

文章编号: 1009-3850(2010)04-0055-05

鄂尔多斯盆地柳林地区下奥陶统冶里组 竹叶状石灰岩的沉积环境和成因机制

王千遥, 冯 乔, 贾凌云, 刘 阵, 赵 伟, 周书昌

(山东省沉积成矿作用与沉积矿产重点实验室 山东科技大学地质科学与工程学院, 山东 青岛 266510)

摘要: 鄂尔多斯盆地柳林地区早奥陶世冶里期沉积以浅灰色中薄层泥质白云岩为主, 发育大量竹叶状碳酸盐岩。不同类型的竹叶状碎屑反映了不同的沉积环境。笔者对研究区剖面内的竹叶状碎屑进行分析和研究后认为, 竹叶状石灰岩的形成可以分为早期沉积物的形成和早期沉积物的破碎、搬运和再沉积两个阶段。

关键词: 竹叶状石灰岩; 风暴; 破碎; 奥陶系; 鄂尔多斯盆地

中图分类号: P512.2

文献标识码: A

1 前言

竹叶状石灰岩是颗粒碳酸盐岩的典型代表, 在地质历史上多有分布, 主要集中在早古生代的寒武纪、奥陶纪和中生代的三叠纪, 其它时期相对较少, 其中以寒武纪、奥陶纪最为发育^[1~11]。竹叶状石灰岩的分布也较为广泛, 华北地块的鄂尔多斯地区、鲁西地区、辽宁本溪地区, 塔里木盆地的塔中地区, 华南地块的鄂西宜昌地区、鄂东南、湘东南地区及北美地台、西伯利亚地台均有发育^[1~11]。

鉴于竹叶状石灰岩在碳酸盐岩地区的普遍性以及对于古环境认识的重要性, 其正在被越来越多的学者所重视和研究。对于竹叶状石灰岩的成因, 目前主要有以下几种认识: (1) 竹叶状石灰岩由于裂所致^[12]; (2) 海底地震引起的海啸巨浪将陆棚浅海形成的薄层石灰岩击碎而形成竹叶状石灰岩^[13,14,15]; (3) 周期性的风暴将泻湖或者浅海中形成的薄层石灰岩侵蚀破碎形成竹叶状石灰岩^[16,17]; (4) 近来, 许多学者除了分析竹叶的破碎外, 更是把注意力放到了破碎之前的早期沉积物的形成上, 进而倾向于认为竹叶状石灰岩的形成必须具备早期的薄层石灰岩沉积物和后期将其击碎的强大水流两个

条件^[1,11]。

本文旨在通过研究区内下奥陶统冶里组剖面竹叶状碳酸盐岩的岩性特征及其上下岩层所反映的沉积环境, 分析和探讨竹叶状石灰岩的形成过程, 并对竹叶状碎屑的成因机制进行阐述。

2 剖面概述

此次研究区位于山西省吕梁市 307 国道柳林至离石段的下白霜村。

冶里组剖面的岩性为灰色、浅灰色、灰黄色泥质白云岩夹竹叶状碳酸盐岩(如图 1), 可分为四段, 自下而上为:

Ⅳ段: 含泥质条带的薄层粉晶白云岩与薄层泥质粉晶白云岩、中层粉-细晶白云岩组成韵律层。中间夹竹叶状白云岩。

Ⅲ段: 含大量硅质的中厚层粉-细晶白云岩。

Ⅱ段: 灰色、深灰色薄层粉晶白云岩与中层粗粉-细晶白云岩组成韵律层。中间夹竹叶状白云岩。

I 段: 深灰色粉-细晶中薄层白云岩, 下部含颗粒, 上部发育虫迹。中间夹竹叶状白云岩。

薄层泥粉晶白云岩形成于开阔台地, 含泥质条带的薄层粉晶白云岩为高频海平面快速上升造成的

环境加深效应^[18]所致,亦形成于开阔台地。中层粉-细晶白云岩形成于局限台地的泥云坪,层间所夹的竹叶状白云岩的沉积环境则因其类型不同而各异。

研究区剖面内的地层岩性为白云岩,其皆是白云岩化作用的结果,原生沉积为石灰岩。因此,为了便于讨论,下文除特殊说明外均用石灰岩来代替白云岩。

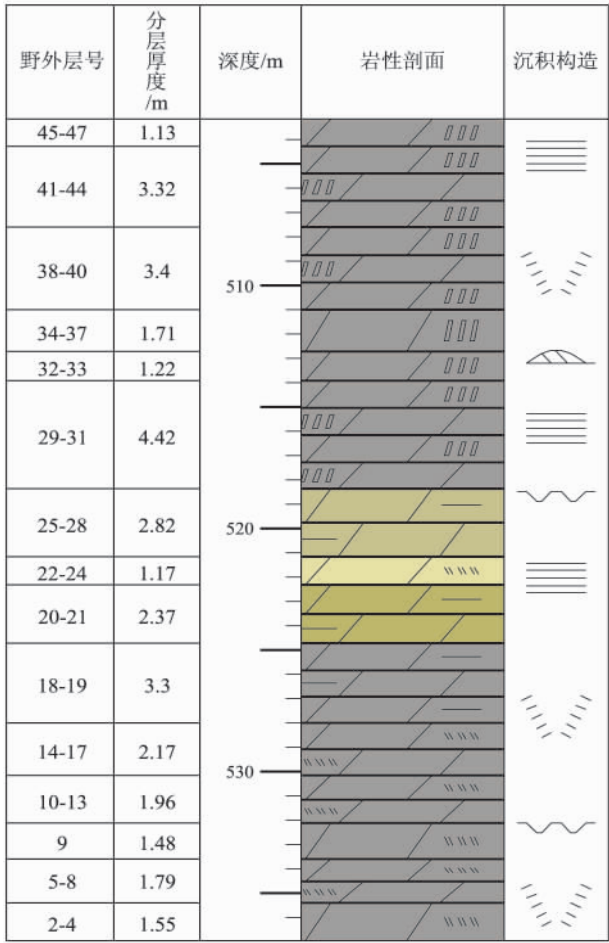


图1 柳林地区冶里组剖面图

Fig.1 Vertical section through the Yeli Formation in the Liulin region

3 竹叶状石灰岩的岩性特征及其相邻层位的岩相特征

通过对柳林冶里组剖面的分析,可以把这一时期的竹叶状石灰岩分为三种类型。

第一种竹叶有氧化圈,大小 10 × 3mm 左右,磨圆、分选差,半定向排列,竹叶层厚度不大(图 2-1A)。

第二种竹叶无氧化圈,大小 10 × 3mm 左右,磨圆、分选较好,排列有序,竹叶层厚度中等(图 2-

2A)。

第三种竹叶无氧化圈,大小 30 × 8mm 左右,磨圆中等,分选差,排列无序,竹叶层厚度较大(图 2-3A)。

三种类型的竹叶状石灰岩的相邻层位岩相特征各不相同,表现如下:

(1) 竹叶状石灰岩的上、下层为薄层含泥泥粉晶灰岩(如图 2-1B),可见“高粱皮”、泥裂等暴露标志,并且竹叶状碎屑带有铁锈色氧化圈。这些特征表明其为蒸发台地的潮坪相沉积,而且竹叶状碎屑曾出露水面被氧化,形成于间歇性暴露的潮坪环境;

(2) 竹叶状石灰岩的上、下层为薄层粉晶灰岩(如图 2-2B),泥质含量较少,部分层段含有生屑颗粒,且竹叶状碎屑排列有序,磨圆分选较好。这些特征表明这套岩石组合沉积于水动力较强的开阔台地高能环境-浅水碳酸盐滩;

(3) 竹叶状石灰岩的上、下层为含泥质条带薄层泥灰岩或称条带状灰岩(如图 2-3B),条带状灰岩通常是以薄板状浅灰色灰岩与页岩或泥灰岩的交替出现为特征,纵向上形成毫米级至厘米级韵律层理,通常为深水或潮坪沉积^[11,19]。泥灰岩与泥质条带的互层为高频海平面快速上升造成的环境加深效应所致^[18],部分条带状灰岩呈脉状、肠状分布,为差异压实作用的表现^[11],而非水体动荡的结果。此外,竹叶状碎屑分选差,排列无序,碎屑之间泥质含量较高,说明其沉积于开阔台地的静水环境(静水碳酸盐泥),水深在正常浪基面之下。

竹叶状石灰岩一般为原地半原地沉积,因此其相邻层位的岩相特征在某种程度上亦反映了竹叶状碎屑的形成和沉积环境。

4 竹叶状石灰岩成因机制的探讨

关于竹叶状石灰岩的形成,许多学者都做过不同的解释。在综合分析了研究区竹叶状石灰岩及其相邻层位的岩性特征和沉积环境后,笔者认为,要复原竹叶状石灰岩的形成过程,必须合理解释以下两个问题:(1) 在怎样的环境下形成了怎样的早期沉积物? 这里的早期沉积物对于竹叶的形成必须是十分有利的;(2) 在怎样的外界作用下,早期沉积物发生破碎、搬运和再沉积?

上述两个问题在研究区可以归结为:(1) 沉积环境与早期沉积物;(2) 早期沉积物的破碎、搬运和再沉积。

4.1 沉积环境与早期沉积物

竹叶状石灰岩一般为原地或半原地沉积,因此

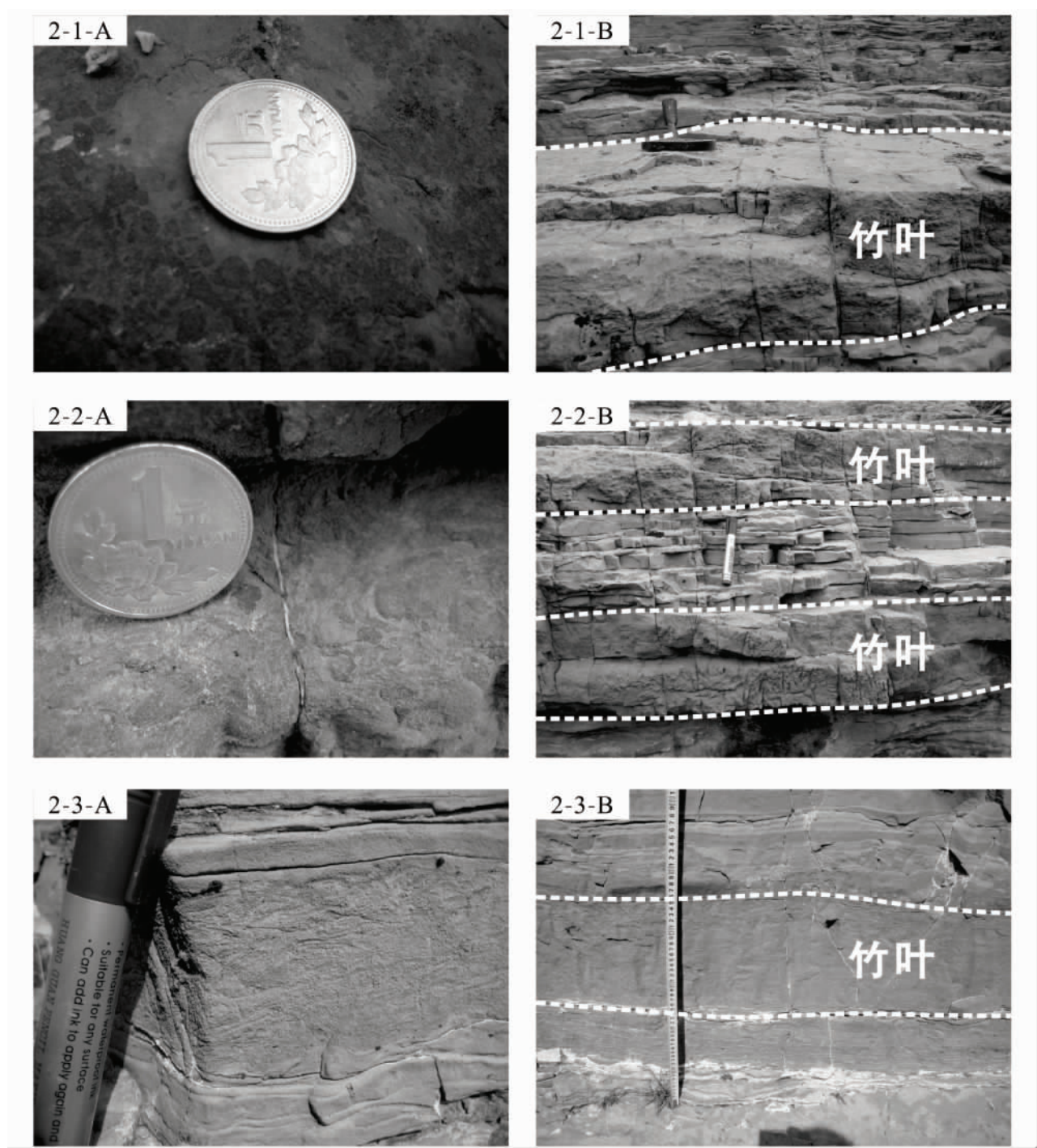


图2 柳林地区冶里组竹叶状石灰岩及其所在层位

Fig.2 Edgewise limestone horizons in the Yeli Formation, Liulin region

从其相邻层位岩性特征,如薄层泥灰岩、条带状灰岩等方面分析,早期沉积物应为薄层碳酸盐岩。此外,竹叶从二维的角度来看是透镜状,但从三维的角度来观察,它是不规则的薄板状,厚度多为 0.5 ~ 1.5cm,并未见不规则块体,亦说明早期沉积物不是块状,而是薄板状,且层面清晰、易于剥离。

对应于早期薄板状沉积物的形成,其有着特定

的沉积环境:

(1) 潮坪环境

潮坪环境为强蒸发环境,泥质含量较高,多形成薄层泥灰岩,有利于后期的破碎。潮坪环境还有另外一个显著特点,即在气候干燥的情况下,沉积物由于间歇性暴露于地表而产生干裂和泥卷,因而更有利于后期的破碎。

(2) 浅滩环境

浅滩环境为高能环境,仅在碳酸盐岩产率较低或者海平面波动频率较高的情况下才能形成易于后期破碎的薄层状粉晶灰岩。

(3) 静水环境

静水环境为低能环境,水体相对较深,在正常浪基面以下,多形成薄层泥晶灰岩,若高频海平面快速上升,而碳酸盐岩的沉积速率较低,则会发生环境加深效应^[20],形成富含泥质条带的薄层泥晶灰岩。这种富含泥质条带的薄层灰岩发生差异压实作用后^[11],形成脉状、肠状构造。这些都为后期的破碎提供了有利条件。

4.2 早期沉积物的破碎、搬运和再沉积

早期沉积物的形成为竹叶状石灰岩提供了物质基础。在一定的外界作用下,早期沉积物将发生破碎,由于是破碎成砾而不是灰泥,而早期沉积物已基本固结^[2],很显然普通的潮汐和波浪作用是不能实现的,必须要有强大的水动力条件,如大潮、风暴、海啸等。笔者认为,因为竹叶状碎屑在整体上不具有规律性,且岩性特征上反映的是短暂迅速的堆积,这些都符合风暴的偶发性、瞬时性特征。此外,根据古地磁研究,早古生代时华北地台曾漂移到低纬度地区,这里正处于赤道飓风带控制范围内,故风暴作用频繁^[1]。风暴的大小直接影响到竹叶状碎屑的大小以及是否形成底部侵蚀。在潮坪环境中形成的早期沉积物,虽有干裂破碎,但其并未与原岩脱离,如果不经历强大的水动力作用,将只能形成“V”字形底面脊状印模^[21],而不是竹叶状碎屑。

早期沉积物破碎后,大多为原地和半原地沉积,基本上不发生搬运或者搬运距离很短。

竹叶状碎屑的再沉积很容易被忽视,其实碎屑的岩相特征对于再沉积环境的分析具有重要的指示意义:(1) 竹叶状碎屑的分选、磨圆较好,表明再沉积环境为高能浅滩环境,是较强的水流反复作用的结果;(2) 竹叶状碎屑的分选、磨圆差,表明再沉积环境为潮下低能环境;(3) 竹叶状碎屑若带有铁锈色氧化圈,表明再沉积环境为潮坪氧化环境。

5 结论

(1) 竹叶状石灰岩的形成可以分为两个阶段:在一定的沉积环境下,形成有利于后期破碎的早期沉积物;在一定的外界作用下,早期的沉积物发生破碎、搬运和再沉积。

(2) 薄层状碳酸盐岩沉积物有利于后期的破

碎。

(3) 风暴是早期沉积物破碎的主要因素,但并不是唯一的,当有利于后期破碎的早期沉积物形成之后,任何强大的水流均可导致它的破碎。

(4) 竹叶状碎屑的大小以及有无底部侵蚀现象反映了早期沉积物破碎时水动力条件的大小。

(5) 竹叶状碎屑的磨圆、分选、有无氧化圈以及相邻层位的岩性特征反映了竹叶状碎屑的再沉积环境。

参考文献:

- [1] 金振奎,冯增昭.鲁西地区下古生界竹叶石灰岩的沉积特征[J].山东地质,1994,10(2):83-87.
- [2] 章雨旭,万渝生.北京西山竹叶状灰岩成因.中国地质科学院地质研究所所刊[J].1990,22:56-64.
- [3] 王英华,张秀莲,杨乘运.华北地台早古生代碳酸盐岩岩石学[M].北京:地震出版社,1989.1-50.
- [4] 张秀莲,王英华,冯增昭.辽宁本溪火连寨寒武系岩石学特征及沉积环境分析[J].新疆石油地质,1994,15(3):237-244.
- [5] 张秀莲,于德龙,王贤.湖北宜昌地区寒武系碳酸盐岩岩石学特征及沉积环境[J].古地学报,2003,5(2):152-158.
- [6] ZHANG XIULIAN, JIANG LINGZHI. Research on Diageneses of Cambrian Shoal Facies Carbonate Rocks in the Xiadong Area, Hubei Province [J]. Acta Geologica Sinica, 2001, 75 (2): 161-174.
- [7] 闫臻,王宗起,边千韬.松潘-若尔盖地区中-上三叠统沉积相组合特征[J].自然科学进展,2007,17(2):196-204.
- [8] 张哲,杜远生,毛治超.湘东南桂阳莲塘上泥盆系风暴岩特征及其古地理、古气候意义[J].沉积学报,2008,26(3):369-374.
- [9] DING YU, BAI ZHIQIANG. Multiple origins for flat-pebble limestones and sedimentary environments of the Upper Cambrian Gushan Formation at Tangwangzhai in Shandong Province [J]. Journal of Palaeogeography, 2008, 10(2): 125-138.
- [10] 梅冥相,马永生.华北地台晚寒武世层序地层及其与北美地台海平面变化的对比[J].沉积与特提斯地质,2003,23(4):14-26.
- [11] 陈吉涛,韩作振,杨仁超,等.鲁西芙蓉统条带灰岩早期成岩变形构造——竹叶状砾屑灰岩形成机理探讨[J].中国科学D辑:地球科学,2009,39(12):1732-1743.
- [12] 刘宝珺.沉积岩石学[M].北京:地质出版社,1980.1-120.
- [13] 李学清.竹叶状灰岩之岩石研究[J].中国地质学会志,1927,6(2):162-173.
- [14] 王祥珍.关于“竹叶状灰岩”的命名、分类、分布和形成机理的探讨[J].矿物岩石,1981,1(5):31-40.
- [15] 乔秀夫,高林志.华北中新元古代及早古生代地震灾变事件及与Rodinia的关系[J].科学通报,1999,44(16):1753-1758.

[16] 孟祥化, 乔秀夫, 葛铭. 华北古浅海碳酸盐风暴沉积和丁家滩相序模式 [J]. 沉积学报, 1986, 4(2) : 1 – 18.

[17] SEPKOSKIJJJR. Flat-pebble conglomerates, storm deposits and the Cambrian Bottom Fauna [M]. Berlin: Springer-Verlag, 1982. 371 – 388 .

[18] 梅冥相. 华北地台北缘奥陶系亮甲山组的碳酸盐复合海平面变化旋回层序 [J]. 岩相古地理, 1995, 15(5) : 34 – 36.

[19] YANG W, LEHRMANN D J. Milankovitch climatic signals in Lower Triassic (Olenekian) peritidal carbonate successions, Nanpanjiang Basin, South China [J]. Palaeogeogr Palaeoclimatol Palaeoecol, 2003, 201: 283 – 306.

[20] 吴兴宁, 赵宗举. 塔中地区奥陶系米级旋回层序分析 [J]. 沉积学报, 2005, 23(2) : 310 – 311.

[21] 朱志澄. 构造地质学 [M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 2008. 13 – 14.

Sedimentary environments and genesis of edgewise limestones: An example from the Lower Ordovician Yeli Formation in the Ordos Basin

WANG Qian-yao, FENG Qiao, JIA Ling-yun, LIU Zhen, ZHAO Wei, ZHOU Shu-chang
(Shandong Key Laboratory of Depositional Mineralization and Sedimentary Minerals, College of Geological Science and Engineering, Shandong University of Science and Technology, Qingdao 266510, Shandong, China)

Abstract: The sedimentary strata in the Lower Ordovician Yeli Formation, Liulin, Ordos Basin dominantly consist of light grey medium- to thin-bedded muddy dolostones, with well-developed edgewise carbonate rocks. These edgewise limestones have experienced two stages of formation, including the deposition of sediments in the early stage, and then fracturing, transport and redeposition of the sediments.

Key words: edgewise limestone; storm; fracturing; Ordovician; Ordos Basin