

# 塔里木盆地沙参2井海相油气首次发现的历程与启迪

康玉柱

(中国石化石油勘探开发研究院,北京 100083)

**摘要:**沙参2井是中国古生代海相层系油气首次获得重大突破的标志。从1970年战略评价塔里木盆地,到1984年塔里木盆地北部沙参2井在奥陶纪白云岩中获高产油气流,再到1990年塔河奥陶系大油田的发现,塔里木盆地30年的勘探开发实践带来了许多启迪,也形成了一系列中国海相油气成藏理论和超深层海相碳酸盐岩缝洞型油田勘探开发技术。回顾沙参2井的发现历程,对于在未来的油气勘探开发中解放思想、勇于创新具有重要的借鉴意义。

**关键词:**沙参2井;海相成油;古生代;塔河油田;油气勘探史;中国

**中图分类号:**TE132.1

**文献标识码:**A

## The first marine petroleum discovery in China and its significance

Kang Yuzhu

(Petroleum Exploration and Production Research Institute, SINOPEC, Beijing 100083, China)

**Abstract:** The Well Shacan-2 in northern Tarim Basin was the first marine petroleum discovery in China, indicating a strategic breakthrough in the oil and gas exploration of marine sequences in the country. The exploration history of the Tarim Basin can be traced back to the 1970s when a strategic project was launched to assess the petroleum potential of the basin. In 1984, the Shacan-2 was tested with a high rate of oil flow in the Ordovician dolomite in northern Basin. In 1990, the giant Ordovician oil field was discovered in Tahe area. More than 30 years of exploration practice had not only inspired us greatly but also produced technology series for developing oil and gas from fractured-vuggy reservoirs in marine carbonates. A review of the history may serve to help us to be more brave and innovative in our future path of finding oil and gas for the country.

**Key words:** Shacan-2, hydrocarbon generation in marine layer, Paleozoic, Tahe oilfield, oil and gas exploration history, China

沙参2井位于塔里木盆地北部,1984年9月22日在井深5 391 m的奥陶纪白云岩中获高产油气流,日产油1000 m<sup>3</sup>、天然气200×10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>,实现了中国古生代海相层系油气的首次重大突破,开辟了中国古生代海相油气勘探的新纪元,成为中国油气勘探史上的重要里程碑<sup>[1-4]</sup>。塔里木盆地开发至今,经历了30年艰苦卓绝的光辉历程。从1970年战略评价塔里木、1978年组建西北石油局、1979—1983年油气勘探、1984年开天辟地的油气重大突破、1985—1997年连获油气突破发现12个油气田、1990年发现世界级塔河大油田、1992—1995年开拓巴楚—麦盖提地区实现导向性重大突破,到塔河特大油田开发[2013年累计探明储量13×10<sup>8</sup> t,年产油气8 800×10<sup>4</sup> t(油当量)]、2010—2014年又发现2个大型油气田及5个油气田,全历程是艰苦创业的30年,是自主创新的30年,是取得辉煌油气勘探成果的30年,也是中国石化西北石油局快速

发展的30年。如今,塔河油田已成为中国石化油气增储上产的主力军和中国石化第二大油田。

## 1 战略评价塔里木盆地

几十年来,中国古生代海相成油一直是国内外专家、学者十分关注的大问题。1922年,美国斯坦福大学某教授在一篇题为《中国和西伯利亚的石油资源》的论文中再次强调:“中国缺石油归于三个地质条件:第一,中、新生代没有海相沉积;第二,古生代大部分地层不能生成石油;第三,除西部和西北部某些地区外,几乎所有地质时代的岩石遭受强烈的褶皱、断裂,并受到火成岩不同程度的侵入。”

1969年,著名地质学家李四光教授提出:“现在有一个问题,我想提出来与同志们研究一下,我们现在找出来的油田都是中、新生代的,难道我们的古生代就没

收稿日期:2014-10-08。

作者简介:康玉柱(1936—)男,中国工程院院士,油气地质与勘探。E-mail: kangyz. syky@sinopet. com。

基金项目:国家科技重大专项(2011ZX05005-004)。

有油吗?美国有一半的大油田在古生界,苏联的第二巴库也是泥盆系,非洲的阿尔及利亚、利比亚也是古生界。他们的特点,都是褶皱构造比较平缓,我们要在古生代盖层平缓、褶皱缓和的地区集中力量试验一下。譬如,四川,特别是塔里木……从战略上讲,我们要选一个地方,早一点去找开一个缺口。”

1970年,我们按李四光教授的指示,运用地质力学理论和方法,对塔里木盆地进行油气前景评价。在野外调研时,首次发现古生代石炭系-二叠系及寒武系-奥陶系生油岩。经全面系统研究后认为,塔里木盆地,古生代为“地台”型盆地,处于相对稳定阶段,沉积一套海相碳酸盐岩及碎屑岩建造。中、新生代发育了以陆相为主的沉积;全盆地发育5套生油岩,厚度大、分布广、油气资源潜力巨大;具有多时代成油组合;存在多个大型坳陷与隆起,这些坳陷和隆起为大油气田的形成创造了良好的基础。

因此,塔里木盆地具备形成大油气田的地质条件,是我国重要的大型含油气盆地。具体部署是:扩大一块(库车坳陷)、突破一块(西南坳陷区)、准备一块(东部坳陷区)、研究一块(巴楚隆起古生界)。并建议地质部快上石油普查勘探队伍,开展油气勘探工作。

## 2 挺进塔里木盆地

### 2.1 筹建石油普查勘探队伍

1977年8月,国家地质总局根据国家石油工业发展的战略需要——提前5~10年为国家石油部门准备好开发后备基地的方针,决定成立塔里木筹备组,到塔里木盆地进行调研并编制上石油普查勘探队伍的设计方案。该组立即赴塔里木盆地进行了4个月的实际调查,编写了《塔里木盆地石油地质普查初步设计方案》。

方案提出,在塔里木盆地可以找到几个大庆式储量的后备基地。总体部署建议是:全盆着眼,分区规划,突破喀什,查清东部,探索中央。并建议组建“新疆石油普查勘探指挥部……”。上述方案于1978年1月向国家地质总局领导作了汇报,得到了国家地质总局领导的肯定和采纳,并于1978年5月下文组建了“新疆石油普查勘探指挥部”(后改为西北石油局)。

### 2.2 战略转移到塔北地区

1978年6月始,按国家地质总局的部署,在塔里木盆地西南的喀什-麦盖提地区进行初步油气勘探工作,部署了1:200 000重力磁及二维地震大剖面,并在喀什坳陷地表背斜构造及麦盖提斜坡上倾部位的曲苦卡克构造打了口探井(麦参1井石炭系见油气显示)。经一年多的初步勘探发现两大难题:①含油目的

层不明,目的层埋藏太深,当时钻机能力不可及;②地表构造复杂,勘探工作难以进行,急待寻找新的靶区。

那么新的勘探靶区选在那里?1979年8月,在油气勘探部署工作会议上我们首先提出向塔北沙雅隆起转移的意见。但当时有人说,前人在这个地区做了大量勘探工作,如地震、重磁等,还打4口探井,认为新生界直接盖在古老变质岩上,不是有利的油气远景区而否定了,为什么我们还要上呢?我们提出向沙雅隆起转移的理由是:

1)我们用地质力学理论方法研究后认为,沙雅隆起在早古生代时,西与柯坪隆起、东与库鲁克塔格隆起,形成一个东西向沉降带;晚古生代以来,柯坪与库鲁克塔格隆起开始形成隆起带,但沙雅隆起仍在沉降接受中、新生代沉积。

东部——库鲁克塔格古生界发育齐全,海西末期运动使其隆起抬升,大部分地区缺失上古生界及其以上地层。

西部——柯坪隆起古生界发育齐全,海西末期隆起抬升,故缺失中、新生代地层。因此,预测沙雅隆起不但有古生界也应该有中生界。不应该像前人推断的那样,新生界直接盖在古老变质岩上,不是有利的含油气远景区。

2)沙雅隆起北邻库车生油坳陷,南接满加尔生油坳陷,成为油气运聚指向地区,有利于成藏。

3)航磁和重力资料表明,沙雅隆起基底埋藏较浅,仅4~5 km,其上发育有3~4个重力高,是寻找古潜山油气藏的有利地区。

4)地势和交通条件较好。

由此,提出向沙雅隆起转移的意见。这个意见得到了上级的同意。所以,从1980年初,西北石油局的勘探重点从塔西南转移到塔北沙雅隆起。

## 3 沙参2井的重大突破

1980年初,西北石油局把油气勘探重点战略转移到沙雅隆起,开展地震勘探和1:200 000重磁普查,在30 000 km<sup>2</sup>面积 of 的沙雅隆起上摆开了战场。为了加快勘探进度,在塔里木河南设计了跃参1井。1981年,该井钻至井深4 747 m,见到了二叠系,钻遇了700多米厚的三叠系-侏罗系,其中有320 m厚的生油岩。

跃参1井的地质成果意义很大,证实了:①沙雅隆起及其邻区不但有中生界,而且也有古生界;②中生界发育有较好的生油层;③古生界埋藏较浅。这一重大成果打开了认识塔东北地区油气前景的大门。因此,也坚定了我们在沙雅隆起找大油气田的信心和决心。

1980年11月,在地震大剖面302线(这是横穿雅克拉重力高的区域剖面线)上可喜地发现了古生界潜

山构造。这一成果更加增强了在沙雅隆起寻找古潜山油气田的信念。

1981—1982年,在雅克拉古潜山构造上加密了地震测网为“井”字,圈定了古潜山高点位置,于1984年初确定了沙参2井井位。

沙参2井于1983年8月12日由地矿部第一部普查勘探大队6008井队施工正式开钻。1984年8月中旬,该井打到5 363 m见到了古潜山风化面,并得到少量白云岩岩心,但未见油气显示。当时有些人要求停钻完井,理由是:已打到古风化壳还没有油气显示,再往下打无意义;另外,井下开始漏失泥浆,怕出事故。在要不要加深的关键时刻,我们提出:决不能停钻,至少再打100 m。理由是:①见一点白云岩还不能确定地质时代,原地质任务尚未完成;②该井在3 800多米见到油砂,很可能是从深部运移上来的,油气还在下面;③根据我国古潜山油气藏特征,古风化壳有油气不一定在表面,往往在古风化面下一定深度的风化淋滤带内。这些意见得到上级支持,决定加深。经过堵漏、下7 in(17.78 cm)技术套管,1984年9月22日只加深了28 m,到5 391.18 m,发现强烈井喷,获高产油气流,日产油1 000 m<sup>3</sup>,天然气200×10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>,实现了中国古生代海相油气的首次重大突破,开拓了中国古生代海相油气勘探的新纪元,成为我国油气勘探史上的重要里程碑,亦拉开了中国古生代海相油气勘探第二次大跨越和塔里木油气勘探大会战的序幕。

1984年10月16日,在向地矿部领导及专家们汇报《沙参2井喜获高产油气流》的情况时我们提出:①沙参2井油气重大突破预示沙雅隆起是一个大型油气富集带;②它揭开了塔里木古生界碳酸盐找油新领域;③沙参2井是古潜山油气藏类型,该类型是盆地腹部隆起带上重要的油气藏类型之一;④塔里木盆地5 000 m深度以下还有高产油气田,深部找油潜力很大。并建议地矿部加大塔里木盆地油气勘探力度,组织找油大会战。由此,亦迎来了中国石油部门六上塔里木会战的新局面。

## 4 会战塔北,连获突破

1985年初,地矿部为迅速扩大沙参2井的油气成果,决定在塔里木盆地进行联合勘探,调集6个地区局(西北局、华北局、华东局、中南局、西南局、广州局)约6 000人,在塔北摆开了空前规模的找油大会战。在扩大雅克拉,东西展开,注意中、浅层油气发现的勘探思路指导下,从1985—1995年实现了油气连续突破,在8个层系发现了雅克拉、轮台、阿克库木、阿克库勒、阿克莫奇、西达里亚、东达里亚和艾协克等10个油气田,探

井成功率之高、油田发现速度之快为国内外罕见。

## 5 塔河特大油田的发现

### 5.1 坚持寻找大油田

到1990年,塔里木盆地已发现多个油气田,但未发现大油田。有人说,塔里木盆地构造条件和成藏条件太复杂,难以形成大油田。我们不同意这种悲观论调,并认为:第一,塔里木盆地在几个不同构造单元打出超千吨井(沙参2井、柯1井、沙22井、沙18井、塔中1井等),特别是沙18井日产油气达5 000 t油当量;第二,古生界发育寒武系—奥陶系和石炭系—二叠系两套生油岩,厚度大、分布广、油气资源潜力大;第三,盆地内具有多时代成油组合和几个大型隆起和斜坡,具备形成大油气田的地质条件,一定会找大油气田。于是,我们“坚持古隆起、坚持奥陶系、寻找大油田。”

### 5.2 塔河油田的发现

1990年10月,我们在阿克库勒凸起上的艾协克构造部署了沙23井。经钻探在古生界海相石炭系打出高产油气流,并在奥陶系古风化壳中见约几米厚的良好油砂显示和少量原油(因测试工艺技术问题未试获工业油气流),实现了新地区、新构造上具有战略意义的重大突破。这是塔河油田第一口发现井,标志着塔河油田已经发现。1991年9月,在沙23井南部桑塔木构造上部署沙29井,该井于三叠系获高产油气流。1992年,在桑塔木西构造又部署沙40井,该井在三叠系获高产油气流。由此进一步证明这个地区石炭系、三叠系及奥陶系等多层系含油。因此认为,该地区具备含油气大场面,很可能就是大油田。

### 5.3 展开勘探上三维地震

基于上述认识我提出:要尽快争得探矿权。我们去北京地质矿产部探矿登记办公室办理该区探矿证。经几次协调、商议,通过艰难曲折的努力,1994年底终于拿到了探矿证。探矿面积约1 800 km<sup>2</sup>,即现在塔河大油田的主体。

接着于1995年,我们在沙23井及附近部署了200多平方千米的三维地震勘探。经过处理、解释后,发现奥陶系风化壳顶面有3个古潜山高点。

### 5.4 塔河大油田定型

1996年初,我们在3个古潜山高点上部署了3口探井(沙46井、沙47井、沙48井)和2口评价井。1997年,这3口探井于奥陶系均获高产油气流,扩大了沙23井区的含油气的面积,从而使塔河特大油田定型。

特别是沙48井,日产油 $570\text{ m}^3$ 、天然气 $15\times 10^4\text{ m}^3$ ,3年累计产油 $50\times 10^4\text{ t}$ ,创造了全国单井稳产的最高纪录,被称为“王牌井”。

塔河大油田2013年累计探明油气储量 $13\times 10^8\text{ t}$ ,成为中国第一个特大海相油田,也是世界上奥陶系第一特大海相油田。塔河油田2013年产油 $735\times 10^4\text{ t}$ ,产天然气 $16\times 10^8\text{ m}^3$ ,成为中国石油化工集团公司的第二大油田。

## 6 开拓巴楚—麦盖提地区

1990年下半年,地矿部领导指示:沙雅隆起已经发现多个油气田,成为油气富集带了,那么第二个油气富集带在哪里?我们根据古生代海相成油特征及地质力学西域构造体系的古隆起、古斜坡和断裂带控油理论,提出巴楚隆起—麦盖提斜坡可作为第二个油气富集带。但是,当时有人说前人作了几年的油气勘探工作,并打了9口探井,均未出油,巴楚隆起构造活动强烈、油气难以保存,这个地区风险太大……我们认为:第一,这个地区发育石炭系和寒武系—奥陶系两套生油岩;第二,该区是西域构造体系长期隆起地区,两面逢源,是油气运移的指向地区;第三,在巴4井见到油气显示表明有过生油过程;因此成藏条件好。经上级同意,1991年在此地区开展了地震勘探,发现了一批扭动性质的构造。1992年10月,在麦盖提斜坡的巴什托构造设计的麦3井于石炭系获高产油气流,实现了麦盖提斜坡的首次重大突破,并发现了巴什托油气田。1995年9月,在巴楚隆起的亚松迪构造上设计的巴参1井于石炭系获工业油气流,实现了巴楚隆起的首次突破,并发现了亚松迪油气田。由此,又为国家寻找到2个油气后备勘探基地。

## 7 引领海相油气大发现

自1984年9月沙参2井实现了我国古生代海相层系油气的首次重大突破后,发现并探明了中国最大的古生界海相油气田——塔河油田。2013年,塔河油田累计探明储量 $13\times 10^8\text{ t}$ 油当量,年产油 $735\times 10^4\text{ t}$ 、天然气 $16\times 10^8\text{ m}^3$ ,成为中国石化第二大油田,同时也是目前增储上产的最重要地区。2005年,我们部署实施了亚洲第一超深井——塔深1井,完钻井深8408 m,创造了多项亚洲和世界钻井新记录,且于8400多米见液态烃,表明深层还可能有石油,获得了塔里木深层油气成藏的重要认识。

盆内5个隆起(沙雅、塔中、顺托、巴楚、古城)、2个斜坡(麦盖提、孔雀河)、4个坳陷(库车、喀什、叶城、满加尔)均发现油气田,证明塔里木盆地满盆含油气。

塔里木盆地共发现30多个油气田,其中大油气田

12个(塔河、塔中、克拉2、迪娜2、和田河、哈德、哈拉、克隆深、大北、轮南、玉北、顺南),并实现了以克拉2为主的西气东输的伟大工程,造福于人民。

沙参2井的重大突破也引领和带动了中国古生代海相油气大发现。在准噶尔、鄂尔多斯及四川盆地共发现大油气田13个和多个油气田。古生代油气大发现,使中国油气勘探实现了第二大跨越。

以沙参2井的重大突破为基础,建立了5个油气成藏理论:①中国古生界海相碳酸盐岩成藏理论;②新疆中、新生代前陆盆地成油理论;③油气地质力学理论;④西北地区叠合盆地成油理论;⑤海相碳酸盐岩油气开发理论。

在塔里木盆地的勘探开发实践中,创新建立了中国超深层海相碳酸盐岩缝洞型油田勘探开发技术系列:①三维地震缝洞识别及充填程度识别技术;②测井储层识别技术;③复杂地层钻井完井技术;④碳酸岩储层改造技术;⑤油气测试技术;⑥油田开发地质建模及数字模拟技术等。这些技术均属于世界领先水平。

这些理论和技术对塔里木盆地乃至全国古生界海相碳酸盐岩的油气勘探开发都具有重大的指导意义。

沙参2井油气重大突破后的30年,是贯彻落实国家改革开放政策的30年,是科技创新、古生代海相油气田大发展的30年。展望未来,中国古生代海相油气资源已评价的地区油气资源量约达 $380\times 10^8\text{ t}$ 油当量,其探明率仅为10%左右。中国古生代海相油气潜力巨大,是我国当前和今后几十年油气勘探开发的主要领域。

## 参 考 文 献

- [1] 康玉柱. 再论塔里木盆地古生代油气勘探潜力——纪念沙参2井油气重大突破20周年[J]. 石油与天然气地质, 2004, 25(5): 479–483.  
Kang Yuzhu. Re-discussion on exploration potential of Paleozoic in Tarim basin: 20th anniversary of significant discovery in Shacan 2 well[J]. Oil & Gas Geology, 2004, 25(5): 479–483.
- [2] 雍天寿. 由沙参二井喷油看塔里木盆地石油勘探前景[J]. 石油与天然气地质, 1985, 6(S1): 61–63.  
Yong Tianshou. Looking forward to petroleum exploration prospects in Tarim Basin by the oil blowout of Well Shacan-2 [J]. Oil & Gas Geology, 1985, 6(S1): 61–63.
- [3] 康玉柱. 中国古生代海相油气田发现的回顾与启示[J]. 石油与天然气地质, 2007, 28(5): 570–575.  
Kang Yuzhu. Review and revelation of oil/gas discoveries in the Paleozoic marine strata of China[J]. Oil & Gas Geology, 2007, 28(5): 570–575.
- [4] 周永昌. 从沙参2井高产油气看塔里木盆地古生界油气前景[J]. 天然气工业, 1987, 7(3): 12–17, 11.  
Zhou Yongchang. Looking forward to the oil and gas prospects of Paleozoic in Talimu Basin from Well Shacan-2—a high-yielding-well [J]. Natural Gas Industry, 1987, 7(3): 12–17, 11.

(编辑 李 军)