

鄂尔多斯盆地延长组埋藏史、成藏期次 与致密油储层演化关系

田 涛¹⁾, 任战利¹⁾, 韩 伟³⁾, 李 浩¹⁾, 陈玉林²⁾

1) 大陆动力学国家重点实验室, 西北大学, 西安, 710069; 2) 中国石油集团测井有限公司, 西安, 710021;
3) 中国地质调查局西安地质调查中心, 西安, 710069

页岩气的成功勘探开发, 使全球油气资源迅速增加, 使人们看到了非常规油气资源的巨大潜力。致密油是页岩气突破后又一全球油气热点领域, 并在美国Williston盆地Bakken层首先实现突破^[1-4]。随着中国常规油气资源量的不断减少和对油气需求量的激增, 更加促进了中国对非常规能源勘探开发的研究进程。然而目前, 我国对致密油的研究仍处于起步和探索阶段。

关于致密油的概念目前国内外尚未达成统一。贾承造等^[5-6]认为, 致密油是指以吸附或游离状态赋存于生油岩中或与生油岩互层, 紧邻的致密砂岩, 致密碳酸盐岩等储集岩中未经过大规模长距离运移的石油聚集, 覆压基质渗透率小于或等于 0.1mD。邹才能等^[7-8]认为, 致密油是指与生油岩层系共生的、在各类致密储集层聚集的石油, 油气经过短距离运移, 储集层岩性主要包括致密砂岩和致密灰岩等, 覆压基质渗透率小于或等于 0.1mD (空气地面渗透率 $\leq 1\text{mD}$)。杨华等^[9]根据鄂尔多斯盆地实际勘探开发实际认为, 鄂尔多斯盆地储集层地面空气渗透率为 0.3mD-1mD 的超低渗透率油藏已经得到了有效规模开发, 遂将储集层地面空气渗透率小于 0.3mD, 赋存于油页岩及其互层共生的致密砂岩储层中, 未经过大规模长距离运移的石油称为致密油。贾成造、邹才能、杨华等人均将赋存在致密砂岩储层中的油, 定义到致密油的范畴。由此看来, 在非常规油气勘探开发的热点下, 对致密砂岩储层的研究, 是非常规致密油研究的重要课题, 也是实现勘探开发突破的基础。

鄂尔多斯盆地中生界上三叠统延长组, 特别是长 6、长 7 段是致密油重要生、储集层位, 致密油

的成藏规模不仅获得了美国油气专家的肯定, 也在长庆油田公司的勘探开发中取得了不错的效益^[9]。在致密油储层演化研究中, 致密储层的形成和油气充注的时间关系是一个非常关键的问题, 这将影响致密油的勘探与开发。通过查阅针对鄂尔多斯盆中生代晚三叠系以来的构造活动、油气成藏、沉积等方面的研究, 利用埋藏史模拟及油气成藏期次判定等方法, 试解释鄂尔多斯盆地延长组致密油储层形成和油气充注的时间关系。

据罗静兰等^[10]研究结果表明, 鄂尔多斯盆地自晚三叠世以来经历了两次明显的抬升剥蚀、一次沉积间断和三次沉降作用过程。第一次抬升事件发生于晚三叠世(208-203Ma), 为一次短暂的抬升剥蚀; 中侏罗世后(157-138Ma), 全区出现一次沉积间断; 第二次抬升剥蚀事件自晚白垩世开始至第三纪(97-1.64Ma), 是全区一次持续时间较长的重要抬升剥蚀事件。在此大的构造地质背景下, 利用鄂尔多斯盆地延长组典型井延长组地层分层信息, 进行埋藏史模拟(图 1)。

据任战利、梁宇等^[11-12], 利用包裹体测温、伊利石K-Ar测年结果, 结合盆地埋藏史分析认为, 鄂尔多斯盆地延长组长 6 段主要的油气充注时间为 120-100Ma 之间; 据时保宏等^[13]认为, 延长组长 7 段致密油藏主要经历了 2 次流体充注, 主成藏期为早白垩世晚期, 即 100Ma 左右。

鄂尔多斯盆地延长组长 7、长 6 段主要油气充注期远晚于地层埋藏时间。因此, 笔者认为鄂尔多斯盆地致密油主力层段延长组长 7、长 6 段储层致密化过程可分为两个阶段: 第一阶段即油气充注之前, 210Ma-120Ma 内延长组快速沉降深埋, 地层沉

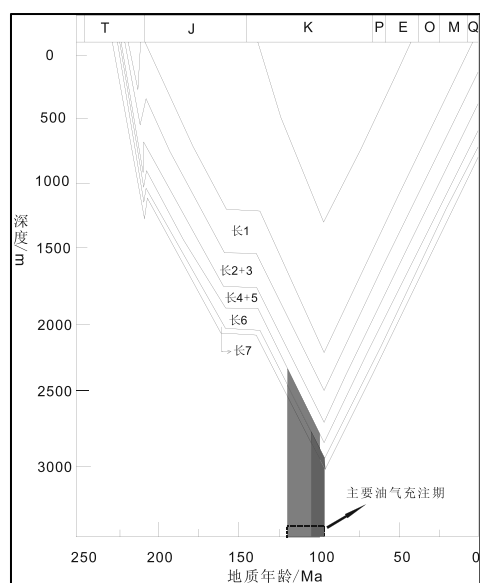


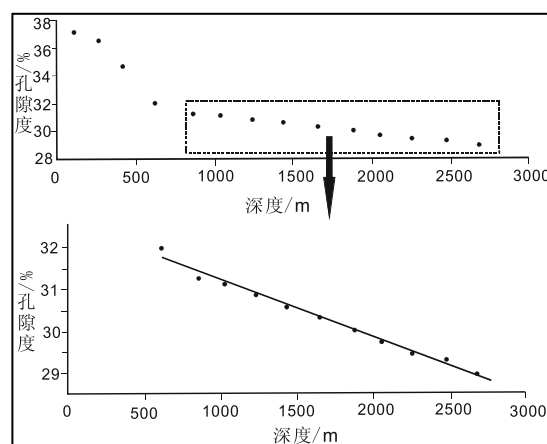
图1 鄂尔多斯盆地延长组埋藏史

积厚度加大,机械压实作用加强,成岩作用逐步复杂化强烈化。据 应长^[14]等,利用现代沉积物进行砂岩机械压实模拟实验,当模拟至 3000m 埋深时发现机械压实作用对砂岩孔隙度影响不是很大,孔隙度仍可达 20% 左右(图 2),达不到致密储层条件。由于实验样品取样地点,成分差异等均有可能造成不同的模拟结果,况且实际地质过程要远复杂于实验过程。因此,在未对延长组砂岩机械压实模拟实验下,该实验结果仅作为参考。此阶段虽有可能尚未造成储层致密化,但也能为后期储层低孔渗化起到促进作用;第二阶段即油气充注之后,100Ma 至今,盆地整体的抬升运动,上覆地层遭受剥蚀,埋深变浅,机械压实作用不占主导地位,而晚期胶结物的大规模发育成为储层致密化的主导因素,形成现今超低孔渗的致密状态。

结合沉积埋藏史和成藏期次研究,分阶段解致密油储层,有利于详细剖析致密油储层形成、演化过程及其影响因素,对预测致密油富集区,指导勘探有重要作用。

参考文献 / References

- [1] 邹才能, 陶士振, 连华等. 非常规油气地质[M]. 北京: 地质出版社. 2011

图2 砂岩机械压实模拟过程中孔隙度与深度关系图
(修改)(据 应长等, 2011)

- [2] 林森虎, 邹才能, 袁选俊等. 美国致密油开发现状及启示[J]. 岩性油气藏. 2011, 23 (4): 25-29
- [3] Daniel A, Brain B, Bobbi J C, et al. Evaluating implication of hydraulic fracturing in shale reservoirs[R]. SPE 121038, 2009
- [4] Bruce Johnstone. Bakken black gold[N]. Leader-Poster, 2007-12-10(6)
- [5] 贾承造, 郑民, 张永峰. 中国非常规油气资源与勘探开发前景[J]. 石油勘探与开发. 2012, 39 (2): 129-135;
- [6] 贾承造, 邹才能, 李建忠, 李登华, 郑民. 中国致密油评价标准、主要类型、基本特征及资源前景[J]. 石油学报. 2012, 33 (3): 343-349
- [7] 邹才能, 杨智, 陶士振等. 纳米油气与源储共生型油气聚集[J]. 石油勘探与开发. 2012, 39 (1): 13-26
- [8] 邹才能, 朱如凯, 吴松涛等. 常规与非常规油气聚集类型、特征机理及展望—以中国致密油和致密气为例[J]. 石油学报. 2012, 33 (2): 173-185
- [9] 杨华, 李士祥, 刘显阳. 鄂尔多斯盆地致密油、页岩油特征及资源潜力[J]. 石油学报. 2013, 34 (1): 1-10
- [10] 罗静兰, 张成立, 阎世可等. 盆地埋藏史及其对砂岩储层物性演化的影响[J]. 石油与天然气地质. 2011, 22 (2): 123-127
- [11] 梁宇, 任战利, 王彦龙等. 鄂尔多斯盆地子长地区延长组流体包裹体特征与油气成藏期次[J]. 石油与天然气地质. 2011, 32 (2): 182-190
- [12] 任战利, 张盛, 高胜利, 等. 鄂尔多斯盆地构造热演化史及其成藏成矿意义[J]. 中国科学. 2007, 37(增刊 I): 23-32
- [13] 时保宏, 张艳, 张雷等. 鄂尔多斯盆地延长组长7致密储层流体包裹体特征与成藏期次[J]. 石油实验地质. 2012, 34 (6): 599-603
- [14] 应长, 克来, 王健等. 砂岩机械压实与物性演化成岩模拟实验初探[J]. 现代地质. 2011, 25 (6): 1152-1158