

罗平生物群国家地质公园地质遗迹特征 及其综合评价

谢 韬¹ 甘云兰² 张启跃¹ 胡世学¹ 周长勇¹
黄金元¹ 文 芑¹ 杨文礼² 朱广毅²

(1.中国地质调查局成都地质调查中心,四川成都 610081;2.云南省地质环境监测院,云南昆明 650051)

摘要:罗平生物群国家地质公园地质遗迹资源十分丰富,以丰富的稀有罗平生物群古生物化石和重要地层剖面为主,辅以典型壮美的喀斯特地貌景观以及泉水、瀑布和湖泊等多姿多彩的水体景观。本文分析了罗平生物群地质公园内的地质遗迹类型及分布,并对其进行了科学、美学、旅游开发 3 方面的综合评价。

关键词:罗平生物群;国家地质公园;地质遗迹;综合评价

中图分类号:P53 **文献标志码:**A **文章编号:**1000-3657(2013)06-1959-08

1 引言

地质遗迹是在地球漫长演化的地质历史时期由各种内外动力的地质作用形成、发展并保存下来的珍贵的不可再生的地质自然遗产^[1]。建立地质公园就是为了保护地质遗迹,是一种利用地质资源的方式,可促进社会经济的可持续发展。2011 年 11 月,以罗平生物群为主要地质遗迹景观的云南罗平生物群国家地质公园以全国排名第一的佳绩取得国土资源部第六批国家地质公园资格,其建立具有重要意义^[2]。

该公园位于罗平县东南部(图 1),其主体是罗平古生物化石群地质遗迹,辅以锥形喀斯特地貌景观以及河流、瀑布等水体景观和布依族风情、鲁布革电站等人文景观组成。公园包括大凹子古生物化石群景区和金鸡峰丛景区,总面积 79 km²。其中主体地质遗迹区面积 17 km²,公园外围生态环境控制区 94 km²。

地质遗迹资源调查是地质遗迹资源保护和开发的前提,也是建立地质公园的基础^[3]。本文系统描述了罗平生物群国家地质公园内的地质遗迹,以便为

地质遗迹的评价、规划、保护和开发提供基础资料和必要的科学依据。

2 地质遗迹分类

根据国土资源部《国家地质公园规划编制技术要求》(国土资发[2010]89 号)中的地质遗迹类型划分,罗平生物群国家地质公园的地质遗迹景观划分为典型地层剖面、古生物、地质地貌和水体景观等 4 大类 9 类 11 亚类 19 种,可供观赏的地质遗迹景点有 53 处(表 1)。

3 主要的地质遗迹资源

3.1 地质剖面

园区主要的地质剖面为控制关岭组二段罗平生物群化石产出层位的上石坎和大凹子地层剖面。

上石坎剖面位于云南省罗平县大凹子村东北约 2 km 处,剖面地理坐标 N 24°46'47.6",E 104°19'40.7"。该剖面通过进行厘米级精细测量而划分岩性层 80 层^[4](图版 I-1),控制岩层厚度约 45 m。并在

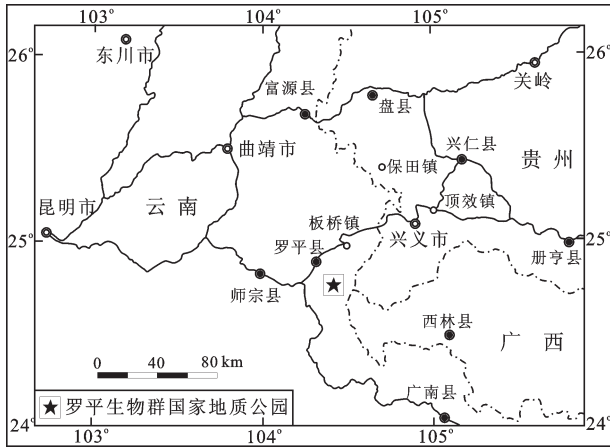


图1 罗平生物群国家地质公园区位图

Fig.1 Location of the Luoping biota national geopark

该处(图版 I -2)采集了鱼类、龙鱼类、爬行类、节肢类、双壳类等一批古生物化石 3 000 余件^[5],主要产于 12~37 层和 42~56 层,为一套灰黑色薄—纹层状

泥晶灰岩夹燧石结核。同时原地还保留万余件古生物化石,尤为特征的是“观鱼台”(仅 3 m² 石板内就可见 150 多条鱼化石)。

大凹子剖面位于云南省罗平县大凹子村西北约 1 km 处,剖面地理坐标 N 24°46'13",E 104°19'3"。该剖面采用自然岩层进行更为精细的分层^[9](图版 I -3),共划分了 190 层,控制岩层厚度约 40.5 m。并逐层进行了地球化学、牙形石生物地层学^[7,8]、同位素年代学等多学科综合研究。同时剖面上同沉积构造发育,它是指沉积岩形成时期形成的构造,是沉积岩的重要特征之一,据此可推断沉积岩的生成和存在环境^[9],其中尤为特征的是水平纹层(图版 I -4)、粒序层理、包卷层理(图版 I -5)、同沉积断裂、底冲刷和鸟眼构造^[10]。该处剥土 5 千余立方米,获得各门类化石 3 000 余件,主要产于 32~65 层和 75~83 层,为一套灰黑色薄纹层状泥晶灰岩夹燧石结核。于原地(图版 I -6)保留了 200 余个动物足迹及龙鱼、鱼龙等化石,并已采取

表 1 公园地质遗迹景观资源类型一览

Table 1 List of types of geoheritage in the geopark

大类	类	亚类	类型	主要景点	景点数量			
地质剖面	地层剖面	岩石地层剖面	1 三叠系关岭组罗平化石群剖面	上石坎剖面、大凹子剖面	2			
			2 滇东型三叠系典型剖面	板桥剖面	1			
古生物	古动物	古无脊椎动物	3 腕足、软体、节肢、棘皮动物等					
			古脊椎动物	4 爬行类、鱼类	上石坎罗平生物群化石地 大凹子罗平生物群化石地	2		
	古植物	古植物	5 古植物					
			古生物遗迹	6 足印、虫迹				
	地貌景观	岩石地貌景观	喀斯特地貌景观	7 峰丛洼地、峰丛谷地	金鸡峰丛、十万天山、九龙峰丛河谷	3		
				8 峰林洼地、峰林谷地	金鸡峰林盆地、十万大山	2		
9 岩溶峡谷				鲁布革小三峡(双象峡、滴灵峡、雄狮峡)	3			
10 岩溶盆地				罗平岩溶盆地	1			
11 岩溶洼地				牛街螺丝田	1			
12 钙华滩				多依河一目十滩; 九龙河戏水滩、大必车漫滩; 花滩等	10			
13 溶洞				九光村溶洞、普妥溶洞、九龙蝙蝠洞等	5			
构造地貌景观				古剥夷面	14 古剥夷面	罗平圭山高原面	1	
水体景观				泉水景观	温泉	15 温泉	初纳温泉、下古必温泉、大发贵温泉	3
					岩溶大泉	16 岩溶大泉	珍珠泉、葡萄井、红箐村泉、多依泉群	5
	溯源侵蚀型	17 溯源侵蚀型	乃格沙飞龙瀑布、九龙瀑布群等		2			
	瀑布景观	瀑布景观	18 亚热带钙华沉积型(建设性瀑布)	多依河雷公滩瀑布群、新寨瀑布群、浪歪瀑布群、三江口瀑布群等	9			
	湖泊景观	岩溶湖泊景观	19 岩溶湖库	鲁布革湖库、玉带湖	3			

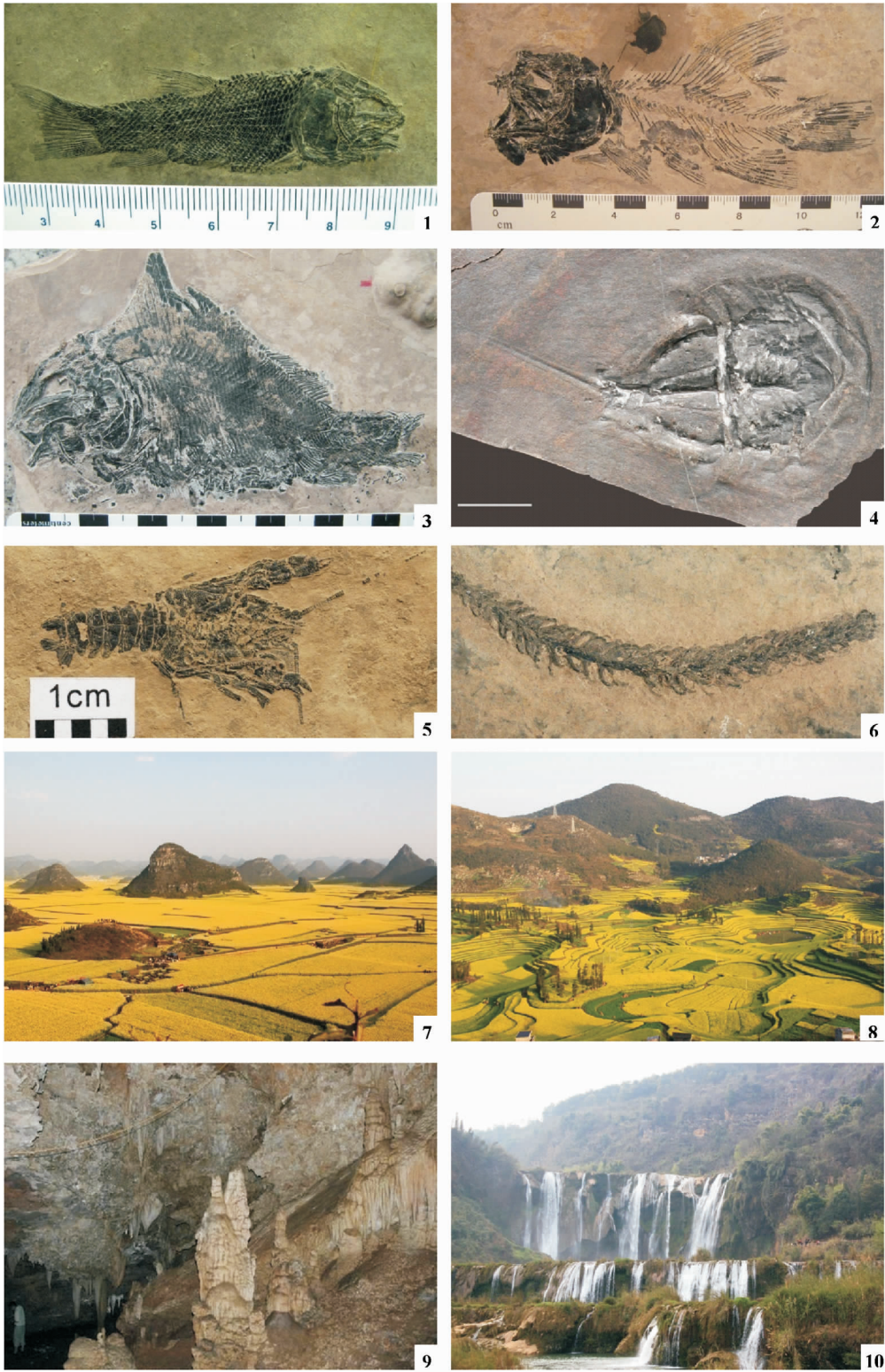
图版 I (Plate I)



说明:1—上石坎剖面;2—罗平生物群一号采场;3—大凹子剖面;4—水平纹层;5—包卷层理;6—罗平生物群二号采场;7—鱼龙类化石—盘县混鱼龙相似种;8—肿肋龙类化石—丁氏滇龙;9—鱼类化石—云南龙鱼

Explanation of Plate I :1-Shangshikan section; 2-No.1 stope of Luoping Biota; 3-Daaozi section; 4-horizontal laminae; 5-convolute bedding; 6-No. 2 stope of Luoping Biota; 7-Ichthyosaur-*Mixosaurus* cf. *panxianensis*; 8-Pachypleurosaur- *Dianopachysaurus dingi*; 9-Fish-*Saurichthys yunnanensis*

图版 II (Plate II)



说明：1—鱼类化石-圣乔治鱼；2—鱼类化石-意外裸鱼；3—鱼类化石-高背罗雄鱼；4—节肢动物-罗平云南鲎；5—节肢动物-罗平棒臂龙虾；6—植物-针叶树；7—金鸡峰丛；8—牛街螺丝田；9—普妥溶洞；10—九龙瀑布
 Explanation of Plate II : 1-Fish- *Sangiorgioichthys* sp.; 2-Fish- *Gymnoichthys inopinatus*; 3-Fish- *Luoxiongichthys perdorsalis*; 4-Arthropod- *Yunnanolimulus luopingensis*; 5-Arthropod- *Koryncheiros luopingensis*; 6-Plant- conifer; 7-Jinji Peak Cluster; 8-NiuJie Screw Field; 9-Putuo Karst Cave; 10-Jiulong Waterfall

了相应的保护措施。

3.2 古生物

罗平生物群^[11,12]古生物化石保存完整、属种丰富,是一个以节肢动物、海生鱼类为主^[9],伴生有海生爬行类、棘皮动物、软体动物、腕足动物等多种无脊椎动物和植物的珍稀古生物化石群(图版 I-7~9; II-1~6)(表 2)。已采获化石 20 000 余件,目前鉴定命名的化石有 6 门 40 属 86 种,其中包括 13 个新种。

3.3 地貌景观

3.3.1 峰丛、峰林

峰丛喀斯特主要集中分布于罗平县城北东,324 国道以南,面积约 300 km²。锥峰分布密度为 5~10 个/km²,峰多呈圆锥状,峰体光滑圆润,高 50~200 m,坡度 45°~47°,为标准的锥状喀斯特锥峰形态^[4]。与分布其间的负地形(洼地、谷地、盆地、峡谷)组合,形成形态多样的地貌景观。不同地段,锥峰表现形态不同。在县城附近盆地中,地形平缓,地表、地下水径流较缓,地层以厚层块状白云岩为主,溶蚀强烈,一般锥峰高仅数十米,多呈低矮的圆锥状,散布于盆地中。在十万大山一代,峰锥较高大,密集相连,层层叠置于海拔 1400~1500 m 的斜坡上,景象甚为雄伟壮观。

峰林喀斯特主要散布于罗平盆地及其边缘地带的高原面上。受白云岩泥质夹层的影响,一般锥峰高

20~150 m,多呈低矮的圆锥状、塔状,像成群分布的金字塔,是滇东高原一种十分独特的峰林形态。

典型景点有金鸡峰丛、十万大山。登上大黑山观景台,金鸡峰丛尽收眼底,锥峰高低错落,层层叠置,油菜花绽放季节,云雾飘飞,群峰浮动,碧峰金波相映成趣,奇美无比(图版 II-7)。

3.3.2 岩溶峡谷

以黄泥河鲁布革岩溶峡谷最为典型。黄泥河系南盘江的一大支流,河水流量大,侵蚀能力特强,在新构造大幅度抬升的驱动下,急剧下切形成狭窄的峡谷,横剖面呈 V 型,河谷底部标高 1100~1180 m,两岸山体标高在 1800 m 以上,切割深度大于 600 m,岸坡坡度多在 30°~40°,部分地段呈悬崖峭壁。谷长 20 余千米,谷底宽 50~80 m,不少地段宽仅 30 m。素有“小三峡”美誉(雄狮峡、滴灵峡、双象峡)。

3.3.3 岩溶洼地

多分布于罗平县城以东黄泥河以西多依河以北的高原斜坡地带,四周多被锥峰所环绕。洼地形态多样,有的洼地宽缓,呈 U 型,有的呈多边形,有的呈圆形。洼地密度一般 3~5 个/km²,海拔 1600~1800 m。部分洼地中发育漏斗,牛街的碟形洼地十分典型,农田、耕地以洼地为中心呈同心圆状分布,构成奇异的“八卦”形图案,当地人形象地称其为“螺丝田”,颇具观赏价值(图版 II-8)。

3.3.4 钙华滩

钙华滩是由瀑水飞流导致水体物理化学条件迅速变化,并伴有生物作用沉积使碳酸盐发生过饱和和沉积而成的钙华景观。集中分布于多依河河床上,规模形态不一,从三江口到多依村约 10 km 的河道上,就有 30 余个钙华滩。钙华漫滩层层叠置,错落有致,滩面广阔,河水清幽,景色优美。

3.3.5 溶洞景观

园区溶洞发育,分布广泛,溶洞中较为突出的有观音洞、龙马洞、蝙蝠洞、张冲洞、普妥溶洞(图版 II-9)、九光村溶洞等。大型的溶洞一般高 5~10 m,宽达 20~30 m,长数百米至数十千米不等。洞内石钟乳、石笋、石柱等景观千姿百态,美不胜收。

3.5 水体景观

3.5.1 泉水

包括温泉和岩溶大泉。前者集中分布于北东向的罗平—黄泥河强烈挤压带及构造的转折部位,温泉水口泉华形态各异,周围峰丛棋布,环境优美,

表 2 罗平生物群各门类中的代表类型

Table 2 List of typical representative fossils of Luoping Biota

界	门	亚门	纲	
动物	棘皮动物门	海百合亚门	海百合纲	
		海胆亚门	海胆纲、海参纲	
		海星亚门	海星纲	
	软体动物门		头足纲、双壳类、腹足纲	
		腕足动物门	舌形贝型亚门	舌形贝纲
	脊索动物门	脊椎动物	硬骨鱼纲、爬行纲	
	节肢动物门	甲壳动物亚门		鳃足纲、软甲纲、介形虫纲、鳃尾纲
			螯肢亚门	肢口纲
		多足动物亚门	倍足纲	
	植物	裸子植物门		松柏纲

水温一般 30℃, 流量 5~20 l/s, 水质类型为 HCO_3^- -Ca·Mg 型低矿化水。后者流量一般 150~300 l/s, 含水层为关岭组碳酸盐岩, 水质类型以 HCO_3^- -Ca·Mg 型为主, 泉水清醇, 水质优良, 是当地居民和城市的主要生产生活水源地。

3.5.2 瀑布群

园区众多的地表支流、泉水坠入深切河谷形成景观各异的瀑布群, 主要分布于九龙河、多依河和黄泥河谷。其中九龙河景区(图版 II-10)以溯源侵蚀型瀑布为主、瀑布众多、规模宏大、气势雄伟; 多依河景区以亚热带岩溶钙华坝沉积(建设性瀑布)取胜、景观密集、风光旖旎、景色清雅秀丽。

3.5.3 湖泊景观

园内喀斯特高原面上湖潭甚多, 湖水清澈, 环境清幽, 最有观赏价值的景观多是人工湖库, 如鲁布革湖库, 由电站蓄水形成, 水库库容 1.11 亿 m^3 , 湖水澄清, 碧波荡漾, 两岸群峰壁立, 险峻异常。

4 地质遗迹综合评价

4.1 科学价值

(1) 罗平生物群独特的科学意义

罗平生物群是典型的三叠纪海洋生物群, 处于二叠纪末期生物大绝灭后, 经过早三叠世的缓慢复苏后于中三叠世的快速辐射阶段的关键位置, 代表了海洋生态系统的全面复苏^[12]。对探讨三叠纪海洋生物复苏、三叠纪海生爬行动物、鱼类等的演化和辐射以及重塑当时的古环境均有着十分重要的意义。

罗平生物群从食物链底层的双壳类、腹足类、滤食生活的鱼类、虾类, 到食肉的鱼类, 甚至大型的鱼龙、幻龙等食物链顶端的爬行类都得以完好保存, 记录了当时海洋生态系统的完整面貌。

罗平生物群发现大量的新属新种^[15-19]。其中许多化石类别系在中国首次发现, 如鲎类^[20]、等足目、千足虫、龙虾等, 极大地丰富了中国的古生物资源, 显示出其稀有和珍贵。大部分化石为原地埋藏, 保存精美, 化石丰度极高, 且不同生长阶段的个体比较齐全, 是研究埋藏学的理想材料。

罗平生物群与国内外三叠纪一些特异保存的生物群对比详见表 3。

(2) 罗平喀斯特地质遗迹地学意义

园区位于滇东岩溶高原向黔西南高原过渡的斜坡地带, 在西南喀斯特地貌演化过程中具有重要的

过渡作用, 是西南喀斯特的重要组成部分, 特别是高原斜坡地带具有代表性的锥状喀斯特地质遗迹, 成因复杂, 景观雄伟壮丽, 具有重要的科学研究价值和保护价值。

园区喀斯特从西北部岩溶高原—中部罗平岩溶盆地—东部金鸡峰丛、峰林—东南部鲁布革岩溶峡谷, 展现了新构造运动时期, 地壳自西向东大幅间歇抬升、河流纵深下切, 古老高原喀斯特回春发育的一个完整景观系列, 是云贵高原隆升进程中的喀斯特发育演化的典型模式之一。

4.2 美学价值

(1) 精美完整的古生物化石标本。罗平生物群的种属和个体十分丰富, 化石多顺层面分布, 为原地埋藏, 标本保存精美, 一些细微构造和关键部位都完整无缺, 如鱼类化石的鳍、鳞、牙齿等清晰可见, 化石丰度极高。埋藏体位多样, 侧视、腹视、背视标本均可见, 且不同生长阶段的个体比较齐全, 具有极高的美学价值和观赏价值。

(2) 独特秀美的岩溶地貌。以锥状峰丛洼地、峰丛谷地、岩溶峡谷、岩溶盆地、亚热带钙华滩以及发育其间的瀑布群、岩溶大泉等景观组合为主要特征, 全方位、多层次地集中展现于一地, 与 533.4 km^2 油菜花海自然衔接, 形成罗平特有的, 集雄、险、奇、幽、秀、美为一体的喀斯特地貌景观。

(3) 优美的自然景观。罗平油菜种植发展到至今已有 533.4 km^2 。每年二、三月间, 油菜花竞相怒放, 遍地金黄, 形成波澜壮阔的花海。罗平油菜花海这一自然奇观得到了海内外的认可。2002 年被上海大世界吉尼斯总部授予世界上“最大的自然天成花园”; 2005 年九龙瀑布群被中国地理学会评为“中国最美的瀑布”, 罗平峰林被评为“中国最美的峰林”之一, 具有显著的美学价值。

4.3 旅游开发价值

罗平地质遗迹和地质景观资源丰富, 类型多样, 空间分布集中, 具有重要的旅游开发和社会经济价值, 主要体现在:

(1) 罗平拥有全国首批工农业旅游示范点、中国优秀旅游名县、中国文化旅游大县、云南省 23 个重点景区(点)和 7 个具有发展潜力和国际竞争力的景区、省级重点风景名胜区、国家 AAAA 级景区等多项殊荣, 在国际、国内享有盛誉, 旅游价值十分突出。

(2) 罗平是云南省旅游环线上的一个重要组成

表 3 罗平生物群与国内外三叠纪生物群对比
Table 3 Luoping Biota in comparison with other Triassic biota

生物群	时代	环境	主要化石类型	产地	主要特色	参考文献
Madagascar	奥伦尼克期	海陆交互	鱼类、甲壳类	马达加斯加	鱼类及节肢动物	[20-21]
Grès à Voltzia	安尼早期	海陆交互、 三角洲	少量陆生爬行类、鱼类、甲壳类、 环节动物、腕足、双壳、植物	法国	节肢动物、植物	[23]
Monte San Giorgio	安尼—拉丁期	浅海台地	海生爬行类、鱼类、甲壳类、糠虾 类、棘皮动物、腕足、双壳、菊石、 腹足、牙形动物、植物	瑞士—意大利交界	海生爬行类、鱼类、	[24-25]
Madygen	卡尼期	湖泊	少量陆生爬行类、鱼类、昆虫、双 壳、环节动物、植物	哈萨克斯坦	昆虫等节肢动物、植物	[26]
巢湖动物群	奥伦尼克期	浅海台地	海生爬行类、鱼类、双壳、菊石	中国	巢湖龙	[27]
罗平生物群	安尼期	浅海台地	海生爬行类、鱼类、甲壳类、糠虾 类、棘皮动物、腕足、双壳、菊石、 腹足、牙形动物、植物	中国云南	海生爬行类、鱼类、节肢动物	[11-12]
盘县生物群	安尼期	近海台地	海生爬行类、鱼类、腕足、双壳、 菊石、腹足、牙形动物、植物	中国贵州	海生爬行类	[28-29]
兴义生物群	拉丁期	浅海台地	海生爬行类、鱼类、	中国贵州	贵州龙及其他海生爬行类、鱼类	[30]
关岭生物群	卡尼期	深水陆棚	海生爬行类、鱼类、棘皮动物、腕 足、双壳、菊石、牙形动物、植物	中国贵州	海生爬行类、海百合类棘皮动物	[31-33]

部分,地处滇东南黄金旅游区,距石林世界地质公园、世界自然遗产地仅 157 km,交通便利,具有突出的地域优势。

(3)罗平旅游资源具有丰富的科学性、知识性、趣味性和观赏性,资源类型丰富多样,且相对集中,可适应不同品位、层次、爱好人群的需求进行有效组合。

(4)罗平文化底蕴丰厚,以九龙瀑布、多依河、油菜花海为龙头的旅游业的开发,增强了当地民族文化的认同感、自豪感,以及对家乡的热爱。

(5)罗平丰富的地质遗迹资源,加上浓郁的民族风情,悠久的历史文化,璀璨的人文景观,构成秀美、和谐、独特、不可替代的高品位旅游资源,具有巨大的旅游开发潜力和价值。罗平旅游业已成为当地经济发展重要支柱,促进了当地经济结构调整,对当地社会经济建设发挥了极大的作用。

致谢: 野外工作期间得到罗平县当地有关部门尤其是县国土资源局的大力支持,在此表示感谢!

参考文献(References):

[1] 国土资源部地质环境司. 中国国家地质公园建设工作指南[M].

北京: 中国大地出版社, 2006.

Geological Environment Department of the Ministry of Land and Resources. China National Geological Park Construction Guide[M]. Beijing: China Land Press, 2006(in Chinese).

[2] 谢韬, 张启跃, 周长勇, 等. 建立云南罗平生物群地质公园刍议[J]. 沉积与特提斯地质, 2009, 29(3): 110-112.

Xie Tao, Zhang Qiyue, Zhou Changyong, et al. An approach to the feasibility of the Luoping biota geopark in Yunnan [J]. Sedimentary Geology and Tethyan Geology, 2009, 29 (3): 110-112 (in Chinese with English abstract).

[3] 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, 37(3): 361-366.

Zhang Guoqing, Tian Mingzhong, Liu Siwen, et al. The methods of investigation and evaluation of geological heritage resources [J]. Journal of Mountain Science, 2009, 37 (3): 361-366 (in Chinese with English abstract).

[4] 白建科, 张启跃, 黄金元, 等. 云南罗平上石坎剖面中三叠世层序地层及沉积相分析[J]. 地层学杂志, 2011, 35(3): 278-287.

Bai Jianke, Zhang Qiyue, Huang Jinyuan, et al. Middle Triassic sequence -stratigraphy and sedimentary facies analysis at the Shangshikan Section of Luoping County, Yunnan Province [J]. Journal of Stratigraphy, 2011, 35 (3): 278-287 (in Chinese with English abstract).

[5] 白建科, 尹福光, 张启跃. 云南罗平生物群产出层位沉积微相及

- 其化石富集规律[J]. 中国地质, 2011, 38(2): 393-402.
- Bai Jianke, Yin Fuguang, Zhang Qiyue. Microfacies and enrichment pattern of fossils in the fossiliferous beds of Luoping Biota, Yunnan Province[J]. *Geology in China*, 2011, 38(2): 393-402 (in Chinese with English abstract).
- [6] 黄金元, 张克信, 张启跃, 等. 云南罗平中三叠世大凹子剖面牙形石生物地层及其沉积环境研究[J]. 微体古生物学报, 2009(3): 211-224.
- Huang Jinyuan, Zhang Kexin, Zhang Qiyue, et al. Conodont stratigraphy and sedimentary environment of the Middle Triassic at Daozi Section of Luoping County, Yunnan Province, South China [J]. *Acta Micropalaeontologica Sinica*, 2009, 26 (3): 211-224 (in Chinese with English abstract).
- [7] 黄金元, 张克信, 张启跃, 等. 云南罗平大凹子与上石坎剖面牙形类动物群研究进展[J]. 地质科技情报, 2011, 30(3): 1-17.
- Huang Jinyuan, Zhang Kexin, Zhang Qiyue, et al. Advance in research of conodont fauna from Shangshikan and Daozi Sections in Luoping Area, Yunnan Province [J]. *Geological Science and Technology Information*, 2011, 30 (3): 1-17 (in Chinese with English abstract).
- [8] Zhang Qiyue, Zhou Changyong, Lv Tao, et al. A conodont-based Middle Triassic age assignment for the Luoping Biota of Yunnan, China[J]. *Science in China (Series D)*, 2009, 52(10): 1673-1678.
- [9] 庞冯秋. 基于相分析方法的沉积环境分析 [J]. 科技情报开发与经济, 2008, 18(10): 130-132.
- Pang Fengqiu. Analysis on the sedimentary environment based on phase analysis method [J]. *Sci-tech Information Development & Economy*, 2008, 18 (10): 130-132 (in Chinese with English abstract).
- [10] 白建科, 张启跃, 尹福光, 等. 云南罗平生物群埋藏环境初步研究: 来自沉积构造的证据[J]. 沉积学报, 2010, 28(4): 762-767.
- Bai Jianke, Zhang Qiyue, Yin Fuguang, et al. Preliminary study of taphonomic environment of Luoping Biota: Evidence from sedimentary structures[J]. *Acta Sedimentologica Sinica*, 2010, 28(4): 762-767 (in Chinese with English abstract).
- [11] 张启跃, 周长勇, 吕涛, 等. 云南罗平中三叠世安尼期生物群的发现及其意义[J]. 地质论评, 2008, 54(4): 523-526.
- Zhang Qiyue, Zhou Changyong, Lv Tao, et al. Discovery and significance of the Middle Triassic Anisian Biota from Luoping, Yunnan Province[J]. *Geological Review*, 2008, 54(4): 523-526 (in Chinese with English abstract).
- [12] Hu Shixue, Zhang Qiyue, Chen Zhongqiang, et al. The Luoping Biota: Exceptional preservation, and new evidence on the Triassic recovery from End-Permian mass extinction [J]. *Proceeding of the Royal Society B*, 2011, 278: 2274-2282.
- [13] 张启跃, 周长勇, 吕涛, 等. 滇东罗平地区发现中三叠世安尼期鱼类化石[J]. 地质通报, 2008, 27(3): 429.
- Zhang Qiyue, Zhou Changyong, Lv Tao, et al. Discovery of the Middle Triassic Anisian fish fossils from Luoping, eastern Yunnan[J]. *Geological Bulletin of China*, 2008, 27(3): 429 (in Chinese).
- [14] 朱学稳. 我国峰林喀斯特的若干问题讨论 [J]. 中国岩溶, 2009, 28(2): 155-168.
- Zhu Xuewen. Discussions on Fenglin karst in China[J]. *Carsologica Sinica*, 2009, 28(2): 155-168 (in Chinese with English abstract).
- [15] 张启跃, 周长勇, 吕涛, 等. 云南罗平地区中三叠世龙鱼化石的发现[J]. 地质通报, 2010, 29(1): 26-30.
- Zhang Qiyue, Zhou Changyong, Lv Tao, et al. Discovery of Middle Triassic saurichthys in the Luoping Area, Yunnan, China[J]. *Geological Bulletin of China*, 2010, 29(1): 26-30 (in Chinese with English abstract).
- [16] 黄金元, 张克信, 张启跃, 等. 云南中三叠世罗平生物群中首次发现牙形石齿串[J]. 地球科学——中国地质大学学报, 2010, 35(4): 512-514.
- Huang Jinyuan, Zhang Kexin, Zhang Qiyue, et al. Discovery of Middle Triassic conodont clusters from Luoping Fauna, Yunnan Province [J]. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 2010, 35 (4): 512-514 (in Chinese with English abstract).
- [17] Feldmann R M, Schweitzer C E, Hu S, et al. Macturous decapoda from the Luoping Biota (Middle Triassic) of China [J]. *Journal of Paleontology*, 2012, 86(3): 425-441.
- [18] Wen W, Zhang Q Y, Hu S X, et al. A new genus of basal actinopterygian fish from the Anisian (Middle Triassic) of Luoping, Yunnan Province, Southwest China [J]. *Acta Palaeontologica Polonica*, 2012, 57(1): 149-160.
- [19] Liu J, Rieppel O, Jiang D Y, et al. A new pachypleurosaur (Reptilia: Sauropterygia) from the lower Middle Triassic of southwestern China and the phylogenetic relationships of Chinese pachypleurosaur [J]. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 2011, 31(2): 292-302.
- [20] 张启跃, 胡世学, 周长勇, 等. 鲎类化石 (节肢动物) 在中国的首次发现[J]. 自然科学进展, 2009, 19(10): 1090-1093.
- Zhang Qiyue, Hu Shixue, Zhou Changyong, et al. Limulus fossils (arthropods) was first discovered in China [J]. *Progress in Natural Science*, 2009, 19(10): 1090-1093 (in Chinese).
- [21] Pasini G, Garassino A. Studies on Permo-Trias of Madagascar. 7. New record of Halicyne gondwanae Brambilla et al., 2002 (Crustacea, Cycloidea) from the Lower Triassic (Olenekian) of Ambilobe Region (NW Madagascar)[J]. *Atti Soc ital Sci nat Museo civ Storia nat Milano*, 2003, 144(1): 3-9.
- [22] Pasini G, Garassino A. Studies on Permo-Trias of Madagascar. 9. Halicyne mamoroi n. sp. (Crustacea, Cycloidea) from the Lower Triassic (Olenekian) of Ambilobe Region (NW Madagascar) [J]. *Atti Soc ital Sci nat Museo civ Storia nat Milano*, 2007, 148(1): 85-95.
- [23] Gall J C, Grauvogel-Stamm L. The early Middle Triassic 'Grès à Voltzia' Formation of eastern France: A model of environmental refugium[J]. *Comptes Rendus Palevol*, 2005, 4: 637-652.
- [24] Kuhn-Schnyder E. Die Triasfauna der Tessiner Kalkalpen [M]. Zürich, Naturforschenden Gesellschaft, 1974: 1-119.
- [25] Furrer H. Der Monte San Giorgio im Südtessin-vom Berg der Saurier zur Fossil-Lagerstätte internationaler Bedeutung [M]. *N Jb. Naturf. Ges. Zurich* 206, 2003: 1-64.
- [26] Shcherbakov D E. Madygen, Triassic Lagerstätte number one,

- before and after Sharov[J]. *Alavesia*, 2008, 2: 113-124.
- [27] 赵丽君, 王立亭, 李淳. 中国三叠纪海生爬行动物化石研究的回顾与进展[J]. *古生物学报*, 2008, 47(2): 232-239.
Zhao Lijun, Wang Liting, Li Chun. Studies of the Triassic marine reptiles of China: A review [J]. *Acta Palaeontologica Sinica*, 2008, 47(2): 232-239(in Chinese with English abstract).
- [28] 郝维城, 孙元林, 江大勇, 等. 盘县动物群研究进展[J]. *北京大学学报(自然科学版)*, 2006, 42(6): 817-823.
Hao Weicheng, Sun Yuanlin, Jiang Dayong, et al. Advance in studies of the Panxian Fauna [J]. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis*, 2006, 42 (6): 817-823 (in Chinese with English abstract).
- [29] Jiang D Y, Motani R, Hao W C, et al. Biodiversity and sequence of the Middle Triassic Panxian marine reptile fauna, Guizhou Province, China[J]. *Acta Geologica Sinica*, 2009, 83(3), 451-459.
- [30] 杨瑞东. 兴义顶效贵州龙动物群的古生态环境讨论 [J]. *贵州地质*. 1997, 14(1): 35-39.
Yang Ruidong. On Paleocological environment of Kueichousaurus Fauna in Dingxiao of Xingyi area, Guizhou [J]. *Guizhou Geology*, 1997, 14 (1): 35-39 (in Chinese with English abstract).
- [31] 汪啸峰, 陈孝红, Bachmann G H, 等. 关岭生物群——世界上罕见的晚三叠世海生爬行动物和海百合化石公园[M]. 北京:地质出版社, 2008: 1-166.
Wang Xiaofeng, Chen Xiaohong, Bachmann G H, et al. Guanling Biota—A Unique Late Triassic Marine Reptile and Crinoid Paleopark [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2008: 1-166 (in Chinese with English abstract).
- [32] Wang X F, Bachmann G H, Hagedorn H, et al. The Late Triassic black shales of the Guanling area, Guizhou Province, south-west China: A unique marine reptile and pelagic crinoid fossil Lagerstätte [J]. *Palaeontology*, 2008, 51(1): 27-61
- [33] 汪啸风, 陈孝红, 陈立德, 等. 关岭生物群——世界上罕见的化石库[J]. *中国地质*, 2003, 30(1): 20-31.
Wang Xiaofeng, Chen Xiaohong, Chen Lide, et al. The Guanling Biota—A unique “Fossilagerstätte” in the world [J]. *Geology in China*, 2003, 30(1): 20-31 (in Chinese with English abstract).

Geoheritage Evaluation of the Luoping Biota National Geopark in Yunnan Province

XIE Tao¹, GAN Yun-lan², ZHANG Qi-yue¹, HU Shi-xue¹, ZHOU Chang-yong¹,
HUANG Jin-yuan¹, WEN Wen¹, YANG Wen-li², ZHU Guang-yi²

(1. Chengdu Center, China Geological Survey, Chengdu 610081, Sichuan, China;

2. Yunnan Institute of Geological Environmental Survey, Kunming 650051, Yunnan, China)

Abstract: Numerous types of geoheritage resources are widely distributed in the Luoping Biota National Geopark. The main parts of the geoheritage resources include exceptionally preserved diverse fossils of the Luoping Biota and fossil-bearing sections, associated with typical and beautiful karst landscape, springs, waterfalls, lakes and other water landscapes. This paper describes different types of geoheritages in the Luoping Biota National Geopark, and makes a comprehensive evaluation of the geoheritages.

Key words: Luoping Biota; National Geopark; geoheritage; comprehensive evaluation

About the first author: XIE Tao, male, born in 1982, engineer, mainly engages in the study of regional geology and remote sensing geology; E-mail: xt1982cd@163.com.