

桂林水南洞石笋的沉积学特征

张美良 林玉石 覃嘉铭

摘要 利用组成石笋的方解石成分、岩石化学、微量元素含量以及结构、层面构造、沉积间断或风化壳等特征标志,阐述桂林水南洞石笋的沉积特征以及古滴水动态变化。经铀系法测年,确定石笋形成于中更新世晚期至晚更新世早期,其年龄为8.07万年至22.91万年,经历了14.84万年,沉积速率为2.08~2.82 mm/100a(未扣除间断时间)。

关键词 石笋 沉积特征 石笋年龄 桂林水南洞

中图分类号 P512.2; P642.25 **文献标识码** A

Sedimentological Characteristics of a Stalagmite from Shuinan Cave, Guilin

ZHANG Mei-liang LIN Yu-shi QIN Jia-ming

(Karst Dynamics laboratory, Institute of Karst Geology, MGMR, Guilin 541004)

Abstract

Stalagmites in cave are a better carrier of karst environment record, and the mature methods of the various datings and testing of the index showing environment has possessed at present for the reconstruction paleoenvironment using the preserved information of stalagmites in cave is one of the most popular project in recent 20 years. Under the forecast study of the global climatic changes, the high resolution dating and the regular change of carbon and oxygen isotopic component of stalagmites in cave have made a greater contribution for the breakthrough and filling in the gaps in the field.

The sedimentary characteristics and the trend changes of paleo-drip records in stalagmite from Shuinan cave, Guilin are studied by examining composition of calcite, rock chemistry, content of the trace element, texture, bedding-structure, as well as typical marks of depositional break or weathering crust etc. By dating U series along the axis cores of the stalagmite, the age of the stalagmite is from the late period of Middle Pleistocene to the early period of Late Pleistocene, i.e., from 80.7×10^3 a to 229.1×10^3 a. The growth rate of the stalagmite varies from 2.08 mm/100a to 2.82 mm/100a.

Key words stalagmite sedimentary characteristics age of stalagmite Shuinan cave Guilin

水南洞位于桂林市(甲山乡)西北8 km的水南村庙背山,距闻名的芦笛岩正西约3 km。山体位于桃花江南(右)岸,为峰林平原上一座峰簇,面积约0.496 km²,峰顶最高标高(庙背山峰)270.7 m,其他四个山峰分别为266.4 m、265.22 m、256 m和241.2 m,平原地面标高151.7 m,峰体相对标高90~120 m;峰簇中的岩溶洼地标高为155.8 m接近峰林平原面标高。水南洞洞口标高170 m,高出峰林平原面18~20 m,洞穴顶板覆盖厚度80~100 m。洞穴发育于上泥盆统融县组(D₃r-l)亮晶砂屑灰岩中,岩层倾向北东,倾角15~40°不等。洞体主要沿北西、北北东及近东西向裂隙发育,形成折线状的单一廊道式或峡谷廊道式洞道(图1)。

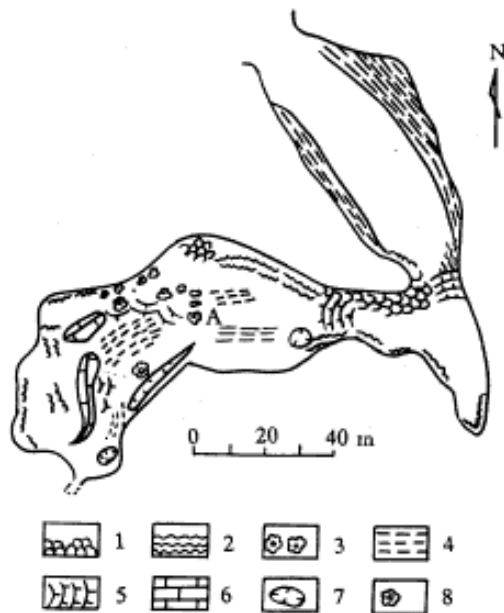


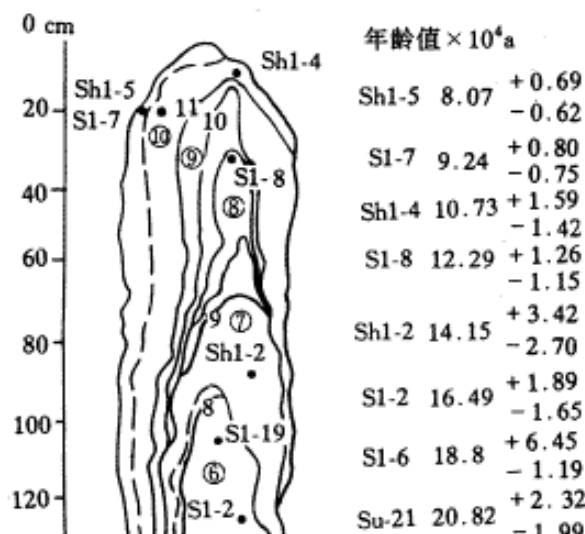
图1 桂林水南洞洞穴平面图

1.壁流石；2.钙华；3.石笋、石柱；4.(亚)粘土；
5.倾斜洞底；6.洞顶基岩；7.塌坑；8.取样位置

Fig.1 Sketch map showing the plane of Shuinan Cave, Guilin

1 石笋的沉积(生长)旋回

水南洞洞穴石笋产自距洞口198.6 m(A位置), 石笋高2.45 m, 笋顶为钝锥, 笋体为柱状, 直径约40~45 cm, 石笋底盘为早期洞顶崩塌的石盾基座(高80 cm), 底部为粘土—钙华—砾石层, 厚2.5~4 m不等。石笋沿中轴切开后, 内部年轮纹层清晰, 由不同粒级、形态、色泽的方解石组成, 纹层形态组合和谐, 有10个沉积旋回和11个沉积间断(图2), 其中1、3、5、8、9间断期较长; 在间断纹层间粘土明显增多, 测年证实, 石笋生长较快, 2.08 mm/1 00年, 7沉积间断期之后, 生长稍快。笋体(剖面)由下而上的主要沉积旋回特征如下:



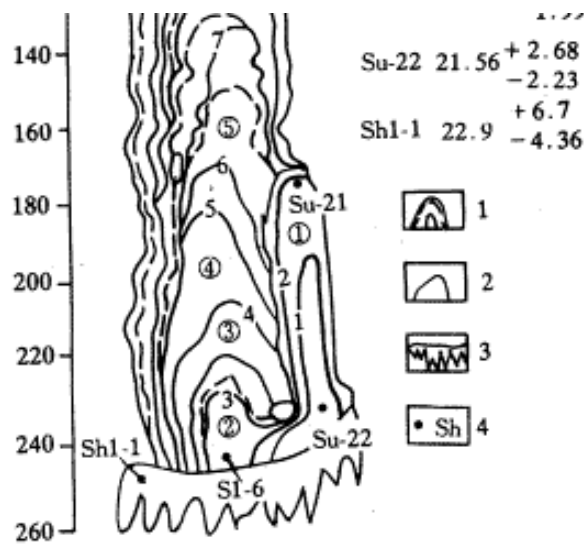


图2 水南洞石笋纵剖面图

1.石笋纹层；2.沉积间断面；3.石盾；
4.取样位置；5.粘土；6.钙华粘土层

Fig.2 Profile of a stalagmite in Shuinan Cave, Guilin

沉积旋回 为一附生小石笋，高71 cm，直径10~15 cm，由肉红—白色(冰州石化)方解石组成(包括2沉积间断面)，沉积率为3.25 mm/100a。方解石呈巨—粗粒状，沉积纹层厚>5 mm，显微弱纹层状，叠复呈平顶柱状，示滴水点高而稳(固)定。与下伏(石盾、粘土)底座为不整合接触。

沉积旋回 由肉红色—灰白色方解石韵律组成，厚17 cm。方解石呈中—粗粒状，沉积纹层厚(小石笋顶部0.1~1 mm)>5 mm，呈微波纹状，叠复呈平顶锥状，示滴水点高而不稳定，并向左偏移。与下伏石盾基座呈不整合接触，与边缘附生小石笋旋回呈半圈层平行不整合接触。

沉积旋回 由黄—灰白色方解石组成，厚度23 cm。方解石呈中细粒状，沉积纹层厚>2 mm，上部具波状纹层，叠复呈平顶锥状，示滴水点高，量大而稳定。与下伏第 沉积旋回呈圈层不整合或平行不整合接触。

沉积旋回 由灰白—肉红色方解石组成，厚36 cm。方解石呈细晶粒状，沉积纹层0.5~1.5 mm，具波纹状，叠复呈平顶微斜锥状，示滴水量大，并向一方缓慢迁移。与下伏第 沉积旋回呈半圈层不整合接触。

沉积旋回 由白色细晶粒状方解石组成，厚37 cm。沉积纹层厚>5 mm，具弱波纹状，叠复呈平顶锥状，示早期滴水大而稳定，晚期滴水稍微有波动。与下伏第 沉积旋回呈半圈层不整合接触。

沉积旋回 由白—灰白色方解石韵律组成，厚38 cm。方解石呈细晶粒状，沉积纹层厚2~5 mm，具微弱纹状，叠复呈不对称尖锥状，示滴水量大而不稳定，微向一侧偏移。与下伏第 沉积旋回呈半圈层不整合接触。

沉积旋回 由灰—黄白色方解石纹层组成，厚28 cm。方解石呈细粒状，沉积纹层厚1~2 mm，呈波状纹层，叠复呈柱形平顶锥，示滴水量大而稳定，与下伏第 沉积旋回呈半圈层不整合或平行不整合接触。

沉积旋回 由中部白色细晶粒状方解石、下部和上部方解石纹层组成，厚54 cm。沉积纹层厚中部>2 mm，顶底纹层厚0.5~2 mm，具波纹状，叠覆呈不对称尖锥状，示早、晚期滴水量小而不稳定，中期滴水稳定。与下伏第 沉积旋回呈半圈层不整合接触。

沉积旋回 由白—肉红色(局部)方解石纹层组成，厚2 cm(顶点厚2 cm，边缘厚10 cm)。方解石为细—粉粒状，沉积纹层厚1~5 mm，叠复呈尖锥状，示滴水点低而快，使滴水向两侧漫流，构成侧流沉积较厚。与下伏第 沉积旋回呈半圈层平行不整合或不整合接触。

沉积旋回 由肉红色方解石纹层组成，厚10 cm(侧向沉积厚20 cm)。方解石为粉—细粒状，沉积纹层厚1~5 mm，叠复呈锥状，示滴水点低水量大而滴落点偏向一侧且落速快，使滴水向一侧快速漫流，形成较厚的侧流沉积纹层。与下伏第 沉积旋回呈半圈层平行不整合接触。

2 石笋沉积圈(纹)层构造

通过石笋轴心的纵横剖面观测表明,石笋内部结构构造是笋体沉积表面的漫长叠复构造,其形态、

不对称圈层叠复构造等类型。各构造类型均以面状构造接触,呈平行不整合或不整合,两者均显示沉积间断〔1〕。

2.1 柱状(平顶)叠锥 由微波纹状或缓拱的纹层组叠复而成。如旋回,示滴水点高而固定,水量不大且滴落缓慢。

2.2 平顶微斜叠锥 由波状或微波纹状向锥肩下延伸基本对称的纹层(组)叠复而成。如旋回,示滴水微向一方缓慢迁移或基本固定,滴水量较大或是落速较快。

2.3 平顶叠锥 由微波纹状向锥肩下延伸的对称纹层组叠复而成。如旋回期,示滴水点固定,滴水量较大或落速较快。

2.4 缓-平顶凹凸边叠锥 由波纹状或微波纹状向锥肩下延伸的不对称纹层组叠复而成。如旋回下部和旋回下部示滴水量固定,沉积纹层基本对称;旋回上部和旋回上部示滴水量大,滴落点不固定且落速快,沉积纹层不对称;而旋回示滴水点低水量大,滴水点偏向一侧构成漫流,形成侧流沉积纹层。

2.5 尖顶叠锥 由波纹状或脑纹状向锥肩下延伸的对称或不对称纹层组叠复而成。如旋回下部示滴水量不大,滴水点不固定而向一侧偏移;中部示滴水量大而固定;上部示滴水微向一方迁移,滴落缓慢。

旋回示滴水点低滴水量大,滴水快速向两侧漫流,形成对称的沉积纹层。

圈层构造类型及其平行不整合或不整合面,均表示某一时期滴水点的数量、固定或移动快慢和方向、出水点的高低或落水状况、水量的大小和落速或停滴等有显著不同。这些滴水动态是洞内外地质环境和气候在不同时期的反映,并表现在石笋的沉积旋回中,也可以反映石笋形成时的冷热气候环境。

3 石笋沉积间断标志

石笋沉积间断的最明显标志就是存在有风化壳层。水南洞石笋自下而上发育有11个沉积间断面—风化壳层,其间断面富含有机碳、微(痕)量金属元素、粘土矿物或泥质物。沉积间断面或风化壳层,形态各异,多呈波状、凹凸不平状,成为沉积旋回间的不整合或平行不整合接触面,构成不同层面的构造类型。

3.1 圈(壳)层不整合 风化壳界面与其间沉积的纹层及其纹层组合彼此呈不协调,构成圈层不整合接触。界面上凹坑或孔穴、色彩变暗、粘土矿物、泥质、有机质等亦很发育。如2与3、3与4、6与7、7与8、8与9间断面间的沉积纹层。

3.2 圈(壳)平行不整合 风化壳界面与其间沉积的纹层及其纹层组合彼此呈协调、对称延伸,构成平行不整合接触。界面上有凹坑、色调变暗、粘土矿物、粘土质点、有机质局部较集中。如1与2、4与5、5与6间断面间的沉积纹层。

3.3 半圈(壳)层不整合 风化壳界面与其间沉积纹层及其纹层组彼此呈局部协调或局部不协调、不对称延伸,构成局部不整合或平行不整合接触。如9与10、10与11间断面间的沉积纹层。

石笋沉积间断时间长者,壳(纹)层组合复杂、厚度大,反之薄而单一。这些特征显示古气候突变或剧变,是沉积间断或间歇性沉积的冷环境综合标志。这种规律具普遍意义,除桂林外,灌阳偷牛岩、响水岩、荔浦丰鱼岩等诸多洞穴,洞中较大石笋都有若干沉积间断期,纹层构造、组成特征均富古环境信息。

4 石笋的岩石化学、微量元素含量特征

众所周知,在温暖、潮湿的气候条件下,岩石的化学作用较强烈,水中CO₂含量高、氧化作用和水动力条件较强,碳酸盐岩中的非稳定矿物(或粘土矿物)被破坏较严重,所以,在岩溶洞穴渗流水作用下形成的次生化学沉积物—石笋中的非稳定矿物或粘土矿物、成矿元素的含量相对较少;而在寒冷的气候条件下,因化学作用减缓,在渗流水作用下形成的化学沉积物—石笋中,不稳定矿物或者粘土矿物和成矿元素(利于粘土矿物的吸附)的含量将增加。所以洞穴石笋的沉积速度和矿物、颜色可作为古气候的标志。因此,在沿石笋中轴切开的剖面上,自下而上系统取样,进行岩石化学、微量元素分析,其结果见表1,表2。

表1 桂林市水南洞石笋微量元素含量表(W_B/%)

Table 1 The $W_B/\%$ of micro-elements in the stalagmite of Shuinan Cave, Guilin Guangxi

编号	距笋顶/ (cm)	沉积 旋回	样品名 称	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₃	CO ₂	Corg
S1H1(u-2)	5.2	沉 积 旋 回	肉 红 色 方 解 石	0.09	0.075	0.003	0.033	0.00	55.59	0.07	0.005	0.007	0.04	43.48	0.18
S1H2	25.0	旋 回 10 风 化 壳	黄 灰 色 方 解 石	0.09	0.054	0.006	0.028	0.00	55.41	0.11	0.006	0.001	0.037	43.75	0.04
S1H3(u-4)	22.3	旋 回 上 部	白 色 方 解 石 局 部 肉 红 色	0.04	0.003	0.001	0.017	0.00	55.71	0.13	0.008	0.005	0.028	43.96	0.02
S1H3(u-5)	41.9	旋 回 中 部	白 色 方 解 石	0.03	0.003	0.001	0.007	0.00	55.59	0.11	0.005	0.001	0.025	43.60	0.17
S1H5	61.0	旋 回 9 风 化 壳	黄 灰 色 方 解 石	0.13	0.079	0.005	0.036	0.00	55.23	0.12	0.008	0.008	0.099	43.77	0.10
S1H6	71.0	旋 回	灰-黄 白 色 方 解 石 纹 层	0.06	0.027	0.001	0.015	0.00	55.71	0.10	0.005	0.005	0.039	43.69	0.03
S1H7	113.0	旋 回	白-灰 白 色 方 解 石	0.02	0.007	0.005	0.008	0.00	55.83	0.11	0.001	0.003	0.024	44.03	< 0.01
S1H8	143.0	旋 回 7 风 化 壳 层	黄 灰 色 方 解 石	0.18	0.107	0.015	0.033	0.00	55.47	0.12	0.002	0.005	0.029	43.98	< 0.01
S1H9	173.5	旋 回	灰白- 肉 红 色 方 解 石	0.11	0.066	0.002	0.038	0.00	55.83	0.09	0.002	0.004	0.056	43.60	0.01
S1H10(u-19)	234.8	旋 回	肉 红- 灰 白 色 方 解 石	0.06	0.022	0.003	0.011	0.00	55.59	0.11	0.002	0.003	0.040	43.74	0.11
S1H11-	小石笋 7.0	旋 回 2 风 化 壳 层	黄 灰 色 方 解 石	1.12	0.492	0.052	0.302	0.04	54.01	0.19	0.003	0.023	7.66	35.68	0.12
S1H11-	9.0	旋 回 2 风 化 壳 层	黄 灰 色 方 解 石	1.43	0.396	0.058	0.264	0.05	54.26	0.18	0.002	0.016	1.89	40.91	0.15

		旋回	白色冰方解石										43.68	0.01
--	--	----	--------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-------	------

表2 桂林市水南洞石笋微量元素含量表($W_B \cdot 10^{-6}$)

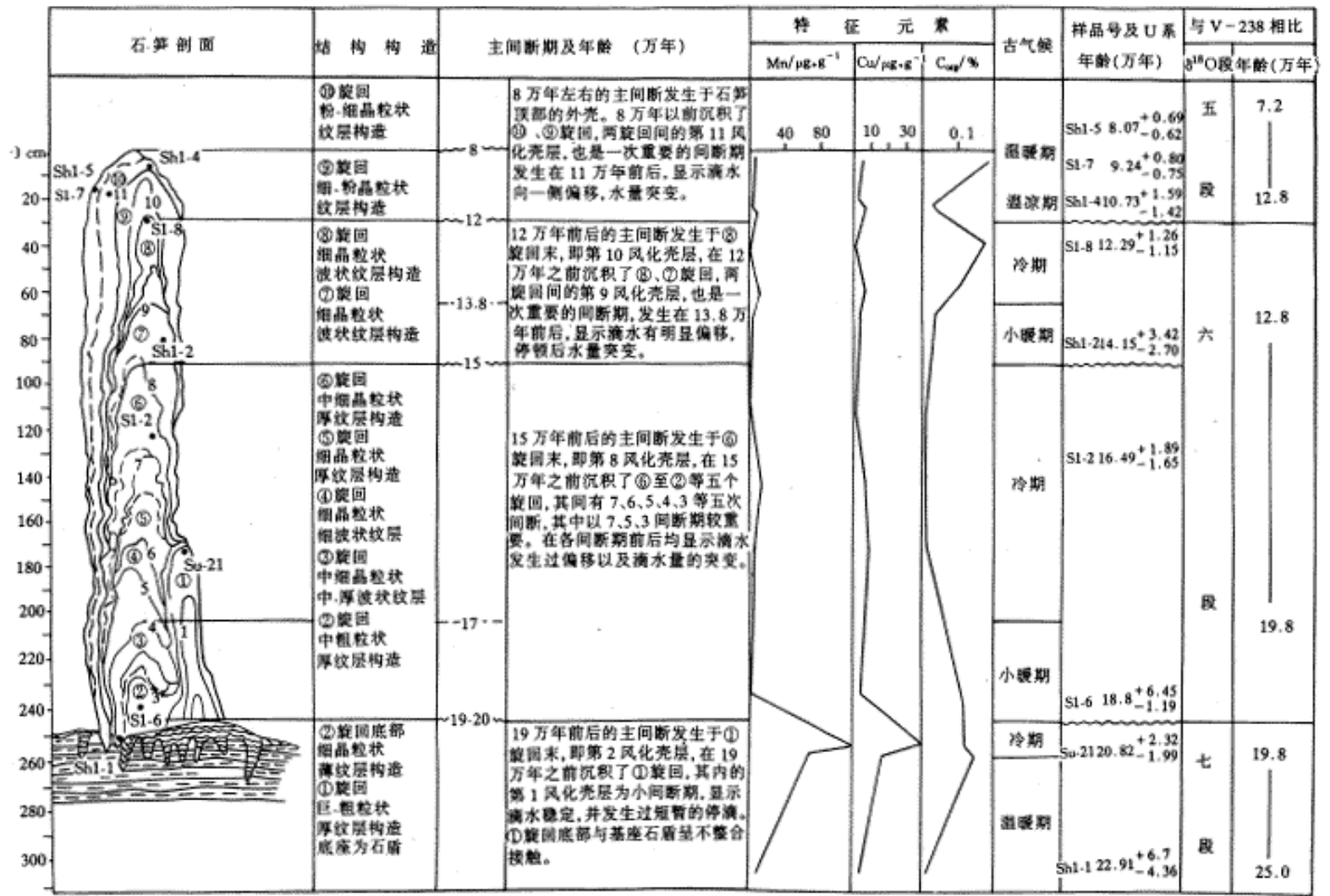
Table 2 The $W_B \cdot 10^{-6}$ of trace-elements in the stala gmite of Shuinan Cave, Guilin Guangxi

编号	距笋顶/cm	沉积旋回	样品名称	Mn	Cu	Pb	Zn	Ni	Co	F
S1H1(u-2)	5.2	沉积旋回	肉红色方解石	4.96	4.50	31.01	11.48	23.73	34.96	9.50
S1H2	25.0	旋回 10风化壳层	黄灰色方解石	7.09	5.90	28.40	14.34	26.57	34.88	13.5
S1H3(u-4)	22.3	旋回上部	白色方解石 局部肉红色	4.26	4.40	35.20	11.01	27.27	31.88	11.5
S1H3(u-5)	41.9	旋回中部	白色方解石	2.84	2.40	40.55	7.90	25.65	34.65	9.50
S1H5	61.0	旋回 9风化壳	黄灰色方解石	9.93	6.30	37.33	14.23	27.17	38.14	10.50
S1H6	71.0	旋回	灰-黄白色 方解石	4.96	4.60	42.21	13.76	25.55	38.41	10.5
S1H7	113.0	旋回	白-灰白色 方解石	3.55	2.60	41.25	9.69	27.41	39.91	12.50
S1H8	143.0	旋回 7风化壳层	黄灰色方解石	10.64	6.60	38.14	14.47	23.40	37.66	7.50
S1H9	173.5	旋回	灰白-肉红色 方解石	6.38	8.50	35.16	15.47	25.75	35.99	10.50
S1H10(u-19)	234.8	旋回	肉红-灰白色 方解石	4.96	5.80	30.56	8.96	26.82	38.04	7.50
S1H11-	小石笋 7.0	旋回 2风化壳层	黄灰色方解石	415.2	40.10	33.75	334.02	38.52	39.07	210.0
S1H11-	9.0	旋回 2风化壳层	黄灰色方解石	70.22	17.60	28.50	118.0	34.01	33.47	42.5
S1H12	50	旋回	白色冰州石化 方解石	6.38	5.00	26.62	14.76	35.35	35.05	12.80

石笋岩石化学、微(痕)元素含量表明, 在石笋沉积断面之间或接近间断面附近, 其粘土多, 有机碳、硅、铝和锰、铜、锌、铅、钴等成矿元素含量很高, 这是由于在干冷条件下, 化学风化作用减弱, 介质碱性增强, 生物活力降低, 胶体逐渐凝聚, 有机碳、Fe、Mn、Cr、V、Co、Ni等元素的活性降低, 利于元素的富集。特别是有机碳、锰、铜元素相对富集, 如旋回底部第2沉积间断面和旋回第9沉积间断面上的锰、有机碳含量是其它层含量的10倍以上, 其量级似与间断时间呈正相关关系, 可作为干冷气候的指示剂(表3)。通常, 在干冷期形成的沉积纹层富含有机碳、锰和稀有金属元素, 其纹层呈暗灰~暗色; 在炎(湿)热氧化环境条件下形成的沉积纹层一般呈淡红色; 而在温暖—湿热多雨环境, 形成的沉积纹层则呈灰白~雪白色, 沉积纹层厚, 方解石粒度稍大, 质纯。所以, 在沉积纹层中粘土、有机碳、硅、铝及锰、铜、铅、锌、钴、镍等微(痕)量成矿元素的混杂和高含量, 往往是冷、热或还原氧化环境的显示。

表3 桂林水南洞笋古气候环境综合对比表

Table 3 Comperhenive comparison of paleoclimatic environment of the stalagmite in Shuinan Cave, Guilin



5 石笋的形成年龄

洞穴沉(堆)积物是某一地质时期形成的产物，同洞外第四纪一样都是确定地质时代的物质基础，也是确定岩溶发育历史的物质证据。洞穴沉积中以化学沉积物最直接反映洞穴和岩溶发育的地质、水文、气候和环境特征，尤以滴水类的石笋沉积剖面完整，纹层细，易保存系统性、连续性的同位素组成以及年龄信息，是综合研究古气候环境的理想载体^[2]。水南洞洞穴石笋采自距洞口198.6m(图1A位置)，为一附生石笋，大石笋高2.45m，笋顶为钝锥，笋体为柱状，直径约30~45cm；边部早期小石笋高71cm，笋体为柱状，直径15cm。石笋底盘为早期洞顶崩塌的石盾基座(高80cm)，底部为粘土—钙华—砾石层，厚2.5~4m不等。石笋沿中轴切开，内部年轮纹层清晰，经在石笋剖面上，系统采集40多个U系测年样，测年确定石笋形成年龄在8.07~22.91万年之间，可分为8~12万年、12~15万年、15~19万年和20~22.91万年等四个沉积阶段，经历了14.84万年的沉积时间。可与桂林茅茅头大岩(82—29石笋，4.1~35万年)、福建宁化天鹅洞(1.8~21.5万年)和南京汤山(16.6~38.1万年)等洞穴石笋的形成年龄以及深海氧同位素年龄进行对比，在气候变化上则存在有一些局部小差异，但气候变化总体响应全球变化模式^[3,4]。

测年证实，水南洞石笋生长较快，沉积速率为2.08~2.82mm/100年。成笋全过程有10个沉积旋回和11个沉积间断(表3)，其中2、4、5、8、9间断期较长，粘土明显增加多，在7沉积断期之后，生长稍快，特别是在8.07~10.73万年间石笋主要为侧流沉积，滴水较大，沉积速度较快，纹层沉积清晰，铁泥质物明显增多。成笋期滴水点位移有序，落程不高，落速偏快，滴水量较大，含泥较多，方解石沉积较快，纹层稍厚，但含粘土量变化大，滴水量及水质变化规律明显，纯方解石洁白，晶粒大组成厚纹层；晶粒小或针状放射状者，粘土矿物增多，纹层薄。

6 洞穴石笋的气候记录

据水南洞石笋剖面的沉积旋回、沉积间断以及物质成分的变化(泥质成分、有机碳及Mn、Cu元素等的富集)研究表明,石笋从8万年至22万年期间,在距今8万年、12万年、15万年和19万年左右石笋内发生了四次主要沉积间断,与全球气候变化密切相关。从22万年以来的古气候环境变化,大致反映如下冷暖变化期(阶段)。

第一温暖期,由 旋回组成,位于小石笋0.7~71 cm处,年代为20.82~22.9万年,生长速率为3.05mm/100a。在时间段上,与深海氧同位素暖期第七阶段晚期对应(表3),也可与福建宁化天鹅洞石笋底部60~64 cm处,年龄为 21 ± 6 万年的升温期相比较〔4〕。

第一冷期,为 和 旋回之间的第2风化壳层,年代为19~20万年,在时间段上,相当于深海氧同位素第七与第六阶段的过渡期。

第二小温暖期,由 和 旋回组成,在208~244 cm处,年代为17~19万年,生长速率为1.7mm/100a。从年代来看,与深海氧同位素冷期第六阶段早期对应。

第二冷期,由 、 和 三个旋回组成,在96~208 cm处,年代为17~15万年,在时间段上,与深海氧同位素冷期第六阶段中期对应。

第三小温暖期,由 旋回组成,在67~96 cm处,年代为15~13.8万年,从年代来看,与深海氧同位素冷期第六阶段中晚期对应。

第三冷期,由 旋回组成,在25~67 cm处,年代为13.8~12万年,在时间段上,与深海氧同位素冷期第六阶段的晚期对应。

第四温凉期,由 旋回组成,在16~25 cm处,年代为12~10.73万年,在时间段上,与深海氧同位素温暖期第五阶段早期对应。

第四温暖期,由 旋回组成,在0~16 cm处,年代为10.73~8万年,在时间段上,与深海氧同位素温暖期第五阶段的中-晚期对应。

上述的四个主间断期,显然是干冷气候下滴水断流或滴水极缓慢所致,其间的四个温暖期,滴水较充沛,利于石笋生长。总的看来,这一时期内古气候环境的冷暖交替变化较快,特别是在12~19万年间这一寒冷期内,包含了两个小温暖阶段;而在温暖期内也包含有小冷阶段。中更新世以来的古气候演变既具有全球性特征,又有着强烈的区域性特征。

7 结语

水南洞石笋由10个沉积旋回组成,其内有11个沉积间断面或风化壳层,这些风化壳是古水文地质环境突变或剧变的综合显示,可作为地质时代分界的标志层。

水南洞石笋形成于中更新世晚期至晚更新世早期,距今22.91万年至8.07万年,经历14.84万年的时间,沉积了高3.16 m(2.45 m+0.71 m)的石笋,沉积速率为2.08~2.80 mm/100a(未扣除间断时间)。从22.91万年以来古气候环境的变化,可划分出8万年、12万年、15万年和19万年四个主要沉积间断期以及四个冷暖变化阶段。中更新世以来的古气候变化既响应于全球气候变化模式,又有着强烈的区域性特征。

水南洞石笋的纹层组成和内部结构是洞内外地质环境的综合反映。以石笋的形态、沉积纹层厚度、粒度、纹层组合构造和层面构造特征等,恢复洞穴滴水动态及相关古水文地质条件。

石笋沉积间断面之间粘土多,有机碳、硅、铝和锰、铜、锌、铅、钴等成矿元素含量很高,特别是有机碳、锰相对富集,量级似与间断时间呈正相关关系,可作为干冷气候的指示剂。

石笋沉积纹层的成分、颜色对沉积环境很敏感,沉积纹层中粘土、有机碳、硅、铝及锰、钼、铅、锌、钴、镍等(痕)量成矿元素的含量,往往是冷、热或还原氧化环境的显示。如在干冷期形成的沉积纹层呈暗灰色、灰色~灰黄色,富含有机碳、锰和稀有金属元素;当纹层呈淡红色常是炎(湿)热氧化环境标志。纹层灰—雪白色是温暖—湿热多雨环境,纹层厚,方解石粒度稍大,质纯。此外,笋体纹层成分及厚度变化则是水量和水质动态的反映。

IGCP379国家自然科学基金资助项目(编号49632100)和国土资源部资助项目(编号9501104)

第一作者简介 张美良 男 1956年出生 高级工程师 构造地质学

作者单位:张美良 林玉石 覃嘉铭(国土资源部岩溶地质研究所岩溶动力学开放研究实验室 广西桂林 541004)

参考文献

- [1] 林玉石, 张美良, 覃嘉铭. 桂林盘龙洞石笋地质时代与环境 [A]. 《岩溶与人类生存、环境、资源和灾害》 [C]. 南京: 广西师范大学出版社, 1996. 71 ~ 80
- [2] 袁道先. 岩溶作用对环境变化的敏感性及其记录 [J]. 科学通报, 1995, 40(13): 1 210 ~ 1 213
- [3] 汪永进, 陈琪, 刘泽纯等. 南京汤山溶洞石笋连续200 Ka古气候记录 [J]. 科学通报, 1997, 42(19): 2 093 ~ 2 097
- [4] 李平, 彭子成, 文启彬等. 福建宁化天鹅洞石笋年代和古温度 [J]. 沉积学报, 1996, 14(1): 149 ~ 154

收稿日期: 1998-01-12 收修改稿日期: 1998-06-26