

海上船舶压裂监控与监视系统组成分析

陶佳阳 (中海油田服务股份有限公司中东公司, 天津 300451)

摘要: 海上油气田的深入开发需要压裂作为增产措施来实现增产上量的目标。目前海上压裂多以工程船作为支撑进行, 海上压裂受施工天气和场地影响, 压裂施工风险较大。通过建立压裂作业监控中心, 布局船舶监控、压裂作业施工控制、安全预警系统及应急响应设施实现对压裂船压裂作业过程监控, 通过实际应用, 取得良好效果。

关键词: 压裂作业船; 监控; 预警; 压裂作业

随着海上油气田的深入开发, 低渗致密油藏慢慢进入开发应用, 压裂作为重要的增产措施之一得到越来越多的实施。压裂是油气井提高单井产量的重要手段, 特别是在油田进入中后期开发以后, 压裂在增产和储层改造中的作用更加重要。近年来, 随着油价波动、海上油气井压裂改造对象愈加复杂、压裂施工环保要求越来越高。同陆地油田压裂施工相比, 海上压裂作业因受海况、天气、作业空间的影响较陆地压裂施工难度大、危险性高。海上压裂方式分为平台支撑压裂和船舶支撑压裂, 其中船舶压裂方式较为常用。船舶压裂是指将压裂设备固定到工程船舶上实施的压裂, 有专门应用于压裂作业的增产作业船, 但国内目前较少, 大多数还是以工程船舶作为压裂船。

海上油气田受天气和海况的影响极大, 开展大规模压裂具有一定的局限性, 将压裂作业装备集成到一艘海洋工程船舶是解决海上大型压裂作业的有效途径之一^[1]。压裂船舶作业的优点在于可以在码头对船舶上的设备、载重、区域等进行合理的划分, 作业现场布局更标准。但同时使用压裂船舶实施海上压裂作业, 受环境影响较大, 如作业期间突遇六级以上大风、风暴潮或其他恶劣天气时, 压裂船舶可能会出现无法及时撤离撞击平台、拉断高压柔性管, 造成人员伤亡、设备损坏及环境污染等。因此, 必须针对压裂作业过程中主要风险, 利用监测系统监测各项数据的实时动态信息, 及时调整作业方案, 能够极大的降低海上压裂施工的风险性。

1 压裂作业监控中心

压裂作业监控中心不同于压裂施工的仪表控制中心, 仪表控制中心主要是对施工期间压力、设备参数、施工进度等的监控和调整。压裂监控中心要实现对压裂船舶、压裂作业过程的全监控、天气海况等的全面监控。要实现全监控就得实现压裂作业数据、船舶系统数据、海况信息、视频监控画面等数据汇集, 实现实时数据系统全监控可以对比不同数据所生产的原因, 才能实现对压裂作业过程的控制和预警。压裂作业监控中心最好设置在船舶高处, 便于整个船舶及平台情况的观察, 利于对收集到的异常信息及时的进行核实并采取合适的措施。

2 船舶监控系统

使用工程船作业压裂作业船由于全部设备布置在开敞作业甲板上, 极易受开敞作业甲板面积、海况等客观因素的影响^[2]。选择合适的压裂作业船不仅要考虑作业可用甲板面积, 同时也要考虑作业区域的情况, 深水地区要考虑动力定位的需要, 浅滩海地区要考虑到退潮时压裂作业船有可能搁浅的风险。压裂作业船在行驶过程中, 因受风及

海浪的影响导致船舶发生横倾和横摇运动, 当横倾和横摇的幅度超过一定程度, 船舶有倾覆风险。在船体上安装双轴倾角平衡传感器对船体的平衡进行实施监控, 可以保证船舶行进的稳定性。

压裂作业船在施工过程中因为液体注入到井内, 甲板面上的载荷一直处于变动状态, 压裂作业船的重心一直处于变动状态。通过在船舱底板和固定板连接处安装电阻应变式称重传感器组件实时监测船舶的重心变化并及时调整船舶的压载保证重心在可控的变化范围内, 保持船舶作业期间的安全。

浅滩海压裂施工一般采用“首部带缆, 尾部抛锚”的方式将工程船固定在平台一侧, 这种施工方式应选择海况和气象条件较好的时候完成施工作业。

压裂船在靠平台压裂作业期间, 天气及海况的变化成了影响压裂施工的主要因素。现在海上油田的作业区域基本都有针对该海域未来的风力、浪高、温度等的监控报告。通过接入该服务平台可以及时的了解作业海域天气、海况情况以及未来变化情况。但有时候因为水深或者平台横流等原因, 施工区域的海况情况和预报有所差距。在船舶与平台系泊缆绳上安装缆绳张力传感器对缆绳张力情况进行监测, 可以随时判断船舶与靠泊平台安全。

连接平台高压管线和压裂船之间的高压软管是压裂施工中的重大风险之一, 涨落潮都会影响到高压管线、船舶、平台安全。除了预留足够的伸缩量外, 安装软管振幅仪器、震动传感器及具有夜视功能的红外摄像头的进行监测可以有效监测和预警。

3 压裂作业施工控制系统

压裂施工过程中为了保证压裂数据的安全, 仪表控制系统的电源经 UPS 后接入采集、控制系统。采集电脑使用双机冗余热备方式, 两台机子互相作为备份, 当一台电脑发生故障时, 另一台可以继续运转, 有效防止数据丢失。压裂施工期间需要监控的数据包括油套压、排量、砂比、砂量、累计量、设备运转参数等多个数据。这些数据通过压裂设备之间形成环网的双绞线屏蔽电缆传输。其中压力的变化是监测的重点, 它是判断地层是否破裂, 裂缝延伸情况以及加砂情况的依据。压裂过程将压裂相关数据共享给相关人员, 既可以让相关合作方知晓压裂的进展情况, 也可以供陆地指挥部或专业人员共享实时分析调整作业方案。

目前远程数据传输共享分为两种模式, 一种是短距离的数据传输, 可以通过在仪表控制系统中安装信号发射器, 然后配置便携式远程数据接收系统, 该方式可以实现

中海油恩平 24-2 油田生产水处理系统的改进方法

史太平¹ 史园园² 苟超¹

(1. 中海石油(中国)有限公司深圳分公司, 广东 深圳 518000)

(2. 濮阳职业技术学院, 河南 濮阳 457000)

摘要: 中海油恩平 24-2 油田有四套生产水处理系统, 每套水系统都包含有一个水力旋流器和一个气浮选, 由于气浮选 A、B 罐体内部腐蚀严重, 2019 年需对气浮选 A、B 罐内进行修复作业。当时油田生产水量约 1.8 万方/天, 由于旋流器 C、D 内部旋流管存在堵塞情况, 水系统 C、D 处于饱和状态, 导致生产流程波动大, 影响油井提液和新增调整井的开发工作, 现采用差压液位计、降低高含水井产量、定期反洗旋流器、清洗旋流管等多种措施来稳定生产流程, 取得了理想的效果, 最终提高了水系统 C、D 的处理量, 超额完成了生产任务。

关键词: 水处理系统; 饱和; 流程波动大; 差压液位计; 定期反洗; 清洗旋流管

0 引言

中海油恩平 24-2 油田共有四套生产水处理系统, 单套水系统处理能力为 500 方/h, 水力旋流器与气浮选为串联状态。油田生产处理流程如下: 含水的原油通过电潜泵举升进入生产分离器, 在分离器内初次进行油、水、气三相分离, 分离出的生产水进入水力旋流器进行第二次油水分离, 然后再进入气浮选进行第三次油水分离, 最后处理合格的生产水(水中含油约 20ppm)排海。

1 存在问题

2016 年 6 月, 恩平 24-2 油田开始投用生产水处理系统, 2018 年 11 月对气浮选 A、B 开罐检查, 发现罐内集油槽和焊缝处有大量的点蚀、坑蚀现象, 腐蚀严重, 存在穿孔刺漏的风险。

在恩平油田作业区领导的统筹安排下, 生产人员计划在 2019 年对气浮选 A、B 进行修复作业, 于是将水系统 A、B 的生产水导入水系统 C、D 当中进行处理。由于水系统 C、D 已使用半年时间, 旋流器内部分旋流杆被油泥堵塞, 致使水系统 C、D 处于饱和状态, 处理量分别为 385 方/h 和 390 方/h, 达到它们的上限处理能力。生产水处理量不足, 导致出现以下两个问题: ①生产分离器水相调节不稳定, 流程波动大, 需手动干预控制, 容易发生关断; ②生产水处理量无法增加, 无法进行油井提液和新增调整井的开发工作。

2 原因分析

当面临只有两套水系统可使用的条件下, 生产人员结合生产流程, 查阅相关资料, 针对出现的两个问题, 找出以下五个原因: ①生产分离器水相调节阀控制不稳定, 容易引发关断; ②油井产水量多导致油井无法正常提液; ③旋流器旋流管堵塞, 导致水处理量减少; ④旋流器前置过滤器脏堵, 导致水处理量减少; ⑤气浮选底部脏堵, 导致水处理量减少。

3 解决方法

生产人员尝试多种方法来降低生产分离器水相手动干预调节次数, 缓解旋流管堵塞情况, 提高生产水处理量和油田产量, 具体方法如下:

3.1 采用差压液位计对生产分离器水相进行调节

生产人员查阅资料, 分析现场流程, 最终采用差压液

位计对生产分离器水相进行调节, 并设置合理的 PID 控制设点。双法兰液位变送器由差压变送器、毛细管和带密封隔膜的双法兰组成, 其测量稳定可靠。密封隔膜的作用是防止管道中的介质直接进入差压变送器, 它与变送器之间是靠注满液体的毛细管连接起来, 当膜片受压后产生微小变形, 变形位移通过毛细管的液体传递给变送器, 由变送器处理后转换输出 4-20mA ADC 电流信号^[1]。

效果: 2019 年 3 月, 恩平 24-2 油田投入使用双法兰差压液位计, 鉴于其测量数据迅速、准确, 生产分离器水相调节非常平稳, 实现了自动控制。

3.2 降低高含水井水量, 提高低含水井油量, 实现产量提高

恩平 24-2 油田现有 25 口油井, 全部为电泵生产, 其中 A4H、A6H、A10H 和 A20H 四口油井为高含水井, 含水量达到 95% 左右。生产人员提出可以适当降低该四口井频率, 提高低含水井(A18H、A19H 等井)频率, 以期达到总液量不变, 油量增加, 水量减少的目的。

效果: 通过此种方法, 恩平 24-2 油田在 2019 年共完成 21 次油井提液, 累计增加产油约 1 万方, 保证了目标产量的顺利完成。

3.3 定期反洗水力旋流器油相并进行底部排放

生产人员每天对水力旋流器油相进行反洗, 通过上游生产水对油相管线进行大排量冲洗, 将旋流管内部油泥冲洗到下游, 达到清除旋流管内部油泥的目的, 再将旋流器底部油泥杂质进行排放, 以防旋流管被二次污染。

效果: 定期反洗和底部排放有一定的效果, 能够缓解旋流管的堵塞情况, 生产水处理量在短时间内略有增加, 由 410 方/h 上涨到 420 方/h。

3.4 多次清洗旋流器内部旋流管, 提高单套水处理能力

旋流管堵塞是每台水力旋流器运行一段时间后都会面临的问题, 旋流管油污出口尺寸一般只有 2mm 左右, 见图 1 左侧。进入水力旋流器的生产水多少含有油污和泥砂, 当水力旋流器长时间运行之后, 这些油污和泥砂很可能就会堵塞旋流管内部细小的孔径, 降低水力旋流器的处理效果^[2]。生产人员在气浮选 A、B 修复的间隙时间里, 采用投用水系统 A 套清洗旋流器 C 或 D, 投用水系统 B 套清洗旋流器 A、C 或 D 的方法, 对四个水力旋流器逐个进行开盖清洗, 清除了旋流管内部的油泥杂质。(下转第 197 页)