

文章编号: 1001-6112(1999)03-0242-04

塔中地区地层压力结构与油气的分布

王红军, 黄晓明

(中国石油天然气集团公司石油勘探开发科学研究院, 北京 100083)

摘要: 地层压力分隔化是由于沉积物在成岩演化过程中受各种因素, 如沉积速率、沉积物类型以及成岩作用的影响, 使地层中的流体压力梯度呈现出随深度变化不连续的一种现象。根据地层压力梯度的变化可以划分地层的压力结构。压力分隔化在一定程度上控制着油气在地层中的聚集与分布。本文通过对塔里木盆地中央隆起带油气藏实例分析来说明地层压力结构对油气分布的控制作用。

关键词: 压力结构; 欠压实; 压力屏障; 油气藏; 塔中; 塔里木盆地

中图分类号: TE122. 2; P618. 13

文献标识码: A

1 塔中地区的地层压力结构的划分

塔中隆起位于塔里木盆地中央, 为一早古生代形成并发展起来的古隆起^[1]。目前发现的油气显示集中分布在石炭系及以下地层中。

通过声波时差计算泥岩中地层压力^[2], 发现塔中地区石炭-二叠系泥岩地层存在广泛的欠压实现象, 由此造成这套地层具有异常高压的特征。不仅从

物性上对下伏地层中的油气具有封盖作用, 由于地层中流体具有异常高压, 从流体渗流的机制上也阻止了油气向上的散失(图 1)。

实测地层压力数据表明油气藏内部(塔中 4)和油气藏顶部(塔中 1)存在一压力屏障, 该屏障上下实测地层压力明显发生突变, 其下的油藏处于高压区。

塔中地区地层压力在纵向上分布是不连续的。石炭-二叠系泥岩欠压实形成的超压带起到了区域

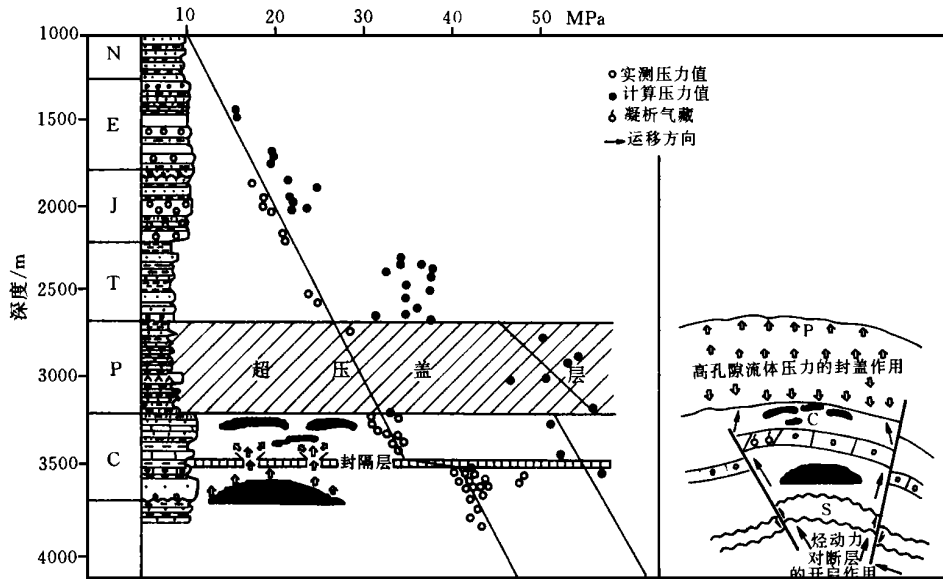


图 1 塔中 4 油藏压力结构划分及成藏模式

Fig 1 Pressure structure and petroleum pool formation model in well Tazhong 4

收稿日期: 1998-04-28; 修订日期: 1999-06-16

基金项目: 中国石油集团公司创新基金项目《软圈闭及其评价系统》项目成果的一部分。

作者简介: 王红军(1972-), 男(汉族), 博士, 现从事油气藏地质综合研究工作。

性盖层的作用, 储集层内部的压力屏障对油气藏的保存与调整起到了控制性的作用。

2 地层压力结构与油气的分布

2.1 泥岩超压盖层对油气聚集的保护作用

石炭系中上部与二叠系泥岩欠压实产生的超压

盖层对下部油气的聚集起到保护作用。根据声波时差计算得到的高地层压力与正常静水压力的差值代表该地层具有的过剩压力。图 2 中过剩压力值超过 15MPa 的泥岩段在石炭-二叠系地层中是连续分布的, 且其底界深度与油气聚集的最高层位是一致的。说明除泥岩的常规物理封盖机理外, 过剩压力在一定程度上也对油气的聚集起到控制和保护作用。

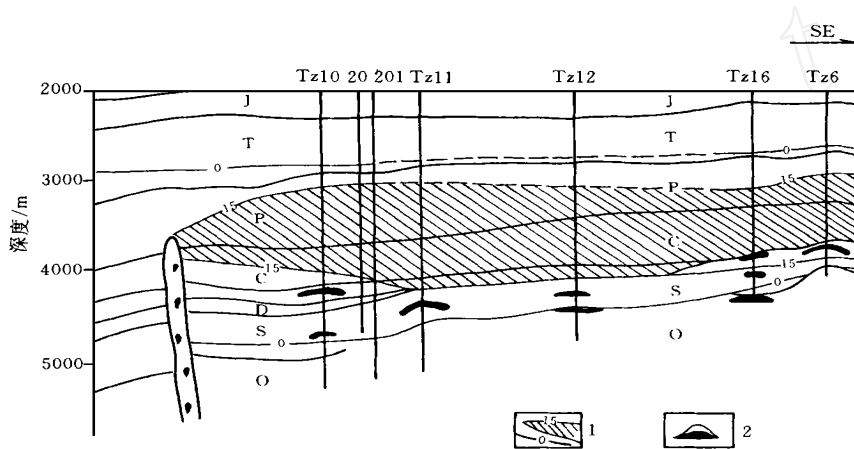


图 2 塔中地区过剩压力剖面

1. 泥岩过剩压力区及过剩压等值线, 单位为MPa; 2. 油气藏

Fig 2 Cross section showing overpressure in Tazhong area

2.2 储集层中的压力结构对油气分布的控制作用

塔中地区在 3500m 附近石炭系底部有一个实测压力突变带(如图 1), 上下储层中压力不同, 石炭系底油气藏处于相对高压环境中。油气藏的这种压力特征与 Hunt 在 1990 年提出的异常流体压力封存箱的概念^[3]很相似, 作者在研究了世界上众多盆地后指出, 在地层深度为 3048m 的深处有一个压力屏障, 该屏障以上是正常的压力系统, 以下是异常高压系统。这个压力屏障是近水平跨构造、岩性分布的。在塔中地区, 这一压力屏障的形成与岩性有关。塔中 4 井区 3500m 深度有一层致密的泥岩段, 塔中 1 井为一致密含膏岩段。

从流体渗流的微观机理出发^[5], 对于任一给定的地质单元体(图 3), 流体要从其 A 侧到达 B 侧, 也就是该地质体能够传递流体信息的一个必要条件是: 其中相互连通的孔隙数目必需超过一个极限值, 即有效孔隙占有率有一个下限值 P_c , 低于此值的地质单元对于任何流体来说都是封闭的。一般情况下, 沉积岩随埋藏深度的增加, 其孔隙度是减小的。在一定的深度范围, 当其孔隙度达到或超过临界渗流值

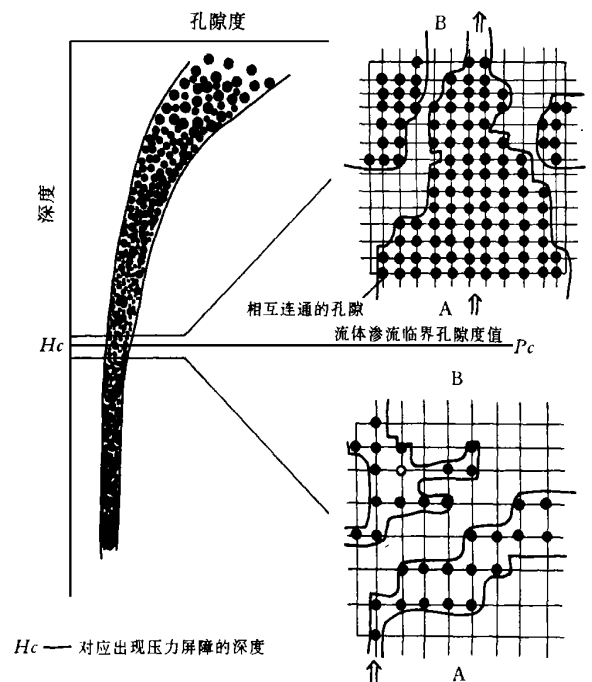


图 3 流体渗流临界值 P_c 地质解释示意图

Fig 3 Sketch map of geological explanation to the critical value (P_c) of seepage flow

P_c 时, 处于这个深度范围内的地质体对于任何流体来说都是封闭的。这个临界渗流值 P_c 直接受控于深度, 因此才会在统一的深度范围内出现跨越构造、岩性的流体压力屏障。

塔中地区的油气来自寒武- 奥陶系源岩, 是沿断层或不整合面从北部凹陷中运移而来的。在整理塔中地区的试井资料时, 有这样一组数据: 如图 4 所示, 从塔中 1 井向北, 经塔中 6 井、塔中 16 井到塔中 30 井, 随着地层深度的增加, 地层温度反而由 119 以上呈连续方式逐渐降低到 107 。地层的过剩压力也是逐渐降低的。从势能的角度分析, 石炭系储层中的油气有从构造高部位向低部位再分配的趋势。图 4 中天然气组分中的氮气含量和异丁烷与正丁烷的比值^[6]从塔中 16 井下部的奥陶系油藏到塔中 1 井奥陶系油气藏, 再到塔中 6 井石炭系气藏, 最后到塔中 16 井上部的石炭系油藏, 其变化趋势是逐渐增高的, 反映出油气运移轨迹和途径(如图 4 中空心箭头所示)。

石炭系底部的油气藏一般表现为超压异常的特点, 平均高出正常压力 5~ 10MPa。油气藏成藏模式与 Barker 于 1988 年提出的油向气热裂解而形成的超压油气藏的成藏模式^[4]相类似。通过对气藏中主体部分天然气成因的研究认为气藏中的气主要来源于原油的裂解, 并在储层中留下了大量沥青。储层流体包裹体均一化温度及古地温表明从晚第三纪至今塔中 1 和塔中 4 油气藏所经历的地层温度为 113~

119 以上。这一温度已达到 Barker 所提出的油向气裂解温度的下限, 此时油气的累计裂解率为 1.7%。粘土矿物分析表明, 塔中 1 井位于 3600m 处的奥陶系油气藏所经历过的温度至少在 137 以上, 其累计油气裂解率可达 29%~ 53.5%。古油藏内原油的裂解使油藏内部压力增高, 高压将会使油藏顶部的压力封隔层在一些薄弱环节处产生压力释放口, 导致油气向外散失, 以这种方式降低油藏内部的压力。其结果造成了古油藏内部油气的再分配。

在图 1 所示塔中 4 油气藏成藏模式中, 石炭系泥岩盖层不超压。超压封盖层位于二叠系地层之中, 它与塔中 4 原油藏并不直接接触。在油气裂解并不十分充分且油藏上覆沉积载荷较小的情况下, 油藏体积的增大将会使底部的原油沿断裂向上运移至 C_1 油组形成压力正常的油藏。在塔中 1 井区由于原油藏上面直接被超压地层封盖, 油气只能侧向沿东河砂岩向构造低部位, 同时也是地层能量相对较低的部位运聚(图 4), 最终运移至塔中 16 井石炭系 C_{III} 油组而形成油藏。随着古油藏原油裂解程度的加剧, 产生的大量裂解气携带部分原油以压力卸载的方式突破压力封隔层向外运移。在塔中 4 井区, 油气向上运移至 C_{III} 油组并形成气藏。在塔中 1 井区, 油气亦沿着早期的运移轨迹侧向运移至塔中 6 井区而形成气藏。这种古油藏内油气再分配的过程至少经历了两期: 第一期是以油为主向外逸散并在合适的位置聚集成藏; 第二期是以气为主向外逸散, 并将第

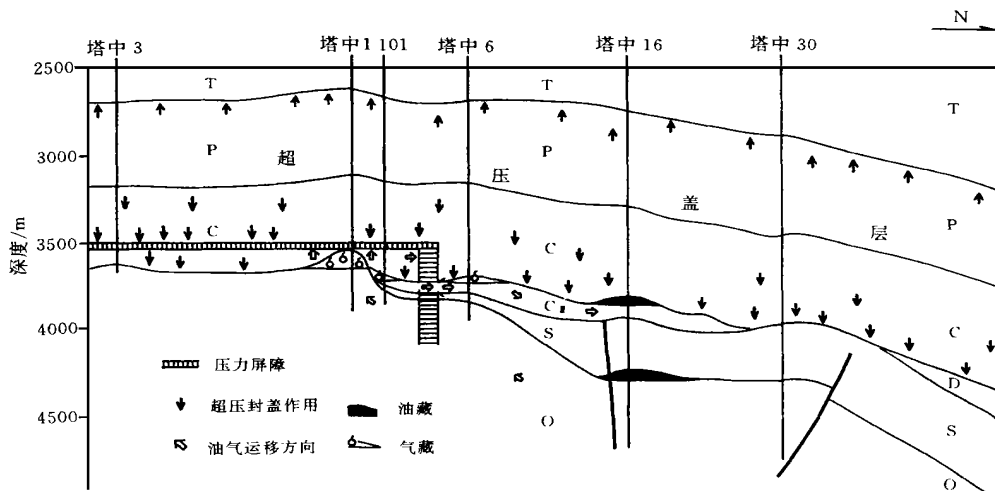


图 4 塔中地区油气藏成藏模式

Fig. 4 Petroleum pool formation model in Tazhong area

一期形成的油藏中的油驱至更远的地方而取而代之成为气藏。

3 结论

地层压力结构与油气的聚集与保存有密切的关系。塔中地区石炭-二叠系泥岩欠压实形成的超压盖层对油气聚集起到了保护作用,成为本区有效的区域性盖层。成岩作用进行到一定的程度,会在特定的深度范围内出现阻碍流体流动的压力屏障。储层中压力屏障的出现使早期形成的古油藏处于封闭环境内,并且在高温下发生油向气的裂解,最终导致古油藏在高压驱动下内部油气的再分配。这种以压力突破、能量释放的方式进行的油气藏的调整再分配过程是周期性的。

参考文献:

- [1] 贾承造. 中国塔里木盆地构造特征与油气[M]. 北京: 石油工业出版社, 1997.
- [2] 真柄钦次原著. 陈荷立等译. 压实与流体运移[M]. 北京: 石油工业出版社, 1981.
- [3] Hunt J.M. Generation and migration of petroleum from abnormally pressured fluid compartment[J]. AAPG Bulletin, 1990, 74: 1~ 12.
- [4] Barker C. Calculated volume and pressure change during the thermal cracking of oil to gas in reservoirs[J]. AAPG Bulletin, 1990, 74: 1404~ 1413.
- [5] 王域辉, 廖淑华. 分形与石油[M]. 北京: 石油工业出版社, 1994.
- [6] Alain A, 等. 陈世加译. 天然气中生产的和后生的分子及同位素分馏作用[J]. 化学地质, 1995, 126.

PRESSURE STRUCTURE AND PETROLEUM DISTRIBUTION IN TAZHONG AREA

WANG Hong-jun, HUANG Xiao-ming

(Research Institute of Petroleum Exploration and Development, CNPC, Beijing 100083, China)

Abstract: Pressure separation is usually controlled by the following factors, such as subsidence rate, sediment types and diagenesis during the diagenetic evolution, as a result the pressure gradient is uncontinuous. According to the variation of gradient pressure structure can be divided. Pressure separation controlled the petroleum accumulation and distribution to a certain degree. This paper illustrated the viewpoint by example of petroleum reservoirs in Tazhong uplift, Tarim Basin.

Key words: pressure structure; undercompaction; pressure seal; petroleum pool; Tazhong; Tarim Basin