

自主创新与古生代油气田的发现

康玉柱

(中国石化西部新区勘探指挥部, 乌鲁木齐 830011)

[摘要] 1984年在塔里木盆地部署的沙参2井实现了中国古生代海相油气田首次重大突破, 成为我国油气勘探史上的重要里程碑, 之后又发现多个古生代油气田及塔河大油田, 并创立古生代海相成油理论。这一过程充分体现了自主创新的过程, 对其进行较系统的总结, 对当前和今后古生界油气勘探有重要指导意义。

[关键词] 古生代; 海相; 油气田; 成油理论

[中图分类号] TE132.1⁺3 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2006)09-0019-05

2006年在国家科技规划纲要中强调坚持自主创新, 努力建设创新型国家。多年的勘探实践, 使笔者深刻认识到在油气勘探事业中自主创新尤为重要。因为, 所要勘探的不同地区或盆地, 或是同一地区的不同时代的地质构造条件、成藏条件是千差万别的。所以正确的地质认识、勘探思路、勘探技术, 成为发现油气田的关键和前提。一个新思路、新认识, 定会带动一批油气田的发现。多年勘探经验告诉我们: 用老思路在新区可发现油气田, 用新思路在老区也能发现油气田, 但很难在一个老区用老方法找到新的油气田。因此, 要想不断发现油气田, 必须在地质理论上、勘探思路和技术上不断地创新。中国石化西北石油局从1978年建局到1984年沙参2井油气重大突破及塔河大油田发现的过程, 就是石油地质理论上自主创新和实践的过程。

1 古生代海相成油问题的提出

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, 美国斯坦福大学布莱维尔德说: “中国缺石油可归因于3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。

多年来, 不少专家、学者对我国古生代海相碳酸盐岩油气勘探做了大量的工作, 并发现了一批天然气田。

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有油吗? 美国有一半的大油田在古生代, 苏联的第二巴库也是泥盆系, 非洲的阿尔及利亚、利比亚也是古生代的。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, 黔南、四川, 特别是塔里木……从战略上讲, 我们要选一个地方, 早一点去打开一个缺口。”^[1]

长期以来, 摆在我国石油地质学家、学者们面前有两大难题。

1.1 中国古生代海相到底有没有石油

1970年笔者等按李四光教授的指示, 对塔里木盆地进行油气前景评价。在编写的《塔里木中新生代盆地油气远景的初步认识》报告中提出, 塔里木古生代由于“古地台”处于相对稳定阶段, 沉积

一套海相碳酸盐岩及碎屑岩构造。塔里木盆地为不同性质的大型拗陷与隆起构成,这些拗陷和隆起,发育特点不同,导致含油气性特点也各有不同。它们具有长期相对上升和下沉,发育巨厚的中生界和古生界,对油气形成提供了必要的物质基础;且自寒武到二叠纪,区内表现为长期较稳定的连续下沉,形成了一套有利生储油碳酸盐岩为主的地层,并首次提出石炭—二叠系是重要的生储油岩系;盆地大型拗陷区内的长恒及斜坡带,具长期相对隆起性质,在注意可能形成的油气聚集的岩相带外,抓住有利构造进行勘探;盆地内深大断裂一般具长期活动性,对盆地的发生和发展,对含油区和油气聚集带的分布,有着一定的控制作用。认为,塔里木是一个多油气藏类型的含油气盆地。总体评价:塔西南地区和塔东北地区油气前景最好,塔中地区较好^[2]。

建议地质部开展石油普查勘探,并把勘探重点向塔西南转移。具体部署:扩大一块(库车拗陷),突破一块(西南拗陷区),准备一块(东部拗陷区),研究一块(巴楚隆起古生界)。1977年5月石油部在塔西南发现了柯克亚油气田(油源主要来自石炭系)。

1.2 古生代海相石油在哪里

在1979年作者等又在《新疆塔里木盆地石油地质特征及找油方向》报告中提出:

1) 塔里木盆地是我国主要的含油区: a. 生储油条件良好; b. 构造条件优势; c. 成油组合多; d. 圈闭类型多,找油领域广阔。

2) 盆内寒武—奥陶系发育一套海相碳酸盐岩是重要的生储油岩系。中央隆起区、沙雅隆起(斜坡)是寻找古生界古潜山油气田(藏)有利地区^[2,3]。

3) 在总体部署上建议着眼全盆,分区规划,加强普查,择优突破;着重西南、侦察塔东、扩大北部、探索中央,海相陆相兼顾,油气并举的方针。

总之,塔里木盆地具有统一的前震旦系结晶变质基底,广泛的古生界基础和巨厚的中生界盖层;该盆地是多构造体系控制的复合型盆地,具有多旋回、多成油组合特征,喜山运动是一次强烈的构造运动,是盆地定型、油气运移及再分配的重要因素;塔里木具有多圈闭类型,找油领域广泛。因此,将进一步证明塔里木盆地是我国重要含油气

区,是寻找大型油气田的基地。

在1979年9月国家地质总局新疆石油普查勘探指挥部(下称新指,后改为西北石油地质局)在阿克苏召开的地质工作会议上,作者等针对不同的认识,首先提出应向塔北沙雅隆起(斜坡)转移的意见。为什么向这个地区转移呢?作者等应用李四光地质力学理论和方法研究认为: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同属一个东西向构造带。晚古生代由于西域构造体系作用,使柯坪与库鲁克塔格开始隆升而沙雅隆起相对沉降,并接受了晚古生代及中生代沉积。沙雅隆起不但有中生界也应有古生界沉积。该隆起处于库车和满加尔两大生油拗陷之间,为油气运聚的指向区,其上还发育有几个重力高点,所以油气前景好。另外,根据重磁力资料表明目的层埋藏较浅。上述意见得到了上级领导的支持和同意。“新指”从1980年初将油气勘探重点向塔北沙雅隆起转移^[4]。

2 古生代油气的重大突破

2.1 沙参2井油气重大突破

1980年将主要地震队(3个)安排在塔北地区作区域大剖面,并对沙雅隆起开展了1:20万重力普查,以及在塔河南跃进一号重力高点上设计跃参1井。

经过一年多勘探,在雅克拉重力高点的二维地震剖面(302线),发现古潜山构造。根据取得的新成果1980年底编写的1981年油气勘探总体设计中首先提出在雅克拉构造上打沙参2井的意见。并安排了在该构造上加密地震测线,搞清其构造形态和高点位置,确定了具体位置。1983年5月中旬进行井位勘定;1983年8月12日,由一普6008井队施工的沙参2井正式开钻(见图1)。1984年8月中旬该井打到5363.5m,见到了古潜山风化面,并取得少量白云岩岩芯,但未见油气显示,当时有些人要求停钻完井。在要不要加深的关键时刻,作者等提出:决不能停钻,至少再打100m。其理由:a. 见一点白云岩还不能确定地质时代,原地质任务尚未完成;b. 该井在3800多米见到油砂,很可能是从深部运移上来的,油气还在下面;c. 根据我国古潜山油气藏特征,古风化壳有油不一定在表面,往往在古风化面下一定深度的风化淋滤带内。该意见得到领导支持,决定加深。经过堵漏,

下7英寸(17.8 cm)技术套管后,只加深了28 m,即:5 391.18 m,发现强烈井喷,喜获高产油气流,日产油1 000 m³,天然气200 × 10⁴ m³,实现我国古生代海相油气田首次重大突破,成为我国油气勘探史上的重要里程碑,拉开塔里木油气勘探大会战的序幕。

1984年10月16日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,作者等认为:**a.**沙参2井油气重大突破,预示沙雅隆起(面积3 × 10⁴ km²)是一个大型油气富集带;**b.**揭开塔里木地台古生界碳酸盐岩找油新领域;**c.**沙参2井是古潜山油气藏类型,该类型是盆地腹部重要的油

气藏类型之一;**d.**塔里木盆地5 000 m以下,还有很丰富的高产油气田,深部找油潜力很大。(上述认识已被勘探实践所证实)。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。

沙参2井出油后,对其油源的认识众说纷纭,有人认为是中生界,有人说是石炭一二叠系。作者等根据原油的分析化验资料及区域地质条件研究,首先提出沙参2井原油主要来源于寒武—奥陶系海相碳酸盐岩,而且是二次生油的结果,并在1984年12月3日中国地质报“揭开塔里木油气之谜的沙参2井”文章中发表。后经几年的国内外专家学者研究讨论,这一认识终于得到统一。

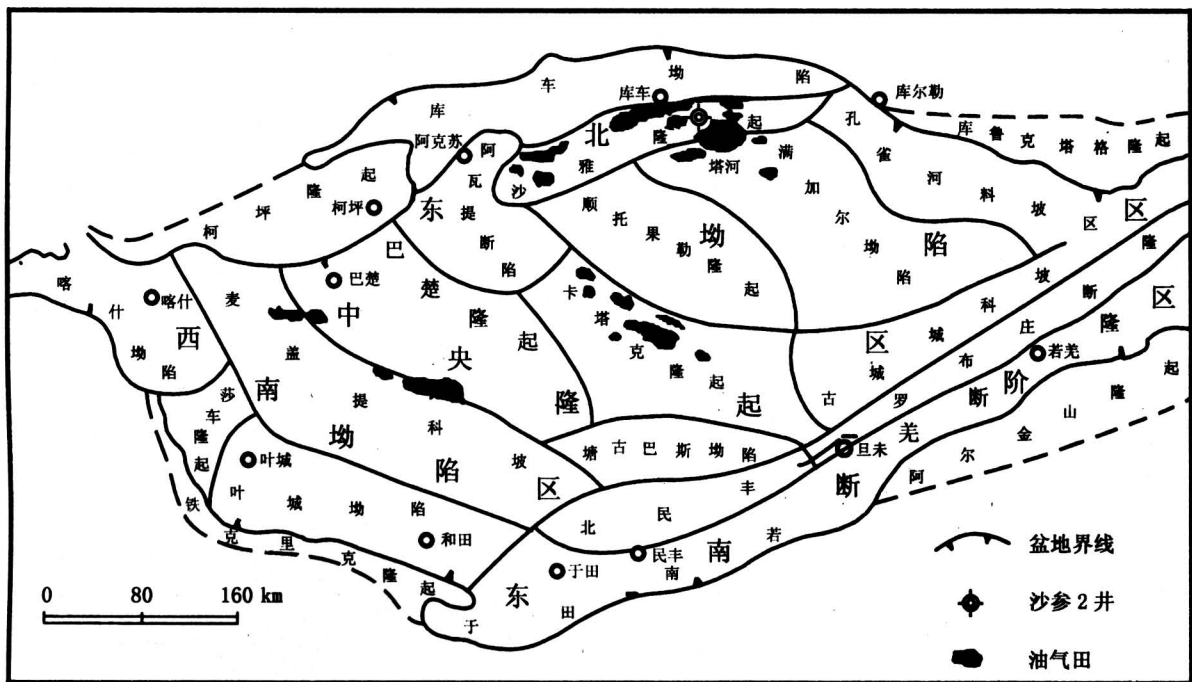


图1 塔里木盆地构造分区及古生界油气田分布图

Fig.1 The Paleozoic oil-gas field distribution and tectonic divided in Tarim basin

2.2 塔北连获油气突破

1985年初,地矿部为迅速扩大沙参2井的油气成果,决定在塔里木盆地北部进行联合勘探,调集6个地区局的约6 000人,在塔北摆开了空前规模的找油大会战的战场。在扩大雅克拉、东西展开、注意中浅油气发现的勘探思路指导下,1985年—1990年实现了油气连续突破,在8个层系(E, K, J, K, C, O, E, Z)发现了雅克拉、轮台、阿克库木、阿克库勒、阿克莫奇、西达里亚和艾协克等7个古生界油气田(特别是阿克库勒构造上沙18井于石炭系底部获日产油1 400 m³,天然气

420 × 10⁴ m³,成为国内石炭系罕见高产井)。迎来了石油部门到塔里木大会战的新局面。

2.3 导向性油气重大突破

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,已成为油气富集带,那么第二个沙雅隆起(油气富集带)在那里呢?作者等根据古生代海相成油特征及地质力学理论,以古隆起、古斜坡和断裂带控油理论,排除不同观点,首先提出了巴楚隆起—麦盖提斜坡开展油气勘探工作,寻找第二个油气富集带。1991年在这个地区开展了地震勘探,并发现了一批构造。1992年10月在麦

盖提斜坡的巴什托构造设计麦3井于石炭系获高产油气流,实现了麦盖提斜坡首次重大突破;1995年9月在巴楚隆起的亚松迪构造上设计巴参1井于石炭系获工业油气流,实现了巴楚隆起首次突破,这两个构造单元导向性油气重大突破,为国家找到两个古生界油气勘探开发后备基地。

2.4 塔河大油田的发现

自从1984年沙参2井实现古生代海相油气首次重大突破后,作者等坚持古生界、古隆起、古斜坡找大油气田的思路,1990年在沙雅隆起阿克库勒凸起上的艾协克构造部署了塔河第一口发现井——沙23井,该井于石炭系首次获高产油气流,并于奥陶系见厚层良好油气显示(后经酸化压裂也获高产油气流)。1991年又在桑塔木构造上部署了塔河第二口发现井——沙29井,该井于三叠系获高产油气流。之后,争得了该区的探矿权,加大勘探力度,部署三维地震勘探,1996年初根据三维地震新资料,部署了沙46、沙47、沙48井和2口评价井,这批井于1997年在奥陶系均获高产油气流。特别是沙48井日产油 $450 \sim 570 \text{ m}^3$,连续3年累计产油 $50 \times 10^4 \text{ t}$,成为国内罕见的高产稳产井。由此,发现了塔河大油田,2005年累计探明油气地质储量 $6.98 \times 10^8 \text{ m}^3$,三级储量 $15.54 \times 10^8 \text{ t}$,成为我国第一个古生界大油田。

3 古生代海相成油理论的建立

通过“七五”,“八五”科技攻关研究,总结了塔里木乃至国内多个古生代油气田特征,于1992年建立了我国古生代海相成油理论(专著有塔里木古生代海相油气田、中国古生代海相成油特征等)。

3.1 古生代海相成油理论的内涵^[3,4]

3.1.1 多时代、多类原型盆地叠加成油^[5] 中国大陆演化,经历晚元古代早期的大陆裂谷—震旦纪晚期至早、中奥陶世的洋盆扩张—中、晚奥陶世至志留纪的俯冲消减—志留纪末至泥盆纪的碰撞造山和古中国联合大陆形成—石炭—二叠纪再次拉张挤压阶段,从而完成了中国大陆古生代演化历史。

上述演化使塔里木、华北和扬子等地块形成多类原型盆地,如裂陷槽(裂谷)、大陆周边、克拉通内拗陷、挤压型克拉通等盆地,其中沉积了盆地相、陆棚相、台地相的巨厚而广泛的碳酸盐岩及泥页岩,不同时代原型盆地叠加造就了我国古生界形成大油气田的基础。

3.1.2 多时代烃源岩、多期成藏

1) 从总体而言震旦纪—二叠系均能生油,但以寒武—奥陶系及石炭—二叠系为主;

2) 主要烃源岩有:暗色泥岩、页岩、灰岩及泥灰岩等;

3) 生烃特点: a. 碳酸盐岩有机质丰度相对较低,有机质0.3%以上,但成烃转化率高; b. 能二次生烃、多期生烃; c. 有机质成熟高度。

4) 多期成藏: 总体有2~4个成藏期,如塔里木主要有四期成藏,即加里东晚期—海西早期、海西晚期、印支—燕山期、喜山期,但以喜山期为主。

3.1.3 多时代成油组合

1) 储集岩具多时代的特点: a. 储集岩有碎屑岩、碳酸盐岩及岩浆岩,但以碳酸盐岩为主; b. 碳酸盐岩的储集空间以裂缝—孔洞或孔洞—裂缝型为主,非均质性强;

2) 盖层具有多时代特点,其盖层岩石类型有:泥岩、页岩、膏盐、致密灰岩等;

3) 纵向成油组合主要有2套,一是古生界自生自储组合,二是古生界与中生界形成的(即古生界生成的油气储集到中生界中形成的油气藏)。古生界组合以寒武—奥陶系和石炭—二叠系为主。

4) 油气具有长距离运移的特征,油气纵向可穿过几个地质时代,横向可运移几十公里至上百公里。

5) 多成藏模式: 成藏模式是指烃源岩、成油期与储集层时空上的组合。古生界为主要烃源岩,生成的油气聚集在多时代储层中,形成了多种模式: a. 古生古储: 古生代生成的油气又储集在古生代地层中(塔里木、四川); b. 后生古储: 喜山期生成的油气储集在古生代地层中(塔里木,鄂尔多斯); c. 后生中储: 喜山期生成的油气储集在中生代地层中(塔里木); d. 后生新储: 喜山期生成的油气储集在新生界中(塔里木)。

6) 多油气相态并存,不同时代生油岩的油气并存,不同成熟度的油气并存,不同相态的油气并存。

7) 油气分布特征^[6]: 从全国分布看,西油东气,油气田主要分布在塔里木、准噶尔、鄂尔多斯、四川渤海湾等盆地等。从构造看, a. 克拉通盆地古隆起、古斜坡控制油气区域性聚集; b. 区域性不整合是油气运移和聚集的重要因素; c. 断

裂控制油气的分布。

3.2 古生代海相成油理论有效地指导了油气勘探工作

塔里木盆地自1984年沙参2井实现古生代海相油气重大突破后,坚持以古隆起、古斜坡、断裂带及区域性不整合控油等勘探思路,先后中石化和中石油两大部门在塔北、塔中、塔西南发现30多个油气田,共获探明储量达 7.5×10^8 t,特别又发现了塔河大油田、和田河大气田等。

另外,1984年塔里木盆地北部沙参2井实现中国古生界海相油气首次重大突破后,以及地质理论认识,对国内古生界油气勘探有重要的启示、借鉴和指导作用。近年来,在我国西北、南方油气勘探取得了重大进展,发现多个古生界大型油气田。我认为,古生代油气勘探才刚刚开始,油气潜力巨大,领域广泛必将成为我国油气资源的重要接替领域。

4 结论

1) 中国古生代海相生油问题的提出:1970年首先提出塔里木盆地古生界石炭—二叠系是重点生储油岩系;1979年又提出该盆地寒武—奥陶系发育一套海相碳酸盐岩是重要生储油岩系,为寻找古生界海相碳酸盐油气藏奠定了理论依据。

2) 中国古生代海相油气田的重大突破:1980年初冲破不同认识,将油气田勘探重点转移到塔北沙雅隆起,寻找古生代古潜山油气藏;1981年据地震新资料在雅克拉构造上部署了沙参2井,该井

于5391.18 m喜获油气流,日初产油1000 m³,天然气 200×10^4 m³,实现了中国古生代海相油气田首次重大突破,成为中国油气勘探史上的重要里程碑,开辟了古生代找油新纪元,同时也拉开了塔里木油气勘探会战的序幕。

3) 发现多个油气田和塔河大油田:沙参2井实现重大突破后,在塔北、塔西南地区8个层系又发现9个油气田。1990—1997年又发现中国第一个古生界大油田——塔河大油田(2005年探明油气地质储量,合油当量 6.98×10^8 t,三级储量,合油当量 15.4×10^8 t)。

4) 古生代海相成油理论的建立:经过科技攻关和勘探实践,于1992年建立中国古代海相成油理论,并有效地指导了塔里木乃至全国的古生界油气勘探工作。

参考文献

- [1] 李四光. 地质力学概念[M]. 北京: 科学出版社, 1973
- [2] 康玉柱. 塔里木盆地石油地质特征[M]. 北京: 石油与天然气地质出版社, 1980
- [3] 康玉柱, 等. 塔里木盆地古生代海相油气田[M]. 北京: 中国地质大学出版社, 1992
- [4] 康玉柱. 中国主要构造体系与油气关系[M]. 乌鲁木齐: 新疆科技卫生出版社, 1999
- [5] 张渝昌, 等. 中国含油气盆地原型分析[M]. 南京: 南京大学出版社, 1987
- [6] 康玉柱. 中国古生代海相成油特征[M]. 乌鲁木齐: 新疆科技卫生出版社, 1995

Independent Innovation and Discovery of the Paleozoic Oil-gas Field

Kang Yuzhu

(New District Headquarters of Petroleum Exploration in West China,
SINOPEC, Urumqi 830011, China)

[Abstract] In 1984, the Shachan-2 well, located in Tarim Basin and with a large amount of oil and gas flow, was discovered. It set forth the significant breakthrough as an important milestone in prospecting for oil present in paleozoic marine facies in China. After the Shachan-2 well discovery, many oil fields, including the Tahe Oil-gas Field were discovered in Tarim Basin and a new oil-gas theory of the paleozoic marine facies was advanced. These processes reflect independent innovation in the exploration of paleozoic marine facies oil-gas field. It is of great help to further oil-gas exploration in the paleozoic marine facies field.

[Key words] paleozoic; marine facies; oil-gas field; theory of hydrocarbon generation