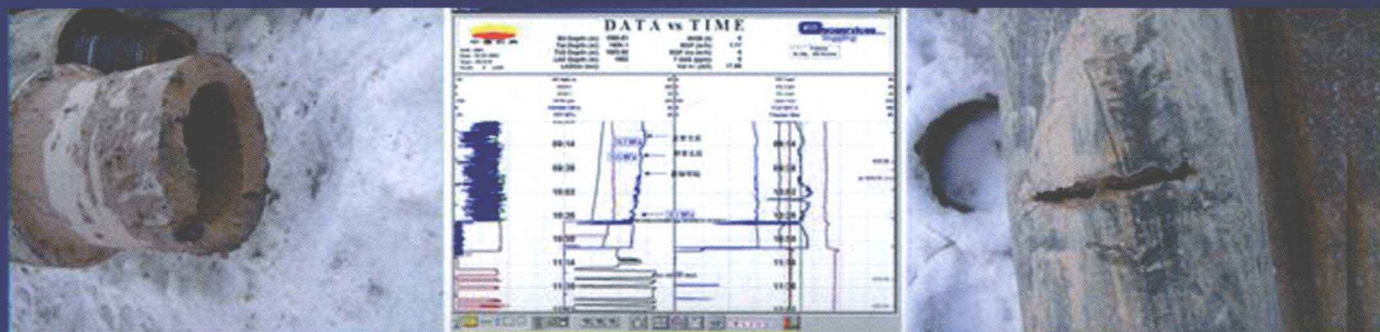


王清华 主编

工程录井实用图册

GONGCHENG LUJING SHIYONG TUCE



工程录井实用图册

王清华 主编

石油工业出版社

内 容 提 要

在广泛收集塔里木油田近期工程预报实例的基础上,部分采用国内各大油田的工程预报实例,通过分析整理钻进和划眼、起下钻作业、循环和静止、事故处理等不同工况下的录井参数变化情况,建立了相对完善的工程预报图册、图表。

本书可作为钻井监督、地质监督、钻井现场钻井、地质生产管理人员,以及钻井工程和综合录井技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

工程录井实用图册/王清华主编.
北京:石油工业出版社,2010.3
ISBN 978-7-5021-7615-0

I. 工…
II. 王…
III. 录井-图集
IV. TE242.9-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 003830 号

出版发行:石油工业出版社
(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)
网 址: www.petropub.com.cn
编辑部:(010) 64523589
发行部:(010) 64523620
经 销:全国新华书店
印 刷:保定彩虹印刷有限公司

2010 年 3 月第 1 版 2010 年 3 月第 1 次印刷
889×1194 毫米 开本:1/16 印张:12
字数:307 千字 印数:1—2000 册

定价:80.00 元
(如出现印装质量问题,我社发行部负责调换)
版权所有,翻印必究

前 言

塔里木盆地作为中国最大的含油气盆地之一，由于油气藏埋藏深、地下地质条件十分复杂，造成钻井工程难度大、周期长、成本高，严重制约了塔里木盆地油气勘探开发进程。综合录井作为在钻井现场的连续监测手段，能够直接连续监测和量化分析判断钻井工程、钻井液、气体和地层压力等多项参数，进而指导安全优化钻井，达到保障钻井施工安全，规避各种工程事故，提高勘探开发整体效益的目的。

本图册编制的重要意义在于可以广泛提高钻井现场工程、地质人员对各种工程异常的认知水平，快速对工程异常作出判断，更好地指导现场录井工作，提高录井人员对工程异常预报的预报率、准确率和符合率，为工程异常的及时处理赢得宝贵的时间，在一定程度上对整个油气田勘探开发的顺利进行起着保驾护航的作用。

在图册编写时，首先对各种钻井事故发生时的录井参数变化情况的真实图例进行归纳总结，整理并手工绘制出各种工程异常的典型图例。该典型图例通过突出曲线形态的主要特征，更直观地反映出所要描述的工程异常的曲线特点，以指导阅读典型图例后面附加的现场工程录井回放图。通过手绘典型图例与真实录井回放图相结合，使读者更容易掌握该种工程异常的录井曲线特征。

本图册共分为六章。其中第二章至第四章根据钻井工程的不同工况，分为起下钻过程的监测、对循环和静止的监测、对钻进和划眼作业的监测 3 种工况进行归纳整理；第五章和第六章分别是硫化氢监测、地层压力的监测的归纳整理。

在图册的编制过程中，通过各种信息渠道广泛收集各方面的工程录井信息，力求全面而准确地反映各主流综合录井仪在各种钻井复杂状况下的工程录井参数特点。图册中的实例均来自现场监测汇报实例，共收集 ALS2、DLS、SK2000、CMS、SZL-953、SDL-9000 等多种综合录井仪的录井图例近千例，采纳 303 例，基本涵盖了钻井工程复杂情况的各个方面，并能反映各种主流综合录井仪的自身录井特点（如操作界面等）。图册的编制得到了中海油田服务股份有限公司中法渤海地质服务有限公司的大力支持，同时，中国石油塔里木、吐哈、冀东、大港、大庆、辽河、华北、四川等油田和录井公司提供了大量的工程录井信息，为图册的顺利编写奠定了基础。

为了便于读者阅读及查找，将书中出现较多的英文名词术语在附录中做了一个中英文名词术语对照表。

由于编者水平有限，错误及不妥之处敬请读者谅解。对以上未提及并且对本图册的编制提供帮助的油田公司、录井公司及个人，也请多包涵。同时，此图册中有些图收集途径不同，时间周期较长，导致无法提供原图，以至于部分图不清楚，对此表示歉意。

编者

目 录

第一章 综合录井工程异常预报技术	(1)
第一节 综合录井在钻井安全生产中的作用	(1)
第二节 常见钻井工程异常及参数特征	(3)
第二章 起下钻过程的监测	(6)
第一节 池体积及返出口流量监测	(6)
第二节 起下钻遇阻、遇卡	(12)
第三节 下钻中卡钻	(27)
第四节 起下钻过程中断钻具	(31)
第五节 堵水眼	(33)
第六节 其他	(35)
第三章 对循环和静止的监测	(36)
第一节 井漏	(36)
第二节 井侵、溢流、井涌	(39)
第四章 对钻进和划眼作业的监测	(42)
第一节 钻头寿命终结	(42)
第二节 钻具刺	(63)
第三节 钻具断	(81)
第四节 井漏	(94)
第五节 井侵、井涌、溢流、气测异常	(113)
第六节 溜钻、顿钻、放空	(124)
第七节 堵水眼、掉水眼、钻头泥包	(133)
第八节 卡钻	(140)
第九节 钻井设备故障	(150)
第十节 井壁垮塌	(159)
第十一节 钻井液密度变化引起的立压变化	(160)
第十二节 其他	(163)
第五章 硫化氢监测	(168)
第六章 地层压力的监测	(179)
附录：中英文名词术语对照表	(183)
后记	(184)

第一章 综合录井工程异常预报技术

第一节 综合录井在钻井安全生产中的作用

一、工程异常预报的必要性

随着油气勘探开发工作不断深入,各探区钻井规模日益扩大,总钻井数、总进尺、深井数逐年增多。塔里木探区所钻井大部分为深井、超深井,地质条件复杂,钻井周期较长,钻井成本较高。在钻井过程中一旦发生井下复杂情况或事故,处理难度通常较大、时间较长,造成成本大幅增加,甚至导致工程报废。如何最大限度地现有设备、技术条件下,对钻井异常和事故做出及时而准确的预测,以确保优质、快速、高效、低耗地完成钻井生产任务,充分发挥“钻井的眼睛”的作用,成为钻井安全生产中至关重要的环节。

二、综合录井的安全监测技术概述

综合录井在钻井现场监测油气异常时,通过传感器连续监测工程参数得到的实时曲线可以立即直观、快速地发现钻井参数的异常变化,从而对钻井安全隐患做出较为准确的预测。由综合录井实时监测硫化氢等危及人身安全的有毒有害气体也已成为确保钻井生产安全的常规手段之一。实践已经表明,综合录井与钻井安全已经是不可分割的一个整体,有了先进的综合录井设备、技术,以及训练有素、责任心强的录井技术人员,将最大可能地规避钻井风险,将钻井周期及总成本降至最低。

综合录井的安全监测参数包括钻井生产的各个方面。从采集类型上可以分为实测参数和计算参数两种,实测参数包括大钩位置、扭矩、转盘转速、大钩负荷、立压、套压、出口与入口密度、出口与入口温度、出口与入口电导率、返出口流量、池体积、泵冲、全烃、组分、硫化氢、二氧化碳、钻速、提下钻速度、下套管速度等;计算参数包括总井深、迟到井深、钻头位置、垂直井深、方入、方余、钻压、钻时、ECD、 dc 指数、Sigma 指数、地层压力、地层破裂压力、入口排量、钻头压降、钻头水马力、钻头使用时间等。从监测事故种类上分,可以分为钻头类(钻头老化、钻头泥包、钻头水眼堵、水眼刺)、钻具类(钻具刺、泵刺、遇阻、卡钻、溜钻、断钻具)、钻井液类(井涌、井漏、油气水侵、异常压力)、井眼类(井壁垮塌、粘卡、缩径)、有害气体类(硫化氢、二氧化碳)5种。从新疆油田2004—2005年工程事故类型分布状况图上可以看出,遇卡、遇阻事故占了全部事故的近五成,其次是井漏事故,占了整体事故的近1/4(图1-1)仅2002年一年内,塔里木油田14口井共发生各类工程事故、复杂54次,损失时间3853.5h,其中卡钻和断钻具就损失时间2473.5h。统计分析表明:钻井工程事故、复杂中所占比例最大的是钻具类。据2002—2005年塔里木油田主要工程事故、复杂类型的统计数据显示,共发生卡钻、断钻具等16种钻井事故、复杂情况197次、损失时间1228.3天,平均损失6.2天/次,其中卡钻、断钻具、井漏、溢流这4种达157次、损失时间1145.1天,占93.2%;仅2005年完钻井共做工程异常预报399次(表1-1)。据新疆油田2004—2005年工程录井监测统计结果显示,2004年度工程异常预报总次数为546次,预报率为99.8%,符合率为96%;2005年度工程异常预报总次数为713次,预报率为99.9%,符合率为97.3%,最近两年预报率接近100%。大庆录井2001—2006年,及时、准确地预报工程异常236次,符合234次,成功率为99.15%。可见,将综合录井比作“钻井的眼睛”可谓恰如其分。

做好工程预报,应首先在录井之前广泛收集工区地质、工程、地层压力等资料,了解以往该工区或临近工区的复杂和工程异常情况,熟悉本井地质和工程设计,对本井可能发生的工程复杂作出预判,

使得工程录井技术措施即全面又具有针对性，为钻井生产保驾护航。

钻井现场要求录井预报及时而准确，二者缺一不可，汇报顺序是司钻→钻井监督→地质监督。

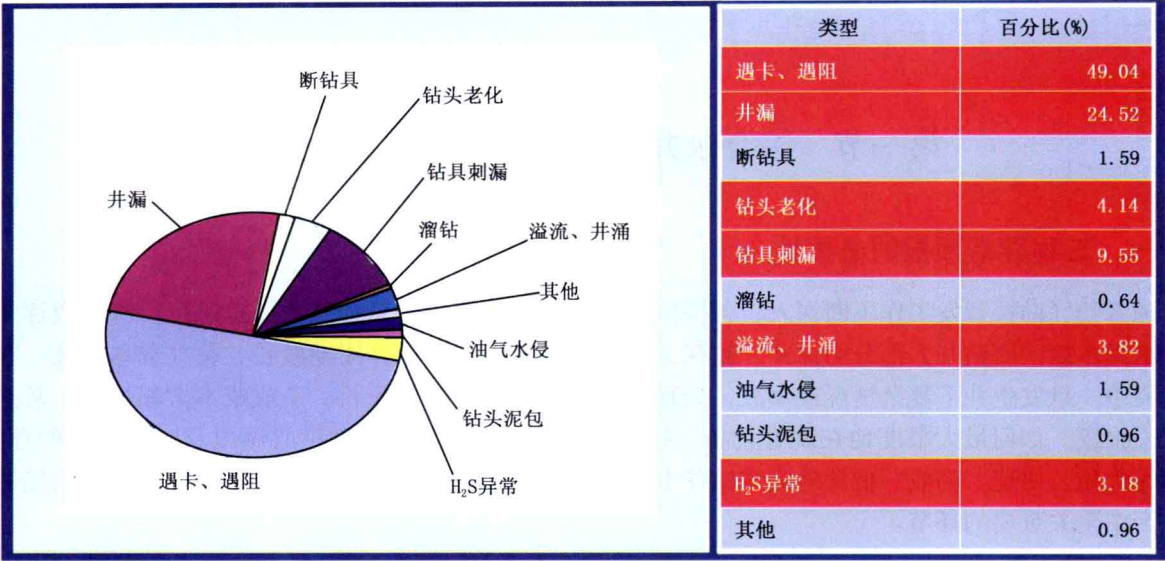


图 1-1 新疆油田 2004—2005 年工程事故类型分布状况图

表 1-1 塔里木油田 2002—2005 年主要工程事故、复杂统计表

井号	事故、复杂类型(损失时间(h)/次数)										
	卡钻	断钻具	井漏	溢流	测井仪遇卡	掉牙轮	垮塌	卡套管	遇阻卡	顿钻	固井复杂
哈得××			4/1				34/6				8/1
哈得××	140.5/1										
红旗×					36/1						
龙口×				108.5/2.0							
轮古×××				74/1							
轮古×××		20/1						59/1			
轮古×××						79/1					
轮古×××	629/2	22/1				44/1				25/1	
轮古××									30/2		
却勒×		438/2					95/1				
却勒×	1175/1		450/18	85/3	162/1						
塔中×××						58.5/1					
乌参×	4/1	35/1		28/1							
英东×		10/1									
合计	1949/5	525/6	454/19	295.5/7	198/2	181.5/3	129/7	59/1	30/2	25/1	8/1

第二节 常见钻井工程异常及参数特征

通过综合录井仪所监测的参数变化情况，对钻井工程中的各种工程异常进行判断、预报和事故处理过程的监测。充分掌握工程参数与工程事故的关系，使监测工作做到早发现、早预报，为处理可能的事故争取宝贵的时间。

录井仪器处于正常的工作状态是做好监测工作的基础，对于立管压力（简称“立压”）、泵冲、池体积、悬重、扭矩、硫化氢等传感器和脱气器、色谱分析仪、传输管线等，一开前都要仔细校验和检查，确保其处于稳定而正常的工作状态，这样所得到的监测数据才具有指导意义。

一、遇阻、遇卡及卡钻

下钻遇阻、起钻遇卡通常与砂岩缩径、泥岩垮塌、压差卡钻、膏岩缩径、套管变形及井斜度有关。下钻遇阻时，大钩负荷的持续减小并小于钻具的实际负荷；上提遇卡时，大钩负荷持续增加且远大于钻具的实际负荷。当钻具上不能提、下不能放时，即发生卡钻事故。

二、井漏

钻井液消耗量大于井筒内容积的增加量与地面、管线循环过程中的正常消耗量的和时，排除其他地面因素，可判断为井漏。井漏按漏失速度可分为渗漏、普通漏失和只进不出3种，具体表现为循环池（计量灌）液面降低超过正常钻进或起钻速度，或上涨低于正常下钻速度，以及返出口流量的降低。高渗透性砂岩或孔洞、裂缝发育的地层易发生井漏。井漏不但大幅增加钻井成本，严重时可导致卡钻和井喷，因此必须严加防范，做好预报。

三、井侵、井涌、井喷

当地层孔隙压力大于该井深的钻井液柱压力时。地层孔隙中的可动流体将进入井内，发生井侵，停泵后，井口处钻井液自动外溢，产生溢流。当溢流进一步加强，钻井液连续不断地涌出井口时称为井涌。高压地层流体进入井筒后不受控制地从井口喷出，形成井喷。无法用常规方法控制井喷，形成敞喷，称之为井喷失控，是钻井生产中最严重的事故。

四、钻头寿命终结

钻头故障通常在钻井参数上表现为扭矩值增大，扭矩波动幅度增大，机械钻速降低，立压异常变化，导致寿命终结。

五、钻具刺漏、泵刺漏

由于钻具陈旧、钻井液的腐蚀，或者钻柱扭转速度变化幅度大，导致钻具受损，以及钻进中立压较高，可能引起钻具刺漏。钻具刺漏的明显特征是泵冲不变，或略有升高，立压缓降。

六、钻具断

钻具断表现为悬重上的突然下降，低于钻具正常悬重值，同时伴有立压下降、扭矩波动、转盘转速上升、泵冲略有升高、出口流量增加的现象。通常是由于钻进所使用的钻具较旧或钻进参数加强等原因，钻进中没有及时发现钻具刺漏，或钻进时因溜钻、顿钻引起的扭矩急剧升高，以及起钻过程中遇卡后野蛮性地强提拉造成断钻具。特别是应及时发现钻具刺漏的蛛丝马迹，尽快处理，以避免可能导致的断钻具事故。

七、溜钻、顿钻、放空

溜钻一般是司钻送钻不均匀，在钻头上突然施加超限度的钻压，导致钻具压缩、井深突然增加的

假象。顿钻是指钻头提离井底后，钻具自然下落，在钻头上突然施加超限钻压、钻具压缩、井深突然增加的现象。放空是钻进速度突然增加，同时钻压、扭矩和钻时突然下降、悬重突升的现象。溜钻、顿钻可能对钻具造成损伤。对放空段，应在钻入1~1.5m时及时停钻，检查钻井液流量情况，防止漏、涌、喷等事故发生。

八、堵水眼、掉水眼、钻头泥包

下钻没有做好防堵措施，或钻进时钻井液中大颗粒物体进入水眼将水眼堵死，形成堵水眼，通常表现为下钻到井底开泵或钻进循环时，立压持续升高，停泵后立压不降或下降很慢。堵水眼时，钻井液循环不畅，全堵时甚至无法循环，只有起钻通水眼，影响钻井时效。

掉水眼时，常常是水眼安装不到位，钻井液沿水眼周边刺漏，最后刺掉水眼。通常表现为开始时立压缓慢下降，刺漏到一定程度时立压突然降低，水眼刺掉，立压不再下降，转盘扭矩波动幅度大，钻速降低。立压的变化反映了水眼先从周边刺漏然后掉落的过程。

在钻遇大段泥岩时，由于钻头选型不合理，或转盘转速、钻压、立压等工程参数的搭配不合理，易产生钻头泥包。钻头泥包后，机械钻速会明显降低，扭矩变小而且波动变小，扭矩曲线较钻头没有泥包时平滑。

九、硫化氢

从来源上可分为地层硫化氢和非地层硫化氢两种。地层硫化氢在正常钻进中出现，可能有持续的返出量，危害大；非地层硫化氢通常为钻井液久置或由热变形成，初起量小时可通过循环、通风自然散失，否则需处理或更换钻井液。硫化氢监测事关重大，发现硫化氢必须立即汇报。

十、井壁垮塌

通常直接从返出岩屑上加以鉴别，返出的岩屑掉块较正常岩屑量大、块大、岩性杂、颜色杂，泥岩多呈崩裂的片状，风化的火成岩等特殊岩性通常有较好的磨圆度。当这些垮塌岩屑返经非垮塌段时形成钻井阻力，扭矩增大，钻压损失，钻时增加，严重时造成卡钻事故。

十一、下套管监测

与一般下钻监测项目类似，注意首根套管入井的曲线位置，做好标注，注意短套管的下入位置，以及灌浆情况及悬重变化等。

十二、dc 指数计算

注意欠压实段的油气显示特征，及时计算油气上窜速度，注意相关参数的变化。

以上钻井异常与工程参数变化的对应关系见表1-2。

表1-2 钻井工程参数异常变化与事故类型对照表

参数异常	钻压	悬重	扭矩	钻时	大钩高度	转盘转速	立压	泵冲速	总池体积	出口流量	出口密度	出口温度	气体全量	硫化氢	岩屑特征	dc 指数	备注
下放遇阻		减小			缓降												
上提遇卡		增加			缓升												
卡钻		提增放减	增大		平缓波动		上升	下降		下降							
上提解卡		突降			波动												
井漏							下降	上升	下降	下降						下降	

续表

参数异常	钻压	悬重	扭矩	钻时	大钩高度	转盘转速	立压	泵冲速	总池体积	出口流量	出口密度	出口温度	气体全量	硫化氢	岩屑特征	dc指数	备注
井涌 井喷		涌升 喷降					先升 后降	上升	上升	上升	下降	上升	上升			下降	
钻头 终结		波动	增大	增大											可见 铁屑		
钻具 刺漏							持续 缓降	稳定							偶见 上部 岩屑		
泵刺漏							持续 缓降	稳定									
钻具断		突降	突降			转速 突增	突降	上升		突升							
溜钻 顿钻	突升	突降	溜钻 突升	突降	突降												
放空	突降	突升	突降	突降	突降												
堵水眼							持续 上升	稳定									停泵 缓降
掉水眼							先降 后稳	稳定									
地层 硫化氢														正常 钻遇			
非地层 硫化氢														静置 温变			
井壁 垮塌		波动	增大	增大											块大 色杂		
减震器 失效	波动 加剧	波动 加剧	波动 加剧			蹩转 盘											

第二章 起下钻过程的监测

第一节 池体积及返出口流量监测

一、下钻井漏

1. 典型图例

典型图例说明：下钻过程中，下入钻具的体积不断增加，相同体积的钻井液被置换出来进入循环池与计量罐，录井的体积传感器随时检测池内钻井液体积和出口流量的变化情况，当有井漏发生时，出口流量为零或低于正常值，循环池体积增加量小于入井钻具的体积。图 2-1 中，下钻过程中，钻井液返回至循环池，在 *a* 段，出口流量返出曲线正常，每柱钻具入井均有钻井液被置换出井筒，同时池内钻井液体积缓慢增加；在 *b* 段，出口流量降至零，同时池内钻井液体积不再增加，在排除其他地面因素情况下，预示井漏；在 *c* 段，返出恢复正常，池内钻井液体积同时增加，井漏状况解除。

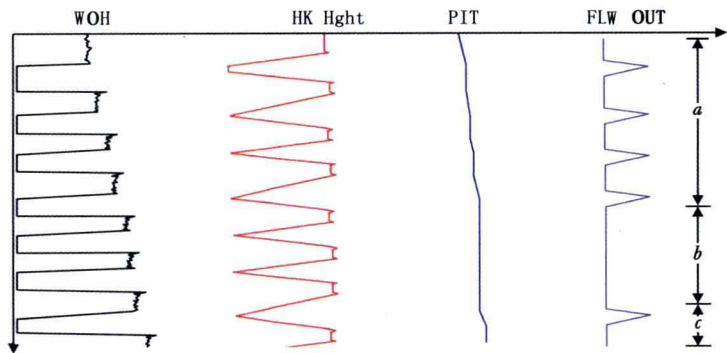


图 2-1 下钻井漏典型图

2. 实例

实例 1：下钻井漏。2007 年 12 月 5 日下钻至 1200m，下入立柱后出口无返出，判断井漏见图 2-2 所示。

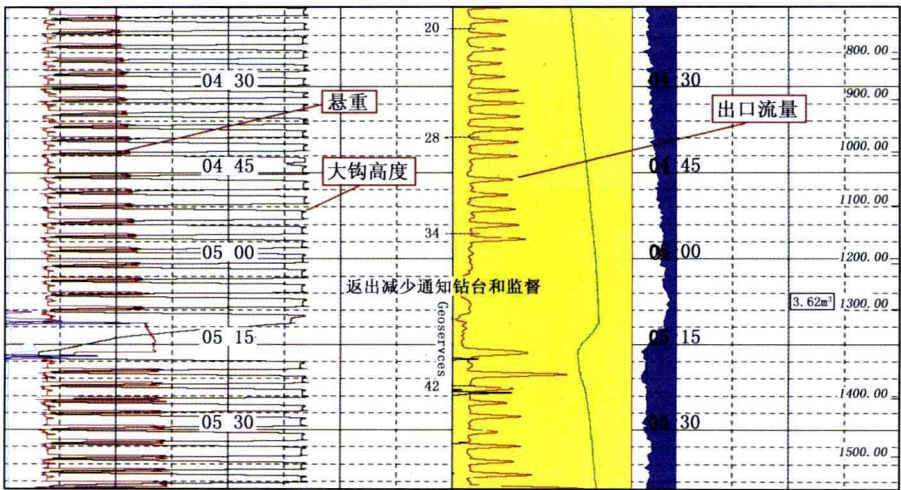


图 2-2 下钻井漏 1

实例 2：下钻井漏。0:55 下钻至 1375m，钻井液无返出，发生井漏，见图 2-3 所示。

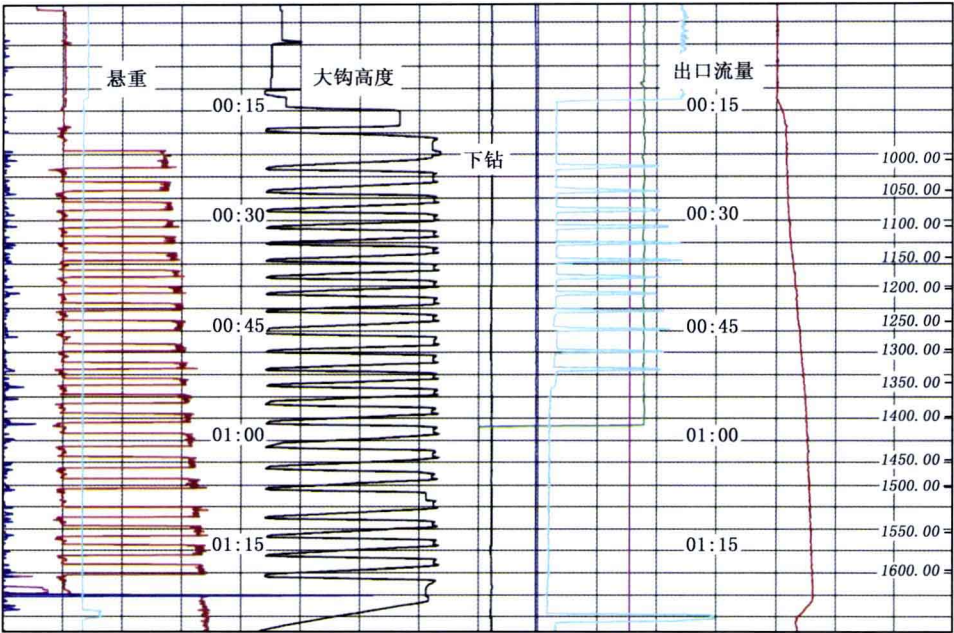


图 2-3 下钻井漏 2

二、起钻井漏

1. 典型图例

典型图例说明：在起钻过程中，井下钻具的体积不断减少，通过灌注泵，相同体积的钻井液从计量罐泵入井内，录井的体积传感器随时监测计量罐液面的变化情况。当有井漏发生时，计量罐内钻井液体积减少量超过起出钻具体积，通过起下钻钻井液体积记录表可以得知钻井液实际减少量。从而算出漏失速度。图 2-4 中，在下钻的 *a* 段，计量罐钻井液体积曲线正常，每起一柱有钻井液灌入，计量罐液面逐步有规律地降低；在 *b* 段，计量罐体积迅速减少后慢慢趋于平稳；至 *c* 段钻井液有少量回吐且液面归于平稳，表明了井下由井漏初期漏速较快到井漏终止这一过程。

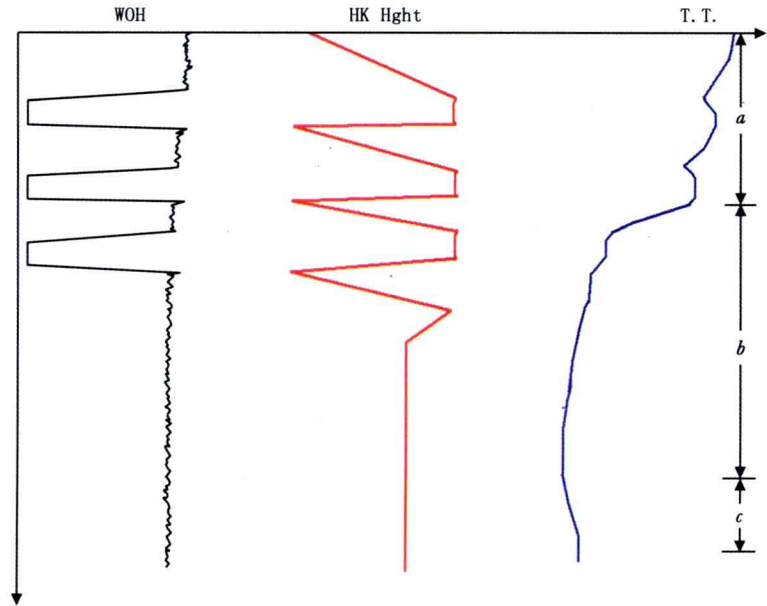


图 2-4 起钻井漏典型图

2. 实例

实例 3：短起至套管鞋发生井漏。2007 年 11 月 16 日 4:05 短起钻至套管鞋发生井漏（图 2-5）。

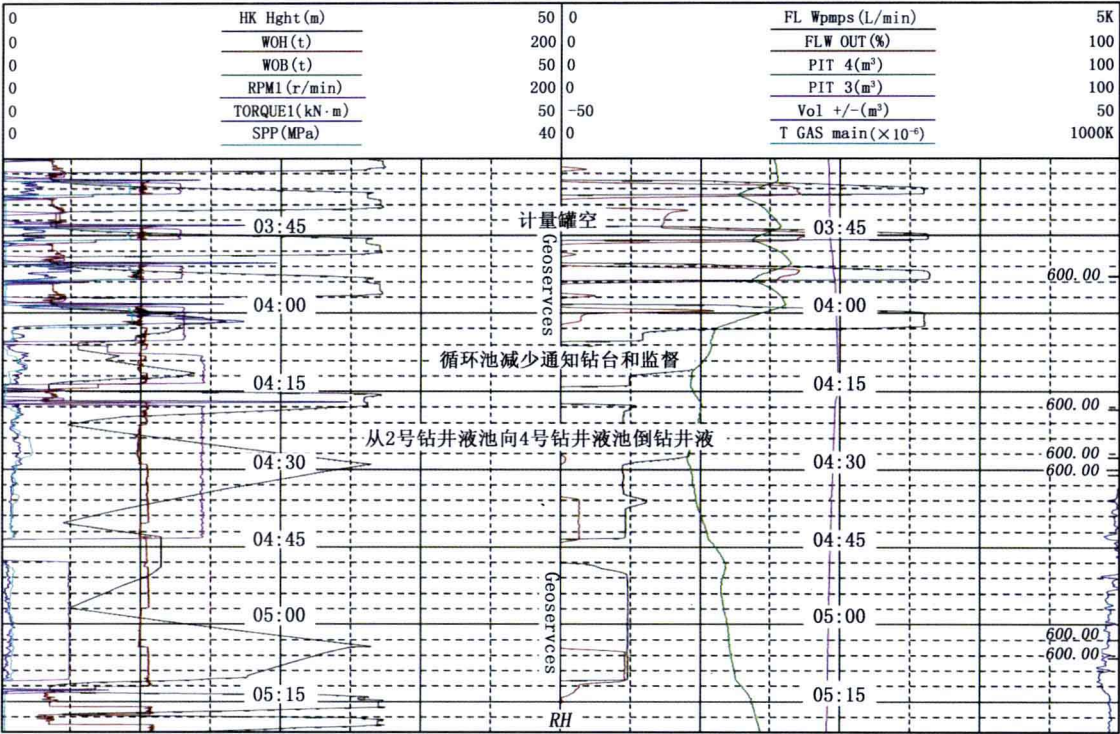


图 2-5 短起至套管鞋发生井漏

实例 4：起钻井漏。起钻至 14:00 开始有遇卡现象，至 15:22 发生井漏，2 号循环池钻井液迅速减少，见图 2-6 所示。

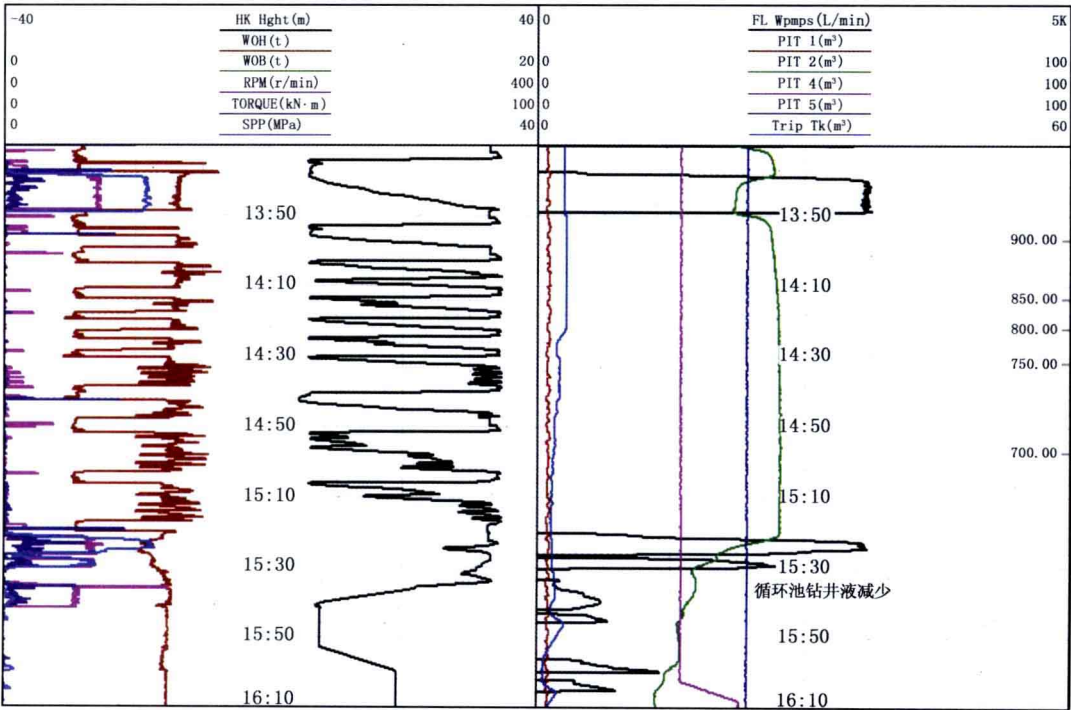


图 2-6 起钻井漏

三、起钻溢流、井涌、井喷

1. 典型图例

典型图例说明：起钻过程中，井内钻具的体积不断减少，通过灌注泵，相同体积的钻井液从计量罐泵入井内以维持井内压力平衡；但是，可能由于存在的地层异常压力，以及起钻的抽吸作用的诱导，当地层孔隙压力大于该井深的钻井液液柱压力时，地层孔隙中的可动流体将进入井内，发生井侵，停泵后，井口处钻井液自动外溢，产生溢流。当溢流进一步加强，钻井液连续不断地涌出井口时称为井涌。地层流体进入井筒后不受控制地从井口喷出，形成井喷。本典型图例中，*a* 段为参数正常的起钻段；在 *b* 段，出口流量增加，计量罐液面上涨，此时如果启动脱气器并经过气体分析，气测全烃明显上升高于基值，发生溢流；在 *c* 段，溢流得到缓解，所有参数趋于正常，见图 2-7 所示。

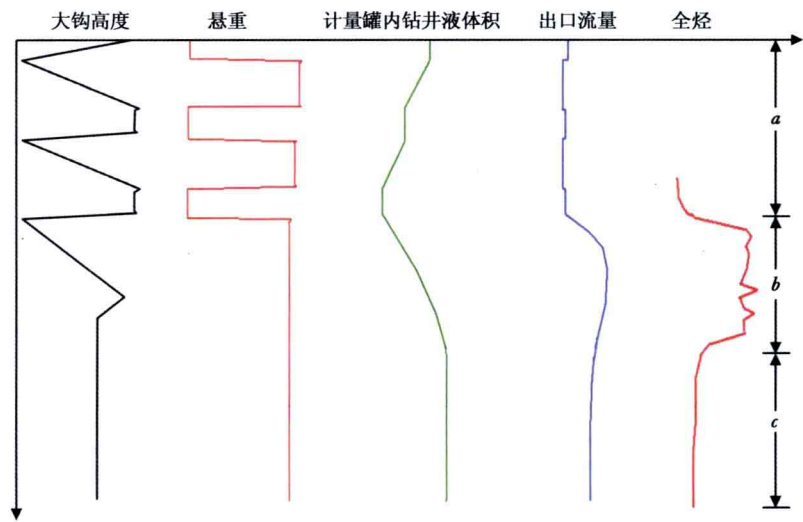


图 2-7 起钻溢流、井涌、井喷典型图

2. 实例

实例 5：起钻溢流。2004 年 1 月 28 日 23:15 时起钻至井深 900m 时，泵均未开，立管压力为零，钻井液出口相对流量间断出现异常，池体积差变化不明显，判断为井口溢流，见图 2-8 所示。

泵冲速1(冲/min)			立管压力(MPa)				日期 时间		相对流量(%)									
50	100		12	14	16	18			5	10	15	20	25	30	35	40	45	
泵冲速2(冲/min)			转盘转速(r/min)				井深 迟深		池体积差(m³)									
50	100		20	40	60	80	(m)	(m)	-8	-6	-4	-2	0	2	4	6	8	

图 2-8 起钻溢流

实例 6：起钻井喷。录井过程中在 2716 ~ 2719m、2721 ~ 2726m 和 2780 ~ 2791m 3 个井段，全烃分别达到 57%、43% 和 27%，气测解释为轻质油层。钻至井深 2813m 起钻时，气测值很高、循环不下降，录井预报井涌、井喷风险，但未引起重视；起至 1130m（套管内）发生强烈井喷，历经 15h 后得到控制，见图 2 - 9 所示。

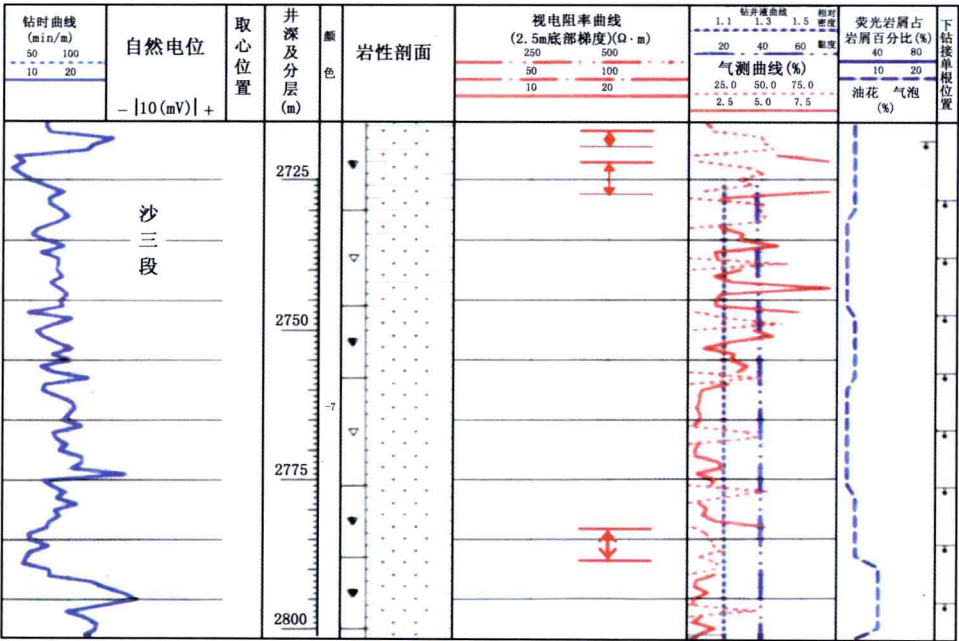


图 2 - 9 起钻井喷

四、下钻井侵、溢流、井涌

1. 典型图例

典型图例说明：下钻过程中，井下钻具的体积不断增加，相同体积的钻井液被置换出来进入循环池，录井的体积传感器随时检测池体积和出口流量的变化情况。当有井侵或井涌发生时，出口流量增加，循环池内钻井液体积的增长速度加快，池体积曲线出现异常。图 2 - 10 中，在下钻过程中钻井液返回至循环池，在 a 段，出口流量返出曲线正常，每下一柱钻具就会有钻井液返出，同时池体积相应增加；在 b 段，出口流量明显增加，在每下两柱钻具之间出口流量不回零，相应的池体积增长速度加快，池体积曲线出现明显异常，在排除了其他地面因素的情况下，预示发生井侵，在 b 段的最下部，出口流量回零，井侵状况缓解。

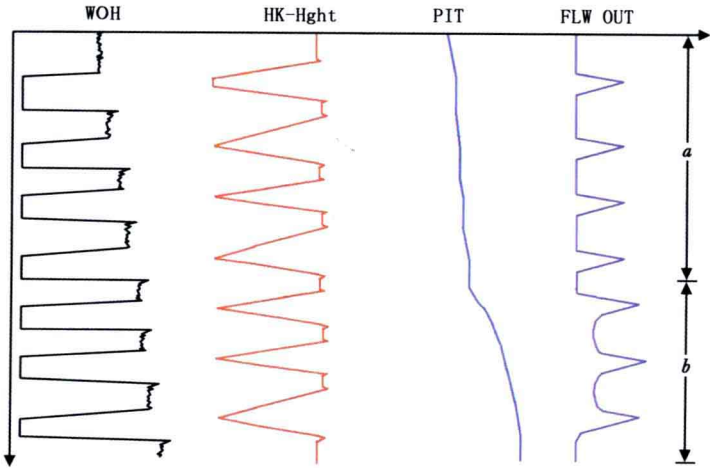


图 2 - 10 下钻井侵、溢流、井涌典型图

2. 实例

实例 7：下钻井侵，2006 年 5 月 20 日 7:35，钻头位置 4960.34m，循环钻井液时，出口电导率由 26.58mS/cm 升至 76.38mS/cm，录井气测全烃由 0.23% 上升至 2.58%， C_1 由 0.1781% 上升至 2.3832%， C_2 由零上升至 0.0416%，返出为盐水，钻井液密度由 1.11g/cm³ 上升至 1.15g/cm³，发生井侵。实际为套管破损点气及盐水渗入井筒，见图 2-11 所示。

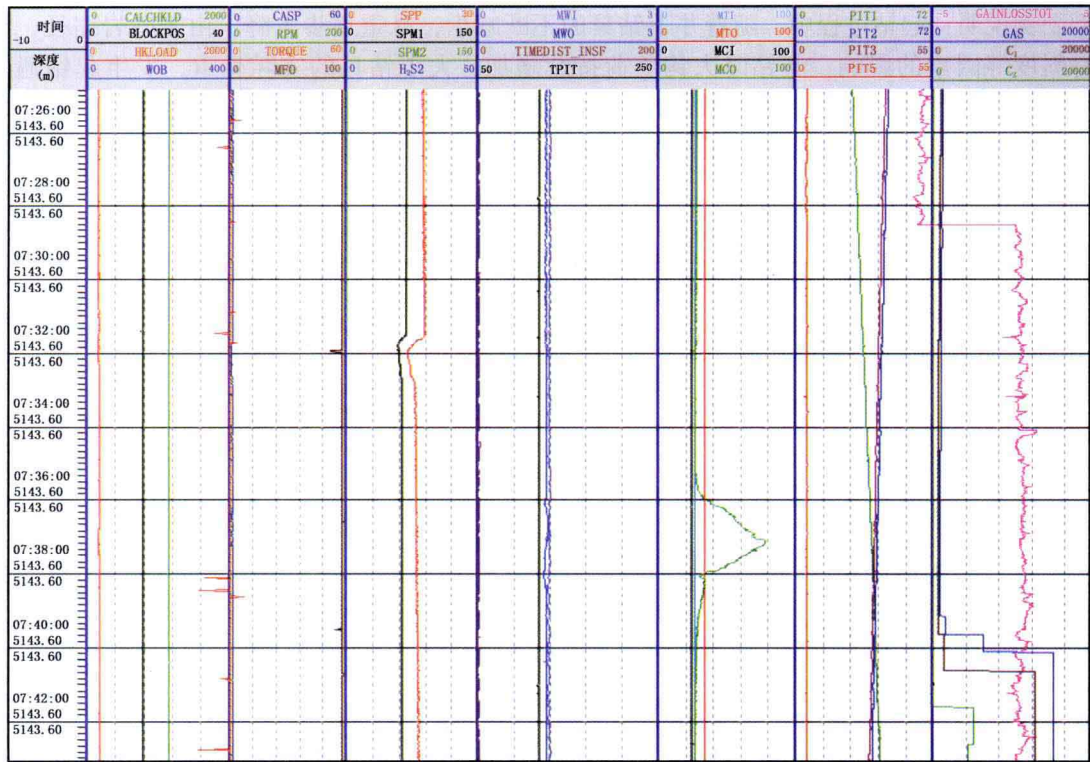


图 2-11 下钻井侵

实例 8：下钻井涌，7:15 时下钻至井深 3286m，钻井液池体积由 99.8m³ 上升至 111.4m³，出口相对密度由 1.25 降至 1.10，电导率由 41mS/cm 升至 120mS/cm，气测全烃由 0.80% 升至 19.3%，SPP 曲线出现跳跃起伏现象，预示井底压力不稳，表明地层有流体涌入井眼，录井及时进行异常预报；后来果然发生井涌，井队及时关井观察，见图 2-12 所示。



图 2-12 下钻井涌

第二节 起下钻遇阻、遇卡

一、起钻遇卡

1. 典型图例

典型图例说明：起钻过程中，随着井下钻具的不断减少，悬重逐步下降。由于砂岩缩径、泥岩垮塌及井身斜度等因素的影响，起钻时大钩负荷持续增加，大于钻具的实际悬重，发生起钻遇卡。图 2-13 中，在起钻过程中，a 段随着钻具起出，悬重有规律下降；b 段，随着钻具上提，悬重增加，钻具下放时悬重不降，发生起钻遇卡；至 c 段，该柱钻具在上提过程中悬重不再异常增加，遇卡状况得到改善。

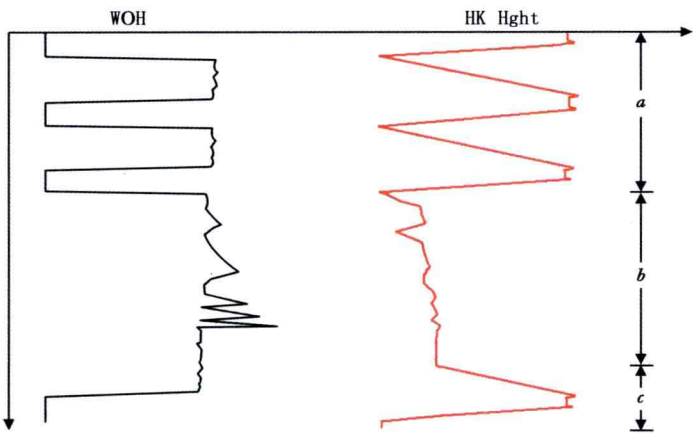


图 2-13 起钻遇卡时的典型图

2. 实例

实例 9：起钻遇卡。起钻至 23:10，上提时悬重上升，起钻遇卡（图 2-14）。

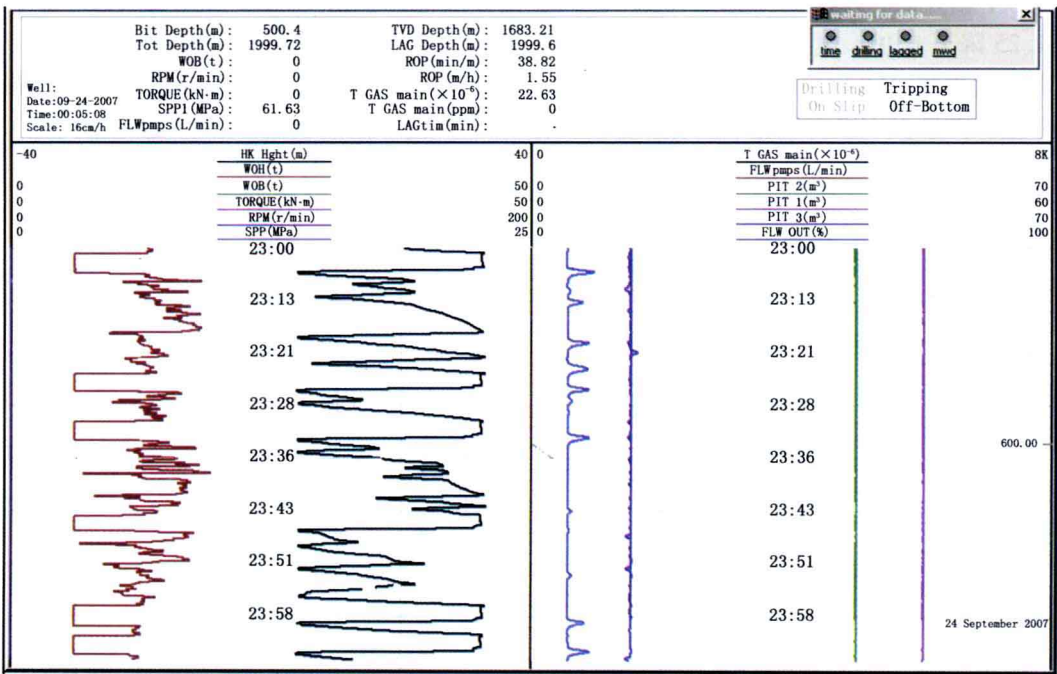


图 2-14 起钻遇卡 1