

文章编号:1001—4810(2000)01—0013—08

贵州荔波岩溶洞穴发育特征^{*}

张美良^①, 林玉石^①, 冉景丞^②, 陈会明^②

(^①中国地质科学院岩溶地质研究所、岩溶动力学开放研究实验室, 桂林 541004;
^②贵州茂兰国家级自然保护区管理处, 荔波 558400)

摘 要:荔波位于云贵高原岩溶向广西岩溶丘陵和孤峰岩溶平原过渡的岩溶斜坡地带。区内岩溶洞穴极其发育, 岩溶洞穴(在时空分布上受区域碳酸盐岩地层分布的控制, 表现出对地层岩性的选择性和洞穴发育的成层性特点, 岩溶洞穴的发育规模、方向明显受断裂、裂隙构造的控制, 表现出极强的方向性。本文主要依据洞穴的形成条件、洞穴空间展布的控制特征以及洞穴沉积物的特征等, 论述了区内岩溶洞穴的发育特征。

关键词:岩溶洞穴; 发育特征; 贵州荔波

中图分类号:P931.5 **文献标识码:**A

0 前 言

荔波位于云贵高原岩溶向广西丘陵岩溶和孤峰岩溶平原的过度渡带, 处于岩溶斜坡上缘。区内岩溶极其发育, 岩溶形态多种多样, 锥峰尖削而密集, 洼地深邃而陡峭, 峰洼层层叠置, 呈现出峰峦叠嶂的岩溶地貌景观。岩溶地貌以峰丛洼地为主, 局部区为峰林谷地。其间山峦(地势)西高东低、北高南低, 溶峰与洼地伴生的交织的山川格局, 由西北向东南有序降落, 其中, 最高为西部更顶山海拔 1666m, 其次为北部的仙人山海拔 1386m, 西部岩溶山峰海拔一般为 900~1170m, 洼地海拔 670~800m; 东部岩溶山峰海拔一般为 700~1000m, 洼地海拔 460~700m。东、西部地形高差为 170~200m。它们构成了 1000~1200m、800~900m、660~760m 和 600m 以下四级岩溶台面。区内地表河主要有漳江和地峨大河两大河流, 两河由北向南流, 纵贯全区, 于漳江的王蒙河段汇成打狗河, 流出区外汇入红水河。两河谷的两侧有水甫—水江、尧排龙泉、水拔、水利下水龙、板尧田坝、甲良荡多洞、水浪、永康拉台、水尧和瑶兰河等 10 余条地下河支流, 多以伏流为主, 其间明流段或间歇性河段都很短, 多为伏流洞道的局部出露段, 其间跌水、残存陡坎、垂向洞道较多, 多数支流亦反映北高南低的趋势。

^{*} IGCP359-国家自然科学基金资助(49632100)
第一作者简介:张美良,男,1956 年生,高工,1980 年毕业于北京大学地质系。
收稿日期:1999—10—15

1 成洞条件

1.1 气候和生态环境

据长观资料,荔波多年平均气温 18.2℃,年平均降雨量 1370.3mm,年平均相对湿度 80%。而其间的茂兰岩溶森林区,年均气温 15.3℃,年均降雨量 1752mm,年均相对湿度 83%,属亚热带温湿气候^[1]。洞穴盖层植被较好,虽然有少量耕作区或草坡地,但昔日亦属茂密的常绿阔叶混交林区(是近几十年间消退的)。有利的气候条件和良好的植被环境有利于岩溶洞穴的形成、演化。

1.2 地层与岩性

区内出露地层有泥盆系—三叠系,岩性以碳酸盐岩为主,其中夹有四层非碳酸盐岩(厚度<100m)。碳酸盐岩厚度大、分布广,全县面积 1893.73km²,碳酸盐岩面积占 77.58%,仅石炭—二叠系的碳酸盐岩厚度就达 1200~3360m,其中间夹上二叠统、下二叠统和下石炭统的中上部含煤层、砂页岩和炭质页岩夹层,夹层厚 6~71m,一般 10~40m。碳酸盐岩质纯,特别是下二叠统茅口组灰岩和中上石炭统的马平灰岩,它们呈中厚层间夹中薄层状,利于洞穴化,形成高大的和迷宫型洞穴。此外,该岩组中常有白云岩或白云岩化灰岩夹层或透镜体、燧石结核或条带,易造成不均一溶蚀、侵蚀冲刷作用和坍(崩)塌,加速扩大洞穴空间,形成洞厅或宽敞洞道。而三叠系和泥盆系的碳酸盐岩厚度小或分布范围窄,仅局部影响洞穴系统向纵深发育。

1.3 构造

荔波位于黔南南北向构造带,自加里东运动形成南北向构造雏形,海西运动期由南西—北东向的岩相差异,渐转为东西向构造的岩相差异,印支运动上升成陆,使南北向构造定型,形成轴向南北、彼此平行的箱状背斜或复式背斜和隔槽状向斜,并伴生大规模近南北向压性断层和北西西向张性断层及北西向、北东向剪裂隙,构成背斜高山、向斜低谷的南北向构造框架,成为区域岩溶特别是洞穴发育的基本框架^[2]。

燕山运动以来,断块构造运动强烈,形成(北东、北西)次级褶皱、断裂,复合叠加于南北构造带中,从而更有利于洞体的发育和演化。

区内主要褶皱构造有:方村向斜、周覃—水浪背斜、荔波向斜、水尧—劳村背斜和茂兰向斜等,呈近南北—北北东向展布;主干断裂主要有:甲良—大坡、方村—板潭、水利—水浪、荔波断裂等(图 1),呈近南北—北北东向展布,属压扭性断裂构造,具有多期活动特征。这些主干断裂呈断裂破碎带、裂隙密集带、褶皱破碎带、地层陡立或倒转碎裂带等形式断续出露,其配套的北西西向张性断裂和北西、北东向扭破裂普遍发育。燕山运动使主干断裂及其配套断裂进一步发育,有的力学性质转变,有的被 N60~80E 压扭性断裂复合、叠加于北西西向张裂隙,形成近东西向区域性断裂组,近南北向轴部构造和主干断裂以及近东西向的区域性断裂,奠定了岩溶水运动的空间格局,为岩溶洞穴的进一步发育和演化提供了优越的条件。

2 洞穴的分布特征

荔波地区岩溶极为发育,据探险和调研查明的岩溶洞穴达 50 多个(图 1),以有一定规模的中型或大型洞穴和地下河系统为主,如大七孔洞穴系统,长大于 5000m,高 20~70m,宽 5~60m;水浦—水江大洞长大于 4300m,宽 3~40m,高 3~50m;下水龙洞、尧排洞和拉台洞等

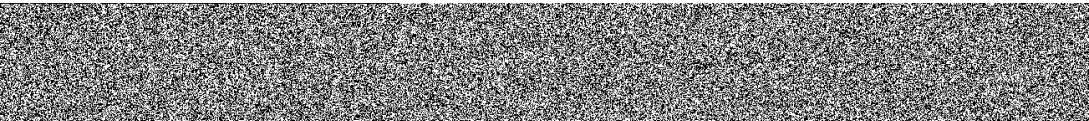


图 1 荔波岩溶地质图

Fig. 1 Karst geological map of Libo county

1. 地质界线;2. 断裂;3. 洞穴;4. 地表河流;5. 峰体及标高;6. 公路;7. 第三系粉砂岩、页岩和底砾岩;8. 三叠系页岩、粉砂岩,底部夹薄层灰岩;9. 二叠系,上统灰岩、泥质灰岩,底部夹炭质页岩和砂岩,下统灰岩;
10. 石炭系中上统,上部灰岩,下部白云岩;11. 石炭系下统灰岩、白云质灰岩,下部为炭质页岩、粉砂岩夹
万方数据 煤层;12. 泥盆系上部碳酸盐岩,下部为砂岩和底砾岩;13. 寒武系白云岩

均大于 1000m。洞穴表现出极强的选择性和方向性。

2.1 选择性

据统计,在已调研的 50 余个洞穴中,发育于下石炭统上部的白云岩、灰质白云岩夹灰岩中的洞穴有 8 个,占洞穴数的 16%;产于中上石炭统马坪纯灰岩和黄龙(生物碎屑)灰岩、白云质灰岩、白云岩中的洞穴有 28 个,占洞穴总数的 56%;产于下二叠统茅口组层、块状灰岩中的洞穴有 14 个,占总数的 28%。由此可以看出,岩溶洞穴产出的层位与岩性密切相关,下二叠统茅口组和上石炭统马坪群灰岩质纯、层厚,是区内洞穴产出的主要层位,也是大型洞穴或迷宫型洞穴和地下河系的主要发育层,如大七孔洞穴系统(>5000m)、水浦—水江大洞(>4300m)下水龙洞、尧排洞、拉台洞、董哥洞和瑶所地下河系(>1000m)等。

2.2 方向性

岩溶洞穴群体主要分布在方村向斜、荔波向斜、茂兰向斜等构造区,总体呈北北东向的条带状展布。岩溶洞穴的单体是岩溶地下水沿断裂、裂隙溶蚀、侵蚀扩大的结果,其洞穴的发育规模、方向则明显受断裂、裂隙展布方向的控制。据 50 个洞穴统计,区内主洞道的展布方向以北北东向为主,其次为北东向、北东东向和北西—东西向,如水浦—水江洞穴系统,主洞道呈北北东向,支洞近东西向,局部呈近南北向转折,或具网络状;垌塘乡董哥洞,主洞道长 1100m,宽 5~40m,高 3~20m,主要洞道呈北北东—北东向,局部北西西、北东东向转折,构成层楼式网络状洞穴系统(图 2)。本区洞穴的展布,无论是在单体洞穴形态的延伸方向或是组合排列方向,均与构造破裂(碎)带方向一致,表现出极强的方向性。

2.3 洞穴的成层性

区内岩溶洞穴的发育常常与河谷阶地、剥蚀面具有对应性的分布规律,在垂向分布上呈现出多层性特征。岩溶洞穴层发育的相对标高分别集中在 900~800m(如甲歹洞 900m、甲良黑洞 850~900m、董红洞 840m)、700~650m(拉台洞 670m、董哥洞上洞 660m、神仙洞穿洞 650~700m)、580~520m(董哥洞中洞 580m、洞上洞 560m、龙泉洞上洞 520m)和 500m 以下等四个高度上;与之相对应的剥蚀面标高分别为 1200~1000m、900~800m、700~600m 和 600m 以下等四个层。反映构造运动具阶段性的相对稳定和相对活动的规律。

岩溶洞穴不仅在区域垂向上表现出层状分布的特征,而且在同一岩溶洞穴中也具有这一特征,如董哥洞、金狮洞、水浦—水江洞、板潭—大七孔、龙泉洞和拉台洞高大洞穴都具有(双或三层)层状结构。其中以垌塘乡董哥洞穴系统最为典型,该洞穴发育有二或三层水平延伸的洞穴,上层标高为 660~650m,中层标高为 580~550m,下层标高为 500m 左右,为地下水排泄通道;中上层洞穴由一约 80~60m 深的斜井连接,中、下层洞穴由一约 60m 深的竖井或斜井连通,构成层楼式的洞穴结构(图 3)。

3 岩溶洞穴沉积物特征

岩溶洞穴是岩溶地下水沿碳酸盐岩中的断裂、裂隙溶蚀、侵蚀扩大的结果,是赋存于地下岩石圈中一种结构复杂的空间,也是岩溶沉积堆积物——固体、气、液体物质迁移和运输的通道和聚集场所。荔波岩溶区,岩溶沉积建造和洞穴沉积堆积很发育,根据洞穴沉(堆)积物的物质成分、沉积堆积环境以及形态组合特征等,可将洞穴沉(堆)积划分为:化学沉(淀)积、流水机械沉积和重力崩塌堆积等三大类^[3,4]。



图 2 贵州荔波茂兰林区董哥洞洞穴系统平面图

Fig. 2 Plane of Donggedong cave system, Libo county

1. 第四系洞穴沉(堆)积物; 2. 中—上石炭统灰岩、白云岩化灰岩; 3. 石笋; 4. 石柱; 5. 钟乳石; 6. 壁流石; 7. 洞底流石坝、穴球层; 8. 流石坝、穴珠池; 9. 流石坝、钙华、粘土层及其台面陡坎; 10. 钙华粘土层; 11. 碎石、钙华层碎块; 12. 巨砾块(体); 13. 笋状云盆; 14. 消水洞; 15. 塌陷坑; 16. 陷阱(竖井); 17. 洞道; 18. 石笋样及其编号; 19. 实测点及编号; 20. 洞口人工土墙、石墙



图 3 荔波茂兰董哥洞层楼状洞穴剖面图

Fig. 3 Sketch section of layered Donggedong cave, Libo county

1. 灰岩; 2. 洞道; 3. 地下河道; 4. 流石瀑布; 5. 洞穴底板标高

3.1 化学沉(淀)积

化学沉积物是本区各大洞穴中分布十分广泛、普遍的沉积物,其中以碳酸盐岩沉积物最为发育。由于水动力条件的差异,岩溶洞穴中发育有各种类型的沉积物,千姿百态,形态各异,如滴水沉积的石笋、石柱和钟乳石等;流水沉积的石幔、石帘、流石坝、流石瀑布和钙华板等。其中石笋(石柱)、壁流石或流石坝和流石瀑布等是区内最具特色的洞穴沉积物。最典型是垌塘乡的董哥洞穴系统,中层洞穴底板主要为流石坝沉积,石坝长 5~40m,高 20~50cm,宽 5~60cm,中上层洞则由高 40~50m(斜井)的流石瀑布连接,组成层楼式洞穴系统;其次为大七孔、董红洞、龙泉洞穴系统等。滴石类碳酸盐沉积物常常与洞穴顶板的构造裂隙走向一致,显示出构造裂隙对洞穴沉积物分布的控制作用。

3.2 流水机械沉积

这类沉积物在区内各大型洞穴中较发育,主要由砂砾石类、亚砂—亚粘土类和粘土钙华互层组成。砂砾石类主要为地下河床沉积,有近源的碳酸盐岩砾石,也有来自远处非碳酸盐岩区的碎屑岩砾石沉积,如大七孔地下河、水浦—水江地下河等,无论是在上层洞道还是现代地下暗河的沉积物中,除了有灰岩砾石外,还有大量的砂岩砾石;亚砂—亚粘土类沉积在区内洞穴中,分布较普遍,在各大洞穴中均可见及。

3.3 洞穴崩塌堆积

本区岩溶洞穴的崩塌现象比较普遍,尤其在各大型洞穴中均有崩塌堆积物的分布,如尧棒甲歹洞、衙门洞、董哥洞、大七孔和甲良荡多洞等,有较多崩塌大岩块及少量化学沉积物坍塌堆积。其中最典型是尧棒甲歹洞,洞顶大量岩块坠落,洞底坍塌陷落,洞道底部为巨大崩塌岩块所覆盖,岩块堆积如山,造成洞底凹凸不平,堆积高度几米至十几米不等,岩块直径从十几厘米到数米,最大达十多米,岩块呈方形、长方形及不规则状,棱角明显,大小混杂堆积,形成架空构造,分选和磨圆,未经流水改造,属就地坍塌堆积。

4 洞穴的形成与演变

区内洞穴大体经历了洞穴→洞穴层→洞穴系统的演化过程,而层楼式的洞穴结构则是本区岩溶洞穴长期演化的结果。

根据区内洞穴层的分布高程、残留洞道形态和层状洞穴上、下串通以及伴生的不同洞穴沉积物类型等,表明洞穴发育演变具多阶段性,反映四个演变时期,相应形成早、中、中晚、晚期四个洞穴层。

早期洞穴层:高层洞穴,标高 750~800m,属白垩纪时期形成的洞穴,这时期的洞穴经历多次构造运动,洞体不断破坏,仅保留残存洞道和少量白垩纪的红色沉积建造或洞穴沉积物,如水利板尧干哑洞,上层穿洞(标高 840m),由台阶状斜井连通的下层洞(标高为 780m),在其洞口有红色岩溶沉积建造;又如板潭白鹇洞,标高 735m,洞长约 40m,宽 2~6m,高 2~5m,呈北东 40°方向延伸的残留洞道,洞内保存有 3~4m 厚的黄色、白色钙华层,洞口附近有白垩纪的红色沉积建造及黄色沉积建造。此外,据北东部白鹇湖湖底残留的洞穴沉积物以及附近断续残留红色岩溶建造及黄色、白色的洞穴沉积物可以推测,早期白鹇洞与北东部的白鹇湖的湖底应为同一洞穴系统,因晚期整个洞道遭到破坏,北东部洞穴坍塌、淤积形成白鹇湖,西南部则残留白鹇洞,并构成现今的高分水岭地带。

中期洞穴层:标高 650~680m,属第三纪形成的洞穴,这时期形成的洞穴,洞体规模大,连通性好,洞穴沉积物不多,以钙华、壁流石堆积为主,代表性的洞穴有鸡鲁大崖洞(标高 650m)、洞腮黑洞和神仙洞—穿洞(标高 660~680m)以及董哥洞的上层洞(标高 660m)等,为一相对稳定的成洞期,这一时期的洞穴层破坏较大,仅保存了部分洞道。

中—晚期洞穴层:标高为 580~520m,属第四纪早、中期形成的洞穴,洞体规模巨大,连通性极好,并通过斜井与中期的上层洞穴层以及晚期的下层洞穴层连通,显示多层结构,洞穴沉积物较多,早期为粘土—钙华堆积,晚期以滴石类、流石类等化学沉积为主,常堵塞裂隙状洞体。代表性的洞穴有董哥洞的中层洞(标高 576m,3 号石笋形成年龄为 16.33~9.1 万 a)、垌塘的大竹洞和茶山洞(标高 580m,这一时期是区内最稳定的成洞期以及洞穴沉积物的形成期,这期洞穴有继承性发展的,也有新生发育的,并与早中期洞穴构成复合型洞穴系统。洞穴层和洞体都是多层结构,通过竖井或斜井连接中、上层洞,且多为干洞,仅局部有间歇性水流,通过连通不好的溶隙或塌陷坑下渗排泄。

晚期洞穴层:标高小于 500m,属第四纪晚期形成的洞穴,洞体规模大,形态复杂,逐渐演变成树枝状或网络状洞道,以地下河洞穴系统为主,是岩溶水的主要排泄通道。洞道内重力崩积、塌积物发育,渗水、滴水处的钟乳石、石幔和流石坝(田)、钙华等仍在生长中。地下河道内溶潭多、局部为余水洞段,溶缸、冲磨蚀坑保存完好,河道旁则砂砾卵石层分布广泛。这时期形成的洞穴,以大七孔地下河、茂兰瑶所、板寨地下河为代表,显示地下河系是沿早期洞道的下切,或陷落坑的改造,继承性发展、演化而成。

5 结 语

万方数据

荔波岩溶洞穴的形成,反映了高原岩溶斜坡地带层状复合型洞穴系统的特征,也反映成洞

的成层性和方向性特征。其洞穴发育的有利条件表现在：

(1)成洞的碳酸盐岩分布广,岩层厚 1200~3360m,其中易洞穴化的马平灰岩和茅口灰岩质纯,层厚,层下都有薄层非碳酸盐岩阻水层垫托,易促进强洞穴化,此外,碳酸盐岩层组间夹层,组合适当,有硅质结核、团块或薄层,利于拓宽和扩大洞道。因此,区内分布的高大层楼式洞穴系统和迷宫型或网络状洞穴系统,主要发育在这两层纯质灰岩中,表现出对碳酸盐岩地层岩性的选择性特征。

(2)地质构造是岩溶洞穴发育的重要基础,区内近南北向褶皱、断裂框架长期稳定故洞穴的主洞道主要呈近南北或北北东向展布,支洞道呈近东西或北西西向基本不变,而两组北东、北北向配套破裂则是主、支洞道呈北东向、北北向局部转折发育的方向,所以,岩溶洞穴的展布方向表现出极强的方向性特征。断裂构造的多期活动和复杂的局部构造,有利于岩溶洞穴向纵深发育和网络化或系统化,所形成的层状复合型洞穴系统与断裂构造系统具有一致性的特点。

(3)气候、地质环境、生态以及现代各种自然条件,均使区内岩溶洞穴发育具有突出的优势。

参考文献：

[1] 甘天箴等. 茂兰喀斯特森林气候考察报告[A]. 茂兰喀斯特森林科学考察集[C]. 贵州人民出版社,1987.
[2] 高道德等. 黔南岩溶研究[M]. 贵州人民出版社,1986.
[3] 张美良. 桂林市水南洞洞穴发育特征[J]. 中国岩溶,1998,17(1):33~41.
[4] 张世丛. 黔南岩溶发育规律的探讨[J]. 中国岩溶,1984,3(2):34~47.

THE CHARACTERISTICS OF KARST CAVES
DEVELOPMENT IN LIBO, GUIZHOU

ZHANG Mei-liang^①, LIN Yu-shi^①, RAN Jing-cheng^②, CHEN Hui-ming^②

(^①*Institute of Karst Geology, CAGS, Guilin 541004, China;*^②*The Management
of Maolan National Nature Reserve, Libo, Guizhou, 558400, China*)

Abstract: Libo is located in the geomorphological slope zone from the Yunnan-Guizhou plateau to the karst hill and the karst isolated plain of Guangxi. Karst caves develop very well in the area. The distribution of the karst caves are controlled by the spacial distribution of carbonate rocks in the region, which is shown by the selective features to strata or lithology, and the layered characteristics of the karst caves. The size and the orientation of the karst caves are obviously controlled by fractures and fissures. Based on the forming conditions and the controlling factors on the space distribution and the sedimentary-accumulative formations in the caves, the characteristics of the caves development in the area are discussed in this paper.

Key words: 岩溶洞穴发育; Libo of Guizhou