

湖南株洲晚白垩世恐龙化石的初步研究

韩凤禄¹⁾ 邢海²⁾ 童潜明³⁾ Corwin Sullivan⁴⁾ 徐星⁴⁾ 武瑞¹⁾ 胡能勇⁵⁾ 童光辉⁵⁾

1) 中国地质大学(武汉)地球科学学院, 武汉 430074, hanfl@cug.edu.cn;

2) 北京自然博物馆, 北京 100050;

3) 湖南省地质科学研究所, 长沙 410007;

4) 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所, 北京 100044;

5) 湖南省地质博物馆, 长沙 410004

摘要 我国南方上白垩统产丰富的恐龙蛋化石,但发现的恐龙骨骼化石的种类和数量相对较少。本文对湖南株洲天元区新发现的恐龙化石进行详细研究。初步分析结果表明该化石点恐龙种类丰富,可能包括至少两种蜥脚类、三种兽脚类和一种鸭嘴龙类。其中部分蜥脚类材料可能归属于梁龙超科,填补了该类群在东亚上白垩统的空白记录;一个蜥脚类坐骨则显示泰坦巨龙类的典型特征。兽脚类材料可能来自于小型的虚骨龙类、暴龙科和鲨齿龙科。前两者为晚白垩世的常见类群,而鲨齿龙科的化石记录在上白垩统非常少见。本文为鲨齿龙科可能在东亚一直延伸至晚白垩世提供了新的证据。该地区多门类恐龙化石的发现表明我国南方恐龙的种类可能比我们想象的要丰富得多,而且可能是梁龙类和鲨齿龙类的最后栖息地。株洲恐龙动物群的发现对于了解亚洲特别是中国恐龙的生物地理区系的分布具有重要意义。

关键词 恐龙 戴家坪组 晚白垩世 湖南

1 前言

恐龙动物群的演化在晚白垩世达到了鼎盛,其种类和数量都远超过其他时期。其中最富集的恐龙化石点分布在北美、东亚和阿根廷等地区(Carrano, 2012)。亚洲地区以蒙古和我国北部地区恐龙类群最为丰富。同北美恐龙动物群组成非常相似(Holtz *et al.*, 2004; Xu *et al.*, 2010b)。我国晚白垩世恐龙骨骼化石地点非常多,但目前已知和研究得最多的都分布在中国的北方,包括黑龙江嘉荫县、新疆鄯善县、内蒙古乌拉特后旗和二连浩特、河南西峡、山东诸城和莱阳地区等(Dong, 1992)。相比之下,我国南方地区发现的晚白垩世的化石点和恐龙类群均较少(董枝明, 1979; Dong, 1992),近年来在江西赣州、广东南雄和河源等地的发现推动了相关研究(例如 Lü *et al.*, 2013a, b)。但总体而言以恐龙蛋化石为主,骨骼化石的种类比较单一,数量相对较少。蜥脚类中,吕君昌等在江西赣州南雄组报道了一新属

种——中国赣南龙(*Gannansaurus sinensis*) (Lü *et al.*, 2013b)。鸟臀类中已报道的有小型鸟脚类、鸭嘴龙、甲龙类和肿头龙类。小型鸟脚类仅一个属种,即发现于浙江两头塘组的天台越龙(*Yueosaurus tiantaiensis*) (Zheng *et al.*, 2012)。甲龙类也有一属种,即发现于浙江省东阳市朝川组的杨岩东阳盾龙(*Dongyangopelta yangyanensis*) (Chen *et al.*, 2013)。鸭嘴龙类分布较广,包括广东南雄的小鸭嘴龙(*Microhadrosaurus*)和南雄龙(*Nanshiungosaurus*)及广西那龙盆地的南宁龙(*Nanningosaurus*) (董枝明, 1979; Mo *et al.*, 2007)。另外在安徽歙县岩寺小岩组曾报道过一基干肿头龙类——岩寺皖南龙(*Wannanosaurus yansiensis*) (侯连海, 1977)。兽脚类恐龙中窃蛋龙类比较丰富,已报道有8个属种,其中广东报道有两个属种,分别是黄氏河源龙(*Heyuannia huangi*) (广东河源)和遗忘始兴龙(*Shixingia oblita*) (广东南雄盆地)。江西赣州已报道有6个属种,分别是斑嵴龙(*Banji long*)、南康赣州龙(*Ganzhousaurus nankangensis*)、赣州江西龙

收稿日期: 2016-11-18

(*Jiangxisaurus ganzhouensis*)、江西南康龙(*Nankangia jiangxiensis*)、赣州华南龙(*Huanansaurus ganzhouensis*)和泥潭通天龙(*Tongtianlong limosus*) (Xu and Han, 2010; Lü *et al.*, 2013a; Wang, 2013; Wei *et al.*, 2013; Lü *et al.*, 2015, 2016a)。另外还有暴龙科一较完整个体中国虔州龙(*Qianzhousaurus sinensis*) (Lü *et al.*, 2014)及牙齿的报道(董枝明, 1979; Mo *et al.*, 2015), 驰龙科、镰刀龙科、棘龙科、似鸟龙科、阿尔瓦兹龙科和伤齿龙科等, 以及鸟臀类中角龙类等知之甚少或者完全空白。

2008年, 湖南省株洲市天元区在施工过程中首次发现了恐龙化石, 后续的发掘表明该地区含有丰

富的恐龙骨骼化石(插图 1)。初步分类学研究发现了包括蜥脚类、暴龙类、鲨齿龙类、小型的虚骨龙类以及进步的鸭嘴龙类在内的至少五种类型。这些化石分别保存在株洲市国土资源局(化石编号 ZGT)和株洲市博物馆(化石编号 ZMW)。这些类群的发现大大丰富了南方地区恐龙动物群的整体面貌。但是这些恐龙化石还未进行系统的形态学研究和报道, 本文将首次对该地区有代表性的化石进行系统研究, 这对于我们认识南方地区恐龙的类群、分异度和演化以及整个中国和亚洲的恐龙地理分布区系具有重要的意义。

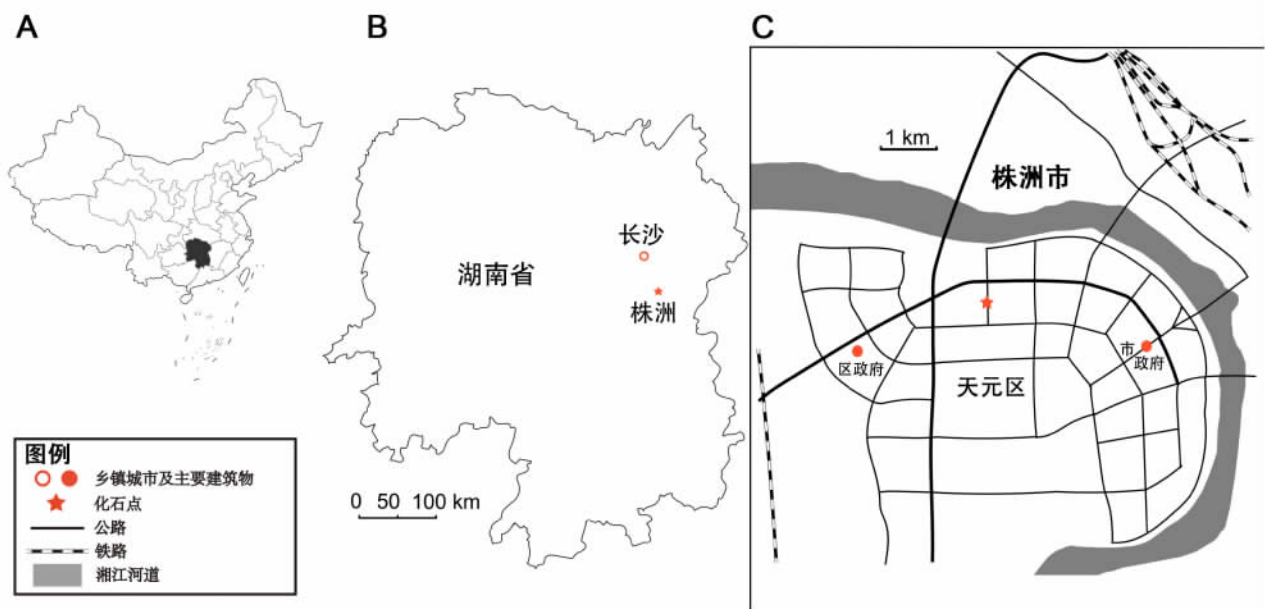


插图 1 湖南株洲天元区恐龙化石点交通位置图

Maps showing the location of the dinosaur site in Tianyuan district, Zhuzhou City, Hunan Province

A. 湖南省在中国地图上的位置; B. 株洲市在湖南省的位置; C. 株洲市内恐龙化石点。

A. Map of China showing the location of Hunan Province; B. Map of Hunan Province showing the location of Zhuzhou City; C. Location of dinosaur site within Zhuzhou City proper.

2 地质背景

株洲市天元区恐龙化石遗迹区内的白垩纪地层, 在区域和岩性特征上属于戴家坪组下部的砂岩和砾岩段以及上部的泥灰岩和泥岩段之间的过渡岩性段。戴家坪组的总厚度约为 1 000 m, 而天元区恐龙化石遗迹区的地层厚度只有 40 m 左右。根据岩层的岩性特征和沉积变化规律将天元区的戴家坪组露头剖面划分为三个岩性段, 即以钙质粉砂岩为主的上段、产恐龙化石的钙质粉砂岩和砾岩互层的中段以及以钙质粉砂岩和细粒砂岩为主且夹砂砾

岩的下段(插图 2)。

上覆地层: 第四纪中更新统土壤和泥砂堆积物

~~~~~角度不整合~~~~~

戴家坪组中段: 上白垩统钙质粉砂岩和细砂岩, 夹砾岩和砾岩, 总厚度约 40 m

(1) 钙质粉砂岩为主的上段

13. 紫红色薄层钙质粉砂岩, 夹灰黑色细-中粒岩块质砾岩, 砾石的砾径约为 0.2—6.4 cm > 5 m

12. 灰白色厚层钙质粉砂质细粒石英砂岩夹紫红色薄层钙质粉砂岩; 碎屑主要由石英、硅质岩、云母、板岩、钾长石和斜长石组成 1.4 m

11. 紫红色薄层钙质粉砂岩 2.2 m

(2) 产恐龙化石的钙质粉砂岩和砾岩互层的中段

10. 褐黑色厚层中-细粒砾岩和砂砾岩,砾石主要由硅质岩、板岩、灰云岩或灰岩、粉砂质板岩、细粒石英砂岩和脉石英构成,成分成熟度较低

1.2—2.4 m

9. 紫红色中薄层钙质含砾粉砂岩;砾屑主要由硅质岩和板岩组成,砾石的粒度较小

2.1 m

8. 褐黑色、黄绿色中厚层中细粒砾岩,夹有钙质细砂岩和粉砂岩,含较丰富的恐龙化石

1.8—2.8 m

7. 紫红色薄层钙质粉砂岩。碎屑的磨圆度较差,多为棱角状和次棱角状;填充物主要为方解石和泥质成分

1.5—2.2 m

6. 紫灰色厚层中-粗砾岩和砂砾岩;砾石的充填物为砂屑、方解石和泥质成分;砂屑以石英、板岩和粉砂质板岩等为主,可见酸性熔岩、云母、钾长石和斜长石,含恐龙化石

0—2.5 m

5. 紫红色中薄层钙质粉砂岩,含恐龙化石

1.8 m

4. 灰黑色和灰褐色钙质含中-细砾粉砂岩,含有丰富的植物化石碎片和恐龙化石

0—1.5 m

3. 紫红色薄层钙质粉砂岩,含恐龙化石

2.0—2.5 m

2. 灰黑色厚层中粗粒砾岩和砂砾岩,砾石主要由硅质岩、板岩、粉砂质板岩、细粒石英砂岩和脉石英构成;砾石的粒度不同,分选性较差;砾石的磨圆度较差,从次棱角状至次圆状;含恐龙化石

2 m

1. 紫红色灰质粉砂岩

>1 m

(3)以钙质粉砂岩和细粒砂岩为主且夹砂砾岩的下段

上部为紫红色薄层钙质粉砂岩,夹灰白色钙质粉砂质细粒石英砂岩;下部为灰黑色中厚层中-细粒砾岩和砂砾岩,夹紫红色薄层钙质粉砂岩

>7 m

下伏地层未出露

从沉积相的角度分析,株洲市的戴家坪组可以被划分为多个相似的沉积韵律,即砾岩和砂砾岩向上转变为钙质粉砂岩和细砂岩。水平层理、波纹层理和交错层理比较发育。砾石的成分较为复杂,稳定成分的含量小于 30%;砾石的磨圆度和分选性较差。这些沉积特征均反映了水动力和水流方向极不稳定的河流相沉积。在晚白垩世时期的株洲地区,季节性的干旱和湿润环境的转换可能导致了辫状河三角洲平原亚相和辫状河心滩亚相的交替沉积。

该地区恐龙化石的时代可大致推断为晚白垩世。童光辉和何安国(2015)认为:发现于该地区的轮藻类、介形类化石组合和孢粉化石为典型的晚白垩世分子,可以同西峡盆地马家村组的微体化石组合形成对比。马家村组的时代从晚康尼亚克期(Late Coniacian)延伸至晚圣通期(Late Santonian)(王德有等,2008),戴家坪组的时代也应该介于此范围。

### 3 描述与讨论

#### 3.1 蜥脚类(Sauropoda)

恐龙 Dinosauria Owen, 1842

蜥臀目 Saurischia Seeley, 1887

蜥脚形亚目 Sauropodomorpha Huene, 1932

蜥脚下目 Sauropoda Marsh, 1878

材料 ZGT002 颈椎(cervical vertebra), ZMW51-57 腓骨(fibula), ZGT56-60 肱骨(humerus), ZMW148 坐骨(ischium)。

在株洲市发现的恐龙化石中,很多属于大型蜥脚类恐龙,但是大多保存不完整。本文选取较完整的和有代表性的部分骨骼进行描述如下。

#### ZGT002(插图 3A)

标本 ZGT002 为一蜥脚类的颈椎,仅保存前半部分,但是非常完整,由于受围岩压力的影响发生变形。椎体应为后凹型,前突显著突出,上部平,下部成弧形突出,横截面为半圆形。

椎体侧腔窝(pneumatic fossa)深长,占据了整个侧面。侧腔窝内形成两个中隔(median septum),将整个腔窝分成三个部分,其中中间腔窝最深且最长。前两个腔窝被一前腹向倾斜的隔板分开。前侧腔窝小,呈亚三角形。中间腔窝深,细长,长度是前侧腔窝的两倍。后侧腔窝长度和凹度最小,为一亚圆形小窝,被一个竖直的隔板与中间侧腔窝分开。

椎体外侧面的前腹侧着生椎体横突(parapophysis),截面细长,与颈肋的肋骨头(capitulum)愈合在一起。腹侧观,前半部分形成一对称的深窝,并被一薄的隔板分离(插图 3A),但两边并不对称。左侧窝浅,但较大。右侧窝窄深,这可能是围岩挤压的结果。在深窝的后面形成一近三角形的浅窝。椎体的右侧更加明显,靠近中央处深,向两侧逐渐变浅。浅窝后形成一向腹侧突出的中嵴,同一些基干的蜥脚类和梁龙类中的 *Dicraeosaurus*,但大多数进步的类群中不发育或缺失(Upchurch *et al.*, 2004)。背侧观,虽然前后关节突未保存,但是棘前关节隔板(spinoprezygapophyseal lamina)和棘后关节隔板(spinopostzygapophyseal lamina)保存完好。两个棘前关节隔板夹角为 45°。它们之间形成近三角形的浅窝。后侧观,保存左侧的椎体的上方形成两个大的深窝。内侧窝为亚长方形,外侧窝为亚三角形。左侧颈肋三头形,保存近端,但前突缺失。肋骨头和肋骨结节(tuberculum)均保存,与椎体横突相接的

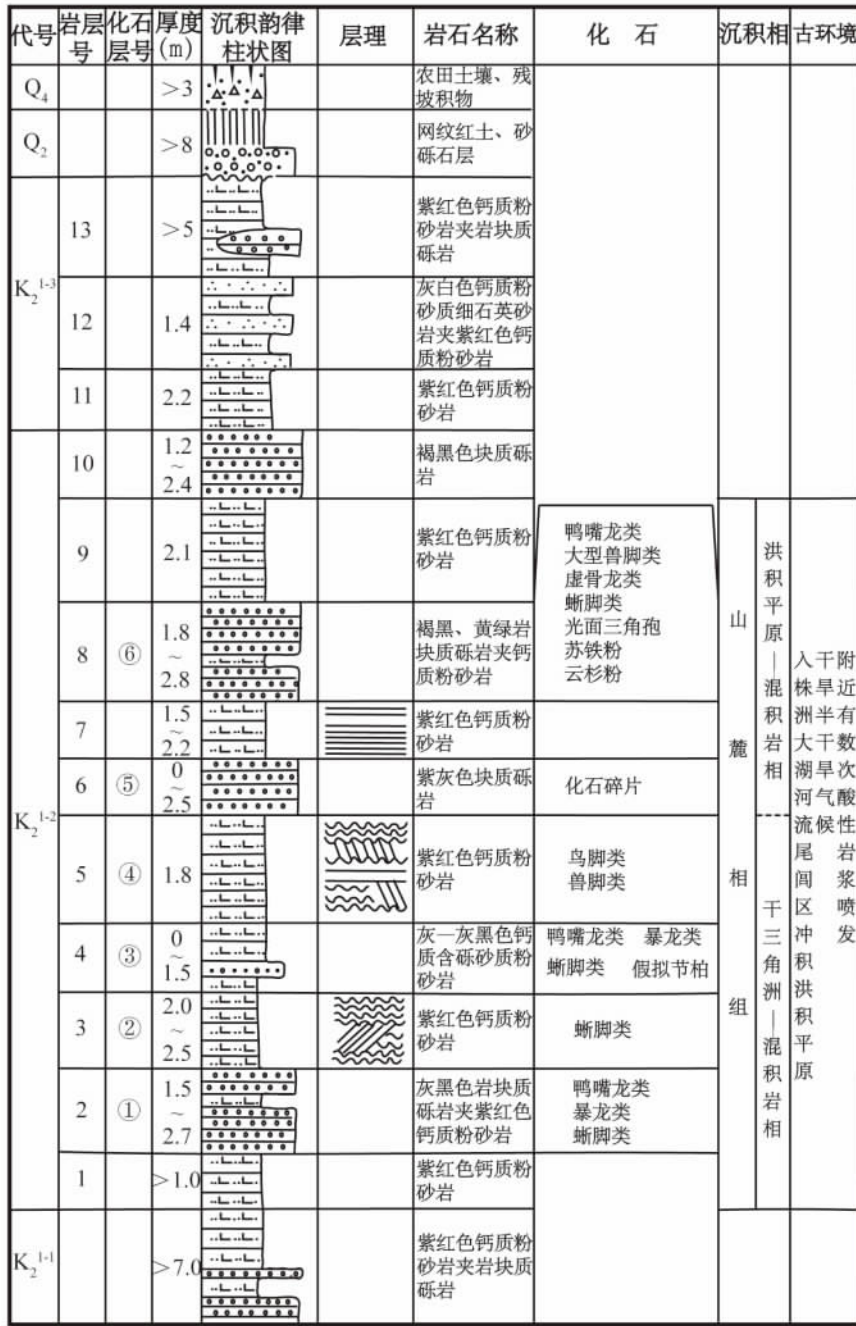


插图 2 株洲天元戴家坪组恐龙化石点地质综合柱状图

Stratigraphic section through the dinosaur-bearing Daijiaping Formation of Tianyuan, Zhuzhou

简字说明: K, 白垩系; Q, 第四系。

Abbreviations: K, Cretaceous; Q, Quaternary.

肋骨头愈合(插图 3A)。肋骨结节相对细长,呈楔形向背侧延伸,外侧面与椎弓横突相接。颈肋中后段缺失,保留近三角形的断面。

ZGT002 具有典型的蜥脚类颈椎的特征,如后凹型椎体,椎体的外侧和腹侧形成多个腔室,椎体横突和肋骨头愈合。根据椎体横突背侧凹陷和椎体外侧腔室之间具有隔板以及椎体外侧腔室被两个隔板

分离,可以将其归入新蜥脚类(Upchurch *et al.*, 2004)。另外 ZGT002 腹侧前缘具有一对深窝,这仅见于新蜥脚类的梁龙超科中(Tschopp *et al.*, 2015)。综上所述,ZGT002 很有可能属于梁龙类的颈椎。晚白垩世时期,蜥脚类的主要成员是泰坦巨龙类(Titanosauria)。在梁龙类中,只有雷巴齐斯龙科(Rebbachisauridae)成员延伸到了晚白垩世早期。

而在亚洲是否存在梁龙类是有争议的 (Wilson, 2005)。传统观点认为亚洲存在泰坦巨龙类、基干的梁龙类和盘足龙科 (Euhelopodidae), 但是 Wilson (2005) 认为亚洲只存在泰坦巨龙类。ZGT002 的发现首次证明了亚洲在晚白垩世时也存在梁龙类, 梁龙类的灭绝时间可能比人们之前想象的要晚。当然, 这还需要更多的证据。

#### ZGT56-60 (插图 3B)

该标本粗壮, 成片状, 保存完整。近端横向宽达到了 40 cm, 厚度为 10 cm, 保存的骨干长度为 47 cm。该标本的大小和形态指示应该属于蜥脚类肱骨。近端内外向显著扩展, 约是中间骨板宽度的 2 倍, 向内侧扩展骨板大于外侧, 同大部分的基干蜥脚类。而在腕龙和泰坦巨龙类中肱骨的骨干相对更加细长 (Upchurch *et al.*, 2004), 另外近端凸出, 在靠近内侧处达到最高, 呈抛物线型。骨板的前侧面前凹, 后侧面略凸出。三角肌嵴 (deltopectoral crest) 着生在肱骨的外侧, 不发育, 仅膨大成棒状, 在中央处最粗壮 (插图 3B), 并未延伸至骨干中线, 这同非泰坦巨龙类的蜥脚类肱骨相似。而在腕龙类和泰坦巨龙类中, 肱骨的三角肌嵴比较发育, 可以延伸到骨板中线的位置 (Wilson and Sereno, 1998)。从肱骨的形态来看, 该标本应该属于非泰坦巨龙类的蜥脚类。

#### ZMW148 (插图 3C)

该标本仍然镶嵌在围岩中, 未完全修理出来, 但是具有典型的蜥脚类左侧坐骨的轮廓。骨干总长度 60 cm, 由后背延伸的肠骨梗 (iliac peduncle), 和耻骨相接的耻骨梗 (pubic peduncle) 以及向后腹侧延伸的骨板组成。整个骨板后缘显著弧形, 边缘较薄。但骨干中央形成沿边缘分布的显著的脊, 在近端靠近髌臼 (acetabulum) 处较弱。

与耻骨相接的区域骨板较薄, 表面光滑, 略凹, 背腹高 (35 cm), 前后窄 (20 cm), 呈亚长方形, 腹侧被破坏。耻骨关节面边缘破坏, 但是总体向前侧突出。耻骨梗高, 显著大于前后长, 常见于泰坦巨龙类中, 如 *Alamosaurus* (Gilmore, 1946), 但也见于部分的梁龙类中 (Tschopp *et al.*, 2015)。

坐骨近端形成了一个短宽的肠骨梗 (背腹侧长 17 cm, 前后宽 9 cm, 厚度约 3.5 cm), 组成髌臼的后腹缘。髌臼面的横向厚度显著不等, 在近端横向长度 8 cm, 最窄处在髌臼突基部, 厚度只有 3 cm。这一特征仅出现在梁龙超科中的雷巴齐斯龙科 (Rebbachisauridae) 中 (Mannion *et al.*, 2012; Tschopp *et al.*, 2015)。坐骨的髌臼面为向腹外侧倾斜的光滑

平面。在近端较平缓, 与竖直面夹角为  $45^\circ$ , 向腹侧逐渐陡立。髌臼面基部形成深凹, 其腹侧骨板细长, 成棒状, 向远端逐渐变细。

后突呈短板状, 向后侧延伸, 长 22 cm, 略短于耻骨梗的高度。在大多数蜥脚类中, 后突都显著长于耻骨梗, 只有在进步的泰坦巨龙类中, 后突短宽, 约等于耻骨梗的高度, 如 *Bonitasaura* (Gallina and Apesteguía, 2015)。后突的基部宽 9 cm, 最窄处长 5 cm, 相对纤细, 而在泰坦巨龙类中则相对较宽。

坐骨背缘较粗壮, 背缘的横向轮廓为圆形。坐骨腹侧较薄, 截面呈泪珠状, 其远端外侧观略膨大, 横向扩展, 长轴 7 cm, 厚度 3 cm, 呈光滑的椭圆形。在梁龙超科中, 末端显著膨大 (Upchurch *et al.*, 2004), 但是在雷巴齐斯龙科末端不膨大 (Tschopp *et al.*, 2015)。该标本介于两者之间, 可能代表一种过渡类型。

总体而言, ZMW148 兼有梁龙类和泰坦巨龙类的特征, 但其总体的形态和泰坦巨龙类更相似, 如显著缩短的后突。另外它也有一些独有的特征, 可能指示代表一种新的类型。

#### ZMW51-57 (插图 3D)

标本 ZMW51-57 可能属于蜥脚类的右腓骨。该标本比较完整, 骨干粗壮细长, 仅中间区域缺失部分, 测量长度为 75 cm, 但实际长度应该略大于此值。中等体型的白垩纪蜥脚类 *Opisthocoelicaudia* 的成年腓骨长度约为 80 cm (Borsuk-Białynicka, 1977), 与该标本相当。

沿其近远端略向后弯曲, 具有典型的蜥脚类恐龙的特征。腓骨的近端横向窄, 前后向显著扩展, 其向后方扩展更加显著 (Wilhite, 2005; Otero, 2010)。腓骨的远端前后扩展则相对较弱, 内外向厚。

骨干外侧面突出, 内侧面凹。同其他蜥脚类一样, 骨干中段具有一个靠近近端的显著纵嵴 (外转子), 其基部形成深凹, 可能代表了腓腓肌的附着区域。外转子接近骨干近端是梁龙超科进步类群的一个共有衍征 (Tschopp *et al.*, 2015)。另外, 该标本的表面具有一些不寻常的麻点状痕迹。这些痕迹可能反映成岩作用对化石本身的影响。后缘有缺失。

上述的多个标本应该属于蜥脚类, 因为它们非常巨大和粗壮。此外, 一些没有被修理的化石碎片保存了高度复杂的脊椎骨内部结构。这些复杂、多气腔的结构均反映了蜥脚类恐龙的特征 (Wedel, 2003)。腓骨和颈椎显示了进步梁龙类的典型特征, 指示该地区可能存在梁龙类化石。如果这一结论得



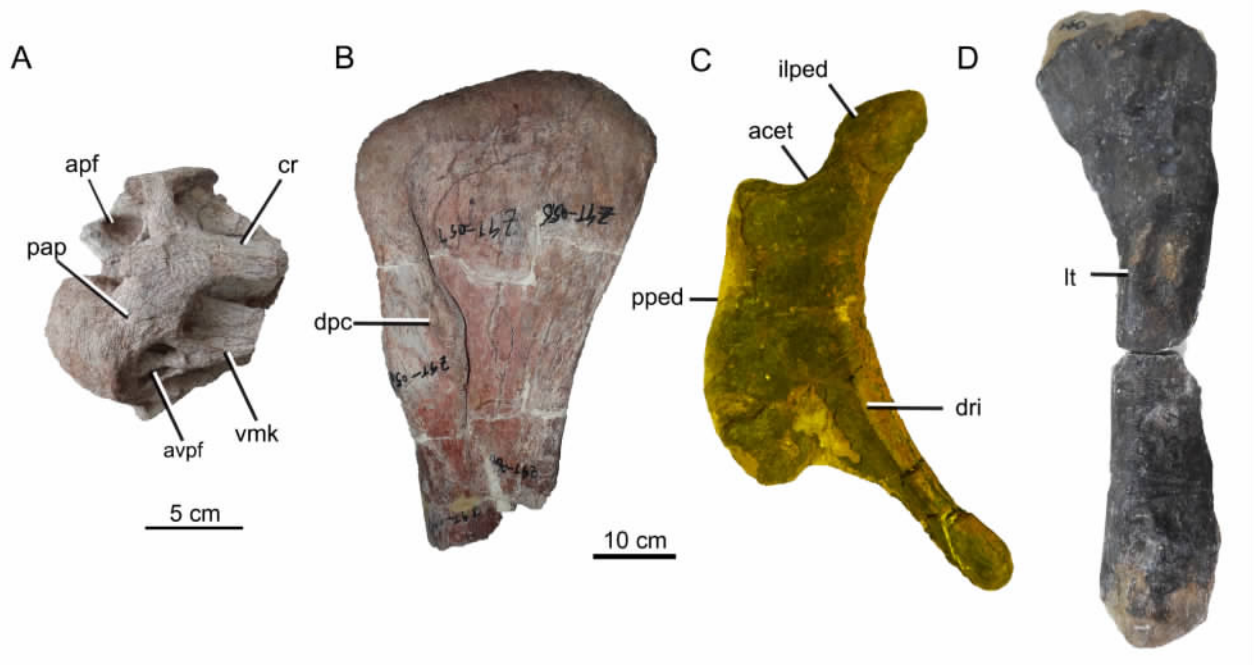


插图 3 株洲天元区晚白垩世戴家坪组蜥脚类恐龙化石

Sauropod bones from the Upper Cretaceous Daijiaping Formation, Tianyuan, Zhuzhou

A. 颈椎(ZGT002),腹外侧视;B. 肱骨(ZGT56-60),前侧视;C. 左坐骨,外侧视(ZMW148);D. 右腓骨(ZMW51-57),外侧视。比例尺:A为5 cm,B-D为10 cm。简字说明:acet,髌臼;apf,前侧腔窝;avpf,前腹腔窝;cr,颈肋;dpc,三角肌嵴;dri,背侧脊;ilped,肠骨梗;lt,外转子;pap,椎体横突;pped,耻骨梗;vmk,腹中脊。

A. Cervical vertebra in left ventrolateral view (ZGT002); B. right humerus in anterior view (ZGT56-60); C. left ischium in lateral view (ZMW148); D. right fibula in lateral view (ZMW51-57). Scale bars: 5 cm in A, 10 cm in B-D. Abbreviations: acet, acetabulum; apf, anterior pneumatic fossa; avpf, anteroventral pneumatic fossa; cr, cervical rib; dpc, deltopectoral crest; dri, dorsal ridge; ilped, iliac peduncle; lt, lateral trochanter; pap, parapophysis; pped, pubic peduncle; vmk, ventral midline keel.

到验证,将填补该类群在东亚地区晚白垩世化石记录的空白。另外,坐骨还表现出一些泰坦巨龙类的特有衍征。初步的形态学鉴定结果显示可能至少两类蜥脚类恐龙存在于晚白垩世的株洲地区。

### 3.2 兽脚类(Theropoda)

恐龙 Dinosauria Owen, 1842

蜥臀目 Saurischia Seeley, 1887

兽脚亚目 Theropoda Marsh, 1881

标本编号 ZGT210(野外编号 TF-K<sub>2</sub>-5-9), TF-K<sub>2</sub>-5-11(标本遗失,未有正式编号,以野外编号表示),ZGT028, ZGT07 都为牙齿(插图 4)。

在已经发现的株洲恐龙化石中,可以被合理地鉴定为兽脚类恐龙的标本为 4 个孤立的牙齿。这 4 个牙齿在形态学上具有明显的差别,可以被归入至少三种不同的类群。

类型 1(插图 4A,B)

标本 ZGT210 应属于兽脚类恐龙。齿冠缺失,在形态上不同于典型的兽脚类牙齿而未进行正式编

号,后由作者对其进行补加。它十分粗壮,且相对较直。牙齿暴露的表面具有一些纵向的细微条纹,并在齿冠的前后缘存在一些细小的齿状突起。该标本在未完全修复之前,因被围岩覆盖,曾被认为是棘龙类的牙齿(董光辉、何安国,2015)。主要依据是较竖直的齿冠和纤细的纵向条纹(Sues *et al.*, 2002),但经过作者鉴定可能并不是棘龙类牙齿。理由如下:该牙齿虽然较竖直,但是齿根占了 2/3 以上。因为该部分无釉质而且在接近齿冠处有常见的沟槽,截面向腹侧逐渐变细,而且该部分没有锯齿,这些都无疑指示了齿根。所以齿冠部分仅占 1/3。前缘和后缘较锐利,可能着生细小的锯齿。齿冠的前缘明显向后侧弯曲,表明该齿冠并非直立。在齿冠表面有纵向的细纹,但与棘龙类相差甚远。在棘龙类中往往形成较深的纵向的沟槽和脊(Charig and Milner, 1997; Sues *et al.*, 2002)。而此处的细纹实际上是牙齿釉质的一些裂隙,在兽脚类恐龙中非常常见,可能是成岩过程中围岩的挤压所致(Han *et al.*, 2011)。所以该化石可能并不属于棘龙类,由于没有

典型的特征,其具体的类群归属难以确定。

类型 2(插图 4C)

标本 TF-K<sub>2</sub>-5-11 保存了部分的牙冠。其牙冠轻微地向后弯曲,牙冠的高度约为 1 cm。牙齿的一半部分被围岩包裹和覆盖,无法观察;另一半部分沿纵切面破损严重。但是牙齿的外侧轮廓比较清楚:齿冠向上逐渐变细,形成一个锋利的尖端;牙齿的远中边缘发育一系列细小的齿状突起。这些特征具有典型的兽脚类恐龙的特征。由于该牙齿的形态学特征广泛地存在于其他的兽脚类恐龙中,因此很难对其进行进一步的细致鉴定(Han *et al.*, 2011)。然而,牙齿的大小和其所在地层的时代(晚白垩世)均表明该标本很有可能属于一类小型、进步的虚骨龙类,

如驰龙科(Sues, 1977; Xu *et al.*, 2010a)。兽脚类恐龙的这一支系在晚白垩世的亚洲地区非常繁盛。

类型 3(插图 4D, E)

ZGT07 为一较完整的兽脚类牙齿。但与前面所提到的类型完全不同,可能代表着一种新的类型。该牙齿保存部分齿根和较完整的齿冠。齿冠内外侧扁,横向厚度和前后向长度比值小于 0.5。这与鲨齿龙科和角鼻龙科牙齿类似(Hendrickx and Mateus, 2014; Hendrickx *et al.*, 2015)。而其他大型的兽脚类牙齿则比较粗壮,如暴龙科、异特龙科和阿贝力龙超科, CBR 值往往大于等于 0.5 (Smith *et al.*, 2005)。另外暴龙科和阿贝力龙科牙齿后缘锯齿之间往往具有发育的间齿沟(interdental grooves)。

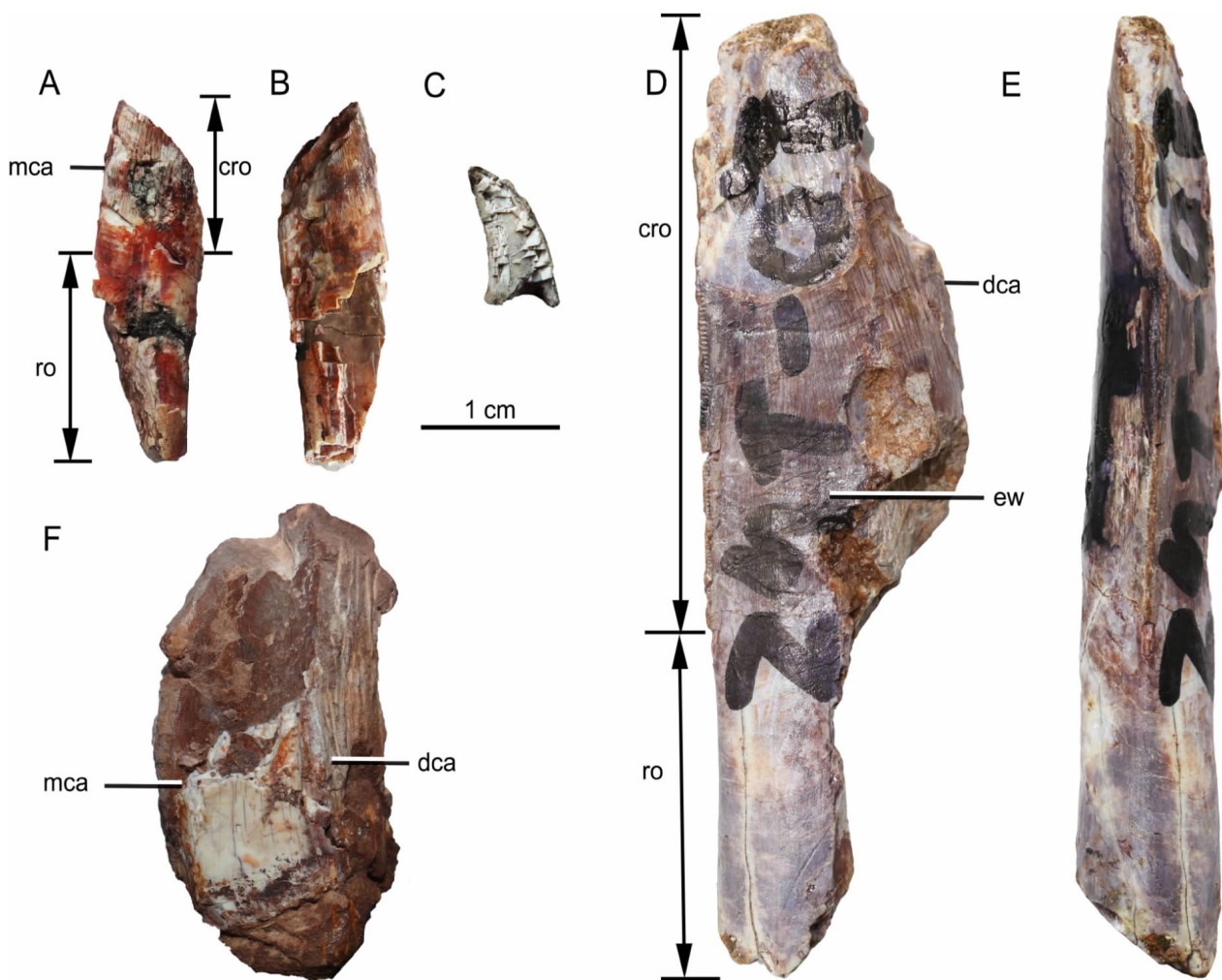


插图 4 株洲天元区晚白垩世戴家坪组兽脚类恐龙牙齿外侧观或内侧观

Theropod teeth from the Upper Cretaceous Daijiaping Formation, Tianyuan, Zhuzhou

A—B. 兽脚类未定(TF-K<sub>2</sub>-5-9), C. 疑似驰龙科(TF-K<sub>2</sub>-5-11), D—E. 疑似鲨齿龙科(ZGT07), F. 疑似暴龙科牙齿(ZGT028)。简字说明:cro, 齿冠; dca, 后缘; ew, 冠面纹饰; mca, 前缘; ro, 齿根。

A-B. Indeterminate theropod tooth in labial or lingual view(TF-K<sub>2</sub>-5-9), C. probable dromaosaurid tooth(TF-K<sub>2</sub>-5-11), D-E. probable carcharodontosaurid tooth(ZGT07), F. probable tyrannosaurid tooth(ZGT028). Abbreviations: cro, crown; dca, distal carina; ew, enamel wrinkle; mca, mesial carina; ro, root.

前后缘都具有锯齿(serrations)。后缘锯齿延伸到齿冠的基部。齿冠和齿根之间没有明显的齿颈。前缘锯齿发育弱,呈豆状,显著小于后缘锯齿。后缘锯齿成梳状。前缘锯齿的密度为 2.5/mm,后缘锯齿的密度为 2.46/mm。齿冠的表面具有一些弱的横向纹饰,这在包括鲨齿龙科(Carcharodontosauridae)在内的大型兽脚类中普遍存在(Sereno *et al.*, 1996; Brusatte *et al.*, 2007)。

总体而言,相关的特征组合指示该牙齿可能属于鲨齿龙科或其近亲,如牙齿巨大;横向窄;前后长度与横向宽度的比值大于 2;后缘较竖直;齿冠表面具有横向的纹饰。鲨齿龙科是一种原始的大型兽脚类恐龙,主要局限于早白垩世和晚白垩世早期的冈瓦纳大陆,但是后来发现在北美洲和亚洲也有鲨齿龙科成员,如在美国奥克拉荷马州早白垩世 Antlers 组中发现的高棘龙(*Acrocanthosaurus*) (Currie and Carpenter, 2000),以及在内蒙古阿拉善盟毛尔图地区白垩系发现的毛尔图鲨齿龙(*Shaochilong maortuensis*) (Brusatte *et al.*, 2009, 2010)。考虑到毛尔图鲨齿龙的层位更可能来自于下白垩统巴音戈壁组或苏红图组,鲨齿龙科在整个早白垩世很有可能全球分布。但鲨齿龙科很有可能未延续到晚白垩世,在劳亚古陆被暴龙类所取代,在冈瓦纳古陆被小型的阿贝力龙超科所取代(Novas *et al.*, 2013)。而最新的发现显示鲨齿龙科可能一直延续到了晚白垩世中晚期,如在南美洲巴西晚白垩世(Campanian-Maastrichtian)Presidente Prudente 组报道了可能属于鲨齿龙部分上颌骨(Fernandes de Azevedo *et al.*, 2013)以及 Marília 组(Upper Maastrichtian)报道了疑似鲨齿龙科的牙齿(Candeiro *et al.*, 2012),但在该时期的其他地区并没有确定的鲨齿龙科化石的发现。在亚欧和北美洲,鲨齿龙科化石很少,仅有部分散碎的骨骼和疑似该类群的牙齿发现于早白垩世晚期和晚白垩世早期(Lü *et al.*, 2009, 2016b)。株洲天元区疑似鲨齿龙科牙齿的发现进一步证明了该类群在亚洲地区可能延伸至晚白垩世中晚期。当然这需要更多化石的证明。

#### 类型 4(插图 4F)

ZGT028 为一相对较粗壮的兽脚类恐龙牙齿。仅保留齿冠的基部,但是与其接触的围岩保留了较完整齿冠的印痕。齿冠基部前后缘长度约为 1 cm,齿冠高度约为 2 cm。虽然基部横截面的形状未知,但是低矮、短粗的轮廓与类型 3 显著不同。齿尖略向后弯曲,前后缘都着生锯齿,呈短柱状。前缘锯齿

与后缘锯齿都较发育,和暴龙科牙齿类似(Samman *et al.*, 2005)。综上所述该类型可归入暴龙类。

上述的兽脚类牙齿化石表明该地区至少存在三种类型兽脚类。另外还有其他的一些类似兽脚类材料仍需进一步的修理和观察鉴定,以确认在株洲的化石标本中是否还存在更多的类型。

### 3.3 鸭嘴龙类(Hadrosauroidea)

恐龙 Dinosauria Owen, 1842

鸟臀目 Ornithischia Seeley, 1887

鸟脚亚目 Ornithopoda Marsh 1881

鸭嘴龙超科 Hadrosauroidea Cope, 1870

标本编号 ZGT099-1, ZMW016, ZMW017(尾椎); ZGT099-2(耻骨); ZMW-146(肩胛骨)。

ZMW017 和 ZGT099-1 可能代表了鸭嘴龙类的两个前侧尾椎,都为双平型(插图 5A—D)。但是后者大小是前者的两倍,说明它们代表不同大小的个体。这两个椎体保存完好,长度显著短于高和横向宽,外侧面和腹侧面前后向凹,前侧观呈亚长方形,为典型的鸭嘴龙类的前侧尾椎(Horner *et al.*, 2004)。腹侧观,腹面具深的前后向的沟槽,这在鸟臀类中普遍存在。前缘和后缘具有与脉弧相接的关节面。前缘仅形成粗糙的边缘,后缘形成显著的两个关节面。ZMW017 椎管相对椎体非常小,约是后者高度的 1/4。椎弓横向宽,约是椎管宽度的 2 倍。背侧观,椎弓以上前后关节突和神经棘均缺失。

ZGT099-1 左侧受到强烈挤压而变形,向腹侧和前侧延伸呈薄片状。外侧观,前腹侧关节面发育,呈三角形,向腹侧突出。关节面也呈三角形。后侧与脉弧的关节面缺失。

ZMW016 代表了鸭嘴龙类中部尾椎(插图 5E, F)。比较典型的特征是近六边形的横截面(Horner *et al.*, 2004)。椎体的外侧面形成一突出的前后向延伸的横嵴,其上下两侧均凹陷。椎体长度与横向宽度和高约近乎相等。在鸭嘴龙类中,中后侧尾椎椎体长度与宽度和的比例会增加,如 *Eotrachodon* (Prieto-Márquez *et al.*, 2016)。背侧的神经棘和关节突没有保存。

ZMW146 可能为一鸭嘴龙科幼年阶段的肩胛骨(插图 5G),长度约为 35 cm。由于受到围岩的挤压而强烈变形,使得近端向背外侧偏斜。整个骨板非常薄,背缘强烈凸出,类似于鸭嘴龙科成员(Horner *et al.*, 2004),而在基干鸭嘴龙类中相对平直(Prieto-Márquez and Norell, 2010)。骨干远端适



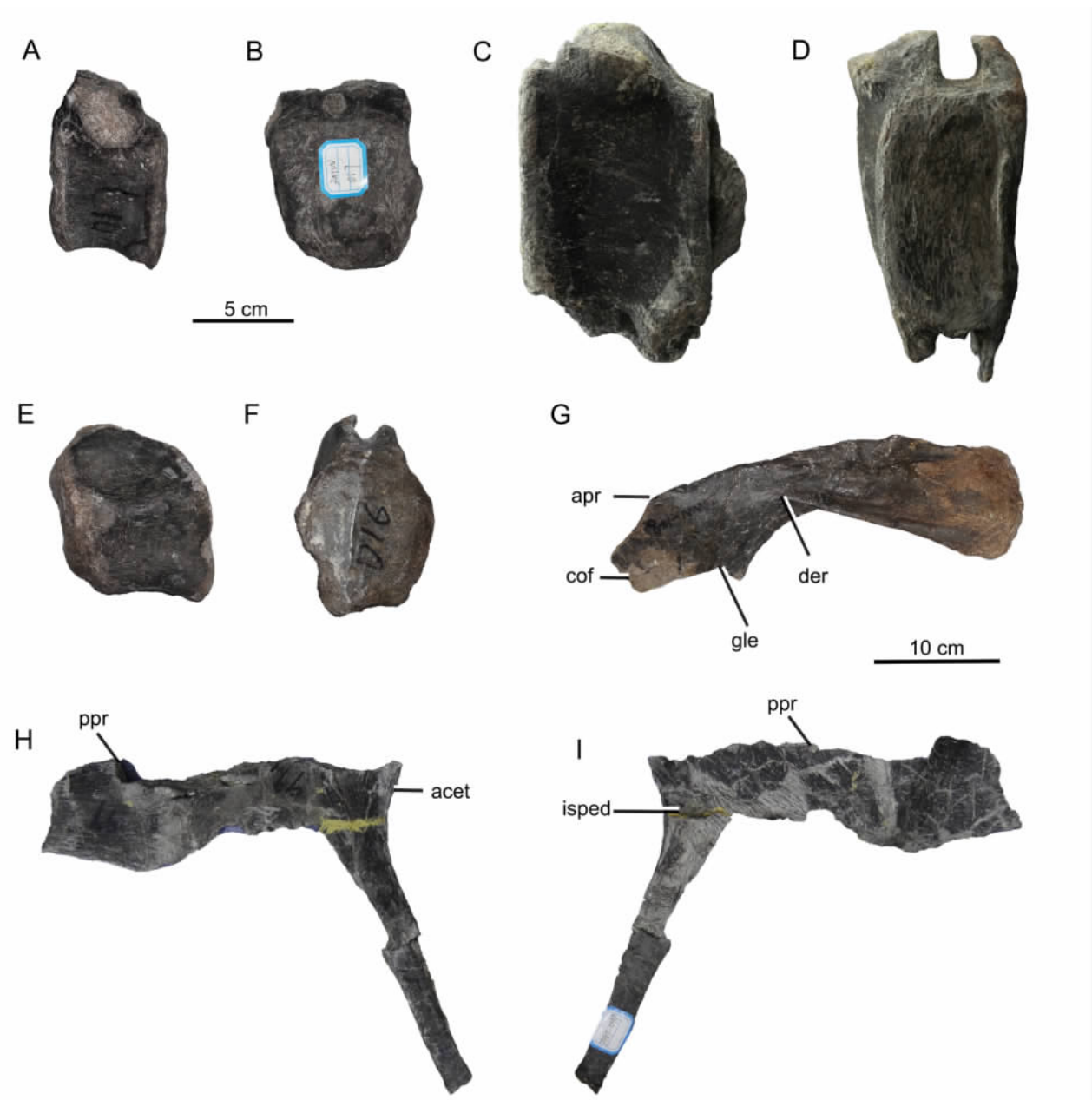


插图 5 株洲天元区晚白垩世戴家坪组鸭嘴龙类化石

Hadrosauroid bones from the Upper Cretaceous Daijiaping Formation, Tianyuan, Zhuzhou

A—D. 前侧尾椎:A—B. ZMW017, A. 左外侧视, B. 前侧视; C—D. ZGT099-1, C. 左外侧视; D. 前侧视。E—F. ZMW016, 中部尾椎: E. 外侧视, F. 前侧视。G. ZMW146, 左肩胛骨外侧视。H—I. ZGT099-2, 左耻骨: H. 外侧视, I. 内侧视。比例尺: A—F 为 5 cm, G—I 为 10 cm。简字说明: acet, 髌臼; apr, 肩峰突; cof, 鸟喙骨关节面; der, 三角肌粗隆; gle, 肩臼; isped, 坐骨梗; ppr, 耻骨前突。

A—D. Anterior caudal vertebrae; A—B. ZMW017, A. left lateral view, B. anterior view; C—D. ZGT099-1, C. lateral view, D. anterior view. E—F. ZMW016, middle caudal vertebrae, E. lateral view, F. anterior view. G. ZMW146, left scapula in lateral view. H—I. ZGT099-2, left pubis. H. lateral view, I. medial view. Scale bars; 5 cm in A—F, 10 cm in G—I. Abbreviations; acet, acetabulum; apr, acromion process; cof, coracoid facet; der, deltoid ridge; gle, glenoid; isped, ischial peduncle; ppr, prepubic process.

度扩展, 约与近端等宽, 同进步的鸭嘴龙科 (Prieto-Márquez, 2008)。肩胛骨颈 (scapular neck) 靠近近端。最窄处约为近端高度的一半。三角肌粗隆 (deltoid ridge) 不发育, 仅在骨板中央区域向后腹侧延伸。骨板背缘和腹缘向远端逐渐分离。这些特征

常见于许多赖氏龙亚科 (Lambeosaurinae) 成员。肩胛骨形态可能受到了围岩挤压的影响。肩峰突可能遭到破坏。肩臼呈亚三角形, 骨板较薄, 可能受到围岩的破坏。

ZGT099-2 可能代表了鸭嘴龙类的左侧耻骨

(插图 5H, I)。整个骨板呈薄板状,由宽大的耻骨前突以及细长的后腹向延伸的耻骨后突组成。耻骨前突背腹向高,横向扁平,外侧面向外侧突出,内侧面向平坦,背缘和腹缘均有不同程度的破坏。背缘缺失严重,可以看到厚的断面。腹缘薄。耻骨前突基部收缩,在中央处背腹向扩展,在接近末端又开始收缩。在背腹向最高处可见骨骼愈合的痕迹,这可能指示了该骨板曾经发生过断裂。耻骨前突末端缺失。耻骨后突也成细长的板状,向远端逐渐变细,末端缺失,保存的长度与耻骨前突约相等。从内侧看,耻骨后突的基部具有一近长方形的断面,这可能是坐骨柄(ischial peduncle)着生的位置,同非鸭嘴龙科禽龙类和一些原始的鸭嘴龙科成员类似。耻骨后突相对于耻骨板强烈地向腹侧偏转。

ZGT099-2 具有典型的鸭嘴龙科耻骨的特征,如背腹向宽的耻骨前突和纤细的耻骨板。耻骨前突在接近末端背腹向显著扩展,且在不同的类群中扩展的程度不同(Horner *et al.*, 2004)。

除了以上描述的化石之外还有很多散碎的化石,包括尺骨、椎体、肋骨等,但因缺乏鉴定特征,无法进行具体的分类。

## 4 结 论

初步的化石鉴定结果显示:株洲市天元区戴家坪组中的恐龙化石在数量和种类方面均十分丰富。尽管大多数恐龙化石保存较差,不能提供充足的解剖学信息,然而我们仍能大体上鉴定出至少五种类型的恐龙,即蜥脚类、小型的进步虚骨龙类、暴龙类、鲨齿龙类和鸭嘴龙科成员。该地区的蜥脚类材料可能分别归属于梁龙超科和泰坦巨龙类,这表明梁龙超科在亚洲可能延伸至晚白垩世。疑似鲨齿龙类牙齿的发现具有重要的意义,间接证实了该类群在亚洲可能延续到了晚白垩世。

总体而言,从已经发现的化石数量和种类以及埋藏情况来看,株洲天元恐龙化石点代表我国南方地区一个重要的恐龙化石点,其产出的恐龙骨骼化石的数量和种类均非常丰富。这一恐龙化石点的研究将为我们全面了解南方地区晚白垩世恐龙动物群的情况,乃至东亚晚白垩世恐龙动物群的组成和演化提供重要的信息。

虽然本文在株洲天元恐龙化石点鉴定出了多门类的恐龙化石,但是由于化石材料有限以及标本保存原因,有些门类仍有不确定性。更多化石材料的

修复和采集,将为该地区恐龙化石分类和鉴定提供更可靠的依据。

致谢 在长沙市和株洲市开展科研工作期间,笔者得到了来自各个单位的领导和同事们的大力支持和帮助;衷心感谢湖南省地质博物馆的岳湘豫副馆长组织、安排和协调相关的研究工作和学术交流;感谢赵振华老师陪伴笔者并共同开展了初步的形态学鉴定工作;同时也要感谢株洲市国土资源局吴科长、冯隽和株洲市博物馆刘亚兰、粟林洪在笔者观察化石标本时给予的帮助。感谢两位匿名评审人以及编辑对本文提出的宝贵意见和修改。本研究受国家自然科学基金(41120124002, 41502011, 41602006)、北京市自然科学基金(5174032)、北京市科学技术研究院青年骨干计划(201601)和北京市新世纪百万人才工程项目资助。

## 参 考 文 献 (References)

- Borsuk-Białynicka M, 1977. A new camarasaurid sauropod *Opisthocoelecaudia skarzynskii* gen. n., sp. n. from the Upper Cretaceous of Mongolia. *Palaeontologia Polonica*, **37**(5): 5—64.
- Brusatte S L, Benson R B J, Carr T D, Williamson T E, Sereno P C, 2007. The systematic utility of theropod enamel wrinkles. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **27**(4): 1052—1056.
- Brusatte S L, Carr T D, Erickson G M, Bever G S, Norell M A, 2009. A long-snouted, multihorned tyrannosaurid from the Late Cretaceous of Mongolia. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **106**(41): 17261—17266.
- Brusatte S L, Chure D J, Benson R B J, Xu X, 2010. The osteology of *Shaohilong maortuensis*, a carcharodontosaurid (Dinosauria: Theropoda) from the Late Cretaceous of Asia. *Zootaxa*, **2334**: 1—46.
- Candeiro C R A, Currie P J, Bergqvist L P, 2012. Theropod teeth from Marília Formation (late Maastrichtian) at the Paleontological Site of Peirópolis in Minas Gerais State, Brazil. *Revista Brasileira de Geociências*, **42**(2): 223—330.
- Carrano M T, 2012. Dinosaurian faunas of the later Mesozoic. In: Brett-Surman M K, Holtz T R, Farlow J O, Walters B (eds.), *The Complete Dinosaur* (Second Edition). Bloomington and Indianapolis: Indiana University Press. 1397—1428.
- Charig A J, Milner A C, 1997. *Baryonyx walkeri*, a fish-eating dinosaur from the Wealden of Surrey. *Bulletin of Natural History Museum, Geology Series*, **53**(1): 11—70.
- Chen R J, Zheng W J, Yoichi A, Masateru S, Lou T L, Jin Q, Jin X S, 2013. A new nodosaurid ankylosaur from the Chaochuan Formation of Dongyang, Zhejiang Province, China. *Acta Geologica Sinica (English Edition)*, **87**(3): 658—671.
- Currie P J, Carpenter K, 2000. A new specimen of *Acrocanthosaurus*

- atokensis* (Theropoda, Dinosauria) from the Lower Cretaceous Antlers Formation (Lower Cretaceous, Aptian) of Oklahoma, USA. *Geodiversitas*, **22**(2):207—246.
- Dong Zhi-ming (董枝明), 1979, Dinosaurs from the Cretaceous of South China. *In*: Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology, Chinese Academy of Sciences (中科院古脊椎动物与古人类研究所), Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Chinese Academy of Sciences (中科院南京地质古生物研究所) (eds.), *Mesozoic and Cenozoic Red Beds in Southern China*. Beijing: Science Press. 342—350 (in Chinese).
- Dong Z M, 1992. *Dinosaurian Faunas of China*. Beijing: China Ocean Press. 1—188.
- Fernandes de Azevedo R P, Simbras F M, Furtado M R, Candeiro C R A, Bergqvist L P, 2013. First Brazilian carcharodontosaurid and other new theropod dinosaur fossils from the Campanian-Maastrichtian Presidente Prudente Formation, São Paulo State, southeastern Brazil. *Cretaceous Research*, **40**:131—142.
- Gallina P A, Apesteguía S, 2015. Postcranial anatomy of *Bonitasaura salgadoi* (Sauropoda, Titanosauria) from the Late Cretaceous of Patagonia. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **35**(3):e924957.
- Gilmore C W, 1946. Reptilian fauna of the North Horn Formation of central Utah, United States. *Geological Survey Professional Paper*, **210**-C:20—53.
- Han F L, Clark J M, Xu X, Sullivan C, Choiniere J, Hone D W, 2011. Theropod teeth from the Middle-Upper Jurassic Shishugou Formation of northwest Xinjiang, China. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **31**(1):111—126.
- Hendrickx C, Mateus O, 2014. Abelisauridae (Dinosauria: Theropoda) from the Late Jurassic of Portugal and dentition-based phylogeny as a contribution for the identification of isolated theropod teeth. *Zootaxa*, **3759**(1):1—74.
- Hendrickx C, Mateus O, Araújo R, 2015. The dentition of megalosaurid theropods. *Acta Palaeontologica Polonica*, **60**(3):627—642.
- Holtz T, Chapman R, Lamanna M, 2004. Mesozoic biogeography of Dinosauria. *In*: Weishampel D B, Dodson P, Osmólska H (eds.), *The Dinosauria*. Second Edition. Berkeley: University of California Press. 627—642.
- Horner J R, Weishampel D B, Forster C A, 2004. Hadrosauridae. *In*: Weishampel D B, Dodson P, Osmólska H (eds.), *The Dinosauria*, Second Edition. Berkeley: University of California Press. 438—463.
- Hou Lian-hai (侯连海), 1977. A new primitive Pachycephalosauria from Anhui, China. *Vertebrata Palasiatica (古脊椎动物学报)*, **15**(3):177—202 (in Chinese).
- Lü J C, Chen R, Brusatte S L, Zhu Y, Shen C, 2016a. A Late Cretaceous diversification of Asian oviraptorid dinosaurs: evidence from a new species preserved in an unusual posture. *Scientific Reports*, **6**(35780):1—12.
- Lü J C, Pu H, Kobayashi Y, Li X, Chang H, Shang Y, Di L, Lee Y N, Kundrát M, Shen C, 2015. A new oviraptorid dinosaur (Dinosauria: Oviraptorosauria) from the Late Cretaceous of southern China and its paleobiogeographical implications. *Scientific Reports*, **5**(11490):1—15.
- Lü J C, Xu L, Jiang X J, Jia S H, Li M, Yuan C X, Zhang X L, Ji Q, 2009. A preliminary report on the new dinosaurian fauna from the Cretaceous of the Ruyang Basin, Henan Province of central China. *Journal of the Paleontological Society of Korea*, **25**(1):43—56.
- Lü J C, Xu L, Pu H, Jia S, Azuma Y, Chang H, Zhang J, 2016b. Paleogeographical significance of carcharodontosaurid teeth from the late Early Cretaceous of Ruyang, Henan Province of central China. *Historical Biology*, **28**(1-2):1—6.
- Lü J C, Yi L P, Brusatte S L, Li H, Chen L, 2014. A new clade of Asian late Cretaceous long-snouted tyrannosaurids. *Nature Communications*, **5**:3788.
- Lü J C, Yi L P, Zhong H, Wei X F, 2013a. A new oviraptorosaur (Dinosauria: Oviraptorosauria) from the Late Cretaceous of southern China and its paleoecological implications. *PLoS one*, **8**:e80557.
- Lü J C, Yi L P, Zhong H, Wei X F, 2013b. A new somphospondylan sauropod (Dinosauria, Titanosauriformes) from the Late Cretaceous of Ganzhou, Jiangxi Province of southern China. *Acta Geologica Sinica (English Edition)*, **87**(3):678—685.
- Mannion P D, Upchurch P, Mateus O, Barnes R N, Jones M E, 2012. New information on the anatomy and systematic position of *Dinheirosaurus lourinhanensis* (Sauropoda: Diplodocoidea) from the Late Jurassic of Portugal, with a review of European diplodocoids. *Journal of Systematic Palaeontology*, **10**(3):521—551.
- Mo J Y, Xu X, Palasiatica V, 2015. Large theropod teeth from the Upper Cretaceous of Jiangxi, southern China. *Vertebrata Palasiatica*, **53**(1):63—72.
- Mo J Y, Zhao Z R, Wang W, Xu X, 2007. The first hadrosaurid dinosaur from southern China. *Acta Geologica Sinica (English Edition)*, **81**(4):550—554.
- Novas F E, Agnolín F L, Ezcurra M D, Porfiri J, Canale J I, 2013. Evolution of the carnivorous dinosaurs during the Cretaceous: the evidence from Patagonia. *Cretaceous Research*, **45**:174—215.
- Otero A, 2010. The appendicular skeleton of *Neuquensaurus*, a Late Cretaceous saltasaurine sauropod from Patagonia, Argentina. *Acta Palaeontologica Polonica*, **55**(3):399—426.
- Prieto-Márquez A, 2008. *Phylogeny and Historical Biogeography of Hadrosaurid Dinosaurs*. Ph. D. Florida State University. 1—861
- Prieto-Márquez A, Erickson G M, Ebersole J A, 2016. Anatomy and osteohistology of the basal hadrosaurid dinosaur *Eotrachodon* from the uppermost Santonian (Cretaceous) of southern Appalachia. *PeerJ*, **4**:e1872.
- Prieto-Márquez A, Norell M A, 2010. Anatomy and relationships of *Gilmoresaurus mongoliensis* (Dinosauria: Hadrosauroidae) from the Late Cretaceous of Central Asia. *American Museum Novitates*:1—49.

- Samman T, Powell G L, Currie P J, Hills L V, 2005. Morphometry of the teeth of western North American tyrannosaurids and its applicability to quantitative classification. *Acta Palaeontologica Polonica*, **50**(4): 757—776.
- Sereno P C, Dutheil D B, Iarochene M, Larsson H C E, Lyon G H, Magwene P M, Sidor C A, Varricchio D J, Wilson J A, 1996. Predatory dinosaurs from the Sahara and Late Cretaceous faunal differentiation. *Science*, **272**(5264): 986—991.
- Smith J B, Vann D R, Dodson P, 2005. Dental morphology and variation in theropod dinosaurs: Implications for the taxonomic identification of isolated teeth. *The Anatomical Record Part A: Discoveries in Molecular, Cellular, and Evolutionary Biology*, **285A**: 699—736.
- Sues H D, 1977. The skull of *Velociraptor mongoliensis*, a small Cretaceous theropod dinosaur from Mongolia. *Paläontologische Zeitschrift*, **51**(3/4): 173—184.
- Sues H D, Frey E, Martill D M, Scott D M, 2002. *Irritator challengeri*, a spinosaurid (Dinosauria: Theropoda) from the Lower Cretaceous of Brazil. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **22**(3): 535—547.
- Tong Guang-hui(童光辉), He An-guo(何安国), 2015. Comparison of dinosaur fossils strata between Zhuzhou Basin and Xixia Basin. *Land & Resources Herald (国土资源导刊)*, **12**: 16—18 (in Chinese with English abstract).
- Tschopp E, Mateus O, Benson R B J, 2015. A specimen-level phylogenetic analysis and taxonomic revision of Diplodocidae (Dinosauria, Sauropoda). *PeerJ*, **3**: e857.
- Upchurch P, Barrett P M, Dodson P, 2004. Sauropoda. In: Weishampel D B, Dodson P, Osmólska H (eds.), *The Dinosauria*, Second Edition. Berkeley: University of California Press. 259—322.
- Wang De-you(王德有), Feng Jin-cheng(冯进城), Zhu Shi-gang(朱世刚), Wu Mei(吴梅), Fu Guang-hong(符光宏), He Ping(何萍), Qiao Guo-chao(乔国超), Pang Feng-jiu(庞丰久), Li Guo-wang(李国旺), Li Bao-xian(李保贤), Li Jia-kun(李甲坤), Wang Bao-xiang(王保湘), Zhang Guo-jian(张国建), Qin Zheng(秦正), Guo Gui-ling(郭桂玲). 2008. *Dinosaur Eggs and Skeletons from Henan Province in China*. Beijing: Geological Publishing House. 1—320 (in Chinese).
- Wang S, 2013. A new oviraptorid (Dinosauria: Theropoda) from the Upper Cretaceous of southern China. *Zootaxa*, **3640**(2): 242—251.
- Wedel M J, 2003. The evolution of vertebral pneumaticity in sauropod dinosaurs. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **23**(2): 344—357.
- Wei X F, Pu H Y, Xu L, Liu D, Lü J C, 2013. A new oviraptorid dinosaur (Theropoda: Oviraptorosauria) from the Late Cretaceous of Jiangxi Province, southern China. *Acta Geologica Sinica (English Edition)*, **87**(4): 899—904.
- Wilhite D, 2005. Variation in the appendicular skeleton of North American sauropod dinosaurs: Taxonomic implications. In: Tidwell V, Carpenter K (eds.), *Thunder Lizards: The Sauropodomorph Dinosaurs*. Bloomington, USA: Indiana University Press. 268—301.
- 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. *Journal of Vertebrate Paleontology*, **18**(S2): 1—79.
- Xu X, Han F L, 2010. A new oviraptorid dinosaur (Theropoda: Oviraptorosauria) from the Upper Cretaceous of China. *Vertebrata Palasiatica*, **48**(1): 11—18.
- Xu X, Choiniere J N, Pittman M, Tan Q W, Xiao D, Li Z Q, Tan L, Clark J M, Norrell M, Hone D W, 2010a. A new dromaeosaurid (Dinosauria: Theropoda) from the Upper Cretaceous Wulansuhai Formation of Inner Mongolia, China. *Zootaxa*, **2403**: 1—9.
- Xu X, Wang K B, Zhao X J, Li D J, 2010b. First ceratopsid dinosaur from China and its biogeographical implications. *Chinese Science Bulletin*, **55**(16): 1631—1635.
- Zheng W J, Jin X S, Shibata M, Azuma Y, Yu F M, 2012. A new ornithischian dinosaur from the Cretaceous Liangtoutang Formation of Tiantai, Zhejiang Province, China. *Cretaceous Research*, **34**: 208—219.

## PRELIMINARY STUDY OF A DIVERSE DINOSAUR ASSEMBLAGE FROM THE UPPER CRETACEOUS OF ZHUZHOU, HUNAN PROVINCE

HAN Feng-lu<sup>1)</sup>, XING Hai<sup>2)</sup>, TONG Qian-ming<sup>3)</sup>, Corwin SULLIVAN<sup>4)</sup>, XU Xing<sup>4)</sup>,  
WU Rui<sup>1)</sup>, HU Neng-yong<sup>5)</sup> and TONG Guang-hui<sup>5)</sup>

1) *School of Earth Sciences, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China;*

2) *Beijing Museum of Natural History, Beijing 100500, China;*

3) *Hunan Academy of Geological Sciences, Changsha 410007, China;*

4) *Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100044, China;*

5) *Hunan Geological Museum, Changsha 410004, China*

**Key words** Dinosauria, Daijiaping Formation, Upper Cretaceous, Hunan, China

### Abstract

Numerous dinosaur eggs have been discovered in the Upper Cretaceous of South China, but previously documented dinosaur bones are relatively rare in these strata and represent a small number of taxa. Here we present the first detailed study of dinosaur body fossils from the Upper Cretaceous Daijiaping Formation of the Tianyuan district, Zhuzhou, Hunan Province, China. This dinosaur assemblage contains diverse taxa, possibly including at least two sauropods, three theropods and one hadrosaurid. Some sauropod material can be tentatively assigned to Diplodocoidea, which represents limited but suggestive evidence that diplodocoids occur in Asia. One sauropod ischium appears to show derived features of

Titanosauria, although more evidence is needed to support referral to this clade. The theropod sample consists entirely of teeth, but may include a small coelurosaur (e. g. a dromaeosaurid), a tyrannosauroid and a carcharodontosaurid. Small coelurosaurs and tyrannosauroids are fairly common in the Upper Cretaceous of northern continents, whereas carcharodontosaurids have a comparatively poor record. The multitaxic dinosaur assemblage from Zhuzhou suggests this part of China was home to a richer Cretaceous fauna than previously believed, and may have been one of the last places where diplodocoids and carcharodontosaurids persisted. The Zhuzhou dinosaurs thus have important implications for the study of Asian, and particularly Chinese, dinosaur biogeographic investigation.