

华北油田分公司 1999年勘探成果和2000年勘探部署

易士威 王 锋 彭先焰*

按照中国石油天然气集团公司批准的1999年度油气勘探计划,华北油田遵循“以提高油田整体经济效益为中心,转变观念、解放思想,一手抓可动用油气储量探明,提供开发产能建设所需资源,确保油田产量稳定;一手抓新区、新领域、新层系探索,寻找新的油气发现点,努力实现油田主业持续发展”的指导思想。通过广泛学习新理论,运用新技术、新方法,开展深入细致的综合研究,进行科学部署,精心实施,在冀中、二连两大探区取得了重要的勘探成果,1999年共计探明油气当量 $\times\times\times\times$ 万吨,完成年计划的106.9%,取得了良好的经济效益,为华北油田的发展做出了新的贡献。

1999年主要勘探成果

根据1999年的勘探部署原则和方案,克服了华北油田老区勘探难度大、新区勘探风险高的困难,取得了一批重要勘探成果。对廊固凹陷中西部进行了整体评价并获得重要发现;苏桥—信安镇潜山构造带的勘探取得重大进展;束鹿凹陷西斜坡的油气勘探有了重大突破;扩大了留楚油田的含油范围;增加了阿北凹陷的储量规模;预探洪浩尔舒特中洼斜坡发现优质储量;区域勘探塔南—一塔北凹陷发现重要苗头。为华北油田增储上产,寻找接替战场做出了新的贡献。

1. 三项重要发现

(1) 廊固凹陷中西部油气勘探获得重大突破

廊固凹陷具有比较丰富的油气资源,但由于资源转化率较低,勘探潜力还很大,加之天然气具有的广阔市场,为该凹陷提供了勘探领域。由于该凹陷构造比较破碎,断层发育,地震资料品质不理想等因素的影响,限制了对地下地质条件的认识程度。针对存在的问题,在技术上采取三维连片全处理—目标精细处理—立体可视化解释等方法,发挥老井多、资料丰富的优势,对其进行复查;同时,加强天然气勘探工艺攻关,为攻克廊固凹陷中西部打下了坚实的基础。

廊固凹陷中西部由于构造复杂,地震资料品质差,使得该区的勘探多年来处于停滞不前的状态。为此,1998年对旧州、王居、永清三块不同年份施工的 430 km^2 三维地震资料进行了连片处理,增加了 100 km^2 的地下满覆盖资料,从而减少了新的地震施工投资,提高了勘探效益。充分利用新资料,对固安—旧州构造带的成藏条件进行了深入研究。从石油资源方面看,固安—旧州构造带石油资源量为 $0.9\times 10^8\text{ t}$,天然气资源量为 $135.22\times 10^8\text{ m}^3$ 。目前仅

* 参加研究工作的还有:徐文斌、乔晓霞、张晔、王皓、刘宝智。

探明石油地质储量 $369 \times 10^4 \text{t}$,天然气储量 $4.49 \times 10^8 \text{m}^3$,资源转化率很低,还具有很大勘探潜力。区带分析认为,固安塌陷背斜、石佛寺鼻状构造、旧州构造、柳泉北构造成藏条件好。经过充分论证和前期准备,确定固安—旧州构造带为 1999 年寻找探明储量的重点区带。在三维地震资料连片处理的基础上,落实圈闭,对老的气测、录井、电测资料综合分析,广泛开展了深入细致的前期地质研究和重新试油工作,在此基础上开展评价勘探。通过实施,在勘探 $E_3s_3^4$ 时取得重要突破,钻探石佛寺、柳泉北、曹家务构造取得成功,泉 241 井、固 13 井、固 131 井、固 26 井、泉 20 井、曹 15 井相继获得工业油气流,探明天然气地质储量 $23.06 \times 10^8 \text{m}^3$,探明石油地质储量 $166 \times 10^4 \text{t}$ 。

(2) 束鹿凹陷西斜坡油气勘探有重要发现

束鹿凹陷石油聚集量为 $(0.956 \sim 1.434) \times 10^8 \text{t}$ 资源转化率仅 24%,说明束鹿凹陷仍有较大的勘探潜力。但束鹿凹陷西斜坡自 1994 年探明车城油田以来,由于地下地质条件复杂,近几年勘探进展缓慢。针对束鹿凹陷油气资源丰富的有利条件,关键的问题是如何进一步开拓勘探新领域,取得油气勘探的新突破。通过分区带分层系勘探潜力的分析与研究,认为凹陷斜坡内带砾岩体、沙三段砂岩体成藏条件良好,勘探程度相对较低,有较大的勘探潜力,是目前该凹陷最有利的勘探领域。通过研究,建立了斜坡砾岩体、滑脱构造成藏模式,在束鹿凹陷西斜坡西曹固鼻状构造上针对沙三段砾岩和砂岩钻探的晋 98 井、晋 94 井、晋 97 井分获工业油流,控制石油地质储量 $1322 \times 10^4 \text{t}$,预测储量 $1763 \times 10^4 \text{t}$ 两者合计达 $3085 \times 10^4 \text{t}$ 。形成了较大的勘探场面。

钻探结果表明,束鹿西斜坡是由两种成藏模式组成的复式油气聚集带,发育了砾岩、砂岩和泥灰岩三种不同类型的储集层;由沙二段、沙三上段、沙三下段三套储盖组合形成了砂岩断块油气藏、复合型油气藏和砾岩、泥灰岩岩性油气藏。

束鹿凹陷西斜坡油气勘探的新突破,不仅证实西斜坡具有较大的勘探潜力,而且具有较大的储量规模,它将带动整个斜坡带的勘探,为冀中探区准备了一个现实的储量接替战场。

(3) 洪浩尔舒特凹陷中次洼斜坡勘探发现优质储量

洪浩尔舒特凹陷是二连盆地第八个突破工业油流关的凹陷,通过近几年的勘探,探明了千万吨级的努格达油田。但勘探工作仍面临新的挑战:一是洪浩尔舒特凹陷属新区凹陷,离老油区较远,投入开发需要准备较大规模储量;二是以往发现的油藏产能较低,需要寻找优质储量,以带动已有储量的开发。面临挑战,通过对目前有利条件的分析,采取了“继续深化勘探,把握探明储量时机,以预探为主,重在发现”的勘探战略,并采取了相应的勘探战术:一是主动下洼,寻找各种大型的复合性或非构造圈闭进行勘探,继续扩大储量规模;二是以浅层为主,并寻找深层有利相带,深浅层兼探,以求发现高产油井,优质规模储量。

综合评价认为,中洼斜坡具有良好的成藏条件,因此优选了达林和达林东构造作为首选钻探目标。在基本思路和有利区带确定后,利用新处理的三维资料,发挥工作站的优势,分储集单元落实构造、研究砂体。落实了地震 T_6 、 T_8 、 T''_8 反射层的构造图,完成了相应储集单元的砂体预测图。优选洪 25 井、洪 7 井、洪 13 井实施了钻探,洪 25 井试油获高产油流,洪 7 井发现两套新含油层系,洪 13 井探索地质异常体发现油层,取得了良好的勘探成效。控制石油地质储量 $890 \times 10^4 \text{t}$,预测石油地质储量 $945 \times 10^4 \text{t}$ 。

洪浩尔舒特凹陷中次洼斜坡带勘探的突破,是继千万吨级努格达油藏探明之后洪浩尔舒特凹陷油气勘探的又一重大突破。这一新的发现不仅扩大了储量规模,证实该凹陷具有高产富集的商业储量区块,进一步坚定了对该凹陷勘探的信念,而且必将加快开发努格达油田的

进程。因此，这一发现的取得对实现二连探区的长期稳产具有重要的意义。

2. 三项重要进展

(1) 苏桥—信安镇潜山构造带油气勘探取得重要进展

信安镇北潜山位于文安斜坡北段，属于斜坡背景上受反向正断层遮挡形成的断块潜山，与苏桥潜山油气田同处于一个潜山构造带，并有类似成藏条件。1998年通过地震资料的重新处理及高精度重力勘探，进一步落实了潜山圈闭构造形态，并结合储集层横向预测等综合配套技术，在深入分析了该潜山的油气源、储集层、盖层、油气聚集等油气成藏条件后认为：信安镇北潜山是突破深潜山勘探的有利目标，并因此实施钻探了苏49井。钻探结果于4743.5 m进入潜山奥陶系地层，发现79层515.0 m油气显示，在井深4949.3~5030 m中途测试，获日产轻质原油77.4 m³，天然气17.64×10⁴m³的高产油气流。1999年又对该井5122~5159.02 m井段进行酸化后测试，10 mm油嘴、25 mm孔板放喷求产，日产轻质油23.4 m³、天然气5.3×10⁴m³。求产过程中压力稳定，压力恢复明显，表明地层能量充足。探明含气面积6 km²，天然气储量25.28×10⁸m³，凝析油储量91.3×10⁴t。信北潜山突破以后，在综合地质分析的基础上，利用重、磁、电联合反演和地震资料特殊处理等多项勘探技术手段，又发现了苏桥西石炭—二叠系潜山断垒带。该断垒带由三个断块山组成，成藏条件与苏桥气田相似，圈闭面积16.6 km²，高点埋深3800 m，幅度300~700 m，预测含气面积9.5 km²，天然气地质储量69×10⁸m³。在该构造带上的苏61断块钻探了苏61井，电测资料解释在3032.6~3906.4 m井段油气同层2层56.8 m，控制天然气地质储量8.4×10⁸m³。

(2) 冀中拗陷复杂断裂带勘探不断发现新的含油断块

冀中拗陷经过二十多年勘探仍然具有较大的剩余资源量，但勘探对象却日益复杂，勘探难度越来越大。勘探目标逐步转向岩性油藏、深层、深潜山、火成岩油藏和复杂断块等。这些目标的勘探对勘探技术提出了更高的要求。特别是复杂断裂带是华北油田目前和今后新的储量增长点，针对这些目标优选适用的勘探技术和勘探方法，无疑将有益于深化冀中拗陷的油气勘探。近几年来，华北油田加大复杂断裂带的勘探力度，取得了许多突破和进展，积累了对复杂断块油气勘探的经验，1999年应用复杂断块油气勘探技术在晋县凹陷中南部和饶南地区取得了较好的成效。

留楚一路家庄构造带位于饶南地区，勘探层系以东营组为主，塌陷背斜是本区主要构造类型，复杂的断裂组合是塌陷背斜的特点，也是控制油气聚集的关键因素。本区1999年勘探以扬武寨、皇甫村、留西南三块三维地震连片处理资料为基础，以路家庄、留楚和善旺构造带为目标，深化塌陷背斜构造油机理的认识，运用工作站开展构造精细解释，新发现了一系列有利圈闭，在去年钻探楚24x井获得成功的基础上，今年又先后钻探路68井、楚18井、楚53井、路37井、楚46井等相继获得成功。不仅在留楚油田周边发现了新的含油断块，扩大了留楚油田的含油面积，而且在Ed主力油层以下新发现了一套Es₁油层，有望实现“在油田下面找油田”的设想。在留楚构造带探明楚18、楚9、楚29-69、楚46、楚32等5个新的含油断块，共计探明石油地质储量339×10⁴t。

晋县凹陷中南部面临的主要问题是断裂复杂，层速度横向变化大，落实圈闭难度大。针对上述问题，通过开展工作站三维解释，速度分析和储集层横向预测，在百户构造和高村断鼻相继钻探赵69井、赵76x井、赵78井获得成功，赵78井日产油23.1 m³，赵76x井日产油13.1 t，赵69井日产油4.48 t。其中赵69井试采后累计产油385.92 m³。共探明石油地质储量147×10⁴t。

(3) 钻采结合确定了阿北凹陷储量的商业价值, 扩大了阿南—阿北凹陷储量规模

阿北凹陷油气资源比较丰富, 且离老油区近; 有 14 口井获工业油流, 仅上交探明石油地质储量 $52 \times 10^4 \text{t}$, 没有形成规模储量, 因此一直未投入开发。分析其存在的问题主要有: 一是构造复杂, 断块破碎; 二是原油性质差, 产能未搞清楚。针对面临的问题, 1999 年采取钻采结合的勘探对策: 一是老井重新试油落实产能; 二是老井试采进行经济评价; 三是积极预探扩大储量规模。通过采取以上三项有针对性的措施, 不仅扩大了储量规模, 而且确定了现有储量的商业价值。

首先对阿 55 井、阿 62 井、欣 4 井、欣 12 井进行试采, 取得明显效果。阿 55 井在 1215~1234.6 m 井段试采, 5 月 19 日投产, 泵汲求产, 日产油 6.56 t, 累计产油 237 t。阿 62 井在 1793~1834 m 井段试采, 5 月 19 日投产, 泵汲求产, 日产油 4.18 t, 累计产油 330 t。欣 4 井在 1020.4~1045.8 m 井段试采, 7 月 5 日投产, 泵汲求产, 日产油 4.37m^3 , 累计产油 239 t。欣 12 井在 1255.6~1530 m 井段试采, 8 月 6 日投产, 泵抽求产, 日产油 3.26m^3 , 累计产油 50.4 t。之后, 对老井阿 71 井、阿参 1 井重新试油均获工业油流。与此同时, 积极开展预探, 在阿 55 井南断块构造高部位钻探阿 51 井获得日产油 13.64m^3 工业油流。共计探明石油地质储量 $511 \times 10^4 \text{t}$ 。

阿南凹陷 1998 年在哈东断鼻钻探的哈 62 井获得成功后, 1999 年认真分析了哈 62 井油藏的类型, 为了进一步评价哈 62 井油藏的含油范围, 实施钻探了哈 86x 井获得成功, 新增探明石油地质储量 $207 \times 10^4 \text{t}$ 。

总之, 1999 年在阿南—阿北凹陷共计探明石油地质储量 $718 \times 10^4 \text{t}$, 取得了较好的经济效益, 并为新区产能建设提供了新的区块。

3. 一个重要苗头——塔南凹陷油气勘探发现重要苗头

二连裂谷盆地群凹陷众多, 每个凹陷都是一个独立的含油系统; 凹陷与凹陷之间油气富集程度差异很大。凹陷面积虽小, 但往往又包括几个次级洼槽, 油气分布主要受主洼槽控制。储量具有凹陷接替特点。因此, 对二连盆地来说, 新区凹陷的勘探尤为重要。基于从经济效益出发, 选择靠近老油区, 或接近已有输油管道, 交通便利且具有有利地质条件的新区投入勘探的原则, 确定了与油气富集的马尼特拗陷东部构造、沉积条件相似的马尼特拗陷西部作为新区勘探目标。

马尼特拗陷西部包括五个凹陷, 已钻井 12 口, 只有宝 3 井钻遇生油岩并见到荧光显示。综合利用重、磁、电、地震资料对马尼特拗陷西部的五个凹陷进行综合评价认为, 塔南凹陷基底埋藏深、凹陷结构好, 下白垩统沉积厚、构造和储盖组合条件配套, 交通、自然地理位置优越, 是马尼特拗陷西部最有勘探价值的凹陷。

塔南凹陷为一单断箕状狭长型凹陷, 走向北东东, 长 75 km, 宽 15 km, 凹陷面积 1068km^2 。包含东洼和西洼两个洼槽。通过盆地分析和综合评价, 取得了一些新的认识。

综合多项地球物理信息, 取得对凹陷结构的新认识。

以往研究认为塔南凹陷基底埋藏浅, 理由是凹陷西部次洼区钻探的塔 1 井于井深 405 m (K_1bt^1) 直接由断面进入古生界潜山。1999 年利用重力、电法、地震资料分析, 西次洼重力异常值为 -110mgal 总纵电导 S 值 300 S, 电法标志层深度 1800 m 地震反射 K_1b 地层最大埋深 2800 m, 面积 388km^2 ; 东次洼重力异常值为 -108mgal 纵总电导 S 值 400 S, 电法标志层深度 1800 m, 地震反射 K_1b 地层最大埋深大于 3500 m, 面积 680km^2 。综合多种资料, 确定凹陷内 K_1b 地层最大沉积厚度在 3500 m 以上。

深入研究地震相，确定有利烃源层的分布区。

由于工区内只钻探了塔 1 井，凹陷内地层展布情况主要依据地震剖面反射层与邻区对比分析获取。根据地震反射的物理特征和几何特征共划分出 10 种地震相类型并分区编制腾格尔组和阿爾善组地震相平面图。在此基础上考虑钻井和岩性资料，完成了腾格尔组、阿爾善组沉积环境图。研究表明，阿爾善组沉积时期，东次洼主要发育半深湖—浅湖相沉积，分布面积 263 km² 而西次洼则以洪泛平原及滨浅湖相为主。腾格尔组沉积时期，东次洼主要发育半深湖—深湖相沉积，分布面积达 330 km² 西次洼仅为 138 km²。相对而言，以东次洼的沉积相相对油气生成有利。与相邻的宝格达凹陷比较分析，可以推断塔南凹陷东次洼的相当一部分地层已进入生油门限，有较好的生油能力，是马尼特西部地区最有勘探价值的次洼。

盆地模拟确定凹陷资源规模，坚定了进一步勘探的信心。

采用 BASIMS 二维盆地模拟系统，对塔南地区分层系、分区带进行油气资源评价。评价结果表明，腾一段和阿爾善组是主要油气源层，全区总生油量为 $6.98 \times 10^8 \text{t}$ 总排油量为 $2.35 \times 10^8 \text{t}$ ，石油资源量为 $(3519 \sim 4693) \times 10^4 \text{t}$ 。资源规模总体上与额仁淖尔、赛汉塔拉、阿北凹陷同属一个档次。塔南凹陷东部洼槽是主要油源区，其总生油量和排油量分别为 $6.54 \times 10^8 \text{t}$ 和 $2.19 \times 10^8 \text{t}$ ，石油资源量为 $(3283 \sim 4378) \times 10^4 \text{t}$ ，占全区总资源量的 93.3%。

区带综合评价，确定主攻目标。

经过对塔南凹陷二级构造带综合评价，认为位于东洼槽中部的中央构造带是早白垩世继承性发育的构造区，区域流运移最集中和势差梯度最大的地区主要沿中央构造带分布；该构造带与油气大量生成、运移期匹配良好，是油气运聚的有利地区。因此具备良好的成藏条件，是有利勘探靶区。从而确定了立足东部洼槽区，主探中央构造带的部署方案。遵循紧靠主油源区，生油层发育比较全，能落实凹陷资源规模并有构造背景的地方，部署钻探了塔参 1 井。钻探结果不仅发现良好的油气显示，电测资料解释有油层，而且证实暗色泥岩发育，生油评价主力烃源层为好生油层，已进入大量生烃阶段。初步判断有两套含油层系。

塔参 1 井的钻探在二连盆地又发现了一个含油凹陷，从而打开了马尼特凹陷西部勘探的新局面，二连探区又开辟了一个新的勘探战场。

2000 年油气勘探部署

1. 勘探部署方针

2000 年勘探部署的指导思想是：以经济效益为中心，以寻找经济可采储量为目标，深化老区勘探保稳产，加速新区勘探求发展；深浅兼顾，油气并举，第三系和古潜山并重；依靠科技进步，深化地质综合研究；强化项目管理，全面实施“6282”部署方案，努力提高勘探效益。

2. 勘探计划任务

2000 年度，华北油田油气勘探按冀中、二连两个勘探项目实施。计划探明石油地质储量 $(1900 \sim 2100) \times 10^4 \text{t}$ ，探明天然气地质储量 $20 \times 10^8 \text{m}^3$ ，力争完成 $30 \times 10^8 \text{m}^3$ ，确保完成探明经济可采储量（油气当量） $(541 \sim 580) \times 10^4 \text{t}$ 。控制石油地质储量 $1200 \times 10^4 \text{t}$ ，预测石油地质储量 $3000 \times 10^4 \text{t}$ ，预测天然气地质储量 $100 \times 10^8 \text{m}^3$ 。计划进行二维地震勘探 729 km、三维地震勘探 494 km² 钻探井 45 口，进尺 $11.78 \times 10^4 \text{m}$ 。预计勘探总投资 43480×10^4 元。冀中、二连两大探区预计每口探井探明油气当量（依照每 1250 m³ 天然气折 1 t 石油计算） $47.8 \times 10^4 \text{t}$ ，

每米进尺探明油气当量 182.5 t 探明每吨油气当量成本 20.2 元 探明每吨可采油气当量成本 70.1 元。

3. 勘探部署要点

2000 年将继续设置冀中、二连两大勘探项目，具体实施“6282”勘探部署方案。

“6”是以追求经济可采储量为目的，战略展开 6 个重要目标区，即束鹿—深县、饶阳、洪浩尔舒特、阿南—阿北、吉尔嘎朗图、赛汉塔拉—额仁淖尔凹陷。

“2”是大力发展天然气勘探，主攻廊固、霸县凹陷两个目标区，探明天然气地质储量 $30 \times 10^8 \text{m}^3$ 。

“8”是以寻求新发现为目的，战略突破 8 个重点目标区带，即兴隆宫潜山、韩村潜山、赵县潜山、肃宁潜山、新镇潜山、码头潜山、巴Ⅱ号构造带、木日格构造带。

“2”是以寻求储量接替战场为目的，战略准备 2 个重点目标区，即冀南地区和塔南凹陷。

4. 勘探部署方案

(1) 二连探区勘探项目

2000 年度二连勘探项目计划探明石油地质储量 $600 \times 10^4 \text{t}$ ，力争完成 $800 \times 10^4 \text{t}$ ；控制石油地质储量 $800 \times 10^4 \text{t}$ ；预测石油地质储量 $1500 \times 10^4 \text{t}$ 。计划完成三维地震勘探 100km^2 ；完成二维地震老资料处理 380km ，三维地震老资料处理 326km^2 ；钻探井 19 口，进尺 $3.39 \times 10^4 \text{m}$ 。下设 7 个勘探子项目。

洪浩尔舒特凹陷：

该凹陷的计划任务是钻井 6 口，进尺 $0.98 \times 10^4 \text{m}$ ；三维地震老资料处理 150km^2 ；探明石油地质储量 $600 \times 10^4 \text{t}$ 。部署思想是：探明洪 25、洪 36 油藏，预探中次洼斜坡和海流特构造发现有利目标，进一步扩大勘探成果。目前已落实的重点目标有：洪 25、洪 25 东、洪 3 及洪 8 东、洪 36 北、洪 38 东等断块。

乌里雅斯太凹陷：

该凹陷计划钻井 3 口，进尺 $0.57 \times 10^4 \text{m}$ ；三维地震老资料重新处理 126km^2 ；控制石油地质储量 $500 \times 10^4 \text{t}$ 。勘探的指导思想是：立足南洼槽，主攻斜坡带，评价已有油藏，甩开预探新块；寻找高丰度储量，使乌里雅斯太凹陷的资源优势尽快转化为效益优势。目前已落实了太 21、太 3、太 15、太 17 南等断块有利勘探目标。

吉尔嘎朗图凹陷：

计划钻井 3 口，进尺 $0.5 \times 10^4 \text{m}$ ，探明石油地质储量 $100 \times 10^4 \text{t}$ 。宝饶构造带内侧深层处于十分有利的构造位置，紧邻主生油洼槽，是油气运移的必经之路，是下步勘探的新方向。目前已经落实了吉 36 北、吉 76 南、吉 41 北断块等重点目标。

巴音都兰凹陷：

计划钻井 1 口，进尺 $0.17 \times 10^4 \text{m}$ ；预测石油地质储量 $500 \times 10^4 \text{t}$ 。经过近两年的勘探和研究认为，巴Ⅰ—巴Ⅱ号构造带成藏条件较好，经综合评价研究，优选巴 9、巴 12 北断块作为今年的重点勘探目标。

阿南—阿北凹陷：

计划钻井 2 口，进尺 $0.4 \times 10^4 \text{m}$ ；控制石油地质储量 $200 \times 10^4 \text{t}$ 。阿南—阿北凹陷要继续以加强老井复查、预探老区新带为主，力争有所突破。经综合研究评价，善南斜坡、阿尔善断层上升盘和扎拉格—欣苏木构造带为有利勘探区带。目前初步落实阿 15 西、阿 15 北、阿 71 北圈闭为重点勘探目标。

⑥ 赛汉塔拉—额仁淖尔凹陷：

计划钻井 3 口，进尺 $0.52 \times 10^4 \text{m}$ ；探明石油地质储量 $100 \times 10^4 \text{t}$ ；控制石油地质储量 $100 \times 10^4 \text{t}$ 。按照主力生油洼槽控制油气聚集的规律，位于赛中主力生油洼槽一侧的赛中构造带成藏条件较好；额仁淖尔凹陷的吉格森构造带有较大的勘探潜力，均可作为重点勘探对象。经综合研究认为，赛 23 断块、赛 32 井—赛 15 井区阿尔善组，赛 10 井区、淖 23 断块是重点勘探目标。

⑦ 塔南凹陷：

计划完成三维地震勘探 100 km^2 ，钻井 1 口，进尺 $0.25 \times 10^4 \text{m}$ ；预测石油地质储量 $1000 \times 10^4 \text{t}$ 。通过去年的勘探研究，认为凹陷内中央构造带成藏条件最为有利，确定哈日嘎构造是重点勘探目标，有望打开马尼特拗陷西部勘探的新局面。

(2) 冀中探区勘探项目

2000 年度冀中勘探项目计划探明石油地质储量 $1100 \times 10^4 \text{t}$ ，探明天然气地质储量 $30 \times 10^8 \text{m}^3$ ，控制石油地质储量 $400 \times 10^4 \text{t}$ ；预测石油地质储量 $1500 \times 10^4 \text{t}$ ，预测天然气地质储量 $100 \times 10^8 \text{m}^3$ 。计划进行二维地震勘探 729.5 km^2 ，三维地震勘探 394.4 km^2 ，三维地震老资料处理 304 km^2 ；钻探井 32 口，进尺 $8.39 \times 10^4 \text{m}$ 。下设 6 个勘探子项目。

束鹿凹陷：

计划钻探井 5 口，进尺 $1.1828 \times 10^4 \text{m}$ ；试油 5 口 12 层；探明石油地质储量 $600 \times 10^4 \text{t}$ ，预测石油地质储量 $500 \times 10^4 \text{t}$ 。1999 年在束鹿西斜坡已控制石油地质储量 $1322 \times 10^4 \text{t}$ ，预测石油地质储量 $1763 \times 10^4 \text{t}$ ，是 2000 年重点勘探区带。目前已经落实晋 104 砂岩、晋 105 砂岩、晋 97 井和晋 81 井泥灰岩等重点目标。

廊固凹陷：

计划钻探井 5 口，进尺 $1.576 \times 10^4 \text{m}$ ；试油 6 口 16 层；进行三维地震勘探 267.7 km^2 ；探明石油地质储量 $200 \times 10^4 \text{t}$ 、天然气地质储量 $30 \times 10^8 \text{m}^3$ 。优选出河西务断裂潜山构造带、廊固中西部两个有利区带作为重点勘探对象。确定韩村潜山、廊东三维区、固 5、固 131、泉 36、州 5 区块为重点勘探目标。

霸县凹陷：

计划钻探井 11 口，进尺 $2.6738 \times 10^4 \text{m}$ ；试油 8 口 18 层；三维地震勘探 126.7 km^2 ；控制石油地质储量 $400 \times 10^4 \text{t}$ ，控制天然气地质储量 $30 \times 10^8 \text{m}^3$ ；预测石油地质储量 $500 \times 10^4 \text{t}$ ，预测天然气地质储量 $50 \times 10^8 \text{m}^3$ 。确定岔河集—顾辛庄、文安—杨村斜坡为重点勘探区带。重点勘探目标包括霸 96 潜山、兴隆宫潜山、新镇潜山、文 22 岩性圈闭、苏 54 潜山、苏 86 断块、台山潜山、码头潜山。

饶阳凹陷：

计划钻井 7 口，进尺 $1.9976 \times 10^4 \text{m}$ ；试油 5 口 10 层；探明石油地质储量 $300 \times 10^4 \text{t}$ ；预测石油地质储量 $700 \times 10^4 \text{t}$ 。通过优选评价，饶阳凹陷中部（含河间、肃宁、大王庄）和南部（含留楚一路家庄、皇甫村、刘村低凸起东缘）为重点勘探区带。重点勘探目标有留 75、路 70、韩家村 E_3 、宁 65、楚 48、泽古 21 断块和泽 70 井东断块。

⑤ 晋县凹陷：

计划钻井 3 口，进尺 $0.6498 \times 10^4 \text{m}$ ；试油 2 口 4 层。晋县凹陷中南部赵县背斜和高村—高邑地区为有利区带，经综合评价研究，优选出赵县背斜南翼赵 82 断块、赵县潜山、高邑断鼻赵 64 井作为重点勘探目标。

⑥ 丘县凹陷：

计划钻探井 1 口，进尺 $0.31 \times 10^4 \text{m}$ 。综合研究评价认为，曲周构造的古生界、大名构造的新生界为重要勘探目标。

完成 2000 年勘探任务的保障措施

集团公司 1999 年重组改制给我们的思维方式、效益观念、运作形式等带来了新的挑战，企业利润最大化成为企业行为的宗旨和中心。为确保 2000 年度油气勘探任务的全面完成，在继续坚持以往成功做法的同时，还要采取以下措施：

解放思想，多找经济可采储量；加强管理，提高勘探效益。

重视勘探前期投入，夯实提高效益的基础。

加大预探力度，力争多发现。

坚持勘探项目管理，建立高效的管理与运作体制。

- ⑤ 强化合同制约，严格控制勘探投资。
- ⑥ 适应关联交易新形势，提高勘探监督管理水平。
- ⑦ 大力推广先进适用的勘探新技术。
- ⑧ 建设一支高素质的科研队伍。

洪浩尔舒特凹陷中次洼勘探潜力分析 区带综合评价及目标优选

姜冬华 李正文 王雁举 王连军 武锦程*

概 况

洪浩尔舒特凹陷位于内蒙古自治区锡林郭勒盟西乌旗,距锡林浩特市 60~100 km。构造上属于二连盆地乌尼特拗陷,是一个典型的单断凹陷,其东南以边界大断层与大兴安岭隆起相接,西北以斜坡向苏尼特隆起过渡。凹陷总体是北东走向,长 80 km,宽 10~18 km,面积约 1100 km²。凹陷由 3 个次洼组成,其中中次洼面积 600 km²,白垩系最大埋深 3500 m。

自 1993 年中洼首钻洪参 1 井,到 1999 年底已完钻探井 17 口,其中见油气显示井 13 口,下油层套管井 10 口,获工业油气流井 7 口,待试井 1 口。其中在腾二段见油气显示井 1 口;腾一段见油气显示井 6 口;阿尔善组见油气显示井 11 口;侏罗系见油气显示井 2 口。

在腾一段试油获得工业气流井 2 口;阿尔善组获工业油流井 5 口;侏罗系火成岩获工业气流井 1 口。截止 1999 年 10 月,中次洼控制石油地质储量 $1039 \times 10^4 \text{t}$ 。

1999 年油气勘探主要成果

1. 洪 7 井钻探成功,扩大了洪 1 断块阿尔善组油藏的含油范围;发现了两套新的含油层系,拓宽了找油气新领域

洪 7 井位于洪 1 井东南 1.0 km 属于中洼槽斜坡带达林构造洪 1 井断鼻。该井于 1999 年 7 月 21 日开钻,8 月 23 日完钻,完钻井深 2030 m 揭示了 3 套含油气层。1073.0~1880.0 m 录井发现油气显示共 158 m/66 层。电测资料解释 1073.0~2019.0 m 差油层 6.8 m/3 层;油水同层 13 m/1 层;含油水层 25.4 m/4 层,Ⅱ+Ⅲ类储集层 82.8 m/20 层。

(1) 扩大了洪 1 井阿尔善组油藏的含油范围

1994 年钻探的洪 1 井,在阿尔善组 1380.45~1425.15 m 录井见油迹 13.5 m/13 层,荧光 9.4 m/7 层;1409.60~1423 m 井段试油,DST 三开抽,获日产油 2.83 t,日产水 5.52 m³。比洪 1 井构造位置低 100 m 的洪 7 井,于井深 1477.0~1573.0 m 处共发现油气显示 49.0 m/27 层,其中油斑 0.5 m/1 层,油迹 5.0 m/5 层;荧光 43.5 m/21 层。洪 7 井在该套层系发现油层,表明洪 1 井油藏含油面积将由上交控制储量时的 0.5 km² 扩大至 1.4 km²。如按洪 1 井上交控制储量时采用的单储系数 $5.6 \times 10^4 \text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{m})$,油层厚度取洪 1 井的 19.8 m 与洪 7 井的 6.8 m 的算术平均值 13.3 m 计算,该圈闭可控制石油地质储量 $105 \times 10^4 \text{t}$,比上交的控制储量增加 $50 \times 10^4 \text{t}$ 。

* 参加研究工作的还有:殷宏平、张彦民、李恋、焦双志、张玉兰、董艳蕾、彭怀春、覃汉生、国建英。

(2) K_1bt^1 发现了气层, 开辟了找油气新层系

洪 7 井在腾一段 1073~1175 m 共发现油气显示 54 m/20 层, 其中油迹 13.0 m/7 层; 荧光 41.0 m/13 层。经对 1072.0~1078.0 m 井段 6.0 m/1 层试油, DST 二开二关, 7.94 mm 油嘴, 12 mm 孔板放喷, 获日产 $1.1511 \times 10^4 m^3$ 的工业气流; 随后对 1164.0~1167.6 m 井段 3.6 m/1 层电测解释的水层进行试油, DST 一开用 9.45 mm 油嘴, 12 mm 板孔放喷, 获日产 $1.2511 \times 10^4 m^3$ 工业气流, 伴有少量油。根据试油结果对气层重新解释, 于 1072.8~1193.8 m 解释气层 19.43 m/3 层, 气水同层 34.0 m/8 层, 含气水层 9.4 m/2 层。初步测算, 该块可控制含气面积 $2.0 km^2$, 控制天然气地质储量 $3.2 \times 10^8 m^3$ 。

(3) K_1ba 下部新发现油层, 扩大了 K_1ba 找油新领域

以前在中洼槽 K_1ba 发现的油气层, 均位于 K_1ba 上部储盖组合段。今年钻探的洪 7 井除在 K_1ba 上部储盖组合段中发现油层外 (相当于洪 1 井油层) 在 K_1ba 下部储盖组合段中, 即 1655.0~1754.0 m 共发现荧光显示 43.5 m/21 层, 经对 1656.0~1754.0 m 井段 6 层 38 m 致密层试油, 压裂后抽汲获得日产 $7.72 m^3$ 的工业油流, 同时日产水 $9.58 m^3$ 。

以洪 7 井试油井段的底界 1754 m 为油水边界计算含油面积 $1.34 km^2$, 油层厚度取 21.0 m, 单储系数借用洪 1 井的 $5.6 \times 10^4 t / (km^2 \cdot m)$, 预测控制石油地质储量 $158 \times 10^4 t$ 。

K_1ba 下部储盖组合段出油, 不仅开辟了一个新的找油层系, 而且斜坡出现了寻找地层油藏的良好前景。同时警示我们, 中次洼原油油质轻, 要非常重视以气测为重点的综合录井工作。

2. 洪 25 井获高产油流, 打开了中次洼找油的新局面

洪 25 井位于洪 17 井断块的高部位, 其目的是向构造高部位追踪洪 17 井 K_1bt^1 油气显示层。洪 17 井 K_1bt^1 于 1010~1152 m 井段发现油迹、油斑、油浸显示 19 层 35.2 m 钻井时槽面见油花气泡; 对 1043.6~1063.0 m 井段试油, 日产水 $54.6 m^3$, 水中见油花。各种资料综合分析表明, 洪 17 断块构造落实, 洪 17 井位于油水界面附近, 因此在构造的高部位见到纯油层是有可能的。

洪 25 井于井深 917.0~996.0 m 录井发现油气显示 40 层 62 m 其中含油 1 层 1.5 m; 油浸 11 层 12 m 油斑 20 层 28.5 m 油迹 5 层 13.0 m; 荧光 3 层 8.0 m。试油射开 948.0~959.6 m 油层 1 层 11.6 m, 日抽 72 次, 抽深 910 m 动液面 750 m 获日产 22.31 t 的高产油流; 试油射开 934.2~940.0 m 差油层 1 层 5.8 m, DST 测试, 一开间喷 2 h 出纯油 $1.8 m^3$, 三开后日抽 72 次, 获日产 28.8 t 的高产油流。该井试油成功后, 对构造低部位的洪 17 井腾一段上部含油气显示段 (未试油) 复查电测资料, 重新解释 1034.0~1053.6 m 油层 5 层 14 m。

洪 17 井断块控制含油面积 $3.3 km^2$ 油层厚度取 28.9 m 单储系数 $9.33 \times 10^4 t / (km^2 \cdot m)$, 控制石油地质储量 $890 \times 10^4 t$ (见图 1)。

洪 25 井腾一段获得高产油流, 不仅打开了洪浩尔舒特凹陷中次洼油气勘探的新局面, 而且为二连探区新凹陷油气开发接替赢得了主动。

3. 洪 13 井见到良好的油气显示, 展现出非构造油气藏勘探的广阔前景

洪 13 井腾一段岩性圈闭的钻探, 是在分析腾一段具备形成自生自储油气藏的有力条件下实施的。该井在腾一段 1356.0~1493.0 m 井段录井见油迹 10 层 17.0 m, 荧光 19 层 39.0 m; 气测全烃最高达 12.04%; 中途电测于 1356.2~1400.6 m 井段解释油层 1 层 3.2 m, 差油层 1 层 1.8 m, 油水同层 1 层 3.0 m 含油水层 2 层 23.8 m。根据与洪 7 井腾一段气层特征对比, 很可能为气藏, 并且有工业产能。由于此岩性尖灭体中间被一反向正断层切割, 形成局部构

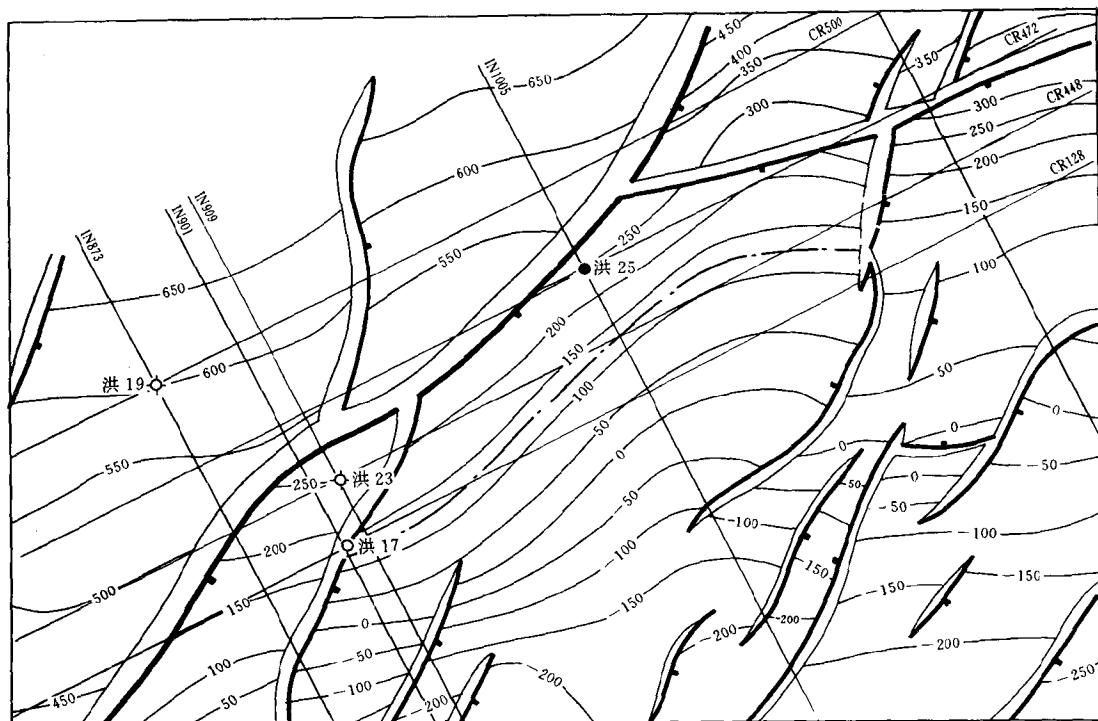


图 1 洪 17 断块 T_6 反射层构造图

造圈闭, 洪 13 井正位于构造圈闭的高部位。由于受断层控制的圈闭幅度只有 50 m 左右, 而洪 13 井油气显示段长达 137.0 m, 大大超出了构造圈闭的幅度, 因此, 应为不受局部构造控制的岩性油气藏。预测含油面积 3.0 km², 石油地质储量 468×10⁴t。

中次洼 1999 年完钻探井 3 口, 其中两口井获工业油气流; 控制石油储量 1098×10⁴t, 控制天然气储量 6.4×10⁸m³, 预测石油地质储量 468×10⁴t, 展示了良好的勘探前景。

油气藏形成条件的认识

洪浩尔舒特凹陷中次洼自 1993 年钻探洪参 1 井至 1998 年钻探的洪 23 井, 在 6 年时间内共钻探井 14 口, 其中有 5 口井获得工业油气流, 但由于构造圈闭面积小, 没有形成一定的含油气局面, 使勘探处于困难阶段。1999 年度对中次洼的油气藏形成条件进行了重新研究, 提出了新的认识, 大胆地提出了 3 种油气成藏模式, 使中次洼油气勘探获得重大突破。

1. 复式圈闭具有形成多套含油气组合的有利条件

中次洼几个出油井都是钻探在凹陷的缓坡区, 构造位置较高, 由于地层超覆、断缺等, 钻遇阿尔善组地层不全, 油气层均位于阿尔善组上部。因此, 给人以假象认为, 阿尔善组含油层均位于上部 (顶部), 缺乏对阿尔善组整体含油气的认识。但位于构造位置较低的洪参 1、洪 3 井揭示阿尔善组较全, 并在下部见到一套储盖组合。洪参 1 井 K_1ba 2050~2065 m 为一套湖相泥岩沉积, 可与洪 3 井的 K_1ba 1380~1435 m 的湖相泥岩对比, 两者水平距离约 5 km, 且

对比良好,说明此段泥岩有一定的分布面积,可作为中次洼阿尔善组下部储层的盖层。洪 3 井阿尔善组下部 1435~1602 m 的储集层段属于缓坡区的扇三角洲前缘砂体,物性较好,孔隙度平均 20.0% 渗透率平均 $54.3 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。洪参 1 井阿尔善组下部 2065~2425.0 m 储集层段属于陡带的水下扇的扇中~扇端沉积,物性较差,孔隙度平均 5.3%,渗透率平均只有 $0.17 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。但该井在 2065~2200 m 录井见到了油斑 0.5 m/1 层,油迹 9.9 m/7 层的油气显示,说明该套组合具有一定的油气来源,在物性较好的缓坡区,只要有圈闭条件同样可以获得工业油气流。

因此,在洪 1 井断块设计钻探洪 7 井,该井通过钻探,在 K_1bt^1 中获得工业气流,新发现了一套含气层;在 K_1ba^{\pm} 见到良好的油气显示(待试)将扩大洪 1 井 K_1ba 油藏的含油面积;在 K_1ba^{\pm} 储盖组合中获得了工业油流,发现了新的含油层系。

2. T_6 不整合面之下的潜伏断层对油气藏形成起到重要的控制作用

洪浩尔舒特凹陷下白垩统存在 4 个区域不整合面,自下而上为阿尔善组与下覆地层不整合接触 (T_{11});腾一段与阿尔善组不整合接触 (T_8);腾二段与腾一段不整合接触 (T_5);赛汉组与腾二段不整合接触 (T_3)。从目前的油气勘探成果看,前三个不整合面对油气藏的形成有一定的控制作用。由于不整合面下伏地层曾遭受剥蚀,若剥蚀量大于断距时,会对断层在不整合面之上的反射层起到了“消失”作用,对于控制不整合面以下地层的断层在不整合面上很难反映出来,但在其下可明显地看出断层控制两盘地层的变化(见图 2)。因此,在编制不整合面反射层构造图时,由于断层的“消失”,很容易使有利的构造圈闭“漏掉”而影响油气田的发现。

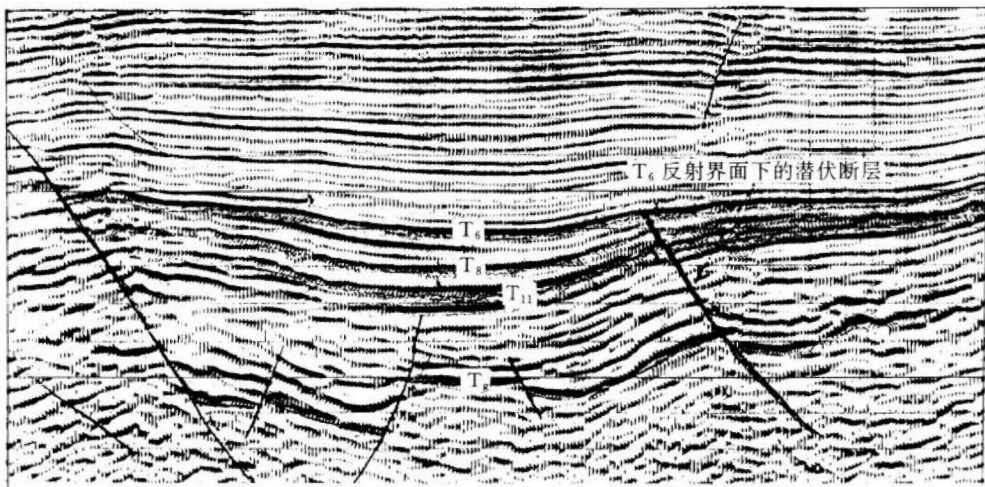


图 2 GR96-440 测线地震解释剖面图

位于中洼槽的洪 17 井在 K_1bt^1 已见到良好的油气显示,试油后获日产量 54 m^3 ,说明该井处于油水界面附近。构造分析认为,洪 17 井钻在构造的较低部位,若沿其腾一段顶部反射层构造的高部位钻探,定能获得工业油气流。

由于洪 17 井油层位于 K_1bt^1 顶部,在地震资料解释中,主要成图层应为腾一段顶部反射层 (T_6),但在追踪对比过程中,在断块的东侧反射层一直抬升,难以形成圈闭。为了解释洪 17 井 K_1bt^1 的油气显示层,试图用岩性上倾尖灭来圈闭,但在储集层预测图件中,如平均绝对振幅、均方根振幅、波峰振幅等没有强弱变化界线,因此也很难用岩性圈闭来解释。

为了寻找合理的解释答案，我们反复对三维资料进行研究，从单一反射层（ T_6 ）的解释扩展到多套反射层（ T_8 、 T_{11} 、 T_g ）联合解释。从而发现了 T_6 反射层（不整合面）以下存在一条明显的断层，且断距下大上小， T_g 层最大断距可达 150 m，一般为 80 m 左右，而向上逐渐变小，为一条继承性发育的断层。进一步分析认为，该断层于腾一末期结束活动。由于该期断距小于或等于 K_1bt^1 地层的剥蚀厚度，故在 T_6 反射层上出现断层“消失”现象，它只是作为一条潜伏断层而存在。实际上它仍控制了 T_6 反射层的圈闭条件（见图 1）。因此，在洪 17 井断块东侧圈闭条件研究中，我们以此断层作为断块东侧的圈闭条件，使 T_6 反射层形成圈闭面积达 4.5 km^2 。

由于圈闭落实，面积较大，且钻在构造低部位的洪 17 井已见到良好的油气显示，因此在构造的较高部位设计钻探洪 25 井。洪 25 井在腾一段见到油层并获得高产油流，控制石油地质储量 $890 \times 10^4 \text{ t}$ 。

3. K_1bt^1 水下扇砂体上倾尖灭圈闭具有形成岩性油气藏的有利条件

腾一段圈闭的成藏条件首先应是油源问题。洪 7 井在 K_1bt^1 获得工业气流后，大家对此已取得共识：中洼槽具有长期稳定下沉的湖相沉积环境，洼槽深部的腾一段具有一定的生烃条件；同时下覆阿尔善组烃源也可以通过砂砾岩疏导层、断层、不整合面等运移通道，为腾一段圈闭提供烃源。

地震资料显示，在达林构造的洪 7 井以南、洪参 1 井以西、陡带边界断层下降盘存在一个地震反射异常体。以三维资料主测线方向看该异常体为一南厚（约 400 m）北薄（约 350 m）的楔状体。异常体顶部为一强反射，向北逐渐减弱，在 IN340 测线附近反射能量最弱，过了此区再向北到洪 7 井区反射能量又逐渐变强。其内部可看到反射能量较弱的相位向上倾方向交叉尖灭。

从联络测线方向上（见图 3），其外形呈下部略上弯或平整、顶部上凸、中间厚两侧薄的透镜体；且顶、底部的反射均具中间强两侧变弱的特点。

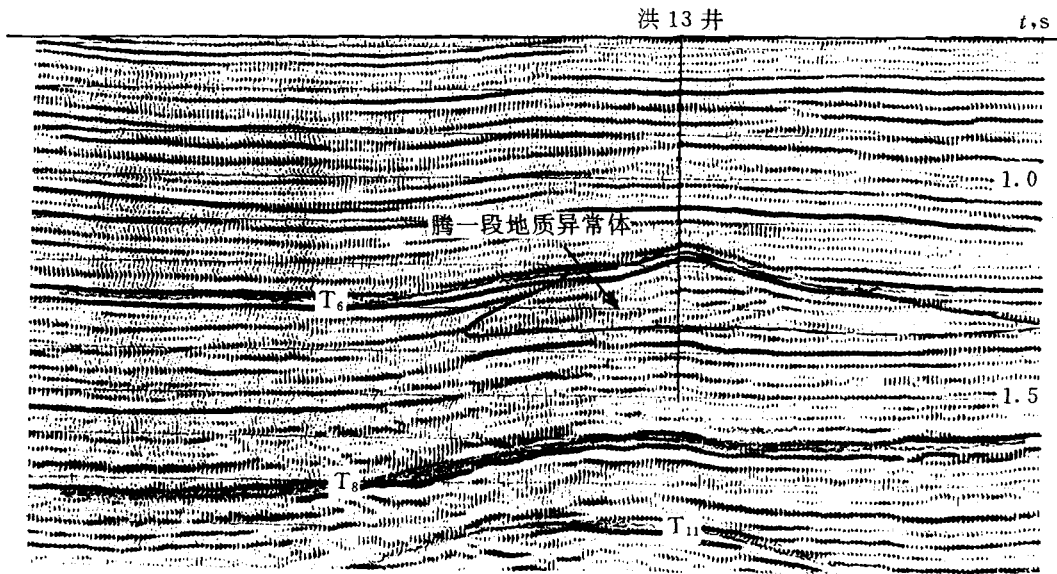


图 3 CR94—260 测线地震解释剖面

对该地质异常体的成因分析具有十分重要的意义，因为它可以确定异常体的储集条件及

成藏条件。

异常体等厚图反映该体南厚、北薄，具有物源来自南部陡带、向北沉积减薄、尖灭的趋势，结合地震相分析，应为水下扇沉积体。

波阻抗剖面分析，异常体阻抗值高于其上、下地层，也高于洪参 1 井相当深度的泥岩层，而低于洪参 1 井 1863~1948 m 的火成岩，据此也可推测该异常体为一个包围在泥岩段中的砂体，而非其它异常体。

异常体均方根振幅图上也反映出异常体为一强振幅分布区，向周围振幅变弱。根据砂岩与泥岩的振幅对比，强振幅区应为砂质岩发育区，因此可推测异常体具有一定的储集性能。

根据以上分析，该异常体应为来自陡带的水下扇向洼中延伸的部分，并且有岩性上倾尖灭圈闭的条件，是中洼寻找腾一段岩性油气藏的重要突破口。

通过钻探洪 13 井，证实该异常体为一水下扇沉积的一部分，并见到良好的油气显示。

1999 年洪浩尔舒特凹陷中洼油气勘探获得重大发现，首先应归于勘探思路的重大突破。在容易发现的构造圈闭钻探以后，对非构造圈闭、潜伏断层控制的圈闭应深入研究，首先应认识这类圈闭存在的可能性，然后应用先进的储集层预测技术，油藏描述技术加以论证、落实并实施钻探是获得油气勘探突破的关键。

油气勘探潜力分析

1. 较有利的沉积相带及储集条件

(1) 沉积相具有明显的分带性，对储集砂体分布起控制作用

凹陷结构为单断型，沉积相的分布具明显的分带性。陡带发育水下扇，缓坡以扇三角洲为主，中间则为滨浅湖—较深湖、深湖。相带的发育具有继承性。

陡带发育水下扇相，地震剖面呈杂乱的弱反射，楔状。洪 5 井阿尔善组属于扇根沉积。洪 42 井以砂岩、砂砾岩为主，为扇中沉积。

腾格尔组时期由于水域扩大，洪 5 井该组的地层自下而上砾岩单层厚度变薄，而泥岩夹层厚度增大。地震显示为一套较连续的中等反射。表明由阿尔善组的扇根向扇中—扇端的变化特征。

缓坡则以扇三角洲为主。阿尔善组岩性以砂岩为主，单层厚度一般为 1~5 m，暗色泥岩较陡带发育；地震为连续性较差—较好的中弱反射，呈楔状，多为扇三角洲前缘沉积。局部的洪 1、9 井区等阿尔善组为砂砾岩，向上单层厚度减小，为扇三角洲前缘偏内侧沉积。腾格尔组以砂岩为主，多出现在腾二段及腾一段上部，多为薄层状。洪 25 井腾一段为细—粗砾岩，分选较差，砾石呈次圆—次棱角状，胶结疏松，属于扇三角洲前缘主河道沉积。

中次洼的中带以较深湖—深湖相为主，发育有湖底扇和水下扇前缘砂。如洪参 1 井阿尔善组及腾格尔组均以砂岩、砂砾岩与暗色泥岩互层为特征；洪 13 井腾一段砂体在地震剖面上呈丘状，平面呈扇形，岩性为厚层砂砾岩夹少量泥岩，属于水下扇砂体。

上述各类砂体由于都是近物源的产物，故均具有成分成熟度较低的特点，岩屑含量大于 50%，岩石类型多为岩屑砂岩，少量的长石岩屑砂岩。

(2) 纵向上发育三套储集层，均以低孔低渗、特低渗为特征

巴彦花群主要有三套储集层，即阿尔善组、腾一段和腾二段。

阿尔善组储集层物性较差，孔隙度为 4.1%~22.7%，渗透率为 $(0.01\sim54.1)\times 10^{-3}\mu\text{m}^2$ 。

从分析样品数统计,中孔中渗储集层不足 1%,其余 99%均为中一低孔、低渗—特低渗储集层,综合评价为差储集层。

腾一段物性较好,孔隙度为 10.4%~23.1%,渗透率为 $(0.13\sim 210.1)\times 10^{-3}\mu\text{m}^2$ 。从分析样品数统计,中一高孔、中一高渗占 16.2%,中一特低孔、低一特低渗占 83.8%。

腾二段样品分析数量较少,孔隙度为 13.1%~19.6%,渗透率为 $(0.19\sim 75.2)\times 10^{-3}\mu\text{m}^2$ 。从分析样品数统计,中一高孔、中一高渗占 16.2%,中一特低孔、低一特低渗仅一块。其余 96.9%为中一特低孔、特低渗,综合评价为差储集层。本段储集层物性差的主要原因是砂岩以扇三角洲前缘外侧砂及扇三角洲砂岩为主。

2. 断陷经历了完整的裂谷作用阶段,构造带分异明显

(1) 区域构造特征

整个洪浩尔舒特凹陷为一北东走向延伸,东南断、西北超的断陷型凹陷,具单断、断超型半地堑结构。东南边界为乌套海同生大断层,西北边界为向苏尼特隆起过渡的超覆尖灭带,沉降中心分布在东南边界断根部。凹陷可分为西、中、东三个次洼,其间被水下低凸起分割。

凹陷内断层均为正断层,在平面上的展布具有多方向性,按其组合特征可分为北东、北北东、北东东及北西走向四组。

北东向断裂系统,在凹陷中可划分为一、二、三级。一级断裂为凹陷的边界断层,控制凹陷的形成和发展。二级断裂多位于缓坡区,与凹陷具有同期发育史,可控制断层上、下两盘地层的沉积厚度,由于断层长期发育,断距和延伸长度一般较大,主要是控制构造油气藏的形成。本区主要发育有达林断层,延伸长度为 15.0 km 断距最大达 600 m,控制了达林构造洪 1 井断块油气藏的形成。另外还发育部分三级断层,一般只在早白垩世某一期发育,由于断距小,延伸距离短,对油气藏的形成一般不起控制作用。

北北东向断裂系统,主要发育在中次洼东部的达林东和乌兰诺尔构造区。这类断层与凹陷轴向斜交,按对地层的控制作用可划分为二级和三级。二级断层主要发育有达林东断层和乌兰诺尔断层,它们发育在阿尔善期—腾一期,基底断距最大达 400 m。由于这类断层与地层走向呈锐角斜交,只有与之相伴生的其它方向断层组合才能形成构造圈闭。三级断层一般断距小,延伸距离短,若无相伴生的其它方向断层相交时,难以形成圈闭。

北西向、北东东向两组断层多为三级断层,发育时间短,对地层不起控制作用,但与北东向和北北东向二级断层相交可以形成构造圈闭。

(2) 构造演化

洪浩尔舒特凹陷和二连裂谷系中其他凹陷一样,构造演化经历了裂谷初期、裂谷发育期和裂谷萎缩期三个裂谷作用阶段。而且在不同时期凹陷具有不同的构造样式和不同的地貌地势,也决定了不同形式的沉积建造。

裂谷初期——晚侏罗世火山喷发和阿尔善早期沉积阶段。

在古生界变质岩基底基础上,断裂开始活动,形成断陷的雏形,在断陷底部普遍发育一套火山喷发岩、火山碎屑岩。进入阿尔善早期断陷与周围的地形高差加大、物源丰富,使凹陷处于快速沉降和快速充填阶段,沉积物供给速率大于构造沉降速率,沉积物只沉积在翘倾断块的下倾边缘。阿尔善早期沉积主要以水下扇、扇三角洲快速充填的砂岩、砂砾岩为主。

裂谷发育期——阿尔善中、晚期及腾格尔沉积期。

随着东南边界的乌套海断层的强烈拉张,半地堑之间的过渡带、即调节带地势变得越来越高,使断陷可容空间迅速增大,为湖盆的发育准备了沉积空间。同时,由于盆地的持续沉

陷以及沉积物供给速率低,使断陷处于欠补偿状态,湖盆发展达到全盛时期。由阿尔善早期的水下扇、扇三角洲为主的沉积过渡到中、晚期及腾一期的半深湖—深湖相为主的沉积,该期暗色泥岩十分发育,成为断陷中最重要的烃源层。进入腾二期,由于构造沉降变缓,周围物源充足,使湖盆水体逐渐变浅,由半深湖—深湖为主过渡到浅湖和扇三角洲为主的沉积。伴随着裂谷作用的减弱,沉积物不断的加积和充填使断陷的古地形变得愈加平缓,从而进入浅而广的湖盆发育阶段。到腾二末期,断陷结构及局部构造都已基本定型。

裂谷萎缩期——赛汉沉积期。

早白垩世晚期,腾二段沉积之后,断陷抬升回返,由区域拉张转为区域性挤压,使已形成的张性构造发育反转,已沉积的地层遭受剥蚀,形成了赛汉组与腾二段之间的区域不整合。随后,断陷下沉接受了一套河流—沼泽相沉积。至此,断陷已基本定型,并再次回返遭受剥蚀,缺失晚白垩世沉积。至喜山期才稍有下沉,沉积了厚度不大的第三系、第四系。

(3) 构造单元划分

根据凹陷的结构、断层和构造的发育特点,可将中洼进一步划分为四个次级构造单元,即陡坡断鼻带、中央洼槽带、缓坡断裂构造带和边缘斜坡超覆带。

3. 烃源层生、排烃强度大,资源量较丰富

(1) 烃源层生烃期为赛汉组沉积期

腾一段烃源岩在赛汉沉积期末,分期生烃量为最高值,其生油量达 $1.65 \times 10^8 \text{t}$,占该层生油总量的 83.8%;阿尔善组烃源岩在赛汉沉积期末,分期生油量为 $2.19 \times 10^8 \text{t}$,占该层生油总量的 54.6%。两套烃源层分期生油总量叠加对比分析,赛汉组沉积末期生油量最高可达 $3.85 \times 10^8 \text{t}$,占中洼槽生油总量的 65.5%。其次,在腾二段沉积末期,分期生油量为 $0.93 \times 10^8 \text{t}$,占生油总量的 15.7%。

腾一段烃源岩在腾一末期进入排烃阶段(少量),其分期排烃量仅占该层排烃总量的 14.5%;赛汉组沉积末期,烃源层进入排烃高峰期,其分期排烃量为 $0.47 \times 10^8 \text{t}$,占该层排烃总量的 74.9%。阿尔善组烃源岩在赛汉组沉积末期,分期排烃量也达到最高值,其排烃量为 $1.06 \times 10^8 \text{t}$,占该层排烃总量的 59.9%。两套烃源层排烃量叠加后对比可见,赛汉组沉积末期,其分期排烃量为 $1.53 \times 10^8 \text{t}$,占中洼槽排烃总量的 63.8%。

由于洪浩尔舒特凹陷在腾二段末期,构造运动已基本结束,各类圈闭多已形成。因此,烃源层的主生、排烃期晚于或同步于圈闭形成期,对油气的运聚成藏十分有利。

(2) 油气资源量

两套($K_1\text{ba}$ 、 $K_1\text{bt}^1$)烃源层总生油量为 $5.88 \times 10^8 \text{t}$,总生气量为 $1594.28 \times 10^8 \text{m}^3$,油气生成比约为 5:1,总排油量为 $2.40 \times 10^8 \text{t}$,排烃率 40%,石油资源量为 $(3000 \sim 4000) \times 10^4 \text{t}$,天然气资源量约为 $(4.0 \sim 6.5) \times 10^8 \text{m}^3$ 。

两套烃源层石油资源量对比,以阿尔善组石油资源量最大,为 $(2100 \sim 2800) \times 10^4 \text{t}$,占总资源量的 70%;其次为腾一段,石油资源量为 $(830 \sim 1100) \times 10^4 \text{t}$,占总资源量的 26%。

洼槽分区带统计结果表明:中洼槽总生油量为 $4.68 \times 10^8 \text{t}$,石油资源量为 $(3000 \sim 4000) \times 10^4 \text{t}$;而位居其中的达林—达林东构造带石油资源量最为丰富,其值为 $(2313.66 \sim 3084.88) \times 10^4 \text{t}$,占总资源量的 77%。因此,中部洼槽仍将是今后油气勘探的重点地区。

4. 有利的油气藏形成条件

(1) 湖相沉积,具有较丰富的油气资源

中次洼在早白垩世阿尔善期—腾二期,一直处于继承性湖泊发育期,各期均发育较好的

烃源岩。根据烃源岩有机质热演化程度分析，阿尔善组烃源层均达到了高成熟阶段，腾一段烃源层也有一部分达到了高成熟阶段。盆地模拟计算中次注聚油量为 $(3000\sim 4000)\times 10^4\text{t}$ ，具有较丰富的油气资源。

(2) 两种类型的沉积砂体，均具储集性能

沉积相研究认为，断陷陡带广泛发育水下扇沉积砂体；缓坡带广泛发育扇三角洲砂体，后者的储集性能要好于前者。但两者都具有形成工业产能的储集性能，如位于水下扇砂体的洪2井、洪42井均获得工业油气流。

(3) 多种类型的圈闭，有利油气聚集成藏

目前已发现的含油气圈闭主要为构造圈闭，少数为复合型圈闭。但目前已落实的圈闭还有地层、岩性圈闭，有的圈闭已见到油气显示（洪13井），这些圈闭形成时间往往要早于同时期的构造圈闭，具有圈闭形成时间早、聚油时间长的优点，有利油气聚集成藏。

区带综合评价

中次注共完钻探井17口，其中11口在不同层位见到油气显示，通过试油共发现6个含油气圈闭、4套含油气层系，表明中次注具有较好的成藏条件，主要表现在：

1. 继承性发育的湖相沉积洼槽，热演化程度较高，有利于形成多套烃源层，油气资源丰富

中次注在早白垩世各期湖盆具有由小到大水体由浅到深的沉积演化史，虽然湖盆边缘区表现出各期之间的不整合接触，但洼槽区多表现为连续的沉积环境。由于持续沉降，中次注发育阿尔善组、腾一段及腾二段三套烃源层，受烃源岩热演化程度的限制，本区形成了腾一段和阿尔善组两套成熟烃源层。

2. 阿尔善组是主要的烃源层，缓坡带是油气长期运移、聚集的主要地区

中次注阿尔善组烃源层大部分已进入较高的热演化阶段，最高已达到成油气阶段，其成熟度高于上覆的腾一段，加之成熟烃源层面积大，成为本区的主要烃源层系。盆模计算中次注总聚油量大约为 $(3000\sim 4000)\times 10^4\text{t}$ ，其中阿尔善组聚油量大约为 $(2100\sim 2800)\times 10^4\text{t}$ ，占总聚油量的70%。

中次注在其形成和发展过程中，一直表现为典型的单断型洼槽。因此，在油气运移过程中，必然大部分向缓坡区运移，在遇到有利圈闭时便可聚集成藏。缓坡区形成的多种类型、多期圈闭伴随于凹陷发育的全过程，它们早于或同期本区的油气运移高峰期，成为油气聚集的有效圈闭。目前已在缓坡区的不同构造位置（低坡或高坡）、不同的地层中（ K_1bt^1 、 K_1ba 、 J_3 ）均发现了油气层，说明缓坡区具有较长的聚油过程。

3. 缓坡带广泛发育的腾一段扇三角洲砂体，储集物性良好

缓坡区分布的扇三角洲砂体是中次注重要的储油气砂体，目前所发现的油气藏（层）均受扇三角洲砂体控制。

阿尔善期的储集砂体，由于受物源类型及成岩作用高的影响，物性相对较差。

腾一期沉积的扇三角洲储集砂体，多处于早成岩B期（800~1200m），原生和次生孔隙均较发育，储集物性良好。

4. 构造环境稳定，发育多种圈闭类型

洪浩尔舒特凹陷所属的三个次注，在构造演化中存在明显的差异，尤其是在腾二末期，东、