

四川省安岳县恐龙埋藏特征及环境意义

刘宗文

(成都地质学院)

近年来四川盆地不断发现恐龙化石,引起人们极大关注。本文以四川省安岳县最新发现的恐龙动物群埋藏特征,初步探讨其环境意义。

一、安岳恐龙化石埋藏特征

已发现的安岳恐龙化石均埋藏在侏罗系上统上部地层中(图1)。我们重点对顶部马蹄寺和隆家崖化石点进行了发掘。



图1 恐龙化石埋藏图

Fig. 1 Photograph showing the burial of the dinosaur fossils from Anyue, Sichuan

马蹄寺恐龙化石点

恐龙化石埋藏在侏罗系上统顶部蓬莱镇砂岩体中,埋藏深度距地表约 2.5m,已发掘出一条较完整的巨型长颈椎蜥脚类恐龙化石。它的一部份颈椎、全部背椎、荐椎和前部尾椎相关节,中部尾椎因采石被破坏(已从废石中清理回一部份),末端 14 节尾椎在腰带附近,前后肢、肩带、腰带均在正常位置,肋骨全部散架散落在化石主体两侧,是一条不可多得的珍贵巨型恐龙化石。它的外部特征与著名的合川马门溪龙相似,总长度接近,大约 21.5m。此外还发现与该个体不相关节的或大或小的骨骼成份,以及历年来开山采石所破坏了的大量恐龙化石,说明该化石点是多条恐龙个体的埋藏地。与恐龙化石共生的还有介形虫,绿藻以及虫

迹。

隆家崖恐龙化石点

恐龙化石埋藏在侏罗系上统上部遂宁组砂岩凸镜体中,化石距地表 1—2m。该化石点埋藏丰富,仅对揭露出的一小部份恐龙化石而言,为密集型堆积,呈散架或半散架状态,部份背椎或部分尾椎相关节。化石无磨蚀现象,保存完整骨骼。已发掘到的部份化石多数为蜥脚类成年个体,也有未成年个体及肉食龙的代表成份。与恐龙化石共生的有龟化石。由于化石距地表很浅,遭受地表水淋滤溶蚀严重,化石极易破碎,难于采集。

隆家崖化石点与马蹄寺化石点相距约 2km,地层厚度在同一剖面上相距 98.2m。此外尚有黑坡化石点和城北化石点未能发掘,层位与马蹄寺化石点相当。

二、地层及岩性

安岳县地处川中腹地,全境内遍布晚侏罗世红层。岩性主要为泥岩和细—微粒砂岩,特别是“蓬莱镇砂岩”出露于全县方山之顶,素有“石秀”美誉。据四川省地矿局 1980 年对四川省侏罗系地层划分方案,川中地区侏罗系发育比较齐全,为了将安岳恐龙化石层位与四川重要恐龙化石层位进行对比,现将川中侏罗系地层及重要恐龙化石由上而下简述如下:

侏罗系上统蓬莱组(J_{3p}),共分三段。

三段为紫红色泥岩夹细粒石英砂岩,底部厚层石英砂岩。

二段顶部标志层“景福院页岩”为灰紫色及杂色页岩、泥岩和粉砂岩互层。其下“李都寺灰岩”为第二标志层。其余为厚层长石石英砂岩与泥岩不等厚互层。

一段顶部标志层“仓山页岩”为杂色页岩,中上部紫红色粉砂岩、泥岩夹透镜状长石石英砂岩。底部紫灰色厚层长石石英砂岩或微粒石英砂岩。新发现恐龙化石马门溪龙属 *Mamenchisaurus* sp. nov. (安岳)。

侏罗系上统遂宁组(J_{3s})分上、下两段。

大足一周礼以北,岩性二分性明显:上段为紫灰色厚层细粒长石石英砂岩与鲜红色泥岩组成三个不等厚韵律;下段为鲜红色砂质泥岩夹粉砂岩,底部普遍为厚层细粒长石石英砂岩。

大足一周礼以南,岩性不具二分性,为鲜紫红色泥岩夹粉砂岩或砂质页岩。中上部层位新发现恐龙化石马门溪龙属 *M. sp. nov.* (安岳)。

侏罗系中统上沙溪庙组(J_{2s})

岩性为厚层细—粗粒长石石英砂岩与暗紫红色泥岩、砂质泥岩不等厚互层组成 9—10 个韵律。底部辅助标志层“嘉祥寨砂岩”为黄灰色中厚层粗粒长石石英砂岩。该组产出大量重要恐龙化石:合川马门溪龙 *M. hochuanensis* (合川)、建设马门溪龙 *M. constructus* (宜宾)、釜溪自贡龙 *Zigongosaurus fuxiensis* (自贡)、鸿鹤盐都龙 *Yandusaurus hongheensis* (自贡)、多棘沱江龙 *Tuojiangosaurus multispinus* (自贡)、甘氏四川龙 *Szechuanosaurus campi* (广元)、上游永川龙 *Yanchuanosaurus shangyouensis* (永川)、巨型永川龙 *Y. magnus* (永川)。

侏罗系中统下沙溪庙组(J_{2xs})。

以下地层在安岳恐龙化石点及其外围未出露,岩性简述略,只列出重要恐龙化石名单:天府峨嵋龙 *Omeisaurus tianfunesis* (自贡)、林氏开江龙 *Kairiangosaurus lini* (开江)、太白华阳龙

Huayangosaurus faibai(自贡)、多齿盐都龙 *Yandusaurus multidens*(自贡)、原始川东虚骨龙 *Chuandongocoelurus*、*Primitivus*(开江)。

侏罗系中统新田沟组(J_2x)。

侏罗系中一下统自流井组($J_{1-2}z$)分为下列岩性段:大安寨段产乐氏三巴龙 *Sanpasaurus yaoi*(威远)、马鞍山段和东岳庙段。侏罗系下统珍珠冲组(J_{1z})该组上部产禄丰龙 *Lufengosaurus* sp.(威远)

由上述可以看出,安岳恐龙化石产出层位及时代在四川所发现的侏罗纪恐龙化石中时代是最新的,在生物地层上它填补了四川盆地侏罗系最上部恐龙化石的空白。恐龙化石埋藏点距周礼以南约 10km,岩性几乎全为遂宁组鲜紫红色泥岩,其上部的小型砂岩透镜体即是隆家崖恐龙化石赋存层位。蓬莱镇组岩石在安岳县境内大多只残存第一段,其中顶部的仑山页岩剥蚀殆尽,中下部泥岩、粉砂岩也零星残存,相对稳定的只有底部厚层-块状长石石英砂岩和微粒石英砂岩,俗称“蓬莱镇砂岩”,即是马蹄寺恐龙化石赋存层位。岩层产状基本水平。

隆家岩、黑坡和马蹄寺三个恐龙化石点产在同一地点(图 2),但层位略有差异,其实测剖面由上而下叙述如下:

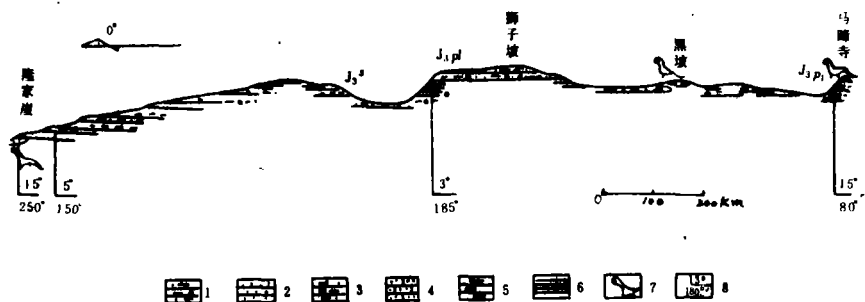


图 2 隆家崖—马蹄寺实测剖面图

1-粉砂质泥岩及泥砾岩; 2-微粒石英砂岩; 3-砂质泥岩含钙质结核; 4-钙质微粒石英砂岩;
5-泥岩; 6-页岩; 7-恐龙化石; 8-产状

Fig. 2 Measured Longjiaya—Matisi section in Anyue, Sichuan

1=silty mudstone, mudstone and conglomerate; 2=microgranular quartz sandstone; 3=calcareous concretion-bearing sandy mudstone; 4=calcareous microgranular quartz sandstone; 5=mudstone;
6=shale; 7=dinosaur fossils; 8=mode of occurrence

蓬莱镇组一段(J_3P_1),厚 12m。

11. 紫红色钙质泥岩,零星分布于“蓬莱镇砂岩”之上。

10. 浅紫红色、紫灰色含钙泥质微粒石英砂岩,该层昔称“蓬莱镇砂岩”,中部产巨型蜥脚类恐龙化石,化石的盖层有厚度为 0.2—0.5m 灰绿色粉砂岩,它的围岩大多数钙质增高,并含淡水藻类、介形虫和叶肢介等生物颗粒。

9. 灰绿色含钙质泥岩,普遍形成同生角砾,砾石大小一般粒径为 2—5mm,少数>10mm,呈棱角状至浑圆状,含量不等,从 10—50%,有的地段成为泥砾岩。填隙物与砾石成份一致,砾石中水云母及白云母相对增多。它与底部的泥、页岩常见冲刷面并形成明显分界线,0.3m

— 整合 —

遂宁组(J_{2s}),厚>300m。

8. 紫红色砂质页岩,顶部常过渡为泥岩,偶见具有小型对称波痕的粉砂岩夹层。 10m
7. 紫红色砂质泥岩,富含钙质结核。 27.3m
6. 紫红色泥岩夹薄层灰绿色钙质粉砂岩组成三个不等厚韵律。在泥岩中常见遗迹化石平管迹 *Planolites*,在粉砂岩中常见遗迹化石垂直虫管 *Scolithos*。 54m
5. 紫红色含钙泥质微粒石英砂岩,呈小型凸镜体,延长约 30m。 1.5m
4. 紫红色钙质泥岩,含少量泥砾及骨屑。 5.4m
3. 灰绿色钙质微粒石英砂岩,为隆家岩恐龙化石盖层和少量恐龙化石赋存层位。岩屑成份主要为石英,含少量长石、岩屑和云母,方解石呈晶粒状孔隙式胶结。砂岩中有层泥岩夹层,厚约 15cm,常形成泥舌、泥饼斜交层理。砂岩体呈凸镜状,向南延伸 100m 尖灭。 7.5m
1. 鲜紫红色泥岩,未见底。

三、沉积构造及遗迹化石

沉积构造和遗迹化石在恐龙化石埋藏层和上下地层中均较发育,是反映本区沉积环境的重要标志。

1. 层理构造

遂宁组

沙纹层理,在恐龙化石层中普遍发育,其特点是层系厚度小,一般 1cm 左右,层系界面较平整,虽然前积纹层呈束状层系,但顶部有冲刷出现。反映水动力条件既有微弱波浪作用也有单向流水冲刷。

粒序层理,在恐龙化石盖层灰绿色钙质微粒石英砂岩中,底部出现粗碎屑,粒度约 2mm,向上变细的正粒序层理。

扰动层理,在恐龙化石底层普遍发育扰动层理,绝大部份由垂直潜穴构成,由于数量多,紧密排列,在层面上呈密集的圆形断面,向下几厘米则互相交织,后经成岩作用,层理遭到破坏而形成。这反映恐龙化石埋藏初期沉积物来源丰富、沉积速度快、水动力条件较强。

水平层理,在泥岩中常见。为较深静水环境。

蓬萊镇砂岩

沙纹层理,在砂岩体中普遍发育,但与遂宁组中的沙纹层理有所差别,它的层系界面不平整,层系厚 2—3cm,前积层倾向呈反人字形构造,是浪成沙纹层理(图 3)。

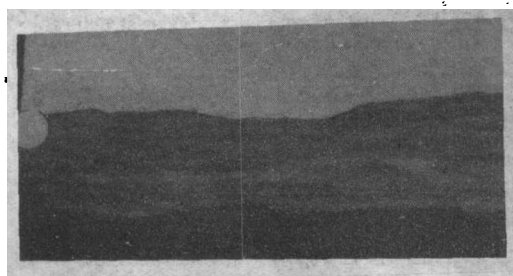


图 3 浪成沙纹层理

Fig. 3 Wave-ripple cross-lamination

板状交错层理,在恐龙化石盖层之上常见中型板状交错层理,层系厚 20—40cm。反映较强水动力条件。

2. 层面构造

遂宁组

重荷模,在砂岩凸镜体中,泥岩夹层的上层面,砂体普遍形成瘤状重荷模。

干裂,在泥岩夹层顶层面常出现干裂。

同生角砾,在化石盖层灰绿色钙质微粒石英砂岩层面上,大片出现角砾,呈棱角状,粒径 5cm 左右,角砾成份与填隙物完全一致,在断面上分不出界线。反映极浅水波浪作用将半固结沉积物击碎而成。同时,恐龙脚印与之共生(图 4)。

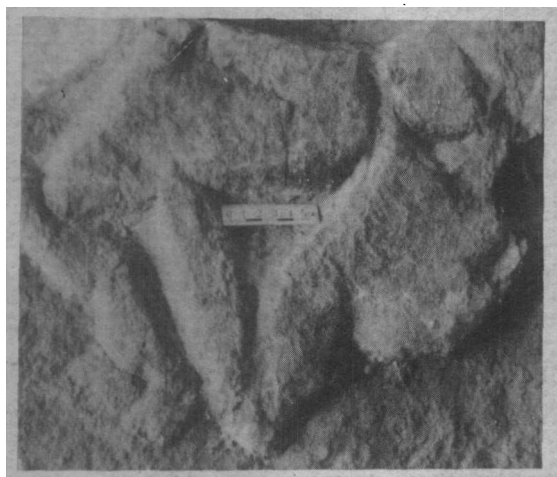


图 4 同生角砾和恐龙脚印

Fig. 4 Synsedimentary breccia and
Sauropus

泥舌、泥饼,呈牛舌状、饼状,是成岩过程中泥质沉积物挤入砂质沉积物裂隙而形成。

蓬莱镇砂岩

波痕,在砂岩顶部常见菱形波痕。

冲刷构造,在马蹄寺恐龙化石盖层粉砂岩顶部形成一道波状冲刷构造,切割平行层理(图5)

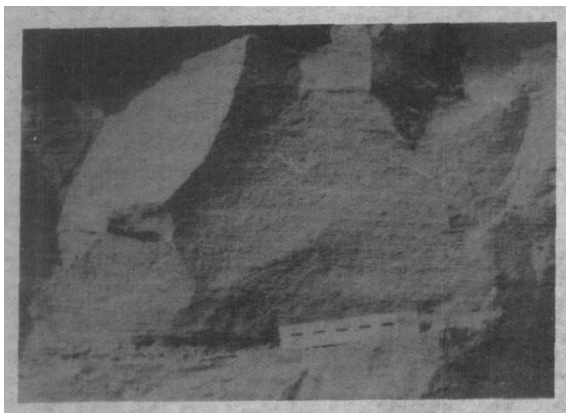


图5 冲刷构造

Fig. 5 Scour structure

碟状构造,砂岩体底部出现呈盘状,边缘上翘,直径约15cm 的碟状构造。

3. 遗迹化石

遂宁组砂岩凸镜体遗迹化石组合:柱形迹 *Cylindricum* sp. (图6),海葵迹 *Anemonichus* sp., 海生迹 *Thalassinoides* sp.,斯柯茵迹 *Scoyenia* sp.,沙蠕迹 *Arenicolites* sp. 和恐龙脚印。

蓬莱镇砂岩遗迹化石组合:斯柯茵迹 *Scoyenia* sp. (图7),平管迹 *Planolites* sp.

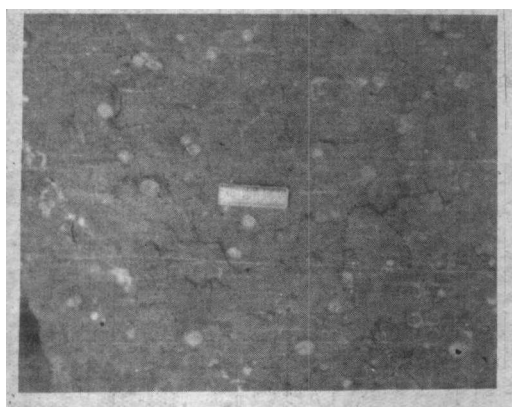


图 6 柱形迹

Fig. 6 *Cylindricum* sp.

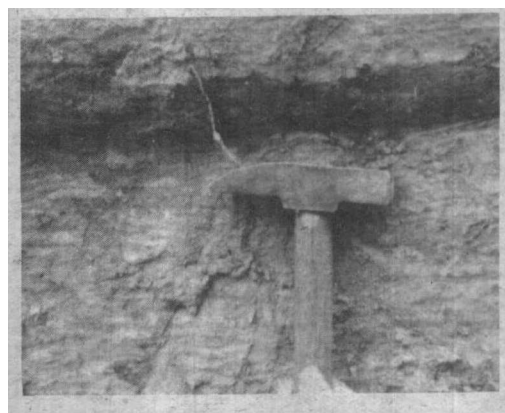


图 7 斯柯茵迹

Fig. 7 *Scoyenia* sp.

四、恐龙埋藏环境分析及埋藏类型

安岳恐龙化石点的分布,三个位于安岳县南约 40km,一个位于安岳县北约 10km,南北相距 50km。其中产于蓬莱镇砂岩中三个,产于遂宁组砂岩凸镜体中一个。它们都出露在砂岩体的边缘部位,南北之间砂岩体边缘形态极不规则,呈港湾状弯曲。马蹄寺和隆家崖分别代表两个不同层位的恐龙化石埋藏点,它们的埋藏环境有相同之处,但又各有差异(图 8)。

隆家崖恐龙化石赋存于遂宁组紫红色泥岩上部的小型砂岩凸镜体中,所发现的化石属种较多,堆积密集,相互重叠,呈散架、半散架状态,但骨骼又无磨蚀现象,并有龟化石伴生。沉积构造中的沙纹层理显示以双向水流为主,伴有单向水流。恐龙化石底部遗迹化石以垂直潜穴为主,扰动层理发育,反映恐龙埋藏时水动力条件强烈,沉积物源丰富,沉积速度快。当恐龙尸体被埋藏后,水体变浅,在埋藏层顶部形成干裂,同生角砾和留下恐龙脚印。随后水体又变深,形成厚层紫红色泥岩。因此隆家崖恐龙化石是在湖水暂时变浅时,经过短距离搬运的滨湖相异地埋藏类型。

马蹄寺恐龙化石赋存于紫红、紫灰色“蓬莱镇砂岩”中部,岩体普遍发育中小型浪成沙纹层理和中型板状交错层理,砂岩底部一般有 0.1—0.3m 厚的粉砂质、含钙质泥岩,同生角砾常见。与恐龙化石共生的化石有淡水藻类、介形虫和叶肢介,在相同层位还发现大量硅化木。遗迹化石亦很丰富,但属种单调,在埋藏层底部有较丰富的平管迹和斯柯茵迹,表明该恐龙死亡后沉积环境的水动力条件是较弱的。恐龙化石的盖层与围岩明显不同,是一层具有水平层理的粉砂岩。它的分布范围仅限于恐龙化石顶盖 25m 直径,它的厚度为边缘 0.2m,中央 1m 左右,随恐龙埋藏而隆起,形似“恐龙坟墓”,在这里可以作为预测恐龙化石的标志。笔者在发掘中已作过验证。粉砂岩顶部形成一道冲刷构造并呈波状切割水平层理,这可能意味着

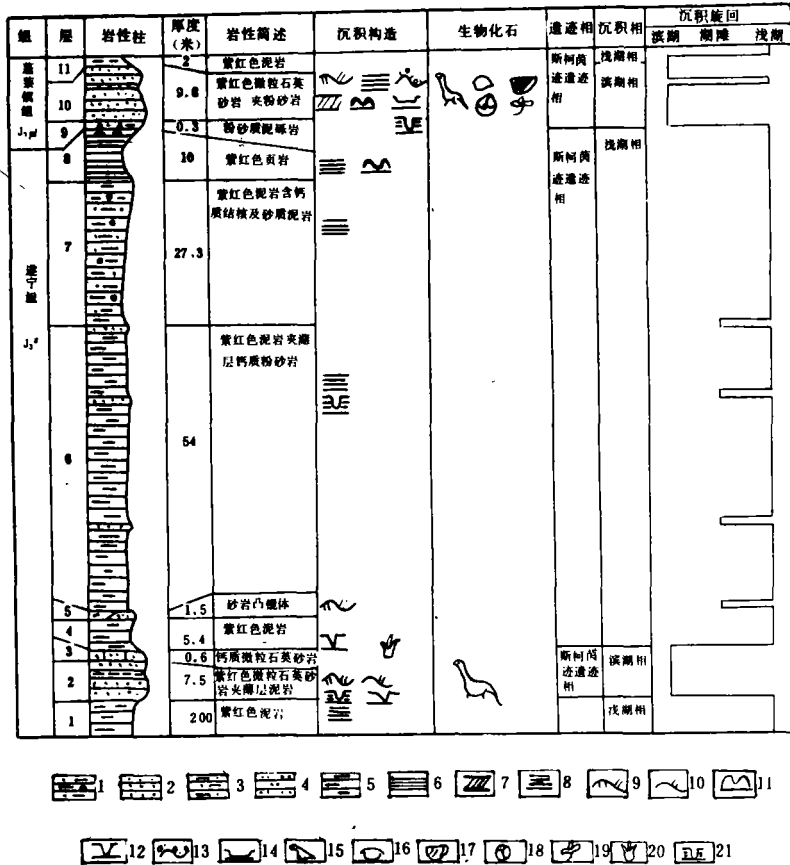


图8 隆家崖—马蹄寺遂宁组和蓬莱镇组沉积相柱状图

1-粉砂质泥岩及泥砾岩; 2-微粒石英砂岩; 3-砂质泥岩含钙质结核; 4-钙质微粒石英砂岩; 5-泥岩; 6-页岩; 7-板状交错层理; 8-水平层理; 9-浪成沙纹层理; 10-流水沙纹层理; 11-浪成波痕; 12-干裂; 13-冲刷面; 14-碟状构造; 15-恐龙化石; 16-淡水介形虫; 17-淡水叶肢介; 18-绿藻; 19-植物化石; 20-恐龙足印; 21-遗迹化石

Fig. 8 Columnar section showing sedimentary facies of the Suining and Penglaizhen Formations from Longjiaya to Matisi, Anyue, Sichuan

1=silty mudstone, mudstone and conglomerate; 2=microgranular quartz sandstone; 3=calcareous concretion-bearing sandy mudstone; 4=calcareous microgranular quartz sandstone; 5=mudstone; 6=shale; 7=tabular cross-bedding; 8=horizontal bedding; 9=wave-ripple cross-lamination; 10=current-ripple cross-lamination; 11=wave marks; 12=desiccation crack; 13=scour surface; 14=dish structure; 15=dinosaur fossils; 16=fresh-water ostracodes; 17=fresh-water phyllopodia; 18=green algae; 19=plant remains; 20=*Sauropus*; 21=trace fossils

“恐龙坟墓”是恐龙尸体自重陷落,形成局部深水,细粒碎屑物缓慢沉降,掩埋了恐龙,使它的化石得以完整保存,“坟墓”隆起部份即是恐龙的躯干。然后水体又变浅,盖层遭受冲刷。以上事实说明了马蹄寺恐龙埋藏环境是滨湖相,属原地埋藏类型。

安岳恐龙埋藏地区所出露的岩石为紫红色泥岩和砂岩,有的层面上出现干裂,岩层中伴生淡水动物化石和硅化木,这反映了当时的气候环境是温暖潮湿,地面上洶湾港又密布,河

流纵横交错,陆地上高大乔木和植被繁茂。有时气候也变得干燥,湖水下降,岸边形成干裂。晚侏罗世中晚期四川盆地这样的自然环境是很适合恐龙生存的。随着安岳恐龙动物群的面世,使人们联想到我国最长的合川马门溪龙在地史上到底延续了多长的时代?现在我们至少可以认为它们已延续到了晚侏罗世的末期。

四川盆地上侏罗统顶部的蓬莱镇组分为三段,而安岳县境只保留一段的下部,岩性反映出总的趋势是继马蹄寺恐龙埋藏之后,湖水不断加深。水陆面积的变迁,迫使恐龙迁徙,或者它们就此绝迹?为什么这一时期恐龙会大批死亡?这些问题都有待今后新的发现。

最后感谢夏文杰教授对本文提出了许多宝贵意见。

主要参考文献

何信禄,1984,《四川脊椎动物化石》

夏文杰、李季华,1988,四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

林文球,1987,大陆淡水环境遗迹化石组合,岩相古地理通讯,1987,3、4期

BURIAL FEATURES AND ENVIRONMENTAL SIGNIFICANCE OF THE DINOSAURS FROM ANYUE, SICHUAN

Liu Zongwen

(Chengdu College of Geology)

Abstract

Following the *Mamenchisaurus hochuanensis* and Zigong dinosaur faunas, the Anyue dinosaur faunas were discovered in Anyue, Sichuan in the past few years. The emphasis in this paper will be on the Matisi and Longjiaya fossil beds. The dinosaur fossils from the former were found to be preserved in the sandstone lens in the Upper Jurassic Suining Formation, whereas those from the latter in the sandstones in the Upper Jurassic Penglaizhen Formation, both of which are interpreted as the littoral lacustrine facies.