

塔里木盆地西缘晚古生代遗迹化石 及其环境意义^{*}

周志澄 阮亦萍

(中国科学院南京地质古生物研究所 南京 210008)

提 要 描述了塔里木盆地西缘晚古生代地层中遗迹化石 13 属,并根据它们的生态类型及组合面貌,分析它们的环境意义。

关键词 遗迹化石 沉积环境 晚古生代 塔里木盆地西缘

本文所描述的遗迹化石系笔者之一阮亦萍在 1992 年 6—8 月参加[塔里木盆地油气资源 85—101]四级课题[塔里木盆地周缘晚古生代地层(85-101-01-02-11)]野外地质调查时所采集,赋存于石炭纪至二叠纪地层中,主要产于莎车县达木斯乡艾特沟剖面 and 什拉甫组至卡拉乌依组和炮江沟剖面棋盘组、叶城县棋盘剖面棋盘组;少量采自皮山县杜瓦的普司格组、阿图什县皮羌的比京他乌组和博古孜达利亚的巴立克立克组(插图 1)。其中莎车和叶城的 3 个剖面在铁克里克地层分区的西部,皮山杜瓦在中部;阿图什的皮羌和博古孜达利亚处于柯坪地层分区西缘的木兹杜克带中。

塔里木盆地西缘地区晚古生代地层含十分丰富的遗迹化石,在一些剖面的某些层段,如莎车县达木斯乡艾特沟剖面的和什拉甫组至卡拉乌依组、叶城县棋盘剖面的棋盘组,几乎层层都有,密集分布,类型多样,是良好的指相化石。在此之前,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(1987)和新疆石油管理局南疆石油勘探公司、江汉石油学院(1994)描述或图影了该地区一些石炭—二叠纪遗迹化石。由于时间和人力所限,当前所采集的遗迹化石不够充分,但可以反映该地区晚古生代遗迹化石基本面貌。

1 地层

现将产遗迹化石的有关剖面及层位叙述如下,为叙述方便,剖面中地层序号稍作改变。

1.1 莎车县达木斯乡艾特沟剖面

本剖面位于莎车城西南 115km 处(N37°34', E76°30'),赵治信等(1984)和新疆石油管理局南疆石油勘探公司、江汉石油学院(1994)曾详测了本剖面及邻近的炮江沟剖面。

^{*} 八五国家重点科技攻关项目(85-101-01-02-09)成果之一。一同参加野外工作并协助采集的有廖卫华、夏凤生、方宗杰、吴秀元、朱怀诚、罗辉、朱自力、陈中强、虞子治、杨万容和张国芳。

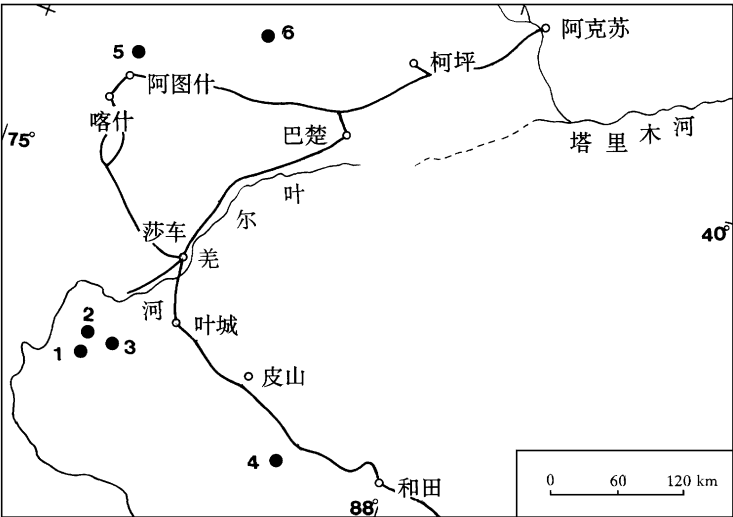


插图 1 塔里木盆地西缘晚古生代遗迹化石采集地点

Localities of sampling Late Palaeozoic ichnofossils in the western border areas of Tarim Basin

1. 莎车县达木斯乡艾特沟剖面;2. 莎车县达木斯乡炮江沟剖面;3. 叶城县棋盘剖面;
4. 皮山县杜瓦剖面;5. 阿图什县博孜孜达利亚剖面;6. 阿图什县皮羌乌尊布拉克剖面。

1. Aite Ravine section; 2. Paojiang Ravine; 3. Qipan section; 4. Duwa section; 5. Boguzidaliya section; 6. Wuzunbulak section.

上覆地层:阿孜干组 灰黑色薄层钙质砂岩与炭质泥岩互层。

—————整合—————

卡拉乌依组

10. 灰黑色炭质石英砂岩与灰白色中粗粒石英砂岩27.72m
9. 顶部为厚层状粗砂岩,上部为灰黑色中厚层石英砂岩、灰岩、粉砂质泥岩与泥质灰岩互层,下部为灰黑色薄层炭质石英砂岩夹白云质灰岩、炭质页岩、生屑灰岩和石英砂岩,产遗迹化石 *Zoophycos* sp. A(AET 761), 类 *Verella guanglongensis* Lin 等105.67m
8. 杂色中厚层细砂岩、石英砂岩及含砾粗砂岩。41.10m

和什拉甫组

7. 黑色厚层灰岩、生物屑灰岩夹硅质结核、灰黑色中厚层白云质灰岩及砂岩43.09m
6. 上部为泥质粉砂岩和炭质泥岩,下部为薄层炭质页岩,底部为粗砂岩、石英砂岩、炭质粉砂岩及粉砂质泥岩韵律层,产遗迹化石 *Zoophycos circinatum*, *Z. crassum* (AET 704,738),腕足类 *Giantoproductus edelburgensis* (Phillips)等147.81m
5. 黄褐色中厚层含砾粗砂岩26.44m
4. 薄层炭质页岩33.15m
3. 薄层炭质页岩夹石英砂岩或薄层灰岩,产遗迹化石 *Zoophycos circinatum*, *Z. sp. B* (AET 651)91.76m
2. 砾状砂岩、薄层灰岩及生物碎屑灰岩。27.59m
1. 厚层砾岩、粗砂岩及中砂岩互层,底部为薄层石英砂岩夹薄层灰岩101.90m

—————整合—————

下伏地层 克里塔格组 中层至块状泥晶灰岩夹石膏。

和什拉甫组中所产的腕足类和有孔虫表明其时代为韦宪期。而卡拉乌依组产四射珊瑚、腕足类、有孔虫类和牙形类 *Idiognathodus*-*Neognathodus bassleri*-*Idiognatoides corrugatus* 组合(赵治信等, 1984), 其主要时代为巴什基尔期, 其下部也可能代表赛尔普霍夫晚期。

1.2 莎车县达木斯乡炮江沟剖面

本剖面在莎车城西南 93km, 艾特沟剖面之北约 20km, 自下而上出露卡拉乌依组、阿孜干组、塔哈奇组、克孜里奇曼组和棋盘组。其中, 卡拉乌依组、阿孜干组和棋盘组含大量的遗迹化石。本文仅描述产于上覆的棋盘组的遗迹化石 *Gyrochorte* sp., *Planolites* sp., *Trachomatichnus* sp., (AET 505, 510), 赋存于灰黄色粗砂岩和细砾岩互层的地层中, 与双壳类共生。

1.3 叶城县棋盘剖面

本剖面位于叶尔羌河支流棋盘河上游, 叶城西南 80km 处, 新疆石油管理局 110 队曾测制该剖面(据张致民、吴绍祖, 1991)。

上覆地层 达里约尔组 紫红色钙质砂泥岩。

—————整合—————

棋盘组

15. 灰绿色、灰紫色钙质细砂岩12m
14. 灰绿色块状石英砂岩15m
13. 土黄色块状含砾生屑灰岩与黑色粉砂岩互层, 底部为砂岩15m
12. 下部土黄色块状砂岩, 上部炭质粉砂岩夹灰色粉砂岩条带20.5m
11. 下部细—粗粒砂岩, 中部白云质泥晶灰岩, 上部粉砂质泥岩夹薄层钙质砂岩, 产腕足类 *Liraplecta aspera* (Wang)等54.5m
10. 下部为厚层岩屑砂岩, 上部中厚层粉砂岩与钙质砂岩互层夹薄层生屑灰岩, 产遗迹化石 *Chondrites* sp. B, *Palaeophycus tubularis* (51 皮尺)47.5m
9. 下部凝灰岩, 上部黑色粉砂岩夹灰岩、砂岩11.5m
8. 黑绿色玄武岩42m
7. 下部中—粗粒砂岩夹粉砂岩, 中部黑色页岩、粉砂岩, 夹生屑灰岩, 上部粉砂质泥岩夹砂岩和生屑灰岩, 产遗迹化石 *Scolicia prisca* (38 皮尺)47.5m
6. 下部砂岩、粉砂岩和生屑灰岩, 上部粉砂岩、泥岩7.5m
5. 底部粗砂岩, 下部黑色页岩夹灰岩, 中部砂质泥岩、灰岩、泥灰岩, 上部钙质砂岩、粉砂岩夹灰岩, 产遗迹化石 *Thalassinoides* sp. C, *T.* sp. A(26 皮尺)75m
4. 泥岩夹生屑灰岩, 底部为块状中粗粒砂岩, 产遗迹化石 *Spongeliomorpha* sp., *Dendrotichnium haentzscheli* (P1)51m
3. 土黄色粗砂岩夹砂质泥岩、粉砂岩和介壳灰岩, 底部为含砾砂岩, 产遗迹化石 *Skolithos delicatulus* (AET 834)及腕足类39m
2. 砂岩和粉砂质泥岩39m
1. 粉砂岩与灰岩互层, 夹砾岩、砂岩、介壳灰岩, 底部为厚层钙质砂岩, 产遗迹化石 *Thalassinoides* sp. D(9 皮尺)及腕足类、抱粉50m

—————整合—————

下伏地层 克孜里奇曼组 灰紫色钙质粉砂岩、细砂岩和灰色泥岩、粉砂质泥岩互层
棋盘组所产的腕足类可归于 *Spinomarginifera*-*Liraplecta* 组合, 属于早二叠世早期沉

积。

1.4 其它遗迹化石产地

1.4.1 皮山县杜瓦剖面普司格组

该地普司格组主要为一套厚逾千米的陆相沉积,岩性以褐红色为主,夹灰色和灰绿色砂岩、砂质泥岩,偶见有薄层泥晶灰岩。顶部近百米厚的地层含 *Lueckisporites-Protohalploxypinus* 孢子组合而归于晚二叠世,本组其下的大部分属早二叠世。遗迹化石扇形迹和 *Planolites montanus* (AET⁹⁴⁰)产于本组下部。

1.4.2 阿图什县博古孜达里亚剖面

剖面位于阿图什城北,阿图什至吐古买提简易公路中段的博古孜达里亚河西岸,巴立克立克组层序倒转,岩性为薄层粉砂岩、泥岩、砂质灰岩夹厚层灰岩,富含早二叠世的腕足类、珊瑚等化石。廖卓庭等(1990)已作了详细的描述。本文所描述的遗迹化石 *Thalassinoides* sp. B 系参观该剖面时所采。

1.4.3 阿图什县皮羌乌尊布拉克剖面

剖面位于阿图什城东北东 140km 处,皮羌西北 25km 的哈(拉峻)一皮(羌)公路北侧,处于木兹杜克带中段。廖卓庭、王玉净、王克良(1990)曾将此剖面归于柯坪县并作了详细的剖面描述。他们将剖面中石炭纪地层沿用木兹杜克群之名称,并下分 4 段:第一段(2—5 层)以白云质灰岩为主,厚度约 13m,超覆于上泥盆统之上,相当于 *Fusulina-Fusulinella* 带;第二至四段分别为礁前、礁核和礁后相沉积,相当于 *Pseudoschwagerina* 带和 *Eoparafusulina* 带。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(1987)将位于同一构造带的、该剖面之东北 80km 处的阿哈奇县昆克拉契塔格的相当地层自下而上划分为:比京他乌组、扎尔加克组、卡克组(新名)、昆克拉契组(新名)和萨热哲依组。其中,比京他乌组相当于上述廖卓庭等(1990)的木兹杜克群第一段。本文描述的遗迹化石 *Zoophycos circinatum*, ? *Rhizocorallium* sp., *Chondrites* sp. A, ? *Diplocraterion* sp. 即产于比京他乌组中。

2 遗迹化石及其环境意义

自德国古生态学家 Seilacher (1964, 1967)提出遗迹相以及遗迹相的水深分布的概念以来,遗迹化石的环境意义受到越来越多的地质学家的重视,遗迹化石作为一种有用的指标,被用来解释如深度、能量级别、含氧量、盐度、沉积速率及底质等原始沉积条件(Frey and Seilacher, 1980; Ekdale *et al.*, 1984; Ekdale and Mason, 1988; Bromley and Ekdale, 1984; 杨式溥, 1984a; 吴贤涛, 1985; 周志澄, 1995)。

塔里木盆地西缘晚古生代地层中含有丰富的遗迹化石,对它们的生态类型及组合面貌的研究,可以提供许多环境解释的信息。由于受到采集的遗迹化石标本的系统性和广泛性的限制,本文就现有的材料简要地讨论它们的环境意义。

2.1 *Zoophycos* 曾被认为是比较典型的外陆架和大陆斜坡的指相化石(Seilacher, 1964),后来的研究表明, *Zoophycos* 的水深分布在不同的地质时代是有变化的;在中生代,它很少出现在浅水环境,在新生代,还没有发现真正浅水相的 *Zoophycos* (Ekdale, 1978; Bottjer *et al.*, 1987);但在晚古生代, *Zoophycos* 常常出现在浅水环境(Osgood and Szmuc, 1972; Yurewicz,

1977), 在我国华北晚石炭世浅海相沉积中(太原组灰岩)就广泛分布有 *Zoophycos* (杨式溥, 1984b)。莎车县达木斯乡艾特沟剖面下石炭统和什拉甫组 and 上石炭统卡拉乌依组中产有丰富的 *Zoophycos*, 指示了浅海-滨海相沉积环境。

另一方面, 从上述所采集的化石名单来看, 遗迹化石的分异度是比较低的, 只有 *Zoophycos* 一个属。通常, 富氧条件下所产生的遗迹化石类型比较丰富, 分异度较高, 不仅包括那些在富氧环境下出现的遗迹化石类型, 而且含有那些对于缺氧条件具有较强忍受能力的遗迹化石分子; 在贫氧或缺氧条件下, 随着含氧量的逐渐降低, 遗迹化石类型逐渐变得单调, 分异度降低, 最后只剩下对缺氧条件忍受能力较强的遗迹化石类型如 *Chondrites* 和 *Zoophycos*。因此, 和什拉甫组和卡拉乌依组中产有 *Zoophycos* 的层段反映了贫氧的沉积条件。

卡拉乌依组中产有 *Zoophycos* sp. A (图版 V, 图 3), 其大小要比和什拉甫组中所产的 *Z. circinatum*, *Z. crassum* 和 *Z. sp. B* (图版 V, 图 2; 图版 VI, 图 3, 4) 要大得多, 这种遗迹化石个体大小的变化, 可能与水体的进一步变浅有关, 结合岩性特征, 可以推测和什拉甫组以浅海相沉积为主, 上石炭统卡拉乌依组, 则以滨海相沉积为主。

2.2 莎车县达木斯乡炮江沟剖面中所产的遗迹化石以爬行迹为主 (*Gyrochorte* sp., *Trachomatichnus* sp.), 少数为进食迹 (*Planolites* sp.)。这一遗迹化石组合可归属于 *Cruziana* 遗迹相, 反映了一种低能的浅-滨海相沉积环境。

2.3 叶城县棋盘组中的遗迹化石可分成 4 个遗迹化石组合, 它们在垂直剖面上的演变, 基本上反映了棋盘组沉积环境变化特点。

1) *Skolithos delicatulus*-*Thalassinoides* sp. D

这一遗迹化石组合可归属于 *Skolithos* 遗迹相, 通常在滨海高能环境、快速的沉积作用与侵蚀作用交替发生的、移动的沉积底质条件下产生。棋盘组中所产的 *Skolithos delicatulus* (图版 VII, 图 3) 的垂直栖管不很发育, 比较短小, 与此共生的 *Thalassinoides* sp. D (图版 IV, 图 2) 除了发育的垂直栖管外, 水平掘穴体系同样比较发育, 遗迹化石的形态特征表明它们在具有中等能量水平的滨海相环境下产生。

2) *Spongiomorpha* sp. -*Dendroichnium haentzscheli*

遗迹化石组合包括 *Thalassinoides* sp. C 和 *T. sp. A*, 以水平的掘穴体系为特征, 主要为进食迹 (*Fodinichnia*) 和居住迹 (*Domichnia*)。遗迹化石的形态特征与沉积环境有着密切的联系, 安徽巢县凤凰山和州组上段的 *Thalassinoides* 为垂直方向上呈 Y 形分叉的掘穴系统与潮间带潮坪环境有关 (周志澄、张瑛, 1991), 西藏岗巴白垩系所发现的 *Thalassinoides* 则以水平的掘穴系统为主, 与低能的陆架和台地斜坡环境有关 (Zhou Zhicheng, 1997)。棋盘组中 *Spongiomorpha*-*Dendroichnium* 遗迹化石组合与低能的浅海相环境有关。

3) *Scolicia prisca*

Scolicia 遗迹属分布的范围较宽, 从 *Nereites* 遗迹相到 *Cruziana* 遗迹相 (Hantzschel, 1975), 在波兰喀尔巴阡山复理石沉积中, 也产有 *Scolicia* (Ksiatkiewicz, 1970)。 *Scolicia* 主要反映了一种低能的深水沉积环境。在棋盘组中所产的 *Scolicia* 形成于较深的陆架环境。

4) *Palaeophycus tubularis*-*Chondrites* sp. B

就环境分布而言, *Palaeophycus* 和 *Chondrites* 可以出现在不同沉积环境的沉积物中, 以水平掘穴为主的这一遗迹化石组合在棋盘组中反映了一种低能的浅海—滨海相环境。

上述 4 个遗迹化石组合在垂直剖面上的演变, 反映了一个海进—海退的主要旋回, 从 *Skolithos delicatulus*—*Thalassinoides* 到 *Scolicia prisca* 为海进过程; *Scolicia prisca* 向上, 开始发生海退, 从浅海相向滨海相过渡。

2.4 皮山县杜瓦剖面普司格组产有 *Planolites montanus* 的标本中, 遗迹化石密集分布, 表明当时的沉积物中, 营养物质较丰富, 含氧量比较高, 反映了一种低能的浅湖相沉积环境。扇形迹产于薄层状粉砂岩中, 形态构造类似于 *Chondrites*, 具有通向沉积物表面的垂直栖管, 生物呼吸所需的氧主要依靠流进掘穴系统内的底水中所含的氧的供给, 具有这种生态功能的造迹生物对沉积物粒间水的缺氧条件具有较强的忍受能力, 因此, 扇形迹指示了一种贫氧的深湖相环境。

2.5 阿图什县皮羌乌尊布拉克剖面中所含的 ?*Rhizocorallium* 和 ?*Diplocraterion* 是比较典型的浅水高能环境下产生的遗迹化石, 常常出现在滨海环境中。阿图什县皮羌晚石炭世处于台地边缘相带(新疆地质矿产局地质研究所、中国地质科学院地质研究所, 1987), 上述遗迹化石组合反映了碳酸盐台地边缘的浅水高能生物滩环境。

3 属种描述

线粒迹属 *Ichnogenus Chondrites* von Sternberg, 1833

模式种 *Fucoides lycopodioides* Brongniart, 1828

特征 小的掘穴分枝系统, 表面光滑, 规则, 树枝状的分枝之间, 彼此不互相交叉或切割, 在同一掘穴系统中, 掘穴直径基本保持一致, 少量垂向掘穴(shafts)通向沉积物表面。

线粒迹(未定种 A) *Chondrites* sp. A

(图版 I, 图 2)

描述 不对称分枝系统, 长 2cm, 宽 2cm 左右, 单个的掘穴直径 1mm 左右, 分枝发育, 一级分枝与主干之间的夹角 40°左右, 分枝的末端, 略显肿大。

线粒迹(未定种 B) *Chondrites* sp. B

(图版 I, 图 4)

描述 不对称分枝系统, 长大于 8cm, 宽大于 4cm, 单个的掘穴直径 2mm, 弯曲; 分枝不发育, 一级分枝与主干之间的夹角 60°左右。

树枝迹属 *Ichnogenus Dendrotichnium* Hantzschel, 1975

模式种 *Dendrotichnium llarenai* Farres, 1967

特征 树枝状移迹, 7—30cm 长, 主干直或微弯, 主干两边有长度不等的侧分枝。

亨茨塞尔树枝迹 *Dendrotichnium hantzscheli* Farres, 1967

(图版 I, 图 3)

1967 *Dendrotichnium haentzscheli*, Farres, p. 29—36. Fig. 36 5b, d.

描述 主干直或微弯, 长大于 8cm, 直径 1mm; 侧枝直或弯曲, 与主干斜交或垂直, 长短不一, 可达 4cm, 直径 0.5mm 左右; 一级侧枝上, 往往进一步分叉。

讨论 树枝迹曾发现于西班牙上白垩统复理石沉积中, 我国滇西上石炭统丁家寨组顶部形成于开阔海台地环境的沉积物中, 也曾发现有树枝迹(周志澄等, 1990)。

双杯迹属 *Ichnogenus Diplocraterion* Torell, 1870

模式种 *Diplocraterion parallelum* Richter, 1926

特征 具有蹼状构造、与层面垂直的 U-形掘穴, 两翼管平行, 栖管的开口大部分呈漏斗状(常常由于侵蚀而被截顶); 掘穴底部半圆形或直线形, 在层面上的水平切面为哑铃状; 栖管直径 5—15mm, 两翼管之间距离 1—7cm, 掘穴深度 2—15cm。

? 双杯迹(未定种) ? *Diplocraterion* sp.

(图版 II, 图 2)

描述 保存的标本未见两翼管, 仅见蹼状构造, (蹼的宽度) 6cm 左右, 深度 7cm 左右, 相邻蹼板之间距离 1cm 左右。

旋草迹属 *Ichnogenus Gyrochorte* Heer, 1865

模式种 *Gyrochorte comosa*, 1865

特征 遗迹宽可达 5mm, 弯曲, 方向变化很快, 在层面上保存为两排辫状脊, 在底面上保存为被中间脊分开的双列沟。

旋草迹(未定种) *Gyrochorte* sp.

(图版 III, 图 3)

描述 掘穴宽 2mm 左右, 高 1—3mm, 弯曲, 长 10cm 以上, 脊线两侧具辫状构造。

古藻迹属 *Ichnogenus Palaeophycus* Hall, 1847

模式种 *Palaeophycus tubulare* Hall, 1847

特征 圆柱状或次圆柱状掘穴, 具有管壁, 与层面平行或倾斜, 偶尔分叉, 掘穴表面光滑或具纵向的细条纹, 掘穴内充填沉积物与宿主地层的岩性一致。

管状古藻迹 *Palaeophycus tubularis* Hall, 1847

(图版 I, 图 1)

1847 *Palaeophycus tubulare*, Hall, p. 63.1970 *Palaeophycus tubulare*, Osgood, p. 373—374.1984 *Palaeophycus tubularis*, Howard and Frey, p. 206—207.1985 *Palaeophycus tubularis*, Frey and Howard, p. 382—384.

描述 掘穴横切面为扁圆形, 长大于 13cm, 最大直径 1.2cm, 高 0.8cm, 分叉, 与层面平

行或倾斜;掘穴表面光滑,管壁薄,管内充填物岩性与宿主地层(host stratum)的岩性一致。

古藻迹(未定种) *Palaeophycus* sp.

(图版 II, 图 5)

描述 掘穴长可达 17cm 以上,直径 3—5mm,弯曲,相互穿插;掘穴内充填物岩性与宿主地层的岩性一致。

漫游迹属 Ichnogenus *Planolites* Nicholson, 1873

模式种 *Planolites vulgaris* Nicholson and Hinde, 1875

特征 圆柱状或次圆柱状充填的掘穴,直或弯曲,很少分叉,于层面平行或斜交,以不规则的路线和方向穿进沉积物,有时彼此相交,掘穴内充填的沉积物的构造及岩性与宿主地层不同。

讨论 据 Pemberton 和 Frey (1982) 的研究, *Planolites* 和 *Palaeophycus* 的主要区别在于前者掘穴内充填的沉积物岩性与宿主地层的岩性不同,并且缺乏衬壁(lining),后者掘穴内沉积物岩性与宿主地层的岩性一致,并且具有衬壁; *Planolites* 与 *Muensteria* 的区别在于 *Muensteria* 具有新月形内部结构。

高山漫游迹 *Planolites montanus* Richter, 1937

(图版 III, 图 4)

1937 *Planolites montanus*, Richter, p. 151, figs. 1—5.

1982 *Planolites montanus*, Pemberton and Frey, p. 869—870, p1.2, figs. 4, 7; p1.3, fig. 9.

1984 *Planolites montanus*, Howard and Frey, p. 207, fig. 15.

1985 *Planolites montanus*, Frey and Howard, p. 386, fig. 5(10, 16); 10(8); 18.

1991 *Planolites montanus*, (山地漫游迹)杨式溥、王勋昌, 85 页, 图版 II, 图 5。

描述 掘穴较小,弯曲,不分叉,与层面平行或斜交,横切面为圆形,直径 2mm 左右,长 1.5cm 左右,掘穴内充填物为灰色,颜色较宿主地层深。

漫游迹(未定种) *Planolites* sp.

(图版 III, 图 5)

描述 掘穴与层面平行或斜交,弯曲,呈波状起伏,直径 1cm 左右,长 5cm 左右,掘穴内充填沉积物略深于宿主地层。

根珊瑚迹属 Ichnogenus *Rhizocorallium* Zenker, 1836

模式种 *Rhizocorallium jenense* Zenker, 1836

特征 简单的 U-形管,具蹼状构造(spreite),多为前进式(protrusive),少数为后退式(retrusive);栖管较粗(直径 1cm 或更多),两翼管大致平行,偶尔具侧向反褶,栖管通常垂直向下延伸几公分后,突然呈直角弯曲。栖管表面经常有甲壳类的抓痕,有时,栖管壁内和栖管内,可见椭圆形粪球粒。

? 根珊瑚迹(未定种) ? *Rhizocorallium* sp.

(插图 2)

描述 保存的标本两翼栖管未见, 仅见同心圆状蹼状构造, 宽 6cm, 长大于 7cm, 蹼状构造之间的间距只有 1mm 左右, 较规则。

斯科利齐亚迹属 *Ichnogenus Scolicia*
de Quatrefages, 1849

模式种 *Scolicia prisca* de Quatrefages, 1849

特征 各种各样水平的、两边对称的腹足类移迹, 带状, 宽度可达 4cm, 造主 (trace makers) 不同的行为方式 (掘穴、爬行、搬运沉积物) 造成不同的雕塑痕。形状主要取决于移迹的产状 (Ekdale *et al.*, 1984), 主要可分成两种类型: (1) 以模式种 *Scolicia prisca* 为代表, 产于沉积物表面的移迹, 由中间轴及侧向的细条纹所组成; (2) 三分的带状底面移迹, 在中央带的两边通常具有特征的、狭窄的龙脊脊。

Gotzinger 和 Becker (1932) 把前者命名为 *Palaeobullia*, 把后者命名为 *Subphyllochorda*; Książkiewicz (1970) 用 *Scolicia* 代替 *Palaeobullia*, 但仍保留了 *Subphyllochorda* 这一属名。

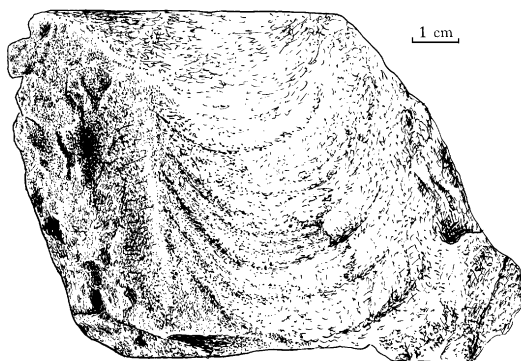


插图 2 ? *Rhizocorallium* sp.

原始斯科利齐亚迹 *Scolicia prisca* de Quatrefages, 1849

(图版Ⅵ, 图 2; 图版Ⅶ, 图 1)

1849 *Scolicia prisca*, de Quatrefages, p. 265.

1970 *Scolicia prisca*, Książkiewicz, p. 289, pl. 1d.

描述 带状移迹, 由中间轴和轴两侧对称的横向细条纹组成, 弯曲, 长 3—10cm 以上, 宽 3—10mm 左右。保存为表迹 (epichnion)。

针迹属 *Ichnogenus Skolithos* Haldemann, 1840.

模式种 *Skolithos linearis* Haldemann, 1840

特征 彼此平行的垂直栖管, 简单, 不分叉, 直径 1—15mm, 长度数厘米到 30cm (最长可达 100cm); 内壁有时具细环纹, 栖管内通常为无构造的被动充填物, 经常密集地产于砂质沉积物中。

讨论 *Skolithos* 的成因一直有争议, 它曾被解释为由环节动物 (Nicholson, 1873, p. 288)、腕足动物 (Perry, 1872, p. 139)、帚虫动物 (Fenton and Fenton, 1934, p. 348) 和多毛类等所造成, 也有人认为 *Skolithos* 由类似于现代沙 (Arenicola) 的生物所造成的掘穴, Richter (1924) 和 Wells (1945) 纠正了这一错误, 认为沙所造成的掘穴为 J-形或 L-形, 而不是简单的垂直掘穴; Hallam 和 Swett (1966, p. 104) 提出 *Skolithos* 和 *Monocraterion* 由同一种生物所造成, Peneau (1946, p. 78) 和 Seilacher (1969, p. 118) 则认为针迹 *Skolithos* 和毛迹 *Tigillites* 为同义名属; 还有一些学者把 *Skolithos* 解释为非生物成因。由此看来, 关于 *Skolithos* 的成因问题, 仍需进一步研究。

迷人针迹 *Skolithos delicatulus* U.P. James, 1881

(图版Ⅶ, 图 3)

1881 *Skolithus delicatulus*, James, U.P., p.33.1892 *Scolithus delicatulus*, James, J. F., p.40.1970 ? *Skolithos delicatulus*, Osgood, p. 327—328, pl. 62, figs. 7, 8.

描述 小而短的掘穴, 直或微弯, 直径 4—8mm, 长 1cm 左右, 围岩为浅灰色, 掘穴内充填物为深灰色, 密集产出, 在下表面上凸起呈丘疹状。标本类似于 Osgood 所描述的迷人针迹(Osgood, 1970)。

绵形迹属 *Ichnogenus Spongiomorpha* de Saporta, 1887**模式种** *Spongiomorpha iberica*, 1887**特征** 伸长的、圆柱状掘穴, 具鹿角状分枝, 主干及分枝表面具彼此相交的网状抓痕。

讨论 Fürsich(1973)认为, 根据形态特征, 在属的水平上, 难以区分 *Spongiomorpha*, *Ophiomorpha* 和 *Thalassinoides*, 后二者可以作为 *Spongiomorpha* 的同物异名。

绵形迹(未定种) *Spongiomorpha* sp.

(图版Ⅱ, 图 3, 4; 图版Ⅲ, 图 1)

描述 伸长的圆柱状掘穴, 直或微弯, 直径 0.5—2cm, 长度可达 11cm 以上, 两端收缩变尖, 掘穴大多数与层面平行, 有时与层面斜交, 掘穴表面具网状抓痕。

海生迹属 *Ichnogenus Thalassinoides* Ehrenberg, 1944**模式种** *Thalassinoides callianassae*, Ehrenberg, 1944

特征 表面光滑的圆柱状掘穴, 直径 1—20cm 左右, 分枝系统由水平网状掘穴和一些通向表面的垂直掘穴构成, Y-形或 T-形分叉, 掘穴通常在分叉点肿大, 在同一个掘穴系统中, 掘穴的直径有变化。

海生迹(未定种 A) *Thalassinoides* sp. A

(图版Ⅴ, 图 1)

描述 发育的水平分枝系统, 掘穴表面光滑, 横切面为椭圆状, 最大直径 6mm 左右; 掘穴分枝不规则, 分叉处略显肿大, 在同一系统中, 掘穴的直径基本一致。

海生迹(未定种 B) *Thalassinoides* sp. B

(图版Ⅵ, 图 1)

描述 以水平分枝系统为主, 掘穴弯曲, 直径 0.5—1cm, 变化较大, 在分叉处, 掘穴明显肿大, 在大的掘穴旁边, 往往伴随有小的分枝状遗迹, 为幼年的甲壳类所造成。

海生迹(未定种 C) *Thalassinoides* sp. C

(图版Ⅳ, 图 1)

描述 直的 Y-形掘穴, 在同一系统中, 掘穴直径比较一致, 1cm 左右; 掘穴表面光滑, 往

往与 *Planolites montanus* 共生。

海生迹(未定种 D) *Thalassinoides* sp. D

(图版 IV, 图 2)

描述 掘穴系统由水平掘穴(tunnels)和垂向掘穴(shafts)所构成, 水平掘穴直径 3—10mm 左右, 弯曲, 不规则, 呈多角状; 垂直掘穴比较发育, 直径 8mm 左右; 掘穴表面附近有细小的条痕, 为造主(trace makers)的抓痕。

粒状足迹属 *Ichnogenus Trachomatichnus* Miller, 1880

模式种 *Trachomatichnus numerosus* Miller, 1880

特征 足迹由两排密集的、不很清楚的多趾动物的印痕所组成, 每组 9—11 个, 宽度 9—15mm。Miller(1880)最初认为 *Trachomatichnus* 由头足类所造成, Osgood(1970)解释为三叶虫的足迹。

粒状足迹(未定种) *Trachomatichnus* sp.

(图版 V, 图 4)

描述 足撒迹由两排不很清楚印痕所组成, 宽 2.5cm, 每排印痕 10 个左右, 单个印痕直径 1mm 左右。

动藻迹属 *Ichnogenus Zoophycos* Massalongo, 1855

模式种 *Zoophycos caputmedusae* Massalongo, 1855

特征 复杂、形态多变的蹼状构造, 可分成 2 种基本类型: 1) 螺旋形, 2) 平面形。螺旋形动藻迹由 3 部分组成: 1) 螺旋状盘旋的蹼板; 2) 包含在蹼板内的主肋板和次肋板; 3) 圆柱状轴管和边缘管(marginal tunnel)。旋转轴垂直于层面, 单个的旋圈呈锥状, 向外倾斜, 多数情况连续的螺层直径向下增加, 底部直径可达 60cm (特别在复理石沉积中) 或更多(最大达 1.45m); 由肋板组成的螺层外形多变: 圆形、弓形或叶状; 肋板可分成主肋板和小肋板, 横切面上呈新月形。轴管的一端或两端在沉积物表面开口。

环状动藻迹 *Zoophycos circinatus* Brongniart, 1828

(图版 VI, 图 4)

1828 *Fucoides circinnatus*, Brongniart, p. 83, pl. 3, fig. 3.

1968 *Zoophycus circinnatus*, Plicka, p. 840, pl. 107, figs. 1—3; pl. 108, figs. 4—6.

1984b *Zoophycus circinnatus* (Brongniart), (近圆形动藻迹), 杨式溥, 234 页, 图版 I, 图 3—5。

1990 *Zoophycus circinnatus* (Brongniart), (旋卷动藻迹), 杨式溥, 159 页, 图版 14, 图 2。

描述 蹼板呈椭圆形, 平行于层面, 长大于 10cm, 宽可达 7cm; 肋板同心状弯曲, 分叉, 不连续。边缘管未保存。当前的标本与杨式溥(1984)所描述的 *Zoophycus circinnatus* 相近。

厚动藻迹 *Zoophycos* (*Spirophyton*) *crassum* (Hall), 1863

(图版Ⅵ,图3;图版Ⅶ,图2)

1863 *Spirophyton crassum*, Hall, p.76—83.1990 *Zoophycos* (*Spirophyton*) *crassum*, (厚动藻迹), 杨式溥, 159—160 页, 图版 14, 图 3—5。

描述 蹼板椭圆形, 肋板较粗, 分布在蹼板前部的肋板从边缘管分出后分叉, 不连续, 同心状弯曲; 后部的肋板则从边缘管呈锐角伸出, 整个蹼板长大于 14cm, 宽大于 7cm, 边缘管直径 0.5cm 左右。

动藻迹(未定种 A) *Zoophycos* sp·A

(图版Ⅴ, 图3)

描述 肋板粗, 分叉, 同心圆状弯曲, 标本保存部分长大于 20cm, 宽大于 17cm。

动藻迹(未定种 B) *Zoophycos* sp·B

(图版Ⅴ, 图2)

描述 蹼板为扇形, 肋板从中心管向两侧锐角伸出, 然后呈同心圆状弯曲, 保存的标本长 5cm, 宽 4cm, 肋板纤细。

扇形迹 fan-like traces

(图版Ⅱ, 图1)

描述 遗迹由一垂直栖管和水平掘穴体系所组成, 垂直栖管横切面椭圆状, 直径 1.5cm 左右; 从垂直栖管向外扇状伸展的水平掘穴 3—4 个, 具分枝, 单个掘穴直径 7—10mm, 长度可达 22cm。

参 考 文 献

- 吴贤涛, 1985. 豫西济源—义马盆地浊流沉积中的痕迹化石及其环境意义. 沉积学报, **3**(3): 23—31
- 杨式溥, 1984a. 遗迹化石及其古环境分析的意义. 沉积学报, **2**(4): 8—18
- 杨式溥, 1984b. *Zoophycos* 在中国的发现及其环境意义. 石油与天然气地质, **5**(3): 228—235
- 杨式溥, 1990. 古遗迹学. 北京: 地质出版社. 179
- 杨式溥, 王勋昌, 1991. 华北地台南部中寒武世徐庄组遗迹化石及其沉积环境. 古生物学报, **30**(1): 74—89
- 张致民, 吴绍祖, 1991. 二叠系. 在: 新疆地质矿产局地质矿产研究所、新疆地质矿产局第一区调大队(主编): 新疆古生界, (新疆地层总结之二), (下), 乌鲁木齐: 新疆人民出版社. 329—482, 插图 1—14
- 周志澄, 1995. 生物成因的构造在环境解释中的应用——遗迹学研究的新进展. 古生物学报, **34**(2): 228—249
- 周志澄, 方宗杰, 1990. 云南施甸丁家寨组沉积环境及下部含砾层的成因探讨. 地层学杂志, **14**(1): 36—43
- 周志澄, 张 瑛, 1991. 安徽巢县凤凰山和州组上段 *Glossifungites* 遗迹相的成因及其意义. 沉积学报, **9**(4): 120—127
- 赵治信, 韩建修, 王增吉, 1984. 塔里木盆地西南缘石炭纪地层及其动物群. 北京: 地质出版社. 187, 插图 1, 表 1—7, 图版 1—35.
- 新疆石油管理局南疆石油勘探公司, 江汉石油学院, 1994. 塔里木盆地震旦纪至二叠纪地层古生物, (Ⅲ) 铁克里克地区分册. 北京: 石油工业出版社. 1—284, 插图 1—5, 图版 1—41
- 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, 1987. 新疆柯坪地区石炭系、二叠系及其生物群. 北京: 海洋出版社. 101—105
- 廖卓庭, 王玉净, 王克良, 1990. 7. 石炭系. 在: 周志毅、陈丕基(主编): 塔里木生物地层和地质演化. 北京: 科学出版社.

- 廖卓庭,王玉净,周宇星,1990.8.二叠系.在:周志毅、陈丕基(主编);塔里木生物地层和地质演化.北京:科学出版社, 226—254,图 8-1—8-7,表 8-1
- Bottjer, D.J., Droser, M.L., Jablonski, D., 1987. Bathymetric trends in the history of trace fossils. In Bottjer, D.J. (ed.): New concepts in the use of biogenic sedimentary structures for paleoenvironmental interpretation. Los Angeles: Pacific Section SEPM. 57—65
- Bromley, R.G., Ekdale, A.A., 1984. *Chondrites*: a trace fossil indicator of anoxia in sediments. *Science*, **224**: 872—874
- Brongniart, A.T., 1828. Histoire des vegetaux fossiles ou recherches botaniques et geologiques sur les vegetaux renfermes dans les diverses couches du globe. **1**: 1—136
- Ekdale, A.A., 1978. Trace fossils in Leg 42A cores. Initial Repts Deep Sea Drilling Project, **42**: 821—827.
- Ekdale, A.A., Bromley, R.G., Pemberton, S.G., 1984. Ichnology. 317p. Soc. Econ. Paleontol. Mineral. Tulsa, Oklahoma.
- Ekdale, A.A., Mason, T.R., 1988. Characteristic trace-fossil associations in oxygen-poor sedimentary environments. *Geology*, **16**: 720—723
- Farres, F., 1967. Los “*Dendrotrichnium*” de Espana; Inst. Geol. Min. Espana, Notas and Comun., **94**: 29—36
- Fenton, C.L., Fenton, M.A., 1934. *Scolithos* as a fossil phoronid. *Pan-Am. Geologist*, **61**: 341—348
- Frey, R.W., Howard, J.D., 1985. Trace fossils from the Panther Member, Star Point Formation (Upper Cretaceous), Coal Creek Canyon, Utah. *Journal of Paleontology*, **59**(2): 382—384
- Frey, R.W., Seilacher, A., 1980. Uniformity in marine invertebrate ichnology. *Lethaia*, **13**: 183—207
- Fürsich, F.T., 1973. A revision of the trace fossils *Spongiomorpha*, *Ophiomorpha* and *Thalassinoides*. *Neues Jahrb. Geologie, Paläontologie, Monatsh.*, **12**: 719—735
- Gotzinger, G., Becker, H., 1932. Zur geologischen Gliederung des Wienerwaldflysches (Neue Fossilfunde). *Geol. Bundesanst. Wien. Jahrb.*, **82**: 377—384
- Hall, J., 1847. *Palaeontology of New York*. **1**: 338, 87 pls.
- Hall, J., 1863. Observations upon some spiralgrowing fucoidal remains of the Paleozoic rocks of New York, New York State Cabinet, 16th Ann. Rept., 76—83, text-figs. 1—4
- Hallam, A., Swett, K., 1966. Trace fossils from the Lower Cambrian pipe rocks of the north-west Highlands. *Scot. Jour. Geology*, **2**: 101—106
- Hantzschel, W., 1975. Trace fossils and problematica. In R.C. Moore (ed.): *Treatise on invertebrate paleontology*. W. 177—245. New York and Lawrence, Kansas: Geol. Soc. Amer. and Kansas University Press
- Howard, J.D., Frey, R.W., 1984. Characteristic trace fossils in nearshore to offshore sequences, Upper Cretaceous of east-central Utah. *Canadian Journal of Earth Sciences*, **21**(2): 200—219
- James, J.F., 1892. Studies in problematic organisms, the genus *Scolithus*. *Geol. Soc. America. Bull.*, **3**: 32—44
- James, U.P., 1881. Contributions to paleontology; fossils of the Lower Silurian formation; Ohio, Indiana and Kentucky. *The Paleontologist*, **5**: 33—44
- Książkiewicz, M., 1970. Observations on the ichnofauna of the Polish Carpathians. In T.P. Crimes and J.C. Harper (eds.): Trace fossils. *Geol. Jour. Spec. issue* 3: 283—322
- Miller, S.A., 1880. Silurian ichnolites, with definitions of new genera and species. Note on the habit of some fossils annelids. *Cincinnati Soc. Nat. History, Jour.*, **2**: 217—229
- Nicholson, H.A., 1873. Contributions to the study of the errant annelides of the older Paleozoic rocks. *Royal Soc. London. Proc.*, **21**: 288—290
- Osgood, R.G., 1970. Trace fossils of the Cincinnati area. *Palaeontol. Americana*, **6**: 281—444
- Osgood, R.G., Szmuc, E., 1972. The trace fossil *Zoophycos* as an indicator of water depth. *Bulls. Amer. Paleont.*, **62**: 1—22
- Pemberton, S.G., Frey, R.W., 1982. Trace fossil nomenclature and the *Planolites*-*Palaeophycus* dilemma. *Jour. Paleont.*, **56**: 843—881
- Peneau, J., 1946. Etude sur l'Ordovicien Inferieur (Arenigien = Gres Armoricaïn) et sa faune (specialement en Anjou). *Soc. Etudes Sci. d'Angers, n. ser.*, **Bull.**, 74—76 (1994—46): 37—106.

- Perry, J. B., 1872. On the so-called Scolithi in the Potsdam. Boston Soc. Nat. History. Proc., **14**(1870/71), 139
- Plicka, M., 1968. *Zoophycos*, and a proposed classification of sabellid worms. Jour. Paleontology, **42**, 836—849
- Quatrefages de A., 1849. Note sur la *Scolicia prisca* (A. de Q.) Annelide fossile de la Craie. Annls Sci. nat., ser. Zool., **12**, 265
- Richter, Rudolf, 1924. Flashseebeobachtungen zur Palaontologie und Geologie. VII-XI. Senckenbergiana, **6**, 119—165
- Richter, Rudolf, 1937. Marken und Spuren aus allen Zeiten. 1—11. Senckenbergiana, **19**, 150—169
- Seilacher, A., 1964. Biogenic sedimentary structures. In Imbrie, J. and Newell, N. (eds.): Approaches to Paleocology. New York: Wiley, 296—316
- Seilacher, A., 1967. Bathymetry of trace fossils. Mar. Geol., **5**, 413—428
- Seilacher, A., 1969. Paleocology of boring barnacles. Am. Zoologist, **9**, 705—719
- Sternberg, K. M. Graf. von, 1833. Versuch einer geognostischbotanischen Darstellung der Flora der Vorwelt. pt. **5**, **6**, 1—80
- Wells, G. P., 1945. The mode of life of *Arenicola marina*. Marine Biol. Assoc., Jour., **26**, 170—207
- Yurewicz, D. A., 1977. Sedimentology of Mississippian basin facies carbonates, New Mexico and Texas—the Rancheria formation. SEPM Spec. Publs., **25**, 203—219
- Zhou Zhicheng, 1977. Cretaceous and Lower Tertiary trace fossils from the Gamba area of Southern Tibet, China. N. Jb. Geol. Paläontol. Abh., **203**(2), 145—172

THE LATE PALAEOZOIC TRACE FOSSILS FROM THE WESTERN BORDER AREAS OF TARIM BASIN, XINJIANG AND THEIR ENVIRONMENTAL SIGNIFICANCE

Zhou Zhi-cheng and Ruan Yi-ping

(Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008)

Key words: trace fossils, sedimentary environments, Late Palaeozoic, western border areas of Tarim Basin

Summary

The Late Palaeozoic rocks from the western border areas of Tarim Basin, Xinjiang yield abundant trace fossils, such as *Chondrites* sp. A, *C.* sp. B, *Dendrotrichium haentzscheli*, ?*Diplocraterion* sp., *Gyrochorte* sp., *Palaeophycus tubularis*, *P.* sp., *Planolites montanus*, *Pl.* sp., ?*Rhizocorallium* sp., *Scolicia prisca*, *Skolithos delicatulus*, *Spongiomorpha* sp., *Thalassinoides* sp. A, *T.* sp. B, *T.* sp. C, *T.* sp. D, *Trachomatichnus* sp., *Zoophycos circinatus*, *Z. crassum*, *Z.* sp. A, and *Z.* sp. B.

Studies of ethologic types and assemblage aspects of trace fossils can provide informations on the sedimentary environments. Trace fossils *Zoophycos* often occurred in the shallow water environments in the Palaeozoic. The *Zoophycos* found from the Lower Carboniferous Heshilapu Formation and the Upper Carboniferous Kalawuyi Formation in Aite Ravine section near Damus

Village of Shache (Yarkant) County indicates a neritic-littoral environment. The *Gyrochorte*, *Trachomatichnus* and *Planolites* found from the Lower Permian Qipan Formation in Paojiang Ravine, near Damus Village of Shache (Yarkant) County can be attributed to *Cruziana* ichnofacies which reflects a neritic-littoral environment of low-energy. The trace fossils from the Lower Permian Qipan Formation in the Qipan section of Yecheng County can be divided into 4 trace fossil assemblages: a. *Skolithos delicatulus*-*Thalassinoides* sp. D; b. *Spongiomorpha* sp. - *Dendroichnium hantzscheli*; c. *Scolicia prisca*; d. *Palaeophycus tubularis*-*Chondrites* sp. B. Their vertical evolution shows a major cycle from transgression to regression from the bottom to the topmost of the Qipan Formation. The *Planolites montanus* and fan-like traces are present in the Pusige Formation in the Duwa section of Pishan County. The specimen is filled with *Planolites montanus*, which means that the deposits were richer in nutrients and were formed in a shallow lacustrine environment under an aerobic condition. The fan-like traces are ethologically similar to *Chondrites* and indicate a deep lacustrine environment under a dis-aerobic condition. The ? *Rhizocorallium*-? *Diplocraterion* assemblage found in the Wuzunbulak section, near Piquan Village of Artux County was produced in the high-energy organic shoals along the carbonate platform margin.

图 版 说 明

标本保存在南京地质古生物研究所。

图 版 I

1. *Palaeophycus tubularis*

采集号: 51 皮尺, 登记号: 127185。叶城县棋盘剖面, 下二叠统棋盘组。

2. *Chondrites* sp. A

采集号: 皮羌 C₂, 登记号: 127186。阿图什县皮羌乌尊布拉克剖面, 上石炭统比京他乌组。

3. *Dendroichnium hantzscheli*

采集号: 棋盘 P₁, 登记号: 127187, 叶城县棋盘剖面, 下二叠统棋盘组。

4. *Chondrites* sp. B

采集号: 51 皮尺, 登记号: 127188, 叶城县棋盘剖面, 下二叠统棋盘组。

图 版 II

1. 扇形迹

采集号: 杜瓦普司格组, 登记号: 127189。皮山县杜瓦剖面, 下二叠统普司格组。

2. ? *Diplocraterion* sp.

采集号: 皮羌 C₂, 登记号: 127190。阿图什县皮羌乌尊布拉克剖面, 上石炭统比京他乌组。

3, 4. *Spongiomorpha* sp.

采集号: 棋盘 P₁, 登记号: 127191, 127192。叶城县棋盘剖面, 下二叠统棋盘组。

5. *Palaeophycus* sp.

采集号: 皮羌 C₂, 登记号: 127193。阿图什县皮羌乌尊布拉克剖面, 上石炭统比京他乌组。

Village of Shache (Yarkant) County indicates a neritic-littoral environment. The *Gyrochorte*, *Trachomatichnus* and *Planolites* found from the Lower Permian Qipan Formation in Paojiang Ravine, near Damus Village of Shache (Yarkant) County can be attributed to *Cruziana* ichnofacies which reflects a neritic-littoral environment of low-energy. The trace fossils from the Lower Permian Qipan Formation in the Qipan section of Yecheng County can be divided into 4 trace fossil assemblages: a. *Skolithos delicatulus*-*Thalassinoides* sp. D; b. *Spongiomorpha* sp. - *Dendrotichnium hantzscheli*; c. *Scolicia prisca*; d. *Palaeophycus tubularis*-*Chondrites* sp. B. Their vertical evolution shows a major cycle from transgression to regression from the bottom to the topmost of the Qipan Formation. The *Planolites montanus* and fan-like traces are present in the Pusige Formation in the Duwa section of Pishan County. The specimen is filled with *Planolites montanus*, which means that the deposits were richer in nutrients and were formed in a shallow lacustrine environment under an aerobic condition. The fan-like traces are ethologically similar to *Chondrites* and indicate a deep lacustrine environment under a dis-aerobic condition. The ? *Rhizocorallium*-? *Diplocraterion* assemblage found in the Wuzunbulak section, near Piquan Village of Artux County was produced in the high-energy organic shoals along the carbonate platform margin.

图 版 说 明

标本保存在南京地质古生物研究所。

图 版 I

1. *Palaeophycus tubularis*

采集号: 51 皮尺, 登记号: 127185。叶城县棋盘剖面, 下二叠统棋盘组。

2. *Chondrites* sp. A

采集号: 皮羌 C₂, 登记号: 127186。阿图什县皮羌乌尊布拉克剖面, 上石炭统比京他乌组。

3. *Dendrotichnium hantzscheli*

采集号: 棋盘 P₁, 登记号: 127187, 叶城县棋盘剖面, 下二叠统棋盘组。

4. *Condrites* sp. B

采集号: 51 皮尺, 登记号: 127188, 叶城县棋盘剖面, 下二叠统棋盘组。

图 版 II

1. 扇形迹

采集号: 杜瓦普司格组, 登记号: 127189。皮山县杜瓦剖面, 下二叠统普司格组。

2. ? *Diplocraterion* sp.

采集号: 皮羌 C₂, 登记号: 127190。阿图什县皮羌乌尊布拉克剖面, 上石炭统比京他乌组。

3, 4. *Spongiomorpha* sp.

采集号: 棋盘 P₁, 登记号: 127191, 127192。叶城县棋盘剖面, 下二叠统棋盘组。

5. *Palaeophycus* sp.

采集号: 皮羌 C₂, 登记号: 127193。阿图什县皮羌乌尊布拉克剖面, 上石炭统比京他乌组。