

## 鸚鵡嘴龙的研究进展及 CT 应用<sup>1)</sup>

周长付<sup>2)</sup> 高克勤<sup>2)</sup> 杜湘珂<sup>3)</sup> 綦维维<sup>3)</sup> 张 森<sup>3)</sup>

(<sup>2)</sup>北京大学地球与空间科学学院,北京,100871;(<sup>3)</sup>北京大学人民医院放射科,北京,100044)

**摘 要** 鸚鵡嘴龙作为亚洲东部地区早白垩世时期中所特有的原始角龙类群,对研究角龙类的起源和演化有着重要意义。近年来在辽宁西部地区发现大量鸚鵡嘴龙化石,大大推进了该类恐龙的骨骼解剖学和古生物学研究。结合最新研究进展,对鸚鵡嘴龙科内的属种分异度进行了剖析,并对该科的地史地理分布特征和演化历史进行了讨论。此外,本研究应用医学 CT 扫描和计算机辅助三维图像重建技术,对辽西新发现的一件完整的鸚鵡嘴龙头骨进行了 CT 扫描和三维图像的复原。这一手段的应用揭示了该头骨腭面的形态结构,为鸚鵡嘴龙类的解剖和生物学研究提供了新的特征信息。

**关键词** 早白垩世;鸚鵡嘴龙;地史与地理分布;CT 扫描

中图分类号 Q 915.864

## Advances in the Study of Psittacosaurids and the Application of CT Scan

ZHOU Changfu<sup>2)</sup> GAO Keqin<sup>2)</sup> DU Xiangke<sup>3)</sup> QI Weiwei<sup>3)</sup> ZHANG Sen<sup>3)</sup>

(<sup>2)</sup> Department of Geology, School of Earth and Space Sciences, Peking University, Beijing, 100871;

<sup>3)</sup> Department of Radiology, People's Hospital, Peking University, Beijing, 100044)

**Abstract** Psittacosaurids, with a confined distribution during the Early Cretaceous in East Asia, have an important bearing on understanding the origin and evolution of ceratopsian dinosaurs. Recent discovery of abundant psittacosaur fossils from the Lower Cretaceous fossil beds in western Liaoning of China provides the material for detailed study of the osteology and paleobiology of psittacosaurids. This paper furnishes a review of recent advances in the study of psittacosaurids, with comments and discussion on the taxonomic diversity, temporal and geographical distributions, and the phylogenetic relationships of psittacosaurids. This study shows that the validity of the taxon name of *Hongshanosaurus houi* is highly questionable, as the naming of the genus and species is based on a juvenile and distorted specimen that cannot be clearly distinguished from other specimens of the genus *Psittacosaurus*; further investigation is needed to clarify its taxonomic status. Low-Resolution X-ray CT scan of a well-preserved psittacosaur skull is performed, and three-dimensional reconstruction of the skull image is achieved for the first time of a psittacosaur. LRXCT scan reveals important palatal structures of the psittacosaur specimen, and hence, provides new information on understanding the anatomy and paleobiology of psittacosaurids.

**Key words** Early Cretaceous; psittacosaurids; temporal and geographical distribution; CT scan

## 0 前 言

鸚鵡嘴龙(psittacosaur)是一类小型角龙类恐龙,因其头骨前端的喙部形状酷似鸚鵡喙而得名<sup>[1]</sup>。在时代上,鸚鵡嘴龙类主要生存于早白垩世晚期(Aptian-Albian, 121.0 ~ 98.9 Ma)<sup>[2-4]</sup>。在地理

分布上,该类恐龙化石常见于我国北部、蒙古、俄罗斯西伯利亚南部,在日本、韩国以及泰国也有零星分布<sup>[2,3]</sup>。自美国古生物学家 H. F. Osborn 在 1923 年建立鸚鵡嘴龙科<sup>[1]</sup>(鸟臀目、角龙亚目)以来,随着化石的不断发现,鸚鵡嘴龙的属种数目也在不断增多。迄今已命名的属种达 3 属 14 种,但其中被广泛认可

1) 国家自然科学基金资助项目(40272006)、教育部高等学校博士学科点专项基金(20020001107)

收稿日期:2005-05-30;修回日期:2006-01-07

的有效屬種只有 1 屬 7 種<sup>[5, 6]</sup>。

近年來在遼寧熱河群中發現了大量保存精美的化石, 其中以帶羽毛恐龍、鳥類、哺乳類和被子植物等最為著名<sup>[7]</sup>。此外, 角龍類恐龍的發現, 如: 朝陽龍(*Chaoyangosaurus*)<sup>[8]</sup>和遼角龍(*Liaoceratops*)<sup>[9]</sup>, 大大推進了角龍類起源問題的研​​究。同時大量鸚鵡嘴龍化石材料的發現為詳細了解其解剖特征, 以及鸚鵡嘴龍的生活方式和生理功能, 提供了很好的機會, 例如, 帶剛毛狀結構和皮膚印痕的鸚鵡嘴龍<sup>[10]</sup>, 具有育幼行為的鸚鵡嘴龍<sup>[11]</sup>, 以及作為消化殘留物而保存在哺乳動物腸胃里的鸚鵡嘴龍<sup>[12]</sup>。本文結合最新研究成果, 討論有關鸚鵡嘴龍的屬種分異度和地史地理分布問題。同時, 應用 CT 掃描技術, 對發現於遼西北票陸家屯的一件完整頭骨化石進行掃描切片和三维重建。頭骨的三维圖像展示了其腭面構造特征, 如次生腭的結構組成, 內鼻孔的位置和大小, 以及眶下孔(suborbital fenestra)的位置, 對鸚鵡嘴龍的比較解剖學和發育生物學研究有著重要價值。

## 1 研究歷史

鸚鵡嘴龍化石最早是由美國自然歷史博物館的中亞考察隊(The American Museum Asiatic Expeditions)在 1922 年發現於蒙古人民共和國境內的戈壁沙漠白堊紀地層中<sup>[1]</sup>。當時發現了兩具保存較完整的骨架, 一具產自 Artsa Bogdo 盆地的 Oshih 組中, 另一具產自 Tsagan Nor 盆地靠近 Uskuk 的 Ondai Sair 組中, 時代皆為早白堊世晚期(Aptian-Albian)<sup>[13]</sup>。1923 年, Osborn 依據這兩具骨架命名了 2 個屬種: *Psittacosaurus mongoliensis* 和 *Protiguanodon mongoliensis*, 並建立了鸚鵡嘴龍科; 而後期的研究表明二者為同物異名, 因而後者作為無效名稱已被廢棄<sup>[14]</sup>。1946 年蘇聯-蒙古聯合考察隊(The Soviet-Mongolian Expeditions)在蒙古發現了 *Psittacosaurus mongoliensis* 的一些不完整的骨架<sup>[14]</sup>。20 世紀 70 年代, 蘇聯-蒙古聯合考察隊又發現許多該類鸚鵡嘴龍的化石材料, 其中包括一些完整骨架<sup>[13]</sup>。在 80 年代 Coombs<sup>[15]</sup> 研究報告了 *P. mongoliensis* 的一些幼體化石, 皆產自該種正型標本的發現地(蒙古 Artsa Bogdo 盆地的 Oshih 組)。1992 年, Buffetaut 和 Suteethorn<sup>[16]</sup> 根據在泰國東北部早白堊世 Khok Kruat 組中發現的不完整的鸚鵡嘴龍化石(僅為齒骨和上頷骨), 命名了 *Psittacosaurus sattayarakii*; 但後來的研究表明其正型標本保存過於殘破無法顯示有效的鑑定特征, 因而被視為無效名稱<sup>[6, 17]</sup>。期間在俄羅斯西伯利亞南部地區和韓國南

部 Jindong 組<sup>[2]</sup>以及日本的 Tetori 群中<sup>[18]</sup>, 也有零星的鸚鵡嘴龍化石碎片發現。

我國鸚鵡嘴龍研究開始於 1930 年, 當時由著名的探險家斯文·赫定率領的中國-瑞典聯合考察隊(The Sino-Swedish Expedition)在內蒙古鄂爾多斯西北的太博齊地區(Tebch)早白堊世地層中, 發現了一些鸚鵡嘴龍的化石碎片<sup>[19]</sup>。隨後楊鍾健先生(1931)分別根據一部分頭骨碎片、右上頷骨以及下頷碎片, 兩塊下頷, 一個牙齒, 描述定名了 3 個種: *Psittacosaurus osborni*、*Psittacosaurus tingi*、*Protiguanodon cf. P. mongoliensis*<sup>[19]</sup>。1953 年, Bolin<sup>[20]</sup> 對同一地區又發現的一些鸚鵡嘴龍標本進行了研究, 認為該類鸚鵡嘴龍化石為 *Psittacosaurus mongoliensis*。此後, 該研究得到了廣泛的認可, 並且把該地區已發現的鸚鵡嘴龍化石都歸入 *P. mongoliensis*<sup>[5, 6, 14]</sup>, 因而依據命名優先律, 楊鍾健先生命名的上述 3 個種名應為無效名稱。我國第一具保存完整的鸚鵡嘴龍骨架是於 1951 年在山東萊陽的早白堊世青山組中發現的, 由楊鍾健先生(1958)命名為 *Psittacosaurus sinensis*<sup>[21]</sup>。1958 年秋在同一地區又發現了一具鸚鵡嘴龍骨架, 被趙喜進(1962)命名為 *Psittacosaurus youngi*<sup>[22]</sup>, 現已被歸為 *P. sinensis* 的同種異名<sup>[3, 5, 10]</sup>。此後, 1983 年程政武根據產自內蒙古固陽早白堊世李三溝組的一塊頭骨的前部分和一块左齒骨, 命名了 *Psittacosaurus guyangensis*<sup>[23]</sup>, 後被歸為 *P. mongoliensis* 的同種異名<sup>[3, 5, 17]</sup>。1988 年 Sereno 和趙喜進命名了 *Psittacosaurus xinjiangensis*<sup>[24]</sup>, 該種正型標本為一具骨架、肢骨和部分頭骨碎片, 產自新疆准噶爾盆地早白堊世吐谷魯群。同年 Sereno 等人依據遼寧朝陽早白堊世九佛堂組中發現的一個完整的頭骨和前三個脊椎骨, 命名了 *Psittacosaurus meileyingensis*<sup>[25]</sup>。90 年代先後發現了 3 個種: *Psittacosaurus neimongoliensis* Russell et Zhao 1996<sup>[17]</sup>; *Psittacosaurus ordosensis* Russell et Zhao 1996<sup>[17]</sup>; *Psittacosaurus mazongshanensis* Xu 1997<sup>[26]</sup>。前兩個種產自內蒙古鄂爾多斯盆地早白堊世伊金霍洛組, 後一個種產自甘肅馬鬃山地區早白堊世新民堡群。2001 年又在新疆准噶爾盆地烏爾禾地區的早白堊世吐谷魯群中段發現了 *P. xinjiangensis* 的一些化石材料<sup>[27]</sup>。2003 年, 尤海魯等人在鸚鵡嘴龍科內建立了另一屬種 *Hongshanosaurus houi*<sup>[28]</sup>, 其標本為一幼年個體的頭骨, 產自遼寧早白堊世義縣組; 新近尤海魯和徐星在同一地點層位又發現了 *Hongshanosaurus houi* 的一成年個體頭骨<sup>[29]</sup>。由於化石保存問題, 該屬的有效性仍有疑問(見後討論)。在此期間, 在遼

宁北票早白垩世义县组中发现了一些种名未定的鹦鹉嘴龙化石材料<sup>[30]</sup>。

## 2 近期的化石发现和研究进展

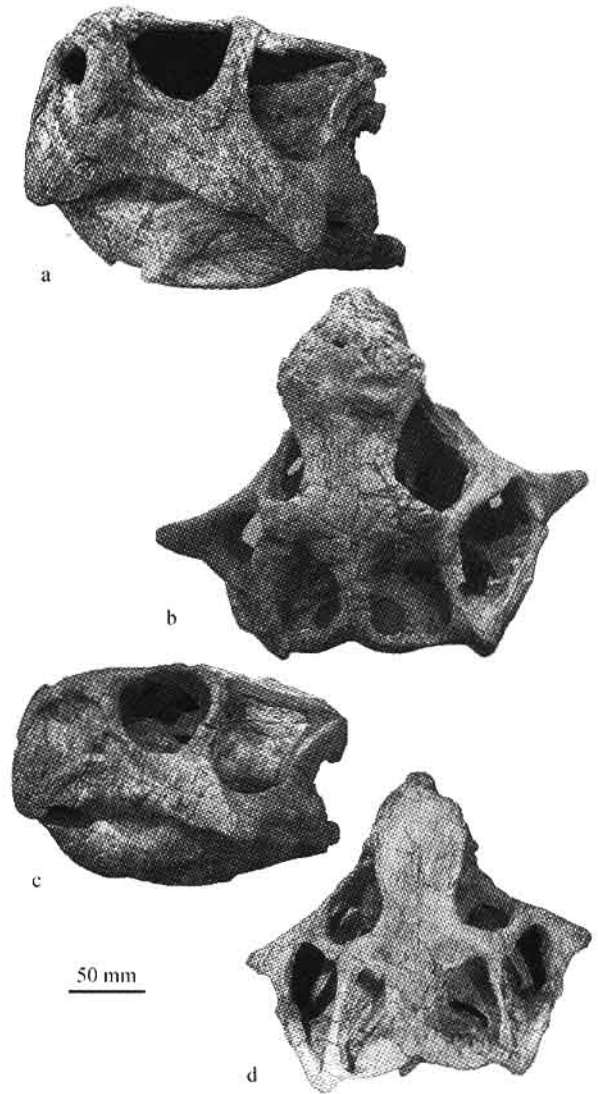
近些年来,与鹦鹉嘴龙密切相关的角龙类在辽宁热河群中有了重要发现,例如,朝阳龙(*Chaoyangosaurus*)<sup>[8]</sup>和辽角龙(*Liaoceratops*)<sup>[9]</sup>。朝阳龙产自义县组下覆的土城子组,时代可能为晚侏罗世;辽角龙则发现在辽宁陆家屯和燕子沟的早白垩世地层中。徐星等(2002)的分支系统学研究显示,朝阳龙是已知最原始的角龙类,且在时代上早于角龙亚目其他两个类群(鹦鹉嘴龙类和新角龙类)的形成时间;另外,辽角龙作为已知最原始的新角龙类群,与鹦鹉嘴龙类有着明显的特征差异,从而表明鹦鹉嘴龙类和新角龙类的分化时间应该不晚于早白垩世早期<sup>[9]</sup>。

新近对鹦鹉嘴龙的研究也颇有进展。2002年德国 Senckenberg 博物馆的 Mayr 等人<sup>[10]</sup>根据一具从中国走私出境的标本,报道了一条尾巴上长有刚毛状结构的鹦鹉嘴龙。该标本同时还精美地保存了鹦鹉嘴龙的皮肤印痕。此前有关热河生物群带羽毛恐龙已有很多发现,而这种保存在鹦鹉嘴龙尾巴上的刚毛状结构还是第一次发现。2004年在辽宁发现了一窝保存精美的鹦鹉嘴龙化石,一成年个体的头骨和 34 具幼年个体保存在一起,这些幼年鹦鹉嘴龙个体很小且大小都相当,应为同一生长阶段。这一惊奇发现,表明鹦鹉嘴龙具有类似现代鳄鱼和鸟类养育后代的行为<sup>[11]</sup>。2004年鹦鹉嘴龙幼年个体的骨骼作为消化的残留物被发现于哺乳动物的肠胃里<sup>[12]</sup>。这一系列的发现暗示鹦鹉嘴龙类可能有着比较复杂的社会行为和生活习性。

最近在北票市陆家屯义县组底部发现的鹦鹉嘴龙化石(图 1),不仅是鹦鹉嘴龙科最早的化石记录,而且很可能也是该科最原始的类群,进一步佐证了鹦鹉嘴龙和新角龙类的分化时间不晚于早白垩世早期的假说。另外,陆家屯一带发现的化石,代表着不同的发育阶段:成年、近成年和幼年,对了解鹦鹉嘴龙的生长发育有着重要价值。详细的研究正在进行中。

## 3 鹦鹉嘴龙属种分异度的讨论

随着大量鹦鹉嘴龙化石的发现,已经发表的属种名称已达 3 属 14 种,但由于标本保存和个体发育上的差异问题,对这些属种名称的有效性的讨论从未间断过<sup>[3, 5, 6, 14, 15, 17]</sup>。目前被广泛认可的有效属种只有 1 属 7 种:*Psittacosaurus mongoliensis*<sup>[11]</sup>,



一成年个体头骨的侧视(a)和顶视(b)图;一近成年个体头骨的侧视(c)和顶视(d)图

图 1 *Psittacosaurus* 头骨化石的侧视和顶视图

Fig. 1 *Psittacosaurus* skulls, lateral and dorsal views

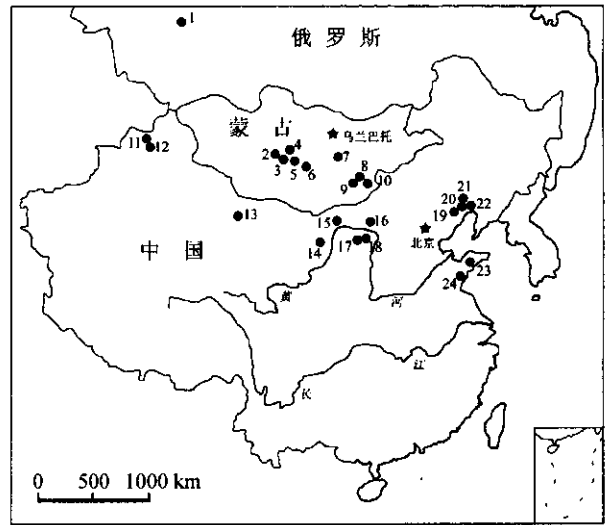
*P. sinensis*<sup>[21]</sup>, *P. xinjiangensis*<sup>[24]</sup>, *P. meileyingensis*<sup>[25]</sup>, *P. neimongoliensis*<sup>[17]</sup>, *P. ordosensis*<sup>[17]</sup>, *P. mazong-shanensis*<sup>[26]</sup>。其他的属种名称中,在内蒙和蒙古发现的 *Protiguanodon mongoliensis*, *Psittacosaurus osborni*, *P. tingi*, *P. guyangensis*, *Protiguanodon* cf. *P. mongoliensis*, 因其特征只是个体发育上的差异,且不能明显区别于 *Psittacosaurus mongoliensis*, 而被视为后者的同种异名<sup>[5, 6, 15]</sup>。山东莱阳的 *P. sinensis* 和 *P. youngi* 的化石产自同一地点的同一层位,并且彼此并没有明显的区别特征,应为同种异名,并根据命名优先律,将后者作为无效名称处理<sup>[3, 5, 6, 15, 17]</sup>。泰国的 *P. sattayarakii* 由于标本的下颌牙齿齿冠的舌面主脊基部未呈现鹦鹉嘴龙类特有的肿凸结构,并且与其他

角龍類也沒有明確特征聯系，因而無法確定其歸屬<sup>[6]</sup>。遼西產出的 *Hongshanosaurus houi* 的正型標本<sup>[28]</sup>（一幼年個體的头骨）和參考標本<sup>[29]</sup>（一成年個體的头骨），可能在化石保存過程中受到壓力而變形。這兩個頭骨嚴重地向後傾斜，致使其喙部拉長，外鼻孔、眼眶、后眶骨、下顳孔和方骨明顯地向後傾斜，后眶骨與鱗骨有明顯地錯動，顳骨-方顳骨-方骨區明顯的向下傾斜，而所謂的鑑定特征（喙部為頭長的一半、橢圓形的外鼻孔、眼眶和下顳孔都向後傾斜）皆應為后期變形所致。另外正型和參考標本都明顯的發育鸚鵡嘴龍屬的鑑定特征，例如，外鼻孔的腹邊緣高於眼眶的腹緣，鼻骨的前腹突低於外鼻孔並與喙骨相連接，前頷骨、上頷骨、泪骨和顳骨的骨縫近交於一點，眶前窗缺失，上頷骨發育瘤狀突起，下頷牙齒的齒冠明顯發育腫凸結構。因此該屬生物命名的有效性是值得懷疑的，有待進一步的研究予以澄清。

#### 4 鸚鵡嘴龍的地史地理分布特征

早白堊世鸚鵡嘴龍繁盛於亞洲東部地區（圖 2），其地理分布具有明顯的地域性。該類動物在我国的分布主要集中於山東的青山組、新疆准噶爾盆地的吐谷魯群、甘肅酒泉盆地的新民堡群、內蒙古鄂爾多斯盆地的伊金霍洛組和遼寧西部的熱河群。關於鸚鵡嘴龍的時代，過去只是泛泛的定為早白堊世，很不確切，不利於研究鸚鵡嘴龍的起源和演化歷史。Bratzeva 和 Novodvorskaja（1975）<sup>[13]</sup> 最早對 *P. mongoliensis* 正型標本的產出層位進行了孢粉組合帶的研究對比，認為該時代為早白堊世晚期阿普特期和阿尔必期（Aptian-Albian）。1993 年，Eberth et al.<sup>[32]</sup> 對內蒙古太博齊地區的含鸚鵡嘴龍層位進行了年代測定，利用 <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar 同位素測年法測定的年齡為（110 ± 0.52）Ma，因而表明太博齊地區含鸚鵡嘴龍層位的時代應為早白堊世晚期的阿尔必期（Albian）<sup>[32]</sup>。2001 年，Tang et al.<sup>[33]</sup> 對甘肅馬鬃山地區新民堡群的地層年代進行了生物地層學的研究，認為新民堡群底部的時代應限制在早白堊世晚巴雷姆期-阿普特期。這表明我国西北地區與蒙古的含鸚鵡嘴龍的層位基本一致。

近年來對熱河群的義縣組和九佛堂組化石層進行的 <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar 同位素測年結果顯示，九佛堂組頂部的年齡為（110.59 ± 0.52）Ma<sup>[32]</sup>，而義縣組陸家屯層頂部的年齡為（128.4 ± 0.2）Ma<sup>[34]</sup>。因此熱河群的時代可能限制在晚欧特里夫期-早阿普特期（late Hauterian-early Aptian）<sup>[12]</sup>。根據最近在哺乳動物方



1. Kemerovo; 2. Bulasutuin Khuduk; 3. Ondai Sair; 4. Khorur; 5. Oshih; 6. Ulan Osh; 7. Khuren Dukh; 8. Tsakurt; 9. Sharalin Ula; 10. Khamrin Us; 11. 德倫山; 12. 烏爾禾; 13. 馬鬃山; 14. 阿拉善中旗; 15. 太博齊; 16. 固陽; 17, 18. 鄂爾多斯; 19. 梅勒營子; 20. 四合屯 231 萊陽市改自, 北京, 1987<sup>[31]</sup>

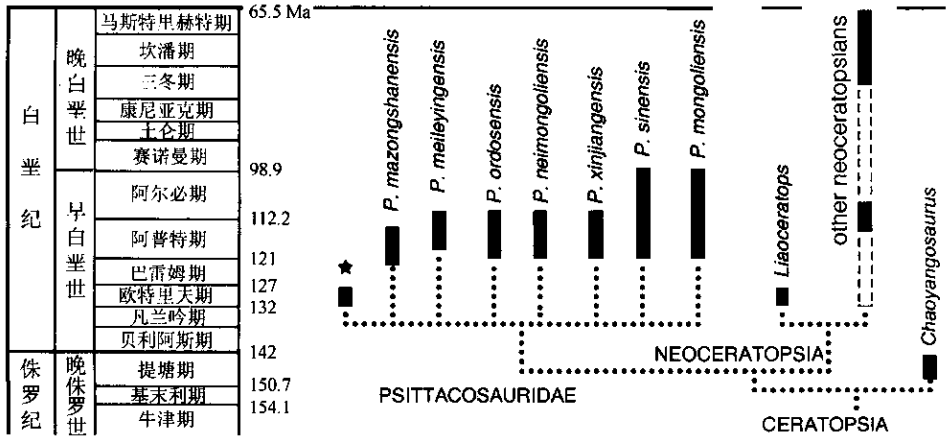
圖 2 鸚鵡嘴龍主要化石產地的分布圖

Fig. 2 Map showing geographic location of major psittacosaurid localities in East Asia

面的研究成果<sup>[35]</sup>，義縣組最底部陸家屯層應為欧特里夫階（132 ~ 127 Ma）。因此產自該層位的鸚鵡嘴龍代表該科最早的化石記錄，對研究鸚鵡嘴龍早期的起源和演化有着重要意義（圖 3）。縱觀鸚鵡嘴龍的地史分布，該演化支系最早出現於早白堊世的欧特里夫期，消失於早白堊世末的阿尔必期，明顯是一個地史分布很短的支系。

#### 5 鸚鵡嘴龍的系統位置

Osborn（1923）最初在建立鸚鵡嘴龍科時，並未明確該類恐龍科級以上的系統位置<sup>[1]</sup>；但是根據 *Psittacosaurus* 保存的骨骼周圍有圓形的甲片，誤認為其與甲龍類可能有親緣關係。同時根據 *Protiguanodon*（無效名稱）具有骨化的筋腱和胃石而誤認為該屬與禽龍 *Iguanodon* 有親緣關係，並且建議在禽龍科 *Iguanodontidae* 下面設 *Protiguanodontinae* 亞科。隨後於 1924 年，Osborn<sup>[36]</sup> 摒棄了他的 *Protiguanodontinae* 亞科，主張將 *Protiguanodon* 歸入鸚鵡嘴龍科，並將該科作為禽龍類的原始類群歸入鳥腳亞目。之後，Rozhdestvensky<sup>[14]</sup> 和 Romer<sup>[37]</sup> 等一些古生物學家已意識到鸚鵡嘴龍與角龍類可能的親緣關係。但直到 70 年代，Maryńska and Osmólska<sup>[38]</sup> 才正式把鸚鵡嘴龍科歸入到角龍亞目。她們指出影響



★为产自辽宁义县组陆家屯层的鸚鵡嘴龙化石新材料

图 3 鸚鵡嘴龙和新角龙类的时代分布和系统关系

Fig.3 Temporal distribution and relationships of psittacosaurids and neoceratopsians

识别鸚鵡嘴龙与角龙类亲缘关系的最大障碍,就是最初在鸚鵡嘴龙头骨的描述中,喙骨(rostral bone)被误鉴定为前颌骨<sup>[1,7,25]</sup>。在角龙亚目中,鸚鵡嘴龙类在骨骼特征上明显原始于其他角龙类。鸚鵡嘴龙类代表角龙类中的一个原始的亚类群已成为恐龙研究中的共识<sup>[3,5,6,15,39]</sup>。另外为了更明确地区分鸚鵡嘴龙和其他角龙类恐龙, Sereno<sup>[39]</sup>在角龙亚目中建立了一个新角龙类( Neoceratopsia ),包括鸚鵡嘴龙以外的角龙类恐龙,并与鸚鵡嘴龙组成角龙亚目中除朝阳龙之外的两个亚类群:鸚鵡嘴龙类和新角龙类(图 3)。如图 3 所示,鸚鵡嘴龙类与新角龙类构成姊妹群关系已广为接受,而朝阳龙与其他角龙类之间的关系仍有争议<sup>[9,40]</sup>。目前,鸚鵡嘴龙研究中的一个主要问题是解析该属的种间关系,而要解决这一问题需要进一步详细的特征普查和分析研究。

### 6 CT 扫描技术的应用

虽然对鸚鵡嘴龙类有较长的研究史,但是过去的研究大都局限在简单的形态描述和属种的鉴定,未能深入到内颅和腭部骨骼结构上的研究。传统上的化石研究通常是通过人工修理,但是这样往往容易损坏化石,且很难揭示化石头骨的内部结构。而 CT 扫描技术是利用 X 光的穿透能力来扫描化石的,在扫描的过程中,依据化石与围岩的密度差异,来呈现化石的形态结构<sup>[41]</sup>。因此利用 CT 扫描技术,可以对化石内部结构进行无创伤的研究。目前,该技术已成为当今古生物学研究的主要手段之一<sup>[41]</sup>,国际上已经开始利用 CT 扫描技术来研究鸚鵡嘴龙的内部构造,例如:美国俄亥俄大学的 Witmer 刚刚完

成对 *P. mongoliensis* 头骨标本的 CT 扫描工作;芝加哥大学的 Sereno 正在 UT-Austin(美国著名的 CT 扫描实验室)做鸚鵡嘴龙的扫描工作(Peter J. Makovicky, 个人交流)。

本文研究过程中尝试利用 CT 扫描和三维图像重建技术,对新近发现于辽西陆家屯的头骨和下颌进行分离(图 1a),以观察头骨腭面的结构特征。首先通过 CT 机(GE LightSpeed QX/I CT Scanner)的分层扫描,取得二维的系列切片图。然后逐层识别头骨和下颌,并借助计算机软件(Voxtool 3.0.40h)予以分离。最后将处理后的二维切片进行三维重建,从而得出头骨的三维复原图像(图 4)。该图清晰地展示了头骨的腭面结构特征,如次生腭的结构组成,内鼻孔的位置和大小,以及眶下孔(suborbital fenestra)的位置。这些特征可以用于研究鸚鵡嘴龙腭面结构形态发育情况,相关的研究正在进行中。

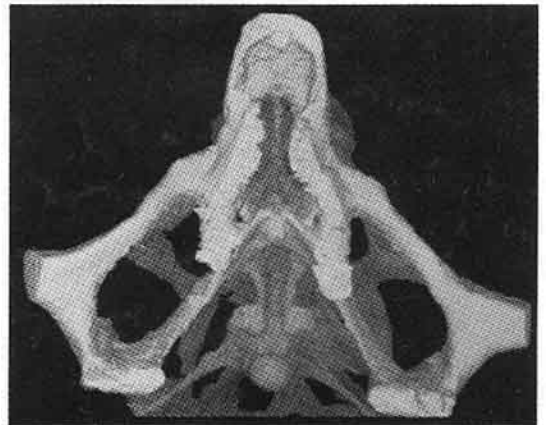


图 4 鸚鵡嘴龙头骨腭面的三维图像

Fig.4 Digital stereogram of a psittacosaur skull in palatal view

## 7 结 论

通过对鸚鵡嘴龍科內屬種分異度的剖析, 本文对紅山龍屬(*Hongshanosaurus*) 名称的有效性提出了质疑, 并对鸚鵡嘴龍的地史地理分布特征和演化历史进行了讨论。同时, 利用医学 CT 扫描和计算机辅助三维图像重建技术, 对鸚鵡嘴龍頭骨进行了三维图像的复原, 并揭示了该头骨腭面的形态结构, 为鸚鵡嘴龍的比较解剖学和发育生物学研究提供了新的特征信息。

## 参 考 文 献

- Osborn H F. Two Lower Cretaceous dinosaurs from Mongolia. *American Museum Novitates*, 1923, 95 :1-10
- Dong Z M. Early Cretaceous dinosaur faunas in China: an introduction. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 1993, 30 : 2 096-2 100
- Sereno P C. Psittacosauridae. In :Weishampel D B, Dodson P, Osmolska H. *The Dinosauria*. Berkeley: University of California Press, 1990. 579-592
- Remane J, Cita M B, Dercourt J, et al. (eds.) *International Stratigraphic Chart*. International Union of Geological Sciences, 2002
- 徐星, 赵喜进. 鸚鵡嘴龍化石研究及其地层学意义. 见: 王元青, 邓涛. 第七届中国古脊椎动物学学术年会论文集. 北京: 中国海洋出版社, 1999. 75—80
- Sereno P C. The Fossil Record, Systematics and Evolution of Pachycephalosaurs and Ceratopsians from Asia. In :Benton M J, Shishkin M A, Unwin D M, et al. *The Age of Dinosaurs in Russia and Mongolia*. New York: Columbia University Press, 2000. 480-516
- Zhou Z H, Barrett P M, Hilton J. An Exceptionally Preserved Lower Cretaceous Ecosystem. *Nature*, 2003, 421 : 807-814
- Zhao X J, Cheng Z W, Xu X. The Earliest Ceratopsian from the Tuchengzi Formation of Liaoning, China. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 1999, 19 :681-691
- Xu X, Makovicky P J, Wang X L, et al. A Ceratopsian Dinosaur from China and the Early Evolution of Ceratopsia. *Nature*, 2002, 416 :314-317
- Mayr G, Peters D S, Plodowski G, et al. Bristle-Like Integumentary Structures at the Tail of the Horned Dinosaur Psittacosaurus. *Naturwissenschaften*, 2002, 89 :363-365
- Meng Q J, Liu J Y, Varricchio D J, et al. Parental Care in an Ornithischian Dinosaur. *Nature*, 2004, 431 :145-146
- Hu Y M, Meng J, Wang Y Q, et al. Large Mesozoic Mammals Fed on Young Dinosaurs. *Nature*, 2004, 433 : 149-152
- Bratzeva T M, Novodorskaja N M. New Conchostraca from the Lower Cretaceous of Mongolia. *Fossil Fauna and Flora of Mongolia. The Joint Soviet-Mongolian Paleontological Expedition, Transaction*, 1975, 2 :205-209
- Rozhdestvensky A K. New Information concerning Psittacosaurus, Cretaceous Ornithopods. *Vorposy Geologii Azii, Izdatelstvo Akad Nauk SSSR*, 1955, 2 :783-788
- Coombs W P. Juvenile Specimens of the Ornithischian Dinosaur *Psittacosaurus*. *Palaeontology*, 1982, 25 :89-107
- Buffetaut E, Suteethorn V. A New Species of the Ornithischian Dinosaur *Psittacosaurus* from the Early Cretaceous of Thailand. *Palaeontology*, 1992, 35 :801-812
- Russell D A, Zhao X J. New Psittacosaur Occurrences in Inner Mongolia. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 1996, 33 :637-648
- Manabe M, Hasegawa Y. The Cretaceous Dinosaur Fauna of Japan. *Contributions from the Palaeontological Museum, University of Oslo*, 1991. 41-42
- Young C C. On Some New Dinosaurs from Western Suiyan Inner Mongolia. *Bulletin of the Geological Society of China*, 1931, 11 :259-266
- Bohlin B. Fossil Reptiles from Mongolia and Kansu. *The Sinoswedish Expedition, Publication 37, Vertebrata Palasiatica*, 1953, 37 :1-113
- 杨钟健. 山东莱阳恐龙化石. 见: 中国古生物志. 新丙种第 16 号. 1958. 39—52
- 赵喜进. 山东莱阳鸚鵡嘴龍一新种. *古脊椎动物与古人类*, 1962, 6 :349—360
- 程政武. 爬行类 Reptilia. 见: 内蒙古自治区地质局主编. 内蒙古固阳县煤盆地中生代地层及古生物. 北京: 地质科学出版社, 1983. 123—136
- Sereno P C, Chao S C. *Psittacosaurus xinjiangensis* (Ornithischia: Ceratopsia), a New Psittacosaur from the Lower Cretaceous of Northwestern China. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 1988, 8 :353-365
- Sereno P C, Chao S C, Cheng Z W, et al. *Psittacosaurus meileyingensis* (Ornithischia: Ceratopsia), a New Psittacosaur from the Lower Cretaceous of Northeastern China. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 1988, 8 :366-377
- Xu X. A New Psittacosaur (*Psittacosaurus mazongshanensis* sp. nov.) from Mazongshan Area, Gansu Province, China. In :Dong Z M. *Sino-Japanese Silk Road Dinosaur Expedition*. Beijing: China Ocean Press, 1997. 48-67
- Brinkman D B, Eberth D A, Ryan M J, et al. The Occurrence of *Psittacosaurus Xinjiangensis* Sereno and Chow, 1988 in the Urho Area, Junggar Basin, Xinjiang, People's Republic of China. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 2001, 38 :1 781-1 786

- 28 You H L, Xu X, Wang X L. A New Genus of Psittacosauridae ( Dinosauria : Ornithopoda ) and the Origin and Early Evolution of Marginocephalian Dinosaurs. *Acta Geologica Sinica*, 2003, 77 :15-20
- 29 You H L, Xu X. An Adult Specimen of *Hongshanosaurus houi* ( Dinosauria : Psittacosauridae ) from the Lower Cretaceous of Western Liaoning Province, China. *Acta Geologica Sinica*, 2005, 79 :168-173
- 30 徐星,汪筱林. 辽宁义县组鸚鵡嘴龙(鸟臀目,角龙亚目)新材料及其地层学意义. *古脊椎动物学报*, 1998, 36 :147—158
- 31 Sereno P A. The Ornithischian Dinosaur Psittacosaurus from the Lower Cretaceous of Asia and the Relationships of the Ceratopsia. [ Ph. D. dissertation ]. New York : Columbia University, 1987
- 32 Eberth D A, Russell D A, Braman D R, et al. The Age of the Dinosaur-Bearing Sediments at Tebch, Inner Mongolia, People's Republic of China. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 1993, 30 :2 101-2 106
- 33 Tang F, Luo Z X, Zhou Z H, et al. Biostratigraphy and Palaeoenvironment of the Dinosaur-Bearing Sediments in Lower Cretaceous of Mazongshan Area, Gansu Province, China. *Cretaceous Research*, 2001, 22 :115-129
- 34 王松山,胡华光,李佩贤,等. 再论辽西四合屯脊椎动物生存时代 :Ar-Ar 年龄证据. *岩石学报*, 2001, 17 : 663—668
- 35 Li C K, Wang Y Q, Hu Y M, et al. A New Species of *Gobiconodon* ( Triconodonta, Mammalia ) and Its Implication for the Age of Jehol Biota. *Chinese Science Bulletin*, 2003, 48 :1 129-1 134
- 36 Osborn H F. *Psittacosaurus* and *Protiguanodon* : Two Lower Cretaceous Inguanodonts from Mongolia. *American Museum Novitates*, 1924, 127 :1-16
- 37 Romer A S. *Osteology of the Reptilia*. Chicaco : The University of Chicaco Press, 1956
- 38 Martańska T, Osmólska H. Protoceratopsidae( Dinosauria ) of Asia. *Palaeontologica Polonica*, 1975, 33 :133-182
- 39 Sereno P C. Phylogeny of the Bird-Hipped Dinosaurs ( Order Ornithischia ). *National Geographic Research*, 1986, 2 :234-256
- 40 Sereno P C. The Evolution of Dinosaurs. *Science*, 1999, 284 :2 137-2 147
- 41 Rowe T, Brochu C A, Colbert M, et al. Introduction to Alligator : Digital Atlas of the Skull. In : Rowe T, Brochu C A, Kishi K. *Cranial Morphology of Alligator Mississippiensis and Phlogeny of Alligatoidea*. Society of Vertebrate Paleontology, 1999, *Memoir* 6 :1-8

\* \* \* \* \*

## 王选教授与北大学报二、三事

王选教授曾任《北京大学学报(自然科学版)》第二、三、四届编委会的编委,时间长达 20 年之久(1985-03—2005-03),他对学报的工作一直是非常关心和支持的。

1995 年 3 月份,他于百忙之中欣然接受了中国高校学报(自然科学版)研究会的邀请,为会员们作了一个上午的学术报告,详细讲解了激光照排技术的原理和实现方式,并且第二天还专门让他的夫人陈堃铎教授再次来到学会,听取大家对使用方正排版软件的意见。

1997 年,学报准备在第 6 期上开辟一个纪念张龙翔教授逝世一周年的专栏,约请王选教授写一点纪念性文字,他非常痛快地答应了,并很快将《追忆张龙翔先生对七四八工程的扶持》一文交到编辑部。文章通过回忆张龙翔教授在激光照排技术艰苦创业时给予的大力支持,也详实地记载了这项工作艰难曲折的开拓、发展历程,具有非常珍贵的史料价值。此外,王选教授还向学报推荐了计算机研究所两位青年研究人员的论文:周秉锋的《一个基于线性变换的数字图像自由拉伸算法》和李平立的《排版软件的扩展接口技术初探》,更加丰富了这期纪念专栏的内容。1998 年学报出版《百年校庆纪念专刊》(1998 年第 2、3 期合刊)之际,也曾向王选教授约稿。他又积极地推荐了计算机研究所郭宗明的文章《图像区域分割和映射在动画序列图自动着色中的应用》。他推荐的这 3 篇文章发表后都被国际权威检索数据库 Ei 和 SA 收录。

王选教授不是以空泛或美丽的言辞而是以切实的行动支持了学报的工作,为学报的发展做出了贡献。这从一个侧面进一步印证了:王选教授无论是人格还是才学,都是一位能引发人们发自内心崇敬的大师。王选教授与他开创的事业都将在人类历史上留下浓重的一笔!

(撰文 陈进元)