

# 贵州云台山岩石特征及其峰丛—峰林地貌成景意义

龙建喜<sup>1,2</sup>, 谯文浪<sup>2</sup>, 王波<sup>2</sup>, 刘贞才<sup>2</sup>

(1. 贵州大学资源与环境工程学院, 贵州 贵阳 550025; 2. 贵州省地质调查院, 贵州 贵阳 550005)

[摘要] 云台山峰丛—峰林的成景岩石主要为白云岩和(含)灰质白云岩, 灰岩仅在峰丛—峰林基坐部分见及。成景岩石结构主要为颗粒结构和晶粒结构, 且颗粒结构(颗粒和填隙物)、晶粒结构(晶粒白云石和少量泥质、少量陆源碎屑)在空间上各自顺层偏集呈层分布。此外, 白云岩孔隙发育, 孔隙类型有孔洞和裂隙两种, 区内构造运动改造了原来的孔隙, 加宽、加深其横纵向展布, 增强孔隙的连通性, 使原来较细级孔隙相互贯通成较大一级孔隙网, 在水的溶蚀及机械崩塌等地质作用下成景。

[关键词] 峰丛—峰林; 白云岩; 结构; 孔隙; 贵州云台山

[中图分类号] P931.5 [文献标识码] A [文章编号] 1000-5943(2014)04-0297-05

## 1 引言

云台山景区位于贵州省施秉县北部, 区内气候带为湿润热带—亚热带, 自然景观为一套由白云岩和(含)灰质白云岩形成的喀斯特地貌景观, 整体展示了由峰丛向峰林逐渐过渡的演化特征, 并以其独特的白云岩成景被作为“中国南方喀斯特”第二批申报世界自然遗产预选地之一<sup>[1]</sup>。本文对景区内形成峰丛—峰林的白云岩岩石特征分析其对成景的意义。

## 2 景区地质概述

景区内出露地层以古生界寒武系为主, 峰丛—峰林成景地层主要为清虚洞组、高台组和石冷水组, 其中清虚洞组岩性由灰—深灰色薄—厚层藻灰(云)岩、灰质白云岩、砂砾屑灰(云)岩、亮晶鲕粒灰(云)岩、夹泥质白云岩组成; 高台组岩性为灰色薄至中厚层细粒白云岩夹鲕状白云岩、砂质粘土岩夹泥质白云岩, 向南泥质减少; 石冷水组岩性为藻鲕粒砂屑白云岩、藻砂屑白云岩和藻砂屑微—泥晶白云岩。下覆地层由下至上主要见及牛蹄塘组、明心寺组、金顶山组, 岩性为一套硅质

岩、炭质粘土岩和炭质粉砂岩。上覆地层见及娄山关组, 由一套中厚层细—微晶白云岩组成<sup>[2]</sup>(见图1)。区内缺失了志留纪中—上统、泥盆系和石炭系, 二叠系不整合在寒武系或奥陶系或下志留统之上。区内经历了多次构造运动, 其中加里东运动在景区东南部表现为褶皱运动, 并从西南向西北逐渐减弱, 西北部为振荡运动, 海西—喜马拉雅山期运动在区内表现为二叠纪以及以上地层褶皱断裂<sup>[2]</sup>。



图1 云台山景区区域地质图

Fig. 1 Regional geological map of Yuntaishan scenic spot  
1—地名; 2—地质界线; 3—断层; 4—寒武—奥陶系娄山关组; 5—寒武系高台组—石冷水组; 6—寒武系清虚洞组; 7—寒武系杷榔组; 8—寒武系明心寺组—金顶山

[收稿日期] 2014-05-27

[基金项目] 贵州省社会发展科技攻关计划项目(编号: 黔科合SY字(2012)3161号)。

[作者简介] 龙建喜(1981—), 女, 工程师, 硕士研究生, 从事岩石矿物及区域地质调查工。

### 3 成景岩石特征

我们分别于景区峰丛—峰林的基座及峰柱部分的岩石取样 20 余件,通过作化学分析和岩矿鉴定,得出岩石的主量化学成分和岩石组构特征。

#### 3.1 岩石化学成分

白云石化学成分为  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ,理论组成  $\text{MgO}$  21%、 $\text{CaO}$  31%、 $\text{CO}_2$  48%。我们选取具代表

性的 10 件成景岩石样品作化学成分分析。结果显示,除了基座样品 SM-1H 和 HC-1H 以外,其它样品的  $\text{MgO}$  值均接近白云石化学成分理论组成值 21%(化学分析结果见表 1)。很显然,对峰丛—峰林成景起着决定性作用的岩石为白云岩,而灰岩仅在峰丛的基座清虚洞组见及。

#### 3.2 岩石结构

景区内峰丛—峰林岩性类型由下至上为清虚洞组含白云质不等晶藻砂屑灰岩、高台组含粘土

表 1 云台山景区峰丛—峰林样品主量化学成分(%)  
Table 1 Chemical contents of samples of Yuntaishan peak cluster-peak forest

Sample	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	MnO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	TiO <sub>2</sub>	L. O. I	TOTAL
YT-1H	2.56	0.64	0.52	21.778	30.621	—	0.328	0.006	—	0.045 9	43.72	100.22
YT-2H	3.68	1.09	0.35	27.136	30.529	—	0.255	—	—	0.139 5	37.3	100.48
YT-3H	1.81	0.24	0.31	21.544	31.822	—	0.026	0.005 4	—	0.034 1	44.36	100.15
YT-4H	3.09	0.8	0.29	22.375	31.368	—	0.225	—	—	0.083 6	41.98	100.21
YT-5H	1.45	0.47	0.13	25.085	30.753	—	0.047	—	—	0.077 8	42.36	100.38
HC-1H	53.31	16.25	4.8	5.384	2.379	0.117	8.126	0.032	0.093 6	0.819 1	8.348	99.69
HC-2H	1.93	0.63	0.38	24.55	30.743	—	0.136	—	—	0.078 7	42.11	100.55
HC-3H	4.67	1.03	0.47	20.978	29.285	—	0.642	0.011 6	—	0.089 8	43.37	100.55
HC-4H	2.93	0.56	0.29	20.275	31.861	—	0.224	0.006 7	—	0.044 6	44.02	100.21
SM-1H	4.59	1.07	0.52	—	49.693	—	0.551	0.009 9	0.009 9	0.018 8	43.33	99.8

质粉—微晶白云岩、粉—微晶白云岩和石冷水组的细—粉晶藻砂屑白云岩、亮—泥晶(重结晶)藻鲕粒藻砂屑白云岩、角砾状泥晶白云岩、残余藻砂屑白云岩。岩石结构特征主要见两种:颗粒结构和晶粒结构。

##### (1) 颗粒结构

颗粒类型见藻内碎屑和藻鲕粒,为沉积期同沉积形成。受成岩作用的影响,大部分碎屑颗粒内部结构遭受破坏,仅保存其外形轮廓(见照片 2);此外,成岩作用阶段因胶体物质脱水收缩,使原来的岩石破碎,破碎角砾再经胶结成同生角砾岩;同生角砾岩在峰丛—峰林中极为发育,并且崩塌后堆积于峰丛—峰林基座下。

藻内碎屑:主见。粒度均 $<2.00 \sim 0.06$  mm,属砂屑级藻内碎屑;为蓝绿藻及其分泌物粘结方解石质灰泥在塑—半塑性条件下在盆内打碎并沉积而成。藻内碎屑形态主要见两种:一种具变形特征,以勾链状、竹叶状(见照片 1)主见,次圆状和圆状次见,成分白云石结晶粒度 $<0.004$  mm,泥晶级;它形,粒状;另一种则呈次圆状、圆状、极圆

状(见照片 2),磨圆度和分选性均良好;成分白云石结晶粒度 $<0.25 \sim 0.03$  mm,细—粉晶级,自形—半自形;由较细级白云石晶粒重结晶而来;故岩石亦可定名为残余(藻)砂屑白云岩(见照片 2)。

藻鲕粒:次见。粒度多 $<0.50 \sim 0.06$  mm,呈次圆状、圆状,圆度和分选性均良好。多为薄皮鲕、放射鲕、偏心鲕,正常鲕和复鲕少见。鲕核由结晶粒度 $<0.004$  mm 泥晶级白云石组成,圈层由明层(由结晶粒度 $<0.06 \sim 0.004$  mm 粉—微晶、放射状、粒状白云石构成)和暗层(由蓝绿藻及其分泌物粘结结晶粒度 $<0.004$  mm 泥晶白云石构成)相间组成。

同生碎屑:以粒度 $<30.00 \sim 2.00$  mm(手标本测量)砾屑级同生碎屑主见, $<2.00 \sim 0.06$  mm 砂屑级同生碎屑次见;砾屑级同生碎屑/砂屑级同生碎屑约 7/3;同生碎屑岩性为泥晶白云岩(见照片 3)。呈棱角状、次棱角状;边缘不整齐,大小不一,相互之间具“短”距离位移,具可拼合性。展布不显方向性。

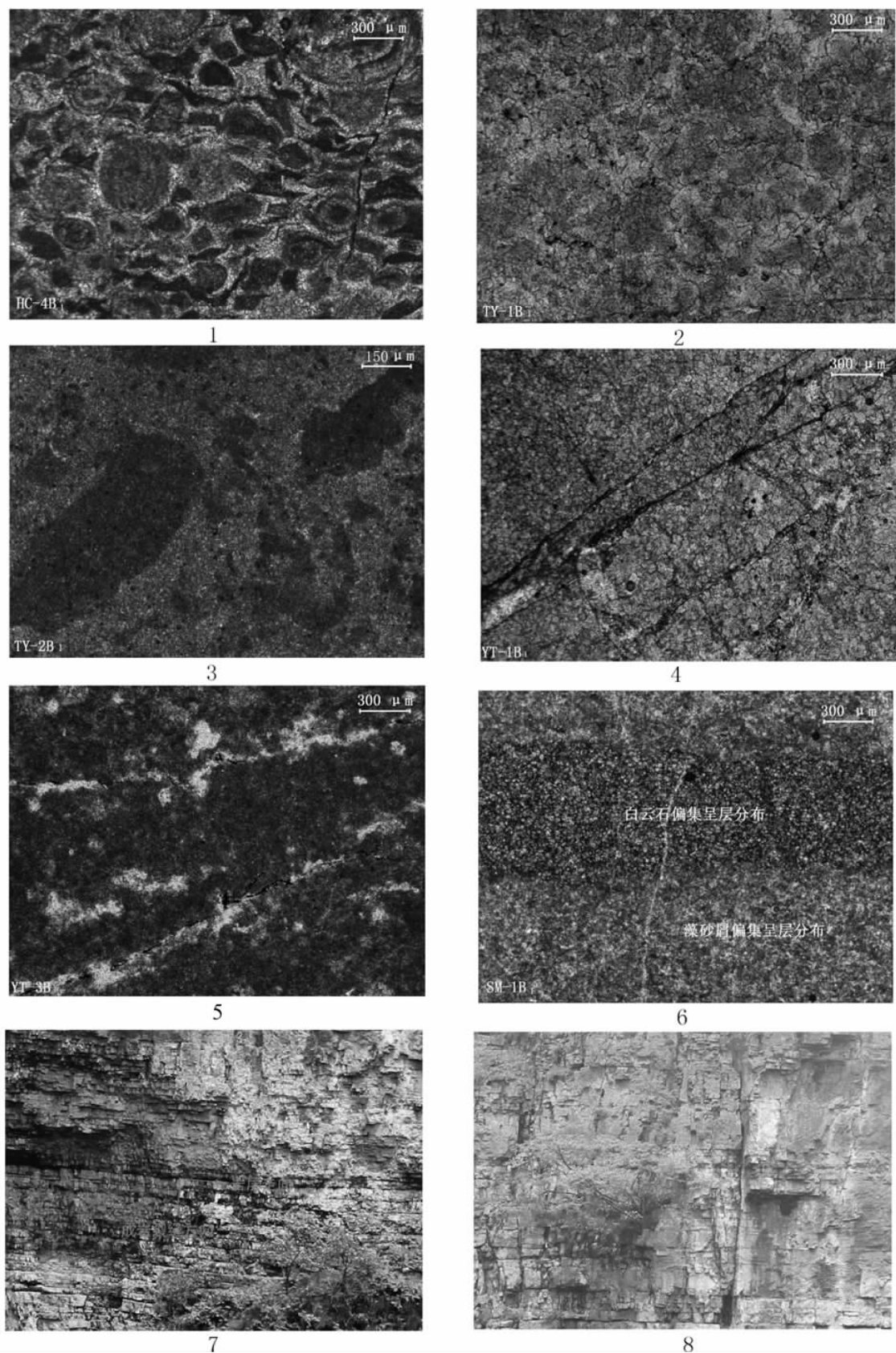


图2 云台山峰丛—峰林白云岩微观和宏观结构构造特征

Fig.2 Structural characteristics of dolomite micro-macro structure of Yuntaishan peak cluster-peak forest (单偏光;照片1,2,4,5,6,物镜5×,目镜10×;照片3,物镜10×,目镜10×)

填隙物:颗粒之间填隙物成分为白云石,以重结晶白云石主见,结晶粒度 $<0.06 \sim 0.004$  mm 亮晶白云石次见;自形一半自形,粒状晶体。藻内碎屑和藻鲕粒分布之处为亮—泥晶(重结晶)白云石胶结,残余颗粒分布之处为重结晶白云石胶结,而同生角砾则为微—泥晶白云石胶结。

### (2) 晶粒结构

样品基本上由晶粒白云石组成(见照片4)。以结晶粒度 $<0.03 \sim 0.004$  mm 微晶级白云石主见, $<0.06 \sim 0.03$  mm 粉晶级白云石次见, $<0.25 \sim 0.06$  mm 细晶级白云石极少见;微晶级白云石/粉晶级白云石约 7/3;自形一半自形,粒状晶体。样品见少量陆源碎屑零散分布于白云石基底中。

## 3.3 岩石构造

### 3.3.1 构造

景区内岩石构造特征见层纹—条纹—条带—薄层状构造、厚层状构造、瘤状构造和缝合线构造。

(1) 层纹—条纹—条带—薄层状构造、厚层状构造、瘤状构造样品中表现为不同成分即颗粒白云岩(颗粒和填隙物)、晶粒白云岩(晶粒白云石和泥质、陆源碎屑)各自顺层偏集分布(见照片6),使样品呈厚 $<1.00$  mm、 $1.00 \sim 5.00$  mm、 $<5.00 \sim 10.00$  mm、 $>1.00$  cm 层纹—条纹—条带—薄层状、厚层状产出,局部呈瘤状产出。

### (2) 缝合线构造

缝合线构造在成景岩石中较为发育,即成岩过程中受压溶作用的影响,形成狭窄的锯齿—波峰状溶解裂隙构造<sup>[6]</sup>,无选择性地分布于样品中。缝合线处见少量铁泥质和陆源碎屑充填。

### 3.3.2 孔隙

#### (1) 孔洞

成景白云岩孔洞类型主要见及晶间孔、粒间孔、粒间溶孔、粒内溶孔、晶间溶孔等。晶间孔为主要类型之一,主要表现为微—泥晶级晶粒白云石之间的孔隙(见照片3,5),重结晶作用改造了晶间孔隙,使原来的微—泥晶级白云石重结晶成较粗的细—粉晶级白云石(见照片2,4,6),相应的晶间孔隙也由微—泥晶级晶间孔隙扩展成细—粉晶级晶间孔隙;增大了岩石的孔隙度。粒间溶孔、粒内溶孔和晶间溶孔为成岩后期溶蚀作用的产物,多沿溶解方向分布于岩石中(见照片5),大部分被次生方解石充填,导致该类孔隙之间的连

通性较差。

### (2) 裂隙

峰丛—峰林白云岩发育裂隙类型主要见成岩裂隙、压溶裂隙和溶蚀裂隙,其中成岩裂隙最为发育。成岩裂隙为成岩过程中因胶体物质脱水收缩而成的裂隙<sup>[6]</sup>,在成景岩石中表现为产状垂直于地层走向,或者与地层走向呈高角度斜交;裂隙的发育程度与岩层厚度相关,在毫米到厘米级层厚内最为发育(见照片7),薄层—中厚层—厚层岩层中发育程度偏次(见照片8),导致成岩裂隙越发育之处,其连续性越差;横、纵向延伸越小(一般在数公分以内),岩石破碎程度越强烈(见照片7);反之,层厚较大之处成岩裂隙连续性较好,且延伸也较远,岩石破碎程度相对要弱(见照片8)。受压溶作用影响形成的锯齿—波峰状裂隙,多被砂泥质充填,连通性较差。地表水顺着成景白云岩刀砍纹、岩石节理垂向渗流,溶解和潜蚀,把原有的成岩裂隙、压溶裂隙扩大化、加深化,同时带出裂隙中的填充物和溶解物质,形成裂隙网。

区内受加里东期和海西—喜马拉雅山期构造运动的影响,褶皱和断裂极为发育,形成了北北东向最为发育、北东向和近东西向次级发育的共轭节理。同时,重新改造了岩石的孔隙构造,由原来不规则、连续性极差、横纵向延伸较小的次级裂隙发育成较大级裂隙,原生孔洞、沟槽、微型溶蚀通道迅速扩展贯通成连通性极好的较大级孔隙网。表现为孔隙的纵向由原来的数公分、数米延伸至数十米甚至更远,横向由几厘米加宽至几公分宽或更宽(见照片8)。构造运动增强了岩石的破碎程度,为岩溶成景提供了最有利的地质条件。

## 4 岩石特征对成景的意义

区内喀斯特地貌相对单一,其控制因素除了受外部因素(包括气候、降雨等因素)的影响外,内部因素起着决定性作用。内部因素包括发育喀斯特地貌岩石的溶解度、岩石的矿物组成、结构构造和岩石的孔隙发育程度等。

### 4.1 岩性对成景的意义

区内成景岩性基本上为白云岩。在岩石其它性质相同的情况下,大气水中石灰岩的溶解度要比白云岩的溶解度大几个数量级;在常温常压酸性介质中,碳酸盐岩的溶解速率随着方解石的含

量的增加而增加,随着白云石含量的增加而降低<sup>[6]</sup>。在常温下白云岩的岩溶能力较灰岩的岩溶能力要弱得多,相对于类型多样的灰岩喀斯特地貌来说,景区内白云岩喀斯特地貌相对单一,以峰林—峰丛谷地、峰丛浅洼地为常见,地下河、地下溶洞等地貌极少见及。

## 4.2 孔隙对成景的意义

孔隙是成景的必须条件之一,原生孔隙使岩石具备岩溶的基本条件,区内构造运动促进了原生孔隙的发育,为成景创造了必要条件;同时,孔隙的发育程度直接制约了喀斯特地貌的规模。

机械崩塌是区内成景的一个显著特征,北北东向、北东向和近东西向的共轭节理,使岩石被切割成密集相间的菱形块体<sup>[5]</sup>,流水顺着菱形块体间的节理缝潜蚀,再经风化剥蚀,使岩石沿着剥蚀面崩塌、剥离,形成现今的峰丛—峰林雏形。由于菱形石墩的次一级裂隙产状差异,并且发育程度不同,流水的地质作用将菱形石墩雕塑成形态各

异、栩栩如生的峰丛—峰林地貌。

### [参考文献]

- [1] 李世奇,熊康宁,等. 世界自然遗产提名地施秉喀斯特地貌及其演化[J]. 贵州师范大学学报(自然科学版),2012,(3).
- [2] 地质部贵州省地矿局 108 队. 1:20 万镇远幅区域地质测量报告书[R]. 1965.
- [3] 艾合买提江·阿不都热和曼,等. 碳酸盐岩裂隙与岩溶作用研究[J]. 地质论评,2008,54(4):485-493.
- [4] 唐云松,陈文光,朱诚. 张家界砂岩峰林景观成因机制[J]. 山地学报,2005,23(3):308-312.
- [5] 陈安泽,等. 中国喀斯特石林景观研究[M]. 北京:科学出版社,2011.
- [6] 马永生主译,(德)福里格著/碳酸盐岩微相:分析、解释及应用[M]. 北京:地质出版社,2006.
- [7] 刘再华,W,Dreybrodt,李华举,等. 灰岩和白云岩溶解速率控制机理的比较[J]. 地球科学——中国地质大学学报,2006,31(3),411-416.
- [8] 桑琴,黄静,等. 蜀南地区茅口组古岩溶地貌与缝洞系统发育关系研究[J]. 中国岩溶,2012,31(2),212-219.

## Rock Characteristics and Landscape Genesis Significance of Yuntaishan Peak Cluster-Peak Forest in Guizhou

LONG Jian-xi<sup>1,2</sup>, QIAO Wen-lang<sup>2</sup>, WANG Bo<sup>2</sup>, LIU Zhen-cai<sup>2</sup>

(1. Mining College of Guizhou University, Guiyang 550025, Guizhou, China; 2. Guizhou Academy of Geologic Survey, Guiyang 550005, Guizhou, China)

[Abstract] The genetic rocks of Yuntaishan peak cluster-peak forest mainly are dolomite and calcite dolomite, limestone can only be found in the foundation of peak cluster-peak forest. The structures of genetic rock mainly are particle and grain. The grain structure and particle structure distribute along the stratum unevenly on the space. Additionally, the pore of dolomite developed and has 2 kinds: pore space and fracture, the regional structural movement changed the original pore, widened and deepened its vertical and horizontal distribution, strengthened the pore connectivity, the former thin pores threaded together to be thick pores, then the landscape formed by water corrosion and mechanical collapse.

[Key words] Yuntaishan peak cluster-peak forest; Dolomite; Structure; Pore