

露头油藏的形成条件及成藏模式

秦长文^{1,2}, 庞雄奇^{1,2}, 姜振学^{1,2}

1. 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. 石油大学盆地与油藏研究中心, 北京 102249

摘要: 露头油藏是一种潜水面控制的特殊油藏, 研究它可以丰富石油地质理论和指导干燥盆地的勘探. 通过理论研究和对吐哈盆地七克台油田分析认为, 露头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. 这种油藏有 2 种成藏模式, 一种是在削顶背斜的翼部形成的, 另一种是在侧向岩性封堵的单斜上形成的. 露头油藏具有埋藏浅(深度几十至几百 m)、形成时间晚、储集层物性好(孔隙度一般大于 15%)的特征, 采油靠重力方式驱动.

关键词: 露头油藏; 潜水面; 露头背斜; 单斜; 七克台油田.

中图分类号: P618.13

文章编号: 1000-2383(2004)03-0323-04

收稿日期: 2003-10-30

Geological Conditions and Entrapment Models of Outcrop Trap Reservoirs

QIN Chang-wen^{1,2}, PANG Xiong-qi^{1,2}, JIANG Zhen-xue^{1,2}

1. Key Laboratory for Petroleum Entrapment Mechanism, University of Petroleum, Ministry of Education, Beijing 102249, China

2. Basin and Reservoir Research Center, University of Petroleum, Beijing 102249, China

Abstract: Outcrop oil reservoir is a special reservoir controlled by water table. Theoretical analyses and detailed studies of the Qiketai oilfield in the Tuha basin showed that the outcrop oil reservoirs were formed in basins with deeply-buried water table, rich source of oil and outcrop traps. There were two entrapment models for the outcrop reservoirs. One model was that outcrop reservoirs developed in the wing of an outcrop anticline. The other model was that the outcrop reservoir occurred in the monocline that was laterally sealed by lithology. The outcrop reservoirs were usually characterized by small burial depth (tens to hundreds of meters), late accumulation and usually good reservoir porosity and permeability (the porosity was usually higher than 15%).

Key words: outcrop trap reservoir; water table; outcrop anticline; monocline; Qiketai oilfield.

露头油藏是一种形成于露头背斜翼部或盆地边缘单斜上依靠潜水面控制的特殊油藏. 据 1998 年加拿大学者 Gies 介绍, 美国德克萨斯州发现的露头油藏的可采储量超过 1×10^8 t (庞雄奇等, 2002). 本文主要探讨这种特殊油藏的形成条件和勘探前景.

1 露头油藏的形成条件和成藏模式

1.1 露头油藏的形成条件

露头油藏的形成条件有 3 个: (1) 存在露头圈

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); (2) 所在地区气候干燥, 潜水面埋深较大, 有利于油藏的保存; (3) 盆地深部油源丰富, 油藏规模主要取决于油源的丰富程度.

1.2 露头油藏的基本特征

(1) 露头油藏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 m. (2) 油藏依靠潜水衬托, 分布于地下潜水面附近, 具有隐蔽性.

(3) 储集层物性好, 储集层上下地层岩性致密, 形成

基金项目: 国家重点基础研究发展规划“973”项目“中国典型叠合盆地油气形成富集及分布预测”(G19990433).

作者简介: 秦长文(1968—), 男, 工程师, 主要从事油气成藏研究. E-mail: chwqin@163.com

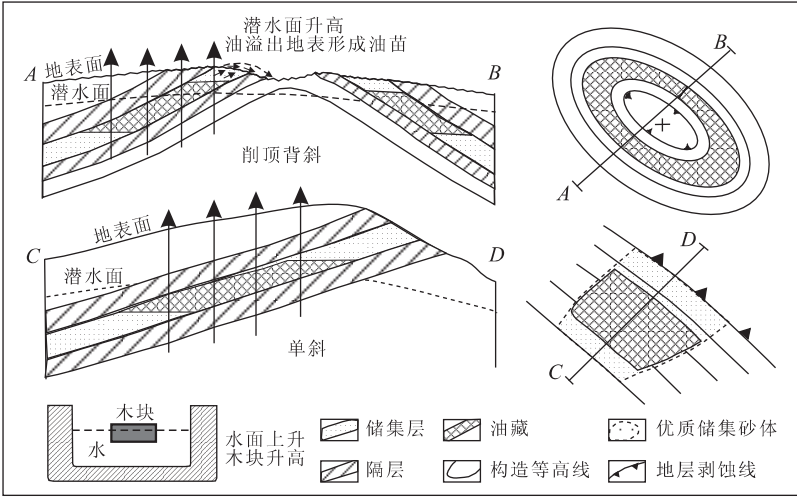


图 1 露头油藏形成模式示意图

Fig. 1 Sketch map of outcrop trap reservoir mode

顶隔层和底隔层。(4)油藏晚期形成,为原生油藏,石油聚集大于散失或聚散呈动态平衡。一方面,由于没有垂向封闭条件,石油会挥发散失;若潜水面上涨,油藏埋深变浅,石油还会随着潜水面上升至地表而散失;另一方面,盆地深部油源丰富,石油会不断运移补给油藏。(5)油藏无压力,采油靠重力方式驱动。

1.3 露头油藏的形成模式

露头油藏是石油在自身的重力和地下水的浮力达到平衡时聚集在露头圈闭中形成的,就像一个水容器的水面浮着木块一样(图 1)。露头圈闭相当于水容器,地表下的潜水面相当于水容器中的自由水面,露头油藏中的油就好象浮在水面的木块。水面上升,木块随着升高。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,就形成油苗。

露头圈闭有 2 种类型,一种是削顶的背斜,另一种是侧向岩性封堵的单斜。削顶背斜露头圈闭形成的油藏分布在背斜的翼部,在平面上呈环带状。单斜露头圈闭形成的油藏分布在优质储集砂体发育的单斜上,平面上呈块状。

露头油藏的分布不同于常规油藏,由于它与构造抬升、剥蚀作用和潜水面等对油藏起破坏作用的地质因素有关联,因而不被人们注意,这类地区在传统地质学理论上被列为油气勘探禁区。一些大型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。因此对露头油藏要通过地面地质调查、水文资料分析和地面化探等方法来进行预测和勘探。

2 露头油藏实例分析

我国西部吐哈盆地气候干燥,潜水面埋深较大,油气资源丰富,火焰山和七克台等背斜出露地表,十分有利于露头油藏的形成和保存。七克台油田是 20 世纪 50 年代在吐哈盆地发现的小油田,以前认为它是一个稠油遮挡的构造—岩性类型油藏(翟光明等, 1995)。

2.1 产状特征

七克台油田位于台北凹陷东南部七克台背斜台孜高点的北翼。七克台背斜是一个倒转背斜,其轴部被北倾逆冲断层所切,南翼深埋于地下;北翼遭剥蚀,地表所见为北倾单斜,由中侏罗统西山窑组—新第三系组成,地层倾角由老到新为 $70^{\circ}\sim 15^{\circ}$;北翼七克台组油层暴露地表,丰富的油砂沿地层走向延伸 4 km;无构造圈闭条件,东西两端由于岩性变致密,形成侧向封堵(图 2)。

2.2 储集层条件

七克台油田储集层发育中侏罗统七克台组下段(J_2q^1),岩性为灰绿、灰黄色砂岩与灰绿、灰黑色泥岩互层,夹薄层碳质泥岩。该层厚 38~61.5 m,纯砂岩厚 20.6 m,产油层平均有效厚度 3.8 m。七克台组上段岩性为纯泥岩,形成了顶隔层,三间房组上部主要是泥岩,形成了底隔层。

七克台组含油砂层只在东西向 4 km 范围内分布,向东西两侧砂岩厚度变薄,物性变差,未见含油。产油区储层孔隙度一般大于 15%,渗透率为 $1.61\times 10^{-3}\sim 68.18\times 10^{-3}\mu m^2$,含油饱和度为 16%~

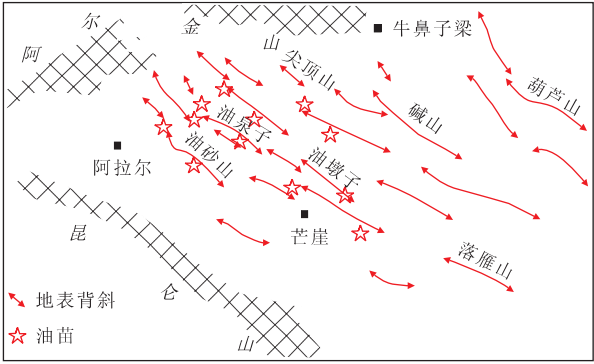


图 3 柴达木盆地西部地表背斜及油苗分布

Fig. 3 Outcrop anticline and oil seepage distribution in west Qaidam basin

(图 3),这预示着在我国西部开展露头油藏勘探具有广阔前景.

4 结论与讨论

露头油藏是一种依靠潜水面控制的特殊油藏.它发育于削顶背斜的翼部或盆地边缘单斜的地下潜水面附近,埋藏浅,但具有隐蔽性;油藏形成晚,石油聚集大于散失或聚散呈动态平衡;储集层物性好;油藏无压力,靠重力方式开采.

目前对露头油藏的研究还处于初步阶段,有些问题还需要进一步探讨,如:露头油藏无需稠油封堵,但它与稠油封堵的油藏可能有一定的过渡关系;油藏有效储层的物性下限会比常规油藏的高,其值需要通过实验等方法进一步确定;由于油藏无压力,靠重力方式开采,采收率会比较低,其值也需深入研究,以便勘探开发时做好经济评价.

References

Chen,J. P. ,Zhu,X. S. ,Guo,Z. J. ,et al. ,1999. The discovery and its significance of oil sands in Jurassic Formation in west Qaidam basin. *Acta Petrolei Sinica* ,20(3):13—18 (in Chinese with English abstract).

Gao,X. Z. ,Chen,F. J. ,2002. Accumulation model of petroleum in the Tertiary system of the northwestern Qaidam basin. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences* ,27(6):757—762 (in Chinese with English abstract).

Pang,X. Q. ,Jin,Z. J. ,Jiang,Z. X. ,et al. ,2002. Evaluation of

hydrocarbon resources of superimposed basin and its significance. *Petroleum Exploration and Development* ,29(1):9—13 (in Chinese with English abstract).

Tang,L. J. ,Jin,Z. J. ,Dai,J. S. ,et al. ,2002. Regional fault systems of Qaidam basin and adjacent orogenic belts. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences* ,27(6):676—682 (in Chinese with English abstract).

Xu,F. Y. ,Peng,D. H. ,Hou,E. K. ,2003. Hydrocarbon accumulation and exploration potential in Qaidam basin. *Acta Petrolei Sinica* ,24(4):1—6 (in Chinese with English abstract).

Zeng,L. B. ,Zhou,T. W. ,Lü,X. X. ,2002. Influence of Himalayan orogeny on oil and gas forming in Kuqa depression, Tarim basin. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences* ,27(6):741—744 (in Chinese with English abstract).

Zhai,G. M. ,Wang,S. Y. ,Shi,X. Z. ,et al. ,1990. Petroleum geology of China (Vol. 14). Petroleum Industry Press, Beijing,3—325 (in Chinese).

Zhai,G. M. ,Wang,S. Y. ,Shi,X. Z. ,et al. ,1995. Petroleum geology of China (The second half of Vol. 15). Petroleum Industry Press,Beijing,591—594 (in Chinese).

附中文参考文献

陈建平,朱兴珊,郭召杰,等,1999. 柴达木盆地西部侏罗系油砂的发现及其意义. *石油学报* ,20(3): 13—18.

高先志,陈发景,2002. 柴达木盆地北缘西段油气成藏机理研究. *地球科学——中国地质大学学报* ,27(6): 757—762.

庞雄奇,金之钧,姜振学,等,2002. 叠合盆地油气资源评价问题及其研究意义. *石油勘探与开发* ,29(1): 9—13.

汤良杰,金之钧,戴俊生,等,2002. 柴达木盆地及相邻造山带区域断裂系统. *地球科学——中国地质大学学报* ,27(6): 676—682.

徐凤银,彭德华,侯恩科,2003. 柴达木盆地油气聚集规律及勘探前景. *石油学报* ,24(4): 1—6.

曾联波,周天伟,吕修祥,2002. 喜马拉雅运动对库车坳陷油气成藏的影响. *地球科学——中国地质大学学报* ,27(6): 741—744.

翟光明,王慎言,史训知,等,1990. 中国石油地质志(十四卷). 北京:石油工业出版社,3—325.

翟光明,王慎言,史训知,等,1995. 中国石油地质志(十五卷下册). 北京:石油工业出版社,591—594.