

湖南省地质遗迹综合评价

彭世良^{1,2},周爱国¹,柴波¹,陈文光²

1. 中国地质大学 环境学院,湖北 武汉 430074;2. 湖南省地质环境监测总站,湖南 长沙 410007

摘 要: 在湖南省地质遗迹调查成果的基础上,系统总结和研究了湖南省地质遗迹评价原则、方法、过程和结果。湖南省地质遗迹评价包括定性评价、定量评价、综合评价和专家审定 4 个环节。其中,定性评价采用专家鉴评和对比分析相结合的方法;定量评价采用层次分析法(AHP)分类给出指标权重,运用模糊数学模型计算综合评分;综合评价则是定性、定量评价相结合。整个评价过程离不开专家的充分参与以及调查组与专家组的紧密配合。评价结果显示,湖南省重要地质遗迹 518 处,其中世界级 10 处,国家级 169 处,省级 339 处。利用地质遗迹评价成果,湖南省取得了显著的地质遗迹保护和开发利用效果。

关键词: 地质遗迹;定性评价;定量评价;综合评价;湖南省

DOI:10.13686/j.cnki.dzyzy.2017.01.016

A COMPREHENSIVE EVALUATION OF THE GEOHERITAGES IN HUNAN PROVINCE

PENG Shi-liang^{1,2}, ZHOU Ai-guo¹, CHAI Bo¹, CHEN Wen-guang²

1. School of Environmental Studies, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China;

2. General Geological Environmental Monitoring Station of Hunan Province, Changsha 410007, China

Abstract: In order to provide a significant scientific basis for geoheritages conservation and utilization in Hunan Province, on the basis of investigation, the authors summarize and research the evaluation principles, methods, process and results of the geoheritages in the province. The evaluation principles include overall system principle, classification evaluation principle and comprehensive evaluation principle. The evaluation process covers qualitative evaluation, quantitative evaluation, comprehensive evaluation and expert examination. In the qualitative evaluation, the expert qualification method is combined with comparison method. In the quantitative evaluation, the evaluation indexes and their categorical weighting are provided by Analytic Hierarchy Process (AHP). The comprehensive scores are calculated with fuzzy mathematical model. The comprehensive evaluation is the combination of qualitative evaluation and quantitative evaluation. The whole evaluation process is associated with experts' full participation and the cooperation between investigation team and the expert team. The evaluation results show that there are 518 important geoheritages in Hunan Province, of which 10 are world-class, 169 are national level and 339 are provincial level. With the geoheritages evaluation result, a good effect of geoheritages conservation and utilization has been achieved.

Key words: geoheritage; qualitative evaluation; quantitative evaluation; comprehensive evaluation; Hunan Province

地质遗迹评价是地质遗迹有效保护和合理利用的重要依据。近年来,我国大部分省(市、区)开展了全省

性地质遗迹调查,但如何对省域数量庞大的地质遗迹进行科学的评价,一直是众多调查人员感到复杂棘手

收稿日期:2016-05-17;修回日期:2016-07-11. 编辑:张哲.

基金项目:湖南省国土资源厅重大项目“湖南省地质遗迹调查”(湘国土资[2011]129号).

作者简介:彭世良(1969—),男,硕士,高级工程师,现主要从事地质遗迹和地质公园研究,通信地址 湖南省长沙市城南中路下麻园湾 40 号,E-mail//924435721@qq.com

的问题. 2011~2013年,湖南省在全国较早开展了全面系统的地质遗迹调查,并取得了多项创新性成果^[1]. 本文试在此基础上系统总结和研究湖南省地质遗迹评价原则、方法、过程和结果,以便为湖南省地质遗迹保护与开发利用提供依据,并与其他省(市、区)开展地质遗迹调查评价提供借鉴.

1 湖南省地质遗迹概况

湖南省位于长江中游地区,地处云贵高原到江南丘陵和南岭山地到江汉平原的过渡地区,地形多为山地、丘陵,地势起伏大,地貌形态多样. 此外,湖南省地层发育齐全,沉积类型多样,岩浆活动频繁,地质构造复杂,成矿条件优越^[2]. 如此地质环境条件,造就了湖南省丰富多彩的地质遗迹资源. 根据2011~2013年开展的地质遗迹调查,湖南省共有地质遗迹951处. 参照中国地质调查局2012年编制的《地质遗迹调查技术要求》(暂行),湖南省地质遗迹划分为3个大类和11个小类. 其中,基础地质大类(含地层剖面、岩石剖面、构造形迹、古生物化石产地和岩矿石产地等)330处,地貌景观大类(含各类地貌和水体景观)602处,地质灾害大类19处. 湖南省地质遗迹分布广泛而又相对集中. 根据地质遗迹分布规律及其地质地貌背景的空间分异,湖南省地质遗迹可划分为武陵山、雪峰山、南岭、罗霄山、湘中丘陵、洞庭湖平原等6个特色明显的地质遗迹分布大区^[3].

2 湖南省地质遗迹评价

2.1 地质遗迹评价原则

(1)全面系统原则

地质遗迹评价主要是以资源保护和利用为目的而进行的评价,且通常以对地质遗迹的价值评价为主. 地质遗迹的价值是多方面、多层次、多内容的,主要包括科学价值、观赏价值、历史文化价值和开发利用价值;而价值的高低又与遗迹的自然属性(典型性、稀有性、系统性、完整性等)和保护利用条件(环境状况、保护状况、区位交通等)密切相关. 故实行全面系统的评价原则.

(2)分类评价原则

因不同类型地质遗迹评价的侧重点和评价标准不同,如基础地质类和地质灾害类地质遗迹侧重评价其

科学价值,地貌景观类地质遗迹注重评价其美学观赏价值^[4]. 故实行地质遗迹分类评价原则.

(3)定性评价与定量评价相结合的综合评价原则

对同一地质遗迹的价值评价,评价方法不同,评价结果也有所不同. 由于定性评价与评价者的工作经验、现场感受和当时心境有较大关系,评价结果往往带有一定的主观性,不同的评价者或者同一评价者在不同的环境下可能得出差别较大的评价结果. 定量评价虽可一定程度上弥补定性评价主观性较大的缺点,但定量评价中各评价指标的模糊得分仍然离不开定性分析. 因此,地质遗迹评价应当采用定性、定量评价相结合的综合评价原则.

2.2 地质遗迹评价方法

2.2.1 定性评价方法

定性评价是大多数人习惯采用的地质遗迹评价方法,它通过对地质遗迹的自然属性、功能价值、开发利用条件等多个方面进行文图描述与分析^[5],进而根据评价标准评定地质遗迹的等级(世界级、国家级、省级、县级). 评价标准通常以《地质遗迹保护管理规定》(1994年11月22日,地质矿产部令第21号发布)划分的地质遗迹分级标准为依据. 定性评价虽然对地质遗迹分析的要素较多,但评价者在评定等级时往往根据遗迹某一、二个最突出的属性价值得出,存在以偏概全的现象. 定性评价方法主要有两种,一是专家鉴评法,二是对比分析法. 因地质遗迹鉴评涉及地层、岩性、构造、古生物化石、矿物、地貌、水文地质、地质灾害、旅游等多个领域,故专家鉴评时应当邀请5名以上专家,这些专家在各自领域应当是具有很高造诣,并有高度责任心的资深专家^[4]. 根据分类评价原则,不同类型地质遗迹鉴评邀请的专家应根据专业领域而有所区别. 对比评价法则是选择其他同类型的价值和级别较为明确的地质遗迹进行对比分析,从而确定待评定地质遗迹的价值和级别;对比的特征与要素必须反映遗迹的重要特征和价值,且至少列举2~3个对比对象. 例如,湖南丹霞地貌集中区的评价,可选取新宁崀山(世界级)、郴州飞天山(国家级)、茶陵灵岩(省级)作为对比对象. 实际进行定性评价时,专家鉴评与对比分析应当紧密结合.

2.2.2 定量评价方法

(1)评价指标及其权重的确定

评价指标及其权重的合理确定是定量评价的关键。目前,地质遗迹定量评价内容不外乎自然属性、

功能价值、开发条件等几个方面,但具体评价时不同评价者选取的评价指标不很一致。有的评价指标选取过多,指标间存在包含或交叉关系^[5-6];有的评价指标不够具体,指标赋值仍存在较大的主观性^[7-8]。本研究通过反复权衡,选取能较大程度体现遗迹价值的因子,去除不相关或弱相关因子和冗余因子,从而得出评价指标体系(表1)。国内学者常采用层次分析法(AHP)确定评价指标体系中各因子的权重。即将系统分解成若干层次,通过专家两两对比下一层次因子相对上一层次因子的重要性而逐层判断评分,给出相对重要性定量指标,建立判断矩阵,进而计算特征向量并做一致性检验^[9-10]。本文同样运用AHP法得出评价指标权重(表2)。所不同的是,根据分类评价原则,基础地质大类、地质灾害大类地质遗迹评价指标权重与地貌景观大类地质遗迹评价指标权重有所不同,在于前者科学价值、观赏价值权重分别为0.51、0.1,后者科学价值、观赏价值权重分别为0.31、0.3。

表 1 地质遗迹等级划分
Table 1 The grading of geoheritages

等级	评分	评价等级
世界级	85~100	地质遗迹价值极为突出,具有全球性意义
国家级	70~85	地质遗迹价值突出,具有全国性或大区域性(跨省)意义
省级	55~70	地质遗迹价值比较突出,具有省级区域性意义
县级	<55	地质遗迹价值一般,具有县级区域性意义

(2)综合评分及评价等级的确定

确定评价指标及其权重后,运用模糊数学法确定综合评分。首先,邀请相关专家(5名以上)对各处地质遗迹各项指标打分,打分标准采用模糊数学百分制计分法。打分之前,调查组应提供每处遗迹详细的野外调查资料 and 分等定级论证材料,应对每处地质遗迹每个要素(评价因子)都有详细的文图和数据描述;而且专家组针对每类地质遗迹每个评价因子均制订一个较为具体的评分标准。评分标准分为Ⅰ(极好,100~85)、Ⅱ(好,85~70)、Ⅲ(一般,70~55)和Ⅳ(较差,<55)4个等级。如某处遗迹某个因子的若干个评分得出后,选取中位数(用来代表一组数据的“中等水平”,不受极端

表 2 湖南省地质遗迹评价指标、权重及因子含义
Table 2 The evaluation indexes, weights and factor meanings of geoheritages in Hunan Province

评价综合层	权重	评价项目层	权重	评价因子层	权重	因子含义
价值评价	0.7	科学价值	0.51 (0.31)	完整性、典型性	0.15 (0.10)	形成过程、表现现象和内容的完整程度以及在同类遗迹方面的代表性和对比意义
				稀有性	0.13 (0.08)	遗迹在国内外的地位或稀有程度
				科学研究意义	0.12 (0.07)	地学、生态学等方面科学研究作用与意义
				科普教育意义	0.11 (0.06)	地学、生态学等方面科普教育作用与意义
		观赏价值	0.10 (0.30)	形态造型美	0.04 (0.12)	形态丰富性和造型奇特性
				气势宏伟度	0.04 (0.12)	规模等方面构成的气势宏伟度
				其他美感度	0.02 (0.06)	色彩等方面给人的愉悦度、惊喜度
		历史文化价值	0.09	历史记载与古迹	0.05	历史文字作品记载及相关名胜古迹
				民俗、宗教与传说	0.04	民俗文化、宗教信仰和神话传说故事
		环境条件	0.10	环境质量与安全性	0.06	生态环境质量、自然或人为威胁因素
条件评价	0.3	保护条件	0.09	生态旅游环境承载力	0.04	能承受的最大生态旅游活动强度
				保护现状	0.04	是否保护,已经采取的保护措施和手段
		开发条件	0.11	可保护性	0.05	可采取的保护措施及可达到的保护效果
				景观组合	0.06	与其他自然景观、人文景观的组合情况
				区位交通	0.05	区位和交通便利情况

注:科学价值、观赏价值权重中,括号外的数字为基础地质大类、地质灾害大类地质遗迹评价指标权重,括号内的数字为地貌景观大类地质遗迹评价指标权重

值的影响)作为该因子的评分. 然后, 根据下列模糊数学公式^[11-12], 计算综合评分.

$$A=\sum_{i=1}^n S_i \cdot W_i$$

式中 A 为综合评分; S_i 为第 i 个评价因子的模糊得分; W_i 为第 i 个评价因子的权重, n 为评价因子数目.

综合评分确定后, 根据表 1 确定的等级划分标准确定地质遗迹的评价等级.

2.3 地质遗迹评价过程及结果

湖南省地质遗迹评价包括定性评价、定量评价、综合评价和专家审定 4 个环节. 综合评价是定性、定量评价的结合, 主要对定性、定量评价结果进行汇总分析和校对. 通过定性、定量评价, 调查组发现, 大部分遗迹定性、定量评价结果是吻合的, 只有小部分不一致. 针对该部分定性、定量评价结果不一致的地质遗迹, 再次邀请相关专家对每一处遗迹的每一个评价因子重新进行定性分析和定量赋值, 最后直至定性、定量评价结果相吻合. 专家终审过程则是由主管部门组织国内知名专家对综合评价结果及其相关附件进行会审, 会审

通过后评价结果通过新闻发布会向外公布. 评价结果见表 3.

从表 3 可看出, 湖南省地质遗迹 951 处, 其中, 省级以上的重要地质遗迹 518 处, 包括世界级 10 处, 国家级 169 处, 省级 339 处. 湖南省 10 处极其珍贵的世界级地质遗迹中, 5 处为科学价值极高的基础地质类地质遗迹 (图 1A、B、C), 5 处为科学价值和美学观赏价值均很高的地貌景观类地质遗迹 (图 1D、E、F、G、H), 其评价要点详见表 4^[13].

利用地质遗迹评价成果, 湖南省建立了重要地质遗迹保护名录和数据库, 进行了湖南省地质遗迹保护区划, 为分类分级保护和开发利用地质遗迹提供了重要依据. 此外, 地质遗迹调查评价成果的公布, 提高了湖南省各级政府和群众的地质遗迹保护和开发利用意识. 至 2015 年底, 湖南省已建设地质公园 28 家, 其中世界级 1 家, 国家级 12 家, 省级 15 家. 建议湖南省进一步加强地质遗迹保护, 特别是对尚未采取任何保护措施的重要地质遗迹实行保护, 并制订有关地质遗迹保护与管理办法, 严厉打击恣意破坏地质遗迹的行为.

表 3 湖南省地质遗迹综合评价结果统计表
Table 3 The comprehensive evaluation results of the geoheritages in Hunan Province

地质遗迹类型		地质遗迹数量(按级别)					实例
大类	类	世界级	国家级	省级	县级	小计	
基础地质大类	一、地层剖面	2	34	17	27	80	世界级:花垣排碧寒武系“金钉子”剖面、桑植芙蓉桥
	二、岩石剖面	0	4	1	6	11	三叠系芙蓉龙化石产地、郴州柿竹园钨多金属矿
	三、构造形迹	0	11	16	81	108	国家级:溆浦金家洞水母化石产地
	四、重要化石产地	1	13	17	22	53	省级:永顺列夕三叶虫化石产地
	五、重要岩矿石产地	2	9	29	48	88	
地貌景观大类	六、岩石地貌						
	(1)岩溶地貌	2	46	88	60	196	世界级:张家界天门山岩溶地貌、古丈红石林岩溶地
	(2)碎屑岩地貌	2	8	26	14	50	貌、张家界武陵源砂岩峰林地貌、新宁崀山丹霞地貌、
	(3)花岗岩地貌	1	7	10	8	26	宜章莽山花岗岩地貌
	(4)变质岩地貌	0	0	15	11	26	国家级:涟源湄江岩溶地貌、桑植九天洞、冷水江波月
	七、水体景观						洞、平江石牛寨丹霞地貌、东安舜皇山花岗岩地貌、花
	(1)河流、湖泊	0	13	13	14	40	垣大龙洞瀑布、永顺王村瀑布、涟源湄江莲花涌泉
	(2)瀑布	0	9	39	27	75	省级:常宁庙前岩溶地貌、攸县白龙洞、茶陵灵岩丹霞
	(3)泉井	0	9	34	47	90	地貌、岳阳大云山花岗岩地貌
	八、流水地貌	0	1	20	25	46	
	九、构造地貌	0	1	7	16	24	
	十、其他地貌	0	4	0	15	19	
地质灾害大类	十一、其他地质灾害	0	0	7	12	19	省级:澧县古滑坡群、石门九斗峪泥石流
合 计		10	169	339	433	951	

注:湖南省地质遗迹类型参照中国地质调查局《地质遗迹调查技术要求》中的地质遗迹类型划分方案划定.

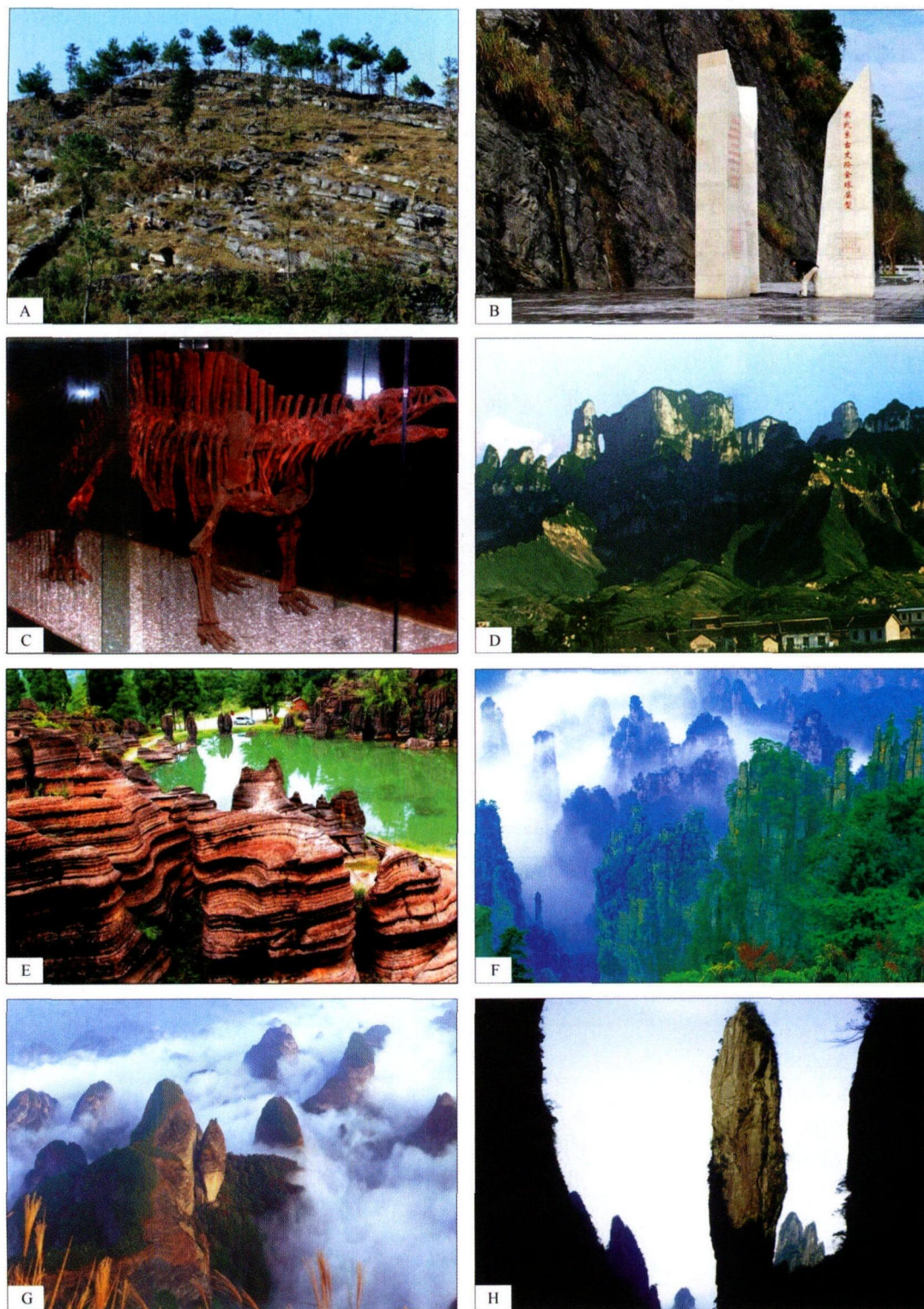


图 1 湖南省世界级地质遗迹

Fig. 1 The world-class geohheritages in Hunan Province

A—排碧“金钉子”剖面东段(eastern part of the Paibi Golden Spike section);B—古丈“金钉子”剖面一段及标志碑(Guzhang Golden Spike section and marker);C—现保存在博物馆内的芙蓉龙骨骼化石(Lotosaurus skeleton fossil in the museum);D—天门山岩溶地貌(karst landform in Tianmenshan);E—古丈红石林地貌(red stone forest in Guzhang);F—武陵源张家界地貌(Zhangjiajie landform in Wulingyuan);G—崀山丹霞峰林地貌(Danxia landform in Langshan);H—莽山花岗岩峰林地貌(granite landform in Mangshan)

表 4 湖南省世界级地质遗迹综合评价要点

Table 4 The main evaluation points of the world-class geoheritages in Hunan Province

名 称	位 置	突出价值	存在问题及建议	综合评分
排碧寒武系“金钉子”剖面	湘西花垣县排碧乡四新村	世界寒武系首个“金钉子”剖面,定义了寒武系芙蓉统、排碧阶 2 个年代地层单位,具有极高科学价值	需加强保护和科普教育	93.2
古丈寒武系“金钉子”剖面	湘西古丈县罗依溪镇	中国第 9 个“金钉子”剖面,定义了寒武系古丈阶 1 个年代地层单位,具有极高科学价值	需加强保护和科普教育	90.2
芙蓉桥三叠系芙蓉龙化石产地	张家界市桑植县芙蓉桥乡白族村	中国目前唯一的恐龙始祖——芙蓉龙化石产地,具有极高科学价值	需改善交通条件,加强保护和科普教育	91.8
柿竹园钨多金属矿床	郴州市苏仙区	世界独一无二的特大型钨多金属矿床,矿物之多,世所罕见,被誉为“世界有色金属博物馆”,科学价值极高	需加强矿山环境整治	90.5
香花岭锡多金属矿与香花石产地	郴州市临武县香花岭	香花石是中国地质学家发现的第一种世界新矿物,具里程碑意义,中国香花岭独有,誉为“国宝”,科学价值极高	保护现状较差,需大力加强保护和矿山环境整治	85.1
天门山岩溶地貌	张家界市永定区	典型的岩溶台原地貌,因千古神奇、举世罕见的天门洞而闻名遐迩,科学价值和观赏价值均很高	需调控生态旅游环境承载力,保持适度开发力度	89.3
红石林岩溶地貌	湘西古丈县红石林镇、断龙山乡	中国面积最大的红色石林区,全球红色喀斯特石林的杰出代表,科学价值和观赏价值均很高	需加强保护,保持自然性和完整性,减少人为加工	86.9
武陵源张家界地貌	张家界市武陵源区	于 1992 年列入世界自然遗产名录,其砂岩峰林无与伦比的自然之美深深震撼着中外游客,其科学价值也很高	需调控生态旅游环境承载力,保持适度开发力度	92.3
崀山丹霞地貌	邵阳市新宁县	于 2010 年列入世界自然遗产名录,世界壮年期密集峰丛峰林型丹霞地貌的典型代表,科学价值、观赏价值均很高	需调控生态旅游环境承载力,保持适度开发力度	89.2
莽山花岗岩地貌	郴州市宜章县	以奇特壮观的花岗岩峰林地貌和原始优越的生态环境惊艳天下,科学价值、观赏价值均很高	需加强历史文化内涵,加强人文旅游资源组合	87.2

3 结论

湖南省是一个地质遗迹资源十分丰富的地区. 根据 2011~2013 年开展的地质遗迹调查,全省地质遗迹 951 处,其中基础地质大类 330 处,地貌景观大类 602 处,地质灾害大类 19 处. 在此基础上,本文总结研究了湖南省地质遗迹的评价原则、方法、过程和结果.

湖南省地质遗迹评价经历了定性评价、定量评价、综合评价和专家终审等过程. 其中,定性评价采用专家鉴评和对比分析相结合的方法;定量评价利用层次分析法分类给出指标权重,选取专家评分中位数作为因子评分,运用模糊数学模型计算综合评分;综合评价则是定性、定量评价相结合. 整个评价过程离不开专家的充分参与以及调查组与专家组的紧密配合. 评价结果显示,湖南省重要地质遗迹 518 处,其中世界级 10 处,国家级 169 处,省级 339 处. 利用地质遗迹评价成果,湖南省建立了重要地质遗迹保护名录和数据库,建设了 28 家地质公园,取得了显著的地质遗迹保护和开发利用效果. 建议湖南省进一步加强地质遗迹保护力度,制订有关地质遗迹保护与管理法规,严厉打击恣意破坏地质遗迹的行为.

参考文献:

[1] 邹礼卿. 寻找地球变迁的印迹——湖南地质遗迹调查报告[J]. 国土资源导刊, 2013, 11(12): 21-22.

[2] 湖南省地质矿产局. 湖南省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1988: 1-5.

[3] 彭世良, 熊建安, 袁珍, 等. 湖南省地质遗迹区划研究[J]. 国土资源导刊, 2014, 12(1): 45-49.

[4] 方建华, 张忠慧, 张秉辰. 河南省地质遗迹资源[M]. 北京: 地质出版社, 2014: 149-152.

[5] 张国庆, 田明中, 刘斯文, 等. 地质遗迹资源调查以及评价方法[J]. 山地学报, 2009, 27(3): 361-366.

[6] 丁圆婷, 于吉涛, 宋鄂平. 河南关山国家地质公园地质遗迹资源定量评价[J]. 湖北民族学院学报: 自然科学版, 2014, 32(3): 340-342.

[7] 肖景义, 侯光良, 唐仲霞, 等. 青海省贵德国家地质公园地质遗迹及综合评价[J]. 地球学报, 2013, 34(1): 116-117.

[8] 李丙霞, 胡峙. 黔东南地质遗迹资源评价[J]. 城市地质, 2015, 10(2): 48-51.

[9] 程道品, 林治. 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] 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): 286-288.

[11] 王铠铭, 武法东, 张建平. 北京延庆地质公园主要地质遗迹评价[J]. 地球学报, 2013, 34(3): 363-366.

[12] 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.

[13] 湖南省国土资源厅. 湖南地质公园[M]. 北京: 地质出版社, 2012: 1-243.