2005 年 6 月
26 卷 3 期:217-222

地 球 学 报
ACTA GEOSCIENTICA SINICA

Jun. 2005
26(3):217-222

准噶尔盆地构造演化与动力学背景再认识

吴孔友[1)] 查 明[1)] 王绪龙[2)] 曲江秀[1)] 陈 新[2)]

1)石油大学地球资源与信息学院,山东 东营,257061;
2)新疆油田公司勘探开发研究院,新疆 克拉玛依,834000

摘 要 准噶尔盆地是中国西部重要的含油气盆地,关于其演化历史,至今尚存在争议。地球物理资料分析表明,准噶尔盆地地质结构在平面和剖面上具前陆盆地系统的结构特征。本文运用前陆盆地理论,通过压陷-挠曲作用,以演化动力为背景,将准噶尔盆地分为 5 个演化阶段:①碰撞-成盆阶段;②压陷-挠曲阶段;③挠曲-坳陷阶段;④坳陷-沉降阶段;⑤再生前陆盆地阶段。石炭纪至二叠纪,准噶尔地块周围海槽先后关闭,发生陆-陆碰撞。首先是西北缘:早石炭世末期形成西北缘界山的雏形;其次是东北缘:晚石炭世中晚期,形成了克拉美丽造山带;最晚是南缘:于早二叠世晚期风城组沉积期,形成南缘界山。随着周缘界山的隆升,准噶尔盆地形成三大前陆盆地系统。三叠纪至古近纪,板块挤压作用减弱,准噶尔盆地由强烈压陷期逐渐进入坳陷-沉降阶段。新近纪至第四纪,受喜马拉雅运动的影响,北天山快速、大幅度隆升,准噶尔盆地南缘再次挠曲下沉,形成近 EW 向的再生前陆盆地。多期演化造就了盆地具有多套生、储、盖组合和多期次成藏,为油气的富集创造了条件。

关键词 准噶尔盆地 前陆盆地系统 压陷-挠曲作用 动力学背景 构造演化

Further Researches on the Tectonic Evolution and Dynamic Setting of the Junggar Basin

WU Kongyou[1)] ZHA Ming[1)] WANG Xulong[2)] QU Jiangxiu[1)] CHEN Xin[2)]

1) *School of Resource and Information Technology, Petroleum University, Dongying, Shandong*, 257061;
2) *Research Institute of Exploration and Development, Xinjiang Oilfield Company, Karamay, Xinjiang*, 834000

Abstract There still exist some different opinions concerning the evolution of Junggar basin, an important oil-bearing basin in western China. An analysis of geophysical data shows that geological structures of Junggar basin in plane and in profile have the foreland basin features. Based on the dynamic setting, the authors utilized the foreland basin systems and pressure-flexure action to divide the evolution of the Junggar basin into five stages: ① collision-basin-forming stage; ② pressure-flexure stage; ③ flexure-depression stage; ④ depression-sedimentation stage and ⑤ foreland basin regeneration stage. From Carboniferous to Permian, the ocean troughs around Junggar massif were closed early or late and continent-continent collision took place. At first, the northeastern part was formed during the late period of Early Carboniferous. Then Kelameili orogenic belt was developed in the northwest during middle and late periods of Late Carboniferous. Finally, the southern part was formed during the late period of Early Permian. With the uplift of marginal mountains, three foreland basin systems were formed in Juggar basin. From Triassic to Palaeogene, the plate squeezing action weakened and Junggar basin gradually entered a depression-subsidence phase from the intense compressive phase. From Neogene to Quaternary, North Tianshan Mountains were uplifted quickly and extensively under the influence of Himalayan movement. The southern part subsided again and formed the regenerated foreland basin from west to east. As a result of such a complex evolution, Junggar basin developed more than one sets of source-reservior-caprock assemblages and multiple periods of hydrocarbon accumulation, which provided favorable conditions for oil and gas accumulation.

Key words Junggar basin foreland basin systems pressure-flexure action dynamic setting tectonic evolution

20 世纪 80 年代以来准噶尔盆地开展了大量的地球物理和地质研究工作,中国科学院❶将盆地构造演化划分为 4 个阶段,即早二叠世断陷,晚二叠世坳陷,三叠纪至新近纪断坳和第四纪上升阶段。赵白(1992)将盆地演化划分为 4 个阶段,即二叠纪为断陷阶段,三叠纪为断陷、坳陷阶段,侏罗纪至古

本文由"973"项目(编号:2003BA613A-02)资助。
改回日期:2004-06-08;责任编辑:宫月萱。
第一作者:吴孔友,男,1971 年生,博士,讲师,从事油区构造与油气成藏教学与研究;E-mail: wky990104@sohu.com。
❶ 中国科学院兰州地质研究所. 1985. 准噶尔盆地构造特征及形成演化.

万方数据

近纪为坳陷阶段,新近纪以后为萎缩上隆阶段。尤绮妹等(1992)认为准噶尔盆地石炭纪至三叠纪应为裂谷阶段,侏罗纪为中央隆升阶段,白垩纪以后为山前坳陷阶段。张功成等(1998)认为该盆地晚石炭世至二叠纪为碰撞前陆坳陷发育阶段,三叠纪至侏罗纪为古造山带复活期前陆坳陷继承发展阶段,白垩纪至古近纪为天山山前统一前陆坳陷均衡沉降阶段,新近纪以来天山山前统一前陆盆地强烈沉降阶段。陈新等(2002)根据基底分层结构和近期研究成果,将准噶尔地体及盆地演化分为两大时期和 6 个阶段,其中盆地演化时期包括前陆盆地(二叠纪至三叠纪)、陆内坳陷(侏罗纪至古近纪)和再生前陆盆地(新近纪至第四纪)3 个阶段。赖世新(1999)进一步将晚石炭世至二叠纪准噶尔前陆盆地的演化分为:周缘前陆盆地阶段(晚石炭世至早二叠世)、破裂前陆盆地阶段(早二叠世上佳木禾组沉积期与风城组沉积期)和前陆盆地消亡阶段(晚二叠世)。上述划分意见的主要分歧在于对准噶尔盆地盆山耦合关键时期,即晚石炭世至二叠纪盆地性质的认识。孙肇才(1998)主张应该放弃早期盆地是塌陷或张性的认识,将该盆地看作是一个在石炭纪—二叠纪前陆基础上,经过三叠纪—侏罗纪陆内进一步沉降,白垩纪以来,主要是新生代后期才统一起来的典型复活前陆盆地。而蔡忠贤等(2000)则认为盆地早期(二叠纪)为裂陷盆地,中期(三叠纪至古近纪)为克拉通盆地,晚期(新近纪以来)为冲断山前坳陷盆地。

本文在分析大量地球物理资料和消化前人研究成果基础上,从前陆盆地理论分析入手,通过压陷-挠曲作用(Allen 等,1990; Beaumont 等, 1987)进一步探讨盆地形成与演化的动力学机制。

1 准噶尔盆地地质结构特征分析

准噶尔盆地是中国西部大型含油气盆地,勘探面积约 13×10^4 km^2,内部划分为多个构造单元。依据基底形态划分(图 1),总体特征具隆凹相间、南北分带、东西分块的构造格局。隆起或坳(凹)陷的走向与相邻造山带走向具平行(大部分地区)或垂直(东部地区)相交。

石炭纪至二叠纪,准噶尔地块周围海槽先后关闭,发生陆-陆碰撞,早期沉积物褶皱隆升,形成造山楔并依次向盆地内逆冲。尽管准噶尔盆地自成盆期以来经历了多期构造运动的改造和叠加,但从现今的构造剖面图上,仍能清楚地分辨出具有前陆盆地系统的结构特征。前陆冲断带、挠曲(压陷)盆地(前渊或称周缘前陆盆地)、前缘隆起及隆外凹陷(次前渊或称破裂前陆盆地),周围造山带与盆地内部具有较好的对应关系(图 2),尤其是二叠系及以下构造层。西北缘:玛湖凹陷对应挠曲盆地,达巴松凸起对应前缘隆起,盆 1 井西凹陷对应隆外凹陷(图 2-a)。南缘:早期昌吉凹陷对应挠曲盆地,中央隆起带对应前缘隆起,中央坳陷带对应隆外凹陷;晚期天山山前坳陷对应挠曲盆地,陆梁隆起对应前缘隆起,乌伦古坳陷对应隆外凹陷(图 2-b)。博格达山前:早期博格达山前坳陷对应挠曲盆地,三台-古牧地凸起对应

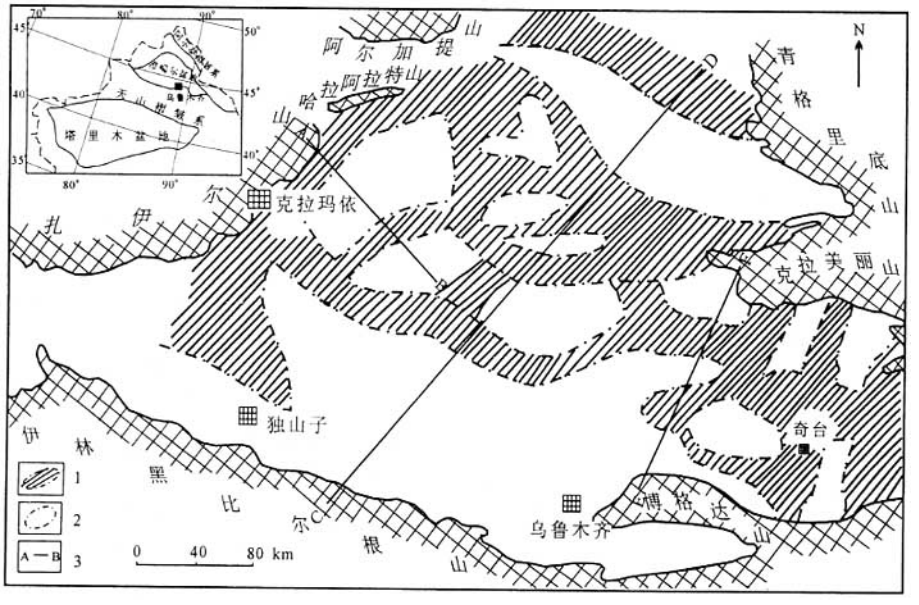

图 1 准噶尔盆地构造单元分区图

Fig. 1 Structural units of the Junggar basin

1-隆起区;2-坳陷区;3-剖面位置

1-uplift region; 2-depression region; 3-section location

万方数据

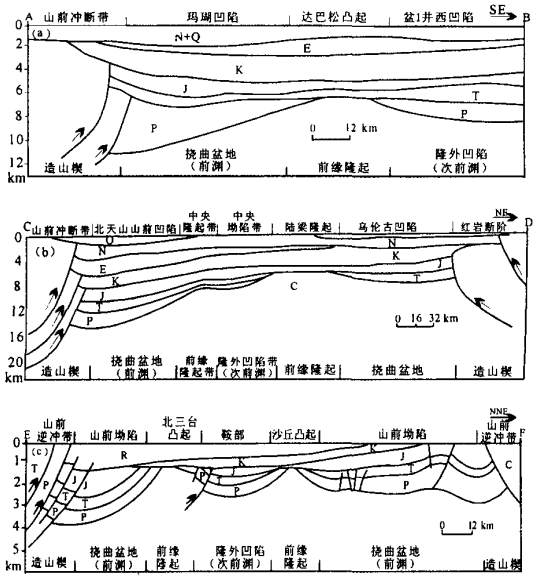

图 2　准噶尔盆地地质结构剖面(剖面位置见图 1)

Fig. 2　Geological structure section in Junggar basin(Section location refer to Fig. 1)

前缘隆起,阜康坳陷向东伸出部分对应隆外凹陷;晚期北三台南斜坡至阜康断裂带区域对应挠曲盆地,北三台凸起对应前缘隆起,北三台凸起与沙南凸起之间鞍部对应隆外凹陷(图 2-c)。北缘(三叠纪时期):乌伦古坳陷对应挠曲盆地,陆梁隆起对应前缘隆起,中央坳陷带对应隆外凹陷(图 2-b)。东北部:早期(二叠纪)克拉美丽山前坳陷对应挠曲盆地,奇台凸起(沙南凸起为其东沿部分)对应前缘隆起,奇台凸起以南地区对应隆外凹陷(图 2-c);晚期(三叠纪以后)受改造,形成与造山带近直交的隆凹格局,刘和甫(1995)称其为分割前陆盆地。在南北向、东西向构造剖面图上,周缘凹陷近造山带一侧陡,向地体一侧宽缓,石炭-二叠系向山前突然增厚,向盆地内快速减薄,并伴有凹陷和前缘隆起向前迁移现象。沉积物自石炭系到二叠系向上变粗,有由复理石沉积向磨拉石沉积转变的规律。以上特征说明,准噶尔盆地早期阶段应以压性为主,盆地性质具前陆盆地特征。

2　准噶尔盆地演化阶段及动力学背景

依据准噶尔盆地区域地质背景、周缘界山的隆升历史、盆地沉积充填特征及地质结构样式,结合前人研究成果,本文将准噶尔盆地演化分为 5 个阶段。

2.1　碰撞-成盆阶段

古地磁和古生物资料表明,准噶尔地体与哈萨克斯坦板块、西伯利亚板块、中天山地体在晚石炭世的古纬度相接近,准噶尔地体晚石炭世的植物群明显属于安哥拉植物群(李永安,1995; 任纪舜,2003; 王广瑞,1996)。准噶尔地体在晚石炭世就已与劳亚大陆拼合,开始了大陆与大陆之间的接触和碰撞。碰撞首先开始于西北缘,早石炭世末期,准噶尔地体与哈萨克斯坦板块发生碰撞,形成西北缘界山的雏形;晚石炭世中晚期,准噶尔地块与西伯利亚板块在东北缘发生碰撞,形成东北缘界山;石炭纪末期,在独山子以西和阜康以东发生局部碰撞,乌鲁木齐附近尚残留博格达海槽与外海沟通,直到早二叠世晚期才真正地碰撞隆升。在大陆与大陆的强烈碰撞下,准噶尔北部地幔物质上涌,形成众多的火山弧,同时伴随岩浆的上拱也产生一些规模较大的逆断层,如陆南断裂等,使准噶尔北部总体成为一个隆起区,在盆地西部形成一个晚石炭世的海相盆地(赖世新等,1999),构成准噶尔盆地的雏形。此时,盆地西北缘和东北缘处于前陆盆地早期阶段,碰撞带尚不是主要物源区,物源主要来自克拉通方向(准噶尔地块),以复理石沉积为主要特征。

2.2　压陷-挠曲阶段

石炭纪末期,准噶尔南缘的北天山-准噶尔洋开始闭合并在局部发生陆块碰撞(称天山中期运动),受其影响,西北缘和东北缘早期褶皱造山带强烈隆升,并向盆地逆冲,构成叠瓦式前陆冲断推覆构造(王在平,2002;图 3-a,b),同时准噶尔地块前缘向造山带下俯冲产生 A 型俯冲(王伟锋,1999)。二叠纪早期,准噶尔地块受造山带产生的垂直载荷作用岩石圈发生挠曲,西北缘和东北缘两个周缘前陆盆地开始形成(赖世新等,1999)。该期造山带快速隆升并遭受剥蚀,已构成主要物源区,海水可能已退出该区,仅残存盆地东南博格达海槽伸入盆地并与外海沟通,发育了一套厚达 4 000 余米的海陆过渡相火山-火山碎屑-沉积岩磨拉石建造。早二叠世晚期风城组沉积期,受天山晚期运动的影响,塔里木板块与准噶尔地块强烈碰撞,盆地周缘海槽全部褶皱成山,博格达海槽关闭,海水退出准噶尔地区,此时,准噶尔盆地才真正形成。在陆-陆碰撞过程中,北天山强烈隆升,并发育冲断推覆构造(图 3-c),随着断片堆叠造山,其负荷引起准噶尔地块南缘前陆区岩石圈挠曲下沉,在山前形成周缘前陆盆地(王伟锋,1999)。至此,盆地已明显分出三大前陆盆地系统:西北缘前陆盆地系统,东北缘前陆盆地系统和南缘前陆盆地系统(图 4)。西北缘和南缘两个前陆盆地系统隆外凹陷(次前渊)在盆 1 井西凹陷位置相互叠加,这也是盆 1 井西凹陷比东道海子北凹陷深的原因,Dickinson(1976)称该类盆地为破裂前陆盆地。随着周缘碰撞造山,盆地北部(主要指陆梁地区)地幔上隆,造成岩浆异常活动,具有较高的地温梯度

万方数据

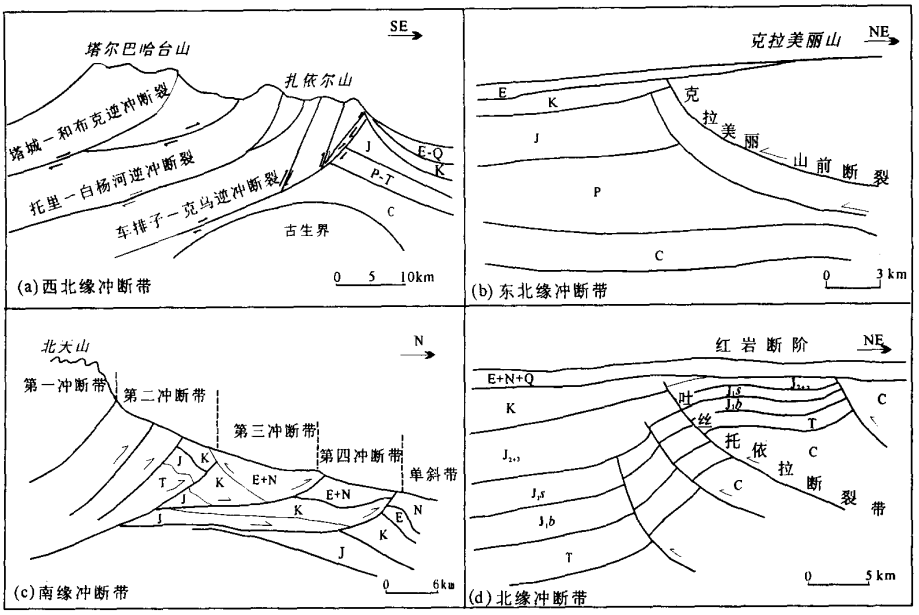

图 3 准噶尔盆地周缘前陆冲断带构造地质横剖面

Fig. 3 Geological cross-sections of foreland thrust belts at margins of the Junggar basin

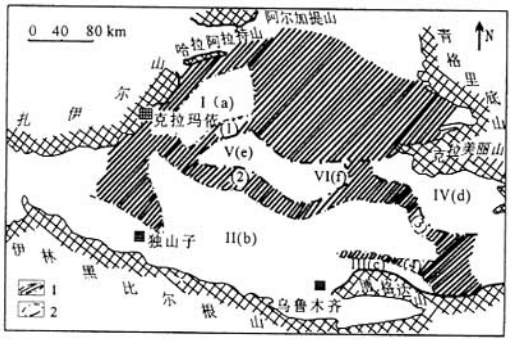

图 4 准噶尔盆地二叠纪前陆盆地系统

Fig. 4 Foreland basin systems of the Permian in the Junggar basin

1-隆起区;2-坳陷区;I-玛湖坳陷;II-昌吉坳陷;III-博格达山前坳陷;IV-沙南-梧桐窝子坳陷;V-盆 1 井西凹陷;VI-东道海子北凹陷;(1)-达巴松凸起;(2)-中央隆起;(3)-奇台凸起;(4)-三台-古牧地凸起。其中 a,b,c,d 为前陆坳陷;e,f 为隆外凹陷;(1),(2),(3),(4)为前缘隆起

1-uplift region; 2-depression region; I-Mahu depression; II-Changji depression; III-Depression before Bogeda mountain; IV-Shanan—Wutongwozi depression; V-Pen 1 well western sag; VI-Dongdao-haizibei sag; (1)-Dabasong rise; (2)-Central uplift; (3)-Qi tai rise; (4)-Santai—Gumudi risea, b, c, d Foreland depression; e, f sag outside uplift; (1), (2), (3), (4) Frontier uplift

(邱楠生,2002),形成众多高角度逆断层,也导致陆梁隆起出现凸、凹相间的格局。晚二叠世,周缘造山作用减弱众多高角度逆断层,也导致陆梁隆起出现凸、凹相间的格局。晚二叠世,周缘造山作用减弱,岩石圈之下的热对流作用消失,地壳的减薄作用停止。随后发生的岩石圈热冷却,导致盆地发生沉陷,沉积范围逐渐扩大,分割局面初步统一,但沉积坳陷仍由于断裂作用所控制的箕状坳陷,形成大小不等的多个沉积中心。沉积厚度仍以玛湖、昌吉、乌鲁木齐一带最大,在五彩湾-大井、阜康、吉木萨尔及三个泉凸起上亦有一定厚度的分布。二叠纪末期,盆地已处于较为平坦的沉积状态,二叠系顶部的上乌尔禾组以较为稳定的厚度在盆地中广泛分布。从整个二叠纪沉积来看,早期在冲断带前缘一般出现粗粒沉积作用,向远处变为细粒沉积,冲积扇由造山带向盆地推进,呈现冲积扇、辫状河流和湖泊沉积的楔状互层;晚期随冲断带被剥蚀,出现应力松弛挠曲回弹,楔状沉积被席状沉积所代替,盆地不对称性逐渐消失(刘和甫,1995)。

2.3 挠曲-坳陷阶段

该阶段主要指三叠纪,是盆地性质的转化时期。二叠纪末盆地原来隆坳错落的格局已基本填平;三叠纪初,盆地整体抬升遭受剥蚀,随后进入了整体沉积-抬升的震荡发展阶段。准噶尔盆地已成为统一的浅水湖盆,下三叠统主要为红色干旱条件下的冲积体系和河流体系,中三叠统为滨浅湖相组成的湖泊体系,晚三叠世早中期湖侵达到最大,晚期收缩,变为潮湿条件下的湖沼沉积。尽管这一时期准噶尔盆地边缘造山带活动总体较弱,但对沉积仍有明显的控制作用。准噶尔盆地印支运动的区域主应力主要来自西北和东北两个方向,而且东北方向的作用力较大(王伟锋,1999)。在此背景下,三叠纪早期北

万方数据

部古老的阿尔泰造山带重新活动,山前形成红岩断阶带,呈叠瓦状向盆内俯冲(图 3-d)。逆冲带构造载荷使准噶尔盆地北缘岩石圈发生压陷作用,形成挠曲盆地,乌伦古周缘前陆盆地开始形成,并沉积较厚的三叠系,陆梁隆起对应前缘隆起,中央坳陷位置对应隆外凹陷。东部则将二叠纪形成的走向近东西向的周缘前陆盆地系统改造成凸起和凹陷走向与造山带近正交的分割前陆盆地系统(刘和甫,1995)。西北缘的一些断裂也有较大的活动(陈新等,2002)。此期南缘处于造山后的调整时期,平行于山系的大断裂呈同沉积活动。三叠纪末,盆地发生整体抬升,形成了三叠系与侏罗系之间的区域性不整合。此后进入燕山期的发育和演化阶段。

2.4　坳陷-沉降阶段

该阶段盆地进一步扩大,进入统一的坳陷发育阶段,亦称为"泛盆地发育阶段"(赵白,1992)。早中燕山期,由于北天山的冲断隆升,使北天山山前坳陷进一步扩大并发展成深坳陷,成为该时期盆地最大的沉降中心,沉积厚达 4 500 m 的侏罗系。而盆地中北部广大地区沉积水体较三叠纪时更浅,主要为潮湿气候下的河流-洪泛平原及滨浅湖-湖沼相,地层最厚约 1 500 m 左右,是重要的成煤期。晚侏罗世末,燕山中期构造运动对盆地产生强烈挤压,盆地变形收缩,形成 NNE 向褶皱和断裂,伴随部分边界断裂走滑活动,盆地基底由北西向南东掀斜,西北缘表现为抬升剥蚀,断裂活动较弱,东、西隆起区发生相对逆冲形成近 SN 向的断褶带,广大中部地区变形微弱,局部发育张性断层。该期博格达山前构造活动表现剧烈,阜康断裂强烈逆冲,造成早期的博格达山前坳陷褶皱回返,以增生楔的形式成为博格达山的一部分,同时前缘隆起向北迁移,由三台-古牧地地区迁移致北三台地区,在地震剖面上显示典型的压陷-挠曲盆地结构(图 5)。燕山运动晚期,以盆地腹部为中心,全盆地缓慢而均衡地下沉,故白垩系厚度与岩性稳定,最大厚度仅为 2 000 m 左右,但却覆盖了全盆地下伏所有各层系。该期南缘表现为较

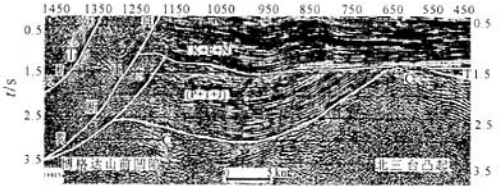

图 5　博格达山前盆-山结构地震反射剖面

Fig. 5　Seismic reflection profiles of Basin-Mountain structure in front of the Bogeda mountain

N-新近系;E-古近系;K-白垩系;J-侏罗系;T-三叠系;P-二叠系;C-石炭系

N-Upper Tertiary; E-Paleogone; K-Cretaceous; J-Jurassic; T-Triassic; P-Permian; C-Carboniferous

强烈的挤压冲断,形成了第 1、第 2 排背斜构造。古近纪,盆地保持整体缓慢下沉,虽然南、北缘的岩性与厚度上略有差异,但基本保持了统一性。

2.5　再生前陆盆地阶段

该阶段主要时限于新近纪至第四纪。受喜马拉雅运动的影响,源自新特提斯构造域的强大挤压应力使北天山快速、大幅度隆升,并向盆地冲断,产生巨大的构造负荷。准噶尔盆地南缘再次挠曲下沉,形成近 EW 向的再生前陆盆地。以腹部的陆梁隆起构成前缘隆起,乌伦古坳陷构成隆外凹陷,组成准噶尔盆地演化过程中规模最大、范围最广的一个前陆盆地系统(图 6)。沉积物由前渊向前隆迅速减薄,盆地几何形态呈楔形,山前堆积了厚达 5 500 m 以上的磨拉石建造。晚喜马拉雅期,区域构造应力场较燕山期发生了较大变化,东北方向的作用力明显减小,西北方向的作用力基本消失。受印度板块和欧亚板块碰撞的远程效应影响,使天山北侧大规模逆冲推覆,第 1,2 排背斜继续变形,第 3,4 排背斜形成。盆地其他地区,除北缘边界断裂仍有微弱活动外,整个中部地区基本上为不变形的单斜构造。

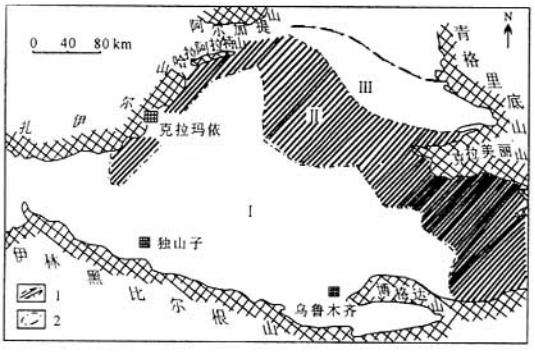

图 6　准噶尔盆地新生代前陆盆地系统示意图

Fig. 6　Cenozoic foreland basin systems of the Junggar basin

I-前陆盆地;II-前缘隆起;III-隆外凹陷

I-Foreland depression; II-Frontier uplift; III-sag outside uplift

3　结论

(1)准噶尔盆地地质结构平面上具隆凹相间、南北分带、东西分块的构造格局,隆起或凹陷的走向与相邻造山带走向大致平行;剖面上具较明显的前陆盆地系统结构,前陆冲断带、挠曲盆地、前缘隆起及隆外凹陷具较好的对应关系。

(2)盆地周缘凹陷近造山带一侧陡,向地体一侧变缓,石炭-二叠系向山前增厚,向盆地内快速减薄,并伴有凹陷和前缘隆起向腹部迁移现象;沉积物自石炭系至二叠系向上变粗,有由复理石沉积向磨拉石沉积转变的规律。

(3)准噶尔地区陆与陆之间的碰撞开始于西北缘,早石炭世末期,准噶尔地体与哈萨克斯坦板块发

万方数据

生碰撞,形成西北缘界山的雏形;晚石炭世中晚期,准噶尔地块与西伯利亚板块在东北缘发生碰撞,形成东北缘界山;南缘的碰撞作用发生的最晚,石炭纪末期,仅在独山子以西和阜康以东发生局部碰撞,乌鲁木齐附近尚残留博格达海槽与外海沟通,早二叠世晚期(风城组沉积期)才发生大规模碰撞隆升。

(4)准噶尔盆地演化分为:碰撞-成盆阶段、压陷-挠曲阶段、挠曲-坳陷阶段、坳陷-沉降阶段和再生前陆盆地阶段等5个阶段,其中压陷-挠曲作用为盆地演化提供了重要动力。

(5)多期的构造演化,造就了准噶尔盆地的多套生、储、盖组合和多期次的油气成藏,形成了空间上复杂的输导网络,为油气的富集创造了条件。

参考文献

蔡忠贤,陈发景,贾振远. 2000. 准噶尔盆地的类型和构造演化. 地学前缘, 7(4):431~440.

陈新, 卢华复, 舒良树等. 2002. 准噶尔盆地构造演化分析新进展. 高校地质学报, 8(3):257~266.

赖世新, 黄凯, 陈景亮等. 1999. 准噶尔晚石炭世、二叠纪前陆盆地演化与油气聚集. 新疆石油地质, 20(4):293~297.

李永安. 1995. 新疆塔里木及周边古地磁研究与盆地形成演化探讨. 新疆第三届天山地质矿产学术讨论会论文专辑. 乌鲁木齐:新疆人民出版社, 121~132.

刘和甫. 1995. 前陆盆地类型及褶皱-冲断层样式. 地学前缘, 2(3~4):59~67.

邱楠生, 杨海波, 王绪龙. 2002. 准噶尔盆地构造-热演化特征. 地质科学, 37(4):423~429.

任纪舜. 新一代中国大地构造图——中国及邻区大地构造图(1:5000000)附简要说明:从全球看中国大地构造. 地球学报, 24(1):1~2.

孙肇才. 1998. 中国中西部中-新生代前陆盆地及其含油气性——兼论准噶尔盆地内部结构单元划分. 海相油气地质, 4(3):16~30.

王广瑞. 1996. 中国新疆北部及邻区构造-建造图说明书. 北京:中国地质大学出版社, 2~6.

王在平, 何登发, 雷振宇等. 2002. 中国中西部前陆冲断带构造特征. 石油学报, 23(3):11~17.

王伟锋, 王毅, 马宗晋等. 1999. 准噶尔盆地构造分区和变形样式. 地震地质, 21(4):324~333.

尤绮妹. 1992. 准噶尔盆地各构造阶段的大地构造单元划分及含油气性. 王郁明主编. 准噶尔盆地油气地质综合研究. 兰州:甘肃科技出版社, 14~22.

张功成, 刘楼军, 陈新发等. 1998. 准噶尔盆地结构及其圈闭类型. 新疆地质, 16(3):221~229.

赵白. 1992. 准噶尔盆地的形成与演化. 新疆石油地质, 13(3):191~196.

References

Allen P A, Allen J R. 1990. Basin analysis, principle and application. Blackwell Scientific Publications: Oxford, 129~137.

Beaumont C, Quinlan G M, Hamilton J. 1987. The allegenian orogeny and relationship to the evolution of the eastern interior, North America. Canadian Society of petroleum Geologists Memoir 12, 43~47.

Cai Zhongxian, Chen Fajing, Jia Zhenyuan. 2000. Types and tectonic evolution of Junggar basin. Earth Science Frontiers(China University of Geosciences, Beijing), 7(4): 431~440(in Chinese with English abstract).

Chen Xin, Lu Huafu, Shu Liangshu. 2002. Study on Tectonic Evolution of Junggar Basin. Geological Journal of China Universities, 8(3):257~267(in Chinese with English abstract).

Dickinson W R. 1976. Plate tectonics and hydrocarbon accumulation. AAPG Educational Series, 21~43.

Lai Shixin, Huang Kai, Chen Jingliang. 1999. Evolution and oil/gas accumulation of late Carboniferous and Permian foreland basin in Junggar basin. Xinjiang Petroleum Geology, 20(4):293~297 (in Chinese with English abstract).

Li Yongan. 1995. Research of Palaeomagnetism and discussion on evolution of basin in Tarim and its peripheral region. Xinjiang People Publications: Urumqi, 121~132(in Chinese).

Liu Hefu. 1995. Classification of foreland basins and fold thrust style. Earth Science Frontiers(China University of Geosciences, Beijing), 2(3~4): 59~68(in Chinese with English abstract).

Qiu Nansheng, Yang Haibo, Wang Xulong. 2002. Tectono-thermal evolution in the Junggar basin. Chinese Journal of Geology, 37(4): 423~429(in Chinese with English abstract).

Ren Jishun. 2003. Specification about the new generation of the Chinese tectonic map——the tectonic map of China and adjacent regions(1:5000000): from globe to seeing the Chinese tectonics. Acta Geoscientica Sinica, 24(1):1~2(in Chinese with English abstract).

Sun Zhaocai. 1998. Mesozoic-Cenozoic foreland basin of the western China and its hydrocarbon exploration prospect—with a comment on the division of tectonic units in Junggar basin. Marine Petroleum prospect, 4(3):16~30(in Chinese with English abstract).

Wang Guangrui. 1996. Specification about the structure-construct map in Northern Xinjiang and its peripheral region. Beijing: China University of Geosciences Publications, 2~6(in Chinese with English abstract).

Wang Pingzai. 2002. Tectonic features of foreland thrust belts in central and western china. Acta Petrolei Sinica, 23(3): 11~17(in Chinese with English abstract).

Wang Weifeng, Wang Yi, Lu Shukuo. 1999. Structural belts and deformation features of Junggar basin. Seismology and Geology, 21(4):324~332(in Chinese with English abstract).

You Qimei. 1992. Division of tectonic units and its hydrocarbon exploration prospect in Junggar basin. Gan Su Scientific Publications: Lan Zhou, 14~22(in Chinese).

Zhang Gongcheng, Liu Lujun, Chen Xinfa. 1998. Structure and trap of Junggar basin. Xinjiang Geology, 16(3):221~229(in Chinese with English abstract).

Zhao Bai. 1992. Formation and evolution of Junggar basin. Xinjiang Petroleum Geology, 13(3):191~196(in Chinese with English abstract).

万方数据