

## 山东诸城晚白垩世恐龙动物群研究进展

张艳霞

(山东诸城市恐龙文化研究中心, 山东 诸城 262200)

**摘要:**自从20世纪60年代初在山东诸城发现第一具恐龙骨架“巨型山东龙”以来,一系列具有代表性的恐龙骨骼化石在诸城白垩纪地层中被发现,特别是埋藏于诸城晚白垩世地层中恐龙骨骼化石群,最为引人注目。目前研究发现了包括鸭嘴龙类、角龙类、暴龙类等在内的多种恐龙类型,为丰富我国东部白垩纪恐龙动物群的研究提供了新的宝贵材料。该文系统总结和归纳了近些年来在诸城晚白垩世地层中发现的恐龙骨骼化石及其所代表的恐龙动物群类型的研究成果,同时又提出了目前依然存在的一些亟待解决的关键问题和研究意义,有助于下一步更好的深入研究诸城晚白垩世恐龙动物群。

**关键词:**恐龙动物群;晚白垩世;化石;诸城

**中图分类号:**Q915;P534.53

**文献标识码:**A

## 0 引言

20世纪50年代末,杨钟健等在山东莱阳发现了产于晚白垩世王氏群的青岛龙<sup>[1]</sup>。60年代初,“巨型山东龙”又在距莱阳之南西200余千米的诸城盆地被发现<sup>[2]</sup>。近年来,不断有恐龙骨骼或遗迹化石在山东白垩纪地层中发现。这其中以诸城地区晚白垩世地层内发现的恐龙骨骼化石最为引人注目。2008年以来,当地政府和有关科研单位共同对诸城盆地多达30处的化石点进行了大面积挖掘,发现了迄今国内最大规模的恐龙化石埋藏地质奇观,埋藏总面积达1600 km<sup>2</sup>,并且化石埋藏量丰富,富集程度高,而且同时还埋藏有恐龙蛋化石和恐龙足迹化石。也正因此,山东诸城被古生物学家誉为“世界恐龙化石宝库”。

目前研究发现,诸城地区恐龙骨骼化石具有个体大、数量多、密度高、石化程度好,化石的典型性、稀有性及代表性非常突出的特点。恐龙种类包括鸭嘴龙、角龙、霸王龙、甲龙、虚骨龙、秃顶龙和鹦鹉嘴龙,骨骼化石中又主要以鸭嘴龙类占绝大多数(90%以上),包括股骨、肱骨、肋骨、胫骨和肩胛骨等,最大者数米长,小者十余厘米,更有无数的细小骨骼化石残片。另外还见鳄类牙齿和甲片、龟鳖类

甲片等。这些骨骼化石对于进一步研究晚白垩世恐龙的分布、演化、迁徙、灭绝以及古气候、古地理、古环境变迁等都具有极其重要的科学价值。该文主要通过总结和归纳近些年来在诸城晚白垩世地层中发现的恐龙骨骼化石及其所代表的恐龙动物群类型的研究成果,进一步证明在我国东部的晚白垩世时期曾经繁衍着一支庞大的恐龙动物群,这对于研究中国北方、乃至东亚地区白垩纪动物群构造、生活习性、生物古地理与生态环境以及古地理重建都具有极其重要的科学意义,同时对晚白垩世末期恐龙最终绝灭的相关问题研究也具有启示意义。

## 1 地质背景

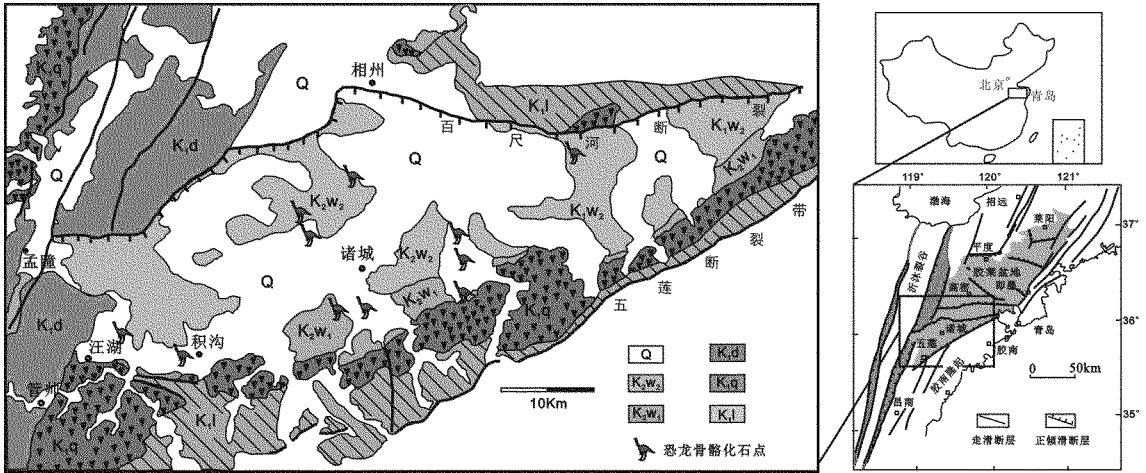
研究区位于山东半岛东部,属于胶莱盆地南部的诸城断陷盆地,盆地内主要发育白垩纪至新生代的诸城断陷盆地,盆地内主要发育白垩纪至新生代地层<sup>[3,4]</sup>。白垩系由下至上为早白垩世莱阳群河流和湖相碎屑岩,青山群中、酸性火山岩与火山碎屑岩以及产于青山群之中由河湖相沉积组成的大盛群;晚白垩世王氏群包括林家庄组、辛格庄组和红土崖组,以紫、杂色洪、冲积相沉积为主。辛格庄组顶部为滨湖相砂岩、粉砂岩及似古土壤(灰质土)的韵律,红土崖组下部、中部为冲积扇-辫状河相砂岩、砾岩互层,顶部夹零星出露的玄武岩<sup>[5]</sup>, Ar-Ar 年龄

收稿日期:2014-02-25;修订日期:2014-04-01;编辑:曹丽丽

作者简介:张艳霞(1982—),女,山东诸城人,馆员,主要从事恐龙化石的科研科普工作;E-mail:yanxiazhangzxw@126.com。

为73.5 Ma(图1)<sup>[6,7]</sup>。诸城盆地恐龙化石主要产于晚白垩世王氏群中、上部,即位于下部湖相砂岩、粉砂岩-似古土壤韵律与上部冲积扇-辫状河流相过

渡部位(红土崖组底部和辛格庄组顶部),由下至上发育有多个化石层位,且以诸城库沟-龙骨涧与臧家庄等地化石埋藏量巨大。



1—第四系;2—王氏群上段;3—王氏群下段;4—大盛群;5—青山群;6—莱阳群;7—主要恐龙化石产地

图1 研究区位置及区域地质-构造特征

## 2 诸城恐龙动物群类型及特征

### 2.1 鸭嘴龙类

到目前为止,诸城发现的3种鸭嘴龙全部属于鸭嘴龙科中的鸭嘴龙亚科,鸭嘴龙亚科恐龙的特征是头顶没有冠饰(图2)。

#### 2.1.1 巨型山东龙

山东龙属:*Shantungosaurus* Hu, 1973

属型种:巨型山东龙 *Shantungosaurus giganteus* Hu, 1973。

中国地质博物馆胡承志等利用诸多的骨骼化石装架起了一具长15 m,高8 m的巨型山东龙骨架(图2a)。它不仅是当时世界上已发现鸭嘴龙类中最高大的,同时也是鸟臀类中最高大的个体,而巨型山东龙也是世界上发现最早的晚白垩世早期鸭嘴龙,为晚白垩世早期鸭嘴龙研究提供了材料。巨型山东龙头骨长,后部宽而高,顶面较平,额骨中间向下凹入。齿骨牙列长,有60~63个齿沟,牙前的无牙齿部分较长。荐部脊椎由10个脊椎骨组成,在鸭嘴龙亚科的其他各属中没有超出9个数目的。个体很大,全长14 m以上<sup>[8]</sup>。

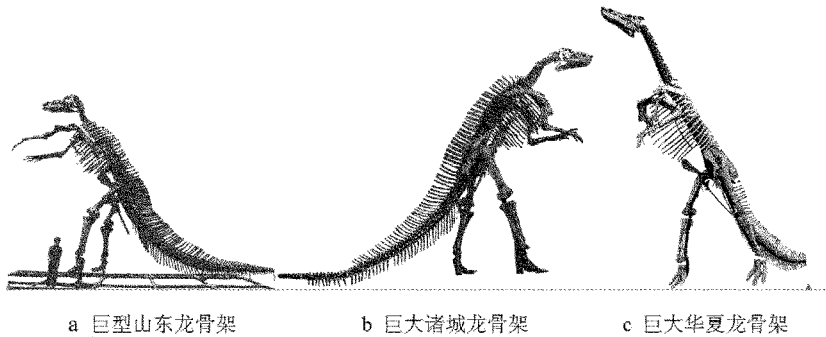


图2 鸭嘴龙类骨架

其生活习性,根据胡承志等<sup>[2]</sup>和赵喜进等<sup>[9]</sup>的研究,巨型山东龙躯体庞大笨重,不善于奔跑或快步行走;其尾巴大而长,站立时可与后肢一起支撑身体。除此外,其还是“两栖型”恐龙,既可以在陆地

行走,也可以在水中活动,以躲避捕食者的攻击;又是“杂食性”恐龙,主要以植物为食,也可捕食水中的螺、蚌和小鱼。而季燕南<sup>[10]</sup>则认为巨型山东龙属陆栖性、群居性、植食性恐龙,生活在气候温暖、雨水

充沛、植被繁茂的低山或丘陵地区。

### 2.1.2 巨大诸城龙

诸城龙属:*Zhuchengosaurus* Zhao, 2007。

属型种:巨大诸城龙 *Zhuchengosaurus maximus* Zhao, in Zhao et al. 2007。

1989年5月,由中国科学院古脊椎动物与古人类研究所研究员赵喜进带队在诸城恐龙洞发掘并于1992年5月装架起的一具鸭嘴龙化石骨架(图2b),并将其命名为“巨大诸城龙”,高9.1 m,长16.6 m,是当时世界最高大的鸟脚类个体。

与巨型山东龙相似,整体上身体庞大,前肢短小,后肢发达。但有些特征存在明显不同。诸城龙荐椎由9个椎体组成,其腹面较平,无明显直沟,在中央处有不明显凹陷。而山东龙的荐椎具有10个椎体,腹面直沟明显。另外诸城龙的身体脊椎骨的数目相对多,各部位的椎体数目、类型均不同,身体长于山东龙。上颌骨呈粗壮三角形,下颌骨高,底部平直,下牙床薄,牙列稍长于前端无牙部分<sup>[9]</sup>。但是也有学者根据巨型山东龙和巨大诸城龙的产出状况、骨骼结构和个体发育特征,认为两者为同物异名,认为巨大诸城龙 *Zhuchengosaurus gigantus* 是一无效名称,应予取消<sup>[10]</sup>。

### 2.1.3 巨大华夏龙

华夏龙属:*Huaxiaosaurus* Zhao, 2011。

属型种:巨大华夏龙 *Huaxiaosaurus aigahtens* Zhao, in Zhao et al. 2011。

巨大华夏龙由10个椎骨愈合在一起组成,而巨

大诸城龙则是9个椎骨连接在一起;这些较明显的特征说明,巨大华夏龙与巨型山东龙是比较接近的,但是又有所不同(图2c)。巨大华夏龙头骨硕大而窄长,头骨顶面下陷明显,顶面后端下陷11 cm,前端下陷5 cm,这一特征与其他鸭嘴龙相比较有明显不同,巨型山东龙和巨大诸城龙都是顶面平。巨大华夏龙荐椎腹面较平整,不突出,而巨型山东龙腹面有较深的纵沟<sup>[11]</sup>。

按照比较解剖学,经过7具同类型骨骼比较筛选和组合,装架后的躯体,其特征巨大,是目前世界上最长最高的鸭嘴龙,是继巨型山东龙和巨大诸城龙之后又一新的发现。巨大华夏龙头小,颈细,以植物为食。

## 2.2 角龙类

诸城目前共发现了5种角龙类的恐龙化石,包括新角龙类、角龙科及纤角龙科。

### 2.2.1 诸城中国角龙

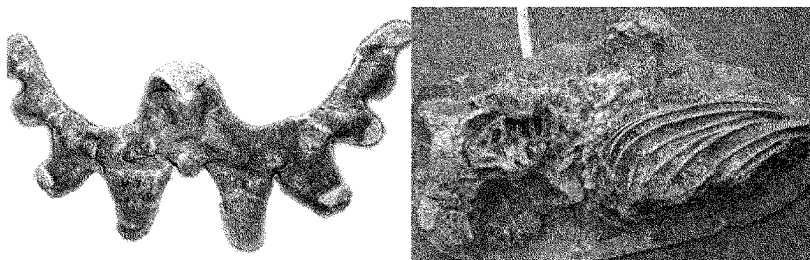
角龙科:*Ceratopsidae* Marsh, 1888。

尖角龙亚科:*Centrosaurinae* Lambe, 1915。

中国角龙属:*Sinoceratops* Xu, 2010。

属型种:诸城中国角龙 *Sinoceratops zhuchengensis* Xu, in Xu et al. 2010。

诸城中国角龙体型大,顶骨后缘至少有10个粗壮、弯曲的角形突起,鳞骨有至少4个角形突起。与其他尖角龙区别:眶前孔前有一巨大的附属孔,顶骨外缘轻微褶皱,颈盾缘骨突基座宽大(图3a)<sup>[12]</sup>。



a 诸城中国角龙骨骼化石

b 意外诸城角龙骨骼化石

图3 角龙类化石

诸城中国角龙是角龙科在北美以外地区的首次发现。此前,所有其他晚白垩世北美恐龙类群在亚洲都有发现,唯独缺乏角龙科,诸城中国角龙的发现填补了这一空白,解决了这一恐龙动物地理学上的难题。诸城中国角龙属于尖角龙的原始类型,体型比其他尖角龙大,与原始的开角龙大小相似,在其他

特征上也更加类似于开角龙,所以,它的出现模糊了这两类角龙的分类界限,且为研究角龙科的起源提供了重要的信息,支持了大型角龙起源于亚洲的假说。

### 2.2.2 意外诸城角龙

纤角龙科:*Leptoceratopsidae* Nopcsa, 1923。

诸城角龙属:*Zhuchengceratops* Xu, 2010。

属型种:意外诸城角龙 *Zhuchengceratops inexpectatus* Xu. in Xu et al. 2010。

意外诸城角龙属于纤角龙类,有如下独有衍征:上颌骨具有一具齿腹后枝,下颞高且薄,下颞表面还具2大孔,这两孔被齿骨与夹板骨接口处的弯脊所分开,前齿骨近于垂直,齿骨前缘比喙状突深,麦氏沟上覆盖有齿骨和夹板骨,前端比后端宽,上隅骨在关节窝之前的位置有一特殊孔,从侧面看,上隅骨有一背前枝深入齿骨,与关节窝之前的半月窝相关节,内视夹板骨背缘成步进式,颈肋分叉,有一显著的背向枝(这点其他角龙没有)(图3b)<sup>[13]</sup>。

意外诸城角龙的许多特征与角龙科恐龙十分相似。意外诸城角龙是纤角龙科中的进步属种,它的发现增加了纤角龙科恐龙种群之间的个体差异和分异度,表明纤角龙科恐龙在晚白垩世时是与角龙科恐龙同时存在的进化比较成功的种群。从这两类恐龙下颞和牙齿特征之间的比较来看,这两类近亲世系恐龙可能是由于个体之间食性的差异进而在漫长的演化中逐渐分道扬镳,进化为不同的种群,同时生存在晚白垩的地球陆地上。

### 2.2.3 其他角龙类

#### (1) 纤角龙类

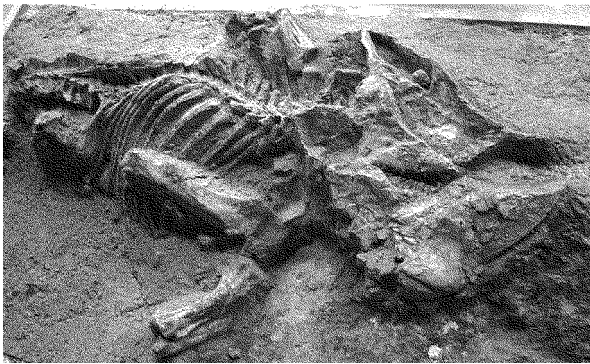


图4 纤角龙类化石

该纤角龙类的外表类似其他新角龙类,并且亲缘关系近,但体型通常较小、较为原始。诸城发现了一具保存完好的纤角龙类骨架(图4),代表一个新属种,它的发现将会增加纤角龙类恐龙的多样性,说明角龙类化石种群间特征差异的复杂程度要比之前所认为的要大得多。化石尚在研究中。

#### (2) 新角龙类

诸城发现的一个关联的小型角龙部分骨架,主要保存腰带和尾椎部分,属于新角龙类当中一个相

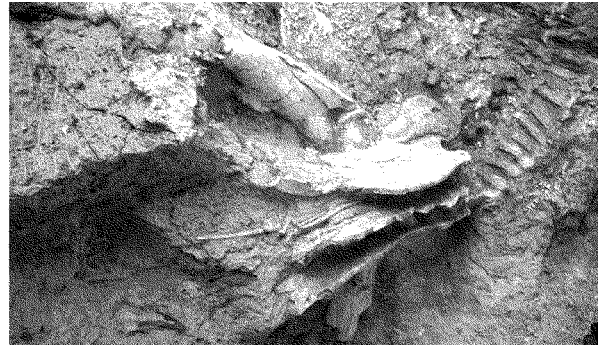


图5 新角龙类化石

对进步的新属种(图5)。化石尚在研究中。

#### (3) 角龙类幼年个体化石



图6 两具角龙幼年个体化石

诸城发现的两具几乎完整的角龙骨架集体埋藏,它们代表角龙类的幼年个体,对角龙类个体发育研究具有重要意义(图6)。角龙幼体完整、非单一个体的集体埋藏证实角龙在年幼的时候可能是在同一个巢穴内群体生活;成年的角龙会对幼体进行一段时间抚育保护,直至恐龙幼体身体足够大才会离开父母的保护,独立生活。从巢穴内小角龙的数量分析,这种角龙只繁育数量不多的后代,精心抚养,死亡率较低,而不是繁育数量庞大的后代而不对后代进行抚育,化石尚在研究中。

### 2.3 兽脚类

兽脚类恐龙中的暴龙科是肉食性恐龙的代表,化石证据表明,暴龙是曾经生存过的最大的食肉动物。诸城发现了3种暴龙科恐龙及1种小型虚骨龙。

#### 2.3.1 诸城霸王龙

兽脚目:*Theropoda* Marsh, 1881。

暴龙科:*Tyrannosauridae* Osborn, 1905。

霸王龙属:*Tyrannosaurus* Osborn, 1905。

诸城霸王龙: *Tyrannosaurus zhuchengensis* Hu, in Hu et al. 2001。

牙齿、第IV脚掌与雷克斯暴龙相近,胡承志<sup>[14]</sup>曾将其鉴定为雷克斯暴龙的相似种,后来胡承志等<sup>[2]</sup>认为这两类生物之间存在一定的形态差别,诸城霸王龙的第IV脚掌骨略小,近端内侧宽于外侧部分,内侧深窝更深,下半部折起的直棱在正中位置,这些与雷克斯暴龙存在差异。这是诸城首次发现的暴龙科恐龙。

### 2.3.2 巨型诸城暴龙

兽脚目: Theropoda Marsh, 1881。

暴龙科: Tyrannosauridae Osborn, 1905。

暴龙亚科: Tyrannosaurinae Matthew and Brown, 1922。

诸城暴龙属: *Zhuchengtyrannus* Hone, 2011。

巨型诸城暴龙: *Zhuchengtyrannus magnus* Hone, in Hone et al. 2011。

巨型诸城暴龙上颌骨上升突基部的侧面有一水平的突架,上颌窝孔前缘有一圆形凹痕,及一些独特的特征组合:眶前孔的腹边缘的位置远远高于眶前窝的腹边缘。上颌骨孔的前后长度超过了眶前窝与眶前孔之间距离的一半,这些特征都区别于暴龙类的其他属种<sup>[15]</sup>(图7)。

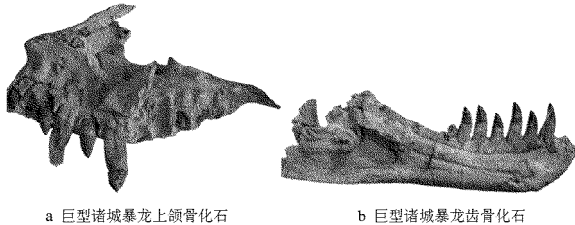


图7 巨型诸城暴龙上颌骨与齿骨化石<sup>[15]</sup>

巨型诸城暴龙是亚洲已知最大的肉食性恐龙之一,和蒙古的特暴龙及北美的霸王龙有着很近的亲缘关系,是诸城地区白垩纪晚期的顶级掠食者。它的发现增加了亚洲地区暴龙的多样性,使东亚的坎帕阶的大型暴龙的多样性与北美相同的时间多样性类似,说明了大量大型的食肉动物能同时生活在晚白垩世的陆地生态系统中。

### 2.3.3 暴龙科

诸城晚白垩世王氏群发现一个有着几个替换齿的几近完整齿骨。根据化石特征推断,这种暴龙应属于暴龙科的一个新种,这种暴龙牙齿厚度介于非

常强壮的霸王龙牙齿和比较弱的分支龙牙齿之间,它可能是这个世系更加原始的类型(图8)。这种暴龙的体型要比其他暴龙科恐龙小,瘦长齿骨骨后部没有强烈膨胀,这些都进一步说明了晚白垩世亚洲存在着体型瘦长霸王龙这一独特世系。



图8 瘦长型暴龙齿骨化石

这种体型瘦长暴龙的发现,增加了暴龙科恐龙的分异度,意味着亚洲暴龙科比北美暴龙科在形态差距上更大。已知的化石记录显示晚白垩世暴龙科的分异度北美洲大于亚洲,而其他兽脚类的分异度亚洲大于北美洲,呈现明显的矛盾。这项新发现说明亚洲暴龙科的分异度低是与化石记录的获取有关。

### 2.3.4 虚骨龙类

虚骨龙类包括鸟类以及所有与鸟类亲缘关系接近的兽脚类恐龙,因骨骼中空而得名,暴龙类以及大部分小型肉食性恐龙都属于虚骨龙类。诸城市晚白垩世王氏群中发现的虚骨龙类股骨化石(图9)很可能是虚骨龙类当中相对进步的手盗龙类的股骨,为研究鸟类起源提供了信息。



图9 虚骨龙类股骨化石

## 2.4 甲龙类

甲龙是一类以植物为食、全身披着“铠甲”的恐龙。甲龙体宽、颈短,四肢粗短、身体强壮,背部覆盖着厚厚的鳞甲,背上有两排刺,头顶有一对角,有尾锤。根据发现于诸城臧家庄地区甲龙椎体与肠骨化石,复原后的甲龙体长10 m,高2 m左右,代表甲龙类的一个新属种。

## 2.5 蜥脚类

蜥脚类恐龙一般身体巨大,是恐龙当中体型最大的类群。诸城的蜥脚类恐龙却反其道而行之,根据发现的股骨与胫骨化石复原后,体型相比于同一地区的鸭嘴龙都略小。蜥脚类不同于兽脚类和鸟脚

类,它的胫骨明显短于股骨,表明蜥脚类奔跑速度相对较慢。

## 2.6 龟鳖类

东武山东龟

龟鳖目:Order Testudines Linnaeus,1758。

曲颈龟亚目:Suborder Cryptodira Cope,1868。

陆龟总科:Superfamily Testudinoidea Batsch,1788。

林得霍姆龟科:Family Lindholmedyidae Chkhikvazde in Shuvalov and Chkhikvazde,1975。

山东属:*Shandongemys* Li,2013。

东武山东龟:*Shandongemys dongwuican* Li,in Li et al.2013。

东武山东龟标本已成年或接近成年。东武山东龟属于林得霍姆龟科,与林得霍姆龟科其他成员不同的是,它有3个几乎全部包在腹甲内的宽阔下缘板;与同属于林得霍姆龟科的 *Mongolemys* 相比,它的甲壳更宽,背甲被平行的粗糙脊和结点所覆盖,前部椎板和缘板缺失,腹甲宽,前叶短,向后收敛的后叶宽于靠近前叶末端的内腹板和胸盾沟<sup>[16]</sup>(图10)。

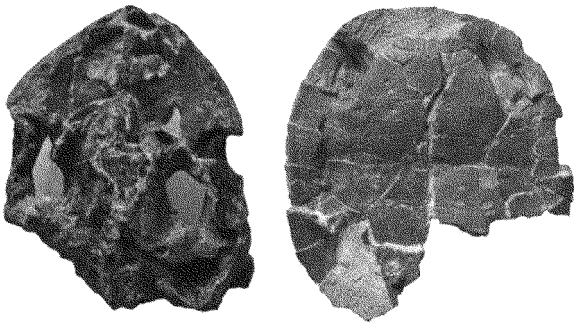


图10 东武山东龟化石<sup>[16]</sup>

尽管在蒙古地区发现了大量白垩纪晚期和古新世时期的林得霍姆龟类化石,但有关林得霍姆龟的记录在中国是非常少见的。东武山东龟的发现增加了林得霍姆龟科种群之间的个体差异和分异度,对于研究林得霍姆龟科的演化具有重要意义。此次东武山东龟的发现,不仅丰富了诸城动物群中爬行动物的类群,而且为还原古环境提供了全新的线索。

## 2.7 蚌类化石

诸城王氏群地层中发现了多个蚌类化石,蚌类生活在河流或湖泊中,这为复原诸城的古地理提供了新的材料。另外,蚌类通过生长快慢来反映气候

变化,年生长纹的宽度和类似气温和降水这样的环境变化因素有关,因此蚌类的外壳能提供存活期间有关气候变化的长期且连续的记录,这将为研究诸城地区晚白垩世的气候变化提供新的资料(图11)。

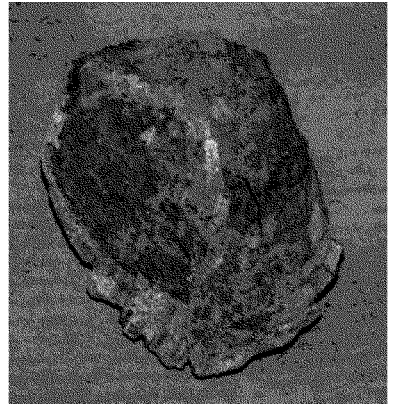


图11 蚌类化石

## 3 存在问题及研究意义

从目前的研究程度来看,现已发现包括鸭嘴龙类、角龙类、甲龙类等多个恐龙属种类型,但是这些不同属种的恐龙类群是迁徙而来,还是“土著”的?如果是迁徙而来,从哪而来?与在诸城发现的早白垩世早期的大规模恐龙足迹所代表的恐龙动物群之间的关系如何<sup>[17]</sup>?埋藏学方面,虽然已经开展了一些初步的研究,取得了一些认识<sup>[18,19]</sup>,但是这些以异地埋藏方式保存于此的恐龙骨骼化石到底来源于哪儿?它的埋藏特征又反映了当时怎么样的一种古地理和古环境?在埋藏层位及时代上,诸城臧家庄、龙骨涧、西见屯、库沟4个主要恐龙化石集群埋藏层的相对层位关系?骨骼化石发育层的精确时代?诸城骨骼化石层与远在几百千米以外莱阳的青岛龙的层位关系如何?等等。鉴于诸城晚白垩世地层内恐龙骨骼化石及其相关问题仍有很多未解之谜,因此还需要对其开展深入的调查和研究。而这些问题的研究和解释,对于更好地了解我国东部乃至东北亚地区晚中生代恐龙动物群的生活习性及其系统演化,重建古生态系统,复原古地理与古环境,以及晚白垩世末期恐龙最终走向绝灭的原因等问题的研究都具有重要的科学意义。

## 参考文献:

- [1] 杨钟健.中国古生物志(142册),新丙种(16号)[M].北京:科学出版社,1985:1-138.

- [2] 胡承志,程政武,庞其清,方晓思. 巨型山东龙[M]. 北京:地质出版社,2001:1-139.
- [3] 施炜,张岳桥,董树文,等. 山东胶莱盆地构造变形及形成演化——以王氏群和大盛群变形分析为例[J]. 地质通报,2003,22(5):325-334.
- [4] 张岳桥,李金良,张田,等. 胶莱盆地及其邻区白垩纪—古新世沉积构造演化历史及其区域动力学意义[J]. 地质学报,2008,82(9):1229-1257.
- [5] 山东省第四地质矿产勘查院. 山东省区域地质志[M]. 济南:山东省地图出版社,2003:1-970.
- [6] 闫峻,陈江峰,谢智,高天山, FlandKA,张希道,刘明伟. 鲁东晚白垩世玄武岩及其中幔源包体的岩石学和地球化学研究[J]. 岩石学报,2005,21(1):99-112.
- [7] 闫峻,陈江峰,谢智,周泰禧. 鲁东晚白垩世玄武岩中的幔源捕虏体:对中国东部岩石圈减薄时间制约的新证据[J]. 科学通报,2003,48(14):1570-1574.
- [8] 胡承志,程政武. 巨型山东龙再研究的新进展[J]. 中国地质科学院院报,1986,(14):163-170.
- [9] 赵喜进,李敦景,韩岗,等. 山东的巨大诸城龙[J]. 地球学报,2007,28(2):111-122.
- [10] 季燕南. 巨型山东龙的系统分类、生活习性与生态环境研究[J]. 地学前缘,2010,17(1):378-385.
- [11] 赵喜进,王克柏,李敦景. 巨大华夏龙[J]. 地质通报,2011,30(11):2-18.
- [12] XuXing, Wang Kebai, Zhao Xiji, Li Dunjing. First ceratopsid dinosaur from China and its biogeographical implications[J]. Chinese Sci. Bull., 2010, 55(16): 1631-1635.
- [13] Xu Xing, Kebai Wang, Xijin Zhao, Corwin Sullivan, Shuqing Chen. A New Leptoceratopsid (Ornithischia: Ceratopsia) from the Upper Cretaceous of Shandong, China and Its Implications for Neoceratopsian Evolution[J]. PLoS ONE, 2010, 5(11): 1-14.
- [14] 胡承志. 山东诸城巨型鸭嘴龙化石[J]. 地质学报, 1973, (2): 179-206.
- [15] Hone D. W. E., Kebai Wang, Corwin Sullivan, Xijin Zhao, Shuqing Chen, Dunjin Li, Shuan Ji, Qiang Ji, Xing Xu. A new large tyrannosaurine theropod from the Upper Cretaceous of China [J]. Cretaceous Research, 2011, 32:195-503.
- [16] Lu Li, Haiyan Tong, Kebai Wang, Shuqing Chen, Xing Xu. Lindholmemydid turtles (Cryptodira: Testudinoidea) from the Late Cretaceous of Shandong Province, China [J]. Annales de Paléontologie, 2013, 99: 243-259.
- [17] 许欢,柳永清,旷红伟,等. 山东诸城早白垩世中期超大规模恐龙足迹群及其古地理与古生态[J]. 古地学报,2013,15(4):467-488.
- [18] 柳永清,旷红伟,彭楠,等. 鲁东诸城地区晚白垩世恐龙集群埋藏地沉积相与埋藏学初步研究[J]. 地质论评,2010,56(4):457-468.
- [19] 柳永清,旷红伟,彭楠,等. 山东胶莱盆地白垩纪恐龙足迹与骨骼化石埋藏沉积相与古地理环境[J]. 地学前缘,2011,18(4):9-24.

## Research Development of Dinosaur Fauna in Late Cretaceous in Zhucheng City of Shandong Province

ZHANG Yanxia

(Zhucheng Dinosaur Culture Research Center, Shandong Zhucheng 262200, China)

**Abstract:** Since the first dinosaur skeleton "*Shantungosaurus giganteus*" was discovered in 1960s, a series of representative dinosaur-bone fossils have been found in Cretaceous strata in Zhucheng area of Shandong province, especially the dinosaur-bone fossils bearing in the Late Cretaceous. Recently, abundant of dinosaur fossils, including Hadrosaurs, Ceratopsia, Tyrannosaurs etc. have been found and studied, which are new valuable materials for further research on dinosaur fauna living in late Cretaceous period in eastern China. In this article, research achievements about dinosaur fossils and related dinosaur fauna in Zhucheng region have been summarized, and some key questions which should be solved immediately have been put forward as well. It will contribute to further study on dinosaur fauna.

**Key words:** Dinosaur fauna; Late Cretaceous period; Fossils; Zhucheng city