

<http://www.geojournals.cn/dzxb/ch/index.aspx>

贵州独山下泥盆统丹林组陆相地层中的 U 形潜穴

王约^{1, 2)}

1) 中国地质大学地球科学与资源学院, 北京, 100083

2) 贵州大学资源与环境学院古生物及生物成矿研究所, 贵阳, 550003

内容提要:具蹼状构造的垂直 U 形潜穴 *Diplocraterion* 广泛产于全球寒武纪—古近纪的滨浅海相中, 被认为是 Seilacher (1964, 1967) 的 *Skolithos* 遗迹相的主要分子, 也见于中—新生代的河湖相中, 被视为高能环境的重要分子。*Diplocraterion* 在古生代陆相地层中的发现仍是首次。产于贵州独山丹林组陆相地层具有水平层理的黑色泥岩中的 *Diplocraterion dushanensis* ichnosp. nov. 其近于平行的 U 形栖管由许多的节管组成, 节管和蹼状构造可能系造迹生物的居住潜穴阶段性地随沉积物的增厚而向上移动的过程中所形成, 其造迹生物主要生活于泛滥平原相对平静贫氧的水体环境中。

关键词:遗迹化石; *Diplocraterion*; 陆相地层; 丹林组; 下泥盆统; 贵州独山

遗迹化石不论在海相还是在陆相都是恢复古环境的重要依据(杨式溥, 1990; 胡斌等, 2002; 王约等, 2004)。*Diplocraterion* 由 Torell 在 1870 年研究瑞典寒武系 Västergötland Lugnas 砂岩所建立的 U 形遗迹属。U 形潜穴早期被分为具有蹼状构造的 *Rhizocorallium* 型和不具蹼状构造的 *Arenicolicate* 型两大类, 并将 *Diplocraterion* 归入 *Rhizocorallium* 型中(Richter, 1924)。Westergård (1931) 重新研究了 Torell 原描述的标本和副型标本, 证实了 *Diplocraterion* 具有蹼状构造。这样 U 形潜穴主要分为有具蹼状构造而斜交或平行于层面的 *Rhizocorallium* 型、具蹼状构造而垂直于层面的 *Diplocraterion/Corophioides* 型和无蹼状构造而垂直层面的 *Arenicolicate* 型三种类型(Mason et al., 1985)。具有蹼状构造的垂直 U 形潜穴包括 *Diplocraterion*, *Corophioides* 和 *Polyupsion* 三个遗迹属, Knox (1973) 认为 *Diplocraterion* 的蹼状构造边缘与两栖管垂直, 而 *Corophioides* 的蹼状构造边缘向上或向下与两栖管近于平行, 具有上升式和下退式的双向性。*Corophioides* 到 *Diplocraterion* 逐渐变化的中间类型的蹼状构造被发现后, Fürsich (1974) 指出 *Corophioides* 和 *Polyupsion* 应归属于 *Diplocraterion* 的同义名。

Diplocraterion 广泛分布于世界各地的寒武纪—古近纪, 主要见于滨浅海环境和浊流沉积的中扇环境, 被认为系高能环境条件的 *Skolithos* 和 *Glossifungites* 遗迹相的主要分子(Frey, 1975; Crimes, 1976; Howard et al., 1984; Buatois et al., 1988; 杨式溥等, 1988; 杨式溥, 1990; Bromley et al., 1991; Ekdale et al., 1991; 周志澄, 1995; 毕德昌等, 1996; Gong Yiming, 1999; Olóriz et al., 2000; Pemberton et al., 2001), 且常利用其栖管与蹼状构造的排列方式和蹼状构造的变化来推断沉积与侵蚀作用的阶段变化(Goldring, 1962; Knox, 1973; Fürsich, 1974; Mason et al., 1985; Crimes et al., 1985; Claus et al., 1986; 林文球等, 1986; 杨式溥, 1990), 利用其栖管所具有的一定的定向性来判断主海流的方向(Mason et al., 1986; Claus et al., 1986), *Diplocraterion* 也被发现于浊流沉积相的高能环境中(Crimes, 1976; Crimes et al., 1981; 杨式溥, 1990), 在我国中—新生代陆相河湖相地层中也有报道(杨式溥, 1996; 李应暹等, 1997; 张建平, 2000; 李日辉等, 2001; 胡斌等, 2002), 并被视为含氧量较高的高能环境沉积相的重要分子。*Diplocraterion* 在贵州独山地区(图 1)下泥盆统丹林组中的发现, 为该遗迹属首次在中生代陆相地层中发现, 且产于

注: 本文为现代地层学和古生物学国家重点实验室基金(编号 023116)和贵州大学校立基金资助项目的成果。

收稿日期: 2004-07-22; 改回日期: 2004-09-13; 责任编辑: 王思恩。

作者简介: 王约, 1964 年 3 月生。1984 年毕业于武汉地质学院地层古生物专业。在贵州大学资源与环境学院从事古生物学研究及教学工作, 现为地质大学博士研究生。Email: gzyuewang@126.com。

泛滥平原沉积的具有水平层理的黑色泥岩中。

1 *Diplocraterion* 产出层位及沉积环境

遗迹化石 *Diplocraterion* 产于贵州独山县城关镇半坡梯矿区(图 1), 层位属泥盆统丹林组的上部。独山地区的丹林组主要为一套中至巨厚层状的砂、砾岩, 间夹粉砂岩和泥岩, 发育大型槽状层理, 具河流相的“二元结构”沉积特征, 产植物化石 *Drepanophycus spinaeformis*, *Zosterophyllum Yunnanicum*, *Z. dushanensis*, *Taeniorada* sp. 等和鱼化石 *Houershanolepis changi*(贵州地质矿产局, 1987)。

丹林组上部的沉积过程在半坡剖面上可较为直观地体现了从河底滞留—泛滥平原沉积的曲流河系沉积序列的特点, 每一个层序序列为下粗上细, 主要由 5 部分组成(图 2):

(1) 河底滞留沉积: 以灰白色楔状或透镜状的粗砂岩为主, 与下伏地层有明显的侵蚀冲刷面(图版 I-2)。

(2) 河流砂坝相沉积: 为具有大型槽状层理(图版 I-3)和少量爬升层理的灰白色中至厚层状的中—细粗砂岩(图版 I-1)。

(3) 天然堤沉积: 为灰白色中层状具水平层理的细粒砂岩—粉砂岩。

(4) 决口扇沉积: 为灰白色楔状或透镜状的中粒砂岩(图版 I-1; 图 2), 在独山地区较为发育。

(5) 泛滥平原或河漫滩沉积: 位于沉积序列的顶部, 为产有丰富植物化石(图版 I-4)、具水平层理(图版 I-8)的黑色泥岩、粉砂质泥岩, 或与具水平层理的薄层状或楔状体的细砂岩、粉砂岩互层。遗迹化石 *Diplocraterion* 主要产出其顶部泛滥平原或河漫滩沉积的黑色泥岩和粉砂质泥岩中。

在地质剖面上, 从下至上, 沉积序列的沉积物粒度在总体上逐渐变小, 河底滞留沉积的厚度减小或无, 泛滥平原或河漫滩沉积的厚度增大。

2 遗迹化石描述

双杯迹属: *Ichnogenus Diplocraterion* Torell, 1870

模式种: *Diplocraterion parallelum* Torell, 1870

特征: 具有蹼状构造、与层面垂直的 U 形潜穴。两栖管近于平行, 栖管呈圆柱状, 管壁较为光滑, 栖管的口孔大部份呈漏斗状; 潜穴管底部多呈半圆形;

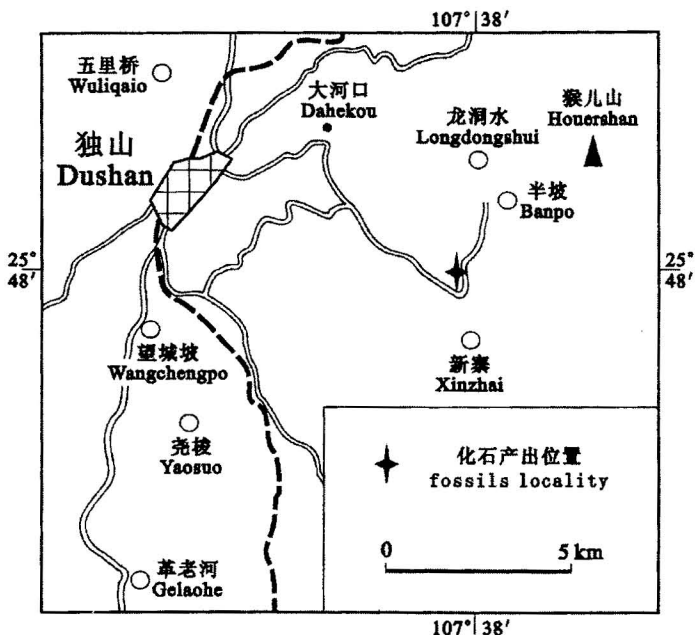


图 1 化石产地地理位置图

Fig. 1 Location of fossil site in Dushan County, Guizhou Province, China

在层面上两栖管和其间的蹼状构造构成哑铃状; 栖管直径 0.5~1.5 cm, 两栖管之间的距离为 1~7 cm, 潜穴深度为 2~15 cm。

讨论: *Diplocraterion* 已描述有 9 个遗迹种: 两栖管不对称的 *D. asymmetrium* Ekdale et al., 1991; 两栖管在底部出现分叉的 *D. bichavatum* Miller, 1974; U 形管上、下部都膨胀的 *D. emeiensis* Li et al., 1988; 两栖管壁在上部呈漏斗状的 *D. habichi* Lisson, 1904; U 形管在基部膨胀的 *D. helmerseni* Opik, 1929; 口孔宽大的 *D. lyelli* Richter, 1962; 两栖管近于平行的 *D. parallelum* Torell, 1870; 蹼状构造呈双向性的 *D. polyupsilon* Smith, 1893; 具有上升和下退式蹼状构造的 *D. yoyo* Goldring, 1962。

分布: 世界各地, 寒武纪—古近纪的海相和非海相地层。

独山双杯迹(新遗迹种) *Diplocraterion dushanensis* ichnosp. nov. (图版 I-5~8; 图版 II-1~7; 图 3)

材料: 标本 23 块, 野外照片 5 张。

描述: 垂直于层面的 U 形潜穴。栖管不规则弯曲, 两栖管近于平行, 两栖管间见有下退式蹼状构造, U 形管基底部向下具有一定的弧度弯曲, 呈半圆形; 栖管总体上呈绳索状, 由许多节管(nodosital tube)组成, 节管表面光滑无饰, 多与层面斜交, 偶见

垂直,节管间的接合部呈下凹状的弧面;栖管横切面为圆形,充填物质的颜色较围岩颜色浅,无构造;栖管和蹼状构造边缘的颜色较围岩浅;潜穴在层面上呈哑铃状。未见U形管的口孔。栖管管径为0.3~0.5cm,栖管之间的距离变化较大,为0.2~1.2cm,节管长度为0.2~0.5cm,U形管深度达65cm。

讨论: 该新遗迹种与 *Diplocraterion parallelum* Torell, *D. polyupsilon* Smith, *D. yoyo* Goldring 在两栖管近于平面方面较为相似, 但前者栖管由斜交或垂直于层面的节管组成绳索状, 且栖管管径和栖管间离均较小; 与 *D. helmerseni* Opik 的区别在于后者的两栖管在下部扩大膨胀, 且栖管管径和栖管间离均较大 Yang 和 *D. habichi* Lisson, 于后三者的两栖管互不 *Diplocraterion* 的其它遗迹种或垂直于层面的节管组成绳索管间离均较小。

产地及层位:贵州独山,下泥盆统丹林组。

3 遗迹化石 *Diplocraterion dushanensis* ichnosp. nov. 的生态习性分析

Diplocraterion 被认为可能是生活于滨海环境多毛虫类 Polyolora 的居住潜穴(Knox, 1973; 林文球等, 1986), 也有人认为系滤食性的蠕虫类所致(李日辉等, 1988, 2001), 被作为 *Skolithos* 和 *Glossifungites* 遗迹相的重要分子, *Diplocraterion* 在中—新生代陆相地层中也有报道, 被视为水体氧含量较高的高能沉积环境的重要分子。 *Diplocraterion dushanensis* ichnosp. nov. 则产出于贵州独山下泥盆统丹林组上部的黑色泥岩或粉砂质泥岩中, 由许多表面光滑的短节管组成绳索状栖管, 可能系一类身体较为短小的蠕虫类造迹生物的滤食性居住潜穴。黑色泥岩和

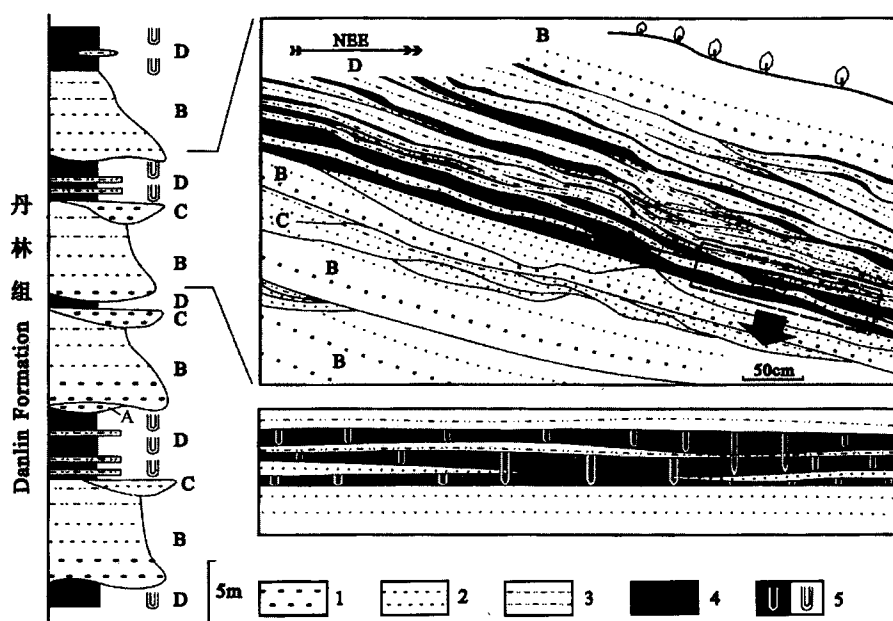
图 2 遗迹化石 *Diplocraterion* 的产出层位

Fig. 2 Horizons of Diplocraterion in Danlin Formation, Dushan region, Guizhou

1—粗粒砂岩,含砾砂岩;2—中粒砂岩;3—细粒砂岩,粉砂岩;4—泥岩;5—Diplocraterion;A—河底滞留沉积;B—河流砂坝和天然堤沉积;C—决口扇沉积;D—泛滥平原沉积

1—Coars-grained sandstone, gravel sandstone; 2—mid-grained sandstone; 3—fine-grained sandstone, siltstone; 4—mudstone; 5—Diplocraterion; A—subfluvial lag deposits; B—river sand-dam and natural levee deposits; C—crevasse-splay deposits; D—flood plain deposits

粉砂质泥岩主要处在河流相的沉积序列中最上部, 含有少量的分散微粒状的黄铁矿颗粒, 水平微层十分发育(图版 I-8), 并产有丰富的、无定向的植物化石碎片(图版 I-4), 为相对静水贫氧的泛滥平原或河漫滩相的沉积。

Goldring (1962)在研究英国上泥盆统 Baggy 层

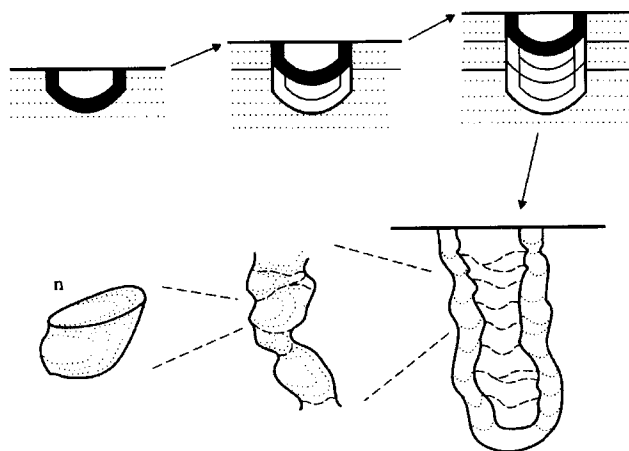


图 3 *Diplocraterion dushanensis* ichnosp. nov 蹼状构造及节管的形成(n 为节管)

Fig. 3 The spreiten and nodosital tubes of *Diplocraterion dushanensis* ichnosp. nov. (n; nodosital tube)

中的 *Diplocraterion yoyo* 时利用其潜穴管和蹼状构造的变化反映遗迹化石对于沉积作用和侵蚀作用的相对速度。在独山地区丹林组中产出的 *Diplocraterion dushanensis* ichnosp. nov. 仅限于大于 1 cm 厚的砂岩或粉砂岩层之间的泥岩、粉砂质泥岩中,即 U 形潜穴难以穿过大小 1 cm 厚的较粗岩性的岩层(图版 I-8;图 2),表明该新遗迹种的造迹生物不像 *Diplocraterion* 的其它遗迹种造迹生物生活于较强的水动力条件环境中,同时该新遗迹种的造迹生物的挖掘能力也较弱,较强的水动力环境将可能造成造迹生物的不适应而死亡。但该新遗迹种的栖管和节管可穿过 0.1~0.5 cm 厚季节性沉积的粉砂岩或细砂岩纹层(图版 II-3,5,6),表明可以抗御一定的水动力和具有一定的挖掘能力。

Mason 等(1984)和 Clausen 等(1986)通过对 *Diplocraterion* 两栖管在层面上有定向性分布特征的测量,以判断水流的方面。产出于独山丹林组的 *Diplocraterion dushanensis* ichnosp. nov. 在层面上两栖管为无规则的分布,没有定向性(图版 I-5),这可能与该遗迹种的造迹生物主要主活于较为平静的水体有关。

Bromley 等(1991)认为 *Diplocraterion parallelum* 的蹼状构造变化与造迹生物的生长有关。组成 *Diplocraterion dushanensis* ichnosp. nov. U 形栖管的节管多与层面斜交(图版 I-7;图版 II-1~3,5,6),可能是造迹生物居住或活动的 U 形潜穴的深度不大,以使可能身体短小的造迹生物在贫氧沉积环境中易形成 U 形管内的水流循环而获取一定的氧份;节管间的接合部呈下凹状的弧面,可能与造迹生物在正常的沉积作用下不断地向上挖掘移动,以保持一定的生态位,U 形潜穴管和节管也不断上移,形成由多个节管组成的栖管和蹼状构造(图 3);栖管内充填的物质较围岩的颜色较浅,栖管和蹼状构造边缘围岩的颜色也较浅(图版 I-5,7;图版 II-1,2,5,7),可能与造迹生物长期居住、生活时分泌或排泄造成有机物质的丰富有关。洪水期,较强的水动力条件和带来的丰富的、较粗的碎屑物质导致了造迹生物的不适应而死亡,造成该新遗迹种的栖管和节管仅限于小于 1 cm 厚的砂岩或粉砂岩层之间的泥岩之中,同时可能造成 U 形管口孔部的缺失。

在贵州独山下泥盆统丹林组上部, *Diplocraterion dushanensis* ichnosp. nov. 产出于静水贫氧的泛滥平原或河漫滩相的黑色泥岩或粉砂质泥岩中,这无疑为进一步地认识和研究垂直 U 形潜穴

的生态习性及其与沉积环境关系提供了新的资料。

致谢:在贵州独山工作期间得到独山县委丁匀和侯文友同志以及独山县国土资源局的大力支持与帮助,在成文过程中得到中国地质大学王训练教授和赖旭龙教授的帮助,谨此致谢。

参 考 文 献

- 毕德昌,郭佩霞,钱迈平. 1996. 长江下游三叠系青龙组遗迹化石. 古生物学报, 35(6): 714~729.
- 贵州省地质矿产局. 1987. 贵州省区域地质志. 北京:地质出版社, 164~193.
- 胡斌,齐永安,张国成,姜在兴. 2002. 中国中—新生代陆相沉积中的遗迹群落. 沉积学报, 20(4): 574~579.
- 李日辉,杨式溥. 1988. 滇东川中地区震旦系—寒武系界线附近的遗迹化石. 现代地质, 2(2): 158~174.
- 李日辉,张光威. 2001. 山东莱阳盆地早白垩世莱阳群的遗迹化石. 古生物学报, 40(2): 252~261.
- 李应暹,卢宗盛,王丹,等. 1997. 辽河盆地陆相遗迹化石与沉积环境研究. 北京:石油工业出版社.
- 林文球,刘宗文,王洪峰. 1986. 四川龙门山平驿铺组沉积环境及 U 形蹼状构造潜穴探讨. 矿物岩石, 6(3): 121~129.
- 王约,赵元龙,林日白,王萍丽. 2004. 贵州台江凯里生物群中遗迹化石(*Gordia*)与水母状化石(*Pararotadiscus*)的关系及其意义. 地质论评, 50(2): 113~119.
- 杨式溥. 1990. 古遗迹学. 北京:地质出版社.
- 杨式溥. 1996. 山东山旺中新世硅藻页岩中的遗迹化石. 地质论评, 42(2): 187~190.
- 杨式溥,戎昆方. 1988. 贵阳乌当下奥陶统湄潭组遗迹化石及其古环境意义. 现代地质, 2(3): 315~327.
- 张建平,薛叔浩,杨式溥,吴因业. 2000. 新疆吐哈盆地侏罗纪湖相动物遗迹化石的发现及古环境意义. 现代地质, 14(3): 373~378.
- 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): 228~294.
- Pemberton S G, 周志澄, MacEachern J. 2001. 机会(r-选择)和均衡(k-选择)遗迹化石的现代生态学解释. 古生物学报, 40(1): 191~142.

References

- Bi Dechang, Guo Peixia, Qian Maiping. 1996. Trace fossils from Triassic Qinglong Formation of Lower Yangzi Valley. Acta Palaeontologica Sinica, 35(6): 714~729. (in Chinese with English abstract).
- Bromley R G, Hanken N -M. 1991. The growth vector in trace fossils; Examples from the Lower Cambrian of Norway. Ichnos, 1: 261~276.
- Buatois L A, Mangano M G, Genise J F, Taylor T N. 1988. The ichnologic record of the continental invertebrate invasion; evolutionary trends in environmental expansion, ecospace utilization, and behavioral complexity. Palaios, 13: 217~240.
- Claus C K, Vilhjalmsen M. 1986. Substrate control of Lower Cambrian trace fossils from Bornholm, Denmark. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 56: 51~68.
- Crimes T P. 1976. Trace fossils of an Eocene deep-sea sand fan, northern Spain. In: Crimes T P and J C Harper ed.: Trace Fossils

- 2, Seel House Press, Liverpool, 71~89.
- Crimes T P, Anderson M M. 1985. Trace fossils from Late Precambrian-Early Cambrian strata of southeastern Newfoundland (Canda); temporal and environmental implications. *Journal of Paleontology*, 59(2): 310~343.
- Crimes T P, Goldring R, Homewood P, Van Stuijvenbert J, Winkler W. 1981. Tracé fossil assemblages of deep-sea fan deposits and Schlieren flysch (Cretaceous - Eocene, Switzerland). *Ecologiae Geologicae Helveticae*, 74: 953~995.
- Ekdale A A, Lewis D W. 1991. Trace fossils and paleoenvironmental control of ichofacies in a late Quaternary gravel and loess fan delta complex, New Zealand. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 81: 253~279.
- Frey R W. 1975. The realm of Ichnology, its strengths and limitations. In: Frey R W, ed., *The Study of Trace Fossils*. Springer-Verlag, New York. 13~38.
- Fürsich F T. 1974. On Diplocraterion Torell 1870 and the significance of morphological features in vertical, spreiten-forming, U-shaped trace fossils. *Journal of Palaeontology*, 48: 952~962.
- Goldring R. 1962. The trace fossils of the Baggy Beds (Upper Devonian) of North Devon, England. *Palaeontology Zeitsch*, 36: 232~162.
- Gong Yiming. 1999. Flysch Trace Fossils from the Hercynian and Indosinian Orogenic Belts of Northwestern China and Their Palaeoenvironmental Significance. *Acta Geologica Sinica*, 73(4): 384~394.
- Guizhou Bureau of Geology and Mineral Resources. 1987. *Regional Geology of Guizhou Province*. Beijing: Geological Publishing House, 164~193.
- Howard J D, Frey R W. 1984. Characteristic trace fossils in nearshore to offshore sequences, Upper Cretaceous of east-central Utah. *Candian Journal of Earth Sciences*, 21: 200~219.
- Hu Bin, Qi Yongan, Zhang Guocheng, Jiang Zaixing. 2002. The ichnocoenoses of Mesozoic terrestrial deposits of China. *Acta Sedimentologica Sinica*, 20(4): 574~579. (in Chinese with English abstract).
- Knox R W. 1973. Ichnogenus *Corophioides*. *Lethaia*, 6: 133~146.
- Li Rihui, Yang Shipu. 1988. Trace Fossils near the Sinian-Cambrian boundary in eastern Yunnan and central Sichuan, China. *Geoscience*, 2(2): 158~174. (in Chinese with English abstract).
- Li Rihui, Zhang Guangwei. 2001. A preliminary study of nonmarine trace fossils from the Laiyang Group (Early Cretaceous), Laiyang Basin, eastern China. *Acta Palaeontologica Sinica*, 40(2): 252~261. (in Chinese with English abstract).
- Li Yingxian, Lu Zongsheng, Wang Dan, et al.. 1997. *Continental trace fossils and sedimentary environments in Liaohé Basin*. Petrolic Industry Press, Beijing, China. (in Chinese with English abstract).
- Lin wenqiu, Liu Zongwen, Wang Hongfeng. 1986. The approach to vertical U-shaped spreiten-burrow and Lower Devonian Pingyipu Formation nearshore-foreshore depositional environments, Longmen Mountain, Sichuan. *Minerals and Rocks*. 6(3): 121~129.
- Mason T R, Christle A D M. 1986. Palaeoenvironment significance of ichnogenus *Diplocraterion* Torell from the Permian Vryheid Formation of the Karoo Supergroup, South Africa. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 52: 249~265.
- Olóriz F, Rodríguez-Tovar F J. 2000. *Diplocraterion*: A useful marker for sequence stratigraphy and correlation in the Kimmeridgian, Jurassic (Prebetic Zone, Betic Cordillera, southern Spain). *Palaios*, 15: 546~552.
- Pemberton S G, Zhou Zhicheng, MacEachern. 2001. Modern ecological interpretation of opportunistic (R-Selected) and equilibrium (K-Selected) trace fossils. *Acta Palaeontologica Sinica*, 40(1): 134~142. (in Chinese with English abstract).
- Richter R. 1924. *Flachseebeobachtungen zur paläontologie und geologie*. VII-XI. *Senckenbergiana*, 6: 119~165.
- Seilacher A. 1964. Biogenic sediment structures. In: Imbrie J eds. *Approaches to Paleocology*, New York, Wiley, 296~316.
- Seilacher A. 1967. Bathymetry of trace fossils. *Marine Geology*, 5: 413~428.
- Seilacher A. 1978. Use of trace fossils for recognizing depositional environments. In: Basan P B eds., *Trace fossils concepts*. SEPM Short Course, 5: 167~181.
- Torell O M. 1870. *Petrifica Suecana Formationis Cambricae*. Lunds University, ? rsskr., 6(8): 1~14.
- Westergard A H. 1931. *Diplocraterion*, *Monocraterion* and *Scolithus* from the Lower Cambrian of Sweden. *Sver. Geol. Undersok. Ser. C*, Avhoch Upps. no. 372.
- Wang Yue. 2004. Relationship between Trace Fossil *Gordia* and *Medusiform Fossils Pararotadiscus* from the Kaili Biota, Taijiang, Guizhou, and Its Significance. *Geological Review*, 50(2): 113~119 (in Chinese with English abstract).
- Yang Shipu. 1990. *Palaeoichnology*. Beijing: Geological Publishing House.
- Yang Shipu. 1996. Trace Fossils From the Miocene Diatomites of Shanwang, Shandong, China. *Geological Review*, 42(2): 187~190 (in Chinese with English abstract).
- Yang Shipu, Rong Kunfang. 1988. Trace fossils from Lower Ordovician Meitan Formation in Wudang, Guiyang and their environment significance. *Geoscience*, 2(3): 315~327. (in Chinese with English abstract).
- Zhang Jiangping, Xue Shuhao, Yang Shipu, Wu Yinye. 2000. Discovery of Jurassic lacustrine trace fossils and their paleoenvironmental significance from Turpan-Hami Basin, Xinjiang. *Geoscience*, 14(3): 373~378 (in Chinese with English abstract).
- Zhou Zhicheng. 1995. Application of bigenic structures to environmental interpretation—advancement in studies of Ichnology. *Acta Palaeontologica Sinica*, 34(2): 228~294. (in Chinese with English abstract).

图 版 说 明

(标本保存于贵州大学资源与环境学院古生物博物馆内)

图 版 I

1. 产 *Diplocraterion dushanensis* ichnosp. nov. 的丹林组断面, 野外照片。B—河流砂坝和天然堤沉积; C—决口扇沉积; D—泛滥平原沉积。
2. 透镜体状的河底滞留沉积, 与下伏地层有明显的侵蚀冲刷面。野外照片。
3. 河流砂坝相的大型槽状层理。野外照片。
4. 植物化石碎片。野外照片。
- 5~7. *Diplocraterion dushanensis* ichnosp. nov. 。
5. 成群的 *Diplocraterion dushanensis* ichnosp. nov. 层面照片。
6. 层面上呈哑铃状。层面照片。

7. U形垂直潜穴,底部浑圆,两栖管由多个节管组成,栖管边缘和蹼状构造的颜色较围岩浅。
8. *Diplocraterion dushanensis* ichnosp. nov. 产在砂岩之间的泥岩中。野外照片。箭头所指为 *Diplocraterion dushanensis* ichnosp. nov.; s—砂岩;m—泥岩。

图版 II

1~7. *Diplocraterion dushanensis* ichnosp. nov.。

1. U形垂直潜穴,两栖管由多个节管组成,可穿过薄层的粉砂岩层,栖管边缘和蹼状构造的颜色较围岩浅。

2. 潜穴的下部,栖管边缘和蹼状构造的颜色较围岩浅。
3. 由多个节管组成的栖管,可穿过薄层的粉砂岩层。
4. U形管的底部浑圆,栖管边缘和蹼状构造的颜色较围岩浅。底面照片。
5. 潜穴的上部,栖管可穿过薄层的粉砂岩层,栖管边缘和蹼状构造的颜色较围岩浅。
6. 密集分布的 *Diplocraterion dushanensis* ichnosp. nov., 潜穴可穿过薄层的粉砂岩层。
7. 层面上呈哑铃状,栖管边缘和蹼状构造的颜色较围岩浅。

An Ichnofossil, U-Shaped Burrow, in Continental Deposit from the Lower Devonian Danlin Formation in Dushan County, Guizhou Province, China

WANG Yue^{1,2)}

1) Faculty of Earth Sciences and Mineral Resources, China University of Geosciences, Beijing, 100083

2) Faculty of Resource and Environment, Guizhou University, Guiyang, 550003

Abstract

Diplocraterion Torell 1870, U-shaped with spreiten, was considered to be one of the main ichnofossils of Skolithos ichnofacies of Seilacher (1964, 1967) and widely found in shore and shallow-sea deposits from Cambrian to Paleogene as well as non-marine sediments from Mesozoic to Cenozoic in the world. It was regarded as one important indicator of high-energy environment. This is the first report of this genus from Paleozoic terrestrial strata. The *Diplocraterion dushanensis* ichnosp. nov. specimens found in black mudstone and silty mudstone with horizontal bedding from the Lower Devonian Danlin Formation in Dushan, Guizhou, are composed with spreiten and U-shaped burrow that consists of many nodosital tubes. The nodosital tubes and spreiten may be formed when the trace-maker, perhaps worm, burrowed upward. The author considers that the trace-makers dwelling in those burrows of *Diplocraterion dushanensis* ichnosp. nov. might live in a floodplain environment with calm water and poor oxygen.

Ichnogenus *Diplocraterion* Torell, 1870. *Diplocraterion dushanensis* ichnosp. nov. (Pl. I -5~8; Pl. II -1~7, text figure 2). Material: twenty-three specimens, five field photographs.

Description: U-shaped with spreite. The legs in the U as cords consist of many nodosital tubes that are commonly oblique to bedding, smooth on its surface, and have concave surfaces on their copulae. The legs are mostly parallel to each other and vertical to the bedding. On the bedding plane, it is like a dumbbell. Burrow fill is structureless, and different in color from host rock. The color near the edges of the burrow and spreites are lighter than that of the host rock. Dimensions: The traces are 12 to 65 mm long, and the most length of U-shaped burrows is 65 cm. The diameter of the tubes varies from 0.3 to 0.5 cm, the distance between tubes is 0.2 cm to 1.2 cm. The length of nodosital tubes varies from 0.2 to 0.5 cm.

Discussion: *Diplocraterion dushanensis* ichnosp. nov. differs from other ichnospecies of *Diplocraterion* in that the diameter and the distance between tubes is smaller, and that the legs in the U-shaped burrow are like cords and are composed of many nodosital tubes. *Diplocraterion dushanensis* ichnosp. nov. may be formed by a shorter worm that lived in clam water and poor oxygen in non-marine facies.

Occurrence: Banpo in Dushan of Guizhou Province, upper part of the Danlin Formation, Lower Devonian.

Key words: Trace fossil; *Diplocraterion*; continental deposit; Danlin Formation; Lower Devonian; Dushan; Guizhou

