

海洋石油平台消防安全

柴亚军

天津滨海概念人力信息科技有限公司 天津 300000

摘要：海洋石油平台运营环境复杂、火灾风险高，消防水系统与消防设备是保障其消防安全的核心。本文结合平台结构特点与运营工况，系统分析了消防水系统、消防设备的配置应用、运行维护现状，排查了当前存在的管网腐蚀、设备性能衰减、运维不到位等隐患及成因，提出了针对性的系统优化设计、设备智能化升级建议，以及运维体系完善与人员技能提升措施，为海洋石油平台消防安全管理提供实操参考，助力提升平台消防安全保障能力，防范火灾事故发生。

关键词：海洋石油平台；消防安全；消防水系统；消防设备；优化对策

引言

海洋石油平台是海上油气开发的核心设施，其结构紧凑、易燃易爆介质集中，长期处于强风浪冲击、高湿盐蚀、昼夜温差剧烈的恶劣海洋环境中，消防安全隐患突出，火灾事故易造成重大人员伤亡与财产损失。消防水系统与消防设备的稳定运行、科学运维，是防范平台火灾的关键。当前部分平台仍存在消防设施隐患、运维管理不规范等问题，因此，深入研究海洋石油平台消防安全相关内容，优化消防水系统与设备配置，完善运维管理，对保障平台安全稳定运行具有重要现实意义。

1 海洋石油平台消防安全概述

1.1 海洋石油平台的结构特点与运营环境

海洋石油平台作为海上油气勘探开发的核心载体，结构复杂且布局紧凑，主要分为固定平台与浮动平台两大类，核心区域包含钻井区、生产区、储油区及生活区，各区域紧密相连。其运营环境具有高风险性，长期处于强风浪冲击、高湿盐蚀、昼夜温差剧烈的海洋环境中，易导致设备腐蚀老化；同时受海上风浪、暴雨、雷电等极端天气影响，给消防安全管理带来极大挑战，也对消防水系统、消防设备的耐候性、稳定性提出了更高要求。

1.2 海洋石油平台火灾风险特性与常见火灾类型

海洋石油平台火灾风险具有突发性、蔓延快、扑救难的特点，平台内储存的原油、天然气等易燃易爆介质，一旦泄漏遇明火极易引发火灾。常见火灾类型主要包括三类：（1）油气泄漏引发的可燃液体、气体火灾，火势蔓延迅速且易形成爆炸隐患；（2）电气设备短路、过载引发的电气火灾，多发生在配电室、设备机房；（3）设备摩擦、高温作业引发的固体火灾，主要涉及电缆、保温材料等。

1.3 消防水、消防设备在平台消防安全中的核心定位

消防水系统与消防设备是海洋石油平台消防安全的核心保障，贯穿火灾预防、预警、扑救全过程。消防水系统作为主要灭火介质输送载体，承担着降温、控火、灭火的关键作用，其稳定运行直接决定初期火灾扑救效果；消防设备（消火栓、消防水炮、火灾探测器等）则是火灾预警和现场处置的关键手段，既能及时发现火灾隐患，又能为现场人员提供有效灭火、防护保障，二者协同作用，是防范平台火灾、减少火灾损失的核心支撑^[1]。

2 海洋石油平台消防水系统与核心消防设备配置及应用

2.1 海洋石油平台消防水系统设计与应用

海洋石油平台消防水系统的设计与应遵循实用性、可靠性、适配性原则，确保系统稳定运行、快速响应。具体内容如下：（1）设计原则与系统组成。设计需严格遵循海洋石油行业消防安全规范，兼顾抗海洋腐蚀、抗极端天气能力，优先采用冗余设计，避免单点故障影响系统运行。系统主要由消防水储存设施、输送管网、加压设备及末端灭火设施组成，其中储存设施多采用专用消防水罐，容量根据平台规模、火灾风险等级确定；输送管网按平台区域分区布置，覆盖钻井区、生产区、储油区等关键区域，确保无消防盲区。（2）关键设备选型与安装。水泵选用耐盐雾、抗高温的marine型离心泵，配备主泵、备用泵及应急泵，确保在主泵故障时可快速切换，维持管网压力稳定；管网采用耐腐蚀合金管材，接口采用密封性能优良的法兰连接，避免海水腐蚀导致泄漏，安装时需预留检修接口，便于日常维护；末端灭火设施根据区域风险配置，钻井区、储油区安装大流量消防水炮，生活区、设备机房安装消火栓，确保灭火精准高效。（3）适配性应用。针对固定平台与浮动平台的结构差异，消防水系统采用差异化设计：固定平台管网采

用固定敷设,浮动平台管网增加柔性连接,适应平台晃动;针对海上高盐雾环境,系统定期进行防腐处理,储存水采用软化处理,避免管网结垢堵塞;根据不同区域火灾风险,调整管网压力与水流速度,确保火灾初期可快速控火。

2.2 海洋石油平台核心消防设备配置与性能要求

核心消防设备的具体配置与性能要求如下:(1)灭火类设备配置与性能。消火栓按平台人员密度、区域面积合理布置,间距不超过30米,接口采用国际通用规格,配套水带、水枪需具备耐高压、抗腐蚀性能;消防水炮选用遥控式或手动式,额定流量不低于50L/s,射程不小于30米,可实现360度旋转,适配海上开阔空间灭火;泡沫灭火设备与消防水系统协同配置,泡沫液选用耐海水型,确保与消防水混合后形成稳定泡沫层,覆盖灭火。(2)探测报警类设备配置与性能。火灾探测器按区域环境选型,高温、高湿区域选用隔爆型感温探测器,油气浓度较高区域选用可燃气体探测器,探测器响应时间不超过30秒,可快速传递报警信号;报警控制器安装在中控室,具备声光报警、故障提示功能,可联动消防水系统、应急照明等设备,实现报警与处置联动。(3)海洋环境适配性要求。所有消防设备需具备IP65及以上防护等级,外壳采用耐腐蚀材料,避免盐雾、海水侵蚀;设备密封性能良好,防止雨水、海水进入内部影响运行;设备需通过高低温、振动测试,可在-20℃至60℃环境下正常工作,适应海上极端温度变化,确保长期稳定运行^[2]。

3 海洋石油平台消防水系统与消防设备运行维护管理

3.1 消防水系统的日常巡检、维护与故障排查

消防水系统的日常巡检、维护与故障排查具体操作如下:(1)日常巡检。每日对消防水罐、水泵、管网、阀门等设备进行全面巡检,检查消防水罐水位、压力是否符合标准,有无渗漏;检查水泵运行声音、温度是否正常,电源、控制柜指示灯是否完好;检查管网接口、阀门密封情况,有无腐蚀、破损,阀门开关是否灵活,做好巡检记录,发现异常立即上报。(2)日常维护。每周对消防水泵进行空载试运行,运行时间不少于15分钟,检查水泵启停灵活性及运行稳定性;每月对消防水罐进行排污处理,清除罐底沉淀物,补充软化水,确保水质达标。(3)故障排查。针对管网泄漏故障,重点检查接口密封件、管材破损部位,及时更换密封件、修补或更换破损管材;针对水泵无法启动故障,排查电源、控制柜及水泵机械部件,修复电路故障、更换损坏的轴承或叶轮。

3.2 消防设备的定期检测、校准与维修保养流程

消防设备的定期检测、校准与维修保养需按固定流程开展,确保设备性能达标,具体流程如下:(1)定期检测。每月对消火栓、消防水炮等灭火设备进行外观检查,查看有无损坏、锈蚀,接口是否完好;每半年对火灾探测器、报警控制器进行功能检测,模拟火灾信号,检查探测器响应速度、报警控制器联动功能。(2)定期校准。每半年对消防水压力仪表、流量仪表进行校准,确保读数准确;每年对火灾探测器、可燃气体探测器进行校准,调整灵敏度,确保符合行业标准;对消防水泵的压力、流量参数进行校准,确保满足灭火需求,校准后做好记录存档。(3)维修保养流程。接到设备故障通知后,维修人员立即携带工具赶赴现场,排查故障原因;根据故障类型制定维修方案,更换损坏部件、修复故障部位,维修后进行试运行,确认设备正常。

3.3 消防水与消防设备维护的责任体系与管理制度

建立完善的责任体系与管理制度,是保障维护工作有序开展的关键,具体内容如下:(1)责任体系。明确平台负责人为消防安全第一责任人,全面统筹维护管理工作;设置专职消防安全管理员,负责日常巡检、维护计划制定、记录整理及人员调度;划分维护责任区域,将消防水系统、消防设备维护责任落实到个人,明确岗位职责、工作标准及考核要求,确保责任到人、层层落实。(2)管理制度。制定《消防水系统维护管理制度》《消防设备检测校准制度》,明确巡检、维护、检测的周期、内容及标准;建立维护记录管理制度,要求巡检、维护、检测、维修均需详细记录,包括时间、人员、内容、结果等,存档备查;制定考核与奖惩制度,对维护工作落实到位、未出现设备故障的人员给予奖励,对未按要求开展维护、造成设备故障的人员进行处罚^[3]。

4 海洋石油平台消防安全现存问题及优化对策

4.1 消防水系统、消防设备存在的隐患及成因分析

结合海洋石油平台实际运行情况,消防水系统与消防设备存在的隐患及对应成因具体如下:(1)消防水系统隐患及成因。一是管网腐蚀渗漏隐患,成因主要是海上高盐雾、高湿度环境长期侵蚀,管材防腐涂层老化脱落,且日常防腐维护不到位;二是管网压力不稳定,成因是水泵老化、备用泵切换不灵活,部分阀门卡顿、开度不足,且管网存在隐性泄漏未及时排查;三是水质不达标,成因是消防水罐排污不及时,过滤装置失效,软化水补充不规范,导致管内结垢堵塞。(2)消防设备隐患及成因。一是灭火类设备性能衰减,成因是设备长期受盐雾侵蚀,未定期进行除锈防腐,部分部件老化磨损;二是探测报警类设备灵敏度下降,成因是探测器未按周

期校准,传感器被油污、灰尘覆盖,且设备密封性能下降导致海水渗入;三是设备适配性不足,成因是部分老旧设备未及时更新,无法适配平台升级后的火灾风险场景,且部分设备型号不统一,维修更换不便^[4]。

4.2 消防水系统优化设计与消防设备智能化升级建议

针对前文排查出的各类隐患,结合海洋石油平台海上运行工况,制定贴合现场需求的优化升级方案。(1)消防水系统优化方面。结合海上高盐雾、高湿度的腐蚀特性,管网改造选用耐腐蚀性更强的合金管材,对接口、弯头等易腐蚀薄弱部位做加强防腐处理,采用分段式布局划分独立区域,方便日常隐患排查和局部维修,避免单区域故障影响整个系统运行。供水保障上,全面更换平台现有老化、运行不稳定的消防水泵,配套加装智能压力监测装置,实时监控管网压力变化,压力低于标准值时自动切换备用泵,保障灭火时供水稳定。水质管理需规范推进,在消防水进水口增设高效过滤装置拦截杂质,明确消防水罐排污、水质检测的具体周期,安排专人负责定期排污和软化水补充,从源头杜绝管网结垢、堵塞问题。(2)消防设备智能化升级。根据现场实操,逐步将传统手动消防水炮替换为智能遥控型,实现火灾点位自动定位、精准喷射灭火,配套安装流量、压力智能监测模块,实时反馈灭火工况。更换现有灵敏度不足、适配性差的探测设备,采用具备自动清洁、故障自诊断功能的智能探测器,可自动清除传感器油污灰尘,故障时及时报警并将数据实时上传中控室。同时统一设备型号标准,更换老旧、型号杂乱的设备,选用通用性强、维护便捷的标准化产品,减少备品备件储备种类,降低维修成本。

4.3 运维管理体系完善与操作人员技能提升措施

结合平台维护管理实际,从体系完善和技能提升两方面制定具体措施:完善运维管理体系。细化运维工作流程,结合设备实际运行状况,明确消防水系统和各类消防设备的巡检频次、维护内容及检测标准,建立详细隐患排查台账,实行“排查—登记—整改—复查”闭环

管理,确保隐患整改到位。健全责任落实机制,细化消防运维责任区域,将每一处设备、每一段管网的维护责任落实到人,明确各岗位工作职责和标准,将运维质量纳入员工绩效考核,通过奖惩机制强化全员责任意识。完善隐患应急处置流程,结合平台工况制定专项处置方案,明确处置步骤、责任人员和物资保障,确保隐患快速响应、及时处置。(2)操作人员技能提升方面。开展常态化专业培训,邀请设备厂家技术人员现场实操教学,结合以往运维案例分享操作、故障排查及保养技巧。建立常态化技能考核机制,定期测试操作人员技能,不合格者暂停上岗、专项培训直至达标,同时建立经验交流机制,组织运维人员分享技巧、取长补短,提升团队整体技能水平^[5]。

结束语

海洋石油平台消防安全关乎油气开发事业的稳定发展与人员生命财产安全,消防水系统与消防设备的配置、运维及优化是其中的核心环节。本文围绕平台消防安全概述、消防设施配置应用、运维管理及现存问题与优化对策展开分析,提出的实操性建议符合现场运营需求。后续需结合平台升级改造实际,持续优化消防设施性能、完善运维体系,强化人员技能培训,不断提升海洋石油平台消防安全防护水平,为海上油气开发筑牢安全防线。

参考文献

- [1]胡星,赵明,苟治铭.海上石油平台的消防灭火系统安全管理[J].中国石油和化工标准与质量,2023,43(13):47-49.
- [2]向娟.海洋平台消防设备的安装与维护[J].山东化工,2021,50(20):186-187,195.
- [3]王磊.海洋石油钻井平台设备安全管理[J].当代化工研究,2021(5):131-132.
- [4]王尧.海洋石油钻井平台安全风险分析及管控研究[J].石化技术,2025,32(3):324-326.
- [5]李玉萍.基于人工智能的海上油田消防安全管理分析与研究[J].内蒙古石油化工,2025,51(7):7-10.