

柴达木盆地露头油藏的特征及其勘探前景

秦长文^{1,2}, 庞雄奇^{1,2}

(1. 中国石油大学 石油天然气成藏机理教育部重点实验室, 北京 102249;

2. 中国石油大学 盆地与油藏研究中心, 北京 102249)

摘要: 露头油藏是一种形成于露头(削顶)背斜翼部或盆地边缘单斜上依靠潜水面控制的特殊油藏, 是今后石油勘探的一个新领域。通过对成藏条件和勘探结果的分析, 可以看出柴达木盆地的鱼卡油田是一个不完整的削顶背斜, 顶部无封闭条件, 油藏靠潜水衬托; 储油层物性好(孔隙度 > 17%); 成藏晚, 埋藏浅(120~ 450 m), 油质稀; 靠重力方式开采, 具有露头油藏的特征, 应是一个露头油藏。柴达木盆地气候干燥, 露头区潜水面埋深可达几十至几百米; 油气资源丰富, 发育大量的露头背斜, 具有形成露头油藏的有利地质条件, 勘探露头油藏的前景广阔。

关键词: 露头油藏; 潜水面; 露头背斜; 鱼卡油田; 柴达木盆地

中图分类号: TE122.3

文献标识码: A

露头油藏是一种形成于露头(削顶)背斜翼部或盆地边缘单斜上依靠潜水面控制的特殊油藏, 形成于气候干燥、石油资源丰富的盆地。据 1998 年加拿大学者 Gies 来西安讲学时介绍, 美国德克萨斯州发现的露头油藏的可采储量超过 $1 \times 10^8 \text{ t}^{[1]}$ 。这种特殊油藏以前未被清楚地认识, 在勘探中容易被忽略, 是今后石油勘探的一个新领域。

1 露头油藏的形成条件和特征

石油在地层中主要在流体压力和浮力作用下进行由深处向浅部的运移, 运移到潜水面附近就基本不受流体压力而只受浮力的作用了, 这时浮力与石油自身的重力达到平衡, 石油就停止了运移。如果在露头圈闭里不断聚集, 就形成了露头油藏。这种油藏往往不在构造的顶部, 而分布在构造翼部的潜水面附近, 埋深随着潜水面涨落而变化。当地下潜水面上涨, 油藏埋深变浅; 若原油随着潜水面上升至地表, 可以形成油苗(图 1)。

露头油藏的形成条件有三个, 一是盆地发育露头圈闭, 露头圈闭可以是削顶的背斜, 也可以是侧向受岩性封堵的单斜, 圈闭的储集层顶底发育隔层(非渗透性盖层); 二是所在地区气候干燥, 潜水面埋深较大, 有利于油藏的保存; 三是盆地深部油源丰富,

油藏规模主要取决于油源的丰富程度。

露头油藏具有的基本特征是: 发育于削顶背斜翼部或盆地边缘的单斜上, 埋藏浅, 一般为几十至几百米; 储集层物性好; 形成期晚, 为原生油藏, 石油聚集大于散失或聚散呈动态平衡; 油藏顶部无封闭条件, 基本不承受流体压力, 采油靠重力方式驱动。

露头油藏的分布不同于常规油藏, 它与构造抬升、剥蚀作用和潜水面等对油藏起破坏作用的地质因素有关。这类地区在传统地质学理论上被列为油气勘探禁区, 因而不被人们注意。一些露头背斜构造虽然被钻探过, 但是由于这些探井一般设计在构造顶部, 即便已经在翼部形成了露头油藏也不容易被发现。

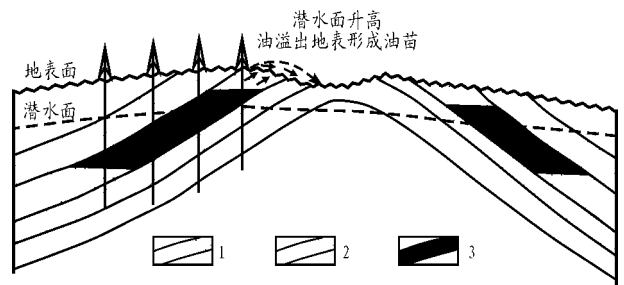


图 1 露头油藏形成模式示意图

1. 储集层; 2. 隔层; 3. 油藏

Fig. 1 The sketch map showing the forming pattern of outcrop oil accumulation

收稿日期: 2004- 12- 03; 修订日期: 2005- 04- 26。

作者简介: 秦长文(1968—), 男(汉族), 甘肃陇西人, 工程师, 主要从事油气成藏研究。

基金项目: 国家重点基础研究发展规划“973”项目(G19990433)。

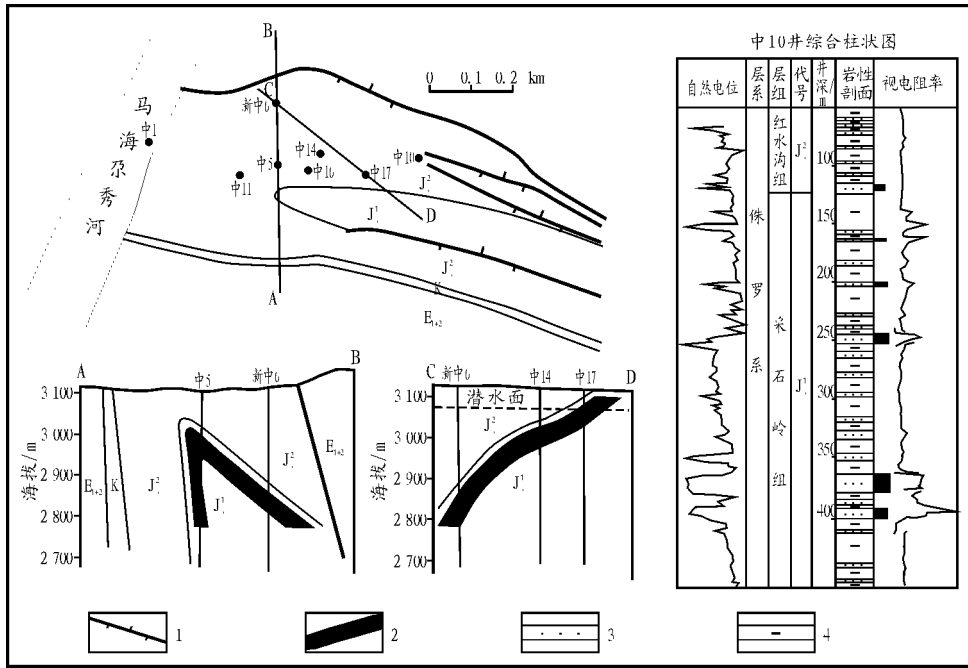


图 2 柴达木盆地鱼卡油田综合图

1. 断层; 2. 油层; 3. 砂岩; 4. 泥岩

Fig. 2 Integrated map of Yuqia oil field in Qaidam basin

2 鱼卡油田的特征

鱼卡油田是 20 世纪 50 年代发现的一个老油田, 位于柴达木盆地北缘的中部, 以前一直被认为是一个背斜型构造油藏^[2], 但现在看来它应是露头油藏(图 2)。

2.1 构造特征

鱼卡油田为一轴向 48°~ 115° 的由东向西倾没的鼻状背斜构造, 构造倾没角 40° 左右, 东西长 5.5 km, 南北宽 1.5~ 2.5 km, 北翼倾角 55°~ 75°, 南翼倾角 80° 至倒转。构造在侏罗纪末期开始发育, 到第三纪早期已初具规模, 在第三纪晚期基本定型。由于靠近山前, 构造活动强烈, 抬升幅度大, 导致背斜西翼及核部剥失殆尽, 部分地层出露地表, 形成了一个不完整的削顶背斜。

2.2 生储盖组合

鱼卡油田位于鱼卡凹陷内, 油来自鱼卡凹陷内中侏罗统低成熟煤系地层中的暗色泥岩、碳质泥岩和煤层^[3]。主要储层为上侏罗统采石岭组下段的杂色砂岩, 储层顶底发育泥岩盖层, 构成中侏罗统内部自生自储型和上侏罗统下生上储型组合。

2.3 成藏史分析

中侏罗世, 鱼卡凹陷作为当时的沉积沉降中心之一, 沉积了中侏罗统湖沼相煤系地层, 发育 300~

400 m 的优质湖相烃源岩, 有机质类型以 I、II 型为主。晚侏罗世到白垩纪, 气候变得干燥, 沉积了一套杂色砂、泥岩, 白垩纪末期地层抬升、剥蚀。由于此时期中侏罗烃源岩埋藏浅, 生排烃停止, 未进入成熟门限, 因此没有油气的排出和运聚成藏过程。进入第三纪后, 鱼卡凹陷随整个盆地下沉接受沉积。随着上覆地层增厚, 烃源岩成熟度不断增加, 从上新世早期(N₂¹⁻²) 开始进入生排烃门限并开始排出石油, 这些排出的石油通过输导层进入中上侏罗统储层。上新世(N₂) 末期构造挤压运动一方面促使鱼卡构造形成, 另一方面导致油气的大量排出并通过输导层, 进入鱼卡背斜, 形成鱼卡油藏。

2.4 油藏特征

鱼卡油田探明含油面积 0.4 × 10⁴ km², 石油地质储量 33 × 10⁴ t。储油层以上侏罗统采石岭组砂岩为主, 油层深度 120~ 450 m, 单层厚度达 2.6~ 8 m, 油层有效孔隙度 17%, 渗透率 (9.6~ 21) × 10⁻³ μm²。地面原油相对密度 0.905~ 0.909, 油田水为 CaCl₂ 型, 总矿化度 115 000 mg/L, 采油以重力方式为主。

综上所述, 鱼卡油藏是一个不完整的削顶背斜, 顶部无封闭条件, 靠潜水衬托; 储集层物性好, 其顶底发育泥岩隔层; 成藏晚, 埋藏浅, 油质稀; 靠重力方式开采, 具有露头油藏的特征, 应是一个露头油藏。

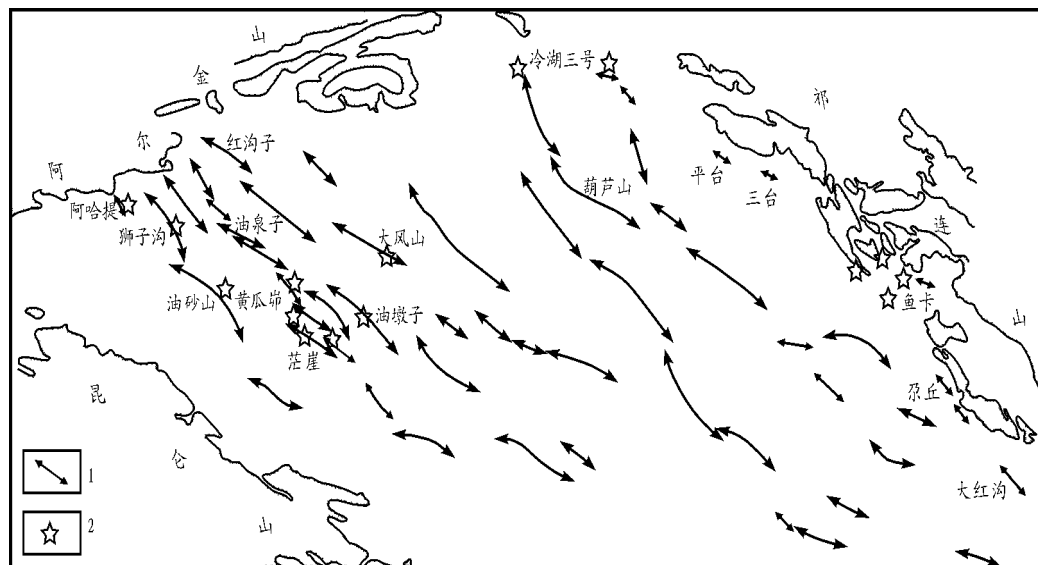


图 3 柴达木盆地地表背斜分布图

1. 地表背斜; 2. 油苗

Fig. 3 Outcrop anticline distribution in Qaidam basin

3 柴达木盆地露头油藏的勘探前景

柴达木盆地气候干燥, 年降水量平均为 84. 21 mm, 而年蒸发量平均为 2 570. 4 mm, 蒸发量是降水量的 30 倍。盆地的干旱程度自东向西、由南到北增强, 冷湖地区最干旱。盆地的地下水很少由盆内的降水量补给, 主要由盆地边缘山脉上的冰川和雪消融后供给, 这部分供给量也比较有限, 盆地总体仍属干旱地区, 在盆地西部露头区潜水面埋深可达几十至几百米。

柴达木盆地烃源岩发育, 分布广, 油气资源丰富, 主要烃源岩的成烃期比较晚^[4-6]。柴北缘侏罗系主力生油区域(昆特依和冷湖地区)的小煤沟组直到始新世早期才大范围进入生油门限, 至始新世中晚期陆续达到生油高峰, 其它区域生油期更晚。柴西第三系下干柴沟组和上干柴沟组烃源岩基本在中新世中晚期才进入生油门限, 第四纪以来局部深洼陷达到生油高峰, 大部分地区仍处于生油门限到生油高峰之间。烃源岩生油期较晚, 有利于圈闭晚期成藏。

喜山构造运动对柴达木盆地作用强, 盆地露头背斜发育, 油苗大量发育区被形象地描述为“油泉子”^[7-9](图 3)。地表的油气显示为寻找露头油藏提供了线索。

从以上可见, 柴达木盆地石油地质条件十分有

利于露头油藏的形成, 具有开展露头油藏勘探的广阔前景。

4 结论

露头油藏是一种形成于露头(削顶)背斜翼部或盆地边缘单斜上依靠潜水面控制的特殊油藏, 形成于潜水面埋深较大、油源丰富、发育露头圈闭的盆地。具有埋藏浅、形成时间晚、储集层物性好的特征, 采油靠重力方式驱动。

柴北缘鱼卡油田的构造是一个出露地表的不完整的削顶背斜, 顶部无封闭条件, 油藏靠潜水衬托; 储集层物性好, 其顶底发育泥岩隔层; 成藏晚, 埋藏浅, 油质稀; 靠重力方式开采, 具有露头油藏的特征, 应是一个露头油藏。

柴达木盆地气候干燥, 潜水面埋深大; 油气资源丰富, 烃源岩成烃期比较晚; 发育大量的露头背斜, 具有形成露头油藏的有利地质条件, 勘探露头油藏的前景广阔。

参考文献:

- 1 庞雄奇, 金之钧, 姜振学等. 叠合盆地油气资源评价问题及其研究意义[J]. 石油勘探与开发, 2002, 29(1): 9~ 13
- 2 翟光明, 王慎言, 史训知等. 中国石油地质志(十四卷)[M]. 北京: 石油工业出版社, 1990. 186~ 279
- 3 彭立才, 杨慧珠, 刘兰桂等. 柴达木盆地北缘侏罗系烃源岩沉积有机相划分及评价[J]. 石油与天然气地质, 2001, 22(2): 178~ 181

- 4 薛光华, 杨永泰. 柴达木盆地北缘油气分布规律研究[J]. 石油实验地质, 2002, 24(2): 141~146
- 5 高先志, 陈发景. 柴达木盆地北缘西段油气成藏机理研究[J]. 地球科学——中国地质大学学报, 2002, 27(6): 757~762
- 6 徐风银, 彭德华, 侯恩科. 柴达木盆地油气聚集规律及勘探前景[J]. 石油学报, 2003, 24(4): 1~6
- 7 郑孟林. 柴达木北缘西段侏罗纪盆地构造特征及其演化[J]. 石油实验地质, 2004, 26(4): 315~318
- 8 戴俊生. 柴达木盆地构造样式控油作用分析[J]. 石油实验地质, 2000, 22(2): 121~124
- 9 陈建平, 朱兴珊, 郭召杰等. 柴达木盆地西部侏罗系油砂的发现及其意义[J]. 石油学报, 1999, 20(3): 13~18

THE FEATURES AND EXPLORATION PROSPECT OF OUTCROP OIL ACCUMULATION IN Q AidAM BASIN

Qin Changwen^{1,2}, Pang Xiongqi^{1,2}

(1. Key Laboratory for Hydrocarbon Accumulation Mechanism, Ministry of Education, Petroleum University, Beijing 102249, China; 2. Basin and Reservoir Research Center, Petroleum University, Beijing 102249, China)

Abstract: Outcrop oil accumulation is a special accumulation which is located in the wing of an outcrop anticline or in a monocline in the edge of a basin and is controlled by water table. It is a new exploring field. Through analyzing the geological conditions of oil accumulating and the exploration results in Yuqia oilfield in Qaidam basin, some viewpoints are put forward. Yuqia oilfield in Qaidam basin is in an uncomplete outcrop anticline without trapping in top. The oil accumulation is lifted by underwater. It forms late and has good oil reservoir rocks with porosity over 17%. The oil in Yuqia oilfield is thin and the buried depth of oil accumulation is from 120 to 450 meters. Being of these features, it is considered as an outcrop oil accumulation. Qaidam basin is arid now. The depth of water table is from tens to hundreds meters in outcrop areas. It is abundant in petroleum resources. There are many outcrop anticlines in the basin. The prospects for the exploration of outcrop oil accumulation in Qaidam basin is broad.

Key words: outcrop oil accumulation; water table; outcrop anticline; Yuqia oilfield; Qaidam basin

(continued from page 255)

Abstract: there are various organic macerals with different modalities, styles, genesis and optical features existing in Jurassic source rocks in the northern margin of Qaidam basin. They have different chemical compositions and constructions, different parent material styles and potential of forming hydrocarbons. The organic macerals in source rocks mainly include vitrinite, inertinite, exinite, sapropel and mineral pitch base. The main oil-generating components are exinite and sapropel, while the plentiful vitrinite (with the exception of clarovitrinite) and inertinite mainly generate gas. Dark-colored mudstone is mainly composed of minerals. Coal is mainly composed of organic macerals. Shale, oil shale and carbargilite are between both of the above. In all source rocks, shale and oil shale have the largest amounts of component with abundant hydrogen and sapropel macerals have absolute predominance. The main oil-forming components in shale and oil shale are bituminite and mineral pitch base, then stratiform alginite. Dark-colored mudstone has relatively less amount of component with abundant hydrogen. The main oil-forming components in it are stratiform alginite, sporinite and keratose, then mineral pitch base and exinite. The main oil-generating components in coal are relatively low content of keratose and sporinite. Rosin and exinite are in the next place. The main oil-forming components in carbargilite are sporinite, keratose and stratiform alginite.

Key words: source rock; organic petrology; Jurassic; northern margin of Qaidam basin