

文章编号:1001-4810(2004)02-0085-11

重庆丰都雪玉洞群的洞穴特征和洞穴沉积物^①

朱学稳¹, 张远海¹, 韩道山¹, 文汝平², 陈炳清²

(1. 中国地质科学院岩溶地质研究所、中国地质学会洞穴研究会, 广西 桂林 541004;

2. 重庆市丰都龙河旅游开发有限公司, 四川 重庆 401147)

摘 要:重庆市丰都县的雪玉洞群, 由水洞子(雪玉洞群主洞)、水鸣洞和羊子洞组成, 发育于三叠系下统的嘉陵江灰岩中, 均为沿单斜构造地层走向发育的纵向洞穴系统, 集中分布在龙河峡谷左岸 2km 内高、中、低不同的相对高度, 但洞穴发育特征差异甚大。在该洞穴群的次生物理—化学沉积物(speleothems)中碳酸盐类(方解石、文石)和硫酸盐类(石膏)并存, 而且其形态的多样与完美, 类型的稀有而珍贵, 质地的纯粹而白净, 在国内已发现的洞穴中是不多见的, 其中尤以地石盾、塔珊瑚、钙膜晶锥、卷曲石等生成物为代表。

关键词:雪玉洞群; 洞穴特征; 洞穴沉积

中图分类号:P931.5 **文献标识码:**A

0 前 言

雪玉洞群位于重庆市丰都县长江右岸(南岸)支流龙河的下游段。行政区属丰都县包鸾镇, 地理坐标是北纬 46°30'00"~47°20'00"和东经 107°47'00"~107°48'30"。洞穴群距丰都新城 18km。

雪玉洞群由水洞子、水鸣洞和羊子洞组成, 主要分布于龙河峡谷左岸。羊子洞为高层洞穴, 由扁平通道与大厅构成; 水洞子为中层洞穴, 由多层化石洞与峡谷地下河构成; 水鸣洞系低层洞, 是一末端为潜流池(sump)的地下水道。根据当地政府的提议与委托, 于 1997 年由本文作者根据洞穴群洞内沉积物与景观最为醒目的特色, 将该洞命名为“雪玉洞群”。

1 自然地理与地质背景

雪玉洞群所在区属中亚热带湿润季风气候, 年均降水量在 1000mm 以上, 多年平均气温为 16~18℃, 四季分明。

龙河的下游段出露地层为二叠系和三叠系碳酸盐岩, 上三叠统与侏罗系砂页岩。本区为简单的向斜与背斜构造, 地质构造线为 NE 向, 龙河为横向河(图 1)。近长江口段的砂页岩分布区地形相对低矮开阔,

进入灰岩分布区则为峡谷与峰丛洼地地貌。此段河床标高为 210~170m, 岸顶峰丛洼地地形标高为 850~1400m, 峰洼高差为 250~500m, 灰岩峡谷切割深度为 500~700m。

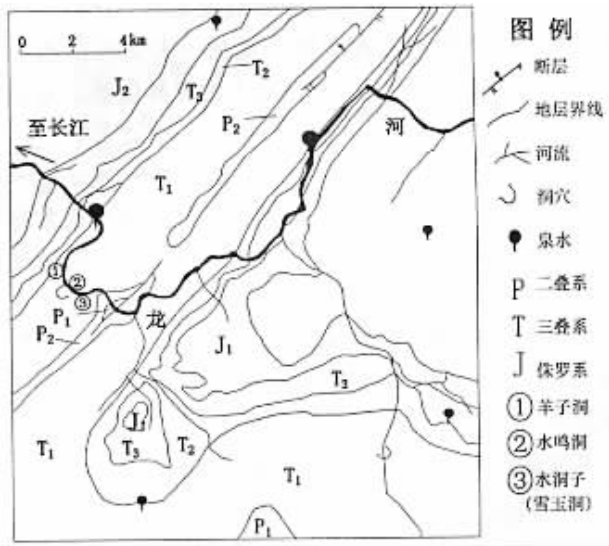


图 1 龙河下游雪玉洞附近的地层与地质构造
Fig. 1 The strata and geological structure around the Xueyu cave group

^① 作者简介: 朱学稳(1932—)男, 研究员, 主要从事洞穴科学研究。
收稿日期: 2003-12-25

龙河下游峡谷出露的主要碳酸盐岩地层是:

三叠系中统(T_2):东巴组。岩性为泥质灰岩、灰岩及白云岩夹页岩。岩溶发育强度较弱。厚 218~857m。

三叠系下统(T_1):分为大冶组和嘉陵江组。以石灰岩为主,呈薄层至中厚层状,总厚度为 1053~1133m。岩溶作用强烈,是雪玉洞群所在的地层。

二叠系上统(P_2):分为以碎屑岩为主的吴家坪组和以灰岩为主的长兴组。厚 195~229m。

二叠系下统(P_1):分为梁山组、栖霞组和茅口组。梁山组为砂页岩,栖霞组和茅口组均为灰岩(夹燧石)。厚 344~520m。

2 洞穴发育特征

雪玉洞群发育于三叠系下统的石灰岩中,集中分布于龙河左岸的 2km 河段内。地层为单斜构造,倾向 NW(下游),倾角 $25^\circ \sim 45^\circ$ 。受岩性、地层产状及其与龙河排水道关系三要素的控制,洞穴类型均为小型地下河性质,为主要沿地层走向发展延长的纵向洞穴。由于单个洞穴的汇水面积多小于 $10 \sim 15 \text{ km}^2$,故洞穴规模不大。三个洞穴之所以较集中分布于同一河岸,应与其岩性变化、适宜的地层产状以及龙河横向切割的排水条件有关。

羊子洞、水洞子和水鸣洞分别处龙河左岸的不同高度上,虽然基本发育于同一地质—水文地质条件下,但在洞穴形态及沉积物特征上的差异仍然十分显著。

羊子洞为高层洞穴,高出龙河河床约 100~120m,全长大于 500m。由低矮宽平的通道和宽大的厅堂组成。洞底有残留地下河道水流和大量淤泥质沉积。第一大厅有面积的大型流石坝池群,池中多为淤泥沉积充满。第二大厅位置较高,以高大的石幕、石笋、石旗、高台池中沉积(晶锥池)和大型卷曲石的分布为特征。现阶段该洞穴系统的地下水,以泉状出口在其岩层倾斜下方高出龙河河床约 80m 处流出。

水洞子(雪玉洞群主洞)为中层洞穴,主洞口高出河水面 55.5m。为一沿地层走向延长的峡谷式地下水道洞穴,已测长度为 1643.97m。该洞穴的多层结构,鲜明地反映出该地下水道为适应龙河排水基准面不断向深切的过程,而且具有典型的岩溶地下水道洞穴在排水基准面近岸地段呈多层状或指状分枝的特征(图 2)。按相对高程可分为四层:

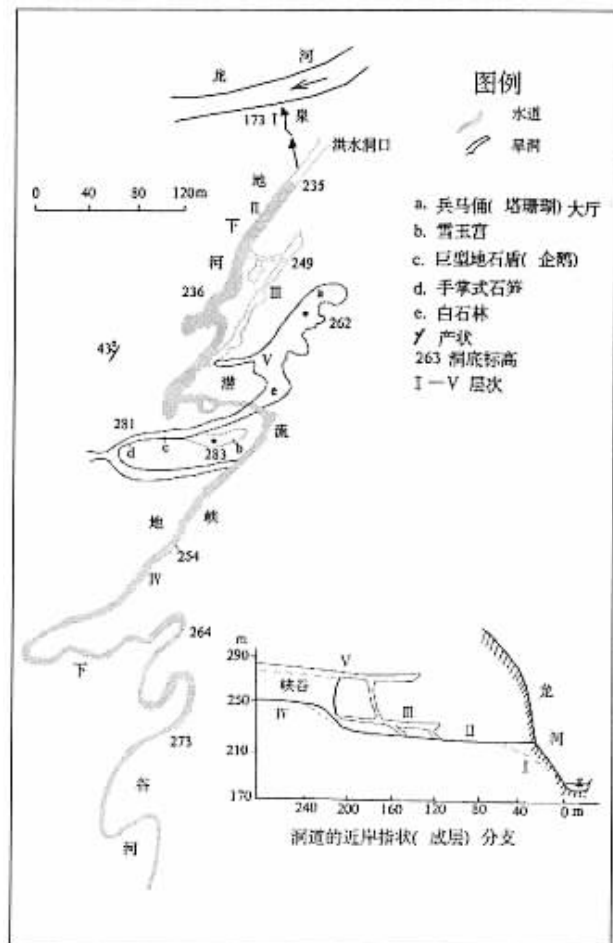


图 2 雪玉洞(水洞子)平、剖面图

Fig. 2 The plan and the profile of Xueyu cave

一层:现水道枯季出口,泉流形式,相对高出龙河不足 5m。

二层:该洞的主洞口,也是洪水通过的出口,河床标高 232~236m,全长 291m。有细砂沉积,水流在距主洞口 130m 处潜入地下。洞道断面为矩形至椭圆形,高宽为 3~8m,洞顶有钟乳石生成,洞壁有小规模流石。

三层:为化石洞穴,长 130m,洞底标高 240~250m。在空间上接近与二层洞道重叠,是第四层洞穴早期的外延部分,系在该水道与龙河排水面相适的过程中,由河道水位的溯源下降与漏失被遗弃的。

四层:为宽窄变化不大的峡谷水道,宽 3~5m,峡谷深 16~25m,谷底标高 254m 至大于 273m,全长大于 900m。峡谷右岸高悬的岸壁上,有丰富的滴石、流石、溅水石及非重力水沉积,如石笋、石幕、石旗、石盾、石葡萄、石珊瑚及卷曲石等。在现河床 1~1.5m 的高度上,横架多道由早期河床石灰华坝残留下来的

“天生桥”(照片 1, 见书末尾图版, 下同)。四层与二层之间, 有一在“天生桥”灰华沉积时便已存在的河床变坡段和跌水(现为潜流段), 其落差为 18m 左右。

五层: 为峡谷以上的化石洞穴, 主要分布于近流出式洞口段或近龙河近岸段。洞底标高处在 262~282m 之间, 洞道宽 7~10m, 高 4~8m, 最宽处 25m, 少大型厅堂与洞室。该化石洞内, 钟乳石类沉积非常丰富, 滴石、流石, 池中沉积及非重力水沉积琳琅满目, 并以新生、白净为普遍特征。其中的“雪玉宫”更是一个“北国冰封”的冰雪世界。脂玉般的鹅管、钟乳、石笋、石旗、石盾, 如发如丝的卷曲石和玉石般的石幔装饰着天顶与洞壁(照片 2、3), 连地板都是由纯洁的玉石铺砌的。在笔者的经历中, 除美国德克萨斯州的 Sonora 洞穴^① 曾见过类似的景观外, 便只有这个“雪玉宫”了。

水鸣洞为下层洞, 高出龙河十余米, 是三洞穴中水流量最大者, 洞口有一泉华堆积平台。末端为大厅, 并集水成塘, 地下水从池边涌出, 有砂层堆积。钟乳石类沉积及景观丰度均居雪玉洞群末位。因洞道多通过薄层灰岩分布段, 故洞顶崩塌现象普遍, 且稳定性差。

3 洞穴沉积物(speleothems)

雪玉洞群的洞内次生物理—化学沉积物(speleothems)超常于已发现的大多数洞穴, 其特点可用形态多样而完美、类型稀有而珍贵、质地纯粹而白哲来概括。同时又有硫酸盐类(石膏)和碳酸盐类(文石与方解石)沉积并存。大家知道, 前者的溶解度和可溶性均大于后者, 在碳酸盐类矿物沉积的水文条件下(水量丰富, 滴、流水现象显著), 硫酸盐类矿物是难以同时生成的。石膏沉积应具有非滴、非流水条件的相对干燥环境。雪玉洞洞道, 在纵向切割单斜构造的条件下, 便形成了左、右(岸)壁不同的水文地质特征。即从岩层中向洞内的渗滴水流, 集中在岩层倾向洞内又通向地面补给区的右壁流出, 故大量的碳酸盐类沉积便分布于此(照片 4), 而在洞道的左壁, 因岩层倾向壁内, 水源补给被洞道切断, 只处于毛细管非重力水活动环境下, 又为石膏的生成创造了条件(嘉陵江组灰岩中不乏石膏沉积), 如图 3。故雪玉洞的石膏矿物均分布于洞道的左壁, 多为皮壳状, 亦见初级的卷花(照片 5)

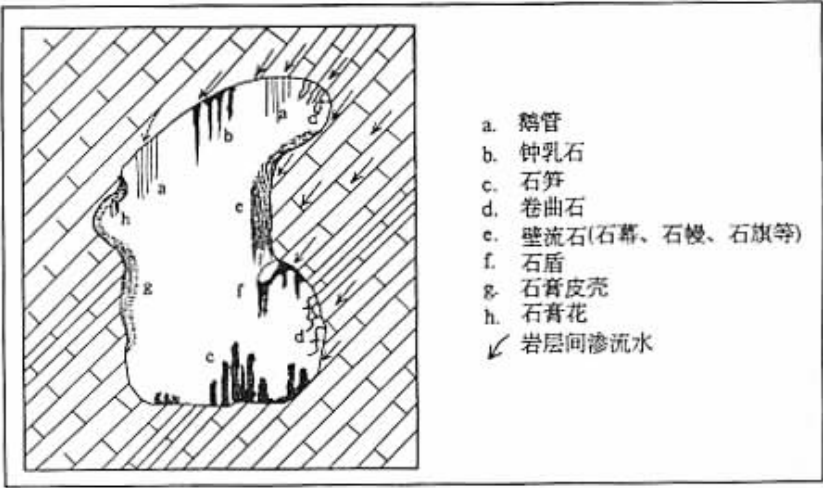


图 3 洞道两侧不同水文条件(左旱右湿)

Fig. 3 Different hydrological and depositing conditions on the Xueyu cave walls(dry on the left and wet on the right)

3.1 滴石类

有鹅管(soda straw)、钟乳石(stalactite)、石笋(stalagmite)、石柱(column)等, 以数量多、色泽白净、分布普遍为特点(照片 6~8)。尤以鹅管为最著。鹅管长度多在 1m 以内, 最长者为 2.7m。大多数为正在增长中的新生种类。其它滴石类虽数量多, 但多为中小

型, 高度在数米之内。根据部分铀系年龄测定资料, 滴石类生成的年代多在 10 万年之内, 大部分系在 5 万年以内形成。

3.2 流石类

有石带(或马牙石)、石旗(cave flag)石幕(curtain)、流石坝(flowstone dam)、流石坝梯田

^① 收录于“Cave Minerals of the world”一书中的蝴蝶石“Butterfly”(第 2 版 79 页)即产于此洞。

(terraced)、石瀑布(stone waterfall)及石盾(cave shield)等。其中以石旗、石幕和石盾最为普遍(照片 9~12),又以地盾为最大特色。以下仅就石盾及流石坝两种形态作些说明。

洞穴石盾可生成于洞顶、洞壁和洞底各个部位,但以在洞壁上的石盾最为普遍。地石盾,即在洞底或其它洞穴台面上站立生长的石盾,是石盾中一种较为罕见的类型。石盾是岩层包气带中一种局部承压裂隙

水从一定宽度(大多数情况下是 20~40cm)裂隙中承压性供水(供水裂隙的宽度限定石盾尺寸的大小),且在水量微弱的条件下沉积而成。盾体由上下(地盾为左右)两片构成,其间为不连续的(部分粘连)缝隙状供水面,水流自供水中心呈放射状向外侧边缘渗出(图 4)。雪玉洞内的地石盾,一处是在洞底成群产出,最高达 4m(照片 13),一处是在结晶池中(照片 14)。

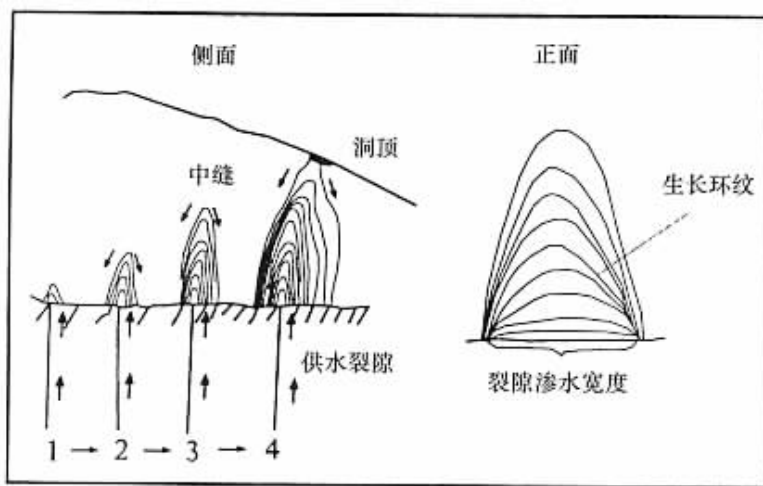


图 4 地盾结构及生长过程图

Fig. 4 The structure of the floor shield and its development process

在洞穴石盾的成因分类归属方面,目前尚有不同见解,我们的意见是列入流石类为宜。因为构成石盾的壳体,尤其是洞壁、洞顶上降落伞式或圆顶蚊帐式石盾的盾坠部分,均与一般的流石类无异。

关于洞底流石类的一种极为普遍的沉积形态——石梯田流石坝问题,目前国外的文献中多名为“rimstoe dam”(边石坝)。我们则认为应称其为“流石坝,flowstone dam”,并应与石梯田中真正的“边石,rimstone”区别开来。前者是在流动水池的外侧形成的,流水漫溢坝顶,其结构为自下而上叠置的流层状。一般是水池内侧为陡面,外侧为缓坡。后者则是水池固定边界上沿水面生成的镶嵌式沉积,绝无溢流坝的结构与功能,是典型的“水边线沉积”(照片 15)。随着池中水面上固定边界性状的不同(线、点、不规则等),除条带边石外,还有边石杯(照片 16)、边石云朵和边石莲花盆等。

3.3 池中沉积

雪玉洞群中的池水沉积虽不普遍,但以其典型、稀有使得洞穴科学研究者无比珍爱。除一般的池中边石外,主要有塔珊瑚(tower coral)、穴筏(raft)、池中晶花(云朵)与晶块及晶锥池(raftcone pool)沉积等。

塔珊瑚:俗称兵马俑,为浅水池沉积。产于雪玉洞主洞第四层兵马俑大厅的末端,分布面积百余平方米。塔珊瑚个体在不同池盆中有不同的高度,由 1~2cm 至 20cm。尖顶常呈微扭曲状,为质地纯净的方解石结晶体构成,色洁白至浅黄色(照片 17)。

穴筏:系池水水面上的一种钙膜沉积。呈薄片状,色洁白,方解石显晶(照片 18),与塔珊瑚池为相邻。

晶锥池:是雪玉洞群中最惊人的发现之一。位于高层洞羊子洞内部大厅的一处高台上。现池水已全部干涸。据铀系年龄测定,池中沉积物已距今 8.8 万年。晶锥池的各类沉积物有:

水面沉积:为架空层楼状钙板,上下两层,壳厚 4~8cm,自边壁向池中延伸,各层均未达到水面全覆盖(照片 19)。

池壁沉积:为云块状满壁方解石晶块。微黄,质地纯净,可见由池水位变动形成的水平层状结构。洞壁的台阶上多有洁白片状穴筏搁置。

池底沉积:有厚层的白色粉砂状及碎片状(穴筏)钙质堆积,不同高度的晶锥(raft cone)十多个。晶锥外表有穴筏披挂和浸水结晶重叠(照片 20)。

池顶沉积:有纺锤状浸水石钟乳晶棒,反映池水

位变化的多层结晶壳层。但最奇特的是洞顶水面空隙处生成的边石环带及边石莲花盆(照片 21)。这在全球的洞穴中大概是极其罕有的。因为这类沉积物的生成条件、机制与时间等系统构成,应该是极其难得的。

3.4 非重力水沉积

主要是指以毛细状态存在、毛细管张力运移条件下的渗透水作用形成的沉积物。在我国,常见的有洞壁皮壳、多种晶花、各种卷曲石以及部分石珊瑚等。母岩的风化壳和微裂隙(在国外不少国家有多孔隙状的新生代灰岩)、已生成的洞穴皮壳、具有多褶皱和粗糙表面的各类滴石和流石,多是毛细水存在与活动的载体,为各类非重力沉积物的生成提供了最佳的场所。当然,丰富的毛细水沉积物的形成,还需要有适宜的水化学条件和空间较封闭的洞穴环境。

雪玉洞群的非重力水沉积除洞壁皮壳(含石膏)和部分石珊瑚外,主要是纤维状(filiform)、珠饰状(beaded)和蠕虫状(vermiform)卷曲石。前者以水洞子的“雪玉宫”为代表,晶莹剔透、洁净无暇的丝缕,几乎满布洞顶和周壁(照片 22)。后者主要分布在羊子洞大规模流石的缝隙中和狭窄的支洞内(照片 23)。曾发现一处卷曲石单支长度(始末端距离)达 1.2m(照片 24)。

4 结 语

从以上讨论可知,雪玉洞群的次生物理—化学沉积(speleothems)具有丰富、典型、珍稀、新生以及可

观赏性与科研价值高的诸多特点。但毫无疑问,洞穴的沉积环境也是十分脆弱的,特别是在旅游开发、布满灯光和常年进入大批游人的情况下,该洞穴沉积环境被破坏与恶化甚至是不可避免的。我们庆幸在开发施工过程中,一个企图将水鸣洞以人工隧道(长约 400m)与雪玉洞主洞(水洞子)下层地下河沟通的方案被否决(将造成高差百米,上下洞口的“烟囱效应”)。为了研究雪玉洞在旅游开发条件下的环境及其沉积景观的变化、可能采取的保护措施,并为我国大量的旅游洞穴提供可参考的资料与实例,中国地质学会洞穴研究会已与龙河旅游开发有限公司合作,开始对雪玉洞旅游开发中的环境变化进行长期系统观测。

参考文献

[1] 朱学稳.我国灰岩洞穴次生化学沉积物的类型和形成系统[A].中国地质科学院院报 15 号[C].地质出版社 1988:137—142

[2] 朱学稳,汪训一,朱德浩,等.桂林岩溶地貌与洞穴研究[M].地质出版社,1988:249.

[3] 朱学稳.芙蓉洞的次生化学沉积物[J].中国岩溶,1994,13(4).

[4] Trevor R. Shaw History of cave science(second edition)[M].P. O. Box 198 Broadway,N. S. wales 2007. Australia 1992.

[5] Carol Hill and Paolo Forti. Cave Minerals of the world(second editor)[M]. SNS 2813 Cave Avenue H. A. 35810. U. S. A. 1997.

[6] George Veni. The Caves of Bexar County (second editor) [M]. Texas Memorial Musrum speleological Monographs,2,1988.

[7] David Lowe and Tony Waltham. Dictionary of karst and caves [M]. BCRA,2002.

[8] John Gunn editor. Encyclopedia of caves and karst science[M]. Taylor &. Francis Books. Inc,New york,London,2004.

CAVE CHARACTERISTICS AND SPELEOTHEMS IN XUEYU CAVE GROUP, FENGDU, CHONGQING CITY

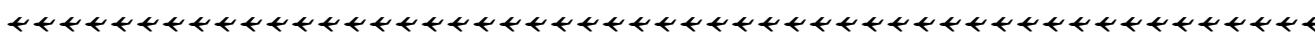
ZHU Xue-wen¹, ZHANG Yuan-hai¹, HAN Dao-shan¹, WEN Ru-ping², CHEN Bing-qing²

(1. Institute of Karst Geology, Chinese Academy of Geological Science and Committee on Speleology of Chinese Geological Society, Guilin, Guangxi 541004, China; 2. Longhe Tourism Exploitation Co. Ltd, Fengdu, Chongqing City, 408200, China)

Abstract: Eighteen kilometers from new downtown of Fengdu county, Chongqing city, Xueyu cave group is situated on the left bank of downstream of Longhe river, which is the tributary on the right bank of the Yangtze river, with geological coordinate of N46°30′~47°20′ and E107°47′00″~107°48′30″. It is developed in the monoclinal stratum of the lower Triassic carbonate rocks. Xueyu cave group is composed of three caves, Yangzi cave, Shuiming cave and Shuidongzi cave. Yangzi cave is the upper one, it is more than 500m in length and 100~120m in relative height above Longhe river bed, composed of lower and wide passages and rooms, as well as a lot of river and flood muddy sediments. Shuidongzi, the main cave, is the middle one, 1643.97m long by survey, and 55.5m high above river water level at the main cave entrance. It is a multi-

layer and narrow passage cave extending along strata trend. Shuiming cave is the lower one. It is about 10m high above river water level and characterized with the biggest discharge of three caves and tufa platform at the cave entrance and big hall and sump at the end of the cave. Shuidongzi cave is exploited to be a show cave because of its multi-layered passages, big dimension and beautiful landscape, where the air temperature is 14.3 ~17.3℃, humidity is 90.2 %~96.8%, the water temperature is 15.2~15.4℃, the total dissolved solids is 163mg/l (measured on January 19th, 2002), and the age of 6 speleothem samples is 2.9 ~55.1 ka dated by uranium series age method. The speleothems in Xueyu cave are characterized as following: (1) there is a lot of kind of deposits such as dripstone, flowstone, pool water deposits and non-gravitational deposits; (2) the deposits is very white in color and pure in material, that is why the cave named Xueyu Dong (Snow-Jade cave); (3) there is many unusual types of deposits and formations, such as floor shield (Photo 4, 13 and 14), tower corals (Photo 17), raft crystal (Photo 18), crystal mat on the surface of raft pool (Photo 19), raft cone (Photo 20), ceiling lotus (Photo 21) and large helictite (Photo 24); (4) non-gravitational deposits are well-developed (Photo 2, 5, 22 and 23); (5) different hydro-geological and depositional conditions in both walls of Xueyu cave, dry on the left with gypsum minerals and wet on the right with carbonate minerals.

Key words: Xueyu cave group; Cave characteristics; Speleothem



全球变化研究的国际性贡献

中国地质科学院岩溶地质研究所、国土资源部岩溶动力学重点实验室袁道先院士等于 2004 年 4 月,在国际知名刊物“SCIENCE”上发表了题为“Timing, Duration, and Transitions of the Last Interglacial Asian Monsoon(亚洲季风在前一个间冰期的转换和时间定位)”(2004, 304(23):575—578)的论文。该文的发表,在国际全球变化研究领域引起了重大反响,为全球变化研究做出了国际性贡献。该文主要利用贵州省荔波县董哥洞的 2 根大型石笋(高分别为 210cm 和 304cm)的²³⁰Th 测年及氧同位素记录的信息,揭示了过去 16 万年来亚洲季风和低纬度地区降雨变化的特征,同时确定了倒数第二次冰期的终止点Ⅱ的年龄(129.30±0.9 ka B. P.)和末次冰期终止点Ⅰ的年龄(11.3~12.5kaB. P.)。

本研究揭示:前一个间冰期季风的第一个温暖期(129.3~119.6kaB. P.)持续了 9.7ka。从距今 129.3±0.9ka 前开始,表现为在不到 200 年的时间

里,氧同位素比值突然变轻了 3‰,而在距今 119.6±0.6ka 前结束,表现为在不到 300 年的时间里,氧同位素比值突然变重了 3‰。其起始时间与太阳辐射增强,及相应的盛间冰期环境的出现时间一致。

荔波县董哥洞 2 根石笋的氧同位素记录曲线与北纬 25°地区太阳辐射量变化曲线完全合拍,显示石笋记录的温暖期对应于太阳辐射曲线的高峰期,而寒冷期则对应于太阳辐射曲线的低谷期,表明石笋记录所揭示的气候变化主要受太阳辐射量变化的控制。此外,石笋记录所揭示的气候旋回的周期及其变化以及终止点的特征等,可以与海洋同位素记录以及冰芯记录进行对比。该文的发表,为探讨东亚季风地区短尺度气候变化以及古气候突变事件的确定奠定了基础,提高了我国在全球变化研究领域的国际地位。

(国土资源部岩溶动力学重点实验室 供稿)

图 版 说 明

照片 1 第三层现地下河峡谷河段上的残留河床灰华,形成“天生桥”

Photo 1 “Natural bridge” formed by the remnant tufa on the 3rd layer of the modern underground river bed in the gorge section
(Photo by Zhu Xuewen)

照片 2、3 雪玉宫的滴石、流石及非重力水沉积

Photo 2, 3 Dripstone, flowstone and non-gravitational speleothems of Xueyu Palace (Photo by Zhu Xuewen)

照片 4 雪玉洞峡谷河道右岸的丰富滴水、流水及溅水沉积物

Photo 4 Plentiful speleothems by dripping water, flowing water and splashing water on the right bank of Xueyu river gorge
(Photo by Zhu Xuewen)

照片 5 雪玉洞中的化石洞(第 3、4、5 层)北西侧洞壁(逆岩层倾向,左壁)上的石膏皮壳及石膏花

Photo 5 Gypsum shell and gypsum flower on the northwest cave wall (opposite bedding surface, left wall) of the Xueyu cave
(layer 3, 4, 5) (Photo by Han Daoshan)

照片 6 正在生长中的鹅管

Photo 6 Developing straw (Photo by Zhu Xuewen)

照片 7 密集的滴石类

Photo 7 Serried dripping stones (Photo by Zhu Xuewen)

照片 8 石钟乳及对应的簇生掌状石笋

Photo 8 Stalactite and its opposite palm-like stalagmite (Photo by Zhu Xuewen)

照片 9 形成于倾斜层面或洞壁上的石旗(cave flag)

Photo 9 Cave flag developed on bedded plane and the wall (Photo by Zhu Xuewen)

照片 10 顺岩层倾向一侧洞壁上的流石(石旗、石幕)

Photo 10 Flowstone (cave flag, cave curtain) formed on the wall along the direct(Photo by Zhu Xuewen)

照片 11 正在生成中的石盾

Photo 11 Developing shield (Photo by Zhu Xuewen)

照片 12 二次生长的石盾(金银盾)

Photo 12 Shield (Golden-Silver shield) developed by twice (Photo by Zhu Xuewen)

照片 13 高 4m 状若一只巨型企鹅的地盾石(floor shield)

Photo 13 Penguin-like floor shield, 4m high (Photo by Zhu Xuewen)

照片 14 被一池中结晶覆盖的地石盾

Photo 14 Floor shield covered by crystal in the pool (Photo by Zhu Xuewen)

照片 15 水池沉积中固定边界线上的边石(a)和外侧溢流的流石坝(b)(广西隆林海子坝岩)

Photo 15 Rimstone (a) deposited on the stable rim line of pool and over flowing flowstone dam (b) outside the pool (Haiziba cave, Longlin county, Guangxi) (Photo by Zhu Xuewen)

照片 16 池中边石杯(法国,patrick cabrol 摄)

Photo 16 Rimstone cup in pool (taken by Patrick cabrol, France)

照片 17 塔珊瑚(兵马俑)

Photo 17 Tower corals (Terracotta warriors and horses) (Photo by Zhu Xuewen)

照片 18 穴筏

Photo 18 Raft crystal (Photo by Zhu Xuewen)

照片 19 晶锥池水面多层钙板

Photo 19 Crystal mat on the surface of raft cone pool (Photo by Zhu Xuewen)

照片 20 羊子洞晶锥池池内沉积(晶锥、穴筏、白色粉末和周壁的晶块、晶花、叠晶钟乳等)

Photo 20 Deposition, crystal cone, raft, white powder and crystal block, crystal flower and crystal stalactite in the walls of crystal cone pool in Yangzi cave (Photo by Zhu Xuewen)

照片 21 晶锥池内层状边石及洞顶平面上的边石莲花盆

Photo 21 Bedded rimstone in crystal cone pool and ceiling lotus rimstone (Photo by Zhu Xuewen)

照片 22 雪玉宫蠕虫状(vermiform, worm-like)及珠饰状(beaded)卷曲石

Photo 22 Worm-like and beaded helictite of Xueyu Palace in Xueyu cave (Photo by Zhu Xuewen)

照片 23 寄生于洞壁皮壳及滴、流石表面的丛聚状卷曲石

Photo 23 Shells in cave walls and agglomerate helictite on the surface of dripstone and flowstone(Photo by Zhu Xuewen)

照片 24 羊子洞数据蠕虫状卷曲石、枝长 1.2m

Photo 24 Worm-like helictite in Yangzi cave,1.2m long (Photo by Zhu Xuewen)



照片 1



照片 2



照片 3



照片 4



照片 5



照片 6



照片 7



照片 8



照片 10



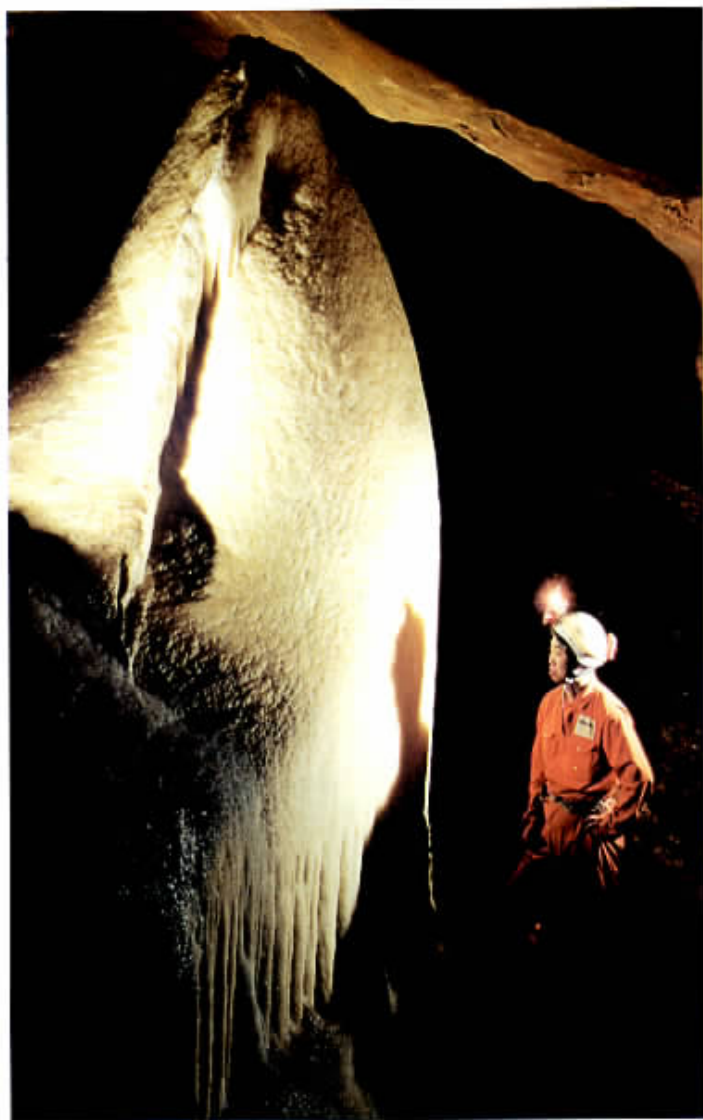
照片 9



照片 11



照片 12



照片 13



照片 14



照片 15



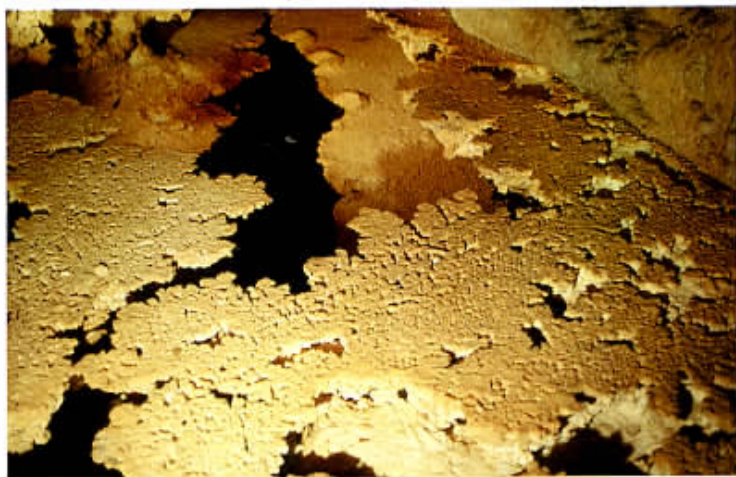
照片 16



照片 17



照片 18



照片 19



照片 22



照片 20



照片 23



照片 21



照片 24