

塔西南前陆盆地油气资源与勘探对策*

金之钧, 吕修祥

(石油大学盆地与油藏研究中心, 北京 102200)

摘要: 塔西南前陆盆地是古生代克拉通盆地与中、新生代前陆盆地的复合, 在剖面上呈向北抬升的箕状结构。塔西南前陆盆地具有多套生油层、多套储盖组合和多种圈闭类型。不同勘探时期多种方法计算塔西南前陆盆地资源量在 60×10^8 t 左右。该区下一步的油气勘探策略应该是: 对昆仑山前构造重新钻探并测试; 在麦盖提斜坡积极寻找圈闭; 对与巴楚隆起过渡的断裂带在钻探的同时应注意该区油气运聚模式的研究。

关键词: 油气资源; 评价; 油气勘探; 塔西南; 前陆盆地

第一作者简介: 金之钧, 男, 42 岁, 教授(博士生导师), 石油地质

中图分类号: TE121.1 文献标识码: A

塔西南前陆盆地包括喀什凹陷、叶城凹陷和田凹陷、麦盖提斜坡和巴楚断隆等 5 个构造单元, 面积 18×10^4 km²。然而, 经过 40 多年断断续续的油气勘探, 发现却十分有限。1977 年在塔西南前陆盆地山前带发现柯克亚第三系凝析油气田, 之后在麦盖提斜坡发现了曲苦恰克石炭系油田。直到近几年在斜坡与前缘隆起(巴楚隆起)的结合部位找到了鸟山(下奥陶统)气藏和玛扎塔格(石炭系、下奥陶统)气田, 又燃起了塔西南前陆盆地油气勘探的希望, 显示了广阔的油气勘探前景。面积巨大的塔西南前陆盆地资源潜力如何以及采用什么样的勘探对策, 是本文要讨论的问题。

1 地质结构

从构造分带上看, 塔西南前陆盆地具有山前冲断褶皱带(铁克里克断隆)、前渊凹陷(喀什凹陷、叶城凹陷及和田凹陷)、前陆斜坡(麦盖提斜坡)、前缘隆起(巴楚断隆)以及隆后凹陷(阿瓦提凹陷), 具备前陆盆地的基本结构单元, 构成了一个完整的前陆盆地系统。塔西南现今所呈现的前陆盆地面貌是在中新世开始的晚喜山运动阶段形成的。

古生界地台(克拉通盆地)的基底为元古界变质岩系。地台发育时间从寒武纪一直到早二叠世, 自晚二叠世海水退出, 塔西南地区中生界仅局限于昆仑山前呈带状分布, 并且目前尚未找到三叠系存

在的证据。只是到晚白垩世又局部出现海侵, 之后是快速的下沉, 接受了巨厚的新生界尤其是上第三系的沉积。据前中生界地层的埋深特点, 可将西南坳陷分为喀什凹陷、叶城凹陷和田凹陷和麦盖提斜坡, 在南北向剖面上呈箕状结构(图 1)。

2 发育特点

典型的前陆盆地发育历史一般要历经裂谷型被动边缘阶段、早期深水复理石阶段以及晚期陆源磨拉石阶段。其中盆地动力机制的转变应在早期深水复理石阶段的开始, 即盆地由伸展环境向挤压环境转变时期。塔西南的这个时刻应是在中新世的开始(或渐新世的某一时刻)。然而从这个时刻向前、向后, 却没有发现相对应的被动边缘阶段和深水复理石阶段, 在应该具有的被动大陆边缘阶段对应的是早、中侏罗世的断陷盆地和白垩纪-始新世的裂谷盆地^[1], 沉积类型表现为陆相断陷盆地沉积和海湾相沉积, 同时, 在中新世盆地构造格局转变的开始阶段, 并未出现深水阶段, 而是一开始就表现为陆相的磨拉石相沉积, 并且沉积物向上变粗的趋势非常明显。

塔西南前陆盆地发育了 7 套构造层(图 1 下), 反映了塔西南地区复杂的构造、沉积演化史。在塔西南地区盆地演化过程中曾存在两次前陆盆地的发展过程, 它们分别是志留-泥盆纪由于原特提斯洋闭合而形成的古塔西南周缘前陆盆地以及晚二叠世-三叠纪由于古特提斯洋闭合而形成的古塔西南弧后前陆盆地。这个新生代前陆盆地的形成是

* “九五”国家重点科技攻关项目 96-111-01-05 资助

收稿日期: 1999-10-25

源于印度板块和欧亚板块碰撞的远距离构造效应使昆仑山前老断层(大型拆离断层)的重新活动,并向盆地内的冲断和挤压,而不是所谓的陆-陆碰撞

及弧-陆碰撞,所以,在给这个前陆盆地划分类型的时候,出现了“叠合-复合型前陆盆地”、“再生前陆盆地”以及“类前陆盆地”等称谓。

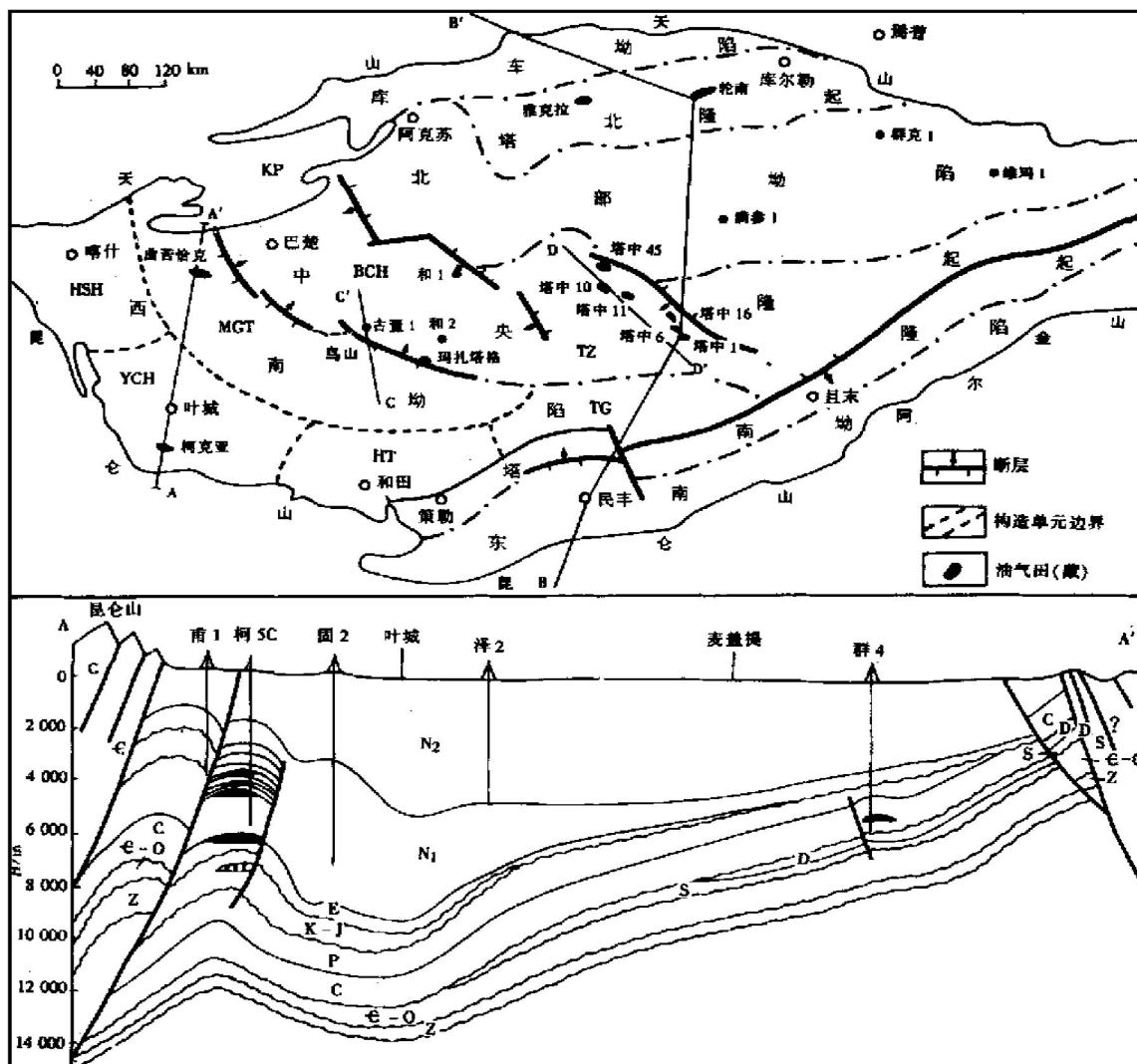


图1 塔里木盆地西南坳陷地质结构图

Fig. 1 Geological texture of southwest depression in Tarim Basin

KP—柯坪断隆; BCH—巴楚隆起; TZ—塔中隆起; MGT—麦盖提斜坡; HSH—喀什凹陷;
YCH—叶城凹陷; HT—和田凹陷; TG—塘古孜巴斯凹陷

典型前陆盆地的构造层发育在由于造山冲断形成的沉积空间中,继承并强化了被动陆缘沉积楔的形态特征,表现为向造山带沉积加厚、向前陆方向沉积减薄的特征楔体形态。塔西南前陆盆地同样具有这种特征,在山前的叶城-和田凹陷及喀什凹陷沉积了巨厚的中新世-第四纪的前陆磨拉石相沉积,并向麦盖提斜坡区及巴楚隆起区迅速减薄。

塔西南前陆盆地另一个特点是其形成除了受到南带边缘构造的影响之外,还受到了盆地北边南天山构造演化的影响。南天山洋的形成始于中、晚寒武世;自志留纪开始,南天山洋壳开始向中天山

地块之下俯冲;中石炭晚期,塔里木地块与中天山发生碰撞,并于晚二叠世形成南天山褶皱断裂带。南天山在海西期的构造演化对当时塔西南的沉积和构造产生了具有深远意义的影响,使得南天山周缘前陆盆地的隆后凹陷与塔西南被动陆缘斜坡相互叠合。更具有意义的影响表现在促成了于麦盖提斜坡区发育的东西向断层及与断层相关的褶皱形成,如曲苦恰克构造。不仅如此,南天山带晚第三系的复活冲断活动引发的挠曲沉降使麦盖提斜坡西倾,对油气聚集格局势必起到调整作用,如巴什托普构造圈闭高点的转变以及因此而引起的

古油藏的破坏和调整,这一点与普鲁德霍湾油田的形成过程有可比之处^[2]。

3 石油地质条件

勘探业已证实西南坳陷具有多套生油层。寒武-奥陶系烃源岩目前已达到高-过成熟阶段,是天然气晚期成藏的重要气源岩。气源对比结果表明,乌山、玛扎塔格的天然气就与这套源岩有关。石炭系是区内另一套重要的烃源岩。曲苦恰克油田的油除部分来自海西期成熟的寒武系生油层外,就有石炭系的贡献;柯克亚凝析油气田的油气也有石炭系源岩的贡献。侏罗系分布虽然比较局限,但在昆仑山前确实是一套重要的烃源岩,柯克亚凝析油气田的油气以及丰富的地面油苗都主要源于侏罗系生油层。另外,海相的上白垩统-下第三系也进入成熟生油阶段。

塔西南前陆盆地有多套储盖组合。寒武系、奥陶系碳酸盐岩构成的储盖组合;石炭系砂岩与碳酸盐岩构成的储盖组合;石炭系碳酸盐岩与泥质岩构成的储盖组合;二叠系砂岩与不整合沉积其上的侏

罗系泥质岩构成的储盖组合;侏罗系砂岩与泥质岩构成的储盖组合;白垩系砂岩与泥质岩构成的储盖组合;下第三系碳酸盐岩构成的储盖组合;上第三系砂岩与泥质岩构成的储盖组合等。这些储盖组合部分已为勘探所证实。

塔西南前陆盆地有多种圈闭类型。昆仑山前冲断褶皱带以挤压背斜为主,如柯克亚背斜;在斜坡部位地层圈闭比较发育,如塔参2井所钻探的下第三系大型地层圈闭,同时也有构造圈闭;在麦盖提斜坡与巴楚隆起过渡的断裂带发育潜山断垒及与断层有关的构造圈闭。

与活动造山带相联系的前陆盆地中的油气聚集往往是分散运移系统。前渊凹陷中的油气一方面向冲断带运移,另一方面沿斜坡向前缘隆起运移(图2),比较典型的实例如西加拿大前陆盆地。塔西南是否存在长距离的运移?油气二次运移的模拟实验结果显示沿倾角不大的斜坡油气进行长距离的侧向运移,其散失量是相当大的。因此,由前渊凹陷向前缘隆起的长距离油气侧向运移似乎不现实,但自麦盖提斜坡向上运移是有可能的。

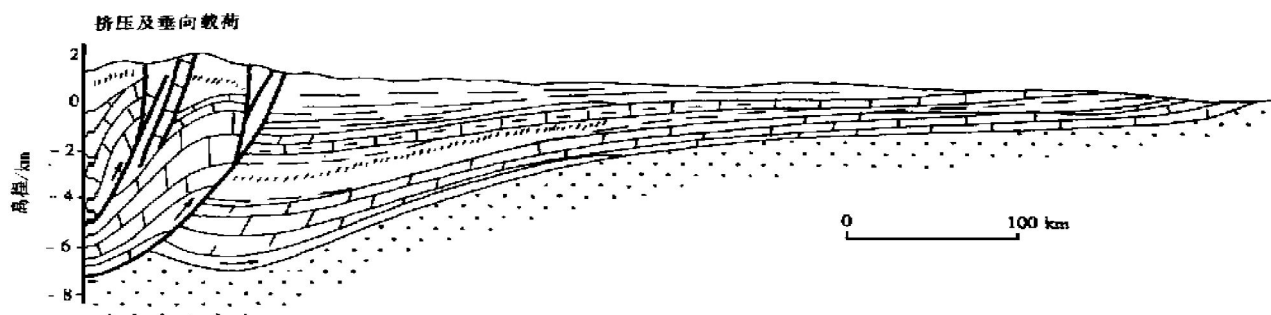


图2 前陆盆地油气运移的基本模式

Fig. 2 Basic model of oil and gas migration in foreland basin

4 资源量估算

1986年塔里木盆地第一轮油气资源评价采用多种方法进行计算,结果塔西南前陆盆地资源量平均为 59.3×10^8 t; 1993年第二轮油气资源评价采用盆地模拟方法计算,结果塔西南前陆盆地资源量期望值(50%概率)为 60.2×10^8 t。

笔者采用三种方法对塔西南前陆盆地油气资源量进行了估算。盆地类比法计算的资源量为 64.6×10^8 t; 残烃法计算的资源量为 47.6×10^8 t; 热模拟法计算的资源量为 82.9×10^8 t。需要说明的是热模拟法计算的资源量构成中油为 17×10^8 t, 占20.5%, 也就是说,塔西南前陆盆地油气资源以气为主,油气比约为1:4。三种方法所计算的资源量

平均 65×10^8 t,反映了塔西南前陆盆地油气资源是十分丰富的。

从不同勘探时期、不同方法计算的资源量结果来看,塔西南前陆盆地拥有丰富的油气资源。由于在斜坡-凹陷范围内寒武系源岩层埋深大,对其生烃潜力还没有足够的认识。邻近的塔中隆起、巴楚隆起的寒武系为勘探所证实是一套优质烃源岩,因此,塔西南前陆盆地的油气资源可能比估算的还要高。

5 勘探对策

西南坳陷的油气勘探必须分区,采取不同的勘探策略。平面上由北向南分为3个带(图3),区别对待。南带和中带之间的空白带,目的层埋深太大

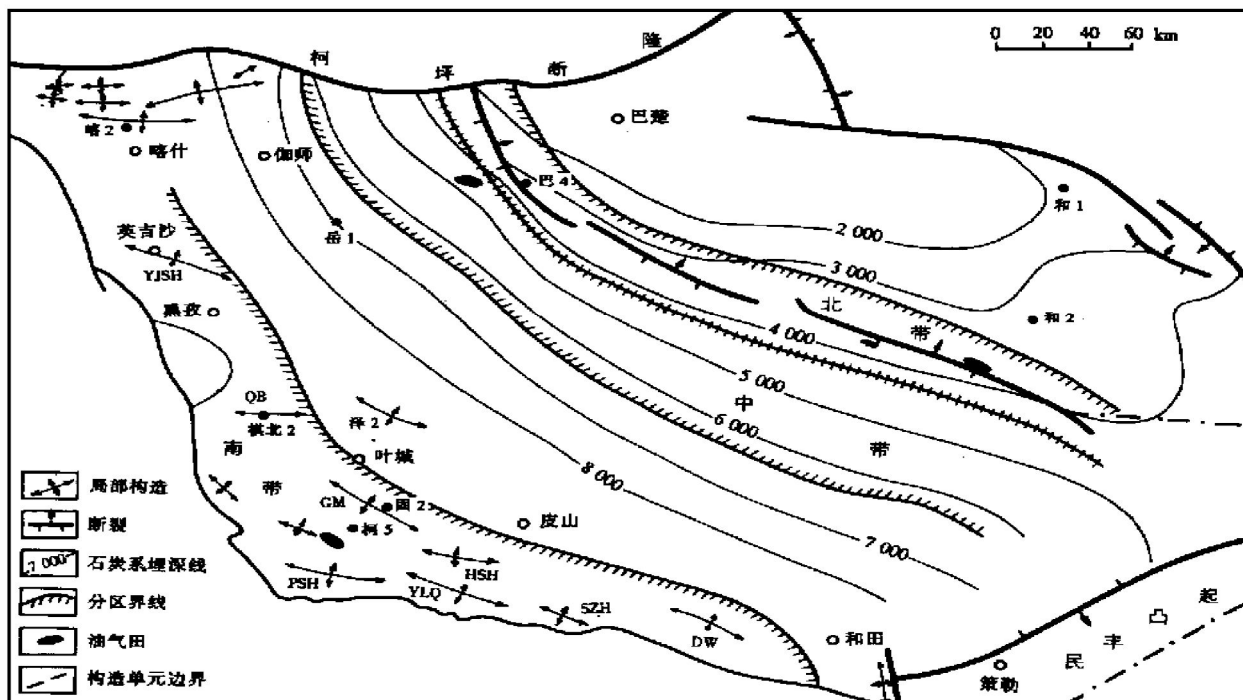


图3 塔里木盆地西南坳陷勘探部署分带示意图(单位:m)

Fig. 3 Sketch map of exploring zones in southwest depression of Tarim Basin

YJSH—英吉沙背斜; QB—棋北背斜; GM—固满背斜; YLQ—玉力群背斜; PSH—浦沙背斜;

HSH—合什拉普背斜; SZH—桑株背斜; DW—杜瓦背斜

(仅第三系厚度就在6 500 m以上), 目前不宜投入勘探(尤其是钻探)工作量。

对于南带, 从50年代到70年代对山前的一批构造进行了大量的钻探, 包括英吉沙、玉力群、固满、桑株等构造。这一时期的钻探有几个特点: 一是井普遍比较浅, 个别深井又未钻达目的层; 二是山前高陡构造钻探难度大, 由于工程原因未试油的井多; 三是多数井未钻达目的层。丰富的油苗、钻井中普遍见油气显示及柯克亚凝析油气的发现, 说明本区是有广阔的勘探前景的, 特别是在柯克亚背斜深部6 380 m(下第三系碳酸盐岩)尚能获得日产逾千吨(当量)的高产油气流, 更应增强在该区勘探的信心。由于科学技术的进步, 钻井技术已有了很大的提高, 因此有必要对山前的几排构造如玉力群、克里阳、桑株等在进一步构造解释的基础上重新钻探, 要钻达目的层、要进行测试。同时, 在研究方面应充分利用新地震资料建立与断层相关的褶皱变形模型。

对于中带, 由于叶城凹陷、和田凹陷主体部位上第三系厚度巨大(固2井7 000 m尚未钻穿上第三系), 因此目前的勘探主要是针对麦盖提斜坡和喀什凹陷。对麦盖提斜坡首先要解决的是寻找并

评价圈闭; 对喀什凹陷在积极探索现有中、新生界圈闭的含油气性的同时, 应注意向柯坪断隆方向寻找古生界的圈闭, 柯坪地区的巨型隐伏构造是向喀什凹陷延伸的^[3], 本区油气显示活跃, 是值得重视的寻找大油气田的领域。

对于北带, 即与巴楚隆起过渡的断裂带, 玛扎塔格气田以及鸟山含气构造的发现, 证实这是一个天然气富集带。在钻探的同时应注意该区油气运聚模式的研究, 以进一步拓展勘探领域。该带的油气聚集是否受到了由西向东的喜山期的水动力的影响? 对于已发现的下奥陶统鸟山气藏和玛扎塔格气田的气源, 高成熟的干气无疑来自寒武系烃源岩, 但究竟是原地的还是沿斜坡侧向运移上来的, 目前还不是十分清楚, 这些问题的存在直接关系到后续的勘探部署。

参 考 文 献

- 1 何登发, 吕修祥, 林永汉, 等. 前陆盆地分析[M]. 北京: 石油工业出版社, 1996
- 2 胡文海, 陈冬晴. 美国油气田分布规律和勘探经验[M]. 北京: 石油工业出版社, 1995
- 3 吕修祥, 严俊君. 塔里木盆地柯坪地区油气前景[J]. 沉积学报, 1996, 14(3): 30~36

(下转第117页)

过关。这些问题如不解决,势必影响山前带的天然气勘探。

在本文完成过程中,石油勘探开发研究院廊坊分院汪泽成博士、曾宪斌、李小军工程师给予了帮助,在此表示诚挚的谢意!

参 考 文 献

1 马新华,钱凯,魏国齐,等. 中国陆上大中型气田形成的区域地质

背景和科学探索井探索领域及目标[J]. 勘探家, 1999, 4(3): 1~ 7

2 魏国齐,贾承造. 塔里木盆地逆冲带构造特征与油气[J]. 石油学报, 1998, 19(1): 11~ 17

3 贾承造. 中国塔里木盆地构造特征[M]. 北京:石油工业出版社, 1997. 205~ 389

4 杜韞华,钱凯,张守鹏. 中国天然气储层的岩石、古地理类型与勘探方向[J]. 石油与天然气地质, 1999, 20(2): 140~ 147

5 魏国齐,钱凯,郑德文,等. 我国天然气勘探开发技术研究现状与21世纪初叶发展展望[J]. 天然气地球科学, 1999, 10(3- 4): 12~ 19

RECOGNITION OF NATURAL GAS EXPLORATION IN FORELAND BASINS OF CENTRAL-WEST CHINA

Ma Xinhua Wei Guoqi Qian Kai Li Yahong

(Langfang Branch of Research Institute of Petroleum Exploration and Development, CNPC, Langfang, Hebei)

Abstract: Mesozoic Cenozoic foreland basins in Central-west China have favourable geological conditions and gas resource potential, and their natural gas reserves are one fourth of the total amount of China's gas reserves. In recent years, a series of important breakthroughs in gas exploration have been made, a number of big and medium gas fields including Kela 2, Yinar 2, Baimamiao, Hutubi and Nanbaxian gas fields have been discovered. This thus further proved that the foreland basins in Central-west China are the most favourable target areas for gas exploration, and Kuqa, west Sichuan, the south marginal area of Junggar Basin and the north marginal area of Qaidam Basin should be the focal point targets. To make even great breakthrough of gas exploration in the study area, seismic exploration in mountains, the recognition and prediction of complex reservoirs, well drilling and well completion technologies should be strengthened.

Key Words: China; foreland basin; natural gas; exploration realm; technical countermeasure

(上接第 113 页)

HYDROCARBON RESOURCES AND EXPLORATION STRATEGY OF FORELAND BASINS IN SOUTHWEST TARIM BASIN

Jin Zhijun Lü Xiuxiang

(Basin and Reservoir Research Center, Petroleum University, Beijing)

Abstract: The southwest foreland basins in Tarim Basin is composed of Paleozoic basins and the Mesozoic Cenozoic foreland basins. The basin is in dust-pan shape uplifted northward. The basin possesses multi-set of source rocks, multi-reservoir-cap rock assemblage and various trap types. The hydrocarbon resources amount is about 6 billion tons calculated by different methods in different exploration stages. The strategy for further exploration of the basin is that the piedmont structure of Kunlun Mountains should be drilled and tested, geological survey should be made in Maigaiti slope so as to find traps, to study hydrocarbon migration and accumulation model in the transitional faulted belt between the slope and Bachu Uplift.

Key Words: oil and gas resources; assessment; oil and gas exploration; southwest Tarim; foreland basin