



云南禄丰川街盆地早侏罗世早期分化蜥脚型类恐龙新材料研究*

赵染尘¹ 张世涛¹ 尤海鲁^{2**} 王娅明³ 张茜楠² 王涛⁴

¹ 昆明理工大学国土资源工程学院, 昆明 650093;

² 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所, 脊椎动物演化与人类起源重点实验室, 北京 100044;

³ 中国地质博物馆, 北京 100034

⁴ 云南禄丰市自然资源局, 禄丰恐龙化石保护研究中心, 云南禄丰 651299

摘要 目前中国早期分化的蜥脚型类恐龙化石主要发现于云南省禄丰市早侏罗世地层。本文描述的是一件产自禄丰川街盆地禄丰组的早期分化蜥脚型类恐龙新材料, 包括较完整的颈椎、背椎以及破碎的肩胛骨、耻骨和脚趾骨骼。本文对其进行了详细的骨骼形态学描述, 并与其他早期分化蜥脚型类进行了对比。结果表明, 在禄丰组发现的所有早期分化蜥脚型类中, 该标本与禄丰龙(*Lufengosaurus*)在形态上相似程度较高。系统发育分析结果显示, 该标本与*Coloradisaurus*和*Glacialisaurus*构成一个多分支, 该分支又和禄丰龙一起被归入大椎龙科。由于颈椎和背椎的椎体与椎弓未完全愈合, 推测该标本的个体发育阶段为幼年—亚成年。该标本的发现提高了大椎龙科在亚洲的属种分异度, 进一步扩充了对禄丰早侏罗世恐龙动物群的认识。

关键词 云南 早侏罗世 禄丰组 早期分化蜥脚型类 大椎龙科

中文引用 赵染尘, 张世涛, 尤海鲁, 王娅明, 张茜楠, 王涛, 2024. 云南禄丰川街盆地早侏罗世早期分化蜥脚型类恐龙新材料研究. 古生物学报, 63(1): 102–111. DOI: 10.19800/j.cnki.aps.2023030

英文引用 Zhao Ran-chen, Zhang Shi-tao, You Hai-lu, Wang Ya-ming, Zhang Qian-nan, Wang Tao, 2024. A new specimen of the early-branching sauropodomorph dinosaur from the Chuanjie Basin, Lufeng, Yunnan Province. Acta Palaeontologica Sinica, 63(1): 102–111. DOI: 10.19800/j.cnki.aps.2023030

A new specimen of the early-branching sauropodomorph dinosaur from the Chuanjie Basin, Lufeng, Yunnan Province

ZHAO Ran-chen¹, ZHANG Shi-tao¹, YOU Hai-lu², WANG Ya-ming³, ZHANG Qian-nan², WANG Tao⁴

¹ Faculty of Land Resources Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093, China;

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

³ Geological Museum of China, Beijing 100044, China;

⁴ Lufeng Natural Resources Bureau, Lufeng Dinosaur Fossil Protection and Research Center, Lufeng 651299, Yunnan, China

Abstract At present, early-branching sauropodomorph dinosaurs from China are mainly discovered in the Lower Jurassic in Lufeng, Yunnan Province. A new specimen of the early-branching sauropodomorph from the Lufeng Formation of the Chuanjie Basin, Lufeng, including relatively complete cervical and dorsal vertebrae as well as a

收稿日期: 2023-09-08; 改回日期: 2024-03-13; 录用日期: 2024-03-14

*国家自然科学基金(42288201, 42002014, 42372030)和北京自然科学基金(5224037)联合资助。

** 通讯作者: 尤海鲁, 研究员, e-mail: youhailu@ivpp.ac.cn

broken scapula, pubes and pedal elements, is described here. The osteological morphology of the new specimen is described in detail and compared with other early-branching sauropodomorphs. The specimen is more similar to that of *Lufengosaurus* than to other early-branching sauropodomorphs from the Lufeng Formation. Phylogenetic analysis recovers this specimen as a part of a polytomy with *Coloradisaurus* and *Glacialisaurus*, and they are referred to Massospondylidae along with *Lufengosaurus*. The unfused centrum and neural arch of the cervical and dorsal vertebrae of the new specimen indicate that the ontogenetic stage of this individual is juvenile–subadult. This discovery increases the diversity of Massospondylidae from Asia, and expands our knowledge of the Lufeng dinosaur fauna.

Key words Yunnan Province, Early Jurassic, Lufeng Formation, early-branching Sauropodomorpha, Massospondylidae

1 前言

蜥脚型类可分为早期分化的蜥脚型类(the early-branching Sauropodomorpha)和蜥脚类(Sauropoda)两大分支,其中蜥脚类为当时在地球上的最大的陆生脊椎动物,而早期分化的蜥脚型类是向蜥脚类过渡的若干分支。早期分化的蜥脚型类恐龙生活于晚三叠世至早侏罗世,到早侏罗世末期全部灭绝,与此同时蜥脚类起源并开始繁盛。

中国早期分化的蜥脚型类恐龙化石均产自下侏罗统,以云南省禄丰市及周边地区发现最多且分布最集中,构成了著名的“禄丰蜥龙动物群”(Young, 1941a, 1941b, 1947, 1948, 1951)主要分子。目前发现于禄丰盆地的早期分化蜥脚型类恐龙包括5属7种(Wang *et al.*, 2017),分别是许氏禄丰龙(*Lufengosaurus huenei*)、巨型禄丰龙(*Lufengosaurus magnus*)、黄氏云南龙(*Yunnanosaurus huangi*)、巨硕云南龙(*Yunnanosaurus robustus*)、中国“兀龙”(“*Gyposaurus*” *sinensis*)、新洼金山龙(*Jingshanosaurus xinwaensis*)和程氏星宿龙(*Xingxiulong chengi*);发现于川街盆地的包括孙氏细细坡龙(*Xixiposaurus suni*)和孙氏彝州龙(*Yizhousaurus sunae*)。除了许氏禄丰龙,云南禄丰早侏罗世早期分化的蜥脚型类都属于蜥脚形类(Zhang *et al.*, 2020)。

云南禄丰的恐龙化石资源非常丰富,特别是早期分化的蜥脚型类,对这些材料进行系统综合的研究可以极大地促进对蜥脚型类的骨骼形态特征和系统发育关系的认识,有助于进一步探讨禄丰地区恐龙动物群的组合特点及演替关系,补充蜥脚型类早期演化阶段的缺失环节,并对探讨蜥脚类的起源具有重要的研究价值。

2 研究材料与方法

本文研究的化石产自云南省禄丰市川街盆地恐龙山镇恐龙谷温泉酒店西侧原址埋藏馆(恐龙谷三号馆; GPS: 24°58'42" N, 102°4'10" E, H (海拔): 1595 m)下侏罗统禄丰组(图1)。禄丰组分为沙湾段和张家坳段。沙湾段主要岩性特征是紫红色粉砂岩、粉砂质泥岩、钙质泥岩夹黄色-灰黄色石英砂岩,底部常发育厚度不等的紫红色砾岩,与下伏地层中元古界昆阳群鹅头厂组呈角度不整合接触,与上覆地层张家坳段呈整合接触关系。张家坳段岩性为深红、棕红色粉砂岩、钙质泥岩、泥岩夹少量黄色薄层粉砂岩,底部为一层1—3 m厚的灰黄色中粗粒石英砂岩,与下伏沙湾段整合接触,与上覆川街组的暗黄色砂砾岩假整合接触(程政武等, 2004)。

本化石的产出地层为下侏罗统禄丰组张家坳段的底部,为暗红色层,岩性为暗紫红色粉砂质泥岩夹灰绿色钙质粉砂岩。

3 系统古生物学

恐龙类 **Dinosauria Owen, 1842**

蜥臀类 **Saurischia Seeley, 1887**

蜥脚型类 **Sauropodomorpha Huene, 1932**

大足龙类 **Massopoda Yates, 2007**

大椎龙科 **Massospondylidae Huene, 1914**

材料 一具不完整的头后骨架,禄丰市自然资源局标本号: LFGT-ZLJ0069,包括10节颈椎和14节背椎,以及若干肋骨、不完整的右肩胛骨、左右耻骨和趾骨(图2)。

产地层位 云南省禄丰市恐龙山镇;下侏罗统禄丰组张家坳段。

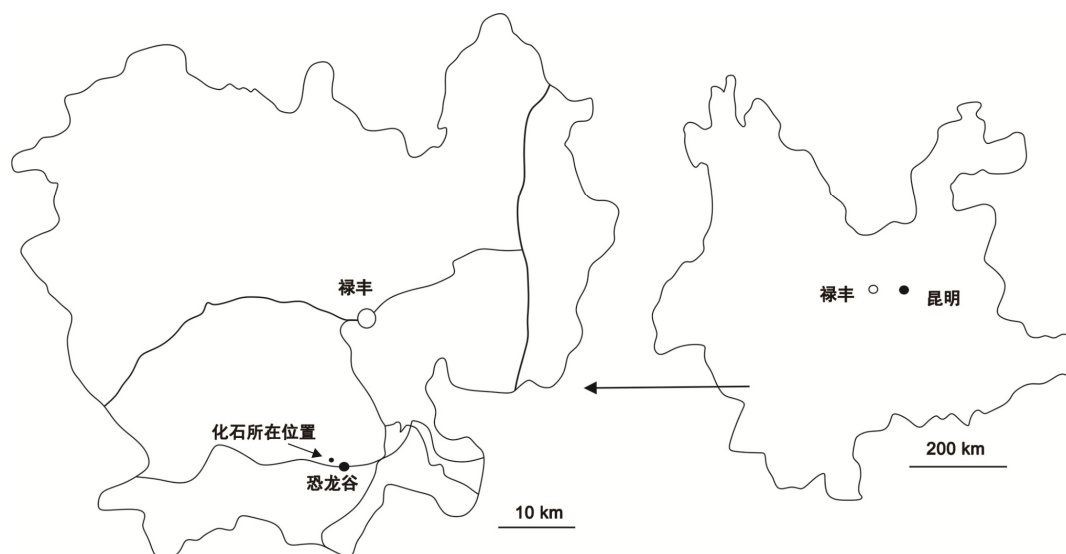


图 1 大椎龙科化石标本 LFGT-ZLJ0069 的产出位置
Fig. 1 Location of fossil site yielding specimen LFGT-ZLJ0069

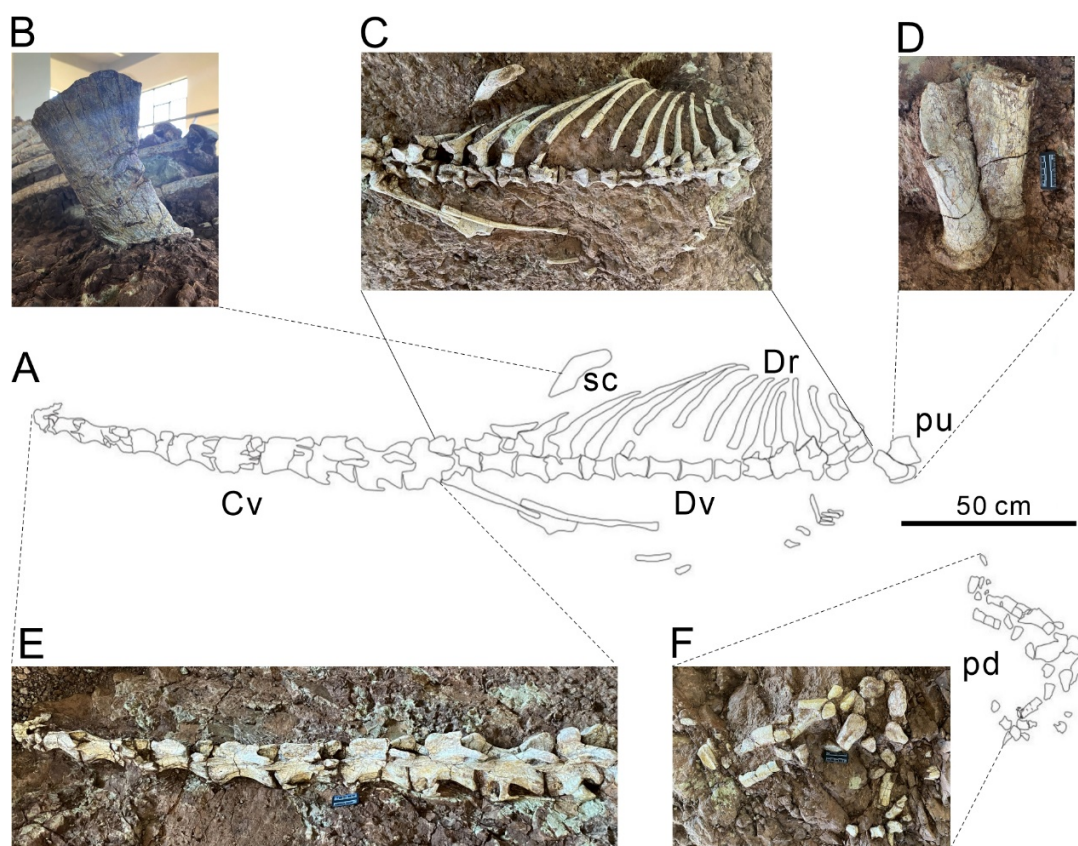


图 2 LFGT-ZLJ0069 的线描图和局部照片

Fig. 2 Line drawing and photographs of LFGT-ZLJ0069

A. 标本 LFGT-ZLJ0069 的线描图; B. 右肩胛骨侧视; C. 背椎和背肋背视; D. 左右耻骨后视; E. 颈椎左侧视; F. 部分脚趾。缩写释义: Cv, 颈椎; Dr, 背肋; Dv, 背椎; sc, 肩胛骨; pd, 脚趾; pu, 耻骨。

A. Line drawing of LFGT-ZLJ0069; B. Right scapula in lateral view; C. Dorsal vertebrae and dorsal ribs in dorsal view; D. Left and right pubes in posterior view; E. Cervical vertebrae in left lateral view; F. Partial pedal digits. Abbreviations: Cv, cervical vertebrae; Dr, dorsal ribs; Dv, dorsal vertebrae; sc, scapula; pd, pedal digits; pu, pubis.

特征描述 颈椎 共保存10节, 全长约1146 mm。由于原地埋藏, 且第2至第10椎体关节面前后相连, 推测关节面近圆形。根据保存状况和形态, 和其他非蜥脚类蜥脚型类相似。椎体整体相对细长, 除寰椎和枢椎外, 其余椎体长度与高度之比在1.79—3.87之间(表1), 且比值逐渐变小, 整体接近于许氏禄丰龙(Young, 1941a), 但小于大椎龙科其他成员(如 *Massospondylus*, *Adeopapposaurus*, *Leyesaurus*, *Coloradisaurus*)的3—4比值(Cooper, 1981; Martínez, 2009; Apaldetti *et al.*, 2011, 2013)。

寰椎保留部分椎间体(intercentrum)、齿突(odontoid)和椎弓(atlantal neural arch)(图3)。椎间体仅保留左侧部分, 在外视上呈近三角形, 表面有个横向的嵴, 形成一个浅凹, 后端与齿突相接(图3-A)。齿突仅在背视可见, 呈椭圆形, 前端和椎间体相接, 后端和枢椎椎体相接(图3-B)。寰椎椎弓呈三角形, 由于挤压变形后仅保留后端部分。

枢椎的前关节突(prezygapophysis)和神经棘(neural spine)缺失, 后关节突(postzygapophysis)发育较好, 且与后一节椎体的前关节突基本齐平(图4)。后关节突上发育嵴状的上关节突(epipophysis), 位于后关节突三分之二的位。枢椎前部破碎, 无法确定副突(parapophysis)是否发育。由于标本处于原地埋藏状态, 无法观察到腹嵴(ventral keel)。枢椎椎体的长度和高度之比为2.7, 接近于许氏禄丰龙比例2.85 (IVPP V15; Young, 1941a), 而 *Leyesaurus* (Apaldetti *et al.*, 2011)、*Adeopapposaurus* (Martínez, 2009)、星宿龙(Wang *et*

al., 2020)和彝州龙(Zhang *et al.*, 2018)比值分别为4.0、3.5、3.19和3.4。

第3颈椎的椎体开始明显增大, 其长度与高度之比约为3.87, 与大椎龙科4—5的比值较为接近, 其中 *Coloradisaurus* (Apaldetti *et al.*, 2013; 2014)的比值为3.8。第3颈椎的长度和枢椎长度的比值为1.26, 小于许氏禄丰龙的1.47 (Young, 1941a), 而云南龙(Young, 1942)和彝州龙(Zhang *et al.*, 2018)则为1.32和1.43。第4颈椎椎体的长高之比近于第3颈椎, 比例缩减不大, 但第5颈椎比例大幅降低。整个颈椎序列中, 第6与第7颈椎椎体的长度最长。

第3—10颈椎保存相对完整, 椎体细长, 椎体与椎弓之间未完全愈合, 可能代表该个体未完全成年。第4—8和第10颈椎保存神经棘, 神经棘细长, 斜伏于椎弓之上。第3—7颈椎的神经棘扁平, 逐渐向后变得更短、更高, 而第10颈椎神经棘膨大, 形状似矩形, 形成板状结构。第3—10颈椎发育副突, 位于椎体腹侧前端的三分之一处且向后逐渐明显。而横突(diapophysis)从第5颈椎开始出现, 第8—10颈椎的横突变得更长, 位于副突之上, 第10颈椎的横突最大, 并向后外侧延伸(图5)。第1—6颈椎的后关节突延伸方向与椎体的前后轴向平行, 第7—9颈椎的后关节突则向后外侧延伸, 且逐渐增厚。

背椎 共保存14节背椎, 序列完整连续, 但整体保存不好, 仅保存椎体和部分椎弓, 且椎体和椎弓之间未完全愈合, 可观察到明显的缝合线(suture)(图6), 和颈椎的情况类似, 进一步说明该标本的个体发育阶段可能为幼年—亚成年。所有背

表1 标本颈椎测量数据
Table 1 Measurements of the cervical vertebrae

颈椎	椎体长	椎体高	前关节突间宽度	后关节突间宽度	神经棘长	神经棘高	椎体长度和高度之比
ax	95	37		54			
Ce3	120	31	55	64			3.87
Ce4	138	38	64	65	63	32	3.63
Ce5	139	42	66	68	83	44	3.31
Ce6	142	46	70	72	86	40	3.09
Ce7	142	50	79	80	82	40	2.84
Ce8	130	55	89	90	73	44	2.36
Ce9	127	59	88	90			2.15
Ce10	113	63	90	100	41	53	1.79

注: 所测量数据中椎体高度、神经棘的长和高均是取正中位置测量, 测量单位为 mm。
Note: The height of vertebrae and the length and height of neural spine are measured at the central position. Measurements are in millimeters.

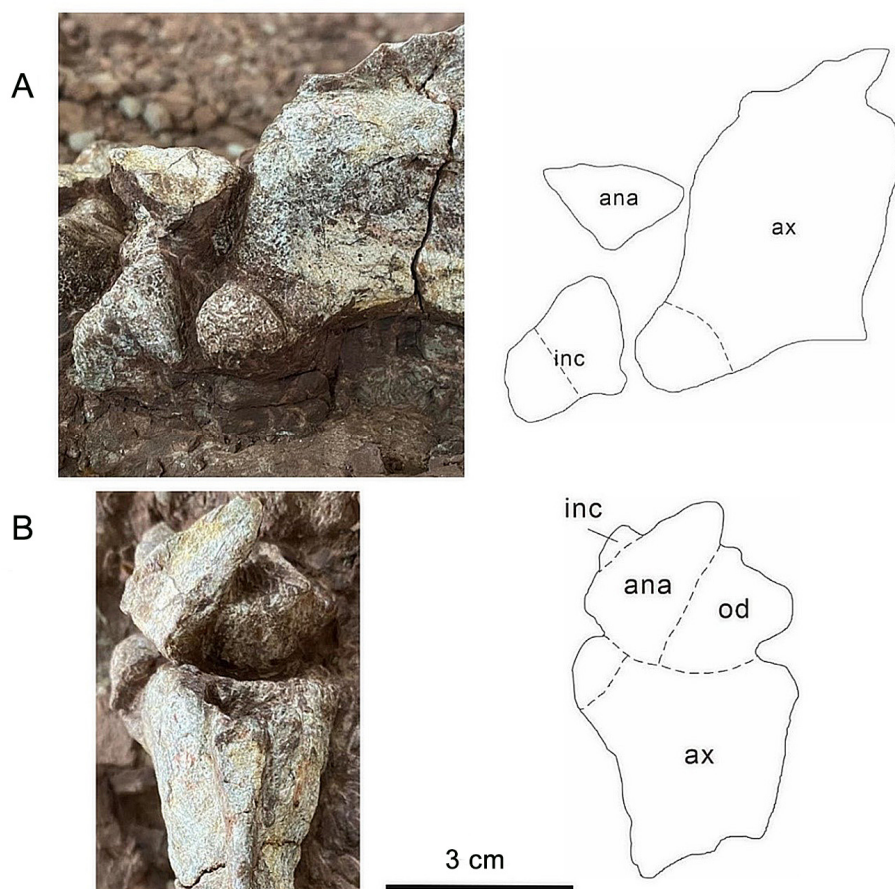


图 3 LFGT-ZLJ0069 的寰椎及线描图左侧视(A)和背视(B)

Fig. 3 Photographs and line drawings of the atlas of LFGT-ZLJ0069 in left lateral (A) and dorsal (B) views

缩写释义: ana, 寰椎椎弓; ax, 枢椎; inc, 间椎体; od, 齿突。

Abbreviations: ana, atlantal neural arch; ax, axis; inc, intercentrum; od, odontoid.

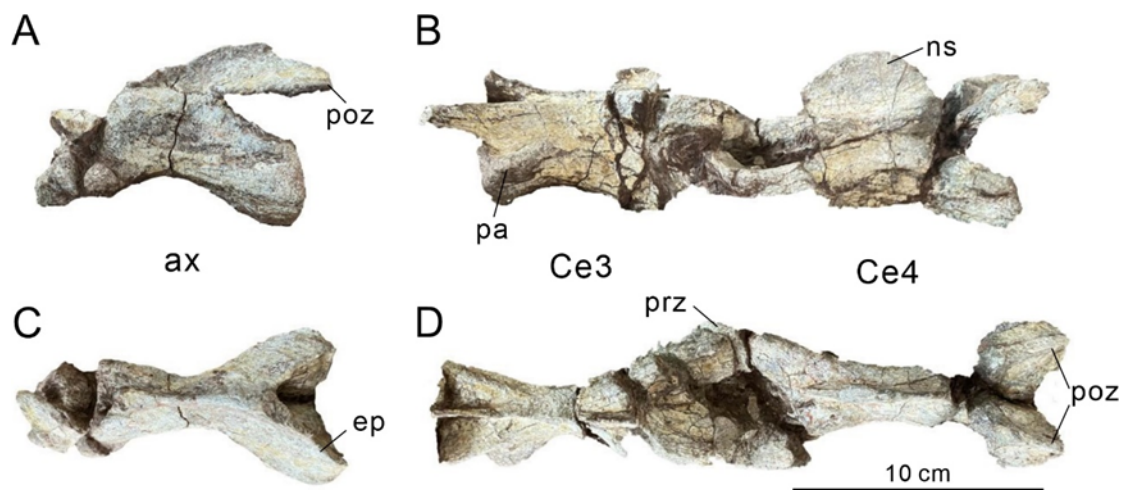


图 4 LFGT-ZLJ0069 的枢椎和第 3-4 颈椎左侧视(A, B)和背视(C, D)

Fig. 4 Axis and the third to fourth cervical vertebrae of LFGT-ZLJ0069 in left lateral (A, B) and dorsal (C, D) views

缩写释义: ep, 上关节突; ns, 神经棘; pa, 副突; poz, 后关节突; prz, 前关节突。

Abbreviations: di, diapophysis; ep, epipophysis; ns, neural spine; pa, parapophysis; poz, postzygapophysis; prz, prezygapophysis.

椎全长约为 1244 mm (表 2), 单个背椎长度由前向后逐渐增大, 但不同于许氏禄丰龙正模标本中最后一节背椎突然变短的特征(Young, 1941a)。背椎呈双凹型, 椎体长度明显小于颈椎椎体。第 1—9 背椎破损较严重, 只有第 2 背椎保留右侧部分横突, 椎体总体呈圆筒形。在内外向上, 椎体中部明显收缩, 发育较浅的凹陷, 缺失神经棘和横突。第 10—14 背椎缺失神经棘, 保留部分横突。根据部分保存的椎弓判断, 嵴板构造发育一般, 和其他早期分化蜥脚型类相似。

背肋 左侧背肋大部分缺失, 右侧背肋基本完整, 整体细长(图7)。在右侧背肋中, 第1背肋缺

失, 第2—5背肋保留有完整的肋头(capitulum)和肋结节(tuberculum), 整体粗壮, 肋头与结节之间呈“Y”字结构, 肋头与结节之间的最大间隙往后逐渐缩小。背肋的长度逐渐增长, 远端扁平。第6—9背肋缺失结节和肋头, 且长度从第7背肋开始向后逐渐缩短。第10—14节背肋保存基本完整, 肋头与结节和椎弓横突之间变得水平, 逐渐加厚, 肋头与结节相互紧挨, 形成板状, 第14背肋的肋头基本与结节相融合, 肋骨变得更短, 且远端变得更厚。

肩胛骨 右肩胛骨的近端插入到围岩中, 细节特征无法描述, 由于近端缺失, 肩峰突和肩臼无法观察, 仅保存了肩胛骨体的中部, 骨体整体

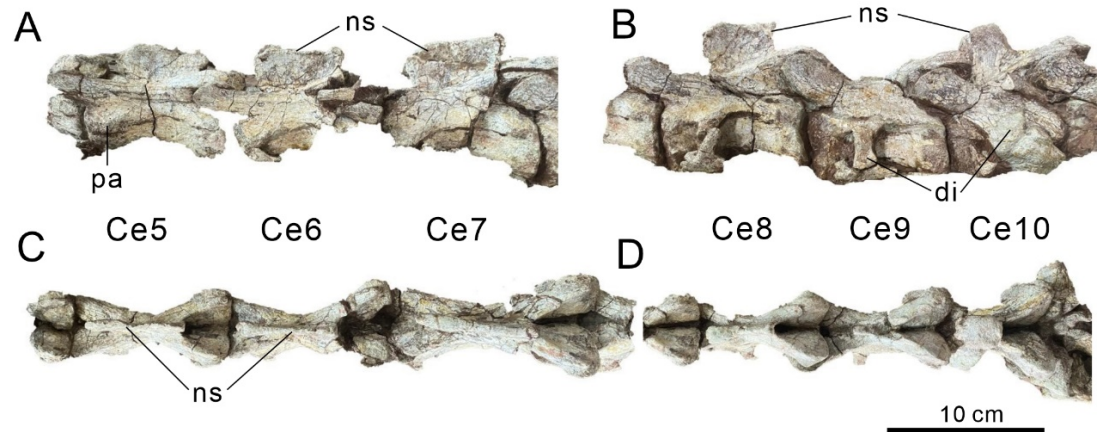


图 5 LFGT-ZLJ0069 的第 5—10 颈椎左侧视(A, B)和背视(C, D)

Fig. 5 The fifth to tenth cervical vertebrae of LFGT-ZLJ0069 in left lateral (A, B) and dorsal (C, D) views

缩写释义: di, 横突; ns, 神经棘; pa, 副突。

Abbreviations: di, diapophysis; ns, neural spine; pa, parapophysis.

表 2 标本背椎测量数据

Table 2 Measurements of the dorsal vertebrae

背椎	椎体长	横突长	横突宽
D1	75		
D2	77		
D3	70		
D4	82		
D5	82		
D6	82		
D7	88		
D8	92		
D9	92		
D10	95		
D11	101		
D12	102	131	48
D13	102	137	49
D14	104		

注: 所测量数据中横突长和宽均是取正中位置测量, 测量单位为mm。

Note: The length and width of diapophysis are measured at the central position. Measurements are in millimeters.

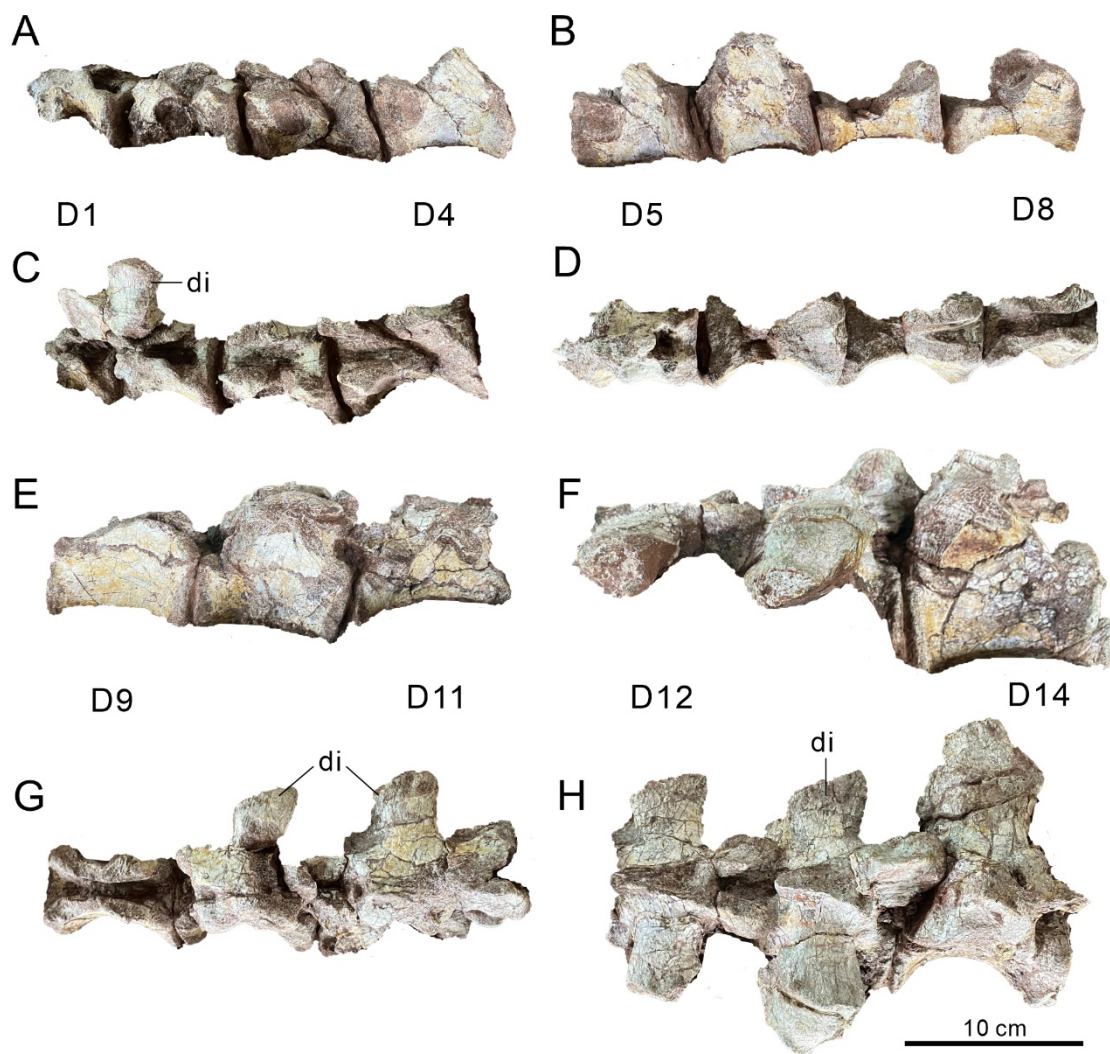


图 6 LFGT-ZLJ0069 的第 1 至第 14 背椎左侧视(A, B, E, F)和背视(C, D, G, H)

Fig. 6 The first to fourteenth dorsal vertebrae of LFGT-ZLJ0069 in left lateral (A, B, E, F) and dorsal (C, D, G, H) views



图 7 LFGT-ZLJ0069 的第 2 至第 14 右背肋

Fig. 7 The second to fourteenth dorsal ribs of LFGT-ZLJ0069

缩写释义: cap, 肋头; Dr, 背肋; tub, 肋结节。

Abbreviations: cap, capitulum; Dr, dorsal rib; tub, tuberculum.

较粗壮, 和云南龙、金山龙和星宿龙相似, 而区别于禄丰龙较纤细的肩胛骨体。

耻骨 左、右耻骨都只保存了远端耻骨裙(pubic apron), 呈相互贴合状态。耻骨裙内外向宽而平, 外缘较直, 与其他早期分化的蜥脚型类相似。耻骨远端明显膨大, 这在其他早期分化的蜥脚型类中较为少见。

趾骨 根据相对位置和整体形态, 判断背椎后部保存的一些零散而破碎的骨骼为趾骨, 但由于保存较差, 几乎没有可识别的特征, 很难判断它们各自的原始位置。

4 讨 论

该化石标本LFGT-ZLJ0069产自下侏罗统禄丰组张家坳段底部, 该层位产出的还有云南龙(Young, 1942, 1951), 细细坡龙(关谷透, 2010), 彝州龙(Zhang *et al.*, 2018), 且后两者与此次研究的标本均产自于禄丰的川街盆地。

LFGT-ZLJ0069的枢椎椎体长高之比为2.7, 禄丰龙的枢椎长高之比为2.85 (Young, 1941a), 彝州龙的枢椎长高之比为3.4 (Zhang *et al.*, 2018), 其他大椎龙科如*Adeopapposaurus*的枢椎长高之比为3.5 (Martínez, 2009), *Leyesaurus*的枢椎长高之比超过4倍(Apaldetti *et al.*, 2011)。LFGT-ZLJ0069的第三颈椎长度与枢椎长度之比为1.26, 许氏禄丰龙为1.47 (Young, 1941a), 星宿龙则为1.18 (Wang *et al.*, 2020), *Adeopapposaurus*接近2 (Martínez, 2009), *Leyesaurus*为1.33 (Apaldetti *et al.*, 2011)。

通过颈椎的形态对比, LFGT-ZLJ0069第6和第7颈椎椎体最长, 细细坡龙(关谷透, 2010)和云南龙(Young, 1942, 1951)的第4颈椎椎体最长, 而彝州龙(Zhang *et al.*, 2018)的第7颈椎最长。层位低于张家坳段的禄丰组沙湾段产出的禄丰龙(Young, 1941a)和星宿龙(Wang *et al.*, 2020), 前者第6颈椎椎体最长, 后者第5颈椎椎体最长。

LFGT-ZLJ0069的颈椎中, 上关节突位于后关节突三分之二的位置, 副突位于椎体前部的三分之一处, 而横突从第5颈椎开始出现, 第8到第10颈椎逐渐明显, 到第10颈椎变得硕大, 并向后延

伸, 这些形态大多和大椎龙科相似。

LFGT-ZLJ0069的背椎数量为14节, 与许氏禄丰龙、星宿龙和彝州龙一致, 不同于板龙的15节背椎。LFGT-ZLJ0069背椎的长度从前到后一直在递增, 不同于禄丰龙(Young, 1941a)、星宿龙(Wang *et al.*, 2020)和彝州龙(Zhang *et al.*, 2018)中, 后部背椎的长度相对于前、中部背椎明显减小。

LFGT-ZLJ0069的背肋整体纤细, 第2至第4背肋的肋头与结节间夹角最大, 往后肋头与结节间隙逐渐缩短, 椎肋逐渐增长, 到第8背肋后又逐渐缩短, 肋头与结节变得膨大, 到第14背肋时, 肋头与结节基本融合, 和大椎龙类*Adeopapposaurus* (Martínez, 2009)一致。

本材料LFGT-ZLJ0069基于McPhee等(2020)的数据矩阵进行系统发育分析, 运用共62个分类单元和378个数据矩阵特征, 分析以判断LFGT-ZLJ0069的系统发育位置。通过TNT 1.5 (Goloboff and Catalano, 2016)进行运算, 采用传统式搜索(traditional search), 重复计算1000次, 每次保存10颗树。运算共得到128颗最简约树, 树长(tree length)为1357, 一致性指数(Consistency Index, CI)为0.329, 保留指数(Retention Index, RI)为0.683。严格合意树具有严重的多分支现象, 解析度较差; 而多数合意树(图8)结果显示LFGT-ZLJ0069位于大椎龙科内部, 与*Coloradisaurus* (Apaldetti *et al.*, 2013, 2014)和*Glacialisaurus* (Smith *et al.*, 2007)构成小的多分支, 表明了它们之间较近的系统发育关系。共有4个共近裔征支持该节点: 枢椎椎体的长度至少为椎体高度的三倍; 枢椎之后的前部颈椎的上关节突后端具有一个独立的尖端; 最后一个荐前椎肋骨与脊椎愈合; 第二跖骨近端面的腹侧凸缘延伸向外扩展。

总体而言, LFGT-ZLJ0069保存状况一般, 可识别的形态特征有限, 且并未发现明显的鉴别特征, 但其颈椎和背椎的形态与禄丰其他早期分化的蜥脚型类存在若干差异, 如颈椎椎体长高之比与其他类群明显不同、后部背椎没有缩短、耻骨远端明显膨大等, 无法将其归入到已知属种中。同时, 其未完全愈合的颈椎和背椎表明LFGT-ZLJ0069并非成年个体, 个体发育阶段很可能为幼年—亚成年。

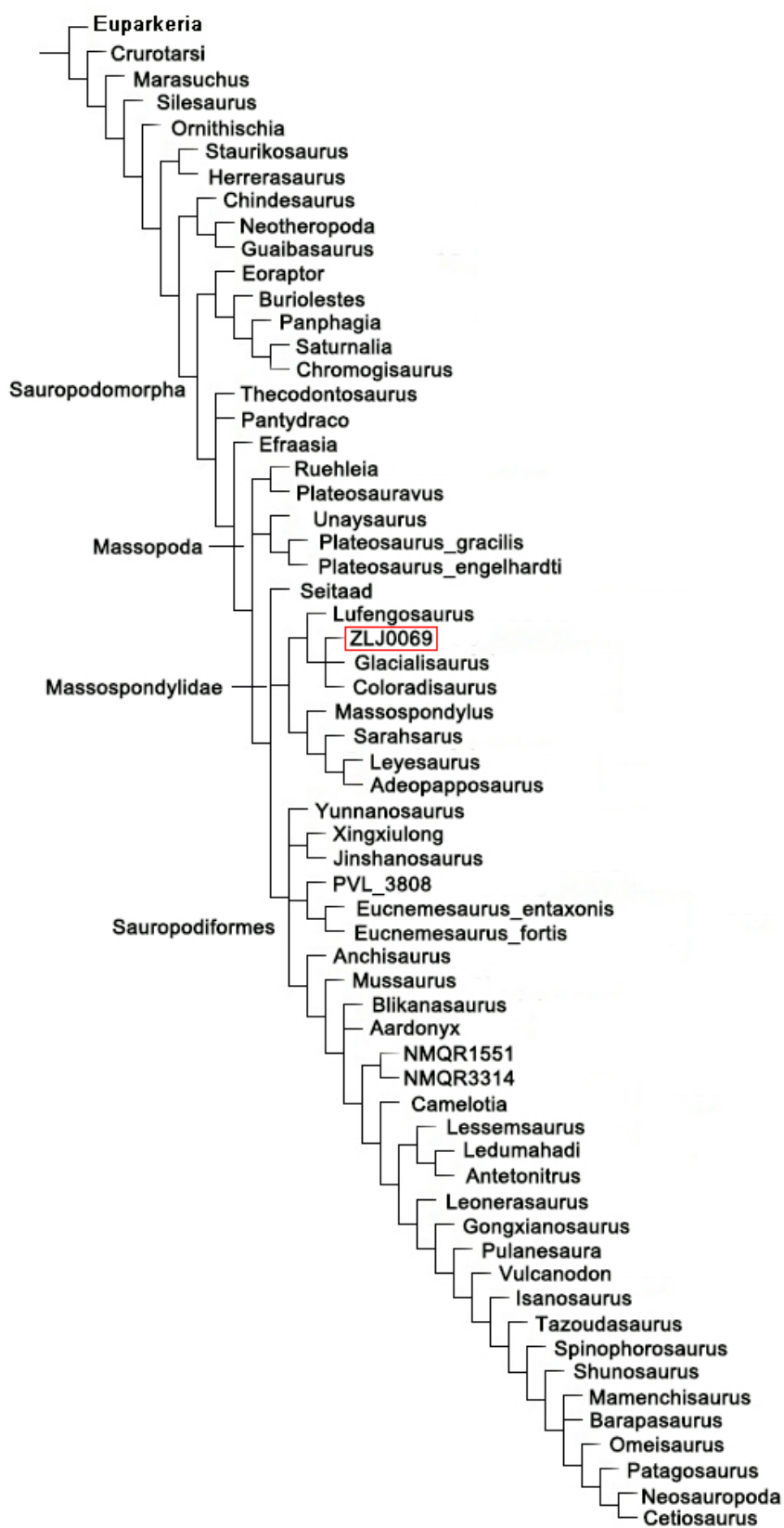


图 8 LFGT-ZLJ0069 的系统发育分析多数合意树

Fig. 8 Majority consensus tree produced by the phylogenetic analysis of LFGT-ZLJ0069

5 结 论

禄丰早期分化的蜥脚型类主要归属于两个分支,一支是以禄丰龙为代表的大椎龙科,另一支属于向蜥脚类演化的蜥脚形类,且大多分类单元位于该分支的早期演化位置。根据系统发育分析结果把LFGT-ZLJ0069归入大椎龙科。这对于深入了解中生代亚洲的蜥脚型类中大椎龙科恐龙的演化具有重要意义,提高了大椎龙科内部的属种分异度,进一步扩充了对禄丰早侏罗世恐龙动物群的认识。

致谢 两位审稿专家提出宝贵的修改建议,禄丰市恐龙文化保护研究中心发现了这件化石材料及对化石的修理,特此一并致谢。

参考文献 (References)

- 程政武, 李佩贤, 庞其清, 张子雄, 张志军, 靳悦高, 卢立伍, 方晓思, 2004. 云南中部侏罗系研究新进展. 地质通报, 23: 154–159.
- 关谷透, 2010. 云南禄丰早侏罗世一新的原蜥脚类恐龙. 世界地质, 29: 6–15.
- Apaldetti C, Martinez R N, Alcober O A, Pol D, 2011. A new basal sauropodomorph (Dinosauria: Saurischia) from Quebrada del Barro Formation (Marayes-El Carrizal Basin), northwestern Argentina. PLoS One, 6: e26964. DOI: 10.1371/journal.pone.0026964
- Apaldetti C, Pold D, Yates A, 2013. The postcranial anatomy of *Coloradisaurs brevis* (Dinosauria: Sauropodomorpha) from the Late Triassic of Argentina and its phylogenetic implications. Palaeontology, 56: 277–301. DOI: 10.1111/j.1475-4983.2012.01198.x
- Apaldetti C, Martinez R N, Pol D, Souter T, 2014. Redescription of the skull of *Coloradisaurs brevis* (Dinosauria, Sauropodomorpha) from the Late Triassic Los Colorados Formation of the Ischigualasto-Villa Union Basin, northwestern Argentina. Journal of Vertebrate Paleontology, 34: 1113–1132. DOI: 10.1080/02724634.2014.859147
- Cheng Zheng-wu, Li Pei-xian, Pang Qi-qing, Zhang Zi-xiong, Zhang Zhi-jun, Jin Yue-gao, Lu Li-wu, Fang Xiao-si, 2004. New progress in the study of the Jurassic of central Yunnan. Geological Bulletin of China, 23: 154–159 (in Chinese).
- Cooper M R, 1981. The prosauropod dinosaur *Massospondylus carinatus* Owen from Zimbabwe: its biology, mode of life and phylogenetic significance. Occasional Papers of the National Museums and Monuments Rhodesia, Series B, Natural Sciences, 6: 689–840.
- Goloboff P A, Catalano S A, 2016. TNT version 1.5, including a full implementation of phylogenetic morphometrics. Cladistics, 32: 221–238. DOI: 10.1111/cla.12160
- Martínez R N, 2009. *Adeopapposaurus mognai*, gen. et sp. nov. (Dinosauria, Sauropodomorpha), with comments on adaptations of basal Sauropodomorpha. Journal of Vertebrate Paleontology, 29: 142–164. DOI: 10.1671/039.029.0102
- McPhee B W, Bittencourt J S, Langer M C, Apaldetti C, Da Rosa A A S, 2020. Reassessment of *Unaysaurus toletinoi* (Dinosauria: Sauropodomorpha) from the Late Triassic (early Norian) of Brazil with a consideration of the evidence for monophyly within non-sauropodan sauropodomorphs. Journal of Systematic Palaeontology, 18: 259–293. DOI: 10.1080/14772019.2019.1602856
- Sekiya, 2010. A new prosauropod dinosaur from Lower Jurassic in Lufeng of Yunnan. Global Geology, 29: 6–15 (in Chinese). DOI: 10.3969/j.issn.1004-5589.2010.01.002
- Smith N D, Pol D, 2007. Anatomy of a basal sauropodomorph dinosaur from the Early Jurassic Hanson Formation of Antarctica. Acta Palaeontologica Polonica, 52: 657–674.
- Wang Ya-ming, You Hai-lu, Wang Tao, 2017. A new basal sauropodiform dinosaur from the Lower Jurassic of Yunnan Province, China. Scientific Reports, 7: 41881. DOI: 10.1038/srep41881
- Wang Ya-ming, Wang Tao, Yang Zhi-wen, You Hai-lu, 2020. Cranium and Vertebral Column of *Xingxiulong chengi* (Dinosauria: Sauropodomorpha) from the Early Jurassic of China. The Anatomical Record, 303: 772–789. DOI: 10.1002/ar.24305
- Young C C, 1941a. A complete osteology of *Lufengosaurus hueni* Young (gen. et sp. nov.) from Lufeng, Yunnan, China. Palaeontologica Sinica, New Series C, 7: 1–53.
- Young C C, 1941b. *Gyposaurus sinensis* (sp. nov.), a new Prosauropoda from the Upper Triassic beds at Lufeng, Yunnan. Bulletin of Geological Society of China, 21: 205–253. DOI: 10.1111/j.1755-6724.1941.mp212-4005.x
- Young C C, 1942. *Yunnanosaurus huangi* Young (gen. et sp. nov.), a new Prosauropoda from the Red Beds at Lufeng, Yunnan. Bulletin of the Geological Society of China, 22: 63–104. DOI: 10.1111/j.1755-6724.1942.mp221-2005.x
- Young C C, 1947. On *Lufengosaurus magnus* Young (sp. nov.) and additional finds of *Lufengosaurus hueni* Young. Palaeontologica Sinica (Series C), 12: 1–53.
- Young C C, 1948. On two new saurischians from Lufeng, Yunnan. Bulletin of the Geological Society of China, 28: 75–90. DOI: 10.1111/j.1755-6724.1948.mp281-2007.x
- Young C C, 1951. The Lufeng saurischian fauna in China. Palaeontologica Sinica, Series C, 13: 1–96.
- Zhang Qian-nan, You Hai-lu, Wang Tao, Chatterjee S, 2018. A new sauropodiform dinosaur with a ‘sauropodan’ skull from the Lower Jurassic Lufeng Formation of Yunnan Province, China. Scientific Reports, 8: 13464. DOI: 10.1038/s41598-018-31874-9
- Zhang Qian-nan, Wang Tao, Yang Zhi-wen, You Hai-lu, 2020. Redescription of the Cranium of *Jingshanosaurus xinwaensis* (Dinosauria: Sauropodomorpha) from the Lower Jurassic Lufeng Formation of Yunnan Province, China. The Anatomical Record, 303: 759–771. DOI: 10.1002/ar.24113.

(责任副主编: 邓 涛)