

浙川盆地上白垩统蜥脚类幼年个体新材料*

莫进尤¹⁾ 谭庆伟²⁾ 胡永国³⁾ 谭琳²⁾ 徐星⁴⁾

1) 广西自然博物馆, 南宁 530012, jinyoumo@163.com;

2) 内蒙古龙昊地质古生物研究所, 呼和浩特 010010;

3) 湖北郧县恐龙蛋国家地质公园, 郧县 442500;

4) 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

摘要 描述湖北郧县浙川盆地晚白垩世地层中产出的蜥脚类恐龙化石。标本保存于上白垩统马家村组中段灰绿色含钙泥质粉砂岩中, 材料包括牙齿、脊椎和肢骨化石等。从愈合特征(如分离的椎体和椎弓)分析, 这些化石至少由2个未成年个体组成。这些化石体现出的特征组合, 如股骨近端外侧突出, 近端外缘向内侧倾斜, 荐前椎气腔构造发育, 以及牙齿呈细长的棒状, 表明湖北郧县马家村组地层发现的蜥脚类可归入巨龙形类中的多孔椎龙类或者更进步的类群。新材料的发现对于进一步了解中国乃至东亚地区白垩纪晚期的蜥脚类恐龙分布和演化具有一定的意义。

关键词 蜥脚类 马家村组 浙川盆地 郧县 湖北

1 前言

湖北郧县梅铺镇李家沟附近曾发现过许多未成年蜥脚类恐龙化石, 但没有得到详细的研究(李正琪, 2001)。近年来, 龙昊地质古生物研究所组织了一个野外发掘队, 对李家沟附近的化石地点进行进一步的调查和发掘, 获得了一批蜥脚类幼年个体新材料, 包括2颗牙齿、部分颈椎、背椎、荐椎和四肢骨骼等, 同时产出的还有鸭嘴龙类和部分兽脚类化石等(Tan *et al.*, 2015)。化石的具体地点位于郧县的东北面、梅铺镇以东约4 km处的李家沟附近(插图1)。

新发现的李家沟蜥脚类恐龙化石产于浙川盆地马家村组中段灰绿色含钙泥质粉砂岩中, 地质年代为晚白垩世晚期的康尼亚克期(Coniacian)到三冬期(Santonian)(王德有等, 2008)。浙川盆地处于湖北省与河南省西北交界处, 面积约420 km²。该盆地沉积了一套白垩纪晚期陆相沉积物, 地层序列从早到晚依次划分为高沟组、马家村组和寺沟组, 地层总厚度约1600 m, 盆地内富含各类爬行动物化石

(周世全、韩世敬, 1985; 席文祥、裴放, 1997; 赵宏、赵资奎, 1998; 李正琪, 2001; 王德有等, 2008)。马家村组为棕红色钙质粉砂岩、细砂岩夹砂砾岩及泥岩, 底部与高沟组、顶部与寺沟组均为整合接触。浙川盆地马家村组呈北西条带状分布于豫西、西峡走马岗和阳城、浙川大石桥、内乡夏馆和镇平柳泉铺等地(中国地层典编委会, 2000)。除了蜥脚类外, 浙川盆地和西峡盆地的马家村组还发现了龟类、鳄类、甲龙类、鸭嘴龙类、兽脚类以及丰富的恐龙蛋化石(王德有等, 2008; Xu *et al.*, 2010; Hone *et al.*, 2010; Lü *et al.*, 2010; Xing *et al.*, 2014; Tan *et al.*, 2015)。本文对蜥脚类恐龙化石进行详细描述, 在此基础上探讨其分类位置。

2 系统古生物学

蜥脚型类 *Sauropodomorpha* Huene, 1932

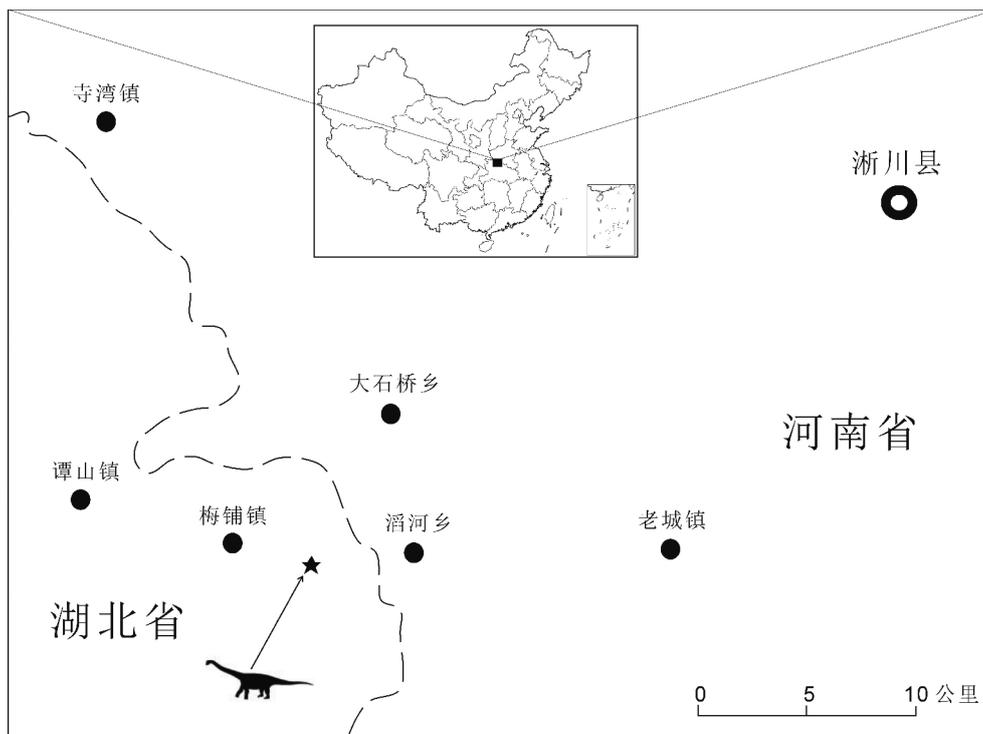
蜥脚类 *Sauropoda* Marsh, 1878

巨龙形类 *Titanosauriformes* Salgado, Coria, and Calvo, 1997

多孔椎龙类 *Somphospondyli* Wilson and Sereno, 1998

收稿日期: 2018-01-12

* 国家自然科学基金(批准号: 41120124002)和内蒙古自治区国土资源厅专项资金资助。

插图1 蜥脚类化石产地位置图(修改自 Tan *et al.*, 2015)Location map of the sauropod fossils (modified from Tan *et al.*, 2015)? 巨龙类 *Titanosauria* Bonaparte and Coria, 1993

(插图 2—5)

材料 2 颗不完整的牙齿(HY015、HY040)(野外编号, HY 表示湖北郧县, 下同), 4 个不太完整的颈椎椎体(HY007、HY009、HY027、HY035), 7 个较完整的背椎椎体(HY013、HY015、HY043、HY045、HY046、HY047、HY050), 1 个背椎椎弓(HY021), 3 个较完整的荐椎椎体(HY051、HY052、HY053), 1 个荐椎椎弓(HY054), 一个荐肋(HY055), 2 个不完整的鸟喙骨(HY056、HY057), 1 个不完整的肱骨(HY066), 1 个较完整的尺骨(HY068), 4 个不完整的股骨(HY071、HY073、HY080、HY085)。所有标本不关联保存。从椎体和椎弓分离保存判断, 这些材料至少代表了 2 个未成年蜥脚类恐龙个体。标本保存在湖北郧县恐龙蛋国家地质公园。

牙齿(插图 2) 共 2 颗, 棒状, 保存都不完整。其中 1 颗保存长度 27.87 mm, 齿尖磨蚀, 齿冠大部保存, 齿根缺失(插图 2A, a 和 b)。牙齿略微侧扁, 在齿冠中间前后缘最大长 7.51 mm, 横向宽 5.62 mm, 靠近齿尖处前后缘长 4.53 mm, 横向宽 2.60 mm, 整个牙齿向齿尖明显变细。齿冠细长, 纤细指数(SI: 齿冠长度与最大前后向长度比值)至少为 3.8。大部分的牙釉质缺失, 保存的釉质具微弱

纵向皱纹, 齿冠略微倾向舌侧, 舌侧面和唇侧面都明显凸起, 唇侧面更明显, 齿冠横截面近卵圆形, 齿冠前后缘有微弱隆线。无唇侧沟、舌侧脊和锯齿。舌侧有一大的磨蚀面, 磨蚀长度 10.02 mm, 几乎平行于舌侧面, 与齿冠长轴夹角约为 10° ; 唇侧面磨蚀面明显小于舌侧面, 磨蚀长度仅 2.43 mm, 与齿冠长轴夹角约为 40° 。

另外 1 颗棒状牙齿的齿冠几乎完整保存, 齿根缺失(插图 2B, c 和 d)。牙齿保存长度为 29.71 mm, 齿冠长度 24.2 mm。牙齿略微侧扁, 在齿冠中间前后缘最大长 7.46 mm, 横向宽 5.94 mm, 在齿尖处前后缘长 5.99 mm, 横向宽 4.32 mm, 齿冠向齿尖逐渐变小。牙齿纤细指数为 3.24。齿冠总体形态非常接近前者, 但磨蚀更严重, 且磨蚀面更多: 在齿冠前后缘分别有一个几乎与舌侧面平行的长条形磨蚀面。舌侧磨蚀长度 5.54 mm, 齿冠和齿根之间有微弱的齿颈。唇侧有微弱的纵向沟槽和微弱的纵向脊。

蜥脚类棒状牙齿磨蚀面在成年个体中较为常见(Wilson, 2005), 在未成年个体中报道较少, 如未成年个体细长龙(*Lirainosaurus*)的功能齿发育了磨蚀面, 而替换齿则没有(Diez Díaz *et al.*, 2012), 而在未成年个体梁龙(*Diplodocus*)中不管是功能齿还是替换齿都没有发育磨蚀面(Whitlock *et al.*, 2010)。

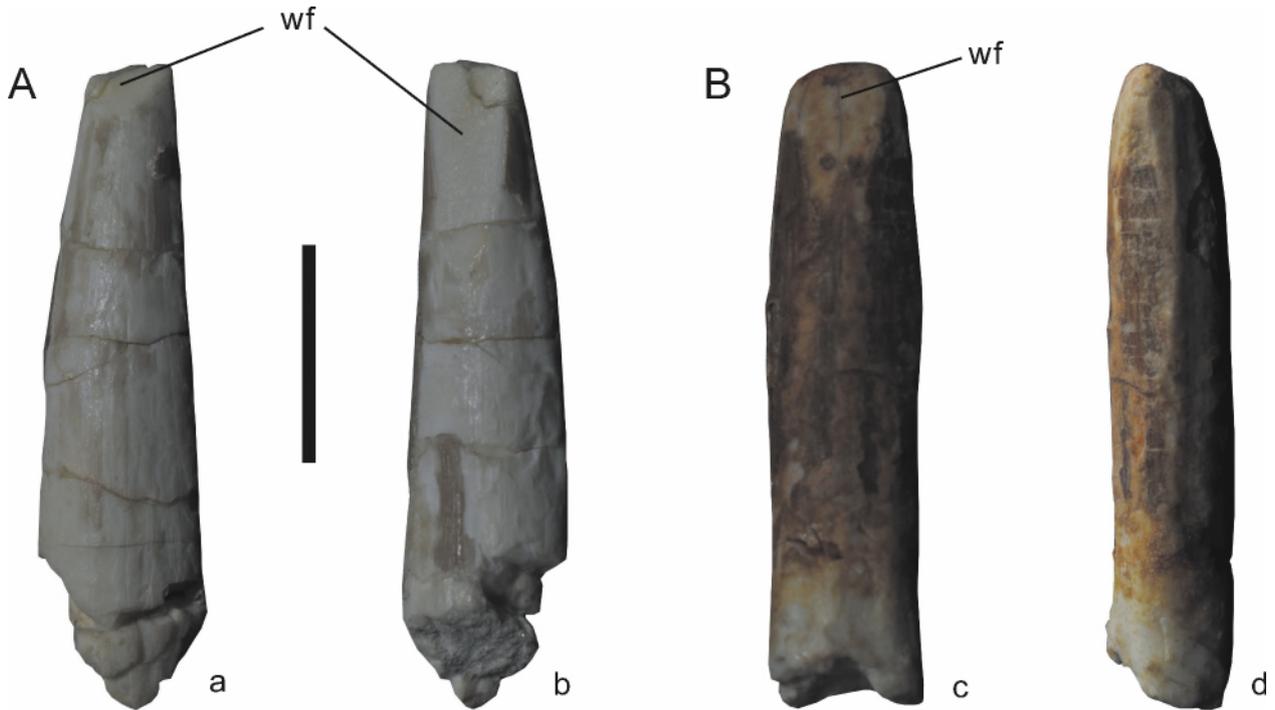


插图 2 蜥脚类恐龙牙齿

Sauropod teeth

A. 标本编号:HY015,B. 标本编号:HY040. a. 唇侧视;b,c. 舌侧视;d. 前或后视。比例尺为 1 cm。简写说明:wf,磨蚀面。

A. Specimen No.:HY015,B. specimen No.:HY040. a. Labial view;b,c. lingual views;d. mesial or distal view. Scale bar equals 1 cm. Abbreviations:wf,wear facet.

颈椎(插图 3A,3B) 保存有 4 个不完整颈椎椎体,包括 1 个椎体前部和 3 个椎体后部。椎体与椎弓的连接面保存清晰,指示这四个椎体来自幼年个体。依据背腹向高度与横向宽度的比例,分别编号为 C1 至 C4。

C1 仅保存椎体前端(插图 3A,a,b 和 c),椎体前关节面强烈凸起,关节面横向宽度远大于背腹向高度(宽度与高度的比值为 2.2)。椎体腹面横向凹入。椎体副突位于椎体前腹缘,指向前外方,其上方有一侧凹,深入椎体,向内接近椎体中线处。从断面看,左右侧凹之间只有一薄薄的骨板隔离。椎管在中部横向收缩。

C2 保存椎体后半部。椎体关节面横向宽度大于背腹向高度(两者比值为 1.3),后关节面强烈凹入,边缘内收。椎体腹面大部平滑,但接近中部副突位置横向凹入。副突上侧较为平坦。椎体侧面有侧凹,在接近椎体中部处(副突位置)向内深入椎体中线处,有一较低矮的纵向脊位于椎体中部,把侧凹分割为前后两部分。

C3 形态类似 C2(插图 3B,d,e 和 f),但椎体背腹向相对较高,后关节面横向宽度与背腹向高度比

值为 1.2,关节面边缘外翻。

C4 仅保存部分椎体后端,明显小于其他椎体,应为最前部颈椎(也不排除来自更幼年的个体)。椎体腹面较平,侧凹在靠近后关节面处更发育,不同于后部颈椎。从断面可以看到发育的气腔构造。

背椎(插图 3C—E) 保存有 7 个背椎椎体和 1 个背椎椎弓,都保存有清晰的椎弓连接面,指示这 8 个背椎均来自幼年个体。依据个体形态大小,分别编号为 D1—D8。

最小个体由一不完整前部背椎椎体代表,编号 D1(插图 3C,g,h 和 i)。椎体保存长度 55 mm,后宽 45 mm。椎体后凹型,椎体腹面横向凸起,侧凹发育,占据椎体侧面大部,位置靠前,侧凹腹缘非常接近椎体腹面。从背侧断面看,左右侧凹非常靠近甚至贯通中线。椎体的气腔构造较为发育。

第二小个体保存有 5 个背椎椎体,依据椎体前后向长度,分别编号为 D2—D6。从右侧看,D2 椎体上似乎没有副突存在,可能为中前部背椎椎体。D2 为后凹型,椎体前后向长度、背腹向高度和横向宽度分别为 67 mm、44 mm 和 54 mm,横向宽度明显大于背腹向高度。椎体腹面横向宽而平,侧面中

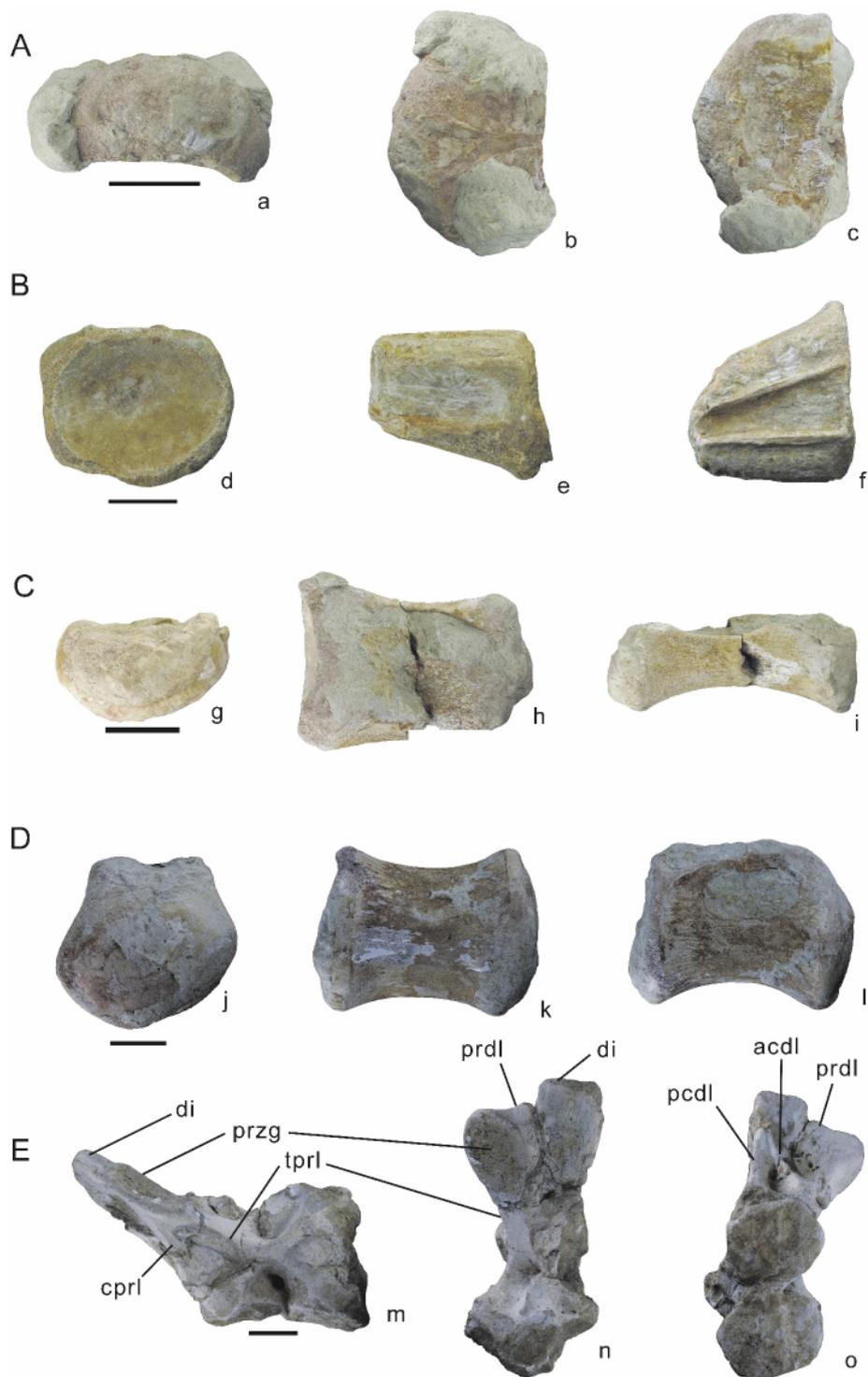


插图 3 蜥脚类颈椎、背椎、背椎椎弓

Sauropod cervicals, dorsals, and dorsal neural arch

颈椎: A(HY007)和 B(HY009);背椎: C(HY015)和 D(HY013);背椎椎弓: E(HY021)。前视(a, g, j 和 m)、后视(d)、背视(b, f, h 和 n)、腹视(c, k 和 o), 左侧视(e 和 i)和右侧视(l)。比例尺为 2 cm。简写说明: acdl, 椎体横突前板; cpri, 椎体前关节突板; di, 横突; pcdl, 椎体横突后板; prdl, 关节突横突板; przg, 前关节突; tprl, 前关节突间板。

Cervicals: A (HY007), B (HY009); Dorsals: C (HY015), D (HY013); Dorsal neural arch: E (HY021). In anterior views (a, g, j, and m), posterior view (d), dorsal views (b, f, h, and n), ventral views (c, k, and o), left lateral views (e and i) and right lateral view (l). Scale bars equal 2 cm. Abbreviations: acdl, anterior centrodiapophyseal lamina; cpri, centroprezygapophyseal lamina; di, diapophysis; pcdl, posterior centrodiapophyseal lamina; prdl, prezygodiapophyseal lamina; przg, prezygapophysis; tprl, intraprezygapophyseal lamina.

部有一侧凹,占据椎体侧面大部,位置稍靠前。椎管在前部宽,向后部逐渐变窄。从断裂面可以看到发育的气腔构造。

D3—D6 总体形态类似 D2,但有不同点:前后向长度逐渐变小(D3—D6 的长度分别为 60 mm、55 mm、55 mm、47 mm),背腹向高度和横向宽度变大(D3—D6 的后宽分别为 55 mm、55 mm、60 mm 和 66 mm),椎体腹面横向凸起,侧凹变小,位置更靠背侧。D6 的背腹向高度和横向宽度皆大于椎体长度。D3 椎体前突周缘发育了凹环,与前一个椎体的后关节面连接(插图 3D,j,k 和 l)。

最大个体为一前部背椎椎体,编号 D7,明显大于其它个体。D7 长度为 87 mm,后宽 70 mm,后高 67 mm,其总体形态接近 D2,但侧凹内部形态更复杂,位置更靠前。

D8 为一不完整椎弓,仅保存椎弓的前半部(插图 3E,m,n 和 o)。由于没有发现副突,椎弓可能来自中部或前部背椎。椎管完全位于椎弓内,非常狭窄,椎弓与椎体关联面近似于方形,前后向长度稍大于横向宽度。前关节突主要向背外侧延伸,前关节突面呈椭圆形,稍凹入,指向背侧和内侧,略向前侧。与前关节突类似,背椎横突指向背外侧,与水平面的夹角约为 45° ,远端缺失。板状构造发育,包括前关节突-横突板(prdl)、椎体-前关节突板(cpri)、椎体-横突前板(acdl)、椎体-横突后板(pcdl)和前关节突间板(tpri)。

荐椎 保存有 3 个荐椎椎体、1 个荐椎椎弓和 1 个荐肋。荐椎椎体和椎弓都保存有清晰的椎体或者椎弓连接面,指示这四个荐椎来自幼年个体。依据椎体前后关节面形态,分别编号为 S1 至 S3,椎弓编号为 S4,荐肋编号为 S5。

S1 可能代表最前部椎体(前关节面光滑,指示为和前面背椎的关节面;后关节面粗糙,指示为与后部荐椎的连接面),椎体前后向短(轴向长度 48 mm),与横向宽度(72 mm)和背腹向高度(52 mm)的比值分别为 0.67 和 0.92。椎体微弱双凹型,椎体腹面明显横向突起,荐肋关节面几乎占据椎体侧面全部。

S2 明显长于 S1(S2 椎体长度 77 mm,与 S1 的长度比值为 1.6),椎体前后关节面皆粗糙,指示前后有荐椎相连。椎体近乎双平型,腹面横向平,椎体侧面有浅侧凹,荐肋关节面占据椎体侧面大部,位置靠前。椎管宽阔,宽约 33 mm,而 S1 和 S3 的椎管宽度均小于 19 mm。

S3 总体形态类似 S1,但轴向长(58 mm),荐肋关节面占据椎体侧面大部,位置靠前。

荐椎椎弓 S4 不完整。椎弓关联面呈长方形,椎管宽阔,宽度类似于 S1 和 S3,但比 S2 更小。

荐肋 S5 不完整,骨干中部收缩,腹缘横向凹入。远端呈椭圆形,前后向强烈膨大,关节面略微平坦。近端背侧的荐肋板缺失。

乌喙骨 乌喙骨有左、右各 1 个,仅保存了近端部分的肩臼关联面。肩臼关联面粗壮,呈半圆形,右乌喙孔没有保存,左乌喙骨孔只保存了一半。乌喙孔比较靠近肩胛乌喙骨关联面。

肱骨(插图 4) 右肱骨保存,近端和远端缺失,保存长度约 256 mm。前视,肱骨近端表面凹入,外缘较为平直。骨干横截面呈长圆形,横向宽度远大于前后向长度,宽度与长度的比率约为 2。在巨龙形类成年个体中,肱骨的远端横向较为扩张,骨干横截面呈椭圆形。

尺骨 左尺骨保存较为完整,尺骨全长 235 mm。远端部分被围岩包裹,近端的前外侧隆脊缺失。近端关联面较为光滑,缺乏成年个体中发育的窝坑和沟槽结构。关联面呈四射型,由前内侧突、前外侧突和后突组成。前内侧隆脊附近发育一条微弱的平行(纵向)隆脊。前内侧突关联面横向隆凸,关联面与水平面形成约 40° 的夹角。

股骨(插图 5) 保存有 4 个不完整的股骨,包括 2 个左股骨,2 个右股骨。这 4 个股骨至少代表了 2 个个体,分别编号为个体 A 和个体 B。个体 A 大一点,个体 B 相对较小。4 个股骨全部没有保存远端。最长一个股骨保存长度为 392 mm,估计复原长度为 430 mm。

编号 A 的大个体比编号 B 的小个体在股骨近端横向宽度上大 10%左右,长度也稍大,但后者的骨干横向宽度(骨干中部)比前者大上 10%左右。个体 A 和个体 B 还有一些其他形态差异:个体 A 在靠近大转子处骨干外侧面前缘处的凸缘明显大于个体 B;个体 A 的第四转子粗壮,明显凸起,占据骨干前侧面的近 1/2 宽度,而个体 B 的第四转子横向狭窄,靠近内侧。在其他方面,个体 A 和个体 B 的形态一致。

股骨近端关节面较为光滑,与成年个体中粗糙关节面相比,后者的窝坑和沟槽更为发育。骨干直,骨干中段略向前拱曲。骨干横向宽度略大于前后向长度(个体 A 股骨骨干中部横向宽度与前后向长度的比值约 1.3)。股骨头明显,较圆,指向背内侧。

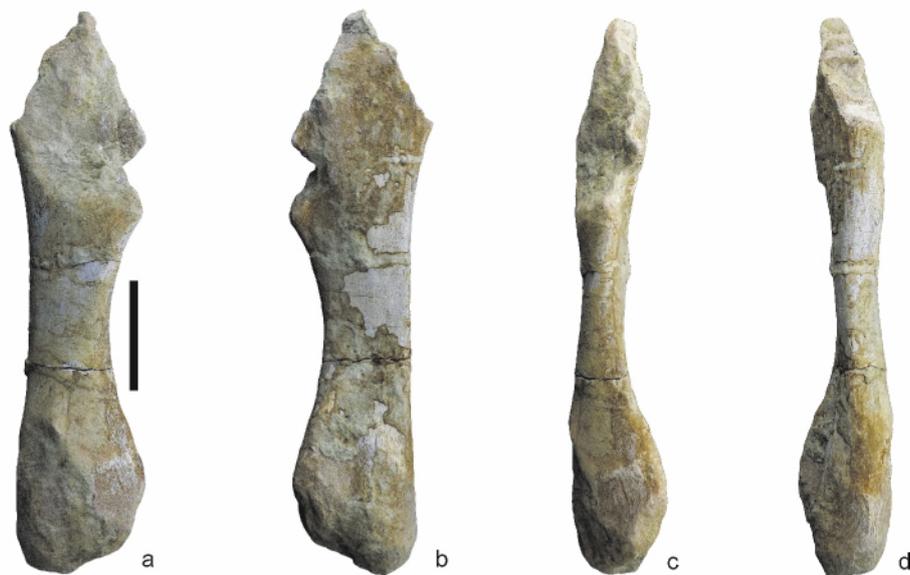


插图4 蜥脚类右肱骨

Right sauropod humerus

标本编号:HY066。a. 前视,b. 后视,c. 内侧视,d. 外侧视。比例尺为5 cm。

Specimen No.: HY066. a. Anterior view, b. posterior view, c. medial view, d. lateral view. Scale bar equals 5 cm.

股骨近端股骨头以外前后向微弱突起,内外向较平,形成一平台。大转子前后向宽度微小于股骨头,无小转子。第四转子虽然位于骨干中部附近,似乎更靠近近端。近端前缘较为平坦,后缘发育纵向凹槽,凹槽向下延伸至第四转子附近。第四转子低矮,其内侧的骨干面发育粗糙的肌痕附着点。骨干前侧面靠近近端处平,至外侧凸缘处开始有一粗矮的脊,沿骨干前侧面中央向远端延伸,在骨干中部最显著。骨干后侧面靠近近端处有一明显的纵向沟,分离股骨头和大转子,骨干后侧面整体平。骨干外侧面除了靠近端的凸缘外,整体平,与后侧面界限明显,形成近 90° 夹角。骨干内侧面前后向凸起。骨干接近远端处横向宽度明显变大。远端后缘平坦,未出现髁间凹槽构造。前缘开始出现微弱的凹陷,代表髁间凹槽的开始。

产地与时代 湖北郧县梅铺镇李家沟以东约4 km,马家村组,白垩纪晚期康尼亚克期—三冬期(王德有等,2008)。

3 比较与讨论

亚洲东部地区发现的白垩纪蜥脚类恐龙化石较为丰富,这些材料全部归属于巨龙形类(Titanosauriformes)(Wilson, 2005; Whitlock *et al.*, 2011; D'Emic, 2012)。湖北郧县浙川盆地李家沟发现的

未成年蜥脚类恐龙具有一些进步特征,如股骨近端外侧膨大,近端外缘向内侧倾斜,表明其属于巨龙形类(Wilson, 2002);荐前椎气腔构造较为发育,说明其可归入多孔椎龙类(Somphospondyli)(Wilson and Sereno, 1998)。多孔椎龙类包含了两个主要的类群,一个是盘足龙科(Euhelopodidae),另一个是巨龙类(Titanosauria),前者主要分布于白垩纪中期的亚洲东部,后者主要分布于白垩纪时期的冈瓦纳大陆(D'Emic, 2012)。

从李家沟发现的2颗蜥脚类恐龙牙齿形态特征判断,浙川盆地的蜥脚类具有一些重要的鉴定特征。如牙齿齿冠釉质具有微弱的纵向皱纹,这是蜥脚类的牙齿特征;锯齿的缺失表明其属于更为进步的新蜥脚类(Neosauropoda)(Wilson and Sereno, 1998),而棒状、无唇侧沟、无舌侧脊以及相对较高的纤细指数(Slenderness Index,一颗牙齿为3.24,另一颗至少3.8),则见于梁龙类(Diplodocoidea)、腕龙科(Brachiosauridae)、盘足龙科和巨龙类(D'Emic *et al.*, 2013)。另外,李家沟蜥脚类牙齿的磨蚀面较为独特,分别在舌侧和唇侧发育了磨蚀面,舌侧的磨蚀面相对较大,但磨蚀的角度较小(10° 左右),唇侧的磨蚀面较小,但角度较大(40° 左右),与尼日尔龙(*Nigersaurus*)的情况类似(Sereno and Wilson, 2005)。北方龙(*Borealosaurus*)的唇侧和舌侧也分别发育了磨蚀面,但各自磨蚀的角度不详(You *et*

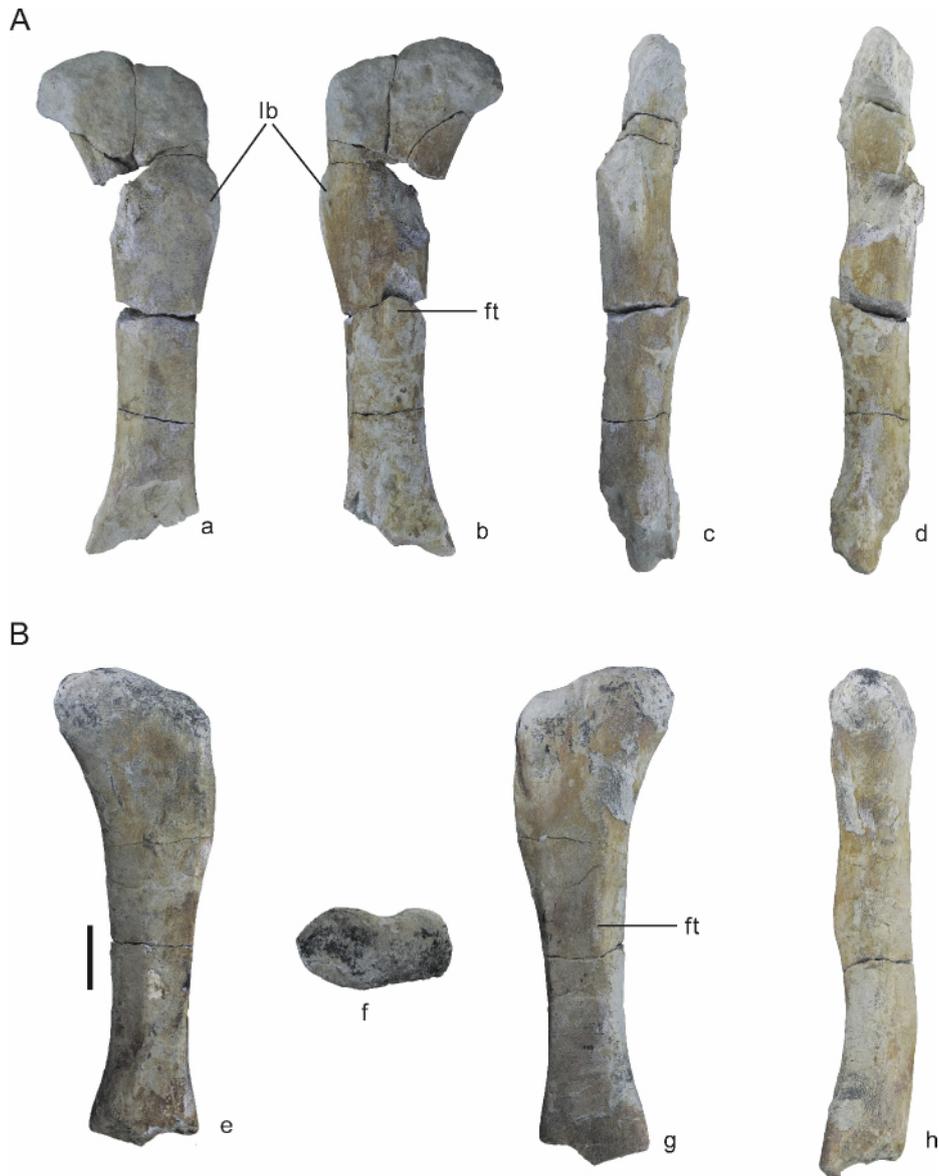


插图 5 蜥脚类左股骨

Left sauropod femora

A. 标本编号:HY071, B. 标本编号:HY080。a, e. 前视; b, g. 后视; c. 外侧视; d, h. 内侧视; f. 近端视。比例尺为 5 厘米。简写说明: ft. 第四转子; lb. 外侧隆凸。

A. Specimen No.: HY071, B. specimen No.: HY080. a, e. Anterior view; b, g. posterior view; c. lateral view; d, h. medial view; f. proximal view. Scale bar equals 5 cm. Abbreviations: ft. fourth trochanter; lb. lateral buldge.

al., 2004), 后者纵向的舌侧脊和唇侧脊比李家沟牙齿较为发育。另一颗牙齿的磨蚀除了比前者更严重外, 牙齿的前缘和后缘还分别发育一个几乎与舌侧面平行的长条形磨蚀面。这种既发育 V 型磨蚀面又发育齿尖磨蚀面的情形在那摩盖吐龙 (*Nemegtosaurus*) 和塔普亚龙 (*Tapuiasaurus*) 中也存在 (Wilson, 2005; Zaher *et al.*, 2011)。从现有发现的东亚地区白垩纪蜥脚类恐龙整体情况分析, 李家沟蜥脚类属于梁龙类或者腕龙科的可能性较低, 而归入盘

足龙科或巨龙类的可能性较大。

盘足龙科具有一些典型的头后骨骼形态特征, 如中部颈椎神经脊分叉, 颈肋远低于椎体腹面, 后关节上突与前关节突之间发育粗壮的近乎垂直的脊板结构, 后关节突间板呈扭结状等 (D'Emic, 2012)。从现有材料看, 浙川盆地李家沟蜥脚类化石材料没有发现颈椎椎弓, 其他材料也较为有限, 因此很难进一步判断李家沟蜥脚类的盘足龙类属性。从牙齿纤细指数判断, 李家沟发现的牙齿明显比亚洲产出的

一些早期巨龙形类和巨龙类永靖龙(*Yongjinglong*)牙齿纤细(Chure *et al.*, 2010; Li *et al.*, 2014),与巨龙类塔普亚龙下颌齿的纤细指数相近(Zaher *et al.*, 2011),表明李家沟蜥脚类很可能属于巨龙类。

综上所述,李家沟蜥脚类材料具有以下几个形态特征:(1)牙齿呈棒状,纤细指数至少 3.85,唇侧、舌侧和牙齿前后缘发育磨蚀面;(2)颈椎椎体关节面宽大于高;(3)荐前椎的侧凹和气腔构造都较为发育;(4)肱骨骨干横向宽度远大于前后向长度,两者比率接近 2;(5)股骨近端外侧膨大,近端外缘向内侧倾斜;(6)股骨骨干横向宽度与前后向长度的比率小于 1.3。对比研究表明,李家沟蜥脚类具有的综合形态特征与以往报道过的蜥脚类恐龙完全不同,由于现有材料不多,且不太完整,考虑到未成年个体在骨骼发育上的不稳定性,现有材料不足以证明为一个蜥脚类新属种。

除了本文描述的标本之外,湖北郧县浙川盆地马家村组曾经发现过许多未成年的蜥脚类恐龙材料,但需要进一步的描述和研究(李正琪,2001)。这两批材料的发掘地点大致相同。这是迄今为止在湖北省发现的第一处恐龙化石地点,也是在马家村组发现的唯一蜥脚类恐龙化石地点。该地点除发现了未成年蜥脚类恐龙材料外,还有未成年的鸭嘴龙类材料(Tan *et al.*, 2015),说明这一地区曾经生活过大量的未成年恐龙,而这些未成年恐龙化石与同层位发现的恐龙蛋化石地点(也即孵化地点)并不遥远。李家沟未成年恐龙化石的发现以及未来的进一步研究对于了解恐龙的孵化场所、个体发育和恐龙的群居特性等可能会有一定的帮助。

4 结 论

湖北郧县浙川盆地上白垩统马家村组发现的蜥脚类恐龙化石属于未成年个体,它们的股骨近端外侧膨大,近端外缘向内侧倾斜,表明其属于巨龙形类;牙齿呈棒状,荐前椎气腔构造发育,可归于多孔椎龙类或者更进步的属种。湖北省首次发现的这批恐龙骨骼化石,为东亚地区白垩纪晚期蜥脚类恐龙的研究增添了新的材料,进一步的研究将有助于我们了解恐龙的孵化场所、未成年恐龙的个体发育以及恐龙的群居特性等。

致谢 感谢学报审稿专家提出有益的修改

意见!

参 考 文 献 (References)

- Chinese Stratum Thesaurus Editorial Board(中国地层典编委会), 2000. Cretaceous Stratum Thesaurus. Beijing: Geological Publishing House. 1—124(in Chinese).
- Chure D, Britt B, Whitlock J A, Wilson J A, 2010. First complete sauropod dinosaur skull from the Cretaceous of the Americas and the evolution of sauropod dentition. *Naturwissenschaften*, **97**(4):379—391.
- D'Emic M D, 2012. The early evolution of titanosauriform sauropod dinosaurs. *Zoological Journal of the Linnean Society*, **166**:624—671.
- D'Emic M D, Mannion P D, Upchurch P, Benson R J B, Pang Qi-qing, Cheng Zheng-wu, 2013. Osteology of *Huabeisaurus allocotus* (Sauropoda: Titanosauriformes) from the Upper Cretaceous of China. *PLoS ONE*, **8**(8):e69375.
- Diez Díaz V, Pereda Suberbiola X, Sanz J L, 2012. Juvenile and adult teeth of the titanosaurian dinosaur *Lirainosaurus* (Sauropoda) from the Late Cretaceous of Iberia. *Geobios*, **45**:265—274.
- Hone D W E, Xu Xing, Wang De-you, 2010. A probable baryonychine (Theropoda: Spinosauridae) tooth from the Upper Cretaceous of Henan Province, China. *Vertebrata Palasiatica*, **48**(1): 19—26(in English with Chinese abstract).
- Li Li-guo, Li Da-qing, You Hai-lu, Dodson P, 2014. A new titanosaurian sauropod from the Hekou Group(Lower Cretaceous) of the Lanzhou-Minhe Basin, Gansu Province, China. *PLoS ONE*, **9**(1):e85979.
- Li Zheng-qi(李正琪), 2001. Distribution, burying, and classification of dinosaur fossils in Upper Cretaceous strata at Meipu Town, Yunxian County of Hubei Province. *Hubei Geology and Mineral Resources(湖北地矿)*, **15**(4): 25—31(in Chinese with English abstract).
- Lü Jun-chang, Xu Li, Liu Yong-qing, Zhang Xing-liao, Jia Song-hai, Ji Qiang, 2010. A new troodontid (Theropoda: Troodontidae) from the Late Cretaceous of central China, and the radiation of Asian troodontids. *Acta Palaeontologica Polonica*, **55**(3): 381—388.
- Sereno P C, Wilson J A, 2005. Structure and evolution of a sauropod tooth battery. *In*: Wilson J A, Curry-Roger K(eds.), *The Sauropods: Evolution and Paleobiology*. Berkeley: University of California Press. 157—177.
- Tan Qing-wei, Xing Hai, Hu Yong-guo, Tan Lin, Xu Xing, 2015. New hadrosauroid material from the Upper Cretaceous Majiacun Formation of Hubei Province, central China. *Vertebrata Palasiatica*, **53**(3):245—264(in English with Chinese abstract).
- Wang De-you(王德有), Feng Jin-cheng(冯进城), Zhu Shi-gang(朱世刚) *et al.*, 2008. *Dinosaur Eggs and Skeletons from Henan Province in China*. Beijing: Geological Publishing House. 1—320(in Chinese).

- Wilson J A, 2002. Sauropod dinosaur phylogeny: critique and cladistic analysis. *Zoological Journal of the Linnean Society*, **136**: 217—276.
- Wilson J A, 2005. Redescription of the Mongolian sauropod *Nemegtosaurus mongoliensis* Nowinski (Dinosauria; Saurischia) and comments on Late Cretaceous sauropod diversity. *Journal of Systematic Palaeontology*, **3**(3): 283—318.
- Wilson J A, Sereno P C, 1998. Early evolution and higher-level phylogeny of sauropod dinosaurs. *Society of Vertebrate Paleontology, Memoir 5, Journal of Vertebrate Paleontology*, **18**: 1—68.
- Whitlock J A, D'Emic M D, Wilson J A, 2011. Cretaceous diplodocids in Asia? Re-evaluating the phylogenetic affinities of a fragmentary specimen. *Palaeontology*, **54**: 351—364.
- Whitlock J A, Wilson J A, Lamanna M C, 2010. Description of a nearly complete juvenile skull of *Diplodocus* (Sauropoda; Diplodocoidea) from the Late Jurassic of North America. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **30**(2): 442—457.
- Xi Wen-xiang(席文祥), Pei Fang(裴放), 1997. Lithostratigraphy of Henan Province. Wuhan: China University of Geosciences Press. 1—299 (in Chinese).
- Xing Hai, Wang De-you, Han Feng-lu, Sullivan C, Ma Qing-yu, He Yi-ming, Hone D W E, Yan Rong-hao, Du Fu-ming, Xu Xing, 2014. A new basal hadrosauroid dinosaur (Dinosauria; Ornithopoda) with transitional features from the Late Cretaceous of Henan Province, China. *PLoS ONE*, **9**(6): e98821.
- Xu Xing, Wang De-you, Sullivan C, Hone D W E, Han Feng-lu, Yan Rong-hao, Du Fu-ming, 2010. A basal parvicursorine (Theropoda; Alvarezsauridae) from the Upper Cretaceous of China. *Zootaxa*, **2413**: 1—19.
- You Hai-lu, Ji Qiang, Lamanna M C, Li Jing-lu, Li Yin-xian, 2004. A titanosaurian sauropod dinosaur with opisthocoelous caudal vertebrae from the early Late Cretaceous of Liaoning Province, China. *Acta Geologica Sinica (English Edition)*, **78**: 907—911.
- Zaher H, Pol D, Carvalho A B, Nascimento P M, Riccomini C, Larson P, Juarez-Valieri R, Pires-Domingues R, Campos D A, 2011. A complete skull of an Early Cretaceous sauropod and the evolution of advanced titanosaurs. *PLoS ONE*, **6**(2): e16663.
- Zhao Hong(赵宏), Zhao Zi-kui(赵资奎), 1998. Dinosaur eggs from Xichuan Basin, Henan Province. *Vertebrata Palasiatica (古脊椎动物学报)*, **36**(4): 282—296 (in Chinese with English abstract).
- Zhou Shi-quan(周世全), Han Shi-jing(韩世敬), 1985. New material from the Late Cretaceous of the Xichuan Basin, Henan Province. *Henan Land Resource (河南地质)*, **2**: 34—37 (in Chinese).

NEW MATERIAL OF JUVENILE SAUROPOD FROM THE UPPER CRETACEOUS OF THE XICHUAN BASIN

MO Jir-you¹⁾, TAN Qing-wei²⁾, HU Yong-guo³⁾, TAN Lin²⁾ and XU Xing⁴⁾

1) *Natural History Museum of Guangxi, Nanning 530012, China;*

2) *Long Hao Institute of Geology and Paleontology, Hohhot 010010, China;*

3) *Yunxian Dinosaur Eggs National Geological Park, Yunxian 442500, China;*

4) *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*

Key words Sauropod, Majiacun Formation, Xichuan Basin, Yunxian County, Hubei Province

Abstract

New sauropod material was collected from the Upper Cretaceous Majiacun Formation of the Xichuan Basin, Yunxian County, Hubei Province, central China, including two nearly complete teeth, a number of vertebrae, and some limb bones, which are derived from at least two individuals. The separate preservations of all centra and neural arches suggest that the

specimens are from juvenile individuals. Several features, such as proximal one-third of femoral shaft deflected medially, cervical and dorsal vertebrae composed of spongy bone, and very slender peglike teeth, suggest that these specimens are referable to the Somphospondyli or more exclusive clade within the Titanosauriformes. The new discovery provides further evidence for the dominance of the Titanosauriformes in eastern Asia during the Late Cretaceous.