

文章编号: 1000-0550(2000)04-0495-06

# 新疆塔里木板块西北缘 早二叠世深水遗迹化石的发现及意义<sup>①</sup>

孝忠<sup>1</sup> 刘 训<sup>1</sup> 吴绍祖<sup>2</sup> 傅德荣<sup>1</sup>  
姚建新<sup>1</sup> 王 永<sup>1</sup> 闫 毅<sup>2</sup>

1(中国地质科学院地质研究所 北京 100037) 2(新疆地质矿产局地质研究所 乌鲁木齐 830000)

**摘要** 在新疆塔里木板块西北缘下二叠统比尤勒提群中部首次发现了大量深水遗迹化石, 主要包括 *Glockeria Ksiazkiewicz* 1968, *Helminthoida* sp., *Megagraptus* sp., *Paleodictyon* sp., *Paleodictyon* (*Glenodictyon*) *Croaticum* *Ulchman* 1995, *Planolites* sp., *Protopaleodictyon* sp., *Scalarituba missouriensis* *Weller* 1899, *Spirophycus* sp. 等, 代表典型深海环境的 *Nereites* 遗迹相。根据对温古尔剖面的研究, 比尤勒提群下部为浅海陆棚相砂质灰岩、粉砂质泥岩、粉砂岩、泥晶灰岩等; 而含丰富遗迹化石的比尤勒提群中部为一套深海海底扇沉积的浊积岩系夹少量硅质岩, 并且在浊积扇的不同位置所产遗迹组合类型也明显不同, 扇根以觅食迹为主, 含大量穿相分子, 扇中开始出现牧食迹, 扇梢则出现特征的耕作迹; 比尤勒提群上部为浅海陆棚—滨海相沉积的硅质灰岩、泥晶灰岩和砂质灰岩及粉砂质泥岩、钙质砂岩等。该套遗迹化石组合与深海浊积事件密切相关, 同时表明塔里木板块西北缘早二叠世时期存在一个陆棚浅海—深海盆地沉积环境, 晚二叠世时期海水向西退去形成陆相沉积。

**关键词** 塔里木板块西北缘 早二叠世 深水遗迹化石 构造古地理

**第一作者简介** 丁孝忠 男 1963年出生 副研究员 区域地质、沉积学及岩相古地理

中图分类号 Q911.28 文献标识码 A

新疆塔里木板块西北缘早二叠世地层分布广泛, 研究程度不高, 主要集中于柯坪塔格及其以北地区<sup>[1]</sup>, 本文将对西部喀什—阿图什以北, 卡拉别克切塔格近 EW 向呈带状分布的下二叠统比尤勒提群(P<sub>1bi</sub>)中新发现的生物遗迹化石组合及其所反映的沉积环境进行分析研究(图1)。

## 1 宿主岩系及其沉积特征

### 1.1 地层概况

据新疆地质矿产局第二地质大队(1985)资料<sup>②</sup>, 本区早二叠统比尤勒提群由一套浅海相细碎屑岩夹碳酸盐岩组成, 可进一步分为三个岩组, 总厚1100~1700 m; 本群所含生物化石以蜓类为主, 其上、下界多为断裂破坏, 仅在如鲁苏东岸见与下伏上石炭统康克林群整合过渡。

根据我们在野外的观测, 在阿图什北温古尔村一带, 比尤勒提群厚约1600 m(图2)。下部以厚层状灰色、深灰色粉砂岩、泥晶灰岩、砂质泥质灰岩为主, 夹少量页岩及硅质岩团块, 可见腕足类化石及零星的海百合茎, 丘状层理发育, 为正常浅海陆棚沉积, 厚200余米;

中部以大套中薄层灰白色、灰色泥灰岩、砂质泥岩、砂质灰岩、砾屑灰岩、角砾灰岩为主组成的浊积岩系夹少量硅质岩, 鲍玛层序发育, 主要为C、D、E段(图版

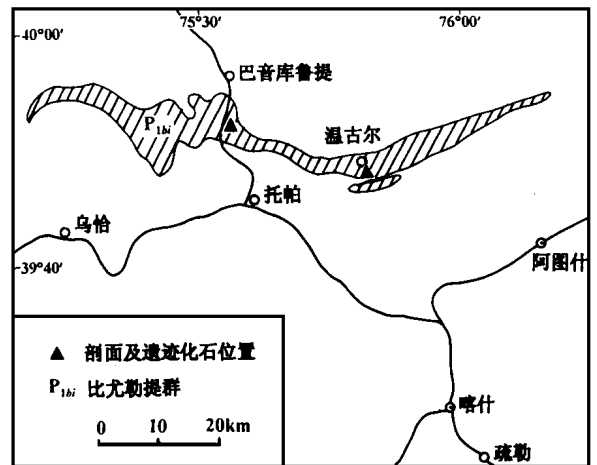


图1 研究地区及遗迹化石产地  
Fig. 1 Sketch map showing the study area and the locations of trace fossils

① 中美合作项目“塔里木板块周缘沉积—构造演化”成果

② 新疆南疆西部地质图及说明书(第一分册), 新疆地质矿产局第二地质大队, 1985

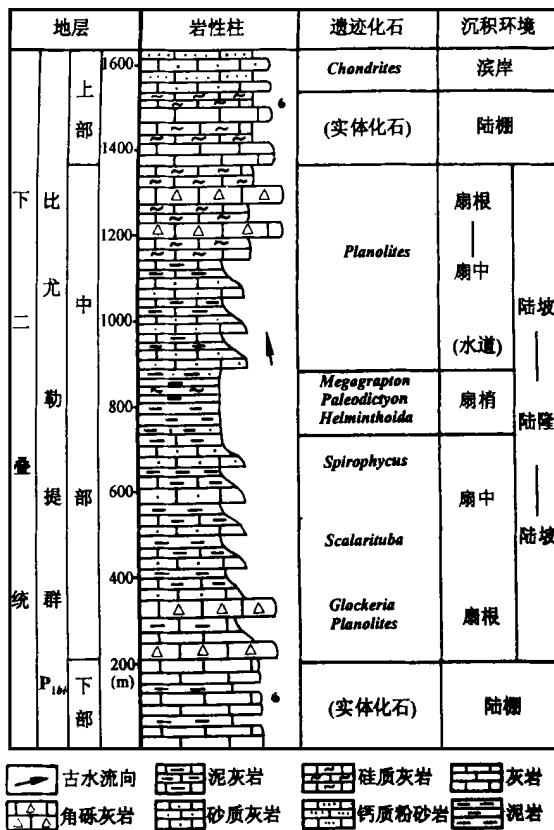


图2 温古尔剖面比尤勒提群沉积特征

Fig. 2 The sedimentary characteristics of the Lower Permian Biyoulety Group at the Unggur Section

I-1), 岩层底面可见槽模构造, 并测得古水流方向为  $350^{\circ} \pm$ , 厚千余米, 其泥岩、泥灰岩及砂质灰岩中含有丰富的遗迹化石, 主要有 *Glockeria Ksiazkiewicz* 1968, *Helminthopsis* sp., *Helminthoidea* sp., *Mega-grapton* sp., *Palæodictyon* sp., *Palæodictyon* (*Glenodictyon*) *Croaticum Uchmon* 1995, *Planolites* sp., *Scalarituba missouriensis* Weller 1899, *Spirophycus* sp. 等, 其中的暗紫色硅质岩曾做过放射虫分析, 未见放射虫, 顶部多层层内砾岩(图版 I-2); 上部为滨—浅海沉积的灰色泥晶灰岩、硅质灰岩、砂质灰岩、粉砂质泥岩及灰绿色钙质砂岩, 可见少量化石碎片, 厚 200 余米, 顶部钙质粉砂岩中发育多层生物扰动构造, 多斜交层面, 主要遗迹为丛藻迹 *Chondrites* sp., 保存于钙质粉砂岩层内, 为小型枝状潜穴系统, 分枝角度较小  $25^{\circ} \sim 35^{\circ}$ ; 截面呈圆形或椭圆形, 管径  $2 \sim 2.5$  mm。

此外, 在温古尔西北的巴音库鲁提一带所见比尤勒提群为一套典型的厚层浊积岩(图版 I-3), 主要岩性为浅变质的灰绿色薄层砂板岩、黑色砂质灰岩及泥岩, 具典型的鲍玛层序, 主要为 D、E 段, 槽模构造非常发育, 测得古水流方向为  $300^{\circ} \pm$ , 并在地层中亦发现

了大量的深水遗迹化石 *Protospaleodictyon* sp. 等(图版 I-4)。

## 1.2 宿主岩系沉积特征

产丰富遗迹化石的比尤勒提群中部从整体上确定为浊积岩系的证据比较充分, 除具有清晰鲍玛层序的多旋回韵律沉积特征外, 还见有浊积岩中特有的槽模构造大量出现, 加之实体化石的缺乏而深水遗迹化石的大量保存也是浊积岩系的一个特点, 所以反映了当时的沉积环境为深海盆地浊积扇。

根据浊积岩的组成、颗粒大小、鲍玛层序各段发育的不完整性及其层面和层内构造等可以进一步将深海浊积扇划分为扇根、扇中和扇梢(及水道)等。比尤勒提群的中部系该地区早二叠世相对海平面上升幅度最大时期的沉积, 其底部为含砂质较高的砂质灰岩、泥灰岩等, 局部见灰岩团块或角砾灰岩, 鲍玛层序有 ABC, AE, CE, CDE 类型, 底面具有冲刷构造, 含灰岩块体的砂泥岩沉积可能是滑塌堆积或崩塌堆积产物, 为扇根—扇中沉积, 厚度较大; 向上为深海浊积扇的远端部分—扇梢, 总体较薄, 以深色薄层状粉砂质页岩夹粉砂质灰岩为主, 遗迹化石逐渐增多, 鲍玛层序只有 DE, CDE 段的细粒沉积, 局部出现薄层硅质岩夹层; 顶部又回到扇中—扇根沉积环境, 以厚层状富含砂质的泥灰岩、砾屑灰岩为主, 夹薄层硅质灰岩(其中可见化石碎片), 鲍玛层序有 ABC, AE, CE 等类型, 槽模构造发育且定向(古水流  $350^{\circ} \pm$ ), 再向上出现角砾灰岩、砾屑灰岩沉积, 角砾基本平行排列于层内, 一般  $10 \sim 80$  cm, 未经过远距离搬运, 说明无大规模滑塌作用发生, 海水逐渐变浅。

## 2 遗迹化石特征及描述

如前所述, 上述遗迹化石主要集中于比尤勒提群的中部, 实体化石较少(仅在上部和下部见有少量或为化石碎片)。遗迹化石以平行层面分布为主, 少数斜交或垂直层面, 保存较好。根据生物的行为习性和生态环境特征分析, 这些遗迹化石主要以深水的牧食迹、觅食迹和耕作迹为主, 缺少浅水中常见的居住迹、停息迹和爬行迹等。反映了深海环境生物行为方式的特点。

### 2.1 觅食迹(Fodinichnia)

由食泥动物潜掘沉积物内部摄取有机质或为觅食等行为方式所形成的遗迹, 既有造迹生物(蠕虫类)简单穿过泥质沉积物以后, 被泥砂充填而形成的潜穴 *Planolites*, 还有从沉积物中呈放射状伸出(以一个点为中心)反复搜索食物形成的遗迹 *Glockeria*; 以及动物系统进食, 造成沉积物反复向后推动移位所形成的觅食潜穴 *Scalarituba* 等。

平管迹未定种 *Planolites* sp. (图版略)

保存于岩层内部或表面的柱状潜穴, 与层面平行或小角度斜交, 直或略弯曲、不分枝, 表面光滑无饰, 直径 1~2 mm。

讨论: 在复理石相中较常见, 直径变化大。

葛洛克迹 *Glockeria Ksiazkiewicz* 1968 (图版 I -5)

具十条以上放射脊组成的星形构造, 围绕一个中心排列, 中心为一下凹空白区, 深约 5 mm, 放射脊直, 有分叉现象, 长 1~1.5 cm, 脊宽 2~3 mm。

讨论: 为底栖生物觅食迹, 常见于复理石相。

密苏里梯管迹 *Scalarituba missouriensis* Weller 1899, (图版 I -6)

近圆柱形潜穴, 任意弯曲, 直径 4~5 mm, 粗细均一, 与层面平行, 略呈定向性分布; 潜穴内有梯形横脊, 呈半月形, 间距 2~3 mm。保存于粉砂质泥岩层面。

讨论: 常被认为是食泥蠕虫的觅食迹, 环境分布广泛, 复理石相中也有出现且与其它几种共同保存。

## 2.2 牧食迹 (Pascichnia)

系动物沿沉积物表面或其内部移动和觅食活动所造成, 且多为有规律地按设计好的移动路线高效觅食而产生的水平遗迹, 多呈蛇曲形迂回弯曲, 也有螺旋形, 或两者兼而有之, 以达到最大效率获取食物的目的。如 *Helminthoida*, *Spirophycus* 等, 常见于复理石沉积相中。

旋藻迹未定种 *Spirophycus* sp. (图版 I -7)

圆柱或亚圆柱形潜穴, 不交叉, 螺旋状弯曲, 排列不紧密, 通道间距 3~5 mm 不等; 表面横纹不明显, 直径 5 mm 左右。保存于泥质粉砂岩层面。

讨论: 本标本为整个遗迹的一部分, 但归入此属应无疑问, 常出现于复理石相中。

蠕虫迹未定种 *Helminthoida* sp. (图版 I -8, 9)

保存于薄层砂质泥岩底面, 为蛇曲形通道遗迹, 蛇曲密集但规则, 互相近平行、等距, 互不相交, 蛇曲呈近 180° 回转, 潜穴直径 1~3 mm。标本似有水流改造现象。

讨论: 常见于复理石相, 为蠕虫沿层面觅食构造。

## 2.3 耕作迹 (Agrichnia)

系 Ekdale A. 等提出的生态分类中的一种, 由造迹生物栖居兼进食两种行为方式共同活动产生的、具有规则几何形态或复杂水平弯曲的潜穴。如 *Megagraption*, *Paleodictyon*, *Protopalaeodictyon* 等。

巨画迹未定种 *Megagraption* sp. (图版略)

保存于粉砂质泥岩底面, 受水流冲蚀明显。由不规则多边形构成网孔状通道, 分枝近直角, 网孔不闭合, 边缘通道 2 mm。

讨论: 常见于复理石相, 为食泥动物形成的啮食迹。

古网迹未定种 *Paleodictyon* sp. (图版 I -10)

网孔为不规则六边形, 由于强烈侵蚀使部分网孔不完整, 大小近一致, 一般孔宽 11 mm 土。边脊光滑, 直径 2 mm, 保存于粉砂质泥岩底部凸起。

讨论: 常见于复理石相, 由食泥动物在浊流间歇期沉积的泥层上啮食形成。

古网迹 *Paleodictyon* (*Glenodictyon*) *Croaticum* *Ulchmon* 1995 (图版 I -11)

较典型的古网迹, 具有大小近等的 5~6 边形网状构造, 较完整, 一般网孔宽 1~2 cm, 边缘平滑, 直径 3 mm。保存于粉砂质泥岩底面, 为内模凸起, 有水流冲刷现象。

讨论: 见于复理石相中(中新世, 意大利北部)。

始网迹未定种 *Protopalaeodictyon* sp. (图版 I -4)。

形状不规则的古网迹, 未形成完整的多边形网状构造, 部分蛇曲形通道在其弯曲的顶端有分枝, 通道直径 2~3 mm, 保存于粉砂质泥岩底面。

讨论: 常见于复理石相, 系蛇曲形啮食迹, 并共生有其它深水遗迹。

## 3 遗迹相分析及环境意义

德国古生态学家 Seilacher A. 根据海水深度及盐度变化提出了 6 种遗迹相 (Ichnofacies), 强调水深分布对遗迹相的控制作用, 但不是唯一的生态因素, 还与一定的沉积相和沉积环境密切相关, 其中的 *Nereites* (砂蚕迹) 遗迹相主要产于深水浊流沉积岩系中(复理石)<sup>[2]</sup>。

随着实际资料的积累和研究程度的加深, 业已证明遗迹相不仅受水深的影响, 而且还与其它环境因素有关, 如底质类型及含氧量、水动力强度及含盐度、沉积速率及沉积事件、盆地的构造背景及其演化等等<sup>[3, 4, 5, 6]</sup>。在稳定的深海沉积环境中, 由于底质松软, 海底光照减弱, 含氧量减低, 有机质主要靠浊流或远洋沉积物来供给, 为了尽可能高效地获取大量含有机质的沉积物的目的, 底栖造迹生物主要沿沉积物表面爬行或潜穴以摄取更丰富的食物, 在沉积物表面或浅层产生了复杂而规则的网状、蛇曲状、弯曲状、螺旋状或放射状等遗迹化石组合—*Nereites* 遗迹相。这些遗迹化石多集中分布于浊积岩 Bouma 层序 E 段泥质岩层面上或与上覆层段的接触界面之间, 是浊流沉积间歇期形成的深水低能环境的产物, 所以 *Nereites* 遗迹相的形成与浊流沉积事件有密切关系<sup>[5, 6]</sup>。Crimes T P. 在研究西班牙北部始新世深海扇中的遗迹化石

时,曾根据水深将其划分为三种类型:浅水分子、穿相分子和深水分子<sup>[7]</sup>。晋慧娟、李育慈等<sup>[4,5,8]</sup>综合了国内外大量不同时代复理石相中遗迹化石组合的资料表明,自半深海近源浊流区(扇根—扇中)向深海远源区(扇梢)过渡,因各扇区的水动力条件、底质性质和沉积速率等环境因素明显不同, *Nereites* 遗迹相中遗迹分子的生态类型和行为习性也随之发生有规律的变化,在不同的深水区域出现不同的遗迹组合类型;从扇根至扇梢,依次出现觅食迹、牧食迹和耕作迹为主的遗迹化石组合。

研究区早二叠世比尤勒提群中所含的深水遗迹化石组合就是产于比尤勒提群中部的浊积岩系中,具有以下特点:

(1) 遗迹化石除个别为穿相分子外 (*Planolites*), 主要为典型的深水分子 (*Glockeria Ksiazkiewicz* 1968, *Helminthoidea* sp., *Megagraption* sp., *Paleodictyon* sp., *Paleodictyon (Glenodictyon) Croaticum* Ulchmon 1995, *Scalarituba missouriensis* Weller 1899, *Spirophycus* sp. 等), 其中包括觅食迹, 牧食迹和耕作迹, 并且全部产于深海环境浊积岩系中, 水深集中在 600 (800) ~ 2 500 m 之间, 个别为 200 ~ 1 300 m, 因此属于深水 *Nereites* 遗迹相。

(2) 根据前述遗迹化石的形态类型、行为习性及其与水深的关系分析, 本区浊积扇从近源区(扇根)至远源区(扇梢)的不同环境, 遗迹化石组合类型各不相同。扇根以生物觅食和半居住两种方式相结合产生的遗迹组合为主, 如觅食迹 *Glockeria*, 是在垂直的居住兼觅食的潜穴中呈放射状觅食形成的, 水深相对较浅 (200 ~ 1 300 m), 水动力较强, 不利于生物在沉积物表面生存, 而牧食迹和耕作迹不存在, 却共生了大量斜交层面的穿相分子 (*Planolites*)。

(3) 扇中开始出现了水平弯曲、蛇曲形和螺旋形牧食迹和具有回填构造的觅食迹, 如 *Scalarituba* 和 *Spirophycus*, 穿相分子少见。

(4) 扇梢以网状的耕作迹和规则蛇曲形牧食迹大量出现为特点, 放射形遗迹不存在, 其中的牧食迹也呈有规律啮食习性, 深水分子占绝对优势, 如 *Helminthoidea*, *Paleodictyon* 和 *Megagraption* 等。多保存于岩层的表面, 丰度和分异度均比较高。

(5) 在北部巴音库鲁提一带的比尤勒提群全部由浊积岩组成, 所发现遗迹化石 *Protopaleodictyon* 是 *Nereites* 遗迹相的重要分子, 具大规模简单蛇曲形分布特征, 结合宿主岩系沉积特征、沉积环境的分析, 推测本区已达深水陆隆沉积区, 水体深度一般为 600 ~ 2 000 m, 最深超过 2 000 m (图 3)。

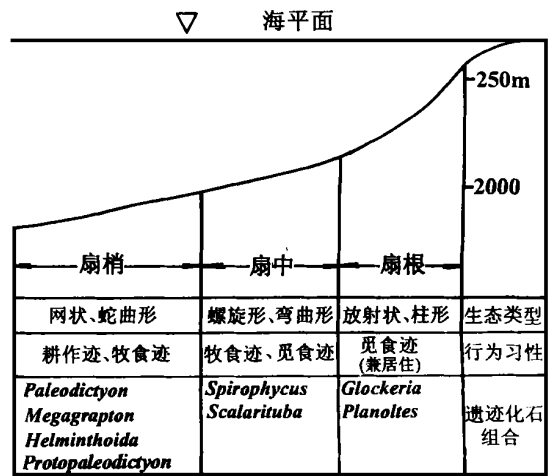


图 3 比尤勒提群深水遗迹化石组合特征

(据晋慧娟等, 1995 修改)

Fig. 3 The characteristics of trace fossil association of the Biyoulety Group (after Jin Huijuan et al, 1995)

此外, 在温古尔剖面比尤勒提群顶部还可见到多层较浅水或穿相遗迹化石分子 *Chondrites* 出现于滨—浅海相钙质粉砂岩中, 分异度低, 单调, 甚至形成复杂的生物扰动构造, 使砂岩的原始沉积层理被破坏, 反映沉积作用较缓慢, 造迹生物有充分的时间进行扰动, 较中部浊积岩中遗迹化石所反映的水深明显变浅, 且沉积环境具有周期性变化, 因而形成扰动层的反复出现, 即水深稍有变化就会引起生物习性和沉积环境的改变。

综上所述, 本区比尤勒提群中部所含遗迹化石组合代表了典型的深水 *Nereites* 遗迹相, 与深海浊流沉积事件密切相关。同时也证明了在浊积扇这一特定的沉积环境中, 生物的行为习性具有特殊性。

## 4 构造古地理演化

根据比尤勒提群的沉积特征及遗迹相的综合分析可以看出, 深水遗迹化石的研究对恢复古环境具有重要意义, 而一定的沉积环境又决定于相应的构造古地理格局。从已发现的 *Nereites* 遗迹相的分布也可以看到它们大多位于板块边缘的造山带地层 (或对接带) 中<sup>[3,4,5,6]</sup>。

石炭纪时期, 塔里木板块西北缘发育一个向北倾斜的被动大陆边缘盆地, 总体上呈现西深东浅的构造格局, 从东向西在吐云、乌什至梅什布拉克一线形成的晚石炭世滑塌—浊流沉积即是这一残余海盆的沉积产物<sup>[9]</sup>。早二叠世时期, 随着塔里木板块与北侧哈萨克斯坦—准噶尔板块的进一步碰撞, 前述南天山残余海

盆逐渐向西闭合,海水从东向西退出,在吐云以南的巴音库鲁提—温古尔一带此时仍可见到早二叠世深水被动大陆边缘沉积层序,指示塔里木板块西北缘的西段存在一个深海海盆。

在温古尔剖面上,比尤勒提群下部为浅海陆棚相(外陆棚)粉砂岩、粉砂质泥岩及泥灰岩等;而产大量生物遗迹化石的比尤勒提群中部则为一套深海海底扇沉积的浊积岩系夹薄层硅质岩,并且在浊积扇的不同位置所产遗迹化石明显不同;比尤勒提群上部为浅海陆棚—滨海相沉积的泥晶灰岩、砂质灰岩和硅质灰岩、硅质岩等。由此可见其沉积环境演化为浅海(外)陆棚—深海陆坡和陆隆—浅海陆棚及滨海的发展过程,代表了一个向上变深,复又变浅的沉积演化序列,反映了前述残余海盆的最后消失过程。

早二叠世末期塔里木板块与哈萨克斯坦—准噶尔板块最后拼合,海水全部退出塔里木板块西北缘,自晚二叠世开始形成以粗碎屑岩为特征的陆相(前陆)盆地沉积。

致谢:中国地质大学张建平博士对大部分遗迹化石进行了鉴定,地质所宋天锐研究员对本文提出宝贵

意见,在此深表谢意。由于研究工作只是初步的,不当之处请指正。

### 参 考 文 献

- 1 新疆地质矿产局地质矿产研究所,中国地质科学院地质研究所.新疆柯坪地区石炭系、二叠系及其生物群[M].北京:海洋出版社,1987.101~114
- 2 Seilacher A. Bathymetry of trace fossils[J]. Mar. Geol., 1967, 5: 189~200. 413~428
- 3 杨式溥.青海果洛、玉树地区二叠纪和三叠纪复理石相遗迹化石[J].沉积学报,1988,6(1):1~11
- 4 晋慧娟,李育慈.准噶尔盆地晚古生代深水斜坡沉积中遗迹相及其环境分析[J].中国科学(B辑),1991,21(4):408~415
- 5 晋慧娟,李育慈.西秦岭二叠纪—三叠纪遗迹化石及其环境意义[J].地质科学,1995,30(4):321~328
- 6 杨式溥.古遗迹学[M].北京:地质出版社,1990
- 7 Crimes T P. Trace fossils of an Eocene deep-sea sand fan, Northern Spain[A]. In: Crimes T P, Harper J C, eds. Trace Fossils II[C]. Geol. Jour. Spec. Issue 9: 71~90
- 8 李育慈,晋慧娟.西秦岭北带泥盆系中的遗迹化石及其环境意义[J].中国科学(B辑),1993,23(12):1322~1328
- 9 丁孝忠,刘训,吴绍祖等.塔里木板块西北缘石炭纪层序地层及相对海平面变化探讨[J].中国区域地质,2000,19(1):58~65.

## The Finding and Significance of Early Permian Trace Fossils of Deep-water in the Northwest Margin of Tarim Plate

DING Xiao-zhong<sup>1</sup> LIU Xun<sup>1</sup> WU Shao-zu<sup>2</sup>  
FU De-rong<sup>1</sup> YAO Jian-xin<sup>1</sup> WANG Yong<sup>1</sup> YAN Yi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>(Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences Beijing 100037)

<sup>2</sup>(Institute of Geology and Mineral Resources, Bureau of Geology and Mineral Resources of Xinjiang Urumqi 830000)

### Abstract

A huge amount of trace fossils have been found for the first time in the middle part of the Lower Permian Biyoulety Group in the northwest margin of Tarim plate, and they are *Glockeria Ksiazkiewicz* 1968, *Helminthoida* sp., *Megagraption* sp., *Paleodictyon* sp., *Paleodictyon (Glenodictyon) Croaticum Ulchmon* 1995, *Planolites* sp., *Protopaleodictyon* sp., *Scalarituba missouriensis* Weller 1899, *Spirophycus* sp. et al. According to the analysis of the behavior types of organisms and the features of ethological environment, these trace fossils mainly contain the deep-sea *Fodinichnia*, *Pascichnia* and *Agrichnia*, lack of *Domichnia*, *Cubichnia* and *Repichnia* et al that were usually found in shallow water. This trace fossil assemblage reflects the characteristics of behavior types of organisms in deep-sea environment and is interpreted to represent a typical deep-sea *Nereites* ichnofacies.

Based on the research of Unggur section (Wuqia County), the lower part of the Biyoulety Group is composed of muddy limestone, silty mudstone, siltstone and limestone of neritic shelf facies; while its middle part is made up turbidite deposits with silicilith intercalated in the deep-sea fan that contained the abundant trace fossils of *Nereites* ichnofacies; the upper part of the Biyoulety Group is dominantly composed of siliceous limestone, limestone, sandy limestone, silty mudstone and calcareous sandstone of neritic shelf—littoral facies. Through the related water-depth analysis of shape types, behavior habits and characteristics of trace fossils in this area, we can conclude that these

trace fossil associations found in this area are different in each part of turbiditic fan that formed different sedimentary environments from distal area(outer fan) to proximal area(inner fan) of turbidity fan.

1) The trace fossil association produced by both organism feeding and semi-dwelling mainly occurs in inner fan. Such as *Glockeria* (*Fodinichnia*), it was formed by the radial feeding in the vertical burrows that the organism dwelled and feeded and generated at the shallower depths(200—1 300m), and the water energy was higher condition in this environment and disadvantageous for the organism living on the depositional surface. *Pascichnia* and *A-grichnia* were not found here, while a lot of "spanning facies" type members—*Planolites* co-occurred.

2) The *Pascichnia* of horizontal curve, snake and spiral shapes and *Fodinichnia* with the backfill structure appear in the middle fan. Such as *Scalarituba* and *Spirophycus*, lack of "spanning facies" type members here.

3) The association of trace fossils in the outer fan is characterized by the large appearance of network shape *A-grichnia* and regular snake-shaped *Pascichnia*, the radial *Fodinichnia* are not found in this environment. The *Pascichnia* in this association also appeared as regular habits and characteristics of gnawing for food. The trace fossils of deep-water types are of absolutely predominant role in quantity, for example: *Helminthoida*, *Paleodictyon* and *Megagraption* and so on. The water depths at which this association of trace fossils formed below sea-level concentrated from 600m(800m) to 2 000m, and they are of higher abundance and degree and horizontally preserved on the surface of rock strata.

In addition, the Biyouley Group distributed over Bayankurut area(northwest of Unggur, Wuqia County) is a typical thick turbidite composed of greyish green thin slate, black sandy limestone and mudstone. The turbidite is of typical Bouma sequence that mainly developed D and E beddings and also the flute cast that indicates the ancient current direction about  $300^{\circ} \pm$ . A lot of deep-water trace fossils, such as *Protopaleodictyon* sp. and so on, were found in this strata and of the distribution characteristics of large scale snake shape, and also were the important ichnofossils of *Nereites* ichnofacies. Linking the sedimentary feature and environment analysis of the host rocks of trace fossils, we can infer this area also reached the deep-sea rise sedimentary environment in early Permian, the water depth is about more than 2 000m.

To sum up above, there probably was a neritic shelf—deep-sea basin of early Permian in this area, the evolution of sedimentary environment is neritic shelf—deep-sea slope and rise—neritic shelf and littoral and shows a process of sea-level change from rising to falling upward. The trace fossil assemblage in the middle part of Biyouley Group mentioned above belongs to a typical deep-sea *Nereites* ichnofacies and is intimately related to the turbidity current events in the abyssal basin environment.

**Key words** northwest margin of Tarim plate Early Permian deep-water trace fossil tectonic paleogeography

#### 图版说明

图版I 1. 浊积岩, 阿图什北温古尔。2. 角砾灰岩, 温古尔。3. 浊积岩, 喀什北巴音库鲁提。4. 始网迹 *Prilolpaleodictyon* sp., 巴音库鲁提。5. 葛洛克迹 *Glockeria*, 温古尔。6. 密苏里梯管迹 *Scalarituba missouriensis* Weller 1899, 温古尔(标尺长4cm)。7. 旋藻迹未定种 *Spirophycus* sp., 温古尔。8, 9. 蠕虫迹未定种 *Helminthoida* sp., 温古尔。10. 古网迹未定种 *Paleodictyon* sp., 温古尔。11. 古网迹 *Paleodictyon* (*Glenodictyon*) *Croaicum* Uchman 1995, 温古尔。

