

文章编号: 1009-3850(2002)03-0090-05

兰州-民和盆地恐龙足印赋存特征及寻找方向

蔡雄飞, 李长安, 顾延生, 张 凡

(中国地质大学 地球科学学院, 湖北 武汉 430074)

摘要: 兰州-民和盆地恐龙足印化石形态具很大的不同。恐龙足印化石形态与古环境紧密相关。盆地扩张时期的滨岸环境是恐龙足印化石赋存的最佳环境。

关键词: 恐龙足印; 寻找方向; 下白垩统; 兰州-民和盆地

中图分类号: Q915.22⁺² 文献标识码: A

兰州-民和盆地下白垩统恐龙足印化石, 自从被蔡雄飞等(1998)首次发现^[1], 即揭开了研究序幕。1999年9月, 甘肃省地勘三院在新创立的盐锅峡组标准剖面上(图1)^[2], 顺层挖掘到大片恐龙足印化石^[3], 足印之大, 在国内从未出现过, 这无疑把该地恐龙足印化石的研究推进了一步。

从已发现的两处两个层位的恐龙足印化石的形态和赋存特征看, 它们既有共同点, 又有不同处。揭示这些异同点, 有助于对该盆地脊椎动物的发展和演化研究, 提高地层的高分辨率, 确定古环境具重大意义。另一方面, 恐龙是地质历史上最庞大的动物群之一, 它们的活动特点是神秘集群, 因而研究恐龙足印的形态、行走方式、赋存特征, 也是寻找恐龙活动和骨骼化石的最直接证据。

1 地层简介

兰州-民和盆地位于甘肃、青海两省交接地区, 面积为11300km², 是在中祁连隆起带上发育起来的断陷盆地。对该套厚度较大、岩性较为单调的红色陆源粗、细碎屑岩, 长期以来一直以河口群代组^[4]。近几年来, 通过区调, 按照岩石地层单位建组原则, 自下而上分别建立了朱家台组、盐锅峡组^[2]、红古城

组^[5]和花庄组4个组。这4个组分属于盆地不同时期发展阶段的产物。

盆地早期的朱家台组下、中部以陆源粗碎屑岩系为主, 为一大套厚层至块状的中、细砾岩与含砾细

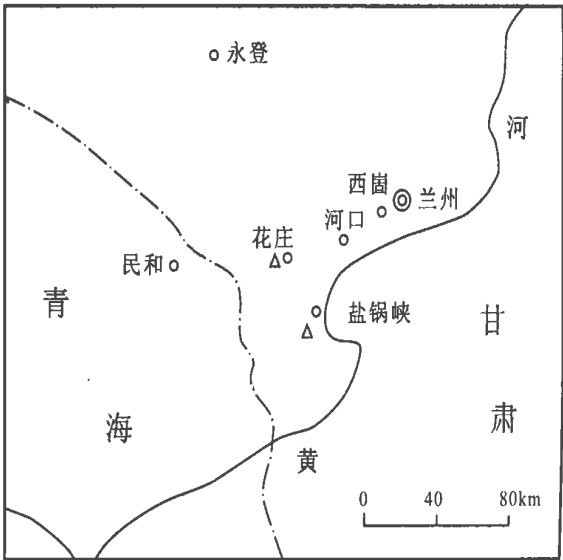


图1 恐龙足印化石位置图
△ 恐龙足印发现点

Fig. 1 Location of the Dinosaurs' footprint fossils
△ Locality of the Dinosaurs' footprint fossils

砂岩组成基本层序。每个层序均以强烈的冲刷面出现为开始,向上大量发育板状交错层理。这种基本层序在纵向上频繁交互,形成多层楼式的具正旋回的砂砾岩组成的叠合岩系,为典型的辫状河道沉积,代表盆地早期快速堆积的产物。上部基本层序粒度明显变细,为细砂岩和粉砂岩,但板状交错层理、波痕和泥裂等却大为发育。在波痕和泥裂之间发育大量以 *Planolites* 为代表的遗迹化石。这种遗迹化石以小个体类型为标志,顺层密集排裂。根据遗迹入石和岩性、沉积构造组合特征,朱家台组上部应为辫状河平原相沉积。

盆地中部的盐锅峡组为一大套紫红色、灰绿色、蓝灰色细碎屑岩系,可划分为 3 个具完整旋回的基本层序。每个基本层序的岩性由相对粗粒至细粒再至粗粒组成,其中蓝灰色具特殊标志,为湖进-湖退的转换界面。因而盐锅峡组以各种类型的浪成波痕发育为特征的滨、浅湖相沉积。

盆地晚期的红古城组的基本层序为薄—中厚层细砂岩、粉砂岩与粉砂质泥岩互层,沉积构造为具水下流动构造与水上暴露构造交互为特征,为盆地萎缩期的产物。

盆地消亡期的花庄组,主要为一大套厚层至块

状的含植物碎片的粉砂质泥岩,夹中厚层含泥裂的中、细砂岩,为三角洲平原相沉积。

2 恐龙足印化石的赋存特征

兰州-民和盆地迄今发现的恐龙足印均赋存在湖退旋回的顶部或湖进旋回的底部,它们的形态特征,于不同地区、不同层位之间都有较大的差异。

位于盐锅峡西北十几公里的花庄,顺层理面成行排列的足印以足趾为主,足根极浅,足趾深陷为特征(图 2)。应为行进中足下前部用力所致。

盐锅峡地区足印化石形态恰恰相反,以足趾不甚发育、足根深陷为特征(图 3)。下部层位大者可达 $1.5\text{m} \times 1.2\text{m}$,一般为 $0.1\text{m} \times 0.8\text{m}$,深陷高度达几厘米。上部层位足根大为变小,但更深陷(图 4),大小为 $0.05\text{m} \times 0.03\text{m} \sim 0.35\text{m} \times 0.08\text{m}$,深陷高度可达近 10cm。

恐龙足印的这些不同形态,反映了当时兰州-民和盆地神秘集群的恐龙并不是呆头呆脑,而是行动比较敏捷,能根据不同环境变换足印形态。这就是说,环境的任何或多或少的变化,直接影响恐龙的行进方式。

花庄地区赋存恐龙足印化石的岩性序列,下部

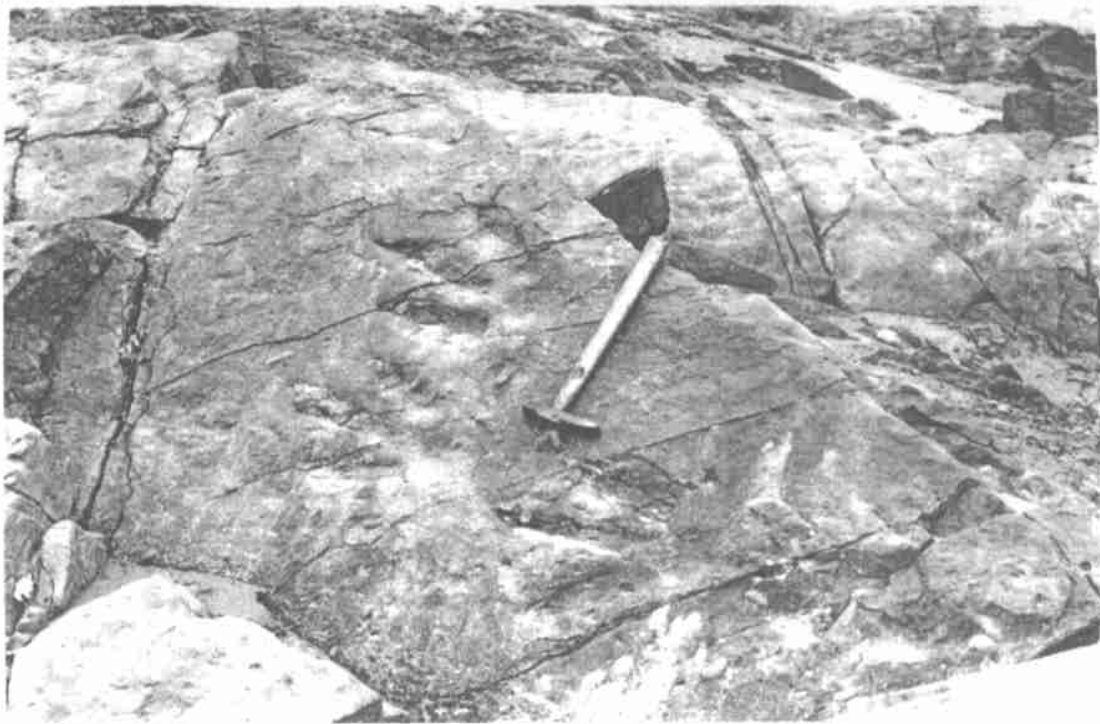


图 2 花庄盐锅峡组恐龙足印形态

Fig. 2 The morphology of the Dinosaurs' footmark fossils from the Yanguoxia Fomation in the Huazhuang Fomation

为灰色厚层具浪成交错层理的细砂岩,上部为灰色、灰绿色具板状交错层理的极细砂岩,顶部为灰绿色薄层粉砂岩。恐龙足印化石主要富集在上部具板状交错层理极细砂岩和灰绿色薄层粉砂岩层面上。这些层理面上富集较多具潜穴和虫管的遗迹化石有与岩层近于垂直的居住迹,它们直径大小通常为 $2\text{cm}\times 2\text{cm}$ 。躺着虫管大小为 $4\text{cm}\times 1.5\text{cm}$ 。居住迹往往具有指相作用,它们通过挖掘较深的潜穴,躲避动荡的高能环境和捕食需要,从而保护自己。躺着的虫管则是被湖浪搬运过来,反映它们形成于清洁、高能、分选较好的湖岸环境。因此,在盐锅峡组早期,花庄地区曾出现过一片湖滩。由于近岸水动力强大,这些恐龙行走方式不得不奔跑,躲避沿岸的湖浪,因而出现足下前部重量集中用力遗迹,反映足根不发育、足趾深陷为特征。

盐锅峡地区下部层位的恐龙足印化石,足根大而清晰。它们的岩性组合,下部为紫灰色,具浪成交错层理的细砂岩和粉砂岩;上部为暗紫色,中一厚层粉砂质泥岩;顶部为灰绿色薄层细砂岩和粉砂岩,层面上可见遗迹化石和大量恐龙足印化石。从旋回特征看,下部具典型的浅湖相沉积,中、上部则为近岸漫岸相沉积。这种漫岸环境的水动力远不如西北部花庄的能量大,它们不必为环境险恶和生计发愁,行走方式以悠闲自得、慢腾腾的行进,即以足根为主。



图3 盐锅峡地区盐锅峡组下层位恐龙足印形态
Fig. 3 The morphology of the Dinosaurs' footprint fossils from the lower horizons of the Yanguoxia Formation in the Yanguoxia region



图4 盐锅峡地区盐锅峡组上层位恐龙足印形态

Fig. 4 The morphology of the Dinosaurs' footprint fossils from the upper horizons of the Yanguoxia Formation in the Yanguoxia region

盐锅峡区上部恐龙足印化石赋存层位距下部真厚度小于30m,但足根明显变小,深陷却急剧加强。该层位的岩性为厚层具浪成交错层理的细砂岩。强大的水动力和波浪作用,使成熟恐龙恐惧,它们不得不在松散的细砂底质上留下小而深陷的足根。

另外,足根的形成,往往比恐龙形成化石更难。恐龙足印化石形成必须满足3个基本条件:(1)沉积泥沙的地方;(2)干湿度适当,湿度大或干度大,都不能形成足印;(3)需要适当时间覆盖和封闭。而兰州-民和盆地已发现的大片恐龙足印化石几乎是灰绿色层。这种灰绿色既不干旱,也不潮湿,是一种干湿适宜的底质,也是古气候作用由潮湿向干旱转化的标志,因而是形成恐龙足印必不可少的条件。我国“恐龙墓地”的二连浩特、“恐龙之乡”的自贡,近年来发现的恐龙足印化石也是灰绿色、黄绿色层,这种专属性值得引起我们注意。

由上可见,恐龙足印的不同形态与环境关系密不可分,可以说,环境和食物始终是恐龙生活条件和基础。恐龙足印的不同形态,是环境不同和自身需要的反映。至于足迹深浅是恐龙生活、行走方式的反映。至于足迹深浅是恐龙生活、行走方式的反映,足根小而深,往往标志穿过浅水而行进的痕迹。

兰州-民和盆地下白垩统恐龙足印化石的不同形态具有共同的特征,它们的移动、变化,均紧靠湖岸,表明它们喜欢热带、亚热带的潮湿气候,这种气候与遗迹化石紧密共生,与灰绿色层存在天然的关系。

3 寻找目标和方向

兰州-民和盆地已挖掘的两处恐龙足印化石,无例外均产自下白垩统中部盐锅峡组下部地层。盐锅峡组是盆地扩展时期的产物,是重要的物理、化学转换界面。沉积物由盆地早期的粗碎屑岩系向盆地中期细碎屑岩系转变;构造由盆地早期的不稳定向盆地中期稳定转变;沉积环境由盆地早期的辫状河道和平原相向盆地中期湖相转变,陆相生物由早期的遗迹化石向盆地中期多门类转变;古气候作用由盆地早期的干旱向盆地中期的潮湿转变。因而构造稳定、盆地扩张时期出现的湖岸环境,是恐龙生存的最佳时期和场

所^[6]。这是因为水进期间,兰州-民和盆地面积大为扩展,为浩瀚的湖泊。由于气候潮湿、地势平坦,湖面和湖底水生动物异常丰富,湖中生活着各种各样带有介壳的动物,如蚌类、叶肢介等,浮游着多种类型的鱼群。而水退期,可以留下广泛的浅滩和墨绿的沼泽,因而湖退向湖进转换时期,是恐龙足印化石赋存的最佳时期和场所。

由湖退作用产生滨岸的灰绿色细砂岩和粉砂岩,层面上富含遗迹化石,是寻找恐龙足印化石的标志层。

兰州-民和盆地的下白垩统盐锅峡组地层在盆地边缘至中心广泛分布,尤其是下白垩统下、中部地层出露十分连续,剖面完整,如盐锅峡、八盘峡、河口等地区。尤其需要指出,从兰州西固区进入高速公路至河口,下白垩统下、中部地层出露甚佳,交通又十分便利,是进一步寻找恐龙足印化石的十分有利场所。此外,盆地的西缘,也是盐锅峡组地层广泛分布的地区,值得进一步寻找。

除进一步深入寻找恐龙足印化石,还需追踪恐龙骨骼化石。根据对目前两处已发现的恐龙一系列成行的足印行进方向作过统计,花庄行进方向约195°,盐锅峡地区约220°,也就是说,在兰州-民和盆地扩展时期,大批恐龙由北往南而来,在盆地南缘的盐锅峡地区集结。因而盆地以北、以南是寻找恐龙骨骼化石的良好场所。

参考文献:

- [1] 蔡雄飞,李长安,顾延生.兰州-民和盆地首次发现恐龙足印化石[J].地球科学,1999,24(2):216.
- [2] 蔡雄飞,李长安,占车生,等.民和盆地南缘盐锅峡组的建立及其地质意义[J].岩相古地理,1999,19(3):16-20.
- [3] 李大庆,杜远生,龚淑云.甘肃永靖盐锅峡早白垩世恐龙足迹的新发现[J].地球科学,2000,25(5):498.
- [4] 甘肃省地质矿产局.甘肃省岩石地层[M].武汉:中国地质大学出版社,1997,194-198.
- [5] 蔡雄飞,李长安,朱伟元,等.兰州-民和盆地红古城组的建立及其地质学意义[J].甘肃地质学报,1998,7(2):49-53.
- [6] 蔡雄飞,李长安,占车生.兰州-民和盆地恐龙足印化石的特征及其与环境构造的关系[J].中国区域地质,2001,20(1):62-66.

Preservation and investigation of the Dinosaurs' footmark fossils in the Lanzhou-Minhe Basin

CAI Xiong-fei, LI Chang'an, GU Yan-sheng, ZHANG Fan

(*China University of Geosciences, Wuhan 430074, Hubei, China*)

Abstract: The Dinosaurs' footmark fossils in the Lanzhou-Minhe Basin appear either at the top of regressive cycles or at the base of transgressive cycles and vary greatly in different horizons and parts. The morphology of the Dinosaurs' footmark fossils is believed to be closely related to sedimentary environments. The littoral environments during the basin opening phases may be most favourable for the preservation of the Dinosaurs' footmark fossils.

Key words: Dinosaurs' footmark fossils; investigation; Lower Cretaceous; Lanzhou-Minhe Basin