

# 长江下游三叠系青龙组遗迹化石<sup>\*</sup>

毕德昌 郭佩霞 钱迈平

(地质矿产部南京地质矿产研究所, 南京 210016)

## 内 容 提 要

记述了长江下游一带由灰岩为主组成的下三叠统青龙组中的遗迹群。其中至少包括有 37 个遗迹属, 以水平潜穴占优势, 并伴有垂直潜穴、拖迹(trail)、足迹(track)和停息迹等各种类型的痕迹。其中常见分子有 *Planolites*, *Chondrites*, *Palaeophycus*, *Phycodes* 以及 *Arenicolites*, *Monomorphichnus* 等。它们应属于 *Cruziana* 遗迹相范畴。文中阐述和讨论了它们的时空分布状况以及形成的环境, 系统描述了这个遗迹群中的 31 个遗迹属和 31 个遗迹种, 包括 4 新属 5 新种。

**关键词** 遗迹化石 灰岩 青龙组 下三叠统

## 1 前 言

长江下游下三叠统青龙组主要由灰岩组成, 且分布广泛, 发育完整, 出露良好。其中除盛产菊石、双壳类及牙形类等遗体化石外, 遗迹化石亦极其丰富。长期以来人们对其中的各门类遗体化石均有过不少有意义的研究, 但对那些为数众多的遗迹化石却较少问津。

碳酸盐岩的遗迹学研究, 从目前来看, 一般均较海相陆源碎屑岩的遗迹学研究进展相对要慢。其间的原因, 很可能是由于与碎屑岩等其它岩类中相对应的遗迹化石不同, 碳酸盐岩中的遗迹化石在形成、埋藏和保存的过程中易遭受到较复杂的成岩作用的影响, 保存相对欠佳, 给研究带来一些困难。然而, 随着遗迹学的迅猛进展, 人们正不断加强对碳酸盐岩遗迹学方面的研究。

近几年, 笔者等对长江下游一带, 西起鄂东南, 东到苏南及浙北所出露的青龙组中的遗迹化石作了一些调查研究工作, 本文拟就遗迹化石在这个地层单位中的时空分布以及其形成的环境作些探讨。

## 2 地 层

青龙组的分布横贯长江下游全区, 与晚古生代地层形影相随并受同期褶皱影响, 往往构成向斜的轴部, 并且以苏南的西部宁镇山脉以及宜兴一带、安徽沿长江两岸向西延入鄂东南地区的青龙组出露较佳, 皖东南的广德、宣城、泾县、宁国等地以及浙北的长兴、湖州一带次之, 苏南的东部仅无锡嵩山附近以及苏州太湖内个别岛屿有零星出露。该地层单位主要由灰

\* 国家自然科学基金资助项目(编号 49272072)。

岩组成,六十年代以前(1924—1959)均称之为青龙灰岩(苏、浙、皖)及大冶灰岩(鄂、赣等省)。自六十年代以来,随着 1:20 万区域地质调查填图工作的全面展开,人们对其提出了许多进一步划分的不同方案,出现了同物异名和异物同名的岩石地层单位,加之当时受传统的“地层时空统一论”的影响,所划分的一些被称作“组”的岩石地层单位难免带有年代地层单位的概念混杂其间。笔者等在研究了以往各种划分方案后,根据岩性,参照《专有地层名称命名暂行规定》的有关条款,在逐一考证已有地层名称的原始定义及沿革基础上,建议将长江下游三叠系碳酸盐相岩石地层单位作如下统一的划分:

表 1 长江下游海相三叠系岩石地层划分  
Lithostratigraphic divisions of Triassic marine strata in Lower Yangzi

上覆地层	黄马青组		紫红色陆源碎屑岩为主
大冶群	嘉陵江组		白云岩及硬石膏(地表为膏溶角砾岩)部分夹灰岩
	青龙组	南陵湖段 500—600m	薄—中厚层灰岩,下部夹瘤状灰岩,上部夹蠕虫状灰岩及鲕状灰岩
		和龙山段 100—200m	条带状灰岩,薄—中厚层灰岩夹钙质页岩
		殷坑段 80—150m	钙质页岩夹泥灰岩、薄层灰岩及灰岩透镜体
下伏地层	大隆组/长兴组		硅泥质岩/灰岩

上表基本上概括了青龙组及其各段的总体岩性特征。尽管各地存在某些不同程度的差异,但也还有一定的变化规律。

2.1 殷坑段

一般岩性为钙质页岩夹薄层泥灰岩及泥状灰岩,或呈互层,自西北向东南灰岩成分有增高的趋势。安庆至宁镇地区以钙质页岩为主夹泥灰岩、泥状灰岩或其透镜体;繁昌至贵池一带钙质页岩或泥灰岩与泥状灰岩约呈互层;长兴、广德、宣城等地钙质页岩多集中于下部,其上以纹层状泥状灰岩为主夹薄层泥质灰岩及粒泥灰岩;鄂东南地区底部为钙质页岩,向上为薄层条带状灰岩及泥状灰岩夹粒泥灰岩。

2.2 和龙山段

条带状灰岩、薄层至中厚层泥状灰岩夹钙质页岩等。巢湖市一带页岩夹层较多,偶夹中层粒泥灰岩及泥粒灰岩;宁镇地区为薄层及中厚层泥状灰岩夹页岩及泥灰岩;长兴—广德一带以纹层状及薄层泥状灰岩为主夹薄至中厚层粒泥灰岩、泥粒灰岩及少量页岩。

2.3 南陵湖段

主要由薄至中厚层泥状灰岩、粒泥灰岩及少量页岩组成。该段下部灰岩含泥质成分较高,向上白云质成分增加,局部见鱼骨状层理,其中以夹薄至中层瘤状泥质(或含泥质)灰岩为特征。瘤状灰岩夹层多少不等,如巢湖及宁镇一带可达 10 层以上,铜陵、贵池等地仅有 1—3 层,而长兴地区瘤状灰岩则不发育。该段上部为纹层状构造发育的泥状灰岩夹薄至中厚层状生物扰动泥状灰岩(通称蠕虫状灰岩)以及薄层柔皱灰岩,但在本区的长兴、广德、宜兴、宁国、铜陵以及鄂东南大冶、蒲圻等地,其中夹鲕状泥粒灰岩和粒状灰岩。

此外,无锡嵩山附近的青龙组几乎全为碳酸盐沉积,并且出现较多的鲕粒及核形石泥粒灰岩和粒状灰岩,灰岩中白云质含量也较高,与区内其它地方相比情况有所差别,显示一直处于较高能环境。

3 遗迹化石的时空分布及古环境

青龙组的遗迹化石经调查和初步鉴定已有 37 个遗迹属(此外还有部分由于保存状况等原因尚未定名者),它们在地理及地层层位上的分布列表于下:

表 I 青龙组遗迹化石产地与层位分布

Locations and horizons of trace fossils in Qinglong Formation

遗迹化石  (遗迹属)	产 地										层 位 (段)		
	黄石	广济	宿松	安庆	南陵	泾县	巢湖	镇江	宜兴	湖州	殷坑	和龙山	南陵湖
<i>Agrichnium</i>								△					
<i>Arenicolites</i>	△				△			△	△				
<i>Asteriacites</i>		△											
<i>Asterichnus</i>							△						
<i>Chondrites</i>	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△			
<i>Cochlichnus</i>					△				△				
<i>Dendrotichnium</i>							△						
<i>Didymoulichnus</i>					△			△					
<i>Diplocraterion</i>	△			△	△			△					
<i>Florichnus</i> (ichnogen. nov.)				△									
<i>Gordia</i>	△	△			△	△	△	△					
<i>Gyrolithes</i>								△					
<i>Helminthopsis</i>	△	△											
<i>Hormosiroidea</i>		△											
<i>Keckia</i>					△								
<i>Kouphichnium</i>					△								
<i>Laevicyclus</i>					△				△				
<i>Lockeia</i>					△								
<i>Megagraption</i>	△	△	△			△			△				
<i>Micatuba</i> ?								△					
<i>Monocraterion</i>						△			△				
<i>Monomorphichnus</i>		△			△		△	△	△				
<i>Nodituba</i> (ichnogen. nov.)						△							
<i>Ophiomorpha</i>				△	△		△	△					
<i>Palaeophycus</i>	△	△	△		△	△			△				
<i>Pelecypodichnus</i>				△	△	△							
<i>Phycodes</i>	△	△	△		△	△		△	△				
<i>Planolites</i>	△	△	△	△	△		△		△	△			
<i>Pteridichnites</i>								△					
<i>Rhizocorallium</i>		△	△					△					
<i>Rugicirichnus</i> (ichnogen. nov.)						△							
<i>Salebrichnus</i> (ichnogen. nov.)								△					
<i>Scalarituba</i> ?				△									
<i>Teichichnus</i>	△	△						△					
<i>Thalassinoides</i>		△		△					△				
<i>Treptichnus</i>					△	△							
<i>Zoophycus</i>								△	△				

表中显示青龙组遗迹化石的空间分布是较普遍的,其中不少遗迹属在区内多数地点常能见及,然而也有的遗迹化石仅在少数甚至个别地区发现.这一方面可能是造迹生物生存环

境或遗迹的形成、埋藏以及保存条件等诸多复杂因素的影响所致,同时可能因为某些遗迹属在地层中分布的密度不均匀,或因岩层的露头在各地暴露于三维空间的程度不同。

青龙组中的遗迹化石既有呈水平或近水平分布的遗迹,也有呈垂直或近垂直插入沉积物中的遗迹;既有沿沉积物表面留下的印痕,也有在沉积物中产生的潜穴,可谓类型齐全,式样繁多,不过明显以水平类型的遗迹占绝对优势。它们在各段中的分布虽亦具以水平潜穴为主的总特征,但在其它方面相互间则略有不同(插图 1),反映了随着时间推移的环境变化。

殷坑段的遗迹化石计有 16 个遗迹属,其组合面貌以水平类型遗迹占绝对优势,主要为食沉积物的蠕形或似蠕形动物造成的一些水平型进食潜穴,其中如 *Palaeophycus*, *Planolites*, *Chondrites*, *Phycodes*, *Megagraption* 等遗迹属为数最多,由节肢动物十足目美人虾类所建造的居住兼进食潜穴系统遗迹 *Ophiomorpha* 亦甚普遍,但多属水平分布型,应系浅水低能环境下的产物(Frey, Howard and Pryor, 1978)。此外还见有节肢或环节动物在层面上留下的爬迹 *Pteridichnites*。双壳类停息迹 *Pelecypodichnus* 出现于本段中部,上部除水平遗迹外尚见有少量十足目类营造的垂直螺旋形居住潜穴。这个遗迹群的组合特征似反映除较强的风暴袭击期外,通常处于水动力能量微弱的静水潮下带软底弱还原环境,主要位于正常浪基面以下,风暴浪基面以上的浅海陆棚沉积区。沉积的围岩以钙质页岩及泥灰岩为主夹薄层灰岩,页岩内时含黄铁矿细晶粒。在正常情况下,这个沉积区由于受潮汐、波浪以及水流等作用影响甚微,海水温度及盐度亦较稳定,因此不适于在水中获取悬浮物为食的滤

食动物生活,而繁盛的食沉积物的内栖动物因勿需防御海水温度和盐度的突然变化,所以其产生的潜穴多在水与沉积物界面下较浅处,而且常形成水平或近水平类型。受风暴作用影响而产生的风暴沉积在本段上部时有发育,遗迹化石只在风暴后期停息阶段才见有逃逸构造及生物扰动出现。值得提出的是,本段上部在镇江等个别地方发现类似沙蠋类动物排泄的粪化石(coprolites),推测那里曾一度成为潮间带并伴有短暂露出水面的可能。

和龙山段内遗迹化石包括 28 个遗迹属,其中水平或近水平型遗迹较同类型遗迹在殷坑段遗迹中所占比例有所减低,但在本段内比例仍居绝对主导位置。其中,除 *Palaeophycus*, *Planolites*, *Chondrites*, *Phycodes* 及 *Megagraption* 外,出现了较多的十足目虾类营造的居住兼觅食潜穴系统,水平分布型的 *Thalassinoides* 及其它食沉积物蠕虫类觅食和进食潜穴,如

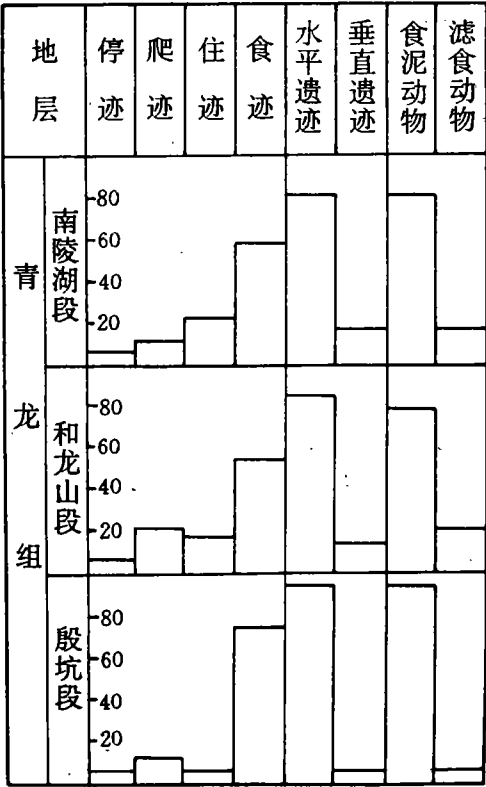


插图 1 各类遗迹化石在地层中的相对丰度  
Relative abundance of each kind of trace fossils in the strata

*Cochlichnus*, *Gordia*, *Agrichnus* 及 *Zoophycos* 等。垂直潜穴与殷坑段中的相比,数量有较大的增长,出现了由食悬浮物的滤食动物构筑的居住构造,如 *Arenicolites* 及 *Monocraterion* 等。由表生动物产生的各类爬迹占有相当的比例,其中既有软体动物移动形成的拖迹\* 如 *Didymaulichnus*, 也有节肢动物运动产生的抓痕 *Monomorphichnus* 和行走时留下的足迹和步迹(trackway),此外还有双壳类的停息迹 *Pelecypodichnus* 和 *Lockeia*。由此不难看出,和龙山段遗迹化石的组合特征为分异度相对较高,居青龙组各段之首,各种遗迹类型分配相对均匀,似表示它们主要处于正常浪基面以下的潮下带,水能量一般较弱但非静水,海水较清,含氧充分,盐度正常,海底一般为软底(softground)至固底(firmground)环境,属浅海陆棚近上部地带。沉积围岩以条带状灰岩、薄至中厚层泥状灰岩及粒泥灰岩为主,夹泥灰岩及钙质页岩,水平层理较发育,也出现缓波状层理等。由于海水能量较弱,含氧充分,温度及盐度变化不大,食物来源较丰富,除沉积物外还有较多的食物悬浮水中并随着缓慢的水流浮动,这不仅使以沉积物为食的内栖动物有条件形成较浅的水平潜穴以免食和进食,也为一些滤食动物营造垂直和 U 形潜穴栖居,并从缓缓的流水中获取充足的悬浮物为食提供了较好的条件,同时这种软硬适宜的底质也有利于一些表栖动物在沉积物表面运动、觅食及停息,从而留下较多的拖迹、足迹、抓迹及停息迹。本段下部常发育一层蠕虫状灰岩,系生物扰动结果,示当时沉积速率较慢,使食泥动物有较充分的时间在新的沉积层从事觅食活动以获取更多的养分。

南陵湖段遗迹化石有 17 个遗迹属,除 *Phycodes*, *Planolites* 及 *Treptichnus* 等水平和近水平分布类型的觅食和进食潜穴仍居统治地位外,与其它两段相比,垂直类型居住潜穴如 *Arenicolites* 以及 *Monocraterion*, *Diplocraterion* 等,尽管分布也较分散,但比例却有所增加。上述化石多产自本段下部以泥粒灰岩及粒泥灰岩夹瘤状灰岩为主的层位,推测为浅海潮下带上部和潮间带下部位置,处于较低到中等水能量的软底环境。可能因水浅且受到一定的水动力条件影响,海水温度和盐度易发生突然变化,对表栖动物的生活不利,故形成的表生迹如停迹及爬迹少见。这种环境对营造垂直和 U 形潜穴栖居的滤食动物并不构成威胁,相反还能使其获取较多的悬浮食物,有利于它们的生存。本段上部普遍发育生物扰动层(蠕虫状灰岩),有时与纹层状灰岩互层,其中生物扰动强度还可显韵律性,为浅水低能沉积速率有周期性变化环境下的产物,其中除少数穿相遗迹(facies-breaking trace)如 *Planolites* 及 *Chondrites* 外,其它可定名的遗迹很少,多属生物扰动构造。此外,长江以南许多地方如宜兴、广德、铜陵、宁国、贵池以及阳新、蒲圻等地于本段上部还发育有鲕粒及核形石等粒状灰岩,说明这些地方当时出现有浅滩,水能量已达中等到较强程度。

南陵湖段之上为纹层状白云岩及硬石膏沉积(嘉陵江组)覆盖,其中分布有叠层石,偶见逃逸迹(fugichnia),表现为蒸发潮坪环境。

综上所述,青龙组遗迹化石由水平与垂直两种潜穴相混合并伴有部分造迹动物运动和停息的痕迹组成,是一个分异度及丰度均较高,但以水平和近水平潜穴占优势的遗迹共生组合。常见的分子有 *Planolites*, *Chondrites*, *Palaeophycus*, *Phycodes*, *Arenicolites*, *Monocraterion*, *Monomorphichnus*, 以及水平分布型 *Ophiomorpha* 和 *Thalassinoides* 等。结合岩性沉积特

\* trial 又称移迹,因与遗迹同音,为免口语混淆,建议改称拖迹。

征及伴生的菊石、双壳类等遗体化石分析,该遗迹群形成于低—中等能量水动力条件,处于风暴浪基面以上至潮间带下部,海底盐分及氧含量较正常,地形坡度较平缓,底质较软,沉积物中有供内栖食泥动物所需的丰富有机质养分的浅水碳酸盐陆棚区内,并随着三叠纪的海退逐渐向潮坪演化。种种特征表明,它们属于诸多遗迹相中的 *Cruziana* 相范畴,其中常见的遗迹化石也都是该遗迹相的代表分子 (Seilacher, 1967; Frey and Pemberton, 1984; 胡斌、王观忠, 1992; 杨式溥, 1994; 周志澄, 1995)。

#### 4 遗迹化石属种描述

##### 阿格里迹 *Agrichnium* Pfeiffer, 1968

##### 流苏状阿格里迹 *Agrichnium fimbriatus* Pfeiffer, 1968

(图版 I, 图 5)

**描述** 一系列呈微波状起伏的细脊,近平行排列,集聚成群。脊宽 0.5—1mm,长 2—4cm,表面光滑无饰,近直到弯曲分布于层面。

**讨论** 该遗迹与 *A. fimbriatus* 特征相同,可能为觅食迹。

**产地层位** 江苏镇江大力山,和龙山段。

##### 沙蝎迹 *Arenicolites* Salter, 1857

##### 沙蝎迹(未定种) *Arenicolites* sp.

(图版 I, 图 9)

**描述** “U”形管状潜穴,垂直层面分布;管径 2—4mm,管口内凹,在层面上成对出现,两管间距 6—8mm,其间无蹼状构造。

**讨论** 分布一般相对较分散。

**产地层位** 江苏镇江大力山,南陵湖段。

##### 星形迹 *Asterichnus* Bandel, 1967

##### 巢湖星形迹(新遗迹种) *Asterichnus chaohuensis* ichnosp. nov.

(图版 I, 图 4)

**描述** 星形痕迹凸出于层面,横断面近圆形,直径 3—8cm,由 20—30 个可分枝的沟痕组成,围绕中心坑呈放射状排列。

**讨论** 新遗迹种以沟痕可以分枝,中心呈凹坑为特征与模式种 *A. lawrencensis* 区别。据 Bandel (1967) 认为,这种遗迹为生物的居住构造。

**产地层位** 安徽巢湖马家山,南陵湖段。

##### 丛藻迹 *Chondrites* Von Sternberg, 1833

##### 丛藻迹(未定种) *Chondrites* sp.

(图版 IV, 图 5)

**描述** 小型细管呈枝状分叉的潜穴系统,管的粗细均匀,直径在 1mm 左右,长 4—6mm,排列呈树枝状或放射状,分枝之间互不相切,也不彼此穿插。

**讨论** 据文献记载 *Chondrites* 已描述达百余种,限于标本保存状况,暂作为未定种。

**产地层位** 江苏镇江大力山,和龙山段。

**螺丝迹** *Cochlichnus* Histchcock, 1858

**蛇形螺丝迹** *Cochlichnus anguineus* Histchcock, 1858

(图版 I, 图 5)

**描述** 规则的蛇曲状,类似正弦曲线的弯曲拖迹,表面光滑;迹宽 3mm,粗细均匀,呈近直线方向平行层面分布。标本保存为底面铸型。

**讨论** 遗迹与 Histchcock(1958)限定的 *C. anguineus* 特征一致,故归入该种。*Cochlichnus* 过去被报道出现在深海至半深海复理石沉积中,近些年发现它们也存在于浅海沉积。

**产地层位** 安徽南陵丫山,和龙山段。

**树状迹** *Dendrotichnium* Farrés, 1967

**拉勒纳树状迹** *Dendrotichnium llarenai* Farrés, 1967

(图版 II, 图 2)

**描述** 树状拖迹,“主干”略弯曲,长 4cm,宽 2mm 左右,粗细不太均匀,主干两旁具 3—4 对长短、粗细不等的“侧枝”并以近 90°角由主干分出。

**讨论** 上述遗迹与 *D. llarenai* 种特征一致,故归入该种。此外,在其左侧的另一遗迹其“主干”与“侧枝”呈斜交,可能属另一个种,即 *D. haentzscheli* Farrés。

**产地层位** 安徽巢湖鬼门关,殷坑段。

**二分沟迹** *Didymaulichnus* Young, 1972

**二分沟迹(未定种)** *Didymaulichnus* sp.

(图版 I, 图 7)

**描述** 简单、光滑、弯曲的二分拖迹,中间为狭长的中槽平分;拖迹宽 4—5mm,长度有 5cm 以上,保存于底面。

**讨论** 该遗迹与模式种 *D. lyelli* (Rouault) 特征较相似,但较后者窄细,因标本保存欠佳故未定新种。

**产地层位** 安徽南陵丫山,和龙山段。

**双杯迹** *Diplocraterion* Torell, 1870

**平行双杯迹** *Diplocraterion parallelum* Richter, 1926

(图版 II, 图 1)

**描述** 垂直的“U”形管状潜穴,翼管直径 4—5mm,两翼管相互平行,间距 15—25mm,其间具蹼状构造。

**讨论** 该遗迹两翼管相互平行,与 Richter(1926)指定的 *P. parallelum* 特征一致,故归在该种。

**产地层位** 江苏宜兴张渚,南陵湖段。

**花形迹(新遗迹属) *Florichnus ichnogen. nov.*****模式种** *Florichnus curtipetatus* ichnogen. et ichnosp. nov.**特征** 似花朵状遗迹,由一系列细短的线迹呈不同方向向内作弧形排列组成。线迹大多不分叉,外表光滑。**讨论** 新遗迹属与 *Lophoctenium* Richter 有些相似,但线脊多数为不分叉的单一短线而与后者相区别。推测可能为动物觅食痕迹。**分布** 安徽安庆月山,殷坑段。**短瓣花形迹(新遗迹属、新遗迹种) *Florichnus curtipetatus* ichnogen. et ichnosp. nov.**

(图版 IV, 图 3)

**描述** 由一系列短而较细的线迹组成的遗迹,形似花朵。线迹长 2—4mm,宽 0.5—1mm,深浅不一,向内微弯或弯曲,呈弧形断续分布,一般不分枝。整个遗迹近圆形,直径约 2.8cm。**产地层位** 安徽安庆月山,殷坑段。**线形迹 *Gordia* Emmons, 1844****线形迹(未定种) *Gordia* sp.**

(图版 IV, 图 2)

**描述** 自由弯曲的拖迹,宽 2—3mm,粗细均匀,不分叉,形似蠕虫,沿层面分布。**讨论** 为蠕形动物运动痕迹,可出现于不同水深的各种环境,为穿相表生遗迹。**产地层位** 江苏溧阳上黄,南陵湖段。**螺管迹 *Gyrolithes* De Saporta, 1884****螺管迹(未定种) *Gyrolithes* sp.**

(图版 I, 图 3)

**描述** 螺旋形管状潜穴,右旋,管径 1—1.5cm,垂直分布于岩层中,深达 4.5cm,螺环直径有粗细变化。**讨论** 此遗迹与模式种 *G. davreuxi* 特征较相似,但前者管体较粗,螺旋直径有变化,保存亦不佳,故未定新种。一般认为此类遗迹可能由甲壳动物十足目虾类造成。**产地层位** 江苏镇江大力山,和龙山段。**扁带迹 *Keckia* Glocker, 1841****环状扁带迹(相似种) *Keckia* cf. *annulata* Glocker, 1841**

(图版 I, 图 3)

**描述** 扁带状潜穴,呈弓形弯曲,宽 3mm,保存长度 15—20mm,粗细较匀,上具横的环状构造,平行层面分布。**讨论** 上述遗迹特征与模式种 *K. annulata* 基本相符,但宽度较窄,故定为该种的相似种。



**产地层位** 安徽繁昌小紫山,南陵湖段。

**趾形迹** *Kouphichnium* Nopcsa, 1923

**趾形迹(未定种)** *Kouphichnium* sp.

(图版 IV, 图 7)

**描述** 可变性大的异形足迹,由两类基本足迹组成。一类是“V”或“Y”形叉状印痕或抓痕,另一类为掌或扇形趾(指)状印痕,两者有时相重叠。此外还有其它变形足印如长条状楔形或钉头形,及圆或椭圆形孔状等。

**讨论** 最初被认为是脊椎动物的足迹,现已认为属节肢动物肢口纲中的鲎类足迹。

**产地层位** 安徽南陵丫山,和龙山段。

**光环迹** *Laevicyclus* Quenstedt, 1879

**光环迹(未定种)** *Laevicyclus* sp.

(图版 I, 图 2)

**描述** 圆柱形直立潜穴,有贯通的中心管,柱径 8—12mm;层面上具同心圆状纹饰。

**讨论** 可能为滤食动物栖居潜穴。

**产地层位** 江苏镇江大力山,和龙山段。

**洛克迹** *Lockeia* U. P. James, 1879

**洛克迹(未定种)** *Lockeia* sp.

(图版 I, 图 4)

**描述** 枣核形遗迹,个体较小,长 2—8mm,一端较尖,另一端钝圆,有时成群密布,无定向排列,凸出于底面保存。

**讨论** 与 *Pelecypodichnus* Seilacher 的区别在于个体较后者小,为小型双壳类停息迹。

**产地层位** 江苏镇江大力山,和龙山段。

**巨画迹** *Megagraption* Ksiazkiewicz, 1961

**巨画迹(未定种)** *Megagraption* sp.

(图版 III, 图 5)

**描述** 分叉不规则的多边形网状潜穴,网孔不闭合,其边缘由直径 2—5mm 的管形潜穴通道组成,通道一般呈近直角分枝,近直或微弯,平行层面分布。

**讨论** 此遗迹一般认为系食泥动物形成的觅食迹。

**产地层位** 江苏宜兴张渚,南陵湖段。

**粒管迹** *Micatuba* Chamberlain, 1971

? 粒管迹(未定种) ? *Micatuba* sp.

(图版 III, 图 4)

**描述** 由中心孔穴向四周放射不规则分叉呈单一或成束的管状潜穴分布于层面,管径 1—5mm,长可达 8cm。

**讨论** 上述遗迹形态特征有些接近于 *Micatuba*, 或许有可能归入该属。

**产地层位** 江苏镇江大力山, 和龙山段。

### **漏斗迹 *Monocraterion* Torell, 1870**

#### **漏斗迹(未定种) *Monocraterion* sp.**

(图版 I, 图 3)

**描述** 直立的漏斗状潜穴, 由中央管和多个漏斗状套管组成, 平面上显同心圆状构造。管径 5—8mm, 常成群分布。

**讨论** 可能为似蠕虫的滤食动物栖居的潜穴。

**产地层位** 江苏宜兴张渚, 和龙山段。

### **单形迹 *Monomorphichnus* Grimes, 1970**

#### **单线单形迹 *Monomorphichnus lineatus* Crimes, 1977**

(图版 I, 图 1)

**描述** 遗迹由弯曲略呈“S”形的平行或近平行的单线脊组成。脊数 9 条左右, 脊宽 0.2—0.4mm, 长 3cm, 脊间距 2—3mm, 整个遗迹宽 1.5cm。

**讨论** 与 Crimes 所定 *M. lineatus* 基本特征相同故归入该种。*M. lineatus* 被认为属三叶虫的爬迹, 因此时三叶虫已绝灭, 推测其造迹者应为类似三叶虫的其它节肢动物。

**产地层位** 安徽巢湖马家山, 和龙山段。

### **节管迹(新遗迹属) *Nodituba* ichnogen. nov.**

**模式种** *Nodituba obtusangula* ichnogen. et ichnosp. nov.

**特征** 折管状潜穴, 近等长折曲, 转折处一般具有瘤如关节状。每节折管近直或微弯, 具横纹。整个潜穴平行层面呈弯曲分布, 不分枝, 但可相互穿越。

**讨论** 新属以形如一节节折曲的管分布于层面为特征, 区别于其它平行层面分布的直管和弯管状潜穴。可能为食泥动物觅食潜穴。

**分布** 安徽泾县摇头岭, 和龙山段。

### **钝角节管迹(新遗迹属、新遗迹种) *Nodituba obtusangula* ichnogen. et ichnosp. nov.**

(图版 II, 图 7)

**描述** 水平潜穴, 近等长(1—1.4cm)折曲呈折管状, 折角均呈钝角(120°—160°), 转折处一般具瘤节如关节状, 有时明显突起, 但不分枝。每节折管近直或微弯, 直径 3mm 左右, 具横纹。整个遗迹长可达 15cm 以上, 弯曲地分布于层面上, 有时较密集, 彼此可相互穿越。

**产地层位** 安徽泾县摇头岭, 和龙山段。

### **蛇形迹 *Ophiomorpha* Lundgren, 1891**

#### **瘤状蛇形迹 *Ophiomorpha nodosa* Lundgren, 1891**

(图版 IV, 图 9)

**描述** 平行层面分布的分枝状潜穴, 潜穴管道近直至弯曲, 宽 0.7—1.2cm, 内部光滑, 外表较规则地分布直径 1—2mm 球形至椭球形小瘤粒。

**讨论** 上述遗迹外表瘤粒呈单一的球粒, 分布较规则, 与 Lundgren(1891)限定的 *O. nodosa* 基本特征相符, 故归入该种。

**产地层位** 安徽安庆月山, 和龙山段。

#### 古藻迹 *Palaeophycus* Hall, 1847

##### 管状古藻迹 *Palaeophycus tubularis* Hall, 1847

(图版 IV, 图 1)

**描述** 圆或近圆柱形潜穴, 直或微弯, 与层面平行, 有时斜交, 一般不分枝, 保存长度 3—7cm, 潜穴管径 3—4mm, 管壁薄, 表面光滑无饰, 充填物与围岩相同。

**讨论** 上述遗迹特征与 *P. tubularis* 基本一致, 故归入该种。为食泥动物形成的觅食潜穴。

**产地层位** 安徽南陵丫山, 和龙山段。

#### 斧足迹 *Pelecypodichnus* Seilacher, 1953

##### 斧足迹(未定种) *Pelecypodichnus* sp.

(图版 IV, 图 8)

**描述** 长椭圆形印痕, 常呈凹坑, 一端较尖, 另一端钝圆, 两侧对称, 长径 15mm, 短径 8mm, 内部表面光滑无饰。

**讨论** 常见于青龙组中及下部, 为双壳类生活期间的停息迹。

**产地层位** 安徽安庆月山, 殷坑组。

#### 拟藻迹 *Phycodes* Richter, 1850

##### 冠状拟藻迹 *Phycodes coronatum* Crimes et Anderson, 1985

(图版 I, 图 9)

**描述** 由 13 个相互平行而与层面垂直的分枝潜穴组成近椭圆形环状遗迹, 环的长径 20mm, 短径 16mm; 分枝潜穴的直径 3—4mm, 在层面上突起呈瘤。此外, 在环一长端外侧有一卵形瘤, 尖端向外。

**讨论** 上述遗迹与 Crimes 及 Anderson(1985)所定 *P. coronatum* 比较, 除环外多一卵形瘤外, 其余特征均一致, 此卵形瘤可能由其主干潜穴形成, 故仍归入该种。

**产地层位** 安徽南陵丫山, 殷坑段。

#### 平管迹 *Planolites* Nicholson, 1873

##### 山地平管迹(相似种) *Planolites* cf. *montanus* Richter, 1937

(图版 I, 图 6)

**描述** 柱形潜穴, 直径 1.5—2mm, 保存长度 1—4cm, 直到弯曲, 沿层面近水平分布; 潜穴表面光滑无饰, 充填物较围岩色深。

**讨论** 该遗迹与 Richter(1937)所定 *P. montanus* 比较,特征基本相似,但弯曲潜穴不多,故定其为相似种。

**产地层位** 湖北黄石沙田,南陵湖段。

### **蕨状迹 *Pteridichnites* Clarke at Swartz, 1913**

#### **蕨状迹(未定种) *Pteridichnites* sp.**

(图版 I, 图 2)

**描述** 带状爬迹,由两排小坑交替排列组成,中间具锯齿状凸起的脊;爬迹一般呈“S”形弯曲,平行层面分布,其两侧边缘较窄陡。

**讨论** 该爬迹与模式种 *P. biseriatus* 特征基本一致,由于保存欠佳,故未定种。爬迹可能是节肢或环节动物行动时造成。

**产地层位** 江苏镇江大力山,和龙山段。

### **皱环迹(新遗迹属) *Rugicirichnus* ichnogen. nov.**

**模式种** *Rugicirichnus amorphus* ichnogen. et ichnosp. nov.

**特征** 蛇曲形沟痕围成不规则多边形皱边的环,环的大小及形状不定,平行层面分布;沟痕粗细较匀,表面光滑无饰。

**讨论** 新遗迹属与 *Protopalaeodictyon* Ksiazkiewicz 有些近似,均以形态多变呈不规则环状多边形为特征,但新属为一个个孤立的环,彼此不连成网,环在弯曲顶端也不分枝,而有别于后者。

**分布** 安徽泾县晏公堂,南陵湖段。

### **无定形皱环迹(新遗迹属、新遗迹种) *Rugicirichnus amorphus* ichnogen. et ichnosp. nov.**

(图版 I, 图 8)

**描述** 不规则多边形环状沟痕,大小及形状不定,沟宽 2—4mm,粗细均匀,不分枝。环与环间互不连通,小环一般近圆形,直径 1cm 左右,直径在 2cm 以上者则形态多样。

**产地层位** 安徽泾县晏公堂,南陵湖段。

### **崎岖迹(新遗迹属) *Salebrichnus* ichnogen. nov.**

**模式种** *Salebrichnus amblyodontus* ichnogen et ichnosp. nov.

**特征** 单槽型拖迹,近直到弯曲,不分枝,平行层面分布。槽两侧具崎岖不平高出层面的边脊。

**讨论** 新遗迹属以单槽的两侧具崎岖不平凸起的边脊易与其它拖迹区别。

**分布** 江苏镇江大力山,和龙山段。

### **钝齿崎岖迹(新遗迹属、新遗迹种) *Salebrichnus amblyodontus* ichnogen. et ichnosp. nov.**

(图版 I, 图 7)

**描述** 单槽型拖迹,槽宽 2—3mm,保存长度 15cm,近直到弯曲,不分枝,平行层面分

布;槽的两侧较陡,具钝齿状崎岖不平的边脊,高出层面。

**产地层位** 江苏镇江大力山,和龙山段。

**梯管迹** *Scalarituba* Weller, 1899

? 梯管迹(未定种) ? *Scalarituba* sp.

(图版 IV, 图 6)

**描述** 近圆柱形潜穴,直径 3mm,粗细均匀,保存长 3—4cm,近直到弯曲,平行层面分布;潜穴内具有被较细的横脊分隔成 2—3mm 微向一方弯曲的近梯形体。

**讨论** 遗迹与 *Scalarituba* 特征较相近,或可能归于该属,种暂未定。

**产地层位** 安徽铜陵杨家山,殷坑段最底部。

**海生迹** *Thalassinoides* Ehrenberg, 1944

海生迹(未定种) *Thalassinoides* sp.

(图版 IV, 图 4)

**描述** 圆柱形叉状分枝潜穴,表面光滑,潜穴直径 6—8mm,分枝处直径增大,分枝夹角 45°—60°,一般呈不规则的“Y”形,平行层面分布。

**讨论** *Thalassinoides* 系三维空间分枝潜穴系统,也有呈水平分布者。一般认为是节肢动物十足目虾类居住兼觅食潜穴。

**产地层位** 江苏宜兴张渚,和龙山段。

**锯形迹** *Treptichnus* Miller, 1889

锯形迹(未定种) *Treptichnus* sp.

(图版 I, 图 1)

**描述** “Z”形锯齿状潜穴,由主潜穴向左右呈近等距交替分叉并向上弯曲。

**讨论** 该遗迹与模式种 *T. bifurcus* 特征相似,因保存较差未定种。

**产地层位** 安徽南陵丫山,和龙山段。

**动藻迹** *Zoophycus* Massalonge, 1855

动藻迹(未定种) *Zoophycus* sp.

(图版 I, 图 6)

**描述** 大型螺旋形具复杂蹼状构造的潜穴,局部可见弯曲的边缘管,管径 2mm,管两侧具方向和形态均不相同的弧形弯曲蹼状构造。

**讨论** 保存的遗迹仅为一大型 *Zoophycus* 的一部分,其面貌尚不清楚。Bottjer 等(1987)指出:*Zoophycus* 在中生代及以后的地层中多限于深海环境,在本区则见于早三叠世浅水碳酸盐沉积,相当 *Cruziana* 遗迹相内。

**产地层位** 江苏宜兴张渚,和龙山段。

**粪化石** coprolites

(图版 I, 图 8)

**描述** 4个大小和凸度不等近圆丘形的块状体排列于灰岩层面上,右端块体大而凸,局部边缘具细横纹;左端3个块体较小而平且彼此相邻,表面光滑。大小块体间由蛇曲状圆柱体相连,圆柱表面也无纹饰,距左端块体左上方4cm具有一对相距2cm,直径3mm的近圆形孔洞。

**讨论** 块体形态及分布极似沙蠋类食泥动物的排泄物形成的粪化石,左侧一对圆孔可能是造迹者营建的“U”形潜穴。

**产地层位** 江苏镇江大力山,和龙山段。

## 主要参考文献

- 刘泽均、王文彬,1990: 下扬子区下三叠统遗迹化石及其环境意义。地层学杂志,14(3):203—208。
- 杨式溥,1994: 贵州台江早、中寒武世凯里组的遗迹化石。古生物学报,33(3):350—358。
- 杨道政、李金华、桂建斌,1992: 湖北广济早三叠世遗迹化石及其古环境意义。湖北地质,6(1):1—10。
- 胡益成,1984: 豫西太原组(C<sub>3</sub>)中一种罕见的遗迹化石——沙蠋粪化石。地球科学——武汉地质学院学报,10(2):21—26。
- 郭佩霞、毕德昌、钱迈平、孙万铨,1992: 长江中下游海相三叠系古生态古地理及有关矿产(研究报告)。中国地质科学院南京地质矿产研究所所刊,增刊第十一号。
- Bottjer, D. J., Droser, M. L. and Jablonski, D., 1987: Bathymetric trends in the history of trace fossils. In Bottjer, D. J. (ed.), New concepts in the use of biogenic sedimentary structure for palaeoenvironmental interpretation. Los Angeles, Pacific Section SEPM. pp. 57—65.
- Chamberlain, C. K., 1971: Morphology and ethology of trace fossils from the Ouachita Mountains, southeast Oklahoma. Journal of Paleontology, 45(2):212—246.
- Crimes, T. P. and Anderson, M. M., 1985: Trace fossils from Late Precambrian—Early Cambrian strata of southeastern Newfoundland (Canada); temporal and environmental implications. Journal of Paleontology, 59(2):310—343.
- Ekdale, A. A., Bromley, R. G. and Pemberton, S. G., 1984: Ichnology; the use of trace fossils in sedimentology and stratigraphy. SEPM, Oklahoma.
- Frey, R. W., Howard, J. D. and Pryor, W. A., 1978: *Ophiomorpha*; its morphologic, taxonomic and environmental significance. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 23:199—299.
- Fürsich, F. T., 1974: On *Diplocraterion* Torell, 1870 and the significance of morphological features in vertical spreiten-bearing U-shaped trace fossils. Journal of Paleontology, 48(5):952—962.
- Hantzschel, W., 1975: Trace fossils and Problematica. In Teichert, C. (ed.), Treatise on Invertebrate Paleontology. Geol. Soc. Am. New York and Univ. Kans. Press, Lawrence, Part W, Supplement 1.
- Pemberton, S. G. and Frey, R. W., 1982: Trace fossils nomenclature and the *Planolites-Palaeophycus* dilemma. Journal of Palaeontology, 56(4):843—881.
- Pickerill, R. K., Fillion, D. and Harland, T. L., 1984: Middle Ordovician trace fossils in carbonates of the Trenton Group between Montreal and Quebec City, St. Lawrence Lowland, eastern Canada. Journal of Paleontology, 58(2):416—439.
- Seilacher, A., 1978: Use of trace fossils for recognizing depositional environments. In Basan, P. B. (ed.), Trace fossil concepts. SEPM, Sh. Course, 5:167—181.

[1996年5月2日收到]

## TRACE FOSSILS FROM TRIASSIC QINGLONG FORMATION OF LOWER YANGZI VALLEY\*

Bi De-chang, Guo Pei-xia and Qian Mai-ping

(Nanjing Institute of Geology and Mineral Resources, Nanjing 210016)

**Key words:** trace fossils, Qinglong Formation, Lower Triassic, limestone, Lower Yangzi

### Summary

The Lower Triassic Qinglong Formation in the Lower Yangzi Valley consists mainly of thin-bedded and medium to thick-bedded limestone, with calcareous shale, marlite, etc., in the lower part, yielding abundant trace fossils, which at least include 37 ichnogenera, i. e., *Agrichnium*, *Arenicolites*, *Asteriacites*, *Asterichnus*, *Chondrites*, *Cochlichnus*, *Dendrotichnium*, *Didymoulichnus*, *Diplocraterion*, *Florichnus* (ichnogen. nov.), *Gordia*, *Gyrolithes*, *Helminthopsis*, *Hormosiroidea*, *Keckia*, *Kouphichnium*, *Laevicyclus*, *Lockeia*, *Megagraption*, *Micatuba*, *Monocraterion*, *Monomorphichnus*, *Nodituba* (ichnogen. nov.), *Ophiomorpha*, *Palaeophycus*, *Pelecypodichnus*, *Phycodes*, *Planolites*, *Pteridichnites*, *Rhizocorallium*, *Rugicirichnus* (ichnogen. nov.), *Salebrichnus* (ichnogen. nov.), *Scalarituba*, *Teichichnus*, *Thalassinoides*, *Treptichnus* and *Zoophycus* together with coprolites; among them, *Arenicolites*, *Chondrites*, *Monocraterion*, *Monomorphichnus*, *Palaeophycus*, *Pelecypodichnus*, *Phycodes*, *Planolites*, *Ophiomorpha* and *Thalassinoides* are common elements. This trace fossil assemblage is composed of horizontal and vertical burrows, and some crawling traces (including trails and tracks) as well as resting traces. Both abundance and diversity of the trace fossil assemblage are in a higher condition, with horizontal burrows being dominant and vertical burrows slightly increasing upwards. Based on analysis in combination with lithologic character and ethology of occurring body fossils it is believed that they should be formed and located in a shallow-water carbonate shelf depositional environment with lower to moderate energy, above storm wave base to lower part of intertidal zone mainly on soft to firm ground, under a normal condition of salinity and oxygen in the seawater, and also belong to the range of the *Cruziana* ichnofacies.

\* The project (No. 49272072) is supported by National Natural Science Foundation of China.

## 图版说明

标本保存于南京地质矿产研究所地层古生物室。

## 图版 I

1. *Monomorphichnus lineatus*  $\times 1$ , 标本号: CHM-39, 安徽巢县马家山, 和龙山段。
2. *Laevicyclus* sp.  $\times 0.8$ , 标本号: D-131, 江苏镇江大力山, 和龙山段。
3. *Monocraterion* sp.  $\times 1$ , 标本号: YZ10-1, 江苏宜兴张渚, 和龙山段。
4. *Asterichnus chaohuensis* ichnosp. nov.  $\times 1$ , 标本号: CHM-80, 安徽巢县马家山, 南陵湖段。
5. *Cochlichnus anguineus*  $\times 1$ , 标本号: Y-12, 安徽南陵丫山, 和龙山段。
6. *Zoophycus* sp.  $\times 1$ , 标本号: YZ-10-5, 江苏宜兴张渚, 殷坑段。
7. *Didymaulichnus* sp.  $\times 1$ , 标本号: Y-12, 安徽南陵丫山, 和龙山段。
8. coprolites  $\times 1$ , 标本号: D-100, 江苏镇江大力山, 和龙山段。
9. *Phycodes coronatum*  $\times 0.8$ , 标本号: AYH-18, 安徽安庆月山, 殷坑段。

## 图版 I

1. *Treptichnus* sp.  $\times 1$ , 标本号: Y-18, 安徽南陵丫山, 和龙山段。
2. *Pteridichnites* sp.  $\times 0.6$ , 标本号: D-15, 江苏镇江大力山, 和龙山段。
3. *Keckia* cf. *annulata*  $\times 0.5$ , 标本号: SZ-13, 安徽繁昌小紫山, 南陵湖段。
4. *Lockeia* sp.  $\times 0.4$ , 标本号: Y-8, 安徽南陵丫山, 和龙山段。
5. *Agrichnium fimbriatus*  $\times 0.6$ , 标本号: D-0-125, 江苏镇江大力山, 和龙山段。
6. *Planolites* cf. *montanus*  $\times 1$ , 标本号: HS-1002, 湖北黄石沙田, 南陵湖段。
7. *Salebrichnus amblyodontus* ichnogen. et ichnosp. nov.  $\times 0.6$ , 标本号: ZD-103, 江苏镇江大力山, 和龙山段。
8. *Rugicirichnus amorphus* ichnogen. et ichnosp. nov.  $\times 0.2$ , 标本号: JYG-101, 安徽泾县晏公堂, 南陵湖段。
9. *Arenicolites* sp.  $\times 1$ , 标本号: D-143, 江苏镇江大力山, 南陵湖段。

## 图版 II

1. *Diplocraterion parallelum*  $\times 0.4$ , 标本号: YZT10-4, 江苏宜兴张渚, 南陵湖段。
2. *Dendrotichnium llarenai*  $\times 1$ , 标本号: CG-21, 安徽巢县鬼门关, 殷坑段。
3. *Gyrolithes* sp.  $\times 1$ , 标本号: DF-8, 江苏镇江大力山, 和龙山段。
4. ? *Micatuba* sp.  $\times 0.4$ , 标本号: D-109, 江苏镇江大力山, 和龙山段。
5. *Megagraptos* sp.  $\times 0.6$ , 标本号: YZ-2, 江苏宜兴张渚, 南陵湖段。
6. *Teichichnus* sp.  $\times 0.6$ , 标本号: DF1-6, 江苏镇江大力山, 和龙山段。
7. *Nodituba obtusangula* ichnogen. et ichnosp. nov.  $\times 0.7$ , 标本号: JY-1, 安徽泾县摇头岭, 和龙山组。

## 图版 IV

1. *Palaeophycus tubularis*  $\times 0.7$ , 标本号: Y-021, 安徽南陵丫山, 和龙山段。
2. *Gordia* sp.  $\times 0.6$ , 标本号: LS-7, 江苏溧阳上黄, 南陵湖段。
3. *Florichnus curtisetatus* ichnogen. et ichnosp. nov.  $\times 0.9$ , 标本号: AY-016, 安徽安庆月山, 殷坑段。
4. *Thalassinoides* sp.  $\times 1$ , 标本号: YZ-9-2, 江苏宜兴张渚, 和龙山段。
5. *Chondrites* sp.  $\times 0.6$ , 标本号: D-110, 江苏镇江大力山, 和龙山段。
6. ? *Scalarituba* sp.  $\times 0.9$ , 标本号: TY-11, 安徽铜陵杨家山, 殷坑段。
7. *Kouphichnium* sp. (叉状足迹)  $\times 1$  标本号: Y-26, 安徽南陵丫山, 和龙山段。
8. *Pelecypodichnus* sp.  $\times 0.7$ , 标本号: AY-012, 安徽安庆月山, 殷坑段。
9. *Ophiomorpha nodosa*  $\times 0.8$ , 标本号: AY-014, 安徽安庆月山, 殷坑段。



