

山东晚白垩世一新的巨龙类恐龙

莫进尤¹, 王克柏², 陈树清², 王培业², 徐星³

MO Jinyou¹, WANG Kebai², CHEN Shuqing², WANG Peiye², XU Xing³

1. 广西自然博物馆, 广西南宁 530012;

2. 诸城恐龙文化研究中心, 山东诸城 262200;

3. 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

1. *Natural History Museum of Guangxi, Nanning 530012, Guangxi, China;*

2. *Zhucheng Dinosaur Culture Research Center, Zhucheng 262200, Shandong, China;*

3. *Key Laboratory of Vertebrate Evolution and Human Origins, Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100044, China*

摘要: 记述了产自山东诸城上白垩统王氏群中一个较完整的蜥脚类恐龙肱骨(ZJZ-57)。它具有一些进步特征,如肱骨三角胸嵴向远端扩展,肱骨近端外侧1/3处发育隆凸,表明其属于较进步的巨龙类成员。另外,它具有一些独特的鉴定特征组合区别于其他任何巨龙类:近端横向强烈扩展,近端最大宽度与骨干长度之比为0.55;骨干粗壮,粗壮指数为0.39。综合研究表明,ZJZ-57所属个体代表了一种新的巨龙类恐龙:臧家庄诸城巨龙(*Zhuchengtitan zangjiazhuangensis* gen. et sp. nov.),它可能与*Opisthocoelicaudia*的亲缘关系较接近。这是山东晚白垩世地层中首次发现的巨龙类恐龙。

关键词: 巨龙类;王氏群;晚白垩世;诸城;山东

中图分类号: P534.53; Q915.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-2552(2017)09-1501-05

Mo J Y, Wang K B, Chen S Q, Wang P Y, Xu X. A new titanosaurian sauropod from the Late Cretaceous strata of Shandong Province. *Geological Bulletin of China*, 2017, 36(9):1501-1505

Abstract: Specimen ZJZ-57, a nearly complete sauropod humerus excavated from the Upper Cretaceous Wangshi Group of Zhucheng area, Shandong Province, is described in this paper. Some derived features, such as a lateral bulge at the proximal one-third position of the lateral margin and a deltopectoral crest markedly expanded distally, indicate that ZJZ-57 represents a member of Titanosauria. However, it differs from all other titanosaurian sauropods in the following combined features: the proximal portion is strongly expanded, reaching 55% of the total length of the bone, and the humerus is a robust bone, with a robustness index (*RI*) of 0.39. Based on this specimen, the authors erect a new sauropod taxon: *Zhuchengtitan zangjiazhuangensis* gen. et sp. nov. This new taxon is possibly more closely related to *Opisthocoelicaudia* than to other known titanosaurian sauropods from Asia. This is the first titanosaurian sauropod reported from the Upper Cretaceous strata of Shandong Province.

Key words: Titanosauria; Wangshi Group; Late Cretaceous; Zhucheng; Shandong

山东省上白垩统王氏群发育,地层中蕴含了丰富的以恐龙为主的脊椎动物化石和恐龙蛋化石。自1964年以来,在诸城地区(主要化石地点包括龙骨洞、库沟和臧家庄,两地相距仅2km)的王氏群

发现了大量的恐龙化石,包括鸭嘴龙类、角龙类、暴龙类等^[1-8],以及龟类^[9]。除诸城地区外,莱阳地区的王氏群中也发现了丰富的鸭嘴龙类、甲龙类、肿头龙类、兽脚类等恐龙骨骼化石^[10-13],以及恐龙

收稿日期:2017-02-06;修订日期:2017-08-01

资助项目:国家自然科学基金项目《中生代中晚期亚洲和北美恐龙动物群对比研究》(批准号:41120124002)和《克拉通破坏与陆地生物演化》(批准号:41688103)

作者简介:莫进尤(1966-),男,博士,研究馆员,从事中生代爬行动物化石研究。E-mail: jinyoumo@163.com

蛋化石^[14-16]。然而,王氏群从没有过蜥脚类恐龙的描述和报道。

2008年,诸城恐龙文化研究中心在臧家庄化石地点的发掘坑中,发现了一些分散保存的蜥脚类恐龙化石,其中左肱骨(野外编号:ZJZ-57)较完整。化石虽少,但左肱骨包含了非常明确的系统信息和独特的形态特征组合,表明ZJZ-57所属个体代表了一种新的巨龙类恐龙。本文的目的是对这件发现于臧家庄恐龙化石地点的蜥脚类肱骨化石进行描述。

臧家庄恐龙化石地点恐龙化石地层自下而上分为2组,辛格庄组和红土崖组。辛格庄组为杂色细碎屑岩系,为洪泛平原粉砂岩-细砂岩-灰质土堆积序列。红土崖组为砖红色砂岩、砾岩互层,顶部夹玄武岩(Ar-Ar年龄为73.5Ma),下部与下伏辛格庄组顶部过渡部位是冲积扇泥石流、辫状河和洪泛平原粉砂泥质砾岩、砂岩加积沉积序列^[17]。臧家庄恐龙化石地点曾发现和命名了诸城中国角龙、巨型诸城暴龙和巨大华夏龙^[3,5,7]。非常惊奇的是,臧家庄地点面积达数千平方米的发掘坑中仅产出少量的角龙类、暴龙类和蜥脚类恐龙骨骼,而鸭嘴龙骨骼化石达数千件。这些鸭嘴龙化石个体大小不一,均呈不关联的埋藏状态,反映了当时突发的鸭嘴龙集群死亡和短距离搬运的沉积事件。

1 系统古生物学

恐龙 Dinosauria Owen, 1842

蜥臀目 Saurischia Seeley, 1888

蜥脚类 Sauropoda Marsh, 1878

巨龙类 Titanosauria Bonaparte & Coria, 1993

诸城巨龙 *Zhuchengtitan* gen. nov.

属型种: *Zhuchengtitan zangjiazhuangensis* sp. nov.

词源:“Zhucheng”为“诸城”的拼音,地名,意指化石产地所在城市;“titan”(希腊语),希腊神话中的巨人,这里指“巨龙”。

属征:肱骨近端横向强烈扩展,最大宽度与骨干长度之比为0.55;肱骨骨干异常粗壮,粗壮指数(RI, Robustness Index)为0.39;肱骨三角胸嵴向远端扩展;肱骨外侧近端1/3处发育隆凸。

臧家庄诸城巨龙 *Zhuchengtitan zangjiazhuangensis* sp. nov.(图1、图2)

词源:“zangjiazhuang”指“臧家庄”,为化石产地。

正型标本:ZJZ-57,一个较完整的左肱骨。标本保存在诸城恐龙研究中心。

产地与层位:山东省诸城市龙都街道见屯社区臧家庄村,上白垩统王氏群中上部(红土崖组底部和辛格庄组上部)^[17]。

种征:同属征。

标本描述:ZJZ-57为一个较完整的蜥脚类左肱骨。由于野外发掘和室内修复的原因,近端的外侧和三角胸嵴部分缺失,远端的外侧、内侧和前侧略有缺失,修复后的肱骨略显扭曲(图1)。标本全长108.0cm,近端保存的最大宽度为59.3cm,骨干中部的宽度为23.1cm,远端保存最大宽度为37.5cm(复原后的最大宽度约为40.8cm)。

肱骨骨干两端横向扩展强烈,特别是近端,其保存的最大宽度可达骨干长度的55%。肱骨近端部分相对远端更向内侧倾斜。骨干中部横切面呈椭圆形,椭圆长轴指向内外侧。前侧视,肱骨近端骨干部分前面的三角胸嵴非常发育。三角胸嵴向下和向内延伸,向下延伸可达骨干的1/2处,向内延伸时几乎抵达该部位骨骼宽度的1/2,而向前伸展(隆凸)的部分略微破损。三角胸嵴内侧部分骨干明显凹入,形成一个宽阔的凹坑。三角胸嵴骨干外侧近端1/3处发育一个显著的向外凸起的结构,该部位背侧部分破损。后侧视,肱骨头较发育,表面圆滑,指向背侧和后侧,略向内侧。肱骨近端后面两侧凹入,凹陷中间是纵向发育的隆凸,纵向隆凸从下方支撑肱骨头。

肱骨远端横向扩展的程度没有近端明显。远端骨干前面部分较平坦,前缘略有缺失。骨干后面中部发育浅而宽阔的纵向髁间凹槽(intercondylar groove),凹槽两侧分别发育低矮粗壮的纵向隆脊,隆脊向上逐渐变低直至消失。远端视,远端关节面粗糙,横向略微平坦。远端关节髁略向骨干前缘膨大,前缘部分破损。

2 比较和讨论

臧家庄诸城巨龙正型标本ZJZ-57的三角胸嵴分别向远端和内侧延伸、扩展,三角胸嵴附近的骨干外侧发育隆凸,表明其属于巨龙类中较进步的萨尔塔龙科(Saltasauridae)成员^[28-29]。

ZJZ-57最显著的特征是近端骨干横向强烈扩展,其保存的最大宽度可达到骨干长度的55%。与

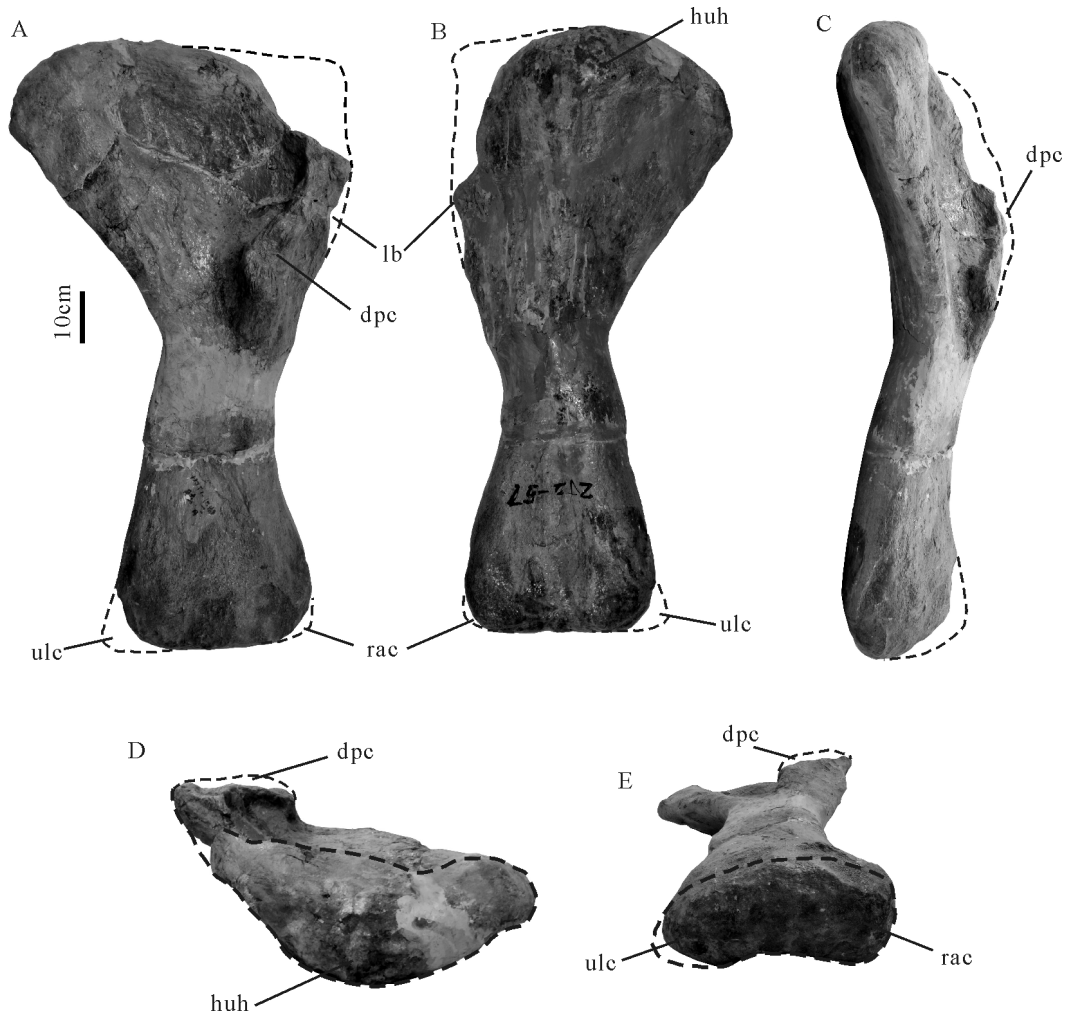


图 1 臧家庄诸城巨龙正型标本(ZJZ-57)

Fig. 1 Holotype (ZJZ-57) of *Zhuchengtitan zangjiazhuangensis*

A—左肱骨前侧视; B—后侧视; C—内侧视; D—近端视; E—远端视。

dpc—deltopectoral crest 三角胸嵴; huh—humeral head 肱骨头; lb—lateral bulge 侧面隆凸; rac—radial condyle 桡骨髁; ulc—ulnar condyle 尺骨髁

其他晚白垩世巨龙类相比,这个比值与 *Saltasaurus* 和 *Opisthocoelicaudia* 的较接近(分别为 0.49 和 0.56),远大于 *Alamosaurus*, *Neuquensaurus*, 以及清秀龙(*Qingxiusaurus*) 和华北龙(*Huabeisaurus*) 的比值(分别为 0.42、0.40、0.41 和 0.37)^[18-27](图 2)。肱骨粗壮指数 *RI*(指骨干近端、中部和远端的最大宽度平均数与骨干长度之比)约为 0.39,略大于 *Opisthocoelicaudia* 和 *Saltasaurus*(分别为 0.38 和 0.35),而明显大于 *Alamosaurus*, *Neuquensaurus*, 以及清秀龙和华北龙的比值(分别为 0.31、0.30、0.30 和 0.29)(图 2)。从肱骨近端的扩展程度和肱骨骨干

的粗壮指数比较, ZJZ-57 的这 2 个比值与 *Opisthocoelicaudia* 的最接近, 肱骨形态也与 *Opisthocoelicaudia* 的最相似, *Saltasaurus* 次之, 而与 *Alamosaurus*, *Neuquensaurus*、清秀龙和华北龙的肱骨形态差异较大。

ZJZ-57 的肱骨三角胸嵴向内侧发育的程度没有 *Opisthocoelicaudia* 强烈, 后者向内侧偏转直至该部位骨骼的 1/2 处, 而 ZJZ-57 仅延伸至 2/5 处。前侧视, ZJZ-57 的背内侧隆凸, 而 *Opisthocoelicaudia* 和 *Saltasaurus* 的背内侧较平坦。ZJZ-57 远端关节面略微平坦, 尺骨髁和桡骨髁之间没有明显的分界

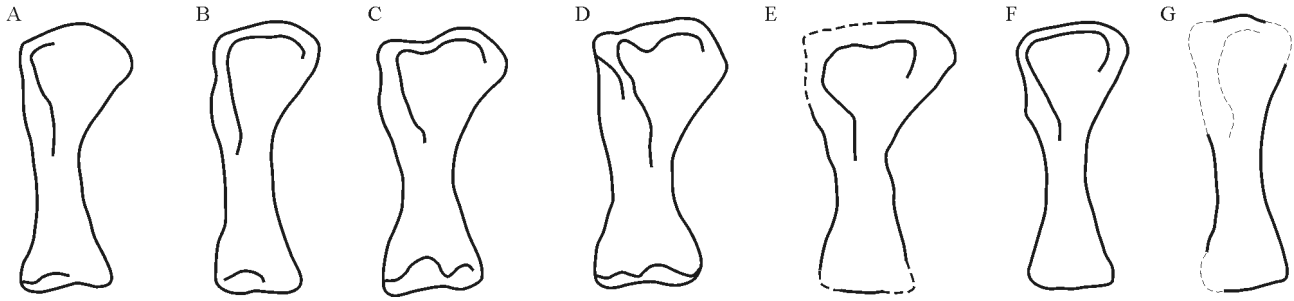


图2 若干晚白垩世巨龙类肱骨形态

Fig. 2 Humeral morphology in several Late Cretaceous titanosaurian sauropods

(所有肱骨为前视图(不按比例),诸城巨龙和清秀龙的肱骨为镜像图)

A—*Alamosaurus sanjuanensis*^[18-20]; B—*Neuquensaurus australis*^[21-22]; C—*Saltasaurus loricatus*^[23];

D—*Opisthocoelicaudia skarzynskii*^[24]; E—*Zhuchengtitan zangjiazhuangensis*;

F—*Qingxiusaurus youjiangensis*^[25]; G—*Huabeisaurus allocotus*^[26-27]

线,类似于清秀龙和华北龙,而 *Alamosaurus*, *Neuquensaurus*, *Opisthocoelicaudia* 和 *Saltasaurus* 的肱骨远端关节面横向明显凹入,尺骨髁和桡骨髁之间的界线非常明显。ZJZ-57的骨干远端后面浅而宽阔,相比而言, *Alamosaurus*, *Neuquensaurus*, *Opisthocoelicaudia* 和 *Saltasaurus* 的肱骨骨干远端后面的凹槽非常明显,凹槽两侧的隆脊较发育。

北方龙(*Borealosaurus*)是亚洲地区产出的白垩纪早期萨尔塔龙科成员^[30]。与诸城巨龙相比,其肱骨近外侧的隆凸不发育,且三角胸嵴向远端扩张和向内侧伸展的程度较弱。虽然近端和远端部分略有缺失,但是北方龙复原的肱骨粗壮指数接近于0.33,小于诸城巨龙和 *Opisthocoelicaudia* (分别为0.39和0.37),接近于 *Saltasaurus* 和 *Alamosaurus* (分别为0.35和0.31),大于 *Neuquensaurus*、清秀龙和华北龙的比值(分别为0.30、0.30和0.29)。

布万龙(*Phuwiangosaurus*)保存的左肱骨从近端的横向扩展程度、三角胸嵴向内侧延伸和向远端扩展的程度都明显小于诸城巨龙的肱骨^[31-32]。它的复原肱骨粗壮指数约为0.26,与上述蜥脚类恐龙的值相比最小。

由于没有保存肱骨材料,亚洲地区产出的其他白垩纪蜥脚类恐龙无法与诸城巨龙进行对比。综上所述,ZJZ-57所属个体应代表了一个巨龙类新属种。

臧家庄诸城巨龙的肱骨三角胸嵴明显向内侧伸展和向远端扩张,三角胸嵴附近的骨干近端外侧

1/3处发育隆凸,这是巨龙类中进步的萨尔塔龙科特征^[28-29],表明诸城巨龙属于萨尔塔龙科的成员。如上所述,与萨尔塔龙科成员,如 *Alamosaurus*, *Neuquensaurus*, *Opisthocoelicaudia* 和 *Saltasaurus* 相比,诸城巨龙的肱骨与 *Opisthocoelicaudia* 的肱骨形态最相似,表明两者之间可能具有很近的亲缘关系。但这一结论成立与否,需要发掘到更多的化石材料才能证明。

3 结 论

依据山东省诸城市上白垩统王氏群中产出的1件较完整的蜥脚类左肱骨,建立了一新属新种——臧家庄诸城巨龙(*Zhuchengtitan zangjiazhuangensis* gen. et sp. nov.)。新属种具有独特的鉴定特征,区别于其他晚白垩世巨龙类:近端横向强烈扩展,近端最大宽度与骨干长度之比约为0.55;肱骨骨干粗壮,粗壮指数约为0.39。综合研究显示,诸城巨龙可能属于萨尔塔龙科的成员,与 *Opisthocoelicaudia* 的亲缘关系很近。

致谢:承蒙诸城恐龙文化研究中心工作人员协助观察标本,在此表示感谢。

参考文献

- [1]胡承志. 山东诸城巨型鸭嘴龙化石[J]. 地质学报, 1973, (2): 179-206.
- [2]胡承志, 程政武, 庞其清, 等. 巨型山东龙[M]. 北京: 地质出版社, 2001: 1-139.
- [3]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.
- [4]赵喜进, 王克柏, 李敦景. 巨大华夏龙[J]. 地质通报, 2011, 30(11): 1671–1688.
- [5]Xu X, Wang K B, Zhao X J, et al. First ceratopsid dinosaur from China and its biogeographical implications[J]. Chinese Science Bulletin, 2010, 55(16): 1631–1635.
- [6]Xu X, Wang K B, Zhao X J, et al. A new leptoceratopsid(Ornithischia: Ceratopsia) from the Upper Cretaceous of Shandong, China and its implications for neoceratopsian evolution[J]. Plos One, 2010, 5(11): e13825.
- [7]Hone D W E, Wang K B, Sullivan C, et al. A new, large tyrannosaurine theropod from the Upper Cretaceous of China[J]. Cretaceous Research, 2011, 32(4): 495–503.
- [8]He Y M, Makovicky P J, Wang K B, et al. A new leptoceratopsid (Ornithischia, Ceratopsia) with a unique ischium from the Upper Cretaceous of Shandong Province, China[J]. Plos One, 2015, 10(12): e0144148.
- [9]Li L, Tong H Y, Wang K B, et al. Lindholmemydid turtles(Cryptodira: Testudinoidea) from the Late Cretaceous of Shandong Province, China[J]. Annales de Paléontologie, 2013, 99(3): 243–259.
- [10]Wiman C. Die Kreide–Dinosaurier aus Shantung[M]. Paleontologica Sinica, Series C, 1929, 6(1): 1–67.
- [11]杨钟健. 山东莱阳恐石化石[C]//中国古生物志(142册), 新两种(16). 北京: 科学出版社, 1958: 1–138.
- [12]董枝明. 山东莱阳王氏组中一肿头龙[J]. 古脊椎动物与古人类, 1978, 16(4): 225–228.
- [13]Buffetaut E, Tong H Y. The Late Cretaceous dinosaurs of Shandong, China: old finds and new interpretations[C]//Sun A L, Wang Y Q. Sixth Symposium on Mesozoic Terrestrial Ecosystems and Biota. Beijing: China Ocean Press, 1995: 139–142.
- [14]杨钟健. 山东莱阳蛋化石[J]. 古生物学报, 1954, 2: 371–388.
- [15]赵资奎, 蒋元凯. 山东莱阳恐龙蛋化石的显微结构研究[J]. 中国科学, 1974, (1): 63–77.
- [16]刘金远, 赵资奎. 山东莱阳晚白垩世恐龙蛋化石一新类型[J]. 古脊椎动物学报, 2004, 42: 166–170.
- [17]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.
- [18]Gilmore C W. Reptilian fauna of the North Horn Formation of central Utah[J]. United States Geological Survey Professional Paper, 1946, 210–C: 29–51.
- [19]Lawson D A. Paleocology of the Tornillo Formation, Big Bend National Park, Brewster County, Texas[D]. Unpublished M.A. thesis, University of Texas at Austin, 1972: 1–182.
- [20]Lehman T M, Coulson A B. A juvenile specimen of the sauropod dinosaur Alamosaurus sanjuanensis from the Upper Cretaceous of Big Bend National Park, Texas[J]. Journal of Paleontology, 2002, 76: 156–172.
- [21]Huene F Von. Los Saurisquiosy Ornithisquios de Cretaceo Argentino[M]. Anales del Museo de La Plata(series 2), 1929, 3: 1–196.
- [22]Powell J E. Revision de los titanosauridos de America del Sur[D]. Unpublished Ph.D. dissertation, Universidad Nacional de Tucuman, Argentina, 1986: 1–493.
- [23]Powell J E. Osteología de Saltasaurus loricatus(Sauropoda–Titanosauridae) del Cretácico superior des noroeste Argentino[C]//Sanz J L, Buscalioni A D. Los Dinosaurios y su Entorno Biotico. Actas del Segundo Curso de Paleontología en Cuenca, Instituto “Juan de Valdes.” Cuenca, Spain, 1992: 165–230.
- [24]Borsuk–Bialynicka M. A new camarasaurid sauropod, Opisthocoelicaudia skarzynski gen. n. sp. n. from the Upper Cretaceous of Mongolia[J]. Palaeontologia Polonica, 1977, 37: 1–64.
- [25]莫进尤, 黄超林, 赵仲如, 等. 中国广西晚白垩世一新的巨龙类恐龙[J]. 古脊椎动物学报, 2008, 46(2): 147–156.
- [26]Pang Q Q, Cheng Z W. A new family of sauropod dinosaur from the Upper Cretaceous of Tianzhen, Shanxi Province, China[J]. Acta Geologica Sinica, 2000, 74(2): 117–125.
- [27]D’Emic M D, Mannion P D, Upchurch P, et al. Osteology of Huabeisaurus allocotus (Sauropoda: Titanosauriformes) from the Upper Cretaceous of China[J]. Plos One, 2013, 8(8): e69375.
- [28]Wilson J A. Sauropod dinosaur phylogeny: critique and cladistic analysis[J]. Zoological Journal of the Linnean Society, 2002, 136: 217–276.
- [29]D’Emic M D. The early evolution of titanosauriform sauropod dinosaurs[J]. Zoological Journal of the Linnean Society, 2012, 166: 624–671.
- [30]You H L, Ji Q, Matthew C L, et al. A titanosaurian sauropod dinosaur with opisthocoelous caudal vertebrae from the early Late Cretaceous of Liaoning Province, China[J]. Acta Geologica Sinica, 2004, 78(4): 907–911.
- [31]Martin V, Buffetaut E, Suteethorn V. A new genus of sauropod dinosaur from the Sao Khua Formation(Late Jurassic or Early Cretaceous) of North–eastern Thailand[J]. Comptes Rendus de l’Académie des Sciences de Paris, 1994, 319(2): 1085–1092.
- [32]Martin V, Suteethorn V, Buffetaut E. Description of the type and referred material of Phuwiangosaurus sirindhornae Martin, Buffetaut and Suteethorn, 1994, a sauropod from the Lower Cretaceous of Thailand[J]. Oryctos, 1999, 2: 39–91.