

* 鲁西寒武系中部二级层序界面的识别及变化特征

李庆平^{1,2}, 王继广¹, 张富中¹, 段景文³, 肖武², 朱继托¹, 侯建华¹

(1. 山东省地质调查院, 山东 济南 250013; 2. 山东省第一地质矿产勘查院, 山东 济南 250014; 3. 山东省物化探勘查院, 山东 济南 250013)

摘要 系统整理了以往多个 1:5 万、1:20 万区调图幅内地层剖面的生物地层资料, 结合野外追索, 利用生物地层(化石带)的近似等时性, 对鲁西地区寒武系中部的二级层序界面进行重点研究。认为该界面赋存在馒头组下页岩段或洪河段与馒头组上页岩段或张夏组下灰岩段之间, 在鲁西地区普遍存在, 延伸稳定, 自西北向东南由假整合→似整合过渡, 并在西部地区出现明显的沉积间断。界面类型属 II 型不整合。

关键词 寒武系; 生物地层; 岩石地层; 鲁西

中图分类号: P534.41 文献标识码: A

生物地层是建立地层等时格架相对可靠的基础, 层序的级别、界面形成时代、层序的时限及不同地区层序的划分对比, 都离不开生物地层研究。在一个生物地层研究程度较高的地区, 可利用生物地层较精确地标定和识别不同沉积相区各种级别的层序^[1]。

1 概述

“九五”期间 1:5 万区调对寒武纪地层三级层序研究较详细, 从寒武系底部至“怀远运动间断面”, 大致划分出 2 个二级层序、12 个三级层序。由于受工作范围限制, 对寒武系中部的二级层序认识不够完善, 界面位置各家观点不一。史晓颖、陈建强等^[2] (1997) 在研究华北地台寒武纪层序地层时, 将该二级层序界面放在馒头组上页岩段的 *Bailiella* 带之下 (位于馒头组上页岩段下部); 胡树庭 (1998)^[3] 等将其放在张夏组盘车沟段之底; 张尚坤 (1999)^[4]、杨恩秀 (2001)^[5] 等将其放在张夏组下灰岩段之底。总之, 前人资料对层序地层仅突出纵向划分, 而较少考虑区域对比。寒武系中部馒头组上部, 张夏组之下还存在一个重要的二级层序界面, 这正是本文研究的重点。笔者通过 1:25 万淄博市幅区调工作及搜集以往 1:5 万、1:20 万区调资料, 系统整理十几条

地层剖面, 结合野外追索, 利用生物地层的等时性及沉积相特征、界面类型, 对寒武系中部的二级层序界面进行区域对比。

2 二级层序界面特征

通过剖面对比 (图 1), 可以明显地看出鲁西地区寒武系中部二级层序界面位于馒头组下页岩段之顶或洪河段之顶, 并限于馒头组上页岩段或张夏组下灰岩段之下, 在二级层序界面 (以下简称“界面”) 上、下附近岩石地层、生物地层、层序地层及沉积相特征均显示较大差别。

2.1 界面特征及类型

由图 1 可知, “界面”之上由东南向西北为张夏组下灰岩段—馒头组上页岩段鲕粒灰岩沉积, 其上超在馒头组洪河段或下页岩段碎屑岩之上, 在莱芜市九龙山—济南市馒头山一带, 界面类型为假整合接触, 并在多处见到沉积间断及短期暴露特征。在济南市馒头山剖面 (P₁), 馒头组上页岩段底发育一层赤红色铁质鲕粒灰岩 (又称鲕粒赤铁矿层)^[6] 《山东岩石地层》将其描述为一次小的沉积间断的产物。在莱芜市九龙山剖面 (P₄)^①, 张夏组下灰岩段底部发育有灰红色砾屑灰岩, 砾石来自下部层位, 其下伏洪河段钙质细砂岩, 具顶蚀现象及渣状构造层。

* 收稿日期: 2004-05-24; 修订日期: 2004-06-28; 编辑: 张天祯

作者简介: 李庆平 (1955-), 男, 山东莱西人, 高级工程师, 主要从事区域地质调查工作。

① 山东省地质调查院, 淄博幅 1:25 万区域地质调查报告, 2004 年。

积环境均具有较显著的差异。在鲁西东南部地区,“界面”之下广泛分布馒头组洪河段,且厚度由东南向西北逐渐变薄,大致在淄博—莱芜—泰安一线尖灭。在本文所述典型剖面,则尖灭于莱芜市九龙山(P_4)至莱芜市茶业镇(P_3)^①之间(图1);鲁西地区西北部,即淄博—莱芜—泰安一线以西地区,“界面”之下则广泛分布馒头组下页岩段,其岩性以紫红色、紫灰色粉砂质页岩为主,夹少量细砂岩透镜体及薄层鲕粒灰岩,在粉砂岩中含有大量的陆源云母片、石英及长石,岩石粒度极细,并发育水平层理及小型潮汐层理,沉积环境属潮坪相。“界面”之下馒头组洪河段和下页岩段为同期形成的不同相区的沉积物,在空间上是渐变的,在时间上近于等时。

在“界面”之上,自下而上变化是由灰红色、褐红色、灰色鲕粒灰岩→黄绿色纸片状页岩沉积组合。该组合自东南向西北层位较稳定,但厚度变化较大(图1)。从区域上看整个鲁西该沉积组合上部的页岩普遍发育,但其厚度由东向西却逐渐增厚,安丘市温泉一带(P_6)页岩厚仅0.5 m,至章丘市埠村一带(P_2)^②页岩厚度增至8.7 m以上;页岩呈黄绿色及紫灰色,矿物成分以粘土矿物为主,岩石细腻,呈纸片状。至济南市馒头山一带(P_1),由于水体较浅,该层相变为暗紫红色及肝紫红色,矿物成分中含铁水云母。而该沉积组合底部的鲕粒灰岩层则与其上的页岩层正好相反,由东南向西北,厚度逐渐变薄,二者为相变,互为消长关系,安丘市温泉乡一带(P_6)该鲕粒灰岩层厚约26.5 m,至章丘市埠村一带(P_2),鲕粒灰岩层厚仅7 m。

据上述岩石地层及沉积相分析,寒武系中部二级层序界面之下为陆地边缘相区沉积物,以浑水沉积为主,并含较多的陆源物质,此时水体较浅,在近陆一侧形成潮坪相(馒头组下页岩段),近海一侧则形成砂坪、砂坝(馒头组洪河段)。界面之上为台地边缘滩相及近岸滩相沉积物,岩石中基本无陆源物质,以清水沉积为主,显示海平面有一个突然上升的过程。

2.3 生物地层特征

从多条剖面对比中发现(表1),鲁西地区二级层序界面上、下化石带具有较明显的可比性。在“界面”之下主要出现 *Ruichengaspis* 带及 *Ruichengella* 带,它们横向分布稳定,在西北部的济南市馒头山(P_1)

和章丘市埠村(P_2),其出现在馒头组下页岩段粉砂质页岩及页岩中;在东南部的莱芜市九龙山(P_4)、新泰市洪河村和新泰市类王庄一带则出现在馒头组洪河段长石石英砂岩中。而“界面”之上的底部 *Sunaspis* 带,在西北部的济南市馒头山(P_1)和章丘市火贵村(P_2),主要出现在馒头组上页岩段底部鲕粒灰岩及黄绿色页岩中,在东部地区的莱芜市九龙山(P_4)剖面上,则出现在张夏组下灰岩段鲕粒灰岩中。

综上所述,由化石带的横向分布可以看出:“界面”之下西北部地区的馒头组下页岩段与东南部地区的馒头组洪河段所含化石(带)基本相同;而“界面”之上,西北部地区的馒头组上页岩段与东南部地区的张夏组下灰岩段也含有相同的化石(带)。以上特征显示“界面”上、下的东南部与西北部两地的沉积物为同期沉积,前者均略早于后者。就 *Bailiella* 带而言,它是一个非常重要的化石带,赋存在徐庄阶顶部,层位稳定,分布广泛,具有较强的区域对比意义(表1)。从岩石中所含相同的化石带分析,张夏组下灰岩段与馒头组上页岩段应视为同期不同沉积组合的产物。此外,还有一个重要特征就是在该“界面”之上,张夏组顶部(表1)新的物种牙形石的首现,也是一次较大规模的海平面上升的重要标志^[7]。

2.4 二级层序界面的时空位置及其上、下层位层序地层特征

由图1可知,“界面”之下的馒头组下页岩段及洪河段属高水位体系域,基本层序特征为沉积物向上粒度变粗,厚度变大,并发育溶蚀渣状层及交错层理,显示水体向上变浅,海平面大幅度下降。“界面”之上为馒头组上页岩段或张夏组下灰岩段的鲕粒灰岩,该鲕粒灰岩在东部为厚层状,粒度较粗大,以灰色为主,属台地边缘滩相,西部为灰红—黄褐色铁质鲕粒灰岩,以中—中薄层为主,鲕粒相对较细,以薄皮鲕粒为主,该鲕粒是坝外鲕滩环境下形成,在海侵作用下搬运到坝内沉积,为近岸滩相,属海侵体系域。向上为黄绿色页岩,以粘土质为主,为滩间盆地相,水体向上快速加深,沉积物供给不足,并向东(海的方向)快速变薄,为低速沉积层,属凝缩段。其上

① 中国地质大学,淄川、文祖幅 1:5 万区域地质调查报告,1999年。

② 山东省地质学校,1:5 万埠村幅区域地质调查报告,1992年。

表1 鲁西地区馒头组—张夏组三叶虫化石(带)对比

岩石层	西部地区			年代地层	东部地区			岩石层	
	济南市馒头山 (P ₁)	章丘市埠村 (P ₂)	莱芜市茶业镇 (P ₃)		莱芜市九龙山 (P ₄)	莱芜市颜庄 (P ₅)	安丘市温泉 (P ₆)		
张夏组	上灰岩段	Yabeia 带	★ <i>Furnishina triangulata</i> 牙形石: <i>Proscandodus delicatulus</i> <i>Westergaardodong</i>		张	<i>Damesella</i>		上灰岩段	
	下灰岩段	<i>Amphoton-Taizuisia</i> 带	<i>Amphoton</i>	<i>Solenotaria</i> <i>Amphoton</i>	夏	<i>Amphoton</i> <i>Lingulella</i> <i>Anomocarella</i>	<i>Amphoton darceto</i> <i>Amphotonella</i>	<i>Anomocarella</i>	盘车沟段
馒头组	下灰岩段	<i>Crepicephalina</i> 带 <i>Liaoyangaspis</i> 带	<i>Dorypyge</i> <i>Liaoyangaspis</i>	<i>Liaoyangaspis</i>	阶	<i>Liaoyangaspis</i>	<i>Liaoyangaspis</i>		下灰岩段
	上页岩段	<i>Bailiella</i> 带 <i>Poriagraulos</i> 带 <i>Sunaspis</i> 带	<i>Bailiella</i> <i>Poriagraulos</i> <i>Sunaspis</i>	<i>Hananaspis</i> <i>Bailiella</i>	徐庄	<i>Bailiella</i> <i>Poriagraulos abrota</i> <i>Sunaspis laevis</i>	<i>Bailiella</i> <i>Hananaspis</i> <i>Lorenzella</i>	<i>Bailiella</i> <i>Poriagraulos</i>	
		(二级层序界面)				间断			
馒头组	下页岩段	<i>Ruichengaspis</i> 带 <i>Ruichenglla</i> 带 <i>Shantungaspis</i> 带 <i>Yaojiayueella</i> 带	<i>Ruichenglla</i>	<i>Proasphiscus</i>	毛庄阶	<i>Ruichengaspis</i> <i>Ruichengella</i>	<i>Ruichengaspis</i>	<i>Hananaspis</i>	洪河段
	石店段	<i>Redlichia</i> <i>chinesis</i> 带			龙王庙阶	<i>Shantungaspis</i> <i>Yaojiayueella</i>	<i>Shantungaspis</i>	<i>Yaojiayueella</i>	下页岩段
朱砂洞组				沧浪铺阶	<i>Redlichia</i> <i>chinesis</i>		<i>Redlichia</i> <i>chinesis</i>	石店段	
							<i>Megapalaeolenus</i> * <i>fengyangensis</i> 带	朱砂洞组	

为厚层—巨厚层鲕粒灰岩(张夏组),基本层序特征为进积—加积型,水体向上变浅,并伴有生物礁出现,属高水位体系域。

3 结论

(1)该“界面”在鲁西地区普遍存在,延伸稳定,自西北向东南由假整合→似整合过渡,并在西部地区出现明显的沉积间断,界面类型属 II 型不整合。

(2)“界面”限定于馒头组下页岩段或洪河段与馒头组上页岩段或张夏组下灰岩段之间,其上、下岩石地层、岩相特征变化较大,沉积环境由陆地边缘相区向台地边缘相区突变。

(3)生物化石带在“界面”上、下均具有较强的可比性,在西北部馒头组上页岩段及东南部张夏组下灰岩段的黄绿色页岩夹层内均产 *Bailiella* 带化石,说明二者为同期沉积产物。“界面”之下生物化石带相对较少,暗示生物具衰退特征;“界面”之上生物化石带相对较多,显示新种、属的不断涌现。而新生物种——牙形石的首现,也表明一次大规模的海侵开

始。

(4)层序地层显示:在“界面”之下为高水位体系域,水体向上变浅,岩层局部暴露;而“界面”之上为海侵体系域,水体向上加深,并出现凝缩段。

此文撰写中,得到了教授级高级工程师刘书才的指正,在此致以衷心感谢!

参考文献:

- [1] 王训练. 露头层序地层研究的几个基本理论问题[J]. 中国科学, 1999, 29(1): 22-29.
- [2] 史晓颖, 陈建强, 梅仕龙, 等. 华北地台东部寒武系层序地层年代格架[J]. 地质前缘, 1997, 4(3-4): 161-172.
- [3] 胡树庭, 陈建强, 王训练, 等. 鲁西寒武系层序地层特征及在区调中的应用[J]. 山东地质, 1998, 14(4): 16-23.
- [4] 张尚坤. 鲁西寒武纪三级层序地层及海平面变化[J]. 山东地质, 1999, 15(3): 39-46.
- [5] 杨恩秀, 杨建民. 枣庄地区寒武纪—早奥陶世层序地层特征[J]. 山东地质, 2001, 17(3-4): 30-37.
- [6] 张增奇, 刘明谓. 山东省岩石地层[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1996, 121-127.
- [7] 安太庠, 张放, 向维达, 等. 华北及邻区牙形石[M]. 北京: 科学出版社, 1983, 5.

(下转第 59 页)

表 5 标准物质分析结果对照

标准物质	$\alpha(\text{Cr})/10^{-6}$		RE%
	标准值	测得值	
GBW07302	12.0	12.3	2.50
GBW07303	87	83	-4.59
GBW07307	122	126	3.28
GBW07308	7.6	7.4	-2.63
GBW07311	40	43	7.50
GBW07312	35	34	-2.86

3 结论

本法测水系沉积物中微量铬,准确度和精密度均符合要求。二苯碳酰二胍与铬显色可以稳定 2 h,不经预先分离。一定范围内共有元素干扰甚微,只有 Fe 干扰严重,可以加入磷酸消除。

参考文献:

- [1] 岩石矿物分析编写组. 岩石矿物分析(第一分册) [M]. 北京:地质出版社, 1991, 100-101, 319.

Determination of Micro - chrome in Drainage Sedimentary Samples by Using Acid - soluted Diphenylcarbazine

GUO Xiao - hong¹, LIU Gui - ling¹, HOU Nan - fen², ZHANG Guang - long²

(1. No.4 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Weifang 261021, China; 2. Shandong Geo - engineering Institute, Shandong Jinan 250014, China; 3. Shandong Institute and Laboratory of Geological Sciences, Shandong Jinan 250013, China)

Abstract: By using sulpho acid to dissociate samples, using spectrophotometric method to determine micro - chrome in drainage sedimentary is very easy and simple with low cost. Through contrast, the determination result is $RE \leq 10\%$, $RSD \leq 5\%$ ($n = 12$), which is confirmed with standard values.

Key words: Acid - soluted; spectrophotometric method; drainage sedimentary; micro - chrome

(上接第 49 页)

Recognition and Variation Characteristics of Second Order Sequence Boundary in Middle Part of Cambrian in Luxi Area

LI Qing - ping^{1, 2}, WANG Ji - guang¹, ZHANG Fu - zhong¹, DUAN Jing - wen³, XIAO Wu¹, ZHU Ji - tuo¹, HOU Jian - hua¹

(1. Shandong Geological Survey Institute, Shandong Jinan 250013, China; 2. No.1 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Jinan 250014, China; 3. Shandong Geophysical and Geochemical Exploration Institute, Shandong Jinan 250013, China)

Abstract: On the basis of biostratigraphic information of strata profile with the scale of 1:50000 and 1:200000, combining with field trace, and using proximate isochronism of biostratigraphic zone, second order sequence boundary in middle part of Cambrian in Luxi area is studied emphatically. It is regarded that this boundary occurs in lower part of shale in Mantou formation, upper part of shale in Honghe formation and Mantou formation and lower part of limestone in Zhangxia formation. It occurs in Luxi area widely with stable strend. It transits from deceptive conformity to paraconformity from NW to SE, and has an evident sedimentary break in west part. Sequence boundary belongs to II type discontinuity.

Key words: Cambrian; biostratigraphic; Luxi; rock strata