戈壁中新乳齿象(*Miomastodon gobiensis*)头骨的发现及生物地层学分布

李岩¹, 张晓晓^{2,3,4,5*}, 李春晓^{2,3,4}, 王世骐^{2,3}

1. 甘肃省博物馆, 兰州 730050;

2. 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;

3. 中国科学院生物演化与环境卓越创新中心, 北京 100101;

4. 中国科学院大学, 北京 100049;

5. 天津自然博物馆, 天津 300201

* 联系人, E-mail: zhangxiaoxiao@ivpp.ac.cn

2020-06-18 收稿, 2020-09-25 修回, 2020-09-27 接受, 2020-09-28 网络版发表

中国科学院战略性先导科技专项(XDB26000000, XDA20070203)和中国科学院前沿科学重点研究计划(QYZDY-SSW-DQC022, GJHZ1885)资助

摘要 玛姆象科是象型类两个基本分支之一。然而由于发现材料的限制, 学术界对早期欧亚大陆玛姆象类的解剖学特征及系统演化所知甚少。来自甘肃临夏盆地老沟地点的一件中新乳齿象头骨, 是目前发现的第一件中新乳齿象头骨, 也是欧亚大陆发现的第二件早-中中新世玛姆象科头骨, 另外一件是发现于法国的苏黎世颊齿象(*Zygolophodon turicensis*), 但保存不佳, 因此, 该标本对研究玛姆象类在早-中中新世的演化具有重要意义。新发现的标本颊齿颊型化程度比经典的苏黎世颊齿象(*Zygolophodon turicensis*)稍低, 例如, 齿脊比较粗壮, 压缩齿谷, 主齿柱新月嵴粗, 侧视高度达齿谷的一半, 牙齿釉质层厚。因此可归入之前在内蒙古通古尔中中新世报道过下颌的戈壁中新乳齿象(*Miomastodon gobiensis*)。该头骨具有玛姆象类中的独特的衍征, 例如, 眼眶位置比苏黎世颊齿象靠后, 且略偏向头顶。另一特征与豕脊齿象类相近, 它的外鼻孔位置非常靠后, 开口偏向上方, 这些特征说明中新乳齿象在玛姆象科中具有独特的演化地位。中新乳齿象具有较显著的时代意义, 早期较原始的同心中新乳齿象的时代为早中新世晚期到中中新世早期, 约17~14 Ma; 后期较进步的戈壁中新乳齿象的时代为中中新世晚期, 在13.7~11.8 Ma左右。

关键词 玛姆象科, 临夏盆地, 中中新世, 生物年代学, 中新乳齿象属

象型类自渐新世末分化为两大分支: 玛姆象科和嵌齿象科, 这两大类构成了此后长鼻目演化的主体。中中新世的玛姆象类以颊齿象(*Zygolophodon*)和中新乳齿象(*Miomastodon*)为代表, 在早中新世中期~19 Ma扩散到欧亚大陆^[1], 中中新世早期~16 Ma扩散到北美洲^[2], 是全球分布并且在地层对比上有重要意义的化石。遗憾的是, 中中新世的玛姆象科材料虽然分布广

泛, 但数量零星稀少, 发现的主要是一些颊齿, 完整下颌材料非常少, 头骨材料就更为稀少。因此, 学术界对中中新世玛姆象类的特征还缺乏清晰的认识。

中中新世的玛姆象类此前都归为颊齿象属(*Zygolophodon*), 其颊齿特征是各齿脊排列整齐, 齿脊前后向压缩, 顶部尖锐, 前后中心小尖消失或很弱, 新月嵴发达, 中沟两侧的主副齿柱近似对称, 如牛颊状(也是颊齿

引用格式: 李岩, 张晓晓, 李春晓, 等. 戈壁中新乳齿象(*Miomastodon gobiensis*)头骨的发现及生物地层学分布. 科学通报, 2021, 66: 1527–1538

Li Y, Zhang X X, Li C X, et al. The first cranium of *Miomastodon gobiensis* and its biostratigraphic distribution (in Chinese). Chin Sci Bull, 2021, 66: 1527–1538, doi: 10.1360/TB-2020-0733

象之名的由来), 该特征被称为“轭型齿”, 与嵌齿象类的丘型齿相对. 然而, 一些颊齿的形态常介于丘型与轭型之间, 难以准确鉴定, 对这些材料的分类引起了相当大的混乱. 例如, 发现于内蒙古通古尔的一件下颌, 一开始被鉴定为锯齿象属(*Serridentinus*), 属于丘型齿一类^[3], 后来被改为轭齿象属^[4]. 最近, Wang等人^[5]认为, 这些形态上介于轭型齿和丘型齿之间的类型可以归入中新乳齿象属(*Miomastodon*), 作为轭齿象类和嵌齿象类的过渡类型而广泛存在, 而轭齿象属则应该仅包括那些具有典型的轭型齿的材料.

在2004年左右, 在甘肃省临夏盆地老沟地点(图1), 当地村民发现了一件完整的玛姆象类头骨标本(标本编号为: GPM ZR001141, 现收藏于甘肃省博物馆). 这件标本是世界上首次发现的中新乳齿象头骨, 也是欧亚大陆第二件玛姆象类头骨(另外一件是发现于法国的苏黎世轭齿象(*Zygolophodon turicensis*)), 对于研究玛姆象类在该时期的演化具有重要意义. 通过对比发现, 该材料与欧亚大陆典型的苏黎世轭齿象(*Zygolophodon turicensis*), 以及中国报道的内蒙古轭齿象(*Zygolophodon nemonguensis*)相比, 轭型化程度较低, 形态

有一定差异, 而更接近于中新乳齿象属, 本研究将其归为戈壁中新乳齿象(*Miomastodon gobiensis*).

该标本在发掘过程中, 左右门齿脱落, 但在修复过程中, 两侧门齿均被不正确地用石膏和黏土加长, 在装架过程中, 左右门齿装反, 且方向上下颠倒(图2). 并且, 标本的腹侧面用玻璃纤维做了托底加固, 使得腹侧的一些结构无法观察确认. 我们在此绘制了正确的复原图(图2).

关于中文译名的讨论. *Zygolophodon*译为轭齿象, *Miomastodon*译为中新乳齿象无异议. 我们中文的术语“乳齿象”, 对应的拉丁文为“*Mastodon*”(源自希腊文). 而居维叶在首先使用*Mastodon*一词时, 不仅包括了玛姆象科的类群, 还包括了嵌齿象科的类群^[6]. Osborn^[6]使用的乳齿象超科(*Mastodontoidea*), 以及Tobien^[7]使用的乳齿象类(*mastodont*)也是包含了嵌齿象科和玛姆象科, 因此, 将“*Mammut*”、“*Mammutidae*”分别译为“乳齿象”、“乳齿象科”是不适宜的. 至于短颌乳齿象、短颌象等翻译名称更不合适. 首先, “*Mammut*”原词的意思中并没有短颌的意思, 更重要的是, 玛姆象类的早期, 并不是短颌的, 如始轭齿象(*Eozygodon*)、祖轭齿象(*Zy-*

图1 临夏盆地老沟地点的地理位置

Figure 1 Geographic position of the Laogou locality in the Linxia Basin

图 2 戈壁中新乳齿象(*Miomastodon gobiensis*)(GPM ZR001141)头骨及上门齿。(a)~(c) 目前状态;(d)~(g) 素描图。(a) 头骨右侧视, 其门齿根部加长, 左右装反, 且上下颠倒;(b) 门齿腹外侧视, 注意在当前错误的装架状态下, 该图片是从上方拍摄的;(c) 头骨枕面视;(d) 头骨右侧视, 上门齿被重新复原;(e) 头骨背侧视;(f) 头骨枕面视;(g) 头骨左侧视

Figure 2 Cranium of *Miomastodon gobiensis* with upper tusks (GPM ZR001141). (a)~(c) Specimen in its present state; (d)~(g) sketch depictions. (a) The right lateral view of the cranium, noting that the tusks were erroneously lengthened proximally, the left and right tusks should exchange position, and each tusk should then be rotated so down-curved; (b) the ventrolateral view of the tusks, noting that as the positioning of the tusks were incorrectly restored during preparation, the photograph was actually taken from the upper side; (c) occipital view; (d) right lateral view, with the upper tusks restored correctly; (e) dorsal view; (f) occipital view; (g) left lateral view

golophodon atavus)都具有典型的长颌, 即使上新世的玛姆象科代表包氏玛姆象(*Mammot borsoni*), 其下颌也比同期的嵌齿象类互棱齿象(*Anancus*)要长得多, 短颌一词会带来误导。另一方面“*Mammot*”一词由Blumenbach于1799年首先使用, 并且被Simpson^[8]确认为*Mastodon*的早出异名, “*Mammot*”的意思为“掘穴者”, 该名称难以意译, 因此依读音将其译为玛姆象, 相对应Mammutidae译为玛姆象科, 而中文术语“美洲乳齿象”

所译的是英文通称American mastodon, 拉丁文学名*Mammot americanum*。

玛姆象类颊齿冠面结构术语依据Wang等人^[5](图3)的研究; 头骨的解剖学结构依据Tassy^[9]的研究。

代表存放单位的标本编号前缀缩写. GPM: 甘肃省博物馆(Gansu Provincial Museum); HMPV: 和政古动物化石博物馆(Hezheng Paleozoological Museum); IVPP: 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所(Institute of

图3 乳齿象类颊齿的冠面结构(引自文献[5]的图1). (a) 先中间中华乳齿象(*Sinomastodon praeintermedius*)右侧M3, 展示介于丘型齿和轭型齿之间的形态特征; (b) 苏黎世轭齿象(*Zygolophodon turisensis*)左侧m2, 展示典型轭型齿的形态特征; (c) 间型嵌齿象(*Gomphotherium connexum*)左侧m3, 展示典型丘型齿的形态特征

Figure 3 Terminology of dental notation in mastodont-grade proboscideans (after Fig. 1 of Ref. [5]). (a) Right M3 of *Sinomastodon praeintermedius*, showing a case that intermediates between zygodont and bunodont cheek teeth; (b) left m2 of *Zygolophodon turisensis*, showing a typical zygodont cheek tooth; (c) left m3 of *Gomphotherium connexum*, showing a typical bunodont cheek tooth

Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology, Chinese Academy of Sciences); THP: 天津自然博物馆(Tianjin Natural History Museum).

1 地层概况

临夏盆地位于青藏高原东北缘, 属于陇中盆地的子盆地. 盆地南侧为秦岭北深大断裂, 西侧为雷积山深大断裂, 北侧为马衔山断裂. 这些断裂带受到新生代以来青藏高原强烈隆升的构造运动控制, 使临夏地区成为一个典型的前陆盆地^[10]. 老沟地点位于甘肃省临夏回族自治州和政县三合镇杨家村(图1), 属于临夏盆地晚新生代河湖相沉积. 化石点位于著名的虎家梁组砂砾岩层, 下伏东乡组橘红色泥岩和粉砂岩; 上覆柳树组桔黄色粉砂质泥岩. 柳树组之上的积石组在该区域形成一个三级古阶地^[11].

虎家梁组为典型的山麓洪积相堆积, 为一套块状灰色、褐色、杂色的砂质, 分选差, 磨圆好的中粗砾岩至漂砾, 夹有中厚层状或透镜状灰色、黄色含砾中粗粒砂岩及薄层状、透镜状浅棕色和黄褐色砂质泥岩;

所夹砂岩往往具大型板状和槽状交错层理, 并且含有大量以铲齿象(*Platybelodon*)为代表的哺乳动物化石^[12]. 目前发现的化石有兔型类*Alloptox* sp.、灵长类*Pliopithecus* sp.、食肉类*Percrocuta tungurensis*、*Hemicyon teilhardi*、*Amphicyon tairumensis*、长鼻类*Gomphotherium tassyi*、*Platybelodon grangeri*、*Miomastodon gobiensis*、奇蹄类*Anchitherium gobiensis*、*Alicornops laogouensis*、*Hispanotherium matritense*、偶蹄类*Kubanochoerus gigas*、*Listriodon mongoliensis*、*Palaeotragus tungurensis*、*Turcocerus* sp.等^[12]. 动物群时代具有典型的中中新世的性质, 所包含的属种大都可以和经典的中中新世地点, 特别是中中新世晚期的地点相对比, 如内蒙古通古尔地区通古尔组、新疆准噶尔盆地北缘可可买登组、陕西临潼寇家村组、青海民和李二堡组等.

2 系统记述

长鼻目 Proboscidea Illiger, 1811

玛姆象科 Mammutidae Hay, 1922

中新乳齿象属 *Miomastodon* Osborn, 1922

戈壁中新乳齿象 *Miomastodon gobiensis*
(Osborn and Granger, 1932)

正型标本 AMNH 26461, 左侧下颌带有左侧m2~m3颊齿列。出土于内蒙古通古尔地区, 苏尼特左旗准乌古尔地点^[13], 通古尔组, 中中新世晚期, 约11.8 Ma.

本研究描述标本 GPM ZR001141(图2, 4(a)~(d)), 完整头骨, 具左右两侧上门齿, 带有M2~M3颊齿列, M2重度磨损, M3中度磨损。

标本测量 见表1~3, 由于门齿修复时加长, 部分测量数据为估计值。

出土地点层位 甘肃省和政县老沟, 虎家梁组, 中中新世晚期, 约12.5~12.0 Ma.

特征 见文献[5], 这里补充头骨和上颊齿特征。中至大型的中新乳齿象, 头骨低平, 齿槽长, 眼眶位置靠后, 前缘仅达颊齿列中部, 外鼻孔特别靠后, 甚至到达内鼻孔之后。齿脊的前后压缩程度相对较低, 齿柱的分裂程度相对较弱。上臼齿主齿柱侧视前后新月嵴到达齿谷一半的高度, 使得齿谷呈深V形嵌套浅V形的图案。与之相比, 苏黎世枢齿象齿脊前后压缩程度高, 齿柱分裂程度高, 齿谷前后新月嵴不超过谷底的1/3, 甚至深入谷底。

描述 GPM ZR001141为完整头骨(图2)。背视呈窄而长的梯形(图2(e)), 前颌骨或齿槽部, 自眼眶前端起, 强烈地向前方伸长, 占到了头骨全长的一半左右, 两侧齿槽接近平行, 仅在最前端略有扩张, 齿槽前缘的颞前裂较浅。门齿窝在两齿槽间延伸, 一直贯通到外鼻孔处, 有不明显的收缩, 也没有明显的下鼻窝。外鼻孔位置非常靠后, 后缘(也是背侧缘)与鳞骨向外侧扩展的前缘相平齐。由于鼻骨鼻突断失, 外鼻孔呈圆形, 开口方向偏向上方, 相对于嵌齿象类, 其开口非常窄, 无鼻周窝。外鼻孔两侧及两侧的前方为宽大的额骨上壁所占据, 眶后突并不十分向两侧突出, 几乎与齿槽外侧平齐。外鼻孔之后的顶额部非常窄小, 颞线在顶额部自眶后突显著向后收缩, 至后缘再次强烈地向两侧枕部扩张。鳞骨颞翼呈扇形向两侧扩展, 颞弓的幅度非常宽阔, 远超过眶后突, 并且向前方收缩汇于眶前之下。枕部后缘中部有大的枕外结节向后突起, 可能是加强项韧带的连接, 该特征在象类不常见。

腹视轮廓与背视相同。两颊齿列之前的齿槽部分约占头骨全长的1/3。颞部占头骨中部的1/3, 两齿列几乎平行, 前后端均不收缩或扩张, 齿列间的颞部宽度适

表 1 戈壁中新乳齿象头骨(GPM ZR001141)测量数据(mm)^{a)}

Table 1 Cranial measurements of *Miomastodon gobiensis* (GPM ZR001141) (mm)

测量项	测量值
枕骨后侧边缘到头骨前侧的最大长度	1121
脑颅的长度	247
前颌骨的长度	758
门齿窝的长度	604
鼻骨的长度	2118
两侧眼眶外缘之间的最大宽度	708
吻部的宽度(眶下孔之间测量)	447
吻部前端宽度	404
外鼻孔的宽度	184
颞线之间的最小宽度	189
枕骨后侧边缘到头骨前侧的最大长度	1166
颞弓的长度(从上颌骨的颞突到关节窝后缘)	586
颞窝的长度(颞弓所在平面上的长度)	262
腭骨长度	356
内鼻孔到枕骨大孔之间的长度	373
上颌骨颞突的厚度	153
脑颅的最大宽度	809
脑颅下部的宽度(从关节窝处测量)	640
腭骨齿列内缘的最大宽度	169
腭骨齿列外缘的最大宽度	380
齿列最前端的内间距	169
上颌骨腭部的最小宽度	74
枕部后视图的高度	310
枕部后视图的宽度	759
前颌骨的高度	213
面部的高度(从第一颗臼齿前端处测量)	266
上颌腹面边缘到颞突的距离	128
眼眶的高度	189
脑颅的高度(脑颅顶部到翼突)	528
脑颅底部的长度(从翼突到枕髁)	417
面部的长度(从翼突到吻部前端)	890
眶颞窝长度(鳞骨前缘到眼眶前缘内侧)	297
脑颅中段的长度(从眼眶下缘到外耳道开口)	319
脑颅中段的高度(从翼突到眼眶上缘)	485

a) 依据Tassy^[9]

中。内鼻孔由于底托和装架的原因, 轮廓无法准确辨认, 大约在颊齿列之后。内鼻孔之后的翼突部位, 以及之后的听泡部位, 详细结构均无法辨认。但听泡显然较窄小,

表2 戈壁中新乳齿象(GPM ZR001141)门齿测量数据(mm)

Table 2 Tusk measurements of *Miomastodon gobiensis* (GPM ZR001141) (mm)

测量项		测量值
槽外总长		~830
右I2	离远端180 mm处横截面: 横径×背腹径	62.8×67.8
	离远端480 mm处横截面: 横径×背腹径	86.1×102.5
	离远端780 mm处横截面: 横径×背腹径	102.6×127.1
槽外总长		~780
左I2	离远端100 mm处横截面: 横径×背腹径	50.3×58.3
	离远端400 mm处横截面: 横径×背腹径	93.9×102.4
	离远端700 mm处横截面: 横径×背腹径	110.7×125.5

不向外扩张。枕髁部位也被底托包裹,但可见枕大孔较窄,枕髁不向后伸。鳞骨的关节窝部以及之后向腹侧凸起的外枕部向两侧强烈扩张。关节窝之后与外枕骨之间的凹陷代表了次生的外耳道,长度很大。颧弓的前部呈三角形,自颊齿列两侧向后方伸出,强烈地斜向外扩张,与后方鳞骨的颧突相接。

侧视呈低的直角三角形(图2(a), (d), (g)), 齿槽部主要向前方,仅略向下延伸。齿槽根部,面嵴之前的下眶下孔在该标本上难以分辨,是否存在上眶下孔也存疑。面嵴之下的上颌骨较低,呈长方形。面嵴之上,眼眶之前有一个较大的三角形区域。眼眶小而圆,位置比较靠后,前缘仅到达M3的第一脊,眶前缘有一个小的泪突,左侧泪突内侧似乎存在泪孔的后开口,这是在玛姆象科中保留的原始特征。眶后突的位置到达齿列的后缘,眶颧嵴几乎竖直向下,该特征见于豕脊齿象属(*Choerolophodon*)的部分种类。外鼻孔更加靠后,位置在眶后突及齿列之后,甚至比内鼻孔还要靠后。眶后突之后,颧窝向后上方延伸,呈较窄长的扇形。翼突之后的基枕部仅略向上方升起,枕髁主要向下方突出,而非

向后。颧弓粗壮,向下方比较扩展,枕面上部的枕外结节非常明显。

枕视呈半圆形(图4(c), (f)),枕面中心为深陷的项韧带窝,但未见项韧带窝中嵴。韧带窝之上,在枕面顶缘为圆形的枕外结节,几乎与项韧带窝大小相同。可见该动物具有非常强大的项韧带结构,以连接沉重的头骨。

门齿呈粗壮的棍状(图2(b), (d)),截面呈带下外侧尖角的椭圆形,前端变细。侧视略向下方弯曲。外侧靠下部,有一宽大的釉质带贯通,其上布满网状的裂纹。釉质带下缘成一锐利的切割缘,使得截面具有尖角。腹视仅稍向外分开,并且不扭转,尖端有一椭圆形的小平面,是门齿使用时,尖端与外界磨耗而成的面,腹侧另有一个长的宽大磨耗面,推测是门齿与下颌及下门齿接触磨耗所产生的。

两侧M2均深度磨耗。M2(图4(a)~(d))为三脊,第一脊主副齿柱磨后相互连通,前新月嵴发达,副齿柱发育后驱齿嵴。第二脊主齿柱深磨后成椭圆形,副齿柱主锥高耸,前后驱齿嵴均发育。第三脊磨耗浅,主齿柱比前两脊的横向宽度窄,似发育有前中心小尖,并由一细的前新月嵴连至主锥,中附锥也成一小尖由一短嵴连至主锥,后新月嵴从齿柱中后侧引出,向颊侧下降,连至后齿带。副齿柱主锥高,中附锥分成两小锥,发育前后驱齿嵴。齿带在前、后侧及第一脊主齿柱侧发育。

M3(图4(a), (c))为四脊,冠面视第一脊主齿柱主锥大而圆发育有粗的前后新月嵴,中附锥成一小的向中轴的突起,副齿柱主锥和中附锥区分明显,但中附锥并不进一步分裂,发育有前后驱齿嵴,并且有弱的嵴形化的后中心小尖。第二脊主齿柱主锥发达,前后新月嵴较第一脊细,中附锥成粗嵴形。副齿柱主锥粗大,中附锥分裂成二,具有细的前后驱齿嵴,但无中心小尖。第三脊比前嵴略窄。主齿柱主锥高而圆,前新月嵴在左侧M3为粗嵴形,在右侧M3为一嵴形末端膨大,与中心小尖难以区分,中附锥为细嵴形;副齿柱分裂为3个大小

表3 戈壁中新乳齿象(GPM ZR001141)臼齿测量数据(mm)^{a)}Table 3 Cheek teeth measurements from *Miomastodon gobiensis* (GPM ZR001141) (mm)

	<i>L</i>	<i>W1</i>	<i>W2</i>	<i>W3</i>	<i>W4</i>	Hpr(2)	Hpo(2)
r M2	124.2	78.8	85.1	87.2		33.2+	48.2+
l M2	128.1	80.8	81.9	82.7		23.6+	46.9+
r M3	170.2	93.2	101.2	94.7	63.5	60.2+	66.2+
l M3	174.3	91.2	102.6	97.7	80.9	57.8+	62.2+

a) *L*指长度, *W1*~*W4*指第一~四齿脊的宽度, Hpr(2)指第二齿脊主齿柱高度, Hpo(2)指第二齿脊副齿柱高度; r, 右侧; l, 左侧

图4 玛姆象类的上臼齿。(a)~(d) 戈壁中新乳齿象(*Miomastodon gobiensis*), GPM ZR001141, 轭型化程度较低: (a) 右侧M2~M3, 冠面视; (b) 同前, 舌侧视; (c) 左侧M2~M3, 冠面视; (d) 同前, 颊侧视。(e)~(g) 苏黎轭齿象相似种(*Zygodontodon* cf. *turicensis*), IVPP V2487, 曾定为内蒙古轭齿象(*Zygodontodon nemonguensis*)左侧M3, 轭型化程度较高: (e) 冠面视; (f) 舌侧视; (g) 颊侧视

Figure 4 Upper molars of pre-Late Miocene Eurasian mammutids, in comparison of a relatively lower level of zygodonty ((a)–(d)) in *Miomastodon gobiensis* (GPM ZR001141, left and right M2–M3 molar row), and a higher level ((e)–(f)) in *Zygodontodon* cf. *turicensis* (IVPP V2487, left M3, formerly *Zygodontodon nemonguensis*). (a) Right M2–M3 of *Miomastodon gobiensis*, in occlusal view; (b) the same one as the preceding, in lingual view; (c) left M2–M3 of *Miomastodon gobiensis*, in occlusal view; (d) the same one as the preceding, in buccal view; (e) left M3 of *Zygodontodon turicensis*, in occlusal view; (f) the same one as the preceding, in lingual view; (g) the same one as the preceding, in buccal view

相近的小尖, 且发育有前后轭齿峰。第四脊明显比前三脊窄, 主齿柱主锥略具前后新月嵴锥形, 具有膨大的中附锥; 副齿柱主锥大, 中附锥分裂为大小不等的两个。后齿带紧靠其后由几个大锥构成。除后齿带, 齿带在前侧及前三脊主齿柱侧发育。齿脊间的齿谷比较狭窄。

舌侧视(主齿柱方向)(图4(b))各齿脊比较粗壮, 第一和第二齿谷中, 新月嵴达到齿谷一半的高度, 使得齿谷呈深V形嵌套浅V形的图案, 齿带, 尤其在前方非常高耸。颊侧视(副齿柱方向)(图4(d)), 各齿脊成A形, 齿谷侧成V形。第一齿谷V形开口较大, 后两齿谷较小。

3 形态学比较讨论

由于材料稀少, 对中中新世的玛姆象类, 或者称为轭齿象类(包括*Zygodontodon*和*Miomastodon*两属)的认识大多来源于零星的颊齿, 以及少量的下颌, 对头骨的认识非常有限。首先, 老沟材料的颊齿较宽, 基本上只发育前后新月嵴而不发育前后中心小尖, 轭齿嵴细而尖锐, 这些特征均符合轭型齿的特征, 因此将该头骨归为玛姆象科无疑。此外其上门齿向下弯, 具有连续的釉质带, 可以从时代较晚的玛姆象属(*Mammot*)排除, 它也不大可能属于主要发现于非洲、牙齿轭型化非常高的早期类型始轭齿象属(*Eozygodon*), 虽然始轭齿象最近

在中国中中新统也有报道^[14]。因此, 我们把对比的焦点集中在中中新世的轭齿象和中新乳齿象两属。

中新乳齿象曾被认为是轭齿象属的同物异名, 但Wang等人^[5]建议恢复使用中乳齿象属, 其核心差别是中新乳齿象颊齿轭型化的程度较低。Wang等人^[5]提出轭齿象与中新乳齿象在颊齿方面的差别如下: 前者釉质层薄, 后者釉质层厚; 前者齿谷间距宽, 后者齿谷间距窄; 前者新月嵴细, 不具中心小尖, 后者新月嵴粗, 往往具有中心小尖, 但也可能缺失; 前者副齿柱强烈分裂, 后者副齿柱中等程度分裂; 前者副齿柱的中附锥与中心小尖区分不清楚, 后者区分清楚; 前者齿脊直, 不具有齿柱交错排列的结构, 后者齿脊略尖向前方, 可以具有齿柱交错排列的结构。老沟的材料与之相对比, 显然轭型化程度稍低, 更接近中新乳齿象属而与高轭型化的轭齿象属有差异。不过, Wang等人^[5]的结论基本上是基于下颊齿相对比而得出的, 而当时能归为中新乳齿象的上颊齿非常少, 根据我们的经验, 同一种类的轭齿象类, 其上颊齿的轭型化程度往往要稍大于下颊齿。所以, 有必要对老沟材料的颊齿形态特征再稍加比较讨论。

轭齿象属的代表种是欧亚大陆的苏黎世轭齿象(*Zygodontodon turicensis*), 正型标本产于瑞士苏黎世附

近的中中新统地层,为m2(下第二臼齿)。该臼齿齿脊细、齿谷宽、前后新月嵴细,侧视新月嵴仅达到齿谷的1/3高度,因此轭型化程度比老沟的材料高。如前所述,我们更需要进行上颊齿的对比,Tassy^[15]报道了法国马拉提克(Malartic)中中新世的典型苏黎世轭齿象的上颊齿,马拉提克材料的M3副齿柱的前后压缩程度更高,齿脊更尖锐,副齿柱分裂程度高,为一列小锥组成,主齿柱前后新月嵴非常细,中附锥也成细的嵴形,主齿柱侧(舌侧)新月嵴几乎到达齿谷谷底,这些与老沟的材料都有明显的区别。

在中国,几乎是唯一的可以归为苏黎世轭齿象这一类的材料大概属于周明镇和张玉萍^[16]发表的内蒙古轭齿象(*Zygodontodon nemonguensis*)的M3(图4(e)~(g))。该牙齿除了尺寸较大,基本特征与马拉提克的苏黎世轭齿象几无区别,例如,齿脊和新月嵴细锐,副齿柱分裂程度高,舌侧视新月嵴几乎到达齿谷谷底(图4(f))。因此这个材料可以归入苏黎世轭齿象相似种,且与老沟的材料差别较大。把老沟的材料归为中新乳齿象属则更加妥当。

中国的新中乳齿象属,Wang等人^[5]归入了两个种,宁夏同心发现的同心中新乳齿象(*Miomastodon tongxiensis*)以及内蒙古通古尔发现的戈壁中新乳齿象(*Miomastodon gobiensis*),前者比后者明显小而结构稍简单,似乎主要体现为时间种的差别。同心中新乳齿象报道了一个上颊齿,磨耗相当深,结构不是很清晰,但除了个体较小,第四脊特别不发达之外,与老沟材料的基本形态特征一致。戈壁中新乳齿象还没有上颊齿报道。由于老沟材料颊齿尺寸大,其时代是中中新世晚期,并且同一地点还发现了戈壁中新乳齿象下颌材料(和政博物馆未发表标本HNV 1808),所以这里我们将老沟的头骨归为戈壁中新乳齿象。

由于老沟的戈壁中新乳齿象是中新乳齿象类首个完整头骨的报道,也是已知早-中中新世玛姆象类第二件完整头骨,对其头骨的对比讨论就非常重要。关于玛姆象科的头骨,Tassy^[17]作了详细讨论,由于轭齿象类的头骨所知甚少,他主要针对的是晚期的玛姆象属(*Mammuth*)。有以下几个特征值得注意:(1)玛姆象的头骨比较低平,(2)玛姆象的上颌后端存在颌后棘,(3)玛姆象眼眶前缘具有泪孔,(4)玛姆象不发育鼻周窝。以上特征均是玛姆象保留的近祖特征,以区别于其他晚期的象类,而非独特的衍征。至于老沟的材料,(1)头骨非常低平,(2)颌后棘的存在与否由于标本的修复原因,无从

得知,但依据我们的材料,这一点并不稳定,在部分玛姆象的材料中也缺失颌后棘(例如天津自然博物馆的*Mammuth borsoni*, THP 00079), (3)老沟的头骨可能具有泪孔, (4)老沟的头骨不发育鼻周窝。这些特征大多符合Tassy^[17]认为的玛姆象科的特征,而与嵌齿象类的特征并不相同。此外,关于上门齿,Tassy^[15]认为轭齿象属的上门齿分开程度不大,并且不具有扭转。这与嵌齿象类上门齿中部通常分开程度加大并且具有扭转不同,可能是对应于嵌齿象类的更加发达的下颌,该特征也适用于中新乳齿象,是轭齿象类的特征。总之,头骨的多方面特征表明,老沟的材料确实可以归为玛姆象科。

发现于法国维勒弗朗(Villefranche)中中新世的一件轭齿象,也可能是此前报道的唯一的轭齿象头骨,我们没有见到原始材料,仅见到Tassy^[18]绘制的头骨侧面的图件。维勒弗朗头骨与老沟的形态有非常大的不同。首先,维勒弗朗的头骨门齿槽特别向前伸长,门齿非常长,略向下弯,但釉质带却位于门齿外侧的上部,这在象类中是非常少见的。但Schlesinger^[19]报道过单个的轭齿象属的上门齿,釉质带出现在曲率较小的一侧,即,如果该门齿是向下弯,则釉质带在上部,如果其向上弯,则釉质带在下部。釉质带出现在背侧的情况,在功能上的确使人困惑,但我们相信老沟的头骨的上门齿是向下弯,且釉质带在外侧下边分布,这可以由该门齿的腹面有大面积的与下颌及下门齿的磨耗面而证实。其次,维勒弗朗的头骨也非常低平,但眼眶的位置非常靠前,其眶后突几乎在整个齿列之前,并且眼眶位置很高,这与眼眶位置相当靠后的老沟戈壁中新乳齿象头骨完全相反,因此,两者可能处于不同的演化方向。

除此之外,关于玛姆象科早期演化最重要的头骨材料可能是发现于非洲纳米比亚早中新世Auchas(约19~20 Ma)的始轭齿象(*Eozygodon*)头骨^[20]。该头骨具有很多独特的特征,例如脑颅部分高耸、基枕骨向上升起(这在早新近纪的象类中是非常进步的特征)、齿槽窄、枕部向前倾等^[21]。Auchas的始轭齿象头骨具有的特征,在玛姆象科全部的演化史中,都是非常罕见的。因此,始轭齿象很可能代表了玛姆象科中很早偏离了演化主线的一个分支。在欧亚大陆,晚中新世的斜脊玛姆象曾被报道^[7,22],相比于老沟的中新乳齿象,斜脊玛姆象的头骨相对比较隆起(但隆起程度不如Auchas的始轭齿象头骨);外鼻孔主要向前方,背视外鼻孔与眶后突几乎位于同一水平,成年个体上门齿略向上弯,没

有釉质带;而老沟的中新乳齿象外鼻孔偏向上方,外鼻孔位于眶后突之后,上门齿向下弯,有釉质带。这些特征表明,相比于中新乳齿象,斜脊玛姆象的头骨与美洲乳齿象更加相似。考虑到斜脊玛姆象的时代与美洲乳齿象更加接近,这种情况不足为奇。但另一方面,老沟的中新乳齿象与北美晚中新世晚期(约6~7 Ma)的内华达上新乳齿象(*Mammot (Pliomastodon) nevadanus*)比较接近^[23]。首先,内华达上新乳齿象上门齿没有釉质带,这与中新乳齿象不同;但内华达上新乳齿象头骨较低,外鼻孔的位置比较靠后,这一点与老沟的中新乳齿象比较相似。从头骨的相似性来看,有可能中新乳齿象和上新乳齿象组成了一个单独的演化支系。但美洲乳齿象是否是由美洲本土的上新乳齿象起源,目前还难以确定。已知欧亚大陆和美洲之间,存在着多次哺乳动物群交流^[24],从美洲乳齿象和斜脊玛姆象头骨的相似性来看,不排除美洲乳齿象是上新世从欧亚大陆再次进入北美的可能。

4 中国北方中新乳齿象的时代分布

中新乳齿象在中国主要分布在宁夏同心(*Miomastodon tongxinensis*)、新疆准噶尔盆地(*Miomastodon sp.*)、甘肃临夏盆地和内蒙古通古尔地区(*Miomastodon gobiensis*)^[5]。

同心地区的同心中新乳齿象,尺寸最小,结构最简单,可能是中新乳齿象各种中最原始的一个,时代可能最早,有可能是早中新世晚期或中中新世最早期。新疆准噶尔盆地的中新乳齿象未定种,很可能与同心中新乳齿象同种,时代上也相近。甘肃老沟和内蒙古通古尔的戈壁中新乳齿象,尺寸较大,颊齿结构比较复杂(通古尔地点的材料尺寸更大一些),时代大约为中中新世晚期。

中国报道的中新乳齿象地点,同时都有铲齿象发现,铲齿象属(*Platybelodon*)也是一类非常具有生物年代意义的长鼻类。同心中新乳齿象所在的同心地区,出产相对比较原始的同心铲齿象(*Platybelodon tongxinensis*)。同心中新乳齿象出产的层位并不确定,有可能是第二化石层或第四化石层。根据古地磁年代测定,第二化石层的年代约为17.5 Ma,第四化石层的年代约为14.3 Ma(完整古地磁数据尚未发表)。新疆准噶尔盆地的中新乳齿象出产于哈拉玛盖组,该组仅发现过铲齿象的下门齿,鉴定为铲齿象未定种(*Platybelodon sp.*)^[25],很可能与同心铲齿象为同一种,其绝对年代为

16 Ma左右^[26]。

老沟地点和通古尔地点均报道了格氏铲齿象(*Platybelodon grangeri*)。Wang等人^[27]认为,老沟地点的格氏铲齿象(*Platybelodon grangeri*)比同属于临夏盆地虎家梁组曾家地点的格氏铲齿象形态上稍显进步(m2具三脊及发达后齿带),并且介于通古尔地区下部推饶木的格氏铲齿象(m2具三脊及不发达后齿带)和上部铁木钦动物群的格氏铲齿象(m2具四脊)之间。通古尔的戈壁中新乳齿象的正型地点准乌古尔位于上部铁木钦动物群的层位。因此,老沟地点的时代应该介于推饶木层和铁木钦层之间。Wang等人^[27]对通古尔组进行了古地磁年代测定,将推饶木层年代定为约12.5 Ma,铁木钦层为约11.8 Ma。由于通古尔剖面的地层出露较短,对古地磁的解释有一定的争议。Qiu等人^[28]对Wang等人^[13]发表的通古尔古地磁结果进行了重新解释,将推饶木层解释为约13.7 Ma,铁木钦层的时代为11.8 Ma不变。据此推测,老沟地点的时代在13.7~11.8 Ma之间。

Zhang等人^[29]对老沟地点进行了古地磁年代测定,将老沟地点虎家梁组的化石层解释为11.5 Ma,这一时间点已经进入了最早的晚中新世。然而,老沟地点的动物群并不支持晚中新世的时代解释。例如,中新乳齿象、铲齿象从来没有在中国的晚中新世报道过,而中国晚中新世的代表物种三趾马(*Hipparion*)、大唇犀(*Chilotherium*)也不见于老沟动物群。在老沟地点以北10 km的郭泥沟地点,记录了中国最早的三趾马——东乡三趾马(*Hipparion dongxiangense*),其层位恰在虎家梁组顶之上约2 m。依据东乡三趾马的首现,该剖面也被作为中国陆相上新统的下界^[30]。根据Fang等人^[10]对郭泥沟剖面的古地磁年代测定,三趾马化石的首现年代为11.6 Ma,恰与晚中新世开始的时代相同,而其下的虎家梁组的时代不应晚于11.6 Ma。在Fang等人^[10]对比中,大致在12.0~11.6 Ma之间。此外,孙露^[31]对临夏盆地进行了古地磁年代测定,其虎家梁组的年代也在12.5~11.5 Ma之间。根据Zhang等人^[29]老沟地点的古地磁年代测定结果,虎家梁组及其上下均位于一个相当长的负向极性带R8之内,这段负向极性带和标准极性带C5r相对比。事实上,由于虎家梁层为典型的山麓洪积相堆积,其下的地层一般会有缺失,如果将Zhang等人^[29]的R8的下部与之下的长负向带C5Ar对比,虎家梁组本身代表了中间缺失的正向带C5An,这样老沟化石层的年代可以解释为12.5~12.0 Ma之间。综合以上讨论,可以将戈壁中新乳齿象的年代大致确定在中中新世晚期,

在13.7~11.8 Ma(通古尔地点)或12.5~12 Ma(老沟地点)左右。

5 结论

本研究记述了产自甘肃临夏盆地中中新世老沟地点的世界首个戈壁中新乳齿象头骨。该头骨也是迄今全球发现的第二件中中新世玛姆象类头骨。从颊齿来看,老沟的材料颊型化程度比典型的颊齿象属要低,因此可以归为中新乳齿象属,从其大小及时代来看,归为

戈壁中新乳齿象。该头骨具有一些特别的特征,例如眼眶位置比苏黎世颊齿象靠后、外鼻孔非常靠后,且开口方向偏向上方,这些特征说明中新乳齿象在玛姆象科中具有独特的演化地位。从中国发现的中新乳齿象化石来看,中新乳齿象具有比较显著的时代意义。早期较原始的同心中中新乳齿象的时代为早中新世晚期到中中新世早期,可能大约在17~14 Ma之间;后期较进步的戈壁中新乳齿象的时代为中中新世晚期,大约在13.7~11.8 Ma。

致谢 感谢中国科学院古脊椎动物与古人类研究所邓涛研究员和孙博阳博士在文献和地层对比方面提供的帮助;感谢波恩大学施泰因曼古生物研究所Wighart von Königswald、奥地利维也纳自然历史博物馆Ursula B. Göhlich在标本鉴定方面的讨论和中肯意见;感谢云南省文物考古研究所吉学平研究员和英国布里斯托大学张瀚文博士评阅本文初稿并提出了宝贵的修改意见。

参考文献

- 1 Tassy P. The “proboscidean datum event”: How many proboscideans and how many events? In: Lindsay E H, Fahlbusch V, Mein P, eds. European Neogene Mammal Chronology. New York: Plenum Press, 1990. 237–252
- 2 Tedford R H, Albright L B, Barnosky A D, et al. Mammalian biochronology of the Arikarean through Hemphillian interval (late Oligocene through early Pliocene epochs). In: Woodburne M O, ed. Late Cretaceous and Cenozoic Mammals of North America, Biostratigraphy and Geochronology. New York: Columbia University Press, 2004. 169–231
- 3 Osborn H F, Granger W. *Platybelodon grangeri*, three growth stages, and a new Serridentinae from Mongolia. Am Mus Novit, 1932, 537: 1–13
- 4 Tobien H. Status of the genus *Serridentinus* Osborn 1923 (Proboscidea, Mammalia) and related forms. Mainzer Geowiss Mitt, 1972, 1: 143–191
- 5 Wang S Q, Zhang X X, Li C X. Reappraisal of *Serridentinus gobiensis* Osborn & Granger and *Miomastodon tongxinensis* Chen: The validity of *Miomastodon*. Vert Palasiat, 2020, 58: 134–158
- 6 Osborn H F. Proboscidea: A Monograph of the Discovery, Evolution, Migration and Extinction of the Mastodonts and Elephants of the World (Vol. I). New York: The American Museum Press, 1936
- 7 Tobien H. Zur paläontologischen Geschichte der Mastodonten (Proboscidea, Mammalia). Mainzer Geowiss Mitt, 1976, 5: 143–225
- 8 Simpson G G. The Principles of Classification and a Classification of Mammals. New York: American Museum of Natural History, 1945. 1–350
- 9 Tassy P. L'anatomie cranio-mandibulaire de *Gomphotherium angustidens* (Cuvier, 1817) (Proboscidea, Mammalia): Données issues du gisement d'En Pèjouan (Miocène moyen du Gers, France). Geodiversitas, 2013, 35: 377–445
- 10 Fang X, Wang J, Zhang W, et al. Tectonosedimentary evolution model of an intracontinental flexural (foreland) basin for paleoclimatic research. Glob Planet Change, 2016, 145: 78–97
- 11 Deng T, Wang X M, Ni X J, et al. Cenozoic stratigraphic sequence of the Linxia Basin in Gansu, China and its evidence from mammal fossils (in Chinese). Vert Palasiat, 2004, 42: 45–66 [邓涛, 王晓鸣, 倪喜军, 等. 临夏盆地的新生代地层及其哺乳动物化石证据. 古脊椎动物学报, 2004, 42: 45–66]
- 12 Deng T. Establishment of the Middle Miocene Hujialiang formation in the Linxia Basin of Gansu and its features (in Chinese). J Stratigr, 2004, 28: 307–312 [邓涛. 临夏盆地中中新统虎家梁组的建立及其特征. 地层学杂志, 2004, 28: 307–312]
- 13 Wang X M, Qiu Z D, Opdyke N D. Litho-, bio-, and magnetostratigraphy and paleoenvironment of Tunggur Formation (Middle Miocene) in central Inner Mongolia, China. Am Mus Novit, 2003, 3411: 1–31
- 14 Zhang X X, Wang S Q. First report of *Eozygodon* (Mammutidae, Proboscidea) in Eurasia. Hist Biol, 2020, <https://doi.org/10.1080/08912963.2020.1723579>
- 15 Tassy P. Découverte de *Zygodon turicensis*(Schinz) (Proboscidea, Mammalia) au lieu-dit Malartic a Simorre, Gers (Vindobonien moyen); implications paléoécologiques et biostratigraphiques. Geobios, 1977, 10: 655–669
- 16 Chow M Z, Chang Y P. New mastodonts from North China (in Chinese). Vert Palasiat, 1961, (3): 245–255 [周明镇, 张玉萍. 华北乳齿象类的新材料. 古脊椎动物与古人类, 1961, (3): 245–255]
- 17 Tassy P. Origin and differentiation of the Elephantiformes (Mammalia, Proboscidea). Verh Naturwiss Ver Hamburg, 1994, 34: 73–94

- 18 Tassy P. La place des mastodontes Miocènes de l'ancien monde dans la phylogénie des Proboscidea (Mammalia): Hypothèses et conjectures. Doctor Dissertation. Paris: Université Pierre et Marie CURIE, 1985
- 19 Schlessinger G. Die Mastodonten des K K Naturhistorischen Hofmuseums. Denkschr K K Naturhist Hofmus, 1917, 1: 1–231
- 20 Pickford M. New Proboscidea from the Miocene strata in the lower Orange River Valley, Namibia. Mem Geol Surv Namibia, 2003, 19: 207–256
- 21 Tassy P. Remarks on the cranium of *Eozygodon morotoensis* (Proboscidea, Mammalia) from the early Miocene of Africa, and the question of the monophyly of Elephantimorpha. Rev Paléobiol Genève, 2018, 37: 593–607
- 22 Wang S Q, Li Y, Duangkrayom J, et al. Early *Mammot* from the Upper Miocene of northern China, and its implications for the evolution and differentiation of Mammotidae. Vert Palasiat, 2017, 55: 233–256
- 23 MacDonald J R. The Middle Pliocene Mammalian Fauna from Smiths Valley, Nevada. J Paleontol, 1959, 33: 872–887
- 24 Flynn L J, Tedford R H, Qiu Z X. Enrichment and stability in the Pliocene mammalian fauna of North China. Paleobiology, 1991, 17: 246–265
- 25 Ye J, Wu W Y, Meng J. Tertiary stratigraphy in the Ulungur river area of the northern Junggar basin of Xinjiang (in Chinese). J Stratigr, 2001, 25: 193–200 [叶捷, 吴文裕, 孟津. 新疆乌伦古河地区第三系简介. 地层学杂志, 2001, 25: 193–200]
- 26 Ye J, Wu W Y, Ni X J, et al. The Duolebulejin section of northern Junggar Basin and its stratigraphic and environmental implication (in Chinese). Sci China Earth Sci, 2012, 42: 1523–1532 [叶捷, 吴文裕, 倪喜军, 等. 新疆准噶尔盆地北缘夺勒布勒津剖面的地层学及环境意义. 中国科学: 地球科学, 2012, 42: 1523–1532]
- 27 Wang S Q, He W, Chen S Q. Gomphotheriid mammal *Platybelodon* from the Middle Miocene of Linxia Basin, Gansu, China. Acta Palaeont Pol, 2013, 58: 221–240
- 28 Qiu Z D, Wang X M, Li Q. Neogene faunal succession and biochronology of Central Nei Mongol (Inner Mongolia). In: Wang X M, Flynn L J, Fortelius M, eds. Neogene Terrestrial Mammalian Biostratigraphy and Chronology of Asia. New York: Columbia University Press, 2013. 155–186
- 29 Zhang W L, Erwin A, Wang J Y, et al. New paleomagnetic constraints for *Platybelodon* and *Hipparion* faunas in the Linxia Basin and their ecological environmental implications. Glob Planet Change, 2019, 176: 71–83
- 30 Deng T, Hou S K, Shi Q Q. Selection of the lower boundary stratotype of the terrestrial Upper Miocene Bahean Stage in China (in Chinese). Acta Geol Sin, 2015, 36: 523–532 [邓涛, 侯素宽, 史勤勤. 中国陆相上新统灞河阶底界层型的选择. 地球学报, 2015, 36: 523–532]
- 31 Sun L. Magnetostratigraphy of the late Cenozoic terrestrial sequence from Linxia Basin, northeastern margin of the Tibetan Plateau (in Chinese). Doctor Dissertation. Beijing: University of Chinese Academy of Sciences, 2014 [孙露. 甘肃临夏盆地晚新生代磁性地层学研究. 博士学位论文. 北京: 中国科学院大学, 2014]

Summary for “戈壁中新乳齿象(*Miomastodon gobiensis*)头骨的发现及生物地层学分布”

The first cranium of *Miomastodon gobiensis* and its biostratigraphic distribution

Yan Li¹, Xiaoxiao Zhang^{2,3,4,5*}, Chunxiao Li^{2,3,4} & Shiqi Wang^{2,3}

¹ Gansu Provincial Museum, Lanzhou 730050, China;

² Key Laboratory of Vertebrate Evolution and Human Origins of Chinese Academy of Sciences, Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100044, China;

³ Center for Excellence in Life and Paleoenvironment, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China;

⁴ University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China;

⁵ Tianjin Natural History Museum, Tianjin 300201, China

* Corresponding author, E-mail: zhangxiaoxiao@ivpp.ac.cn

The Family Mammutidae represents one of the two fundamental phylogenetic bifurcations of the elephantiforms. Yet due to the scarcity of well-preserved fossil materials, including that of largely complete crania, we know little concerning the anatomy, evolution and systematics of early Eurasian mammutids. In the present article, we report the first *Miomastodon gobiensis* cranium from the Laogou locality in the Linxia Basin, Gansu Province. It is only the second known cranium of Eurasian mammutids which pre-dates the Late Miocene, and preserved in almost pristine conditions. As the previously known pre-Late Miocene mammutid skull from Eurasia is in a poor condition of preservation, this specimen reported herein is of crucial importance for understanding the early evolution of mammutids in the Early-Middle Miocene. The molars of the Laogou skull are less accentuated in their zygodonty than those of *Zygodontodon turicensis*, the classic representative of Eurasian mammutids in the pre-Late Miocene age. Namely, the cheek teeth possess relatively more inflated lophs, compressing the interloph valleys to some extent, the thicker pretrite crescentoids which reach half the height of the interloph in side view. Furthermore, enamels are also thicker compared with *Zygodontodon*. These features warrant the skull's attribution to *Miomastodon gobiensis*, the type specimen of which is a mandible from the Middle Miocene of Tunggur, Inner Mongolia. The new *Miomastodon* cranium displays several distinct apomorphs of Mammutidae, for example, the orbit is more posteriorly positioned than that of the pre-Late Miocene mammutids, i.e., *Eozygodon morentoensis* and *Zygodontodon turicensis*. The orbit is at a high level on the cranium, recalling the condition in *Choerolophodon*, and the external nares are strongly posteriorly positioned, with an opening that is slightly dorsally oriented. These features indicate a special evolutionary position of *Miomastodon* in Mammutidae. However, it resembles *Mammot (Pliomastodon) nevadanus* of North America in several aspects, for example, the low cranium, and the posterior position of the external nares. At the present time, it is difficult to judge whether the terminal taxon, *Mammot americanum*, was derived from the endemic *Mammot (Pliomastodon)*, or migrated from a certain *Mammot* clade from Eurasia. *Miomastodon* is a fossil genus of relatively strong biochronologic significance in the Early-Middle Miocene of China. The ancestral species *Miomastodon tongxinensis* possibly spanned approximately 17–14 Ma of the late Early to early Middle Miocene (based on the unpublished palaeomagnetic data). However, the derived species, *M. gobiensis*, is between 13.7–11.8 Ma of the Late middle Miocene. The latter result is based on the correlation of the evolutionary levels of *Platybelodon grangeri* from both Laogou and Tunggur region—*Platybelodon grangeri* from the Laogou locality display similar evolutionary level with that from the Moergen Fauna of the middle Tunggur strata.

Mammutidae, Linxia Basin, Middle Miocene, biochronology, *Miomastodon*

doi: [10.1360/TB-2020-0733](https://doi.org/10.1360/TB-2020-0733)