

隆林海子洞洞穴特征及其罕见的洞穴沉积物*

Features and Rare Formations of Haizi Cave in Longlin

朱学稳 闫志为 韩道山 朱德浩 张远海
Zhu Xuwen Yan Zhiwei Han Daoshan Zhu Dehao Zhang Yuanhai

(中国地质科学院岩溶地质研究所 广西桂林市七星路 50号 541004)
(Institute of Karst Geology, CAGS, 50 Qixinglu, Guilin, Guangxi, 541004, China)

摘要 海子洞是一个水、旱兼备的溶洞,西北距隆林天生桥水电站 17 km。该洞发育起于第四纪更新世早期或中期,属流入型地下河溶洞。该洞平面上由主洞和若干支洞组成,立体上为上下 4 层洞道构成;全长 2 201.2 m;洞穴最高处近 55 m,宽几米到 20 余米,最宽处达 60 多米;平面投影面积 3 万多米²。洞内的莲花盆、花瓣状石笋、穴圈、泥钟乳石在国内外均具有稀有与珍稀的地位;其中莲花盆,个体直径大,晶莹剔透,亮丽非凡,组合景观集中,可谓“世界第一莲花盆”。

关键词 溶洞 海子洞 洞穴特征 莲花盆 穴圈 泥石钟乳
中图法分类号 P 642.251

Abstract Haizi cave contains both water and dry passages, and is 17 km northwest to the Tian-shengqiao hydroelectric station in Longlin County, Guangxi, southern China. Haizi cave originated in the early or middle stage, Pleistocene, Quaternary, and is a kind of afflux underground river cave. The cave is 2 201.2 m long, and consists of a main passage and several sub-passages, which distribute in four layers vertically. Inside the cave, the highest point is about 55 m; the max. width over 60 m, general from several meters to over 20 meters; the plane projective area more than 30 000 m². Lotus, petalled stalagmites, cave rings and mud-layered stalactites in the cave are seldom seen, and precious at home and abroad. Single lotus is longer in diameter, with sparkling crystal-clear, beautiful, and the grouped scenery concentrated and splendid. It is called number one lotus in the world.

Key words karst cave, Haizi cave, cave features, lotus, cave ring, mud stalactite

1 地理地质背景

隆林各族自治县地处广西西北部,位于滇黔桂三省交界处,北隔南盘江与贵州省相望,西经广西西林县与云南省相邻。海子洞属隆林县北西部南盘江右岸(南岸)的天生桥镇,北西距天生桥一级水电站 17 km,南东距隆林县城新洲镇约 26 km。

海子洞一带为云贵高原东南延伸部分,地质上属南岭东西向构造带的南延部分,近东西走向的安然背斜是本区的主控构造,海子洞即位于该背斜的南翼。山顶海拔高程 1 200 m~1 400 m,在安然村一带最高山峰为 1 476 m。海子洞及其以北主要为由下二叠统(P)质纯层厚灰岩、白云质灰岩组成的岩溶峰丛洼地、谷地地貌;海子洞以南主要为由中、下三叠统(T₁₋₂)砂页岩构成的低中山。海子洞东南侧为一沿 NW 340°方向展布的溶蚀谷地,即海子坝盲谷,受断

层控制,长约 3 km,宽约 350 m,与周围山顶的相对高差一般为 300 m~500 m。底部覆盖第四系(Q)冲洪积粘土和砂砾石。

海子洞岩溶水系统接受大气降水的入渗补给。其汇水范围包括南部碎屑岩和海子坝盲谷及其东西两侧一定范围内的峰丛洼谷地区,约有 10 km²。在海子坝盲谷中形成一条长约 2.5 km 的地表小河。该小河向北西蜿蜒径流,并在海子坝洼地北西侧的落水洞潜入地下,形成海子洞地下河。据 1999 年 1 月 30 日洞内观测,海子洞地下河流量约 0.15 m³/s。最终以地下河出口的形式排泄于北部的南盘江。南盘江构成本区的岩溶水排泄和岩溶发育的控制基准面。由于海子坝盲谷地处分水岭地带,地下水位埋深较浅,一般 1 m~3 m。其水文动态变化较大,并明显受降水控制,常为速涨速消,据洞内调查,其水位年变幅可达 8 m~10 m。

本区属中亚热带季风气候区,年均气温 19℃,多年平均降水量 1 166.5 mm。

2000-09-11 收稿,2000-12-01 修回。

* 广西回国留学人员科学基金(桂科回 9817145)资助项目。

2 洞穴结构与形态特征

海子洞是由其附近地表的海子坝溶蚀谷地的地表水,长期向岩溶含水层流入的条件下形成的,属于流入型地下河洞穴^[1]。海子洞发育应起始于第四纪更新世早期或中期,至今已有一百万年以上的历史。

海子坝谷地的地面水流通过落水洞流入海子洞,该处地面标高约为910 m,另在海子坡村下侧坡上有一旱洞口,标高约935 m,是目前人可直接进入洞内的唯一入口,实质上它是洞道顶部崩塌而成的“天窗”。

海子洞平面上由主洞和若干支洞组成,立体上则为上下四层洞道构成,全长2 201.2 m,洞穴最大高度近55 m,宽一般几米到20余米;最宽处达60多米,平面投影面积3万多平方米。除地下河道外,自南而北自东向西有南支洞、东支1号、东支2号、北支洞和西支1号、西支2号、西支3号(见图1)。洞道轨迹有两处呈十字交叉。按洞底相对高差及洞道形成的新老次序从下向上分为四层洞道。海子洞的各层洞穴通道具有不同的形态特征,鲜明地反映了该洞穴系统的形成历史,生成次序及其相互关系。

第1层为现代地下河主洞道,洞体宽阔高大,横断面形态变化多,属包气带洞穴,洞道宽度10 m~20 m,在与支洞交汇处,宽度35 m~50 m。据主洞穴的规模分析,其作为地下河的主通道,已经在此叠置发育了很长的时间。

第2层有东支1号洞和北支洞。洞底高出地下河最枯水位4 m~7 m。东支1号洞洞顶相对低矮而平整,洞道平直且宽度变化不大,横断面为矩形或箱形,属于沿层面溶蚀的潜流洞穴。洞宽变化于10 m~25 m之间,洞高3 m~6 m,洞顶平整(系岩层层面),其高度接近于洪水线,有大量的泥钟乳石悬挂,其中一部分还直插洞底之淤泥层中,故呈现“地下森林”景象。其东头末端为淤泥及钟乳石类堵塞。北支洞规模较小,断面椭圆,洞道行迹呈蛇曲状,且洞壁流痕鲜明、清晰,说明其发育时间较短,成因属浅潜流带洞穴。今日为现代洪水排水道,洞底高出地下河最枯水位5 m~7 m,洞道宽6 m~7 m,洞高3 m~5 m,洞顶时有泥钟乳石悬挂,也有少数泥石笋形成。洪水自南向北流出,并消失于岩层中。

第3层为东支2号、西支2号、西支3号及南支洞诸洞道。洞底高出地下河最枯水位10 m~26 m,洞道宽5 m~10 m,西支2号和西支3号洞宽至25 m~40 m。不同的地段洞道高度变化较大。东支2号洞是海子洞的唯一入口通道,其东端口部为一斗状塌陷坑。西支

2号洞及西支3号洞均经严重的洞穴母岩崩塌改造,岩块堆积较多。南支洞为一北东~南西向且西段宽6 m~8 m的支洞,由于流石坝的形成,现为一水深60 cm~70 cm的水洞,水体清澈,其东段有大量的滴石与流石生成,坡下有流石坝与汪汪池水,形成“雪松梯田景区”。这几个支洞均已经历了较长的发育时间,经受崩塌与沉积等不同作用的改造,因而各自呈现出的特色差异,主要表现为洞道的高低、宽窄及堆积物的性质与类型差异大、变化多。

第4层是西支1号洞。洞道近南北向展布,洞底高出地下河枯水位31 m~53 m,以高达32 m的陡坎与主洞道相接。洞道宽10 m~30 m,多为15 m~20 m,高3.5 m~15 m。中段有大量崩塌岩块。南段洞底平坦,其上有高大的石笋与石柱,石钟乳、鹅管、石笋、穴珠、石幕、石旗等。平坦的洞底上还有在国内外极少发现的穴圈及花瓣石笋。南端西侧为盛水“莲花池”,东侧为“雪花宫”。在海子洞洞穴系统中该支洞位置最高,形成年代最早。海子洞洞穴系统中最古老的和形态最为奇特、精美的次生化学沉积都保存和出现在这个支洞之内。



图1 莲花台4号池中之莲花盆

Fig. 1 A lotus in the 4th pool of lotus platform

3 洞穴环境要素

由洞穴空气的温度、湿度和成分,空气流动、滴水、泉水和地下河水流活动诸要素构成。洞内气象特征较地表更稳定,并有自洞口向深处随季节有一定变化的特点。洞内空气温度一般相当于当地的年平均温度。地下河的水文特性多与地表水有密切的联系,并具有鲜明的季节性变特征。据1999年11月30日测量,海子洞洞内气温为19.1℃~21.3℃,湿度为85.9%~95.7%。洞口最低温度为13.8℃(当时洞外气温为1℃)。洞口铁门处的洞内空气向洞外流动,风速达1 m/s~1.5 m/s。测量结果表明洞内CO₂含量甚低,在310×10⁻⁶~520×10⁻⁶之间,与洞外空气中CO₂含量接近。说明该洞穴系统与地表环境有良好的物质与能

量交换, 具有优良的洞内环境质量

4 洞穴次生化学沉积物

海子洞洞穴次生化学沉积物的沉积类型有: 重力水沉积中的滴石、流石、池塘沉积、溅水沉积; 非重力水沉积中的毛细水沉积; 滴水与溅水、滴水与池水两类协同沉积^[2]。以协同沉积类最为精彩, 有的是国内外最佳沉积形态, 有的为国内首次发现。特别是第3层洞穴中的洁白莲花盆、棕榈状石笋、花瓣状石笋、梯田状边石坝以及穴圈等皆属于国内或世界级的珍品

4.1 滴石类

滴石类有鹅管和石钟乳。鹅管见于西支1号洞, 长度多在20 cm以内, 数量不多。石钟乳遍布各层洞穴之洞顶, 但以西支1号洞和东支1号洞内数量多而集中。西支1号洞内石钟乳质地较为纯净, 以白色乳房状石钟乳最为引人。东支1号洞和北支洞内的石钟乳由于遭受洪水淹没, 淤泥沉积层直接参与了石钟乳的形成作用, 造成石钟乳的快速生长。据观察, 石钟乳的横断面为较纯的结晶方解石与含钙的淤泥互层, 层厚为0.3 cm~1.2 cm, 而其中的微层则在0.1 cm~0.3 cm。东支1号洞内泥石钟乳大片分布, 并构成国内外少见的泥石钟乳“地下森林”景观, 颇有特色。泥石钟乳生长速度快, 含泥多, 质地疏松, 在自身重量下, 常发生断坠现象

石笋多分布于第2层以上洞穴, 但主要形成于西支1号洞和南支洞东段。西支1号洞洞口有高数米的粗大石笋。南支洞东段石笋在滴溅水的共同作用下, 形成棕榈树状石笋, 色白而质地纯净, 并有各式各样滴水造型, 观赏价值甚高。

石柱相对数量较少, 北支洞及东支1号洞有泥石柱, 西支1号洞口的石柱, 高度达十余米, 甚为壮观。

4.2 流石类

天流石有石带和石旗。线状流水在内倾斜的岩壁上初期形成石带, 继后可发展为石旗, 海子洞多处可见。壁流石有石幕、穴盾等。石幕系片状流水自直立的岩壁上下泻沉积的褶皱幕状流石。分布普遍, 但规模不大。

穴盾是一种特殊的流石类沉积形态。从一定宽度(一般是20 cm~40 cm)的缝隙中渗出水流, 并以此为中心向外环形沉积增长, 最终形成一种盾板状的形态。穴盾的板面由上下两片构成。一般形态为“降落伞”状。出水量较丰时, 盾板下可形成旗状、幕状, 长者接到洞底, 形成“圆顶蚊帐”状穴盾。主要见于西支1号洞道, 有5~6处之多。

底流石有流石坝及石田。流石坝及其构成的石梯田集中分布的地段有3处。一是北支洞南端东侧的莲花台, 二是南支洞中段, 三是西支1号洞南端。3处形态特征及沉积规模各具特色。莲花台流石坝梯田内外宽达40 m, 有石田数十个。流石坝及石田大都呈干涸状, 均由黄白色的糖粒状方解石构成。内侧的4个流石池有水, 池内分布有40多个莲花盆, 构成一幅举世难得一见的珍奇景观。南支洞中段的石梯田层次较少, 但其中均盛满清澈见底的池水。西支1号洞道的流石坝与池塘以浅平、纹细、褶曲为特征。

4.3 池盆沉积类

水面形态有浮筏、边石。

浮筏是洞内流石坝水塘水面上的钙质薄膜, 可在水面上浮移。当达到一定厚度(重量)时便自行沉入池底而成钙膜片。莲花台池塘中有水面浮筏生成。

边石是流石坝池塘非溢流部分的水边线沉积。其与流石(坝)的区别是, 其结构为平行镶嵌而不是从底向上叠置。海子洞的边石和流石坝见于莲花台及西支1号洞之间的莲花池和穴珠塘。

水下形态主要为穴珠和晶花。穴珠为洞内滴水坑及浅水盆沉积物, 碳酸钙沿一原始颗粒层层包裹沉积而成, 具同心圆结构, 在西支1号洞道中分布较多; 晶花系指水池内之各种方解石结晶生成物, 莲花台池塘中的晶花呈犬牙状和糖粒状, 其骨架为珊瑚状, 色微黄而质地纯净。

4.4 协同沉积类

海子洞内协同沉积形态有莲花盆、穴圈和花瓣状石笋。洞内莲花盆的品位在国内外皆为最佳; 穴圈在国内为首次发现; 花瓣状石笋在国内外亦鲜有报道。

莲花盆是生成于流石坝池中, 由滴水、池水和流水三者协同作用生成的沉积物。由于其形成条件要求十分严格, 因而发现的数量相对较少。我国莲花盆首次报道是桂林兴坪的莲花岩^[3], 该洞穴中之莲花盆似片片荷叶浮于水面, 向以形态完美著称, 享誉海内外, 美中不足的是其色黝黑, 质地为结壳状。海子洞洞中莲花盆有两处, 一在莲花台上(图2), 二在西支1号洞道末端(图3)。莲花台上4块有水的边石塘中均有莲花盆分布。直径大者1.9 m(阳朔兴坪莲花岩最大莲花盆直径1.3 m), 小者0.3 m, 多在0.8 m~1.2 m, 盆高40 cm左右, 共有41个。其中重要者有17个, 具最佳形态者5个。此处莲花盆不但由浅黄色糖粒状方解石构成, 而且水下周边的方解石结晶, 更呈犬牙状, 显得晶莹剔透, 亮丽非凡。洞内另一处莲花池在西支1号洞内末端, 有主要盛水的流石塘2个和莲花盆4~5个, 但盆形欠规则, 质地亦稍差, 但仍称得上是

难得一见的景观 括起来,海子洞莲花盆的特点一是品质极佳,二是其个体直径大,三是组合景观上集中而美妙,使得海子洞的莲花盆,成为目前国内外同类发现中品质最佳、形态及其组合最完美者。



图2 莲花台3号池中之莲花盆群

Fig. 2 Lotus group in the 3rd pool of lotus platform

穴圈 海子洞洞内的穴圈在我国属首次发现。穴圈最早的报道见于美国探险家台维斯1989年对美国新墨西哥州莱契古拉洞内穴圈的报道^[4],当时台维斯称其为“扬溅(水)环”。此后在古巴、巴西、马来西亚、意大利及美国其它地方均有发现^[5-7]。穴环是在无风的洞穴内由滴水并同时在产生的均匀环形溅水情况下,由溶蚀与沉淀交替作用形成,此外,滴水落点地面平坦也是必要条件,而环圈直径的大小则与滴水落差成正比关系。海子洞的穴圈发现于西支1号洞道(图4),在20余平方米的地面上有直径大到73cm小则不及10cm的穴环数十个,其中还出现圈套圈,环扣环等十分有趣的组合。

花瓣状石笋 海子洞的花瓣状石笋,在我国可能是首次发现。同时,我们尚未见过国际上有关的报道或相关文献。在海子洞,花瓣状石笋与穴环同一出处,可以认为二者是共生的。花瓣状石笋是滴水点或小型石笋顶部在由滴水自滴窝向四方溅射的条件下同时沉积下来的放射片状物,因其形如叶片或花瓣,又多以石笋作为基部,故名。

穴圈和花瓣石笋的形成,需要特定的水化学、水动力条件和洞穴环境,在我国尚没有被研究过。因此,海子洞的发现,具有十分重要的科学价值和研究意义。

4.5 非重力水沉积

非重力水沉积主要分布在西1号支洞中,有洞壁皮壳和卷曲石。

皮壳为水中溶质通过毛细水运动在洞壁表面沉淀而成的壳状物。在西支1号洞中多为白色,壳厚0.2cm~3cm,且与乳房状石钟乳共生。西1号支洞末



图3 西支1号洞内莲花盆

Fig. 3 A lotus inside the west sub-passage one

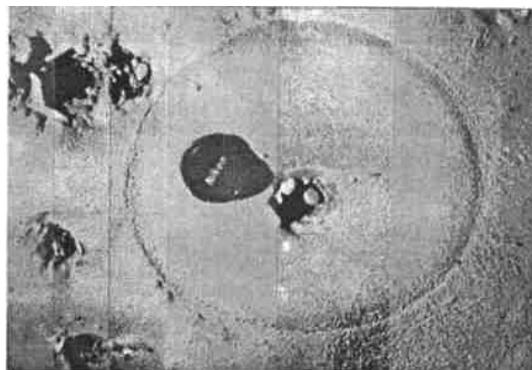


图4 西支1号洞道中的穴圈

Fig. 4 A cave ring inside the west sub-passage one



图5 被破坏的莲花台4号池中的莲花盆

Fig. 5 Broken lotus in the 4th pool of lotus platform



图6 莲花台上被凿毁的流石坝

Fig. 6 Broken flowing dam in the lotus platform
(下转第79页 Continue on page 79)

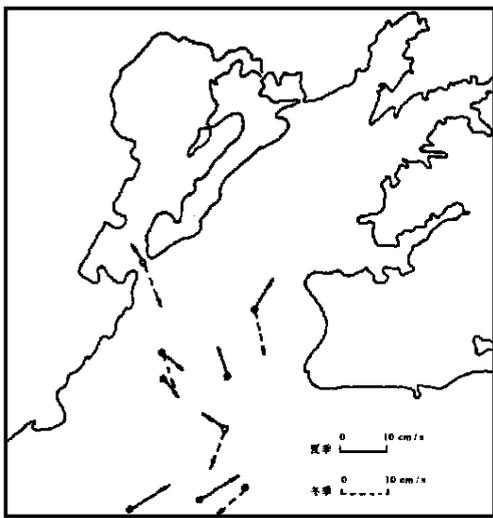


图8 防城港冬夏季余流

Fig. 8 Surface resident currents of Fangcheng Harbor in summer and winter

最大涨潮流速出现在高潮前 3h~5h, 表层流速可达 72 cm/s; 底层流速 61 cm/s。最大落潮流速出现在高潮后 5h~7h, 表层流速 76 cm/s, 底层流速 64 cm/s。转流时间出现在高潮或低潮时附近, 憩流延时为 0h~2h, 涨潮延时大于落潮延时, 差值在 3h

~5h

潮流的运动形式以往复流为主。主要分潮流长轴方向与水道走向一致, 在暗埠口江呈 SW-NE 向, 防城港航道则呈 SE-NW 向。

4.2 余流

防城港的余流状况, 主要受风场、径流和沿岸水的支配, 而在这些因素中, 季风的影响是主要的。

夏半年, 该湾受偏南—西南季风的影响, 在拦门沙外海区以及湾内大部分海域的流向与风向基本一致, 自 SW 向 NE 流动, 流速在 10 cm/s~15 cm/s。拦门沙与西贤沙之间有局部环流存在, 流向为顺时针方向不稳定, 流速为 10 cm/s 左右。

冬半年, 该海湾受偏北季风影响, 流向多呈偏南向; 流速分布趋势为湾口小, 湾内大, 最大流速可达 15 cm/s 左右, 冬夏季余流分布情况详见图 8。

参考文献

- 1 广西壮族自治区海岸带和海涂资源综合调查领导小组. 广西壮族自治区海岸带和海涂资源综合调查报告. 第 3 卷. 1986.
- 2 广西海洋开发保护管理委员会. 广西海岛资源综合调查报告. 南宁: 广西科学技术出版社, 1996.

(责任编辑: 蒋汉明)

(上接第 7 页 Continue from page 73)

端的雪花宫即由此命名。早期生成的皮壳多为褐色或棕色, 而近期生成的皮壳则多为白色。矿物成分主要为方解石或文石。

卷曲石是非重力水在毛细管作用力驱动下在相对较粗糙的物体表面运动, 从而使形成的方解石沉积呈随机卷曲状而形成。西 1 号支洞中的卷曲石与鹅管共生, 但发育规模不大。

5 结语

海子洞洞内的莲花盆、花瓣状石笋、穴圈、泥钟乳石在国内外均具有罕见、珍稀的地位, 不但极具观赏价值, 而且科学研究价值也很高。特别是该洞中的莲花盆堪称“世界第一莲花盆”, 是具有垄断性的旅游资源, 可谓“贵极无价”。在开展海子洞洞穴旅游时, 特别需要加强洞穴保护的力度和科学性。海子洞的发现, 不但对当地旅游业具有积极意义, 而且对提高我国岩溶在世界上的地位和填补我国洞穴钟乳石类发现的空白具有重要意义。

值得指出的是, 海子洞是如此珍贵的洞穴, 自然资源已经遭到较严重的肆意破坏。在此特刊出被破坏的莲花盆 (图 5) 和边石坝 (图 6) 照片以警世人, 并表示作者的沉痛心情。

参考文献

- 1 张任. 岩溶洞穴分类新思考. 中国岩溶, 1994, 13 (3).
- 2 朱学稳等. 桂林岩溶地貌与洞穴研究. 北京: 地质出版社, 1988.
- 3 朱学稳等. 阳朔莲花岩内的莲花盆. 地质论评, 1981, 27 (4): 368~369.
- 4 Daves D G. Lechuguilla the Eastern Wall falls Rocky Mountain Caving, 1989, 6 (2): 29~32.
- 5 Torre C V et al. Estudio litogenetico de una nueva formacion: los circulos concentricos reconstructivos. Bol Casimbar, 1991, 2, V. 3 68.
- 6 Meredith M et al. Giant caves of Borneo. Kuala Lumpur Tropical Press, 1992, 98~99.
- 7 Auler A. Les cercles de calcite flottante de la Lapa do Bezzerra, (Sao, Domingos, Golias, Bresil). Karstologia, 1993, 22 55~56.

(责任编辑: 蒋汉明)