

文章编号: 1000-0550(2002)02-0288-05

柴达木侏罗纪盆地性质及其演化特征^①

曾联波¹ 金之钧¹ 张明利² 汤良杰¹ 由福报³ 雷兵足³

(¹石油大学地科系 北京 102249) (²中国地质科学院地质力学所 北京 100081)

(³青海石油管理局 甘肃敦煌 736202)

摘要 根据侏罗纪地层分布、沉积特征和构造演化史的综合分析,柴达木盆地侏罗纪经历了两期不同盆地性质的发育和叠加,中侏罗世末期的中燕山运动是盆地性质的转变期。早中侏罗世盆地为南北向伸展构造环境下的断陷型盆地,主要表现为系列小型断陷盆地群,分布在祁连山南侧和阿尔金南缘断裂带附近,晚侏罗世(至白垩纪)为南北向挤压构造环境下的挤压型拗陷盆地,受南祁连山前冲断构造体系控制,其沉积范围明显变大。

关键词 柴达木盆地 侏罗纪 盆地性质 盆地原型 演化特征

第一作者简介 曾联波 男 1967年出生 讲师 构造地质学

中图分类号 TE121.1 **文献标识码** A

1 前言

北方侏罗系是我国陆上油气勘探的重要基地,对我国石油工业的持续稳定地发展具有重要意义。柴达木盆地作为西北诸多陆相湖盆中的一员,其侏罗系油气分布同样是该盆地的重点勘探对象^[1],侏罗纪盆地的性质、地层分布及其含油气性一直是人们关注的热点。最近在盆地北缘钻探的冷科1井,在侏罗系揭示了千余米的暗色泥岩,显示了良好的油气勘探前景。因此,研究柴达木侏罗纪盆地性质及其演化特征,对该盆地油气资源潜力评价及油气分布规律预测具有十分重要的指导作用。

柴达木侏罗纪盆地性质及其演化目前有较大异议,主要存在三种认识:一种观点认为柴达木盆地内强烈挤压的构造特征从中生代开始,因而将侏罗纪盆地划分为挤压型盆地、前陆盆地或造山型盆地^[3~6];第二种观点认为柴达木侏罗纪盆地是区域伸展构造背景下的裂陷型盆地^[7~9];第三种观点认为柴达木盆地的形成与阿尔金断裂的走滑活动有关,属于拉分盆地^[10,11]。本文在现有地质、钻井和地球物理资料的基础上,通过侏罗纪地层分布、沉积特征和构造演化史的综合分析,探讨柴达木盆地早中侏罗世和晚侏罗世的性质、原型及其演化特征。

2 侏罗系沉积特征

柴达木盆地侏罗系中下统地表露头较多,主要沿盆地边缘山前出露,呈条带状断续分布。下侏罗统小

煤沟组主要为杂色砾岩、灰黄色中粗粒砂岩夹菱铁矿扁豆体、灰黑色炭质页岩夹煤层、灰绿色砂岩及泥岩、油页岩。中侏罗统大煤沟组为灰色—灰黄色泥岩夹细砾岩、灰黑色碳质泥岩,采石岭组为紫红色、灰绿色、灰白色砂砾岩和泥岩。上侏罗统红水沟组分两个岩性段,下段为深红色、灰紫色与灰棕色砂岩、砂质泥岩、粉砂岩及细砂岩,上段为棕红色含砂泥岩夹灰色砂岩。在盆地北缘早中侏罗纪沉积的特征是北部粗向南逐渐变细,湖盆经历了两次水进和水退,形成两个层序,发育沼泽相—滨浅湖相—较深湖相沉积体系以及辫状河三角洲相—滨浅湖相—较深湖相沉积体系^[12]。在盆地西部,沉积物较细,以湖泊相为主体。在盆地东部,沉积物相对较粗,主要发育河流相和沼泽相。

根据钻探和地震资料,中下侏罗统在柴达木盆地北缘呈连片分布。下侏罗统小煤沟组主要分布在冷湖构造带、昆特依凹陷、南八仙、北陵丘等区域,视厚度在冷湖4~5号构造带附近大于2000m,由北往南加厚,北界表现为超覆尖灭。中侏罗统大煤沟组的分布范围更广,在冷湖6号构造带视厚度超过1000m,鱼卡断陷的马海尔秀和鱼卡构造、潜西地区及昆特依凹陷视厚度均在600m以上,往呼通诺尔隆起、冷湖3~5号构造带高部位以及马海、大红沟隆起方向剥蚀尖灭。中下侏罗统在鱼卡断陷、红山断陷和德令哈断陷分布也十分广泛,在德令哈断陷,视厚度大于700m,在绿北、鱼卡和欧南地区,视厚度为500~600m。地层厚度等值线均呈NW向,在绿北、鱼卡等地中间厚、南北两侧薄,在欧南地区自北往南加厚,在德令

^① 国家重点基础研究发展规划项目(G19990433)和中国石油天然气集团公司“九五”油气勘探科技工程项目(编号:970208-02-03)部分成果

收稿日期:2000-10-25 收修改稿日期:2001-03-01

哈地区南北两侧厚、中间薄。上侏罗统红水沟组主要分布于祁连山和阿尔金山前地带。在盆地西部南区, 主要分布在阿拉尔断裂以北和Ⅲ号断裂以西, 以河流冲积相为主, 最厚达 1 000 m 以上, 总体由南向北增大; 在七个泉和积极沟构造, 厚度为 900~1 900 m, 向西变薄, 至阿尔金山前附近超覆尖灭。北缘地区主要分布在驼南以东、冷湖七号和马仙断裂以北及尕丘凹陷内, 地层厚度向南剥蚀尖灭、向北加厚, 在鱼卡断陷和马海尔秀的尕西 1 井附近厚度可达 1 000 多米, 尕丘凹陷厚度为 700~900 m。

3 侏罗纪盆地性质

3.1 早中侏罗世盆地性质

柴达木盆地侏罗纪演化可分为早中侏罗世和晚侏罗世两个阶段。在区域上, 早中侏罗世地层的分布严格受断裂控制, 它们为相互分割的断陷盆地群。平面上主要有三个带: 第一带位于中祁连, 从木里至大通河呈断续分布; 第二带位于宗务隆山、赛什腾山至埃姆尼克山南缘; 第三带位于昆中断裂及盆地南缘附近, 呈断续分布^[13]。在柴达木盆地邻区的安西—敦煌地区, 沿三尾山一带分布有中侏罗统中基性火山岩, 根据火山岩资料分析, 它们属碱性玄武岩系列, 反映了早中侏罗世区域上曾经历过有限的地壳伸展作用。

从早中侏罗世的沉积特征看, 该时期的沉积受断层控制, 断层上盘沉积厚度明显变大(图 1)。盆地沉积体呈不对称的楔形, 在盆地北缘西段表现为南断北超, 盆地几何形态表现为明显的断陷型, 不具备典型前陆特征。从最新的地震资料解释表明, 盆地北缘西段早中侏罗世盆地沉积中心迁移方向多变, 但总体由西往东迁移, 而不是由北向南迁移, 这与典型的前陆盆

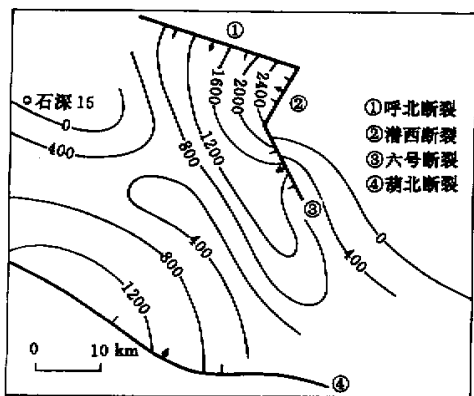


图 1 柴达木盆地北缘西段早侏罗世地层等厚图^[12]

Fig. 1 Isopach map of the Upper Jurassic in the west of northern Qaidam Basin

地演化特征明显不同。

根据平衡剖面技术恢复的北缘冷湖地区 1 158~95 326、126、224、314、1 221 等测线的构造发展史剖面图分析, 在用波动分析等多种方法恢复侏罗纪和白垩纪地层剥蚀厚度的基础上, 再剔除第三纪构造变形的影响, 则控制中下侏罗统沉积的断裂在早侏罗世为 NWW 向同沉积正断层(图 2)。

综上所述, 柴达木早中侏罗世盆地性质属于断陷型盆地或伸展型盆地, 它形成于近南北向伸展构造环境, 代表了后印支期的一次伸展运动。该时期盆地演化具有继承性, 早侏罗世主要表现为几个相互独立的断陷湖盆, 煤系地层常超覆在不同时代老地层之上; 中侏罗世沉积范围明显扩大, 使早侏罗世分割的小断陷盆地相继连成几个较大的断陷盆地。

3.2 晚侏罗世盆地性质

柴达木盆地晚侏罗世的沉积特征与早中侏罗世明显不同, 在盆地北缘形成了一套红色磨拉石堆积, 为受山前冲断构造体系控制的近物源陆相沉积, 表明晚侏罗世盆地的性质发生明显的改变。中侏罗世之后盆地沉积范围变大, 沉积沉降中心随时间变化自西往东有规律地迁移, 沉积相也由早中侏罗世的深湖、半深湖相转变为晚侏罗世—白垩纪的滨、浅湖相, 反映了该时期

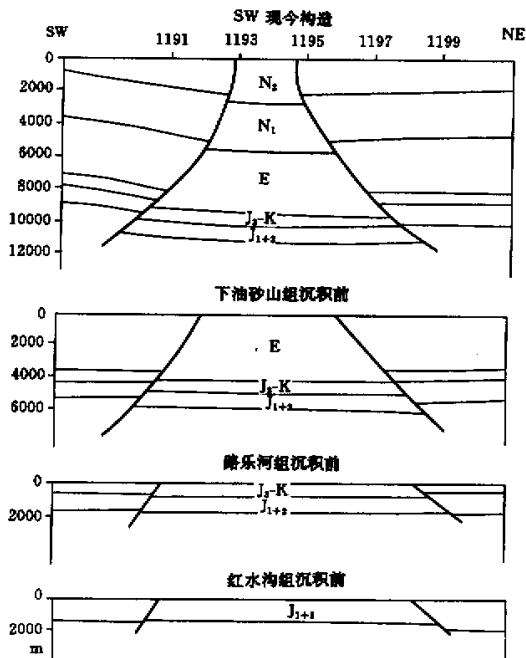


图 2 柴达木盆地北缘 244 测线构造演化史剖面图

Fig. 2 Profile of tectonic evolution by 244 line in northern Qaidam Basin

盆地受到挤压隆升以及晚侏罗世—白垩纪沉积的挤压环境。

通过平衡剖面技术进行盆地北缘 224、126 等测线构造发育史剖面图分析,控制盆地晚侏罗世—白垩纪沉积的断裂表现为逆断层(图 2)。早中侏罗世形成的断陷盆地边界断层性质在中侏罗世未发生转换,盆地北缘断裂和宗务隆山山前断裂均由正断层转化为逆断层。

上述分析表明,柴达木盆地从晚侏罗世开始构造反转,晚侏罗世(至白垩纪)盆地形成于南北向挤压的构造环境,盆地性质表现为挤压型拗陷盆地。从晚侏罗世开始盆地周缘山系复活,在古气候控制下,形成与早中侏罗世断陷湖盆明显不同的沉积环境。

4 侏罗纪盆地原型

根据柴达木盆地侏罗纪地层分布、沉积及构造特征研究,早中侏罗世原型盆地主要表现为断陷盆地群。北部沉积边界超出现今盆地边界,大致在祁连山南侧。目前在达肯大坂山—宗务隆山断裂带的南侧、大小赛什腾山及其北侧的苏干湖断陷内和北缘西段大部分地区都有中下侏罗统分布。在盆地北缘的露头区,中侏罗统岩性较细,以砂岩、泥岩、页岩、煤层互层沉积为主,砾岩含量较少,为扇三角洲的冲积扇亚相沉积。

西部沉积边界分布在阿尔金南缘断裂以西,不受现今阿尔金南缘断裂的控制。目前在拉配泉出露有中下侏罗统砾岩夹少量砂泥岩沉积,属冲积扇相;在索

尔库里,中下侏罗统煤系地层中也出现灰绿—灰白色砂岩和砾岩;从盆地北缘西部地震剖面上看,其厚度向西逐渐减薄超覆,说明该地区已接近物源区。

南部沉积边界远超出了北缘块断带范围,推测在鄂博梁—伊北断裂一线。目前在鄂博梁—葫芦山地区有中侏罗统地层分布,与昆特依断陷相比,其厚度在断层上盘、背斜顶部减小。在冷湖六号—南八仙地区的陵间断裂以北有大面积分布,在断裂以南也有分布。

在盆地北缘东部,红山断陷、鱼卡、德令哈断陷及埃姆尼克山南坡均有中下侏罗统广泛分布,而新完成的霍参 1 井未揭露,推断盆地东部的中下侏罗统沉积南界大致在埃南断裂南侧不远处(图 3)。

中侏罗世末期早燕山期构造事件,使柴达木盆地由早中侏罗世的断陷盆地发展成为受南祁连山前冲断构造体系控制的北断南超的挤压拗陷型盆地,盆地沉积中心在祁连山前和阿尔金南缘断裂附近,东部南界在霍布逊湖一带(图 4)。该时期总体表现为以冲、洪积相为主,个别地区为滨、浅湖相的挤压型沉积盆地。

5 侏罗纪盆地演化特征

晚三叠世末可可西里、巴颜喀拉等地块与欧亚大陆拼合、北特提斯洋封闭^[14]。在强烈的挤压作用下,东昆仑发生造山作用,柴达木地块及其边缘带结束了长期隆起状态,形成块断沉降带,为侏罗纪盆地的形成奠定了基础。印支期构造事件之后,柴达木地区处于印支造山期后的应力松弛状态,在近南北向松弛伸展构造应力场作用下,早侏罗世沿盆地北缘的祁连山前

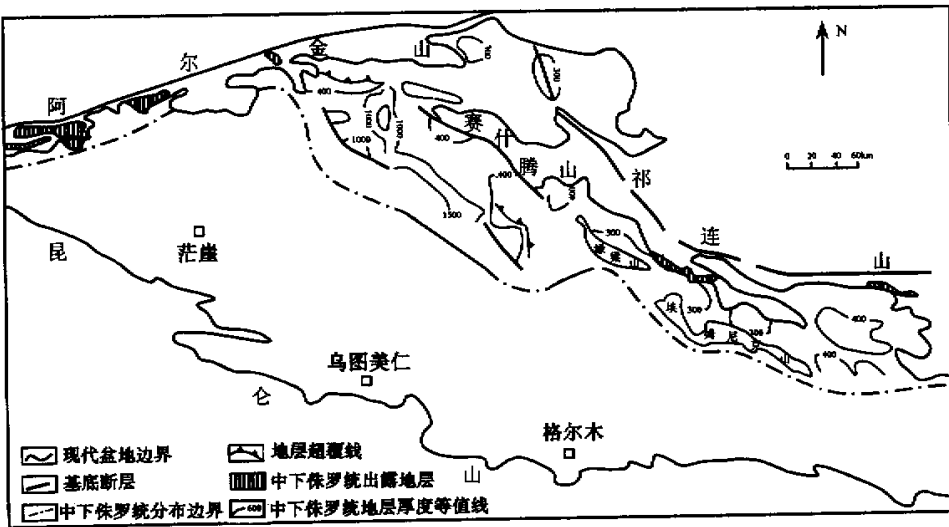


图 3 柴达木盆地中下侏罗统分布示意图

Fig.3 Sketch map show Low-Middle Jurassic in Qaidam Basin

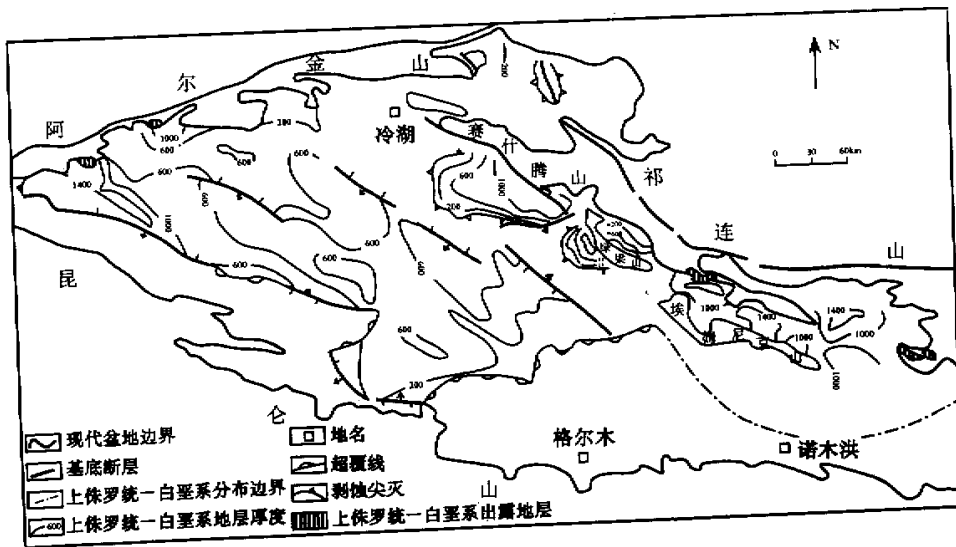


图 4 柴达木盆地上侏罗统—白垩系分布示意图

Fig. 4 Sketch map show Upper Jurassic-Cretaceous in Qaidam Basin

和阿尔金山南缘古构造带开始发生断块活动,形成了一些规模较小、分割性较强的差异断陷沉降带,构成几个相互独立的断陷盆地群,主要有红柳沟—金鸿山、昆特依、赛什腾、鱼卡、红山、德令哈等断陷。断陷总体呈近东西向分布,受近东西向断裂控制。这些断陷大多为边缘箕状同沉积断陷,其内部具边断内超的性质。在阿尔金山前断陷表现为北断南超特点,而盆地北缘的断陷既有南断北超,也有北断南超(如绿南断裂)。中侏罗世柴达木盆地以较强烈的近南北向伸展为特征,早期在盆地北缘普遍发育河沼相、湖沼相含煤沉积,晚期普遍发生区域性湖侵,湖泊发育达到顶盛时期,形成了广泛发育的湖泊相沉积。

晚侏罗世冈底斯地体往北与羌塘地体碰撞拼贴,中特提斯洋闭合,形成了班公湖—丁青—怒江缝合带^[14]。在强烈的挤压作用下,盆地构造应力场表现为最大主压应力方向为近南北向水平挤压为特征,使早中侏罗世断陷盆地的边缘断层性质发生反转,断陷隆升,断陷内中下侏罗统地层遭受剥蚀,在冷湖地区,最大剥蚀量达 1 200 m。该时期盆地内剥蚀等厚线的长轴方向呈近东西向展布,短轴方向近南北向,同样指示了该区最大主压应力方向为近南北向的特点。

6 油气远景

柴达木侏罗纪盆地的性质及其演化特征决定了其生储盖组合及含油气远景。早中侏罗世近南北向的伸展作用,在盆地北缘广泛发育河沼相、湖泊相沉积,发

育了较厚的富含有机质的暗色泥岩、碳质泥岩及煤层,形成了重要的烃源岩。其间发育的三角洲或湖滨砂体以及晚侏罗世挤压阶段发育的河道砂体,厚度大,物性好,临近烃源岩层,可构成良好的储集层。早期正断层在后期挤压作用下构造反转成为逆断层,对油气的遮挡可形成屋脊式断块油气藏和断鼻油气藏。当侏罗纪原型盆地在后期强烈的构造作用下被改造和破坏时,油气沿断层发生再次运移,可在第三系地层断层面上盘伴生的背斜构造中形成次生油气藏。

参 考 文 献 (References)

- 1 青藏油气区石油地质编写组. 中国石油地质志(卷十四) [M]. 北京:石油工业出版社,1990 [Compiling group of petroleum geology in Tibet oil and gas area. Chinese petroleum geology (Vol. 14) [M]. Beijing: Petroleum Industry Publishing House, 1990]
- 2 王明儒, 胡文义, 彭德华. 柴达木盆地北缘侏罗系油气前景 [J]. 石油勘探与开发, 1997, 24(5): 20~24 [Wang Mingru, Hu Wenyi, Peng Dehua. Oil and gas prospect of Jurassic strata in northern Qaidam basin [J]. Petroleum Exploration and Development, 1997, 24(5): 20~24]
- 3 翟光明, 徐凤银, 李建青. 重新认识柴达木盆地, 力争油气勘探的新突破 [J]. 石油学报, 1997, 18(2): 1~7 [Zhai Guangming, Xu Fengyin, Li Jiangqing. A reconsideration of Qaidam basin for a great breakthrough in oil and gas exploration [J]. Acta Petrolei Sinica, 1997, 18(2): 1~7]
- 4 吴因业, 罗平, 唐祥华等. 西北侏罗系盆地沉积层序演化与储层特征 [J]. 地质论评, 1998, 44(1): 90~99 [Wu Yinye, Luo Ping, Tang Xi-anhua, et al. Evolution of depositional sequence and reservoir features of Jurassic basin in northern China [J]. Geological Review, 1998, 44(1): 90~99]

- 5 郭召杰,张志诚. 阿尔金盆地群构造类型与演化[J]. 地质论评, 1998, 44(4):357~364 [Guo Shaojie, Zhang Zhicheng. Structural style and tectonic evolution of the basins in the Altun region[J]. Geological Review, 1998, 44(4):357~364]
- 6 夏文臣,张宁,袁晓萍等. 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 [Xia Wenchen, Zhang Ning, Yuan Xiaoping, et al. Jurassic tectonic sequences of Qaidam and foreland basin evolution[J]. Oil and Gas Geology, 1998, 19(3):173~180]
- 7 狄恒恕,王松贵. 柴达木盆地北缘中生代构造演化探讨[J]. 地球科学, 1991, 16(5):533~539 [Di Hengshu, Wang Songgui. The study of the evolution of the Mesozoic and Cenozoic structures in the northern margin of Qaidam basin[J]. Earth Science, 1991, 16(5):533~539]
- 8 王鸿祯,刘本培,李思田. 中国及邻区大地构造分区和构造发展阶段 [A]. 见:王鸿祯,杨楠森,刘本培主编. 中国及邻区构造古地理和生物古地理[C]. 武汉:中国地质大学出版社, 1990. 3~34 [Wang Hongzhen, Liu Benpei, Li Sitian. Geotectonic zonation and tectonic development stage of China and adjacent area[A]. In: Wang Hongzhen, Yang Nansen and Liu Benpei, eds. Tectono-paleogeography and bio-paleogeography of China and adjacent area[C]. Wuhan: China University of Geosciences Publishing House, 1990. 3~34]
- 9 万天丰,朱鸿. 东亚大陆各陆块中生代运动学特征研究 [A]. 岩石圈构造与动力学开放研究实验室 1995 年年报 [C]. 北京:地质出版社, 1996. 19~29 [Wan Tianfeng, Zhu Hong. Study on the kinematics of Eastern Asian continental blocks in Meso-cenozoic [A]. The Laboratory of Lithosphere Tectonics and its Dynamics (MGMR P. R. CHINA) 1995 Annual Report [C]. Beijing: Geological Publishing House, 1996. 19~29]
- 10 黄庆华,黄汉纯,马演生. 柴达木盆地构造、三维应力与聚油模式 [M]. 北京:地质出版社, 1996 [Huang Qinghua, Huang Hanchun, Ma Yinsheng. Geology of Qaidam basin and its petroleum prediction: Stereo-geology 3-D stress and oil-accumulation [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1996]
- 11 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 [Jing Jinqiang, Zhao Wenzhi, Xue Liangqing et al. Proto-types and evolution of Jurassic basins in NW China [J]. Geological Review, 1999, 45(1):92~104]
- 12 谢庆宾,管守锐,袁清秋等. 柴达木盆地北缘西段侏罗系层序地层学研究 [A]. 见:朱筱敏,姚逢昌等编. 北京石油学会第二届青年学术年会论文集 [C]. 北京:石油工业出版社, 1998. 10~14 [Xie Qingbin, Guan Shourui, Yuan Qingqiu, et al. Study on Jurassic sequence stratigraphy in the west of the northern Qaidam Basin [A]. In: Zhu Xiaomin and Yao Fengchang, et al. eds. Symposium of the second youth academic annual meeting of the Beijing Petroleum Society [C]. Beijing: Petroleum Industry Publishing House, 1998. 10~14]
- 13 何元良. 青海省陆相侏罗系划分的初步探讨 [A]. 青藏高原地质文集 [C]. 北京:地质出版社, 1988. 165~181 [He Yuanliang. Preliminary discussion of continental Jurassic system in Qinghai province [A]. Symposium of geology in Tibetan Plateau [C]. Beijing: Geological Publishing House, 1988. 165~181]
- 14 崔军文,朱红,武长得等. 青藏高原岩石圈变形及其动力学 [M]. 北京:地质出版社, 1992 [Cui Junwen, Zhu Hong, Wu Changde et al. The lithosphere deformation and its dynamics of Tibetan Plateau [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1992]

The Jurassic Basin Type and Its Evolution Characteristic in Qaidam Basin

ZENG Lian-bo¹ JIN Zhi-jun¹ ZHANG Ming-li² TANG Liang-jie¹
YOU Fu-bao³ LEI Bing-zu³

(¹ University of Petroleum, Beijing 102200) (² Institute of Geomechanics, CAGS, Beijing 100081)
(³ Qinghai Petroleum Administration, Dunhuang Gansu 736202)

Abstract According to comprehensive analysis of Jurassic strata distribution, sedimentary characteristic and tectonic evolution, the Qaidam Basin experienced the development and super imposition of two types of basins during the Jurassic period, the middle Yanshan orogeny at the end of the Middle Jurassic was the transformation time of the basin types. During the Early-Middle Jurassic, it was in an extensional tectonic environment and formed a series of minor-scale fault basin group, which was distributed in the south of Qilian Mountain and nearby the southern Altyn fault. During the Late Jurassic and Cretaceous, it was in the compressional tectonic setting and formed the down-warped basin, which was controlled by the overthrust tectonic regime in the front of Qilian Mountain, the deposition scope was obviously widening.

Key words Qaidam Basin, Jurassic, basin type, prototype basin, evolution characteristic