

四川盆地剑龙类腰带演化

郝宝鞘¹, 彭光照¹, 秦钢², 叶勇¹, 江山¹

(1. 自贡恐龙博物馆, 四川 自贡 643013; 2. 四川省地质学会, 成都 610081)

摘要: 四川盆地是中国剑龙类恐龙化石产出的集中地, 主要包括华阳龙、沱江龙、巨棘龙、重庆龙、嘉陵龙、营山龙 6 属。除嘉陵龙外, 另外 5 属均有腰带结构保存。剑龙类腰带是除了骨板外另一个重要的鉴定特征。该五属分布在 4 个连续的化石层, 形成四川盆地的侏罗纪剑龙一条连续生长线。剑龙类腰带特征主要体现在髂骨、坐骨和耻骨的形态, 根据其特征, 可找到剑龙类从比较原始类型到进步类型的演化关系。四川盆地剑龙类有一个从华阳龙-重庆龙-巨棘龙-沱江龙-营山龙的演化过程, 太白华阳龙是最原始的剑龙类, 巨棘龙继承了部分原始性状, 但它比华阳龙更为进步, 巨棘龙应该是处于华阳龙和沱江龙之间的一个过渡类型, 且与沱江龙的亲缘关系更近, 是一类进化中的剑龙, 营山龙位于四川盆地剑龙类演化的顶端。

关键词: 剑龙; 腰带; 演化; 四川盆地

中图分类号: [P52] **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-0995 (2018) 01-0062-03

DOI: 10.3969/j.issn.1006-0995.2018.01.012

剑龙类是一类非常特殊的恐龙类群, 中国剑龙类的研究已开展了大量基础性研究工作, 取得了大量成果: 早侏罗世的大地龙 (董枝明等, 1992), 中侏罗世的花阳龙^[1, 2], 晚侏罗世的将军龙^[3]、嘉陵龙^[4]、沱江龙^[5]、重庆龙^[6]、营山龙^[7]、巨棘龙^[8]等和早白垩世的乌尔禾龙^[9]、芒康龙 (赵喜进, 1983)^[10]。

四川盆地是东亚地区著名的红色盆地, 盆地内中生代陆相地层特别发育, 其中蕴藏大量恐龙及其他脊椎动物化石。从目前掌握的材料看, 在恐龙类别中, 除了蜥脚类恐龙外, 出产种类最多的应属剑龙类, 包括华阳龙、沱江龙、巨棘龙、重庆龙、嘉陵龙、营山龙 6 属^[11]。其中, 除嘉陵龙外, 另外 5 属均有腰带结构保存。

四川盆地的 6 个属剑龙虽然大都有腰带保存, 但发表文章时条件不成熟, 腰带照片不清晰或者没有, 这使得后期研究者对剑龙类腰带的整体形态和演化不甚了解, 本文在对各保存的较完整腰带剑龙属研究基础上, 对四川盆地已有的剑龙腰带进行分析。

1 标本记述

嘉陵龙: 1957 年, 由四川省石油勘探局关耀武同志领导的一个野外队在渠县涌兴区平安乡太平砦采集到, 后经中国著名古脊椎动物学家杨锺健教授研究命名为关氏嘉陵龙 (*Jialingosaurus kuani* Young, 1959)。关氏嘉陵龙有 6 个椎体, 三个骨板和部分肢骨, 可惜没有发现腰带。经过实地调查, 对照地质图, 确认其地层为晚侏罗世上沙溪庙组, 这是四川盆地第一具被记述的剑龙骨架, 同时也是第一次在我国所发现的保存较好的和被正式命名的剑龙化石。

营山龙: 1983 年底营山县济川乡社员龙云桥建房挖地基时发现。当时四川省重庆自然博物馆在接到报告后, 派出专人前往化石发现地。在南充地区文化局王积厚和营山县文化馆文物干部刘敏的协助下, 邹建与朱松林赴现场进行了试掘。1984 年 1 月朱松林再次对该化石点进行了彻底地清理、发掘。获得了一具保存不十分完整的化石 (缺失骨头、部分颈椎及后部尾椎)。经朱松林及四川文物研究被命名为济川营山龙 (*Yingshanosaurus Jichuanensis* Zhu, 1994)。其地层为晚侏罗世上沙溪庙组顶部, 这也是四川盆地内最晚的剑龙标本。

巨棘龙: 1985 年, 自贡市沿滩区仲权乡银河村四队村民甘学良、彭久礼在修建水塘时发现化石, 自贡恐龙博物馆之后采得一具较完整、基本关节的剑龙骨架化石—四川巨棘龙 (*Gigantspinosauros sichuanensis* Ouyang, 1992)。在发掘的过程中, 发现一对呈“逗号”形的骨棘, 其形态和构造与以前认识

收稿日期: 2018-01-21

基金项目: 受四川省国土资源厅项目“四川盆地恐龙化石资源保护与开发利用模式”, 编号: (KJ-2017-11) 和自贡恐龙博物馆馆长基金支持

作者简介: 郝宝鞘 (1984-), 男, 河北保定人, 馆员, 主要从事古生物学与地层学研究

的副荐棘相似，然而它们是呈对称出现在肩部两侧，而不是在腰带位置^[12]，另外在右侧副肩棘处发现一小块皮肤印痕^[13、14]。1999年，距离该地不远处，发现一保存较好的剑龙腰带，但因材料有限，暂作巨棘龙未定种处理。

华阳龙：1979~1984年，中国科学院古脊椎动物与古人类研究所、成都理工大学（原成都地质学院）、重庆自然博物馆、四川省大山铺恐龙发掘队等单位在自贡市大山铺进行了多次单独或联合发掘，在已发掘的数千平方米的范围内共获得了上百具恐龙及其他脊椎动物化石，其中包括一种剑龙类恐龙—太白华阳龙(*Huayangosaurus taibaii* Dong et al., 1982)的8具完整程度不一的个体材料，其中有5个保存不一的腰带结构。其地层为中侏罗世下沙溪庙组，这也是四川盆地内最早剑龙标本。华阳龙是目前世界上发现的保存最完整、时代最早和层位最可靠的剑龙，它是其他剑龙类的姊妹群，为剑龙起源于东亚提供了可靠的化石材料佐证。

沱江龙：1974年在川南自贡市的伍家坝发现了一个埋藏丰富的恐龙化石群。经重庆市博物馆和自贡市盐业历史博物馆为期3个多月的发掘，共采集化石100多箱。这些化石后经中国科学院古脊椎动物与古人类研究所和重庆市博物馆的专家整理和研究，共命名了4属4种恐龙，其中包括一种剑龙类恐龙—多棘沱江龙(*Tuojiangosaurus multispinus* Dong et al., 1977)。其地层为晚侏罗世上沙溪庙组底部。它含有17对骨板，是剑龙骨板最多的一个属。

重庆龙：1978年，重庆自然博物馆在重庆市江北区猫儿石发掘到一具不完整的剑龙骨架和部分头骨材料，后经董枝明等研究命名为江北重庆龙(*Chongkingosaurus jiangbeiensis*, Dong et al., 1983)。其地层为晚侏罗世上沙溪庙组。除此之外，又在重庆峨岭公园、重庆市区华一坡、合川县龙市找到一些剑龙标本，研究后认为属于重庆龙属，但因材料有限，暂作未定种处理。共计有三个腰带保存。

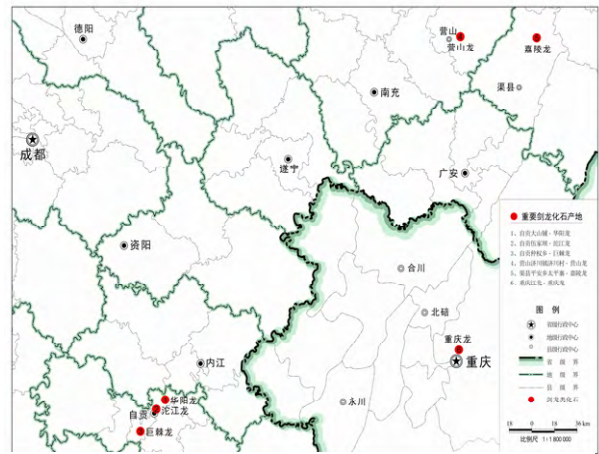


图1 四川盆地剑龙类恐龙化石产地分布图

2 腰带分析

四川盆地是世界上出产剑龙化石最丰富的地区之一，在不同层位都有化石材料报道。从目前的材料来看，可以分为4个层位。华阳龙作为比较原始的早期剑龙类型，发现于中侏罗世下沙溪庙组的中下部。产在自贡大山铺。第二个层位偏晚一点，以沱江龙、嘉陵龙、重庆龙为代表，分别产自自贡伍家坝、渠县涌兴、重庆江北区，其层位晚侏罗世上沙溪庙组的下部。第三个层位是巨棘龙，比第二个层位偏高一点，为晚侏罗世上沙溪庙组的中上部，化石产自自贡仲权乡。最晚的就是营山龙，产自营山济川，为晚侏罗世上沙溪庙组的顶界。从时代上看，四川盆地的剑龙已有4个连续的化石层，整个侏罗纪的剑龙有一条连续的生长线，可以从这些代表性物种中找到剑龙类从比较原始类型到进步类型的演化关系。

剑龙类腰带是除了骨板外另一个重要的鉴定特征。它包括背侧段的一对髌骨、腹侧段前方的一对耻骨及后方的一对坐骨。剑龙的荐肋一般发育，内侧与荐椎横突愈合，外侧与肠骨愈合，从而是腰带和荐椎形成一个相关联的整体。四川盆地剑龙类荐椎只有4个，虽然部分文献认为是4~6个，但观察标本后认为造成困惑的椎体并不是荐椎，前面的一个为背荐椎或者加强腰椎，后面的一个叫做尾荐椎（图2）。

剑龙类的腰带特征主要体现在髌骨、坐骨和耻骨三个形态方面。根据标本描述，从表中的几个方面

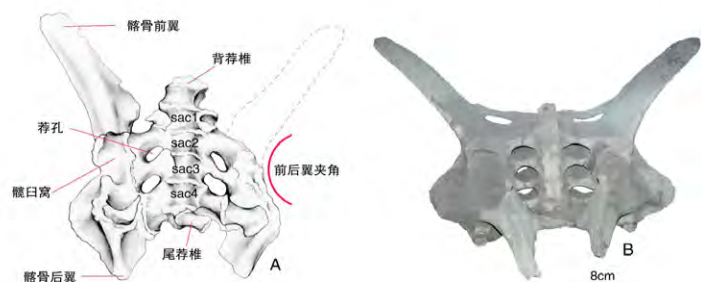


图2 A、江北重庆龙荐部腹视，素描图(CQMNH-CV00206)；B、巨棘龙未定种荐部腹视，照片(ZDM 0156)；sac. 荐椎 sacral vertebrae.

来分析剑龙类各个属的异同（见下表）。

四川盆地剑龙类腰带特征表

	华阳龙	重庆龙	沱江龙	巨棘龙	营山龙
前翼	侧扁板状，向前下方、外侧延伸	侧扁而长，向前下方延伸	厚实而扁长	垂向板状，略向上拱曲	板状，略向下延伸
后翼	短而宽的板状，末端突起位于外侧	板状，短三角形，末端突起位于中间	短三角形，	短而宽的板状，末端突起位于内侧	短，末端收缩，三角形
前后翼夹角	平滑，大	较大	较大，成一钝角	成一钝角	角度较小，近似直角
髌臼窝	深陷	小而浅平	浅	较深，圆滑横宽	较深
耻骨突	板状突起	厚实的板状突	不太发育	平行板状突起	发育，薄板状
坐骨突	瘤节状突起	不发育，呈圆菱形	——	不太发育	发育，三角形
荐孔	极大，贯通	大，贯通	较小的贯通孔	较大	极小

3 结论

从表中可以看出，目前已知的剑龙腰带外形变化不大，只是在荐孔的穿透与否及腰带背部封闭程度上、髌骨前后翼形状（主要在后翼形状），髌骨前后翼夹角和髌臼窝等几个方面。华阳龙的腰带荐孔上下穿透，荐孔都很大；重庆龙、沱江龙也上下穿透，但孔径变小；巨棘龙（彭，2005）^[15]观察到左侧荐孔有一定的愈合现象，但右侧却没有这种情况，一个个体左右方面不同，这一点就存在一些疑问，是个体情况还是保存原因，有待进一步调查；营山龙作为四川盆地层位最高的剑龙类，它的荐孔几乎封闭，只留几个指头大的三对荐孔。除此之外，再加上产自新疆的乌尔禾龙，其荐孔完全封闭，因此这个现象表明了剑龙类荐孔存在由开孔向封闭的演化的趋势。髌骨后翼形状，尤其是突出部位的位置，有一定的差异，这可能是剑龙类属种的一个特征，还有就是髌骨前后翼夹角存在这一个从大到小的过程，虽然变化不太明显，但华阳龙和乌尔禾龙进行比较，角度存在明显的变化。

结合 Maidment 2008 和 2010 年将除嘉陵龙、营山龙外大多数的有效剑龙类包括在内的系统树^[16, 17]，四川盆地的剑龙类应该有一个从华阳龙-重庆龙-巨棘龙-沱江龙-营山龙的演化过程。且可以看出太白华阳龙依然是最原始的剑龙类，巨棘龙继承了部分原始性状，但它比华阳龙更为进步，巨棘龙应该是处于华阳龙和沱江龙之间的一个过渡类型，且与沱江龙的亲缘关系更近，是一类进化中的剑龙，营山龙位于四川盆地剑龙类演化的顶端。

参考文献：

- [1] 董枝明，唐治路，周世武. 四川自贡大山铺蜀龙动物群简报 I. 剑龙[J]. 古脊椎动物学报, 1982, 20(1): 83-86.
- [2] 周世武, 四川自贡大山铺中侏罗世恐龙动物群(剑龙)[M]. 四川科技出版社, 1984, 1-52.
- [3] Jiang C.K., Forster, Catherine A, Xu X., and Clark, James M.. The first stegosaur (Dinosauria, Ornithischia) from the Upper Jurassic Shishugou Formation of Xinjiang, China. Acta Geologica Sinica (English edition). 2007, 81 (3): 351-356.
- [4] 杨钟健. 四川渠县一新剑龙[J]. 古脊椎动物与古人类, 1959, 3(1): 1-8.
- [5] 董枝明, 李宣民, 周世武, 等. 四川自贡剑龙化石简报[J]. 古脊椎动物与古人类, 1977, 15(4): 307-312.
- [6] 董枝明, 周世武, 张奕宏. 四川盆地侏罗纪恐龙化石[J]. 中国古生物志, 总号第 162 册新两种第 23 号. 1983.
- [7] 朱松林. 记四川盆地营山县一剑龙化石[J]. 四川文物, 1994, 1 期, 8-14
- [8] 欧阳辉. 四川巨棘龙的发现及其肩棘的定向[C]. 中国科学技术协会首届青年学术年会论文集: 理科分册, 1992, 10-12.
- [9] Dong, Z.M. [Dinosaurs from Wuerho.] Institute of Paleontology and Paleoanthropology Memoir 11: 1973. 45-52. [In Chinese].
- [10] Zhao xijin. Phylogeny and evolutionary stages of Dinosauria[J]. Acta Palaeontologia Polonica, 1983. 28 (1/2): 295-306.
- [11] 江山, 彭光照, 叶勇. 中国剑龙类恐龙化石[J]. 地质学刊, 2015, 39 (4): 530-534.
- [12] 高人彦, 朱时达, 黄大喜. 剑龙肩棘材料在自贡发现[J]. 古脊椎动物与古人类, 1986, 24(1): 78-79.
- [13] 欧阳辉, 自贡发现的剑龙皮肤化石[J]. 成都地质学院学报, 1991, 18(3): 38-39
- [14] Xing, L.D., Peng, G.Z. & Shu, C.K. Stegosaurian skin impressions from the Upper Jurassic Shangshaximiao Formation, Zigong, Sichuan, China: a new observation. Geological Bulletin of China 27: 2008.1049-1053
- [15] 彭光照, 叶勇, 高玉辉, 等. 自贡地区侏罗纪恐龙动物群[M]. 成都: 四川人民出版社, 2005.1-236.
- [16] Maidment, S.C.R., Norman, D.B. Systematics and phylogeny of Stegosauria (Dinosauria: Ornithischia). Journal of Systematic Palaeontology. 2008. 6 (4): 367-407.

(下转第 69 页)

参考文献：

- [1] 董连慧, 李卫东, 张良臣, 新疆大地构造单元划分及其特征[C]. 第六届天山地质矿产论文集[M]. 乌鲁木齐: 新疆青少年出版社. 2008. 27-32.
- [2] 董连慧, 徐兴旺, 等. 西昆仑火烧云超大型喷流-沉积成因碳酸盐型 Pb-Zn 矿的发现及区域成矿学意义 [J]. 新疆地质, 2015, 1: 5-11.
- [3] 李博泉, 王京彬, 中国新疆铅锌矿床[C]. 地质出版社. 2006. 5.
- [4] 张良臣, 刘德权等, 中国新疆优势金属矿产成矿规律[C]. 地质出版社. 2006. 2.
- [5] 新疆地矿局第八地质大队. 新疆和田县火烧云铅锌矿勘探报告[R]. 2017

A Preliminary Approach to Genetic Type of the Huoshaoyun Pb-Zn Deposit in Hotan, Xinjiang

FAN Ting-bin JIANG Guo-peng XIA Ming-yi YU Yuan-jun WANG Ming JIN Hong-zhan
(No.8 Geological Party, Xinjiang Bureau of Geology and Mineral Resources, Aksu, Xinjiang 843000)

Abstract: The Huoshaoyun Pb-Zn deposit in Hotan, Xinjiang occurs as stratified and stratoid form in the Lower Jurassic carbonate rock. The ore minerals are smithsonite and cerussite. The Pb-Zn deposit should be a new type of SEDEX Pb-Zn deposits.

Key words: Pb-Zn deposit; genetic type; Huoshaoyun; Hotan, Xinjiang

(上接第 64 页)

[17] Maidment SCR. Stegosauria: A historical review of the body fossil record and phylogenetic relationships. Swiss Journal of Geosciences. 2010. 103. 199-210.

Evolution of Pelvic Girdles of *Stegosaurus* in the Sichuan Basin

HAO Bao-qiao¹ PENG Guang-zhao¹ QIN Gang² YE Yong¹ JIANG Shan¹
(1-Zigong Dinosaur Museum, Zigong, Sichuan 643013; 2-Geological Society of Sichuan Province, Chengdu 610081)

Abstract: Stegosaur fossils in China occur mainly in the Sichuan basin, including 6 main genera: *Huayangosaurus*, *Tuojiangosaurus*, *Gigantospinosaurus*, *Chungkingosaurus*, *Chialingosaurus*, and *Yingshanosaurus*. All of them have pelvic girdles except *Chialingosaurus*. In addition to bone plates, stegosaur pelvic girdle is an important identification characteristic. The five genera above are distributed over 4 successive fossil beds, allowing the Jurassic stegosaur to have a continuous growth line. According to these characteristics, stegosaur evolutionary relationship, from primitive to progressive type, has been found. The stegosaur in the Sichuan basin has an evolutionary process, from *Huayangosaurus*, *Chungkingosaurus*, *Gigantospinosaurus*, *Tuojiangosaurus* to *Yingshanosaurus* which shows that *Huayangosaurus* is still the most primitive stegosaur. *Gigantospinosaurus*, one of the evolving stegosaur, should be the transitional type between the *Huayangosaurus* and *Tuojiangosaurus*, and it's a closer relative to *Tuojiangosaurus*. *Yingshanosaurus* is at the top of stegosaur evolution in the Sichuan basin.

Key words: Sichuan basin; Stegosaurus; pelvic girdle; evolution