

河南省(华北型)早寒武世沉积环境演化 及其痕迹化石组合^①

阎国顺 张恩惠 王德有

(河南省地质研究所)

[内容提要] 到目前为止本省早寒武世尚未发现有梅树村期和筇竹寺期沉积,仅有沧浪铺期和龙王庙期沉积存在。在济源—博爱—武陟一线以南地区有沧浪铺阶辛集组、朱砂洞组和龙王庙阶馒头组。该线以北只有龙王庙阶辛集组和馒头组。辛集组是个受特定环境控制的穿时地层单元。

早寒武世沧浪铺早—中期(辛集组)沉积环境是潮下浅水陆棚和滨岸潮下带、滨岸潮坪潮间带。沧浪铺中—晚期(朱砂洞组)沉积环境是滨岸碳酸盐潮坪缓坡—潮间—潮上蒸发坪和潮间蒸发岩洼地以及潮下碳酸盐浅水缓坡。龙王庙期(馒头组)沉积环境是滨岸碳酸盐岩潮坪缓坡和潮下碳酸盐岩浅水缓坡。

早寒武世痕迹化石主要产于三个层位,可分为 H-T 组合和 L-B 组合。前者为潮下浅水陆棚风暴环境痕迹组合,后者为潮间—潮上低能泥坪环境痕迹组合。

早寒武世痕迹化石共 11 属(1 新属)、16 种(1 新种、1 相似种、10 未定种)。

关键词 早寒武世 环境演化 痕迹化石组合

1 前言

河南省华北型早寒武世沉积为地台型,露头区主要分布在豫西、豫北地区,豫东南与安徽接壤的四十里长山地区亦有零星出露。区内早寒武世地层学在解放前曾由李希霍芬(1916)、孙健初(1933)、曹世禄(1935)等人进行过零星工作。新中国成立后,冯景兰、张伯声、张尔道、王曰伦、杨志坚等人先后做了不少工作,但都未进行系统研究。60 年代以后,河南省区调队、河南省地研所以及刘印环、裴放和作者等先后进行了大量的区调和系统地研究工作,建立了早寒武世地层层序,进行了岩石地层和生物地层划分。目前虽然在地层划分上存在不同意见(主要是将辛集组和朱砂洞组合并统称“辛集组”,还是分开分别建组的问题),但对早寒武世岩石地层层序、沉积特征、沉积序列、沉积环境、生物特征等认识已基本一致。近年来在研究河南省早寒武世岩相古地理及铅锌矿找矿远景时,作者采集了大量痕迹化石,并对痕迹化石、痕迹相、沉积环境作了系统研究,本文就是该区(图 1)研究工作的总结。

① 本文 1992 年 6 月 1 日收稿。

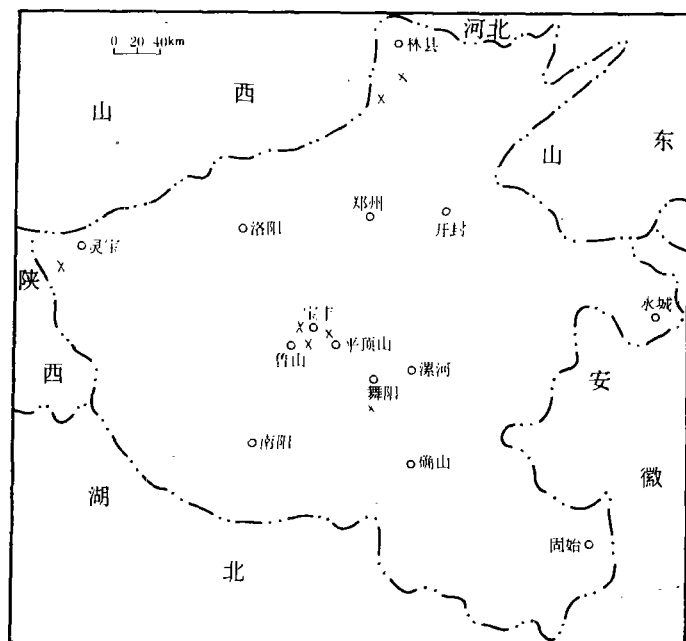


图 1 研究区地理位置及痕迹化石产地分布图

Fig. 1 Sketch map showing the location of the study area and the distribution of trace fossils

2 早寒武世沉积环境

研究区早寒武世沉积缺失梅树村期、筇竹寺期及沧浪铺期下部,仅有沧浪铺期中上部及龙王庙期分布。它们与下伏震旦系罗圈组(或东坡组)呈平行不整合接触或超覆在前寒武系不同层位之上,与上覆中寒武统毛庄阶为连续沉积。

表 1 河南省早寒武世各岩石地层单位时代

Table 1 Stratigraphic time of Early Cambrian lithostratigraphic units in Henan Province

地层时代	豫西及四十里长山地区		豫北太行山地区	
早寒武统 (ϵ_1)	龙王庙阶(ϵ_1)	馒头组	龙王庙阶	馒头组 辛集组
	沧浪铺阶(ϵ_1)	朱砂洞组(中—晚期) 辛集组(早—中期)		

早寒武世沧浪铺期海侵是由南向北侵入到济源—博爱—武陟一线,该线以南的沧浪铺期广泛发育。到龙王庙期,海侵范围扩大,全省均被海水侵没,因而龙王庙期在全省均有发育。在济源—博爱—武陟一线以南的豫西地区及四十里长山地区和该线以北的太行山地区,其地层层序有明显不同(见表 1)。辛集组陆源碎屑沉积是特定环境下的产物,是一个由南向北逐渐抬高的穿时地层单元。各组间均为连续沉积。

2.1 沧浪铺期沉积环境

2.1.1 沧浪铺早—中期(辛集组)沉积环境

浅水陆棚主要分布在叶县杨寺庄及确山胡庙以南区。沉积特征以细粒为主,属砂岩—泥岩相区。岩石类型为粉砂岩、泥质粉砂岩、泥钙质粉砂岩、碳质泥岩夹少量泥晶生物碎屑灰岩。多为中—厚层状,发育水平层理。生物化石较少,主要为小壳动物化石和少量三叶虫化石。表明海水相对较深,水动力条件相对较弱,水流不畅,环境相对闭塞。

滨岸潮坪潮下带位于鲁山、临汝、灵宝朱阳一带,紧靠浅水陆棚内侧。以发育风暴沉积为特征。本区含磷沉积均为风景沉积。此外尚有潮下浅滩和远岸砂坝,以成分成熟度和结构成熟度高为特征。痕迹化石主要分布在风景沉积序列的顶部。

滨岸潮坪潮间带位于三门峡、渑池、宜阳、临汝以北地区。主要为砂坪、砂泥坪和灰泥坪。沉积物主要为中—细粒钙质石英砂岩,成分成熟度和结构成熟度均较高。常发育脉状层理、砂泥互层层理和透镜状层理,在砂岩层面上常见波痕且多为干涉波痕。在灰泥坪发育区,泥晶灰岩常见鸟眼构造。生物不发育。在垂向上陆棚沉积位于下部,向上为潮下风暴沉积和潮下浅滩、远岸砂坝,潮间坪位于上部,潮上坪不甚明显。构成向上变浅的沉积序列。

2.1.2 沧浪铺中—晚期(朱砂洞组)沉积环境

浅水潮下缓坡分布于灵宝—确山一带,以藻灰岩—泥晶灰岩相为主,局部为低能泥晶灰岩相。岩石多以灰色、灰黑色中薄—中厚层状泥晶灰岩为主,生物主要为藻类,形成波状叠层石、柱状叠层石、藻凝块和藻色壳等。富泥质条纹的泥晶灰岩经后期不均一白云岩化可形成云斑灰岩。

滨岸潮上一潮间蒸发坪位于潮下缓坡内侧直至滨岸带,除近岸发育陆源碎屑外,主要岩相类型为藻灰岩—泥晶灰岩相,局部有低能泥晶灰岩相。在临汝蟒川,于膏溶灰岩之上,云斑灰岩之下的泥质泥晶灰岩中保存有 *Planolites* sp., 该环境中还常发育有含石膏碳酸盐岩,其含量在10%以下,并见有石盐假晶,水平纹层和波状水平纹层十分发育,常见鸟眼构造。层理类型有透镜状层理、砂泥互层层理、波状层理和小型砂纹交错层理。层面上还可见到波痕和干裂。生物稀少,主要为藻类,有少量痕迹化石。

滨岸潮间洼地蒸发岩位于潮间带低洼地区。岩相类型有泥晶灰岩—膏灰岩相和膏灰岩—藻灰岩相,常发育水平层理、水平波状层理、砂泥互层层理。常见鸟眼构造和波痕,含膏灰岩,膏质溶落后常见“鸡栏状”构造,显示出潮间带特征。但石膏和硬石膏等盐类沉积又常为层状、似层状、透镜状,具纹层构造,与含石膏和膏质微晶白云岩,白云质灰岩呈薄互层交替重复出现,可见微粒序及微冲刷面。它们和萨布哈的结核状石膏、肠状石膏明显不同,具有咸化泻湖的特征。生物除藻类外,十分贫乏。

2.2 龙王庙阶(馒头组)沉积环境

龙王庙阶的辛集组仅分布在豫北太行山地区,是海侵初期滨岸陆源碎屑沉积,厚度一般小于2m。龙王庙阶馒头组全区广泛发育,其沉积环境如下:

浅水潮下缓坡分布在民权—尉氏—许昌—舞阳一线以东及东南地区。因海水受水下隆起的阻隔,水循环受到限制,水动力条件较弱。岩相类型为灰岩—泥岩相,可见灰褐色、棕褐色和棕红色泥岩、粉砂质泥岩、白云质泥岩、含泥质泥晶灰岩、微晶白云岩及少量藻灰岩,水平层理和水平波状层理发育。生物除藻类外,尚有三叶虫、腕足类、腹足类和软舌螺等,在泥岩中常可有保存完整的三叶虫化石。

滨岸潮坪缓坡(包括潮间坪和潮上坪)分布在民权—尉氏—许昌—舞阳一线以西,包括豫西、豫北的广大地区。该区海水较浅、水循环受到限制,水动力条件以潮汐作用为主,岩相

类型以泥晶灰岩相为主。颗粒含量低,滩不发育。沉积构造有砂泥互层层理、透镜状层理、脉状层理、波状层理和小型砂纹交错层理,有时可见羽状层理。层面构造常见有波痕、流雨痕、泡沫痕及干裂。鸟眼构造广泛发育。在滨岸潮坪缓坡的局部较低洼地区,发育有含石膏假晶微晶白云质灰岩和白云质泥晶灰岩。在紫红色泥晶灰岩层面上可见到立方体石盐假晶,在鲁山、范县地区还有范围不大、厚度较薄的石膏和硬石膏。在馒头组中部紫红色含粉砂泥晶灰岩的层面上发育有小型进食潜穴等痕迹化石,此外还可见少量的三叶虫(图 2,3)。

岩层柱状	岩性	沉积特征	痕迹化石	沉积环境	潮湿→干旱
馒头组	灰色、灰黄色、灰质泥质白云岩、白云质灰岩			潮间沉积	
朱砂洞组	云斑灰岩 含砂泥质泥晶灰岩	 		潮下近岸 — 潮间 潮上泻湖蒸发坪	
辛集组	含磷海绿石英粉砂岩		<i>Helminthopsis</i> sp. <i>Gordia</i> sp. <i>Lumbricaria</i> sp. B. <i>Phycodes</i> sp. <i>Planolites punctatus</i> <i>Planolites</i> sp. A. <i>Planolites</i> sp. C. <i>Torowangea</i> cf. <i>rosei</i> Gen. et sp. indet. — <i>Planolites</i> sp. A. — <i>Didymaulichnus</i> sp. <i>Pelecypodichnus</i> ? sp. <i>Oniscodichnus</i> sp.	潮间 — 潮下滩后 潮下 — 浅水陆棚	
前寒武系	含磷含砾凝灰质石英细砂岩				

图 2 济源—博爱—武陟以南地区早寒武世沉积环境演化

Fig. 2 Evolution of Early Cambrian sedimentary environments
in the region south of the Jiyuan—Bo'ai—Wuzhi zone

3 痕迹化石、痕迹相及环境

3.1 早寒武世痕迹化石

研究区早寒武世痕迹化石分布在鲁山、宝丰、临汝寄料、蟒川、大峪、灵宝朱阳、林县泽下、辉县七里沟等地,在剖面上主要产于三个层位:

(1) 沧浪铺早—中期辛集组含磷风暴沉积中的灰紫色薄层钙质石英粉—细砂岩层面上。主要痕迹化石有:进食潜穴类二分沟迹 *Didymaulichnus* sp., 节藻迹 *Phycodes* sp., 漫游迹 *Planolites* sp., *P. sp. C.*, *P. punctatus*, 拖迹类窄拟蠕形迹 *Helminthopsis* sp., 线形迹 *Gordia* sp., 玫瑰色拖洛万迹(相似种) *Torowangea* cf. *rosei*, 属种未定 Gen. et sp. indet., 停息迹类斧形迹 *Pelecypodichnus* ? sp., 粪粒核形迹类蚓形迹 *Lumbricaria* sp. B. 上述痕迹化石可简称为 H-T 组合。

(2) 沧浪铺中—晚期朱砂洞组中部潮间—潮下低能环境泥晶灰岩层面上, 仅发现有漫游迹类潮虫迹 *Oniscoidichnus* sp., 可能为节肢动物的爬行迹, 因发现的痕迹化石不多, 暂不定其组合名称。

(3) 龙王庙期馒头组中部潮间—潮上低能环境的暗紫色、紫红色含泥粉砂质泥晶灰岩层面上, 主要有小型进食潜穴类微小短线迹 *Brevilineatichnus minutus* (gen. et sp. nov.), 八角漫游迹 *Planolites octichnus*, 粪粒核形迹类蚓形迹 *Lumbricaria* sp. A。这一痕迹化石组合简称为 B-L 组合。

3.2 痕迹相及其形成环境

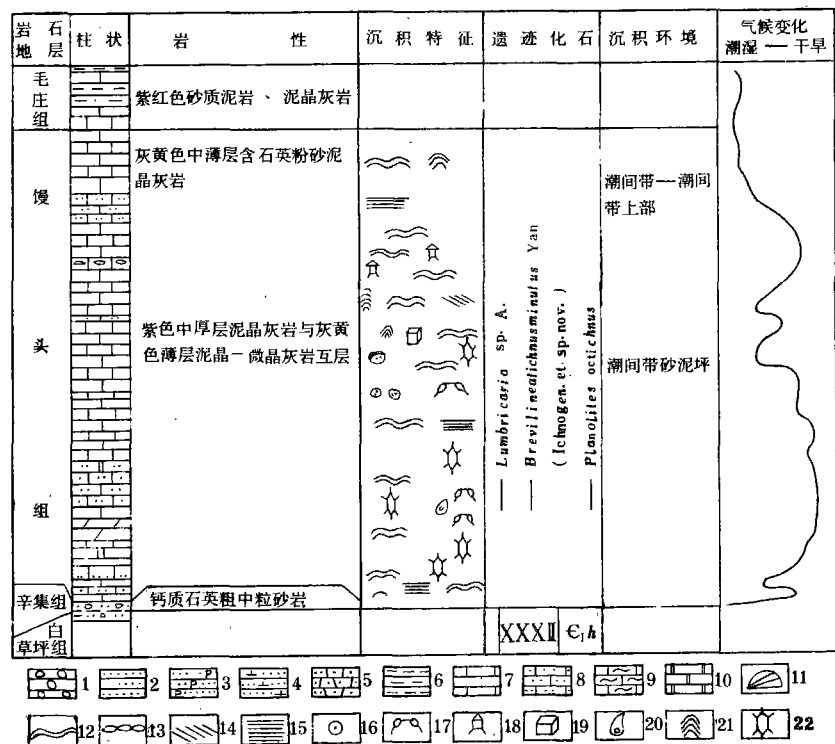


图3 太行山地层分区早寒武世沉积环境演化

1. 砾岩; 2. 砂岩; 3. 含磷砂岩; 4. 钙质砂岩; 5. 凝灰质砂岩; 6. 泥岩; 7. 灰岩; 8. 砂屑灰岩;
9. 云斑灰岩; 10. 白云岩; 11. 丘状层理; 12. 波状层理; 13. 透镜状层理; 14. 斜层理; 15. 水平层理; 16. 鲕粒;
17. 鸟眼构造; 18. 石膏假晶; 19. 石盐假晶; 20. 雨痕; 21. 藻叠层; 22. 干裂

Fig. 3 Evolution of Early Cambrian sedimentary environments in the Taihangshan stratigraphic subprovince
1=conglomerate; 2=sandstone; 3=phosphatic sandstone; 4=calcareous sandstone; 5=tuffaceous sandstone; 6=mudstone; 7=limestone; 8=calcarenite; 9=dolomitic limestone; 10=dolostone; 11=hummocky cross bedding; 12=wavy bedding; 13=lenticular bedding; 14=diagonal bedding; 15=horizontal bedding; 16=oolite; 17=birds-eye structure; 18=gypsum pseudomorph; 19=halite pseudomorph; 20=raindrop imprints; 21=algal stromatolith; 22=mud crack

对痕迹化石的研究表明,无论现代和古代,不同门类的生物在相同的生活环境中具有相似的习性和行为,产生大致相似的痕迹类型。而同一门类的生物在不同的生活环境中则产生不同的痕迹类型。众所周知,痕迹化石分布主要受海洋底质的性质和水动力条件的制约。一般说来,在相似或相同的海洋底质和水动力条件下可以形成相似或相同的痕迹化石。然而,近年来,在实际工作中不断发现例外的情况,如代表浪击面以下浅海外缘及半深海大陆斜坡环境的动藻迹 *Zoophy cos*, 却大量存在于河南省石炭系的太原组灰岩中,太原组灰岩形成于陆表海的浅水陆棚或开阔海湾条件下是多数地质工作者承认的事实。因此,在研究痕迹化石在组合形成环境时必须将痕迹化石组合的本身特征与沉积特征、原始沉积构造标志综合考虑方可正确区分不同的环境。

3.2.1 H-T 痕迹化石组合特征及形成环境

该痕迹化石组合大部分分子产在辛集组含磷风暴沉积层序的 D、E 段,为风暴停息期的沉积。痕迹化石主要有进食潜穴、拖迹、停息迹、粪粒核迹等类型。分异度较高,个体丰度中等,造迹生物觅食富含有机质高的细粒沉积物,从而改造了低能沉积物所造成的觅食构造为主的类型,代表了浅水低能和较深水低能环境,属于 *Cruziana* 痕迹相。在具生物扰动的丘状层理的岩层内产有极为丰富的 *Planolites*, 丰度较高,分异度很低,往往是一个种布满层面。生物扰动破坏了丘状层纹,有时可见 *Planolites* 残留的斑痕,代表着风暴浪刮蚀水底而留下的痕迹残痕。所以 H-T 痕迹化石组合是风暴条件下形成的化石组合。

3.2.2 B-L 痕迹化石组合特征及其形成环境

这一痕迹化石组合产在龙王庙阶馒头组中部暗紫色、紫红色含泥粉砂质泥晶灰岩层面上,主要有进食潜穴类微小短线迹、漫游迹和粪粒核迹构成。其中微小短线迹多平行于层面或微斜交于层面分布,丰度高,分异度低,是短期稳定环境的产物。该种沿层面到处可见,但在其上下层位中却不见其踪迹,无论是在豫北地区或在平顶山地区都是如此。该造迹生物很可能是个先机种(*Opportunistic species*)。粪粒核迹的存在也证明其绝非高能环境下的产物,所以 B-L 组合代表着本区潮间一潮上带的低能环境。

4 痕迹化石描述

4.1 短线迹属(新属) *Brevilineatichnus* Yan (ichnogen. nov.)

模式种 *Brevilineatichnus minutus* Yan (ichnogen. et sp. nov.)

特征:一种细小的进食潜穴,一端比另一端略细,不分叉,表面微显分节。多平行层面,或微斜交层面,个体大小近等。

比较:新痕迹属可与 *Planolites* Nocholson 进行比较,但新痕迹属略显分节,一端较粗,另一端较细;而后者表面光滑,不分节,且粗细近等。

产地层位 河南省,下寒武统。

微小短线迹(新痕迹属、种) *Brevilineatichnus minutus* Yan (ichnogen. et sp. nov.) (图版 2, 图 8a、8b)

化石保存于紫色薄层粉砂屑灰岩层面上。潜穴多平行于层面或微斜交于层面。呈直线型或微弯曲的弧形。直径宽约 0.5—1mm,长度小于 1cm,表面具不明显的模沟,使其成分节状,它们的排列无定向性。

讨论 林县、平顶山地区相同层位的岩层表面布满该种痕迹,而该岩层面的上、下层位

皆不见其踪迹。这种造迹生物有可能是环节动物的先机种。

产地层位 林县泽下乡冯家峪;下寒武统馒头组中部。

4.2 分沟迹属 *Ditrymaulichnus* Young 1972

二分沟迹(未定种) *Ditrymaulichnus* sp. (图版 2, 图 9)

痕迹化石保存于灰色薄层磷质石英砂岩的层面上,呈下浮脊痕,平行于层面分布。简单、光滑的蛇曲形拖迹。中部具浅而明显的中沟将痕迹分为近等的两部分,两侧略向下倾斜。宽 0.3cm 左右。

讨论 痕迹与属型种相比则较窄,弯曲度较大。

产地层位 鲁山辛集,沧浪铺阶辛集组下部。

4.3 线形迹属 *Gordia* Emmons, 1844

线形迹(未定种) *Gordia* sp. (图版 3, 图 6)

痕迹化石保存在褐色薄层状中细粒砂岩层面上,呈下浮脊痕。简单、光滑呈弓形弯曲,宽 2.5mm,中部具浅而窄的中沟。

讨论 该属被多数学者认为是蠕虫类的拖迹。当前标本与 M. R. Walte 等(1989)所记载的 *G. sp.* (231 页,图 8B)的特征十分相似。

产地层位 宝丰观音乡北水峪,沧浪铺辛集组下部。

4.4 拟蠕形迹属 *Helminthopsis* Heer, 1877

窄拟蠕形迹(相似种) *Helminthopsis* cf. *tenuis* Ksiazkiewicz, 1968(图版 2, 图 5; 图版 3, 图 2、4)

1977 *Helminthopsis tenuis* Ksiazkiewicz, Roniewicz, Pand Pienkowski, G. pl. 2a, 2b.

痕迹化石保存于紫色砂岩层面上,属蠕虫拖迹,平行于岩层层面,呈近圆柱形,作弧形弯曲,宽 2—3mm。表面光滑,两侧边具极窄地边缘脊。

产地层位 宝丰观音乡北水峪,沧浪铺辛集组下部。

4.5 蚓形迹属 *Lumbricaria* Munster, 1831

蚓形迹未定种 A *Lumbricaria* sp. A (图版 2, 图 6)

痕迹化石保存于紫色薄层细砂屑灰岩层面上。痕迹呈长卵形颗粒状,长 1.8—2.5mm,宽 0.8mm,高小于 1mm。长轴方向多变。成堆状分布或呈似链状分布,弯曲形,宽 1mm 左右。

讨论 这一粒状粪粒痕迹,很可能由具体腔能转动方向的动物介形类所造成。

产地层位 林县泽下乡冯家峪,馒头组中部。

蚓形迹未定种 B *Lumbricaria* sp. B (图版 3, 图 7)

痕迹化石保存于紫红色薄层砂岩层面上。痕迹呈大小不等的肾形。小者长 3mm,宽 1.5mm;大者长 8mm,宽 3mm。两端略窄而圆,凸出于岩层面上,表面粗糙,排列不规则,零星散布于岩层面上。

比较 该未定种与 *L. sp. A* 的最大区别是个体大而不具连状。

产地层位 宝丰观音堂乡北水峪,沧浪铺阶辛集组下部。

4.6 潮虫迹属 *Oniscoidichnus* Brady, 1949

潮虫迹(未定种) *Oniscoidichnus* sp. (图版 1, 图 7)

痕迹化石保存于灰岩层面上,呈下浮脊痕。似鱼骨状,两排斜沟被直而光滑的中沟分开,

斜沟与中交角为 40° 。斜沟分深浅两组交互出现,每 10mm 内有斜沟各四条。整个痕迹宽 1cm。

讨论与比较 当前标本与模式种相比,前者弯曲,后者因保存不全,看不出有弯曲迹象,但其余特征酷似。与 *O. hubeiensis* Yang (杨式溥, 1984) 相比,前者较后者窄,前者斜沟分深浅两组,后者只一组。考虑到当前标本保存欠佳,暂以未定种置于本属内。多数研究者认为该属是节肢动物的爬迹。

产地层位 宝丰观音堂乡北水峪,朱砂沟组中部。

节藻迹属 *Phycodes* Richter, 1850

节藻迹(未定种) *Phycodes* sp. (图版 2, 图 1)

痕迹化石不规则地分布于紫色砂岩层面上。痕迹呈帚状凸出,帚端被浅中沟分为两部分,每一部分均具低弱的条状脊。帚柄较长,具不明显的条状脊,柄宽 6—7mm,常作两分叉。痕迹可彼此互相穿越,形成交叉。

讨论 多数痕迹学家认为节藻迹是蠕虫动物的进食潜穴。

产地层位 宝丰观音堂乡北水峪,沧浪铺阶辛集组底部。

4.7 斧足动物迹属 *Pelecypolichnus* Seilacher, 1953

斧足动物迹属? (未定种) *Pelecypolichnus*? sp. (图版 3, 图 8)

痕迹化石保存于深灰色中粒石英砂岩层面上。椭圆形或近平圆形凸起,简单,表面光滑,大小不等,大者长 7mm,宽 4mm;小者长 4mm,宽 3mm。杂乱分布。

讨论 有些研究者认为属斧足动物的痕迹,系 *Lockia* 痕迹属的同义名;也有人认为后者个体小,不一定是斧足类的停息迹。停息迹一般应是上浮沟痕,而当前标本属上浮沟痕的印模。

产地层位 鲁山辛集,沧浪铺阶辛集组下部。

4.8 漫游迹属 *Planolites* Nicholson, 1873

疹状漫游迹 *Planolites punctatus* Roniewicz et pienkowski (图版 2, 图 2, 7)

1977 *Planolites punctatus* Roniewicz et Pienkowski, p. 277, plate 1a.

痕迹化石保存于深灰色薄层砂岩的层面上。痕迹多呈疹状或短脊状,直径约 2—5mm。杂乱地分布于岩层面上,周围被浅的凹沟所围绕。与其共生的尚有其它长棒状漫游迹。

比较 当前标本与正型标本相比,只是前者比后者直径略小,其余特征完全一致。

产地与层位 鲁山辛集,沧浪铺阶辛集组下部。

八角形漫游迹 *Planolites octichnus* Chamberlain, 1971 (图版 3, 图 1)

1971 *Planolites octichnus* Chamberlain, P. 34—50.

痕迹化石保存于紫红色钙质砂岩层面上,呈弯曲的棒状潜穴,多不分叉,表面光滑,杂乱分布,部分潜穴可横过其它潜穴,直径一般为 1—2mm 多平行岩层层面分布,少数微斜交岩层层面。

讨论 该类痕迹属蠕虫类觅食和居住潜穴。

产地层位 辉县七里沟,馒头组。

漫游迹(未定种) A *Planolites* sp. A (图版 1, 图 2)

痕迹化石保存于灰黄色中薄层细砂岩层面上,呈圆柱或或亚圆柱形,表面光滑,不弯曲,不分叉,直径 3mm,一般长 15—20mm。多平行于岩层层面或微斜交于岩层层面,部分潜穴

可以互相横越。

产地层位 宝丰观音堂乡椿树庄,沧浪铺阶辛集组上部。

漫游迹(未定种)B *Planolites* sp. B(图版 1,图 3)

痕迹化石保存于紫色薄层钙质石英粉砂岩下层面,呈下浮脊痕。潜穴不规则的密布于岩层表面;呈棒状,近直或微弯曲,表面光滑,多数互相斜交横越。潜穴主体平行岩层层面,端部斜交岩层层面,直径 3—4mm。

比较 该痕迹种以其较弯曲而密集的特征区别于 A 未定种。

产地层位 宝丰观音堂北水峪,沧浪铺阶辛集组中部。

漫游迹(未定种)C *Planolites* sp. C(图版 1,图 1)

痕迹化石保存于灰紫色薄层钙质石英砂岩层面上,潜穴直径多在 7—10mm 之间,呈蠕虫状,宽窄有变化,表面粗糙,潜穴密集并排或互相穿越。整个岩层层面几乎全部被潜穴占据。

讨论 该未定种最大特征是潜穴直径大,表面粗糙而排列密集。

产地层位 宝丰观音堂乡北水峪,沧浪铺阶辛集组底部。

4.9 拖洛万迹属 *Torrowangea* Webby, 1970

玫瑰色拖洛万迹 *Torrowangea* cf. *rosei* Webby(图版 1,图 5,6)

1970 *Torrowangea rosei* webby, p. 100—101, figs 18A-B

痕迹化石保存于紫红色薄层砂岩的岩层面上。呈蛇曲或任意弯曲的拖迹。宽 2mm,可以互相联结形成网状。由于收缩,形成许多距离不等的环节,环节间沟有深有浅。

讨论与比较 当前标本与模式种相比,除环节稍长外,其余特征均相似。与 *T. shamaensis* Yang(1984)相比,在痕迹宽窄,环节大小方面两者相似,但最明显的区别是当前标本环节间均连续,没有间断存在。作者认为与模式种的差异是种内变异,与后者的差异是本质差异。

产地层位 宝丰观音堂乡北水峪,沧浪铺阶辛集组底部。

蠕虫迹 ? (图版 2,图 3,4)

痕变化石保存于灰绿色薄层砂岩层面上,呈长条形凹沟,长(图 3)4.7cm,(图 4)3cm;宽(图 3)4mm,(图 4)6mm。两端较尖,中部近等宽,具微弱的环节和环节沟。

讨论 当前标本与邢裕盛、刘桂芝(1978)研究的蠕虫印痕? *Saarina* 极为相似。作者认为当前标本为停息迹。是否为 *Saarina* 有待进一步研究。

产地层位 舞阳柏庄,沧浪铺阶辛集组底部。

属种未定 *Gen it* sp. indet. (图版 1,图 4;图版 3,图 5)

痕迹化石保存于灰色薄层钙质磷质石英砂岩的层面上,大致平行层面或微斜交于层面。简单光滑而微弯曲的拖迹。具浅而明显的中沟,将痕迹分为近等的两部分,痕迹而互相横越、叠覆。宽 0.8—1cm。

痕迹与软舌螺共生。

产地层位 宝丰观音堂椿树庄,沧浪铺阶辛集组中部。

本文系作者在从事河南省(华北型)早武世岩相古地理及层控铅锌矿控矿环境研究的成果之一。同作者一起参加野外工作的还有席运宏、王家德同志。在化石鉴定程中,焦作矿业学院胡斌同志给予了大力帮助并提供宝贵资料,化石鉴定结果由该院吴贤涛教授审定。在成

文过程中吴教授给予热情指导,对上述付出辛勤劳动的同志,在此表示诚挚的谢意。

主 要 参 考 文 献

- 许效松、牟传龙,1987,丘状交错层理类型及环境意义,地质科技通报,第 11 期。
- 许效松、牟传龙,1990,河南省鲁山辛集下寒武统辛集组丘状层理类型及环境意义。河南地质,第 8 卷,第 3 期。
- 陈其英、陈志明,1992,豫西早寒武世进积含磷岩系。磷酸盐矿床及其研究,化工部地质研究所,科学出版社。
- 杨遵仪、殷继成、何廷贵,1982,四川峨眉甘洛等地寒武纪早期遗迹化石。地质论评,第 28 卷,第 4 期。
- 杨式溥,1984,长江三峡志留纪遗迹化石及其沉积环境意义。古生物学报,第 23 卷,第 6 期。
- 何廷贵、裴放、符光宏,1984,河南方城下寒武统辛集组的一些小壳动物化石。古生物学报,第 23 卷,第 3 期。
- 吴贤涛,1978,痕迹学入门,煤炭工业出版社。
- 河南省地质矿产局,1989,河南省区域地质志,地质出版社。
- 洪国良、杜风军、林德超,1990,河南鲁山辛集寒武系岩石学特征及其沉积环境分析,《华北地台早古生代岩相古地理》,地质出版社。
- 湖北省地质局三峡地层研究组,1978,峡东地区震旦纪至二叠纪地层古生物,地质出版社。
- 蒋志文、罗惠麟、张世山,1982,云南梅树村剖面早寒武世梅树村期的遗迹化石。地质论评,第 28 卷,第 1 期。
- Hantzschel, W., 1975. Trace Fossils and Problematica. Treatise on Invertebrate Paleontology. Part. W., Geol. Soc. Amer. and Univ. Kansas Press.
- Roniewicz, R. and Pienkowski, G., 1977. Trace Fossils of the Podhale Flysch Basin, Trace Fossils 2, Geol. J. Special Issue 9., Seel House Press. Liverpool.
- Walter, M. R., Elphinstone, R. and Heys, G. R., 1989. Proterozoic and Early Cambrian trace fossils from the Amadeus and Georgina Basins, Central Australia, Alcheringa, Vol. 13, No. 4.

EVOLUTION OF NORTH CHINA-TYPE EARLY CAMBRIAN SEDIMENTARY ENVIRONMENTS AND TRACE FOSSIL ASSEMBLAGES IN HENAN PROVINCE

Yan Guoshun Zhang Enhui Wang Deyou

(Henan Institute of Geological Sciences)

ABSTRACT

Except the Canglangpuian and Longwangmiaoian (Early Cambrian) sediments, no the Meishucunian and Qiongzhusian sediments have been noticed up to now in Henan Province. For instance, the Xinji and Zhushadong Formations (Canglangpuian) and the Mantou Formation (Longwangmiaoian) are distributed over the region south of the Jiyuan—Bo'ai—Wuzhi zone, whereas in the region north of it the Xinji and Mantou Formations (Longwangmiaoian) occur. It is clear that the Xinji Formation is a diachronous stratigraphic unit formed in a specific environment.

The evolution of the Early Cambrian sedimentary environments in the study area may be generalized as follows. The early and middle Canglangpuian (Early Cambrian) Xinji Formation was de-

posited in the subtidal shallow-water shelf and littoral tidal flat—subtidal zones, and the littoral tidal flat—intertidal zone; the middle and late Canglangpuian Zhushadong Formation was confined to the littoral carbonate tidal flats—ramps—intertidal and supratidal evaporative flats, intertidal evaporative depressions and subtidal carbonate shallow-water ramps, and the Longwangmiaonian Mantou Formation was laid down in the littoral carbonate tidal flats—ramps and subtidal carbonate shallow-water ramps.

The Early Cambrian trace fossils in the region occur dominantly in three horizons, including H-T and L-B assemblages. The former represents the trace fossil assemblages in the shallow-water shelf storm environments, whereas the latter represents those in the intertidal—supratidal low-energy mud-flat environments.

11 genera and 16 species of trace fossils are described in detail in this paper.

Key words: Early Cambrian, evolution of sedimentary environment, trace fossil assemblage

图版说明

图版中放大倍数除注明者外,均为原大。所有照片未经任何修饰,痕迹化石标本保存在河南省地质科学研究所。

图版 1

1. *Planolites* sp. C

采集号: ϵ_1 NFg-1; 宝丰观音堂乡北水峪; 沧浪铺阶辛集组底部。

2. *Planolites* sp. A

采集号: ϵ_1 chun-1; 宝丰观音堂乡椿树庄; 层位同上。

3. *Planolites* sp. B

采集号: ϵ_1 NFg-2; 宝丰观音堂乡北水峪; 层位同上。

4. Gen. et sp. indet.

采集号: ϵ_1 NFg-1; 产地层位同上。

5, 6. *Torronuigen* cf. *rosei* Webby

采集号: 均为 ϵ_1 NFg-3; 产地层位同上。

7. *Oniscoidichnus* sp.; 产地层位同上; 沧浪铺阶朱砂洞组中部。

图版 2

1. *Phycodes* sp.

采集号: ϵ_1 NFg-1; 宝丰观音堂北水峪; 沧浪铺阶辛集组下部。

2, 7. *Planolites punctatus* Roniewicz et Pienkowski

采集号: 均为 ϵ_1 IFg-1; 鲁山辛集; 层位同上。

3, 4. 蠕虫迹

采集号: ϵ_1 Wb-1; 舞阳柏庄; 层位同上。

5. *Helminthopsis* cf. *tenuis* Książkiewicz

采集号: ϵ_1 NFg-1; 宝丰观音堂乡北水峪; 沧浪铺阶辛集组底部。

6. *Lumbricaria* sp. A

采集号: XXXI Fg-1; 林县泽下乡冯家峪; 馒头组中部。

8a, 8b. *Brevilineatichaus Minutus* Yan (ichnogen. et. sp. nov.)

采集号: $\in$ XXXI Fg-1; 8b $\times$ 5; 产地层位同上。

图版 3

1. *Palaeoides octichnus* Chamberlain

采集号: $\in$ 1h4-1; 辉县七里沟; 馒头组。

2. *Helminthopsis* cf. *tenuis* Ksiazkiewicz

采集号: $\in$ 1L₂; 鲁山召平台; 沧浪铺阶辛集组。

3. *Phacoides* sp. A

采集号: $\in$ 1V Fg-1; 宝丰观音堂北水峪; 沧浪铺阶辛集组下部。

4. *Helminthopsis* cf. *tenuis* Ksiazkiewicz

采集号: $\in$ 1V Fg-1; 产地层位同上。

5. Gen et sp. indet.

采集号: $\in$ 1chun; 宝丰观音堂椿树庄; 层位同上。

6. *Gordia* sp.

采集号: $\in$ 1V Fg-1; 宝丰观音堂乡北水峪; 沧浪铺阶辛集组下部。

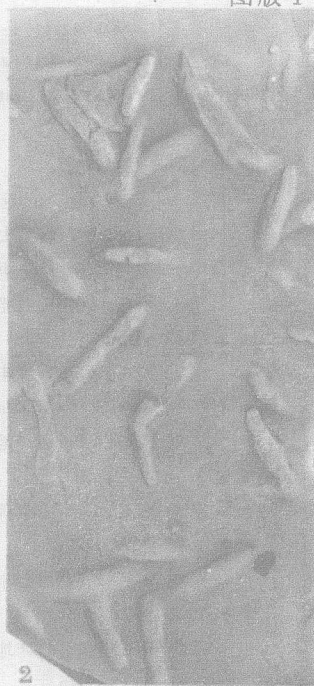
7. *Lumbricaria* sp. B

采集号: $\in$ 1V Fg-1; 产地层位同上。

8. *Pelecypotichnus*? sp.

采集号: $\in$ 1IFg-1; 鲁山辛集; 层位同上。

图版 1



图版 2



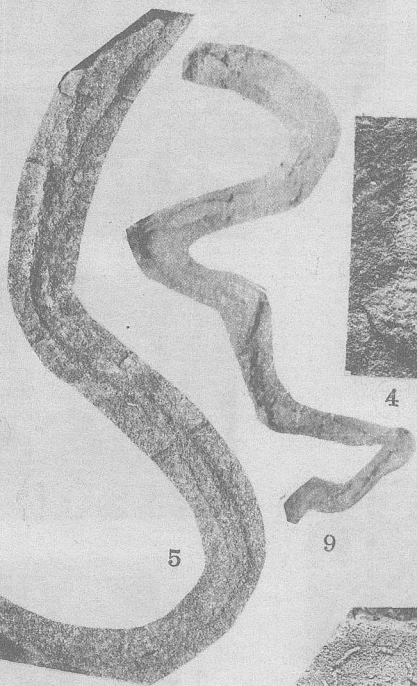
1



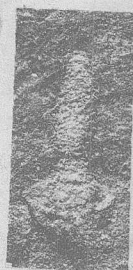
2



3



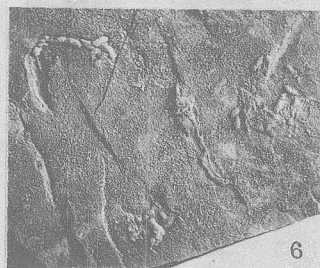
5



4



8a



6



7



8b

9

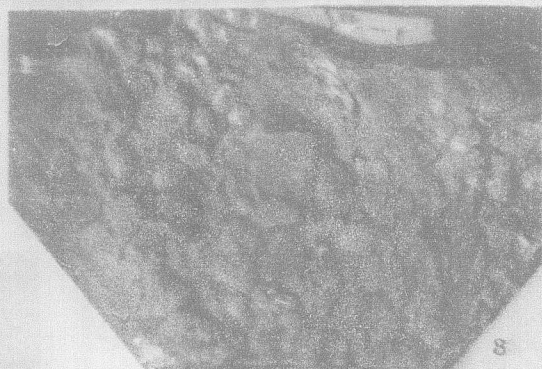
图版 3



1



5



8



2



7



3



4



6