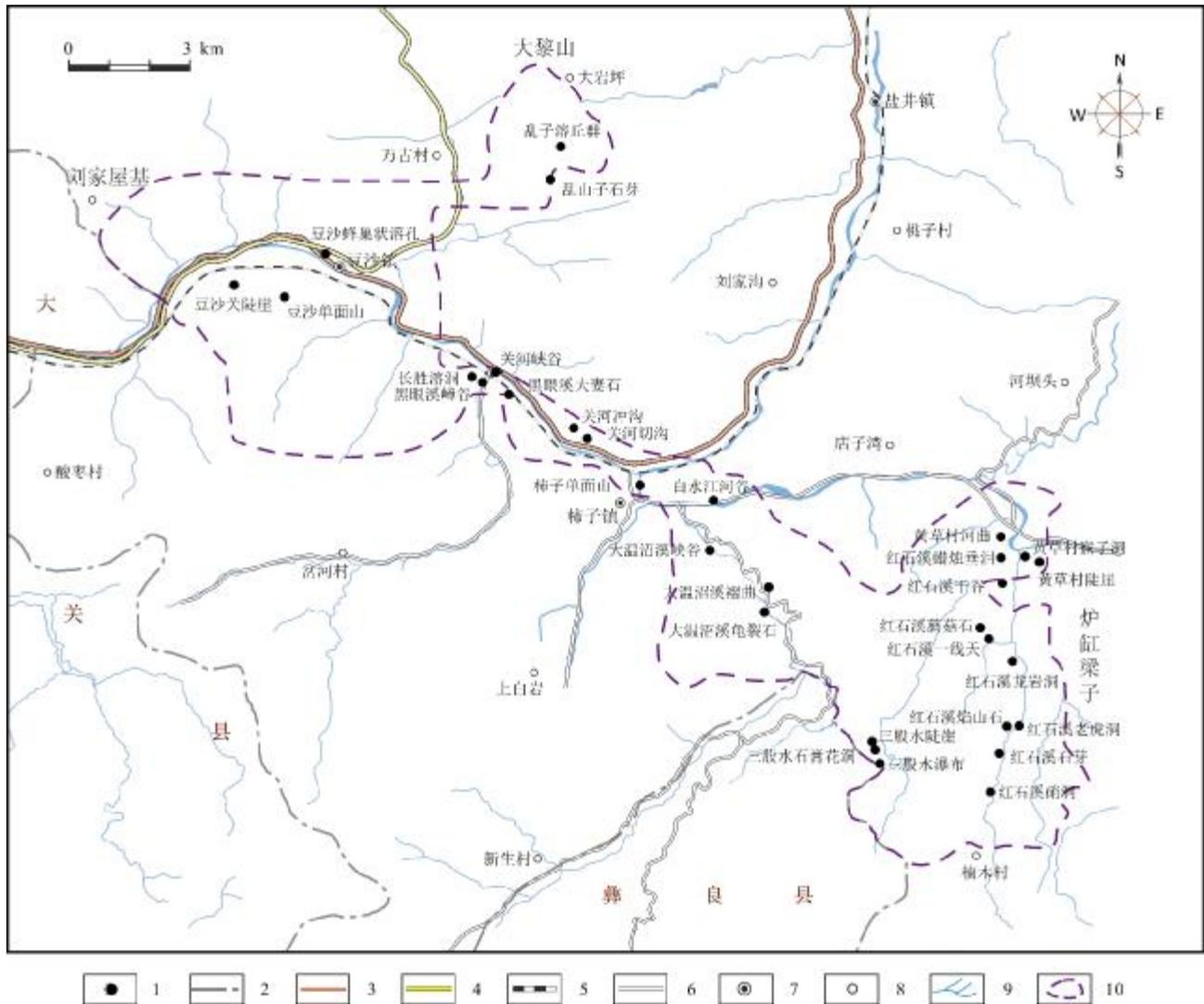


图1 盐津乌蒙峡谷地质公园范围与地质遗迹分布图

Fig. 1 Distribution of Yanjin Wumeng Canyon Geopark with geological heritages

1—地质遗迹(geological heritage); 2—县界(county boundary); 3—省道(provincial road); 4—高速公路(highway); 5—铁路(railway); 6—乡道(village road); 7—乡镇驻地(town); 8—自然村(village); 9—河流(river); 10—地质公园范围(Geopark area)

融,彼此辉映构成了盐津乌蒙峡谷地质公园. 其中乱山子溶丘群、三股水瀑布、三股水石膏花洞、豆沙单面山、长胜溶洞、硝洞、黄草村河曲、大温沼溪峡谷等是全省同类地质遗迹的典型代表和佼佼者(图2).

2 评价与分区

2.1 研究思路

当前, 有关地质遗迹资源相关方面的评价方法有定性评价和定量评价两种. 定性评价是利用专家的知识、经验和判断来进行评审和比较的评价方法, 其评价结果受专家知识结构, 经验等因素影响较大. 定量评价

是采用数学的方法, 从客观量化角度对评价对象进行价值判定的评价方法, 其评价结果是客观的数据指标. 地质遗迹资源保护利用价值评价是一个综合的、多准则、多因素的复杂问题. 目前, 关于这类复杂问题的评价方法主要有模糊综合评价法、层次分析法(AHP)、主成分分析法^[8-10]. 本文采用国内外应用最为广泛的一种方法——层次分析法(AHP), 构建地质遗迹资源保护价值评价指标体系, 运用非什拜因-罗森伯格模型来计算地质遗迹资源保护利用价值. 根据保护利用价值评价分值, 利用 Sufer9.0 软件, 采用反距离加权插值法绘制地质遗迹资源保护利用等值线图, 在此基础上



图2 盐津乌蒙峡谷地质公园典型地质遗迹图片

Fig. 2 Typical geological heritage photographs of Yanjin Wumeng Canyon Geopark

a—石膏花洞石膏花 (gypsum flower in anthodite cave); b—长胜溶洞石钟乳 (stalactite in Changsheng Cave); c—三股水瀑布 (Sangushui Waterfalls); d—硝洞鹅管 (goose tube stone in Xiao Cave); e—豆沙镇单面山 (cuesta in Dousha Town); f—大温沼溪峡谷 (Dawenzhao Creek Canyon); g—乱山子溶丘群 (Luanshanzi karst hillocks); h—黄草村河曲 (meander of Huangcao village)

表 1 地质遗迹资源保护利用评价指标体系与赋分标准

Table 1 Evaluation index system and scoring standards for the conservation and utilization of geoheritages

评价指标		分 值					
		0~20	20~40	40~60	60~80	80~100	
地质遗迹 保护价值	利用性价值	科学价值	低	一般	高	较高	很高
		美学价值	低	一般	高	较高	很高
		文化价值	低	一般	高	较高	很高
		区位条件	差	一般	较好	好	很好
		自然条件	差	一般	较好	好	很好
		社会条件	差	一般	较好	好	很好
	脆弱性价值	易变性	不易变	一般易变	易变	比较易变	非常易变
		易损性	不易损坏	一般不易损坏	易损坏	比较容易损坏	非常容易损坏
		可修复性	非常容易修复	较容易修复	容易修复	一般不易修复	不易修复
		环境容量	非常高	较高	高	适中	小

结合地方区域规划与管理保护的便利性进行保护区划分。

2.2 评价指标

根据指标选择的科学性、针对性、层次性、全面性及可操作性原则^[11],参考有关地质遗迹资源在开发利用价值评价与脆弱性评价相关领域研究成果^[12-16],结合关于地质遗迹资源的功能属性与本质属性研究论述^[17-19],将地质遗迹资源保护价值分为利用性价值和脆弱性价值 2 个一级指标,其中,利用性价值选择了科学价值、美学价值、文化价值、区位条件、自然条件、社会条件 6 个二级指标;脆弱性价值选择了易变性、易损性、可修复性、环境容量 4 个二级指标,并根据指标特征赋予相应分值,构建地质遗迹资源保护价值评价指标体系与赋分标准(见表 1)。

2.3 指标权重

根据地质遗迹资源保护利用评价指标体系,遵循层次分析法的基本原理,邀请从事地质、环境、旅游等方面的专家 20 人,采用 1~9 标度法^[20](表 2),对评价体系中各层因子进行两两比较,给出它们彼此之间相对重要性的判定值,如若判定值有差异,再进行反馈征询,直到专家组意见趋于集中,然后根据这些判定值构造出判断矩阵,运用层次分析法软件 YAAHP 软件,求出各因子的权重值^[21](表 3)。

2.4 评价模型

本文选择在旅游资源综合价值评价方面运用广泛

表 2 判断矩阵标度与含义

Table 2 Scale and representation of judgment matrix

标度	含 义
1	表示两个因素相比,具有同等重要性
3	表示两个因素相比,一个因素比另一个因素稍重要
5	表示两个因素相比,一个因素比另一个因素明显重要
7	表示两个因素相比,一个因素比另一个因素强烈重要
9	表示两个因素相比,一个因素比另一个因素极度重要
2,4,6,8	上述两相邻判断的中值

表 3 地质遗迹资源保护利用评价指标体系因素权重分配

Table 3 Factor weight distribution of evaluation index system for the conservation and utilization of geoheritages

目标层	准则层	权重	评价因子层	权重
地质遗迹资源 保护价值	利用性价值	0.5455	科学价值	0.2116
			美学价值	0.1226
			文化价值	0.0647
			区位条件	0.0970
			自然条件	0.0300
			社会条件	0.0196
地质遗迹资源 保护价值	脆弱性价值	0.4545	易变性	0.1350
			易损性	0.1063
			可修复性	0.1895
			环境容量	0.0237

表4 地质遗迹保护区等级与特征

Table 4 Grades and characteristics of geological heritage reserves

保护等级	划分依据	保护要求
特级保护区	在世界范围内少有、国内仅有,具有珍贵、罕见、典型的全球性地学或科考意义和有申请世界自然遗产、建立世界级地质公园开发价值或潜力,保存完好的地质遗迹	不允许游客进入,以保护和科研为目的的人员经地质公园管理部门批准后方可进入;区内不得设立与地质遗迹保护无关的建筑设施
一级保护区	主要是特殊地质遗迹分布区和不可再生的、具重要科学价值、美学价值和旅游价值自然景观分布区;在国内少有、省市仅有,具有珍贵、独特的国家大区域性地质学或科研意义,有申请国家级地质公园开发价值或潜力,保存好的地质遗迹	可以设置必要的游赏步道和相关设施,但必须与景观环境协调,严格控制游客数量,禁止机动车辆进入
二级保护区	在省市范围内仅有,具有重要、特殊的省市区域性地质学或科研意义,有申请省、国家级地质公园、重点地质遗迹保护区开发价值或潜力,对全国旅游线路有连接作用,保存较好的地质遗迹	允许设立少量的、与景观环境协调的地质旅游服务设施,不得安排影响地质遗迹景观的建筑;合理控制游客数量
三级保护区	在区内仍具有特色性、代表性、吸引力,有保护价值和一定旅游、教学、科研开发价值或潜力,对省际旅游线路有辅助作用,尚可修复性保护的地质遗迹	可以设立适量的、与景观环境协调的地质旅游服务设施,不得安排楼堂馆所、游乐设施等大规模建筑

的菲什拜因-罗森伯格模型作为地质遗迹资源保护利用价值评价模型^[22],建立盐津县地质遗迹资源保护利用价值评价模型.该模型如下.

$$E = \sum_{i=1}^n Q_i P_i$$

式中: E 为地质遗迹资源保护利用价值评价价值; Q_i 为第 i 个评价因子的权重; P_i 为第 i 个评价因子评价价值; n 为评价因子数目.

2.5 保护等级划分标准

根据《国家地质公园规划编制技术要求》(国土资发[2010]89号)保护区划分依据与保护要求,地质遗迹资源保护区划分为4个等级(表4).依据地质遗迹资源保护区划分依据与保护要求内涵,采用德尔菲专家咨询法,建立地质遗迹资源保护等级划分标准(表5).

表5 地质遗迹资源保护等级划分标准

Table 5 Grading standards for geological heritage resources conservation

保护等级	三级	二级	一级	特级
得分值域	[0~70)	[70~80)	[80~90)	[90~100]

2.6 评价结果

针对盐津地质公园31个典型地质遗迹资源特征,依据上述确立的评价方法、评价指标体系、评价模型,等级划分标准,继续邀请上文20位专家,在熟悉盐津地质公园地质遗迹资源情况下对地质遗迹资源各评价因子进行打分,满分为100分,然后根据评价模型计算出地质遗迹资源保护利用价值评价分值(E).评价结

果为: $E \geq 90$ 有1处; $80 \leq E < 90$ 有8处; $70 \leq E < 70$ 有9处; $60 < E < 70$ 有13处.对照地质遗迹资源保护等级划分标准,盐津乌蒙峡谷地质公园有1处特级保护地质遗迹资源,8处一级保护地质遗迹资源,9处二级保护地质遗迹资源,13处三级保护地质遗迹资源(表6).从表6可见,公园一些利用价值低但脆弱性高的地质遗迹资源获得了更高的保护级别.如:三股水石膏花洞利用性价值比三股水瀑布、乱山子溶丘群低,但三股水石膏花洞的脆弱性远比三股水瀑布、乱山子溶丘群高,依据综合保护利用评价分值,三股水石膏花洞划为特级保护区,三股水瀑布、乱山子溶丘群划为一级保护区,这使得脆弱性极高的石膏花洞得到充分保护,有利于石膏花洞的可持续利用;另有一些脆弱性低利用性高的地质遗迹降低了保护级别,使得这类地质遗迹可以充分利用.如:大温沼溪峡谷、黄草村河曲脆弱性价值比红石溪硝洞低但利用价值更高,依据综合保护利用评价分值,红石溪硝洞划为一级保护区,大温沼溪峡谷、黄草村河曲划为二级保护区,这使得大温沼溪峡谷、黄草村河曲在开发利用过程中受保护要求约束低,开发利用将更为充分.

2.7 保护分区

从盐津乌蒙峡谷地质公园地质遗迹资源特征看,盐津乌蒙峡谷地质公园地质遗迹资源在空间上展现为点状和线状两种类型.为制作地质遗迹资源保护利用等值线图,将公园点状地质遗迹在空间上的分布用地理中心点来替代,线状地质遗迹采用等距记点法换算成取值相同的点,文中等距采用反复测试拟合,最终间

表6 盐津地质公园地质遗迹资源保护利用
评价分值与保护等级

Table 6 Scores and conservation grades for the
conservation and utilization evaluation
of geoheritages in Yanjin Geopark

典型地质遗迹	利用性价值	脆弱性价值	综合得分	等级
三股水瀑布	47.1894	39.0938	86.2832	一级
三股水石膏花洞	46.7650	44.1525	90.9175	特级
乱山子溶丘群	46.8806	35.1785	82.0591	一级
红石溪干谷	45.2538	35.6023	80.8561	一级
大温沼溪峡谷	42.9828	36.3384	79.3212	二级
豆沙单面山	46.5670	35.7455	82.3125	一级
长胜溶洞	44.4148	36.9137	81.3285	二级
黄草村河曲	42.8552	32.3593	75.2145	二级
柿子单面山	45.5616	35.2243	80.7859	一级
大温沼溪龟裂石	39.2401	37.8302	77.0703	二级
黄草村陡崖	40.5855	34.4339	75.0194	二级
豆沙蜂巢状溶孔	43.5450	38.2415	81.7865	一级
白水江河谷	43.6553	35.3329	78.9882	二级
红石溪硝洞	41.4867	40.8448	82.3315	一级
黄草村猴子洞	39.8458	36.7620	76.6078	二级
黑眼溪嶂谷	37.9214	32.9639	70.8853	二级
关河峡谷	38.2008	31.1491	69.3499	三级
豆沙关陡崖	37.0977	29.8798	66.9775	三级
红石溪一线天	36.0229	31.7716	67.7945	三级
红石溪陡崖	30.3437	31.4429	61.7866	三级
乱山子石芽	32.1008	34.1393	66.2401	三级
三股水陡崖	33.4338	32.5558	65.9896	三级
大温沼溪褶曲	37.7706	33.1338	70.9044	二级
红石溪蜡烛垂泪	35.5581	33.3181	68.8762	三级
红石溪焰山石	33.8666	33.7131	67.5797	三级
红石溪蘑菇石	36.2270	35.7667	71.9937	二级
红石溪石芽	32.8559	33.7548	66.6107	三级
关河冲沟	32.6752	29.7878	62.463	三级
关河切沟	32.4027	30.0126	62.4153	三级
黑眼溪夫妻石	31.2059	31.9140	63.1199	三级
红石溪老虎洞	30.1183	32.1940	62.3123	三级

距选择500 m.同时,为了保证幅面完整性,线状等距点设置从图幅边界开始计算.根据公园31个地质遗迹

资源保护利用评价分值,运用 Sufer9.0,采用反距离加权插值法绘制出地质遗迹保护利用等值线图(图3).图3中地质遗迹资源保护利用分值范围为0~100,颜色越深表示保护利用等级越高,反之,颜色越浅表示保护利用等级越低.在对保护区范围实际划定时,将地质遗迹资源保护利用等值线图作为参考,结合以下因素:①为了便于地质遗迹保护工作的开展,同时保证地质遗迹完整性,需根据地质公园道路、行政边界、流域边界等明显标志进行初步划定;②为了促进地方经济发展,避免保护范围与地方规划相冲突,需要将地质遗迹资源初步划定保护范围与区域土地利用规划、旅游发展规划等相关重大规划融合调整来最终划定,尽可能实现地质遗迹资源“在保护中发展,在发展中保护”.基于以上2点,参考地质遗迹资源保护利用等值线图,结合盐津县土地利用规划与旅游发展规划最终划定盐津乌蒙峡谷地质公园地质遗迹资源保护区范围(图4).通过测量计算,盐津乌蒙峡谷地质公园地质遗迹资源保护区面积为:特级保护区0.06 km²,一级保护区11.74 km²,二级保护区23.47 km²,三级保护区75.07 km².

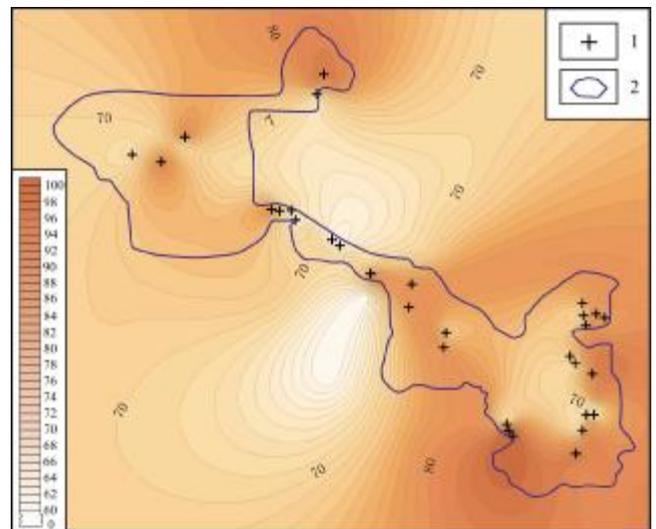


图3 地质遗迹保护利用等值线图

Fig. 3 Contour map for conservation and utilization of geological heritages

1—地质遗迹(geological heritage); 2—地质公园范围(Geopark area)

3 结论

(1)根据地质遗迹资源具有的开发利用性与脆弱性特点,运用层次分析法构建了地质遗迹资源保护利用价值评价指标体系,将地质遗迹资源保护利用价值评

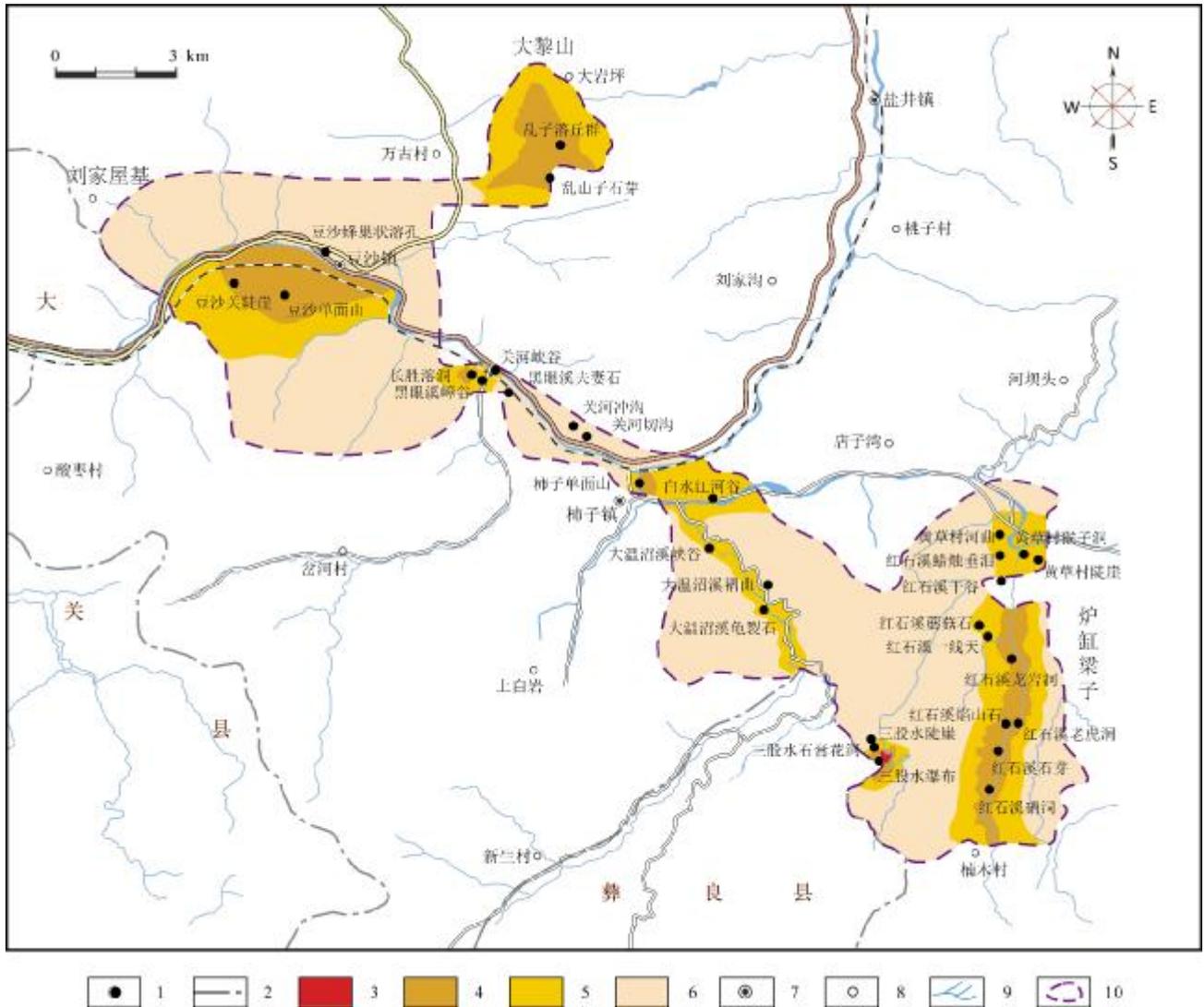


图4 盐津乌蒙峡谷地质公园地质遗迹保护分区图

Fig. 4 Zonation for the conservation of geheritages in Yanjin Wumeng Canyon Geopark

1—地质遗迹(geological heritage); 2—县界(county boundary); 3—特级保护区(super-grade conservation zone); 4—一级保护区(first-grade conservation zone); 5—二级保护区(second-grade conservation zone); 6—三级保护区(third-grade conservation zone); 7—乡镇驻地(town); 8—自然村(village); 9—河流(river); 10—地质公园范围(Geopark area)

价指标体系划分为3层, 2个评价因子, 10个评价指标。

(2)根据地质遗迹资源保护利用评价指标体系, 遵循层次分析法的基本原理, 利用专家判定值构造判断矩阵, 运用YAAHP软件, 求出指标体系各因子的权重值, 采用菲什拜因-罗森伯格评价模型, 对盐津乌蒙峡谷地质公园31个典型地质遗迹资源进行了保护利用价值评价, 评价结果为: $E \geq 90$ 有1处; $80 \leq E < 90$ 有8处; $70 \leq E < 80$ 有9处; $E \geq 60$ 有13处。

(3)根据《国家地质公园规划编制技术要求》保护区划分依据与保护要求, 采用德尔菲专家咨询法, 建立

了盐津乌蒙峡谷地质公园地质遗迹资源保护等级划分标准。根据地质遗迹资源保护利用价值评价结果, 对照地质遗迹资源保护等级划分标准, 盐津乌蒙峡谷地质公园有1处特级保护地质遗迹资源, 8处一级保护地质遗迹资源, 9处二级保护地质遗迹资源, 13处三级保护地质遗迹资源;

(4)根据地质遗迹资源保护利用价值评价结果, 利用Sufer9.0软件制作地质遗迹资源保护利用等值线图, 结合盐津县地质遗迹资源保护的便利性与盐津县相关规划的协调性, 绘制了盐津乌蒙峡谷地质公园地

质遗迹资源保护分区图. 分区结果为:盐津乌蒙峡谷地质公园特级保护区面积 0.06 km², 一级保护区面积 11.74 km², 二级保护区面积 23.47 km², 三级保护区面积 75.07 km².

参考文献:

- [1] Eder W. UNESCO Geoparks—A new initiative for protection and sustainable development of the earth heritages [J]. *N J B Geol Palaont abh.*, 1999, 214(1/2):353–358.
- [2] 李明路, 姜建军. 论中国的地质遗迹及其保护[J]. *中国地质*, 2000(6):31–34.
- [3] 张萌萌, 蔚东英, 李俊生, 等. 我国自然遗迹类保护区空缺分析及保护对策研究[J]. *自然资源学报*, 2015, 30(10):1774–1782.
- [4] 黄松. 地质遗迹保护开发的实施步骤与模式优选——以新疆为例[J]. *桂林工学院学报*, 2006, 26(1):148–152.
- [5] 罗培, 秦子晗. 地质遗迹资源保护与开发的社区参与模式——以华蓥山大峡谷地质公园为例[J]. *地理研究*, 2013, 32(5):952–964.
- [6] 李晓琴, 覃建雄, 殷继成. 龙门山国家地质公园地质遗迹的保护[J]. *山地学报*, 2004, 22(1):12–16.
- [7] 董茜, 李江风, 方世明, 等. 基于 GIS 的地质公园保护区划分——以湖北神农架世界地质公园为例[J]. *国土资源遥感*, 2016, 28(3):154–159.
- [8] Ferrario F F. The evaluation of tourist resources: An applied methodology[J]. *Journal of Travel Research*, 1979, 17(3):18–22.
- [9] 刘传华, 张捷, 曹靖, 等. 层次分析和模糊数学方法在我国岩溶洞穴旅游资源综合评判中的应用[J]. *中国岩溶*, 2008, 27(2):189–196.
- [10] 王艳红, 武法东. 综合定量评价方法在内蒙古巴彦淖尔地质公园地质遗迹资源评价中的运用[J]. *中国农学通报*, 2013, 29(4):210–215.
- [11] 甘枝茂, 马耀峰. 旅游资源与开发[M]. 天津:南开大学出版社, 2007:279–280.
- [12] 方世明, 李江风, 赵来时. 地质遗迹资源评价指标体系[J]. *地球科学——中国地质大学学报*, 2008, 33(2):285–288.
- [13] 秦正, 秦青, 张艺露. 地质遗迹资源脆弱性评价方法及应用[J]. *河南科学*, 2009, 27(2):230–235.
- [14] 武红梅, 武法东. 河北迁安—迁西国家地质公园地质遗迹资源类型划分及评价[J]. *地球学报*, 2011, 32(5):632–640.
- [15] 姜伏伟, 郭福生, 姜勇彪, 等. 脆弱地质景观评价体系研究——以江西鹰潭龙虎山丹霞地貌景观为例[J]. *资源调查与环境*, 2012, 33(1):62–66.
- [16] 罗伟, 鄢志武, 刘保丽. 地质遗迹资源综合评价指标体系与实证研究[J]. *国土资源科技管理*, 2013, 30(1):39–45.
- [17] 杨涛, 戴塔根, 武国辉. 地质遗迹资源的概念[J]. *中国国土资源经济*, 2007, 20(12):25–27.
- [18] 罗书文, 邓亚东, 覃星铭, 等. 地质遗迹功能属性区分及保护状况评价方法——以乐业—凤山世界地质公园凤山园区为例[J]. *国土资源科技管理*, 2014, 31(5):91–98.
- [19] 陈安泽. 论旅游地质与地质公园的创立及发展. 兼论中国地质遗迹资源——为庆祝中国地质科学院建院 60 周年而作[J]. *地球学报*, 2016, 37(5):535–561.
- [20] 徐建华. 现代地理学中的数学方法[M]. 2 版. 北京:高等教育出版社, 2002:224–230.
- [21] 邓亚东, 罗书文, 孟庆鑫, 等. 盐津地质公园岩溶洞穴资源旅游开发时序与质量等级评价[J]. *资源与产业*, 2018, 20(6):30–37.
- [22] 吴宜进. 旅游资源学[M]. 武汉:华中科技大学出版社, 2009:263–265.
- [9] 杜兵盈, 刘宇崑, 赵明胜, 等. 大兴安岭地区加格达奇东部早白垩世火山岩地层的厘定及地质意义[J]. *地质与资源*, 2018, 27(4):317–323.
- [10] 乔壮冬, 孙加鹏, 李宇蕊, 等. 大兴安岭新林区中生代流纹岩年代学、地球化学特征及其地质意义[J]. *地质与资源*, 2018, 27(4):324–336.
- [11] 聂凤军, 孙振江, 刘翼飞, 等. 大兴安岭岔路口矿区中生代多期岩浆活动与钼成矿作用[J]. *中国地质*, 2013, 40(1):273–286.
- [12] 中华人民共和国地质矿产部. DZ/T 0167–1995 区域地球化学勘查规范(比例尺 1:200 000)[S]. 北京:地质出版社, 1996:16–17.
- [13] 叶家喻, 姜宝林. 区域地球化学勘查样品分析方法[M]. 北京:地质出版社, 2004:416–417.
- [14] 中华人民共和国国土资源部. DZ/T 0011–2015 地球化学普查规范(1:50 000)[S]. 北京:地质出版社, 2015:1–34.
- [15] 国土资源部中国地质调查局. 中华人民共和国多目标区域地球化学图集—松辽平原中南部地区[M]. 北京:地质出版社, 2013:306–306.
- [16] 蔡剑辉, 阎国翰, 许保良, 等. 太行山—大兴安岭东麓晚中生代碱性侵入岩岩石地球化学特征及其意义[J]. *地球学报*, 2006, 27(5):447–459.
- [17] 程志忠, 谢学锦. 岩石中元素背景值变化对地球化学成矿预测的影响[J]. *地质学报*, 2006, 33(2):411–417.
- [18] 史长义, 鄢明才, 迟清华. 中国花岗岩类化学元素丰度[M]. 北京:地质出版社, 2008:1–119.
- [19] 史长义, 鄢明才, 刘崇民, 等. 中国不同岩石类型花岗岩类元素丰度及特征[J]. *物探化探计算技术*, 2005, 27(3):256–262.
- [20] 史长义, 鄢明才, 迟清华. 中国不同构造单元花岗岩类元素丰度及特征[J]. *地质学报*, 2007, 81(1):47–59.
- [21] 武广, 陈衍景, 孙丰月, 等. 大兴安岭北端晚侏罗世花岗岩类地球化学及其地质和找矿意义[J]. *岩石学报*, 2008, 24(4):899–910.
- [22] 武广, 陈衍景, 赵振华, 等. 大兴安岭北端洛古河花岗岩的地球化学、SHRIMP 锆石 U–Pb 年龄和岩石成因[J]. *岩石学报*, 2009, 25(2):233–247.
- [23] 张辉, 戴朝成, 闫秋实, 等. 内蒙古大桦背 I 型花岗岩地球化学特征及其成因意义[J]. *地质与资源*, 2015, 24(1):12–19, 69.

(上接第 211 页 /Continued from Page 211)