

井下油管电动打孔泄油技术创新及效果

彭增义

(胜利油田分公司油藏动态监测中心)

摘要：因目前油田每年大约发生故障油井近2万井次，其中抽油杆断脱、泄油器打不开、砂堵油管是造成油井停产的主要原因，而喷提作业施工不仅耗时增加占产量，油水喷洒出来还会损害员工健康和污染环境。监测工具很多，其中打孔泄油是解决上述故障油井的得力工具。又因为井下打孔技术开发难度较高，常用的管具开孔技术中爆炸开孔因危险性大，运输监管严格，不能方便使用，而液压冲孔技术成功率低，冲孔帽多不能从管壁中脱开，所以通过研发井下油管打孔技术进行泄油操作。本文就详细地阐释了打孔泄油技术的创新点和应用效果，还有下一步的发展打算。

关键词：切削式；井下管壁；油管打孔；泄压；解堵

1 井下油管电动打孔泄油技术创新

井下油管电动打孔泄油技术是通过电缆传送，在高压的井下对油管进行打孔的一项技术，它的工作可以对盐水井盐卡、洗井可能发生的沙堵、油管和环空的压力平衡、挤水泥作业等问题进行解决。通过电机带动、机械传动进行油管的打孔作业，通过对操作、仪器的设计创新减轻工作量，减小隐患的可能，对于油田的日常监测工作有着辅助性的作用，对井的油管、压力等的问题也提供了一个新的可靠的解决方法。

1.1 技术原理

切削式管壁钻孔器采用电机直驱式动力方式，由一个直流无刷电机带动一个特制变速箱，完成钻头扭矩运动，钻头跟进扶正机构，钻压控制机构，支臂锚定机构的动力输出。

由各个动力传输结构完成各个动力大小，方向，路径的控制。各个动作间机械关联，彼此反馈，协调运作，完成仪器在井下的仪器推靠锚定，钻压，钻进，钻头扶正，状态监控遥测工作。

1.2 测试工艺

下放开孔装置到作业深度，地面控制软件发出锚定命令，井下探头支臂伸出，完成仪器锚定动作；地面操控软件发出开孔命令，仪器开始开孔，开孔到既定外圆后，传感器会反馈数据给地面系统，地面操控软件发出退钻命令，仪器动作部分回收，完成开孔任务。

1.3 创新点的分析

1.3.1 人机交互可视界面

实现地面实时监控操作井下动作。实现作业质量监测曲线记录。



图1 人机交互可视界面

1.3.2 井下钻孔作业可控化

采用机械控制钻头钻进方式，切削性钻孔，井下作业数据遥测传回地面监控，实时掌控仪器状态，不会对被钻孔管具的外部其他管具造成破坏。

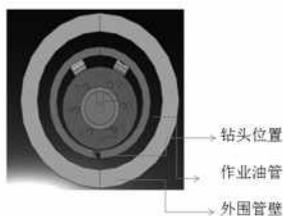


图2 钻孔作业切面图



图3 地面数控面板

1.3.3 作业不受外径环境空间限制

当被钻孔管壁贴靠或者距离外面套管径向距离很近时，传统液压挤压式冲孔会因为空间不够，看似压力释放，其实没有打透孔，影响作业成功率。

1.3.4 单支仪器适用多种规格管具

智能钻孔器带有推靠臂，仪器进入管径后先进行单侧推靠，贴紧钻孔管壁，同一只仪器可以在不同直径的管壁内作业适用于多种规格管径，降低采购成本。传统液压式冲孔工具，冲头伸出仪器长度有限，不同规格管具，需要不同的冲孔仪器作业。

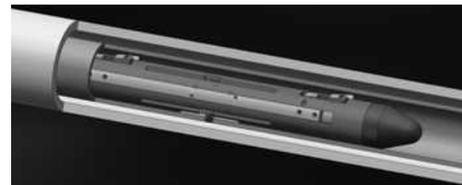


图4 钻孔器推靠臂内部构造

1.3.5 同层多角度造孔

智能钻孔器一次下井，能够完成多同一深度不同角度的钻孔作业，仪器可实现90度/次（4孔/圈）匀角度定位。

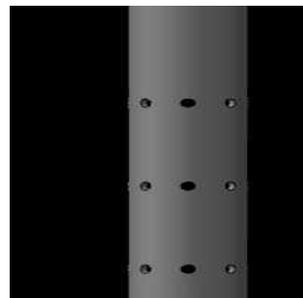


图5 同层多角度钻孔

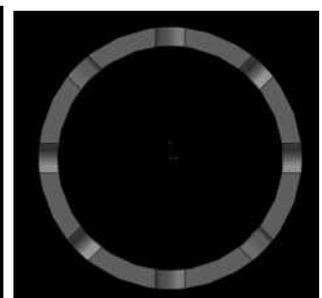


图6 同层多角度钻孔切面

1.3.6 不同层多次造孔

在某层造孔后，可以上提或下放电缆，在不同层多层造孔。传

统的液压冲孔工具，一次下井，只能一次造孔。

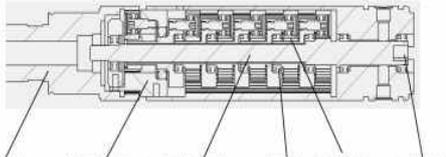
1.3.7 多重安全保护措施

带有 CCL 磁定位技术，深度精准控制；

实现断电卸压、弱点拉断等安全措施，彻底避免仪器卡井，减少仪器打捞的人力物力。

1.3.8 凸轮式多臂有序推靠机构

一个电机动力实现仪器贴边推靠、钻头旋转等有序动作。



1. 浮动内齿圈 2. 未级行星架 3. 输出轴一挡 4. 太阳轮 5 行星轮 6. 输入轴
图7 推靠结构示意图

1.3.9 自控式钻头进给机构

钻头轴向进刀，径向进刀动作的配合；各个导向机构高可靠配合；极端卡钻情况时，用以安全解卡。

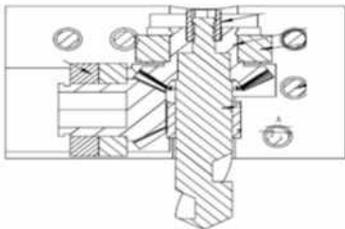


图8 钻头进给机构示意图

1.3.10 技术冗余设计

地面系统和电子线路采用冗余设计，未来在仪器头部可扩展悬挂锯片式电动切割器、铣磨器、重碎屑清除器等其他类型井下管具内作业工具。图示如下：



图9 扩展部件示意图

2 井下油管电动打孔泄油技术的应用效果

目前油田大多已进入开发中后期，越来越多的井需要进行起油管作业，由于油管底部泄油器经常发生故障，导致油管内部流体不能从泄油器漏入井筒，如果在起油管时，在井口回收油管内的流体，会大大增加起油管的作业难度和成本，降低工作效率；油水混合物如果流在地面，会造成地表污染，随着国家新环境保护法的实施，避免传统起油管作业污染环境，变得越来越重要。而在油管上打孔，起油管时，油管内的流体漏入井中，既避免了设置复杂的回收装置，提高作业效率，又有效避免了环境污染。

作业时也经常发生油管内沙堵，这时就需要在沙堵上部对油管打孔，以便建立新的循环通道，使得起油管时洗井液流入井中。也可解决油管内外的压力平衡，辅助开孔挤水泥作业，完井增产等工

作。以下是两个经典实例：

2.1 打孔泄油，预防井喷

例1井在新井压裂后下泵生产，因活塞无法进入泵筒，起出杆后，泄油器打开失败，井口存在溢流情况，卤水压井，冒喷提管柱存在井喷隐患。以压裂新投为目的，监测队伍在下入打孔仪器后分别在1910m、1900m、1899.5m处打孔，共开孔3个。之后泵车试压10MPa，1.5min压力降为0，泄油通道形成。解决了冒喷提管柱存在的井喷隐患。



图10 例1井打孔结果

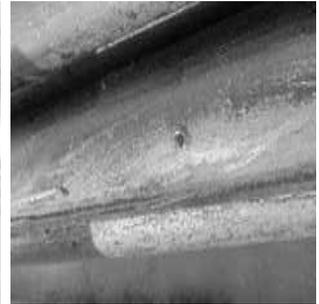


图11 例1井打孔结果1

2.2 砂堵解卡

表1 例2井的砂堵生产现状

生产状况	生产层位	生产方式	生产参数		泵深 m	日液 t	日油 t	含水 %	动液面 m
			泵径* 冲程*冲次						
正常	Ng	正常生产	57*4.21*3.21		982.91	37.7	2.2	94.164	665
目前	Ng	正常生产	57*4.2*3.17		982.91				591

例2井在作业起油管至1159米遇卡，管柱无法起下，砂卡。项目部决定以固井、机械防砂、辅助洗井冲刷为目的对井的规定井段进行打孔作业。工作开始下入打孔仪器至1158米处上提并开始打孔，共打孔2个，后续作业队洗井冲砂后，解卡成功。



图12 例2井打孔结果



图13 例2井打孔结果1

3 结论与下步打算

3.1 结论

到目前为止该技术已在众多项目部中应用100余井次。通过现场应用证明以下结论：

- 1、该技术能解决作业冒喷提的问题，可广泛应用于作业砂卡、盐卡、泄油等井下复杂工程难题。
- 2、解决了修井作业冒喷提管柱易产生安全隐患、环境污染、废液回收治理以及劳动强度大等难题。

3.2 下步打算

由于井下电动打孔装置在油稠、含蜡井还存在下放速度慢，以及内衬变形遇阻等问题，并不能解决所有因泄油器失效而冒喷提的井。

组织研究对策，开展技术攻关，增加仪器重量，缩小仪器直径，扩大下油管电动打孔泄油的使用范围。