

深部异常高层压发育特性

T. B. 别洛科尼等(俄罗斯)

摘 要 介绍了秋明 CT-6 超深井和提马诺—伯朝拉含油气省科耳瓦深井剖面上的异常高层压带及特征,总结了深部异常高层压带的发育特性。

关键词 深部 异常高层压 异常高层压带 储层 底水 甲烷碳同位素

1 前言

随着含油气省的普查—勘探工作向深层推进,研究对深部油气藏形成有重要影响温的压力条件就具有越来越重要的意义。随着深度的增加,异常高层压广泛发育。许多学者还注意到,异常高层压对储层的保存性能、流体运移过程和高温下石油保存的作用^[1]均有意义。通过对秋明超深井(7 502 m)和科耳瓦深参数井(7 057 m)剖面上异常高层压发育的若干特性与提马诺—伯朝拉示范井(6 904 m,未遇异常高层压)资料的对比分析,可以弄清异常高层压本身的性质及其在认识深部含油气性形成有重要作用的一系列新的趋向和规律性。

秋明超深井钻于西西伯利亚北部的下普尔大坳陷内,东距处在层压最高梯度带上的超大型天然气田——乌连果伊气田 60 km。根据打井方案,异常高层压剖面应从下白垩统开始发育,再往下深于 5 000 m 后,预计会恢复几乎等于静水压的层压。然而,钻井实践发现,异常高层压带(从层压梯度升高开始算起)的发育在从阿奇莫夫阶到三叠系 3 700~7 500 m 区间(图 1)。这是目前俄罗斯含油气盆地中异常高层压带最大的一个。在世界实践上也有异常高层压在剖面上广泛发育的情况。例如,美国在安大略坳陷打的贝尔塔罗杰斯—1 深井异常高层压带的发育厚度就可达 4 000 m^[3]。

2 秋明 CT-6 井的异常高层压带及特征

秋明 CT-6 井剖面异常高层压发育具有许多特征。最突出的特征是层压(孔隙压)梯度随深度增加而出现的明显的区段性和有规律的升高。在这种情况下,层压梯度与盖层和渗透性差的地层有关,地层渗透率愈小,层压梯度愈高。该剖面层压梯度升高分以下 5 段。
① 3 702~3 912 m 区段包括阿奇莫夫层和阿其莫夫层以下、巴热诺夫组和瓦西尤干组。其下部以瓦西尤干组底界为界,其上部以阿奇莫夫层上部的麦根奥组为界。在该段,层压梯度从 1.16 MPa/100 m 升高至 1.5 MPa/100 m。
② 3 912~5 041 m 段包括中侏罗统储集层和托阿尔阶底水层。其上界为瓦西尤干组底界,下界为托阿尔阶底界。该段层压梯度为 1.5~1.56 MPa/100 m。
③ 5 041~6 362 m 段包括三叠系一下侏罗统储集层和普尔底水层,上界为托阿尔阶底水层底界,下界为普尔底水层底界,层压梯度为 1.56~1.64 MPa/100 m。
④ 6 362~7 025 m 段包括三叠系储集层,上界为普尔底水层底界,层压梯度为 1.64~1.76 MPa/100 m。
⑤ 再往下还有一个层压梯度段(1.76~1.83 MPa/100 m),在 6 900~

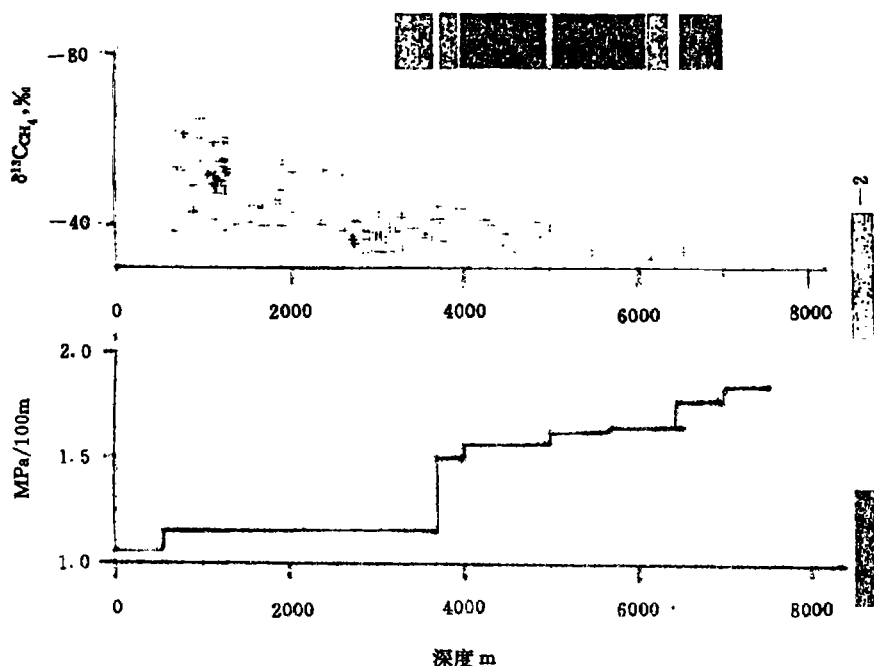


图1 秋明超深井钻区压力梯度和甲烷碳同位素变化

1. 储集层; 2. 底水

7 026 m段可能有一底水层。

秋明超深井剖面异常高层压带上的储层具有高孔隙度的特点^[2]。从总体上看,该井剖面开放型孔隙的分布反映了层压梯度的变化特性。在各段分界处,即层压梯度急剧上升高处,记录到了孔隙度的最高平均值(图2)。在异常高层压带上部发现有油显示,而在下部,则为

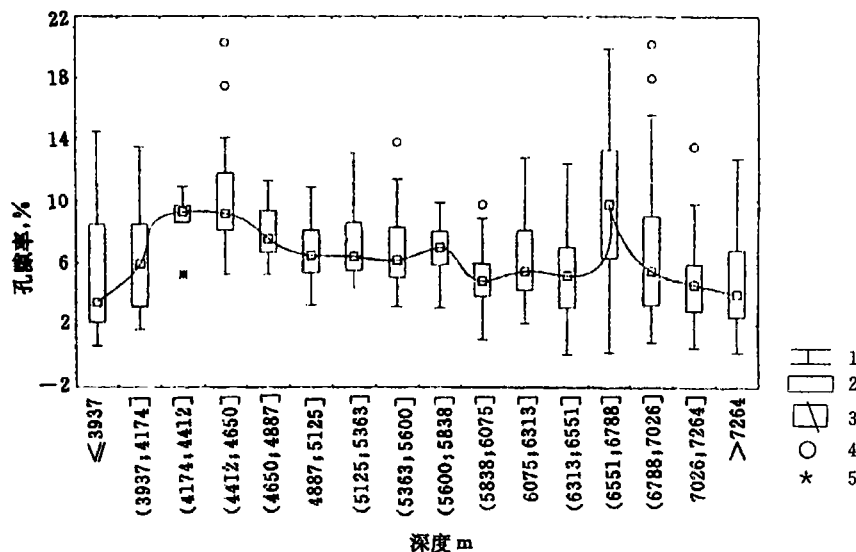


图2 秋明超深井剖面岩心孔隙分布的博克斯曲线

1. 最大~最小值; 2. 75%~25%; 3. 中间值; 4. 极值; 5. 异常值

水与气显示。在该剖面下部超过 6 000 m 深部(温度为 160℃)发现了硬沥青(石油破坏后的产物)。

根据甲烷碳同位素值, CT-6 井剖面中生界和新生界分为上、下两个区(图 1): ①上部区, 甲烷碳同位素较轻; ②下部区, 甲烷碳同位素较重。两区的分界处大致在凡兰吟阶底水层并与异常高层压带的上界。结果, 在异常高层压带以同位素重的甲烷占优势。从 6 500 m 深度的玄武岩储层获得的甲烷相对富含 ^{13}C 。

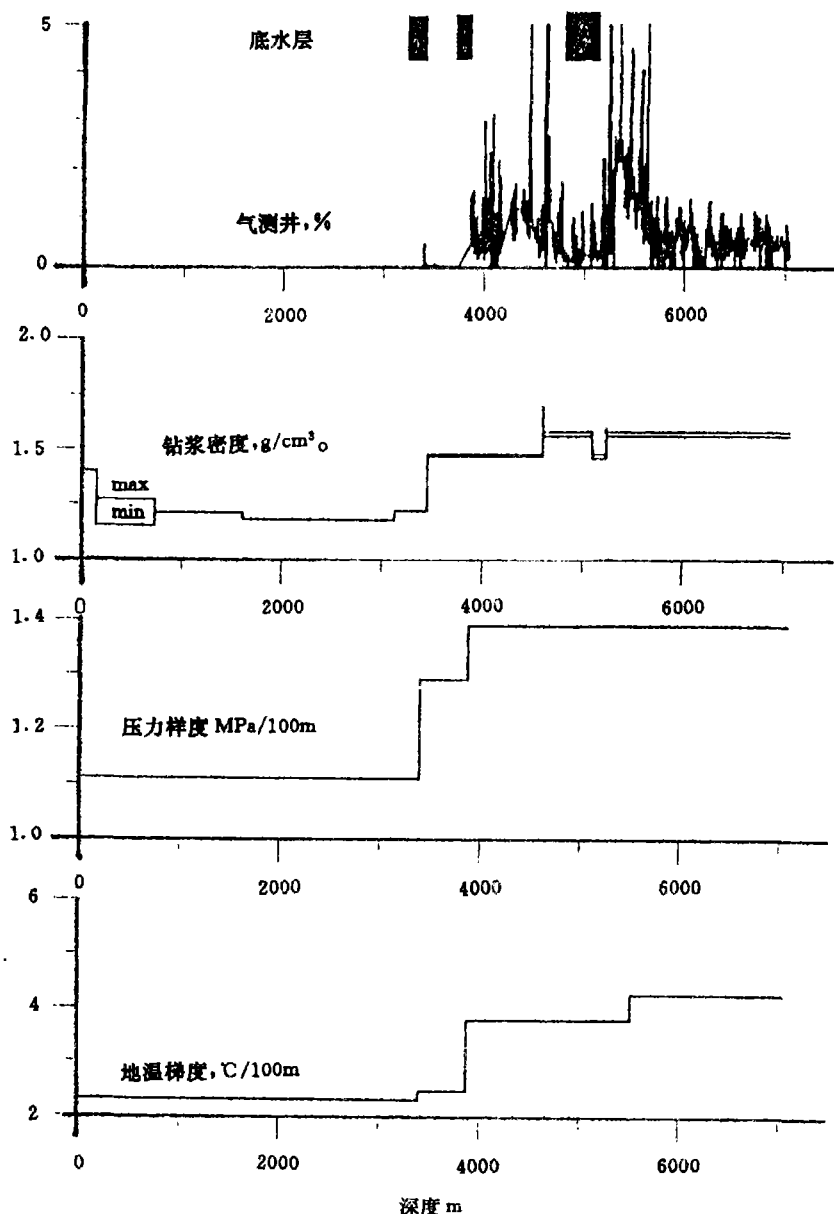


图 3 科耳瓦深井剖面异常高层压主要特征

3 提马诺—伯朝拉含油气省科耳瓦深井异常高层压带及特征

在提马诺—伯朝拉含油气省北部哈利扬根油田区打的科耳瓦深井的异常高层压带(该异常高层压带发育在古生界)具有同 CT-6 井相同的结构和特征(图 3)。提马诺—萨利加耶夫底水层之上是静水压区。异常高层压带第 1 段上界是提马诺—萨利加耶夫底水层,下界则是上沃泽伊绍尔底水层。该段压力梯度为 $1.29 \text{ MPa}/100 \text{ m}$ 。第 2 段上界为沃泽伊绍尔底水层,下界尚未确定,压力梯度为 $1.39 \text{ MPa}/100 \text{ m}$ 。这些异常高层压界面很容易用热测井方法确定。在第 1 分界处,地温梯度变化在 $2.31 \sim 2.47^\circ\text{C}/100 \text{ m}$,第 2 分界处的该值为 $2.47 \sim 3.78^\circ\text{C}/100 \text{ m}$ 。

在异常高层压带,储集层的范围很宽。最有说服力的证据是对 6 800 m 深度以下层试验过程中得到的水。在气测井曲线上清晰地显示气层。在上沃泽伊绍尔底水层之下的一些层中气层占 7%,而在罗赫科夫阶底水层下则占到 31%。天然气主要由甲烷组成。天然气背景丰度没有随深度增加而减少的趋势,相反比异常高层压带之上而显略高。在大于 6 000 m 深度、温度高于 170°C 的志留系发现了大量硬沥青,指示出了油藏破坏的痕迹。

钻于西索普列斯凝析气田区的提马诺—伯朝拉示范井与上述两井的情况不同,其剖面上无储层和气显示。在该井和其它井也未记录到异常高层压。原因大概是存在下泥盆统罗赫科夫阶的厚达 873 m 的不渗透层。

4 结论

(1) 在异常高层压区域分布情况下,在厚的异常压力带上部层位按深度可以追踪到若干压力梯度未降低的储层。

(2) 异常高层压具有分段结构特征,该特征由底水质量控制。

(3) 异常高层压带存在储层和气丰度升高的气显示,且甲烷富含重的碳同位素(例如秋明超深井)。

(4) 当温度超过 160°C 时,在异常高层压带可以观察到石油的破坏。

参 考 文 献

- 1 Лаврушко И П. Решающие Факторы Формирования и критерии поиска крупных месторождений нефти и газа. Геология, методы поисков и разведки месторождений нефти и газа. — М.: ВИЭМС, 1988.
- 2 Тюменская сверхглубокая скважина. Результаты бурения и исследования. Пермь; 1996.
- 3 Price L C, Clayton S L, Rumen L L. Organic geochemistry, 1981, (3):59~77.

史斗 译自 Разведк и охрана нелр, 1999, (11):42~43.