

doi: 10.19388/j.zgdzdc.2023.04.07

引用格式: 秦宇龙, 叶春林, 詹涵钰, 等. 四川省旺苍县沙溪庙组恐龙化石的发现及其沉积环境[J]. 中国地质调查, 2023, 10(4): 57–64. (Qin Y L, Ye C L, Zhan H Y, et al. Discovery and sedimentary environment of dinosaur fossils from Shaximiao Formation in Wangcang County, Sichuan Province, 2023, 10(4): 57–64.)

四川省旺苍县沙溪庙组恐龙化石的发现 及其沉积环境

秦宇龙, 叶春林, 詹涵钰, 李 峥, 熊昌利, 杨学俊

(稀有稀土战略资源评价与利用四川省重点实验室 四川省综合地质调查研究所, 四川 成都 610081)

摘要: 四川省是我国重要的恐龙化石遗迹产地, 长期以来的发掘工作发现了丰富的恐龙化石种属。2021年, 在广元市旺苍县中侏罗统沙溪庙组上段发现了一组以蜥脚类恐龙为主, 虚骨龙类、肉食龙类、剑龙、龟类等为辅的化石, 为目前国内罕见的化石种群丰富、密集度大、分布集中的恐龙化石埋藏点。通过地质填图、剖面揭露、化石统计、微相分析等手段, 综合分析了岩性组合、构造特征等因素, 认为研究区的碎屑物源来自龙门山、大巴山、米仓山方向, 沉积环境为三角洲平原亚相河道微相和河道间微相; 埋藏特征显示研究区内化石为异地埋藏, 但未经过远距离搬运。旺苍县恐龙化石的发现再次证实四川盆地具有考察、研究和发掘恐龙化石的优越条件, 研究可为深入研究四川盆地古环境与古生态变迁、盆地恐龙的系统演化提供参考。

关键词: 旺苍县; 沙溪庙组; 恐龙化石; 三角洲平原亚相

中图分类号: P52

文献标志码: A

文章编号: 2095–8706(2023)04–0057–08

0 引言

四川省自1915年首次发现恐龙化石以来, 共发现100处恐龙化石遗迹产地, 已鉴定出的恐龙骨骼化石有35属48种, 占中国恐龙骨骼化石种类的近20%^[1–3]。

广元市旺苍县嘉川镇槐树村恐龙化石点自1976年被发现以来, 先后经过多家单位8次勘查或发掘^[4], 已发现蜥脚类恐龙和少量剑龙、肉食龙类等, 但尚未开展埋藏古地理和古环境研究工作。2021年旺苍县委托四川省地质调查院开展“四川省旺苍县恐龙地质遗迹调查”项目, 在槐树村中侏罗统沙溪庙组上段中部的黄褐色钙质粉砂质泥岩中再次发现恐龙化石, 该恐龙动物群是一个以蜥脚类恐龙为主, 虚骨龙类、肉食龙类、剑龙、龟类等为辅的古脊椎动物群。本次工作通过地质填图、剖面揭露、化石统计、微相分析等手段, 综合分析了岩性

组合、构造特征等因素, 揭示了恐龙化石的沉积环境和埋藏条件。旺苍县恐龙化石的发现对研究四川盆地古环境与古生态变迁、盆地恐龙的系统演化的研究提供参考。

1 地质背景

印支运动末期, 全球各大板块汇聚的构造事件造就了众多中生代盆地。同时期中国各大陆块发生聚合, 并与劳亚大陆和冈瓦纳大陆汇聚成为欧亚大陆, 从而形成了中国陆相盆地群, 四川中生代盆地是其代表^[5–8]。

四川省中生代—新生代陆相红色盆地 of 扬子陆块西缘内侧的内陆盆地, 是我国最大的内陆盆地之一。盆地内出露地层主要有侏罗系和白垩系, 在龙门山低山地带、川东、川南、重庆大巴山、华蓥山一带发育三叠系。盆地西部广泛分布有古近系磨拉石建造及第四系冲洪积层, 局部见有新近系分布。

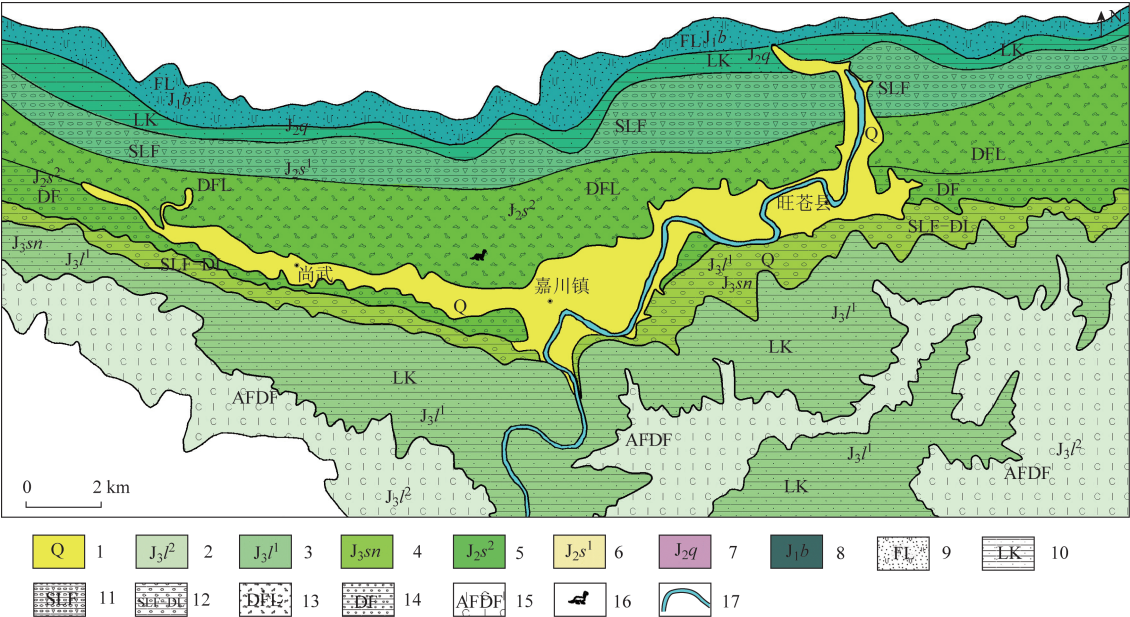
收稿日期: 2022–04–12; 修订日期: 2023–06–21。

基金项目: 四川省旺苍县恐龙化石地质遗迹调查项目、中国地质调查局“中国区域地质志·四川卷(编号: DD20160345–01)”、稀有稀土战略资源评价与利用四川重点实验室项目以及四川省地质调查院科技基金(编号: 202201)联合资助。

第一作者简介: 秦宇龙(1976—), 男, 研究员, 主要从事区域地质调查与矿产勘查研究工作。Email: 63328712@qq.com。

旺苍县槐树村恐龙化石产于中侏罗统沙溪庙组上段^[11-18],以产于自贡大山铺该组下部的李氏蜀龙动物群和上部的马门溪龙动物群为代表。研

究区侏罗系总体向南倾斜,倾角总体西陡东缓,从老到新为白田坝组、千佛崖组、沙溪庙组、遂宁组及莲花口组(图 1),地层岩性组合如表 1 所示。



1. 第四系冲积物; 2. 上侏罗统莲花口组二段; 3. 上侏罗统莲花口组一段; 4. 上侏罗统遂宁组; 5. 中侏罗统沙溪庙组上段; 6. 中侏罗统沙溪庙组下段; 7. 中侏罗统千佛崖组; 8. 下侏罗统白田坝组; 9. 河流相; 10. 滨湖亚相; 11. 浅湖亚相; 12. 浅湖—深湖亚相; 13. 三角洲平原亚相; 14. 三角洲前缘亚相; 15. 扇三角洲前缘亚相; 16. 恐龙化石产出位置; 17. 河流

图 1 旺苍县地质及岩相古地理图

Fig. 1 Geological sketch and lithofacies paleogeography in Wangcang County

表 1 旺苍县地层岩性组合

Tab.1 Stratigraphic lithology combination in Wangcang County

地层名称	岩性组合特征	构造特征	产出化石/生物遗迹
莲花口组	灰色厚层状、透镜状石英质砾岩、灰—浅灰色厚层状长石石英砂岩、岩屑石英砂岩、含砾长石石英砂岩、细粒钙质岩屑砂岩、紫红色薄层状泥质粉砂岩与紫红色薄层状泥岩组成不等厚韵律层	楔状交错层理、平行层理	水平管迹、钻孔迹
遂宁组	以红、鲜紫红、砖红色泥(页)岩为主,程度不等地夹同色岩屑长石砂岩、粉砂岩,组成不等厚互层	槽状交错层理、楔状交错层理、沙纹层理、平行层理	水平管迹、厘米级钻孔迹
沙溪庙组上段	主要为浅灰色—黄灰色厚层块状长石石英砂岩、浅灰色薄—中层状岩屑长石砂岩、紫色薄层状泥质粉砂岩与杂色薄层状泥岩	楔状交错层理、斜层理、平行层理、沙纹层理、水平层理等	恐龙化石
沙溪庙组下段	主要为灰色—紫灰色厚层状中—细粒长石石英砂岩、长石砂岩与紫红色泥岩、粉砂岩组成不等厚韵律层	板状交错层理、槽状交错层理、平行层理等	瓣鳃类、腹足类、叶肢介、昆虫、植物化石
千佛崖组	上部由灰黄色厚层状长石石英细砂岩和灰黄色—绿灰色薄层状泥质粉砂岩、薄层状泥岩组成	平行层理、斜层理	无
	中部由灰色厚层状长石石英细砂岩、泥岩夹泥质粉砂岩组成	楔状交错层理	无
	下部由灰黄色中厚层状长石石英砂岩、灰色薄层状细粉砂岩、绿灰色薄层状泥质粉砂岩、浅灰色厚层状—透镜状石英质砾岩	平行层理、楔状交错层理	瓣鳃类化石
白田坝组	上部为绿灰色、黄绿色、灰色中厚层状岩屑砂岩、岩屑石英砂岩、长石石英砂岩,具韵律层,夹少量浅灰色中—厚层状细砂岩、泥质细砂岩,从下往上泥岩增加,上部以泥岩为主。	斜层理、板状交错层理、楔状交错层理、沙纹层理	植物化石碎片
	中部为灰色—浅黄灰色薄—中层状细砂岩、泥质粉砂岩、粉砂质泥岩、泥岩组成多个韵律旋回	平行层理、楔状交错层理	无
	下部为灰色厚层块状砾岩,浅灰色中厚层状岩屑石英砂岩。砾岩中砾石由下向上由粗变细组成多个韵律层	平行层理	无

2 化石产出特征

结合已有地质资料和本次清理工作,发现旺苍县槐树村化石遗迹点的化石储层厚 2 ~ 3 m,产状向南倾,倾角约 30°。恐龙化石以骨架残片为主,含量较丰富(图 2,图 3),本次工作发现股骨、肋骨(图 4(a))、尾椎、背椎、脉弧、掌骨、坐骨、耻骨等部位的骨骼化石百余件,大部分骨骼化石长约为 0.02 ~ 0.51 m,最大的股骨化石长 1.5 m(图 4(b)),据此推断恐龙成体最大长约 20 m。此外,还发现一枚龟鳖类化石和一枚恐龙牙齿化石。

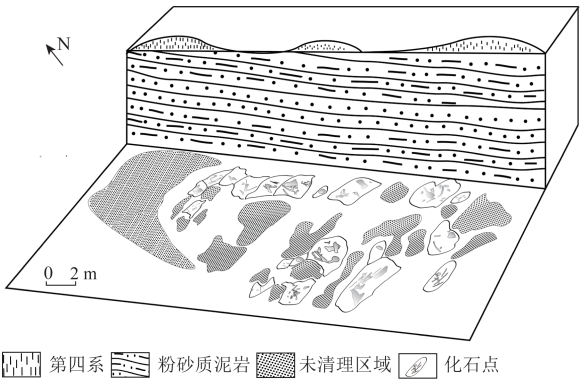


图 2 旺苍县恐龙化石遗迹点埋藏分布
Fig.2 Distribution of dinosaur fossil sites buried in Wangcang County

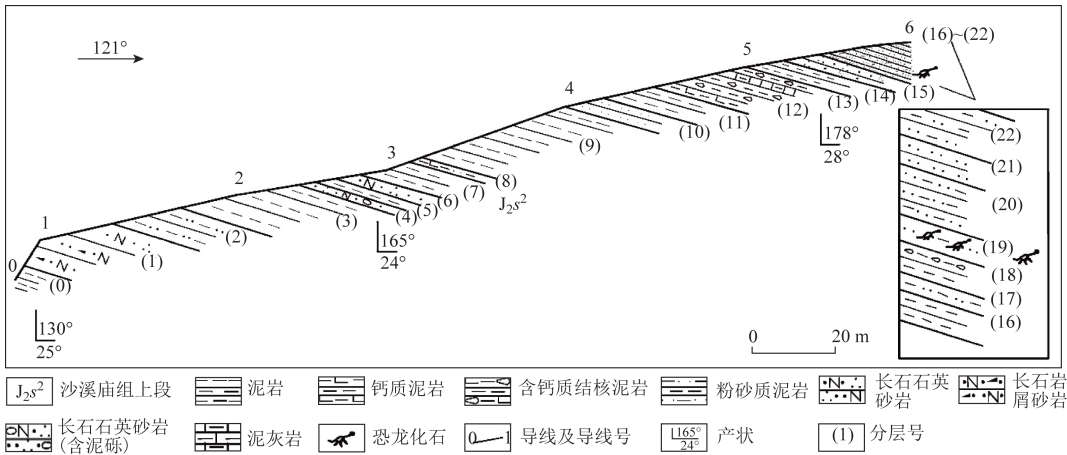
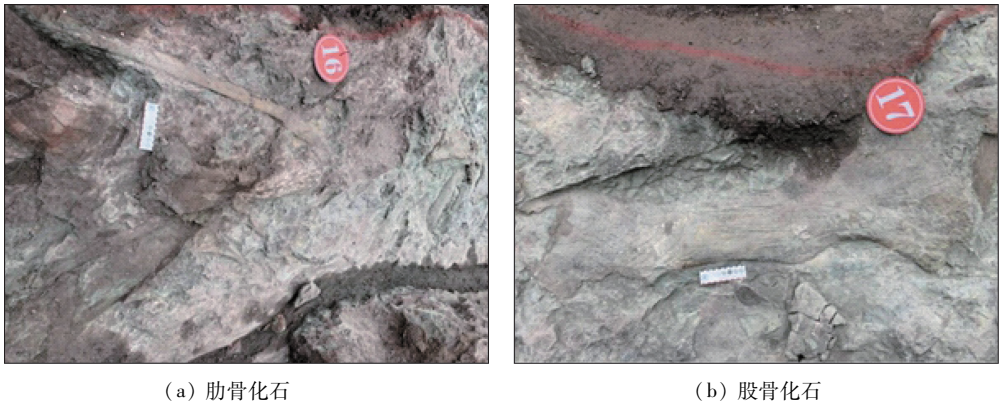


图 3 旺苍县沙溪庙组含恐龙化石段地层剖面简图
Fig.3 Profile sketch of dinosaur fossil bearing section of Shaximiao Formation in Wangcang County



(a) 肋骨化石 (b) 股骨化石
图 4 旺苍县马门溪龙化石

Fig.4 Fossils of Mamenchisaurus in Wangcang County

3 沉积环境分析

3.1 沉积相特征

本次区域调查发现,旺苍地区侏罗系的岩相古

地理演化存在由河湖相向湖相变迁,之后水体变浅,再向河流相、山前冲积相变化的过程(图 1)^[19]。

中侏罗统沙溪庙组为研究区重要的恐龙化石埋藏层位,相对中侏罗统千佛岩组沉积时期,沙溪

庙组沉积时水体继续变深,并有曲流河三角洲伸入湖泊。沙溪庙组岩性总体为泥岩、粉砂质泥岩夹细砂岩、粉砂岩,以水平层理、块状层理为主,见压扁层理、浪成砂纹交错层理及波痕,出露透镜状河道砂体,延伸不稳定,发育中型和大型板状、楔状交错层,偶见滑塌构造。反映了浅湖、三角洲平原、三角洲前缘等沉积环境。

沙溪庙组上段的岩性与厚度变化均较大,主体由 10 余套砂岩与泥岩的韵律互层组合叠加而成,研究区内厚度约 394 m。岩层层序上表现为泥岩、泥质粉砂岩、细砂岩与粉砂岩的交替变化,泥岩、泥质粉砂岩较厚,细砂岩与粉砂岩较薄,泥岩段发育块状或水平层理,砂岩段发育砂纹层理、少量楔状交错层理,局部见泥砾,泥岩和粉砂岩中常见生物钻穴或水平虫迹。剖面沉积物粒度总体较细,以泥、泥质粉砂为主,细砂、粉砂为辅,未见中粗粒砂岩,仅局部见泥砾,说明水动力较弱,且变化不均,可能有生物驻留生活并形成钙质结核,反映了亚热带半干旱—干旱气候下的河口缓流或滨浅湖环境。综合剖面上下层位及面上调查认识成果,将旺苍县沙溪庙组含恐龙化石段的沉积相划归三角洲平原亚相,砂岩段为河道微相,泥岩段为河道间微相。

3.1.1.1 河道微相

三角洲平原河道微相沉积由灰黄色、浅灰色中厚层细粒长石石英砂岩、细粒长石岩屑砂岩夹泥质粉砂岩组成,厚度一般在数米至 10 余米之间(图 5)。河道砂岩与下伏紫红色泥岩底冲刷不明显,砂岩发育爬升砂纹层理(图 6(a))、楔状交错层理,反映三角洲平原河道水流特征,粉砂岩中见生物潜穴(图 6(b)),说明水体较为平静,适于底栖生物活动。

在化石点南侧的沙溪庙组上段,多处发育三角洲前缘水下河道大砂体,厚度可达 10 m,常见大型板状交错层理和平行层理(图 6(c),(d))。

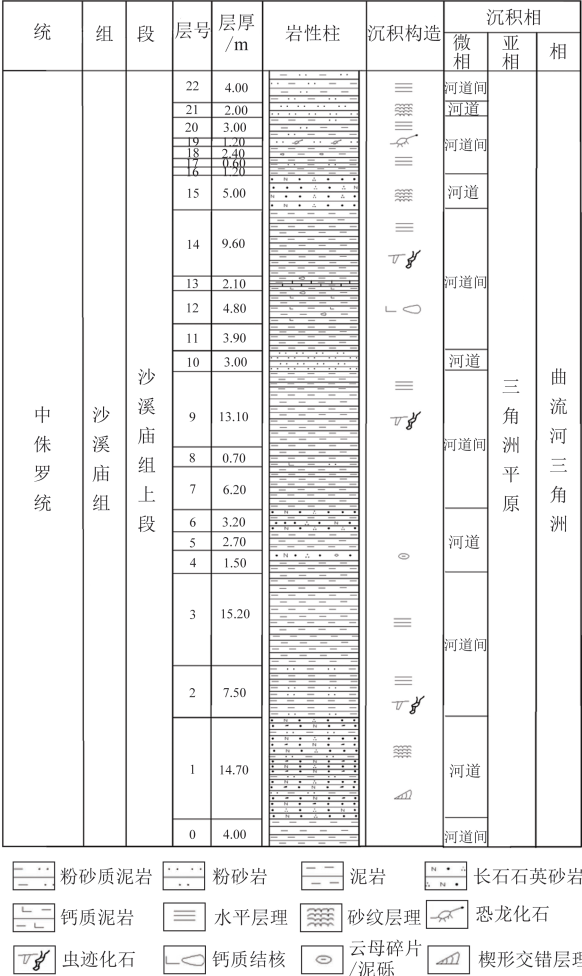
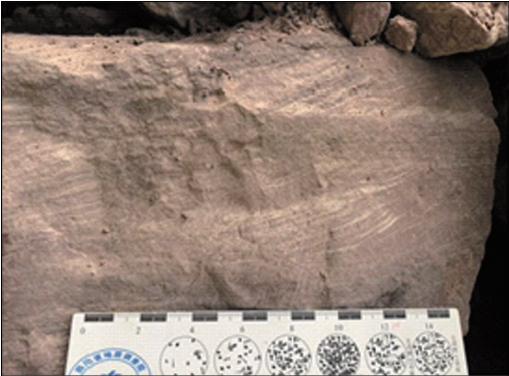


图 5 旺苍县中侏罗统沙溪庙组上段含恐龙化石段岩相柱状图

Fig.5 Lithofacies histogram of dinosaur bearing member of Upper Shaximiao Formation of Middle Jurassic in Wangcang County



(a) 砂岩中发育的爬升砂纹层理



(b) 粉砂岩中的生物潜穴

图 6-1 旺苍县沉积构造照片

Fig.6-1 Photos of sedimentary structures in Wangcang County

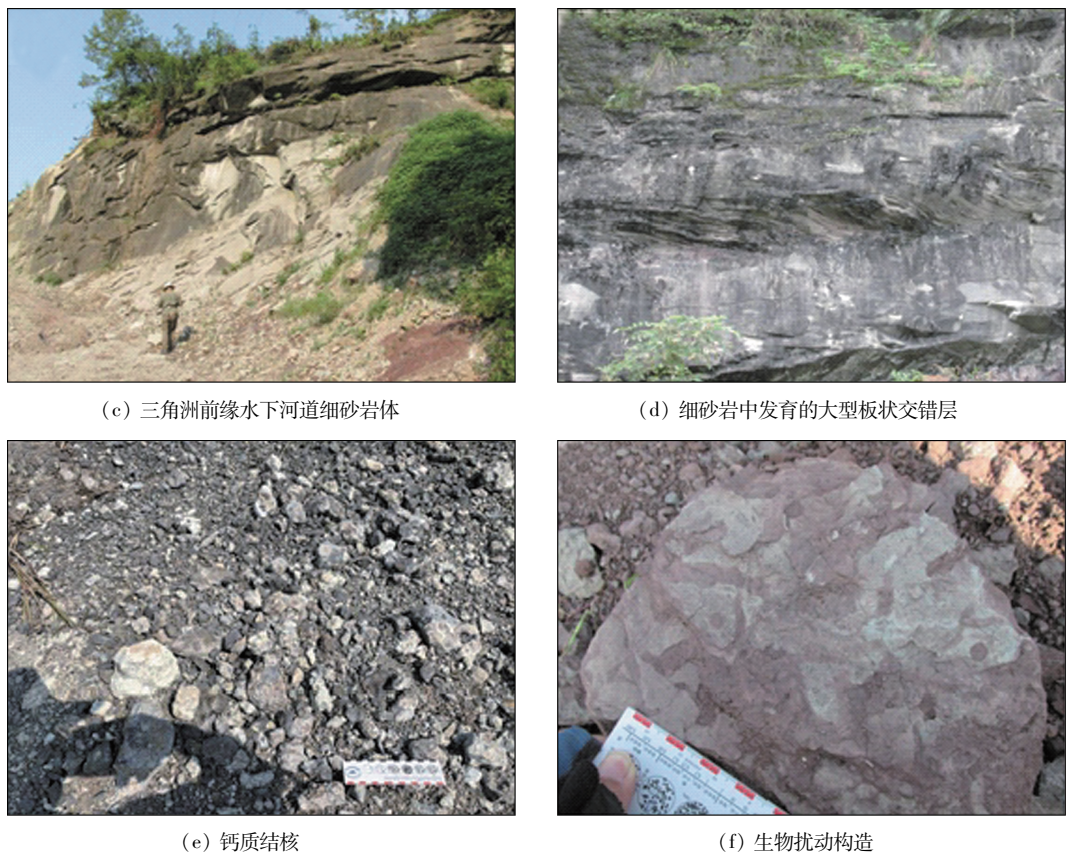


图 6-2 旺苍县沉积构造照片
Fig.6-2 Photos of sedimentary structures in Wangcang County

3.1.2 河道间微相

河道间微相由紫红色、灰绿色中厚层状泥岩，灰绿色、浅灰色粉砂质泥岩，紫红色、灰白色钙质泥岩，含钙质结核层等细碎屑岩构成(图 5)。泥岩发育块状层理、水平层理，普遍见有姜状的钙质结核(图 6(e))及泥灰岩层，多数钙质结核呈层分布，直径一般 2~10 cm。此外，遗迹化石及生物扰动构造(图 6(f))在泥岩、泥质粉砂粉岩中也较为发育。这些泥岩和泥质粉砂岩发育于三角洲平原浅水覆盖的河道间洪泛平原沉积环境。

3.2 恐龙化石埋藏环境

前人对四川盆地恐龙化石的埋藏特征和埋藏环境已作了一些研究，并根据恐龙化石的数量和完整性划分为低能湖滨砂质浅滩、经过搬运后异地埋藏于高能或低能环境、异常死亡后原地埋藏于高能或低能环境等 5 种类型的埋藏环境^[20-29]。

从旺苍地区的沉积相分析可以看出，该处恐龙化石埋藏地的沉积环境总体上为曲流河三角洲平原，恐龙化石埋藏于三角洲平原之上的河道和河道间沉积微相。造成该处恐龙集中埋藏的原因可能

是：恐龙生活于广阔的三角洲平原之上，由于温暖半干旱的气候、现代大气 5~8 倍的 CO₂ 浓度^[21-25]，导致植物生长不利，恐龙由于旱季食物供给不足死亡。恐龙死亡后，尸体在未完全腐烂之前，被季节性越岸洪水搬运至河道间环境，来自龙门山、大巴山、米仓山方向^[1,22]的粉砂质泥岩等细粒沉积物将其掩埋。由于经过一定距离的搬运，导致恐龙化石呈分散的形式保存。从恐龙化石的保存情况看，未见完整恐龙个体，同时骨骼有压扁现象，但埋藏较集中且保存有较完整的脊椎、胫骨和腓骨，说明化石未经过远距离搬运。

4 结论

(1)恐龙化石发育于中侏罗统沙溪庙组上段中部的黄褐色钙质粉砂质泥岩中，该恐龙动物群是一个以蜥脚类恐龙为主，以虚骨龙类、肉食龙类、剑龙、龟类等为辅的古脊椎动物群，大部分骨骼化石长约 0.02~0.5 m，最大股骨化石，达 1.5 m，推断恐龙成体最大应长于 20 m。

(2)旺苍地区侏罗系的岩相古地理演化存在由河湖相向湖相变迁,之后水体变浅,再向河流相、山前冲积相变化的过程。

(3)旺苍县恐龙化石埋藏地的沉积环境总体上为曲流河三角洲平原,恐龙化石埋藏于三角洲平原之上的河道和河道间沉积微相,化石虽非原地埋藏,但未经远距离搬运。

致谢:在工作过程中,得到了旺苍县县委、县政府、自然资源局、文化旅游局相关领导,以及彭光照研究馆员、罗勇研究员、江山副研究馆员等专家的指导与帮助。

参考文献(References):

- [1] 四川省地质调查院. 四川盆地中生代恐龙动物群研究报告[R]. 2006.
Sichuan Geological Survey. Research Report on Mesozoic Dinosaur Fauna in Sichuan Basin[R]. 2006.
- [2] 四川省地质调查院. 四川省地质遗迹调查与区划及示范研究项目四川省地质遗迹资源与保护规划建议报告[R]. 2012.
Sichuan Geological Survey. Sichuan Geoheritage Survey, Zoning and Demonstration Study Sichuan Geoheritage Resources and Protection Planning Suggestions[R]. 2012.
- [3] 自贡恐龙博物馆. 四川恐龙化石资源保护与开发利用模式研究[M]. 2018.
Zigong Dinosaur Museum. Research on the Protection and Development and Utilization Mode of Dinosaur Fossil Resources in Sichuan Province[M]. 2018.
- [4] 四川省地质调查院. 四川省旺苍县恐龙化石地质遗迹调查成果报告[R]. 2021.
Sichuan Geological Survey. A Report On the Survey Results of Dinosaur Fossil Geological Relics in Wangcang County, Sichuan Province[R]. 2021.
- [5] 邓康龄. 四川盆地形成演化与油气勘探领域[J]. 天然气工业, 1992, 12(5): 7-12.
Deng K L. Formation and evolution of Sichuan basin and domains for oil and gas exploration [J]. Nature Gas Industry, 1992, 12(5): 7-12.
- [6] 许志琴, 侯立玮, 王宗秀. 中国松潘—甘孜造山带的造山过程[M]. 北京:地质出版社, 1992: 1-57.
Xu Z Q, Hou L W, Wang Z X. Orogenic Processes of the Songpan Ganze Orogenic Belt of China[M]. Beijing: Geology Press, 1992: 1-57.
- [7] 刘树根. 龙门山冲断带与川西前陆盆地的形成演化[M]. 成都:成都科技大学出版社, 1993: 7-177.
Liu S G. The Formation and Evolution of Longmenshan Thrust Zone and Western Sichuan Foreland Basin, Sichuan, China[M]. Chengdu: Chengdu University of Science and Technology Press, 1993: 7-177.
- [8] 李勇, 曾允孚, 伊海生. 龙门山前陆盆地沉积及构造演化[M]. 成都:成都科技大学出版社, 1995: 45-73.
Li Y, Zeng Y F, Yi H S. Sedimentary and Tectonic Evolution of the Longmenshan Foreland Basin[M]. Chengdu: Chengdu University of Science and Technology Press, 1995: 45-73.
- [9] 童崇光. 四川盆地构造演化与油气聚集[M]. 北京:地质出版社, 1992.
Tong C G. Structural Evolution and Hydrocarbon Accumulation in the Sichuan Basin[M]. Beijing: Geology Press, 1992.
- [10] 董枝明, 周世武, 张奕宏. 中国古生物志—总号第162册, 新丙种第23号—四川盆地侏罗纪恐龙化石[M]. 北京:科学出版社, 1983.
Dong Z M, Zhou S W, Zhang Y H. Paleontology of China, No. 162, No. 23 of New C Species, Jurassic Dinosaur Fossils in Sichuan Basin[M]. Beijing: Science Press, 1983.
- [11] 何信禄, 李奎, 蔡开基. 四川自贡大山铺中侏罗世恐动物群第四集, 二—蜥脚类, 天府峨眉龙[M]. 成都:四川科学技术出版社, 1988.
He X L, Li K, Cai K J. Middle Jurassic Dinosaur Fauna in Dazhanpu, Zigong, Sichuan Episode 4: Tianfu Emei Dragon [M]. Chengdu: Sichuan Science and Technology Press, 1988.
- [12] 张奕宏, 李奎, 曾清华. 四川盆地晚侏罗世蜥脚类一新种[J]. 成都理工学院学报, 1998, 25(1): 61-70.
Zhang Y H, Li K, Zeng Q H. A new species of Sauropod dinosaur from the Upper Jurassic of Sichuan Basin, China [J]. Journal of Chengdu University of Technology, 1998, 25(1): 61-70.
- [13] 骆耀南, 王长生. 四川早侏罗世恐龙化石的新发现[J]. 科学通报, 1999, 44(10): 1078-1084.
Luo Y N, Wang C S. New discovery of Early Jurassic dinosaur fossils in Sichuan [J]. Chinese Science Bulletin, 1999, 44(10): 1078-1084.
- [14] 何信禄, 王长生, 刘尚忠, 等. 四川南部珙县早侏罗世一新蜥脚类恐龙[J]. 四川地质学, 1998, 18(1): 1-6.
He X L, Wang C S, Liu S Z, et al. A new Sauropod dinosaur from the Early Jurassic in Gongxian county, South Sichuan [J]. Acta Geologica Sichuan, 1998, 18(1): 1-6.
- [15] 黄其胜. 四川盆地北缘达县、开县一带早侏罗世珍珠冲植物群及其古环境[J]. 地球科学—中国地质大学学报, 2001, 26(3): 221-228.
Huang Q S. Early Jurassic flora and paleoenvironment in Daxian and Kaixian counties, North Border of Sichuan Basin, China [J]. Earth Science—Journal of China University of Geosciences, 2001, 26(3): 221-228.
- [16] 李奎, 童纯菡, 张玉光, 等. 四川广元恐龙化石的微量元素组合特征及其意义[J]. 大自然探索, 1998, 17(2): 49-52.
Li K, Tong C H, Zhang Y G, et al. Characteristics and significance of the trace elements composition in the dinosaur fossils from Guangyuan, Sichuan [J]. Exploration of Nature, 1998, 17(2): 49-52.
- [17] 张玉宾. 由恐龙化石论晚白垩世事件沉积[J]. 沉积学报, 1993: 7-177.

- 1998,16(2):124-128.
- Zhang Y B. The Late Cretaceous event sedimentation from the viewpoint of dinosaur fossils[J]. *Acta Sedimentologica Sinica*, 1998,16(2):124-128.
- [18] 张景华,周瑶琪,柴之芳,等. 自贡恐龙骨骼中U的超高异常的发现及其意义[J]. *科学通报*,1993,38(16):1498-1501.
- Zhang J H, Zhou Y Q, Chai Z F, et al. The discovery of ultra-high U anomaly in dinosaur bones from Zigong and its significance[J]. *Chinese Science Bulletin*, 1993,38(16):1498-1501.
- [19] 徐强,朱同兴,牟传龙. 川西晚三叠世一晚侏罗世层序岩相古地理编图[J]. *西南石油学院学报*,2001,23(1):1-4.
- Xu Q, Zhu T X, Mou C L. Sequence-Paleogeographic mapping of Upper Triassic Xujiahe formation and Upper Jurassic Ponaizheng formation in Western Sichuan, China[J]. *Journal of Southwest Petroleum Institute*, 2001,23(1):1-4.
- [20] 夏文杰,李秀华. 四川自贡大山铺中侏罗世恐龙动物群,第五集 恐龙埋藏环境及岩相古地理特征[M]. 成都:四川科学技术出版社,1988.
- Xia W J, Li X H. Middle Jurassic Dinosaur Fauna in Dashanpu, Zigong, Sichuan, Episode 5: Dinosaur Burial Environment and Lithofacies Paleogeographic Features[M]. Chengdu: Sichuan Science and Technology Press, 1988.
- [21] 李奎,蔡开基,张玉光. 四川广元河西晚侏罗世恐龙动物群集群死亡原因研究[J]. *大自然探索*,1997,16(3):90.
- Li K, Cai K J, Zhang Y G. A study on the causes of death of the Late Jurassic Dinosaur fauna clusters in Hexi, Guangyuan, Sichuan[J]. *Exploration of Nature*, 1997,16(3):90.
- [22] 李奎,张玉光,蔡开基,等. 四川盆地侏罗纪恐龙骨骼及红层的微量元素组合特征[M]. 北京:地质出版社,1999.
- Li K, Zhang Y G, Cai K J, et al. The Characteristics of the Composition of the Trace Elements in Jurassic Dinosaur Bones and Red Beds in Sichuan Basin[M]. Beijing: Geology Press, 1999.
- [23] 阚泽忠,梁斌,王全伟,等. 四川安岳恐龙化石埋藏地遂宁组、蓬莱镇组中遗迹化石及其环境意义[J]. *四川地质学报*, 2005,25(2):68-71.
- Kan Z Z, Liang B, Wang Q W, et al. Trace fossils in the Suining and Penglaizhen formations as buried places of dinosaur fossils, in Anyue, Sichuan, and their environmental significance[J]. *Acta Geologica Sichuan*, 2005,25(2):68-71.
- [24] 阚泽忠,梁斌,王全伟,等. 广元恐龙化石埋藏地沙溪庙组地球化学特征及对物源区和古风化作用的指示[J]. *中国地质*, 2006,33(5):1023-1029.
- Kan Z Z, Liang B, Wang Q W, et al. Geochemistry of the Shaximiao Formation in a dinosaur fossil site, Guangyuan, Sichuan, and its implications for the source area and paleoweathering[J]. *Geology in China*, 2006,33(5):1023-1029.
- [25] 梁斌,王全伟,阚泽忠. 珙县恐龙化石埋藏地自流井组泥质岩地球化学特征及其对物源区和古风化作用的指示[J]. *岩石矿物*, 2006,26(3):94-99.
- Liang B, Wang Q W, Kan Z Z. Geochemistry of Early Jurassic Mudrocks from Ziliujing formation and implications for source-area and weathering in dinosaur fossils site in Gongxian, Sichuan province[J]. *Journal of Mineralogy and Petrology*, 2006,26(3):94-99.
- [26] 王全伟,阚泽忠,刘啸虎,等. 四川中生代陆相盆地孢粉组合所反映的古植被与古气候特征[J]. *四川地质学报*, 2008,28(2):89-95.
- Wang Q W, Kan Z Z, Liu X H, et al. The Mesozoic Sporopollen assemblage in the Sichuan Basin and its significance to paleovegetation and paleoclimate[J]. *Acta Geologica Sichuan*, 2008,28(2):89-95.
- [27] 钱利军,陈洪德,林良彪,等. 四川盆地西缘地区中侏罗统沙溪庙组地球化学特征及其环境意义[J]. *沉积学报*, 2012,30(6):1061-1071.
- Qian L J, Chen H D, Lin L B, et al. Geochemical characteristics and environmental implications of Middle Jurassic Shaximiao formation, western margin of Sichuan basin[J]. *Acta Sedimentologica Sinica*, 2012,30(6):1061-1071.
- [28] 梁斌,王全伟,阚泽忠. 四川盆地中侏罗统沙溪庙组钙质结核的碳、氧同位素特征[J]. *矿物岩石*, 2007,27(2):54-58.
- Liang B, Wang Q W, Kan Z Z. Carbon and oxygen isotopic compositions of carbonate nodule in the Shaximiao formation of the Middle Jurassic, Sichuan Basin[J]. *Journal of Mineralogy and Petrology*, 2007,27(2):54-58.
- [29] 刘宗文. 四川省安岳恐龙埋藏特征及环境意义[J]. *青海地质*, 1990(2):9-15.
- Liu Z W. Burial characteristics and environmental significance of dinosaurs in Anyue, Sichuan province[J]. *Qinghai Geology*, 1990(2):9-15.

Discovery and sedimentary environment of dinosaur fossils from Shaximiao Formation in Wangcang County, Sichuan Province

QIN Yulong, YE Chunlin, ZHAN Hanyu, LI Zheng, XIONG Changli, YANG Xuejun

(Evaluation and Utilization of Strategic Rare Metals and Rare Earth Resource Key Laboratory of Sichuan Province, Sichuan Institute of Comprehensive Geological Survey, Sichuan Chengdu 610081, China)

Abstract: Sichuan Province is an important producing area of dinosaur fossil sites in China, and a series of dinosaur fossils were discovered in this area for a long time. In 2021, another group of fossils dominated by Sauro-

poDs, together with the CoelurosaUr, Carnivora, *Stegosaurus* and turtles, was found in the upper part of Shaximiao Formation of Middle Jurassic in Wangcang County of Guangyuan City. It is a rare dinosaur fossil burial site with rich population, high density and concentrated distribution in China. Through geological mapping, profile disclosure, fossil statistics, microfacies analysis and other means, the authors comprehensively analyzed the lithologic association, structural characteristics and other factors, and concluded that the clastics source is from Longmen Moutain, Daba Mountain and Micang Moutain, and the sedimentary environment belongs to channel and inter-channel microfacies of delta plain subfacies. The taphonomy characteristics indicate that these fossils were heterochthonousburial, and had not been transported for long distance. The further discovery of dinosaur fossils in Wangcang County strongly suggest that it has an advantageous condition for investigation, research and excavation of dinosaur fossils, which could provide some references for the in – depth research of pale – environment, paleo-ecologic change, and systematic evolution of basinal dinosaur in Sichuan Basin.

Keywords: Wangcang County; Shaximiao Formation; dinosaur fossil; delta plain subfacies

(责任编辑: 魏昊明, 王晗)