

文章编号: 1000-0550(2000)01-0073-07

四川省壤塘县金木达晚三叠世深水沉积中的 遗迹化石及沉积环境分析^①

杨逢清 熊伟

(中国地质大学 武汉 430074)

摘要 四川壤塘金木达日基沟晚三叠世地层中首次发现了大量的遗迹化石, 经鉴定有 38 个遗迹属、63 个遗迹种。根据不同遗迹属在不同层位的相对丰度, 建立了 5 个遗迹组合; 全部遗迹组合均属于 *Nereites* 遗迹相。同时应用遗迹化石的生态习性分类、特征遗迹化石和遗迹相来进行沉积环境的分析, 认为金木达晚三叠世中晚期的沉积环境经历了大陆斜坡下部—深海盆地边缘—大陆斜坡中下部—深海盆地—大陆斜坡下部的演变。

关键词 遗迹化石 遗迹组合 遗迹相 沉积环境 晚三叠世 四川壤塘

第一作者简介 杨逢清 女 1940 年 4 月出生 教授 地层古生物

中图分类号 Q911.28 文献标识码 A

壤塘县金木达位于阿坝地块的西南缘。晚三叠世早期, 该区为松潘—甘孜海槽的一部分, 沉积了深水相的碎屑岩, 可分为侏倭组和新都桥组, 内含有双壳类和遗迹化石。尽管对所含 *Halobia* 的生物地层有一定研究, 确定了地层时代, 但对遗迹化石及沉积环境的研究非常薄弱。笔者于 1997 年 7~8 月在金木达日基沟系统测制了上三叠统剖面(图 1), 在 39 个层位中首次采到了丰富的遗迹化石; 4 个层位中采到 *Halobia* (其中 2 个层位的双壳类化石由四川区调队于 1984 年发现)^②。39 个层位的遗迹化石经鉴定有 38 个遗迹属 63 个遗迹种(含未定种)^[1~10]。遗迹化石的发现对研究区晚三叠世沉积环境分析和确定含金层位的古地理环境具有重要意义。

1 含遗迹化石的地层时代

侏倭组以砂岩和板岩呈不等厚韵律互层为基本特征, 与标准地点的侏倭组相比, 砂岩量多于板岩, 砂岩与板岩之比约为 3:2~7:3。四川区调队(1984)曾在日基沟尾采得双壳类化石 *Halobia cf. ornatis* Smith, *H. yandongensis* Chen。

新都桥组以板岩为主, 夹少量砂岩, 板岩与砂岩之比为 4:1。板岩中含薄壳的双壳类 *Halobia cf. pluriradiata* Reed, *H. convexa* Chen, *H. sp.* 和大



图 1 壤塘金木达遗迹化石采集点地理位置图

Fig. 1 Sampling locations of trace fossils in the Jinmuda, Rangtang area ▲遗迹化石采集点

量密集成层的 *Posidonia sp.*, 上述双壳类中 *Halobia cf. pluriradiata*, *H. convexa* 为晚三叠世卡尼期的常见分子。因此, 侏倭组和新都桥组无疑属晚三叠世卡尼期, 从地层叠置关系判断, 侏倭组形成时代早于新都桥组。

2 深水沉积中遗迹化石组合

日基沟剖面上三叠统中的遗迹化石分布具有一定的规律性, 根据遗迹化石的组分、丰富程度及分布特点, 可分出 5 个遗迹组合(表 1)。第一至第四遗迹组合在侏倭组内, 第五遗迹组合位于侏倭组顶

① 原地矿部地调局“九五”资源环境科技攻关课题(编号: 95-02-002-03)成果

② 四川地矿局区域地质调查队, 1984. 色达幅、炉霍幅

收稿日期: 1998-11-08 收修改稿日期: 1999-04-22

表 1 壤塘金木达晚三叠世遗迹化石组合特征及遗迹相

Table 1 Ichnoassemblage features and ichnofacies of Late Triassic trace fossil in Jinmuda Rangtang area Sichuan

| 遗迹组合 | 遗迹化石性质 | 主要遗迹属 | 遗迹相 |
|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| 第一遗迹组合 <i>Helminthopsis</i> <i>Palaedictyon</i> | 以单枝、弯曲或束状分枝的觅食迹发育为特点, 并有较多量的网状或规则弯曲的耕作迹, 化石分异度较高 | <i>Helmintropsis</i> <i>Palaedictyons</i> <i>Nereites</i> <i>Ovatichnum</i> | <i>Nereites</i> 遗迹相 |
| 第二遗迹组合 <i>Palaedictyon</i> <i>Neonereites</i> | 化石分异度高, 网格状和弯曲状的耕作迹十分发育, 弯曲型、分枝型的牧食迹和觅食迹也很发育, 同时含有完好的粪化石 | <i>Palaedictyon</i> <i>Squamodictyon</i> <i>Neonereites</i> <i>Helmintropsis</i> <i>Cosmorhapse</i> | <i>Nereites</i> 遗迹相 |
| 第三遗迹组合 <i>Megagraption</i> <i>Imponoglyphus</i> | 化石分异度较低, 主要发育弯曲、分枝状的觅食迹, 既有进食功能也有居住功能的弯曲状牧食迹也占相当大比例 | <i>Megagraption</i> <i>Imponoglyphus</i> <i>Cosmorhapse</i> <i>Lophoctenium</i> <i>Helmintropsis</i> | <i>Nereites</i> 遗迹相 |
| 第四遗迹组合 <i>Palaedictyon</i> <i>Phycosiphon</i> | 化石分异度较高, 网格状的耕作迹丰度最大, 分枝状、弯曲状的觅食迹分异度在本组合中占首位 | <i>Palaedictyon</i> <i>Squamodictyon</i> <i>Neurodictyon</i> <i>Nereites</i> | <i>Nereites</i> 遗迹相 |
| 第五遗迹组合 <i>Megagraption</i> <i>Helminthoida</i> | 化石分异度较低, 以觅食迹和牧食迹较多为特征, 并具有耕作迹、爬行迹和粪化石 | <i>Megagraption</i> <i>Arthropycus</i> <i>Helmintroida</i> <i>Palaedictyon</i> | <i>Nereites</i> 遗迹相 |

部至新都桥组。

(1) *Helminthopsis*—*Palaedictyon* 遗迹组合

组合特点为沿层面或层内保存多种遗迹化石, 包括层面觅食迹、牧食迹、耕作迹和爬行迹、停息迹、粪化石等。共有 18 个遗迹化石属, 分异度较高, 常与浊流沉积共同保存。分枝状、单枝状和放射状的觅食迹 *Glockeria*, *Arthropycus*, *Phycodes*, *Imponoglyphus*, *Asterichnus*, *Chondrites*, *Planolites* 最为发育, 无论是分异度还是丰度都占主要地位; 其次为不规则弯曲的牧食迹, 计有 *Helminthoida*, *Helicoichnus*, *Cosmorhapse*, *Helicorhapse*, *Nereites*, *Helmintropsis*; 并有少量的耕作迹 *Palaedictyon*, *Squamodictyon*。不规则弯曲的牧食迹和网状耕作迹在海相盆地中是公认与深海浊流沉积有关的 *Nereites* 遗迹相的重要化石。

(2) *Palaedictyon*—*Nereites* 遗迹组合

本组合主要分布在浊流沉积的远端部分, 相当于鲍马序列中的 C 层序。共有 21 属, 分异度高。化石中觅食迹的分异度最高, 而丰度则以耕作迹为

最大。觅食迹有 *Granularia*, cf. *Treptichnus*, *Lennea*, *Phycosiphon*, *Phycodes*, *Imponoglyphus*, *Chondrites*, *Planolites*; 网状耕作迹有 *Palaedictyon*, *Squamodictyon*, *Neurodictyon*; 牧食迹较多, 计有 *Helminthoida*, *Helicoichnus*, *Cosmorhapse*, *Helminthopsis*, *Neonereites*, *Zoophycos*, *Urohelmintroida*; 此外, 还有少量的爬行迹和粪化石。网状迹为典型的 *Nereites* 遗迹相分子。

(3) *Megagraption*—*Imponoglyphus* 遗迹组合

此组合共有 14 个遗迹属, 以觅食迹最为发育, 其次为牧食迹, 少量耕作迹。遗迹化石中以具回填构造的觅食迹 *Imponoglyphus*, *Phycodes* 及不规则蛇曲形耕作迹 *Megagraption* 为主。觅食迹除上述二属外, 尚有 cf. *Gyrichnites*, *Gordia*, *Haentschelina*, *Phycosiphon*, *Chondrites*, *Planolites* 等属。该组合中牧食迹的数量亦不少, 有 *Cosmorhapse*, *Helminthopsis*, *Nereites*, *Neonereites*, *Lophoctenium*。本组合中缺少 *Nereites* 遗迹相的典型分子 *Palaedictyon*。

表 2 第一遗迹组合特征表

Table 2 Features of the first ichnoassemblage

| 组 | 遗迹化石属名 | 生态习性 | 分异度 / % | 丰度 / % | 见于复理石相 | 环境 | | | |
|----------------------|----------------------|------|---------|--------|--------|-----------|------|------|---|
| 侏 倭 组 | <i>Paleodictyon</i> | 耕作迹 | 33.3 | 31.8 | * | 陆 斜 坡 下 部 | | | |
| | <i>Squamodictyon</i> | | | | * | | | | |
| | <i>Helminthoidea</i> | 牧食迹 | | | * | | | | |
| | <i>Helicoichnus</i> | | | | * | | | | |
| | <i>Cosmorhapse</i> | | | | * | | | | |
| | <i>Helminthopsis</i> | | | | * | | | | |
| | <i>Nereites</i> | | | | * | | | | |
| | <i>Helicoichnus</i> | | | | * | | | | |
| | <i>Planolites</i> | | | | 觅食迹 | | 38.8 | 38.6 | * |
| | <i>Chondrites</i> | | | | | | | | * |
| <i>Asterichnus</i> | * | | | | | | | | |
| <i>Imponoglyphus</i> | * | | | | | | | | |
| <i>Gloekeria</i> | * | | | | | | | | |
| <i>Phycodes</i> | * | | | | | | | | |
| 3 至 21 层 | <i>Arthropycus</i> | 爬行迹 | 5.6 | 4.5 | | | | | |
| | <i>Sagittichnus</i> | 停息迹 | 5.6 | 4.5 | | | | | |
| | <i>Ovatiichnum</i> | 粪化石 | 5.6 | 9.2 | | | | | |
| | | | | | | | | | |

(4) *Paleodictyon*—*Phycosiphon* 遗迹组合

本组合网状耕作迹的丰度大, 占整个组合丰度值的 62.3%。但分异度表明, 组合的 16 属中以觅食迹占优势, 达 50%。组合中以网状的 *Paleodictyon* 和具回填构造的 *Phycosiphon* 大量出现为特征, 跨相型的觅食迹 *Planolites*, *Chondrites* 数量较多。共生的遗迹化石还有耕作迹 *Squamodictyon*, *Neurodictyon* 和 *Megagraption*; 觅食迹 *Imponoglyphus*, *Phycodes*, *Haentzschelin*, *Monomorphichnus*, *Gordia* 和少量的牧食迹 *Cosmorhapse*, *Nereites*, *Zoophycos* 和少量粪化石 *Ovatiichnum*, 粪化石的出现, 表明形成时水很平静。此组合具典型的 *Nereites* 遗迹相网状分子。

(5) *Megagraption*—*Helminthoidea* 遗迹组合

组合以牧食迹、觅食迹的分异度和丰度大为特点。整个组合的分异度较大, 有 19 属。除觅食迹和牧食迹外, 层面还有耕作迹、爬行迹和粪化石, 产于深色板岩中。组合中以 *Helminthoidea*, *Megagraption* 和 *Planolites* 为主, 另外尚产有牧食迹, *Helicoichnus*, *Cosmorhapse*, *Lophoctenium*, *Den-*

drotichnium, *Helminthoidea*; 耕作迹 *Paleodictyon*, *Squamodictyon*, *Neurodictyon*; 觅食迹; *Imponoglyphus*, *Chondrites*, *Phycodes*, *Arthropycus*; 爬行迹 *Didymaulichnus*, *Hormosiroidea*, cf. *Bostricophyton* 和粪化石 *Ovatiichnum*, *Torrowangea*。组合中 *Nereites* 遗迹相典型化石较多。

3 沉积环境分析

由于遗迹化石原地保存、广泛分布、易于鉴别和遗迹相带范围又窄等特点, 对沉积环境研究具有较大的应用价值。上述 5 个遗迹组合均属 *Nereites* 遗迹相。

表 3 第二遗迹组合特征表

Table 3 Features of the second ichnoassemblage

| 组 | 遗迹化石属名 | 生态习性 | 分异度 / % | 丰度 / % | 见于复理石相 | 环境 |
|--------------------|------------------------|------|---------|--------|--------|-----------|
| 侏 倭 组 | <i>Paleodictyon</i> | 耕作迹 | 33.3 | 23.7 | * | 深 海 盆 边 缘 |
| | <i>Squamodictyon</i> | | | | * | |
| | <i>Neurodictyon</i> | | | | * | |
| | <i>Helminthoidea</i> | 牧食迹 | | | * | |
| | <i>Helicoichnus</i> | | | | * | |
| | <i>Cosmorhapse</i> | | | | * | |
| | <i>Helminthopsis</i> | | | | * | |
| | <i>Nanereites</i> | | | | * | |
| | <i>Zoophycos</i> | | | | * | |
| | <i>Uro-</i> | | | | * | |
| 24 至 37 层 | <i>Helminthoidea</i> | 觅食迹 | 38.1 | 27.3 | * | |
| | <i>Granularia</i> | | | | * | |
| | <i>Lennea</i> | | | | * | |
| | <i>Phycosiphon</i> | | | | * | |
| | <i>Phycodes</i> | | | | * | |
| | <i>Imponoglyphus</i> | | | | * | |
| | <i>Planolites</i> | | | | * | |
| | <i>Chondrites</i> | | | | * | |
| | cf. <i>Treptichnus</i> | | | | * | |
| | <i>Didymaulichnus</i> | | | | 爬行迹 | 4.8 |
| <i>Ovatiichnum</i> | 粪化石 | 9.5 | 3.3 | | | |
| <i>Macanopsis</i> | | | | | | |

第一遗迹组合的 18 属中有 12 个遗迹属常见于深水复理石相, 跨相的有 3 个属。按生态习性分类, 其分异度分别为: 觅食迹达 38.8%, 牧食迹占 33.3%, 耕作迹 11.7%, 爬行迹、停息迹和粪化石各占 5.6%。上述比例, 反映了半深海大陆斜坡下部

的遗迹组合特征。由于遗迹化石产于远源浊积岩的灰黑色粉砂质板岩中,代表造迹生物生活于低能、深水和缺氧的环境。属 *Nereites* 遗迹相(表 2)。

第二遗迹组合的 21 属中有 13 个属是 *Nereites* 遗迹相的主要分子,常见于深水复理石相,其余属中的 *Chondrites*, *Phycodes*, *Planolites* 为穿相遗迹属,亦常见于复理石相中(表 3)。其分异度仍以觅食迹最高,达 38.1%,其次为牧食迹,33.3%,耕作迹 14.35%,爬行迹和粪化石各占 4.8%、9.5%。但从丰度看,耕作迹占首位,达 46.7%,觅食迹其次,占 27.3%,牧食迹与之相近为 23.7%,爬行迹和粪化石分别达 1.3%和 3.3%。从上述遗迹化石生态习性的分异度和丰度的百分比分析,反映本组合为深海盆地边缘的遗迹组合。该组合的造迹生物主要栖息活动于松软的底质中,它们普遍具有复杂的啮食图形和纤细的潜穴系统,无疑应归于深水型的 *Nereites* 遗迹相。但此组合水的深度显然要比第一组合更大。

表 4 第三遗迹组合特征表

Table 4 Features of the third ichnoassemblage

| 组 | 遗迹化石属名 | 生态习性 | 分异度 / % | 丰度 / % | 见于复理石相 | 环境 |
|---------------------|------------------------|------|---------|--------|--------|---------------------------------|
| 侏 | <i>Megagraption</i> | 耕作迹 | 7.2 | 6.4 | * | 大 陆 斜 坡 中 下 部 |
| | <i>Cosmorhaphie</i> | 牧食迹 | | | * | |
| 倭 | <i>Helminthopsis</i> | | * | | | |
| | <i>Nereites</i> | | 35.7 | 17.0 | * | |
| | <i>Nanoreites</i> | | | | * | |
| <i>Lophoctenium</i> | * | | | | | |
| 38 至 | <i>Chondrites</i> | 觅食迹 | 57.1 | 76.6 | | |
| | <i>Planolites</i> | | | | | |
| | <i>Imponoglyphus</i> | | | | * | |
| 41 层 | <i>Phycodes</i> | | | | | |
| | <i>Phycosiphon</i> | | | | * | |
| | <i>Haentzschelinia</i> | | | | | |
| | <i>Gordia</i> | | | | | |
| | <i>Cf. Gyrichnites</i> | | | | | |

第(3)遗迹组合的 14 属中,有 8 个属常见于深水复理石相(表 4),4 个属为穿相遗迹属,也常见于深水复理石相中。上述遗迹化石按造迹生物生态习性进行分类,觅食迹的分异度在组合中占首位,达 57.1%;其次是牧食迹,占 35.7%;耕作迹较少,仅有 7.7%。当前这种比例与 Ekdale 等^[11]的海洋深

表 5 第四遗迹组合特征表

Table 5 Features of the fourth ichnoassemblage

| 组 | 遗迹化石属名 | 生态习性 | 分异度 / % | 丰度 / % | 见于复理石相 | 环境 |
|---------|------------------------|------|---------|--------|------------------------|------------------|
| 侏 | <i>Palaedictyon</i> | 耕作迹 | 25.0 | 62.3 | * | 深 海 盆 地 |
| | <i>Squamodictyon</i> | | | | * | |
| | <i>Neurodictyon</i> | | | | * | |
| | <i>Megagraption</i> | | | | * | |
| 倭 | <i>Cosmorhaphie</i> | 牧食迹 | 18.8 | 4.6 | * | |
| | <i>Nereites</i> | | | | * | |
| | <i>Zoophycos</i> | | | | * | |
| 43 至 | <i>Planolites</i> | 觅食迹 | 50.0 | 32.4 | | |
| | <i>Chondrites</i> | | | | | |
| | <i>Imponoglyphus</i> | | | | * | |
| | 57 层 | | | | <i>Phycodes</i> | |
| | | | | | <i>Phycosiphon</i> | * |
| | | | | | <i>Haentzschelinia</i> | |
| | <i>Gordia</i> | | | | | |
| | <i>Monomorphichnus</i> | | | | | |
| | <i>Ovatiichnum</i> | 粪化石 | 6.2 | 0.7 | | |

度同遗迹化石相互关系来对照,反映半深海大陆斜坡中部遗迹组合的特征。表明当时水较深,遗迹化石主要产于中源浊积岩中。

第四遗迹组合的 16 属中,常见于深水复理石相中的有 9 属(表 5)。从分异度分析,觅食迹仍占主要地位,达 50%;耕作迹 25%;牧食迹 18.8%;少量的粪化石 6.2%。从丰度看,耕作迹占绝对优势,占 62.3%,其中尤以网状的 *Palaedictyon* 的频度和丰度为最高,且潜穴系统一般都较纤细。因而从遗迹属的形态特征、形体大小及生态行为习性表明,此遗迹组合的化石面貌与第二组合较为相似,属的相似率达 44.0%。研究表明,它们为典型的深水 *Nereites* 相化石,水深大于第二遗迹组合,已属深海盆地环境。

第五遗迹组合共有 19 属,其中 11 属常见于深水复理石相中(表 6)。本组合分异度以牧食迹和觅食迹为大,均达 26.3%;其次耕作迹为 21%;爬行迹和粪化石占有一定数量。遗迹化石面貌与第一组合较相似,代表大陆斜坡下部的半深海环境,其海水的深度与第一组合大致相当。

综上所述,第一至第五遗迹组合虽同属 *Nereites* 遗迹相,但它们反映的水深却不一样,第四组合

表 6 第五遗迹组合特征表

Table 6 Features of the fifth ichnoassemblage

| 组 | 遗迹化石属名 | 生态习性 | 分异度 / % | 丰度 / % | 见于复理石相 | 环境 |
|----|---------------------------|------|---------|--------|--------|----|
| 侏 | <i>Paleodictyon</i> | 耕作迹 | 21.0 | 11.5 | * | 大 |
| | <i>Squamodictyon</i> | | | | * | |
| | <i>Neurodictyon</i> | | | | * | |
| | <i>Megagraption</i> | | | | * | |
| 侏 | <i>Dendrotichnium</i> | 牧食迹 | 26.3 | 19.3 | * | 陆 |
| | <i>Helminthoida</i> | | | | * | |
| | <i>Heliowichnus</i> | | | | * | |
| | <i>Cosmorhapha</i> | | | | * | |
| | <i>Lophoctenium</i> | | | | * | |
| 顶部 | <i>Phycodes</i> | 觅食迹 | 26.3 | 51.9 | | 斜 |
| | <i>Planolites</i> | | | | | |
| | <i>Chondrites</i> | | | | | |
| | <i>Imponoglyphus</i> | | | | * | |
| | <i>Arthropycus</i> | | | | * | |
| 下部 | <i>Cf. Bostricophyton</i> | 爬行迹 | 15.8 | 7.7 | | 部 |
| | <i>Hormosiroidea</i> | | | | | |
| | <i>Didymaulichnus</i> | | | | | |
| | <i>Ovatichnium</i> | | | | | |
| | <i>Torrowangea</i> | | | | 粪化石 | |

最深, 第二组合次之, 第一组合和第五组合的水较浅, 相对第三组合的水浅一些。

4 结语

(1) 根据壤塘金木达日基沟首次发现的 38 个遗迹属研究表明, 它们大多数属深水遗迹化石。它们均属 *Nereites* 遗迹相。

(2) 日基沟剖面侏侏组和新都桥组中的遗迹化石, 可分出五个遗迹组合, 各组合代表不同的水深环境, 第一组合代表半深海大陆斜坡下部环境, 第二组合表明为深海盆地边缘, 第三组合反映为半深海大陆斜坡中下部环境, 第四组合代表深海盆地, 第五组

合的化石面貌表明为半深海大陆斜坡下部环境。由此可见, 日基沟晚三叠世侏侏组在海平面总体上升的趋势下, 曾有次级海平面的变化。从侏侏组顶部至新都桥组, 海水开始后退变浅。

(3) 遗迹化石的研究为阐明研究区的沉积环境、海平面变化增添了另一方面的证据, 也为恢复研究区的古地理面貌提供了新的依据。

(4) 金木达地区有较多的金矿床(点), 它们产于晚三叠世新都桥组的浊积岩中, 据遗迹化石研究, 金矿床(点)的主矿源层—新都桥组当时沉积于大陆斜坡的下部。因此, 遗迹化石的研究, 对寻找金矿床和研究金矿床的形成环境具有重要意义。

参 考 文 献

- 1 李日辉. 陕西富平中奥陶统金粟山组遗迹化石及沉积环境[J]. 沉积学报, 1993, 11(2): 27~32
- 2 杨式溥. 我国浊流沉积复理石相的遗迹化石及其古生态和古环境[A]. 见: 中国古生物学会编辑, 中国古生物学会第十三、十四届学术年会论文集[C]. 合肥: 安徽科学技术出版社, 1984. 143~165
- 3 杨式溥, 宋志敏, 梁定益. 西藏阿里(狮泉河-多玛)地区中侏罗-早白垩世复理石相遗迹化石[J]. 地质学报, 1982, (4): 302~313
- 4 杨式溥, 宋志敏, 梁定益. 西藏阿里地区晚石炭世-早二叠世复理石相遗迹化石[J]. 地球科学, 1983, (1): 93~104
- 5 杨式溥, 宋志敏. 西藏阿里地区扎达县中、上三叠统遗迹化石及其地质意义[J]. 西藏地质, 1985, (创刊号): 1~4
- 6 晋慧娟, 李育慈. 准噶尔盆地晚古生代深水斜坡沉积中的遗迹相及其环境分析[J]. 中国科学(B辑), 1991, (4): 408~415
- 7 杨逢清, 王治平, 朱世宏. 四川松潘马拉墩晚三叠世侏侏组的遗迹化石及沉积环境[J]. 岩相古地理, 1996, 16(6): 34~41
- 8 杨逢清, 王治平, 杨恒书. 四川省若尔盖巴西-求吉地区晚三叠世遗迹化石及遗迹相[J]. 中国区域地质, 1997, 16(3): 291~296
- 9 Hantzschel W. Trace fossils and problematica[A]. In: Teichert C, ed. Treatise on invertebrate paleontology[C]. Pt. W, Miscellanea, Geol. Soc. Amer. and Univ. Kansas Supp. 1, 1975. 1~269.
- 10 Seilacher A. Pattern analysis of Paleodictyon and related trace fossils[A]. In: Crimes T P, Harper J C, eds. Trace fossils 11[C]. Seel House Press Liverpool 1977. 289~334
- 11 Ekdale A A, Bromley R G, Pemberton S G. The use of trace fossils in sedimentology and stratigraphy[A]. SEPM. Tulsa Oklahoma 1984. 1~316

Late Triassic Deep Water Trace Fossils and Their Sedimentary Environment in the Jinmuda, Rangtang, Sichuan

YANG Feng-qing XIONG Wei

(China University of Geosciences Wuhan 430074)

Abstract

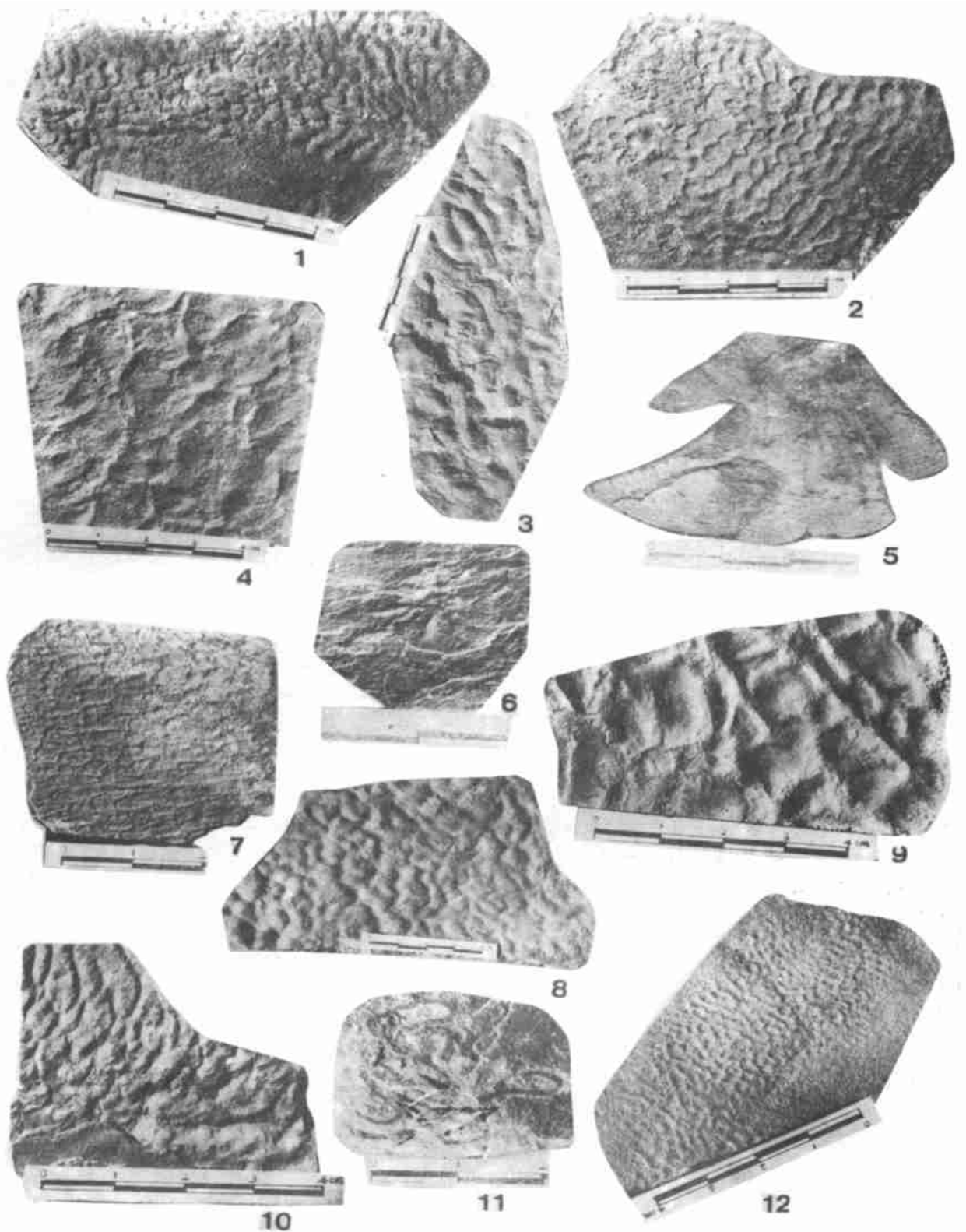
The study area, Jinmuda, Rangtang county, Sichuan province is located in the southeast of Aba Mass. During the early period of Late Triassic, deep water detrital sediments, which can be divided into Zhuwo Formation and Xinduqiao Formation, deposited in this area. The area is one part of Songpan—Ganze trough. For the first time, plenty of trace fossils have been discovered in Late Triassic Zhuwo Formation and Xinduqiao Formation in Riji Gully of Jinmuda area. After determination, these trace fossils have been classified into 38 ichnogenera and 63 ichnospecies. Most of them belong to deep water trace fossil. According to their composition, the relative abundance in different stratigraphic horizons and distribution features, five ichnoassemblages have been established, namely: (1) *Helminthopsis*—*Paleodictyon* ichnoassemblage, (2) *Paleodictyon*—*Neonereites* ichnoassemblage, (3) *Megagraption*—*Imponoglyphus* ichnoassemblage, (4) *Paleodictyon*—*Phycosiphon* ichnoassemblage, (5) *Megagraption*—*Helminthoida* ichnoassemblage. Based on detailed study it, turns out that all these five ichnoassemblages belong to *Nereites* ichnofacies.

In order to analyze depositional environment, habit classification, characteristics and ichnofacies of trace fossils have been adopted. This paper concludes that each ichnoassemblage represents different depositional environment, i.e. the first ichnoassemblage represents bathyal middle—lower slope environment, the second represents abyssal basin margin environment, the third represents bathyal lower slope environment, the fourth represents abyssal basin and the fifth represents bathyal lower slope environment. Therefore it could be concluded that the sea level of Late Triassic Zuwo Formation in Riji Gully of Jinmuda area occurred secondary fluctuation with the general tendency of ascent, while from the top part of Zuwo Formation to Xinduqiao Formation, sea level began to descend. Thus, early Late Triassic depositional environment in Jinmuda area experienced the evolution of lower slope—abyssal basin margin—middle—lower slope—abyssal basin—lower slope.

The study of deep water trace fossil brings another evidence for clarifying sedimentary water depth and eustatic fluctuation of the study area. Besides, it also provides new evidence for restoring paleogeography of the study area.

In the study area, there are many gold deposits occurred in the turbidite of Late Triassic Xinduqiao Formation. Based on the study on trace fossils, the host strata of gold deposit, Xinduqiao Formation, was formed in lower slope. So the study of trace fossil has a certain significance for searching for gold deposit and studying the formation environment of gold deposit.

Key words trace fossil ichnoassemblage ichnofacies depositional environment Late Triassic Rangtang Sichuan



图版说明 (标本保存在中国地质大学(武汉), 均产自四川省壤塘县金木达日基沟上三叠统)

- 1. *Paleodictyon stozzii* Meneghini $\times 0.8$, 采集号: RJ-31; 2. *Paleodictyon regulare* Sacco $\times 0.8$, 采集号: RJ-31; 3. *Paleodictyon majus* Meneghini $\times 0.5$, 采集号: RJ-48; 4. *Paleodictyon paraimperfectum* Song $\times 0.7$, 采集号: RJ-57; 5. *Zoophycos* cf. *circinatum* (Brongniart) $\times 1$, 采集号: RJ-36; 6. *Glocleria* cf. *sparsicostata* Ksiazkiewicz $\times 1.5$, 采集号: RJ-17; 7. *Squamodictyon* sp. $\times 1$, 采集号: RJ-51; 8. *Paleodictyon baxiensis* Yang $\times 0.4$, 采集号: RJ-45; 9. *Neurodictyon* cf. *shaanxiensis* Li $\times 1$, 采集号: RJ-48; 10. *Squamodictyon petabideum* Seilacher $\times 1$, 采集号: RJ-24; 11. *Cosmorhaphis* sp. $\times 1.3$, 采集号: RJ-38; 12. *Paleodictyon minimum* Sacco $\times 0.9$, 采集号: RJ-47