

文章编号: 1001 - 6112(2008)02 - 0115 - 06

柴达木盆地成因类型探讨

罗 群

(中国石油大学 盆地与油气藏研究中心, 北京 102200)

摘要: 柴达木盆地是一个多成因的叠合含油气盆地, 不同学者对其在不同演化阶段的成因特征和形成机制认识有较大差异; 在分析、归纳、总结了 4 种有代表性的基本观点的基础上, 结合区域构造演化、沉积发育、构造发育史恢复、地震反射特征, 提出柴达木盆地形成与演化经历了早中侏罗世断陷盆地、晚侏罗世—白垩纪挤压挠曲盆地、古近纪挤压拗陷盆地和新近纪—第四纪前陆盆地共 4 个阶段的新观点, 统一了对柴达木盆地成因类型及其形成机制的认识, 对深化盆地地质认识、正确评估盆地资源有重要意义。

关键词: 成因类型; 形成机制; 柴达木盆地

中图分类号: TE121.2

文献标识码: A

DISCUSSION OF BASIN GENETIC TYPES OF THE Q Aidam BASIN

Luo Qun

(Research Center of Basin and Reservoir, China University of Petroleum, Beijing 102200, China)

Abstract: The Qaidam Basin is a petroliferous basin with multiple genetic types. There are many different view points about its genetic characteristics and mechanisms during different evolution stages. Based on 4 main view points, combined with regional tectonic evolution, sedimentary generation, tectonic history restoration and seismic reflection characteristics, it is concluded in this paper that, the Qaidam Basin has experienced 4 stages: rift-subsidence basin from early to middle Jurassic, compression-inflexion basin from late Jurassic to Cretaceous, compression-depression basin during early Tertiary and foreland basin from late Tertiary to Quaternary. This new opinion unifies knowledge about basin genetic types and mechanisms of the Qaidam Basin. It is very important for further research of basin geology and resource evaluation.

Key words: genetic types; genetic mechanisms; the Qaidam Basin

柴达木盆地是我国西部重要大型含油气盆地之一, 面积 $12 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。已找到 20 余个油气田。由于勘探和研究程度总体较低, 且地质结构复杂、演化历史多变, 对其成因类型不同学者有不同看法^[1-17], 甚至截然相反, 主要表现在盆地演化阶段划分、各阶段成盆机制及出示的证据等方面。对柴达木盆地不同演化时期成因类型认识的差异, 必然会影响对盆地地质特征的正确认识, 从而影响对盆地油气资源潜力的估计。因此, 合理解释柴达木盆地成因类型, 恢复其形成机制, 对于深化对柴达木盆地地质特征和油气成藏条件的认识有重要意义。

1 成因类型现有观点

李春昱等^[1]根据板块构造分析认为, 柴达木盆地属于塔里木—中朝板块, 可能是由中朝地块分裂出来的微型古陆, 夹持在秦祁昆古生代地槽褶皱带之间。在塔里木—中朝板块的北侧为西伯利亚板块和哈萨克斯坦板块, 南侧为羌塘—华南板块、冈底斯板块和印度板块(图 1)^[2]。柴达木盆地的形成和构造演化, 与上述板块或地块间复杂的拉张裂解、俯冲消减和碰撞闭合作用密切相关。

对柴达木盆地成因类型的认识, 存在多种观点,

收稿日期: 2007 - 11 - 08; 修订日期: 2008 - 02 - 19。

作者简介: 罗 群 (1963 -), 男, 博士, 副教授, 主要从事盆地构造分析与油气成藏机理研究。E-mail: luoqun2002@263.net。

基金项目: 国家重点基础研究发展计划 (973 计划) 项目 (2006CB202306)。

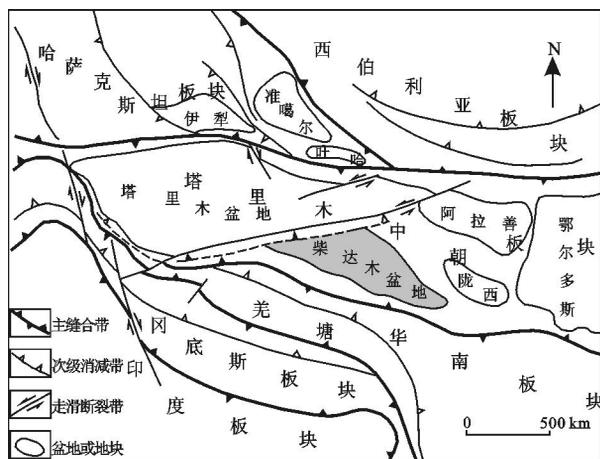


图1 柴达木盆地大地构造背景^[2]

Fig. 1 Regional tectonic background of the Qaidam Basin

具代表性的主要有以下4种。

1.1 夏文臣的观点

夏文臣^[3]根据大地电测深和格尔木大额济纳旗地学大剖面深部地震资料,通过研究柴达木及邻区岩石圈结构及构造层序、地层层序、沉积体系组合,运用地球动力学分析原理,恢复了自元古代以来柴达木及邻区原型盆地及其构造、古地理演化历史,得出的盆地类型及成因机制结论是:柴达木盆地是由侏罗纪陆内俯冲型前陆盆地、晚白垩世—上新世转换伸展裂陷盆地和第四纪挤压挠曲盆地叠覆而成的复合盆地,控制盆地形成和演化的地质过程有侏罗纪造山带多旋回隆升、山间陆块多旋回陆内俯冲、克拉通化过程后的岩石圈下部异常热地幔多旋回隆升和衰减、远程传递而来的板块边界碰撞与区域热回沉叠加以及老造山带再次隆升和盆地内分异,并给出了各阶段不同盆地成因类型的动力学机制和主要证据。

笔者认为,柴达木盆地侏罗系不具前陆盆地地质特征,构造史恢复结果表明柴北缘在侏罗纪并不存在明显的逆冲带;在晚白垩世—古近纪柴达木盆地所在地区没有导致地幔隆起的因素。

1.2 金之钧的观点

金之钧^[4]运用盆地波动分析理论,通过与塔里木盆地成盆和构造演化史对比分析,结合大地构造背景、不整合、沉积速度、构造沉降曲线、断裂与褶皱生长指数及声发射研究,恢复了柴达木盆地自中生代以来的原型性质、应力特征、构造和沉积特征以及盆地形成机理,认为柴达木中、新生代盆地构造演化经历了4个不同阶段:早、中侏罗世裂陷阶段、晚侏罗世—白垩纪挤压阶段、古近纪挤压、走滑阶段和新近纪—第四纪挤压、推覆阶段,各阶段形

成不同成因特征的盆地类型。

早、中侏罗世的原型盆地为近南北向伸展作用下的断陷盆地。早侏罗世仅表现为几个相互独立的小断陷湖盆;中侏罗世地层沉积范围扩大,主要沿祁连山山前分布,北界在祁连山南侧,西界可能在阿尔金南缘断裂以西,南界在伊北断裂—埃南断裂一线。

晚侏罗世—白垩纪的原型盆地为近南北向挤压作用下的挤压型盆地,受南祁连山前冲断构造体系控制,总体表现为北断南超的沉积特征,北界在祁连山南侧,西部的南界在阿拉尔、黄石北一线,东部的南界在霍布逊湖附近。

古近纪的柴达木盆地是一个周边发育一系列岛链状隆起、沉积范围更广的湖盆,复原后的原型盆地面积比现今沉积岩分布面积大。此时期盆地内挤压变形并不十分强烈,沉积和构造环境较为稳定。

新近纪以来柴达木盆地属挤压环境下的陆内拗陷盆地。盆地的分布范围与现今盆地大致相同,沉积边界南至祁漫塔格山,北抵南祁连山,西达阿尔金山前。

各阶段不同盆地成因类型具有相应的动力学机制。笔者基本赞同金之钧的观点。

1.3 《中国石油地质志》观点

《中国石油地质志》^[5]认为,柴达木盆地中、新生代经历了3个构造演化阶段。

断陷阶段(三叠纪晚期—白垩纪末):印支运动以来,隶属欧亚板块的昆仑—可可西里地槽开始俯冲消减,盆地基底呈现南高北低、东高西低的区域背景,在盆地北缘祁连山山前带及阿尔金山以南发生走向近东西向的边缘断裂和断块活动,出现了一系列相互分割的中生代断陷,从东到西有:德令哈、鱼卡、赛什腾断陷等,大多为边缘箕状断陷。这些断陷开始是在引张应力作用下产生的,断层具有先张(中生代)后挤(新生代)的性质,控制着沉积分布及厚度变化。根据目前资料,柴达木盆地可划分为2个大的断陷区,即北缘中生代断陷区和西部中生代断陷区。北缘中生代断陷区的北界为南祁连山南缘,南界为鄂博梁—陵间断裂—埃姆尼克山南缘一线,面积约28 500 km²;西部中生代断陷区位于阿尔金山东缘,阿拉尔断裂—东坪断裂一带东界不清,面积约5 400 km²。

拗陷阶段:本阶段的时限为古近纪—中新世晚期,是盆地发育的全盛期。第三纪时期,柴达木湖盆迅速发展、统一、扩大,为喜山运动所控制,表现

以拗陷型的波状运动为主,属拗陷发展阶段。中生代晚期,燕山运动带具有由块断运动向波状运动过渡的性质,湖盆范围逐渐向南扩大。柴达木盆地由中生代断陷转化为第三纪拗陷,并逐步由原来古地形的南高北低转化为第三纪的东高西低和北高南低,这种转化作用应主要取决于板块碰撞引起的强烈挤压力。始新世末,由于印度板块向北俯冲并与欧亚板块碰撞,来自西南方向的巨大压应力使盆地东南、西南边缘产生一系列断距较大的南倾边界逆断层。在昆仑山隆起的同时,遭到塔里木稳定地块的抗衡,导致盆地西北缘的阿尔金山沿着其南倾的深大断裂呈现长距离左行滑动和进一步隆升,使盆地西部形成大幅度沉降。

褶皱反转阶段:本阶段的时限为中新世末—第四纪中更新世。由于印度板块不断向北俯冲,青藏高原大幅度隆升,在此区域背景下,盆地西部首先抬起,湖岸线向北、向东退缩,沉积中心随之向北东方向迁移。在油砂山、花土沟一带,在原湖相渐新统和中新统生油岩之上,沉积了上新统下部河流相红色地层。随着盆地西部的进一步抬升,湖岸线继续东移,至中上新世,沉积中心已移至茫崖、碱山和里坪一带,沉积了厚达 1 200 m 的暗色泥岩。

尽管《中国石油地质志》没有明确指出中生代以来柴达木盆地的类型,但仍可看出其表达的意涵:即侏罗纪—白垩纪末为断陷盆地,古近纪—中新世为拗陷盆地,中新世末—第四纪为反转盆地,

没有提到前陆盆地的问题。笔者也基本认可《中国石油地质志》的观点,只是认为划分阶段太粗,且第二个阶段称“拗陷阶段”不够准确。

1.4 中国石油勘探开发研究院地质所观点

继冷科 1 井钻探后,为配套开展相应地质研究,中国石油天然气股份有限公司石油勘探开发研究院地质所进行了“柴达木盆地北缘侏罗系含油气系统研究与评价”项目,对盆地北缘盆地类型、成因特征进行了较深入研究(表 1)^[6,7]。

笔者认为,晚白垩世—古近纪没有充足证据证明区域伸展动力及其机制的存在,而各方面证据表明是以挤压作用为特征;晚侏罗—早白垩世地质特征不具前陆挠曲盆地的特征。

2 笔者采用的方案及依据

对柴达木盆地成因类型,尤其是侏罗纪原型盆地成因特征的认识,长期以来一直争论不休,争论的焦点是:侏罗纪盆地(主要分布于北缘)是在张性环境下形成的张性断陷盆地^[2,6,8-11],还是在挤压环境下形成的挤压性盆地^[3,12-17]。笔者在详细比较总结前人观点的基础上,结合柴达木盆地区域构造演化背景,通过野外观察、恢复构造发育史(图 2),对柴达木盆地成因类型及其形成机制提出了新的认识,并给出了有关证据(表 2,图 3)^[4,12]。

因此,笔者对柴达木盆地成因类型及其演化的观点是:柴达木盆地早—中侏罗世由于华北板块和

表 1 柴达木地块北缘盆地类型和构造演化序列^[6,7]

Table 1 Basin type and structural evolution sequence in the northern margin of the Qaidam Basin			
时 间	区域构造作用	盆地类型	构造变形
第四纪			
新近纪	N ₂ ²	压扭性前陆型挠曲盆地	拆离褶皱,基底卷入褶皱,正花状构造,逆冲推覆断裂,叠瓦状冲断层
	N ₂ ¹		
	N ₁		
古近纪	E ₃	印度—欧亚大陆开始碰撞	逆冲断裂开始出现
	E ₂	新特提斯洋形成,岩石圈伸展	受大区域伸展构造控制的基底整体沉降(广盆沉降)
	E ₁		
白垩纪	K ₂	蒙古—西伯利亚板块碰撞,拉萨—羌塘地块碰撞	张性断裂(?)
	K ₁		
侏罗纪	J ₃		前陆型挠曲盆地
	J ₂	华北和柴达木地块之间的差异运动造成北柴北缘地壳伸展	断陷盆地
	J ₁		同生张性断裂
三叠纪	古特提斯洋闭合	盆地基底形成	强烈变质、变形和花岗岩侵入

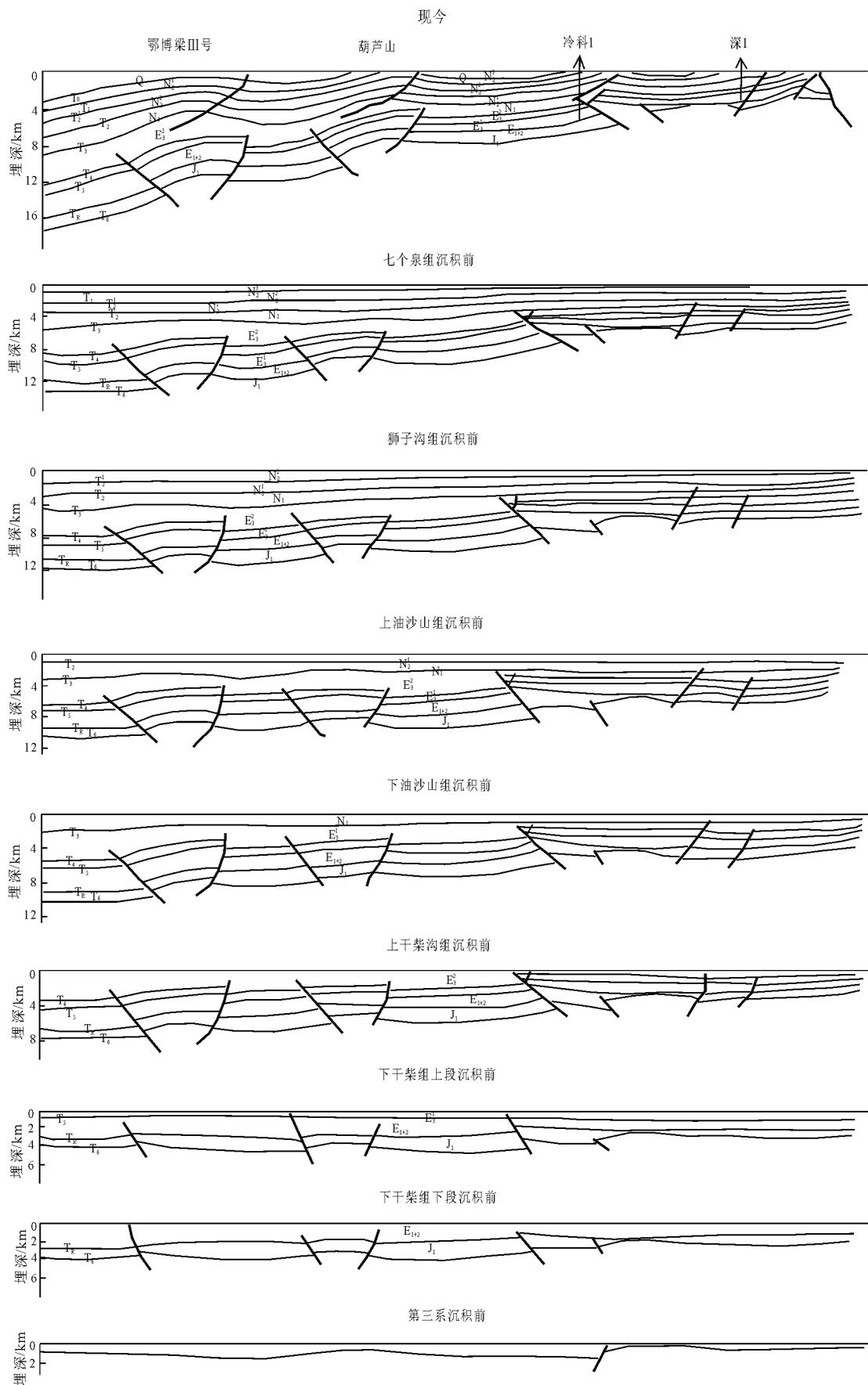


图2 柴达木盆地 107—168 测线构造发育史

Fig. 2 Structural evolution chart of line 107 - 168 in the Qaidam Basin

表 2 本文提出的柴达木盆地成因类型、证据、成盆机制与演化观点^[4,12]

Table 2 Opinions about basin type, occurring mechanism and evolution of the Qaidam Basin put forward in this paper

时代	盆地成因类型	证 据	成盆机制(应力特征)
J ₁₊₂	断陷盆地	1) 边界断裂控制巨厚沉积,且发育多个沉积沉降中心(冷湖西断槽、伊北断槽、碱石山地区),早期为不统一的相互分隔的孤立小断槽(图 3); 2) 盆地构造样式为断超式(早侏罗世为北断南超式)、双断型(中侏罗世为东西双断型); 3) 目前仍发现有基底同生正断层及零星分布的小型拉张断陷(图 3),平衡剖面恢复表明目前的逆断层大多在侏罗纪为同生正断层,后期逆转; 4) 柴北缘地区发现中侏罗世中基性火山岩—碱性式岩系列,反映裂谷成因 ^[4] ; 5) 古地磁研究表明,华北地块向北运动比柴达木地块快 ^[12]	1) 班公湖—怒江洋扩张; 2) 印支造山期后松弛伸展; 3) 羌塘地体与巴颜喀拉山会聚,冈底斯山与羌塘地体会聚,导致柴达木盆地处于拉张环境; 4) 华北地区板块向北运动比柴达木地块快,由此产生南北向伸展应力,先存基底大断裂产生裂谷(陷)
J ₃ —K	挤压挠曲盆地	1) 红色碎屑沉积,为挤压作用下的产物; 2) 反转构造、挤压变形、逆断层; 3) 北缘可见山前粗粒沉积楔,受逆冲断裂体系控制; 4) T _R 不整合面	1) 蒙古—西伯利亚碰撞; 2) 拉萨—羌塘地块碰撞增生,产生南北向挤压应力
E	挤压拗陷盆地	1) 西部西南角红水沟—尕斯库勒、英雄岭凹陷沉降最深(地层厚度最大),并向盆地内迁移(茫崖—一里平),受北东向阿尔金断裂和北西西向昆北断裂控制; 2) 恢复构造发育史,同生逆断层发育,明显控制沉积; 3) 老第三纪沉积中心长期位于盆地西部,明显受阿尔金断裂和昆北断裂控制	印度板块向北挤压碰撞柴达木板块,阿尔金断裂左行活动,祁连山向南阻挡,三者联合使柴达木盆地受挤压
N—Q	前陆盆地	1) 盆地北缘、南缘向盆内推覆,挤压现象十分突出; 2) 由盆地中心向南、北,表褶构造、滑脱断层发育; 3) 南北缘均发育由边缘向盆地中心粗粒沉积楔,反映盆地由南、北 2 个相对的前陆盆地组合而成,盆地周边老山迅速隆起并向盆内推覆; 4) 符合前陆盆地的基本特征	印度板块强烈碰撞欧亚板块

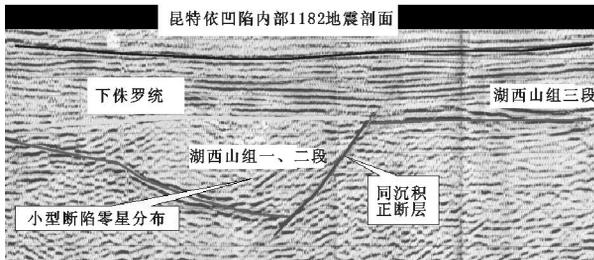


图 3 柴达木盆地下侏罗统同沉积正断层及小型拉张断陷

Fig. 3 Syndesimentary normal faults and small stretch downfaultings in Lower Jurassic of the Qaidam Basin

柴达木板块向北运动速度的差异,导致柴北缘为拉张的区域构造环境,基底先存断裂同沉积拉张活动,在断裂下降盘形成多沉积中心的断陷盆地,其中早侏罗世断陷盆地分布于冷湖—南八仙构造带及以南,总体受冷湖、陵间断裂控制,形成北断南超的断陷样式;早侏罗世末抬升,中侏罗世受阿尔金断裂左行活动影响,冷湖—南八仙构造带以南抬升,沉积中断,沉积中心由冷湖—南八仙以南迁移至冷湖—南八仙以北的赛什腾—鱼卡地区。马仙断裂和冷湖六、七号构造北断裂及驼南断裂为控制性同沉积张断裂,区域应力环境为张性环境,盆地类型为张性断陷盆地。中侏罗世末及其以后,应力转化为压性应力,形成了不同阶段各种挤压性盆地和前陆盆地。

3 笔者观点与其他观点的对比

对比和分析各家观点,无论是盆地演化阶段划分,还是盆地成因类型认识,均有较大差异,尤其是夏文臣^[3]的方案比较独特,其他 3 家及笔者的认识相对较接近。表 3 是各家主要观点^[3~7]和本文提出的认识的对比表。

由此可知,无论哪家观点,均认为柴达木盆地不同演化阶段具有不同的成因机制,为多种成因类型盆地叠合起来的叠合含油气盆地。笔者给出的柴达木盆地各演化阶段盆地成因类型方案证据相对充分、实用性强,比较符合柴达木盆地地质演化规律。

4 结论

柴达木盆地为一个多旋回叠置、多成因类型盆地复合的叠合含油气盆地,不同学者对其在不同演化阶段成因特征和形成机制的认识有较大差异。争论焦点是:侏罗纪时期盆地是在张性环境下形成的断陷盆地,还是在挤压环境下形成的挤压性盆地。

新方案认为,柴达木盆地在早中侏罗世时期为在张性环境下形成的断陷盆地,其形成与演化经历了早中侏罗世断陷盆地、晚侏罗世—白垩纪挤压挠曲盆地、古近纪挤压拗陷盆地和新近纪—第四纪前陆盆地共 4 个演化阶段。新方案的提出有利于统一

表 3 柴达木盆地成因类型各家观点及本文认识^[3~7]

Table 3 Major view points and author's opinion about basin occurring type of the Qidam Basin

地质时代	夏文臣 ^[3]		金之钧 ^[4]	《中国石油地质志》 ^[5]	中国石油勘探开发研究院地质所 ^[6,7]	本次研究
Q	挤压挠曲盆地		挤压陆内拗陷盆地	反转盆地	压扭性前陆型挠曲盆地	前陆盆地
N	N ₂	转换拗陷盆地				
	N ₁					
E	E ₃	转换伸展裂陷盆地	较稳定的广盆(挤压走滑)	拗陷盆地	伸展背景下的基底沉降(广盆沉降)	挤压拗陷盆地
	E ₂					
	E ₁					
K	K ₂	?	挤压盆地	断陷盆地	前陆型挠曲盆地	挤压挠曲盆地
	K ₁					
J	J ₃	陆内俯冲型前陆盆地	断陷盆地	断陷盆地	断陷盆地	断陷盆地
	J ₂					
	J ₁					

对柴达木盆地成因类型及其形成机制的认识,对深化盆地地质认识、正确评估盆地资源具有重要意义。

参考文献:

- 1 李春昱,王 荃,刘雪亚. 亚洲大陆构造图[M]. 北京:地质出版社,1986. 1~10
- 2 王鸿祯,刘本培,李思田. 中国及邻区大地构造划分和构造发展阶段[A]. 见:王鸿祯编. 中国及邻区构造古地理和生物古地理[G]. 武汉:中国地质大学出版社,1990. 3~34
- 3 夏文臣,袁小平. 柴达木侏罗系的构造层序及前陆盆地演化[J]. 石油与天然气地质,1998,19(3):173~180
- 4 金之钧,李京昌. 柴达木盆地新生代波动过程及与油气关系[J]. 地质学报,2006,80(3):359~365
- 5 《中国石油地质志》编辑委员会. 中国石油地质志(青海油田卷)[M]. 北京:石油工业出版社,1990. 12~66
- 6 杨永泰,张宝民. 柴达木盆地北缘侏罗系展布规律新认识[J]. 地层学杂志,2001,25(2):154~159
- 7 杨永泰,刘桂侠,贾兴友等. 柴达木盆地北缘上三叠统—侏罗系层序特征与含油气系统划分[J]. 地球学报,2002,28(1):29~33

- 8 刘 训,高 锐. 柴达木—祁连—北山地区地壳结构和地体组合[J]. Acta Seismologica Sinica,1998,72(3):243~255
- 9 郭绪杰. 柴达木盆地鸭湖地区生物气形成条件分析[J]. 石油实验地质,2006,28(6):535~538
- 10 甘贵元. 柴达木盆地德令哈断陷石油地质特征及勘探远景[J]. 石油实验地质,2006,26(5):499~502
- 11 郑孟林,李明杰,曹春潮等. 柴达木北缘西段侏罗纪盆地构造特征及其演化[J]. 石油实验地质,2004,24(4):338~341
- 12 吴汉宁,张小会. 用古地磁资料探讨柴达木构造演化[J]. 中国科学(D辑),1997,27(1):9~14
- 13 翟光明,徐凤银. 重新认识柴达木盆地力争油气勘探获得新突破[J]. 石油学报,1997,18(2):1~7
- 14 彭作林. 中国主要含油气盆地运动学过程与油气[J]. 沉积学报,1995,13(2):150~159
- 15 贾庆军. 柴达木盆地北部碰撞构造与盆地改造变形[J]. 石油实验地质,2002,27(4):33~37
- 16 狄恒恕. 柴达木盆地形成机理及其对油气的控制[A]. 见:朱夏编. 中国中生代沉积盆地[G]. 北京:石油工业出版社,1990. 186~195
- 17 和钟铨,刘招君. 柴达木北缘中生代盆地的成因类型及构造沉积演化[J]. 吉林大学学报,2002,32(4):333~339

(编辑 韩 彧)

(上接第 114 页)

- 15 叶 军. 川西拗陷的天然气是深盆气吗? [J]. 天然气工业,2003,23(增刊):1~5
- 16 郭正吾,邓康龄,韩永辉等. 四川盆地形成与演化[M]. 北京:石油工业出版社,1996. 117~119
- 17 杨克明,叶 军,吕正祥. 川西拗陷上三叠统成藏年代学特征[J]. 石油与天然气地质,2005,26(2):208~213
- 18 曹 烈,周兴毅,邓永富. 川西拗陷天然气运移模拟研究[J].

- 矿物岩石,2000,20(3):347~351
- 19 曹 烈,安凤山,王 信. 川西拗陷须家河组气藏与古构造关系[J]. 石油与天然气地质,2005,26(2):224~229
- 20 杨克明,叶 军,吕正祥. 川西拗陷上三叠统须家河组天然气分布及成藏特征[J]. 石油与天然气地质,2004,25(5):501~505
- 21 唐 艳,叶 军. 轻烃指纹参数在川西拗陷天然气成藏研究中的应用[J]. 油气地质与采收率,2006,8(6):7~21

(编辑 韩 彧)