

油轮改FPSO过程中的风险评估与管理策略研究

徐晓华

上海中远海运重工有限公司 上海 201913

摘要: 油轮改造为FPSO可降低成本、缩短周期,实现闲置资产再利用,但改造过程及运营存在诸多风险。改造前有油轮自身、技术、法规等风险,改造中涉及施工安全、质量、进度风险,运营阶段面临生产安全、设备可靠性、人力资源等风险。通过建立风险管理体系、完善监测预警机制、制定应急预案、加强人员培训与设备维护等策略,可有效管控风险,保障FPSO安全稳定运行。

关键词: 油轮改造; FPSO; 风险评估; 管理策略

1 油轮改 FPSO 的概述

1.1 FPSO的定义与功能

FPSO (Floating Production Storage Offloading) 即浮式生产储油卸油装置,是集生产处理、储存外输及生活、动力供应于一体的综合性大型海上生产设施。FPSO的功能十分强大。在生产处理方面,它配备了先进的油气分离、原油脱水、天然气处理等工艺设备,可对从海底油井开采出的油气混合物进行初步处理,将其分离为合格的原油、天然气和含油污水;在储存功能上,FPSO拥有巨大的储油舱,能够储存数万吨甚至数十万吨原油,起到海上原油“蓄水池”的作用,可有效应对原油外输因天气、运输船调度等因素导致的延迟;而卸油功能则通过外输系统,将处理好并储存的原油安全、高效地输送至穿梭油轮,完成原油从海上到陆地炼油厂的运输衔接。FPSO还具备为整个海上生产系统提供电力、淡水,以及为工作人员提供生活起居场所等辅助功能,保障海上生产作业的持续稳定运行。

1.2 油轮改FPSO的必要性与可行性

随着全球石油勘探开发向深海、远海推进,传统固定平台建设成本高、周期长、适用范围有限等问题日益凸显,这使得FPSO的需求不断增长。而将油轮改造为FPSO,具有显著的必要性和可行性^[1]。从必要性来看,一方面,新建FPSO不仅需要耗费大量资金,而且建造周期长,难以满足快速开发油田的需求。相比之下,油轮改FPSO能够大幅缩短项目周期,降低开发成本,加快油田投产速度。另一方面,世界上存在大量闲置或老旧油轮,将其改造为FPSO,既能盘活这些闲置资产,又能减少资源浪费,实现资产的再利用。在可行性方面,油轮本身具备一定的船体结构强度和储油能力,其船体设计与FPSO有诸多相似之处,为改造提供良好的基础。现代船舶制造和海洋工程技术的发展,使得在油轮船体

上加装生产处理设备、外输系统、生活模块等成为可能。通过对油轮的结构加固、设备安装和系统集成等改造工作,能够将其成功转变为满足海上石油生产需求的FPSO。同时,丰富的改造经验和成熟的技术规范,也为油轮改FPSO项目的顺利实施提供了有力保障。

1.3 改造过程概述

油轮改FPSO是一个复杂的系统工程,涉及多个环节和专业领域。改造过程通常从前期规划开始,首先需要对目标油轮进行全面评估,包括船体结构状态、设备设施情况、建造历史等,根据油田开发需求和作业环境制定详细的改造方案。进入工程设计阶段,要对船体结构进行改造设计,如对船体局部进行加强,以满足新增设备和生产作业的载荷要求;设计生产处理系统、外输系统、电力系统等的布局和安装方案。还需进行详细的计算和分析,确保改造后的FPSO在强度、稳性、抗风浪能力等方面符合相关规范和标准。在实际施工阶段,首先对油轮进行清理和拆解,移除与FPSO功能无关的设备和结构。然后进行船体结构改造,焊接和安装加强构件;接着安装生产处理设备、外输设备、发电设备、生活模块等各类设施,并进行系统的连接和调试。改造完成后,还需进行严格的测试和验收,包括系泊试验、航行试验、生产系统调试等,确保FPSO各项性能指标达到设计要求,能够安全、稳定地投入运营。

2 油轮改 FPSO 过程中的风险评估

2.1 改造前的风险评估

在油轮改FPSO项目启动前,风险评估工作至关重要。首先是油轮自身条件带来的风险。被选中改造的油轮可能存在船体结构老化、腐蚀严重的问题,若前期评估不充分,可能导致改造后FPSO的结构强度无法满足海上恶劣环境的要求,在风浪作用下发生结构损坏甚至船体断裂。其次是技术风险。改造方案的设计是否合理、

可行,直接关系到项目的成败^[2]。若设计团队对FPSO的功能需求理解不透彻,或者缺乏相关改造经验,可能导致设计方案存在缺陷,如生产处理系统的处理能力不足、外输系统与穿梭油轮不匹配等。法规和标准风险也不容忽视,不同国家和地区对FPSO的建造、运营有不同的法规和标准要求,若不充分了解并遵循这些规定,可能导致改造后的FPSO无法通过验收,面临整改或无法投入运营的风险。

2.2 改造过程中的风险评估

改造施工过程中存在多种风险。施工安全风险首当其冲,在船体结构改造和设备安装过程中,涉及高空作业、动火作业、密闭空间作业等危险作业环节。例如,高空作业时若安全防护措施不到位,可能导致人员坠落;动火作业若防火措施不当,可能引发火灾甚至爆炸事故。质量风险也是改造过程中的重要风险因素。施工过程中的焊接质量、设备安装精度等直接影响FPSO的性能和安全性。焊接质量不合格可能导致船体结构出现裂缝,降低结构强度;设备安装误差过大,可能影响系统的正常运行,如生产处理设备的管道连接不准确,可能导致油气泄漏。施工进度风险同样值得关注,由于施工过程中可能受到天气、设备到货延迟、人员短缺等因素影响,导致项目工期延误,增加项目成本,甚至影响油田的开发进度。

2.3 改造后的运营风险评估

改造后的FPSO投入运营后,面临着一系列运营风险。生产安全风险是重中之重,原油生产处理过程中,存在易燃易爆、有毒有害的油气介质,若设备密封失效、管道破裂,可能引发油气泄漏、火灾爆炸事故,造成人员伤亡和环境污染。同时,FPSO长期在海上运行,受到海浪、潮汐、台风等恶劣海况的影响,可能导致系泊系统失效,使FPSO发生漂移,威胁到自身及周边设施的安全。设备可靠性风险也不容忽视,随着运营时间的增加,生产处理设备、外输设备等会出现磨损、老化,若维护不及时,可能导致设备故障,影响原油生产和外输。另外,人力资源风险也会对运营产生影响,操作人员的技能水平、安全意识直接关系到生产作业的安全和效率。若操作人员缺乏专业培训,对设备操作不熟练,可能引发误操作事故。

3 FPSO 运营期间的风险管理策略

3.1 建立风险管理体系

为有效应对FPSO运营期间的各类风险,建立完善的风险管理体系是关键。该体系应明确风险管理的目标、原则和职责,涵盖风险识别、评估、控制、监控等全过

程。首先,成立专门的风险管理团队,负责组织和协调风险管理工作,明确各部门和人员在风险管理中的职责和权限。其次,制定风险管理流程和制度,规范风险识别、评估的方法和标准,以及风险控制措施的制定和实施程序。例如,定期组织风险识别会议,运用风险矩阵、故障树分析等方法对潜在风险进行全面评估,根据风险等级制定相应的控制策略。建立风险管理档案,记录风险评估结果、控制措施的实施情况等信息,为后续风险管理工作提供参考。通过建立健全风险管理体系,实现对FPSO运营风险的系统化、规范化管理。

3.2 风险监测与预警机制

建立有效的风险监测与预警机制,能够及时发现潜在风险,提前采取防范措施。在FPSO上安装各类监测设备,对生产参数、设备运行状态、环境条件等进行实时监测。例如,通过压力传感器、温度传感器监测生产处理系统的压力和温度变化,一旦参数超出正常范围,立即发出警报;利用液位传感器监测储油舱的液位,防止溢油事故发生。同时建立环境监测系统,对风速、风向、海浪高度等海况信息进行实时监测和分析^[3]。结合历史数据和气象预报,运用大数据分析和人工智能技术,预测潜在的风险事件,如台风来袭可能对FPSO造成的影响。当监测到风险因素达到预警阈值时,及时向相关人员发出预警信息,并启动相应的应急响应程序,将风险损失降至最低。

3.3 应急预案与响应措施

制定完善的应急预案是应对突发风险事件的重要保障。针对FPSO可能发生的火灾爆炸、油气泄漏、系泊失效等各类事故,分别制定详细的应急预案。应急预案应明确应急组织机构和职责、应急响应流程、应急资源配置等内容。定期对应急预案进行演练和评估,检验应急预案的可行性和有效性,及时发现问题并进行修订完善。当突发风险事件发生时,迅速启动应急预案,按照既定流程组织应急救援工作,确保人员安全,减少财产损失和环境污染。在应急响应结束后,对事件进行调查分析,总结经验教训,防止类似事件再次发生。

3.4 人员培训与安全管理

人员是FPSO运营过程中的关键因素,加强人员培训与安全管理,能够提高操作人员的技能水平和安全意识。制定系统的培训计划,对新入职人员进行岗前培训,使其熟悉FPSO的设备设施、操作规程和安全知识;对在岗人员进行定期的技能提升培训和安全再教育,更新其知识和技能,强化安全意识。培训内容应涵盖生产操作、设备维护、应急处理等多个方面,通过理论授

课、实际操作演练、案例分析等多种方式提高培训效果。同时加强安全管理,建立健全安全规章制度,严格执行安全操作规程,对违规行为进行严肃处理。通过开展安全文化建设活动,营造良好的安全氛围,使安全意识深入人心,确保FPSO运营过程中的人员安全和生产安全。

3.5 设备维护与检修策略

FPSO上的设备长期在海上恶劣环境下运行,做好设备维护与检修工作至关重要。制定科学合理的设备维护计划,根据设备的使用频率、运行状况和制造商的建议,确定设备的维护周期和维护内容。例如,对生产处理设备定期进行清洗、润滑、调试,对关键设备进行性能检测和故障诊断。建立设备档案,记录设备的基本信息、运行数据、维护记录等,以便对设备进行全生命周期管理。在设备检修方面,采用预防性检修和事后检修相结合的方式。预防性检修通过定期检查和状态监测,提前发现设备潜在故障,及时进行修复,避免故障扩大;事后检修则针对突发故障设备进行及时维修,确保设备尽快恢复正常运行。同时,加强设备备件管理,合理储备关键设备备件,提高设备维修效率,保障FPSO的稳定运行。

4 案例分析:某油轮改FPSO项目风险管理实践

4.1 项目概况

某油轮改FPSO项目位于我国南海某油田,该油田储量丰富,但所处海域环境复杂,风浪较大。项目选用一艘服役15年的VLCC(超大型油轮)进行改造,改造后的FPSO设计生产能力为每天处理原油1.5万桶,储油能力达200万桶,主要负责该油田的原油生产、处理、储存和外输任务。在改造前,对目标油轮进行了全面评估,发现船体存在一定程度的腐蚀,部分结构件需要进行更换和加强。项目工期为18个月,涉及船体结构改造、生产处理系统安装、外输系统集成等多项工作内容。为确保项目顺利实施,项目团队高度重视风险管理工作,将风险管理贯穿于项目全过程。

4.2 风险评估与管理实施

在改造前的风险评估中,项目团队运用专家评估法和现场检测相结合的方式,对油轮的结构状况、技术可

行性、法规符合性等方面进行了深入分析。针对船体结构老化和腐蚀问题,制定了详细的结构加固方案,并委托专业机构进行强度计算和评估,确保改造后的船体满足FPSO的使用要求。在技术可行性方面,组织国内外专家对改造方案进行评审,对生产处理系统和外输系统的设计进行优化,降低技术风险^[4]。改造过程中,建立了严格的施工安全管理制度,对高空作业、动火作业等危险作业进行重点监控,设置专职安全监督员,确保安全措施落实到位。在质量控制方面,采用第三方检验和内部质量检查相结合的方式,对焊接质量、设备安装精度等进行严格检验,确保施工质量符合标准。针对施工进度风险,制定了详细的进度计划,并建立进度跟踪和调整机制,及时解决影响施工进度的问题,最终项目按期完成。在运营阶段,建立完善的风险管理体系,安装先进的风险监测与预警设备,对生产参数、设备状态和海况进行实时监测。定期组织人员培训和应急演练,提高操作人员的技能水平和应急处理能力。通过实施一系列有效的风险管理措施,该FPSO投入运营后,实现安全、稳定生产,未发生重大安全事故和设备故障,为油田的高效开发提供了有力保障。

结束语

油轮改FPSO是复杂工程,风险评估与管理贯穿全流程。从改造前的规划到运营期的维护,每个环节的风险都需精准把控。科学的风险评估与有效的管理策略,是保障项目顺利实施和FPSO长期稳定运行的关键。未来,随着技术发展与经验积累,油轮改FPSO的风险管理将不断优化升级,为海洋石油开发提供更具可靠支持。

参考文献

- [1]朱进全,董海杰,余捷,等.船龄对旧油轮改造FPSO工程影响研究[J].舰船科学技术,2019,41(5):86-90.
- [2]蒋孟生,艾改阳.FPSO原油处理系统适应性改造[J].中国石油和化工标准与质量,2020,40(9):23-25,27.
- [3]肖文彬.FPSO改装之单点系泊结构建造工艺研究[J].科学技术创新,2019(4):20-21.
- [4]梁波,于清远,石亚卜,等.原油处理系统流程和关停联锁保护的改进[J].船海工程,2021,(3):15-16