



冀北滦平盆地发现早白垩世离龙类化石

何 立, 负 杰, 周明兴, 张亚光, 高 尚, 刘洪章, 李广栋, 鲁艳明, 黄 婕

河北省区域地质调查院, 河北 廊坊 065000

摘 要: 离龙类是热河生物群具有代表性的脊椎动物, 在辽西等地广泛分布, 而冀北地区作为热河生物群的重要产地, 在白垩纪地层中尚未发现离龙类信息。本研究在冀北滦平盆地确认了离龙类化石的存在, 化石为满洲鳄未定种和离龙类未定种, 产出于九佛堂组, 时代为早白垩世。此次发现填补了河北省早白垩世离龙类化石的空白, 为研究冀北热河生物群的生态环境和生命演化提供了新材料, 对于研究中国北方热河生物群离龙类地理地史演化具有重要意义。

关键词: 离龙类; 早白垩世; 九佛堂组; 热河生物群; 滦平盆地; 河北省

NEW DISCOVERY OF THE EARLY CRETACEOUS *Choristodera* IN LUANPING BASIN, NORTHERN HEBEI PROVINCE

HE Li, YUN Jie, ZHOU Ming-xing, ZHANG Ya-guang, GAO Shang, LIU Hong-zhang,

LI Guang-dong, LU Yan-ming, HUANG Jie

Hebei Institute of Regional Geological Survey, Langfang 065000, Hebei Province, China

Abstract: *Choristodera*, a representative vertebrate in Jehol Biota, is widely distributed in the western Liaoning Province. However, *Choristodera* in Cretaceous strata was not reported in northern Hebei Province, although it is the important producing area of Jehol biota. This study confirms the existence of *Choristodera* in Luanping Basin in northern Hebei and identifies the fossils as *Choristodera* sp. and *Monjurosuchus* sp., occurred in Early Cretaceous Jiufotang Formation. The discovery fills a gap of Early Cretaceous *Choristodera* in Hebei Province, and provides new information for the research of eco-environment and life evolution of Jehol Biota in the area, as well as the geographical evolution and geological history of the Jehol Biota in North China.

Key words: *Choristodera*; Early Cretaceous; Jiufotang Formation; Jehol Biota; Luanping Basin; Hebei Province

20 世纪 90 年代以来, 辽西凌源、义县等地热河生物群陆续报道离龙类化石, 随着研究的深入, 辽西地区逐渐成为国内离龙类化石的主要产地和研究基地^[1]。

冀北地区作为热河生物群的重要产地, 在白垩纪地层中尚未发现离龙类信息, 仅在青龙地区侏罗纪髫髻山组地层内发现侏罗青龙(*Coeruleodraco jurassius*)^[2]。

收稿日期: 2023-04-18; 修回日期: 2023-05-17. 编辑: 黄欣.

基金项目: 河北自然资源厅项目“河北省宣化南部中生代动植物遗迹调查”“河北省丰宁天桥古生物化石资源调查”“河北宣化立石村动植物遗迹详细调查”“河北省宣化立石村恐龙足迹抢救性保护示范”“河北省滦平县古生物化石专项调查”。

作者简介: 何立(1982—), 男, 高级工程师, 从事古生物地质调查研究工作, 通信地址 河北省廊坊市广阳区曙光道 32 号, E-mail/17841823@qq.com

通信作者: 负杰(1989—), 男, 硕士, 高级工程师, 从事地层古生物调查研究工作, 通信地址 河北省廊坊市广阳区曙光道 32 号, E-mail/shanxiyunjie@163.com

滦平盆地以 *Lycoptera-Eosestheria-Ephemeropsis* 为代表的“热河生物群”属种丰富,包括鱼类、双壳类、叶肢介类、昆虫类、螯虾类、植物化石等^[3-4]。而关于脊椎动物的研究,仅限于下白垩统九佛堂组中的恐龙遗迹化石^[5]。因此寻找新的化石门类,丰富滦平盆地热河生物群古生物面貌,成为本次研究的重点。

1 化石采集地点与层位

2022年,河北省区域地质调查院“河北省滦平县古生物化石专项调查”项目开展了系统的古生物专项调查工作,借助化石点发掘、化石层位追索化石、样品采集与鉴定等手段,最终在白垩纪地层中首次发现了离龙类化石。

化石产于滦平县火斗山乡西南铃铛木沟北侧下白垩统九佛堂组一段(K_1j^1),地层产状 $350^\circ \angle 26^\circ$,主要岩性为砂岩、泥岩和粉砂岩(图1)。下部为灰黄、灰色中薄层中细粒砂岩;中部为灰、深灰色泥岩和泥质粉

砂岩组合,产出植物、叶肢介、三尾拟蜉蝣等;上部为灰黄色厚层中砂岩夹粉砂质泥岩。离龙类化石出于中部深灰色薄层泥质粉砂岩内,岩石水平层理发育,层面呈黄褐色(图1b)。

2 化石特征

化石种类为离龙类未定种(*Choristodera* sp.)和满洲鳄未定种(*Monjurosuchus* sp.)。

标本a为头骨、颈椎、脊椎、肋骨等。头骨为下颞孔后部,椭圆形,大小 $2.8\text{ cm} \times 2.0\text{ cm}$,下颞孔关闭,构成下颞孔的方颞骨、鳞骨具瘤状纹饰(图2a上),据此鉴定为满洲鳄未定种。颈椎与背椎为双平型,符合离龙目的性状特征,椎体侧面出现内凹。肋骨增粗,背肋骨末端膨大,为典型的离龙类脊椎^[6],保存有腰带的骨骼(图2a下)。与其他离龙类一样,发育有腹膜肋(图2a上),呈轻微弯曲的纺锤形,中间结构无明显前突且较窄,表明腹膜肋中间结构结合紧密。

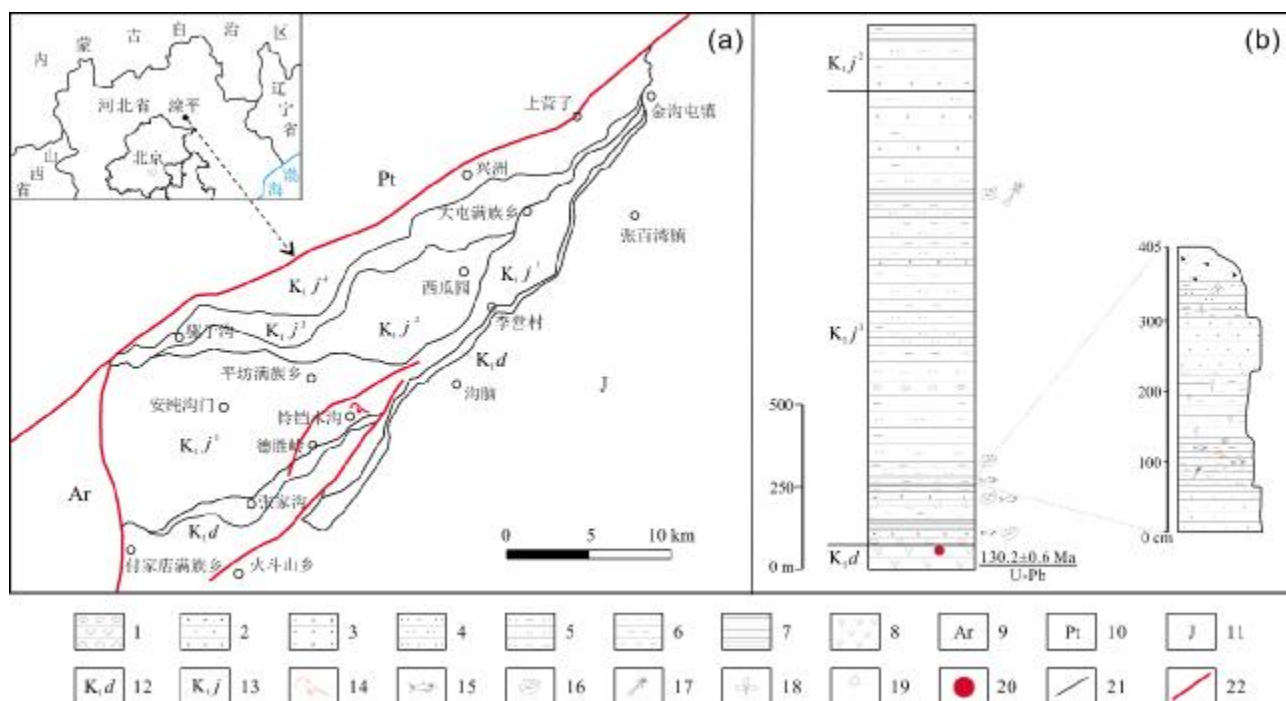


图1 滦平盆地离龙类化石采集地点与层位

Fig. 1 Location and horizon of the *Choristodera* fossils in Luanping Basin

a—地质简图(geological sketch map);b—化石点地层柱状图(stratigraphic column of the fossil site);1—砾岩(conglomerate);2—中细砂岩(fine-medium sandstone);3—细砂岩(fine sandstone);4—粉砂岩(siltstone);5—泥质粉砂岩(argillaceous siltstone);6—泥岩(mudstone);7—页岩(shale);8—安山岩(andesite);9—太古宇(Archean);10—元古宇(Proterozoic);11—侏罗系(Jurassic);12—大北沟组(Dabeigou fm.);13—九佛堂组(Jiufutang fm.);14—离龙类(*Choristodera*);15—狼鳍鱼(*Lycoptera*);16—叶肢介(*Esthenans*);17—三尾拟蜉蝣(*Ephemeropsis trisetalis*);18—植物化石(plant fossil);19—植物碎屑(plant debris);20—同位素样品(isotopic sample);21—地质界线(geological boundary);22—断层(fault)

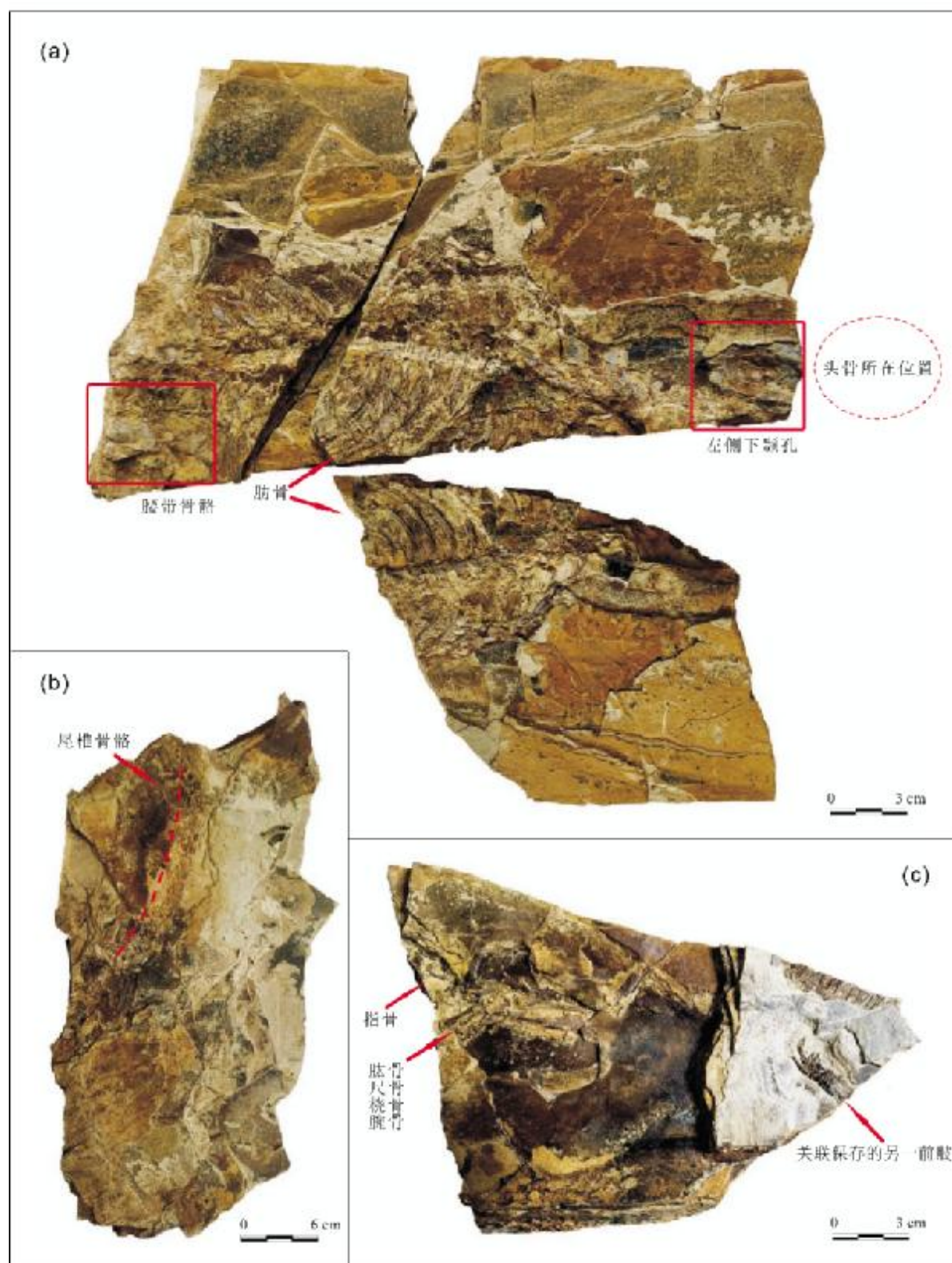


图 2 滦平盆地离龙类标本

Fig. 2 Choristodera fossil samples from Luanping Basin

a—满洲鳄躯干标本(trunk of *Monjurosuchus* sp.); b—满洲鳄尾部标本(tail of *Monjurosuchus* sp.); c—离龙类前肢标本(forelimb of *Choristodera* sp.)

标本 b 为关联保存的尾椎(图 2b),与 a 产于同一层位,不同个体,长约 13 cm,仅见椎骨 12 节,其余风化缺失,椎体双平型,椎弓高且与椎体近垂直,为典型的离龙类脊椎^[7]。鉴定为满洲鳄尾部骨骼。

标本 c 为右侧前肢,肱骨、尺骨、桡骨和指骨保存清晰,其尺桡骨关节头圆钝,为离龙类特有形态(图 2c)。此标本产自满洲鳄标本之下约 10 cm,同层位未发现其他具明显鉴定特征的骨骼,故定名为离龙类未定种。前肢骨骼各关节铰接完好,肱骨中轴较短,两端扩张,其中远端膨大程度大于近端,尺桡结合面较为发育,可见明显突起结构,腕骨 4 块。

3 时代及归属

20 世纪 70 年代,前人在滦平盆地早白垩世地层中划分出一套特殊的陆源沉积岩——西瓜园组,位于大北沟组之上,九佛堂组之下^[8]。1996 年《河北省岩石地层》将该套地层厘定为九佛堂组^[9],2017 年《中国区域地质志·河北志》将西瓜园组正式归并于九佛堂组下部^[10]。

本次研究对离龙化石产出层位之下的大北沟组顶部安山岩进行了 U-Pb 同位素测年,加权平均年龄为 130.2 ± 0.6 Ma。因此产出于九佛堂组的离龙类化石地质时代为早白垩世,绝对年龄晚于 130 Ma(图 1b)。

4 认识

1) 本次发现填补了河北省早白垩世离龙类化石的空白,丰富了冀北热河生物群研究材料。

2) 离龙类化石呈集中产出和关联保存的特征,具体表现为多个个体、不同部位的骨骼碎块集中产出,印证了该类群生物的群居特征,暗示该区有较大的离龙类骨骼化石产出潜力。

3) 离龙类是热河生物群中的顶级捕食者^[11],冀北离龙类化石的发现反映早白垩世滦平盆地具有温暖适宜的气候和充足丰富的食物来源。该发现对研究生物多样性具有重要意义,为今后研究冀北热河生物群的发展演化奠定了基础。

4) 研究显示,辽西地区离龙类化石多产出于白垩系,且时限集中于 126~120 Ma^[1]。滦平盆地离龙类化石时代与辽西基本一致。本次发现扩大了白垩纪离龙类群的地理分布,对于研究中国北方热河生物群离龙

类地理地史演化具有重要意义。

致谢:感谢中国科学院古脊椎动物与古人类研究所易鸿宇老师在化石鉴定工作中给予的帮助;感谢河北省区域地质调查院孙肖总工程师在成文过程中给予的宝贵建议。

参考文献(Conclusions):

- [1] 张伟,高克勤. 辽西早白垩世离龙类地理地史分布及其演化[J]. 古地理学报, 2014, 16(2): 205-216.
Zhang W, Gao K Q. Early Cretaceous evolution of choristoderes in western Liaoning based on geographic and stratigraphic evidence[J]. Journal of Palaeogeography, 2014, 16(2): 205-216.
- [2] Matsumoto R, Dong L P, Wang Y, et al. The first record of a nearly complete choristodere (Reptilia: Diapsida) from the Upper Jurassic of Hebei Province, People's Republic of China[J]. Journal of Systematic Palaeontology, 2019, 17(12): 1031-1048.
- [3] 田树刚,庞其清,牛绍武,等. 冀北滦平盆地陆相侏罗系-白垩系界线候选层型剖面初步研究[J]. 地质通报, 2004, 23(12): 1170-1179.
Tian S G, Pang Q Q, Niu S W, et al. Terrestrial Jurassic-Cretaceous boundary stratotype candidate in Luanping Basin, northern Hebei[J]. Geological Bulletin of China, 2004, 23(12): 1170-1179.
- [4] 何立, 贡杰, 周明兴, 等. 滦平盆地早白垩世九佛堂组古生物资源特征综述[J]. 甘肃冶金, 2017, 39(1): 94-98.
He L, Yun J, Zhou M X, et al. A review on the characteristics of the Early Cretaceous fossil resources in the Jiufotang Formation of Luanping Basin[J]. Gansu Metallurgy, 2017, 39(1): 94-98.
- [5] 纪友亮, 孙玉花, 贾爱林. 滦平盆地西瓜园组(上侏罗统-下白垩统)暗色泥岩中恐龙脚印化石及其地质意义[J]. 古地理学报, 2008, 10(4): 379-384.
Ji Y L, Sun Y H, Jia A L. Dinosaur footprint fossils in dark mudstones of the Xiguayuan Formation (Upper Jurassic-Lower Cretaceous) in Luanping Basin and their geological significance[J]. Journal of Palaeogeography, 2008, 10(4): 379-384.
- [6] 高克勤, Evans S E, 季强, 等. 满洲鳄: 中国辽宁晚中生代半水生爬行动物[J]. 现代地质, 2000, 14(3): 323-326.
Gao K Q, Evans S E, Ji Q, et al. *Monjurosuchus*: A semi-aquatic reptile from the Late Mesozoic of Liaoning, China[J]. Geoscience, 2000, 14(3): 323-326.
- [7] 姬书安. 热河生物群爬行类化石 *Monjurosuchus splendens* 中文译名讨论及其属种分类位置研究简史[J]. 地质论评, 2021, 67(2): 279-288.
Ji S A. The Chinese translated name of the fossil reptile *Monjurosuchus splendens* from Jehol Biota and the brief research history on its

- systematic position[J]. Geological Review, 2021, 67(2): 279–288.
- [8]河北省地质矿产局. 河北省北京市天津市区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1989.
- Hebei Bureau of Geology and Mineral Resources. Regional geology of Beijing, Tianjin and Hebei regions[M]. Beijing: Geological Publishing House, 1989. (in Chinese)
- [9]河北省地质矿产局. 河北省岩石地层[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1996.
- Hebei Bureau of Geology and Mineral Resources. Lithostratigraphy of Hebei Province[M]. Wuhan: China University of Geosciences Press, 1996. (in Chinese)
- [10]河北省区域地质矿产调查研究所. 中国区域地质志·河北志[M]. 北京: 地质出版社, 2017.
- Hebei Institute of Regional Geology and Mineral Resources Survey. Regional geology of China: Hebei Province[M]. Beijing: Geological Publishing House, 2017. (in Chinese)
- [11]周忠和, 王原. 热河生物群脊椎动物生物多样性的分析以及与其他动物群的比较[J]. 中国科学: 地球科学, 2010, 40(9): 1250–1265.
- Zhou Z H, Wang Y. Vertebrate diversity of the Jehol Biota as compared with other lagerst? tten[J]. Science China Earth Sciences, 2010, 53(12): 1894–1907.

(上接第 511 页/Continued from Page 511)

- [20]高媛媛, 彭兆丰, 邱海鸥, 等. ICP-OES 测定金矿尾矿区优势植物中的重金属元素[J]. 分析试验室, 2016, 35(5): 521–525.
- Gao Y Y, Peng Z F, Qiu H O, et al. Determination of heavy metal elements in dominant plants from Hubei Zigui Yueliangbao gold mine tailings with ICP-OES[J]. Chinese Journal of Analysis Laboratory, 2016, 35(5): 521–525.
- [21]Mullapudi V B K, Chandrasekaran K, Venkateswarlu G, et al. Development of a simple and rapid microwave-assisted extraction method using very dilute solutions of perchloric acid and hydrogen peroxide for the multi-elemental analysis of food materials by ICP-OES: A green analytical method[J]. Microchemical Journal, 2019, 146: 807–817.
- [22]Welna M, Szymczycha-Madeja A, Pohl P. A comparison of samples preparation strategies in the multi-elemental analysis of tea by spectrometric methods[J]. Food Research International, 2013, 53(2): 922–930.
- [23]Santos H M, Coutinho J P, Amorim F A C, et al. Microwave-assisted digestion using diluted HNO_3 and H_2O_2 for macro and microelements determination in Guarana samples by ICP OES[J]. Food Chemistry, 2019, 273: 159–165.
- [24]Muller E I, Muller C C, Souza J P, et al. Green microwave-assisted wet digestion method of carbohydrate-rich foods with hydrogen peroxide using single reaction chamber and further elemental determination using ICP-OES and ICP-MS [J]. Microchemical Journal, 2017, 134: 257–261.
- [25]Correia F O, Silva D S, Costa S S L, et al. Optimization of microwave digestion and inductively coupled plasma-based methods to characterize cassava, corn and wheat flours using chemometrics[J]. Microchemical Journal, 2017, 135: 190–198.
- [26]Tarantino T B, Barbosa I S, de C Lima D, et al. Microwave-assisted digestion using diluted nitric acid for multi-element determination in rice by ICP OES and ICP-MS[J]. Food Analytical Methods, 2017, 10(4): 1007–1015.