

半潜式钻井平台水下设备的维护管理实践与探索

李永青

(国海海工资产管理有限公司, 北京 100020)

摘要 水下设备是半潜式钻井平台深海油气勘探开发不可缺少的关键设备, 主要包括隔水管、防喷器、公头和连接器等, 其造价高昂, 体积庞大, 维护不便利, 且维护风险性高。本研究结合工作实践, 总结了一套水下设备维保管理方法, 该方法结合平台生产和船级检验周期, 定期进行设备预防性维护保养, 实现了设备全生命周期管理。实践结果表明, 该维护方法使生产、管理人员能及时掌控设备状态, 降低人员及设备的风险, 保障了平台安全生产作业。

关键词 水下设备; 半潜式钻井平台; 隔水管; 防喷器; 维护管理

中图分类号: TE951

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.07.034

0 引言

党的十八大以来, 习近平总书记高度重视海洋强国建设, 围绕海洋事业多次发表重要讲话、作出重要指示, 强调“建设海洋强国是实现中华民族伟大复兴的重大战略任务。要推动海洋科技实现高水平自立自强, 加强原创性、引领性科技攻关, 把装备制造牢牢抓在自己手里, 努力用我们自己的装备开发油气资源, 提高能源自给率, 保障国家能源安全。”中国海油作为海洋油气勘探开发的主力军, 始终牢记习近平总书记关于建设海洋强国、加快深海油气资源勘探开发的重要指示, 持续投入奋进号、兴旺号等多座半潜式钻井平台, 加速推进深海油气资源的勘探开发。管理维护好这些大国重器也成为海洋油气开发的重要组成部分, 特别是防喷器、隔水管等水下设施的管理和维护尤为重要, 为了减少这些设备损耗和故障, 延长设备使用寿命, 保障生产作业安全, 必须加强和完善水下设备的管理和维护, 实现本质安全和经济效益最大化。

1 闸板防喷器

1.1 闸板防喷器维保

闸板防喷器是半潜式钻井平台的关键设备之一, 其维护保养工作对保障油气开发作业安全至关重要。在进行闸板防喷器的维保操作时, 首先需要打开侧门, 取出闸板芯子, 清洁闸板腔室、侧门密封区域、本体上下钢圈槽和侧出口钢圈槽, 以及裸露的部件表面并做好防腐保护。操作液缸应注满维保液, 为避免操作液缸里有空气滞留, 在功能测试完成后操作活塞应在

打开位置。将气动泵管线接在闸板本体关位接口上, 从关位液压接口泵入维保液, 直到活塞打到完全关闭位置, 收集从开位流出的流体样本。卸掉关位压力, 松开液缸盖和中间液缸盖上的排气阀, 重新施加关位压力直到从排气阀里流出稳定的液体没有气泡存在, 卸掉关闭压力, 将排气阀关紧。从开位液压接口泵入维保液, 直到活塞到达完全打开位置, 卸掉开位压力, 松开液缸盖和中间液缸盖上的排气阀(只适用于带增力液缸的侧门)重新施加开位压力直到从排气阀里流出的稳定的液体没有气泡存在, 卸掉开位压力, 将两个排气阀关紧^[1]。如果有必要可以重复以上动作, 直到取出可接受的流体样本。用堵头密封住开关位液压接口, 并确定所有的排气阀均已关紧, 拆开气泵。

1.2 侧门压力测试

使用压力等级匹配的管线, 操作液缸测试。液缸开关位工作压力测试每边测试稳压3分钟, 记录结果, 防喷器开关位低压测试, 压力应小于250 psi。

1.3 闸板防喷器计划性维保

对于长期存放的防喷器, 每6个月对防喷器的腔室、通孔以及裸露的部件表面应进行目视检查。通常长期存放的防喷器, 不要安装闸板芯子总成。

清洗腔室里面的防水黄油或者是防锈剂, 目视检查侧门密封面、骨架和本体密封面是否有腐蚀、点蚀的迹象, 如果有明显的腐蚀或者点蚀, 可以用细砂纸轻微的抛光打磨。目视检查腔室和通孔是否有毛刺或者凸起, 如果明显, 可以使用细砂纸轻微地抛光打磨。

针对 EVO 防喷器侧门, 当闸板芯子拆出后, 为了防止 Con Rod bar 在功能测试维保时损坏, 应把 Con Rod bar 拆下来存放在干燥、安全的地方, 它的连接螺栓应装回闸板轴上防止丢失。检查更换活塞杆表面喷焊层状况, 关闭侧门前, 在活塞杆上涂抹控制液或者 EPF。使用防水黄油或者防锈剂充分润滑保护闸板腔室, 检查保养液, 必要时可以进行更换^[2]。

2 环形防喷器

2.1 环形防喷器维保

环形防喷器的维保工作主要包括以下几个步骤。首先, 对万能通孔、未受保护的本体钢圈槽和侧出口钢圈槽以及油漆脱落的表面进行清洁处理, 并做好相应的防腐保护措施。其次, 确保操作液缸内注满维保液, 以避免操作液缸内存在空气滞留。将活塞调整至开位, 拆开关位控制软管或堵头, 将腔室的液压流体排出。将气动泵管线接在万能本体关位接口上, 拆开万能壳体下部的开位液压接口, 便于关位施加压力时排出开位腔室里面的液压流体, 当开位腔室的液压流体被排完, 用堵头封住开位液压接口, 注意堵头不要完全上紧, 应留有间隙便于里面残存的液压流体和空气被排出^[3]。从关位泵入维保液, 直到从开位液压接口排出所有的空气和气泡, 将气动泵管线接在万能本体开位接口上, 打开关位液压接口, 排除维保液。当关位腔室的液压流体被排完, 用堵头封住关位液压接口, 注意堵头不要完全上紧, 应留有间隙便于里面残存的液压流体和空气被排出, 从开位继续泵入维保液, 直到从关位液压接口排出所有的空气和气泡。拆掉气泵, 所有的液压接口, 上好连接管线或者堵头。

2.2 操作系统压力测试

操作系统压力测试是验证环形防喷器性能的关键环节。在进行测试时, 应使用与设备压力等级相匹配的管线连接操作液缸。进行液缸开关位工作压力测试, 每边测试需稳压 3 分钟, 并详细记录测试结果。通过这些测试, 可以全面评估环形防喷器在不同操作状态下的密封性能和稳定性, 确保设备在实际使用过程中的安全可靠。

2.3 环形防喷器计划性维保

对于长期存放的万能防喷器, 每 6 个月应对万能防喷器的通孔以及裸露的部件表面应进行目视检查。如果万能防喷器需要存放的时间超过一年或者更久, 需将万能胶芯和 Donut 需要取出放回橡胶件库房。选用合适的清洁溶剂清洗万能上的防水黄油, 目视检查万能防喷器通孔是否有腐蚀和不平整, 如果有明显的

腐蚀或者不平整可以用细砂纸 (30 to 60 grit) 轻轻地抛光打磨, 检查保养液, 必要时可以进行更换。一般计划性维保只需要功能测试、取样, 没有压力测试的要求, 可相应地缩短保养时间。

3 隔水管及公头

3.1 隔水管维保

隔水管及公头作为半潜式钻井平台的重要水下设备之一, 其维护保养工作需严格按照厂家提供的保养程序进行施工和验收。根据 EB 938 D Rev B3 和 EB 950 D Rev A2 要求制定设备维保的内容和验收要求, 内容主要包括: 清洁除锈、目视检查、压力测试、液缸清洗、控制液取样、防腐保养及保护等。施工中对每台设备关键点的施工标准和维保验收进行质量把控, 保证维保质量^[4]。

3.2 维保步骤

在进行隔水管及公头的维保工作时, 首先需要清洁管体及法兰密封面上的防水黄油, 并对其进行检查。根据现场隔水管的实际情况, 评定是否需要对所有隔水管进行全部清洗检查, 还是可以按照一定比例进行抽查。对于抽查的情况, 应合理确定抽查比例和抽查对象, 确保能够全面反映隔水管的整体状况。

检验内容主要包括: 目视检查所有密封区域, 主管法兰, 以及边管的公母头密封面, 如果有需要, 可以用细砂纸打磨清洁; 目视检查卡箍状况; 目视检查隔水管连接螺栓和法兰上的母扣螺纹; 目视检查主管和边管内壁的腐蚀和毛刺, 如果非常明显, 可以使用 150 砂纸打磨或气动工具抛光; 对吊耳进行目视检查; 目视检查浮力块是否有损坏的迹象。

完成上述检查和清洁工作后, 进行操作系统压力测试, 确保隔水管在使用过程中的密封性和可靠性。测试合格后, 对管体喷涂 VpCI-337 防锈剂, 以防止管体在后续使用过程中受到腐蚀。同时, 在法兰密封面涂抹 EP-2 防水黄油, 进一步增强密封效果, 提高隔水管的抗腐蚀能力和密封性能。

4 井口连接器

4.1 井口连接器维保

井口连接器的维保工作主要包括以下几个方面: 清洁连接器通孔、对于没有保护措施的钢圈槽和油漆脱落的表面做好防腐保护, 如果需要, 尽可能使用轻质油或者维保液 (Cameron PN 718100) 通过冲洗端口冲洗连接器^[5]。在驱动环和锁块上涂抹足够多的润滑脂防止锈蚀, 用维保液 PN 718100 (Oceanic EPF) 或 2361382-01-01 (Stack Guard), 注满开位操作腔室。

拆下并检查所有钢圈固定销,必要时可以更换。重新装入保养后的钢圈固位销,功能测试,从锁位接口注满维保液。卸并检查指示杆是否有损坏,必要时进行更换。回装之前,应在指示杆上涂抹防水黄油或者防锈剂,在丝扣上涂抹 Moly 503。

4.2 操作系统压力测试

操作系统压力测试是评估井口连接器性能的重要手段。在进行测试时,应使用与设备压力等级相匹配的管线进行操作液缸压力测试。具体测试内容包括开位、关位和二开工作压力(1 500 psi)测试,每边功能测试稳压3分钟,记录结果,观察指示杆是否工作正常。

注意驱动环动作所需要的操作压力,如果开位操作压力超过500 psi,那么意味着连接器解锁摩擦阻力过大,需要检查。在连接器投入使用之前,驱动环的内表面和锁块的外表面必须要清洁干净,不能有污垢和润滑脂,任何附着在表面的润滑脂都有可能造成连接器的自锁功能失效。

4.3 井口连接器计划性维保

若装有水合物密封,存放期间应拆出水合物密封,如有必要可进行评估,选用合适的清洁溶剂清洗连接器里面的防水黄油或者防锈剂。目视检查连接器通孔是否有腐蚀和不平整,如果有明显的腐蚀或者不平整可以用细砂纸(30 to 60 grit)轻微地抛光、打磨。拆出AX钢圈,检查AX钢圈密封面上是否有损伤,必要时更换。拆出并检查所有钢圈固定销,必要时可以更换。回装之前,应在指示杆上涂抹防水黄油或者防锈剂,在丝扣上涂抹 Moly 503。检查保养液,必要时更换。

对于长期存放的防喷器,每6个月应对其进行目视检查,长时间不使用或者进行存放的连接器可以按照上面推荐的步骤进行维保。

5 隔水管连接器

5.1 隔水管连接器维保

隔水管连接器的维保工作与井口连接器的维保操作有许多相似之处。首先,需要清洁连接器通孔以及未受保护的钢圈槽和油漆脱落的表面,并做好相应的防腐保护措施。如果需要,可以使用轻质油或者维保液(Cameron PN 718100)通过冲洗端口冲洗连接器,以去除内部的杂质和污垢。在驱动环和锁块上涂抹足够的润滑脂,以防止锈蚀,确保其在使用过程中的灵活性和可靠性。使用维保液 PN 718100 (Oceanic EPF) 或 2361382-01-01 (Stack Guard) 注满开位操作腔室,为设备提供良好的润滑和保护环境。接下来,拆出并检查所有钢圈固定销,必要时可以更换。重新装入保养后的钢圈固位销,功能测试,从锁位接口注满维保液。

此外,还需拆卸并检查指示杆是否有损坏,必要时进行更换^[6]。回装之前,应在指示杆上涂抹防水黄油或则防锈剂,在丝扣上涂抹 Moly 503。

5.2 操作系统压力测试

使用压力等级匹配的管线,进行操作液缸压力测试。开位、关位和二开工作压力(1 500 psi)测试,每边功能测试稳压3分钟,记录结果。观察指示杆是否工作正常。注意驱动环动作所需要的操作压力,如果开位操作压力超过500 psi,那么意味着连接器解锁摩擦阻力过大,需要检查。在连接器投入使用之前,驱动环的内表面和锁块的外表面必须要清洁干净,不能有污垢和润滑脂,任何附着在表面的润滑脂都有可能造成连接器的自锁功能失效。

5.3 隔水管连接器计划性维保

选用合适的清洁溶剂清洗连接器里面的防水黄油或者防锈剂,目视检查连接器通孔是否有腐蚀和不平整,如果有明显的腐蚀或者不平整可以用细砂纸(30 to 60 grit)轻微地抛光打磨。拆出AX钢圈,检查AX钢圈密封面上是否有损伤,必要时更换。拆出并检查所有钢圈固定销,必要时可以更换。回装之前,应在指示杆上涂抹防水黄油或则防锈剂,在丝扣上涂抹 Moly 503。检查保养液,必要时更换。对于长期存放的防喷器,每6个月应对其进行目视检查,如果连接器长时间不使用,如果装有水合物密封,存放期间应拆出水合物密封。

6 结束语

通过对半潜式钻井平台水下设备的预防性维护保养,进一步提升设备的稳定性和性能,降低水下设备故障率,节约维修和更换成本,延长使用寿命,同时保障生产作业和工作人员安全,减少不必要的停工和检修,提高工作效率,更加高效地助力油气资源开发。

参考文献:

- [1] 朱芦平. 闸板防喷器及控制台常见故障判断与修理[J]. 石油技师, 2014(01):55-56.
- [2] 刘立兵, 许宏奇, 等. 国内外防喷器技术现状及发展趋势探讨[J]. 内蒙古石油化工, 2022(05):106-108.
- [3] 李震. 环形防喷器球形胶芯失效形式及胶芯寿命分析[J]. 船海工程, 2015, 44(05):52-53.
- [4] 嵇智勇, 贾淑洁, 等. 深水半潜式钻井平台隔水管配置及控制系统研究[J]. 船舶与海洋工程, 2024, 40(06):63-64.
- [5] 张会增, 幸雪松, 等. 浅水水下井口连接器设计与应用[J]. 中国海上油气, 2023, 35(03):211-213.
- [6] 王卫华. 水下防喷器组液压连接器现状及发展[J]. 化工设计通讯, 2022(12):86-88.