

Application of Horizontal Well Geosteering Technique in Santanghu Basin

Jing Wen¹, Na Zhang², Mengduo Yao², Changdi Liu², Qianqian Wang³

¹Sedimentation Geology Research Institute of Chengdu University of Technology, Chengdu Sichuan

²Research Institute of Exploration and Development, Tuha Oilfield Company, PetroChina, Hami Xinjiang

³Henan Oilfield Company, SINOPEC, Nanyang Henan

Email: 21715369@qq.com

Received: Apr. 18th, 2017; accepted: Jul. 21th, 2017; published: Aug. 15th, 2017

Abstract

Geosteering was the key technique ensuring smooth landing and penetrating through the designed horizontal sections. Limited by drilling technical condition in the oilfield, only three means were used for geosteering, such as conventional mud logging, mud gas log and GR of LWD. By applying the geosteering technique described in this article, the depth of landing point can be accurately predicted, and landing status and bit position in the reservoir can be determined to steer the drilling direction to ensure the hole to run within the reservoir as much as possible. Obvious result is obtained in actual drilling, and it is of great significance in the horizontal well drilling in Santanghu Basin.

Keywords

Horizontal Well, Geosteering, Cutting Logging, Mud Gas Log, GR of LWD

水平井地质导向技术在三塘湖盆地的应用

文 静¹, 张 娜², 姚孟多², 刘长地², 王倩倩³

¹成都理工大学沉积地质研究院, 四川 成都

²中国石油吐哈油田公司勘探开发研究院, 新疆 哈密

³中国石化河南油田公司, 河南 南阳

作者简介: 文静(1983-), 女, 博士研究生, 现主要从事沉积学方面的学习与研究。

Email: 21715369@qq.com

收稿日期: 2017年4月18日; 录用日期: 2017年7月21日; 发布日期: 2017年8月15日

摘 要

地质导向技术是保证水平井钻进中井眼顺利着陆,并在目的层顺利穿行达到设计水平段长度的关键技术。受现场钻井技术条件的限制,目前三塘湖盆地实施的水平井中主要以常规地质录井、气测录井、随钻伽马作为钻井地质导向的技术支撑。通过该技术能较精确地预测着陆点深度、判断钻头着陆和钻头在油层中的位置,及时指导钻进方向,保障井眼轨迹尽可能多地位于油层中,在现场实践中效果显著,对三塘湖盆地的水平井施工具有重要的指导意义。

关键词

水平井, 地质导向, 岩屑录井, 气测录井, 随钻伽马

Copyright © 2017 by authors, Yangtze University and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

三塘湖盆地马中二区二叠系条湖组(P₂t)为凝灰岩致密油储层,油层构造变化剧烈,且几乎无直井可以利用,地震精度远达不到水平井钻井要求,局部区域地层厚度变化大,加之地层倾角大[1][2],在水平井钻进过程中极易钻穿油层,完全按地质设计钻井存在较大风险。因此,现场地质导向对于提高油层钻遇率显得尤为重要。受现场钻井技术条件限制,目前三塘湖盆地水平井可采用的钻井地质导向技术主要是常规地质录井、气测录井、随钻伽马三种[3][4]。

2. 区域概况

三塘湖盆地位于新疆东北部的巴里坤哈萨克自治县与伊吾县,北接蒙古,西邻准葛尔盆地,南临吐哈盆地。马朗凹陷 P₂t 沉积时期,受印支运动影响,发育一套富含火山岩的湖相沉积,条湖组二段(P₂t₂)下部发育一套约 20 m 厚的凝灰岩,为目的层。钻井揭示 P₂t 分布较广,厚度为 50~400 m,平均厚度约 150 m(图 1)。

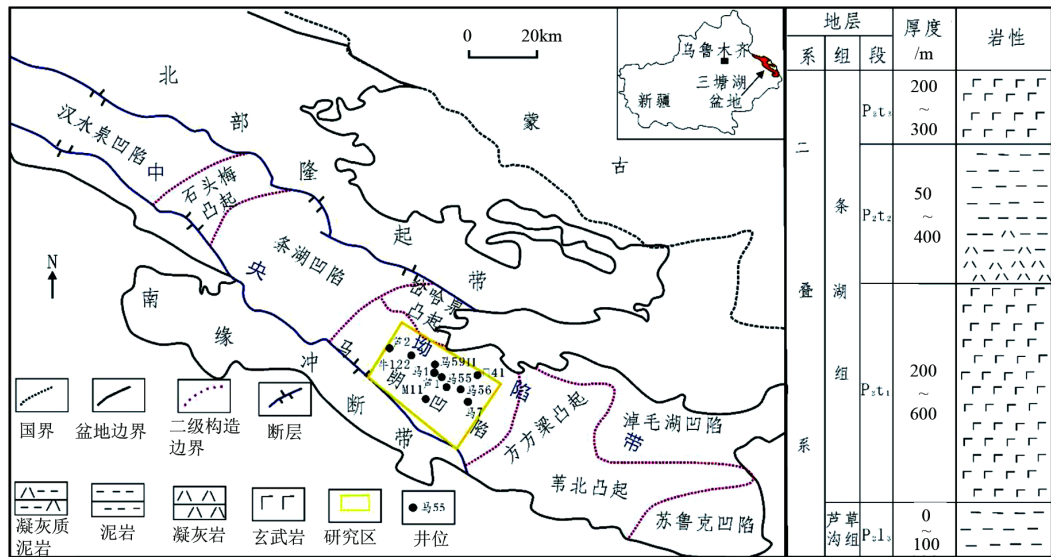


Figure 1. The partition plot of geological structure and comprehensive geologic histogram in Permian of Santanghu Basin

图 1. 三塘湖盆地构造分区图及二叠系综合地层柱状图

3. 水平井地质导向技术

三塘湖盆地的水平井现场地质导向主要通过常规地质录井、气测录井、随钻伽马、钻时等进行，结合区域地质研究成果及时预测油层[5] [6]。当跟踪人员发现录井显示出现变化并可以准确把握时，则及时调整井轨迹；而当跟踪人员不能准确判断时，则应立即通知后方，同时提供详尽资料，后方研究人员根据井斜测量数据实施标定水平井钻进轨迹，同时对录井资料进行分析，结合区域情况及邻井钻探对比情况，提供调整意见，确保较高油层钻遇率。以马 56-6H 井为例进行关键技术点说明。

3.1. 通过气测录井判断着陆点

马 56-6H 井目的层为 P₂t₂ 底部的一套凝灰岩，储层厚度为 20~30 m，水平段设计长度为 800 m，该区块气测值变化在接近油顶时具有一定规律性，邻井马 57H 井和马 56 井在接近油顶时，气测组分依次从轻烃到重烃全部出现，过程连续，据此可预测马 56-6H 井油顶出现的垂直深度(表 1)。预测油顶位置与实钻油顶位置垂深相差 0.5 m，说明预测结果可靠，对中靶之前轨迹调整提供了参考。

Table 1. The prediction of top of oil layers in Well M 56-6H and adjacent wells

表 1. 马 56-6H 井及邻井油顶位置预测表

井号	出现组分	D _M /m	D _{TV} /m	斜厚/m	垂厚/m
马 56	iC ₄ 、nC ₄	2117	2117	17	17
	iC ₅ 、nC ₅	2126	2126	8	8
	油顶	2134	2134		
马 57H	iC ₄ 、nC ₄	2337	2194	68	16
	iC ₅ 、nC ₅	2381	2204	24	6
	油顶	2405	2210		
马 56-6H	iC ₄ 、nC ₄	2216	2140	28	11
	iC ₅ 、nC ₅	2244	2151	22	(6+8)/2 = 7
	预测油顶	2266	2158		
	实钻油顶	2265	2157.53		

注：D_M为测量深度；D_{TV}为垂直深度。

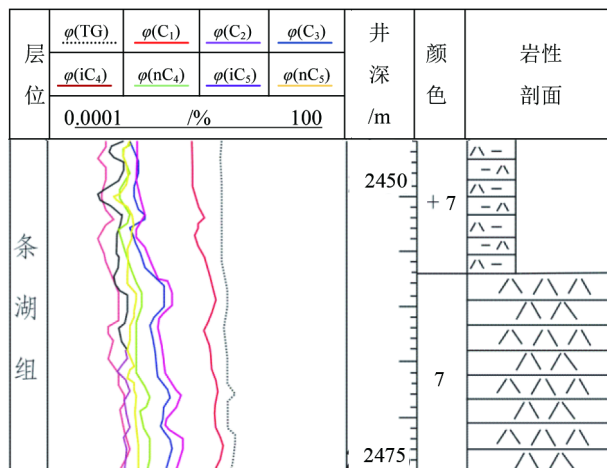


Figure 4. The sectional view of LWD in Well M 58H
图 4. 马 58H 井随钻录井剖面图

3.4. 随钻测井特征

由于受成本控制，研究区的开发井一般只测量随钻伽马。研究区 P_2t 凝灰岩的伽马值介于上部泥岩与下部玄武岩之间，即泥岩 > 凝灰岩 > 玄武岩。由于现场各定向服务队仪器调校的差异，随钻伽马与电测结果存在较大差异，因此利用随钻伽马识别岩性只能看相对值，不能将电测标准用于随钻伽马去判断岩性。研究区电测结果的伽马值范围为：上部凝灰质泥岩段 75~85 API； P_2t 凝灰岩 55~75 API；下部玄武岩 30~40 API。

3.5. 马 56-6H 井轨迹调整介绍

马 56-6H 井钻至 2514 m (D_M)处返出岩屑为大量深灰色(黑色)凝灰质泥岩，含少量凝灰岩，初步认为是钻遇夹层，分析后决定按原设计钻进；钻至 2552 m (D_M)处返出岩屑全为深灰色(黑色)凝灰质泥岩，与油顶上部岩屑对比后，初步认定已钻遇油顶上部泥岩，同时将出油顶随钻伽马值与刚进油顶时的随钻伽马进行对比，判断井眼轨迹已出油顶(图 5)。

据此进行了小幅度降斜，井斜必须不低于 82.5° ，并要求后期必须中设计 B 靶点。认定钻出油层后，根据现场资料计算地层倾角为 7° 左右，提出建议：为尽量少钻遇泥岩段，需大幅度降斜钻进，找到油层并进入油层中部后按 83° 井斜角稳斜钻进。钻至 2904 m (D_M)处，钻遇灰白色致密凝灰岩，认定为致密夹层，要求定向小幅度增斜钻进，井斜角由 83° 增至 84° ，后期按 84° 稳斜钻进。完钻井深为 3315 m，马 56-6H 井钻遇水平段长度为 815 m，电测解释结果钻遇油层(凝灰岩) 634 m，油层钻遇率 77.8% (见表 2)。

Table 2. The statistics of oil layers encountered in horizontal well drilling in Well M 56-6H

表 2. 马 56-6H 井水平段油层钻遇情况统计表

层段	岩性	含油级别	气测显示			视厚度/m
			$\phi(TG)$ 最大值/%	$\phi(TG)$ 平均值/%	组分全否	
水平段	凝灰质泥岩		1.86	0.88	全	181
	凝灰岩	荧光 6 级	2.55	1.56	全	17
	凝灰岩	荧光 7 级	3.7	0.91	全	207
	凝灰岩	油迹 9 级	7.78	1.93	全	410

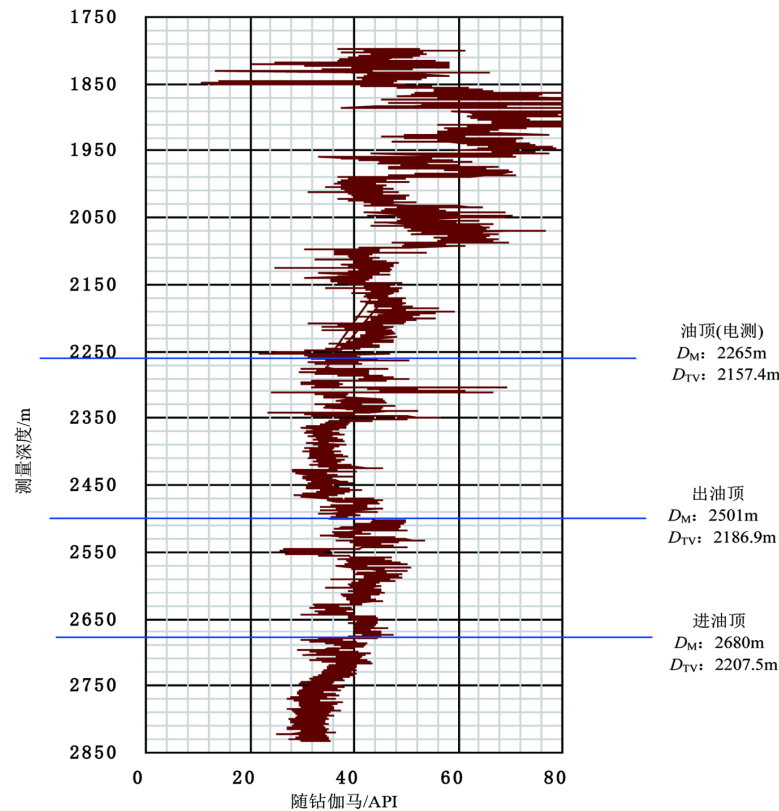


Figure 5. The field GR curve while drilling in Well M 56-6H
图 5. 马 56-6H 井现场随钻伽马曲线

4. 结论

1) 马 56 块地层倾角变化大, 且存在油层局部变薄的情况, 因此轨迹调整需要有预见性, 即当出现某种岩性变化的趋势时, 就需要判断油层情况并及时调整轨迹。

2) 针对三塘湖盆地目前的钻井技术条件及马 56 块的地质特征, 水平井需要结合常规地质录井、气测录井、随钻伽马综合确定油层。

参考文献 (References)

- [1] 金晓波. 综合录井技术在川西水平井钻井中的导向作用[J]. 中外能源, 2009, 14(10): 60-63.
- [2] 梁宝安, 王悦田, 刘喆. 水平井录井技术研究与应用[J]. 录井工程, 2010, 21(4): 1-4.
- [3] 刘佩波. 水平井录井技术难点与对策分析[J]. 西部探矿工程, 2016, 28(6): 23-24.
- [4] 李一超, 王志战, 秦黎明, 等. 水平井地质导向录井关键技术[J]. 石油勘探与开发, 2012, 39(5): 620-625.
- [5] 张新涛, 王英民, 石文龙, 等. 新疆东北部三塘湖盆地马朗凹陷 J2X2 层序地层格架及沉积相预测[J]. 地质论评, 2009, 55(2): 181-188.
- [6] 梁浩, 李新宁, 马强, 等. 三塘湖盆地条湖组致密油地质特征及勘探潜力[J]. 石油勘探与开发, 2014, 41(5): 563-572.

[编辑] 龚丹

期刊投稿者将享受如下服务：

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：jogt@hanspub.org