

DOI: 10.13745/j.esf.sf.2020.6.14

# 内蒙古鄂尔多斯地区早白垩世新的翼龙类化石

姬书安<sup>1</sup>, 张笠夫<sup>2</sup>

1. 中国地质科学院地质研究所 自然资源部地层与古生物重点实验室, 北京 100037
2. 内蒙古鄂托克恐龙遗迹化石自然保护区管理局, 内蒙古 鄂尔多斯 016100

Ji Shu'an<sup>1</sup>, ZHANG Lifu<sup>2</sup>

1. Ministry of Natural Resources Key Laboratory of Stratigraphy and Palaeontology, Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China
2. Administration of the Otog Dinosaur Trace Fossil Nature Reserve, Inner Mongolia, Ordos 016100, China

Ji Shu'an, ZHANG Lifu. A new Early Cretaceous pterosaur from the Ordos region, Inner Mongolia. *Earth Science Frontiers*, 2020, 27(6): 365-370

**Abstract:** The western Ordos region in Inner Mongolia, including Hanggin Banner and Otog Banner, is one of the most important localities yielding the Early Cretaceous *Psittacosaurus* Fauna across northern China. No pterosaur material had been formally depicted until *Ordosipterus planignathus* was named and described in the early 2020. Here, we report a new partial pterosaur mandibular symphysis discovered at the Zhaoshao site in the Luohandong Formation in Otog Banner. Its mandibular symphysis is long and straight and bears a developed lateral ridge that divided the dentary lateral side into the upper and lower parts. Nearly round dentary alveoli of each side lie just above the lateral ridge along a straight line anteroposteriorly. The diameters of alveoli (2–2.5 mm) vary slightly from rostral to caudal. The distance between the adjacent alveoli is about half the diameter of either alveolus. The tooth density is 3 teeth per centimeter. This pterosaur could be assigned to the family Ctenochasmatidae, it represents a new taxon-*Otogopterus haoae* gen. et sp. nov. The generic name refers to the type locality (Otog Banner) of this pterosaur, and the species name is in honour of Prof. Hao Yichun, who made outstanding contributions on the Mesozoic paleontology and stratigraphy in China. This new fossil is the second definitive pterosaur kind in the Inner Mongolian Ordos region following *Ordosipterus planignathus*, further enriching the components of the Early Cretaceous vertebrate fauna in this region. This pterosaur is also the second ctenochasmatid taxon in the Ordos Basin, after *Huanhepterus quingyangensis* from eastern Gansu Province. The new finding enlarged the geographical distribution of ctenochasmatid pterosaurs in the Ordos Basin and revealed the Ordos Basin to be another important distribution area of Ctenochasmatidae in China.

**Keywords:** Ordos; Otog Banner; Early Cretaceous; Ctenochasmatidae; *Otogopterus* gen. nov.

**摘要:**发现于内蒙古鄂托克旗召稍早白垩世罗汉洞组的一件不完整翼龙类下颌标本,以下颌愈合部长且平直、齿骨侧嵴发育、近圆形齿窝沿侧嵴之上的齿骨侧面上半部分自前向后呈直线排列、齿窝直径(2~2.5 mm)前后变化较小、相邻齿窝的间距约为齿窝直径的一半、下颌牙齿密度为3枚/cm等特征,可归入梳颌翼龙科(Ctenochasmatidae),且代表一新属种——郝氏鄂托克翼龙 *Otogopterus haoae* gen. et sp. nov.。该化石是继鄂托克旗新召准噶尔翼龙科的平颌鄂尔多斯翼龙 *Ordosipterus planignathus* 之后在内蒙古鄂尔多斯地区发现的第2件确切翼龙类材料,丰富了这一地区早白垩世脊椎动物群的组成。该翼龙也是继甘肃庆阳环河翼龙 *Huanhepterus quingyangensis* 之后在鄂尔多斯盆地发现的第2种梳颌翼龙科化石,进一步扩大了鄂尔多斯盆地梳颌翼龙科的地理分布范围,同时表明鄂尔多斯盆地是继辽宁西部之后梳颌翼龙科在中国的又一重要分布区。

收稿日期:2020-03-16;修回日期:2020-05-18

基金项目:国家自然科学基金项目(41872026,41688103);中国地质调查局地质调查项目(DD20190008,DD20190602)

作者简介:姬书安(1964—),男,博士,研究员,主要从事中生代爬行类鸟类化石及其地层学研究工作。E-mail: jishu\_an@sina.com

关键词:鄂尔多斯;鄂托克旗;早白垩世;梳颌翼龙科;鄂托克翼龙(新属)

中图分类号:P52 文献标志码:A 文章编号:1005-2321(2020)06-0365-06

内蒙古鄂尔多斯地区鄂托克旗和杭锦旗出露有较大面积的早白垩世志丹群上部地层,这一地区是我国北方早白垩世广义鸚鵡嘴龙动物群的重要分布区之一,在探讨早白垩世时期的恐龙动物群、陆相地层划分对比、古地理等方面具有重要意义。迄今这一地区已报道的四足类化石,有龟类、离龙类、鳄形类、恐龙(剑龙类、甲龙类、鸚鵡嘴龙类、蜥脚类、兽脚类)、鸟类、哺乳类等<sup>[1-10]</sup>,但不同门类化石的研究程度差异较大。

1993年,前人在对内蒙古鄂尔多斯地区龟类和恐龙化石的研究报道中,曾提及在该区早白垩世地层中存在翼龙类化石<sup>[11-13]</sup>,但由于没有正式的翼龙类研究论文发表,使该区存在翼龙类化石的说法长期以来缺乏有效证据。近年,中国地质科学院地质研究所位于鄂尔多斯鄂托克旗早白垩世罗汉洞组中发现了2件不完整的翼龙类下颌材料,代表不同的翼龙类型,为该区翼龙类的存在提供了确凿依据,并显示翼龙类具有一定的分异。其中1件是产于鄂托克旗北部新召的下颌标本,为准噶尔翼龙科一独立属种,已被命名为平颌鄂尔多斯翼龙 *Ordosipterus planignathus*<sup>[14]</sup>。而另1件为发现于鄂托克旗东北部召稍的翼龙类下颌,亦代表一新属种,可归入梳颌翼龙科(Ctenochasmatidae)。这2件翼龙类下颌材料的发现,不仅进一步丰富了这一地区翼龙类化石的类型,也大大扩展了梳颌翼龙类的地理分布范围,本文将对后一件标本予以描述和讨论。

## 1 化石产地与地层简介

在召稍发现的翼龙下颌化石,产于鄂托克旗东北部木凯淖尔镇召稍村一带(图1),位于鄂托克旗政府所在地东北方向约50 km。这里出露的地层为早白垩世罗汉洞组中部部分岩层,按岩性的不同,自上而下大体可划分为3层:

- 3 紫红色、灰紫色厚层状砂岩与粗砂岩,具斜层理和交错层理,产翼龙类下颌、兽脚类牙齿、鸚鵡嘴龙(*Psittacosaurus* sp.)牙齿、孙氏伊克昭龙(*Ikechosaurus sunailinae*)下颌 8 m
- 2 灰黄色砂岩,斜层理发育,含骨骼碎片 6 m
- 1 灰色厚层状砂岩、粗砂岩,具大型斜层理和交错层理(未见

底),产蜥脚类椎体、龟类甲片

>30 m

该地点出露的地层不多,且没有特别显著的标志层,但通过对区域地质背景与地层层序的调查<sup>[15]</sup>,我们认为该地点出露的地层,为早白垩世志丹群罗汉洞组中部的粗砂岩和砂岩岩层,斜层理和交错层理发育,为辫状河环境下的沉积。发现的化石均为不相关联的骨骼或牙床(牙齿)等,为经过一定距离搬运之后的异地埋藏。

## 2 化石系统描述

翼龙目 Order Pterosauria Kaup, 1834

翼手龙亚目 Suborder Pterodactyloidea  
Plieninger, 1901

梳颌翼龙科 Family Ctenochasmatidae  
Nopcsa, 1928

鄂托克翼龙属(新属) Genus *Otogopterus*  
gen. nov.

郝氏鄂托克翼龙(新属新种) *Otogopterus haoae*  
gen. et sp. nov.

词源:Otog 指正型标本的产地——鄂托克旗, pterus(拉丁词)意“翼的”,翼龙类属名常用的后缀。种名献给在我国中生代地层古生物研究领域做出突

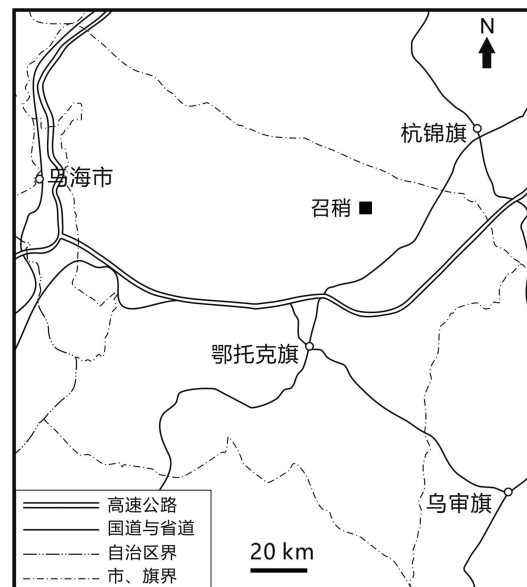


图1 内蒙古鄂托克旗召稍翼龙类化石产地  
Fig. 1 Locality of pterosaur fossil at Zhaoshao,  
Otog Banner, Inner Mongolia

出成就的郝诒纯(Hao Yichun)院士。

正型标本:一件不完整的齿骨愈合部分(IG V14-001,中国地质科学院地质研究所),其前端与后部均有缺失(图2)。

产地及层位:内蒙古鄂托克旗木凯淖尔镇召稍,下白垩统志丹群罗汉洞组。

特征:以下面的组合特征区别于其他梳颌翼龙科属种:下颌愈合部分平直、窄长,其背面沿中线发育一窄且较深的纵沟;齿骨侧嵴发育,将齿骨侧面分为上、下两部分;两边的侧面下半部分自前向后在齿骨愈合部的腹缘形成明显的腹中嵴;牙齿齿窝近于圆形,沿齿骨侧嵴之上的侧面上半部分自前向后呈直线排列,相邻齿窝的间距仅为齿窝直径的一半,下颌牙齿密度为3枚/cm。

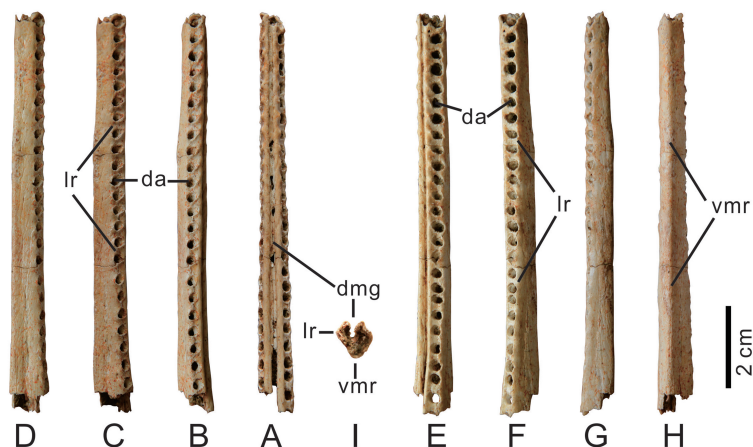
描述:标本呈立体保存,为不完整的下颌愈合部的中部,前后端均缺失,保存部分长98 mm。该部分的下颌细长,前后平直,左右下颌愈合部很长,其背面沿中线自前向后发育一窄且较深的背中沟(dorsal median groove);而腹面沿中线具有一明显的纵向腹中嵴(ventral median ridge),由两侧的侧面下半部分在腹缘中线处相接触而形成。齿骨侧面具有一较为明显的侧嵴(lateral ridge),自前部一直延伸至后部,将侧面分为上、下两部分,侧嵴在水平线上的位置自前向后仅略向上逐渐抬升(图2)。

牙齿均未保存,但23对较深的齿窝(alveoli)保

存清晰。每侧的齿窝紧位于侧嵴之上的侧面上半部分,齿窝自前向后呈直线排列。齿窝横截面近于圆形,齿窝直径为2~2.5 mm,自前向后大小没有明显变化;相邻齿窝间距小,多在齿窝直径1/2左右的距离范围内;下颌牙齿密度为3枚/cm。齿窝开口方向为侧上方,后部齿窝开口方向向上方的程度逐渐加大而向侧方的程度逐渐减弱。齿窝在齿骨内部的延伸方向为后下方,并略向内侧倾斜;齿窝后上边缘略突出齿骨侧面上半部分的骨骼表面,并向前上方发育明显的细嵴。虽然牙齿均未保存下来,但从齿窝内部的延伸方向和齿窝基部上方细嵴的方向,有理由推测,该翼龙下颌牙齿齿冠基部应向前上方伸出,并向外侧倾斜。

### 3 比较与讨论

在召稍发现的翼龙下颌愈合部极为窄长,牙齿齿窝数量多且排列较紧密,然而由于保存的部分较少,难以与其他绝大多数翼龙类进行详细比较。从保存下来的下颌愈合部看,这一标本下颌愈合部较长,表明吻部亦应较长;保存的齿窝23对,推测齿骨单侧牙齿数量至少应在30枚以上且排列较紧密;前部牙齿齿窝指向前侧上方的开口方向,显示其前部牙齿齿冠(至少是齿冠基部或中部)应该向两侧的前上方伸出。这些都显示了梳颌翼龙科(Ctenochasmatidae)的一些典型特征<sup>[16-19]</sup>,因此我们将本



A—背视(dorsal view);B—左背侧视(left dorsolateral view);C—左侧视(left lateral view);D—左腹侧视(left ventrolateral view);E—右背侧视(right dorsolateral view);F—右侧视(right lateral view);G—右腹侧视(right ventrolateral view);H—腹侧视(ventral view);I—后视(caudal view)。da—齿骨齿窝(dentary alveolus);dmg—背中沟(dorsal median groove);lr—侧嵴(lateral ridge);vmr—腹中嵴(ventral median ridge)。

图2 郝氏鄂托克翼龙(新属新种)*Otogopterus haoae* gen. et sp. nov. 部分齿骨愈合部(正型标本 IG V14-001)

Fig. 2 Partial mandibular symphysis of *Otogopterus haoae* gen. et sp. nov. (holotype, IG V14-001)



文记述的翼龙类归入梳颌翼龙科。该标本齿窝所在的齿骨侧面明显向侧下方倾斜的特征,也排除了将其归入长吻型鳄类的可能性。

梳颌翼龙科的翼龙主要分布于西欧、南美、中国等地,其中西欧的梳颌翼龙属 *Ctenochasma*、颌翼龙属 *Gnathosaurus*、阿根廷的南方翼龙属 *Pterodaustro* 等,是较早发现且具有代表性的属<sup>[20-21]</sup>。梳颌翼龙属(*Ctenochasma*)以牙齿数目众多(总数可达200~260枚)、纤细且排列紧密而与鄂托克翼龙不同。颌翼龙属(*Gnathosaurus*)下颌牙齿数目略多于30枚(单侧),其牙齿自前向后逐渐减小,而且齿间距亦略有加宽,而本文描述的齿骨齿窝大小与间距没有明显变化,表明这两者间也是有明显差异的。南方翼龙属(*Pterodaustro*)上下颌极为加长且吻部明显向上弯曲,其下颌每侧齿骨具有约500枚非常密集、长且有弹性的鬃毛状牙齿,以进行滤食生活,与鄂托克翼龙平直的下颌及直径较大的齿窝等区别明显。

近年中国翼龙化石的大量发现与研究,显示中国北方是梳颌翼龙科化石最为重要的产地,目前在我国共命名了该科9个属种:庆阳环河翼龙 *Huanhepterus quingyangensis*<sup>[22]</sup>、杨氏东方翼龙 *Eosipterus yangi*<sup>[23]</sup>、陈氏北票翼龙 *Beipiaopterus che-nianus*<sup>[24]</sup>、葛氏震旦翼龙 *Cathayopterus grabau*<sup>[19,25]</sup>、张氏格格翼龙 *Gegepterus changae*<sup>[26-28]</sup>、长指鸢翼龙 *Elanodactylus prolatus*<sup>[29]</sup>、邱氏滤齿翼龙 *Pterofiltrus qiui*<sup>[30]</sup>、热河剪嘴翼龙 *Forfexopterus jeholensis*<sup>[31]</sup>、原始辽翼龙 *Liaodactylus primus*<sup>[32]</sup>。其中庆阳环河翼龙产于甘肃庆城早白垩世志丹群环河组,热河剪嘴翼龙和原始辽翼龙分别产于辽宁西部建昌早白垩世九佛堂组和晚侏罗世髻髻山组,而其他属种均发现于辽宁西部北票和凌源早白垩世义县组。在以上翼龙属种中,杨氏东方翼龙、陈氏北票翼龙、长指鸢翼龙未保存头骨与下颌,因此难以与本文描述的标本进行比较;而庆阳环河翼龙、葛氏震旦翼龙、张氏格格翼龙、邱氏滤齿翼龙、热河剪嘴翼龙和原始辽翼龙6个属种则保存有较好的上下颌及牙齿,它们与鄂托克翼龙区别明显。

庆阳环河翼龙(*Huanhepterus quingyangensis*)头骨与下颌吻部狭长,下颌齿骨背、腹缘平直,牙齿尖锐、细长弯曲、齿冠断面呈圆形,齿列长约155 mm,单侧下颌齿约25枚,齿冠由前向后逐渐减

小<sup>[22]</sup>。根据原作者论文中的图版,庆阳环河翼龙齿骨侧面不具有鄂托克翼龙的明显侧嵴,同时其牙齿齿冠的延伸方向与齿骨背缘近于垂直,均与鄂托克翼龙不同。

葛氏震旦翼龙(*Cathayopterus grabau*)最初发表时,属名 *Cathayopterus* 使用了“华夏翼龙”的名称<sup>[25]</sup>,但为了避免与更早发表的 *Huaxiaopterus* 一属的中文名称“华夏翼龙”混淆,后被改称为“震旦翼龙”,但拉丁属名保持不变<sup>[19]</sup>。葛氏震旦翼龙吻部尖、窄长,每侧齿骨发育31~33枚尖锐细长、侧向朝前并向上弯曲的牙齿,下颌齿列约占吻端与鼻眶前孔长度的63%<sup>[25]</sup>。该属种下颌背腹向被压得很扁,无法确认是否发育鄂托克翼龙明显的下颌侧嵴和腹中嵴,其齿列长不到70 mm,牙齿从前往后逐渐变小且排列也逐渐稀疏。而鄂托克翼龙保存下来的齿骨齿列就有98 mm(实际应该更长),且已知的23对齿窝显示其牙齿大小与排列相对稳定,前后没有明显变化,因此易于与葛氏震旦翼龙相区分。

张氏格格翼龙(*Gegepterus changae*)的种名最初发表时为 *chang*,献给张弥曼(Chang Meemann)院士<sup>[26]</sup>;由于张弥曼院士为女性,所以种名词尾“i”后被改为以表示阴性的后缀“ae”结尾,即 *changae*<sup>[27]</sup>。张氏格格翼龙正型标本保存有较完整的头骨与下颌(仅其前端略有缺失),保存长约138 mm,上下颌共有约150枚细长的牙齿,牙齿位于齿槽内<sup>[26]</sup>。其与鄂托克翼龙区别亦较明显:张氏格格翼龙牙齿位于齿槽内,而鄂托克翼龙不发育类似的齿槽;张氏格格翼龙下颌牙齿密度(tooth density)为5.8枚/cm<sup>[28]</sup>,明显大于鄂托克翼龙下颌牙齿密度的3枚/cm;虽然张氏格格翼龙呈二维保存,但观察 Wang 等<sup>[26]</sup>论文中的化石照片,在其下颌齿骨侧面没有观察到明显的侧嵴,而侧嵴在鄂托克翼龙齿骨侧面很发育。

邱氏滤齿翼龙(*Pterofiltrus qiui*)上下颌一共约112枚牙齿,其下颌愈合部长度超过下颌长度的一半,下颌腹面具有一条愈合槽<sup>[30]</sup>。其下颌愈合部腹面沿中线具有一纵向凹槽,与鄂托克翼龙下颌愈合部较发育的腹中嵴明显不同;此外,邱氏滤齿翼龙下颌牙齿排列相对不及鄂托克翼龙的紧密。

热河剪嘴翼龙(*Forfexopterus jeholensis*)是一大型的梳颌翼龙类,其头骨全长估计可达510 mm。根据其保存的牙齿情况,推测其每侧的上、下颌牙齿分别为30枚和28枚<sup>[31]</sup>。通过对 Jiang 等<sup>[31]</sup>论文

中对该属种下颌与牙齿的描述,还有我们对其论文中下颌照片与线条图的观察,其下颌保存为内侧面,无法与鄂托克翼龙下颌外侧面进行比较。热河剪嘴翼龙下颌相邻牙齿的间距,约等于或大于牙齿基部(或齿窝)的直径,与鄂托克翼龙相邻牙齿间距约为其前后齿窝直径的一半区别明显。

原始辽翼龙(*Liaodactylus primus*)相对较小,头骨全长仅 133 mm。下颌愈合部相对较短,不具有腹中嵴,且其平均牙齿间距约与牙齿最大直径相等<sup>[32]</sup>,均与鄂托克翼龙显著不同。

通过与其他梳颌翼龙类的对比,本文描述的翼龙类不同于梳颌翼龙科的其他成员,因此应代表一独立的新属种,我们将其命名为郝氏鄂托克翼龙 *Otogopterus haoae* gen. et sp. nov.。

鄂尔多斯盆地是我国北方中部的大型中生代沉积盆地,1982 年仅在甘肃庆城县(时称庆阳县)三十里铺镇报道有梳颌翼龙科的庆阳环河翼龙(*Huanhepterus qingyangensis*)<sup>[22]</sup>,其位于内蒙古鄂托克旗正南方向约 300 km。本文记述的郝氏鄂托克翼龙(*Otogopterus haoae* gen. et sp. nov.)和不久前报道的平颌鄂尔多斯翼龙(*Ordosipterus planignathus*)<sup>[14]</sup>,代表了内蒙古鄂尔多斯地区翼龙类化石的确切记录,也是鄂尔多斯盆地中翼龙类化石的最新发现,进一步扩展了翼龙类化石在鄂尔多斯盆地内的分布范围,也丰富了鄂尔多斯盆地早白垩世脊椎动物群的组成。

目前我国已知的梳颌翼龙科属种中,郝氏鄂托克翼龙和庆阳环河翼龙分布于鄂尔多斯盆地,其余属种(杨氏东方翼龙、陈氏北票翼龙、葛氏震旦翼龙、张氏格格翼龙、长指鸢翼龙、邱氏滤齿翼龙、热河剪嘴翼龙、原始辽翼龙)均产自辽宁西部。郝氏鄂托克翼龙的发现,进一步显示出鄂尔多斯盆地成为了我国辽宁西部之后,梳颌翼龙类的又一重要分布区。

内蒙古鄂托克旗的郝氏鄂托克翼龙和平颌鄂尔多斯翼龙赋存于罗汉洞组,而甘肃的庆阳环河翼龙则被报道产于环河组<sup>[22]</sup>。志丹群是鄂尔多斯盆地早白垩世时期的河湖相沉积,自上而下分为泾川组、罗汉洞组、环河组、洛河组和宜君组<sup>[15]</sup>。鄂托克境内翼龙类的发现表明,鄂尔多斯盆地产翼龙类化石的层位至少有两个岩组(罗汉洞组、环河组),扩大了该盆地区域内翼龙类化石的地史分布时限。根据目前全面的资料分析,环河组和罗汉洞组的地质时代为巴列姆期—阿普特期(Barremian-Aptian),与辽

宁西部的义县组和九佛堂组下部的地质时代大体相当<sup>[33]</sup>。梳颌翼龙科化石郝氏鄂托克翼龙在内蒙古鄂托克旗罗汉洞组中的发现,为鄂尔多斯盆地和辽宁西部地区早白垩世动物群及其地层对比提供了新的化石依据。

## 4 结论

内蒙古鄂托克旗召稍一带发现的翼龙类下颌,具有下颌愈合部狭长平直、齿骨侧面侧嵴发育、牙齿(齿窝)多且排列紧密、齿窝直径自前向后变化小、齿窝间距小于齿窝直径、牙齿向前侧方伸出(根据齿窝在齿骨中的延伸方向推断)等特征,可归入梳颌翼龙科(Ctenochasmatidae),且为一新的属种——郝氏鄂托克翼龙 *Otogopterus haoae* gen. et sp. nov.。该翼龙化石的发现表明,内蒙古鄂尔多斯地区翼龙类具有一定程度的分异,进一步丰富了该地区早白垩世脊椎动物群的组成。鄂尔多斯盆地亦成为继我国辽西之后又一重要的梳颌翼龙类分布区。

## 参考文献

- [1] DONG Z M. Early Cretaceous dinosaur faunas in China: an introduction[J]. Canadian Journal of Earth Sciences, 1993, 30(10 & 11): 2096-2100.
- [2] WU X C, BRINKMAN D B, LÜ J C. A new species of *Shantungosuchus* from the Lower Cretaceous of Inner Mongolia (China), with comments on *S. chuhsienensis* Young, 1961 and the phylogenetic position of the genus[J]. Journal of Vertebrate Paleontology, 1994, 14(2): 210-229.
- [3] WU X C, SUES H D, BRINKMAN D B. An atopsaurid neosuchian (Archosauria: Crocodyliformes) from the Lower Cretaceous of Inner Mongolia (People's Republic of China) [J]. Canadian Journal of Earth Sciences, 1996, 33(4): 599-605.
- [4] GODEFROIT P, GUO D Y. A new amphilestid mammal from the Early Cretaceous of Inner Mongolia (P R China) [J]. Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Sciences de la Terre, 1999, 69(Suppl B): 7-16.
- [5] TONG H Y, BRINKMAN D B. A new species of *Sinemys* (Testudines: Cryptodira: Sinemydidae) from the Early Cretaceous of Inner Mongolia, China[J]. Palaeobiodiversity & Palaeoenvironments, 2013, 93(3): 355-366.
- [6] 姬书安, 蒋珊, 张笠夫, 等. 内蒙古鄂尔多斯早白垩世甲龙类胃石与鳞片印痕化石的发现[J]. 地球科学前沿, 2016, 6(5): 355-360.
- [7] 姬书安, 卢立伍, 张笠夫, 等. 内蒙古鄂尔多斯地区早白垩

- 世恐龙动物群研究新进展[J]. 中国地质, 2017, 44(1): 196-197.
- [8] HOU Y D, ZHANG L F, JIANG S, et al. Sauropod teeth from the Lower Cretaceous Luohandong Formation of Ordos Basin, Inner Mongolia[J]. Acta Geologica Sinica, 2017, 91(3): 791-796.
- [9] 侯彦冬, 姬书安. 内蒙古鄂尔多斯盆地白垩统罗汉洞组剑龙类化石新材料[J]. 地质通报, 2017, 36(7): 1097-1103.
- [10] 姬书安, 陈晓云. 内蒙古鄂托克旗早白垩世龟类化石一新种[J]. 地质学报, 2018, 92(4): 629-637.
- [11] BRINKMAN D B, PENG J H. *Ordosemys leios*, n. gen., n. sp., a new turtle from the Early Cretaceous of the Ordos Basin, Inner Mongolia[J]. Canadian Journal of Earth Sciences, 1993, 30(10&11): 2128-2138.
- [12] RUSSELL D A, DONG Z M. A nearly complete skeleton of a new troodontid dinosaur from the Early Cretaceous of the Ordos Basin, Inner Mongolia, People's Republic of China[J]. Canadian Journal of Earth Sciences, 1993, 30(10 & 11): 2163-2173.
- [13] DONG Z M. A new species of stegosaur (Dinosauria) from the Ordos Basin, Inner Mongolia, People's Republic of China[J]. Canadian Journal of Earth Sciences, 1993, 30(10 & 11): 2177-2179.
- [14] JI S A. First record of Early Cretaceous pterosaur from the Ordos Region, Inner Mongolia, China[J]. China Geology, 2020, 3(1): 1-7.
- [15] 内蒙古自治区地质矿产局. 内蒙古岩石地层[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1996: 269-272.
- [16] UNWIN D M. On the phylogeny and evolutionary history of pterosaurs[J]. Geological Society Special Publication, 2003, 217: 139-190.
- [17] KELLNER A W A. Pterosaur phylogeny and comments on the evolutionary history of the group[J]. Geological Society Special Publication, 2003, 217: 105-137.
- [18] ANDRES B, CLARK J M, XU X. The earliest pterodactyloid and the origin of the group[J]. Current Biology, 2014, 24(9): 1011-1016.
- [19] 吴肖春, 李锦玲, 汪筱林, 等. 中国古脊椎动物志(第二卷 两栖类 爬行类 鸟类, 第四册 基干主龙型类 鳄型类 翼龙类)[M]. 北京: 科学出版社, 2017: 114-248.
- [20] WELLNHOFER P. Handbuch der Paläoherpetologie, 19 Pterosauria[M]. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag, 1978: 1-82.
- [21] WELLNHOFER P. The illustrated encyclopedia of Pterosauria[M]. London: Salamander Books Ltd, 1991: 1-192.
- [22] 董枝明. 鄂尔多斯盆地一翼龙化石[J]. 古脊椎动物学报, 1982, 20(2): 115-121.
- [23] 姬书安, 季强. 辽宁西部翼龙类化石的首次发现[J]. 地质学报, 1997, 71(1): 1-6.
- [24] LÜ J C. A new pterosaur: *Beipiaopterus chenianus*, gen. et sp. nov. (Reptilia: Pterosauria) from western Liaoning Province of China[J]. Memoir of the Fukui Prefectural Dinosaur Museum, 2003, 2: 153-160.
- [25] 汪筱林, 周忠和. 热河生物群翼龙的适应辐射及其古环境背景[C]//戎嘉余. 生物起源、辐射与多样性演变: 华夏化石记录的启示. 北京: 科学出版社, 2006: 665-689.
- [26] WANG X L, KELLNER A W A, ZHOU Z H, et al. A new pterosaur (Ctenochasmatidae, Archaeopterygiformes) from the Lower Cretaceous Yixian Formation of China[J]. Cretaceous Research, 2007, 28(2): 245-260.
- [27] WANG X L, DONG Z M. Order Pterosauria[C]//LI J L, WU X C, ZHANG F C. The Chinese fossil reptiles and their kin. Beijing: Science Press, 2008: 215-234.
- [28] JIANG S X, WANG X L. Important features of *Gegepterus changae* (Pterosauria: Archaeopterygiformes, Ctenochasmatidae) from a new specimen[J]. Vertebrata Palasiatica, 2011, 49(2): 172-184.
- [29] ANDRES B, JI Q. A new pterosaur from the Liaoning Province of China, the phylogeny of the Pterodactyloidea, and convergence in their cervical vertebrae[J]. Palaeontology, 2008, 51(2): 453-469.
- [30] JIANG S X, WANG X L. A new ctenochasmatid pterosaur from the Lower Cretaceous, western Liaoning, China[J]. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 2011, 83(4): 1243-1249.
- [31] JIANG S X, CHENG X, MA Y X, et al. A new archaeopterygoid pterosaur from the Jiufotang Formation of western Liaoning, China, with a comparison of sterna in Pterodactylomorpha[J]. Journal of Vertebrate Paleontology, 2016, 36(6): e1212058.
- [32] ZHOU C F, GAO K Q, YI H, et al. Earliest filter-feeding pterosaur from the Jurassic of China and ecological evolution of Pterodactyloidea[J]. Royal Society Open Science, 2017, 4(2): 160-672.
- [33] 席党鹏, 万晓樵, 李国彪, 等. 中国白垩纪综合地层和时间框架[J]. 中国科学: 地球科学, 2019, 49(1): 257-288.