doi:10.11928/j.issn.1001-7410.2015.03.09

云南元谋小河组脊棱齿象(Stegolophodon)化石新材料*

王世骐¹²³ 付丽娅^④ 张家华^④ 李田广^④ 吉学平⁵ Jaroon Duangkrayom¹⁰ 韩榕韬¹

(①中国科学院古脊椎动物与古人类研究所,中国科学院脊椎动物演化与人类起源重点实验室,北京 100044;②中国科学院青藏高原地球科学卓越创新中心,北京 100101;③中国科学院南京地质古生物研究所,中国科学院资源地层学与古地理学重点实验室,南京 210008;
 ④楚雄彝族自治州博物馆,楚雄 675000;⑤云南省文物考古研究所,昆明 650118;⑥Northeastern Research Institute of Petrified Wood and Mineral Resources, Nakhon Ratchasima Rajabhat University, Nakhon Ratchasima 30000, Thailand)

摘要 文章报道了云南元谋盆地上中新统小河组芝麻大村小夹巷巷地点的脊棱齿象属(Stegolophodon)的新化石 材料:包括一完整的、轻度磨耗的左上第二臼齿,和一不完整的、重度磨耗的右上第三臼齿。第二臼齿和第三臼 齿主齿柱中附锥和前中心小尖愈合;后中心小尖很弱小;前二脊发育中沟,且几乎排成一条直线,仅主齿柱的中 附锥比主尖略微靠前;第三臼齿的后三脊略向前弯。这些特征与西瓦利克道克派珊组的剑齿象型脊棱齿象 (Stegolophodon stegodontoides)形态上十分相似,可归为同一种。元谋盆地小河组此前发现的所谓"Stegolophodon banguoensis"和"Stegolophodon aff. banguoensis"经比较均可以归为此种。小河组的磁性地层年代约为 8.3~7.2Ma, 而相距不远的昭通盆地出产最原始的剑齿象 Stegodon zhaotongensis 的层位的磁性地层年代约为 6.5~6.0Ma,因此, 剑齿象型脊棱齿象代表了脊棱齿象演化到晚中新世中期的进步类型,此后,脊棱齿象便迅速演化为剑齿象。小河 组的剑齿象型脊棱齿象的新材料,能为这一幕演化历史提供生物年代学和形态学的双重证据。

文献标识码

注目。

主题词 元谋盆地 小河组 脊棱齿象 剑齿象 晚中新世 中图分类号 0911.3,0915.878,P534.62*1 文

1 引言

脊棱齿象属(Stegolophodon Schlesinger, 1917) 是局限于中新世时期仅分布于东亚、东南亚及南亚 的一个长鼻类分支^[1-11]。从系统发育上说,脊棱齿 象属代表了从嵌齿象类(gomphotheres)向剑齿象类 (stegodonts)演化的过渡阶段,属于剑齿象科 (Stegodontidae)的基干类群。由于脊棱齿象属中演 化出了进步的剑齿象属,因而脊棱齿象属是个并系 群^[7,12,13]。这一类群最早的化石出现在早中新世泰 国的 Na Sai(Stegolophodon nasaiensis, MN3)^[10],日 本的磐城、丰岗(Stegolophodon pseudolatidens stage 1, MN3)^[8] 以及中国的泗洪(Stegolophodon hueiheensis, MN4)^[14-16]等地。作为一个四棱齿象级 别(DP4/dp4, M1/m1, M2/m2 有4条横脊——笔 者注)的类群,脊棱齿象的出现要远远早于四棱的 嵌齿象(tetralophodont gomphotheres)(在欧洲四棱 的嵌齿象出现的时间为 MN8^[17]),因而非常引人

А

关于脊棱齿象属和剑齿象科,长期以来有3个 争论。其一,剑齿象科是起源于嵌齿象科还是玛姆 象科^[4,18,19]?经过二十多年的讨论,剑齿象科起源 于嵌齿象科这一观点已成定论^[12,20]。其二,剑齿象 科是否是单系的?由于剑齿象科仅有脊棱齿象和剑 齿象(*Stegodon*)两属^[12],这个问题事实上等同于, 剑齿象属是否是起源于脊棱齿象属^[7,21,22]。由于近 几十年来在中国云南^[7,9,23]、西瓦利克 (Siwalik)^[5,6]、泰国等地^[7,9,10,11]的晚中新世地层 发现了多个介于脊棱齿象和剑齿象属之间的类型, 剑齿象属起源于脊棱齿象属这一观点也几无争

2014-10-21 收稿, 2015-02-06 收修改稿

第一作者简介:王世骐 男 33岁 副研究员 古生物与地层学专业 E-mail: wangshiqi@ivpp.ac.cn

^{*}国家重点基础研究发展规划项目(973项目)(批准号:2012CB821900)、中国科学院战略性先导科技专项项目(批准号:XDB03020104)、国家自然科学基金项目(批准号:41372001,41430102和41202017)、重启楚雄州古人类起源研究项目和中国科学院资源地层学与古地理学重点实验室专项项目(中国科学院南京地质古生物研究所)共同资助

议^[9]。其三,如果剑齿象属的确是起源于脊棱齿象 属的,那么它是起源于脊棱齿象属的哪一个类群, 两个属的界限划定在哪里^[7,23]?这一问题则没有明 确的解答。Saegusa等^[9]认为云南昭通盆地昭通组 的昭通剑齿象(*Stegodon zhaotongensis*)可认为是最 原始的剑齿象,而陈冠芳^[13]认为山西榆社盆地马 会组的桑氏剑齿象(*Stegodon licenti*)(形态上比昭通 剑齿象还要原始一些)是最原始的剑齿象。最近的 年代地层学研究证明,马会组出产桑氏剑齿象的层 位的磁性地层年代约为 6.5~5.9Ma^[24],昭通组出 产昭通剑齿象层位的磁性地层年代约为 6.5~ 6.0Ma^[25,26],两者时代几乎相同,属于最晚的中新 世。因此,脊棱齿象演化为剑齿象的关键时段应该 在此之前。

中国关于脊棱齿象最早的报道为 Schlosser^[27] 在1903年记述的 Stegolophodon aff. latidens (Clift, 1828); 至今中国报道过的种有 Stegolophodon hueiheensis (Chow, 1959) Stegolophodon banguoensis (Tang et al., 1974), Stegolophodon yangyiensis (Jiang, 1983), Stegolophodon xixiangensis (Tang et al., 1987), Stegolophodon aff. banguoensis Stegolophodon stegodontoides progressus (Zong in Qian et Zhou, 1991), Stegolophodon licenti (Teilhard et Trassaert, 1937)、Stegolophodon officinalis (Hopwood, 1935)共 9种^[14, 23, 28-31], 而世界上报道过的脊棱齿象的种更 多达 20 种以上^[5,9-11,32-36]。不论在中国还是在国 外,大部分种都依据单颗,甚至是残破的颊齿建立 的。因此,关于脊棱齿象属种一级的归纳整理,是 一个世界性的难题。Tassy 和 Saegusa 等^[6-9]都没有 给出一个完善的脊棱齿象属种一级的分类系统。

最近本文的作者之一张家华在云南元谋盆地芝 麻大村小夹巷巷地点上中新统灞河阶的小河组的地 层中,发现了两颗脊棱齿象的颊齿(图1和2)。此 前在同一层位中,发现过所谓的"Stegolophodon banguoensis"、"Stegolophodon aff. banguoensis"^[28,31] 的化石。小河组因出产蝴蝶古猿而闻名,根据最新 的研究^[37,38],小河组的磁性地层年代约为8.3~ 7.2Ma,与西瓦利克道克派珊组(Dhok Pathan)下部 的时代相当^[39],而比昭通组出现最原始的昭通剑 齿象地层要早约1~2Ma。由此推知,小河组地层代 表的时期正是脊棱齿象向剑齿象属演化的关建时 期,因而非常重要。由于脊棱齿象种一级研究的困 难性,笔者在这里并不打算对原有的种进行厘定, 而是侧重于与国内外相似材料之间的形态学对比,



图 1 元谋盆地的卫星地图及化石点位置 修改自 Google Earth,绿色虚线代表元谋盆地的大致边界 Fig. 1 Fossil sites of the Yuanmou Basin in the satellite map system, from Google Earth. The green dotted line roughly represents the boundary of the Yuanmou Basin

从而讨论脊棱齿象向剑齿象属演化这一重要的 问题。

本文的研究标本现收藏于云南楚雄彝族自治州 博物馆;为了行文简洁,文中的 Stegolophodon 统一 缩略为"Sl."; Stegodon 缩略为"S.";长鼻类颊齿的 描述和测量方法依据 Tassy(2014)^[40](参阅图 3)。

2 地质概况

元谋盆地位于云南省北部,在构造上处于川滇 南北构造带,是由磨盘山-绿汁江深大断裂控制的 一个断陷盆地,盆地南北长约45km,东西最宽约 18km。金沙江从盆地北缘经过,龙川江由南向北纵 贯盆地,汇入金沙江(图1)。盆地东西两侧由白垩 系的红色砂岩、泥岩构成其边界。盆地中部则是由 元古界昆阳群的灰岩、变质岩和晋宁期花岗岩构成 其基底。这些基底成小山梁状分布,将元谋盆地分

自



图 2 本文所记述的化石的出土地点
(a)芝麻盆地以及小夹巷巷地点的地貌和地质单元,修改
Google Earth:(b)剑齿象型脊棱齿象出产地点和层位照片

Fig. 2 Fossil sites of the new material in the present article. (a)Geological units and geomorphology around the Xiaojiaxiangxiang Quarry in the Zhima Subbasin, modified from Google Earth; (b) The photo of the field outcrop indicating the horizon yielding the new material of *Stegolophodon stegodontoides*

为元谋盆地(狭义)、龙街盆地、班果盆地、物茂盆 地、芝麻盆地等次一级的地貌单元^[31,38]。关于元谋 盆地的相关地质和古生物古人类研究工作,已经有 很丰富的成果^[41-46]。

元谋盆地的新生代沉积自下而上划分为3个 组:上中新统小河组、上新统龙川组、下更新统元 谋组^[31]。其中,小河组主要分布在元谋盆地西侧 的小河盆地、班果盆地、物茂盆地、芝麻盆地,为 一套洪积相的紫红色含砾粉砂岩、粉砂质粘土岩杂 有黄色、灰白色的砂砾岩和杂色砾石,不整合在上 白垩统江底河组紫红色长石砂岩、泥岩、砾岩及晋 宁期灰白色花岗闪长岩之上^[31,37](见图 2a)。小河 组在小河盆地详细的地层划分如下^[47]:

第四系网纹红土

~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~	~ ~ ~ ~
上中新统小河组	
1. 紫红色粉砂层	厚 1.5~2m
2. 黄色砂砾层夹灰白色细砂层,含古猿等	化石(第三黄
色砂砾层)	厚 2~3m
3. 紫红色粉砂层、粉砂质粘土, 夹 1~2 层	浅黄色粉砂、
砂砾岩透镜体	厚 18~20m
4. 黄色砂砾层,含哺乳动物化石(第二黄6	色砂砾层)
	厚 2~3m
5. 紫红色含砾粉砂、粉砂质粘土夹有 2~3	3 层薄层黄色
粉砂层、含砾砂层	厚 26~28m
6. 黄色砂砾层,含古猿化石(第一黄色砂砾	砾层)
	厚 2~3m
7. 紫红色含砾粉砂夹少量杂色粉砂质粘土	条带
	厚 14~16m
8. 杂色砾石层, 砂泥质胶结, 砾径变化大	, 磨圆、分选
程度都较差	厚 4~6m
9. 紫红色含砾粉砂层	厚 2~3m
~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~	~ ~ ~ ~
上白垩统江底河组	
小河组在物茂盆地(雷老地区)的月	层序与小河
盆地基本相同 ^[48] 。	
• · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	1 1. 11. 11.

本文记述的新材料的出产地点小夹巷巷 (25°58′19.18″N,101°47′24.31″E;海拔1248.8m) 位于元谋盆地的次一级地貌单元芝麻盆地。该地点 在芝麻大村以西偏北约500m,位于盆地北缘 (图2a)。化石的出产层位为灰黄色含长石石英中 粗粒砂岩向上递变为中细粒砂岩,泥质胶结,含有 次棱角状的小砾石,未见底;其上为约2m厚的厚 层状红色泥质粉砂岩和粘土岩(图2b)。芝麻盆地 的地层没有详细研究过。由于小河组在小夹巷巷地 点北侧不整合于上白垩统江底河组,之上没有其他 的黄色砂砾岩层出现,因此化石出产的层位可能与 小河盆地的最上层的第三黄色砂砾岩对比。但具体 情况还需要进一步研究。

3 系统记述

长鼻目 Proboscidea Illiger, 1811

剑齿象科 Stegodontidae Hopwood, 1935

脊棱齿象属 Stegolophodon Schlesinger, 1917

剑齿象型脊棱齿象 Stegolophodon stegodon-

toides(Pilgrim, 1913)

图 4 和表 1

Stegolophodon banguoensis Tang et al., 1974, pl. I.1^[28] Stegolophodon aff. banguoensis Tang et al., 1974, pl. I.2^[28] Stegolophodon cf. latidens (Clift, 1828): Tobien et al.,

3 期





图 3 臼齿的结构术语和测量方法 引自Tassy, 2014,图 2B,3F和 3K^[40] (a)结构术语;(b)冠面测量方法;(c)冠高测量方法

1、2、3、4、5:第一、二、三、四、五脊主齿柱;1'、2'、3'、4'、5':第一、二、三、四、五脊副齿柱; ccpop 1:第一脊副齿柱后中心小尖; ccpra 1:第一脊主齿柱前中心小尖(下前尖或下前嵴); ccpra 2:第二脊主齿柱前中心小尖(下中); ccpra 3:第三脊主齿柱前中心小尖; ccprp 1:第一脊主齿柱后中心小尖(下原小尖); ccprp 2、3、4:第二、三、四脊主齿柱后中心小尖; cga:前齿带; cgp:后齿带; ectf 1:第一齿谷外谷; entf 1、2、3、4:第一、二、三、四齿谷内谷; meso:每个齿柱的中附锥; po 1:第一副齿柱的主尖(下后尖); po 2:第二副齿柱的主尖(下内尖); po 3:第三副齿柱的主尖(下次小尖?); po 4、5:第四、五副齿柱的主尖; pr 1:第一主齿柱的主尖(下原尖); pr 2:第二主齿柱的主尖(下次尖); pr 3:第三主齿柱的主尖(下内小尖); pr 4、5:第四、五主齿柱的主尖; sm:中沟; L:长度; W 最大宽度; W1、2、3、4:第一、二、三、四脊宽度; hpr:主齿柱高度; hpo:副齿柱高度

Fig. 3 Tooth nomenclature and measurements (after Tassy 2014, figs. 2B, 3F, K)^[40]. (a) Tooth nomenclature illustrated on a right m3, occlusal view; (b), Length and width measurements illustrated on a left M3, occlusal view; (c), Height measurements on a molar, anterior view. Abbreviations: 1, 2, 3, 4, and 5: first, second, third, fourth, and fifth pretrite half lophids; 1', 2', 3', 4', and 5': first, second, third, fourth, and fifth posttrite half lophids; ccppa 1: first posterior posttrite central conule; ccpra 1: first anterior pretrite central conule (paraconid or paracristid); ccpra 2: second anterior pretrite central conule (mesoconid); ccpra 3: third anterior pretrite central conule; ccpra 1: first posterior pretrite central conule; ccgra 1: first posterior pretrite central conule; ccgra 3: third, and fourth posterior pretrite central conule; cga: anterior cingulum; cgp: posterior cingulum; ectf 1: ectoflexid of the first interlophid; entf 1, 2, 3, and 4: entoflexid of first, second, third, and fourth interlophids; meso: mesoconelet of each half loph; po 1: main cusp of the first posttrite half lophid (entoconid); po 2: main cusp of the second posttrite half lophid (entoconid); po 3: main cusp of the first pretrite half lophid (protoconid); pr2: main cusp of the second pretrite half lophid (hypoconid); pr2: main cusp of the fourth and fifth posttrite half lophids; pr1: main cusp of the first pretrite half lophid (postentoconid); pr2: main cusp of the fourth and fifth pretrite half lophids; pr1: main cusp of the third pretrite half lophid (postentoconid); pr2: main cusp of the fourth and fifth pretrite half lophids; m2: median sulcus; L: length; W: maximal width; W1, 2, 3, and 4: width at the first, second, third, and fourth loph; hpr; height of the pretrite side; hpo; height of the posttrite side

1988, p. 197~199^[16]

Stegolophodon sp. 吉学平和张家华, 2006, fig. 3. 53^[49] **正型标本及层位**一完整的右上第三臼齿 (r.M3),发现于巴基斯坦旁遮普邦(Punjab, Pakistan)

的 Lehri^[50],层位是中西瓦利克道克派珊组^[6]。

记述标本 C1103/ZA123-1, 一完整左上第二 臼齿(l. M2), 轻度磨耗; C1103/ZA123-2, 一右上 第三臼齿(r. M3), 重度磨耗, 前部断失。 **地点及层位** 云南省元谋县芝麻大村小夹巷巷 地点(25°58'19.18"N, 101°47'24.31"E; 海拔 1248.8m, 见图 1和 2),小河组,上中新统灞河阶^[38]。

描述 M2(图4a~4c)为长方形,有发育完 好的前四脊,后齿带已经发育成完整的第五脊。 各脊均前后向压缩,且几乎与牙齿中轴线垂直。各 齿谷也前后向压缩,横向贯通整个牙冠面,齿谷中 有少量白垩质存在。齿带在前侧和后侧发育。齿



图 4 剑齿象型脊棱齿象 (a),(b)和(c)分别是左上第二臼齿(C1103/ZA123-1)的 冠面视、舌侧视和颊侧视;(d)和(e)是右上第三臼齿 (C1103/ZA123-2)的冠面视和舌侧视

Fig. 4 Stegolophodon stegodontoides.(a),(b), and (c) are the occlusal, lingual, and buccal views of the left M2 (C1103/ZA123-1), respectively; (d) and (e) are the occlusal and lingual views of the right M3(C1103/ZA123-2), respectively

冠高度很低。

第一脊中度磨耗。主副齿柱之间有明显的中 沟。主齿柱的横向宽度要明显大于副齿柱。主齿柱 的主尖横向延长,主尖中部没有明显的收缩将其再 分;主齿柱的中附锥横向增大并向前轴侧倾斜,与 前中心小尖几乎完全愈合,并且中附锥与主尖的釉 质环已完全连通;主齿柱的后中心小尖非常弱小, 仅仅为一个突起附着于中附锥之后,其高度远低于 其他部分,因此还没有磨耗。副齿柱的主尖与中附 锥几乎等宽,两者之间的界限不很明显;主尖的方 向略由前轴向后唇侧倾斜;中附锥几乎与牙齿长轴 垂直。因此副齿柱显得略微向唇后侧弯曲。

第二脊轻度磨耗。主副齿柱之间有明显的中 沟。主齿柱的横向宽度略大于副齿柱。主齿柱的主 尖横向延长,中部有一收缩将其再分为两个乳突; 中附锥仅为主尖的一半大,其前中心小尖已经完全 消失;后中心小尖很弱小,形状与发育程度与第一 脊相似。副齿柱的主尖比中附锥略宽,两者之间有 一微弱的收缩;副齿柱显得略微向唇后侧弯曲。

第三脊没有磨耗。主副齿柱之中的中沟不明 显。主齿柱的主尖横向延长,明显分为两个乳突, 中附锥为主尖的一半大,位置略比主尖靠前。前, 后中心小尖均已消失。副齿柱的主尖与中附锥为两 个横向并列的乳突,主尖稍大。

第四脊没有磨耗,是所有脊中最宽的。中沟不 发育,主副齿柱已经难以区分,整个脊由横向排列 的5个乳突组成,最靠唇侧和舌侧的两个乳突(原 来意义上的主齿柱和副齿柱的主尖)稍大。

第五脊没有充分发育,宽度较其他脊小很多, 前后方向的尺寸也很小,冠高尤为低,由横向排列 的5至6个乳突组成。

M3(图 4b)成长方形,磨耗深。保存有五脊, 后齿带已经发育成完整的脊形。保存的第一脊前半 部已断失,之前可能还有一脊断失。各脊与各齿谷 均相对前后向压缩。保存的前两脊几乎与牙齿长轴 垂直,后三脊则略向前方弯曲。后部的齿谷中有少

表 1	小河组的	Stegolophodon	stegodontoides	测量数据(mm)	

Cable 1 Measurements of Stegolophode	n stegodontoides from	m the Xiaohe	Formation (mm)
--	-----------------------	--------------	----------------

标本号	原定名	位置	长度	最大	第一	第二	第三	第四	第五	副齿
P4: 1 - 4			K/X	宽度	脊宽	脊宽	脊宽	脊宽	脊宽	柱高
No.	original identification	locus	L	W	W1	W2	W3	W4	W5	hpo
C1103/ZA123-1		l. M2	163.41	93.52	85.69	84.72	87.57	93.52		43.14
C1103/ZA123-2		r. M3	c.a.190	92.81		90.79	92.81	92.8	86.68	
V4247 数据引自文献文献[28]	Sl. banguoensis	r. M3	225	105	105	105	95	83	60	
V4319数据引自文献文献[28]	Sl. aff. banguoensis	l. m3	c.a. 233	86	82	83	86	85	82	

量白垩质。

保存的第一脊深度磨耗。前缘的釉质已完全断 失,仅后缘的釉质保留成横向的一道釉质墙。其中 部尖向前方,可推测中沟的发育。

保存的第二脊深度磨耗。主副齿柱的齿质已连 通。中部明显的收缩证明中沟发育。

保存的第三脊中度磨耗。各乳突的齿质已连 通,说明中沟发育弱。主齿柱中附锥比主尖位置靠 前,使齿脊显得向前方弯曲。

保存的第四脊轻度磨耗。中沟不发育,整个脊 由6个横向排列的乳突组成,中部向前方弯曲。

保存的第五脊没有磨耗。中沟不发育,由6个 横向排列的乳突组成,中部略向前方弯曲。

后齿带形成的最后一脊,比其他脊明显窄,前 后方向的尺寸也很小,由一列(7~8)个低矮的小乳 突组成。

4 比较讨论

之前在元谋盆地报道过3种脊棱齿象: *Sl.* banguoensis、*Sl.* aff. banguoensis和*Sl.* stegodontoides progressus, 另有一个未定种^[28,31,49]。 *Sl.* stegodontoides progressus,出产于下更新统元谋 组^[31],而*Sl.* banguoensis和*Sl.* aff. banguoensis出产 于小河组^[31](未定种也出产于小河组^[49])。以上各 种建立的材料均依据不完整且磨耗很深的第三臼 齿;并且每一种的材料均仅有一个。

Sl. banguoensis 建立的材料为一右上第三臼齿¹⁾ (见汤英俊等^[28], 1974,图版 I.1),一共有六脊加 一后齿带。其磨耗如此之深,以至于前二脊的全部 釉质部分都没有保存,第三脊也仅剩后缘的釉质 壁。但从齿根的发育情况可证明,此牙的确仅有六 脊,之前没有断失。后三脊的中沟均不太发育。第 四脊磨耗深,齿质完全连通,主齿柱的中附锥比主 尖靠前,因而呈略向前弯的弧形。第五脊较直,中 度磨耗,由4~5个大的乳突组成。第六脊比其他 脊横向窄一些,由4~5个小的乳突组成。之后还 发育有后齿带。从可以对比的部分来看,本文记述 的新材料的尺寸要小一些(见表1),其他形态特征 与本材料都很相似,很可能为同一种。

Sl. aff. *banguoensis* 建立的材料为一左下第三臼齿(见汤英俊等^[28], 1974, 图版 I.2), 磨耗很深。

第一脊已经完全磨失,第五脊之后断失。前三脊齿 脊方向垂直于牙齿长轴,第四、五脊略成中部向前 尖的 V 形。从磨耗图案来看,中沟在至少前四脊都 发育,并且三、四脊主齿柱的中附锥比主尖位置靠 前。虽然 *Sl.* aff. *banguoensis* 的材料为下颊齿且磨 耗很深,很难与本文记述的材料相比较,但从尺寸 大小,中沟和主齿柱中附锥的位置来看(西瓦利克 道克派珊组的 *Sl.* cf. *stegodontoides* 的下第三臼齿的 三、四脊主齿柱的中附锥也比主尖位置靠前^[6]), 很有可能与本文记述的材料属于同一种。

Sl. stegodontoides progress 的材料仅为一左下第 三臼齿的后半部的三脊加一后齿带(见钱方和周国 兴^[31],1991,图版X.2),后三脊均为几乎与牙长轴 垂直的一列乳突。中沟虽不明确但大致可判断其位 置。其中保留的第一脊的主齿柱一侧的主尖和中附 锥均分裂为唇侧大,舌侧小的两个乳突,而副齿柱 一侧的主尖和中附锥则没有分裂,因此这一脊由共 6个大小不等的乳突组成。其后的两脊均由4个乳 突组成。后齿带上形成了3个乳突,近轴的一个很 小,远轴的两个较大。齿谷中有白垩质发育。这个 材料与 S. zhaotongensis 很接近^[51]。

中国泗洪早中新世的 Sl. hueiheensis 可能代表 了早中新世脊棱齿象的一种孤立类型^[14]。其尺寸 相对大且宽(图5),但齿冠很低,上第三和下第三 臼齿仅有四脊。小的釉质褶皱和小乳突较发育。因 此,周明镇和张玉萍^[15]曾使用了另一个属名 *Rulengchia*,但 Tobien 等^[16]和 Saegusa 等^[7,9]仍然将 其放在脊棱齿象属。总之, Sl. hueiheensis 与小河组 的材料在齿冠形态上有显著的差别。

日本早中新世到中中新世报道过3种脊棱齿 象, Sl. pseudolatidens、Sl. tsudai、Sl. miyakoae^[33-35]。 Saegusa 等^[8,9]将所有这些都归为Sl. pseudolatidens 类群的不同进化阶段。不同进化阶段的Sl. pseudolatidens有共同的特点,即臼齿,特别是下臼 齿的主齿柱后中心小尖特别退化,第三上、下臼齿 即便是后部的齿脊也相当直,没有明显的V型发 育^[7,8]。而小河组的材料尺寸较大(见图5),主齿 柱后中心小尖发育程度及上下第三臼齿后部的齿脊 的V型发育程度均比Sl. pseudolatidens 要高。

东南亚和南亚的泰国、缅甸、印巴次大陆报道 过多种脊棱齿象^[2, 3, 5, 6, 9~11, 32, 36, 50],如 *Sl. latidens*

¹⁾原文鉴定为左上第三臼齿,但这件牙齿的右侧磨耗要远大于左侧。通常情况下,磨耗大的一侧为主齿柱,而上颊齿的主齿柱在舌侧 (即右上颊齿的主齿柱在右侧),因此这件标本应为右上第三臼齿



图 5 脊棱齿象的颊齿尺寸比较 Fig. 5 Bivariate plots of cheek teeth of various stegolophodont species

(Clift, 1828)、Sl. cautleyi (Lydekker, 1880)、 Sl. nathotensis (Osborn, 1929)、Sl. cautleyi progressus (Osborn, 1929)、Sl. lydekkeri (Osborn, 1936)、 Sl. stegodontoides (Pilgrim, 1913)、Sl. cf. stegodontoides、 Sl. praelatidens (von Koeningswald, 1959)、Sl. daraensis (Sarwar, 1977)、Sl. maluvalensis (Sarwar, 1977)和 Sl. nasaiensis (Tassy et al., 1992)。Saegusa^[7]将所 有这些都归为 Sl. latidens 类群。泰国 Na Sai(清迈 西南约 30km)早中新世的 Sl. nasaiensis 很可能为目 前所知的最原始的脊棱齿象。其下第三臼齿尺寸很 小(图 5),主齿柱的中附锥相比其他脊棱齿象要小 很多。下第三臼齿的四、五脊成很明显的尖向前的 V形。这些特征均为脊棱齿象属的近祖特征,比本 文描述的元谋小河的材料要原始得多。

von Koeningswald^[36]报道了泰国中中新世班湄 莫(Mae Moh)的 *Sl. praelatidens*。Tassy 等^[10]将其归 为 *Sl.* cf. *latidens*。但 Chavasseau 等^[11] 认为 *Sl. praelatidens*的形态与 *Sl. latidens* 有明显区别,恢 复使用 *Sl. praelatidens*。与小河组的材料相比, *Sl. praelatidens*的齿脊上的乳突钝圆,不像小河组那 样前后压缩;下臼齿的主齿柱后中心小尖特别发 育;尺寸小(图5),齿脊数也少(上第三臼齿为五 脊,上第二臼齿四脊);这些特征显然比小河组的 材料原始。

缅甸伊洛瓦底(Irrawady)组下部仁安羌 (Yenangyaung)动物群的Sl. latidens为脊棱齿象的 属型种^[4]。据最新的研究表明^[52],仁安羌动物群 的时代为最早的晚中新世。与小河组的材料相比, Sl. latidens的主齿柱中附尖比主尖的位置靠前(这 一点在小河组的材料中仅有很微弱的表现);主齿 柱的后中心小尖比小河组的材料更大(Sl. latidens 正型标本的上第三臼齿第一脊的后中小尖还分成两 个);但尺寸较小(图5),齿脊数较少(上第三臼齿 为五脊,上第二臼齿四脊)^[4]。因此,Sl. latidens 的 形态特征比小河组的材料也要原始。

Saegusa 等^[9] 报道了泰国 Tha Chang 砂坑(呵叻 以东约 20km)中的脊棱齿象的一个新类型,但尚未 定种。这个新类型的脊棱齿象的上下第三臼齿(至 少在前四脊)发育有弱的副齿柱前后中心小尖,因 而形成了与主齿柱较为对称的双三叶型^[9]。双三 叶在其他的脊棱齿象的材料中从未见到过,因此 Tha Chang 砂坑中的材料代表了一个脊棱齿象的孤 立类型,显然与小河组的材料不同。

Pilgrim^[50]建立了 Mastodon stegodontoides, 正型 标本为一左上第三臼齿, 正型的层位为道克派珊 组。Osborn^[3]将 Mastodon stegodontoides 归入 Stegolophodon 属。Tassy^[6]将博德瓦(Potwar)地区道 克派珊组的所有脊棱齿象的材料都归入 Sl. cf. stegodontoides, 与 Sl. stegodontoides 的正型标本相 比,小河组的标本显然与之非常相似。两者的前三 脊的中沟都发育,主齿柱的中附锥比主尖略微靠 前,M3的后几脊略向前弯,主齿柱后中心小尖很 弱,几无。Tassy^[6]归入 Sl. cf. stegodontoides 的标本 与小河组的标本也比较相似,其下第三臼齿的三、 四脊也发育有较弱但明显的主齿柱前中心小尖。小 河组材料 M3 的尺寸也在 Sl. stegodontoides 和 Sl. cf. stegodontoides 的变异范围内,但 M2 稍大(图5)。 道克派珊组的时代为晚中新世的中期和晚期,其下 部时代与小河组相当^[39]。加之两者的动物地理区 系接近,因此,我们将小河组的脊棱齿象材料归入 *Sl. stegodontoides*。

关于 Stegolophodon 属颊齿演化的趋势, Saegusa 等^[7-9]已经有了较为详细的论述。这里总结为以下 3点:1)主副齿柱的中附锥增大;2)主齿柱前后中 心小尖退化;3)主副齿柱组成的横脊由向前弯曲演 化为直线型。小河组标本的以上3个方面的形态特 征,在本属中都发展到了很高的程度。Saegusa 等^[7-9]认为 Tassy^[6]归入 Sl. cf. stegodontoides 具有原 始的特征,因为 Sl. cf. stegodontoides 颊齿中有很多 变异,尤其是在一些材料中,这三点仍然保留着原 始特征^[6,9]。因此 Saegusa 等^[9] 不认为 Sl. stegodontoides 是 Stegodon 的直系祖先。然而,应 当注意的是,在Sl. stegodontoides的正型标本上,这 三点特征都是很进步的。因此,问题在于,Tassy^[6] 归入 Sl. cf. stegodontoides 可能是多种形态类型的混 合类群,需要进一步研究划分。而小河组的新材料 及 Sl. stegodontoides 的正型标本所代表的类群,其 形态特征体现了向 Stegodon 的过渡, 很可能是 Stegodon 的直系祖先类型。

周明镇和翟人杰^[51]报道了昭通盆地昭通组发 现的 S. zhaotongensis。宗冠福^[23]在 1992 年认为, S. zhaotongensis及 Teilhard de Chardin 和 Trassaert^[53] 建立的 S. licenti 应归入 Hopwood^[54]建立的药铺剑 齿象(S. officinalis),并将其转移到脊棱齿象属。与 小河组的材料相比, S. zhaotongensis 的齿脊数增多 (下第三臼齿有七脊),齿脊非常前后向压缩,磨耗 面形成阶梯状,下第三臼齿后面的齿脊较直,至多 是略向前弯,没有 V 形出现。这些特征要比小河组 的 Sl. stegodontoides 进步。因此,我们在这里认同 Saegusa 等^[9]的观点, S. zhaotongensis 可以划入剑齿 象属,很可能是已知最原始的剑齿象。最新的研究 表面,昭通组出产 S. zhaotongensis 层位的磁性年代 约为 6.5~6.0Ma^[25,26],属于最晚的中新世,时代要 晚于小河组约1~2Ma。因此在7.2~6.5Ma 这段时 间,脊棱齿象迅速演化为剑齿象。这里我们暂时搁 置有争议的 S. licenti^[9,13],因为将 S. licenti 划入剑 齿象属或是脊棱齿象属只是一个如何定义两属的技 术性的争论,不影响对剑齿象科的演化趋势的讨 论。这里我们更关注 S. zhaotongensis 是因为其与我 们讨论的新材料都产于中国云南,而该地区可能是 剑齿象科的演化中心^[7]。S. zhaotongensis 也发现于 元谋盆地的沙沟动物群^[31],并且 Sl. stegodontoides progressus 很可能是其同物异名。

5 结论

云南元谋盆地小河组小夹巷巷地点新发现的 Stegolophodon 化石形态上与西瓦利克道克派珊组的 Sl. stegodontoides 的正型标本非常相似,可归为同一 种。而元谋盆地小河组之前发现的剑齿象科化石, 如 Sl. banguoensis、Sl. aff. banguoensis 经比较均可归 为 Sl. stegodontoides _o Sl. stegodontoides 是 Stegolophodon 属中最进步的一个类型, 形态上体现 了向 Stegodon 的过渡, 很可能是 Stegodon 的直系祖 先类型。小河组的磁性地层年代约为 8.3~7.2Ma, 而相距不远的昭通盆地出产最原始的剑齿象 Stegodon zhaotongensis 的层位的磁性地层年代约为 6.5~6.0Ma,因此在7.2~6.5Ma这段时间,脊棱齿 象迅速演化为剑齿象。小河组的 Sl. stegodontoides 新材料,能为此这一幕演化历史提供生物年代学和 形态学的双重证据。

致谢 感谢祁国琴先生关于元谋地区区域地质的讨论;感谢 Saegusa 先生和 Ghaier Kazmi 先生在 文献方面提供的帮助。感谢审稿人和编辑提出的修 改意见。

参考文献 (References)

- Schlesinger G. Die Mastodonten des K. K. Naturhistorischen Hofmuseums. Denkschriften des K. K. Naturhistorischen Hofmuseums, Geologisch-paläontologische Reihe, 1917, 1: 1~231
- 2 Osborn H F. Proboscidea: A Monograph of the Discovery, Evolution, Migration and Extinction of the Mastodonts and Elephants of the World, Volume I. New York: The American Museum Press, 1936. 1~802
- 3 Osborn H F. Proboscidea: A Monograph of the Discovery, Evolution, Migration and Extinction of the Mastodonts and Elephants of the World, Volume II. New York: The American Museum Press, 1942. 805~1675
- Tobien H. The structure of the mastodont molar (Proboscidea, Mammalia). Part 2: The zygodont and the zygobunodont patterns. Mainzer Geowissenschaftliche Mitteilungen, 1975, 4: 195~233
- 5 Sarwar M. Taxonomy and distribution of the Siwalik Proboscidea. Bulletin of the Department of Zoology, University of the Punjab, New Series, 1977, Article 10: 1~172
- 6 Tassy P. Les Elephantoidea Miocènes du Plateau du Potwar, Groups de Siwalik, Pakistan. Ⅲ^e Partie: Stégodontidés Éléphantoïdes indéterminés restes postcrâniens. Conclusions. Annales de Paléontologie, 1983, 69(4): 317~354

- 7 Saegusa H. Stegodontidae: Evolutionary relationships. In: Shoshani J, Tassy P eds. The Proboscidea: Evolution and Palaeoecology of Elephants and Their Relatives. Oxford: Oxford University Press, 1996. 178~190
- 8 Saegusa H. Dwarf Stegolophodon from the Miocene of Japan: Passengers on sinking boats. Quaternary International, 2008, 182 (3): 49~62
- 9 Saegusa H, Thasod Y, Ratanasthien B. Notes on Asian stegodontids. Quaternary International, 2005, 126(1): 31~48
- 10 Tassy P, Anupandhanant P, Ginsburg L et al. A new Stegolophodon (Proboscidea, Mammalia) from the Early Miocene of Northern Thailand. Geobios, 1992, 25(4): 511~523
- 11 Chavasseau O, Chaimanee Y. New Proboscideans (Mammalia) from the Middle Miocene of Thailand. Zoological Journal of the Linnean Society, 2009, 155 (3): 703~721
- 12 Shoshani J, Tassy P. Advances in proboscidean taxonomy & classification, anatomy & physiology, and ecology & behavior. Quaternary International, 2005, 126~128: 5~20
- 13 陈冠芳.中国新生代晚期的剑齿象(剑齿象科,长鼻目)及其 扩散事件.古脊椎动物学报,2011,49(4):377~392
 Chen Guanfang. Remarks on the Stegodon Falconer, 1857 (Stegodontidae, Proboscidea) from the Late Cenozoic of China. Vertebrata PalAsiatica, 2011,49(4):377~392
- 14 周明镇. 华南象类化石的新发现. 古生物学报, 1959, 7(4):
 251~258

Chow Minchen. New species of fossil Proboscidea from South China. Acta Palaeontologica Sinica, 1959, 7(4): 251~258

- 15 周明镇,张玉萍.中国的剑棱齿象属(Stegotetrabelodon) 化石. 古脊椎动物与古人类, 1983, 21(1): 52~59
 Chow Minchen, Zhang Yuping. Occurrence of the proboscidean genus Stegotetrabelodon in China. Vertebrata PalAsiatica, 1983, 21 (1): 52~59
- 16 Tobien H, Chen Guanfang, Li Yuqing. Mastodonts (Proboscidea, Mammalia) from the Late Neogene and Early Pleistocene of the People's Republic of China. Part II, The genera Tetralophodon, Anancus, Stegotetrabelodon, Zygolophodon, Mammut, Stegolophodon. Mainzer Geowissenschaftliche Mitteilungen, 1988, 17: 95~220
- 17 Göhlich U B. 13 Order Proboscidea. In: Rössner G E, Heissig K eds. The Miocene Land Mammals of Europe. München: Verlag Dr. Friedrich Pfeil, 1999. 157~170
- 18 Maglio V J. Origin and evolution of the Elephantidae. Transactions of the American Philosophical Society, New Series, 1973, 63 (3): 1~149
- Tassy P. Les principales dichotomies dans l'histoire des proboscidea (Mammalia): Une approche phylogénétique. Géobios, 1982, Mémoire Spécial, 6: 225~245
- 20 Shoshani J, Tassy P. The Proboscidea: Evolution and Palaeoecology of Elephants and Their Relatives. Oxford: Oxford University Press, 1996. 1~472
- 21 Kalb J E, Froehlich D J, Bell G L. Phylogeny of African and Eurasian Elephantoidea of the Late Neogene. In: Shoshani J, Tassy P eds. The Proboscidea: Evolution and Palaeoecology of Elephants and Their Relatives. Oxford: Oxford University Press, 1996.

 $101 \sim 123$

- 22 Shoshani J. Para- or monophyly of the gomphotheres and their position within Proboscidea. In: Shoshani J, Tassy P eds. The Proboscidea: Evolution and Palaeoecology of Elephants and Their Relatives. Oxford: Oxford University Press, 1996. 149~177
- 23 宗冠福.中国的脊棱齿象属 (Stegolophodon) 化石.古脊椎动物 学报,1992, 30(4): 287~294 Zong Guanfu. Occurrence of proboscidean genus Stegolophodon in China. Vertebrata PalAsiatica, 1992, 30(4): 287~294
- 24 Opdyke N D, Huang K, Tedford R H. The paleomagnetism and magnetic stratigraphy of the Late Cenozoic sediments of the Yushe Basin, Shanxi Province, China. In: Tedford R H, Qiu Zhanxiang, Flynn L J eds. Late Cenozoic Yushe Basin, Shanxi Province, China: Geology and Fossil Mammals, Volume I: History, Geology, and Magnetostratigraphy. New York: Springer Dorsrecht Heidelberg, 2013. 69~78
- 25 Ji Xueping, Jablonski N G, Su D F et al. Juvenile hominoid cranium from the terminal Miocene of Yunnan, China. Chinese Science Bulletin, 2013, 58(31): 3771~3779
- 26 Jablonski N G, Su D F, Flynn L J et al. The site of Shuitangba (Yunnan, China) preserves a unique, terminal Miocene fauna. Journal of Vertebrate Paleontology, 2014, 34(5): 1251~1257
- 27 Schlosser M. Die fossilen Säugetiere Chinas nebst einer Odontographie der recenten Antilopen. Abhandlungen der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften, 1903, 22(1): 1~221
- 28 汤英俊, 尤玉柱, 刘后一等. 云南元谋班果盆地上新世哺乳动物化石及其在地层划分上的意义. 古脊椎动物与古人类, 1974, 12(1): 60~67 Tang Yingjun, You Yuzhu, Liu Houyi *et al.* New materials of Pliocene mammals from Banguo Basin of Yuanmou, Yunnan and

their stratigraphical significance. Vertebrata PalAsiatica, 1974, 12 (1): 60~67

- 29 江能人,肖永福,杨正纯.云南保山羊邑脊棱齿象的发现.见: "三江"专著编辑委员会编.青藏高原地质文集.北京:地质出版社,1983.255~264 Jiang Nengren, Xiao Yongfu, Yang Zhengchun. The discovery of the *Stegolophodon* from Yangyi of Baoshan County, Yunnan. In: CGQXP Editorial Committee, Ministry of Geology and Mineral Resources, PRC ed. Contribution to the Geology of the Qinghai-Xizang (Tibet) Plateau. Beijing: Geological Publishing House, 1983.255~264
- 30 汤英俊, 宗冠福, 雷遇鲁等. 陕西汉中地区上新世哺乳类化石 及其地层意义. 古脊椎动物学报, 1987, 25(3): 222~235 Tang Yingjun, Zong Guanfu, Lei Yulu *et al.* Mammalian remains from the Pliocene of the Hanshui River basin, Shaanxi. Vertebrata PalAsiatica, 1987, 25(3): 222~235
- 31 钱 方,周国兴.元谋第四纪地质与古人类.北京:科学出版 社,1991.1~222
 Qian Fang, Zhou Guoxing. Quaternary Geology and

Palaeoanthropology of Yuanmou, Yunnan, China. Beijing: Science Press, 1991. 1~222

32 Osborn H F. New Eurasiatic and American proboscideans. American Museum Novitates, 1929, 393: 1~28.

- 33 Yabe H. Three alleged occurrences of Stegolophodon latidens (Clift) in Japan. Proceedings of the Japan Academy, 1950, 26 (9): 61~65
- 34 Shikama T, Kirii Y. A Miocene Stegolophodon from the Yatsuo group in Toyama prefecture. Transactions and Proceedings of the Palaeontological Society of Japan, New Series, 1956, 24: 285~289
- 35 Hatai K. Discovery of a Miocene elephant molar from the Sen-nan district, Miyagi Prefecture, Northeast Japan. Saito Ho-on Kai Museum Research Bulletin, 1959, 28: 1~4
- 36 von Koenigswald G H R. A mastodon and other fossil mammals from Thailand. Report of Investigation of Royal Department of Mines, 1959, 2: 25~28
- 37 岳乐平,张云翔,孙东怀.第五章,蝴蝶古猿产地的古地磁年代 测定.见:祁国琴,董 为编.蝴蝶古猿产地研究.北京:科学 出版社,2006.245~259

Yue Leping, Zhang Yunxiang, Sun Donghuai. Chapter 5, Paleomagnetic dating of *Lufengpithecus hudienensis* localities. In: Qi Guoqin, Dong Wei eds. *Lufengpithecus hudienensis* Site. Beijing: Science Press, 2006. 245~259

- 38 Dong Wei, Qi Guoqin. Hominoid-producing localities and biostratigraphy in Yunnan Neogene. In: Wang Xiaoming, Flynn L J, Fortelius M eds. Neogene Terrestrial Mammalian Biostratigraphy and Chronology of Asia. New York: Columbia University Press, 2013. 293~313
- 39 Flynn L J, Lindsay E H, Pilbeam D et al. The Siwaliks and Neogene evolutionary biology in South Asia. In: Wang Xiaoming, Flynn L J, Fortelius M eds. Neogene Terrestrial Mammalian Biostratigraphy and Chronology of Asia. New York: Columbia University Press, 2013. 353~372
- 40 Tassy P. L'odontologie de Gomphotherium angustidens (Cuvier, 1817) (Proboscidea, Mammalia): Données issues du gisement d'En Péjouan (Miocène moyen du Gers, France). Geodiversitas, 2014, 36(1): 35~115
- 41 卢海峰,王 瑞,赵俊香等. 元谋断裂晚第四纪活动特征及其构造应力分析. 第四纪研究, 2009, 29(1): 173~182 Lu Haifeng, Wang Rui, Zhao Junxiang *et al.* Tectonic activities of the Yuanmou Fault in Late Quaternary and analysis of its tectonic stress. *Quaternary Sciences*, 2009, 29(1): 173~182
- 42 葛兆帅,刘庆友,胥勤勉等.金沙江下段河槽地貌特征与地貌 过程.第四纪研究,2006,26(3):421~428
 Ge Zhaoshuai, Liu Qingyou, Xu Qinmian *et al.* The geomorphic evolution and characteristics of the river bed in the lower reaches of Jinshajiang River. *Quaternary Sciences*, 2006, 26(3):421~428
- 43 吴新智,尚 虹.中国直立人变异的初步研究.第四纪研究, 2002, 22(1): 20~28
 Wu Xinzhi, Shang Hong. Preliminary study on the variations of *Homo*

erectus in China. Quaternary Sciences, 2006, 26(3): 421~428

44 吴汝康. 中国古人类研究现状. 第四纪研究, 1995, (2): 156~161

Wu Rukang. Present status of Chinese paleoanthropological studies. Quaternary Sciences, 1995, (2): 156~161

- 45 闵隆瑞,尹占国,张金起. 龙街粉砂层形成时代及其古环境. 第 四纪研究, 1990, (4): 354~362
 Min Longrui, Yin Zhanguo, Zhang Jinqi. The formation time and paleoenvironment of the Longjie Silt Bed. *Quaternary Sciences*, 1990, (4): 354~362
- 46 祁国琴,董 为. 蝴蝶古猿产地研究. 北京:科学出版社, 2006.
 1~392

Qi Guoqin, Dong Wei. Lufengpithecus hudienensis Site. Beijing: Science Press, 2006. 1~392

47 郑 良,张云翔.第一章,蝴蝶古猿产地的地质概况;第一节, 小河地区.见:祁国琴,董 为编.蝴蝶古猿产地研究.北京: 科学出版社,2006.1~14

Zheng Liang, Zhang Yunxiang. Chapter 1, Geological settings of Lufengpithecus hudienensis localities; 1.1, Xiaohe area. In: Qi Guoqin, Dong Wei eds. Lufengpithecus hudienensis Site. Beijing: Science Press, 2006. 1~14

48 祁国琴,张云翔.第一章,蝴蝶古猿产地的地质概况;第二节, 雷老地区.见:祁国琴,董 为编.蝴蝶古猿产地研究.北京: 科学出版社,2006.16~28
Qi Guoqin, Zhang Yunxiang. Chapter 1, Geological settings of *Lufengpithecus hudienensis* localities; 1.2, Leilao area. In: Qi

Guoqin, Dong Wei eds. Lufengpithecus hudienensis Site. Beijing: Science Press, 2006. 16~28

- 49 吉学平,张家华.第三章,蝴蝶古猿哺乳动物群;第四节,长鼻目.见:祁国琴,董 为编.蝴蝶古猿产地研究.北京:科学出版社,2006.177~187
 Ji Xueping, Zhang Jiahua. Chapter 3, Mammalian fauna associated with *Lufengpithecus hudienensis*; 3.4, Proboscidea Illiger, 1811.
 In: Qi Guoqin, Dong Wei eds. *Lufengpithecus hudienensis* Site. Beijing; Science Press, 2006.177~187
- 50 Pilgrim E G. The correlation of the Siwaliks with mammal horizons of Europe. Records, Geological Survey of India, 1913, 43(4): 264~326
- 51 周明镇, 翟人杰. 云南昭通一新种剑齿象, 并讨论师氏剑齿象的分类和时代. 古脊椎动物与古人类, 1962, 6(2): 138~147 Chow Minchen, Zhai Renjie. Early Pleistocene mammals of Chaotung, Yunnan, with notes on some Chinese stegodonts. *Vertebrata PalAsiatica*, 1962, 6(2): 138~147
- 52 Chavasseau O, Khyaw A A, Chaimanee Y et al. Advances in the biochronology and biostratigraphy of the continental Neogene of Myanmar. In: Wang Xiaoming, Flynn L J, Fortelius M eds. Neogene Terrestrial Mammalian Biostratigraphy and Chronology of Asia. New York: Columbia University Press, 2013. 461~474
- 53 Teilhard de Chardin P, Trassaert M. The proboscidians of south-east Shansi. Palaeontologia Sinica, Series C, 1937, 13: 1~84
- 54 Hopwood A T. Fossil Proboscidea from China. Palaeontologia Sinica, Series C, 1935, 9: 1~108

Wang Shiqi⁰²³ Fu Liya⁴ Zhang Jiahua⁴ Li Tianguang⁴

Ji Xueping⁵ Jaroon Duangkrayom¹⁰⁶ Han Rongtao¹⁰

 (①Key Laboratory of Vertebrate Evolution and Human Origins of Chinese Academy of Sciences, Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100044; ②Chinese Academy of Sciences Center for Excellence in Tibetan Plateau Earth Sciences, Beijing 100101;
 ③Key Laboratory of Economic Stratigraphy and Palaeogeography, Chinese Academy of Sciences, Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Nanjing 210008; ④Museum of Chuxiong Yi Nationality Autonomous Prefecture, Chuxiong 675000; ⑤Department of Paleoanthropology, Yunnan Institute of Cultural Relics and Archaeology, Kunning 650118; ⑥Northeastern Research Institute of Petrified Wood and Mineral Resources, Nakhon Ratchasima Rajabhat University, Nakhon Ratchasima 30000, Thailand)

Abstract

We report on newly discovered material of *Stegolophodon* from the Xiaojiaxiangxiang Quarry (25°58'19.18"N, 101°47'24.31"E; elevation 1248.8m), Zhima Big Village, Zhima Subbasin of the Yuanmou Basin, Yunnan Province, belonging to the Upper Miocene Xiaohe Formation. The Xiaohe Formation yields a typical Late Miocene fauna including an ape, *Lufengpithecus hudienensis. Stegolophodon* is the most important proboscidean in the Xiaohe Fauna and in most Late Miocene faunas of southern China. However, this genus has not been sufficiently studied.

Stegolophodon is an important genus representing an intermediate evolutionary stage between primitive gomphotheres and derived Stegodon. It is also a problematic taxon with numerous established species. Most of these species are based on very little material and should be further revised. Our new material includes a complete, slightly worn left M2 and an incomplete, deeply worn right M3. Important morphological features of the two teeth are as follows: pretrite mesoconelets and corresponding anterior central conules are fused; posterior pretrite central conules are very weak; medium sulcus are developed on the first two lophs which are almost arranged in line; and the posterior three lophs of the M3 are slightly curving anteriorly. These features are very similar to the type specimen of *Sl. stegodontoides* from the Dhok Pathan Formation of Siwalik, and thus they are suitable to be attributed into the same species. We also attributed the previous reported stegodontids from the Xiaohe Formation-*Sl. banguoensis* – to *Sl. stegodontoides* based on similarities in morphology.

Furthermore, we compare the new material with other known species of *Stegolophodon*. The new material differs from *Sl. hueiheensis* in possessing more lophs in M3 and in lacking enamel furrows and enamel conules; differs from members of *Sl. pseudolatidens* group (*i.e. Sl. pseudolatidens*, *Sl. tsudai*, and *Sl. miyakoae*) in slightly larger posterior pretrite central conules and in slightly less straight posterior lophs in M3; and differs from members of *Sl. latidens* group (e. g. *Sl. nasaiensis*, *Sl. praelatidens*, *Sl. latidens*, and *Sl. cautleyi*) in possessing more lophs in M3, and in less development of pretrite central conules. All of the comparisons confirm that *Sl. stegodontoides* is closer to primitive *Stegodon* than any other species. It represents the most derived species of *Stegolophodon* in the middle Late Miocene age.

The paleomagnetic age of the Xiaohe Formation is about 8.3 ~ 7.2Ma. Whereas, the horizon yielding the most primitive *Stegodon*, *Stegodon zhaotongensis*, is dated at about 6.5 ~ 6.0Ma paleomagnetically, about 1 ~ 2Ma younger than the Xiaohe Formation. Thus during 7.2 ~ 6.5Ma, *Stegolophodon* evolved to *Stegodon* rapidly. The new material of *Sl. stegodontoides* from the Xiaohe Formation provides both morphological and biostratigraphic evidence for this scenario.