

文章编号: 1001- 6112(2006)06- 0034- 04

准噶尔盆地侏罗系层序地层研究展望

邢焕清^{1,2}

(1. 中国石油化工股份有限公司 胜利油田有限公司 地质科学研究院, 山东 东营 257015;
2. 中国石油化工股份有限公司 胜利油田有限公司 博士后科研工作站, 山东 东营 257015)

摘要: 层序地层学的出现曾被许多专家和学者认为是地质学的一场革命。但其研究本身还存在着一些争议, 需要进一步分析和探讨。基于对准噶尔盆地侏罗系层序地层学大量研究成果的分析, 初步总结了盆地侏罗系层序地层研究成果的异同及其原因。在回顾总结现有研究成果的基础上, 探讨了侏罗系层序地层学研究目前存在的问题, 包括: 侏罗系层序的级别和划分、层序界面的判别标准和影响层序地层格架发育的控制要素等。

关键词: 层序地层; 侏罗系; 准噶尔盆地

中图分类号: TE121.3

文献标识码: A

层序地层学起源于海相被动大陆边缘研究, 并在海相盆地研究中取得了许多重要成果。引入中国以后, 许多专家和学者又针对中国陆相盆地的实际情况进行了大量研究, 取得了许多重要进展。然而, 对于层序地层学研究本身而言, 在国内外还存在一些争议。例如, 第二版《国际地层指南》因为对层序地层学是否具有持久生命力持观望态度而未将其列入, 新版《中国地层指南》也是在最后作为新的值得注意的研究动态而收入的。目前国内许多研究者已经对不同分支和专题的层序地层学进行过总结, 但针对一个盆地的层序地层学研究成果进行总结的论文还不多见。

准噶尔盆地是中国最重要的中生界含油气盆地之一。盆地地处新疆北部, 从大地构造上来说, 位于天山以北, 阿尔泰山以南, 东西准噶尔界山之间。盆地的形状近三角形, 形成机制复杂。准噶尔盆地总面积达 $13.6 \times 10^4 \text{ km}^2$, 沉积厚度达 10 000 余 m, 侏罗系沉积地层保存较为完整。准噶尔盆地层序地层学研究从 1994 年开始, 在国内层序地层研究中属于起步较早、研究内容较丰富、成果较多的盆地之一。对准噶尔盆地侏罗系层序地层学研究的成果进行回顾和总结, 不仅对准噶尔盆地的油气勘探与开发具有重要价值, 而且丰富了陆相层序地层学理论, 对我国陆相层序地层学研究具有重要意义。

1 准噶尔盆地侏罗系层序地层学回顾

1.1 侏罗系层序的级别和划分

层序级别的标准与方案, 主要有 Vail 等以海平

面变化的相对频率为基础的和 Embry 以相对振幅为基础的二种系统。根据 Vail 学派的不整合面和与之相对应的整合面来划分层序级别的论文较多, 涉及二级层序划分的检索到 11 篇^[1~11]。这 11 篇中除 1 篇^[1]划分了一个二级层序外, 其他都划分了 2 个二级层序。二级层序的层序界面位置虽然有所不同, 但是相对比较接近。在研究成果中涉及三级层序划分的分歧较大, 以 7 个三级层序为主的检索到论文 7 篇^[2~4, 12~15], 6 个三级层序的 3 篇^[5~7], 5 个三级层序的 1 篇^[16], 4 个三级层序的 5 篇^[1, 8, 17~19], 其他划分方案包括 3 个三级层序等。不同研究成果层序界面的位置各异, 而较有特色的是由海平面变化移植过来研究湖平面变化的论文^[16]。根据相对频率来划分层序级别, 缺乏在实践中应用的客观标准, 涉及这方面的成果相对较少^[3, 12, 13, 19]。在体系域划分上, 涉及到体系域划分的每篇论文其方案都各不相同, 不具有可比性; 还有一类是划分成亚层序、四级层序的论文^[9, 16]。应用高分辨率层序地层学的划分方案, 因为各研究者对基准面旋回的级别在认识上存在差异, 所以其划分方案也存在较大差异, 不具有可比性^[20~23]。

准噶尔盆地层序级别划分方案的多样性有其客观原因。陆相湖盆地本身所具有的纵向标定困难、横向变化剧烈的特点决定了层序地层级别划分的难度。再加上准噶尔盆地后期受到多期复杂构造运动改造的影响, 使得划分更加困难。一般而言, 越是古老的地层, 其后期保存的机会也就相对较少。这可能是除了受沉积速率影响之外, 古老的海相地

收稿日期: 2005- 07- 26; 修订日期: 2005- 11- 09。

作者简介: 邢焕清(1977-), 男(汉族), 山东潍坊人, 博士, 主要从事沉积学与层序地层学研究。

基金项目: 国家重点基础研究(973)项目(G1999075507)。

层每个三级层序所跨的时间限度要比年轻的陆相地层大的原因。中国西部盆地中生代地层每个三级层序所跨的时间平均比东部盆地新生代地层所跨地质时间大得多。即使按七分方案, 侏罗系跨度平均大约为 68 Ma, 每个三级层序时间跨度大致相当于 10 Ma, 这在地质时间跨度上相当于东部盆地第三系 2~3 个三级层序的规模。在进行层序地层研究时, 盆地内不同位置沉积地层的沉积速率不同是一个重要因素, 后期的保存状况研究也同样重要。从另一方面看, 盆地内部构造运动的差异性使有些地区原先沉积的地层被剥蚀掉了, 这可能是盆地被划分成 3~7 个三级层序等不同方案的一个原因。

根据 Vail 层序地层学理论, 体系域的认识和划分是资源勘探和开发最重要的一个层序级别, 但收集的研究成果在体系域及其以下层序级别划分中的差异性最大, 根本没有相同的划分方案。体系域划分出现重大差异的原因除了以上提及的与层序级别相同的原因, 以及基础资料数量及精度、人为因素外, 最主要的因素可能是盆地不同位置沉积环境变化的差异性较大。体系域的划分从原理上依赖于准层序组的叠加方式, 而准层序组的叠加方式又和沉积环境的变化密切相关, 在横向上剧烈的沉积相变决定了体系域横向对比困难, 因而出现了每篇论文的体系域划分方案都不相同的情况。

1.2 侏罗系层序界面的判别标准

将地震剖面上识别出的不整合面作为层序界面是 Vail 层序地层学的基本准则, 也是许多研究者划分层序最基本的思想。但是, 在考虑地震勘探分辨率的条件下, 许多不整合面本身就存在多解性。从原理上看, 不整合面本身就是剥蚀面或者是无沉积界面, 即使是同一个盆地内不同位置在时间和空间上不整合面也是有所变化的。例如, 在盆地边缘是不整合, 而在盆地内部却是连续沉积。盆地的不整合部分, 也因剥蚀程度的不同而存在较大差异。对层序界面所依赖的不整合面及其内幕进一步精细研究, 对层序地层学研究具有重要意义。

相当一部分研究者将其所提出的层序地层划分方案的界面和侏罗系各组的原先地层划分方案相对应。这样研究起来固然比较方便, 但从原理上讲, 这种一一对应的“绑定”关系阻碍了层序地层学本身优越性的发挥。究其原因, 既然原先的地层划分方案按照一定的明确对应关系就变成了层序地层划分方案, 那么实际就很难从原理上讲通原先的地层划分方案是穿时的、不准确的, 而转换过来的层序地层方

案是等时的、准确的。盆地层序地层学研究只有不完全对应于原先的地层划分方案, 才能体现出等时性优势。

准噶尔盆地侏罗系地层是含煤地层。煤层能否作为层序界面争议较大^[1, 2, 4, 17, 19, 24]。它一般代表一个水体较浅或相对暴露的沉积环境, 分布范围一般比较局限。能否作为层序界面实际上还是一个级别的问题, 如果大套煤层广泛分布在区域不整合面上, 当然可以作为层序边界, 但是, 在多套煤层普遍存在的情况下, 单套煤层的出现本身作为层序界面的标志还有待进一步研究。

1.3 影响和控制层序地层格架发育的要素

盆地的产生和消亡是受一定地质因素控制的, 而在盆地中沉积下来的地层更是受到各种地质要素的综合作用。控制层序地层发育的因素很多, 一般分为构造、海平面升降、古气候和沉积物供给等四大要素。强调层序地层发育受构造作用控制的论文很多^[5~7, 10, 14], 认为与海(湖)平面变化有关的也比较多^[6, 9, 13], 还有一些强调层序发育受各种要素的综合影响^[15, 25], 也有很多论文注意到了盆地内部层序发育的不均衡性^[5, 7, 13, 25]。在准噶尔盆地侏罗系层序地层学研究过程中很早就涉及了坡折带研究^[16], 其两侧层序地层的发育必然存在不均衡性。对于层序发育不均衡性的深入探讨, 可能是层序地层学未来发展的一个非常重要的方向。

1.4 侏罗系层序地层的应用研究

研究侏罗系层序地层的论文一般都涉及层序地层学的应用, 其中最大一类是在层序地层学格架下进行沉积学研究, 几乎所有的论文都涉及这一点。其他的应用可以划分为以下 4 类: 层序界面和层序格架研究^[24~27]、应用层序地层学预测储层^[28, 29]、应用层序地层学预测烃源岩^[30, 31]、应用层序地层学预测油气和隐蔽圈闭^[8, 17]。层序地层学对于矿产资源的预测作用立足于研究者所建立的层序地层格架, 不同的层序格架所做出的预测结果必然不同。因此, 应用性层序地层研究更加体现了准确建立层序地层格架, 特别是与沉积体系密切相关的体系域格架识别划分的重要性。

2 问题与讨论

1) 现在的研究对象是经过成岩作用并被后来的多期构造运动所改造的地层。所划分出的层序必然也是在漫长的地质历史时期保存下来的“残余”层序。因此, 识别划分层序时间年限的跨度时, 要考虑风化剥蚀、构造运动等地质要素在后期改造作用的

影响。有人已经初步考虑并校正了区域差异压实对岩性解释带来的多解性^[20]。在研究层序地层时,需要更多考虑古构造、古沉积环境恢复等诸多因素的影响。地震平衡剖面等技术可能会成为层序地层学研究的一个重要手段。

2) 层序地层界面和原先的地层划分方案不具有——对应的关系。层序地层界面的识别要依靠地震、测井等地球物理手段。地球物理资料本身不仅存在多解性,而且还存在分辨率问题。以测井约束反演为例,用测井相对高分辨率的声波曲线来标定过井地震剖面,在井旁对应关系相对较好,但随着离开井的距离越远,地震分辨率又逐渐下降,渐渐降回到原来水平。在整个盆地范围内,层序地层的识别和划分也存在着类似的问题。如果以原先的地层按——对应的方式加以标定,不仅没有解决原先地层的穿时问题,反而把原先穿时的地层问题引入到新的层序地层划分方案里来了。为了解决层序对比问题,可能从一个小的区域出发,立足现有资料精度,逐步进行对比。盆地级的大范围层序对比,必须要有大量精度较高、分布较为均衡的地质、地球物理资料作为基本条件,否则其准确性难以保证。无论如何,层序级别的识别和划分不能脱离基础资料数量和精度的支持而划分得过分精细,不能追求表面上的分辨率。

3) 盆地内部地层的沉积和剥蚀受地质因素控制,盆地本身的性质也是不停变化的。对于准噶尔盆地而言,虽然一般认为侏罗系沉积时期是拗陷型盆地,但是后期受到最大一期改造,喜山期盆地性质变成了前陆型盆地。盆地南缘侏罗纪沉积下来的地层有些被推覆造山运动所改造甚至被剥蚀掉了。但是,有的研究者并没有注意到后期构造运动的影响。对于盆地沉积时期层序发育的不均衡性已经有了一些研究成果,但是作为层序地层学最重要的发展方向之一,仍然有进一步强化研究的必要。

4) 层序地层研究在盆地中具有较大的应用价值,但目前利用层序地层对矿产资源进行预测的研究尚需做进一步细致的工作。海相层序地层学研究中各种要素相对简单,而陆相地层如准噶尔盆地中存在陆相多套烃源岩、多套储集层。由于煤层作为烃源岩可以分布在各个体系域里^[24, 32~35],研究起来就变得复杂,需要结合陆相盆地的特点从理论和实践 2 个方面逐步加以解决。

参考文献:

1 吕雪雁,朱筱敏,高雷. 准噶尔盆地昌吉凹陷西斜坡侏罗系层

- 序地层特征[J]. 石油大学学报(自然科学版), 2002, 26(3): 1~11
- 2 王宜林,王英民,齐雪峰等. 准噶尔盆地侏罗系层序地层划分[J]. 新疆石油地质, 2001, 22(5): 382~385
- 3 齐雪峰. 准噶尔盆地侏罗系层序地层研究[D]: [学位论文]. 成都: 西南石油学院, 2001
- 4 王宜林. 准噶尔盆地侏罗系油气藏形成分布规律及勘探战略[D]: [学位论文]. 北京: 石油大学, 2001
- 5 张满郎,张琴,朱筱敏. 准噶尔盆地阜东斜坡区侏罗系层序地层学研究[J]. 古地理学报, 2000, 2(3): 27~36
- 6 张满郎,顾新元,张琴等. 准噶尔盆地彩参 2 井侏罗纪孢粉化石及层序地层分析[J]. 石油大学学报(自然科学版), 2001, 25(1): 16~21
- 7 张满郎. 准噶尔盆地东北部侏罗系层序地层及隐蔽圈闭研究[D]: [学位论文]. 北京: 石油大学, 2000
- 8 桑树勋,秦勇,范炳恒等. 层序地层学在陆相盆地煤层气资源评价中的应用研究[J]. 煤炭学报, 2002, 27(2): 113~118
- 9 张国珍. 准噶尔盆地侏罗系层序格架和油气成藏条件研究[D]: [学位论文]. 北京: 中国科学院地质与地球物理研究所, 2001
- 10 赵玉光. 盆山转换动力学系统层序地层响应及其与成油体系耦合[D]: [学位论文]. 成都: 成都理工学院, 2000
- 11 吴晓智. 准噶尔盆地阜东斜坡区侏罗系层序地层和成藏条件分析[D]: [学位论文]. 成都: 西南石油学院, 2001
- 12 柳永清,李寅. 准噶尔盆地侏罗系露头层序地层及沉积学特征[J]. 地球学报, 2001, 22(1): 49~54
- 13 鲍志东,管守锐,李儒峰等. 准噶尔盆地侏罗系层序地层学研究[J]. 石油勘探与开发, 2002, 29(1): 48~51
- 14 蒲仁海,梅志超,唐忠华. 准噶尔盆地东部侏罗系陆相层序地层学初探[J]. 新疆石油地质, 1994, 15(4): 335~242
- 15 刘凌. 准噶尔盆地侏罗系层序地层与沉积相研究[D]: [学位论文]. 北京: 石油大学, 2001
- 16 王龙樟. 准噶尔盆地中、新生代陆相层序地层学探讨及其应用[J]. 新疆石油地质, 1995, 1(4): 324~330
- 17 朱筱敏,康安,张琴等. 准噶尔盆地东北缘侏罗系含煤岩系层序地层和隐蔽圈闭[J]. 石油与天然气地质, 2002, 23(2): 121~126
- 18 李天明,支东明,靳军. 准噶尔盆地车排子地区侏罗系层序地层格架[J]. 新疆石油地质, 2002, 23(4): 286~289
- 19 赵庆军. 准噶尔盆地白家海地区侏罗系煤系层序地层及隐蔽勘探目标选择[D]: [学位论文]. 北京: 石油大学, 2001
- 20 王红亮,邓宏文,孙德君. 准噶尔盆地南缘层序地层特征与有利含气区带预测[J]. 石油实验地质, 2000, 22(4): 336~340
- 21 高新生,赵霞飞,李天明等. 准噶尔盆地西部侏罗系层序地层特征[J]. 石油与天然气地质, 2001, 22(2): 165~168
- 22 高新生. 准噶尔盆地西北缘侏罗系高分辨率层序地层学研究[D]: [学位论文]. 成都: 成都理工学院, 1999
- 23 王媛. 用高分辨率层序地层学进行非构造圈闭研究——以准噶尔盆地玛湖凹陷玛 6 井区侏罗系三工河组地层为例[D]: [学位论文]. 北京: 石油大学, 2002
- 24 刘豪,王英民,王媛. 浅析准噶尔盆地侏罗系煤层在层序地层中的意义[J]. 沉积学报, 2002, 20(2): 197~202
- 25 刘豪,王英民,王媛等. 准噶尔盆地侏罗系三工河组层序界面结构分析[J]. 新疆石油地质, 2002, 23(2): 127~129

- 26 李立诚, 吴 坚, 张 塞等. 地震波阻抗反演技术在层序研究中的应用——以准噶尔盆地为例[J]. 新疆石油地质, 2002, 23(3): 242~ 244
- 27 唐忠华, 黄 芸, 张化龙. 准噶尔盆地东部侏罗系沉积相及沉积层序[J]. 新疆石油地质, 1997, 18(4): 330~ 337
- 28 罗立民, 王英民, 李晓慈等. 应用层序地层模式预测河流相砂岩储层[J]. 石油地球物理勘探, 1997, 32(1): 130~ 136
- 29 张年富, 齐雪峰, 王英民等. 准噶尔盆地侏罗系 ②层序底界上下砂体预测与有利区评价[J]. 石油与天然气地质, 2002, 23(2): 145~ 149
- 30 杨建业, 任德贻, 邵龙义. 沉积有机相在陆相层序地层格架中的分布特征[J]. 沉积学报, 2000, 18(4): 585~ 589
- 31 何志平. 准噶尔盆地侏罗系层序格架中油气形成与分布[D]: [学位论文]. 北京: 石油大学, 2001
- 32 何治亮. 中国陆相非构造圈闭油气勘探领域[J]. 石油实验地质, 2004, 26(2): 194~ 199
- 33 康玉柱. 中国西北地区压性叠加盆地成油特征[J]. 石油实验地质, 2004, 26(2): 153~ 160
- 34 罗开平, 范小林. 河西走廊及邻区中生代成盆背景与盆地原型[J]. 石油实验地质, 2004, 26(5): 432~ 436
- 35 尚尔杰. 断裂控油的物理模拟实验研究——以准噶尔盆地西北缘红车断裂带为例[J]. 石油实验地质, 2004, 27(4): 414~ 418

JURASSIC SEQUENCE STRATIGRAPHY OF THE JUNGGAR BASIN

Xing Huanqing^{1,2}

(1. Research Institute of Geosciences, Shengli Oil Field, SINOPEC, Dongying, Shandong 257015, China;

2. Work Station of Post-doctoral, Shengli Oil Field, SINOPEC, Dongying, Shandong 257015, China)

Abstract: Sequence stratigraphy is now one of the most important reformations of stratigraphic geology. According to the Jurassic sequence stratigraphy in the Junggar Basin, the historical series are retrospectively, and the identity and difference between these scientific reports are summarized. Problems in sequence stratigraphy research are discussed, including: sequence boundary and hierarchy; sequence bounding surface; controlling factors in sequence stratigraphic framework development.

Key words: sequence stratigraphy; Jurassic; the Junggar Basin

(continued from page 33)

OIL AND GAS MIGRATION PERIODS AND ACCUMULATION PROCESS IN CENTRAL ANTICLINAL ZONE IN THE XIHU SAG, THE EAST CHINA SEA BASIN

Zhang Zhongmin, Zhou Jin, Wu Xingwei

(Exploration and Production Research Institute, SINOPEC, Beijing 100083, China)

Abstract: By means of inclusion thermometry and authigenic illite dating data, the oil and gas migration and accumulation model in the central anticlinal zone in the Xihu Sag of the East China Sea Basin has been studied. Fluid inclusions in reservoirs in the central anticlinal zone can be divided into salt water inclusion and organic inclusion. Homogenization temperatures of inclusions can be divided into three periods and their accordingly geologic periods are Middle Miocene, Later Miocene and Pliocene to Quaternary respectively. Isotope ages of authigenic illite in reservoir are 23.5~ 26.5 Ma, 18.31~ 21.86 Ma and 12.58~ 13.63 Ma from north to south. This shows that the time of oil and gas accumulation in the northern part is earlier than ones in the middle and southern parts. The research result shows that there are three phases of oil and gas accumulation in the central anticlinal zone and the late-accumulation phase is the most important. Multiple phases of hydrocarbon generation, multiple recharging, multiple accumulation and multiple source rocks are fundamental oil and gas accumulation models in the zone.

Key words: hydrocarbon migration, inclusion thermometry, authigenic illite dating, oil and gas accumulation, Central Anticlinal Zone, the Xihu Sag; the East China Sea Basin