

川西峨眉晚古生代和中生代 河流沉积中的痕迹化石群落^①

胡 斌 吴贤涛 潘丽敏

(焦作矿业学院)

提要 川西峨眉地区晚古生代和中生代地层中可识别出三种不同河流沉积环境的痕迹化石群落：
(1) *Scoyenia-Rhizoliths* 痕迹群落，产于上二叠统沙湾组，代表一种炎热潮湿气候条件下的远源曲流河沉积环境；(2) *Trichichnus* 特化痕迹群落，发育于下三叠统飞仙关组，属近海冲积平原上时常干旱且环境条件不稳定的河流沉积环境；(3) *Scoyenia-Rusophycus* 痕迹群落，产自上白垩统夹关组，反映经常干旱和周期性泛滥的内陆河流沉积环境。

关键词 痕迹化石 河流沉积 上二叠统 沙湾组 下三叠统飞仙关组 上白垩统夹关组

第一作者简介 胡斌 男 38岁 讲师 古生物与古生态学

前 言

河流沉积环境中痕迹化石及其指相意义的专门研究，我国最近几年才开始予以重视，但迄今有关正式报道仍然甚少。由于古代河流沉积中保存的实体化石十分缺乏，通常仅在潮湿的泛滥平原沉积中找到一些为数不多的植物化石和极少的动物化石，所以试图通过古生物学抑或古生态学方法来分析和研究这类沉积及其古环境，必然受到一定程度的限制。然而，随着近代新兴边缘学科“痕迹学”的发展，为这一领域的研究开辟了新的途径。近十几年来，人们在“海相痕迹相”的研究取得突破性进展之后，又开始投入“非海相痕迹相”的探索。仅就河流沉积环境而言，国外已有部分学者陆续发现多种不同生态环境的痕迹群落（如 Stanley and Fagerstrom, 1974, Browley and Asgaard, 1979, Bown, 1982, Bown and Kraus, 1983, D'Alessandro, Ekdale and Picard, 1987）。

我国川西峨眉地区（图1）晚古生代和中生代地层中，发育有几种不同古气候和不同古地理条件下的河流沉积。经笔者等近二年的考察与研究，发现其中含有大量痕迹化石，按其组成、产状及古环境特征，可初步划分出三种类型的痕迹化石群落，即晚二叠世的 *Scoyenia-Rhizoliths* 痕迹群落、早三叠世的 *Trichichnus* 痕迹群落和晚白垩世的 *Scoyenia-Rusophycus* 痕迹群落。各群落的特点、地层和沉积背景分述于后。

^① 中国科学院自然科学基金资助项目

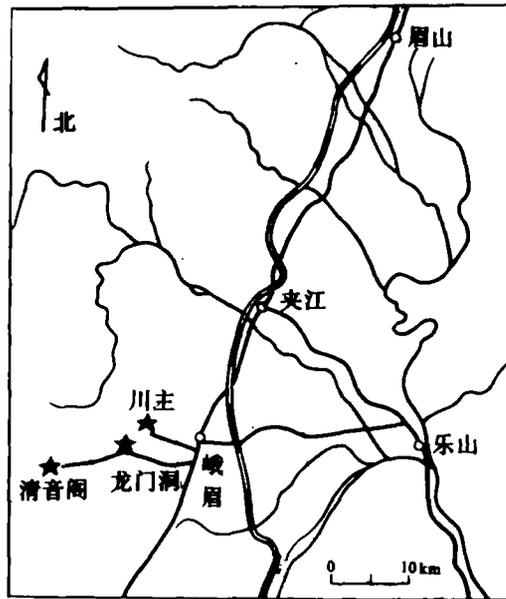


图 1 研究区地质剖面位置图

Fig. 1 Map showing the location of the geological sections of the study area

一、地层与沉积背景

上述三个痕迹化石群落依次分别产自上二叠统沙湾组、下三叠统飞仙关组 and 上白垩统夹关组,三者系研究区内上古生界—中生界中主要的河流沉积。各组岩性和沉积特征如下:

沙湾组 (P_{2s}) 剖面位于峨眉以西的龙门洞和清音阁一带 (图 1), 地层厚 65m 左右, 主要由多个向上变细的冲积序列组成, 岩性系一套灰绿色、灰黄色中—厚层状的中—细粒岩屑砂岩、块状的粗粒岩屑砂岩、砂质砾岩及紫红色、灰绿色的粉砂岩、粉砂质泥岩和泥岩, 夹少量炭质页岩和煤线 (或薄煤层); 炭质页岩中产有植物化石, 其它细沉积物中大多含有痕迹化石。无机沉积构造常见有大—中型板状交错层理、块状层理、小型砂纹层理、水平层理、冲刷和充填构造以及干裂纹等, 少数层含有钙质结核和菱铁矿结核。本组与下伏峨眉山玄武岩呈平行不整合接触, 与上覆下三叠统飞仙关组呈整合接触。

飞仙关组 (T_{1f}) 剖面位于龙门洞小河岸边 (图 1), 地层厚约 182m, 岩性主要为紫红色含砾长石岩屑砂岩、粗—细粒岩屑砂岩、粉砂岩、砂质泥岩和泥岩, 上部变为细粒钙质岩屑砂岩和钙质粉砂岩与泥岩互层, 并偶含介屑灰岩透镜体。实体化石缺乏, 但痕迹化石较发育。露头上可见沉积构造有大—中型的槽状、板状和楔状交错层理、逆行砂波层理、爬升波痕纹理、平行层理、透镜状层理、包卷层理、泥裂、泡沫痕、重荷模及冲刷和充填构造等。按沉积类型及岩性差异, 全组一般可划分为四个大的岩性段^① 即自下而上为第一段

^①王文才、曾常明, 1987, 四川峨眉龙门洞下三叠统飞仙关组的冲积相特征。成都地质学院内部资料。

(T_1f_1) ——心滩沉积, 厚约 33m; 第二段 (T_1f_2) ——边滩沉积, 41m; 第三段 (T_1f_3) ——边滩夹心滩或二者交互沉积, 约 79m; 第四段 (T_1f_4) ——河流—潮坪沉积, 约 29m。本组与上覆嘉陵江组呈整合接触。

夹关组 (K_2^j) 剖面位于峨眉以西的川主一带 (图 1), 厚 270m 左右, 主要由心滩和边滩沉积组成, 呈不等厚互层产出, 岩性系一套棕红色薄—巨厚层状中—细粒长石石英砂岩、薄层泥质粉砂岩、砂质泥岩和泥岩, 底部具约 2m 厚的砾岩层; 实体化石稀少, 痕迹化石极为丰富; 砂岩中具槽状、板状和楔状交错层理、平行层理及冲刷充填构造, 细沉积物中发育爬升波痕纹理、波纹层理和水平层理以及层面波痕、泥裂、雨痕和泡沫痕等沉积构造。本组与下伏蓬莱镇组 (J_3) 或天子山组 (K_1) 为假整合接触, 与上覆湖相沉积地层灌口组 (K_2^g) 为整合接触。

据徐星琪和王朝禄等(1980)¹, 本区在白垩纪时的古地理属峨眉丘陵平原, 向东伸向四川湖盆, 西与龙门山山地邻接。

二、 *Scoyenia*-*Rhizoliths* 痕迹群落及其沉积环境

该群落主要由 *Scoyenia* (斯科耶尼亚迹)、*Planolites* (漫游迹)、*Muensteria* (敏斯特迹)、*Psammichnites* (砂迹)、*Skolithos* (石针迹)、和 cf.*Stipsellus* (杆环迹, 相似属) 以及 *Rhizoliths* (根迹——以水平根铸模和斜根铸模为主, 含部分垂直根铸模) 等痕迹化石组成, 多数呈内迹、少数呈底迹保存, 均产自上二叠统沙湾组曲流河沉积中。其一般沉积序列 (图 2) 自上而下为:

E 段 灰绿、紫红、灰黄色薄—中厚层状粉砂岩和泥岩互层, 具水平层理, 偶见泥裂, 有时含炭质页岩和煤线 (或薄煤层)。

D 段 紫红色粉砂质泥岩夹薄层或条带状粉砂岩, 有时含钙质结核或菱铁矿结核, 具水平层理和块状层理, 上部产有大量的根迹化石, 下部含 *Scoyenia*, *Muensteria*, *Planolites* 及 cf.*Stipsellus* 等痕迹化石。

C 段 紫红、紫灰色粗粉砂岩、粉砂岩和砂质泥岩, 夹薄层细砂岩或砂岩透镜体, 具水平层理、小型微波状层理、透镜状层理及爬升波痕纹理, 产 *Scoyenia*, *Planolites* 和 *Skolithos* 等痕迹化石。

B 段 灰黄、灰绿色厚层状中—细粒岩屑砂岩, 具板状、楔状交错层理和平行层理。

A 段 灰绿色含扁平状泥砾和砂砾的粗粒岩屑砂岩, 具粒序层理并往往发育冲刷构造。

上述沉积序列表明, *Scoyenia*-*Rhizoliths* 群落中的痕迹化石, 主要发育在边滩上部沉积 (即天然堤、洪泛盆地或岸后沼泽沉积) 中, 痕迹化石的组成以层内进食迹为主, 说明底层潮湿并含营养质泥; 植物根迹以水平根系和斜根系为主并含垂直根系, 显示其沉积底层处于岸边平原或地下水位很浅的地区 (Cohen, 1982); 此外沉积物以细粒沉积为主, 紫红与灰绿或灰黄色交替出现, 时有泥裂以及含炭质页岩、植物化石和煤。由此可见, *Scoyenia*-*Rhizoliths* 痕迹群落形成于一种炎热潮湿气候条件下的远源曲流河沉积环境。

¹ 西南地区地层总结——白垩系 (成都地质矿产研究所内刊)

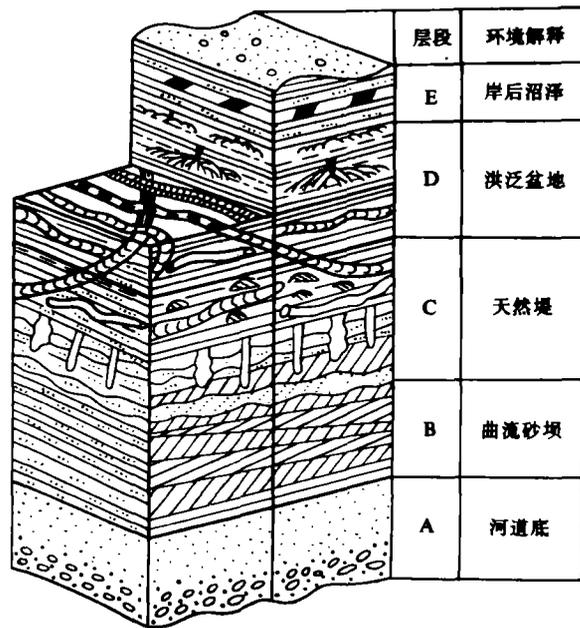


图 2 沙湾组 (P_2) 中痕迹化石的形态和产状及与之共生的曲流河一般沉积序列特征

Fig. 2 Sketch indicating the morphology and occurrence of the trace fossils and common sequence feature of the meandering stream deposits with them in the Shawan Formation (P_2)

三、 *Trichichnus* 特化痕迹群落及其古生态环境

这一群落以进食-居住迹的 *Trichichnus* (毛管迹) 的极度丰富为其特征, 但分异度极低, 它除了含少量 *Planolites* (漫游迹)、*Gordia* (线形迹) 及 *Skolithos* (石针迹) 外, 几乎全由垂直、倾斜和水平且直径小于 1mm、长度不足 2cm 的管状 *Trichichnus* 组成, 该化石全为内迹 (全浮痕) 保存, 潜穴管内的充填物在成岩过程中的均为方解石交代, 以致风化面或标本断面上呈现明显的白色。

地层剖面中, 该痕迹群落十分有规律地分布于飞仙关组的第二段 (T_{1f_2}) 和第三段 (T_{1f_3}) 中下部, 大多发育在边滩沉积中, 其一般沉积序列自上而下 (图 3) 为:

D 段 紫红色泥质粉砂岩和粉砂质泥岩, 含砂钙结核, 具水平层理和小型砂纹层理及泥裂, 产丰富的 *Trichichnus* 和少量的 *Gordia* 痕迹化石。

C 段 紫红色薄—中厚层状粉砂岩、泥质粉砂岩夹薄层细砂岩或透镜体, 具水平层理、爬升波痕纹理、透镜状层理和包卷层理, 产大量 *Trichichnus* 和极少的 *Skolithos* 及 *Planolites* 痕迹化石。

B 段 紫红色中—厚层状细粒岩屑砂岩, 具大—中型板状交错层理、楔状和槽状交错层理以及平行层理。

A 段 紫红色含砂砾和泥砾的中—粗粒岩屑砂岩, 具冲刷充填构造和正粒序层理。

以上沉积序列和前述地层记录揭示, 飞仙关组中的 *Trichichnus* 痕迹化石所产出的地质背景具有以下特点: (1) 它主要出现在低弯度河流 (王文才和曾常明, 1987, 前注) 的边滩

上部沉积中；(2) 它仅在本组第二段和第三段中下部发育，延续时限不长；(3) 与之共生的岩性一般都是紫红色泥质粉砂岩和砂质泥岩，其中往往发育爬升波痕纹理、透镜状层理、小型砂纹层理及泥裂等无机沉积构造。由此而知，该痕迹群落发育在低弯度河流的洪泛平原或岸后平原沉积环境，其种属如此单调，很可能与当时气候经常干旱和高能量水流条件密切相关。在这种古环境条件下，沉积底层上纯泥质沉积物少，植被不发育，有机质含量低，食物缺乏，环境能量和沉积速率高，因而导致环境极不稳定，大量生物难以生存，仅少数适应能力强的“广温型”内栖生物才能适应这一环境。从个体痕迹的比较分析来看，*Trichichnus* 有可能是某种类似现代“广温型”的微小寡毛类动物营造的层内痕迹。据 Ekdale (1985) 对海洋内栖生物的古生态学研究，这种异常环境下的单调痕迹种群可称为“特化痕迹种群”，(*Opportunistic ichnotaxa*) 或称“特化痕迹群落”，它代表大的环境变动后一些适应能力很强的生物能迅速占领某一生境，造成分异度低、个别属种很丰富的痕迹群落。这种造迹生物生产率高、生长迅速、进食习性一般化、能适应一些生态压力大且较“严酷”的环境条件(如缺氧、温度异常、盐度变化和基底极不稳定等)。此种“特化痕迹种群”同与之相对应的“均衡痕迹种群”(*Equilibrium ichnotaxa*) 迥然不同，后者代表的是稳定渐变的生境条件下生成的高分异度、延续时间较长、个体类群不突出的痕迹群落。

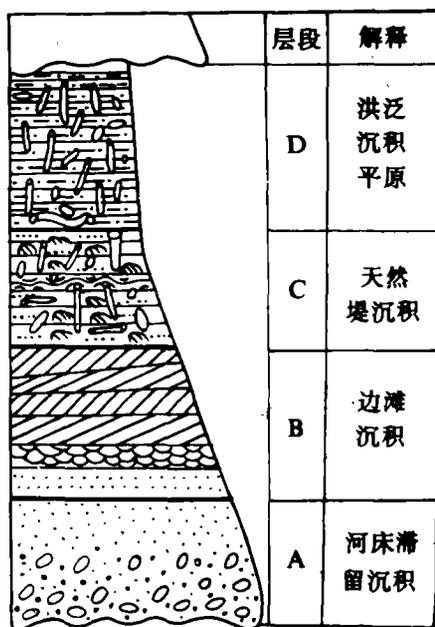


图 3 飞仙关组 (T_1) 中与痕迹化石伴生的低弯度河流一般沉积序列特征

Fig. 3 General sequence characteristics of the low-sinuosity river deposits associated with the trace fossils in the Feixianguan Formation (T_1)

上述分析表明，峨眉地区早三叠世飞仙关组中的痕迹化石可能属于一种生态环境压力较大的“特化痕迹群落”，它与地层的岩性特征和无机沉积构造所反映的古环境条件是相符合的，它代表了古代近海冲积平原上一种时常干旱、食物缺乏且水流改造强烈的河流沉积环

境。尽管其组成十分单调,但由于它的丰度高、延续时间短、并且层位分布有规律,所以这一特化痕迹群落的识别,不仅具有重要古生态学意义,而且对本区早三叠世早期地层的划分和对比以及沉积环境研究提供了重要生物证据。

四、*Scoyenia-Rusophycus* 痕迹群落及其沉积环境

这是陆相沉积中一种丰度和分异度均较高的痕迹化石群落,产于本区上白垩统夹关组,它由各种进食迹、觅食拖迹、爬迹、停息迹和居住迹组成,常见痕迹属有 *scoyenia*, *steinichnus*, *Planolites*, *Cystichnium* (似泡沫迹)^①, *Gordia*, *Paradidymaulichnus* (拟双槽迹), *Monomorphichnus*, *cf. Oniscoidichnus*, *Pelecypodichnus*, *Rusophycus*, *Arenicolites* 和 *Skolithos* 等。化石大多呈底迹(下浮痕)和内迹(全浮痕)保存,少数为上浮痕。据个体痕迹分析,该痕迹群落的造迹生物多数系节肢动物(主要是昆虫类)、少数为软体动物(腹足类和双壳类)及蠕虫动物等。

研究剖面上,夹关组由明显粗、细“二元”结构的河流沉积组成,心滩沉积为主,边滩沉积为次,二者交替出现。所采痕迹化石多产自边滩上部沉积中(少数来自心滩沉积),其一般沉积序列(图4)自上而下为:

D 段 棕红色薄层状粉砂质泥岩,具水平层理,层面发育泥裂,泡沫痕和雨痕等暴露构造,含丰富痕迹化石。

C 段 棕红色薄—中厚层状粉砂岩和粉砂泥岩,时夹薄层细砂岩或砂岩透镜体,具爬升波痕纹理、透镜状层理、波状层理和小型交错层理,产丰富痕迹化石。

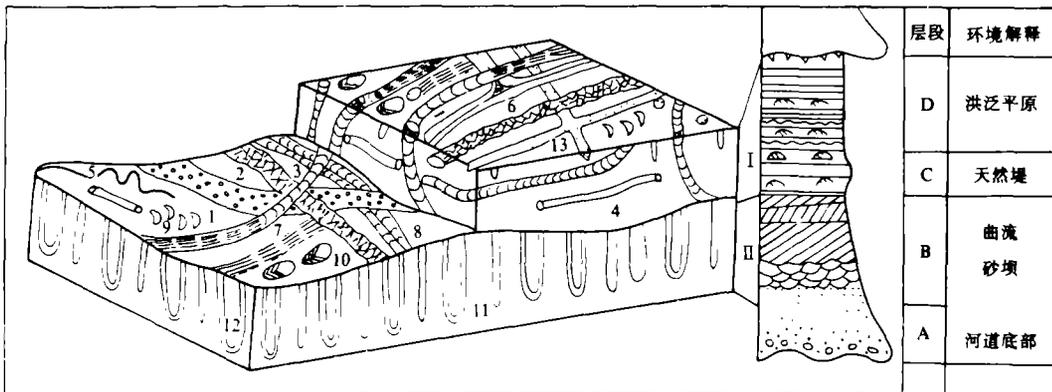
B 段 上部为棕红色薄—中厚层状细砂岩和泥质粉砂岩,具中、小型交错层理和波状层理,含痕迹化石;下部为棕红色厚层—巨厚层状细粒(岩屑)长石石英砂岩,具大型板状和楔状交错层理,含垂直型潜穴。

A 段 棕红色巨厚层状含泥砾和砂砾中粗粒砂岩,具大型槽状交错层理、板状交错层理、平行层理及正粒序层理,底部有时为砾岩或者砂砾岩,并常见冲刷构造(如槽模、工具痕等)。

夹关组河流沉积中的痕迹化石以 *Scoyenia* 和 *Rusophycus* 的大量发育和广泛分布为其特征,故统称 *Scoyenia-Rusophycus* 群落。按其产状、组成及沉积底层条件的差异,又可进一步划分为两个不同的化石组合,即① *Scoyenia-Steinichnus-Rusophycus* 痕迹组合(图4, I),以层面痕迹(半浮痕)和层内进食迹(全浮痕)的富集为其特征,它包括了该群落的绝大部分痕迹属、种;② *Skolithos-Arenicolites* 组合(图4, II),几乎全由垂直型居住潜穴组成。前一组合皆产于序列的 C—D 段(图4),代表洪泛平原(包括天然堤)沉积环境,后一组合主要产自序列的 B 段,可代表环境能量较高、底层较固结的水道砂坝和近滨地带的沉积。

这里值得强调的是,本区的夹关组这一陆相红层中的大部分痕迹化石常与泥裂、雨痕及层面波痕密切共生,并显示出生成上的先后关系,亦即由泥砂充填的大小泥裂被后来的生物痕迹截切或破坏,反之亦然。

^①新属,作者撰有专文报道。



1. *Scoyenia* 2. *Cystichnum* 3. *Steinichnus* 4. *Planolites* 5. *Gordia* 6. *Paradidymulichnus* 7. *Monomorphichnus*
8. *Oniscoidichnus* 9. *Pelecypodichnus* 10. *Rusophycus* 11. *Skolithos* 12. *Arenicolites* 13. *Mudcrack*

图 4 夹关组 (K_2) 中痕迹化石的形态和产状及与之伴生的河流沉积一般序列特征

Fig. 4 Morphology and occurrence of the trace fossils and general sequence feature of the river deposits with them in the Jiaguan Formation (K_2)

总之, 据上述种种特征, 尤其是与痕迹化石伴生的岩性、无机沉积构造及沉积序列特征, 不难看出, 研究区内夹关组中 *Scoyenia-Rusophycus* 痕迹群落基本上形成于一种经常干旱和周期性泛滥的河流沉积环境 (包括洪泛平原上低洼处的极浅水湖泊环境), 它与东格陵兰 Carlsberg Fjord 西海岸三叠纪红层中的淡水痕迹群落 (Bromley, R. et al., 1979) 相比, 在组成、保存和产状上存在很大程度的相似性, 但沉积环境有所不同, 主要是这里的夹关组中未发现以 *Fuersichnus communis* 为主的湖相痕迹化石群落。

野外工作中, 王观志、尹国勋、张国成同志协助采集部分标本, 在此谨表谢意。

收稿日期: 1989年10月14日

参 考 文 献

- (1) Bown T. M., 1982. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, V.40, p.255—309.
- (2) Bown T. M. and Kraus M.J., 1983. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, V.43, p.95—128.
- (3) Bromley R. and Asgaard U., 1979. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, V.28, p.39—80.
- (4) Cohen A. S., 1982. *Journal of Sedimentary Petrology*, V.52, No.2, p.0401—0414
- (5) D'Alessandro A., Ekdale, A.A. and Picard m.D., 1987. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, V.61, p.285—302
- (6) Ekdale A. A., 1985. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, V.50, p.63—81.
- (7) Seilicher A., 1967. *Marine Geology*, V.5, p.413—428.
- (8) Stanley K. O. and Fagerstrom J.A., 1974. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, V.15, p.63—82.

Ichnocoenoses of the Late Paleozoic and Mesozoic Fluvial Deposits of Emei Area, Western Sichuan, China

Hu Bin Wu Xiantao Pan Limin

(Jiaozuo Mining College)

Abstract

This paper chiefly deals with the composition, occurrence and sedimentary environments of the three unusually differential ichnocoenoses that are distinguished from the trace fossils well preserved in the Upper Permian, Lower Triassic and Upper Cretaceous fluvial deposits in Emei area. The three ichnocoenoses are recognized:

(1) *Scoyenia*—Rhizoliths ichnocoenosis which occurs in the Shawan Formation (P_2), mainly consists of *Scoyenia*, *Planolites*, *Muensteria*, *Psammichnites*, *Skolithos*, cf. *Stipsellus* and Rhizoliths (mostly horizontal root casts, diagonal root casts, and partly vertical root casts) and so on, associated with the flood plain deposit that was made up of grey-yellow or green fine-grain sandstones, violet-red siltstones and mudstones as well as less intercalated carbonaceous shales contained plant fossils and thin-bedded coal, it might be explained to be formed in a hot, humid, fluvial environment.

(2) *Trichichnus* ichnocoenosis generated in the second and the third members of the Feixianguan Formation (T_1), is an Opportunistic ichnotaxa of high abundance and low diversity, i. e. highly concentrated trace fossil of *Trichichnus* occurs in red thin-bedded fine-grained sandstone, siltstone and muddy siltstone of the flood plain deposits comprising very little other trace fossils of *Planolites*, *Gordia*, *Skolithos* and so forth, which may serve to represent a frequently hot-dry and unstable river environment on the alluvial plain near the sea shore.

(3) *Scoyenia*—*Rusophycus* ichnocoenosis from Jiaguan Formation (K_2), is composed of extraordinarily diversified and well preserved trace fossils including two different assemblages: *Scoyenia*—*Steinichnus*—*Rusophycus* and *Skolithos*—*Arenicolites*. The former contains *Fodinichnia*, *Pascichnia* or trails, *Repichnia*, *Cubichnia* and some small-patterned *Domichnia*, of which common ichnogenes are *Scoyenia*, *Cystichnium* (ichnogen. nov.), cf. *Oniscoidichnus*, *Monomorphichnus*, *Pelecypodichnus*, *Rusophycus* and so on, which formed in the flood plain deposits; The latter occurs generally in the channel bar or near shore deposits of the river facies and comprises only *Skolithos*, *Arenicolites* as well as other vertical burrows. Most of the trace fossils of this ichnocoenosis are associated with a lot of mudcracks, raindrop imprints, and asymmetrical current ripples on bedding surface of the red fine-grained sandstone, siltstone and mudstone, it is therefore interpreted to be originated in a regularly desiccated fluvial environment (including extremely shallow lacustrine condition on the flood plain).