

贵州紫云地区中-下泥盆统风暴沉积的发现及地质意义

张晗彬, 邓旭升

(贵州省地质调查院; 贵州省地质物探开发应用工程技术研究中心; 贵州省地质调查院院士工作站, 贵州 贵阳 550081)

[摘要] 贵州紫云地区中-下泥盆统火烘组以陆棚碎屑岩沉积为主, 火烘组第三段中、下部见多套风暴沉积。风暴沉积特征包括: 渠铸型构造(或口袋构造)、波状侵蚀面构造、丘状交错层理、递变层理、平行层理等。根据不同的沉积单元组合, 划分出4个风暴沉积序列, 限定了泥盆系火烘组为陆相沉积, 证实了早-中泥盆世紫云地区仍处于裂隙盆地演化的早期阶段。紫云地区风暴沉积的发现, 不仅说明在早-中泥盆世研究区位于赤道附近的低纬度地区, 还对古环境、古气候和矿产等具有重要的指示意义。

[关键词] 贵州紫云地区; 早-中泥盆世; 风暴岩; 风暴序列

[中图分类号] P534.44; P512.2 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1000-5943(2018)01-0032-05

0 引言

Kelling 等(1975)首次提出了风暴岩的概念, 随后 Aigner(1979)对风暴岩及风暴沉积重新进行了定义和补充, 认为风暴沉积是风暴浪作用影响水底沉积物沉积的一种事件沉积作用。风暴岩的提出一度成为国内、外沉积学界的研究热点。在上世纪80年代以后发表了大量风暴岩, 尤其是有关古生代以来海相碳酸盐风暴岩的论著。但对贵州紫云及周边地区泥盆统风暴岩报道较少(王约等, 1997; 曾雄伟等, 2007; 陈世悦等, 2010), 中-下泥盆统风暴岩仅从遗迹化石进行介绍(王约等, 1997), 未见相关沉积学方面的报道。笔者有幸在贵州紫云地区钻孔和剖面的火烘组碎屑岩中发现了风暴岩。该套风暴沉积的发现对认识该地区早-中泥盆世的古地理、古气候、古海洋具有重要意义。

1 地质背景

研究区晚古生代位于水城-紫云裂隙槽盆中, 自早泥盆世四排期开始, 东特提斯洋海水不断

由南东向北西沿沉积盆地侵入, 形成滨浅海为主的陆源碎屑物沉积, 槽盆内则形成碳泥硅质沉积(王尚彦等, 2006; 杜远生等, 2013)。

贵州紫云地区中-下泥盆统火烘组钻孔和剖面分别位于紫云县城南西向约7.6 km处的火花乡和南东向约20 km处的城鲁嘎水库(图1)。钻孔揭露地层为中-下泥盆统火烘组, 按其岩性组合特征分为三段。由下而上第一段为深灰、灰黑色泥岩、钙质泥岩和粉砂岩, 发育水平层理、均质层理, 见少量透镜状层理, 未见底; 第二段为浅灰、灰白色中厚-厚层状石英细砂岩, 夹灰黑色薄层状泥岩、含砾细砂岩。发育水平层理、透镜状层理、滑移变形构造, 偶见小型交错层理; 第三段为深灰、灰黑色泥岩、泥质粉砂岩、粉砂质泥岩, 偶夹浅灰、深灰色薄层状生物屑灰岩, 见较多竹节石, 偶见鳞木化石碎片。与上覆地层整合接触, 整体为一套深水陆相沉积。

2 风暴沉积特征

紫云地区中-下泥盆统火烘组第三段中、下部见多层风暴沉积。风暴沉积序列较完整, 底面侵蚀构造清楚, 发育丘状交错层理、递变层理、块

[收稿日期] 2017-08-12

[基金项目] 中国地质调查局地质调查项目《贵州晴隆地区1:5万页岩气地质调查》(编号: 12120115102001)

[作者简介] 张晗彬(1989—), 女, 硕士研究生, 工程师, 现从事区域地质调查研究工作。

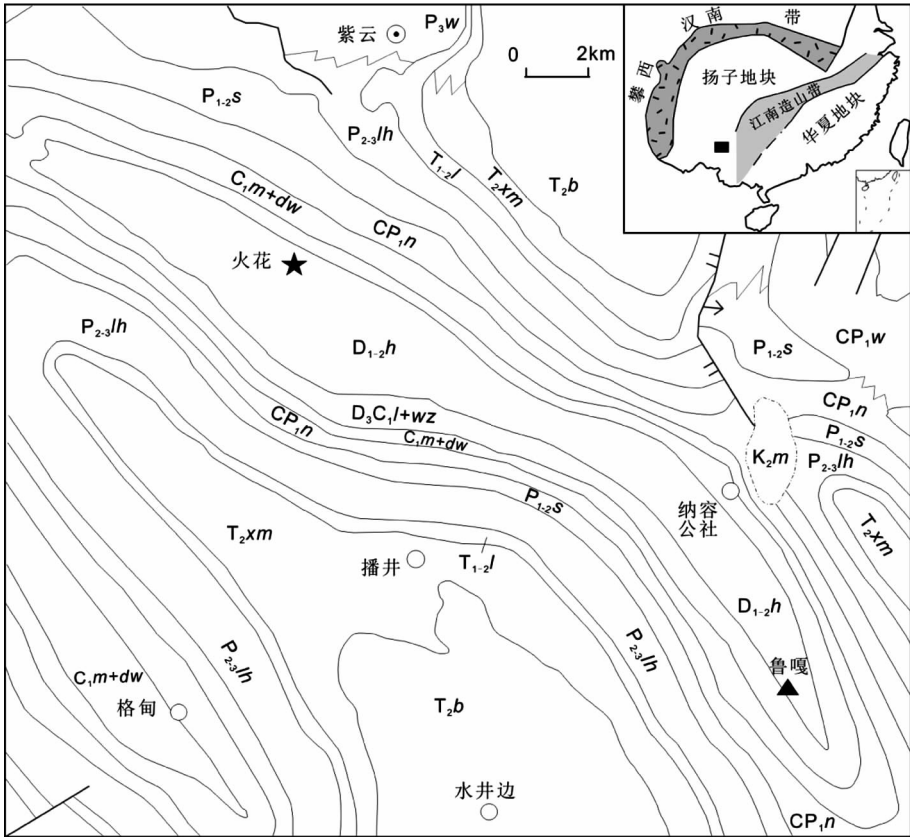


图 1 研究区地质简图

Fig. 1 Geologic sketch of the target area

$D_{1-2}h$ —火烘组; D_3C_1l+wz —瘤江组—五指山组; C_{1m+dw} —睦化组—打屋坝组; CP_{1n} —南丹组; CP_{1w} —威宁组; P_{1-2s} —四大寨组; P_{2-3lh} —领薨组; P_3w —吴家坪组; T_{1-2l} —罗楼组; T_{2xm} —许满组; T_2b —一边阳组; ★—钻孔位置; ▲—剖面位置

状层理、平行层理和均质层理, 为典型的风暴沉积。沉积构造标志包括:

2.1 渠铸型构造(或口袋构造)

渠铸型构造是由于强劲的风暴浪或涡流对海底沉积物冲蚀或旋切形成口袋状的坑、渠, 并在其内充填沉积物而形成的构造。在火花乡钻孔中, 渠铸型构造见于火烘组第三段底部, 且重复出现多次(图 2a、b)。该渠铸型构造深 2~10 mm, 口径宽 5~12 cm。具有较陡峭的渠铸壁。反映了研究区沉积物在早-中泥盆世经历了多次较为强烈的风暴流作用。

2.2 波状侵蚀面构造

波状侵蚀面构造是高速流动的风暴流对沉积底面进行侵蚀、改造而形成平直或波状形态的冲刷面, 并与下伏地层形成突变接触。在紫云鲁嘎水库剖面, 风暴流对含炭质泥页岩面造成不同程度的多次侵蚀, 形成波状冲刷面, 起伏幅度为 2~5 cm(图 2c), 并在其上沉积薄层状生物砾屑灰岩

或泥晶灰岩。

2.3 丘状交错层理

风暴作用触发形成不同规模的风暴波浪, 与海底沉积物形成纹层平缓、丘状起伏的交错层理。因此, 丘状交错层理被认为是指示风暴沉积或风暴改造的特殊标志(Duke, 1985)。火花乡钻孔中的丘状交错层理规模小, 且保存差, 波长仅为 1~2 cm, 波高 2~5 mm(图 2b)。野外露头上难以观察。

2.4 递变层理、平行层理、块状层理、均质层理

递变层理是风暴开始衰退时, 经历风暴浪搅动后的沉积物按粒度大小依次沉积, 形成向上变细的粒序层理。主要发育于紫云鲁嘎水库火烘组第三段下部的生物砾屑灰岩中(图 2d), 厚约 5~10 cm, 底部为波状侵蚀面, 向上逐渐过渡为块状层理、平行层理或均质层理。块状层理见于泥晶灰岩或砂屑灰岩夹层中, 平行层理和均质层理由泥页岩和粉砂岩组成。

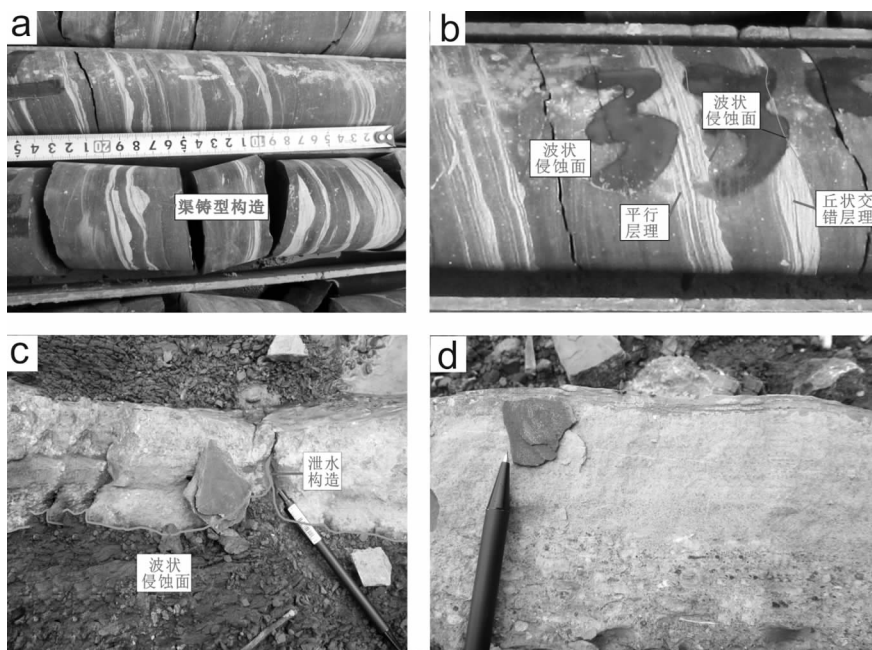


图2 研究区火烘组风暴沉积特征

Fig. 2 Storm deposit characteristics of Huogong formation in the target area

2.5 生物组合特征

研究区火烘组第三段下部生物屑灰岩夹层中,见大量浅水环境生物,以海百合茎、双壳、介壳为主。由于受风暴浪的强烈扰动,生物化石大部分都被破碎,大小不一,无定向性(图2d)。破碎的生物实体化石成为风暴作用存在的证据之一。另外遗迹化石的鉴别和分带特征同样对风暴沉积的解释起到了重要的作用。

3 风暴序列特征

经典的风暴岩沉积序列由侵蚀底面、粒序段、平行层理段、丘状交错层理段和泥岩段5部分组成(Aigner,1982)。然而国内学者发现风暴浪基面附近及以下的浅海盆地边缘发育风暴浊积岩(宋金民等,2012;孟祥化等,1986)。因此结合前人研究,将风暴层序自下而上分为4个沉积单元:块状层理或递变层理段(包括侵蚀底面)、丘状交错层理段、平行层理段和均质层理段,一般而言,风暴沉积序列表现为向上变细的正粒序。然而实际中见到更多的是不完整的风暴层序组合。

序列1

该序列由A、B、D三个沉积单元组成(图3序列2),见于鲁嘎水库火烘组第三段下部。序列厚为10~50cm。A单元整体表现为递变层理的生

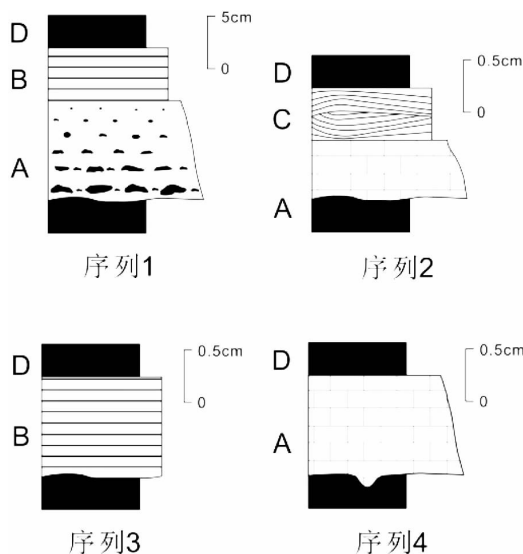


图3 贵州紫云地区中-下泥盆统火烘组风暴序列

Fig. 3 Storm sequence of Huogong formation, middle-lower Devonian in Zuyun area of Guizhou

物砾屑灰岩,由下至上逐渐变细,为正粒序,该单元在局部发育泄水构造,底部具有波状冲刷侵蚀面(图2c),其下伏泥岩层遭受风暴流的侵蚀冲刷;中部B段为发育平行层理的砂屑灰岩;D段为均质层理发育的泥岩段,代表了风暴过后灰泥的悬浮沉积。该序列代表了风暴回流—风暴浊流—风暴悬浮沉积形成的沉积序列(图4)。

序列2

该序列见于火花乡火烘组第三段底部,由A、C、D三个沉积单元组成(图3序列2),序列厚为

0.5~2 cm。A段底部具波状冲刷侵蚀面或渠铸型构造,该单元为块状层理的泥晶灰岩或砂屑灰岩,垂向上未见递变特征;C段为具丘状交错层理的砂屑灰岩,丘状交错层理规模小,厚约2~5 mm,反映了风暴作用规模小,在剖面上难以观察。该序列代表了风暴涡流或风暴回流—风暴浪—风暴悬浮沉积形成的沉积序列(图4)。

序列3

由B、D两个沉积单元组成的序列(图3序列3),常见于火花乡火烘组第三段底部和鲁嘎水库火烘组第三段下部,序列厚为0.5~2 cm。B段为具平行层理的砂屑灰岩,厚约0.5~1 cm,该单元位于风暴底面附近或下部,底部泥岩受风暴回流作用形成波状冲刷侵蚀面。上部D段为均质层理的泥岩,为风暴后的悬浮沉积。该序列代表了风暴回流—风暴悬浮沉积形成的沉积序列(图4)。

序列4

该序列由A、D两个沉积单元组成(图3序列4),常见于火花乡火烘组第三段底部和鲁嘎水库火烘组第三段下部,序列厚为0.5~10 cm,由南东至北西序列厚度逐渐变薄,反映风暴作用的路径方向。A单元为块状层理的泥晶灰岩或砂屑灰岩,底部泥岩受风暴回流或风暴涡流作用形成波状冲刷侵蚀面或渠铸型构造。上部D段为均质层理泥岩。该序列代表了风暴回流或涡流—风暴悬浮沉积形成的沉积序列(图4)。

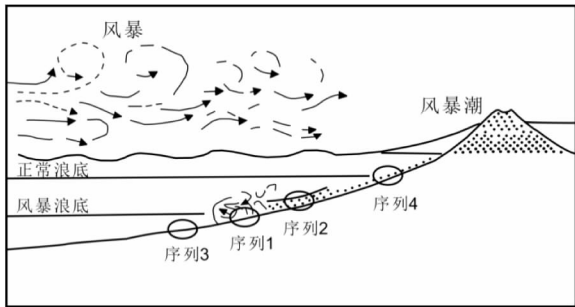


图4 贵州紫云地区中-下泥盆统火烘组风暴沉积序列的分布

Fig. 4 Distribution of Storm deposit sequence of Huogong formation, middle-lower Devonian in Zuyun area of Guizhou

4 地质意义

风暴是热带、亚热带海洋的一种热带气旋。现代风暴主要形成于赤道附近 $5^{\circ}\sim 20^{\circ}$ 的区域,影响

范围躲在纬度 $5^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 之间(林元弼,1988)。贵州紫云地区中-下泥盆统风暴岩的发现,可推断早-中泥盆世研究区位于低纬度的热带($5^{\circ}\sim 20^{\circ}$),这与目前古地磁证据所显示的扬子地块在全球相对位置相符(张世红等,2001;Yang et al,2004),为板块的漂移历史提供了另一证据(图5)。

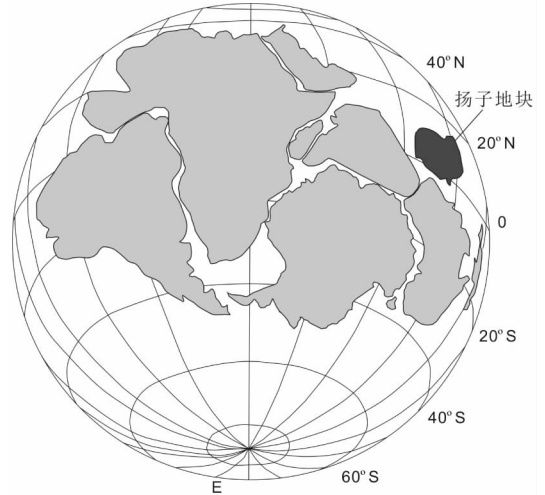


图5 早泥盆世扬子地块在全球的位置(据张世红等,2001修改)

Fig. 5 Global position of early Devonian Yangtze landform

风暴沉积对沉积相具有良好的指示意义。前人对不同地区的风暴岩的研究认为,风暴岩的主要沉积环境为浅海陆棚—缓坡环境和浅水潮坪—滨岸环境,两者的风暴沉积序列不同(宋金民等,2012)。通过风暴序列的特征可以较好的限定和划分相环境。另外,在识别海侵体系域和高位体系域(刘鹏举等,2004),反映海平面升降变化方面(孔庆莹等,2006),风暴岩也扮演着重要的角色。研究区风暴岩的发现更加限定了火烘组为陆棚相沉积,证实了在早-中泥盆世黔西南地区处于水城-紫云裂隙槽演化的早期阶段,并未演化为深水盆地。

风暴岩对于油气矿产也具有重要的意义。风暴岩中原生孔隙发育,储集性能良好,在烃源岩发育和保存有利的条件下,是较好的油气储层(陈林洲等,1991;胡明毅等,2002;彭靖淞等,2009);除此之外,风暴作用还与磷矿、赤铁矿等形成具有密切的关系(刘宝珺等,1987;余林青等,1989)。

因此,本文对于贵州紫云地区中-下泥盆统风暴沉积的发现,对该地区早-中泥盆世古地理、古环境、古气候和矿产等均具有重要的意义。

[参考文献]

陈林洲,罗新民,肖劲东. 1991. 鄂东南早三叠世钙质风暴沉积特征及其初步研究[J]. 岩相古地理,11(3):1-9.

陈世悦,杨怀宇,李文涛,等. 2010. 贵州紫云地区上泥盆统风暴重力流沉积特征及地质意义[J]. 地质学报,84(01):127-132.

曾雄伟,杜远生,张哲,等. 2007. 广西桂林地区中、上泥盆统风暴岩沉积特征及其地质意义[J]. 地质科技情报,26(06):42-46.

杜远生,黄虎,杨江海,等. 2013. 晚古生代—中三叠世右江盆地的格局和转换[J]. 地质论评,59(01):1-11.

胡明毅,贺萍. 2002. 潮坪风暴沉积特征及其研究意义[J]. 地球科学进展,17(3):391-395.

孔庆莹,程日辉,王璞珺,等. 2006. 新疆库鲁克塔格地区寒武系莫合尔山组风暴岩特征及其对海平面变化的响应[J]. 新疆地质,24(4):377-381.

林元弼. 1988. 天气学[M]. 南京:南京大学出版社:195-235.

刘宝珺,许效松,罗安屏,等. 1987. 中国扬子地台西缘寒武纪风暴事件与磷矿沉积[J]. 沉积学报,5(3):28-39.

刘鹏举,林小谷. 2004. 河北省平泉早奥陶世冶里组碳酸盐风暴沉积[J]. 吉林大学学报:地球科学版,34(1):1-4.

孟祥化,乔秀夫,葛铭,等. 1986. 华北古浅海碳酸盐风暴沉积和丁家滩模式[J]. 沉积学报,4(2):1-8.

靖靖淞,刘树根,赵霞飞,等. 2009. 川西中三叠统天井山组风暴

沉积的发现及古地理意义[J]. 岩性油气藏,21(1):83-89.

宋金民,杨迪,李朋威,等. 2012. 中国碳酸盐风暴岩发育特征及其地质意义[J]. 现代地质,26(03):589-600.

王尚彦,张慧,王天华,等. 2006. 黔西水城—紫云地区晚古生代裂陷槽盆充填和演化[J]. 地质通报,25(3):402-407.

王约,龚一鸣. 1997. 黔南泥盆系的风暴遗迹相[J]. 岩相古地理,17(1):39-44.

余林青,王义明. 1989. 宜昌莲沱震旦系陡山沱组含磷钙质风暴岩沉积特征[J]. 湖北地质,3(2):27-40.

张世红,朱鸿,孟小红. 2001. 扬子地块泥盆纪—石炭纪古地磁新结果及其古地理意义[J]. 地质学报,73(03):303-313.

G Kelling, PR Mullin. 1975. Graded limestones and limestone-quartzite couplets; possible storm-deposits from the Moroccan Carboniferous[J]. Sedimentary Geology,13(3):161-190.

T Aigner. 1979. Schill-Tempestite OberenMuschelkalk (Trias, SW-Deutschland) [J]. N. Jour. Geol. Palaont. Abh,157:326-343.

T Aigner. 1982. Calcareous tempestites; storm-dominated stratification in upper Muschelkalklimestones (Middle Trias, SW-Germany) [M]//G Einsele, A Serlacher. Cyclic and event stratification. New York, Berlin: Springer-Verlag: 180-198.

WL Duke. 1985. Hummocky cross-stratification, tropical hurricanes, and intense winter storms[J]. Sedimentology,32(2):167-194.

Z Yang, Z Sun, T Yang, J Pei. 2004. A long connection (750 - 380 Ma) between South China and Australia: paleomagnetic constraints [J]. Earth and Planetary Science Letters,220(3):423-434.

Discovery and Its Significance of Storm Deposit of Middle-Lower Devonian in Ziyun Area, Guizhou

ZHANG Han-bin, DENG Xu-sheng

(1. Guizhou Geological Survey, Guiyang 550018, Guizhou, China; 2. Guizhou Research Center of Geology and Geophysical Prospecting developed and Applied Engineering Technology, Guiyang 550018, Guizhou, China; 3. Academician Workstation, Guizhou Geological survey, Guiyang 550018, Guizhou, China)

[Abstract] In Ziyun area of Anshun, Huogong formation of middle-lower Devonian mainly is shelf clastic deposit, multiple storm deposit are found in middle and lower position of the 3rd section of Huogong formation. The feature of storm deposit include: gutter structure (or pocket structure), wavy erosion surface structure, hummocky cross stratification, graded bedding, parallel bedding and so on. According to different sedimentary units association, it's divided into 4 storm deposit sequence, Huogong formation is limited to be continental deposit, it's proved in early-middle Devonian, Ziyun area still in the early stage of fracture basin evolution. The discovery of storm deposit in Ziyun area not only proved that the target area in early-middle Devonian located in low latitudes area near the equator but also has important guide significance for paleoenvironment, paleoclimate and mineral study.

[Key words] Ziyuan area Guizhou; Early-middle Devonian; Storm rock; Storm sequence