

doi: 10.19388/j.zgdzdc.2021.03.12

引用格式: 邓亚东, 杨洪勇, 郭小红, 等. 重庆酉阳县叠石花谷景区地质遗迹景观特征及品质价值研究[J]. 中国地质调查, 2021, 8(3): 98-105. (Deng Y D, Yang H Y, Guo X H, et al. Landscape characteristics and quality value of Dieshihuagu geological heritage in Youyang County of Chongqing [J]. Geological Survey of China, 2021, 8(3): 98-105)

## 重庆酉阳县叠石花谷景区地质遗迹 景观特征及品质价值研究

邓亚东<sup>1</sup>, 杨洪勇<sup>2</sup>, 郭小红<sup>2</sup>, 周永乐<sup>2</sup>, 吴晓燕<sup>2</sup>

(1. 中国地质科学院岩溶地质研究所 自然资源部、广西岩溶动力学重点实验室, 广西 桂林 541004; 2. 酉阳县桃花源旅游投资集团, 重庆 酉阳 409800)

摘要: 通过对重庆市酉阳县叠石花谷景区地质遗迹景观的实地调查, 系统划分景区地质遗迹景观类型, 探讨景区地质遗迹景观的特征, 对景区地质遗迹景观品质进行定性和定量研究, 得到以下认识: ①地质遗迹景观类型可以划分为2大类、3类和3亚类, 以叠层石景观、石漠化景观、峡谷景观、洼地景观、落水洞景观、石芽景观、溶痕溶沟景观为典型代表; ②地质遗迹景观各具特色, 珍稀典型, 保存完整, 具有极高的科学研究、科普教育和美学观赏价值; ③地质遗迹景观品质价值由科学价值和美学价值构成, 是景区地质遗迹、景观科普旅游开发的基础, 受地质遗迹景观系统性、典型性、科学性、稀有性等因素的影响; ④叠层石景观为国家级地质遗迹景观, 石漠化景观、峡谷景观、洼地景观为省级地质遗迹景观, 落水洞景观、石芽景观、溶痕溶沟景观为省级以下地质遗迹景观。该研究可为叠石花谷景区地质遗迹景观的科学保护与科普解说系统建设提供依据。

关键词: 叠石花谷景区; 地质遗迹景观; 品质价值; 专家咨询法; 层次分析法

中图分类号: P931.5; P962; P588.248 文献标志码: A 文章编号: 2095-8706(2021)03-0098-08

### 0 引言

酉阳县位于重庆市东南, 地处武陵山区腹地, 是重庆市基础条件差、发展水平低、贫困程度高的地区之一, 也是重庆市脱贫攻坚的重点区域。这里旅游资源丰富、特色鲜明, 但由于地理位置偏远、地形起伏剧烈、交通不便, 很难得到外界关注。随着重庆市交通“4小时重庆、8小时周边”规划的实现, 酉阳县的旅游资源逐渐被外界知晓。随着国家脱贫攻坚战略的实施, 以旅游资源开发带动地方经济发展, 实现地区脱贫致富成为了酉阳县人民政府脱贫攻坚的重要举措之一。2017年, 酉阳县板溪镇发现了大量罕见的叠层石化石景观

和喀斯特地貌景观。基于这些发现, 酉阳县人民政府决定依托板溪镇地质遗迹景观进行地质旅游开发, 带动板溪镇的经济的发展。2019年, 由地质遗迹景观和人文景观组成的酉阳板溪“叠石花谷”景区初步建成。然而, 由于以往对于叠石花谷景区地质遗迹景观的调查不够, 对景区内地质遗迹景观的类型、特征、成因、价值等核心问题认识不足, 缺乏专业性和系统性的研究, 景区地质遗迹景观的保护与科普解说系统建设止步不前, 因此, 亟须对景区地质遗迹景观进行深入的分析研究。为此, 本文在调查叠石花谷景区地质遗迹景观资源的基础上, 对景区内地质遗迹景观的类型进行了划分, 对地质遗迹景观特征及其品质价值进行了分析与评价, 旨在为叠石花谷景区地质遗迹景观的保护与科普解说系统建设提供科学依据。

收稿日期: 2020-05-21; 修订日期: 2020-08-24.

基金项目: 中国地质调查局“西南岩溶区碳酸盐岩地质遗迹调查与评价(编号: DD2019027)”和中国地质科学院“盐津乌蒙峡谷地质景观研究与地质公园建设发展(编号: YYWF201638)”项目联合资助。

第一作者简介: 邓亚东(1980—), 男, 高级工程师, 主要从事岩溶地貌与地质遗迹调查研究工作。Email: dengyadong@karst.ac.cn.

# 1 研究区概况

叠石花谷景区地理和构造位置如图1、图2。

其位于重庆市酉阳县板溪镇西南部的花石村和扎营村,海拔640~685 m,总面积0.38 km<sup>2</sup>,距重庆市340 km,319国道和G65渝湘高速公路从旁通过(图1)。



图1 叠石花谷景区交通位置  
Fig. 1 Traffic location map of Diefishihuagu scenic spot

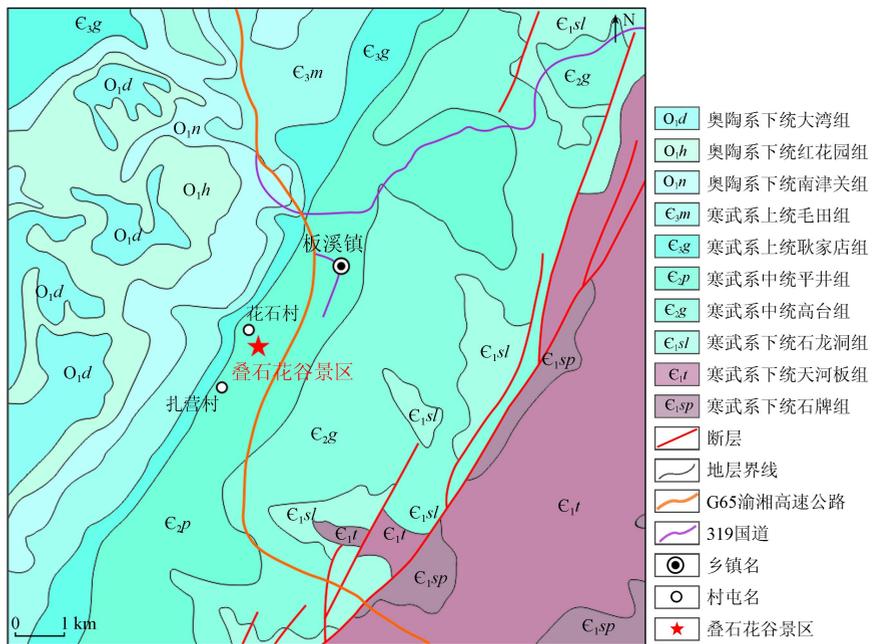


图2 叠石花谷景区区域地质简图  
Fig. 2 Regional geological schematic diagram of Diefishihuagu scenic spot

景区地处乌江二级支流玉带河上游,地势从东南向西北逐渐降低,地貌上东南部为丘陵与沟谷,西北部为峰丛洼地。区域气候属亚热带湿润季风气候,全年四季分明,湿度大、云雾多、日照少,多年平均气温 16 ℃,多年平均降水量 1 688 mm。本区属扬子准地台上扬子台拗渝东南秀山穹褶束,出露地层主要为寒武系和奥陶系,地层间呈整合或假整合接触关系。景区地质遗迹景观保存于寒武系平井组的白云质灰岩与白云岩中;区内构造以地台盖层褶皱为主,断裂较发育,构造格架定形于印支期—燕山期,喜马拉雅期仍有活动,构造形迹主要为一系列 NE 向和 NNE 向的线状褶皱带,景区地质遗迹景观即受 NNE 向桐麻岭背斜褶皱控制<sup>[1-2]</sup>(图 2)。

## 2 地质遗迹景观类型与特征

### 2.1 景观类型

地质遗迹景观类型是地球科学研究与地质旅游开发重要的资源基础<sup>[3]</sup>。目前,国内关于地质遗迹景观的分类方法还没有统一的方案,根据地质遗迹景观调查目的不同,主要有《国家地质公园规划编制技术要求》<sup>[4]</sup>、《旅游资源分类、调查与评价》<sup>[5]</sup>、《地质遗迹调查规范》<sup>[6]</sup>等技术规定。为使叠石花谷景区的地质遗迹类型划分有利于景区向

公众传播地球科学知识,本文结合该景区的实际情况,参考《地质遗迹调查规范》<sup>[6]</sup>,依据地质遗迹景观的地质背景、成因、演化、主要地质遗迹等特征,结合相关专家意见,将叠石花谷景区的地质遗迹类型划分为基础地质和地貌景观 2 个大类,重要化石产地、岩土地貌和构造地貌 3 个主体类型,古植物化石产地、碳酸盐岩地貌和峡谷 3 个亚类,涉及叠层石、洼地、落水洞、石漠化、溶痕溶沟、石芽、峡谷 7 种典型地质遗迹景观(表 1)。

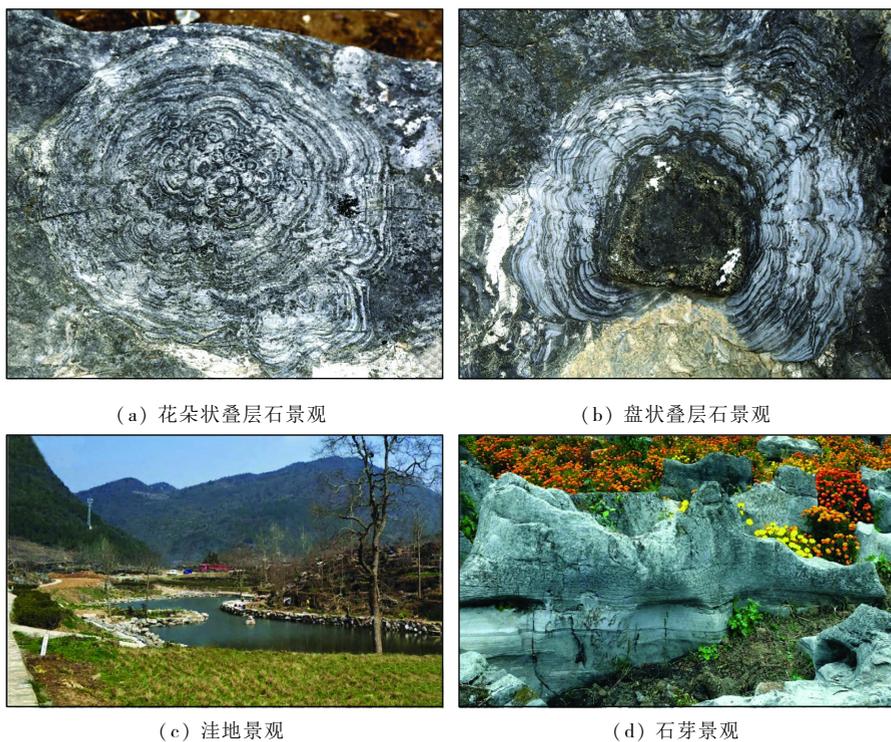
表 1 叠石花谷景区典型地质遗迹景观分类表

Tab. 1 Classification chart for the typical geological heritage landscapes at Dieshihuagu scenic spot

大类	类	亚类	典型地质遗迹景观
基础地质	重要化石产地	古植物化石产地	叠层石
地貌景观	岩土地貌	碳酸盐岩地貌	洼地、落水洞、石漠化、溶痕溶沟、石芽
	构造地貌	峡谷(断层崖)	峡谷

### 2.2 景观特征

在区域地层岩性、地质构造、气候气象的耦合作用下,叠石花谷景区发育有叠层石景观等 7 种典型地质遗迹景观(图 3),这些地质遗迹景观由于成因上的差异而呈现出不同的特征(表 2)。



(a) 花朵状叠层石景观

(b) 盘状叠层石景观

(c) 洼地景观

(d) 石芽景观

图 3-1 叠石花谷景区典型地质遗迹景观照片

Fig. 3-1 Typical geological heritage landscape photos at Dieshihuagu scenic spot



图 3-2 叠石花谷景区典型地质遗迹景观照片

Fig. 3-2 Typical geological heritage landscape photos at Dieshihuagu scenic spot

表 2 叠石花谷景区典型地质遗迹景观特征

Tab.2 Characteristics of the typical geological heritage landscapes at Dieshihuagu scenic spot

景观名称	地质遗迹景观特征
叠层石景观	景区叠层石是大约 5 亿 a 前藻类繁衍生息形成的生物遗迹,广泛分布于景区内裸露的碳酸盐岩上,由明暗相间的亮层和暗层互相叠置而成,亮层由厚度 100 ~ 400 $\mu\text{m}$ 的致密钙质层组成,暗层由厚度 70 ~ 200 $\mu\text{m}$ 的球形蓝细菌和硅藻所构成,是我国南方已知最典型,分布范围最广的叠层石景观 <sup>[7]</sup> 。按构成叠层石的基本构造单元和叠层石柱体的形态特征划分,景区叠层石类型主要有柱状、包心菜状、棒状 3 种形态类型
洼地景观	景区洼地众多,位于景区东北部的“8”字形洼地最为典型。该洼地相对深度 36 m,长轴长 137 m,短轴长 11 ~ 39 m,总面积约 3 400 $\text{m}^2$ 。洼地斜坡基岩裸露,坡度 23° ~ 47°;洼地底部土层较厚,适宜耕种。洼地北西侧底部有一小落水洞,是区域地表水导入地下的通道。景区已将“8”字形洼地的落水洞堵塞,平整夯实洼地底部土层,四周修建帷幕灌浆并注水,将洼地改造成了一个小型湖泊
石芽景观	石芽景观主要分布于景区的中部及东南部,其高度多在 0.5 ~ 1.2 m 之间,有脊状、犬牙状、帽状、城墙状、锥状等多种形态。一部分石芽是地表水沿裸露的碳酸盐岩节理裂隙流动,不断溶蚀、风化侵蚀后残留的牙状岩体,其表面多呈尖利棱状;另一部分石芽是土下埋藏的碳酸盐岩在土壤水的溶蚀作用下形成,这种石芽表面浑圆,多呈圆锥状
峡谷景观	景区的峡谷名为玉带河峡谷,发育于板溪镇喀斯特槽谷东面的神家沟,峡谷全长约 15 km。其中最陡峻秀丽的峡谷段位于玉带河峡谷上游,全长约 850 m,截面呈“V”型,峡谷高差 40 ~ 65 m,谷宽 80 ~ 140 m,河床平均纵比降为 9.3‰。景区峡谷两侧的坡体上灌草茂密,谷底裂隙、落水洞发育。这些裂隙和落水洞不断将峡谷的地表水流渗漏转换为地下水,使得峡谷水流丰水期细小,枯季断流,成为典型的喀斯特季节性河流
落水洞景观	景区共分布有 7 个落水洞。最大者平面呈圆形,直径约 17 m,深约 7.4 m,容积约 810 $\text{m}^3$ ,呈漏斗状,侧壁有许多垂直溶沟,下部有裂隙通向地下河;最小者平面呈扁口状,长轴长 7 m,短轴长 3 m,深 6.5 m,容积约 110 $\text{m}^3$ ,下部有通道与地下河相连。景区 7 个落水洞由 NE 向 SW 呈串珠状分布,与景区地下河流向一致
石漠化景观	景区范围内地形坡度大于 15°的土地面积约占总面积的 34%,平地面积约占 23%,土层厚度大多小于 0.1 m,土壤多存于喀斯特溶隙、溶沟、凹地、石缝之中。区域裸露石山面积占土地面积约 61%,森林覆盖率小于 17%,地下水埋深达 100 m 以上,地表干旱缺水,“喀斯特干旱”现象特别严重。对照喀斯特石漠化强度等级划分标准 <sup>[8-9]</sup> ,景区属于典型的喀斯特中度石漠化区
溶痕溶沟景观	景区裸露的基岩上沟槽纵横交错,小者的宽度和深度仅几厘米,它们是地表水沿碳酸盐岩表面节理与裂隙持续溶蚀形成的微观形态,称为“溶痕”。随着时间的推移,溶痕不断溶蚀,宽度和深度扩大至几十厘米甚至数米,形成“溶沟”。溶痕与溶沟是景区极为常见的喀斯特微地貌

### 3 地质遗迹景观品质评价

地质遗迹景观品质是地质遗迹景观的本质属性,代表了满足人们审美趣味需要的程度。其价值大小决定了地质遗迹景观开发的性质与品位,是地质遗迹景观保护开发的重要依据。因此,正确评价地质遗迹景观品质有利于地质遗迹景观的保护与开发。为了充分理解叠石花谷景区地质遗迹景观品质的价值,本文从定性和定量两个方面进行评价。

#### 3.1 定性评价

##### 3.1.1 典型性和稀有性

叠石花谷景区碳酸盐岩裸露率高,植被覆盖率低,土壤少,土层薄,土壤肥力与产出率低,岩层漏水性强,贮水能力弱,水土流失严重,是典型的喀斯特中度石漠化区。景区峡谷地表水通过谷底裂隙、落水洞转换为地下水,使得区域出现“地表水贵如油、地下水滚滚流”的喀斯特分布区特有现象。景区叠层石景观连片分布,是我国南方出露面积最大的叠层石景观区,叠层石形态多样,极其罕见。

##### 3.1.2 系统性和完整性

叠石花谷景区位于桐麻岭背斜西翼喀斯特槽谷内,地表河和地下水从北面板溪镇、东面桐麻岭向槽谷聚集,形成了具有完整“补径排”的岩溶水地貌系统,地貌景观在垂向上呈溶丘—洼地—落水洞—峡谷—地下河的有序分布。同时,叠石花谷景区内人类活动较少,生态环境基本未受到人为破坏,景区各类典型地质遗迹景观保存完好。

##### 3.1.3 科学性

景区的微生物岩叠层石是一种特殊的生物沉积构造,其形态特征、组成成分、内部结构、所含化石、围岩性质等记录了区域上微生物、环境、地球化学和地球物理等方面的信息,是研究板溪地区古环境、古气候和古构造等课题的重要材料<sup>[10]</sup>。景区内裸露的岩石具有显著的喀斯特中度石漠化特征,研究景区石漠化的形成机理有助于武陵山区的喀斯特石漠化防治。认清景区落水洞的形成演化机理有助于深入认识喀斯特溶蚀、侵蚀、崩塌作用的机制及相互关系,对防治落水洞诱发的地质灾害也有一定的现实意义。同时,景区落水洞的串珠状分布特征在一定程度上是判明区域地下河方向的标志,也是喀斯特缺水地区寻找水源的线索。探究景区峡谷地表水通过裂隙、落水洞漏失的现象对喀斯特水文学研究具有重要意义。景区石芽景观、溶痕溶沟景观是景区极为常见的喀斯特微地貌,是研究万方数据

区域溶蚀机理的重要材料。

##### 3.1.4 美学性

景区峡谷两岸陡崖坡度大于 70°,崖壁陡峭,如刀削斧劈,险峻壮观;叠层石景观有大有小,大者如锦盘,小者似菜碟,精美雅致,似人工雕刻,栩栩如生;落水洞景观从地表直通地下,幽深莫测,悠远流长;洼地湖水清澈透明,湖周花草树木倒映湖中,天光水色浑然一体;石芽景观高矮不一,似笋、似剑、似墙,造型多样,形态绮丽;石漠化景观草木稀少,景象荒凉;溶痕溶沟景观造型各异,错落有致。总体上,景区地质遗迹景观类型多样,形态奇异,珍稀典型,融合自然,具有极高的美学观赏价值。

#### 3.2 定量评价

##### 3.2.1 评价指标体系构建

地质遗迹景观品质评价指标选取的合理性直接影响评价结果的好坏。因此,为了选取科学合理的地质遗迹景观品质评价指标,文章采用专家咨询法构建地质遗迹景观品质评价指标体系。首先,依据《地质遗迹调查规范》<sup>[6]</sup>,参考前人相关研究成果<sup>[11-13]</sup>,从科学价值和美学价值 2 方面出发,筛选出 18 个评价指标。其次,选择从事地质遗迹景观调查评价工作 5 年以上的专家 10 人,向他们介绍所筛选地质遗迹景观品质评价指标的背景与依据,咨询他们的意见与建议,将有分歧的指标经修改调整后再反馈给专家进行分析,如此循环,直到所有专家意见趋于一致。本文对专家意见进行了总结分析,去掉了 4 个不尽合理的指标,保留了 14 个评价指标。最后,将 14 个指标按重要性从高到低进行排序,用上述方法再次征询专家意见,直到所有专家意见趋于一致。通过总结分析去掉 2 个重要性最低的指标,最终确定了叠石花谷景区地质遗迹景观品质评价指标体系。该指标体系划分为 3 层,包括 2 个影响因素和 12 个评价因子(图 4)。

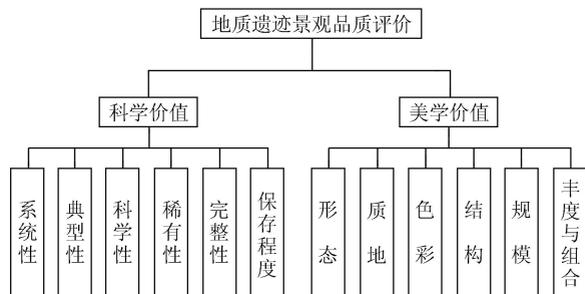


图 4 地质遗迹景观品质评价指标体系

Fig. 4 Quality evaluation index system of geological heritage landscapes

### 3.2.2 指标权重的确定

地质遗迹景观品质评价是一个多目标决策问题,因此,本文选取目前应用广泛的层次分析法 (Analytic Hierarchy Process, AHP) 来确定地质遗迹景观品质评价指标的权重。根据 AHP 的基本原理,采用 1~9 标度法,邀请 10 位地质遗迹调查评价方面的专家对评价体系中的各层因子进行成对比较,给出相对重要性的判定值,构造判断矩阵并计算其最大特征值和权向量,然后进行一致性检验,最终确定各指标的权重<sup>[14-16]</sup>。由判断矩阵计算得出叠石花谷景区地质遗迹景观品质评价指标体系的权重(表 3)。

表 3 典型地质遗迹景观品质评价指标体系与权重分配

Tab. 3 Quality evaluation index system and weight distribution of typical geological heritage landscape

目标	一级指标	权重	二级指标	权重
地质遗迹景观品质	科学价值	0.655 2	系统性	0.081 5
			典型性	0.063 8
			科学性	0.212 0
			稀有性	0.125 7
			完整性	0.122 2
			保存程度	0.050 0
			形态	0.056 4
	美学价值	0.344 8	质地	0.032 9
			色彩	0.023 8
			结构	0.018 5
			规模	0.088 1
			丰度与组合	0.125 1

由表 3 可见,地质遗迹品质指标体系中科学价值比美学价值权重重大,科学价值中科学性、稀有性、完整性权重所占比重较大;美学价值中丰度与组合、形态、规模权重所占比重较大。

### 3.2.3 评价模型

地质遗迹景观品质评价采用资源价值评价中广泛应用的菲什拜因-罗森伯格模型,即

$$K = \sum_{i=1}^n W_i P_i \quad (1)$$

式中:  $K$  为地质遗迹景观品质评价价值;  $W_i$  为第  $i$  个评价指标的综合权重;  $P_i$  为第  $i$  个评价指标的评价价值;  $n$  为评价因子的数目。

### 3.2.4 评价等级划分

根据《地质遗迹调查规范》<sup>[6]</sup>的地质遗迹等级划分标准,咨询地质遗迹调查评价方面相关专家,参考相关研究成果<sup>[17]</sup>,将地质遗迹景观品质划分为世界级、国家级、省级及省级以下 4 个等级(表 4)。

表 4 典型地质遗迹景观品质等级划分标准

Tab. 4 Quality grading criteria for the typical geological heritage landscape

等级划分	品质评价价值得分域
世界级 (I)	[90,100]
国家级 (II)	[80,90)
省级 (III)	[70,80)
省级以下 (IV)	[0,70)

### 3.2.5 评价结果

针对叠石花谷地质遗迹景观,依据上述评价模型及品质等级划分标准,邀请 10 位地质遗迹调查评价相关方面的专家为指标打分,计算出叠石花谷地质遗迹景观品质得分与质量等级(表 5)。结果表明:叠层石景观品质为国家级,是景区地质科普、旅游保护开发的品牌景观;石漠化景观、峡谷景观、洼地景观品质为省级,是景区地质科普、旅游保护开发的重要景观;落水洞景观、石芽景观、溶痕溶沟景观的品质为省级以下,是景区地质科普、旅游保护开发的补充景观。

表 5 叠石花谷景区典型地质遗迹景观品质评价分值与等级

Tab. 5 Quality evaluation scores and grades for the typical geological heritage landscape at Dieshihuagu scenic spot

典型地质遗迹	科学价值	美学价值	综合得分	品质等级
叠层石景观	55.673 2	32.697 1	88.370 3	II
石漠化景观	50.558 8	21.668 1	72.226 9	III
峡谷景观	41.825 6	37.090 8	78.916 4	III
洼地景观	34.912 8	37.754 0	72.452 8	III
落水洞景观	40.824 2	27.562 4	68.386 6	IV
石芽景观	29.044 0	38.442 9	67.486 9	IV
溶痕溶沟景观	31.132 0	23.493 0	54.625 0	IV

## 4 结论

(1) 参照《地质遗迹调查规范》<sup>[6]</sup>的地质遗迹景观类型划分标准,本文将叠石花谷景区地质遗迹景观划分为 2 大类、3 类和 3 亚类,共涉及 7 种典型地质遗迹景观,并从规模、形态、结构、成因等方面对其特征进行了分析。

(2) 对叠石花谷景区地质遗迹景观品质进行了定性评价,认为叠石花谷景区内地质遗迹景观珍稀典型,保存完整,具有很高的科学研究、科普教育和美学观赏价值。这个结论有利于叠石花谷景区申报建立国家地质公园,建成国内一流的科普科研基地。

(3) 采用专家咨询法,构建了叠石花谷地质遗迹景观品质评价指标体系,对景区景观品质进行了

定量评价。将地质遗迹景观品质评价指标体系分为3层,包括2个影响因素和12个评价因子。分析认为地质遗迹景观品质价值由科学价值和美学价值组成,主要受地质遗迹景观系统性、典型性、科学性、稀有性、完整性、保存程度以及形态、质地、色彩、结构、规模、丰度与组合因素的影响。

(4)根据叠石花谷景区地质遗迹景观品质评价指标体系,采用层次分析法,依专家意见构造判断矩阵,求出各评价因子权重值,运用菲什拜因-罗森伯格模型对叠石花谷景区地质遗迹景观品质进行了定量评价。结果表明:叠层石景观品质为国家级;石漠化景观、峡谷景观、洼地景观品质为省级;落水洞景观、石芽景观、溶痕溶沟景观的品质为省级以下。这为叠石花谷景区地质遗迹景观的科学保护与科普解说系统建设提供了依据。

#### 参考文献(References):

- [1] 四川省地质局 107 地质队. 西阳幅 1:20 万区域水文地质普查报告[R]. 成都:四川省地质局,1972:7-31.  
No. 107 Geological Team of Sichuan Provincial Bureau of Geology. 1/200000 Regional hydrogeological survey report of Youyang[R]. Chengdu:Sichuan Provincial Bureau of Geology, 1972: 7-31.
- [2] 杨弘忠,易点文,周庆磊,等. 重庆渝东南地区铅锌矿床成因浅析[J]. 四川地质学报,2008,28(3):190-196.  
Yang H Z, Yi D W, Zhou Q L, et al. Simple explanation of genesis of Pb-Zn deposits in Southeast Chongqing[J]. Acta Geol Sichuan, 2008, 28(3): 190-196.
- [3] 唐勇,覃建雄,李艳红,等. 汶川地震遗迹旅游资源分类及特色评价[J]. 地球学报,2010,31(4):575-584.  
Tang Y, Qin J X, Li Y H, et al. The classification and qualitative evaluation of Wenchuan earthquake vestige landscape for tourism[J]. Acta Geosci Sin, 2010, 31(4): 575-584.
- [4] 中华人民共和国自然资源部. 国家地质公园规划编制技术要求[EB/OL]. (2010-06-30) [2020-05-21]. [http://www.mnr.gov.cn/gk/bzgf/201006/t20100630\\_1971763.html](http://www.mnr.gov.cn/gk/bzgf/201006/t20100630_1971763.html).  
Ministry of Land and Resources of the People's Republic of China. Technical Requirement for Establishment of National Geoparks[EB/OL]. (2010-06-30) [2020-05-21]. [http://www.mnr.gov.cn/gk/bzgf/201006/t20100630\\_1971763.html](http://www.mnr.gov.cn/gk/bzgf/201006/t20100630_1971763.html).
- [5] 尹泽生,魏小安,汪黎明,等. GB/T 18972-2003 旅游资源分类、调查与评价[S]. 北京:中国标准出版社,2003.  
Yin Z S, Wei X A, Wang L M, et al. GB/T 18972-2003 Classification, Investigation and Evaluation of Tourism Resources[S]. Beijing:Standards Press of China, 2003.
- [6] 董颖,曹晓娟,翟刚毅,等. DZ/T 0303-2017 地质遗迹调查规范[S]. 北京:中国标准出版社,2017.  
Dong Y, Cao X J, Zhai G Y, et al. DZ/T 0303-2017 Regulations for Geoheritage Investigation[S]. Beijing:Standards Press of China, 2017.
- [7] 张锋,周羽璇,葛润青,等. 追踪远古叠层石[J]. 大自然,2017(5):52-55.  
Zhang F, Zhou Y X, Ge R Q, et al. Tracing ancient stromatolites[J]. China Nat, 2017(5): 52-55.
- [8] 熊康宁,黎平,周忠发,等. 喀斯特石漠化的遥感-GIS典型研究:以贵州省为例[M]. 北京:地质出版社,2002:23-28.  
Xiong K N, Li P, Zhou Z F, et al. Study on Rocky Desertification Based on Remote Sensing and GIS: A Case of Guizhou[M]. Beijing:Geological Publishing House, 2002:23-28.
- [9] 张文源,王百田. 贵州喀斯特石漠化分类分级探讨[J]. 南京林业大学学报:自然科学版,2015,39(2):148-154.  
Zhang W Y, Wang B T. Discussion on classification and gradation of Karst rocky desertification in Guizhou Province[J]. J Nanjing For Univ: Nat Sci Ed, 2015, 39(2): 148-154.
- [10] 常玉光,郑伟. 叠层石研究现状及进展[J]. 沉积与特提斯地质,2012,32(2):89-93.  
Chang Y G, Zheng W. Stromatolites: Progress and problems[J]. Sediment Geol Tethyan Geol, 2012, 32(2): 89-93.
- [11] 甘枝茂,马耀峰. 旅游资源与开发[M]. 2版. 天津:南开大学出版社,2007:279-280.  
Gan Z M, Ma Y F. Tourism Resources Development[M]. 2nd ed. Tianjin:Nankai University Press, 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.  
Fang S M, Li J F, Zhao L S. Assessment index system of geological relic resources[J]. Earth Sci: J China Univ Geosci, 2008, 33(2): 285-288.
- [13] 邓亚东,史文强,罗书文,等. 盐津县典型地质遗迹景观价值评价[J]. 桂林理工大学学报,2019,39(3):599-605.  
Deng Y D, Shi W Q, Luo S W, et al. Value evaluation of typical geological heritage landscape in Yanjin County[J]. J Guilin Univ Technol, 2019, 39(3): 599-605.
- [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,2002:224-230.  
Xu J H. Mathematical Methods in Contemporary Geography[M]. Beijing: Higher Education Press, 2002:224-230.
- [15] 郭金玉,张忠彬,孙庆云. 层次分析法的研究与应用[J]. 中国安全科学学报,2008,18(5):148-153.  
Guo J Y, Zhang Z B, Sun Q Y. Study and applications of analytic hierarchy process[J]. China Saf Sci J, 2008, 18(5): 148-153.
- [16] 常建娥,蒋太立. 层次分析法确定权重的研究[J]. 武汉理工大学学报:信息与管理工程版,2007,29(1):153-156.  
Chang J E, Jiang T L. Research on the weight of coefficient through analytic hierarchy process[J]. J Wuhan Univ Technol: Inf Manag Eng, 2007, 29(1): 153-156.
- [17] 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.  
Wu H M, Wu F D. The classification and assessment of geological

heritage resources in the Qian'an - Qianxi National Geopark [J].

Acta Geosci Sin, 2011, 32(5): 632 - 640.

## Landscape characteristics and quality value of Dieshihuagu geological heritage in Youyang County of Chongqing

DENG Yadong<sup>1</sup>, YANG Hongyong<sup>2</sup>, GUO Xiaohong<sup>2</sup>, ZHOU Yongle<sup>2</sup>, WU Xiaoyan<sup>2</sup>

(1. Institute of Karst Geology, CAGS/Key Laboratory of Karst Dynamics, MNR & GZAR, Guangxi Guilin 541004, China;

2. Taohuayuan Tourism Investment Group of Youyang County, Chongqing Youyang 409800, China)

**Abstract:** Through field investigation of the geological heritage landscape in Dieshihuagu scenic spot of Youyang County in Chongqing, the authors have systematically classified the geological heritage types and discussed the landscape characteristics to conduct the qualitative and quantitative study on geological heritage landscape. The results show the following findings. ① The geological heritage in Dieshihuagu scenic spot are divided into two big categories, three categories and three sub-categories, and the typical representatives are stromatolite, rocky desertification, canyon, depressions, doline, clint, and grike & karren scenic spot. ② Dieshihuagu scenic spot has different landscapes with rare, typical and well-preserved characters and has great value of scientific research, popular science education and tourism. ③ The quality value of the geological heritage landscape in Dieshihuagu scenic spot consists of scientific value and aesthetic value, which is the foundation of science popularization and tourism development of geological heritage landscape, and is affected by the systematicness, typicalness, scientificity and rarity. ④ The stromatolite scenic spot in Dieshihuagu scenic spot is the national geological heritage landscape, and the rocky desertification, canyon and depressions scenic spot is the provincial geological heritage landscape. Besides, the doline, clint, and grike & karren scenic spot is the below-provincial geological heritage landscape. This research could provide references for the scientific protection and science interpretation system development of Dieshihuagu geological heritage landscape.

**Keywords:** Dieshihuagu scenic spot; geological heritage landscape; quality value; Delphi method; analytic hierarchy process

(责任编辑: 魏昊明, 刘丹)