

Analysis of Maintenance Case of High Pressure Plunger Pump on Offshore Platform

Weyong Hu

Zhanjiang Branch of CNOOC (China) Co., Ltd., Zhanjiang, Guangdong, 524057, China

Abstract

The high pressure water injection pump of the offshore platform has repeatedly failed, resulting in insufficient platform water injection, the paper analyzes the cause of failure of the plunger pump, and puts forward solutions and measures, in order to help the offshore platform to restore platform water injection.

Keywords

offshore platform; plunger pump; high pressure; water injection; fault analysis

海洋平台高压柱塞泵维修案例分析

胡卫勇

中海石油(中国)有限公司湛江分公司, 中国·广东 湛江 524057

摘要

海洋平台高压注水泵多次出现故障, 导致平台注水量不足, 论文对柱塞泵进行失效原因分析, 并提出解决方案及措施, 以期能帮助海洋平台恢复平台注水。

关键词

海洋平台; 柱塞泵; 高压; 注水; 故障分析

1 概述

某海洋平台注水设备为五柱塞往复式注水泵, 自2018年5月调试阶段开始, 陆续出现振动高、柱塞填料泄露、润滑油过滤器压瘪及储能器气囊损坏等问题, 导致注水泵无法运行。2018年5~12月期间, 注水泵共计启泵16次, 累计运行308h, 注水时率严重不足, 导致该平台地层能量得不到有效补充, 地层能量下降较快, 从而引起平台产量一直处于衰减状态。为彻底解决注水泵问题, 补充地层能量, 对该泵故障原因进行充分分析, 并提出解决方案。

柱塞泵主要技术参数参数: 最大流量是60方/h; 柱塞直径是75mm; 操作压力是219bar; 往复次数是121~405次; 电机功率是500KW。

2 主要故障现象及原因分析

故障一: 十字头连接螺栓断裂, 2019年7月6日柱塞泵在运行过程中1#柱塞两次出现螺纹断裂在十字头轴内问题,

并存在1#柱塞十字头轴拉伤、所有十字头轴有不同程度腐蚀、轴瓦磨损严重、轴承滚珠表面有点蚀等问题(如图1所示)。

分析故障原因: ①多次拆装造成柱塞或十字头螺纹处有疲劳损伤, 长时间高频运动和震动带动下连接松动掰断连接螺栓。②安装柱塞六角头扭力过大(完工文件扭力值50N.m), 导致十字头连接处存在应力, 长时间反复运转造成螺纹断裂。③同心度差: 十字头轴内牙螺纹孔不在十字头中心(同轴度偏差大), 当柱塞杆与十字头轴连接后, 柱塞与十字头存在一个径向应力。④贴合面不光滑: 十字头轴接触面位置或柱塞接触端面平面不够光滑, 导致十字头和柱塞没有完全贴合。⑤支撑环问题: 两次柱塞断裂均采用了铜合金支撑环, 可能由于铜合金在生产水和摩擦升温后膨胀不均匀, 将柱塞带离原预定的中心轨道, 导致柱塞和十字头不同心造成柱塞螺栓断裂。⑥轴瓦连杆原因: 轴瓦由于长时间运行和曲轴结合处磨损, 间隙增大, 导致连杆不能在原定水平位置往复运动, 使十字头和柱塞产生一个径向的力, 掰断柱塞螺栓。



图1 柱塞泵故障现象

故障二：柱塞泵出口5个单向阀弹簧全部断裂，且1#和3#出口单向阀压盖导向套损坏，分析原因可能为1#柱塞断裂后导致所有出口阀不能正常关闭所致；柱塞端压力不平衡，导致柱塞运动不均匀，更换所有的弹簧及出口单向阀（如图2所示）。



图2 柱塞泵故障现象

故障三：1#十字头轴上部有明显拉伤，且1#缸曲轴箱滑油密封壳体上部也出现严重划痕。对1-5#缸的十字头表面检查发现，2-5#缸十字头上表面均存在与十字头滑道接触的痕迹，但下表面则相对光滑（由于柱塞的重力作用，十字头会略微翘起来与滑道上表面接触），检查1#十字头上下表面均非常光滑，对比十字头外径数据和滑道内径数据，说明1号十字头可能处于上扬且悬空状态。导致十字头轴与滑油密封壳体接触（壳体与轴的间隙为0.40mm）。而这也应该是该缸柱塞连续两次断裂的重要原因（如图3所示）。



图3 柱塞泵故障现象

故障四：五根十字头轴均出现不同程度的麻点腐蚀，柱塞填料泄露后，生产水介质会随着柱塞往复运行甩在十字头

轴表面，将轴表面逐渐腐蚀形成麻点，造成轴表面光洁度不够，最后将曲轴箱油封划伤（如图4所示）。



图4 柱塞泵不同程度的麻点腐蚀

故障五：轴瓦等磨损严重，五根连杆的连杆瓦均磨损严重，巴氏合金已磨没漏出本体，连杆瓦面接口发黑，曲轴曲柄销外径已磨损0.02~0.03mm；通过曲轴轴径表面痕迹可以看出，泵组运行时连杆在曲轴上位置不正，有歪斜现象，已经磨到曲轴轴径根部；连杆小头也发生偏斜现象，小头端面也与十字头销孔内侧面接触磨损（如图5所示）。

分析原因可能是柱塞填料泄露后，柱塞与十字头不同轴，造成连杆不在曲轴轴径中心运行，加剧了曲轴箱内部各零部件的磨损^[1]。

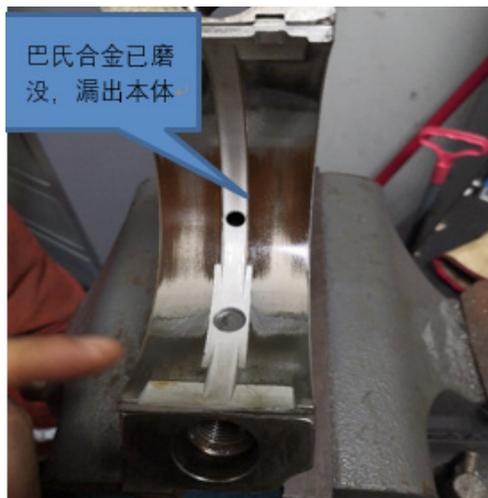


图5 柱塞泵故障现象

故障六：轴承滚珠表面有轻微点蚀，柱塞填料泄露后，随着柱塞的往复运动，少量生产水进入到曲轴箱，虽然平台定期对润滑油进行取样检查，且注水泵润滑油达到20天左右就进行更换，但生产水腐蚀性极强，仍造成轴承滚珠表面有轻微点蚀。

故障七：柱塞使用寿命过短，只有400h左右。柱塞填料设计为死密封，没有任何调节余量；而支撑环是和柱塞直接接触的，运转一段时间必然会出现磨损，起不到扶正柱塞的

作用,加快了二级密封等的磨损,这也是更换柱塞填料后,运转几天就出现轻微泄露,运转20天左右后就会出现大量泄露的原因。同时支撑环磨损后,柱塞与十字头轴不同轴,也会造成机组运行振动偏高,加快动力端轴瓦等磨损。

3 柱塞泵设计参数对比

因该柱塞泵使用效果不佳,为了有效分析该泵的失效原因,通过对照API674及设计文件,该泵行程长度为120mm,经换算该泵最大允许往复次数不能超过323次/分钟,而实际该泵在额定流量下的往复次数达到405次/min,因此该泵额定转速超过API674规范要求最大运行转速的25%。

按照规范允许的最大每分钟323次,该泵最大流量为47方/h,而设计额定最大排量60方/小时,超规范28%。

4 整改措施

第一,降低该泵出口压力,将出口压力由219bar降低为100bar左右,提高设备运行稳定性。

第二,改善柱塞和十字头轴的连接方式,对其进行优化:在柱塞和十字头轴接触面之间分别增加加工精度较高的定位凸台和沟槽,这样既可保证了柱塞安装后与十字头的同轴度的精度,又能保护柱塞螺纹在安装时不被损坏,且减轻了柱塞在往复运行螺纹所承受的力。

第三,改造工艺流程,将高低压注水流程分开,满足平台注水需求。

5 结语

海洋平台注水泵作为关键重要设备,设备运行稳定可靠性影响着平台油气开采量,如何保证注水泵平稳运行至关重要,论文从故障发生及原因、设计及标准方面逐一分析,为高压柱塞泵的管理提供了良好的借鉴模式。

参考文献

- [1] Warren L J . Reciprocating positive displacement pump for deionized water and method of cooling and lubricating therefor[J].2006.