

西秦岭北带泥盆纪遗迹群落在 浊积岩系中的分布特征^①

晋慧娟 李育慈

(中国科学院兰州地质研究所,兰州 730000)

提 要 本文重点研究内容是: 1) 舒家坝组时代的厘定和层序叠置关系; 2) 遗迹群落总体概况以及各遗迹属确定的依据; 3) 浊流沉积作用控制遗迹群落的形成及其分布特征。通过本文研究不难看出,舒家坝组的 43个遗迹化石属可划分为两大类。一是形成于浊流间歇期缓慢沉积的泥岩层面,主要为“深水型”遗迹分子;另一是产于浊流突然事件来临及其后快速堆积的砂岩内,包括“浅水型”和“穿相型”分子。就其分异度和丰度而言,虽均以前者最高,但这两类遗迹化石组合共生在一个沉积剖面,这恰是浊积岩系(复理石相)遗迹化石分布的独有特征。

关键词 分布特征 遗迹群落 西秦岭北带泥盆系

分类号 P 512. 2/P 534. 44

第一作者简介 晋慧娟 女 62岁 研究员 沉积学

遗迹化石的研究,可为古生态环境参数和解决古地理环境方面提供诸多有用的信息。因此,近年来,在沉积环境和相的研究中,遗迹化石已逐渐成为重要的研究内容之一。

西秦岭北带泥盆系舒家坝组含有非常丰富的遗迹化石,迄今为止,可确定属名者共 43个,在古生代一个统的地层中,发现如此高分异度和高丰度的遗迹群落在国内外都属罕见。已发现的这些遗迹化石都赋存于浊积岩系中。半深海-深海环境是浊流“灾变”事件最易发生的地区,由“灾变”事件屡屡发生而组成的浊积岩系,从沉积机理、沉积物组成特征及垂向序列等方面都与正常环境形成的“均变”沉积有着本质上的差别,严格受生态环境控制的遗迹群落,在“灾变”与“均变”沉积中,不但其属种不尽相同,而且其产出特征及分布方式也有极大的差别。本文将着重阐述舒家坝组内的遗迹化石形成及其分布特征,从而概括出半深海-深海环境浊积岩系遗迹组合的一种特殊的分布形式,以此作为判识浊积岩系特征的古遗迹学标志。

1 沉积地质背景

1.1 地层时代厘定和层序叠置关系

陕西地矿局区测队(1968)将西秦岭北带泥盆系除大草滩组以外的地层称之为舒家坝组,时代定为

中泥盆世。其后,有不少学者提出了不同的看法,有的认为属早中泥盆世(叶晓荣,1986),有的又定为中晚泥盆世^[1],并称之为舒家坝群,还有的将中晚泥盆世-石炭世又称之为广义的舒家坝群^[2]。

上述分歧意见的产生,最主要的原因在于该组地层中极其缺少实体化石,而已发现的孢粉化石还不够丰富和典型,故仅据此所厘定的地层时代可靠性较差。然而,为了避免地层命名上的混乱,把已明确划分为石炭系的部分层段也归入到本组的命名中去是不可取的。综合前人对该组地层划分的研究成果,笔者认为,仅依据孢粉化石资料只能肯定该套地层属泥盆纪,而进一步详细的地层划分还有待于今后再充实其它资料后,才能最终加以肯定。而从已发现的极少量大古生物化石来看,其时代均属中泥盆世,且古地磁所测结果也与此相吻合,基于此,本文仍将该套地层称之为舒家坝组,时代暂定为中泥盆世。

对于舒家坝组地层层序的叠置关系,当今亦有两种不同看法,一为南老北新,另一为南新北老。本文赞同前者的意见,其主要依据是根据岩石中原生沉积构造,特别是浊积岩 Bouma 层序及 Ta(Tc)底面所发育的槽模底痕构造。

1.2 背景沉积

舒家坝组按岩性大致划分为两部分,下中部为

^① 国家自然科学基金资助项目(编号:49172105)

收稿日期:1996-04-01

厚约 2 000 m 余的陆源碎屑岩段,上部为碳酸盐岩段,由于后者尚未发现遗迹化石,故本文仅限于陆源碎屑岩段背景沉积的研究

(1) 半深海-深海沉积的证据 灰-暗绿灰色细、粉砂岩与泥页岩不等厚互层的陆源碎屑岩段中,至今尚未发现广泛含于浅海沉积中的实体化石和大面积分布的大型交错层理和浪流形成的浪成层理,以及暴露沉积构造等滨岸-浅海陆架环境的任何标志,但却清晰地显示出时空分布稳定的巨厚浊积岩系的沉积特征。浊积岩是由典型和不典型的 Bouma 层序,以及 T_a 乃至 T_c 底面以大量小型槽模为主的底痕构造的产出所证实。并且在浊积岩系中,笔者首次发现了等深积岩与其相伴而生^[3],加之 *Nereites* 遗迹相中极其丰富而典型深水遗迹化石的发现^[4],这些都为论证舒家坝组形成于半深海-深海环境增添了新的证据。

(2) 垂向层序受盆地平原相模式控制 舒家坝组陆源碎屑岩沉积序列中,不含粗碎屑端元的砾岩、含砾粗砂岩等海底扇内扇水道沉积,以及海底峡谷和陡坡地带的滑塌等堆积物。其总体特征是:①为一套基本规则成层的粉细砂岩与泥页岩不等厚互层;垂向上没有明显增厚或变薄的次级层序变化;②浊积岩以 Bouma 层序 T_c-e 为主;③古水流类型是纵向的。据此,可以看出,它与盆地平原相的层序特征极为相似,而不受海底扇沉积相模式控制。

(3) 沉积古地理环境 泥盆纪时,华北与扬子两地块之间是否存在一个较宽阔的海盆,还是已经对接拼合,是涉及秦岭成因的焦点问题之一,也是探讨该区泥盆纪的古地理环境的关键问题。通过对舒家坝组陆源碎屑岩的沉积学及其中所含有的丰富遗迹化石研究,可表述以下基本认识:深水浊积岩,特别是薄层(远源)浊积岩的广布及其沉积作用受盆地平原相模式的控制,说明泥盆纪时的沉积海盆基本是平坦的,并主要由低密度浊流建造而成,其中属于 *Nereites* 遗迹相的大量深水遗迹化石的产出,充分说明,沉积时的水体深度已进入半深海-深海范畴,遗迹群落的分异度和丰度之高,还可反映此时的水体底部极适于众多造迹生物的生活和繁衍,因而是一个水体循环良好的广阔深盆。这一认识与吴汉宁等^[3]根据古地磁分析所获认识基本吻合,他们认为,晚古生代时,华北与华南块体之间曾有过 2 000 km 左右宽的广阔海洋。舒家坝组内遗迹群落应是在这一沉积环境中形成。

2 浊积岩系中的遗迹群落

2.1 遗迹群落概况

作者在舒家坝组内共发现 43 个遗迹属,前期工作中发现的 20 个遗迹属已进行过报道^[4],它们是:

Belorhaphæ *Bostricophyton* *Cochilichnus* *Cosmorhaphæ* *Fucusopsis* *Glockereria* *Gordia* *Helicolithus* *Helminthoida* *Helminthopsis* *Lophoctenium* *Megagraption* *Neonereites* *Nereites* *Paleodictyon* *Protopaleodictyon* *Spirophyucus* *Spirorhaphæ* *Taphrhelminthopsis* *Urohelminthoida*。在其后的野外考察中相继又发现 23 个遗迹属,它们是:

Acanthorhaphæ(图版 I -1)、*Arthrophycus*(图版 I -2)、*Buthotrephis*(图版 I -3)、*Chondrites*(图版 I -4)、*Dictyodora*(图版 I -5)、*Granularia*(图版 I -6)、*Lennea*(图版 I -8)、*Palaeohelminthoida*(图版 I -7)、*Planolites*(图版 I -12)、*Protovirgularia*(图版 I -11)、*Rhabdoglyphus*(图版 I -9)、*Rhobdoichnus*(图版 I -10)、*Rusophycus*(?) (图版 II -1)、*Saerichnites*(图版 II -4)、*Sagittichnus*(图版 II -3)、*Scolicia*(图版 II -10)、*Skolithos*(图版 II -5)、*Squamodictyon*(图版 II -2)、*Sublorenzina*(图版 II -9)、*Subularia*(图版 II -7)、*Subphyllochorda*(图版 II -8)、*Taphrhelminthoida*(图版 II -6)、*Tuberculichnus*(图版 I -13)。

2.2 遗迹化石属描述

(1) 棘线迹 *Acanthorhaphæ* *Ksiazkiewicz*, 1970 (图版 I -1) 线状弯曲形移迹,弯曲呈不规则的曲线形,线状迹宽约 1 mm,长约 4 cm,一般多见向外侧凸出的短刺状枝,最长约 5 mm,极少见两侧均有短刺状枝者。得存于泥岩层面。

(2) 节茎迹 *Arthrophycus* Hall, 1852(图版 I -2) 具环节微弯曲的柱形潜穴,潜穴直径约 1 cm,柱面见有间距规则的横脊,分隔成许多约为 1 cm 左右宽的横节,尚未见分叉现象。保存于砂岩层面。

(3) 波瑟特迹 *Buthotrephis* Hall, 1847(图版 I -3) 圆柱形或扁平的潜穴,具有宽而短的分枝,分枝角度较小,保存于砂岩层面。

(4) 均分潜迹 *Chondrites* Von Sternberg, 1833 (图版 I -4) 圆柱茎管状潜穴系统,并呈树枝状或羽毛状排列,分枝互不相切,可见 2~3 次分枝,分枝角变化于 25°~40° 之间,潜穴直径 0.5~5 mm。常保存于泥质粉砂岩层面。

(5) 网锥迹 *Dictyodora* Weiss, 1884 (图版 I -5) 复杂的展网状结构体痕迹,垂直于层面分布,层面见纤细不规则弯曲的潜穴构造。常见于粉砂质泥岩层面。

(6) 瘤粒迹 *Granularia* Pomel, 1849(图版

I -6) 纵长分枝的潜穴系统, 潜穴直径约 1cm 左右, 常见规则分枝, 潜穴壁上常粘有粘土颗粒, 留印在围岩上呈密集排列的瘤粒印痕, 常保存于砂岩层面。

(7) 平侧管迹 *Lennea* Krausel 和 Weyland, 1932(图版I -8) 垂直型平侧管潜穴, 由垂直管穴和具有两侧垂直分枝的窄管穴, 呈直角相交组成, 侧管潜穴上下相互平行, 并见 2~3 次分枝现象。保存于粉砂质泥岩层面。

(8) 古蠕虫迹 *Palaeohelminthoidea* Ruchholz, 1967(图版I -7) 规则的紧密靠近的蛇曲迹, 潜穴系统互不相交, 均作 180° 的回转, 潜穴直径 5~6 mm, 它与 *Helminthoidea* 的区别是: 1) 前者的蛇曲内具使窄索带状中脊, 后者无; 2) 前者的蛇曲通道顶端转体处的中脊有时卷曲呈小圆圈。

(9) 平管迹 *Planolites* Nicholson, 1973(图版I -12) 一般呈直或微弯曲的柱形潜穴, 直径 2~4 mm, 多呈水平状沿层面分布, 潜穴不分枝, 但可相互交叉排列, 表面光滑, 少量具横纹, 底迹为突起起伏。

(10) 原枝条迹 *Protovirgularia* McCoy, 1850(图版I -11) 细的枝条移迹, 宽度 2~3 mm, 大多数呈直形或略有弯曲, 类似于“龙骨”构造, 由一系列“V”字形重叠排列组成。产于砂岩底面。

(11) 棒枝迹 *Rhabdoglyphus* Vassoevich, 1951(图版I -9) 圆柱状杆枝管迹, 由直而短的穗状管套叠而成。产于砂岩层面。

(12) 棒形迹 *Rhabdoichnum* Yang, 1983(图版I -10) 简单一次分枝的潜穴, 分枝的基部略细, 顶部变粗, 形成棒状或梨状, 潜穴直径无纹饰, 直径 2~3 mm, 产于砂岩层面。

(13) 皱饰迹 *Rusophycus* (?) Hall, 1852(图版II -1) 短的两侧具圆裂片的停息迹, 类似咖啡豆的形态, 轮廓多呈椭圆形, 中间为深凹中沟, 分布于粉砂质泥岩层面。

(14) 里萨迹 *Saerichnites* Billings, 1866(图版II -2) 两排平行的半圆形或四方形凹坑的足迹, 它们彼此交替成行, 行距 1 cm 左右, 单个足迹直径 3~4 mm, 粉砂岩底面呈凸形产出。

(15) 箭头迹 *Sagittichnus* Seilacher, 1953(图版II -3) 楔形箭头迹, 中央具脊棱, 长度约 6~7 mm, 呈凸状分布于粉砂岩层面。

(16) 环带迹 *Scolicia* de Quatrefages, 1849(图版II -10) 三叶状带形迹, 具有横助纹, 中叶两

侧具窄深的沟, 两侧叶呈倾斜状, 移迹宽度近于 1 cm, 保存于粉砂质泥岩层面。

(17) 针管迹 *Skolithos* Holdemann, 1840(图版II -5) 直立管穴, 垂直于砂岩层面, 管穴成群分布, 相互平行, 直径 5mm, 横切面呈圆形到次圆形, 保存于砂岩层面。

(18) 鳞网迹 *Squamodictyon* Vyalow and Golev, 1960(图版II -2) 网孔不规则, 围绕网孔作中心, 形成花瓣状排列, 网孔直径约 1 cm, 网孔多近圆形, 有些为多角形。保存于砂岩底部呈凸状铸模。

(19) 亚洛伦茨迹 *Sublorenzina* KsiążkiEWicz, 1968(图版II -9) 星状形底迹, 围绕中心空白区呈不规则的圆形放射脊(肋)状突起, 脊的长度不等, 形态可变。

(20) 砂形迹 *Sabularia* N. Ich nogen. (图版II -7) 水平的、倾斜的或垂直的圆柱状潜穴, 潜穴可直或略有弯曲, 潜穴中的充填物一般比宿主岩石粗, 该遗迹属为沉积期后形成的。

(21) 亚线叶迹 *Subphyllochorda* Książki ewicz, 1970(图版II -8) 遗迹呈松散的圈状, 底迹最大特征是遗迹三分, 中间条带略显人字形花纹, 中部条纹特别粗, 两侧条带上也略显细纹, 该属与 *Taphrhelm intnopsis* 的最主要区别在于后者遗迹二分, 中间仅有一条沟。

(22) 沟蠕形迹 *Taphrhelminthoidea* N. Ichno-gen(图版II -6) 蛇曲状具中槽二叶形移迹, 呈规则的紧密靠近的蛇曲形, 均作 180° 的回转, 根据移迹为二叶形特征, 与 *Taphrhelminthopsis* 相似, 但后者形态可变异, 可直可曲。

(23) 瘤形迹 *Tuberculichnus* N. Ich nogen (图版I -13) 各种形状的分散的瘤状构造, 由瘤状构造排列成不规则的弧形。图版中见以凹形保存于粉砂质泥岩层面。

3 浊流沉积作用控制的遗迹化石形成及其分布特征

舒家坝组已发现的遗迹化石, 其宿主岩系是由浊积岩组成, 因此遗迹化石的形成与浊流沉积作用过程有着密不可分的内在联系。浊流属突发性的快速堆积, 持续的时间很短, 但是当浊流事件过后的浊流间歇期, 却可经历数百年乃至数千年以上平静缓慢的沉积作用阶段, 直至下一次浊流的到来。每次浊流突然事件的全过程都经历一次由高峰期——平息

期,平息期时间的长短取决于两次浊流事件频率的高低。浊积岩的 Bouma 层序可真实地记录每次浊流事件及其后的沉积作用过程及与其相应的古生态环境演替的历史。保存于浊积岩 Bouma 层序中生物活动的痕迹也随其古生态环境的改变,在发生着形态和行为习性等方面的变化。浊流沉积中的遗迹化石根据突发事件的前后,大致可划分出两种截然不同的遗迹组合类型。

3.1 浊流事件前形成的遗迹组合

该类遗迹大都是由食泥生物在浊流间歇期的深海环境下营造的。其造迹生物主要是一些持续而稳定的且多来自于深海的底栖生物^[6]。它们具两个最典型的特征: 1) 深海细粒沉积物中由于有机质贫乏,迫使造迹生物不得不最大限度地、经济合理地剥食和有计划地利用有限的营养物质,因而营造的遗迹普遍具规则紧密迂回和复杂的几何形态,所以遗迹化石复杂的几何图案和纹饰是深海沉积中遗迹化石的总体特征^[7]。舒家坝组中最常见的具规则弯曲格局、螺旋、蛇曲和网状形的遗迹化石如: *Cosmorhaphes*, *Helminthoida*, *Helicolithus*, *Palaeohelminthoida*, *Paleodictyon*, *spirophycus*, *spirorhaphes*, *Taphrhelminthoida*, *Taphrhelminthopsis*, *Subphyllochora*, *Urohelminthoida* 等,均属此类型,它们都是与深海浊流有关的 *Nereites* 遗迹相中的主要组成分子。据统计,舒家坝组中的遗迹群落形成于事件前的占遗迹总属的 70%,它们都是典型深水环境下的产物; 2) 浊流间歇期的深水环境,其水动力条件极弱,造迹生物不必再营造居住潜穴用以躲避恶劣的环境,加之悬浮于水体中的食物在长期平静的水体中,逐渐沉积于水体底层,因此生物活动觅食大都限于沉积物表层,即 Bouma 层序 Te 段的泥岩层面。其形成的遗迹,一种是无内部回填构造或无充填物的平滑细线形,如 *Cosmorhaphes*, *Helminthoida* 等; 另一种是具有脊状隆起和凹状沟槽的潜穴,当后者形成后,首先被周围的泥质物或生物的粪球粒充填,并经过成岩初期的石化作用,在下次浊流事件来临时,其潜穴顶部及其内的充填物则被掀掉和冲刷,复被浊流裹挟而来的砂充填,那么,潜穴内的这种粗粒充填物极易与周围泥质物区别开来,且多以凸形铸模保存于砂层底部。由此不难看出,事件前形成的遗迹群落都是产于泥岩和砂岩层的交界面上。舒家坝组内的这种遗迹均发现于 Bouma 层序 Ta-c 段砂岩底面,特别是以薄层浊积岩 Tc 段粉砂岩底面

的凸形铸模保存最好。

3.2 浊流事件后形成的遗迹组合

指浊流来临直至高峰期过后,被浊流沙掩埋,但却能坚持活下来重新又开始活动的造迹生物营造的遗迹。当来势凶猛的浊流到来之后,相伴而生的浊流粗粒沉积与其下部浊流间歇期的细粒沉积的古生态环境,必然会发先根本性的改变,造迹生物为了适应强烈的水流作用和恶劣的环境,不得不营造一些居住潜穴以适应经常变化着的环境条件。这些造迹生物,一种可能是来源于浅水,后来演化和侵入到深海的动物^[8]; 另外,一种可能是原来就生活于深海,但被浊流砂埋住后还能继续生活下来,并又重新适应新的环境,显示出“一物多迹”功能的那些生物。然而这些生物在浊积沙中往往生活的时间较短,且恶劣的生态环境迫使造迹生物优胜劣汰,故遗迹化石含量不可能很高。因此,事件后形成遗迹群落的丰度和分异度普遍都低,并且其形态多呈不规则状。事件后的造迹生物除生活于垂直的居住潜穴中,还可在水和沉积物界面以下不同深度内活动,如舒家坝组内常见的 *Granularia* 可形成在沉积表层以下 3.5~4 m, *Neonereites* 和 *Scolicia* 则为 6~8 cm。这些遗迹就保存于砂岩层内或切穿砂岩层面和底面。

基于上述可以看出,浊流事件前和事件后形成的遗迹可直观地根据其形态特征及其与浊积岩 Bouma 层序间的赋存关系将它们区别开来。浊积岩系中之所以出现反映生态环境截然不同的遗迹组合,即一种是 *Nereites* 遗迹相中的那些具规则图案和复杂纹饰的深水分子,另一种则是具垂直和不规则形态的浅水和穿相分子共生的现象,完全是受突发性浊流沉积作用的控制,这种深水型与浅水(穿相)型遗迹组合共生在一个沉积剖面中,恰是半深海——深海环境形成的浊积岩系遗迹群落分布的一种独特现象。因此,绝不能把深海浊积岩系中的浅水型遗迹化石单独作为浅水环境的标志。因为滨浅海环境中,只能有 *Skolithos* 和 *Cruziana* 遗迹相中浅水型和穿相型遗迹化石的出现,该环境完全没有形成深水遗迹群落的条件,因此,浅海环境不可能出现 *Skolithos*, *Cruziana* 和 *Nereites* 三种遗迹相共生的现象。由此可见,舒家坝组内大量深水遗迹化石和少量浅水和穿相遗迹化石共生,应视为半深海——深海浊积岩系的一种古遗迹学的重要标志。

杨式溥教授对遗迹化石鉴定所给予的热情帮助,谨表诚挚感谢。

参 考 文 献

- [1] 曹宣铎, 张瑞林, 张汉文等. 秦巴地区泥盆纪地层及重要含矿层位形成环境的研究. 中国地质科学院西安地质矿产研究所刊, 第 27 号, 西安: 陕西科学技术出版社, 1990, 1-4
- [2] 陈北岳, 辛建荣, 辛文荣. 西秦岭北带舒家坝群大陆坡—海底峡谷—海底扇沉积体系. 古大陆边缘沉积地质文集, 武汉: 中国地质大学出版社, 1992, 25-36
- [3] 晋慧娟, 李育慈. 西秦岭北带泥盆系舒家坝组深海陆源碎屑沉积序列的研究. 沉积学报, 1996, 14(1): 1-11
- [4] 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. 中国科学 (B) 辑, 1993, 23(12): 1322-1328

- [5] 吴汉宁, 常承法, 刘椿等. 依据古地磁资料探讨华北和华南块体运动及其对秦岭造山带构造演化的影响. 地质科学, 1990, (3): 201-214
- [6] Crimes T P. Colonisation of the early ocean floor. Nature, 1974, 248: 328-330.
- [7] Seilacher A. Biogenic and sedimentary structures. in Imbric, J., and N. D. Newell, eds., Approaches to Paleocology. Wiley, New York, 1964a, 296-316.
- [8] Frey, R W., and A. Seilacher. Uniformity in marine invertebrate ichnology. Lethaia, 1980, V. 13, 183-207.

Distribution Characteristics of Trace Fossil Group in Turbidite Measure (Devonian) in the Northern Belt of West Qinling Mountains

Jin Huijuan and Li Yuci

(Lanzhou Institute of Geology, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou, 730000)

ABSTRACT

43 trace fossil ichnogenera have been found in Devonian Shujiaba Formation distributed in the northern belt of West Qinling Mountains, and they are *Acanthorhapha*, *Arthropacus*, *Belorhapha*, *Bostri-cophyton*, *Buthotrephis*, *Cochilichnus*, *Chondrites*, *Cosmorhapha*, *Dictyodora*, *Fucusopsis*, *Glockeria*, *Gordia*, *Granularia*, *Helicolithus*, *Helminthoidea*, *Helminthopsis*, *Lennea*, *Lophoctenium*, *Megagraption*, *Neonereites*, *Nereites*, *Palaeohelminthoidea*, *Paleodictyon*, *Planolites*, *Protopaleodictyon*, *Protovirgularia*, *Rhabdoglyphus*, *Rhobdoichnus*, *Rusophycus* (?), *Saerichnites*, *Sagittichnus*, *Scolicia*, *Skolithos*, *Spirophycus*, *Spirorhapha*, *Squamodictyon*, *Sublorenzina*, *Subularia*, *Subphyllochora*, *Taphrhelminthoidea*, *Taphrhelminthopsis*, *Tuberculichnus*, *Urohelminthoidea*.

All the host rocks of trace fossils mentioned above are turbidite deposits, so it is easy to see that there exists a close link between the formation of trace fossil and turbidity process. According to the time of pre- and post-turbidity current event, two sharply different fossil assemblages can be recognized, and they are:

1) Trace fossil assemblage formed before turbidity event

They are produced in a low-energy abyssal environment in the interval of turbidity process, with two typical features: ① animals live and seek for food horizontally in the surface deposits, and trace fossils are mainly preserved in the Te mudstone surface of the Bouma sequence; ② Generally, they appear in curve, snake and network shapes, of which over 70% ichnogenera are formed before the turbidity event. And they are the typical members of "Nereites" facies with high degree of differentiation and abundance features.

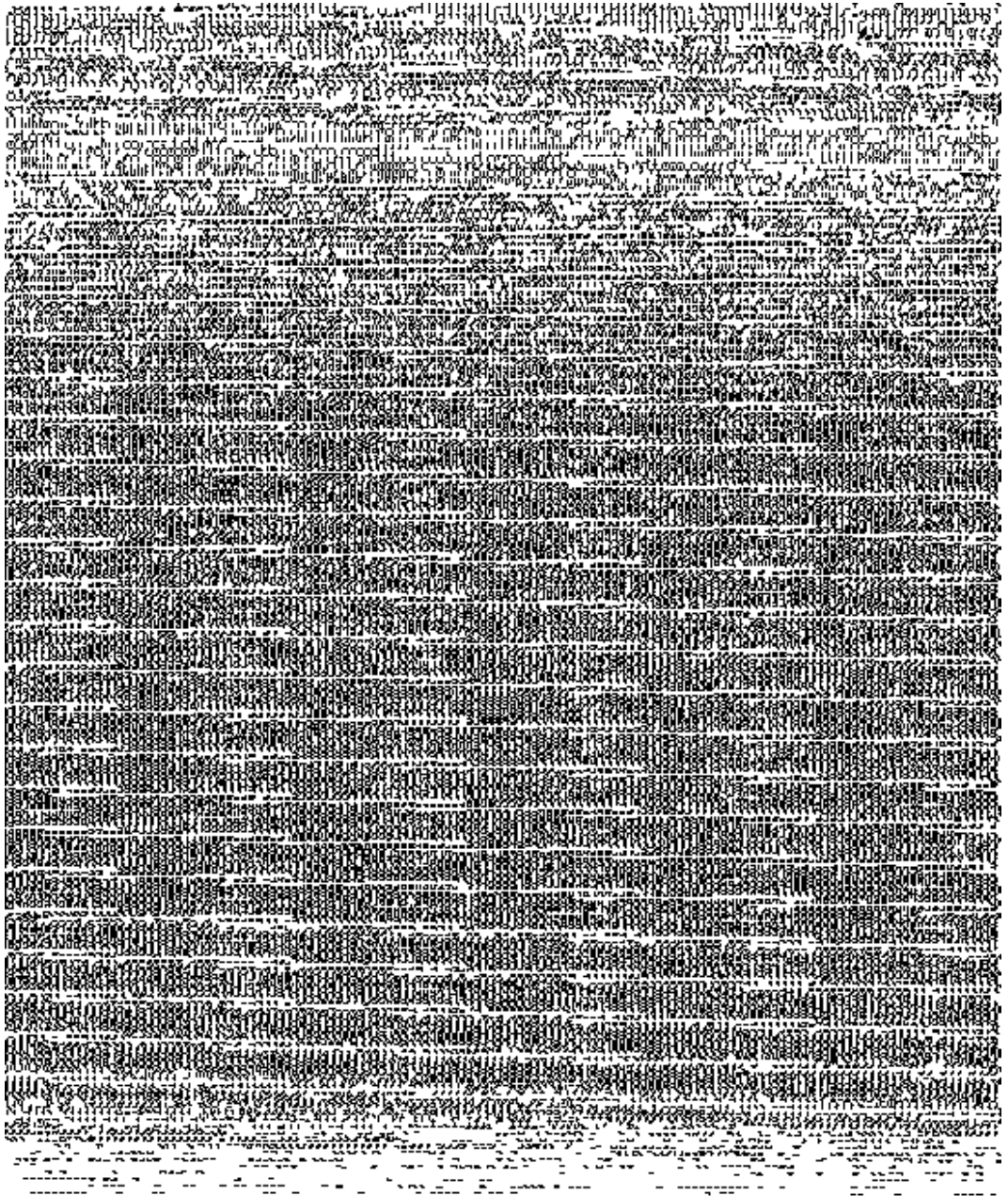
2) Trace fossil assemblage formed after turbidity event

They are of low abundance and degree of differentiation, and are characterized by the irregular "shallow water" and "spanning facies" type members, generally preserved in the sandstone parts of the Bouma sequence or piercing sandstone. They are not in the leading role among the fossils discovered.

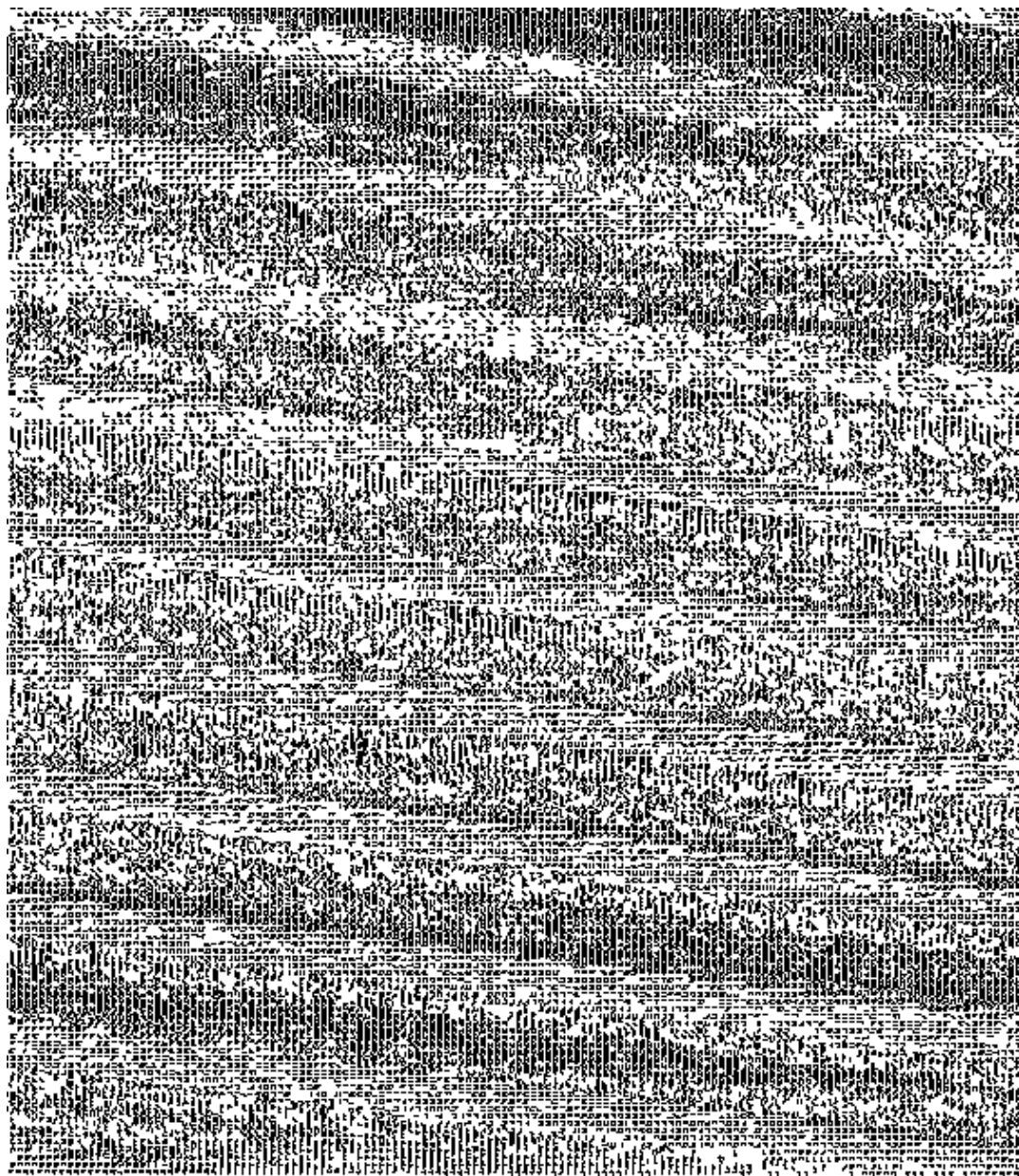
Although the abundance and degree of differentiation of trace fossils formed before the turbidity event are greatly higher than that formed after the event, they are of equivalently important role in the

turbidite measure for their appearance reflects the replacement of "fast-slow-fast" sedimentation rate, i. e., the whole process of the formation is a complete turbidite depositional sequence. Thus, we can link the two sharply-different trace fossil assemblages in accordance with their origin, and use them as a paleoichnological indicator of bethyal-abysal turbidite measure.

Key Words characteristics of distribution trace fossil group devonian northern belt of west Qinling mountains



图版I 说明 1. 棘线迹 *Acanthorhaphes*, 甘肃礼县固城南。2. 节茎迹 *Arthropycus*, 甘肃礼县固城南。3. 波瑟特迹 *Buthotrephis*, 甘肃天水舒家坝南, 白线段长 1 cm。4. 均分潜迹 *Chondrites*, 甘肃礼县固城南。5. 网锥迹 *Dictyodora*, 甘肃礼县固城南。6. 瘤粒迹 *Granularia*, 甘肃礼县崖城北, 白线段长 1 cm。7. 古蠕虫迹 *Palaeohelminthoida*, 甘肃礼县崖城北。8. 平侧管迹 *Lemna*, 甘肃礼县固城南。9. 棒枝迹 *Rhabdoglyphus*, 甘肃礼县固城南。10. 棒形迹 *Rhabdoichnus*, 甘肃礼县崖城北。11. 原枝条迹 *Protovirgularia*, 甘肃礼县固城南。12. 平管迹 *Planolites*, 甘肃礼县固城南。13. 瘤形迹 *Tuberculichnus*, 甘肃礼县固城南。



图版II 说明 1. 皱饰迹 *Rusophycus*, (?) 甘肃礼县崖城北, 白线段长 1 cm 2. 鳞网迹 *Squamodictyon*, 甘肃天水舒家坝南。3. 箭头迹 *Sagittichnus*, 甘肃礼县固城南。4. 里萨迹 *Saeridmites*, 甘肃礼县固城南。5. 针管迹 *Skolithos*, 甘肃礼县固城南, 白线段长 0.5 cm 6. 沟蠕形迹 *Taphrhelminthoida*, 甘肃礼县固城南。7. 砂形迹 *Sabularia*, 甘肃礼县固城南。8. 亚线叶迹 *Subphyllochora*, 甘肃礼县崖城北。9. 亚洛伦茨迹 *Sublorenzina* 甘肃礼县固城南。10. 环带迹 *Scolicia*, 甘肃礼县固城南。