

doi:10.3969/j.issn.1674-3636.2010.04.423

# 龙须沟地质遗迹景观特征及学科价值评价

黄 勋<sup>1</sup>, 况明生<sup>1</sup>, 罗 培<sup>2</sup>, 梁伟恒<sup>1</sup>

(1. 西南大学地理科学学院, 重庆 北碚 400715; 2. 西华师范大学国土资源学院, 四川 南充 637002)

**摘要:**从地质地貌与自然地理背景出发,分析了龙须沟地质遗迹类型和主要景观特征,探究了该区地质遗迹的学科价值及意义。研究表明:龙须沟地质遗迹资源丰富、类型多样、景观独特,具有典型性、稀有性、自然性、系统性和完整性,且保存完好,科学研究价值高,集中体现于构造地质学、地层学、水文地质学、岩溶地貌学、生态学及美学等学科方面。

**关键词:**地质遗迹;景观特征;学科价值;龙须沟;四川

**中图分类号:**P931;F590.3

**文献标识码:**A

**文章编号:**1674-3636(2010)04-0423-07

## 0 引言

龙须沟地质遗迹保护区位于四川省东部,广安市邻水县甘坝乡苏家湾村、龙须村、斜岩村境内,华蓥山脉西段,紧邻华蓥山国家地质公园,总面积约15km<sup>2</sup>。受地质、地貌等因素的控制,区内地质遗迹资源丰富、特征典型、组合协调、品位较高,主要地质遗迹景观类型有区域性标准地层剖面景观、岩溶地貌景观、流水地貌景观、构造地貌景观、水体景观及山体崩塌遗迹等。

经过大量野外勘查和室内资料整理,对龙须沟地质遗迹的形成背景、类型及其景观特征做了科学论述,并在此基础上,系统评价了该区地质遗迹的学科价值,旨在为该区地质遗迹的科学保护、合理开发以及后续地质公园建设提供实践依据。

## 1 地质地貌与自然地理背景

### 1.1 地层与岩石

保护区位于扬子地台四川台拗川东凸褶皱带西部,地层以巨厚石灰岩层为主,是区内主要的成景地层。区域岩性为碳酸盐岩间夹碎屑岩,控制着区内岩溶地貌的发育。该区出露地层为晚古生界一中生

界,其体系较完整,分段界线清晰,主要地层单元有晚石炭世黄龙组( $C_2h$ )、早二叠世梁山组( $P_1l$ )、栖霞组( $P_1q$ )、茅口组( $P_1m$ )、峨眉山玄武岩组( $Pem$ )、晚二叠世龙潭组( $P_2lt^{(1-5)}$ )、吴家坪组( $P_2w$ )和早三叠世飞仙关组( $T_1f$ )。晚二叠世龙潭组地层,据其岩性岩相特征,自下而上可分为5个非正式岩性段:1、3、5段为含煤层,2、4段为灰岩段,其中以含煤段占本组厚度比例为大。

### 1.2 地质构造

保护区地处华蓥山复式背斜东缘。该背斜南起嘉陵江,北至达县白腊坪,呈NE—SW展布,长约1602km,由龙王洞背斜、宝顶背斜、李子垭向斜等一系列次级背斜、向斜组成,各级褶曲轴延向基本一致,约为25°~30°,轴面倾向SE。

**1.2.1 褶曲** 保护区位于龙王洞背斜东翼一个次级倒转背斜上,该背斜轴面倾向SE,峡谷延伸方向大致与轴面倾向一致。背斜两翼较对称,轴部出露最老地层为晚石炭世黄龙组( $C_2h$ ),两翼依次为出露的有早二叠世茅口组( $P_1m$ )、晚二叠世龙潭组( $P_2lt$ )、吴家坪组( $P_2w$ )和早三叠世飞仙关组( $T_1f$ )地层。

**1.2.2 断层** 保护区内基本构造形态呈单斜构造,地层走向与主体构造延展方向一致,为NE—SW向,倾向E,倾角60°~78°,仅峡谷上游(龙须乡境

收稿日期:2010-09-07;编辑:蒋艳

基金项目:四川省国土资源厅地质遗迹保护省级补助项目(09ZR02017)

作者简介:黄勋(1986—),男,硕士研究生,主要研究方向为景观地质与环境地质。

内)有断层发育,地质构造为简单类型。

### 1.3 水文地质条件

该区内共出露泉水 68 处,总流量为  $341.37\text{m}^3/\text{s}$ ,其中以下降泉、溶洞泉为主,其次为老窖、生产井出水,个别为断层泉,出露标高为  $400\text{m} \sim 800\text{m}$ ,岩溶地貌发育,以落水洞、漏斗、天然竖井为主,水平发育的溶洞较少。

从区域水文地质背景来看,区内共有 7 个含水层,由新至老依次为嘉陵江组一段灰岩含强岩溶裂隙水层、飞仙关组第四段灰岩含强岩溶水层、长兴组灰岩含强岩溶裂隙水层、龙潭组第四、二段含弱裂隙水层以及茅口组灰岩中等裂隙水层。区内地下水类型复杂多样,大气降水为主要充水水源,底板岩溶裂隙含水层充水为主,水文地质条件为中等Ⅲ类。

### 1.4 工程地质条件

从区域稳定性来看,保护区内的构造应力场主要表现为近东西向的挤压,南北向的拉伸,裂隙较为发育。这些裂隙的存在,对区内工程地质环境起了明显的控制作用。从斜坡稳定性来看,区内岩石软弱结构面较少,主要为粘土岩夹层,岩溶出露较多,且植被较为发育,森林覆盖率达到  $60\% \sim 80\%$ ,虽个别坡陡的地方有零星的岩体崩塌,但不会影响该区的安全生产,目前,区内人为活动产生的环境地质问题较少,对地表的破坏和影响较轻。

### 1.5 地貌形态

保护区属垄脊状溶蚀中山—垄状溶蚀低山构造溶蚀峡谷地貌,峡谷大致呈 SE 走向,海拔高度约  $300\text{m} \sim 1\,200\text{m}$ ,地形受到强烈切割,多形成“V”形峡谷,山势陡峭,山谷深窄,横向沟谷发育。区内最高标高于马鞍山山顶,最低标高为  $307\text{m}$ (石门关附近),石门关沟底可视为该区域的侵蚀基准面。

### 1.6 气候条件

属亚热带湿润性季风气候,冬暖夏凉,四季分明,雨量充沛。年平均气温  $11.6^\circ\text{C}$ ,最冷月为 1 月,平均气温为  $4.1^\circ\text{C}$ 。年平均降水量约  $1\,282.2\text{mm}$ ,多集中在 5 月—10 月,东部山区降水量随海拔增加而增大,增长率约为  $50\text{mm} \sim 100\text{mm}$ 。东部海拔  $500\text{m}$  以上的山区,每年均有降雪。多年相对湿度为  $83\%$ ,10 月—12 月为最大湿度,达  $89\%$ ,7 月—8 月为最小湿度,达  $76\%$ 。温暖潮湿的气候条件影响着

区内地质遗迹的形成与演化。

## 2 地质遗迹类型及其特征分析

### 2.1 地质遗迹类型

龙须沟地质遗迹数量多、等级高、密度大,其类型主要以天生桥、溶洞、漏斗、落水洞、干谷等岩溶地貌景观,峡谷、壶穴、跌水、深潭等流水地貌景观,泉水、湖沼、瀑布等水体景观为主,具有较高的科学研究与美学欣赏价值。龙须沟地质遗迹类型划分详见表 1,其空间分布见图 1。

2.1.1 岩溶地貌景观 区内岩溶地貌景观主要有天生桥、溶洞、漏斗、落水洞及干谷等。

① 天生桥。双拱天生桥:位于碑家桥西北沟谷下游,海拔高度为  $801\text{m}$ ,所处地层为吴家坪组地层( $P_2w$ ),岩性以浅灰色中厚层微晶灰岩为主,夹生物屑细—微晶灰岩(局部含砂质)。双拱天生桥为一桥两拱组合景观,横跨两山,将山谷一分为二。双拱高低不同,底部高程差  $4\text{m}$  左右,高处桥洞(即 1 号洞)已为人行通道,洞口高  $28\text{m} \sim 31\text{m}$ ,呈半圆拱形。洞内岩层走向为  $82^\circ$ ,倾角为  $8^\circ \sim 10^\circ$ ,主要是由岩溶作用和重力崩塌作用形成;低处桥洞(即 2 号洞)为雨季溪水必经处,洞口宽  $30\text{m} \sim 35\text{m}$ ,高  $7\text{m} \sim 8\text{m}$ ,呈扁圆形,洞内有石幔发育,据勘查发现,该洞由脚洞发育而来,曾是上游清澈的峡谷溪水流经地,该溪流现已干枯,形成了一条干谷。

② 溶洞。龙须沟境内发育着众多岩溶洞穴,如穿心洞、河麻洞、叉口洞、黄龙洞等,这些岩洞特征典型,类型齐全,成因复杂,具有较好的典型性和独特性。其中,尤以洞中天河为甚,现已成为整个保护区的地标性景观。

洞中天河:发育于地层龙潭组( $P_2l$ )和茅口组( $P_1m$ )内,与上部的天河落水洞相连形成一套落水洞—溶洞—瀑布组合景观。洞体的走向  $205^\circ$ ,上游流水从落水洞排出。洞口高  $31\text{m}$ ,深约  $150\text{m}$ ,呈半圆形,半径约  $10\text{m} \sim 12\text{m}$ (图 2)。洞内发育有巨大的石柱和石幔,洞口外部有密集的石钟乳、鹅管等;洞体前端有一条长  $62\text{m}$ 、深  $39\text{m}$ 、宽约  $2\text{m} \sim 5\text{m}$  的槽谷。此洞中瀑布全长约  $100\text{m}$ ,是较为罕见的洞中大瀑布。

表1 龙须沟地质遗迹景观类型

大类	类	亚类	型	景观名称				
地质剖面	地层剖面	区域性标准剖面	岩石地层单位剖面	① 二叠纪地层剖面 ( $P_1l - P_1q - P_1m - Pem - P_2lt^{(1-5)} - P_2w$ )				
			地层界线剖面	① 吴家坪组与龙潭组分界线 ② 栖霞组与茅口组分界线				
			天生桥	① 双拱天生桥				
地貌景观	岩石地貌	岩溶地貌	溶洞	① 穿心洞 ② 河麻洞 ③ 叉口洞 ④ 巴人阴阳洞 ⑤ 白花洞 ⑥ 黄龙洞 ⑦ 双龙洞 ⑧ 蓑衣洞 ⑨ 三界洞 ⑩ 龙吟洞 ⑪ 天梯洞 ⑫ 洞中天河 ⑬ 刺猪洞				
			漏斗	① 吉家漏斗				
			落水洞	① 天河落水洞				
			干谷	① 碑家桥干谷				
			峡谷	① 落石峡 ② 绿荫峡 ③ 地缝峡 ④ 白龙峡 ⑤ 石门峡				
	流水地貌	流水侵蚀地貌	壶穴	① 龙须沟壶穴群				
			跌水	① 龙须沟跌瀑				
			深潭	① 老龙潭 ② 仙女池				
			断层崖	① 南北天堑 ② 卢家岩 ③ 苏家岩 ④ 摩顶崖				
			上涌泉	① 龙西泉 ② 两眼泉				
水体景观	泉水景观	冷泉景观	下降泉	① 巴人泉 ② 龙洞坪泉 ③ 鸽子岩泉 ④ 三龙吐水				
			堰塞湖	① 巴王宝库				
	湖沼景观	湖泊景观	堰塞湖	堰塞湖	① 巴王宝库			
					瀑布景观	瀑布景观	岩溶河道型瀑布	① 望月瀑布 ② 千丈瀑布 ③ 老龙潭瀑布 ④ 赤龙瀑布 ⑤ 飞瀑迎宾
								崩塌悬崖
灾变地质遗迹	灾变地质遗迹	山体崩塌遗迹	崩塌堆积体	① 牛头石 ② 天梯洞天梯 ③ 巴王玺				

③ 漏斗。吉家漏斗:位于龙须村刘家院子处,海拔高度为902m。由于岩溶作用形成塌陷漏斗,下部与落水洞相连。漏斗外口面积约为42m<sup>2</sup>,水源主要来自大气降水。同时,深层地下水可通过裂隙流入落水洞中,并从碑家桥岩溶泉流出,形成了西天村主要的饮用水源。

④ 落水洞。天河落水洞:位于龙须村与望月村的交界处,海拔高度为655m。发育于地层茅口组( $P_1m$ )内,与底部的洞中天河景观相连,洞口面积约108m<sup>2</sup>。由于塌陷和岩溶作用,洞壁形成多级阶地,现因四周灌木丛生,洞口的形态已不甚明显。龙须河上游水流,从此洞直泻而下,形成壮观的洞内瀑布景观。

⑤ 干谷。碑家桥干谷:位于双拱天生桥附近的一条沟谷内,属于古河流遗留的谷地,发育于吴家坪组地层( $P_2w$ )内,沟谷特征明显,整条沟谷长约1km,其中干谷段长近300m。2005年以前该河段有

稳定的水流,并从双拱天生桥(2号洞)中流过,此后该河段开始干涸。干谷上游发育有众多小型落水洞,据调查,流入落水洞的水流在双拱天生桥下游150m处形成上升泉。少雨季节时,上游水流基本从落水洞进入地下河,多雨季节时,有部分水流从干谷上流过。

2.1.2 流水地貌景观 区内流水地貌景观主要有峡谷景观、壶穴、跌水、深潭等。

① 峡谷景观。保护区内峡谷长度虽短,但是各段特色明显,据其比降、河谷宽度及外力作用等因素,笔者将大木桥至峡谷沟口共分为5段,即为落石峡、绿荫峡、地缝峡、白龙峡和石门峡(按照当地人的称谓)(图3)。峡谷各段的特征及成因,对于研究该河道上游沟谷的形成与演化具有重要意义。

② 壶穴。龙须沟壶穴群主要分布在石门关至洞中天河段,沿峡谷发育,以数量众多、分布集中为主要特点,一般多呈圆形,直径大小不等。在比降大



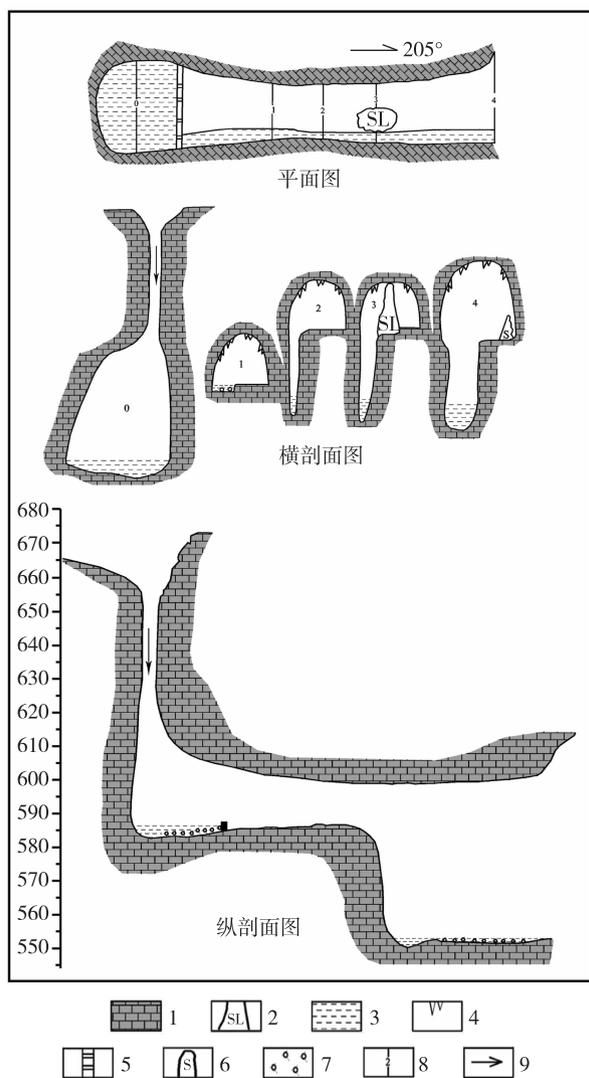


图2 洞中天河实测三相图

1-二叠系灰岩;2-石柱;3-水面;4-石钟乳;5-堤坝;6-石笋;7-砂卵石;8-横剖面位置;9-水流方向

① 上涌泉。龙西泉:又称“巴人泉”,位于双拱天生桥下游约110m处,地质构造上处于宽环背斜顶部,海拔高度为756m。发育于地层龙潭组( $P_2lt$ )内,在地貌上呈现带状“U”型槽。水源大部分源于海拔近900m的吉家漏斗,味甘甜,且常年不绝。

② 下降泉。三龙吐水:位于千丈瀑布下游约50m处,发育于地层茅口组( $P_1m$ )。岩层产状为 $300^\circ \angle 45^\circ$ ,承压作用微弱,主要由地表水经重力作用而形成下降泉。该景观由3眼泉水组成,平均流量约 $0.3m^3/s$ ,此3道清泉皆常年不歇,流量随季节变化而变化,为该区下降泉的典型代表。

③ 堰塞湖(人工水库)。巴王宝库:位于南北天

堑上游约80m处,海拔高度为470m,发育于地层栖霞组( $P_1q$ )内。原为岩溶崩塌体的拦截和流水侵蚀作用而形成的深潭,后经筑坝改造,形成人工水库,为下游的小水电站提供水源。坝体长约25m,宽1.5m,属于小型重力坝。水库左侧为人工引水渠,右侧有1处小型瀑布。

④ 岩溶河道型瀑布。望月瀑布:典型的线状瀑布,地处龙须村与望月村的交界处,卢家岩—罗家岩的槽谷上游,海拔高度为708m。发育于地层龙潭组( $P_2lt$ )内,地貌形态上呈带状“U”型槽。瀑布上部现因开采煤炭,河道部分干涸,瀑布水量主要受降雨量的影响。受流水侵蚀和岩溶作用的影响,该瀑布呈现两级跌水,上层高约20m~25m,宽约8m~10m,下层高约60m~70m,宽约5m~6m。

### 3 地质遗迹学科价值评价

保护区内地质遗迹景观类型多样,保存完好,其典型性、稀有性、自然性、系统性、完整性较好,具有丰富的科学内涵,地学价值大,是进行地质学、地貌学、地层学、构造学、生态学、环境学等多学科研究的理想场所。

#### 3.1 构造地质学价值

保护区位于华蓥山大背斜东翼一个次级倒转背斜上,区内峡谷纵剖面与此背斜大致垂直,由石门关至穿心洞,可见到该背斜近平直: $120^\circ \angle (8^\circ \sim 10^\circ)$ 的西翼、明显的转折端、以及较陡的东翼: $120^\circ \angle (50^\circ \sim 85^\circ)$ ,可将其作为研究中低山隔挡式褶皱中伴随倒转褶曲的重要素材。

#### 3.2 地层学价值

保护区所在区域位于扬子地台四川台拗川东凸褶皱带西部,地层为巨厚的石灰岩层。区域岩性主要为碳酸盐岩间夹碎屑岩,从而控制区内岩溶的发育。该区出露的地层较多,主要为二叠系—三叠系的典型地层,其体系完整、层序清楚、代表性强,充分展现了该区域的古地理环境及其演化特征。

#### 3.3 水文地质学价值

保护区内岩体多为溪流、裂隙所分割,山谷深而窄,横向溪沟发育,由南至北有卢家岩河、干河沟、牛角湾沟,其中卢家岩河切割最深,流量最大。地下水或向倾覆方向流动,或顺层面向深层流动,形成深层地下水系,在背斜灰岩出露的地区,地下河多以裂隙

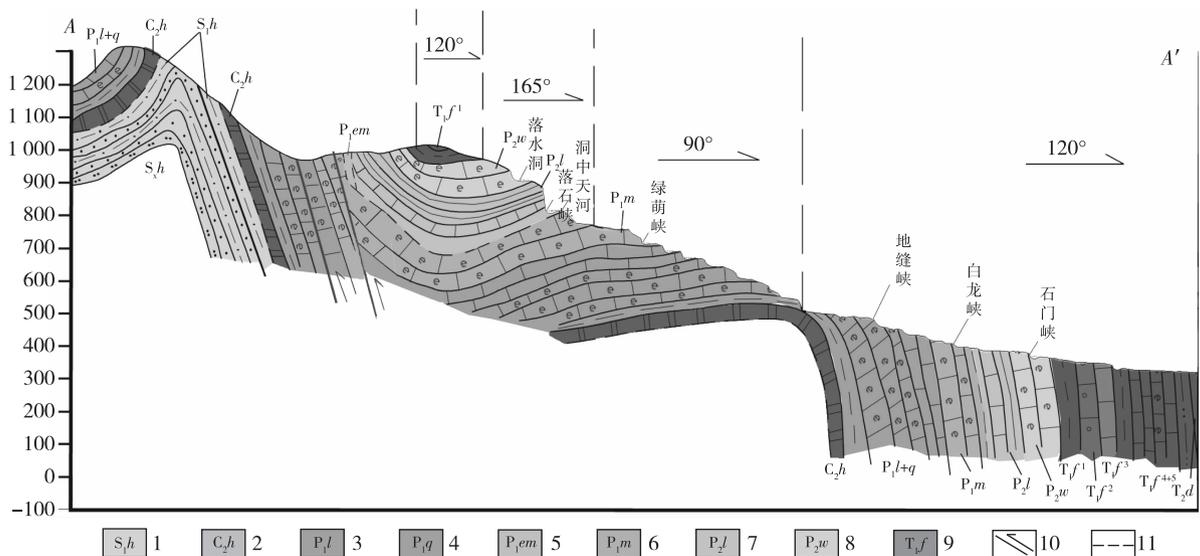


图3 龙须沟峡谷纵断面图及峡谷分段

1-韩家店组;2-黄龙组;3-梁山组;4-栖霞组;5-峨眉山玄武岩组;6-茅口组;7-龙潭组;8-吴家坪组;9-飞仙关组;10-断层线;11-平行不整合

水、溶洞水出露地表,具有良好的储藏和承压条件。峡谷两岸泉眼分布多,密度大,且形态多样,其中以下降泉、溶洞泉为主,个别为断层泉,岩溶泉水的排泄通道较为复杂。

区内岩溶落水洞直接与地下水排泄通道相连,排泄和渗漏条件好,季节性明显,是少见的发育在背斜翼部的溶蚀地貌类型。峡谷景区为典型的大气降水补给,大气降水及排泄的泉水,主要由横向溪沟排泄,其中的溪沟、地下水、含水层,构成了较为完整的喀斯特流域系统,可将其作为南方中低山岩溶区地下水位与岩溶地貌发育演化关系研究的重要基地。

### 3.4 岩溶地貌学价值

新构造运动时期地表的间歇式、振荡式上升,及亚热带季风气候的影响,引起地下潜水面位置发生变动,从而控制着区内岩溶洞穴系统、岩溶泉、瀑布、岩溶峡谷等景观的发育方向、性质、强度等。

岩溶洞穴具有分布集中、数量众多、分层展布及发育特征差异明显等特点;岩溶泉具有分布广泛、类型多样和受岩溶地下水系演变影响明显等特点;瀑布具有分布广、类型多、受地层和构造影响强烈等特点;岩溶峡谷、跌水、深潭等形态变化受岩性、岩层产状、沟谷比降等因素影响显著。综上所述,龙须沟地质遗迹保护区是进行川东岩溶地貌,尤其是岩溶水动力系统研究的天然实验室。

### 3.5 生态学价值

保护区虽位于典型的岩溶发育区,但森林植被

覆盖率却很高。峡谷内优越的自然环境,宜于多种类型的植被生长,多为中亚热带常绿阔叶林。主要植物群落有亚热带针叶林、常绿阔叶林、落叶阔叶林、针阔叶混交林、竹林、山地灌丛及草丛等。区内主要乔木多达70科,260种,有极富科研价值的树蕨、猕猴桃及五培子等,均系珍贵的生物资源。又因群山连绵,气候适宜,利于动物生存,常见的动物类型约有39科,101种。保护区内植物、动物与人相互依存,和谐相处,世代繁衍,其基础源于该地良好的生态环境。

### 3.6 美学价值

独特的地理位置、地球演化历史、地质背景造就了保护区独特的峡谷景观。峡谷内崖壁陡峭,飞泉叠瀑、溶洞群集、翠竹森森,具备观赏价值的景点多达30余处,其中洞中天河瀑布奇特壮观,堪称川东一绝;双拱天生桥为典型的岩溶地貌,天生桥之典型。峡谷景区内除地质构造、岩溶地貌等地质遗迹景观外,周边还有华蓥山游击队战斗遗址、御临河小山峡、以及号称“川西峨嵋、川东华蓥”的佛教圣地等旅游资源。

## 4 结语

龙须沟地质遗迹保护区地理位置优越、地质遗迹丰富、地学意义典型、配套资源多样、旅游开发及

保护措施科学,区内出露的地层二叠系—三叠系剖面体系完整,科研价值大,“洞中天河”漏斗—溶洞—瀑布组合景观特征典型、美学观赏性强。但是,距离国家地质公园的申报,龙须沟保护区仍存在较大差距,集中反映在地质遗迹资料粗略、景观主题不突出、科普设施缺乏、保护机构欠完善、从业人员地学素养较低以及专项保护经费不足等方面,这些将成为今后保护区重点建设的内容,也是保护机构的工作重心。

## 5 致谢

文章部分内容源于2009年四川邻水龙须沟地质遗迹保护省级补助项目成果,在此对项目组所有

成员的辛勤工作表示衷心的感谢!

### 参考文献:

- [1] 四川省地质公园与地质遗迹调查评价中心. 四川省地质遗迹景观调查评价报告[R]. 2006.
- [2] 姚东生,方飞龙,李朝阳. 四川省区域地质概况及特征[J]. 中国区域地质,1990(1): 8-13.
- [3] 四川省地质矿产局. 四川省区域地质志[M]. 北京:地质出版社,1991.
- [4] 四川省地质矿产局川东南地质调查大队. 中华人民共和国区域地质调查报告1:50 000 合流水幅(H-48-70-B)[R]. 1995.
- [5] 吴柏清,何政伟. 华蓥山国家地质公园地质遗迹特征与成因分析[J]. 水土保持研究,2008, 15(1): 258-260.

## Landscape characteristics and subject values of Longxugou geoheritages

HUANG Xun<sup>1</sup>, KUANG Ming-sheng<sup>1</sup>, LUO Pei<sup>2</sup>, LIANG Wei-heng<sup>1</sup>

(1. School of Geographical Sciences, Southwest University, Beibei 400715, Chongqing; 2. School of Land and Resources, China West Normal University, Nanchong 637002, Sichuan)

**Abstract:** In lights of geology, landform and physical geographical settings, the authors analyzed the landscape styles and main characteristics of geological heritages in Longxugou, and on this basis, studied their subject values. The study demonstrated that Longxugou was rich in geological heritage with various styles, the landscapes were very representative, and they were of typicality, rarity, natural and systematic characters and integrity. The landscape was preserved completely, possessed its unique and extensive scientific connotations, especially took on the subjects of structural geology, stratigraphy, hydrogeology, karst geomorphology, ecology and aesthetics.

**Keywords:** Geoheritages; Landscape characteristics; Subject value; Longxugou; Sichuan