

文章编号 :1000-0550(2000)02-0259-04

滇中中元古代昆阳群因民组碎屑风暴岩及其意义^①

杜远生 韩欣

(中国地质大学地球科学学院 武汉 430074)

摘要 滇中地区中元古代昆阳群因民组以碎屑岩为主,内发育典型的风暴沉积构造(包括渠铸型、丘状交错层理和洼状交错层理、递变层理等)。风暴沉积主要包括 4 种岩相类型:A-具口袋构造的递变层理砂岩段。B-具丘状或洼状交错层理的砂岩段。C-具均质层理的粉砂岩、泥质岩段。D-具水平层理的泥质岩段。上述岩相 A、B、C 分别代表风暴流作用-风暴浪作用-风暴后期的快速悬浮沉积(事件沉积),D 代表风暴过后缓慢悬浮沉积(背景沉积),它们组合成不同的风暴沉积序列。滇中地区昆阳群风暴沉积的发现表明中元古代大气圈、水圈及其相互作用与现今近似,中元古代滇中地区位于低纬度(5-30°)的风暴作用带。该沉积对于解释因民组递变层砂岩的成因、证实昆阳群的地层层序也具有重要意义。

关键词 风暴岩 风暴沉积 中元古代 昆阳群 云南省

第一作者简介 杜远生 男 1958 年元月生 博士 教授 地层学、沉积学专业

中图分类号 P588 **文献标识码** A

自从 G Kelling 和 P R Mullin^[1]提出, T Aigner^[2]重新定义风暴岩(Tempestite)以后,风暴岩一度成为国内、外沉积学界的研究热点。80 年代以后发表了大量风暴岩,尤其是有关古生代以来碳酸盐风暴岩的论著。国内对前寒武纪风暴岩研究,主要集中于华北中元古代碳酸盐岩风暴岩^[3-6],对碎屑风暴岩报导很少。笔者在滇中易门小马山等地中元古宙昆阳群因民组中发现了罕见的典型碎屑岩风暴沉积,该沉积的发现对认识滇中地区元古宙的古气候、古地理、古海洋及中元古代的地层层序均具有重要意义。

1 地层层位

滇中地区中元古代昆阳群下亚群自下而上可以分为四个组:因民组、落雪组(白云岩为主)、鹅头厂组(泥质岩和细碎屑岩为主)和绿汁江组(白云岩和泥质灰岩交互)。其中含风暴岩的因民组以细碎屑岩、泥质板岩为主,顶部含白云质或夹泥质白云岩夹层。该组自下而上可分为三段:第一段厚 70 m 左右,主要由紫色砂板岩、粉砂岩组成,底部具底砾岩。但滇中大部分地区因民组底部保存不全,故因民组底砾岩也出露不好,仅在北部东川和四川会理等地可见完整的底砾岩和与下伏地层的角度不整合接触关系。底砾岩之上的砂板岩一般多具韵律层理,韵律层中砂岩可见粗尾递变层理、平行层理、丘状交错层理,底具槽铸型、渠铸型等沉积构造。因民组第二段厚 223 m 左右,主要岩性为泥质

板岩夹细粒石英砂岩、长石石英砂岩及砂质砾岩等。在东川、罗武地区该段多夹中基性和碱性火山岩。主要包括玄武岩、粗面岩、粗玄岩、粗面安山岩及火山凝灰岩等。第二段沉积岩中发育水平层理、韵律层理等沉积构造。因民组第三段厚 210 m 左右,主要岩性为砂板岩夹白云质粉砂岩和白云岩透镜体。砂板岩中具水平层理、小沙纹交错层理等沉积构造。因民组目前所获 U-Pb 同位素年龄为 1676~1765 Ma(U-Pb)^[7],其年代为中元古代早期。

2 风暴沉积构造

因民组风暴岩主要见于该组中、下部的砂板岩中,该砂板岩多呈韵律层,韵律层内砂岩可见粗尾递变层理、丘状和洼状交错层理、平行层理,底具渠铸型、槽铸型等,为典型的浅海风暴岩沉积。典型沉积构造标志包括:

a. 渠铸型构造(或口袋构造):渠铸型构造为风暴流最典型的沉积构造。每当风暴来临,强烈的气流摩擦海水形成强大的定向水流或涡流,在海底冲蚀或旋切沉积物形成刨蚀坑,坑内充填粗碎屑沉积。这些刨蚀坑在岩层断面上表现为口袋状特征,故通常称之为口袋构造,在岩层底面上称为渠铸型构造(图版 I-1, 3)。小马山剖面的口袋构造深 1.5~2.5 cm,口径宽 2.5~3 cm。口袋切入暗灰色泥质板岩中,口袋内充填浅灰-灰白色砂岩,砂岩中可具递变层理或平行层理。

^① 国家科技部攀登附加项目(SSER)和原国家计委国土地区司科技找矿项目(JG9471905)资助

口袋壁直立或陡倾(50°~90°)。上述特征表明其为典型的风暴流作用形成的渠铸型或口袋构造。

b. 丘状交错层理和洼状交错层理: 丘状交错层理和洼状交错层理是风暴浪作用形成的典型沉积构造。风暴浪是由风暴作用触发形成的浪高数十米, 波长数百米, 浪基面深达 150~200 m 的巨浪。这种巨大的风暴浪波及海底沉积物可以形成纹层平缓、丘状起伏或洼状下凹的交错层理, 即丘状交错层理和洼状交错层理。小马山一带因民组中的丘状交错层理见于口袋构造之上的砂岩中, 规模一般较小, 波长为 10~25 cm, 波高为 1~2 cm。层理有缓波状的丘状纹层显示。洼状交错层理也夹于具水平层理的泥质板岩中, 底面为一极缓的冲刷面, 纹层为平缓下凹状(图版 I-1 4)。由于它们夹于陆棚浅海相具水平层理的泥质板岩的背景沉积之中, 无疑是风暴浪沉积。

c. 递变层理: 一般认为粗尾递变层理是浊流作用形成的, 在风暴触发的浊流作用中也常常发育粗尾递变层理。小马山一带因民组中粗尾递变层理十分发育, 其以夹层的方式夹持于紫色泥质板岩的背景沉积中(图版 I-2)。递变层理一般厚约 2~5 cm, 自下而上由细砾-粗砂渐变为中-细砂。递变层理底部多具槽铸型或渠铸型, 反映为风暴流作用或风暴重力流作用形成。

3 风暴沉积序列

小马山剖面的风暴岩主要由以下沉积单元组成: a-具口袋构造的递变层理砂岩段。b-具丘状或洼状交错层理的砂岩段。c-具均质层理的粉砂岩、泥质岩段。d-具水平层理的泥质岩段。上述单元 a、b、c 分别代表风暴流作用-风暴浪作用-风暴后期的快速悬浮沉积(事件沉积), d 代表风暴过后缓慢悬浮沉积(背景沉积)。它们组合成以下几种代表性的沉积序列(图 1):

序列 1: 该序列由三个沉积单元组成: A 具口袋构造的递变层理段, 主要由具粗尾递变层理的砂岩组成, 底具口袋构造。B 具丘状交错层理的砂岩段, 内具典型的丘状交错层理。C 具水平层理或均质层理的泥质岩段, 由泥质板岩、或含粉砂的泥质板岩组成, 内具均质层理或水平层理。上述三个沉积单元呈 A-B-C 的规律组合在一起, 代表风暴流作用-风暴浪作用-风暴过后的快速悬浮沉积和缓慢悬浮沉积(背景沉积)。

序列 2: 该序列由四段组成: A 具粗尾递变层理的砂岩段, 底具冲刷槽铸型构造。B 具平行层理的砂岩段, 砂岩中具不甚清晰的平行层理。C 具浪成波痕层

理的砂岩段, 岩性也为砂岩, 内具波浪成因的沙纹交错层理。D 具均质层理或水平层理的泥质岩段。上述序列的各个单元紧密共生, 代表风暴浊流作用衰减过程中及风暴过后形成的沉积序列。

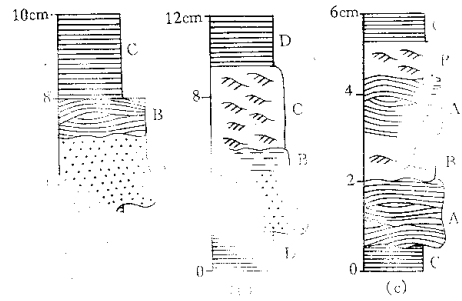


图 1 云南省易门县小马山剖面因民组风暴沉积的沉积序列(说明见正文)

Fig. 1 Sedimentary sequence of tempestite within Yinmin Formation in Xiaomashan section, Yimen county, Yunnan province

序列 3: 该序列由三个沉积单元组成: A 具丘状或洼状交错层理的砂岩段, 该段底具平缓的冲刷面, 由中粗粒砂岩组成, 砂岩中具丘状交错层理或洼状交错层理。B 具浪成波痕层理的细砂岩段, 该段岩性为细砂岩, 内具典型的浪成波痕层理。C 具均质层理或水平层理的泥质岩段。上述序列代表风暴浪作用衰减过程中到风暴过后的沉积序列。

4 地质意义

风暴是热带、亚热带海洋的一种热带气旋, 西北太平洋称之为台风, 大西洋称之为飓风, 印度洋称之为热带气旋。风暴沉积是由风暴作用影响海水进而影响海底沉积物引发的一种特殊的事件沉积。现代风暴作用主要形成于赤道附近 5°~20° 的区域, 影响范围多在纬度 5°~30° 之间, 少数达纬度 40°。如西北太平洋台风多源于菲律宾以东的关岛附近, 台风形成后沿西、北北西、北西向我国南海北部、台湾海峡或东海方向运动。风暴具有巨大的能量, 尤其在台风眼外壁附近风力最大, 而且是逆时针方向的巨大气旋^[8]。由于风暴作用的巨大能量, 它直接影响了风暴经过海域的海水运动进而影响海洋沉积物。风暴引起的风暴潮可达 10 m 左右, 而正常潮水一般不超过 4 m。同时风暴可引起波高数十米、波长数百米到千米的风暴浪, 风暴浪基面可达 150~200 m(正常浪基面一般在 50 m 以下), 因此在风暴作用带可以形成风暴浪成因的大型丘状或洼状交错层理。风暴气旋必然影响海水形成定向水流或涡流, 从而在海底沉积物中留下特殊的沉积构造(最典

型的是涡流下切形成的口袋构造)。同时,风暴作用还可以触发形成风暴重力流形成风暴碎屑流或浊流沉积。所有这些都可以帮助识别古代风暴岩。

滇中地区昆阳群因民组形成于距今 17 亿年左右的中元古代,中元古代大气圈和水圈性质及其相互作用是历史地质学研究的一个重要问题。根据现实对比原则,因民组风暴沉积的发现表明,中元古代的大气圈和水圈及其相互作用也存在类似现代的风暴作用,风暴作用可以引起海水及海底沉积物的运动,从而形成特殊的风暴沉积。滇中地区因民组的风暴岩反映中元古代早期该区处于热带、亚热带风暴作用强烈的低纬地区。保存完好的风暴沉积构造和沉积序列(风暴流和风暴重力流沉积序列)说明因民组形成于正常浪及面以下的浅海—风暴浪基面以下的半深海沉积环境中。由于风暴过后的正常波浪不再改造已形成的风暴沉积,该带有利于风暴流和风暴重力流沉积的保存。因民组风暴沉积的发现合理地解释了长期争议的因民

组‘浊积岩’的成因,这对论证争论已久的因民组作为昆阳群之底的‘倒层’观点的解释更加合理。

参 考 文 献

- 1 Kelling G. Mullin P R. Graded limestones and limestone quartzite couplets: possible storm - sediments[J]. Pleistocene of Massachusetts, Petrology, 1975, 38: 971~984
- 2 Aigner T. Schill - Tempestite in Oberen Muschlkalk (Trias, SW - deutschland) [J]. N. Jb. Geol. Palaont. Abh. 1979, 157: 326~343
- 3 安桐林. 蓟县雾迷山组碳酸盐岩原地型风暴沉积特征及成因探讨 [J]. 沉积学报, 1993, 11(4): 30~36
- 4 周丽清, 邵德艳. 北京十三陵中元古界蓟县系雾迷山组原地风暴沉积的砾屑体 [J]. 沉积学报, 1994, 12(2): 72~76
- 5 杨进辉, 周美玲, 马力. 河北平泉地区中元古界长城群高于庄组风暴浊积岩及其分形特征 [J]. 长春地质学院学报, 1995, 25(3): 275~278
- 6 杜蜀宾, 王翔, 苏文智. 蓟县地区团山子组风暴沉积 [J]. 西安矿业学院学报, 1995, 15(3): 241~245
- 7 吴懋德, 段锦荪. 云南昆阳群地质 [M]. 昆明: 云南科技出版社, 1990
- 8 林元弼. 天气学 [M]. 南京: 南京大学出版社, 1988. 195~235

Clastic Tempestite and Its Significance in Yinmin Formation , Kunyang Group (Mesoproterozoic) in Central Yunnan Province

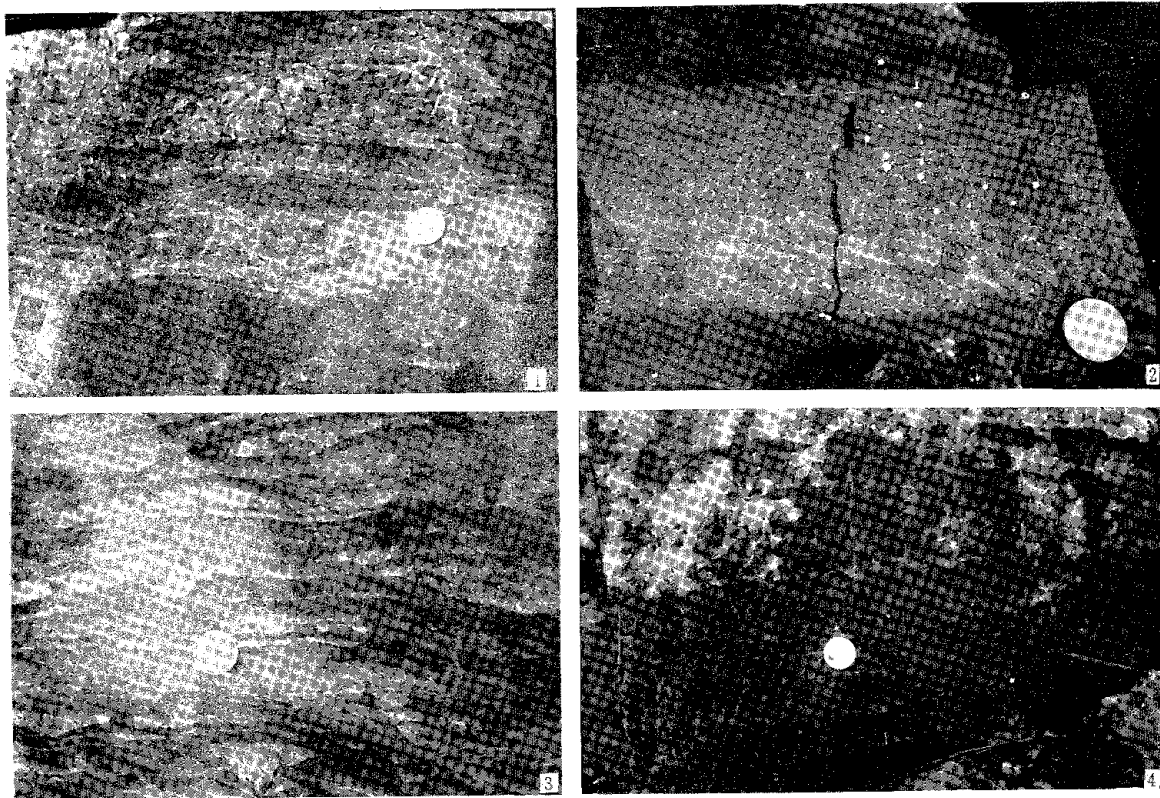
DU Yuan-sheng HAN Xin

(China University of Geosciences , Wuhan 430074)

Abstract

Kunyang Group of Mesoproterozoic in central Yunnan province consists of 4 Formations : Yinmin Formation , Luoxue Formation , Etouchang Formation and Luzhijiang Formation. Yinmin Formation is composed of clastic stone with the sedimentary structures developed characteristically in storm deposits , which includes gutter casts , hummocky or sunken cross bedding , and graded bedding. The storm deposits consist of 4 types of lithofacies : a - sandstone with gutter casts and graded bedding , b - sandstone with hummocky or sunken cross bedding , c - siltstone and mudstone with homogeneous bedding , and d - argillite with horizontal bedding. These lithofacies represent respectively deposits of storm current (a) , deposits of storm wave (b) , rapid suspended sediment (event deposits , c) and slow suspended sediment (background deposits , d). These lithofacies constitute various sedimentary sequences of storm deposits. Sequence 1 is an assemblage upward of graded sandstone with gutter casts , sandstone with hummocky or sunken cross bedding , siltstone and mudstone with homogeneous bedding , and argillite with horizontal bedding. Sequence 2 is of graded sandstone with scouring casts , sandstone with parallel bedding , sandstone with wave ripple cross bedding and siltstone and mudstone with homogeneous bedding and horizontal bedding. Sequence 3 is of sandstone with hummocky or sunken cross bedding , fine sandstone with wave ripple cross bedding , and siltstone and mudstone with homogeneous bedding and horizontal bedding. The discovery of tempestite in Yinmin Formation , Kunyang Group of Mesoproterozoic in central Yunnan province reflects that the atmosphere , hydrosphere and their interaction in Mesoproterozoic are similar to those in nowadays. The central Yunnan Province in Mesoproterozoic located in the area of low latitude ($5^{\circ} \sim 30^{\circ}$) where developed storm. Meanwhile , the discovery of the storm deposits has important significance to explain the genesis of the sandstone with grade bedding and interpret the sequence of Kunyang Group.

Key words tempestite storm deposits Mesoproterozoic Kunyang Group Yunnan province



图版 I 说明 1. 风暴砂岩的渠铸型构造和丘状交错层理 2. 风暴浊积岩的冲刷面和递变层理 3. 风暴砂岩的渠铸型和冲刷槽筑型 4. 风暴成因的洼状交错层理