

四川恐龙足迹化石分布特征及评价*

叶 勇 彭光照 江 山 郝宝鞘

(自贡恐龙博物馆, 四川 自贡 643013)

摘 要 四川地区的中生代陆相地层十分发育, 盛产恐龙骨骼化石和足迹化石。自 20 世纪 60 年代在宜宾首次发现恐龙足迹化石以来, 迄今四川已发现恐龙足迹化石点 34 处, 命名了 18 个恐龙足迹化石种, 成为中国发现恐龙足迹化石种类最多的地区。四川恐龙足迹化石具有时代最早、地史分布连续、地理分布广泛、种类众多等特点, 不仅填补了我国三叠纪恐龙足迹化石的空白, 而且弥补了四川地区白垩纪恐龙化石匮乏的不足, 同时对于中国恐龙足迹化石的系统分类和对比研究都具有非常重要的科学价值。

关键词 四川; 恐龙足迹化石; 分布

1 前言

四川地区的中生代陆相地层十分发育, 分布非常广泛。这套地层沉积连续, 层序清楚, 其中蕴藏着大量的恐龙及其他脊椎动物化石。四川地区产出的恐龙化石数量丰富、门类众多、保存完好, 是我国发现恐龙化石数量和种类最多的地区之一。同时, 四川也发现有丰富的恐龙足迹化石, 已命名的恐龙足迹化石有 14 属 18 种, 所以还是我国发现恐龙足迹化石种类最多的地区^[1-3]。这些珍贵的遗迹化石对于研究恐龙的身体形态和结构、生活习性、运动方式, 及中生代时期四川盆地的古地理和古气候等都具有非常重要的意义。

2 地理分布和年代分布

目前四川地区共发现有 34 处恐龙足迹化石点, 分布在 10 个市(州)的 16 个县(区)(图 1)。从地理分布上, 川南五地市(乐山、自贡、内江、宜宾和泸州)和凉山州的恐龙足迹化石点最为丰富, 分别有 16 处和 13 处, 合计占了四川全省恐龙足迹化石点的 85%。同时, 目前发现的几个大规模恐龙足迹化石群也发现在这部分区域内, 如峨眉川主足迹化石点^[4]、泸州古蔺桂花的汉溪足迹化石点^[5]和石庙沟足迹化石点^[6]、内江资中的金李井足迹化石点^[7-8]、凉山昭觉的三比罗嘎足迹化石点^[9]等。

在地质年代分布上, 四川的恐龙足迹化石从晚三叠世——早侏罗世——中侏罗世——晚侏罗世——早白垩世——晚白垩世的各个时代的地层中均有发现(表 1), 恐龙足迹化石的地质时代连续而齐全, 这在我国各省、市、自治区中是独一无二的。

* 基金项目: 四川省国土资源厅科研项目(KJ-2017-11)。
叶勇: 男, 51 岁, 研究员, 从事古脊椎动物学及地层学研究。

表 1 四川恐龙足迹化石点统计

序号	市/州	县/区	化石产地名称	时代	层位	类型
1	成都	彭州	磁峰乡蟠龙村	T ₃	须家河组	兽脚类
2	达州	宣汉	七里乡	J ₂	新田沟组	兽脚类
3	广安	岳池	黄龙乡袁家岩	J ₃	蓬莱镇组	兽脚类
4			黄龙乡深沟	J ₃	蓬莱镇组	兽脚类
5	雅安	天全	小河乡顺河村	T ₃	须家河组	兽脚类
6	乐山	峨眉山	川主乡梧桐村	K ₁	夹关组	兽脚类、鸟脚类、甲龙类? 鸟类
7	内江	资中	兴隆街镇五马村(晒坝)	J ₂	新田沟组	兽脚类
8			兴隆街镇五马村(鸡爪石)	J ₂	新田沟组	兽脚类
9			金李井镇碾盘山村	J ₂	新田沟组	兽脚类
10		威远	连界镇荣胜村	J ₁	珍珠冲组	兽脚类
11	自贡	贡井	河街东岳庙	J ₁	自流井组	兽脚类、蜥脚类
12		富顺	童寺镇龙贯山	T ₃	须家河组	初龙类
13			永年镇五里村	J ₁	自流井组	兽脚类
14	宜宾	宜宾	观音镇官元冲	J ₃	上沙溪庙组	兽脚类
15	泸州	古蔺	椒园乡中山村	J ₁	自流井组	蜥脚类
16			桂花乡汉溪村(石凤窝)	K ₁	夹关组	兽脚类、蜥脚类、鸟脚类
17			桂花乡汉溪村(石庙沟)	K ₁	夹关组	兽脚类、蜥脚类、鸟脚类、翼龙类
18			桂花乡汉溪村(雷背)	K ₁	夹关组	兽脚类
19			桂花乡田坝村	K ₁	夹关组	蜥脚类
20		叙永	大石乡新阳村	K ₁	夹关组	兽脚类、蜥脚类
21			大石乡龙井村	K ₁	夹关组	兽脚类、鸟脚类
22		凉山	昭觉	三岔河乡三比罗嘎村	K ₁	飞天山组
23	解放乡尔结得村			K ₁	飞天山组	蜥脚类
24	央摩租乡尔的一村			K ₁	飞天山组	兽脚类
25	博洛乡吉尔博石村			K ₁	小坝组	兽脚类、蜥脚类
26	喜德		巴久乡	K ₁	飞天山组	兽脚类、蜥脚类
27			乐武乡母脚吾村	K ₁	小坝组	兽脚类、蜥脚类
28			洛哈镇足谷村	K ₁	小坝组	蜥脚类
29			洛哈镇依子村	K ₁	小坝组	蜥脚类
30			洛哈镇瓦地村	K ₂	雷打树组	蜥脚类
31			米市镇阿甘则果村	K ₁	小坝组	兽脚类、鸟脚类
32			米市镇依洛村	K ₁	小坝组	蜥脚类
33			会理	通安镇通宝村	J ₁	益门组
34	会东		会东镇杉松村	J ₂	新村组	兽脚类

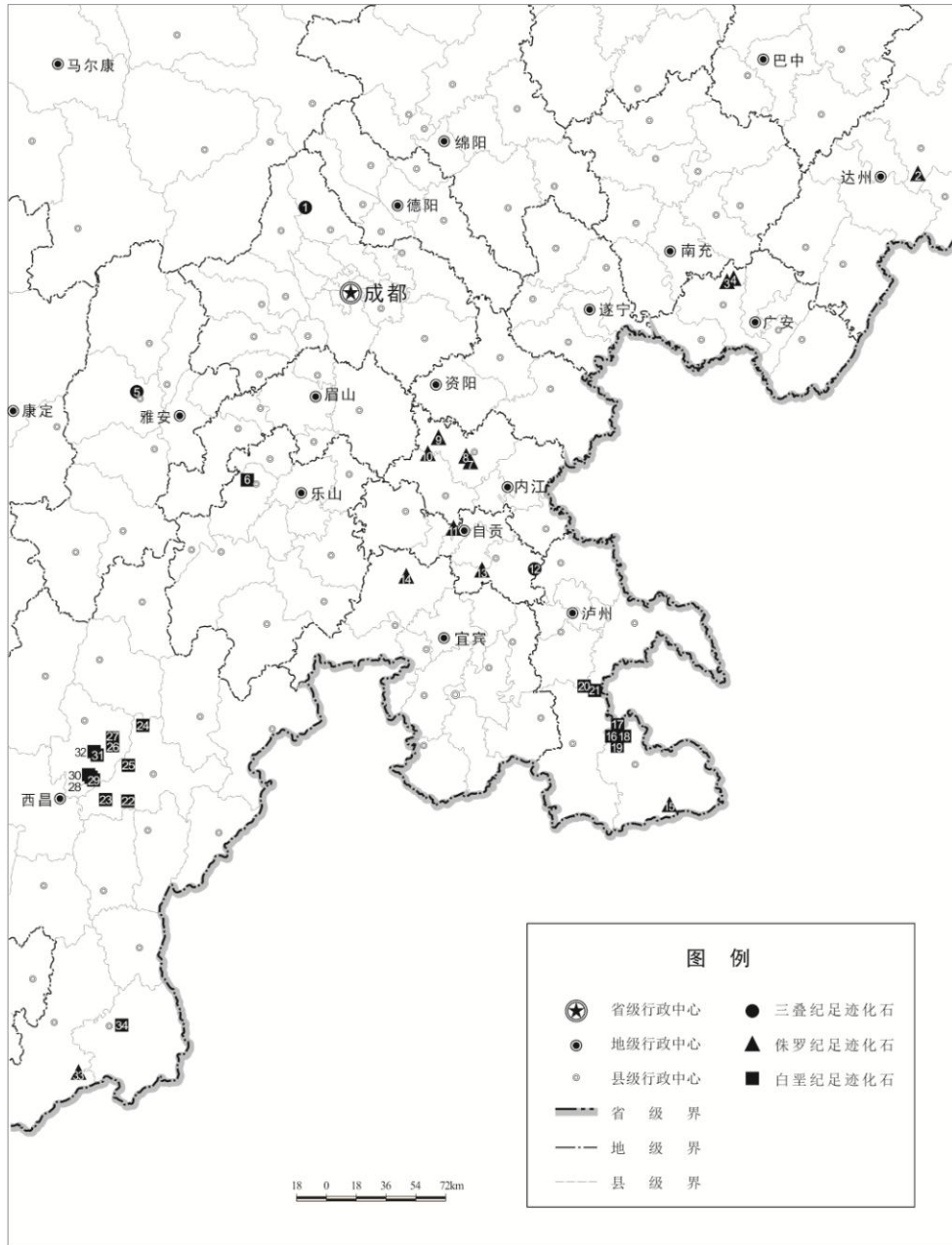


图 1 四川恐龙足迹化石产地的地理分布（图中化石点序号同表 1）

Fig. 1 Geographic distribution of dinosaurs' footprint localities

从足迹化石的地层分布上可以看出，下白垩统（包括盆地内的夹关组、攀西地区的飞天山组和小坝组）是足迹化石最富集的层位：一方面是发现的化石点数量最多，占整个四川恐龙足迹化石点总数的 50%；另一方面是发现有多个大规模的恐龙足迹化石群，足迹化石的绝对数量也是最多的^[10]。上白垩统的恐龙足迹化石很罕见，仅在攀西地区的雷打树组里发现有 1 个化石点。而中生代其他几个时期的恐龙足迹化石点数量也不多：上三叠统 3 处、下侏罗统 5 处、中侏罗统 5 处、上侏罗统 3 处。

3 属种统计

自 1960 年在宜宾县观音镇官元冲发现恐龙足迹化石以来^[11]，四川地区发现了类型多样的恐龙足迹化石，已鉴定命名的有 14 属 18 种，其中绝大部分为兽脚类足迹，少数为蜥脚类足迹和鸟脚类足迹（表 2）。从属种数量上看，占了全国已发现恐龙足迹化石种（60 余种）的近 30%，是我国发现恐龙足迹化石种类最丰富的地区。

表 2 四川恐龙足迹化石属种统计

Table 2 Taxonomic statistics of dinosaurs' footprints in Sichuan Province

名 称	产 地	时代和层位
磁峰彭县足迹 <i>Pengxianpus cifengensis</i>	彭州市磁峰乡	T ₃ , 须家河组
宜宾扬子足迹 <i>Yangzepus yipingensis</i>	宜宾县观音镇	K ₁ , 夹关组
小重庆足迹 <i>Chongqingpus microiscus</i>	资中县兴隆街镇	J ₂ , 新田沟组
何氏极大龙足迹 <i>Gigandipus hei</i>	资中县兴隆街镇	J ₂ , 新田沟组
鸡爪石卡岩塔足迹 <i>Kayentapus jizhaoshiensis</i>	资中县兴隆街镇	J ₂ , 新田沟组
碾盘山实雷龙足迹 <i>Eubrontes nianpanshanensis</i>	资中县金李井乡	J ₂ , 新田沟组
自贡实雷龙足迹 <i>Eubrontes zigongensis</i>	威远县连界镇	J ₁ , 珍珠冲组
五皇跷脚龙足迹 <i>Grallator wuhuangensis</i>	资中县金李井乡	J ₂ , 新田沟组
峨眉跷脚龙足迹 <i>Grallator emeiensis</i>	峨眉山市川主乡	K ₁ , 夹关组
圣灵山船城足迹 <i>Chuanchengpus shenglingshanensis</i>	资中县金李井乡	J ₂ , 新田沟组
四川快盗龙足迹 <i>Relociraptorichnus sichuanensis</i>	峨眉山市川主乡	K ₁ , 夹关组
张氏快盗龙足迹 <i>Velociraptorichnus zhangii</i>	喜德县乐武乡	K ₁ , 小坝组
岳池嘉陵足迹 <i>Jialingpus yuechiensis</i>	岳池县黄龙乡	J ₃ , 蓬莱镇组
川主小龙足迹 <i>Minisauripus chuanzhuensis</i>	峨眉山市川主乡	K ₁ , 夹关组
甄朔南小龙足迹 <i>Minisauripus zhenshuonani</i>	峨眉山市川主乡	K ₁ , 夹关组
徐氏暹罗足迹 <i>Siamopodus xui</i>	昭觉县博洛乡	K ₁ , 飞天山组
蜀南刘建足迹 <i>Liujianpus shunan</i>	古蔺县椒园乡	J ₁ , 自流井组
刘慈欣卡利尔足迹 <i>Caririchnium liucixini</i>	古蔺县桂花乡	K ₁ , 夹关组

4 科学价值

4.1 填补了中国三叠纪恐龙化石的空白

三叠纪晚期是恐龙起源和分化的时期，虽然中国的侏罗纪和白垩纪恐龙骨骼化石都非常丰富，但迄今为止在中国的三叠系地层中都还没有发现恐龙骨骼化石的报道。四川发现的三处（彭州、天全和富顺）晚三叠世恐龙足迹化石成为中国发现的时代最早的恐龙化石记录，也是目前中国发现的仅有的三叠纪恐龙足迹化石^[12-14]。它的发现填补了中国恐龙化石发现和研究历史上的一段空白，表明四川地区可能是中国恐龙最早的起源地之一，因此具有非常重要的科学价值。

4.2 弥补了四川白垩纪恐龙化石匮乏的不足

四川是我国恐龙骨骼化石最丰富的地区之一，但四川发现的恐龙骨骼化石几乎都

是侏罗纪的，白垩纪的恐龙骨骼化石非常匮乏，仅有部分破碎骨骼化石发现，使得四川地区白垩纪时期恐龙的分类演化、动物群的整体面貌，及古地理和古环境等的研究都缺乏有力的化石证据。而在川南地区的乐山和泸州、攀西地区的昭觉和喜德等地发现了丰富的早白垩世恐龙足迹化石，从而弥补了这一时期恐龙骨骼化石匮乏的不足。通过这些足迹化石的研究，让我们得以了解在早白垩世时期四川地区活跃着丰富的非鸟兽脚类、蜥脚类、鸟脚类和甲龙类恐龙，及翼龙、鸟类等动物，组成了丰富多样的动物群。动物群以蜥臀类为主导，其中的兽脚类呈现高度的多样性。同时，通过对比研究发现其动物群面貌完全可与山东和韩国南部的足迹群进行对比^[10]。

4.3 有助于开展恐龙足迹学的系统研究

四川地区的恐龙足迹化石埋藏丰富，类型多样。既有单一种类足迹化石点，也有多种足迹共存的足迹化石群；既有丰富的凹型足迹，也有大量的三维凸型足迹；既有 *Eubrontes*（实雷龙足迹）等大型的兽脚类足迹^[15]，也有世界上最小的 *Minisauripus*（小龙足迹，长度仅有 2 cm）^[16]；还有东亚最长的兽脚类行迹（古蔺桂花溪发现的全长 69 m 包括 81 个足迹的行迹）等^[5]，从而为四川地区恐龙足迹的系统分类、埋藏学和古生态学的研究提供了丰富的化石证据。

同时，四川地区还发现了很多独特保存的足迹化石标本，如世界上第一例蜥脚类恐龙掉头的行迹^[9]、中国第一例确凿的兽脚类恐龙的游泳痕迹等^[17]，为不同类型恐龙的形态学和行为学的分析研究提供了独特的化石证据。

致谢 凌曼女士绘制插图，谨此致谢！

参 考 文 献

- 1 杨兴隆，杨代环. 四川盆地恐龙足印化石. 成都: 四川科学技术出版社, 1987. 1-30.
- 2 甄朔南，李建军，韩兆宽，等. 中国恐龙足迹研究. 成都: 四川科学技术出版社, 1996. 1-110.
- 3 叶勇，彭光照，江山. 四川盆地恐龙足迹化石研究综述. 地质学刊, 2012, 36 (2): 129-133.
- 4 甄朔南，李建军，张宝坤，等. 四川峨眉下白垩统的恐龙及鸟类足迹研究. 北京自然博物馆研究报告, 1994, 54: 105-120.
- 5 Xing L D, Lockley M G, Zhang J P, et al. The longest theropod trackway from East Asia, and a diverse sauropod, theropod, and ornithomimid-track assemblage from the Lower Cretaceous Jiaguan formation, southwest China. *Cretaceous Research*, 2015, 56:345-362.
- 6 Xing L D, Lockley M G, Marty D, et al. A diverse saurischian (theropod-sauropod) dominated footprint assemblage from the Lower Cretaceous Jiaguan Formation in the Sichuan Basin, southwestern China: a new ornithischian ichnotaxon, pterosaur tracks and an unusual sauropod walking pattern. *Cretaceous Research*, 2016, 60:176-193.
- 7 杨春燕，李奎，蒋兴奎等. 四川资中金李井镇肉食龙足迹化石再研究. 古生物学报, 2013, 52(2): 223-233.
- 8 Xing L D, Lockley M G, Peng G Z, et al. *Eubrontes* and *Anomoepus* track assemblages from the Middle Jurassic Xiasahximiao Formation of Zizhong county, Sichuan, China: review, ichnotaxonomy and notes on preserved tail traces. *New Mexico Museum of Natural History and Science Bulletin*, 2016, 74: 345-352.

- 9 Xing L D, Lockley M G, Marty D, et al. Re-description of the partially collapsed Early Cretaceous Zhaojue dinosaur track site (Sichuan Province, China) by using previously registered video coverage. *Cretaceous Research*, 2015, 52:138-152.
- 10 邢立达, 马丁-洛克利, 张建平. 中国西南早白垩世恐龙及其他四足类足迹. 宁波: 宁波出版社, 2016. 1-410.
- 11 Young C C. Fossil footprints in China. *Vertebrata Palasiatica*, 1960, 4(2): 53-67.
- 12 王全伟, 阚泽忠, 梁斌, 等. 四川天全地区晚三叠世地层中发现恐龙足迹化石. *地质通报*, 2005, 24(12): 1179-1180.
- 13 Xing L D, Peng G Z, Marty D, et al. An unusual trackway of a possibly bipedal archosaur from the Late Triassic of the Sichuan Basin, China. *Acta Palaeontologica Polonica*, 2014, 59(4): 863-871.
- 14 叶勇, 江山, 彭光照. 中国的三叠纪恐龙足迹化石. *四川地质学报*, 2016, 36(4): 558-560.
- 15 Xing L D, Peng G Z, Ye Y, et al. Large theropod trackway from the Lower Jurassic Zhenzhuchong Formation of Weiyuan County, Sichuan Province, China: Review, new observations and special preservation. *Palaeoworld*, 2014, 23: 285-293.
- 16 Xing L D, Lockley M G, Yang G, et al. A new *Minisauripus* site from the Lower Cretaceous of China: tracks of small adults or juveniles? *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, 2016, 452: 28-39.
- 17 Xing L D, Lockley M G, Zhang J P, et al. A new Early Cretaceous dinosaur track assemblage and the first definite non-avian theropod swim trackway from China. *Chinese Science Bulletin*. 2013, 58: 2370-2378.

DISTRIBUTION CHARACTERISTICS AND EVALUATION OF THE DINOSAUR FOOTPRINTS FROM SICHUAN

YE Yong PENG Guang-zhao JIANG Shan HAO Bao-qiao

(*Zigong Dinosaur Museum, Zigong 643013, Sichuan*)

ABSTRACT

Sichuan Province is a hilled region that exposes a continuous and widespread Mesozoic red beds which bears rich dinosaur bones and footprints. Since the first discovery of dinosaur footprints in Yibin County in 1960, 34 localities of dinosaur footprints have been found and 18 species of dinosaur footprints have been named in Sichuan. The dinosaur footprint species of Sichuan are more than those in any other province of China. The characteristic of the dinosaur footprints from Sichuan are of the earliest geological age, with continuous geological distribution, wide geographical distribution and abundant species. It not only eliminated the gap of the Triassic dinosaur footprints in China, but also made up for the deficiency of the Cretaceous dinosaur fossils of Sichuan. So, it has very important academic values in studying systematic classification and evolution of the dinosaur of China.

Key words Sichuan, Dinosaur footprints, Distribution