

高占冬, Jean Bottazzi, 赵欣楠, 等. 双河洞中大熊猫—剑齿象动物群化石的发现[J]. 中国岩溶, 2016, 35(4): 402—406.
DOI: 10. 11932/karst20160407

双河洞中大熊猫—剑齿象动物群化石的发现

高占冬^{1,2}, Jean Bottazzi⁴, 赵欣楠³, 贺卫^{1,2}, Eric Sanson³, 李坡^{1,2}, 程海^{3,5}

(1. 贵州省山地资源研究所, 贵州 贵阳 550001;

2. 贵州省喀斯特洞穴(旅游)资源开发利用工程技术研究中心, 贵州 贵阳 550001;

3. 西安交通大学, 陕西 西安 710054; 4. 法国洞穴联盟, 法国 巴黎; 5. 明尼苏达大学, 美国 55455)

摘 要:对贵州省境内的双河洞历次科考中发现的第四纪动物群化石进行初步研究和总结, 认为目前对双河洞第四纪动物群研究尚处于起步阶段, 化石的发现者都是洞穴科考专家, 古生物知识相对欠缺且重视不够是洞穴化石研究进展缓慢的原因。为了加快双河洞第四纪动物群的研究进程, 以今年中法联合科考过程中发现的大熊猫—剑齿象动物群化石为样本, 采用 ICP-MS 铀系定年方法对这批大熊猫骨骼化石碳酸盐岩包裹物的年龄进行测试, 结果表明该化石群化石距今 6.75 万年, 初步判定此动物群可能生存于中更新世—晚更新世早期。这批哺乳动物化石及其地层信息将为贵州(尤其是黔北)第四纪的研究提供重要资料。

关键词: 洞穴; 化石; 大熊猫—剑齿象; 双河洞; 贵州省

中图分类号: Q915.2

文献标识码: A

文章编号: 1001-4810(2016)04-0402-05

0 双河洞研究概况

双河洞国家地质公园位于贵州省遵义市绥阳县温泉镇, 是中国最大的溶洞群。早在 100 多年前, 居住在当地的人们便进入洞穴系统的部分洞段采炼硝磺, 他们的足迹已经深入到了当时一般人不能到达的地方, 算得上是对双河岩溶洞穴系统进行过探险的先行者。

对双河溶洞进行系统、全面的科学研究始于 20 世纪 80 年代。1986 年, 贵州省著名的地质学家杨汉奎教授带领他的研究团队对该洞穴系统的地质、水文、地貌条件等特征做了初步考察, 认为这个洞系具有较高的研究价值和广阔的开发前景。从 1988 年开始至今, 贵州省山地资源研究所广泛开展国际合作, 对双河洞洞穴系统进行了区域地质、地貌和水文环境调查, 多次开展洞穴探测、洞穴图绘制工作^[1-3]。截至 2016 年, 中法洞穴专家对双河洞共进行了 15 次联

合科考, 实测洞穴总长度达到 186.333 km, 为中国第一、亚洲第二长洞, 是世界最长的白云岩洞穴, 也是世界面积最大的天青石沉积洞穴^[4]。

以前, 在双河洞探测过程中发现了部分的古脊椎动物化石, 但是研究不深入, 仅仅是发现后做报道, 并没有引起足够的重视。近年来, 对双河洞的研究已扩展到了洞穴沉积物、洞穴生物等方面^[5-6]。

1 贵州洞穴更新世动物群化石发掘现状

我国华南洞穴中常见的更新世哺乳动物(不包括各时期发现的人类化石)有如下种属: 灵长目(猩猩、猕猴)、食肉目(中国熊、猪獾、大熊猫、鬣狗)、啮齿目(箭猪)、偶蹄目(野猪、黑鹿、麂、水牛等)、奇蹄目(巨貘、中国犀)、长鼻目(东方剑齿象、纳玛象和印度象)等。由于大熊猫和剑齿象化石富有代表性, 目前普遍地把在华南地区发现的、属于更新世的哺乳动物化石

资助项目: 贵州省社发攻关项目(黔科合 SY[2012]3031 号); 贵州省工程技术研究中心建设项目(黔科合 G 字[2014]4004 号); 贵州省科研机构服务企业行动计划项目(黔科合服企[2015]4014 号)

第一作者简介: 高占冬(1986—), 博士, 地球化学专业, 研究方向为喀斯特地质及环境。E-mail: zhandonggao@163.com。

收稿日期: 2016-04-10

称作大熊猫—剑齿象动物群^[7-8]。开展大熊猫—剑齿象动物群研究,对华南第四纪地层对比、动物区划有重要意义;而且哺乳动物种属的变化,说明自然环境的不断变化^[9],因此对研究当地古地理和恢复古气候具有一定的价值^[10]。

在我国,贵州省以脊椎动物化石丰富且重要而著称,第四纪哺乳动物的化石产地有织金、黔西、桐梓、威宁、铜仁、镇宁、普定、关岭等地^[11]。目前所发现的洞穴堆积物在时代上属中更新世和晚更新世,晚更新世时期的洞穴堆积物较多,如已发掘的有硝灰洞、猫猫洞、穿洞、马鞍山洞等至少 4 个洞穴堆积物。黔西观音洞洞穴堆积物年代确定为中更新世。未发现早更新世的洞穴堆积物。

对贵州省更新世中期和晚期堆积物中的动物群化石研究很不均衡,多侧重地下文化遗物、古人类化石等方面,缺乏系统研究,因此,对中更新世和晚更新世动物群化石的划分,只能根据观音洞、岩灰洞、硝灰洞、猫猫洞、穿洞的动物群化石特征,判断出其大致归属于广义的大熊猫—剑齿象动物群。研究发现,在贵州的洞穴沉积中未见早于中更新世的典型(狭义的)大熊猫—剑齿象动物群,只发现有晚更新世与真人(或人属)共生的大熊猫—剑齿象动物群^[12]。贵州省脊椎动物化石的发现和ación,对于地层年代的确定和对比,古地理、古气候条件,生物地理区的发展历史,古人类的历史(例如在桐梓更新世洞穴发现与北京猿人类似的人牙)、生活情况和生存条件,以及某些脊椎动物的发源、迁徙和演化等方面都具有重要意义^[11]。

2 双河洞洞穴系统中古脊椎动物化石

绥阳双河洞作为国内最长洞穴,其洞穴系统内不可避免的会有第四纪动物群化石保存,针对贵州省第四纪动物群化石研究现状,开展这方面的研究对贵州省更新世动物群的补充完善具有重要意义。

2.1 双河洞的古生物发现史

双河洞的系统探测工作基本由洞穴探险家完成,他们大多非古生物专业,使得该洞穴系统中古生物的发现与研究长期以来进展缓慢。2003 年,在杉林洞和大风洞的竖井底部首次发现动物骨骼,当时只做了简单的报道而未开展进一步研究,后经鉴定该动物骨骼为熊骨骼化石。2011 年中法联合考察队在凉风洞攀爬了 70 m 的竖井后发现第一块化石,经鉴定为熊猫头盖骨化石。2014 年,中法联合考察队成员韩风在一个竖井底部发现一个疑似犀牛类化石,该化石成

为了 2014 年洞穴探测主要成果之一。

2015 年 5 月,在一个偏僻的廊道内发现一具完整的疑似熊猫骨骼的熊科生物骨骼化石,同年 8 月,在同一个洞穴的较短廊道内又发现 5 具熊猫骨骼化石;在曾教洞支线竖井的探测过程中,也找到了一块熊猫头盖骨化石;在成华塘水洞,远离入口的地方发现了一具熊骨骼化石。2015 年科考队中令人印象最深刻的收获是法国成员 Carlos Placido 和 Marc Tremblay 发现的剑齿象牙化石。

发现仍在继续:2016 年 2 月份,新的熊猫头盖骨化石和熊类抓痕遗迹在杉林洞被发现,3 月份在杉林洞廊道地面采集到了人类胫骨化石。4 月份,在轰鸣洞(需要疏通障碍才能进入)一个很难进入的地点发现了被碳酸盐岩覆盖的骨化石(未鉴定),在一个塌坑中观察到一个新的熊猫头盖骨化石及一具完整的熊骨骼化石。化石发现情况见表 1。

由表 1 可以看出,大多数古脊椎动物化石是 2015 年以后发现的,洞穴海拔高度 750 m 以上,且发现的化石种类以大熊猫化石为主。“大熊猫—剑齿象动物群”化石的发现,对考察双河洞从中新世到更新世的气候变化、动植物区系分布、动植物生态、植被、地质以及第四纪冰川变化的研究起到重要的作用。

2.2 熊猫骨化石位置

2016 年 4 月双河洞中法联合科考队发现的古脊椎动物骨骼化石的位置共有 13 处,目前笔者仅对其中的一个点进行了取样。该化石群位于水平洞道的地面上,在 20 m 长度范围内散乱分布。水平洞宽约 6 m、高 3~6 m,远离地下河,没有鹅卵石及其水流痕迹。洞底有少量淤泥,部分发生钙化,被渗漏的地表水溶滤而露出石头和骨骼化石,这些化石通常是破碎和散乱的,保存条件较差。一些骨骼和牙齿上有碳酸钙直接沉积,所有化石由碳酸钙直接固结在地面上(图 1)。

初步估计此处有 5 组熊猫骨骼化石,根据臼齿特征观察识别,发现化石中有一个幼年熊猫(4 颗前齿而不是 6 颗)。另外,经专家鉴定,其中一个尺寸较小的头盖骨化石与新生熊猫相当。周围还散落有许多小动物骨骼化石。

目前该位置还发现一新入口,在峡谷一侧的一个化石洞,包括一系列的水平洞和垂直洞道(图 2),分析认为大型动物不大可能跌落到第一层幸存下来,再跌到第二层,最终停留在水平洞更深处,即目前化石的所在的位置。因此完全排除在这一支洞中的 5 个可识别的个体是从新入口进来的可能性。

表 1 双河洞洞穴系统中历次发现的古脊椎动物化石统计表

Table 1 Statistical table of ancient vertebrate fossils in Shuanghe Cave system

序号	日期	种属	堆积物类型	位置	海拔/m	发现者
1	2003/2/17	未定义	各种骨骼化石	竖井底部	832	Laurent Mangel, Sylvain Matricon, Eric Sanson
2	2003/2/20	熊	头盖骨化石及其他	竖井底部	746	Jean-Pierre Barbary, Sylvain Matricon, Marc Pouilly
3	2011/4/19	熊猫	头盖骨化石	与石块混合	765	Bruno Hugon, Thierry Monges
4	2014/12/13	犀牛	头盖骨化石及其他	竖井底部	1 282	韩风, 薛莲, Jean Bottazzi, Eric Sanson
5	2015/5/18	熊猫	骨架化石	洞道地面	1 036	Jean Bottazzi, 薛莲
6	2015/8/3	熊猫	5 份兽类化石	洞道地面	1 035	Jean Bottazzi, 薛莲
7	2015/8/5	熊	骨架化石	洞道地面	960	Jean Bottazzi, 薛莲
8	2015/8/11	熊猫	头盖骨化石	竖井中部	900	Jean Bottazzi, 薛莲
9	2015/11/13	剑齿象	白齿化石	与石块混合	1 262	Carlos Placido, Marc Tremblay
10	2016/2/6	熊猫	头盖骨化石及其他	与石块混合	980	Jean Bottazzi, 薛莲
11	2016/2/20	熊科	爪痕	洞穴壁	765	Olivier Testa, 薛莲
12	2016/3/24	人	胫骨化石	洞道地面	812	Jean Bottazzi, 薛莲
13	2016/4/18	未定义	大骨化石	洞道地面	1 078	Charles Buttin, Cécile Pacaut, Marc Guichot, Jean Pierre Marché
14	2016/4/18	熊猫	头盖骨化石及其他	与石块混合	1 051	Pascal Orchampt, Barnabé Furgous
15	2016/4/20	熊猫	头盖骨化石及其他	洞道地面	1 226	Jean Bottazzi, Emmanuel Vitte



图 1 2016 年双河洞中发现的大熊猫化石

Fig. 1 Panda fossils in Shuanghe Cave in 2016

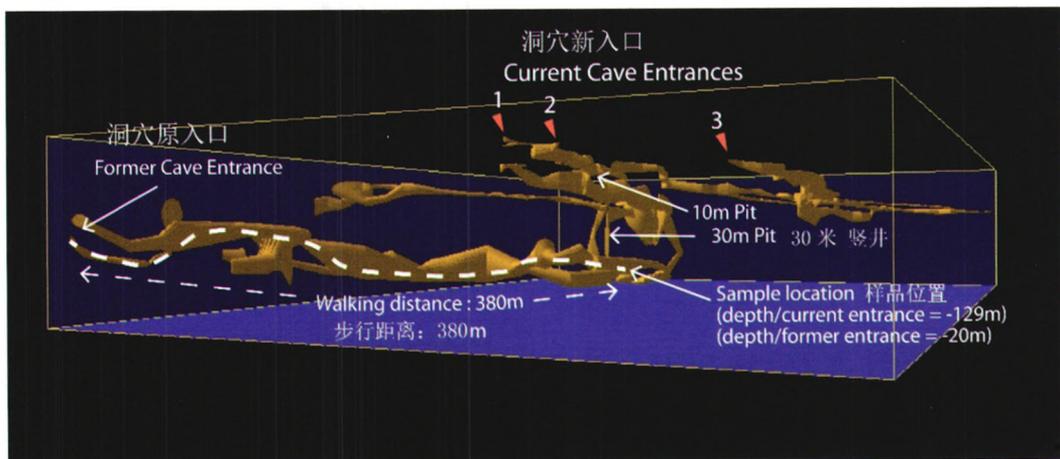


图 2 2016 年双河洞中大熊猫化石群位置示意图

Fig. 2 Location map of panda fossils group in Shuanghe Cave in 2016

最可能的入口是洞穴原入口,动物穿过一个水平洞进入逆流的地下河,到达具有大块岩块的塌坑。在塌坑中发现一个熊猫头盖骨化石也支持这一假设。但该塌坑到地表的精确距离尚未确定。无论什么原因,这些熊猫可能是在黑暗中沿着相当复杂的路线深入洞穴一定距离。

对该地点大熊猫化石取样,所采集到的样品为碳酸盐岩包裹的大熊猫骨骼化石 1 块。该年代样品肉眼可分三层,即表面风化层、次生碳酸盐层以及下部的骨质层。样品的年龄测试工作在西安交通大学全球环境变化研究院完成,化学分离过程、测试方法及

计算过程与目前石笋研究所采用的测试方法相同^[13-15],实验仪器采用 Neptune 型多接收器电感耦合等离子体质谱仪(MC-ICP-MS)^[16-18]。但针对化石样品的特殊性,先将样品在正压操作台内用高压 N₂ 气喷枪清洁整个样品约 2 分钟,吹去浮尘及附着的杂质。用直径为 0.5 mm 的牙钻在样品的次生碳酸盐层,且距离骨质层较远的位置钻取碳酸盐岩粉末 50 mg。考虑到次生碳酸盐包裹体在采样过程中无法肉眼分辨沉积层,故将所采集到粉末分为两个样品(SH-1 和 SH-2)进行平行测试。结果如下表(表 2)所示。

表 2 大熊猫骨骼化石碳酸钙包裹体年龄数据
Table 2 Panda fossils carbonate package age data

样品编号	²³⁸ U /ppb	²³² Th/ppm	²³⁰ Th / ²³² Th /原子数×10 ⁻⁶	²³⁴ U /测量值	²³⁰ Th / ²³⁸ U /活度比	²³⁰ Th 年龄 (未校正值)	²³⁰ Th 年龄/a B. P. (校正值)	²³⁴ U _{初始值} (校正值)
SH-1	16590.8±149.5	727310±16125	346±8	813.0±6.6	0.9190±0.0096	72517±1082	71810±1163	996±9
SH-2	16795.7±50.9	233919±4729	1038±21	821.0±2.5	0.8768±0.0029	67701±325	67432±355	993±3

注: $\lambda_{230}=9.1705\times 10^{-6}\text{a}^{-1}$, $\lambda_{234}=2.82206\times 10^{-6}\text{a}^{-1}$ ^[19], $\lambda_{238}=1.55125\times 10^{-10}\text{a}^{-1}$ ^[15];初始 Th 校正值采用国际上通用的 $^{230}\text{Th}/^{232}\text{Th}=4.4\pm 2.2\times 10^{-6}$;a B. P. 是距离 1950 年。

结果显示,样品中碳酸盐岩的初始²³⁸U 含量很高($>16\times 10^{-6}$),但两个年龄结果的范围不相互重叠,这种现象印证了目前化石包裹体在采样过程中通常可能存在的“年龄串层”问题。对于本样品,SH-1 和 SH-2 综合的最大年龄范围在 67 000 至 73 000 a B. P 之间,通过两个平行样品的相互印证,这一年龄范围是可靠的。考虑到 SH-2 样品中²³²Th 含量较低,年龄精度较高,故该大熊猫骨骼化石²³⁰Th 包裹年龄大于 67 500 a B. P。

3 讨 论

(1)大熊猫—剑齿象动物群化石在近两年才大规模发现,分析原因认为:前期考察的洞穴靠近村庄,人类活动频繁,部分洞穴被人类用作生产和生活场所,不利于洞穴内化石的保存,比如炼硝等,目前发现化石的洞穴均远离人烟;其次,地下洞穴中现代地下河发育,河流冲刷强烈,也不利于化石保存;而海拔较高的洞穴,受地形切割影响较轻,主要为上层洞穴,化石保留条件较好。

(2)文中进行测试年代的样品仅为一个洞穴中的样品,其年龄只代表这一个洞中部分化石的碳酸钙包

裹体年龄,由于中法联合科考时间紧迫,无法系统采集样品,使得不能以该数据准确界定此批大熊猫—剑齿象动物群的生存时代。洞内其他化石和位于其他洞穴内的化石的年龄测试均需进一步采样,并结合地层、动物群组合等信息综合定年。

(3)对已经探测的洞穴中目前发现的动物化石统计发现,没有人类骨骼化石、人类文明遗迹、石器等,说明洞中的大熊猫—剑齿象动物群有可能生活在中新世或晚更新世早期。而晚更新世—全新世以来双河洞的考古价值有待进一步发掘。

参 考 文 献

- [1] 陈建庚,张英骏. 贵州绥阳双河洞系的发育与成因探讨[J]. 中国岩溶, 1994, 13(3):247-255.
- [2] 贺卫,李坡,车家骧. 刍议双河洞穴系统主要形成特征及演化[J]. 贵州科学, 2001, 19(1):71-76.
- [3] 刘平. 贵州绥阳双河洞国家地质公园洞穴基本特征及成因探讨[J]. 贵州地质, 2008, 25(4):302-305.
- [4] 周永. 2016 双河洞中法联合洞穴科考成果新闻发布会在贵州绥阳举行 [EB/OL]. <http://www.hqhwx.com/news/top-vid5986.html>.
- [5] 吴克华,李坡,贺卫,等. 贵州双河洞国家地质公园洞穴冲积物的粒度组成及环境意义:以山王洞为例[J]. 地球与环境, 2014, 42(2): 138-144.

- [6] 戴素娟,郭琳,刘少伟,等. 双河洞放线菌多样性和抗菌活性的初步研究:以阴河洞和杉林洞为例[J]. 中国岩溶, 2015, 34(6): 624-630.
- [7] 裴文中. 大熊猫-剑齿象动物群[J]. 贵阳师院学报(社会科学版), 1980, 1: 1-7.
- [8] 黄镇国,张伟强. 中国热带第四纪动物群与气候波动[J]. 热带地理, 2006, 26(1): 6-11.
- [9] 金牛山联合发掘队. 辽宁营口金牛山发现的第四纪哺乳动物群及其意义[J]. 古脊椎动物与古人类, 1976, 14(2): 120-127, 143-144.
- [10] 黄万波,计宏祥. 江西乐平“大熊猫-剑齿象”化石及其洞穴堆积[J]. 古脊椎动物与古人类, 1963, 7(2): 182-189.
- [11] 曹克清,陈光宗. 贵州省的亚洲象(*Elephas maximus* L.)和其它脊椎动物化石[J]. 上海地质, 1994, 3: 42-49, 58.
- [12] 曹泽田. 贵州洞穴环境与古人类[J]. 环保科技, 1983, Z1: 122-127.
- [13] Edwards R L, J H Chen, G J Wasserburg. ^{238}U - ^{234}U - ^{230}Th - ^{232}Th systematics and the precise measurement of time over the past 500,000 years[J]. *Earth & Planetary Science Letters*, 1987, 81(2-3): 175-192.
- [14] Cheng H., et al., The half-lives of uranium-234 and thorium-230. *Chemical Geology*, 2000, 169(s 1-2): 17-33.
- [15] Cheng H, Edwards R L, Shen C C, et al. Improvements in ^{230}Th dating, ^{230}Th and ^{234}U half-life values, and U-Th isotopic measurements by multi-collector inductively coupled plasma mass spectrometry[J]. *Earth & Planetary Science Letters*, 2013, s371-372: 82-91.
- [16] 谭亮成,蔡演军,安芷生,等. 石笋氧同位素和微量元素记录的陕南地区 4200~2000 a B. P. 高分辨率季风降雨变化[J]. 第四纪研究, 2014, 34(6): 1238-1245.
- [17] 王立胜,马志邦,程海,等. MC-ICP-MS 测定铀系定年标样的 ^{230}Th 年龄[J]. 质谱学报, 2016, 37(3): 262-362.
- [18] Shen C C, Lin K, Duan W, et al. Testing the annual nature of speleothem banding[J]. *Scientific Reports*, 2013, 3(12): 95-103.
- [19] Jaffey A H, Flynn K F, Glendenin L E, et al. Precision measurement of half-lives and specific activities of ^{235}U and ^{238}U [J]. *Physical Review C*, 1971, 4(5): 1889-1906.

Discoveries of Ailuropoda—Stegodon Fauna from Shuanghe Cave

GAO Zhan-dong^{1,2}, Jean Bottazzi³, ZHAO Xin-nan³, HE Wei^{1,2},
Eric Sanson⁴, LI Po^{1,2}; CHENG Hai^{3,5}

(1. *Guizhou Institute of Mountain Resources, Guiyang, Guizhou 550001, China;*

2. *Guizhou Engineering and Technology Research Center for Development & Utilization of Cave Resources, Guiyang, Guizhou 550001, China;*

3. *Xi'an Jiaotong University, Xi'an, Shaanxi 710054, China;* 4. *French Cave Union, Paris, France;* 5. *University of Minnesota, USA, 55455*)

Abstract In this paper, the status quo of Quaternary fauna fossils in Shuanghe Cave in the course of the previous expeditions and in Guizhou province was overviewed. Research on Quaternary fauna in the Shuanghe Cave in Suiyang County is still in its infancy, and reasons were discussed. In order to accelerate the research process, the discovery of Ailuropoda—Stegodon fauna fossils in the cave with a Sino-French joint expedition this year was reported. The result from uranium series dating (ICP-MS) shows that the carbonate inclusion of the panda fossils can be dated back to 6.75 million years ago. It was suggested that this fauna might survive in the Middle Pleistocene-early Late Pleistocene. The Pleistocene mammalian fossils and associated stratigraphic data will provide important information to the Quaternary study in Guizhou, especially in northern Guizhou.

Key words Shuanghe Cave, fossil, Ailuropoda—Stegodon Fauna

(编辑 张玲)