

安徽巢县凤凰山和州组上段 *Glossifungites* 遗迹相的成因及其意义

周志澄

(中国科学院南京地质古生物研究所)

张 瑛

(中国地质科学院南京地质矿产研究所)

提要 安徽巢县凤凰山剖面 and 州组上段生物扰动灰岩含丰富的遗迹化石 *Thalassinoides* sp., 属于 *Glossifungites* 遗迹相, 它发育在没有完全石化的间断面上, 反映了一种潮间带潮坪的沉积环境。

Glossifungites 遗迹相的发现, 在地质学上证实了巢县以北和州组与黄龙组之间为间接接触, 缺失或只存在一部分相当于巢县以南普遍存在的老虎洞组白云岩时代的地质层。

关键词 遗迹化石 遗迹相 掘穴构造 生物扰动 间断面

第一作者简介 周志澄 男 46岁 助理研究员 硕士 沉积岩石学及地层学

近年来, 不少地质工作者对安徽巢县凤凰山下石炭统标准剖面的生物地层、沉积岩和沉积相方面做了许多研究工作(张瑛等, 1983, 1984¹; 陈宏明等, 1987; 夏广胜、徐家聪, 1980; 肖立功, 1982)。和州组顶部炉渣状灰岩的成因, 更是一个引人注目的问题。张瑛等(1983, 1984¹)。首次提出了生物扰动成因的观点。尔后, 赵 林(1986)发表了类似的意见, 也有一些地质工作者对此持有异议, 认为它是由溶蚀作用所引起²。

在以往工作的基础上, 笔者于1988年11月考察了凤凰山剖面, 对和州组顶部的炉渣状灰岩进行了深入研究, 本文试图从遗迹相的角度, 进一步探讨炉渣状灰岩的成因及其意义。

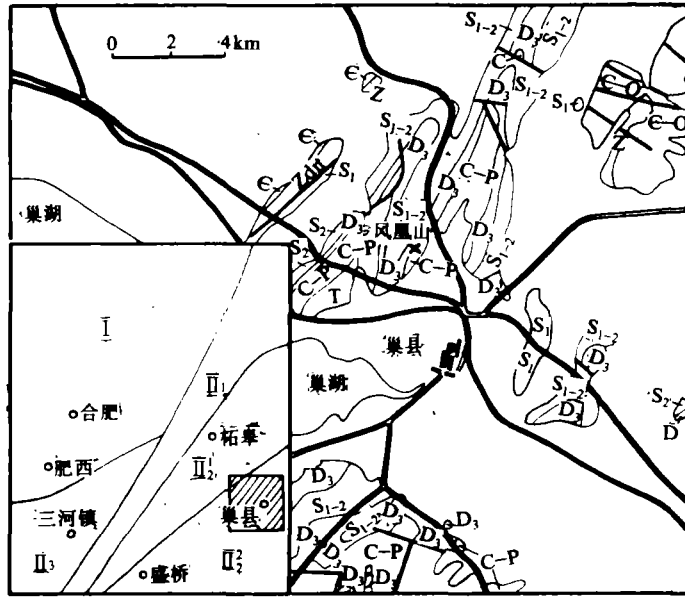
一、地质背景

凤凰山剖面位于巢县城北偏西4km处, 处于扬子地块的黄山—银屏山拗褶带银屏褶皱束的西北部(图1)。晚古生代地层在银屏褶皱束内发育, 与之相邻的黄山褶皱束及与华北地块接壤的浮槎山—南将军山隆起, 均未发现有晚古生代地层出露。自浮槎山—南将军山隆

¹ 张瑛等, 1984, 安徽巢湖地区下石炭统沉积相及沉积环境研究——兼论下扬子区“老虎洞白云岩”的成因和时代归属, 中国地质科学院科研报告。

² 李金吉等, 1982, 安徽地质学会会讯, 第17期。

起带向东南方向，出露地层具有从前震旦纪至晚古生代由老至新呈北东—南西向带状分布的特征。



× 剖面位置 I. 华北地块 II. 扬子地块 II₁. 浮槎山—南将军山隆起, II₂. 黄山—银屏山拗褶带, II₂¹. 黄山褶皱束 II₂². 银屏褶皱束 II₃. 合肥盆地

图1 巢县凤凰山剖面地质构造及交通略图

Fig.1 Geological setting of Fenghuangshan profile

凤凰山地区下石炭统由金陵组、高骊山组和和州组组成。金陵组厚度仅 1.75m，主要为滨岸海湾相的含铁砂泥岩和透镜状生物碎屑灰岩。高骊山组厚 11.57m，中下部为滨岸泻湖相的泥质岩类，上部为滨岸浅滩相的石英细砂岩。和州组可分作上、下二段（夏广胜、徐家聪，1980），下段以生物碎屑灰岩、白云质灰岩和钙质泥岩为主，含珊瑚、蠕类、腕足类等生物化石，顶部为具波痕构造的微晶灰岩，具有潮下至潮间带的沉积特征；上段以生物碎屑微晶灰岩为主，是本文所研究的遗迹化石产出层位，其岩层序列简述如下：

上石炭统黄龙组 (C₂h)：

8. 灰白色厚层泥晶灰岩。

下石炭统和州组 (C₁h)：

上段 (C₂h²)：

- 7. 浅灰色厚层状生物扰动灰岩，掘穴构造密集，顶面呈炉渣状。2.00m
- 6. 浅灰色中厚层状生物扰动灰岩，由下至上，掘穴构造逐渐丰富。1.80m
- 5. 深灰色中厚层状泥晶灰岩，具鸟眼构造。0.70m
- 4. 灰绿色薄层泥岩、结核状方解石化硬石膏岩，含石膏假晶及泥裂构造。1.90m
- 3. 结核状方解石化硬石膏岩与灰绿色泥岩、泥灰岩互层，含石膏假晶。5.90m

2. 结核状方解石化硬石膏岩与灰绿色泥岩、泥灰岩互层，含石膏假晶。2.36m

下段 (C_1h^1):

1. 灰黑色薄—中层状微晶灰岩，具大型波痕，波长达5—6m。

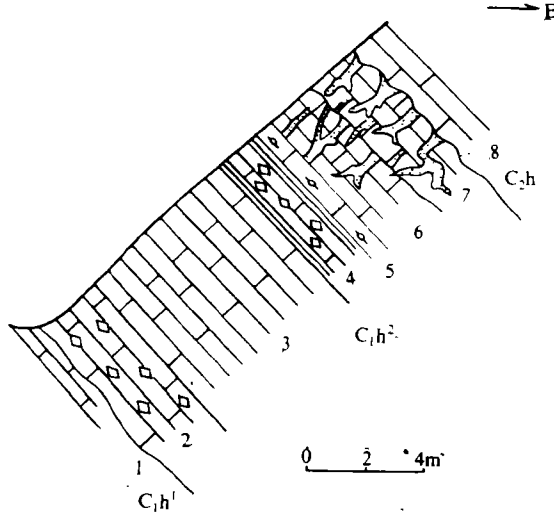


图2 凤凰山和州组上段剖面图

Fig.2 Sectional sketch of the upper member of Hezhou Formation

上石炭统黄龙组为含苔藓虫、珊瑚、腕足类、三叶虫等生物碎屑泥晶灰岩，仅厚15m，直接覆于和州组之上，缺失巢南比较发育的老虎洞组白云岩。

二、遗迹化石 *Thalassinoides* sp. 的特征

和州组上段生物扰动灰岩由海生迹（未定种）*Thalassinoides* sp. 所造成，属住迹类 (*Domichnia*)，其特征描述如下：

1. 形态特征描述

遗迹属 海生迹属 *Thalassinoides* Fhrenberg 1964

海生迹（未定种）*Thalassinoides* sp.

(图版 I, 1、4)

描述 掘穴直径2—4cm，无栖管，掘穴壁较光滑，贴近掘穴的围岩壁上，有一层厚约1mm的黑色环边。掘穴不规则分叉，横切面上往往呈X形，垂直方向上呈Y形分叉的掘穴系统较发育，长可达20cm以上，除少数穿入到下伏地层中外，一般不切穿层理。

保存方式 表迹、内迹及底迹。

讨论 与 Kennedy (1967) 所描述的 *Thalassinoides paradoxicus* 相比较，本文所描述的 *Thalassinoides* sp. 两个分叉之间的距离较短，主干和分枝的直径变化较大，更不规则。

2. 微相及化学成分特征

掘穴构造内部的充填物与宿主灰岩之间, 碳酸盐微相及化学成分都有明显区别。宿主灰岩主要为含有孔虫类、蠕类、软体生物、海百合等碎屑的微晶灰岩, 而充填物主要为含海百合生物碎屑的细晶灰岩 (图版 I, 3)。二者的化学成分如表 1 所示:

表 1 宿主灰岩与充填物的化学成分对比*

Table 1 Comparison of chemical composition of the host limestone with the fills of burrows

样品号	岩石类型	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	酸不溶物	方解石	白云石
AFb20-1	充填物	47.72	0.84	5.01	0.76	19.84	74.29	4.14
AFb20-1	宿主灰岩	55.95	0.15	0.13	0.06	0.23	99.77	0.69
AFb19-5	充填物	34.15	1.33	8.78	2.01	30.22	57.78	6.12
AFb19-1	宿主灰岩	56.00	0.13	0.11	—	0.20	99.92	0.60

* 引自张瑛等, 1983。其中 AFb19-1 宿主灰岩的 CaO 值的误差为 0.44。

三、*Glossifungites* 遗迹相的成因

遗迹化石及遗迹相的研究, 对于解释沉积物的沉积过程及底质状况, 具有很大帮助。Seilacher (1963, 1964, 1967) 首先鉴别出滨海、亚滨海地区的两个主要的遗迹相: *Skolithos* 遗迹相和 *Glossifungites* 遗迹相。Frey and Seilacher (1980) 又进一步把后者划分为 *Glossifungites* 和 *Trypanites* 两个遗迹相。它们之间的区别在于它们反映了三种不同的底质条件。*Skolithos* 遗迹相形成于移动的沉积底质, 快速的沉积作用常常和侵蚀作用交替发生, *Skolithos*, *Diplocraterion* 和 *Monocraterion* 等遗迹化石为这一遗迹相的代表; *Trypanites* 遗迹相则与 *Skolithos* 遗迹相相反, 发生在完全石化了的海底或骨、壳、木头等一类生物底质上, 以海绵、多毛类、双壳类、藤壶和星虫等钻孔生物所造成的钻孔为特征; 介于上述两种遗迹相之间的过渡类型, 则为 *Glossifungites* 遗迹相, 以 *Thalassinoides* 和 *Rhizocorallium* 为代表, 是在沉积底质尚未完全石化、处于半固结状态时形成的, 本文所述的 *Thalassinoides* sp. 就属于这一遗迹相。*Trypanites* 遗迹相和 *Glossifungites* 遗迹相常常共生在一起, 它们往往发生在沉积间断面上。

现代海洋中类似 *Thalassinoides* 的掘穴构造, 是由甲壳纲十足目 *Upogebia affinis* 等虾类生物造成的 (Pemberton and Frey, 1985), 而遗迹化石 *Thalassinoides* 一般认为是甲壳类 *Callianassa* sp. 的掘穴构造 (Kennedy, 1967)^①。*Callianassa* sp. 营穴居生活, 以海水中悬浮微生物为食, 当它们在半固结的、还没有完全石化的底质上掘穴时, 由于底质比较坚固, 不必再另外建造自己的栖管。造主死亡后, 有时这些栖孔并没有马上被沉积物所充填, 后来的海进使得沉积作用再次发生时, 这些开口的掘穴才被新的沉积物所充填。在这种情况下, 充填物和宿主岩是在不同的时间、不同的环境下形成, 二者往往具有不同的微相特征及矿物成

^① *Callianassa* sp. 在侏罗纪、白垩纪时较为繁盛, 文献中最早见于二叠纪, 石炭纪是否已出现, 尚属疑问。本文所描述的 *Thalassinoides* sp. 有可能由其它与 *Callianassa* sp. 的生态习性相类似的甲壳纲十足目生物所造成。

分。表1所示的化学分析资料表明,本文所描述的 *Thalassinoides* 掘穴构造中的充填物含有较高的粘土矿物和白云石,这是由于海进刚开始时,带来了较多的陆源碎屑物质,同时,充填物较宿主灰岩疏松,较易遭受次生的风化淋滤和白云岩化。

Thalassinoides sp.的另一个特征是在紧贴着掘穴的宿主灰岩壁上,有一层黑色环边(图版 I, 4)经测定,其有机碳含量为 0.06%,而充填物和宿主灰岩的有机碳含量均为 0.05%,镜下观察发现,它是由微晶和粉晶方解石组成。其成因很可能是造主为使得底质较为松软易于挖掘,在掘穴过程中,分泌的有机酸浸染到宿主岩中,使得穴壁中的泥晶方解石产生重结晶作用所致。

在间断面上,由于遗迹化石 *Thalassinoides* 的广泛发育,而使得地层层面呈斑块状、假角砾状或者炉渣状,在世界上许多地方、不同地层中都有发现。Bromley (1975) 列举了丹麦史蒂文斯的克林特海岸陡崖的白垩系—第三系的间断面、英国威尔特郡上的白垩统土仑组白垩岩中的两个硬底面和英国白金汉郡上白垩统桑托阶中的间断面上都发育有 *Thalassinoides*, 并且根据遗迹化石的类型及不同的遗迹化石相互之间的关系,可以分辨出间断前、间断期间及间断后的遗迹化石组合和遗迹相。Bottjer (1985) 对美国阿肯色州上白垩 Saratoga 组和 Marlbrook 组之间以及 Annona 组和 Ozan 组之间两个间断面上广泛发育的 *Thalassinoides* 掘穴构造作了详细报道。我国,除了本文所报道的 *Glossifungites* 遗迹相之外,在其它地区不同时代的地层中也可能有这一遗迹相存在,只是过去对它的特征及成因认识不够,没有很好地研究罢了。

四、*Glossifungites* 遗迹相的沉积环境及地层意义

根据晚古生代地层的出露和分布情况以及凤凰山地区下石炭统岩相特征推测,早石炭世时,该地区已靠近古陆缘,海陆边界可能以银屏褶皱束和黄山褶皱束之间的界线为界,(图4)。和州组上段由含鸟眼构造的泥晶灰岩,含石膏假晶、泥裂构造的泥晶灰岩及生物碎屑微晶灰岩所组成,具有潮上带—潮间带的沉积特征。笔者认为,和州组上段所出现的 *Glossifungites* 遗迹相的沉积环境与上述现代实例所提供的沉积环境资料相似,形成于潮间带,经常性的暴露以及沉积作用的停止,使得碳酸盐沉积物易于遭受脱水作用,并很快固结,形成间断面。同时,周期性潮水又给 *Callianassa* sp.带来丰富的浮游生物,这种生态环境和底质条件,为 *Glossifungites* 遗迹相的发育提供了适宜的条件。

遗迹相的研究,不仅对了解沉积作用和沉积环境有其意义,并且有助于解决巢南普遍存在的老虎洞组白云岩的时代对比问题。巢南王家村剖面与巢北凤凰山剖面相距仅 13km,但地层序列却存在较大差别。前者在上石炭统黄龙组与下石炭统和州组之间,存在老虎洞组白云岩,而后者却缺失这一地层。夏广胜、徐家聪 (1980) 认为巢北和州组上段与老虎洞组时代相当,肖立功 (1982)^① 也将巢县组(与夏、徐所划分的和州组上段相当)与老虎洞组相对比。上文已经提到,巢北和州组上部的 *Glossifungites* 遗迹相是在间断面上形成的,特别是和州组顶部,由于间断的时间较长,间断面所受到的生物扰动和侵蚀作用也远较下伏两层生物扰动灰岩强烈。由于充填物较疏松,在生物扰动灰岩成岩之后,易于被淋滤,而宿主灰

^①肖立功, 1982. 再论南京及巢湖地区老虎洞组的归属问题. 安徽古生物学会会讯, 第4期.

岩则相对较坚硬, 抗风化能力较强, 由此形成凹凸不平的炉渣状构造 (图版 I, 2)。巢北的和州组与黄龙组之间, 存在着一个明显的沉积间断, 而巢南的和州组、老虎洞组白云岩和黄龙组之间基本上为连续沉积。因此, 笔者认为, 巢北很可能缺失或只存在部分与巢南老虎洞组白云岩时代相当的地质层。地层对比如下表所示:

表 2 巢县和州组与老虎洞组地层对比表

Table 2 Correlation of Hezhou Formation and Laohudong Formation in Chao County

	巢 北		巢 南
	本 文	夏广胜、徐家聪	
上 石 炭 统	黄龙组	黄龙组	黄龙组
下 石 炭 统	和州组	和州组	老虎洞组
		上段	
		下段	和州组

综上所述, 笔者对巢北凤凰山剖面上部 *Glossifungites* 遗迹相的研究, 得出如下几点认识:

1. 巢县凤凰山和州组生物扰动灰岩是由 *Thalassinoides* sp. 所造成, 属于 *Clossifungites* 遗迹相, 产生于半固结的但没有完全石化的间断面上, 反映了一种周期性暴露的潮间坪环境。

2. 巢北和州组与黄龙组之间, 为不连续沉积, 缺失或仅含有部分与巢南老虎洞组白云岩时代相当的地质层。

3. 生物活动在沉积物中造成的结构、构造, 与机械作用所形成的结构、构造一样, 是帮助分析沉积作用和沉积环境的有用指标, 在地层对比中, 也是一种有用的借鉴。

唐天福、薛耀松教授审阅全文; 李耀西、陈宏明、汤再如、张晓东、刘卫红参加了野外工作; 林文球在野外提出宝贵意见; 邓东兴协助照相; 任玉泉帮助制图。在此一并致谢。

收稿日期: 1989年9月23日

参 考 文 献

- (1) 陈宏明等, 1989, 中国地质科学院南京地质矿产研究所所刊, 8卷, 2期, 43-60页。
- (2) 张瑛等, 1983, 中国地质科学院南京地质矿产研究所所刊, 4卷, 2期, 1-26页。
- (3) 赵 林, 1986, 沉积学报, 4卷, 1期, 43-48页。
- (4) 夏广胜、徐家聪, 1980, 地层学杂志, 4卷, 2期, 87-95页。
- (5) Bottjer D.J., Jour.Paleontology, V.59, No.2, p.282-298.
- (6) Bromley R.G., 1975, Trace Fossils at Omission Surfaces. In: The Study of Trace Fossils. (Frey R.W., ed), Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, p.399-423.

- (7) Frey R. and Seilacher A., 1980, *Lethaia*, V.13, p.183-207.
- (8) Kennedy W.J., 1967, *Brit.Museum (Nat.History), Bull.Geol.*, V.15, p.125-167.
- (9) Pemberton S.G. and Frey R., 1985, *The Glossifungites Ichnofacies: Modern Examples from the Georgia Coast, U.S.A.*, In: *Biogenic Structures: Their Use in Interpreting Depositional Environments.* (Curran, H.A.-ed) *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, special publication, No.35*, p.237-259.
- (10) Seilacher A., 1963, *Lebensspuren and Salinitatsfazies: Fortschr.Geol.rheinld.u.Westfal.*, V.10, p.81-94.
- (11) Seilacher A., 1964, *Biogenic sedimentary structures.* In: *Approaches to Paleoecology.* (Imbrie, J. and Newell, N.D., -eds), *J.wiley and Sons, New York*, p.296-316.
- (12) Seilacher A., 1967, *Marine Geology*, V.5, p.413-428.
- (13) Swinbanks D.D. and Luternauer J.L., 1987, *Jour.Paleontology*, V.61, No.2, p.315-332.

The Genesis and Significance of *Glossifungites* Ichnofacies at the Upper Member of Hezhou Formation of Lower Carboniferous, Northern Chao County, Anhui

Zhou Zhicheng Zhang Ying

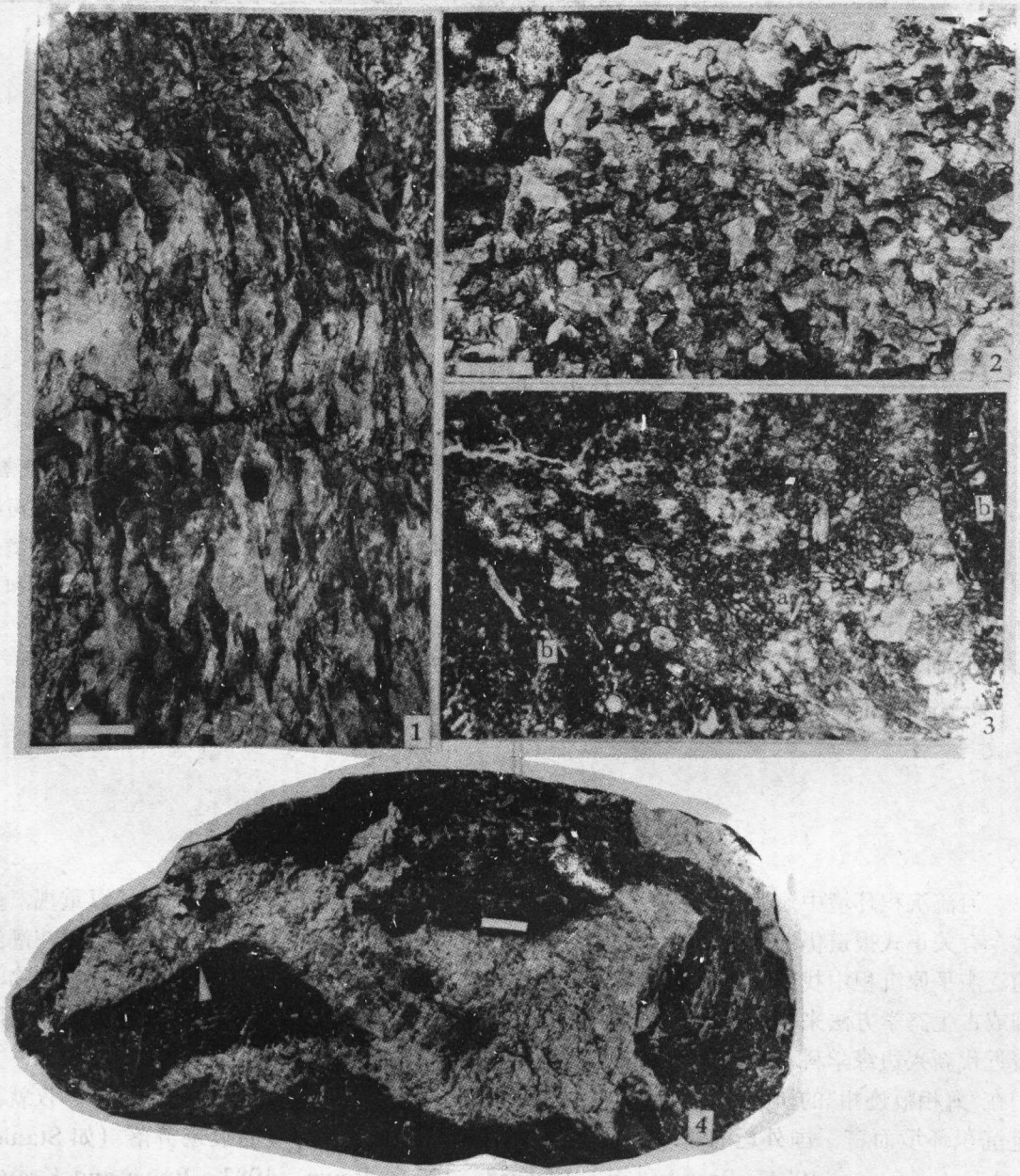
(Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Chinese Academy of Sciences)

Abstract

The bioturbate limestone at the upper member of Hezhou Formation of Lower Carboniferous in northern Chao County was caused by *Thalassinoides* sp. which produced at the semiconsolidated, but not fully lithified discontinuity surfaces. It could be attributed to *Glossifungites* ichnofacies which was formed in the intertidal flat environment.

The features of carbonate microfacies and chemical components of the fills in the burrow systems differ from that of the host rock. The former is finely crystalline limestone mainly with crinoidal debris and contains higher clay minerals and dolomite than that of the latter. The latter is biomicrite bearing foraminifer, fusulina, molluscan and crinoidal debris. These differences imply that they were not formed in the same time and environment. The fills were piped in the burrow systems in the next transgression after the halt of deposition.

The occurrence of *Glossifungites* ichnofacies at the uppermost surface of Hezhou Formation could provide a new important stratigraphic information for interpreting the lacking of Laohudong Formation between Huanglong Formation of Upper Carboniferous and Hezhou Formation of Lower Carboniferous here which prevails in southern Chao County.



1. *Thalassinoides* sp 的野外纵剖面观,白线长 10cm 2. 间断面上的 *Thalassinoides* sp, 表面呈炉渣状, 野外照片, 白线长 10cm 3. 充填物与宿主灰岩具有不同的碳酸盐微相特征, 单偏光, $\times 5$ 4. *Thalassinoides* sp. 具有不规则的分叉, 箭头所指为黑色环边, 手标本, 白线长 1cm.