

黔南泥盆系的风暴遗迹相

王 约

龚一鸣

(贵州省独山县国土资源管理局) (中国地质大学 武汉)

[内容提要] 风暴沉积岩在黔南泥盆系地层中比较常见,其中的遗迹化石也较为丰富,为研究风暴遗迹相提供了良好的场所。风暴作用的强度和持续时间影响了沉积环境的水能量、含氧量等物化条件,遗迹化石群也随之有所变化。本文研究了发生在*Glossifungites*, *Skolithos*, *Cruziana*和*Zoophycos*等不同遗迹相环境中的风暴沉积遗迹化石组合,把它们划分为三种类型:(1)单调型风暴遗迹相,风暴作用较弱,风暴沉积过程中的遗迹化石属种和数量较少,但仍与风暴前后的遗迹化石组合属于Seilacher(1967)的相同遗迹相;(2)混合型风暴遗迹相,风暴沉积形成新的遗迹相附加于较低能的遗迹相中;(3)多元混合型风暴遗迹相,随着强烈风暴作用强度的变化,在风暴沉积期出现两种以上遗迹相的沉积环境。

关键词 风暴沉积 遗迹化石 风暴遗迹相 泥盆系 黔南

近岸浅海地带由于风暴或飓风引起的突发性、间歇性的短期沉积事件,是现代和古代海洋常见的现象,并为国内外沉积学界所重视。黔南泥盆系中由风暴作用形成的风暴沉积岩比较常见(图1),其中的遗迹化石也十分丰富。遗迹化石作为地史时期生物活动留在沉积物表面或内部的痕迹,代表在某种环境条件下造迹生物的行为习性,在反映和解释沉积环境方面具有一定的科学价值。本文研究黔南泥盆系风暴岩中的遗迹化石,浅析风暴沉积与遗迹化石组合。

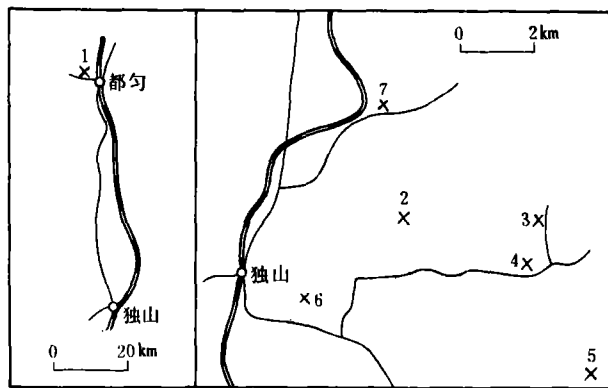


图1 工作区交通及剖面位置图

1. 都匀班庄; 2. 独山大河口; 3. 独山半坡; 4. 独山马家屯;
5. 独山丙拉; 6. 独山凉亭; 7. 独山花园

Fig. 1 Sketch map to show communication and studied sections in the working area

1=Banzhuang in Duyun; 2=Dahekou in Dushan;
3=Banpo in Dushan; 4=Majiatun in Dushan;
5=Bingla in Dushan; 6=Liangting in Dushan;
7=Huayuan in Dushan

1 本区遗迹化石概述

自Seilacher(1967)^[1]建立遗迹相海洋深度分带模式(图2)以来,遗迹学在沉积、地层等领域中的应用日益广泛。随着研究的深

入,遗迹相的分布不仅与海水深度有关,还受温度、能量、盐份和底质等因素的控制。

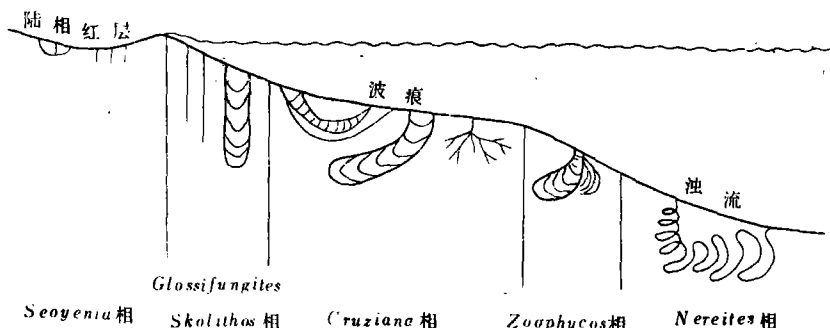


图2 Seilacher 的遗迹相深度分带模式(据Seilacher, 1967)

Fig. 2 Seilacher's model of bathymetric ichnofacies (after Seilacher, 1967)

1. 都匀班庄中泥盆统蟒山群马鬃岭组上部的风暴遗迹相(图3—A): 风暴前后为细粒石英砂岩, 具交错斜层理, 产遗迹化石 *Rhizocorallium*, *Thalassinoides*, *Pseudonichnus*(?), *Chondrites* 等, 属Seilacher 的 *Glossifungites* 遗迹相。风暴期间, 首先在风暴侵蚀面上沉积具正粒序层理的含砾石英砂岩, 再沉积具丘状层理的中粒石英砂岩, 其中产遗迹化石 *Skolithos*, *Arenicolites*, *Palaeophycus* 等, 属 *Skolithos* 遗迹相。

2. 独山大河口中泥盆统独山组屯上段下部的风暴遗迹相(图3—B): 风暴前为具交错斜层理的细粒石英砂岩, 产遗迹化石 *Arenicolites*, *Palaeophycus*, *Chondrites* 等。风暴来临, 先沉积具正粒序层理的含砾石英砂岩, 再沉积具丘状层理的中粒砂岩, 产遗迹化石 *Skolithos*, *Arenicolites* 等。风暴过后为细粒石英砂岩, 产遗迹化石 *Skolithos*, *Arenicolites*, *Palaeophycus* 等。

风暴沉积和风暴前后的沉积物中遗迹化石组合均属于 *Skolithos* 遗迹相, 不同的是风暴前后的遗迹化石中含有觅食潜穴, 且属种和数量较多。

3. 独山半坡下泥盆统舒家坪组上部的风暴遗迹相(图3—C): 风暴岩为具丘状层理的中粒石英砂岩, 产遗迹化石 *Skolithos*。风暴前后为具交错斜层理的细粒石英砂岩, 产遗迹化石 *Palaeophycus*, *Skolithos*, *Planolites*, *Chondrites* 等。

4. 独山马家屯和丙拉中泥盆统大河口组下部和上部的风暴遗迹相(图3—D、E): 风暴前后为细粒石英砂岩, 具水平层理和斜层理, 产遗迹化石 *Teichichnus*, *Phycodes*, *Planolites*, *Palaeophycus*, *Chondrites* 等, 属Seilacher 的 *Cruziana* 遗迹相。风暴沉积为具丘状层理的中—细粒石英砂岩, 产遗迹化石 *Skolithos*, *Monocraterion* 等, 为 *Skolithos* 遗迹相的主要分子。

5. 独山凉亭、花园中泥盆统独山组宋家桥段的风暴遗迹相(图3—F、G): 风暴前后为潟湖相沉积的含黄铁矿结核的砂质粉砂岩、细砂岩, 产遗迹化石 *Zoophycos*, *Chondrites*, *Scalarituba*, *Planolites*, *Gordia* 等。风暴来临, 先沉积中—细粒石英砂岩, 具正粒序层理或丘状层理, 产遗迹化石 *Cylindricum*, *Thalassinoides*, *Palaeophycus* 等。属 *Skolithos* 遗迹相; 再沉积具丘状层理的细粒石英砂岩, 产遗迹化石 *Didymaulichnus*, *Palaeophycus*, *Cruziana*, *Chondrites* 和少量的 *Thalassinoides*, *Cylindrium* 等, 属 *Cruziana* 遗迹相。

2 各遗迹相中的风暴遗迹相及其浅析

2.1 *Glossifungites* 遗迹相

Glossifungites 遗迹相经过Seilacher(1967)^[1]、Frey 和Seilacher(1980)^[3]等的系统描

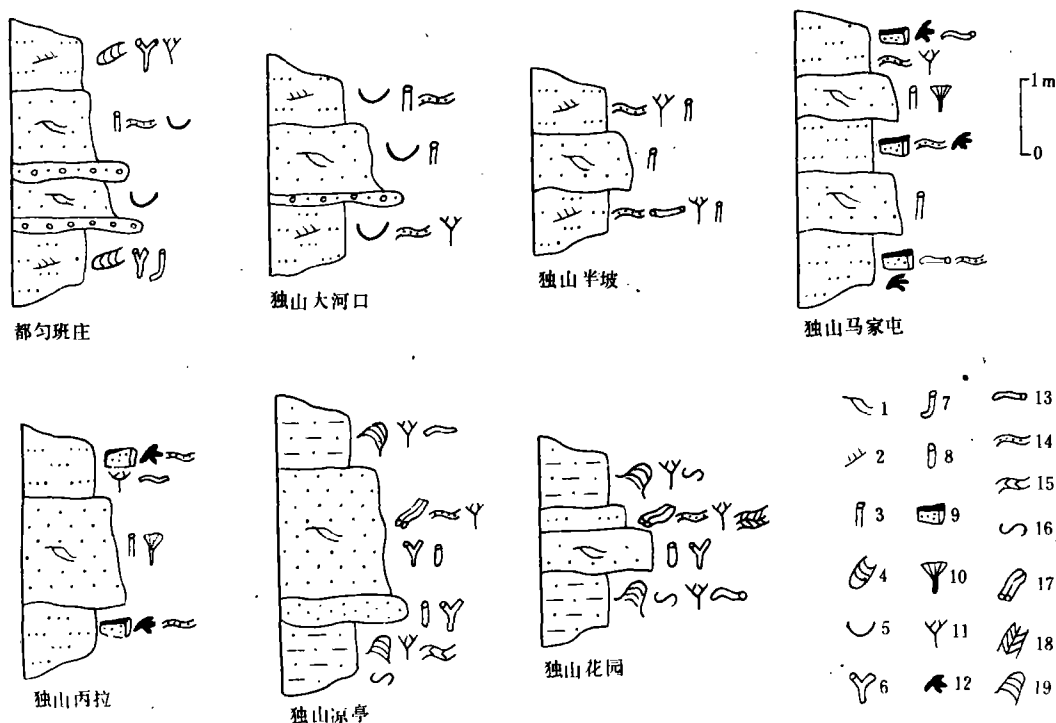


图3 黔南风暴岩及遗迹化石分布剖面图

1. 丘状层理; 2. 交错斜层理; 3. *Skolithos*; 4. *Rhizocorallium*; 5. *Arenicolites*; 6. *Thalassinoides*; 7. *Psilonichnus*(?); 8. *Cylindrium*; 9. *Teichichnus*; 10. *Monocraterion*; 11. *Chondrites*; 12. *Phycodes*; 13. *Planolites*; 14. *Palaeophycus*; 15. *Scalarituba*; 16. *Gordia*; 17. *Didymaulichnus*; 18. *Gruziana*; 19. *Zoophycos*

Fig. 3 Sections of the storm deposits and trace fossils in South Guizhou

1=hummocky cross-stratification; 2=oblique cross-bedding

述和研究,普遍认为是代表潮间、潮上带坚实但未固结的底质环境,遗迹化石多为垂直或斜倾的滤食性潜穴:*Rhizocorallium*, *Thalassinoides* 等。当风暴来临,首先冲刷先期的沉积物,同时将碎屑簸扬。风暴逐渐减弱,被风暴涡流所携带的碎屑依粗细重新沉积,形成具正粒序层理或丘状层理的较松散砂质底层,适应于*Skolithos* 遗迹相的*Skolithos*、*Arenicolites*、*Palaeophycus* 等造迹生物群所栖居。在剖面上呈现*Glossifungites-Skolithos* 混合型风暴遗迹相的特点。

2.2 *Skolithos* 遗迹相

绝大多数的*Skolithos* 遗迹相代表高能滨海潮间、潮下带的浅水环境^[3]。在突发性风暴作用下,水动力更加强烈,海水变得更加混浊,导致*Skolithos* 遗迹相中的一些觅食造迹生物等不能生存。在这一新的生态领域中,仍栖居着属种和数量较少的能抗御高能 and 较混浊水体等环境参数变化的垂直或U型垂直滤食性潜穴。在独山组屯上段和舒家坪组剖面上(图3—B、C),风暴前后的*Skolithos* 遗迹相中含有*Skolithos*、*Arenicolites* 等滤食性潜穴和*Palaeophycus*、*Planolites*、*Chondrites* 等水平和分枝觅食潜穴。在风暴沉积期间,仅有数量较少的*Skolithos*、*Arenicolites* 等滤食性潜穴,表现为属种和数量较少的、以垂直滤食性潜穴占主要为特征的*Skolithos* 单调型风暴遗迹相。

2.3 *Cruziana* 遗迹相

Cruziana 遗迹相所代表的近滨沉积环境遇到风暴作用时,所导致的风暴遗迹相在国内

外曾被Frey和Seilacher(1980),Pemberton和Frey(1984),Frey和Pemberton(1984)^[4],杨式溥和戎昆方(1988)^[5],杨式溥(1990)^[3]等表述和研究,是目前研究较为详细的风暴遗迹相。林文球(1987)将由风暴作用导致的低能*Cruziana*遗迹相中附加高能*Skolithos*遗迹相的遗迹化石组合称为“*Cruziana-Skolithos*混合型遗迹相”^[6]。

在独山大河口组中,含有*Teichichnus*,*Phycodes*,*Palaeophycus*,*Planolites*,*Chondrites*等的*Cruziana*遗迹相组合中,在风暴来临时附加高能*Skolithos*遗迹相的分子:*Skolithos*,*Monocraterion*等,而构成*Cruziana-Skolithos*混合型风暴遗迹相。

2.4 *Zoophycos* 遗迹相

*Zoophycos*遗迹化石群目前均认为是代表低氧、低能的沉积环境^[2-4,7]。独山组宋家桥段的*Zoophycos*遗迹化石组合代表局限海台地相的潟湖沉积^[7]。在强烈风暴来临时,水流首先冲刷先期沉积物,形成不平整的侵蚀面。当风暴开始减弱,被风暴搅动、携带的悬浮碎屑逐渐沉积下来,形成具有正粒序层理或丘状层理的砂质底层,适应于高能、较松散流动基底等环境参数的*Skolithos*遗迹相造迹生物占据这一生态空间。风暴逐渐衰减,沉积物表面有机物较为丰富,有利于生物的繁衍^[8],遗迹化石组合为分异度较高、数量较为丰富的*Cruziana*遗迹相。风暴过后,风平浪静,风暴层被盖上*Zoophycos*遗迹相。在剖面上展现为*Zoophycos-Skolithos-Cruziana*多元混合型风暴遗迹相。

3 讨论及结论

风暴沉积代表短期间断性的、高能的环境突变沉积事件,主要发生于浅海近岸地带。风暴岩以其侵蚀面、滞积层、正粒序层理和丘状层理等岩石学特征夹在相对低能的沉积岩中。作为与环境密切相关的由绝大多数底栖生物所营造的遗迹化石,对突发性的风暴沉积事件也有较为敏感的反映,往往表现为相对高能的遗迹相附加于相对低能的遗迹相中,构成较复杂的风暴遗迹相。依据风暴强度的大小或影响的强弱、持续时间的长短和发生的地带等,可将风暴遗迹相分为三种类型:单调型、混合型和多元混合型。

3.1 单调型风暴遗迹相

风暴强度或影响相对较弱,风暴与风暴前后的遗迹化石组合均属于同一遗迹相,但突发性的风暴多少改变了沉积环境的物化条件,使部份(如表生的爬行或觅食等)造迹生物不能生存或不被保存,而形成属种和数量较少的、以内生潜穴为主的单调型风暴遗迹相。主要发生于*Skolithos*和*Cruziana*遗迹相中。

*Skolithos*单调型风暴遗迹相在风暴岩中仅含有*Skolithos*、*Arenicolites*等滤食性潜穴,未见或罕见在风暴前后常见的*Palaeophycus*,*Planolites*,*Chondrites*等觅食潜穴。

3.2 混合型风暴遗迹相

由于较强风暴所引起的水能量增强和沉积物基底性质的改变以及其它环境参数的变化,导致适应于新环境的新的遗迹化石群附加于风暴前后相对低能的遗迹相中,在剖面上出现两个不同的遗迹相。一般发生在*Glossifungites*,*Cruziana*和*Zoophycos*遗迹相中。

*Cruziana-Skolithos*混合型风暴遗迹相反映两个不同遗迹化石群的习性和两种生态环境,代表两种不同的水动力条件等沉积环境。

3.3 多元混合型风暴遗迹相

突发性的风暴沉积在其强烈的风暴发生到结束有一个能量变化的过程,环境参数也相

应地变化,与环境相关的遗迹化石群表现出两种以上遗迹相的转变,呈现出多元性的复杂的混合型风暴遗迹相。一般发生于*Zoophycos* 遗迹相中。

在野外风暴岩剖面上,往往多元混合型中常常附加有混合型,混合型中也常常有单调型的存在,反映风暴沉积过程中风暴能量并非均一,有一定的波动性增减过程(图4)。

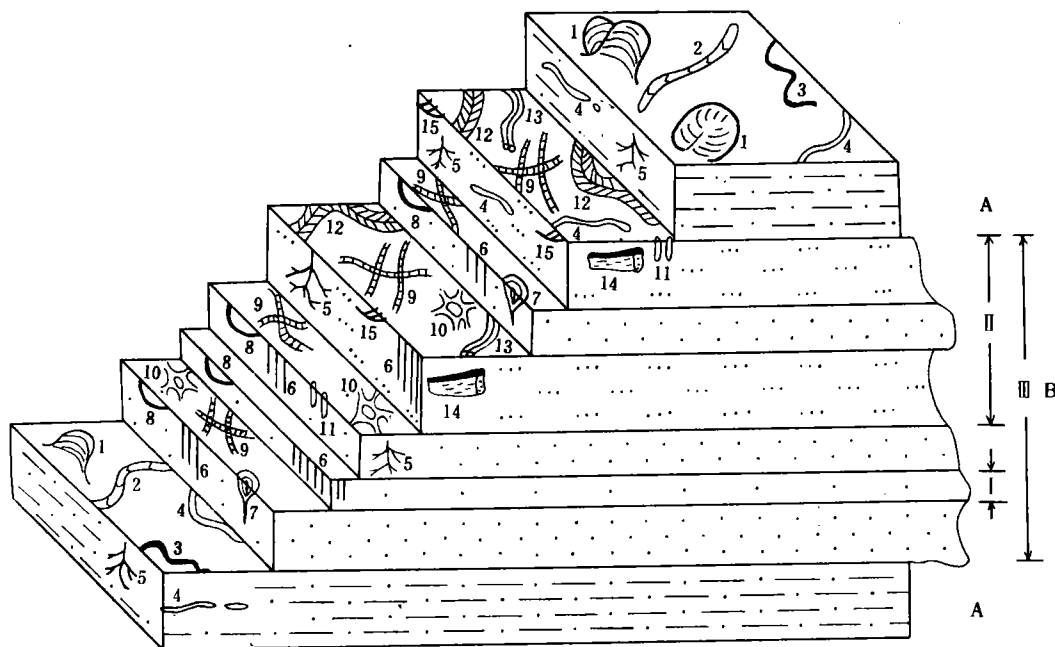


图4 风暴遗迹相

A. 风暴前后沉积; B. 风暴沉积; I. 单调型风暴遗迹相; II. 混合型风暴遗迹相; III. 多元混合型风暴遗迹相;
1. *Zoophycos*; 2. *Scalarituba*; 3. *Gordia*; 4. *Planolites*; 5. *Chondrites*; 6. *Skolithos*;
7. *Monocraterion*; 8. *Arenicolites*; 9. *Palaeophycus*; 10. *Thalassinoides*; 11. *Cylindricum*;
12. *Cruziana*; 13. *Didymaulichnus*; 14. *Teichichnus*; 15. *Phycodes*

Fig. 4 The storm-related ichnofacies in the study area

A=pre- and post-storm deposits; B=storm deposits; I=monotype storm-related ichnofacies;
II=mixed storm-related ichnofacies; III=mixed multiple storm-related ichnofacies

遗迹相的相互交错或变化,也可能是相邻遗迹相之间的过渡相,或海平面升降和沉积空间的相对变化等所引起的环境变化,在研究风暴遗迹相时,应结合沉积学、岩石学等研究成果。

在野外工作中得到中国地质大学刘本培教授和广西地质科研所吴诒教授级高工等的帮助和指导,并提出大量的宝贵意见,在此一并致谢。

主要参考文献

- 1 Seilacher, A. Bathymetry of trace fossils. *Marine Geology*, 1967, (5): 413—428
- 2 杨式溥. 遗迹相和古环境的意义. *地球科学*, 1986, 11(5): 455—463
- 3 杨式溥. 古遗迹学. 北京, 地质出版社, 1990
- 4 RW, Frey 和 Remberton, S. G. 岳希新译. 遗迹相模式. *国外地质科技*, 1987, (2): 35—50

- 5 杨式溥,戎昆方. 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, 1988, 2(3), 315—327
- 6 王约. 独山中泥盆统独山组宋家桥段的遗迹化石及其环境意义. 贵州地质, 1992, 9(2), 178—183
- 7 Aigner, T. Calcareous tempestites, storm-dominated stratification in Upper Muschelkalk limestones (Middle Triassic SW-Germany). In: Einsele, G. and Seilacher, A. (Editors), Cyclic and Event Stratification. Springer, Berlin, 1982, 180—198

THE STORM-RELATED ICHNOFACIES IN THE DEVONIAN STRATA IN SOUTHERN GUIZHOU

Wang Yue

Dushan Administration of Territorial Resources of Guizhou

Gong Yiming

China University of Geosciences, Wuhan

ABSTRACT

The trace fossils abound in the storm deposits of the Devonian strata in Southern Guizhou. The detailed research was conducted in order to improve our knowledge of the storm-related ichnofacies.

The strength and duration time of storm processes tend to affect the physical and chemical conditions of sedimentary environments and give rise to the changes in trace fossil assemblages. The present paper describes the storm-related trace fossil assemblages in *Glossifingites*, *Skolithos*, *Cruziana* and *Zoophycos* ichnofacies of Seilacher (1967) in the Devonian strata in Southern Guizhou. Three types of storm-related ichnofacies have been distinguished. (1) The monotype storm-related ichnofacies resulted in the environments where the storm processes are relatively weak. The trace fossils decrease in genus and species and amount in the ichnofacies, and appear mainly in Seilacher's *Skolithos* and *Cruziana* ichnofacies. (2) The mixed storm-related ichnofacies means that a new ichnofacies formed during storm deposition is superimposed upon the preexisting lower-energy ichnofacies. (3) The mixed multiple storm-related ichnofacies implies that more than two storm-related ichnofacies occur simultaneously during storm deposition in response to the increasing strength of storm processes.

Key words: storm deposits, trace fossil, storm-related ichnofacies, Devonian, Southern Guizhou