

doi: 10.19509/j.cnki.dzkq.2019.0101

李树才,张雄华,李沅柏,等. 内蒙古林西地区林西组地质时代及沉积环境[J]. 地质科技情报, 2019, 38(1): 1-7.

内蒙古林西地区林西组地质时代及沉积环境

李树才¹, 张雄华², 李沅柏³, 杨欣杰¹, 张亮元⁴

(1. 自然资源实物地质资料中心, 河北 廊坊 065201; 2. 中国地质大学(武汉)地球科学学院, 武汉 430074;

3. 北京勘察技术工程有限公司, 北京 100192; 4. 内蒙古矿业开发有限责任公司, 呼和浩特 010011)

摘要:根据 1:5 万和 1:25 万区域地质调查和全国立典性剖面调查成果,将林西组划分为 5 个岩性段,原林西组六段划分为老龙头组,并揭示出林西组官地剖面的地层褶皱重复多次,而非前人的单斜地层序列。根据古植物、双壳类和孢粉等生物地层确定林西组地质时代为晚二叠世,老龙头组地质时代为早三叠世早期。基于古生物、沉积构造、碳酸盐岩微相及碳氧同位素分析等多方面证据确定出林西地区林西组和老龙头组为陆相河湖沉积,其沉积演化序列为河流→浅湖→深湖→浅滨湖,与天山—兴蒙地区二叠纪主要的陆相盆地沉积演化序列一致。

关键词:林西组;老龙头组;晚二叠世;早三叠世;陆相

中图分类号:P53

文献标志码:A

文章编号:1000-7849(2019)01-0001-07

Geological Age of Linxi Formation in Linxi, Inner Mongolia, and Its Sedimentary Environment

Li Shucui¹, Zhang Xionghua², Li Yuanbai³, Yang Xinjie¹, Zhang Liangyuan⁴

(1. Cores & Samples Center of Natural Resources, Langfang Hebei 065201, China;

2. Faculty of Earth Sciences, China University of Geosciences(Wuhan), Wuhan 430074, China;

3. Beijing Survey Technology Engineering Company Limited, Beijing 100192, China;

4. Inner Mongolia Mining Development Company Limited, Huhhot 010011, China)

Abstract: Based on the results of 1:50 000 and 1:250 000 regional geological survey, we redivided the Linxi Formation into five lithologic members and redefined the original sixth member of Linxi Formation as Laolongtou Formation. These result show that the Linxi Formation strata of Guandi section were built up by many folds, rather than monocline stratigraphic sequence. According to the evidence of ancient plants, bivalves and spores, the age of Linxi Formation is assumed as Late Permian and the age of Laolongtou Formation is assumed as Early Triassic. From the various evidence of paleontology, sedimentary structure, carbonate microfacies and stable isotope analysis, we determine the Linxi Formation and Laolongtou Formation for continental lacustrine deposition, and set up the sedimentary evolution sequence as river→shallow lake→deep lake→coastal-shallow lacustrine, which is accordance with the continental basin sedimentary evolution in Tianshan—Xingmeng region during the Permian.

Key words: Linxi Formation; Laolongtou Formation; Late Permian; Early Triassic; continental facies

林西组是 1924 年 Chardin^[1] 在内蒙古林西县林西镇创名, 原称林西系, 是指林西镇一带的黑色砂

板岩^[1]。内蒙古第一区测队于 1965 年将其改称为林西组^[2]。顾国寅等^[3] 对林西组岩石地层序列及地

收稿日期: 2017-12-18

编辑: 杨 勇

基金项目: 中国地质调查局项目(DD20160010)

作者简介: 李树才(1962—), 男, 教授级高级工程师, 主要从事地质矿产调查与研究工作。E-mail: shucaili1962@163.com

通信作者: 张雄华(1963—), 男, 教授, 主要从事古生物地层学、沉积学方面的教学和研究工作。E-mail: 1065250198@qq.com

质时代进行了总结。梁仲发^[4]根据双壳类、植物化石组合确定林西组的沉积时代属晚二叠世。黄本宏^[5-6]根据淡水双壳类和植物化石认为林西组为晚二叠世陆相湖盆沉积。

内蒙古自治区地质矿产局^[2]将兴蒙地区西拉木伦河以北的上二叠统包尔敖包组、孙家坟组、老龙头组、索伦组等一并归入上二叠统林西组。《内蒙古自治区岩石地层》明确了林西组层型为林西县官地剖面,并将区域上的陶海营子组、洪浩尔坝组、碧流台组、北大山组、索伦组和孙家台组归为林西组^[7]。和政军等^[8]认为林西组中下部为内海盆地及三角洲沉积,上部为浅湖及滨湖沉积。刘永高等^[9]将林西组划分为 6 个非正式岩性段,认为该组形成于具盆缘断裂控制的半地堑式内陆沉降盆地。余和中^[10]认为松辽及外围地区晚二叠世为陆相或海陆交互环境,海水向南变深。朱如凯等^[11]研究认为在呼玛—东乌东南侧、林西—乌兰浩特、孙吴—哈尔滨等地以浅湖相沉积为主,以林西组为代表,以黑灰色砂岩、板岩为特征,产淡水双壳类和植物化石。李福来等^[12]应用地球化学方法,对内蒙古东北地区上二叠统林西组的沉积环境进行了研究,通过常量元素、微量元素和稀土元素的分析结果发现,林西组砂泥岩样品整体具有高 SiO_2 、 Al_2O_3 、V、Zr、Ba,低 P_2O_5 、Mn、CaO、Cd 的特点,并通过沉积环境判别指标的分析,确定林西组为开阔的淡水环境,主要为陆相沉积体系。韩杰等^[13]对林西地区林西组长石石英砂岩进行了年代学研究,对 50 粒碎屑锆石样品的 LA-ICP-MS U-Pb 年代学测试结果显示 2 个主要年龄区间: $(322 \pm 3) \text{ Ma}$ 和 $(256 \pm 2) \text{ Ma}$, 其中 $(256 \pm 2) \text{ Ma}$ 的年龄限定了林西组原岩年龄应为晚二叠世。张永生等^[14]在林西组中发现了 3 个重要的叶肢介,根据叶肢介生物群面貌,认为林西组可与华北地台上二叠统石千峰组和西伯利亚地台上二叠统鞑靼阶对比。双壳类、叶肢介、植物群的综合研究为林西地区官地剖面林西组晚二叠世时代的确定提供了可靠的化石证据,具有重要的地层对比意义。此外,大兴安岭地区林西组双壳类、叶肢介、植物群落化石等均发生华北板块与西伯利亚板块的生物混生现象,表明天山—兴蒙海槽在中国东部已基本闭合,总体沉积面貌以陆相淡水河湖相为主,间或可能夹有残留海湾沉积。张永生等^[15]在官地翟家沟剖面林西组上部多层灰岩中发现了大量苔藓虫和海绵骨针化石,并在邻区相当层位中也发现了苔藓虫、海百合茎等典型海相化石,确认兴蒙地区在晚二叠世晚期仍属海相或以海相为主的沉积环境,为厘定兴蒙海盆的最终闭合时间提供了新的证据。张健等^[16]通过对扎鲁特地区陶海营子剖面和鲁 D2 井泥岩样品中

微量、常量元素和黏土矿物的测定,利用 Adams 和 Couch 古盐度计算公式及 Walker 相当硼判定法、锶钡比值法、硼镓比值法、生物标志化合物等方法,综合分析了扎鲁特地区林西组沉积时水体的古盐度特征,认为林西组的沉积环境为淡水—半咸水的湖泊环境。欧莉华等^[17]对西乌珠穆沁旗哈日根台苏木地区上二叠统林西组灰黑色泥页岩沉积中发育的大量碳酸盐岩结核进行了研究,认为该结核是深水外陆棚古代海底天然气渗漏形成的冷泉碳酸盐岩。崔军平等^[18]认为东北地区晚二叠世主要发育半深湖相和滨浅湖相沉积,沉降中心位于林西—长岭一带,厚度超过 3 000 m。郑月娟等^[19]在近年来区域地质调查工作成果的基础上,根据岩石组合特征,将林西组大致分为两部分:下部为一套灰色、灰紫色、黄褐色的河流相砾岩、砂砾岩组合,分布于研究区南部的林西地区,推测为盆地的边缘相沉积;上部为以黑、灰、绿为主色调的砂岩、板岩组合,含晚二叠世植物化石及双壳类 *Palaeonodonta-Palaeomutela* 组合。邱余波等^[20]对内蒙古锡林浩特—阿鲁科尔沁地区上二叠统林西组岩相古地理进行了研究,将林西组划分出碳酸盐岩台地相、三角洲相、浅海陆棚相和深水盆地相 4 种沉积相,其中林西官地一带的林西组为浅海陆棚相沉积。杨兵等^[21]在林西县官地剖面林西组五段中发现了大量孢粉化石,确定其时代为晚二叠世晚期;林西组六段由于见有早三叠世孢粉组合特征的孢粉化石,其岩性与下伏地层有较大的差别,将其更名为下三叠统老龙头组。郑月娟等^[22]在阿鲁科尔沁旗陶海营子剖面林西组中采获大量孢粉、叶肢介及淡水双壳类化石,确定林西组时代为晚二叠世晚期。

总的来看,林西组的沉积时代一般认为属晚二叠世,部分学者认为其上部属早三叠世^[8,21,23]。但关于其沉积环境存在一定的争议,主要有 3 种观点:①陆相^[4,9,11-12,18-19];②以陆相淡水河湖相为主,间或可能夹有残留海湾沉积^[14];③下部为海相,上部为陆相^[8,10];④海相^[15,17,20]。

目前,有关林西组存在及需要解决的问题集中在以下几个方面:(1)关于林西组的岩石地层序列,前人的很多观点是基于林西官地剖面林西组为一单斜地层而得出的,而 1:5 万和 1:25 万区调工作揭示出该剖面林西组并非一单斜地层,地层褶皱重复多次,且只出露了林西组的上部地层;(2)林西组的时代是晚二叠世,还是包含了早三叠世;(3)林西组是否存在海相地层,古亚洲洋在晚二叠世是否封闭。

笔者拟在前人工作的基础上,根据 1:5 万和 1:25 万区域地质调查的研究成果对这 3 个问题进行探讨。

1 林西组的岩石地层序列

林西组层型剖面为林西县官地剖面,一直以顾国寅等^[3]修订的官地剖面描述为依据,将该组定义为整合或不整合覆于哲斯组之上的一套细碎屑岩(砂岩、板岩)沉积,自下而上划分为 A、B、C、D 4 个岩段。A 段为灰黑色粉砂质板岩段;B 段为黄绿色砂岩段;C 段为含紫色层岩段;D 段为灰黑色板岩段。其后的地质工作者一直沿用这一含义。

需要指出的是,前人的这些剖面描述和岩性段的划分是基于官地剖面为一单斜地层的前提下完成的,并没有过多考虑官地剖面林西组的褶皱及地层重复问题。因此,其划分的岩性段在 1:5 万及 1:25 万区域地质调查中无法沿用。

刘永高等^[9]根据 1:5 万区域地质调查的成果,考虑到官地剖面中林西组褶皱发育的特点,并综合了层型剖面之外林西组的地层分布特征,将林西组划分为 6 个岩性段,其中,一段为河流相灰色、紫灰色砾岩;二段为河流相灰褐色、灰紫色砂岩夹板岩;三段为滨浅湖相绿灰色板岩夹砂岩,局部发育河流三角洲相沉积;四段为深湖相黑色板岩;五段为浅

湖相黑色板岩与褐灰色砂岩互层;六段为滨湖相绿灰色板岩、细砂岩。

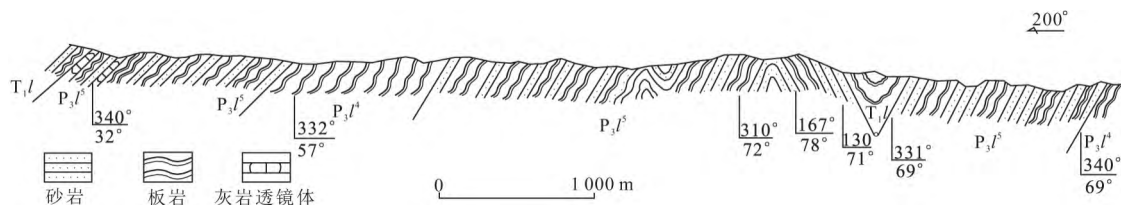
笔者在 1:25 万林西县幅区域地质调查和全国立典型剖面调查中根据官地剖面及邻近的小东不冷剖面、苏布台剖面将林西组划分为 6 个岩石地层单位,包括林西组 5 个岩性段及老龙头组(原划为林西组第六段)。其中,一段为灰色、紫灰色复成分砾岩、砾质及含砾岩屑砂岩、岩屑砂岩;二段为灰绿色、黄绿色厚层一块状岩屑砂岩夹板岩;三段下部为灰色板岩、粉砂质板岩夹泥质粉砂岩,上部为灰色、灰黄色岩屑砂岩夹板岩;四段为灰黑色板岩、粉砂质板岩;五段为灰色岩屑砂岩、粉砂质板岩及板岩,上部夹有灰色灰岩透镜体。老龙头组(原划为林西组第六段)为紫灰色、灰绿色粉砂质板岩、板岩及岩屑砂岩。这一划分方案与刘永高等^[9]划分的类似,仅老龙头组与刘永高等^[9]划分的原林西组六段岩性不一致(表 1)。

需要指出的是,林西县官地剖面林西组褶皱发育,并非一单斜地层,地层重复多次,仅有林西组第四段、第五段和老龙头组(图 1),其剖面描述仅需剖面北段的褶皱一翼足矣。

表 1 林西组沿革

Table 1 Evolution of Linxi Formation

Chardin ^[1]	内蒙古第一区测队 ^[2]	内蒙古自治区区域地质志 ^[2]	顾国寅等 ^[3] 修订; 内蒙古自治区岩石地层 ^[7]	刘永高等 ^[9]	本文
		红格尔坝组	原林西组 D 岩段	原林西组六段	下三叠统老龙头组
		碧流台组	原林西组 C 岩段	原林西组五段	林西组五段
原林西系	原林西组	北大山组	原林西组 B 岩段	原林西组四段	林西组四段
		索伦组	原林西组 A 岩段	原林西组三段	林西组三段
		孙家坟组		原林西组二段	林西组二段
				原林西组一段	林西组一段



T₁L, 下三叠统老龙头组; P₃L⁵, P₃L⁴, 上二叠统林西组五段、四段

图 1 林西县官地剖面林西组地层示意图

Fig. 1 Sketch of Linxi Formation in Guandi section in Linxi

2 林西组的地质时代

划分林西组地质时代的依据主要有双壳类、古植物、孢粉化石 3 方面。

2.1 双壳类化石

林西组产有较多的淡水双壳类化石,主要分子

有: *Palaeomutela pulchella* Ling, *P. soronensis* (Kob. et His.), *P. cf. trigonalis* Amatitzky, *P. khinganensis* (Kob. et His.), *P. hahaiensis* (Kob. et His.), *P. cf. subparallela* Amalitzky, *P. luulata* Amalitzky, *P. sp.*, *Palaeonodonta pseudolongissima* Khalfin, 这个淡水双壳类组合为 *Palaeonodon-*

ta-Palaeomutella (古无齿蚌—古米台蚌) 组合, 该组合见于新疆乌鲁木齐地区上二叠统梧桐窝子组^[24]、哈密地区上二叠统库莱组^[25]、新疆伊宁上二叠统巴卡勒河组^[26]、新疆巴楚和和田等地的上二叠统^[24], 以及吉林中部上二叠统杨家屯组^[27]。需要指出的是, 吉林中部该双壳类组合覆于产中二叠世晚期蠕类、菊石的范家屯组之上, 其时代应为晚二叠世^[27]。此外, 这类双壳类分子在国外见于俄罗斯地台卡赞阶上部到鞑靼阶, 时代也为晚二叠世^[28-29]。

2.2 古植物化石

林西组古植物化石主要有 *Pecopteris* sp., *Eichwaldia* sp., *Paracalamites* sp., *Schizoneura* sp., *Cladophlebis* sp., *Calamites* sp., *Rhipidopsis* sp., *Noeggerathiopsis* cf. *cylovaensis* Neub, 刘永高等^[9] 建立了 *Noeggerathiopsis-Schizoneura* 组合带, 该带以安加拉植物群分子为主体, 混生有少量华夏植物群分子。化石中植物叶片多数保存完整, 叶脉清晰, 地质时代为晚二叠世。

2.3 孢粉化石

在 1:25 万林西县幅区域地质调查工作中, 在林西县官地剖面林西组五段中采获孢粉化石 54 属 90 种, 于原林西组六段(后划归为老龙头组)采获孢粉化石 9 属 9 种^[21]。林西组五段孢粉组合以无环三缝孢、具肋纹和无肋纹的双囊粉为主, 而且含有丰富的具肋纹和无肋纹的双囊粉, 这是上二叠统常见的特征^[29-30]。

林西组六段虽然产出孢粉较少, 但均具有明显的早三叠世特征^[31], 常见于新疆半岛湖地区、浙江长兴煤山剖面、塔里木盆地皮山县杜瓦地区下三叠统乌尊萨依组以及新疆吉木萨尔大龙口地区锅底坑组等^[32-36], 时代属于早三叠世。由于林西组六段出现紫灰色板岩, 与下伏林西组五段在颜色上有很大的差异, 这种紫灰色在区域上, 尤其是天山—兴蒙地区通常作为早三叠世的一个重要标志, 需要与下伏林西组分割开来。考虑到其与区域上早三叠世的老龙头组岩性类似, 故将林西组六段划归为老龙头组。1:25 万林西县幅已将林西官地剖面传统的林西组予以解体, 划为下部的林西组和上部的老龙头组, 林西组地质时代属晚二叠世, 老龙头组地质时代属早三叠世。因此, 林西官地剖面上所划分的林西组地质时代应属晚二叠世—早三叠世。

3 林西组的沉积环境

3.1 主要的沉积相标志

3.1.1 古生物标志

(1) 陆相生物群 林西组所产化石类别有古植

物、淡水双壳类、叶肢介、孢粉。林西县官地地区林西组所产双壳类化石为 *Palaeonodonta-Palaeomutella* (古无齿蚌—古米台蚌) 组合, 其分子全为淡水双壳类, 一般产在陆相湖泊环境中。

叶肢介化石也一般产在陆相湖泊环境中, 少量产在海陆交互环境。古植物及孢粉化石主要产在陆相环境, 只有少量产于海陆交互环境。虽然部分离陆地较近的海相环境中也报道有孢粉化石, 但其中多有海相化石作为证据以证实其为海相环境。

总的来看, 就生物组合而言, 林西组应为陆相沉积, 主要为湖泊环境。

(2) 灰岩中未见海相化石 笔者详细采集了有关的灰岩样品, 薄片镜下除见有大量藻类、鲕粒外, 未见有海相生物化石碎屑。从生物碎屑及上述古生物化石证据来看, 林西组应为陆相河湖, 主要为湖泊沉积。

(3) 华北板块与西伯利亚板块生物群混生 林西组中古植物化石主要为安加拉植物群分子, 混生有少量华夏植物群分子^[9]。林西组的叶肢介化石也表现了明显的混生现象^[14], 黄河叶肢介 (*Huanghestheria* Wang) 是华北地台晚二叠世的特有类型^[14]; 圆通古斯卡叶肢介 (*Cyclotunguzites* Novojilov) 和圆图饰叶肢介 (*Sphaerorthothemos* Novojilov) 都是俄罗斯西伯利亚地台上的典型分子^[14]。华北板块与西伯利亚板块两侧的叶肢介、植物群落等化石在大兴安岭地区发生混生现象, 表明天山—兴蒙海槽在中国东部, 尤其是林西一带已基本闭合, 总体沉积面貌以陆相淡水河湖相为主。

3.1.2 沉积构造

林西组沉积构造发育, 主要有水平层理、压扁层理、沙纹交错层理、递变层理、变形层理及平行层理 (图 2)。这些沉积构造, 尤其是沙纹交错层理在陆相湖泊环境中极为常见, 而在海相环境中较少见及。一般来讲, 小型沙纹交错层理主要发育在陆相浅湖环境。林西组五段上部及老龙头组中, 板岩、粉砂质板岩中水平层理极为发育, 所夹砂岩层中主要发育沙纹交错层理、小型交错层理及少量压扁层理, 同时夹有古植物化石, 反映了一种能量较低的浅湖环境。林西组五段下部及四段主要为灰黑色板岩, 水平层理发育, 见有叶肢介化石, 为低能的深湖环境。间夹的砂岩中见有递变层理、平行层理及变形层理, 鲍马序列发育, 属深湖浊积扇沉积。

3.1.3 湖相碳酸盐岩特征

林西组五段粉砂质板岩中夹有一些灰岩透镜体, 这类透镜体一般长 3~5 m, 最长达 10 余米, 厚 6~20 cm, 由于风化的缘故, 官地剖面局部地段见较多该类灰岩透镜体的滚石, 造成了灰岩层较多或灰



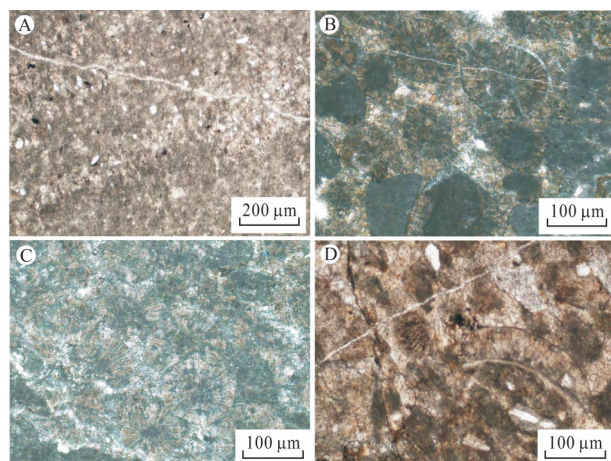
A. 压扁层理; B. 变形层理; C. 古植物化石; D. 平行层理; E. 小型交错层理; F. 沙纹交错层理

图 2 林西组中主要沉积构造

Fig. 2 Primary sedimentary structures in Linxi Formation

岩层较厚的假象。

林西组灰岩主要有以下几种类型:①泥晶灰岩,主要为灰泥,少量石英粉砂(2%),水平层理发育(图 3-A);②鲕粒泥晶灰岩,鲕粒体积分数达 20%~30%,全为放射鲕,灰泥体积分数 70%~80%;③砂屑鲕粒灰岩,鲕粒体积分数达 50%,砂屑体积分数 20%,基质为灰泥(30%)(图 3-B);④鲕粒灰岩,鲕粒体积分数达 70%,全为放射鲕,基质和胶结物各为 15%(图 3-C);⑤鲕粒砾屑灰岩,砾屑体积分数 45%~50%,主要为藻团块碎屑,形状不规则,平均直径 0.5~0.8 cm,鲕粒体积分数 20%~30%,全为放射鲕,基质为灰泥;⑥含生屑砂屑灰岩,砂屑体积



A. 泥晶灰岩; B. 砂屑鲕粒灰岩; C. 鲕粒灰岩; D. 含生屑砂屑灰岩

图 3 林西组灰岩镜下特征

Fig. 3 Arthroscopic characteristic of limestone in Linxi Formation

分数 70%,局部含少量生屑(<5%),主要为双壳类的介壳(图 3-D)。

这套灰岩中未见海相化石,所含颗粒主要为放射鲕、藻屑、藻团块及少量双壳类碎屑。除泥晶灰岩代表一种低能环境外,主要的颗粒类型也反映了一种低能环境。一般来讲,放射鲕只能在低能环境中出现,与藻类有关。该套灰岩特征与广西百色盆地东部古近系那读组^[37]、辽西下白垩统义县组^[38]、沾车地区沙二段上亚段湖相碳酸盐岩^[39]相似,应为湖相碳酸盐岩,其沉积环境为相对封闭的浅湖。

3.1.4 灰岩的碳氧同位素特征

碳酸盐岩在海相和陆相中均有出现,其中湖相碳酸盐岩是分布最为广泛的一类陆相碳酸盐岩,是指在内陆湖泊盆地中形成的碳酸盐岩,包括淡水湖盆碳酸盐岩、半咸水—咸水湖盆碳酸盐岩和盐湖碳酸盐岩。

区分海相和淡水碳酸盐岩的一个重要依据为碳酸盐岩的碳氧同位素,对林西组灰岩透镜体所作碳氧同位素分析见表 2,样品 1~18 来自官地剖面林西组,19~21 来自西乌珠穆沁旗哈日根台苏木地区林西组^[8,17]。林西组灰岩 21 个样品的 $\delta^{13}\text{C}$ 平均值为 -2.48‰ , $\delta^{18}\text{O}$ 平均值为 -21.06‰ ,该区二叠系

表 2 林西组灰岩碳氧同位素组成

Table 2 Carbon and oxygen isotopes of limestone in Linxi Formation

样号	样品号	质谱分析号	$\delta^{13}\text{C}/\text{‰}$	$\delta^{18}\text{O}/\text{‰}$	Z 值
1	21-1	35128	-4.00	-19.60	109.347 20
2	37-11	35123	-2.19	-22.70	111.510 28
3	37-12	35122	-1.63	-23.49	112.263 74
4	37-2	35127	-1.17	-22.03	113.932 90
5	37-4	35130	0.12	-20.06	117.555 88
6	37-5	35125	0.74	-21.81	117.954 14
7	37-8	35124	-0.52	-20.96	115.796 96
8	38-2	35121	-1.99	-24.53	111.008 54
9	38-3	35120	-3.31	-23.68	108.728 48
10	38-5	35129	-1.98	-21.29	112.642 54
11	38-6	35118	-1.48	-24.60	112.018 16
12	38-7	35117	-0.97	-21.68	114.516 80
13	B104-17	1497	-0.97	-19.01	115.82
14	B105-30	1498	-3.26	-22.25	109.54
15	B105-34	1499	-0.97	-20.26	115.22
16	By-65	文献[8]	-1.15	-21.94	114.01
17	By65-3	文献[8]	-0.71	-22.70	114.54
18	BY74	文献[8]	-2.89	-14.78	114.02
19	TB03-1	文献[17]	-8.53	-19.43	100.15
20	TB03-2	文献[17]	-10.42	-18.00	97.00
21	TB05	文献[17]	-4.71	-17.55	108.91

哲斯组典型的海相碳酸盐岩 25 个样品的 $\delta^{13}\text{C}$ 平均值为 1.67% , $\delta^{18}\text{O}$ 平均值为 -15.6% , 二者, 尤其是 $\delta^{13}\text{C}$ 有很大的差别, 间接说明林西组灰岩非海相灰岩, 应是陆相淡水灰岩。

Keith 等^[40]提出了利用碳酸盐岩的 $\delta^{13}\text{C}$ 和 $\delta^{18}\text{O}$ 值区分侏罗纪及时代更新的淡水碳酸盐岩和海相碳酸盐岩的经验公式:

$$Z = 2.048 \times (\delta^{13}\text{C} + 50) + 0.498 \times (\delta^{18}\text{O} + 50)$$

式中: $\delta^{13}\text{C}$ 和 $\delta^{18}\text{O}$ 均用 PDB 标准。

当 Z 大于 120 时为海相灰岩, Z 小于 120 时为淡水灰岩^[41]。从表 2 中可以看出, 所有样品 Z 值均小于 120, 由此说明林西组灰岩应属淡水碳酸盐岩, 进一步证实了林西组为陆相沉积的观点。

3.2 林西组的主要沉积相

根据主要的沉积相标志, 官地剖面林西组四段、五段及老龙头组沉积相主要有: ①深湖泥岩相, 分布在林西组四段, 岩性主要为灰黑色板岩夹少量粉砂质板岩, 水平层理发育, 炭质含量较高, 为深湖低能缺氧环境; ②湖相浊积扇水道砂岩相, 分布在林西组五段下部, 为横向上呈透镜状的岩屑砂岩, 发育递变层理、平行层理、变形层理, 见有明显的鲍马序列; ③水道间泥岩相, 分布在林西组五段中下部, 岩性为深灰色粉砂质板岩夹岩屑砂岩, 所夹砂岩中见有递变层理和平行层理; ④浅湖砂岩相, 分布在林西组五段上部 and 老龙头组, 岩性为岩屑砂岩, 具板状交错层理、沙纹交错层理、压扁层理; ⑤浅湖泥岩和灰岩相, 分布在林西组五段上部和老龙头组, 岩性为灰黄色粉砂质板岩及灰色灰岩透镜体, 水平层理发育, 见有古植物化石及孢粉化石。

需要指出的是, 除官地剖面外, 林西地区林西组一段为河流砾岩相, 二段为河流砂岩相, 总体上, 一段和二段为河流沉积, 三段为浅湖砂岩及泥岩沉积。整个林西组自下而上由早期的河流沉积, 演化到中期的深湖沉积, 最后演化至滨浅湖沉积, 直至盆地消亡。与天山—兴蒙一带, 尤其是新疆吐鲁番、哈密天山乡、巴里坤三塘湖一带二叠纪的陆相盆地演化特征基本一致, 代表了海盆消亡之后在伸展背景下陆相盆地的演化过程。

4 结 论

(1) 根据 1:5 万及 1:25 万区域地质调查成果, 将林西地区原林西组划分为林西组 5 个岩性段及老龙头组。官地剖面林西组褶皱发育, 地层多次重复, 非一单斜地层, 仅出露林西组四段、五段及老龙头组。

(2) 通过古植物、双壳类及孢粉化石对林西组进

行了生物地层及年代地层研究, 确定林西组地质时代为晚二叠世, 老龙头组地质时代为早三叠世早期。官地剖面前人划分的传统林西组地质时代应为晚二叠世—早三叠世。

(3) 对官地剖面林西组五段灰岩透镜体进行了镜下微相研究, 并进行了碳氧同位素分析, 确定该类灰岩为陆相湖泊淡水碳酸盐岩。

(4) 基于古生物标志、沉积构造、灰岩微相特征及碳氧同位素分析结果表明, 林西地区林西组及老龙头组为陆相河湖沉积。官地剖面林西组四、五段及老龙头组为湖泊沉积。林西组及老龙头组的沉积演化序列为河流→浅湖→深湖→浅滨湖, 与天山—兴蒙地区二叠纪主要的陆相盆地沉积演化序列一致。

参考文献:

- [1] de Chardin T. Geology of northern Chihli and eastern Mongolia [J]. Bulletin of the Geological Society of China, 1924, 3(3): 399-407.
- [2] 内蒙古自治区地质矿产局. 内蒙古自治区区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1991: 197-198.
- [3] 顾国寅, 胡泽瑾. 林西组地层特征及时代[J]. 内蒙古区域地质, 1982, 10: 28-34.
- [4] 梁仲发. 东北北部及内蒙古东部晚二叠世的一些双壳类化石及几个有关地层问题[J]. 沈阳地质矿产研究所所刊, 1982, 4: 130-148.
- [5] 黄本宏. 东北北部石炭二叠纪陆相地层及古地理概况[J]. 地质论评, 1982, 28(5): 395-401.
- [6] 黄本宏. 大兴安岭中部上二叠统及植物化石[J]. 中国地质科学院沈阳地质矿产研究所所刊, 1986, 14: 99-111.
- [7] 内蒙古自治区地质矿产局. 内蒙古自治区岩石地层[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1996: 1-344.
- [8] 和政军, 刘淑文, 任纪舜, 等. 内蒙古林西地区晚二叠世—早三叠世沉积演化及构造背景[J]. 中国区域地质, 1997, 16(4): 403-409.
- [9] 刘永高, 谭佐山, 刘书金. 内蒙古东部的上二叠统林西组[J]. 内蒙古地质, 1999, 2(1): 21-26.
- [10] 余和中. 松辽盆地及周边地区石炭纪—二叠纪岩相古地理[J]. 沉积与特提斯地质, 2001, 21(4): 70-83.
- [11] 朱如凯, 许怀先, 邓胜徽, 等. 中国北方地区二叠纪岩相古地理[J]. 古地理学报, 2007, 9(2): 133-142.
- [12] 李福来, 曲希玉, 刘立, 等. 内蒙古东北部上二叠统林西组沉积环境[J]. 沉积学报, 2009, 27(2): 265-272.
- [13] 韩杰, 周建波, 张兴洲, 等. 内蒙古林西地区上二叠统林西组砂岩碎屑锆石的年龄及其大地构造意义[J]. 地质通报, 2011, 30(2/3): 258-269.
- [14] 张永生, 牛绍武, 田树刚, 等. 内蒙古林西地区上二叠统林西组叶肢介化石的发现及意义[J]. 地质通报, 2012, 31(9): 1394-1403.
- [15] 张永生, 田树刚, 李子舜, 等. 兴蒙地区二叠系乐平统林西组上部发现海相化石[J]. 科学通报, 2013, 58(33): 3229-3239.
- [16] 张健, 李晓海, 郑月娟, 等. 内蒙古扎鲁特地区上二叠统林西组古盐度分析[J]. 地质与资源, 2013, 22(6): 471-477.

- [17] 欧莉华,伊海生,夏国清,等. 内蒙古东北部林西组碳酸盐岩结核的成因及油气地质意义[J]. 成都理工大学学报:自然科学版,2013,40(4):438-444.
- [18] 崔军平,任战利,史政,等. 东北地区二叠纪沉积特征及原型盆地分析[J]. 现代地质,2013,27(2):260-268.
- [19] 郑月娟,苏飞,常诗楠,等. 大兴安岭南上部二叠统林西组新认识[J]. 地质与资源,2014,23(1):26-37.
- [20] 邱余波,伊海生,蔡占虎,等. 内蒙古锡林浩特—阿鲁科尔沁地区林西组岩相古地理特征[J]. 成都理工大学学报:自然科学版,2014,41(2):192-202.
- [21] 杨兵,张雄华,葛梦春,等. 内蒙古林西地区晚二叠世—早三叠世孢粉组合及三叠系的发现[J]. 地球科学:中国地质大学学报,2014,39(7):784-794.
- [22] 郑月娟,张健,陈树旺,等. 内蒙古阿鲁科尔沁旗陶海营子剖面林西组化石新发现[J]. 地质通报,2013,32(8):1269-1276.
- [23] 和政军,刘淑文,王瑜,等. 内蒙古巴林右旗三叠纪化石的新发现[J]. 地层学杂志,1998,22(4):293-294.
- [24] 新疆地质局区域地质调查大队,新疆地质局地质科学研究所. 西北地区古生物图册:新疆维吾尔自治区分册[M]. 北京:地质出版社,1983:1-499.
- [25] 魏景明. 新疆晚二叠世一中、新生代软体双壳动物群化石组合序列及其对地层时代划分、对比和古气候的意义[J]. 新疆石油地质,1982,22(1):1-7.
- [26] 崔智林,梅志超. 新疆伊犁盆地上二叠统研究[J]. 高校地质学报,1996,2(3):334-336.
- [27] 玉苏甫·肉孜,张雄华,杨在峰,等. 哈密晚二叠世双壳类化石发现及地质意义[J]. 新疆地质,2011,29(1):43-46.
- [28] 中国地质科学院地质研究所,新疆地质矿产局地质科学研究所. 新疆吉木萨尔大龙口二叠—三叠纪地层及古生物群[M]. 北京:地质出版社,1986:21-35.
- [29] 刘洪福. 新疆哈密库莱二叠—三叠纪地层的发现及其意义[J]. 西北大学学报,1992,22(2):211-212.
- [30] 余静贤,孙孟蓉,张望平,等. 北疆晚二叠世至第三纪孢粉组合序列[J]. 中国地质科学院地质研究所所刊,1986,15:140-151.
- [31] 侯静鹏. 新疆准格尔盆地南缘锅底坑组孢粉组合与二叠系—三叠系界线讨论[C]//地层古生物论文集. 2004:177-203.
- [32] 陶明华,李博,贺淑萍,等. 内蒙古二连盆地三叠系[J]. 地层学杂志,2009,33(3):260-267.
- [33] 黄勇,戴传固,熊兴国,等. 新疆半岛湖地区晚二叠世与早三叠世地层的发现及其意义[J]. 贵州地质,2003,20(1):16-19.
- [34] 张克信,喻建新,林启祥,等. 浙江长兴煤山 D 剖面早三叠世孢粉组合及全球对比意义[J]. 地球科学:中国地质大学学报,2004,29(3):253-262.
- [35] 朱怀诚. 新疆皮山杜瓦普司格组晚二叠世孢粉的发现[J]. 地层学杂志,1997,21(3):219-223.
- [36] 朱怀诚. 塔里木西南早三叠世早期孢粉组合及二叠系—三叠系界线研究[J]. 科学通报,1997,42(3):301-303.
- [37] 彭军,郑荣才,陈果. 广西百色盆地东部古近系那读组湖相灰岩[J]. 古地理学报,2004,6(2):163-173.
- [38] 陈登辉,巩恩普,梁俊红,等. 辽西下白垩统义县组湖相碳酸盐岩及其沉积环境研究[J]. 地质论评,2009,55(6):897-904.
- [39] 高晓鹏. 沾车地区沙四上亚段湖相碳酸盐岩沉积特征研究[D]. 北京:中国地质大学(北京),2012:1-109.
- [40] Keith M L, Weber J N. Isotopic composition and environmental classification of selected limestones and fossils[J]. Geochimica et Cosmochimica Acta,1964,28:1787-1816.