

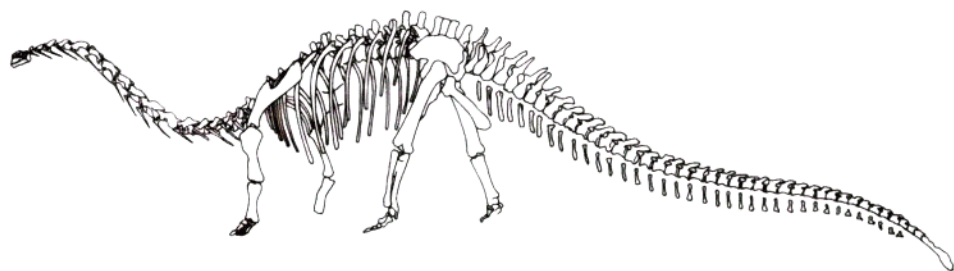
浙江自然博物馆研究专著

四川井研一完整的蜥脚类恐龙

毛氏峨眉龙

Omeisaurus maoianus

唐 烽 金幸生 康熙民 张国俊 著



海洋出版社

浙江自然博物馆研究专著

四川井研一完整的蜥脚类恐龙

毛氏峨眉龙

Omeisaurus maoianus

唐烽 金幸生 康熙民 张国俊 著

海洋出版社

2001年·北京

Research Works of Natural Museum of Zhejiang

Omeisaurus maoianus

A Complete Sauropoda from Jingyan, Sichuan

Tang Feng Jin Xingsheng Kang Ximin Zhang Guojun

China Ocean Press

内容简介

本书系统记述了产自四川井研黄石坎上沙溪庙组下部一新的蜥脚类恐龙化石——毛氏峨眉龙，详细描述了毛氏峨眉龙化石赋存层位的地层层序，讨论了其地质时代和沉积环境；并在国内首次利用扫描电镜等显微分析技术，观察了包括毛氏峨眉龙在内的蜥脚形恐龙牙齿的组织学特征，初步探讨了这些特征在研究恐龙的系统演化及生理特征上的意义。

本书共有插图 53 幅，图版 16 个，其中包括两个彩色图版，参考文献 71 条。可供地质古生物专业研究人员、自然类博物馆的工作人员及大专院校的有关师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

四川井研一完整的蜥脚类恐龙——毛氏峨眉龙/唐烽等着. —北京: 海洋出版社, 2001. 10

ISBN 7-5027-5382-6

I. 四... II. 唐... III. 恐龙, 毛氏峨眉龙—研究

IV. Q915.86

中国版本图书馆 CIP 资料核字 (2001) 第 068328 号

海洋出版社 出版发行

(100081 北京市海淀区大慧寺路 8 号)

北京市燕山印刷厂印刷 新华书店发行所经销

2001 年 10 月第 1 版 2001 年 10 月北京第 1 次印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 8.5

字数: 207 千字 印数: 1~1200 册

定价: 29.00 元

海洋版图书印、装错误可随时退换

序

四川盆地的中生代陆相地层，沉积连续，层序清楚，蕴藏着丰富的脊椎动物化石，尤其恐龙化石分布的点多、面广、类群齐全，是我国恐龙化石研究的“发祥地”之一。

上世纪 70 年代，在川中自贡地区的中侏罗世地层中发现了数量、种类丰富，材料保存完好，埋藏非常集中的恐龙化石群体。这一群体的发现和研究在国内外古生物学界曾引起极大的轰动。当时，我也和本书的几位作者年龄相当，适逢改革盛事，受杨钟健先生的指派，参与指导了这些化石的发掘、修复和研究工作，可以说，四川恐龙化石的发掘研究是我自己恐龙研究生涯中最值得纪念的一页。

近年来，随着研究工作的不断深入，在四川的资中、安岳、广元、井研及荣县等地又新发现并报道了一些类别的恐龙化石，其中由唐烽等人研究的采自井研经镇上沙溪庙组底部的蜥脚类材料是保存较为完好的恐龙化石之一。经过他们的实地勘察和研究对比后，将这一化石材料归属为峨眉龙的一个新种“毛氏峨眉龙”。

峨眉龙是我国特有的一类大型蜥脚类，由杨钟健先生在 20 世纪 30 年代研究和命名，其属型种是“荣县峨眉龙”。70 年代自贡恐龙发掘时有头骨和头后骨骼保存较为完好的“天府峨眉龙”化石。目前对峨眉龙的认识主要基于“天府峨眉龙”的特征描述。

结合前人的工作积累和研究成果，本书作者系统记述了新种的形态特征，对比、讨论了该动物的系统发育位置，并详细阐述了与化石赋存层位相关的地层层序及古生物和古环境特征。使本书成为峨眉龙研究方面资料最为翔实的一本专著，为研究峨眉龙属的骨骼形态特征的演变提供了新的认识。

此外，作者利用 SEM 等显微分析方法，观察峨眉龙等恐龙牙齿的组织学特征，在国内是一种新的尝试，突破了以往古脊椎动物学单纯的形态研究的工作模式，对恐龙的系统演化及生理特征研究应该具有重要的意义。

相信这部专著的出版，将对今后我国蜥脚类恐龙的研究工作产生较为有益的影响。

董枝明

2001 年 9 月

目 次

1 绪言	1
2 毛氏峨眉龙赋存的地层层位、时代及埋藏环境	4
3 标本记述	14
3.1 头部骨骼	17
3.2 脊椎骨骼	26
3.3 附肢骨骼	32
4 对比与讨论	47
5 毛氏峨眉龙的系统发育位置	54
6 <i>Omeisaurus</i> 牙齿的古组织学观察	60
参考文献	70
附录	74
图版说明	77
英文综述	85
图版	113

Contents

1 Introduction	1
2 Horizon, Age and Sedimentary Environment	4
3 Description	14
3.1 Skull and Mandible	17
3.2 Vertebrae	26
3.3 Limbs	32
4 Comparison and Discussion	47
5 Phylogenetic Position	54
6 Histology of <i>Omeisaurus</i> Teeth	60
References	70
Appendix	74
Explanation of Plates	77
Summary	85
Plates	113

1 绪 言

四川盆地是东亚著名的中生代红层沉积盆地，侏罗系十分发育，厚 1 500 ~ 3 500 m 左右，层序完整，化石丰富，是著名的富含恐龙的层位。其中尤以川中地区中侏罗统的上、下沙溪庙组中产出的各类恐龙等脊椎动物化石最为丰富。

该地区的恐龙化石研究历史较早。早在 1915 年 8 月，美国地质学家 George D. Louderback 在川中盆地的荣县（旧译 Jungshien）城外 3 km 处，就采得一枚恐龙牙齿和一段股骨化石；1936 年，中国著名的古脊椎动物学家杨钟健和美国古生物学家 Charles L. Camp，在荣县城东西瓜山发掘出 1 具大型蜥脚类恐龙化石，建立荣县峨眉龙（*Omeisaurus junghsiensis* Young, 1939）。自此四川盆地的恐龙化石屡有发现，尤其在建国以后。

1953 年，宜宾市文化馆在宜宾马门溪地区的公路建设工地，收集到一具大型的蜥脚类骨架化石，经杨钟健研究命名为建设马门溪龙（*Mamenchisaurus constructus* Young, 1954）。1955 年，在长寿县狮子滩又收集到一些大型蜥脚类的脊椎和肢骨，后被命名为长寿峨眉龙（*Omeisaurus changshouensis* Young, 1958）。1957 年 4 月，四川省石油地质勘探队在合川县太和镇鼓楼山发现了一处恐龙化石点，经四川省博物馆、重庆市博物馆历时三个多月的发掘，采获了一具当时我国最大、最完整的大型蜥脚类骨架，后由杨钟健、赵喜进研究后定名为合川马门溪龙（*Mamenchisaurus hochuanensis* Young et Zhao, 1972），迄今为止仍可算得上是世界上脖颈最长的蜥脚类恐龙。1974 年起对自贡伍家坝、1979 年对自贡大山铺“恐龙化石群窟”的发掘、研究，采获的完整化石骨架及陆续发表的系列成果（董枝明等，1983；何信禄等，1988；张奕宏，1988），更是填补了恐龙演化史上侏罗纪中期恐龙化石材料缺乏的空白，成为“世界恐龙发掘研究史上近二十年来的最大收获”。

在自贡地区中侏罗世地层中所发现的数量、种类丰富，材料保存完好，埋藏非常集中的恐龙化石群体，在世界恐龙发现史上也是罕见的。杨钟健先生曾盛赞这一恐龙化石产地：“四川多恐龙，自贡是个窝”，四川盆地也被国内外古生物专家称之为“恐龙之乡”。

近年来，随着研究工作的不断深入，又相继在资中罗泉、安岳龙桥、广元河西、井研梅旺及荣县度佳等地新发现并报道了各种类别的恐龙化石，其中多数为蜥脚类恐龙，产出层位亦多为中侏罗统的上、下沙溪庙组（图 1）。

沙溪庙组最早由杨博泉、孙万铨 1946 年命名于合川县沙溪庙附近，原称“沙溪庙层”。1957 年后四川地质局石油普查大队将其划分为上、下沙溪庙组，定义为川中地区“关口砂岩”之上，遂宁页岩之下一套厚逾千米的黄灰色砂岩与紫红色泥岩组成的多韵律层，并以其中灰绿色富含叶肢介的页岩（或泥岩）夹层顶界作为区分上、下两组的标志。1962 年盛莘夫等首次公开引用，其后沿用至今。1980 年四川航调队又将上沙溪庙组底部的中厚层灰黄色细—中粒长石石英砂岩夹薄层紫红色泥岩作为“叶肢介页岩”的辅助标志层，与下伏下沙溪庙组分界。

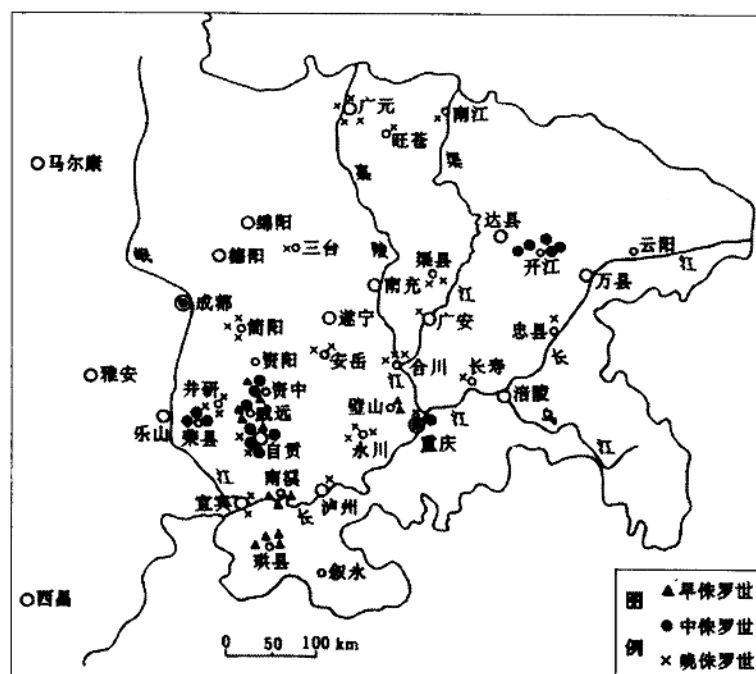


图 1 四川盆地侏罗系恐龙化石地理分布示意图

(据李奎等, 1999; 董枝明等, 1984, 略改绘)

Fig. 1 Sketch map of the distribution of Jurassic dinosaur fossils in Sichuan Basin

(modified from Li *et al.*, 1999; Dong *et al.*, 1984)

本书记述的标本即采自井研县研经镇黄石坎出露的上述砂岩标志层上约 21 m 的黄色岩屑长石细砂岩和紫红色砂质泥岩的夹层中，依据定义，应归于上沙溪庙组的底部。其时代及层位应与产自自贡伍家坝的荣县峨眉龙 (CV00226, 新选正型标本) 及釜溪峨眉龙 (CV00267) 的大体相当。井研标本的头骨保存在一细砂岩透镜体中，数枚脱落的牙齿发现于所夹的紫红色泥质粉砂岩中，保存的部分头后骨骼的埋藏状态也显示出经过短距离异地搬运过的痕迹。

1998年,张奕宏、李奎和曾清华等人曾发表了采自井研县梅旺乡和荣县上沙溪庙组上部的一批蜥脚类化石材料,建立了一新种——井研马门溪龙(*Mamenchisaurus jingyanensis* Zhang et al., 1998)。1998年5月,在井研县研经镇同前村(当地人习称“黄石坎”)又发掘出数具恐龙化石,初步鉴别有蜥脚类、剑龙和肉食龙类,其中一具蜥脚类的头骨被包裹在一黄灰色含泥质的细砂岩结核中,得以较完整地保存下来。除前颌骨、鼻骨和枕区的骨骼略有缺损外,其余均保存完好。与此头骨相关的头后骨骼尚保存有6枚颈椎、8枚胸椎和19枚尾椎骨;腰带部分保存较为完好,肩带缺失;四肢骨仅缺失部分指(趾)骨,左尺骨和右腓骨有所缺损,其余均保存较为完整。

这具带有头骨的蜥脚类骨架化石,经修理、复原,已装架陈列于浙江省自然博物馆。修理出的所有标本经本书作者研究对比后认为应归属峨眉龙一新种,即毛氏峨眉龙(*Omeisaurus maoianus* sp.nov.)。化石产出层位经作者实地考察,确认为上沙溪庙组底部第二套厚层块状中、细粒砂岩层之上的杂色泥质粉砂岩夹层中。

在专著付印出版之际,作者要特别感谢全国人民代表大会常务委员会委员、浙江省文物局原局长、国际博物馆协会个人会员(ICOM)、中国自然博物馆协会副理事长、浙江大学教授毛照晰先生。他几十年来始终不渝地关心、重视我国博物馆事业的发展以及浙江自然博物馆的建设,成绩斐然,特将此新种命名为“毛氏”,以示敬意。

我们还特别感谢张奕宏先生,他指导了“毛氏峨眉龙”的修理、复原和装架工作,历时6个月,付出了辛勤的劳动,他还热情提供了化石产地的有关地质资料,对此新种化石的命名、研究提出了非常有益的意见。

参与“毛氏峨眉龙”化石修理和模型制作的主要有浙江自然博物馆的沈宏、范忠勇、彭亚君、丁明、盛益明和杨岭等,中国科学院古脊椎动物与古人类研究所的寿华铨和张丽芬高级工程师协助修理了头骨化石并制作模型;书中部分插图由杨明婉、叶青培所绘;计算机制图及文稿排版工作曾得到张小牛先生的大力帮助;部分图版照片由范忠勇摄制;在此一并致谢!

此外,美国芝加哥大学的Paul Sereno博士和成都理工学院教授、学院博物馆馆长李奎先生热情提供文献资料;自贡恐龙博物馆欧阳辉副馆长、舒纯康工程师允许对相关标本,及该馆的彭光照副馆长帮助进行有关的地层调查,钟玲小姐帮助翻译了部分英文综述。我们在此表示衷心的感谢!

作者非常感谢浙江省财政厅在标本的征集、修复、装架和研究中给予的大力支持和资助。

此项研究还得到了浙江省文化厅科研基金、国家自然科学基金青年基金(项目号:40002004)和中国科学院王宽诚博士后工作奖励基金的联合资助。

2 毛氏峨眉龙赋存的地层层位、 时代及埋藏环境

毛氏峨眉龙 (*Omeisaurus maoianus* sp.nov.) 化石产于四川省乐山市井研县研经镇以东约 8 km 的黄石坎 (现称同前村), 化石点 ($29^{\circ} 41'06''\text{N}$, $104^{\circ} 10'30''\text{E}$, 图 2) 恰好位于研经镇与仁寿县南部的汪洋乡交界处的一个山丘上, 发掘的化石坑面积不到 200 m^2 (图版 I, A)。经实地勘察, 化石应沉积于沙溪庙组上段 (上沙溪庙组) 的底部浅灰黄色厚层含泥质长石石英细—粉砂岩中, 其中夹薄层紫红色粉砂质泥岩 (图版 I, B)。横向追索并与邻近的荣县度佳剖面 (见附录) 对比后, 我们认为该化石的产出层位大致与荣县峨眉龙的层位相当, 而较高于自贡大山铺的天府峨眉龙和李氏蜀龙的赋存层位。井研化石点同时产出的恐龙化石除蜥脚类外, 还有部分剑龙和肉食性恐龙的碎块, 化石群面貌与自贡伍家坝化石点相似。地层时代应为中侏罗世晚期, 埋藏环境可能为高水位期的曲流河道至漫岸沉积。现分别详述如下。

2.1 构造及岩相古地理背景

晚三叠世, 包括现今四川盆地在内的上扬子地区, 曾是一个局限海湾, 西、西北部仍与晚三叠世以前相似, 存在古陆、岛链, 海湾中沉积了灰岩及砂泥质沉积物, 至须家河组沉积期, 海湾以东为宽阔的濒海冲积平原, 沉积了河流、沼泽相的含煤砂泥岩 (图 3)。

在早侏罗世初期, 四川盆地受川西地区三叠纪末印支运动的作用, 扬子地块和华北地块的并合, 海水向西南退出, 留下一系列湖泊和低地 (图 4; 王鸿祯等, 1985), 由一条西流的大江贯穿构成所谓的古长江水系 (李星学, 1995)。西面的基底沉积层逐渐褶皱抬升, 形成龙门山高地, 北缘亦为强烈上升的大巴山系封闭, 山前广泛出露含石灰岩砾石的近源冲积扇, 与南缘的凉山山地、东缘的八面山地共同形成完全闭流的川东内陆盆地。至中侏罗世中期以后, 龙门山系开始持续上升, 供给了巨厚的以河流作用为主的碎屑沉积物, 在山前地带发育了一系列的冲积扇群, 沉积了巨厚的上、下沙溪庙组 (图 5)。

岩相古地理的变化标志也表明, 中侏罗世晚期, 沉积环境发生明显的变化, 川中盆地由早侏罗世—中侏罗世中期以湖泊环境为主, 变为以河流环境为主, 物源区也转变为主要以西缘的龙门山为主, 气候由炎热湿润转变为半干旱。当时盆地的中、南

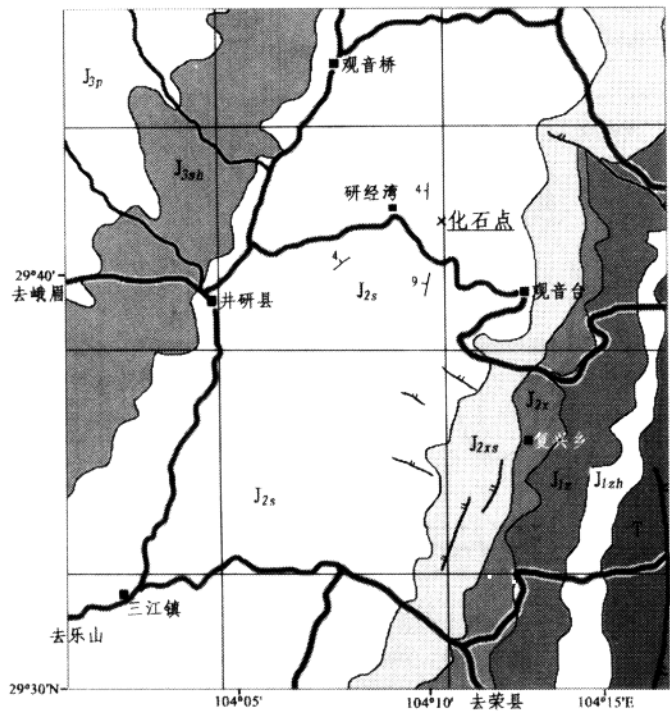


图 2 四川井研地区地质略图及化石点

Fig. 2 Geologic map and fossil locality of Jingyan Area, Sichuan Province

部的广大地区为一地势较为平坦的冲泛平原，其上广泛分布有规模不一的高水位期曲流河道，主河道之间分布有大小不等的湖泊，多为洪泛期残留的浅湖、极浅湖。这一时期的沉积物为巨厚的河流相碎屑岩系。剖面结构显示出典型的河流相特征。砂岩粒度较粗，成分、结构成熟度很低；具有河流作用形成的各种层理构造；砂岩体呈透镜状，常分叉或合并，上下叠置；泥岩多呈暗紫色，含砂质，富含钙质结核和泥质团块。这些特征表明这套巨厚的岩系主要是由河流作用形成的（夏宗实等，1982）。

2.2 地层层序描述

四川盆地的中侏罗统下沙溪庙组—上沙溪庙组，分布广泛，层位稳定。

下—上沙溪庙组以砂岩与泥（页）岩组成不等厚韵律互层为特征，地层厚度的变化趋势自西南向东北渐次增厚。总体由河流相（曲流河）为主的河道砂体在区域上呈不连续雁状排列，与漫岸泥质沉积物交替互层形成。在井研、荣县、自贡一线北侧尚

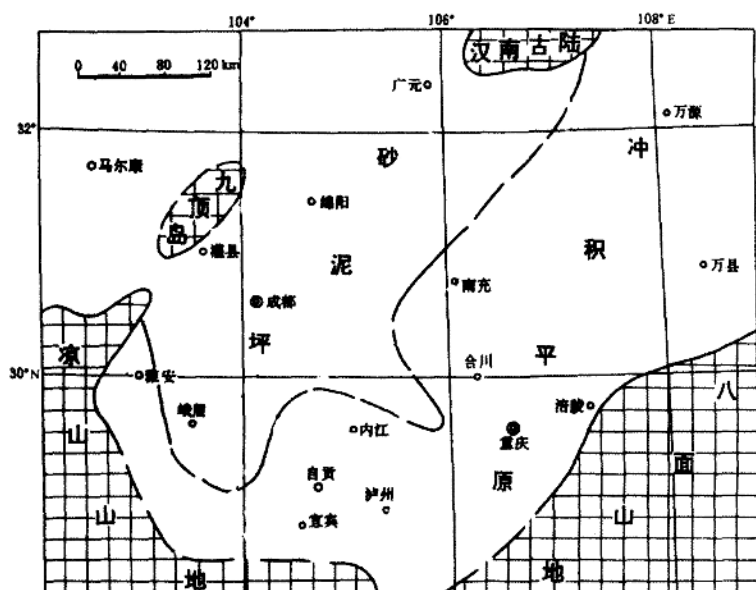


图3 四川盆地晚三叠世须家河组沉积期岩相古地理示意图

(据李奎等, 1999, 51 页, 图 12 略修改)

Fig. 3 Sketch map of paleogeography during Xu-Jia-He period, Late Triassic in Sichuan Basin

(after Li *et al.*, 1999, p.51, Fig.12)

见三角洲及滨岸相的沉积体系。其中下沙溪庙组由几个较大的单向韵律层组成，每一韵律层下部或底部以厚层块状长石砂岩为主，多数是洪泛期快速堆积的产物；上部以紫红色泥岩、粉砂质泥岩、泥质粉砂岩为主，多数形成于河漫滩及河口滨浅湖带的砂泥坪环境。在与井研相邻的荣县度佳剖面，下沙溪庙组层序连续清楚，厚约 91 m，可分辨出 7 套韵律层（见附录）。

下沙溪庙组早期出露氧化条件下高水位体系域的沉积，广泛发育河流、冲积体系，相变明显，底部砂岩多呈凸镜体保存，向上逐渐增厚，韵律层总体上为向上变浅的层序充填型。第 3、4 套韵律层的泥岩中普遍含钙质结核，局部区域出现极浅水或地表暴露的相标志。晚期与盆地以东的大部分区域类似，5、6、7 套韵律层开始发育向上变深的水进期三角洲及滨湖相沉积。第 5 套韵律层底部可见大型板状交错层理，向三江、仁寿方向追索，层理角度呈增大趋势，反映自东向西，水动力逐渐加强，区域上为退积式的水进体系域开始的沉积。下沙溪庙组的恐龙化石多数保存在这一时期的层位中，环境解释为河口砂坝、远岸砂坝或滨浅湖带的砂泥坪沉积。向上出露暗色、紫色泥灰岩团块、扁豆体，及灰绿、灰黑色“叶肢介页岩”和层纹状泥岩，反映为水动力条件

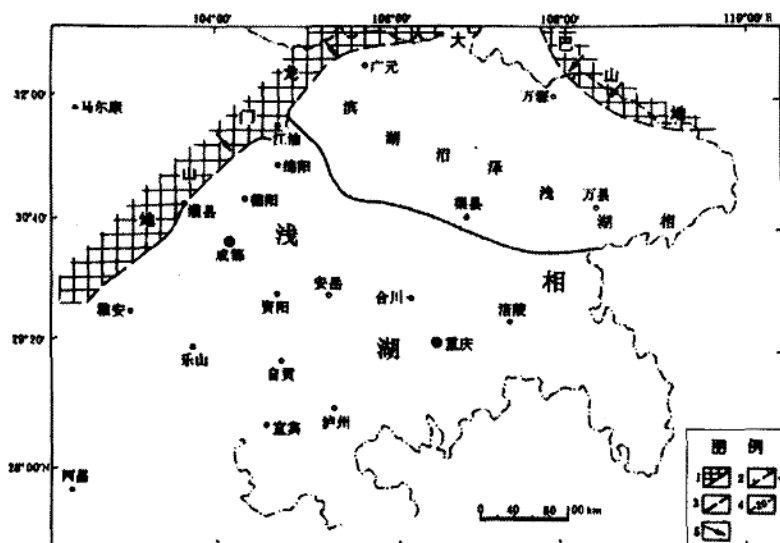


图 4 四川盆地早—中侏罗世岩相古地理示意图

(据李奎等, 1999, 54 页, 图 14 略改)

Fig. 4 Sketch map of Paleogeography during Early-Middle Jurassic in Sichuan Basin
(modified from Li *et al.*, 1999, p. 54, Fig.14)

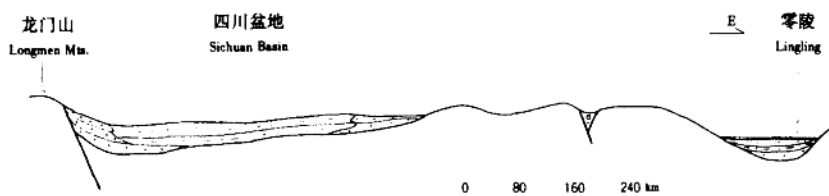


图 5 四川盆地中侏罗世地层沉积横剖面图

(据王鸿祯等, 1985, 103 页)

Fig. 5 Sedimentary section of Middle Jurassic strata in Sichuan Basin
(modified from Wang *et al.*, 1985, p. 103)

较弱环境下的沼泽或浅水泥坪沉积。相当于密集段的沉积, 在区域上较为广布的“叶肢介页岩”层应为水进高潮期的沉积产物。部分地区, 如自贡大山铺、荣县度佳等地, 该层出露于三角洲前缘波基面以下的环境; 部分为浅湖成因, 位于湖坡坡折带, 河流作用的痕迹少见, 如盆地东部的大足万古等地。

上沙溪庙组在井研、仁寿一带最薄, 厚仅 460 m 左右。而荣县度佳剖面的上沙溪

庙组较厚（约 730 m），可分辨出 25 套较大的旋回韵律层（见附录）。底部可见约 8.5 m 的黄灰色厚层块状中细粒长石石英砂岩，与下伏的“叶肢介页岩”层顶部的层纹状泥岩呈突变接触。向上为块状层理的细、粉砂岩夹杂色泥质粉砂岩及粉砂质泥岩，产浅水的瓣鳃类及恐龙牙齿碎片。在屏山龙华剖面，该层位岩性为含砾长石石英砂岩，与下伏暗色泥岩呈冲刷接触；在资中石家山—乐至高埂口剖面的“叶肢介页岩”上覆层则为凸镜状的厚层砂岩。根据微相变化，上述地区均应为三角洲前缘的分流河道沉积，因顺流加积在区域上广泛分布。荣县度佳剖面向上的第 2~4 套韵律层显示迅速变浅的沉积相序，紫红色粉砂质泥岩及泥岩中常见钙质结核等近地表的沉积特征，韵律层下部的砂岩也变得渐粗、渐厚，发育高水位期的水退沉积。底部均为块状砂岩相或块状层理粉砂岩相，代表砂岩河道中的砂、泥流快速堆积；上部多为波状交错层理的粉砂岩、泥岩相，其中多含灰绿、黄绿色砂泥质团块，紫红色泥岩多呈条带状分布，为水动力条件强、弱交替变化下形成的产物，代表河流边滩沉积。第 5 套韵律层底部发育厚约 1.4 m 的砾岩透镜体，上覆灰白色块状含泥质细砂、粉砂岩，夹杂色页岩扁豆体，顶部为紫红色铁质泥岩、泥质粉砂岩。这套岩性组合应是由于洪水期与枯水期交替变化形成的砾岩河道至漫岸沉积，底部的砾质透镜体代表一次较大而短暂的水进期冲刷界面（SB 层），其上的漫岸沉积层中产出较多的蜥脚类恐龙化石。顶部的含铁质泥岩为强氧化条件下暴露的产物。经现场勘察，井研黄石坎产出恐龙化石的层位，相序的上下变化与度佳的第 5 套韵律层相当（图 6；图版 1，A、B）。两地相距不足 50 km，均处于龙门山南段的前缘，其恐龙化石的层位大致可以对比。度佳剖面第 6 套以上韵律层中亦广泛发育类似的洪泛平原沉积。还可分辨出 4 次较大的洪水期，在底部以细砂岩为主的冲刷界面以上，覆盖的块状层理或水平层理的含泥质细、粉砂岩相中，均可能产出恐龙等化石。井研研经镇西北约 10 km 的观音台也曾发现恐龙化石出露，层位就相当于度佳剖面上沙溪庙组上部的漫滩沉积（与第 22 套韵律层可以对比，其中的暗紫色泥岩夹层中产出瓣鳃类 *Psilunio symmetricus* 及 *Solenia mengyinensis* 等）。

2.3 下、上沙溪庙组的古生物及古环境特征

2.3.1 下沙溪庙组的古生物特征

该组的古生物化石多数产于顶部的“叶肢介页岩”层中，以叶肢介最丰富，瓣鳃类次之，还含少量的介形类、孢粉和植物化石。在该组下、中部较大的水进期开始的沉积层中，产出大型的恐龙化石群。尤以自贡大山铺的化石产地最为富集，位于距下沙溪庙组底界以上 62 m 左右的块状层理细粒砂岩相中；在荣县度佳，这一恐龙化石层大约位于距该组底界以上 40 m 的块状细粒砂岩中。恐龙化石层下部的杂色粉砂质泥岩

和泥质粉砂岩中，尚产植物、孢粉和少量介形类。

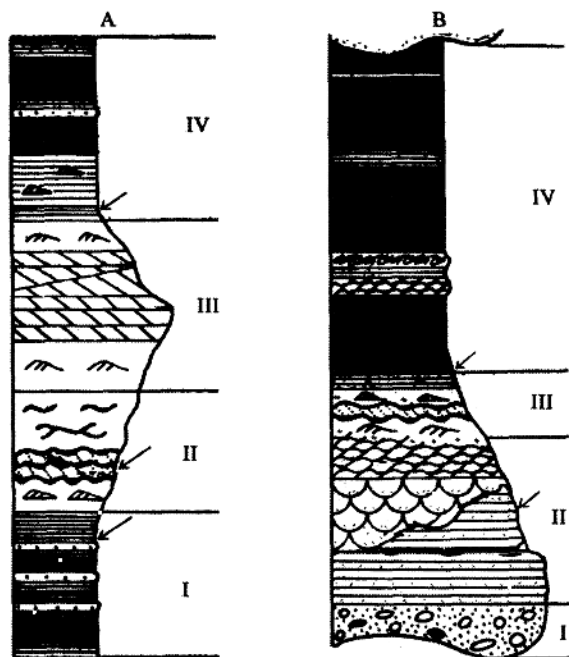


图6 四川上、下沙溪庙组化石产出层位的沉积序列对比

Fig. 6 Sedimentary sequences of dinosaur-bearing strata in Shaximiao Formation, Sichuan Area (arrows showing the dinosaur-bearing horizons)

A. 荣县度佳下沙溪庙组化石产出层位的沉积序列：I. 泥岩，粉砂质泥岩，水平层理及均匀层理，三角洲前缘沉积；II. 粉砂岩，泥岩，远岸砂坝沉积；III. 砂岩，粉砂岩，交错层理，河口砂坝及三角洲平原沉积；IV. 泥岩，粉砂岩，分流间湖沼沉积。B. 井研上沙溪庙组化石产出层位的沉积序列：I. 含砾砂岩，河床滞留沉积；II. 砂岩，中细砂岩透镜体，波痕层理和平行层理，曲流沙坝沉积；III. 粉砂岩，粉砂质泥岩，水平层理及波状层理，天然堤沉积；IV. 泥岩，粉砂岩，含钙质、铁质结核，水平层理及均匀层理，洪泛平原沉积。箭头所指为恐龙化石赋存层位

A. sedimentary sequences of Xiashaximiao Formation in Dujia, Rongxian County; B. sedimentary sequences of Shangshaximiao Formation in Jingyan County

叶肢介 下沙溪庙组“叶肢介页岩”中产出以 *Euestheria ziliujingensis*（自流井真叶肢介）为主的动物群，其特点是壳瓣常小而较圆，生长带上具有小网状纹饰，经常密集群生，很少有其他类型的叶肢介混入。在四川盆地的这一动物群中，主要属种包括：*E. ziliujingensis*, *E. complanata*, *E. yanjiawanensis*, *E. haifanggouensis*, *E. rotunda*, *Pseudolimnadia shaxiensis*, *Shizhuestheria truncata* 等。下沙溪庙组产出的 *Euestheria* 更具中侏罗世的色彩，网孔略变得大而深，印在外模上的瘤点更明显，腹缘部位的生长

带常出现瘤点呈线状排列，这与晚三叠世叶肢介网孔小而浅的类型有一定的区别（沈炎彬和陈丕基，1982）。

瓣鳃类 下沙溪庙组的瓣鳃类在川中和川南表现较为单调，如在荣县剖面仅收集到 *Apseudocardinia subrotunda*, *Ap. sp.*, ? *Sibireconcha sp.*（刘协章，1982），而在川西江油、川北广元等地的山前冲积层中瓣鳃类则较为丰富，产出 *Eolamprotula cremeri*（克氏始丽蚌）—*Unionelloides golobitriangularis*（球三角类小珠蚌）组合，另含 *Cuneopsis*（楔蚌）和 *Margaritifera*（珍珠蚌），这类组合表明下沙溪庙组的沉积时代可能属于中侏罗世 Bajocian 期（马其鸿，1982）。

孢粉 在川南地区的下沙溪庙组“叶肢介页岩”层中曾采获较丰富的孢粉，如合川龙油、白塔坪、荣县度佳及屏山鱼孔坝等地。孢粉组合主要以 *Callialasporites* 为代表，所建立的 *Callialasporites*—*Cerebropollenites* 组合由 *Callialasporites damperii*, *C. minus*, *Cerebropollenites cf. findlaterensis*, *Converrucosisporites venitus*, *Perinopollenites elatoides*, *Eucommiidites troedssomi*, *Neoraistrickia girsthopensis*, *N. testata*, *Baculatisporites comaumensis* 及 *Cyathidites sp.*, *Cycadopites sp.*, *Piceites sp.* 和 *Quadraeculina sp.* 等组成，与下伏新田沟组的 *Perinopollenites*—*Callialasporites* 组合有一定的继承性。此组合与澳大利亚、加拿大和欧洲均可对比，时代属中侏罗世（宋之琛，尚玉珂等，2000）。

植物 中侏罗世早期以后，随着大片沼泽和低地的隆起，氧化环境渐占优势，含煤沉积已属罕见，也不再具备良好的植物化石保存环境（李星学，1995）。至中侏罗世中晚期，干旱气候渐趋优势，河流的沉积作用逐渐增强，洪泛平原沉积广泛发育，并加积在河道沉积之上。仅在下沙溪庙组沉积的晚期，出现一次较大规模的水进高潮，使四川盆地的南部、中部和东部均广泛形成静水湖相及三角洲前缘沉积，即“叶肢介页岩”。除丰富的叶肢介化石外，杨贤河（1987）曾报道在荣县下沙溪庙组顶部的“叶肢介页岩”层中还发现众多的植物化石，有 *Neocalamites carrerei* (Zeiller) Halle, *Equisetites yimaensis* Xi, *Coniopteris hymenophylloides* (Brongniart) Seward, *C. tatungensis* Sze, *C. dujiaensis* Yang, *C. zhenziensis* Yang, *C. rongxianensis* Yang, *Podozamites shaximiaoensis* Yang 等，该植物群的基本面貌和特征为：有节类植物丰富、茎干粗大，蚌壳蕨科繁盛且形式多样。这表明炎热湿润的气候一度占据优势。他认为这一植物群的时代应相当于 Aalenian—Bajocian 期，但周志炎则认为下沙溪庙组的植物化石时代属于 Bajocian—Bathonian 期的可能性最大（李星学，1995）。在荣县下沙溪庙组中、下部第 4 套韵律层的杂色粉砂质泥岩中，也产出上述的部分植物化石（夏宗实等，1982）。这些植物类型亦广泛分布于我国南方的中侏罗统中（李星学，1995）。