

文章编号:1000-0550(2004)增刊-0001-07

中国石油近几年新区油气勘探成果及 下步工作面临的挑战和措施

赵政璋 何海清

(中国石油天然气股份有限公司勘探与生产公司 北京 100011)

摘要 自 1998 年随着中国石油、中国石化和中海石油三家大型国家石油公司的相继成立,中国的油气勘探的格局发生了很大变化,三大石油公司将面临国内外激烈的竞争局面。目前,从油气资源、探明储量、产量和探矿权上看,中国石油在国内仍均处于主导地位,同时在国际上也具有较强的竞争实力。作为以上游为主体的石油公司,中国石油所辖探区经过近 40 多年的油气勘探工作,主要含油气盆地的勘探程度日益提高,勘探难度日趋加大,面临日益复杂的地下、地面条件的挑战,勘探工作任重道远。近几年,针对中国石油的实际和现状,通过苦练内功、加强分层次的综合地质研究工作、加强地震技术攻关和地震准备工作、加大先进适用新技术的应用力度等行之有效的措施,新区勘探取得了一大批重要发现和成果,为近几年中国石油原油产量的稳定起到了至关重要的作用;同时也为下步新区勘探准备了一批潜在的目标和重点工作地区。下一步新区勘探工作所面临的挑战将更加严峻,但通过继续坚持近几年探索形成的一套行之有效的做法,坚定信念、精细研究、精心组织,扎扎实实地做好前期准备工作,新区勘探将会不断获得新的发现。

关键词 新区勘探 油气勘探成果 挑战和措施 中国石油

第一作者简介 赵政璋 男 1956 年生 硕士 石油天然气勘探与生产管理

中图分类号 T121 **文献标识码** A

1 中国石油油气勘探现状

1.1 从油气资源、探明储量、产量和探矿权上看,中国石油均处于主导地位

根据全国第二次油气资源评价,全国石油资源量 9.4×10^{10} t,天然气资源量 3.8×10^{13} m³,其中中国石油石油资源量 5.58×10^{10} t,天然气资源量 2.53×10^{13} m³,分别占全国的 59% 和占 67%;随着勘探进展和地质认识的深化,全国油气资源有不同程度的增长,近期全国油气资源评价的结果是,石油资源量 1.021×10^{11} t,天然气资源量 4.7×10^{13} m³,其中中国石油石油资源量 6.39×10^{10} t,天然气资源量 3.4×10^{13} m³,分别占全国的 63% 和 72%。

截止 2001 年底,全国累计探明石油地质储量 2.174×10^{10} t,天然气地质储量 3.01×10^{12} m³,其中中国石油累计探明石油地质储量 1.454×10^{10} t,天然气地质储量 2.37×10^{12} m³,分别占全国的 67% 和 79%。

2001 年全国石油产量 1.63×10^8 t,天然气产量 2.938×10^{10} m³;其中中国石油石油产量 1.03×10^8 t,天然气产量 2.058×10^8 m³,分别占全国的 63% 和 70%。

全国探矿权登记情况分析,中国石油、中国石化、

中海石油矿权登记面积分别为 141.2979×10^4 、 54.9096×10^4 和 82.9885×10^4 km²,其中中国石油占全国总矿权登记面积的 49.3%。

从上述分析可以看出,中国石油无论在油气资源、探明储量、产量和探矿权上在国内均处于主导地位。

1.2 中国石油在国际上具有较强的竞争实力

在世界第十四届石油大会上通过对主要国家石油资源量、剩余可采储量和产量统计(中国《世界石油工业》2002 年 1~2 期),中国石油和天然气资源分别位列第 9、10 位。

根据美国 2000 年《石油情报周刊》从石油天然气储量、产量统计,2000 年世界最大 50 家石油公司综合排名位次中,中国石油位列第 9 位。

中国石油 2000 和 2001 年油气勘探发现成本分别为 0.55 和 0.49 美元/桶,“九五”期间为 1.07 美元/桶,3 年平均为 1.01 美元/桶;国际 5 年平均勘探发现成本为 1.10 美元/桶,3 年平均为 1.07 美元/桶。中国石油的油气勘探成本已经接近世界一流水平。

1.3 中国石油目前的油气勘探现状

中国石油油气资源丰富,勘探程度相对较低,未来仍有一定勘探潜力。截止 2001 年底,累计探明石油地质储量 145.4×10^8 t,天然气地质储量 2.37×10^{12} m³,

油气资源平均探明率分别为 22.75% 和 6.97%。特别是天然气勘探程度非常低,目前正处于大发展时期。

中国石油“九五”期间探明石油地质储量稳步增长,通过加大西部地区的勘探力度,西部地区石油年增探明地质储量逐年增长,近几年已与东部地区基本持平,其中 2001 年西部地区为 2.2255×10^8 t,东部地区为 2.3428×10^8 t。“九五”期间天然气探明地质储量大幅增长,其中西部天然气年增储量均占 95% 以上。

近年来石油产量呈现东部基本稳定、西部稳步增长的趋势,2001 年中西部石油产量已达到 2488.3×10^4 t,占股份公司的 24%;天然气产量呈现东部基本稳定、西部快速增长的趋势,2001 年中西部天然气产量已达到 161.15×10^8 m³,占股份公司的 78.3%。

适度的工作量和投资是“九五”期间油气储量增长的重要保证。从近几年中国石油实际完成的工作量和投资分析,地震勘探出现二维地震工作量逐年递减、三维地震工作量大幅增加的特点,2000~2001 年二维地震工作量基本为 3×10^4 km 左右,三维地震工作量为 8000 km² 左右,探井口数大约为 640~650 口,进尺 160×10^4 m 左右。勘探综合投资 $106 \times 10^8 \sim 110 \times 10^8$ 元。

2 近几年新区油气勘探成果及下步重点工作的地区

2.1 新区勘探的基本含义

随着中国石油油气勘探整体勘探程度的逐渐提高,新区勘探的含义与我国 20 世纪 50、60 年代新区的含义有了很大不同,以前新区的含义更多的是指新的盆地或大的构造带,而目前新区的含义则更加广阔,涵盖的范围更宽,分类更加细致,根据目前的勘探实际,具体可以分为三大类五种类型。

2.1.1 新盆地或坳陷

目前大中型盆地级新区基本很难找到,但还有一些勘探程度低且有一定勘探开发价值的中小盆地和坳陷。如民和、鄱阳湖盆地、乌什、英吉苏坳陷、洪泽湖凹陷等。

2.1.2 新地区(分 3 种类型)

(1) 大盆地低勘探程度区

这些地区是因各种原因难以勘探形成的,可分为两种情况。一种是以前评价认为不利的地区,即地质上传统的观念都不认为是油气勘探目标的地区,比如向斜区、洼陷的深部、大型凸起等;另一种情况是地面条件难以勘探的地区,如地面条件为滩海、水泡子、江河、城市、经济发达区等。

(2) 大盆地中久攻不克的地区

这些地区地质评价有较好成藏条件,但由于勘探技术难度太大而久攻不下,随着技术的进步,制约勘探工作的关键技术有了突破,就可能有发现。如玉门窟窿山、柴西地区、库车地区、塔西南地区及四川盆地矿山梁等山地和沙漠发育区。

(3) 过去认为经济效益较差的区域

过去早有发现,但由于受技术和认识程度的限制,或认为经济效益较差的区域。最典型的就是低渗透、低丰度油藏和稠油等。这些地区随着近几年勘探开发技术和管理水平的提高及认识程度的加深,已逐渐成为重要的勘探领域。

2.1.3 新的层系和新领域

一是老区原没有认识到的新层系,如准噶尔的白垩系,低阻油层,辽河东部凹陷。二是认识到了但没有突破的新类型,如隐蔽油藏、前陆逆掩带、深层等。

2.2 已经获得重要突破的地区

以上所述的新区勘探通过“八五”和“九五”前期的准备,在一些地区已经获得突破,正在成为近几年增储上产的重要地区。

2.2.1 塔里木盆地库车坳陷油气勘探

库车前陆盆地油气资源丰富,具有良好的勘探前景,多年来也一直为勘探家所看好。“九五”期间在晚期成藏和相关褶皱理论的指导下,以寻找盐下构造为重点,通过山地地震的采集、处理、解释技术攻关,建立 10 种构造解释模式,提高了构造解释精度,加上高陡构造钻井及高压气井的测井、测试技术攻关,保证了异常高压气井成功钻探和测试,使库车地区的勘探取得重大突破成为现实。1997 年于库车坳陷克拉苏构造带克拉 2 号构造上钻探克拉 2 井,该井于 3530~3895 m 井段的下第三系—白垩系砂岩获得重大突破,日产气 $(23.5 \sim 71.7) \times 10^4$ m³。此后钻探的克拉 201、克拉 203、克拉 204 井,全部试获高产气流,从而发现了目前全国单体规模最大、丰度最高与整装性最好的砂岩大气田—克拉 2 号气田,目前经评价探明天然气地质储量 2840.29×10^8 m³。库车坳陷突破意义重大,不仅证实了库车坳陷是塔里木盆地天然气最为富集的地区,而且预示了中国前陆盆地具有良好的天然气成藏条件及良好的勘探前景。更为重要的是,以克拉 2 为代表的一批大中型气田的突破,为西气东输工程的启动奠定了资源基础。

2001 年分别在迪那 1 和迪那 2 构造钻探迪那 2 和迪那 11 井,迪那 2 井在钻至上第三系吉迪克组底砂岩段发生强烈井喷,用 32.77 mm 油嘴求产,日产气 218.2787×10^4 m³,折日产油 145.2 m³,之后部署 3 口评价井(迪那 201、22、202 井)均获成功,从而发现了迪

那 2 大型超高压凝析气田;迪那 11 井在下第三系 5 518~5 549 m 完井试油,用 9.52 mm 油嘴求产,获日产气 $83.3145 \times 10^4 \text{ m}^3$,油 105.6 m^3 ,发现迪那 1 大型凝析气藏,目前预测迪那构造天然气储量规模在 $1\ 000 \times 10^8 \text{ m}^3$ 左右。

2001 年在却勒 1 构造钻探的却勒 1 井在下第三系 5 759.1~5 769.89 m 裸眼跨隔中测,用 4.76 mm 油嘴求产,获日产气 $32\ 181 \text{ m}^3$,油 82.56 m^3 的工业油流,根据测井倾角资料和最新地震资料,却勒 1 井可能打在了构造北翼,因此油藏的形态、规模还有待三维解释及评价井落实,按照边水层状油藏模式,计算预测石油地质储量 $937.8 \times 10^4 \text{ t}$,溶解气 $43.33 \times 10^8 \text{ m}^3$,预测含油面积 26 km^2 。却勒 1 号油藏为库车坳陷下第三系盐下首次发现的常温、常压油藏,开创了库车坳陷盐下找油的新局面。经研究发现,该区带发育与却勒 1 号构造成藏条件相似构造有却勒北、却勒和喀拉玉尔滚三排构造带 10 个圈闭,预测圈闭资源量 $3.3 \times 10^8 \text{ t}$,展现了良好的勘探前景。

2.2.2 准噶尔盆地陆梁亿吨级油田的发现

准噶尔盆地陆梁地区该区自 1981 年以来就在三个泉 1 号背斜钻探陆 2 井,之后相继钻探陆 4 井、陆 7 井,均在白垩系和侏罗系西山窑组见到了良好的油气显示,但长期未获突破。但通过坚定信念、坚持不懈的探索,坚持石油地质综合研究,2000 年三个泉 1 号背斜钻探的陆 9 在侏罗系和白垩系均获工业油流,打开了该区勘探的新局面,发现了盆地内新的含油层系(白垩系)。陆 9 井在侏罗系 2 226~2 230 m,4 m/层,3.5 mm 油嘴日产油 25 m^3 ,气 349 m^3 ;白垩系 1 414.5~1 418 m,3.5 m/层,3.5 mm 油嘴日产油 $16 \sim 18 \text{ m}^3$,共计 12 层(J:3,K:9)获工业油气流。之后摸索出针对低阻油层及时识别的 MDT 技术,同时通过加强了固井技术和质量,为 2000 和 2001 年部署探井及评价井的成功奠定了坚实的基础。通过 2000、2001 年的评价,累计探明石油地质储量 $10\ 721 \times 10^4 \text{ t}$,目前已建成产能 $100 \times 10^4 \text{ t}$ 。成为新疆油田分公司 20 年来发现的一个规模最大、埋藏最浅、发现到开发节奏最快的高效油田。

2.2.3 鄂尔多斯盆地志靖—安塞石油勘探

鄂尔多斯盆地志靖—安塞地区面积 $33\ 970 \text{ km}^2$,石油资源量 $25.4 \times 10^8 \text{ t}$ 。1991~1993 年按照立体勘探的方针,在勘探古生界天然气的同时,同时注重中生界石油勘探,1994 年集团公司作出“组建新区事业部陕北项目经理部、加快靖安地区石油勘探步伐”的重要决策,拉开了大规模开展志靖—安塞石油勘探的序幕,“九五”期间及近两年通过新区事业部和长庆油田的工

作,对于石油聚集规律和勘探前景进行了深入细致的分析评价,总结出三角洲砂体控油规律,同时针对三叠系延长组三角洲砂体分布和侏罗系古地貌重塑及古河道分布开展了大规模的工业化制图,并在低渗透油层的压裂改造方面狠下功夫,单井产量显著提高,相继发现并探明了新城、五里湾等含油区块,同时使王窑、侯市、杏河、杨米涧、沿河湾等含油范围不断扩大,发现了三叠系长 6、长 4+5、长 2 及侏罗系延 9、延 10 等五套油层,截止 2001 年底已累计探明石油地质储量 $6.57 \times 10^8 \text{ t}$,三级储量合计 $10.7 \times 10^8 \text{ t}$,成为中国近期最大的石油发现。另外志靖—安塞三角洲南部南延部分尚有多处砂体勘探程度很低,因此具有再探明 $(3 \sim 5) \times 10^8 \text{ t}$ 的巨大潜力,近期有望拿下 $(10 \sim 12) \times 10^8 \text{ t}$ 的整装大油田。该区的突破为长庆油田近几年产量的持续增长和未来几年的上产奠定了坚实的基础。

2.2.4 鄂尔多斯盆地上古生界天然气勘探

1989 年陕参 1 井奥陶系古风化壳的突破,揭开了鄂尔多斯盆地天然气勘探的序幕,“八五”期间,以下古生界古风化壳为主的评价勘探进展顺利,探明了长庆气田下古气藏。“九五”以来,鄂尔多斯盆地复杂地形地震勘探技术、砂体预测技术和工业化砂体制图、低渗透气藏改造技术的进一步完善,总结出砂带控气的地质认识,有力推进了上古生界天然气勘探,先后发现或探明了榆林气田、乌审旗气田、长东气田、苏里格气田。特别是 2000 年苏里格庙地区取得重大突破,形成继下古之后新的天然气勘探层系和接替领域。

苏里格庙地区面积 $2 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。该区的天然气勘探始于 1999 年,当时上古生界天然气勘探已经在盆地中东部的陕 141 井区二叠系山西组山 2 段和北部乌审旗地区的陕 231 井块下石盒子组盒 8 段取得了重要发现,为了进一步扩大盆地上古生界天然气勘探成果,相继在苏里格庙地区部署了苏 2 井、桃 1、3、5 井,苏 2 井、桃 5 井和桃 1、3 分别在盒 8 段和山 1 段获工业气流,特别是桃 5 井在盒 8 段获日产 $26.17 \times 10^4 \text{ m}^3$ 的高产气流,发现了上古生界勘探以来的中—高渗储层;2000 年围绕苏 5 井在该区展开预探,同时开展盒 8 砂体工业化制图,追踪盒 8 有利砂带的分布,部署的苏 6 井在盒 8 底钻遇 46 m 厚的中—粗粒石英砂岩,其中 10 m 气层段孔隙度达 15%,渗透率平均 $8.23 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,试气在盒 8 获日产无阻流量 $120.16 \times 10^4 \text{ m}^3$ 的高产气流,发现苏里格大气田,2000~2001 年在评价东砂带的同时,区域甩开预探西砂带,发现新的含气领域,使含气范围大幅度扩展。2001 年底,该区累计探明地质储量 $2204.75 \times 10^8 \text{ m}^3$,另外另有基本探明地质储量 $3820.52 \times 10^8 \text{ m}^3$,从而使该区基本探明地质

储量 $6025.27 \times 10^8 \text{ m}^3$, 使鄂尔多斯盆地累计探明天然气地质储量达到了 $1 \times 10^{12} \text{ m}^3$ 。

2.2.5 玉门青西逆掩带石油勘探

酒泉盆地自发现老君庙、鸭儿峡、石油沟、白杨河和单北油田以后,近20年时间勘探无大的突破和进展,20世纪30~70年代累计探明石油地质储量 $9\ 006 \times 10^4 \text{ t}$,1959年最高年产 $140 \times 10^4 \text{ t}$,1998年产 $40 \times 10^4 \text{ t}$ 。80年代中期曾在柳沟庄构造上开展预探,发现了白垩系白云岩裂缝型储层油藏,但限于当时的技术水平对裂缝识别和储层改造无能为力,使油田评价无法进行。到1998年,特别是1999年以来,针对裂缝性油藏的实际地质情况,通过加强地质综合研究,强化勘探项目管理,坚持不断的探索,加大三维地震攻关力度,积极应用成像测井、欠平衡钻井和深度酸化等先进适用配套技术,总结出燕山期近南北向断陷控制生烃、喜山期东西向逆掩控制成藏的地质认识;相继获得了柳102、隆101等一批百吨级的高产油井,打开了酒西坳陷油气勘探新局面。近两年窟窿山构造不断获得新突破,大大拓展了盆地的勘探范围,同时发现了高产、稳产的砂砾岩主力储集层,分析认为窟窿山构造是一个多套油层叠置的整装构造油藏,具有油层厚度大、油层能量大、单井产量高、油藏内部基本不含水的特点。到目前为止,青西地区已完成探井20口,其中隆1、柳1、柳3、柳102、隆101、隆102、隆4、隆5、隆103、隆6、隆8等11口井获高产工业油流,有三级储量累计达 $8\ 395.2 \times 10^4 \text{ t}$,已经看到了3~5年新增探明储量 $1 \times 10^8 \text{ t}$,原油产量回升到 $100 \times 10^4 \text{ t}$ 的潜力和方向,同时青西地区的突破极大地鼓舞了其他老油区的勘探工作。根据近期研究成果分析,酒西坳陷仍具有很大的勘探潜力,已明确的有利勘探目标有窟窿山、鸭南潜山、南部隆起区、石北凸起、青西凸起、大红圈凹陷南缘六个有利地区。

2.2.6 四川盆地川东飞仙关鲕滩天然气勘探

1963年在石油沟构造钻探的巴3井首次在飞一段获日产气 $4.26 \times 10^4 \text{ m}^3$,开始了川东地区飞仙关鲕滩天然气勘探工作,到80年代虽在福成寨和黄草峡构造发现了飞仙关组气藏,但规模很小,所以该领域的勘探长期处于兼探地位。90年代开始,特别是近几年,川东飞仙关鲕滩实现了三次大的突破,相继在渡口河、铁山坡和罗家寨构造发现规模型整装气藏,形成继石炭系之后新的天然气勘探层系和接替领域,为川气出川奠定了资源基础。

川东飞仙关鲕滩为岩性—构造复合圈闭气藏,储层主要为溶孔鲕粒云岩、溶孔云岩和溶孔鲕粒灰岩,从90年代开始,加强了对鲕滩发育区控制因素和鲕滩气

藏分布规律的研究,总结出开江—凉平海槽两侧存在大面积鲕滩分布的认识。1995年在渡口河构造钻探渡1井,在飞仙关发生强烈井喷,由于工程事故该井报废,侧钻渡1-1井,在飞仙关组白云岩中获日产天然气 $44.152 \times 10^4 \text{ m}^3$,从而发现了渡口河飞仙关鲕滩气藏,特别是出气后,通过将其产层的合成记录对地震资料进行标定,发现对应产层段的地震资料有“亮点”响应,根据亮点显示在渡口河构造部署渡2、3、4、5井,结果4口井均在飞仙关组钻遇储层,从而形成了山地条件下鲕滩储层的准确识别技术—亮点技术;1999年利用亮点技术在铁山坡构造钻探坡1井,获日产气 $26.5 \times 10^4 \text{ m}^3$,无水, H_2S 含量 156.177 g/cm^3 ,发现铁山坡飞仙关鲕滩气藏;2000年相继在罗家寨构造钻探罗家1、2井,罗家1井飞仙关组 $3\ 457.4 \sim 3\ 519 \text{ m}^3$ 层33 m测试,26 mm孔板日产气 $45.84 \times 10^4 \text{ m}^3$,无阻流量 $290 \times 10^4 \text{ m}^3$, H_2S 含量 150.014 g/cm^3 ,罗家2井 $3\ 211.4 \sim 3\ 285 \text{ m}$ 井段3层60 m,29 mm孔板日产气 $63.2 \times 10^4 \text{ m}^3$,无阻流量达 $327 \times 10^4 \text{ m}^3$, H_2S 含量 125.3 g/cm^3 ,发现罗家寨飞仙关鲕滩气藏。截止2001年底,渡口河气田累计探明天然气地质储量 $271.65 \times 10^8 \text{ m}^3$,预测天然气地质储量 $237 \times 10^8 \text{ m}^3$;铁山坡构造控制天然气地质储量 $448 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。罗家寨构造2002年一季度通过评审在罗家1、2、4井区,提交探明天然气地质储量 $387.82 \times 10^8 \text{ m}^3$,外围剩余控制天然气地质储量 $541.05 \times 10^8 \text{ m}^3$,预计可探明天然气地质储量 $600 \times 10^8 \text{ m}^3$ 以上。川东北部飞仙关组鲕滩构造圈闭32个,未来勘探潜力还很大。

2.2.7 柴达木盆地三湖天然气勘探

“八五”末,柴达木盆地三湖地区累计探明天然气地质储量 $471.53 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。“九五”期间通过对柴达木盆地老资料的重新处理与地震剖面上气层特征的识别和评价,认为盆地东部地区高孔隙、高渗透储层不可能出现干层,原来解释的干层可能为气层。在此认识的指导下,对柴达木盆地三湖地区涩北一、涩北二、台南气田重新认识,并钻少许扩边探井,使三湖地区新增探明天然气地质储量 $871.3 \times 10^8 \text{ m}^3$,1999年底累计探明天然气地质储量 $1\ 342.83 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。2000年利用高分辨率地震资料、测井综合解释技术,对气田气水分布规律、气藏控制因素的认识进一步提高,结合涩北一号气田北翼涩29井获高产气流的实际情况,证实了气田含气面积进一步扩大,气层有效厚度将大幅度增加(平均厚度达130 m,最大厚度达到300 m),涩北一号新增控制天然气地质储量 $615.23 \times 10^8 \text{ m}^3$,目前基本探明储量近 $3\ 000 \times 10^8 \text{ m}^3$,与“九五”初期相比,该区天然气探明地质储量翻了两番,成为中国陆上四大气区之一,

为涩~宁~兰天然气管线提供了可靠的资源基础。

2.3 正在突破之中的地区

近几年对一些地质评价较为有利的新区新领域通过加大地质研究、地震前期准备和积极采用先进适用的新技术,出现了一批新的勘探成果,目前只能说看到了良好的勘探前景,属于正在突破阶段,这些地区将在未来油气储量的接替中发挥重要作用,也是目前新区勘探的重点。

2.3.1 鄂尔多斯盆地陇东石油勘探

陇东地区勘探面积 $3 \times 10^4 \text{ km}^2$, 远景资源量 $27.6 \times 10^8 \text{ t}$ 。2000 年以前受地质认识的局限和勘探技术水平限制,长 6~长 8 产量低,勘探未有大的突破。2000 年以来对长 6~8 砂体有了新的认识,以前认为是水下扇沉积,通过研究现在认为是辫状河和三角洲沉积,同时对长 6~8 砂体开展了工业化制图,进行砂体分布的预测,适当加大压裂改造规模和优化压裂设计,使单井产量有了较大幅度提高。2001 年深化地质研究在大面积低渗透背景下优选出相对高渗的含油富集区,首先在西峰—白马地区获得突破,西 17 井获日产 34.7 t,之后相继发现了一批高产工业油流井,最高日产可达 50.4 t,目前看长 8 期为三角洲沉积,砂体呈北东南西向展布,河道宽 2~4 km,砂体厚 13.5~22 m,储层岩性为长石岩屑砂岩,粒度较粗,物性较好,长 6~8 油藏分布范围广,油层厚度大,已经初步形成一个超亿吨级场面,形成了长庆油田石油勘探新的储量增长区和战略接替地区。整体计划 2003 年提交探明储量 $1 \times 10^8 \text{ t}$, 建产 $100 \times 10^4 \text{ t}$ 。目前的难点和问题是砂体的精细描述和控油规律的认识还不够,特别是高产富集规律还需进一步研究。

2.3.2 塔里木盆地轮南潜山石油勘探

轮南奥陶系古潜山位于塔里木盆地塔北隆起中段,整个奥陶系碳酸盐岩潜山有利面积 $4 420 \text{ km}^2$,其中塔里木油田分公司矿权面积 $1 460 \text{ km}^2$ (位于潜山主体部位),塔里木油田登记区内资源量为 $3.89 \times 10^6 \text{ t}$ 。在前几年新星公司塔河区块勘探经验的基础上,通过加大综合研究工作的力度和先进适用配套技术的应用,2001 年轮南潜山获重大突破。在 2000 年轮南地区完成高分辨率三维地震叠前满覆盖面积 567 km^2 的基础上,2001 年位于轮南潜山西部部署的轮古 9 井对 5 547~5 600 m 井段酸化压裂,用 12 mm 油嘴求产,日产油 228 m^3 ;轮古 15 井对奥陶系 5 726~5 750 m 井段酸化,通过注轻油试采的方法进行系统试油,平均稳定日产量 434 m^3 ,新增含油面积 58.2 km^2 ,预测石油地质储量 $7 303 \times 10^4 \text{ t}$ 。位于桑塔木断垒带南斜坡部署的轮古 12 井对奥陶系 5 509~5 527.89 m 井段中

测,8 mm 油嘴求产,折日产油 195 m^3 ,气 $169 728 \text{ m}^3$,原油比重 $0.815 6 \sim 0.840 5 \text{ g/cm}^3 (20^\circ\text{C})$,轮古 16 井对 5 468~5 600 m 试油获日产油 24.7 m^3 、气 $3 145 \text{ m}^3$,轮古 18 井对 5 457.35~5 558 m 试油,日产油 103.2 m^3 、气 $40.28 \times 10^4 \text{ m}^3$,2001 年桑塔木断垒与桑南斜坡新增奥陶系含油气面积 94 km^2 ,新增凝析气藏预测天然气地质储量 $311.53 \times 10^8 \text{ m}^3$ 、凝析油储量 $687.3 \times 10^4 \text{ t}$ 。2002 年加大预探力度,有 8 口井获高产油气流(轮古 15-1、40、41、42;轮古 13、16、16C、17),预计可探明石油地质储量 $2 500 \times 10^4 \text{ t}$ 。

轮南潜山油气田具有含油气范围广、油气资源量大,储层基质孔隙度低,非均质性突出,油气水分布关系复杂,总体具有西油东气趋势等特点。通过新的高分辨三维地震资料、精细的碳酸岩盐缝洞型储层描述和配套的储层改造技术应用,新一轮勘探取得显著效果,已经获得了一批高产稳产井,正成为塔里木油田石油勘探的主攻战场。

2.3.3 渤海湾盆地隐蔽油藏勘探

渤海湾盆地整体勘探程度已高,资源探明率均在 40% 以上,继续勘探构造和断块油藏的潜力已有限,但作为一个富含油气盆地,油气勘探的潜力仍很大,特别是隐蔽油藏的勘探。近几年通过区域古环境研究确定砂体成因和大致范围,建立油藏模式,老井复查寻找有关线索,地震资料高精度反演具体描述砂体并标定井位等一系列精细工作,隐蔽岩性油藏的勘探在多个地区见到好的效果,如大港歧口凹陷西坡、巴音都兰凹陷、华北大王庄、冀东的柳赞地区等。下面以巴音都兰凹陷为例做一分析。

巴音都兰凹陷面积 $1 200 \text{ km}^2$,自 1977 年勘探以来,勘探一直未取得实质性突破,成为二连盆地发现油气最早却久攻不克的凹陷。2001 年解放思想,开展针对性技术攻关和扎实的基础地质研究,在巴 I 号构造和巴 II 号构造获得突破,打开了二连探区针对性寻找隐蔽油藏的新局面。主要是勘探思路和观念的变化起到了决定性作用,通过对以前只钻探断块高点的反思,通过地震资料的高精度反演,结合沉积学理论,认为在断块下倾部位或斜坡上存在厚层砂岩体,在这种认识指导下,通过提取地震属性,预测砂体的平面分布范围,准确识别扇三角洲沉积体,构建构造—岩性油气藏成藏模式,结合老井复查寻找有关线索,在巴 II 号构造部署的巴 19 井获得成功,相继钻探的一批井均获工业油流,发现了巴 19 构造—岩性油藏,探明石油地质储量 $1 241 \times 10^4 \text{ t}$;当年建产 $1.68 \times 10^4 \text{ t}$,2002 年将建成 $15 \times 10^4 \text{ t}$ 能力;利用同样的思路 2002 年巴 I 号构造获得突破,预计探明储量超过 $500 \times 10^4 \text{ t}$ 。2002 年利用

巴音都兰凹陷形成的一套勘探思路和技术方法系列,在乌里雅斯太、赛汉塔拉等凹陷获得新突破,使二连盆地勘探出现新的局面。

2.3.4 塔里木盆地哈德逊地层一岩性油藏

1998年哈得1、哈得4井获得高产油流,发现了哈得1油藏和哈得4石炭系东河砂岩油藏。1999年基本探明了哈得4油田,油藏油层具砂体薄、层数多、分布范围广、物性好的特点,油气勘探潜力较大。但由于受对东河砂岩分布和厚度预测等的限制,近几年还没有实质性的突破,下步工作的重点是东河砂岩分布(尖灭点)和厚度的准确预测。

2.4 仍在准备与探索之中的地区

除了上述已经获得重要突破和正在突破的地区外,还有多个目前仍在准备与探索之中的新区新领域,具体包括渤海湾滩海、洪泽湖凹陷、四川大巴山和龙门山前、陕甘宁盆地西缘、陕甘宁盆地姬塬高地、准噶尔盆地南缘、柴达木盆地柴西地区、塔里木盆地塔中志留系、塔里木盆地塔中奥陶系、塔里木盆地英吉苏拗陷、塔西南、乌什凹陷、民和盆地、吐哈盆地三叠系等,这些可能是未来油气勘探的重要接替地区,必须在研究上、地震准备上多下功夫,同时保证一定的实物工作量进行准备和探索。

对于南方海相碳酸盐岩勘探、华北古生界、羌塘盆地等领域或地区,“八五”、“九五”期间已经做了一定程度的研究和勘探,总体来看地质条件异常复杂,未来一段时间应主要突出在地质理论、地质认识方面的研究工作。

3 目前新区勘探工作面临的主要挑战和措施

3.1 新区油气勘探工作面临的主要挑战

3.1.1 油气藏类型日趋复杂,勘探难度增大

随着中国石油总体勘探程度的逐渐提高,目前无论是新区勘探还是老区勘探,所面临的油气藏类型日趋复杂,勘探难度加大。一是高陡构造油气藏,主要分布在塔里木库车、准噶尔南缘、吐哈火焰山、四川龙门山大巴山前等;二是小断块油气藏,主要分布在渤海湾、吐哈、二连、海拉尔盆地;三是大面积低丰度低产岩性油气藏,主要分布在松辽、鄂尔多斯盆地等;四是火成岩砾岩泥岩裂缝型油气藏,主要分布在渤海湾、松辽、玉门、柴西等;五是海相碳酸盐岩油气藏,主要分布在塔里木盆地轮南、塔中,鄂尔多斯下古生界等。

3.1.2 地面条件日趋困难,成本压力增大

随着重点勘探区域向西转移,复杂地面的比例大幅度增加,施工条件也明显变差,成本控制压力越来越

大。中西部地区勘探程度较低,油气勘探潜力很大,但面临山地、沙漠、戈壁、黄土塬等恶劣的地面条件,地震、钻井的难度和成本控制的难度都很大,地下面临各种复杂构造,且目的层埋深大、勘探成本高。

3.1.3 资源丰度明显变贫,开发压力增大

随着勘探程度增加,剩余资源品质变差,受地下地质条件的限制难以摆脱低渗透的困扰。据北京勘探开发研究院研究,剩余石油资源近60%是低渗透资源,如准噶尔、鄂尔多斯、松辽盆地剩余资源基本全为低渗透。估计在今后很长一段时期内低渗透将是股份公司石油资源的主体。

3.1.4 市场需求差别明显,石油勘探压力大于天然气

东部一些主力油区已进入了勘探中一成熟期,维持石油产量稳定的难度越来越大,国民经济的快速发展,石油需求缺口将越来越大,供需矛盾日趋突出。同时,石油勘探可供钻探的大的目标比较少,东部地区油藏类型主要为岩性等非常规油藏,勘探难度在日益加大;中西部地区面临复杂的地面地下条件,地震、钻井的难度和成本控制的难度都很大。

目前天然气勘探正处于大发现期,近几年天然气探明储量大幅度增长,同时天然气勘探可供钻探的目标准备比较充分,特别是四大气区的勘探。但受市场条件的制约,勘探的节奏放缓。

3.1.5 勘探程度相对较高,对工作的精细程度要求提高

面对上述挑战和困难,勘探要不断获得新的发现和发展,必须要求把各项工作做精、做细、做深。具体包括三个方面,一是要精细的综合地质研究工作;二是要精细的地震采集、处理和解释技术;三是要精细的井筒配套技术。

3.2 针对下步新区油气勘探工作的措施

3.2.1 狠抓新区预探目标评价的综合研究

(1) 在地质研究中突出战略预探目标的研究,设立9大课题

从2001年开始设立“油气地质评价与预探目标研究项目”,设立9大课题。目的是加强预探,准备勘探领域,选准战略方向,准备预探区带和目标,落实2~3年地震部署目标和预探目标。通过近两年的工作,研究成果已初见成效,形成“吃一、拿二、看三”的局面,发现、评价了一批有勘探潜力的新区带、新层系,优选了具有重大接替领域意义的区带26个。

(2) 充分发挥北京研究院的作用

以合同的方式安排股份公司直属北京研究院、廊坊分院、西北分院和杭州所三院一所深入吉林、塔里木、渤海湾、准噶尔、青海、西南、长庆、玉门等油气田开

展现场工作,对于强化油田研究力量、促进成果交流、发挥研究成果转化为生产力等方面起到了积极作用,在勘探生产上见到了很好的效果。

(3) 充分发挥集团公司整体优势,组织物探局派七个研究分队常驻现场

为了加强物探技术与地质研究的结合,安排物探局研究院深入油气田现场工作。物探局在吉林、塔里木、准噶尔、青海、吐哈、长庆、玉门等7个探区自己配备工作站和微机,近200人常驻油气田现场开展工作,2001年提供井位87口,采纳52口,工作效果明显,在近几年新区勘探的突破中起到了重要作用。

(4) 加大分层次的地质综合研究工作的投入

三个层次的地质综合研究一是长远发展战略研究和重大预探目标研究,用于研究油气勘探中长期战略问题;二是跨探区的重点勘探领域和方向研究,准备近期油气勘探的领域、有利勘探区带和目标;三是以探区为单元的井位设计和勘探动态研究,确保当年预探目标的实现。从2001~2002年在每年计划中列出专项投资,在投资上给予倾斜和保证。

3.2.2 强化攻关,狠抓地震前期准备

(1) 加强宏观技术指导、组织协调的管理力度

为了达到多做有效地震,作到地震部署有地质意义、技术可行、能解决实际地质问题,对所有地震部署要进行详细审查,同时集中审查重点地震施工设计,对难度大的地区要及时组织有关专家现场指导,针对一些地区特殊的技术难题要召开研讨会议进行专题研

讨,在施工过程中要加强现场监督,以保证资料质量。

(2) 保持物探投入的基本稳定

为了加强地震前期准备,在近两年物探工作量或投资的基础上,适当增加二维地震工作量,使二维地震工作量在未来几年达到4万km以上,三维仍保持前两年的水平。从目前的中国石油的勘探实际情况分析,二维和三维工作量安排和比例是比较恰当的,也是有根据的,据法国研究院对近几年全球物探采集工作的统计表明,全球陆上61%的地球物理勘探是3D采集,28%是2D采集,中国石油近两年也存在类似情况,3D占整个物探投资的60%,接近2/3,2D占1/3强。

(3) 分类组织攻关

随着勘探对象的日趋复杂化,面对的新区新领域获取地震资料的难度也在增加,这就要求针对不同的情况、不同的目的分门别类开展地震攻关。具体攻关的领域和对象是复杂山地高陡构造油气藏、大面积低丰度岩性油气藏、高成熟探区的小断块油气藏、台盆区碳酸盐岩油气藏、复杂岩性体油气藏、滩海及海域油气藏。

参考文献(References)

- 1 赵政璋,赵贤正,何海清. 中国石油近期新区油气勘探成果及面临的挑战与前景展望. 中国石油勘探,2002,7(3):1~6
- 2 杜金虎. 二连盆地隐蔽油藏勘探. 北京:石油工业出版社,2003
- 3 中国石油勘探与生产分公司. 中国中西部前陆盆冲断带油气勘探文集. 北京:石油工业出版社,2002

Recent Oil & Gas Exploration Harvests in the New Area of Petrochina and Future Challenges and Measures

ZHAO Zheng-zhang HE Hai-qing

(Exploration & Production Company, Petrochina Company Limited, Beijing 100011)

Abstract Since 1998, with the construction of the three large national petroleum companies including, Petrochina, Sinopec and Cnooc, the oil & gas exploration situation has taken place great change in China. The three companies will face great violent competition in international and civil market. Currently, Petrochina has dominant position among the Chinese oil companies in terms of oil & gas resource, proved reserves, production output and prospect right. At the same time, it has relatively strong competitiveness as compared to international companies. In recent years, being dead against oil & gas exploration actuality, Petrochina has achieved a number of important discoveries and harvests in the exploration of new area through the effective measures for comprehensive geology research, seismic technique study and preparations and wider application of advanced and suitable new exploration technology. This plays key role in the crude oil production stabilization of Petrochina, at the same time, prepares some potential targets and key work target for next exploration in new area. Next step, although the facing challenge will be more serious, through effective modus formed by continuously persistence in recent years, the exploration of new area will acquire new discoveries.

Key words exploration of new area, oil & gas exploration harvests, challenge and measure, Petrochina