

CGF 法兰在平台立管维修中的应用*

杨状春,郝伟修,陈 波,苏建新

(中海石油(中国)有限公司 HZ32-3 平台立管更换项目组,广东 深圳 518067)

摘 要:随着海洋石油工业的高速发展,海管的数量日益增多,其事故发生的概率也逐渐增加。由于海管类型、管径的差异、作业水深和环境条件的不同,所采取的维修方式也各不相同。本文系统地介绍了惠州油田的 HZ32-3 平台原油外输 10 in 立管维修,不借助浮吊,仅利用平台有效作业空间安装的气动绞车,采用特殊的卡套式机械连接器 CGF 法兰,应用空气潜水实施立管泄漏段的更换维修。该方法是立管维修施工效率较高的作业模式,最大程度上达到降本增效的效果。通过对更换掉的旧立管进行分析和检测,提出在平台开发和生产中重点做好对飞溅区立管、泵护管和开排沉箱等关键设备的保护及定期检测的建议措施,可在一定程度上预防进入中后期生产的海上油田因海管泄漏造成的油田停产损失及环保风险。

关键词:立管维修;CGF 法兰;空气潜水;降本增效

中图分类号:TH 173 **文献标志码:**B

Application of CGF Flange in Maintenance of Platform Superposed Shotgun

YANG Zhuangchun, HAO Weixiu, CHEN Bo, SU Jianxin

(Team of HZ32-3 Platform Superposed Shotgun Replacement,

China National Offshore Oil Corporation, Shenzhen 518067, China)

Abstract: With the development of ocean oil industry, ocean pipes have increased with each passing day, the errors rate of that also increased accordingly. Because of the difference between different ocean pipes in types and diameter, and the difference of water depth and working environment, the maintaining way of that is not same. The paper systematically introduced the maintainance of 10 in superposed shotgun of HZ32-3 platform oil in Huizhou oil field, which, without floating crane, took special cutting ferrule mechanical type connecting CGF flange and air diving to do replacement of leaking superposed shotgun only by using pneumatic hoist, it is the more efficient way for superposed shotgun maintainance, and can get best results in cost decreasing and effect increasing. Through analysis to replaced superposed shotgun, it was proposed that doing protest and fixed time check for superposed shotgun in splash area, protection pipes of pump, and open-release-submerge boxes. It can low the risk of oil field stop production and environment protection causing by ocean oil pipes leakage during middle and tail producing time.

Key words: superposed shotgun, CGF flange, air diving, cost decreasing and effect increasing

随着世界海上石油工业的不断发展,我国已在渤海、南海、东海等海域铺设了数十条海洋输油管线,总长度已超过 4 000 km。海洋管道被喻为海上油气田的生命线,海管的安全可靠运行是海上油气田正常生产的根本保证。我国海上石油开采作业已经有 30 年的历史,很多海上油气田都已经进入到生命周期的中后期,由于水下腐蚀、疲劳、船舶起抛锚、拖网捕鱼或其他因素造成海管泄漏的事件已经逐步显现出来。本文就惠州油田 HZ32-3 平台原油外输 10 in(1 in=25.4 mm)立管泄漏维修工程,详细阐述了采用安全高效、因地制宜的维修工艺对泄漏立管成功实施永久修复的案例,对今后立管和海管的维修具有一定示范作用。

1 工程概况

惠州油田位于中国南海珠江口盆地大陆架,水深为 107~112 m。当地处于低纬度,温度高,湿度大,干湿季节明显,季风盛行,属热带海洋季风气候。热带气旋主要出现在每年的 7~10 月,海区时常有 7 级以上大风,最大达 12 级,可出现巨浪狂涛,常年有效波高 > 2.0 m,极端有效波高可达 14.5 m。HZ32-3 油田于 1995 年 6 月建成投产,设计寿命为 10 a,是个油气生产平台。

1.1 立管泄漏

2008 年 10 月,在 HZ32-3 平台飞溅区发现立管泄漏点。该立管采用的是 10 in×16 in 管中管结构,最大工作压力为 7.584 5 MPa,实际工作压力为 2.413 25 MPa,外输温度为 171 ℃。负责将邻近的

HZ32-2 和 HZ32-3 平台所生产的原油外输到 HZ26-1 平台。

1.2 维修情况

根据泄漏情况,立即关停 HZ32-2 和 HZ32-32 油田的生产,启动应急修复程序,防止环境污染和持续泄漏。开始维修时,采用打卡子和预制卡子灌注水泥进行封堵,都没有成功;后来采用焊接 2 个半片子,于 2008 年 11 月实现临时封堵。此次泄漏造成 2 个平台停产 1 个月。

2010 年 10 月发现,该立管在原来泄漏点位置上方又出现泄漏,此次修复采用直接焊接外管封堵,因受海上天气因素影响,持续经过 15 d 完成修复。

2 维修方案论证

基于 2 次泄漏和考虑到该立管的实际情况,为保证油田的长期安全生产,公司决定采用更有效的方式,永久修复立管。

2.1 制订维修方案

经过周密详实的考证,项目组根据以往海管维修案例,结合立管目前的实际状况,制订出 3 个可行的维修方案供选择,3 种方案的内容及优劣比较见表 1。

表 1 维修方案比较

方案	内容	优点	缺点
1	一旦泄漏,就采用外面堆焊方式维修	1. 方案简单; 2. 费用低	1. 受天气条件影响,修复具有不可预见性; 2. 会造成很大的产量损失
2	根据平台设计年限要求,立管已经达到设计寿命,更换全部立管	1. 实现完全修复,增加立管使用寿命至少 15 a 以上; 2. 由于水下焊接困难,该立管需要分段安装。段与段之间采用法兰连接; 3. 能对换下立管进行彻底分析,为其余立管后续保养维修收集准确信息	1. 需要空气潜水和饱和潜水; 2. 作业受天气影响大; 3. 根据以往维修经验,完成修复需要平台关停至少 30 d; 4. 根据本立管设计图样,发现该立管在导管架底部穿过,路由复杂; 5. 需要更换立管 150 m,直接费用 260 万美元(不包括天气待机)

方案	内容	优点	缺点
3	在飞溅区以下,把海管割断,安装水下 CGF 法兰;更换飞溅区到悬挂法兰段的部分立管	1. 更换立管 30 m; 2. 节省维修费用; 3. 仅需空气潜水; 4. 减少平台关停生产时间,海上施工工期 14 d,需要计划停产 5 d	1. 实施水下切除部分立管和安装 CGF 法兰,初次采用,作业风险高; 2. 仅能对部分水下和飞溅区立管的工作条件作出评估,不能提供已达到设计寿命立管的准确信息; 3. 部分立管更换,需要费用 110 万美元

2.2 方案论证与选择

就维修方案的选择,项目工作组召开技术论证会,考量水下部分腐蚀较轻及其他因素,决定采用方案 3 对立管实施修复。

2.3 CGF 法兰介绍

2.3.1 CGF 法兰结构原理

如图 1 所示,CGF 法兰的一端为标准法兰,另一端为管端固定和机械密封构件,是一种可提供长度调节的管道机械连接器。将其一端的内环旋合套入管道外环,内部采用金属密封,并有 15.24 cm 的可调长度,以便安装时方便与另一端的法兰对接,不需要焊机做任何热工作业。

在修复过程中,由螺栓施加给密封垫片在外径区域上产生的压力与管道中的介质末端静水压力相平衡。实际使用中,当螺栓紧固接近预紧力时,密封环压缩,并与管壁紧紧抱住。密封环的这种自动增势协同作用使得密封环密封更严密,从而有效地避免了泄漏,达到了自密封的目的。

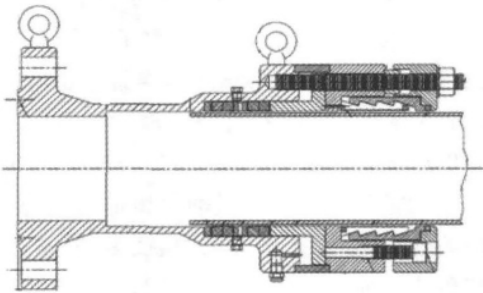


图 1 CGF 法兰剖面图

2.3.2 CGF 法兰维修使用特点

- 1) 对海区、水深作业的使用适应性广。可以重复利用,设计寿命达 20 a。
- 2) 无需焊接,可以直接安装在管道上,并能保证密封。
- 3) 在水下使用时,可以很方便地安装,不需要

借助特种设备和资源。

4) 间距可调,便于装配与安装。

5) 设计压力可达到 ANSI 900[#] 等级,能够满足管道的机械强度和可靠性要求。

6) 操作温度为 0~100 ℃。

7) 可以水平安装,也可以垂直使用。只要管线表面在法兰说明书规定的范围之内,就可以使用;只要空间允许,对安装位置没有限制。

3 维修设计成果和施工安排

维修方案经批准后,公司安排实施。此次工程维修的工艺流程如图 2 所示。

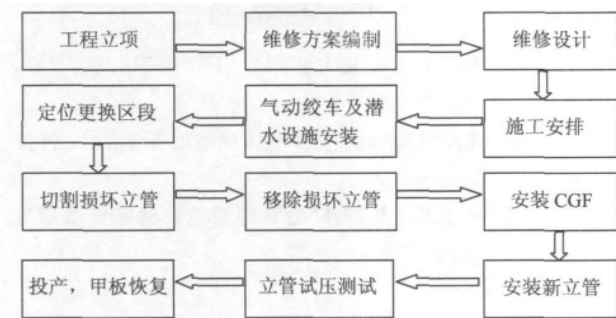


图 2 工艺流程图

4 施工作业

4.1 在平台安装 3 台气动绞车和潜水出入水设备

根据设计图样上的作业位置和平台有效空间,拟定在相应的区域布放设备,并进行合理安装。在甲板上安装绞车时,需用工字钢和筋板加固,保证强度满足绞车就位底座使用的要求。潜水员出入水系统也要和甲板进行有效固定焊接。为了保证安装可靠,特邀请 CGF 法兰厂家代表在现场进行全过程和全方位的技术指导。

4.2 更换立管水下测量定位

潜水员应利用现有的立管卡箍以及安装的长度定位抱箍对立管实施精准测量,并在相应位置做出标示,准确定位出内外套管切割点、外套管切割点、下部吊装卡箍的安装点。

4.3 安装支承卡箍

利用 2[#] 绞车,将支承卡箍施放至水下。潜水员将其安装在位于水下 24.4 m 处的立管卡箍上方(2 个卡箍相连接)。

4.4 安装下部吊装卡箍

利用 2[#] 绞车,将立管吊装用下部卡箍施放到水下大约 6 m 的位置,并将其安装在潜水员定位安装位置。

4.5 安装导向滑轮

水面作业人员和潜水员配合,安装 1[#]、2[#] 滑轮。将 2[#] 绞车钢丝绳安装连接到立管上部吊装卡箍。潜水员将 1[#] 绞车钢丝绳分别穿过 1[#]、2[#] 滑轮,并安装到立管下部吊装卡箍。

4.6 切割立管

潜水员在定位的内外套管切割点处切割立管(内外 2 层)。

4.7 移除立管

将 2[#] 绞车钢丝绳连接上部立管吊装卡箍,张紧 1[#]、2[#] 绞车钢丝绳。打开水上和水下立管卡箍,调整立管,稳固索具,使立管水面对接法兰与固定部分立管脱离。

在立管水面对接法兰上安装吊装法兰。1[#]、2[#] 绞车配合动作将立管上提,使立管悬挂法兰脱离水面立管卡箍。

使 1[#]、2[#] 绞车密切配合,将立管施放到下端口向下 29 m 的位置,水面作业人员将 3[#] 绞车钢丝绳从 Row A 侧外靠 A1 桩腿 A 区域穿入导管架并递送给水下潜水员。

潜水员连接安装 3[#] 绞车到吊装法兰索具,逐渐提升立管并将立管质量转移到 1[#]、3[#] 绞车,拆除 2[#] 绞车钢丝绳。使 1[#]、3[#] 绞车配合将立管从 A 区域穿出,垂直状态放入水中。潜水员将平台吊机、吊索具分别连接立管上下吊装卡箍。

平台吊机及 1[#]、3[#] 绞车配合将立管质量完全转移到平台吊机索具上,此时立管应呈水平状态。平台吊机将立管吊到支持船上。

4.8 切割套管

潜水员在定位外层套管切割标记处实施切割,切割时保持切口平整。

4.9 安装套管封盖

在立管开口处的内外层间隙内填注防腐剂,将封盖完全封套住外层套管头,并分别紧固封上呈 120° 扇形分布的 3 个 M16 螺钉,最后用油泥灰及防水油布卷密封间隙位置。

4.10 安装 CGF 法兰

利用 2[#] 绞车将 CGF 法兰吊放入水至立管开口位置,潜水员引导指挥水面作业人员,将 CGF 法兰装套在立管上。

4.11 安装替换立管

安装过程中,各过程需平台吊车、3 部气动绞车密切配合,使新制立管到达预定安装位置。1[#]、2[#] 绞车配合,将立管放入水面卡箍和水下 6 m 卡箍,注意不能将立管下端法兰碰到 CGF 法兰。潜水员

根据 CGF 法兰安装程序进行水下安装,最后分别上紧水下 6 m 卡箍和水面卡箍。

4.12 水压测试

使用注水泵对管线注水,直至水从排放口排出,切换试压泵,对管线加压至 10.342 MPa 保压,目测法兰、阀门及仪表连接处有无渗漏,使用试压记录仪记录压力和温度变化。

稳压进行 24 h 后,观察所得记录数据,利用所得参数(压差、水温差、气温差)计算可知,管道满足生产要求。

4.13 蜘蛛甲板恢复

立管整体试压合格后,将拆除的蜘蛛甲板按原样恢复,并拆除脚手架、气动绞车以及潜水设施,恢复平台生产。

5 结语

选择优秀的工程设计,周密编制维修方案,精心准备和安排,是保证项目成功的关键,尤其是在生产平台上进行维修作业时应给予足够的重视。厂家现场提供支持和服

务是保证安装达到要求和满足使用功能的必要措施之一。利用平台有效作业空间安装的气动绞车,采用特殊的卡套式机械连接器——CGF 法兰,应用空气潜水实施立管泄漏段的更换维修,是当前立管维修

施工效率较高的作业模式,也是最为经济可行的维修工艺,可最大程度地达到降本增效的效果。CGF 法兰连接器在密封设计、安装特性和设计性能等方面具有很大的优势,值得在中国各海域工程项目中推广使用,在海管和立管维修中有很大的发展空间。该工艺可以用在管中管和有外涂层保护的单层管,只要保持管子外表面光滑和没有大的损伤,都可以用 CGF 法兰进行修复连接。根据 CGF 法兰的特点,在敷设海管后的分阶段试压时,也可采用 CGF 法兰(一端安装试压盲法兰)与海管连接进行对接测试设备,该方法操作方便,切实可行。

参考文献

[1] 武海波. 立管卡子安装方法探讨[J]. 中国造船, 2010(8):86-90.

[2] 郑虎斌. 建立海底管线应急维修预案的探索[J]. 科技传播, 2011(12):50-51.

* 省部共建“石油天然气装备”教育部重点实验室资助项目(2006STS 02)

作者简介:杨状春(1964-),男,高级工程师,主要从事海洋工程方面的研究。

收稿日期:2012 年 09 月 02 日

责任编辑 李思文

德国机械出口额占世界机械总出口额的 20% 左右

中国是全球工业机器人市场需求增速最快的国家之一,大量德国制造的工业机器人被进口中国。在全球行业升级的情况下,德国工业制造依旧保持着良好的市场表现,德国机械出口额占世界机械总出口额的 20% 左右。

机械设备制造业一直以来是德国就业人数最多的行业。根据德国机械设备制造协会的数据,2010 年有 90.8 万人在该行业超过 6 000 家企业从业。2011 年上半年该行业收获营业额 940 亿欧元,同比增长 18.5%;出口总额 689 亿欧元,同比增长 18.2%,其中,出口到中国 93.25 亿欧元,占总额的 41.5%,中国成为德国机械设备出口最大市场,所占市场份额为 13.5%,就业人数 92.3 万,设备开工率升至 89.9%。

德国机械出口额占世界机械总出口额的 20% 左右,在机械设备的 31 个产品领域中,德国产品在 21 个领域是世界出口第 1,在其余领域内几乎全部位列世界前 3 甲。工业机器人的增长是一大亮点,由于人力成本上升,机器人取代人力,目前中国国内市场上有 5 万台左右的工业机器人在服役,占全球总量的 4.5%,保有量位居日、韩之后排亚洲第 3,市场需求增速位列全球第 1。

统计显示,2004 年以来,国内机器人市场年平均增长率达到 40% 以上,2011 年增长率达到 51%,机器人新安装量达到 2.3 万台。国际机器人联合会预测,到 2014 年,中国将成为全球最大的机器人市场。这是巨大的市场份额。在中端机械制造领域,中国正在逐渐赶上,中国机械产品比德国便宜 20% 以上,传统的代工企业转移到东南亚之后,所需的中低端机械设备使中国具有极大的优势。

——摘自机电行情网