

文章编号:1001-6112(2008)06-0542-05

# 河西走廊地区油气勘探实践与思考

雷 鸣<sup>1</sup>, 魏 巍<sup>2</sup>, 舒志国<sup>3</sup>, 何希鹏<sup>3</sup>

- (1. 中国石油化工股份有限公司 石油勘探开发研究院, 北京 100083;
2. 中国石油化工股份有限公司 石油勘探开发研究院 无锡石油地质研究所, 江苏 无锡 214151;
3. 中国石油化工股份有限公司 江汉油田分公司 勘探开发研究院, 湖北 潜江 433124)

**摘要:**通过回顾河西走廊地区半个多世纪的油气勘探历程,总结了成功的经验和失败的教训。研究认为,走廊地区是以改造型的陆相中小盆地为主,地质条件复杂,油气勘探应以原型盆地的恢复为基础,以技术进步为前提,从源入手、强调改造、立体勘探、动态调整,唯此勘探才可能获得新的突破。

**关键词:**烃源岩;原型盆地;改造;河西走廊

中图分类号:TE132.1

文献标识码:A

## RETHINKING THE PRACTICE OF PETROLEUM EXPLORATION IN THE HEXI CORRIDOR AREA

Lei Ming<sup>1</sup>, Wei Wei<sup>2</sup>, Shu Zhiguo<sup>3</sup>, He Xipeng<sup>3</sup>

- (1. *Exploration & Production Research Institute, SINOPEC, Beijing 100083, China*; 2. *Wuxi Research Institute of Petroleum Geology, SINOPEC, Wuxi, Jiangsu 214151, China*; 3. *Research Institute of Exploration and Development, Jianghan Oilfield Branch Company, SINOPEC, Qianjiang, Hubei 433124, China*)

**Abstract:** By recalling the practice of petroleum exploration for more than half century in the Hexi Corridor area, the successful experiences and failure reasons were summarized. It was pointed out that the Hexi Corridor area was dominated by the modified continental medium to small basins, with complicated geological conditions. Petroleum exploration in the area should be started on basis of resumed basinal prototypes and advanced technology. The source rocks and basin evolution should be highlighted, and 3 D exploration and dynamic modification should be carried out for successful petroleum exploration in the area.

**Key words:** source rocks; prototype basin; modification; Hexi Corridor

河西走廊范围为祁连山以北、内蒙古吉兰泰—巴丹吉林一线以南、宁陕交界以西至甘、新交界的广大地区,包括了甘肃、宁夏的大部分地区及内蒙古自治区的额济纳旗和阿拉善旗,面积近 $50 \times 10^4$  km<sup>2</sup>。区内分布有众多的中生代中、小型沉积盆地,其中比较重要的盆地为敦煌、酒西、酒东、花海、金塔、民乐、武威、潮水、雅布赖、巴彦浩特、民和及六盘山等盆地(图1),盆地总面积约 $17 \times 10^4$  km<sup>2</sup>。

河西走廊地区是我国开展油气勘探最早的地区之一,其中的酒西盆地面积仅2700 km<sup>2</sup>,探明地质储量超过 $1 \times 10^8$  t,是中国西部地区“小而肥”盆地的典型代表。然而,多年来,河西走廊地区除酒西盆地外,仅发现了酒东、民和等几个小型油田,

其余盆地油气勘探没有取得大的突破。本区地质情况复杂,长期的勘探工作只在少数盆地获得了成功,在另外一些盆地则遇到了较大的困难,这其中的得与失的确值得思考。

### 1 河西走廊地区勘探历程

河西走廊地区较为系统的石油地质调查与研究始于1938年孙健初等对老君庙和石油沟等构造的详查,并于次年在盆地南部山前发现了第三系老君庙油田。酒西、酒东、民乐、潮水、民和盆地不同程度的地面地质调查中不但发现了众多的地表原油和沥青显示以及老君庙、石油沟、文殊山、青草湾、窖水等构造,而且详细的地层对比和划分为区

收稿日期:2008-04-07;修订日期:2008-10-24。

作者简介:雷 鸣(1961—)男,高级工程师,主要从事资源评价与勘探选区研究。E-mail:leiming@pepris.com。

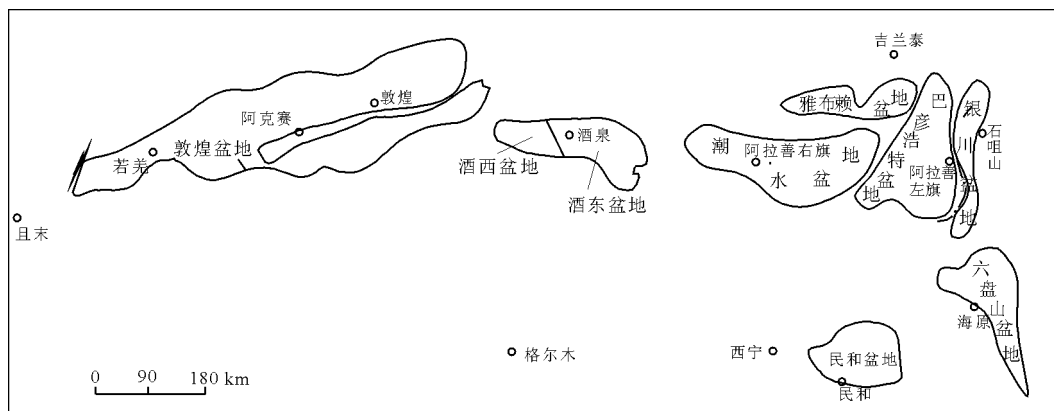


图1 河西走廊主要盆地位置

Fig. 1 Location of main basins in the Hexi Corridor area

域性盆地的整体评价奠定了良好的基础。

20世纪50年代以来,受不同阶段的地质认识及勘探技术的发展以及政策导向的影响,走廊地区的勘探也是几起几落,大致经历了以下几个阶段。

### 1.1 大规模油气勘探阶段

该阶段主要是选择地表构造和中浅层圈闭钻探,该时期的钻探工作主要在酒西、酒东、潮水、民和、民乐盆地进行,其他盆地实施了少量的浅井钻探,但仅在酒西盆地建成工业性产能,其他个别盆地也发现了一些小型油气藏,先后找到石油沟、鸭儿峡、白杨河、单北等油田以及小马莲泉、志留系古潜山、虎头崖、海石湾、青土井等油藏。该阶段中在酒东盆地、潮水、民和、民乐、武威盆地的勘探虽然规模不小,但成效与之并不匹配。该时期以地质概查和重磁电为主,之后完成一定量的地震、钻井及航空物化探工作。

### 1.2 深化酒泉、外围普查阶段

20世纪60年代早期,走廊盆地群的勘探主要集中于酒西盆地油田扩边和少量区域勘探,区域勘探包括酒东、花海—金塔盆地,证实了花海凹陷有巨厚的生油岩,明确了酒西盆地和花海盆地的找油前景和方向。首次提出酒泉盆地的勘探应注意深层的钻探,并在鸭西503井首次发现了白垩系工业油流,从而将酒西盆地的勘探目的层由第三系扩大到深部的白垩系<sup>[1]</sup>,证明白垩系不仅可以生油而且可以储油,也为后期的勘探突破打下了一定的资料基础。

潮水盆地部署钻探的窖南6井、窖南5井、黄1和黄2井,均告失利,主要是因为该地区基底岩性为花岗岩、变质岩,加之断层发育,造成地震多次波强,多数钻井揭示的构造都不落实,部分构造存在但为基岩隆起,预想的侏罗系地层厚度在钻探的

部位均比预测的要小得多,一般厚度仅200 m左右,从而使得该区的勘探前景大打折扣。

### 1.3 区域展开、重点突破、综合评价阶段

20世纪80年代,在西北侏罗系研究项目的基础上,重新评价河西走廊地区。油气勘探的重点放在酒西,同时开展了花海、民乐、敦煌、巴丹吉林、武威和双临盆地的地震概查与普查工作。酒西盆地主攻青西凹陷,中深层的岩性及构造—岩性油气藏作为盆地和区域勘探的新领域,西参1井在下白垩统下沟组试获低产油流,发现了柳沟庄油藏。但由于油藏类型复杂,随后钻探的9口井只有少数几口获得工业油流,勘探进展缓慢。

酒东盆地钻探的营参1井在中沟组获得了低产油流,并钻遇良好的生油岩,但随后钻探的几口井除营北1井获得低产油流、赵1井、前1井见显示外,其余的井又落空。90年代早期,在酒参1井侏罗系获得低产成熟油,遂集中上钻,结果这些探井不是主要目的层地层缺失,就是沉积相处于极其不利的高断块上,勘探未取得重大突破<sup>[1,2]</sup>。

酒泉外围重点探区潮水盆地因对地震多次波的认识不清楚,钻探的3口井无任何油气显示。其他盆地的评价以基础石油地质条件的综合评价研究为主,认为河西走廊地区的盆地群中较为有利的是酒西、酒东、民和、花海、六盘山、巴彦浩特、敦煌、银额及雅布赖盆地。

### 1.4 新技术综合应用、油气勘探深化阶段

20世纪90年代中后期以来,随着山地地震技术等技术的发展,在前陆盆地相关理论的指导下,以白垩系为主力生烃源岩、前缘冲断带和古隆起为主要勘探区带,发现了窟窿山、金海子、柳北、隆北、青头山等一批有利的含油气构造。随着勘探的深入,在青西凹陷探明石油地质储量 $7\ 724 \times 10^8$  t,前陆冲

断带青西油田探明储量  $6\ 993 \times 10^4$  t; 酒东营尔凹陷长沙岭构造带、营北构造带也取得新的进展。玉门油田现已成为我国老油田二次创业和焕发青春的典范。

在其他盆地,对20世纪80年代后期至90年代早期的地震资料进行了重新解释,圈定了有利的生油凹陷,在巴音浩特、银根—额济纳旗、民和等盆地实施了钻探,并在部分井见到良好的显示和低产工业油气流。在民和盆地巴州凹陷的武1井白垩系和上侏罗统见到良好的显示,众多井获得低产工业油气流。六盘山盆地海参1井的钻探不但发现了良好的下白垩统烃源岩,而且进一步证明了早白垩世的原型盆地远较侏罗纪盆地发育<sup>[3]</sup>。

## 2 勘探难点及存在的主要问题

河西走廊勘探经历了半个多世纪,部分盆地单位面积投入的工作量也不算少,除在酒泉地区获得了一定的储量规模外,其他盆地鲜有大的收获,这主要与以下因素有关。

### 2.1 复杂的地貌和地质条件及相对落后的勘探技术

走廊区由东向西依次分布有黄土塬、沙漠—半沙漠区、戈壁、盐碱及沼泽区,部分地区还属于山地。复杂的地表条件不但增加了地震和钻井的施工难度,更为重要的是地表巨厚砾石层对地震波的吸收性强,使得地震波难以有效到达目的层,而山地地层倾角变化大会使得多次波比较强。走廊区古—中生代的原型盆地多遭受过较强的后期改造,差异抬升、逆冲、走滑等多种多期的构造作用,使得目的层的保留程度、与上下地层的接触关系等均被复杂化;不仅上(新生界)下(前中生界)构造层的继承性差,而且地表露头所见的有利烃源岩层系、沉积相带等,在目前的盆内可能缺失或规模小得多。如敦煌盆地多坝沟、南湖剖面发育有中下侏罗统及煤系烃源岩,但在剖面以北湾窑凹陷的敦参1井中未见中下侏罗统<sup>[3]</sup>。

受技术方法的局限,走廊地区早期的石油勘探以重、磁、电、化甚至是地表找油苗和测量等手段为主,主要选择地表或浅层构造为上钻目标,有幸在酒西盆地发现了石油沟、鸭儿峡等油藏(田),但随后的勘探则多以失败而告终。随着数字地震勘探技术引入我国,该区的油气勘探才有了一些新的发现,如在酒东、民和等盆地发现了一些小型的油藏,但受限于复杂的地表及地下地质条件,地震资料的品质较差,钻井的成功率低、报废率高。上世纪末

到本世纪初,利用先进的山地地震勘探技术,在酒西盆地推覆体之下发现了窟窿山等油田,终于又找到了可观的石油储量;但仅技术方法而言,目前的地震勘探技术仍不能完全满足该区的勘探需求。

### 2.2 各盆地复杂的演化过程及个性特征增加了研究认识的难度

走廊盆地群位于多个块体的交汇处、盆地的基底性质不同、围限断裂活动期次及强度差异明显,这些都决定了盆地具有较明显的个性,虽然在同一时期地层发育的旋回性大体相同,但由于受盆地规模、周边物源供应速率的影响,盆地的充填结构还是有明显的差异。例如晚古生代早中期,在盆地群的西部可能还是活动陆缘构造体系,而东部为相对稳定的构造体系,从而使得源岩的发育程度、类型及生烃潜力均有较大的差异。中生代在造山型基底之上白垩系相对发育,而相对稳定基底地区的侏罗纪地层则相对发育。原型盆地的规模及深水相暗色泥质沉积的发育程度,决定了盆地的生烃物质基础;而后期的差异性抬升、逆冲造山及走滑等构造运动的改造作用,则决定了前期成烃物质的保留或埋深的程度<sup>[4]</sup>。对改造之后的盆地进行成藏分析与正确的预测,也是勘探者们所面临的难题。

### 2.3 勘探程度总体较低

走廊盆地群虽然勘探历史较长,但总的勘探程度较低,各盆地的勘探程度差别也较大,盆内勘探程度也不平衡。目前,对大部分盆地的基本结构研究程度较高,但其他方面的研究只在少数盆地中较为深入,如烃源岩、油气藏类型的研究只在酒西、酒东、民和、花海盆地较为深入,其余盆地的烃源岩研究程度均较低,成藏的诸多要素还在探索之中。

## 3 经验教训及启示

走廊地区80余年的曲折勘探经历,足以给后继者们丰富的启示,笔者仅列出了下述3条,以抛砖引玉。

### 3.1 以源为本、立体勘探

油气源是油气成藏之根本。确定烃源岩的原始发育和后期的保留、埋藏条件是评价盆地油气资源潜力的关键。近源目标区具有近水楼台的优势。20世纪90年代以后,随着西北地区吐哈和准噶尔等陆相盆地环凹岩性及构造岩性复合油气藏勘探的突破,近源深层及岩性构造复合油气藏的勘探也成为走廊地区小型盆地的勘探指导思想<sup>[4~7]</sup>。经过细致、严谨的研究,认为酒泉盆地白垩纪原型盆地的面积远远大于现今的面积,是一个具有众多沉

降中心、周边有多个物源供给的断拗型盆地,具有相对完整的从伸展到拗陷折返的旋回,这一认识促成了油气勘探从第三系向深部白垩系的转移。研究认为酒西盆地的青西凹陷是原型盆地中最大的凹陷,源岩分布面积广、厚度大,加之又有老油井的发现,因此以此为着眼点,下凹找油、推覆体下找油,以凹中隆和推覆带前缘隆起为突破口,发现了窟窿山构造岩性复合油气藏和柳沟庄岩性油气藏,酒西盆地的油气勘探才得以“枯木逢春”。相反,人们以往看好的六盘山盆地,经海参1井等井的钻探,证实是以白垩系下统为充填主体,下白垩统上部的马东山组、乃家河组暗色泥质岩热演化程度不高,中部李洼峡组暗色泥质岩发育程度与品质较差,下白垩统的下部一红到底<sup>[8]</sup>,因此勘探前景并不乐观。

在走廊地区,中生界的侏罗纪或白垩纪盆地相对发育,而且在地表或井下可见有不同程度、不同级别的油气显示。但对此要作深入的分析:一方面要认识到盆地具有一定的生烃物质基础,利用这些油气苗资料去分析其形成演化踪迹;另一方面要认识到油气显示,特别是地表油苗和井下沥青也可能意味着油气的破坏。事实证明,即使盆地具有了好的烃源物质基础,后续的热演化程度低或圈、运、保等条件不配套,成藏将停留在某一阶段上,即所谓成烃未必成藏。因此,走廊地区中小型盆地勘探首先要整体研究原型盆地,摸清主力源岩的大体发育位置,以近源的古隆起和水上三角洲砂体等为勘探目标;同时更要注重研究后期构造运动对原型盆地的改造或破坏作用;应选择原型盆地地层保留相对完整、埋藏较深(或适中)、上覆可塑性岩层(如泥岩、膏盐、煤等)相对发育的区带,或者是逆掩体的下盘作为重点的油气探区;不仅要寻找深部的原生油气藏,也要注重找浅部的次生油气藏。

### 3.2 注重个性、贫中找富

区域性地质研究是盆地评价和优选的基础。盆地早期评价中的关键是尽快落实原型盆地的烃源和后期改造保存情况。河西走廊地区位于几个大地构造单元的交汇区,各盆地在侏罗纪、白垩纪原型盆地的发育和后期改造等多方面都有很大的差别,不能仅从已经突破的盆地来完全否定或肯定未知盆地,必须针对各个盆地或单元做具体研究。

河西走廊诸多中小型盆地侏罗纪时期虽然多为断陷盆地,但伸展的宽度、深度、面积大不相同,这主要与基底性质、边缘断裂等控制要素有关。如敦煌—阿拉善南缘盆地群(包括敦煌、银根、潮水、

雅布赖等盆地)的基底为晚海西期造山带或活化基底,拉张的深度浅、盆地面积小、周边粗碎屑供应充分,从而导致湖盆寿命短、源岩发育差的特点,但其中潮水—雅布赖盆地因基底为活化基底,其拉张的深度要大一些,源岩相对发育。北祁连山前盆地基底为古造山带,伸展幅度相对较大,但主要集中于肃南—民和一线,而酒泉地区发育就较差。因此针对侏罗纪原型盆地的勘探应立足于祁连山山前带中段盆地。早白垩世盆地沉积、沉降中心与侏罗纪大部分地区差异较大,仅个别地区有一定的继承性,这表明侏罗纪晚期燕山运动对走廊地区的改造较为强烈,导致部分侏罗系抬升剥蚀。因此对于侏罗系的勘探一定要找其保留程度高、剥蚀厚度小的盆地(或单元),同时白垩系或第三系地层厚度相对大(对于第三系厚度要求更大),如祁连山前带中东段的肃南、民和等地区。

宏观的分析代替不了对各盆地覆盖层之下的勘探。以额济纳旗白垩系为例,可以有首钻见油流的麻木乌苏凹陷,也可以有钻井中“一红到底”的湖西新村凹陷,各凹陷的情况有相当大的差别。因此需区别对待、贫中找富,即根据原型盆地的古地理研究成果、结合地震相分析等,圈定有利的烃源岩发育及保留较好的位置(或凹陷、洼陷等),并在其周缘进行立体勘探。

### 3.3 遵循程序、动态调整

勘探程序是通过对多年勘探实践进行总结所形成的一套勘探工作流程。在走廊及其它盆地的勘探中,地表和地下地质条件复杂,地震勘探的多解性较强,极易从地震的伪信息中得出错误的结论和认识,并作出错误的决策部署,从而导致勘探的失败。

动态调整勘探思路,就是在一定资料条件的基础上进行充分论证,该加快的加快,该减速的减速,该研究的研究,切忌急躁冒进或一味充满悲观情绪,“不以小胜而喜,不以小败而悲”。动态调整可以大大地减少资金和技术的浪费、调动资源的利用、获得较高的勘探回报。在此过程中充分利用新的钻井、地震、测试技术和新的科研成果,调整部署的思路和工作量,减少盲目性,降低风险。潮水盆地在60年代钻探窖南6井的过程中,钻遇的侏罗系地层仅仅200m,而钻前的地震解释该组的厚度达2000多米,说明钻前解释的构造高点是基岩构造的反映,不是中生界构造。而后又在窖南构造钻探了黄1、黄2井,结果中下侏罗统缺失,勘探工作被迫下马<sup>[9]</sup>。这是值得好好进行反思的。

因此,总结成败经验,强化预探,深入分析,切

实做到研究到位,部署到位,措施到位,动态调整,才能做到人、财、物的最大利用,才能在一定的时期内获得勘探的良好效益。

### 3 结语

河西走廊地区的油气勘探经历了几上几下,道路可谓曲折,但除酒西盆地外,至今未获得大的油气突破。这一方面是因为西部中小型陆相盆地的地质条件复杂;另一方面是由于相对落后的技术方法还无法满足勘探的需求,不能获取地下的有效地质信息,致使人们的主观认识还不能到位。相信随着技术的进步、人们主观认识的逐步到位,走廊地区一定会迎来油气勘探的又一个春天。

#### 参考文献:

1 霍永录. 中国石油地质志(卷 13)玉门油田[M]. 北京:石油工

业出版社,1989

2 杨俊杰. 中国石油地质志(卷 12)长庆油田[M]. 北京:石油工业出版社,1992

3 罗开平,种俊丰,范小林等. 西部中小盆地油气成藏条件与勘探潜力分析[A]. 见:中国石化西部新区勘探论文集[C],北京:石油工业出版社,2004. 157~162

4 何登发. 中国西北地区沉积盆地动力学演化与含油气系统旋回[M]. 北京:石油工业出版社,1992

5 康玉柱. 中国西北地区油气地质特征及资源评价[M]. 乌鲁木齐:新疆科技出版社,1997

6 赵文智. 中国西北地区侏罗系煤系地层油气田的形成条件与分布规律[A]. 见:科技论文集 石油勘探与开发分册[C]. 北京:石油工业出版社,1996

7 李相博,袁剑英. 国内外中、小型盆地油气富集规律及勘探经验[J]. 新疆石油地质,2001,22(2):163~166

8 种俊丰,魏 巍. 六盘山盆地海参 1 井油源对比与勘探意义[J]. 中国西部油气地质,2006,2(3):294~296

9 徐 旺. 对潮水盆地油气勘探的思考[J]. 石油勘探与开发,1999,26(1):92~95

(编辑 叶德燎)



## 欢迎订阅 2009 年《石油实验地质》

《石油实验地质》是一份报道我国油气普查、勘探及开发成果,反映我国石油地质研究水平的学术性、技术性刊物。本刊紧密结合我国石油工业的发展战略,以石油工业上游所涉及的油气勘探的热点、难点问题为重点进行报道和分析,同时重点报道国内外油气实验测试的最新技术和方法。本刊为中文核心期刊,已被美国“化学文摘(CA)”、俄罗斯“文摘杂志(AJ)”和“中国石油文摘”、“中国地质文摘”、“中国学术期刊文摘”所收录,是“中国科学引文数据库”、“中国学术期刊综合评价数据库”、“中国科技论文统计源”来源期刊,并全文收录于“中国期刊网”、“中国学术期刊(光盘版)”、“万方数据——数字化期刊群”及“维普中文科技期刊数据库”中。

《石油实验地质》为双月刊,逢双月 28 日出版。每本定价 10 元,全年 60 元。在校学生半价优惠。

订刊汇款方式:

1. 银行汇款:中国石油化工股份有限公司无锡实验地质研究所

帐号:32001618636052504173

开户银行:无锡市建设银行营业部

2. 邮局汇款:(214151)江苏省无锡市 916 信箱《石油实验地质》编辑部

订刊电话:(0510)83209032 传真:(0510)83202742

电子邮箱:sysydz@mail.wuxisuo.com