

焉耆盆地原型盆地性质及构造演化特征研究

陈刚¹, 吴仕虎¹, 李小刚¹, 陈辉²

(1. 成都理工大学能源学院, 四川 成都 610059; 2. 成都理工大学数学地质四川省高校重点实验室, 四川 成都 610059)

摘要: 分别从盆地内构造特征、沉积体系发育和地层接触方式、沉积速率分析以及盆内构造耦合关系着手, 着重讨论存在争议的焉耆盆地早中侏罗世构造性质。应用平衡剖面技术恢复了早中侏罗世及后各个时期的构造。认为焉耆盆地属于早中侏罗世开始孕育的陆内前陆盆地, 经历了前中生代基底形成、中生代前陆盆地雏形、燕山期前陆盆地形成、喜山期前陆盆地定型 4 个构造演化阶段。盆地内种马场隆起和宝浪苏木等主要构造带为同沉积构造, 构造带的演化过程控制了凹陷内沉积体系发育特征及油气圈闭形成。

关键词: 早中侏罗世; 原型盆地; 构造演化; 焉耆盆地

中图分类号: P544.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-3636(2010)04-0372-05

0 引言

由于早中侏罗世焉耆原型盆地, 尤其是盆地边界逆冲断裂带, 已被燕山期和喜山期构造运动强烈改造, 造成了盆地原型认识上的困难, 因而侏罗世原型盆地构造性质一直存在争议。目前大致有 4 种观点: 前陆盆地、压扭性盆地、伸展断陷盆地、拉分盆地。分歧的实质在于盆地早中侏罗世是挤压性质还是拉张性质。根据沉积构造特征, 以平衡剖面分析为佐证, 就现有证据进行分析讨论, 探讨焉耆盆地侏罗纪原型盆地性质及其演化特征。考虑如将其归属拉张背景, 则难以解释盆内缺少张性正断层等拉张构造标志, 但又不能忽略整体的大地构造背景。因此, 从沉积构造特征展开分析, 讨论焉耆盆地早中侏罗世原型盆地构造性质。

1 地质背景

焉耆盆地是在海西期褶皱基底和元古代结晶基底之上发育起来的中、新生代山间盆地。盆地位于南天山褶皱系与库鲁克塔格褶皱带之间, 处于塔里木、准噶尔和吐哈三大盆地之间, 自南而北可分为博

湖凹陷、焉耆隆起、和静坳陷, 体现为“两坳一隆”的格局。其中博湖凹陷又可细分为南部凹陷、种马场隆起、北部凹陷(图 1)。钻井揭示盆地内分布较广泛的地层自下而上分别为: 中上三叠统小泉沟群(T₂₊₃XQ)、下侏罗统八道湾组(J₁b)、三工河组(J₁s)、中侏罗统西山窑组(J₂x)及新生界地层, 大面积缺失中上侏罗统地层, 全区缺失白垩系地层(表 1)。沉积物主要为冲积扇、辫状河、辫状河三角洲和湖泊相沉积, 属于一套砂砾岩、泥岩、煤及炭质泥岩互层的陆相含煤地层。

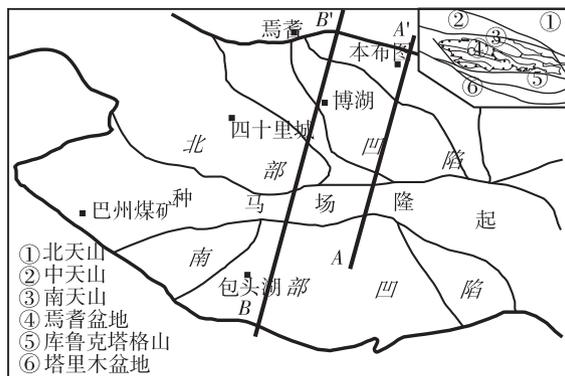


图 1 焉耆盆地位置与构造单元划分图

盆地内部的断裂以北西向西、北西向为主, 其中

表1 焉耆盆地地层简表

地层单位					
界	系	统	群	组	代号
新生界		上统	齐古组		J _{3q}
			石树沟群	七克台组	J _{2q}
		中统	三间房组		J _{2s}
			西山窑组		J _{2x}
中生界	侏罗系	下统	水西沟群	三工河组	J _{1s}
				八道湾组	J _{1b}
		三叠系	中上统	小泉沟群	

以北西西向断裂规模为最,常常横亘整个盆地,而平面上呈雁列式分布者居多。断层性质为逆断层,盆地内未见正断层发育。断层构造样式主要有叠瓦状、背冲式、对冲式、正花状等。

2 问题的提出及讨论

2.1 盆地原型的两种观点

拉张观点根据板块构造环境,古地温梯度,古地磁,沉降曲线等,认为早中侏罗世,焉耆盆地周边皆为伸展断陷盆地,西北地区整体上处于弱伸展构造环境,解释为挤压之后的应力松弛,得出新疆地区早中侏罗纪泛盆的结论,从而在这个背景下将焉耆盆地归入张性盆地。

挤压性质观点主要从盆地形态,盆地内构造样式,盆山耦合关系以及平衡剖面研究等出发,认为盆地南北凹陷形态呈箕状,单个沉积层序沉积中心向各凹陷中心迁移,广泛分布挤压构造样式,盆地内中生代盆地走向与周缘褶皱山系一致,并紧邻山前分布,得出盆地形成与先存褶皱山系在中生代的再度活动密切相关,以及盆地南部库鲁克山中生代持续继承性隆起。根据这种盆地内构造的展布与周缘褶皱山系的耦合关系可以推断盆地为挤压性质。

2.2 挤压观点依据更为直接有力

将盆地原型归为拉张性质所提出的依据,主要是根据来自周边盆地的研究,然后推测出当时大的构造环境,并将焉耆盆地同样置于这种环境来认识,其仍属间接佐证。经详细研究并未发现盆地内存在明显的张性构造证据,有少数文献中提出的正断层证据,定性为正断层的条件并不过硬,还不够说明问

题。而缺乏残留正断层等拉张构造的证据也对盆地构造反转的认识提出质疑,如果盆地不存在构造反转,也就无法说明遍布盆地内的挤压构造。如前所述,拉张观点认为新疆所在的西北地区整体属于拉张背景,并在焉耆周缘的其他盆地发现残留张性构造有力证据,唯独在焉耆盆地不一致,没有关键标志的发现,推测焉耆盆地与周边其他盆地的构造性质存在差异。

相反挤压观点的认识是直接来自于盆内的沉积构造特征。除了上述挤压观点的已有认识外,研究中还发现以下几点对揭示盆地原型有重要意义的认识。

① 从地震剖面上可以看出:八道湾组地层自凹陷向种马场隆起上超,地层厚度也是向隆起逐渐减薄(图2,即图1中AA'剖面),说明种马场隆起是八道湾沉积期同沉积构造。随后三工河沉积期也同样有着上超和减薄的特征,说明种马场构造继续边沉积边隆起,构造幅度逐渐加大。在对宝浪苏木构造仔细观察后,也发现相同的构造沉积特征。这种同沉积隆起应是同期挤压应力的结果。

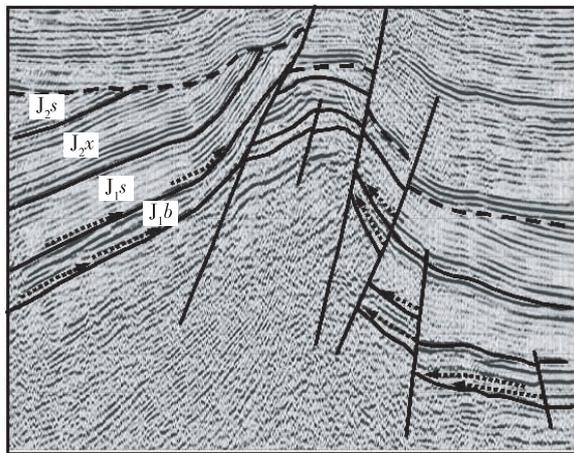


图2 种马场隆起两翼地层上超特征剖面图

② 在层序地层研究中,八道湾组和三工河组上都识别出强制湖退体系域,它是相对湖平面下降的产物。影响相对湖平面下降的原因有3种:气候变化、区域构造抬升和构造差异升降。早中侏罗世气候为湿润环境,因此排除气候变化引起的湖平面下降;湖盆构造差异升降一般是由拉张断陷边界正断层构造掀斜所致,但盆地内并无掀斜断层构造的标志,应该是构造抬升造成的相对湖平面下降。值

得一提的是,这里的构造抬升引起的相对湖平面上升形成的强制湖退体系域是发育岩性地层圈闭的有利沉积单元。

③ 焉耆盆地侏罗纪沉降曲线与前陆盆地相似。不同类型的沉积盆地有独特的沉降曲线。陆内前陆盆地的沉降曲线和沉积速率特征与伸展断陷—坳陷型盆地和稳定大陆内坳陷有很大不同,借助于这些特征可以初步判别盆地的原型。陆内前陆盆地的沉降曲线和沉积速率特征是由缓变陡的两段式沉降曲线和由慢变快的沉积速率,而伸展断陷—坳陷型盆地则由陡变缓两段式沉降曲线和由快变慢的沉积速率。稳定大陆坳陷的特征则缺乏上述现象,沉降曲线一般平缓,沉积速率也比较慢。焉耆盆地沉降曲线和沉积速率特征为由缓变陡(图3),符合前陆盆地的沉降特征。

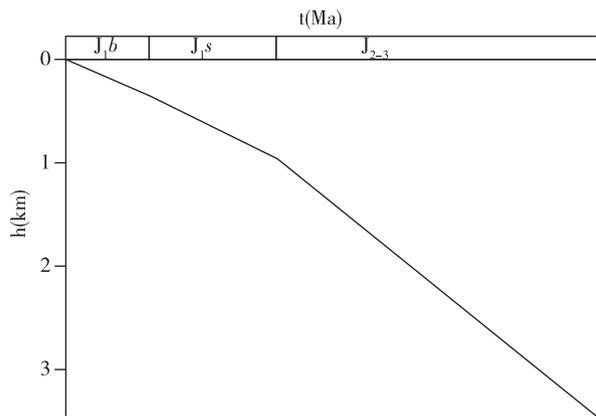


图3 侏罗纪焉耆盆地沉降曲线图

剖面的构造几何形态,沉积构造发育特征,亦符合前陆盆地的发育特征,紧邻库鲁克塔格推覆带至种马场隆起处构造变形最为强烈,库鲁克塔格与南部凹陷和种马场隆起的关系可以解释为造山带与前陆凹陷和前陆隆起的关系。得出焉耆盆地中生代原型盆地类型是受中生代陆内造山成盆机制控制的压扭性盆地或类前陆盆地。并且很显然的是早中侏罗世经历了数次旋回式的构造抬升,但其强度不大,没有造成明显的地层剥蚀及不整合。

3 构造演化

平衡剖面基本原理认为,如果变形前后物质的体积不变,则在垂直构造走向剖面上体现为“面积

不变”;如果变形前后岩层厚度保持不变,则转化为“层长不变”。平衡剖面可以理解为是遵循岩层长度或面积变形前后不变的原则,将变形剖面恢复到沉积地层状态的剖面或从沉积地层剖面依据变形原理得到变形的剖面。平衡剖面技术对于检验构造解释和构造样式的合理性,重建构造发育过程,恢复地质构造演化史,都有着极其重要的意义。一般情况下平衡剖面技术应用于压扭性盆地构造演化研究,大都采用线平衡方法。

演化过程:① 进行精细的地震剖面解释,提取地震速度谱,作时深转换。② 去后期构造,包括去断层,去褶皱、倾斜,连接被后期构造作用断开的层面。③ 作地层剥蚀恢复及压实校正,按照不同沉积构造背景的沉积地层沉积厚度分布趋势,特别是内部地层的分布趋势,平行则按等厚恢复,内收敛则按楔状趋势恢复,上超则按上超层趋势恢复。④ 根据平衡剖面原理和构造分析理论,以受构造运动改造影响最小的凹陷中心设为钉线,两边变形较弱的位置为松线,选取连续稳定的反射层,遇有剥蚀的地层则采用剥蚀恢复后的地层,作为参照水平面,进行层位拉平从而恢复得到该层沉积时的构造,然后采用逐层回剥得出该时期的地层构造,具体演化过程如图4(即图1中BB'剖面)。

3.1 前中生代基底形成

焉耆盆地基底主要由元古代结晶基底和海西期浅变质褶皱基底组成,其中四十里城次凹主要为中上石炭统浅变质岩,焉南断裂以北主要为中泥盆统浅变质岩。因此盆地基底的形成可分为元古代陆壳结晶基底形成阶段和古生代浅变质褶皱基底形成阶段。

3.2 中生代前陆盆地雏形

八道湾组地层与小泉沟组地层呈不整合接触,表明在晚三叠世末印支运动,使得晚三叠世小泉沟组地层发生抬升剥蚀。

八道湾沉积期焉耆盆地总体表现为弱挤压,挤压应力主要源于南部库鲁克塔格造山带持续向北推覆,种马场构造带为一水下低幅古凸起,持续控制下侏罗统八道湾组(J₁b)沉积,造成南北构造和沉积分野,沉积中心分别位于南部凹陷和四十里城凹陷,其中八道湾沉积期四十里城凹陷比南部凹陷沉积中心要深(图4-a);宝浪苏木构造亦具雏形,与四十里城凹陷以一沉积坡折过渡。早侏罗世三工河组沉积

期,沉积构造继承性发育,但随着挤压作用的增强,种马场构造隆升幅度明显增大,控制两侧沉积,晚期湖侵范围扩大,宝浪苏木及七里铺整体表现为向北变薄的楔状体,焉耆隆起进一步隆升,但幅度不大。整个格局基本与八道湾一致,不同的是由于南部库鲁克塔格持续推覆挤压造成此时南部凹陷比四十里城凹陷要深(图4-b)。早中侏罗世盆地沉积物源主要来自北部、西部和南部,构造高差大,物源异常充分,快速堆积。至三工河晚期可容空间被填平补齐,造成盆地内构造幅度不明显,湖盆范围也随之扩张,随后沉积的西山窑组,南北分野的沉积局面已不复存在。整个中晚侏罗世构造格局变化不大,接受较厚的中上侏罗统沉积(图4-c)。

3.3 燕山期前陆盆地形成

侏罗纪末期燕山运动,构造运动异常强烈,盆地内面貌发生剧变,具体表现在:种马场、宝浪苏木及焉耆隆起都强烈隆升遭受剥蚀(构造带上,上侏罗统全被剥蚀殆尽,大部分中侏罗统地层被剥蚀),但隆升幅度由南往北依次减小,此后长期的夷平作用,造成盆地内最为广泛的构造不整合面;盆地内绝大部分断层为该期构造运动的产物,先存的古断层也开始复活(如种马场地区),使得本区构造基本定型(图4-d)。至此陆盆地形成。

3.4 喜山期前陆盆地定型

新生代,已被夷平的焉耆盆地整体下降接受了一套红色的冲积碎屑沉积,受第四系喜山运动影响,先存的主干断层复活,种马场、宝浪等构造进一步隆升、加强,构造最终定型(图4-e)。

4 结语

焉耆盆地早中侏罗世无构造反转的标志,其原型盆地与受改造成型的现今盆地性质应属相同。其沉降曲线特征为由缓变陡,发育形成于构造抬升条件下的沉积单元,盆地走向与周缘褶皱山系一致。紧邻库鲁克塔格推覆带至种马场隆起处构造变形最为强烈,向北渐弱。库鲁克塔格与南部凹陷和种马场隆起的关系可以解释为造山带与前陆凹陷和前陆隆起的关系,符合前陆盆地的发育特征。构造演化经历了前中生代基底形成、中生代前陆盆地雏形、燕山期前陆盆地形成、喜山期前陆盆地定型4个构造演化阶段。

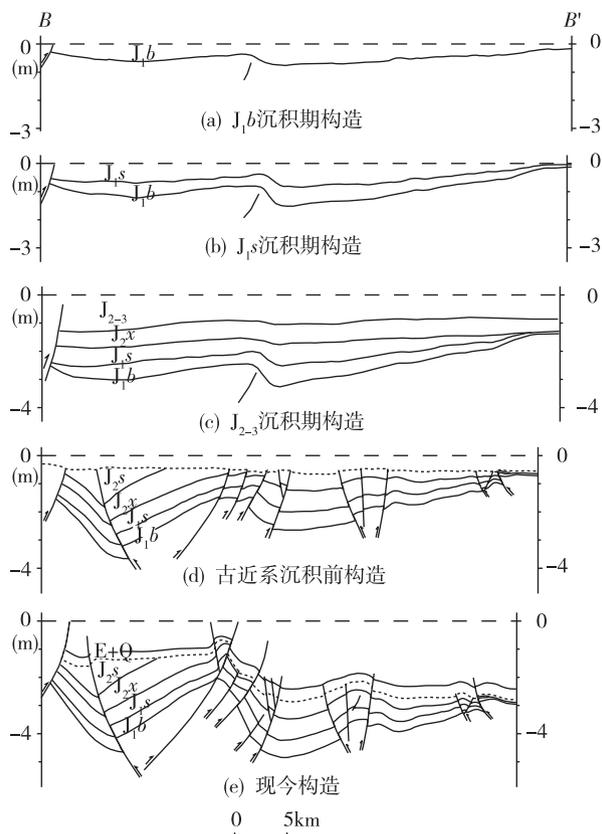


图4 焉耆盆地构造演化示意图

种马场隆起与宝浪苏木构造等构造带皆为同沉积构造,其构造演化过程对沉积发育、油气圈闭的形成及油气成藏具有控制作用。种马场隆起自八道湾沉积期开始隆升,形成南北两个凹陷,控制坳陷内沉积单元的发育分布。除了已探明的宝浪苏木、本布图等背斜构造圈闭之外,种马场隆起由于燕山期剥蚀强烈,中晚侏罗地层以上多数遭受剥蚀,缺乏遮蔽条件,具备圈闭可能性的只有八道湾组和部分未受剥蚀的三工河组。二者构造斜坡处发育的向湖盆递降的台阶状(阶状向下)前积砂体与之上水进期发育的泥岩沉积可以配置成为有利岩性地层圈闭,燕山期和喜山期的两次油气充注皆可成藏。

参考文献:

- [1] 陈发景,汪新文. 中国西北地区早中侏罗世盆地原型分析[J]. 地学前缘, 2000, 7(4): 459-466.
- [2] 靳久强,赵文智,薛良清,等. 中国西北地区侏罗纪原型盆地与演化特征[J]. 地质论评, 1999, 45(1): 92-104.
- [3] 吴富强. 焉耆中生代原型盆地性质及形成机制[J]. 新

- 疆石油地质,1999,20(4):298-301.
- [4] 郭召杰,张志诚,钱祥麟.塔里木东北缘的一个早中侏罗世拉分盆地——焉耆盆地[J].地学前缘,1995,2(3/4):255-256.
- [5] 姜在兴,吴明荣,陈祥,等.焉耆盆地侏罗系沉积体系[J].地理学报,1999,1(3):19-27.
- [6] 刘新月,李永林,何明喜,等.焉耆中生代原型盆地沉积演化特征[J].新疆石油地质,2002,23(2):130-133.
- [7] 陈发景,王新文.中国西北地区陆内前陆盆地的鉴别标志[J].现代地质,2004,18(2):151-156.
- [8] 吴富强,陈文礼.对焉耆盆地基底的认识[J].新疆石油地质,1998,19(6):453-457.
- [9] 姚亚明,刘池阳,等.焉耆盆地构造演化与油气聚集[J].新疆石油地质,2003,24(2):115-117.
- [10] 南红丽,陈希敏,白云飞,等.焉耆盆地南部凹陷侏罗系沉积物源分析[J].河南石油,2005,19(4):4-5.
- [12] 张明山,陈发景.平衡剖面技术应用的条件及实例分析[J].石油地球物理勘探,1998,33(4):533-534.

Study on prototype basin properties and tectonic evolution characteristics of Yanqi Basin

CHEN Gang¹, WU Shi-hu¹, LI Xiao-gang¹, CHEN Hui²

(1. School of Energy Resources, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China; 2. Key Lab of Geomathematics of Sichuan Province, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China)

Abstract: In lights of the tectonic properties, depositional system development and contact style, sedimentary velocity analysis and tectonic coupling relationship within the basin respectively, the authors mainly stressed on the disputed structure properties of Yanqi Basin in early and middle Jurassic Epoch. The structural framework of each stage was recovered from early and middle Jurassic by utilizing balance-section technology. It was concluded that Yanqi Basin belonged to a intra-continent foreland basin that took its shape during early and middle Jurassic Epoch, undergoing four periods of structural evolution stage: basement formation in pre-Mesozoic, foreland-basin embryonic formation in Mesozoic Period, foreland-basin inoculation in Yanshan period, final setting in Himalayan Period. Several primary structure belts were synsedimentary including Zhongmachang uplift and Baolang-Sumu structural belt, the evolution process along the structural belt controlled the characteristics of sedimentary system development and the formation of hydrocarbon traps.

Keywords: Early and middle Jurassic Epoch; Prototype basin; Tectonic evolution; Yanqi Basin

《地质学刊》2010年度青年作者名单

(排名不分先后)

刘金津	徐浩	睦素刚	向美琳	王耿明	施春华	朱前维	王波	丁海燕	曹圣华
拾峰	徐家明	葛鹏	赵伟	许秀云	吴雪梅	黄栋良	张苑	徐平	王大洋
陈雪	胡一多	向连格	张伟	丁亮	朱鑫	许兆军	张芳	陈哲	肖玉兰
高翔云	张宗祥	张素娥	张维	秦超	冯学知	刘志峰	陆华	朱叶飞	李文华
严刚	韩丽芳	郑建中	谢卫炜	张彦杰	陈凤杰	陈刚	张蔚语	杨耀栋	朱升
郑健	程三友	杨敏娜	江冶	黄光明	黄勋	蒋波	欧阳华平		

(本刊编辑部)