

白水头油区地层压力预测

王庆魁^{1,2}, 宋建国¹, 王鑫强², 王贺强²

(1. 成都理工大学 能源学院, 四川 成都 610059; 2. 大港油田 南部油气开发公司, 河北 沧州 061035)

摘要: 利用声波测井资料预测与检测技术, 研究白水头油区地层压力, 开展地层压力区域研究, 进一步认识了油气层与异常高压的关系, 充分认识压力异常及压力分布规律。并利用研究成果参与探井钻井工程设计, 大大提高了钻井工艺水平, 见到了明显的经济效益。此项压力预测技术对钻井过程中防止工程事故发生, 减少地层污染, 节省钻井成本有着重要的应用价值。

关键词: 异常压力; 压力分布; 声波测井; 钻井工程设计

中图分类号: TE34

文献标识码: A

大港油田陆相地层沉积条件多变, 构造运动频繁, 使得地下地质条件复杂多样。就压力而言, 往往易形成多压力系统并存在于同一油区内, 钻井过程中, 井喷、井涌、井漏共存一井的现象。白水头油区是大港油田滩海的后备战场之一, 压力预测研究意义重大。

1 压力预测技术简介

测井信息判断地层压力的方法, 主要有电阻率法、声波时差法、密度法和地层梯度法等 4 种。声波方法是判断异常地层压力比较好的一种方法, 由公式 $\Phi = (\Delta T - \Delta T_{ma}) / (\Delta T_f - \Delta T_{ma})$ (式中的 Φ 为储层孔隙度, ΔT 为储层声波时差值, ΔT_{ma} 为储层岩石骨架时差值, ΔT_f 为流体时差值) 可看出, 声波时差 ΔT 与孔隙度 Φ 之间有近似的线性关系, 且声波时差测井应用广泛, 仪器性能比较稳定, 受井眼影响小, 一般当井径小于 30 cm 时, 声波时差测量值较可靠。

用测井声波资料估算地层压力的方法是, 声波传播时间与孔隙度成正比, 并随深度呈指数下降, 可建立正常趋势线, 异常高压带孔隙度异常使声波传播时间偏离正常趋势呈异常高值。以等值深度法可定量确定异常压力。

2 白水头油区压力分布规律

2.1 研究区内构造简况

白水头地区位于黄骅拗陷北大港潜山构造带向

海域倾没部位, 为一大型断鼻构造, 断裂走向为北东向。断裂在南北上具有一定差异, 南面断层南掉, 北面断层北掉, 断层分布为向东北撒开、西南收敛的帚状形态。整个鼻状构造被北东向正断层和西北向平移断层切割成若干块, 以北西向平移断层为界, 东面为一陡坡带, 西面为一缓坡带。

研究认为, 该区构造特征决定了压力的分布特点, 深入研究地层压力在区块上的分布, 有助于研究构造的内在成因机制。

2.2 纵向压力变化规律

如图 1 所示, 根据试油静压资料建立的地层压力随埋深变化图, 压力的变化存在 3 个区带: 第一区带一般在埋深 2 500 m 以内, 特点是压力变化规律好, 储层试油压力系数均在 1.0 附近小范围变化; 第二区带埋深在 2 500~ 3 000 m 之间, 特点是压力变化波动性明显, 储层试油压力系数在 1.0~ 1.1 之间波动变化, 反映该深度段存在正常地层压力和正常压力向异常压力过渡的压力特征; 第三个区带埋深一般大于 3 000 m, 特点是压力变化波动性大, 储层试油压力系数在 1.0~ 1.3 之间变化。

图 1 说明白水头油区纵向上存在 2 组不同的压力系统。深入研究这一差异性及其平面展布规律, 有助于弄清该地区压力的成因机制, 做好生产预测。

2.3 平面压力分布规律

图 2 为白水头地区沙一中地层压力系数分布图, 清晰地反映出该地区断裂体系对地层压力具有控制作用。以白水头主断层为界, 随着北面断层北

掉,地层压力系数逐渐降低;随着南面断层南掉,地层压力系数有增高的趋势。不同断块地层压力系数各有一定差异性,说明压力分布还受局部断块影响。

对白水头主断层研究发现,断层两侧地层压力系数不高,基本为正常地层压力。主断层中部地层压力异常增高。这种地层压力的分布特点揭示其主断层成因很可能是平错扭动,主断层中部形成挤压。

3 压力预测技术在探井预测中的效果评价

白水头油区研究发现,该地区不同层位、不同断块地层压力各有差异,压力预测技术对新钻探井尤为重要。本文研究成果将预测压力资料参与钻井工程设计,大大提高了钻井工艺水平,见到了明显的经济效益。

1) 钻井中使用了合理的泥浆比重,提高了钻井工程质量。大港油田滩海以往钻井有过井喷、井涌史,钻井中往往过早地加大泥浆比重,造成泥浆成本增加,井漏现象时有发生。采用地层压力预测技术后,使用过的泥浆比重也就相应降低了。如井深超过 4 000 m,以往使用的泥浆比重最高达 $1.54 \sim 1.62 \text{ g/cm}^3$,通过预测,泥浆比重明显降低,用 $1.35 \sim 1.45 \text{ g/cm}^3$ 就可正常钻进,泥浆比重平均下降 0.2 左右,大大节约了成本,提高了经济效益。白水头地区新钻探井预测与检测结果较吻合,泥浆比重使用

比较合理,预测泥浆比重最高为 1.34 g/cm^3 ,降低了 0.20 g/cm^3 左右。

2) 提高了机械钻速,缩短了钻井周期。由于使用合理泥浆比重,接近平衡钻井条件,再加上钻井采用先进措施,综合钻井机械钻速大大提高。钻井周期缩短约一个月,如白 8-1、板深 78-1 井等新井,比以往钻井周期缩短了近一个月。

4 结论

1) 搞好地层压力预测技术,可为钻井泥浆比重设计提供科学依据,大幅度节约钻井成本,缩短钻井周期。

2) 地层压力预测技术,可为井身结构设计提供重要依据,有助于安全正常钻井,保护地层不受污染。

3) 开展地层压力分布规律研究具有重要的石油地质研究意义。

参考文献:

- 1 周立宏. 利用泥岩声波时差估算地层压力[J]. 石油实验地质, 1996, 18(2): 195~199
- 2 钟 锴. 岩样中孔隙、裂缝声波特征的实验研究[J]. 石油实验地质, 2002, 24(2): 164~169
- 3 秦若翰. 用声波时差资料研究泥岩压实时的岩性影响问题[J]. 石油实验地质, 1989, 11(1): 84~90
- 4 间景彦. 用声波时差资料计算剥蚀量的方法改进[J]. 石油实验地质, 2000, 22(4): 302~308

FORMATION PRESSURE PREDICTION IN THE BAISHUITOU OIL REGION

Wang Qingkui^{1,2}, Song Jianguo¹, Wang Xinqiang², Wang Heqiang²

(1. College of Energy Sources, Chengdu University of Science and Engineering, Chengdu, Sichuan 610059, China;

2. South Company, Dagang Oilfield, Cangzhou, Hebei 061035, China)

Abstract: Technology of acoustic logging prediction and inspection is used in this paper to study formation pressure. Through study of formation pressure, the relationship between hydrocarbon reservoir and abnormal high pressure is mostly understood. Abnormal high pressure and pressure distribution regulation are recognized. Drilling level is improved greatly thanks to the study results. All these progress have made obvious economic profit. And it has significant application value in preventing engineering accidents, decreasing stratum pollution and saving drilling cost in the process of drilling.

Key words: abnormal pressure; pressure distribution; acoustic logging; drilling technology design