第 7 卷◆第 10 期◆版本 1.0◆2026 年
文章类型：论文|刊号（ISSN）：2737-4580(P) / 2737-4599(O)

海洋石油工程项目安全管理难点与对策

黄柄粟　蔡宝利　李怀超
山东海盛海洋工程集团有限公司
DOI:10.32629/jpm.v7i10.9081

[摘　要] 海洋石油工程承担海上油气资源勘探开发设施的建设任务，是保障国内油气供给、降低对外能源依存度的重要工程门类。随着我国海洋油气开发向深水、远海区域推进，项目施工规模持续扩大，新工艺、新装备大量投入应用，安全管理压力同步上升。近年来，国内外海洋石油工程领域安全事故仍时有发生，暴露出传统安全管理模式在风险识别、责任传导和应急协同等方面的深层短板。本文基于对国内外典型事故案例的剖析海洋石油工程项目安全管理难点，从源头风险管控、承包商一体化管理、人员能力建设、设备全生命周期管理、应急体系完善、数字化智能安全管控、法规监管落地等维度提出针对性对策，以期为海洋石油工程项目 HSE 管理体系优化、重大事故风险防控提供参考，推动海洋石油工程行业实现安全与效益协同发展。
[关键词] 海洋石油工程；安全管理；风险管控；承包商管理；海上应急

Challenges and Countermeasures in Safety Management for Offshore Oilfield Engineering Projects

Huang Bingsu　Cai Baoli　Li Huaichao
Shandong Haisheng Marine Engineering Group Co., Ltd.

[Abstract] Offshore oil and gas engineering is responsible for the construction of facilities for the exploration and development of offshore oil and gas resources; it is a critical engineering discipline for ensuring domestic oil and gas supply and reducing dependence on external energy sources. As offshore oil and gas development in China has expanded into deep-water and far-sea regions, the scale of project construction has continued to grow, new processes and equipment have been widely deployed, and the pressure on safety management has risen accordingly. In recent years, safety accidents have still occurred periodically within the field of offshore oil and gas engineering both domestically and internationally, exposing deep-seated shortcomings in traditional safety management models regarding risk identification, responsibility allocation, and emergency coordination. Based on an analysis of typical domestic and international accident cases, this paper identifies the challenges in safety management for offshore oil and gas engineering projects and proposes targeted countermeasures across several dimensions: source risk control, integrated contractor management, personnel capacity building, full life-cycle equipment management, improvement of emergency response systems, digital and intelligent safety control, and the effective implementation of regulatory oversight. The aim is to provide a reference for the optimization of HSE management systems in offshore oil and gas engineering projects and for the prevention and control of major accident risks, thereby promoting the coordinated development of safety and efficiency within the offshore oil and gas engineering industry.
[Key words] offshore oil and gas engineering; safety management; risk control; contractor management; offshore emergency response

引言

海洋石油工程是国家能源保障体系中的关键板块，和陆上工程项目相比，海上作业空间狭小，钻井、起重、动火、潜水、管线铺设等高风险作业经常同步开展，油气介质易燃易爆、有毒高压，叠加海洋气象与地质灾害的不确定性，一旦发生井喷、泄漏、火灾爆炸，极易造成群死群伤事故，同时带来大范围海洋生态污染，事故处置成本极高，社会影响深远[1]。本文立足于工程建设全周期视角，依托公开可查的事故调查报告，识别管理痛点，构建适配海上复杂工况的安全管理对策体系。

一、海洋石油工程项目安全管理特征

（一）作业环境具有强不确定性

海洋环境具有动态多变特征，台风、寒潮、巨浪、内波、海冰、海底滑坡等灾害难以完全精准预报，高盐雾环境持续腐蚀钢结构、电气仪表，加速设备老化失效，很多海上作业存在严格的气象窗口，窗口期短，容易出现为赶工期冒险作业的现象。

（二）风险耦合性强，事故连锁效应突出

海上平台空间紧凑，生产设备、生活区、动力系统、油气

Copyright © This work is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.

文章类型：论文| 刊号（ISSN）：2737-4580(P) / 2737-4599(O)

工艺系统集中布置，动火作业一旦失控，会快速引燃油气，发生爆炸；管线或者井口泄漏后，有毒可燃气体扩散，短时间内扩大事故范围，次生灾害多发。

（三）参建主体多，管理界面复杂

项目业主、总承包方、多家分包商、船舶服务商、检测单位、第三方监理共同参与项目，不同单位安全制度、培训标准、管理水平参差不齐，分包队伍流动性大，安全责任容易出现断层和盲区。

（四）应急救援条件受限

海上远离陆地，陆路救援无法直达，救援依托直升机、工程船舶，受海况、能见度制约，伤员转运、物资投送耗时较长，现场自救、先期处置能力是控制事故后果的核心要素[2]。

二、海洋石油工程项目安全管理难点

（一）海洋自然环境复杂，源头风险预判与管控难度大

海洋环境风险属于项目固有外部风险，气象、水文、地质条件随时变化，会直接威胁船舶、平台、水下管线安全。2018 年 6 月 13 日 1708 时许，青岛“海洋石油 228”轮风灾事故，经青岛海事局调查报告认定，“海洋石油 228”轮在青岛海洋石油码头停泊装载导管架模块期间突遇大风，系泊缆绳断裂，船舶发生移位，所载导管架撞击岸上巴西模块（P70M07）及南侧系泊的起重船“德浮 3600”轮，构成一般水上交通事故，造成工程设施损坏、项目工期延误。该事故暴露出突发大风条件下船舶系泊安全裕度不足、现场对突发阵风的风险预判和应急加固措施有待加强，也反映出气象动态预警信息落实到现场作业叫停机制方面存在短板①。

（二）承包商链条长，分包安全管理责任落实存在漏洞

海洋石油工程普遍采用总分包模式，业主负责总体安全管控，总承包单位再将海上吊装、潜水、管线铺设、模块预制等专业工程分包，分包商还存在二次分包情况，安全责任链条被拉长[3]。国家海洋局联合调查组对蓬莱 19-3 油田溢油事故报告显示，作业者康菲公司在油田开发生产阶段，对地层压力、井控风险认识不足，未及时停止注水并排查原因，继续维持压力注水，导致断层开裂海底溢油；C25 井回注岩屑违反总体开发方案，擅自上调回注层位，造成超高压后井涌侧漏，造成大面积海域污染，联合调查组认定污染海域范围约 6200 平方公里。事故背后暴露出来的就是作业承包商安全管理、井控风险责任落实的系统性问题，承包商在风险识别、作业程序执行、险情上报流程上存在严重缺位。

（三）人员结构复杂，海上作业人员安全能力与人为失误风险突出

海上工程项目参建人员来源广泛，包含平台操作工、起重工、潜水员、船舶船员、焊工、维保人员等，人员轮换采用倒班模式，长期海上封闭作业，容易产生疲劳、心理压力，注意力下降，诱发违章操作。美国墨西哥湾“深水地平线”钻井平台 2010 年 4 月 20 日爆炸事故，造成 11 名工作人员遇难，随后近三个月海底原油持续泄漏，总量超过 400 万桶，是全球海洋石油史上最严重溢油事故之一。美国总统国家委员会最终调查报告指出，事故“缘于管理不当”，不是单一设备失效，BP、哈利伯顿、越洋钻探三家企业为节省时间和费用多次作出增加漏油风险的决定，多项人为决策失误叠加，固井质量不合格、负压测试结果误判、未设置额外井下屏障、作业团队对异常压力读数未保持警惕、井涌发生后应对不当，井控屏障失效，最终发生井喷爆炸②。

（四）设备设施种类繁多，全生命周期安全管控存在短板

海洋石油工程装备体系庞大，包括钻井平台、起重铺管船、浮吊、水下 ROV 机器人、海底管线、高压井口设备、应急救生设备等，设备长期在海水、盐雾环境运行，腐蚀、疲劳损伤、密封失效风险高。设备管理存在重使用、轻维护的倾向，海上工期紧张时，设备维保计划被压缩，定期检验、无损检测工作延期；部分国产化新设备投入项目，现场运维经验不足，故障预警机制不完善。同时海上备件储备难度大，大型设备部件陆地采购、海上运输周期长，设备出现故障后，抢修条件有限，带病作业的风险难以杜绝。水下管线铺设完成后，海管巡检、壁厚监测、腐蚀监测周期长，水下缺陷隐蔽，常规检测手段成本高，隐患发现滞后。

（五）海上应急体系建设难度高，先期处置与撤离管理存在短板

海上应急和陆上应急有本质区别，海上平台属于独立受限场所，撤离路线有限，救生资源固定在平台上，外部救援存在明显时延。部分项目应急预案照搬通用模板，没有结合本项目海域特点、平台布局、重大风险源进行专项编制，预案针对性不强；应急演练偏重桌面推演，海上实战演练频次不足，直升机转运、弃平台、消防灭火、溢油回收、潜水救援协同演练较少，各单位之间应急联动机制不顺畅。同时应急权限机制不清晰，现场发现险情之后，作业人员是否有权直接停工、组织撤离，需要层层上报审批，延误最佳处置窗口。多单位协同应急时，业主、总包、船舶、海事、海洋环境部门之间信息共享渠道不统一，应急指挥体系容易混乱[4]。

三、海洋石油工程项目安全管理优化对策

（一）强化源头风险辨识，建立海洋环境动态预警与作业叫停机制

海洋石油项目必须落实安全设施“三同时”制度，在设计阶段充分评估台风、内波、海冰、海底地质灾害、第三方船舶撞击风险，优化平台、管线、系泊系统设计冗余度，在风险评估中引入动态水文气象数据，而不是仅使用历史平均海况参数。项目建立气象水文预警分级响应机制，明确不同等级大风、巨浪、内波条件下的作业停止标准，赋予现场总监、安全监督直接停工权，杜绝为抢工期冒险作业。依托浮标监测、卫星遥感、AIS 船舶监控系统，对作业海域水文、气象、船舶通航情况进行 24 小时监测，对管线保护区建立电子围栏，渔船、陌生船舶闯入保护区及时预警驱离。对水下管线开展定期外检测、内检测，建立管线腐蚀、冲刷风险台账，高风险区段加密巡检频次，提前实施管线防护加固，降低第三方破坏与地质灾害风险。项目开工前组织多专业联合风险评审，覆盖陆地预制、海上运输、吊装、潜水、试运全工序，形成重大风险清单并持续更新。

（二）构建承包商一体化安全管控体系，压实全链条安全责任

完善承包商准入、过程管控、退出全流程管理机制，改变只审核资质资料的准入模式，准入阶段增加现场安全体系核

Copyright © This work is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.

查、人员能力面试、过往事故业绩审查，存在重大事故记录、安全绩效差的分包单位禁止准入。在合同条款中明确安全投入、安全人员配置、事故追责条款，将安全绩效与工程款支付挂钩，设置安全保证金。严格管控分包再分包，严禁未经业主、总包审批的二次分包；实施交叉作业统一许可管理，平台上所有作业实施作业票集中管控，同一区域多队伍作业由总包统一协调，划定隔离警戒区域，落实动火、起重、受限空间作业气体检测、监护人员配置要求。定期开展承包商安全专项审核，开展隐患整改闭环跟踪，对反复出现同类违章、隐患整改滞后的分包商暂停作业，开展停工整顿，整顿不合格直接清退出场。

（三）完善人员培训与疲劳管控体系，降低人为失误风险

建立分层分类海上安全培训体系，区分管理人员、特种作业人员、普通施工人员，入场培训除基础 HSE 教育之外，增加海上特有风险培训，包括井控、硫化氢防护、海上弃平台、救生艇释放、火灾先期处置等实操培训，特种作业人员证书实行动态核查，无证人员严禁登平台作业。新员工、转岗人员实施师带徒制度，海上实操考核合格后方可独立作业，培训档案电子化留存，杜绝代训、代考。

落实海上人员疲劳风险管理，科学排班，严控连续作业时长，合理设置倒班周期，保障海上人员休息条件，夜班高风险作业增加现场监护力量。常态化开展事故案例警示教育，将蓬莱 19-3 溢油、深水地平线爆炸、“海洋石油 228”风灾等真实事故案例融入班前会，剖析违章和管理缺陷的后果，破除经验主义。定期组织海上实战化应急演练，不再局限桌面推演，组织多单位联合演练，检验撤离、消防、溢油回收、伤员转运协同能力，演练之后复盘整改预案缺陷。

（四）实施设备设施全生命周期管理，筑牢工程物理安全屏障

建立设备从采购、陆地调试、海上安装、运行维保到报废的全生命周期台账，设备选型充分考虑海洋腐蚀环境，选用适配高盐雾工况的材料，关键安全设备（应急关断、可燃气体探测、救生系统）设置冗余设计。严格落实特种设备法定检验，制定海上设备维保计划，将维保工作纳入项目总体计划，不允许以工期为由随意推迟检验维修；海上关键备件建立分级储备库，陆地基地+海上平台两级储备，缩短故障抢修周期。对水下装备、ROV、铺管设备建立故障数据库，收集国产化设备海上运行缺陷，形成故障预警阈值；完善设备隐患排查机制，采用超声检测、腐蚀在线监测等技术手段，及时发现管线、钢结构隐蔽腐蚀、疲劳裂纹，发现设备异常立即停机评估，严禁设备“带病运行”。救生、消防设备每月开展功能测试，确保事故状态下能够可靠投用。

（五）优化海上应急管理体系，构建多方联动应急处置网络

项目应急预案坚持“一项目一预案、一风险一专项方案”，针对井喷、火灾爆炸、溢油、人员落水、直升机险情编制专项处置方案，明确分级响应流程、各方职责、通讯联络方式、撤离集结点。合理布局海上应急物资，围油栏、消油剂、应急泵、救生装备就近布置在海上作业平台和工程船舶，优化陆地应急基地布局，缩短物资海上调运时间。理顺应急决策权限，明确现场最高负责人在出现紧急险情时，可以直接下达停工、撤离指令，简化上报流程。建立业主、总包、分包、海事、海洋环境、地方应急管理部门的常态化应急会商机制，定期组织跨单位联合应急演练，打通信息报送通道。完善海上伤员转运机制，和救援直升机、救助船舶建立联动协议，提前规划转运航线和气象限制条件，提升伤员快速后送能力。事故发生后严格落实调查复盘机制，按照“四不放过”原则，深挖管理根源，更新风险清单和管控措施[5]。

结语

海洋石油工程项目的安全管理是一项复杂的系统工程，复杂海洋环境、多方分包协同难题、人为失误风险、海上应急短板、设备腐蚀失效风险相互交织，任何一个管理环节失守，都有可能诱发重大事故。蓬莱 19-3 溢油事故、“海洋石油 228”轮风灾事故等多起真实案例证明，海上重大事故很少由单一因素造成，而是风险识别失效、安全责任悬空、现场管控弱化、应急准备不足叠加形成的结果。在我国海洋油气开发走向深水远海的背景下，行业不能停留在事后事故处置的被动管理模式，需要坚持风险预控的思路，从源头设计阶段管控环境与地质风险，理顺总分包安全责任链条，持续提升海上作业人员专业能力，落实设备全生命周期维保，完善多方联动的海上应急体系，把安全要求嵌入每一道工序、每一次海上作业许可，守住海上人员生命安全底线，降低重大溢油、爆炸事故概率，保障我国海洋石油工业安全、可持续高质量发展。

[参考文献]

[1]王英俊. 海洋石油工程项目安全管理困境及解决措施[J].石油化工建设,2026,48(2):15-17.

[2]冯俊淇. 海洋石油工程建设项目现场安全管理的策略分析[J].中国石油和化工标准与质量,2024,44(11):63-65.

[3]李阳. 浅谈海洋石油工程分包商 HSE 管理[J].中国石油和化工标准与质量,2024,44(8):62-64.

[4]田国文. 海洋石油工程的现场安全管理措施[J].中国石油和化工标准与质量,2024,44(8):56-58.

[5]单晓亮,付扬威,姜海滨,等. 海洋石油工程项目安全管理难点与对策[J].化工管理,2024,(6):113-115.

注释：

①中华人民共和国山东海事局文件

https://www.sd.msa.gov.cn/attach/0/d961b7494b8c4e3e952c8aff4016ce63.pdf#1#1

②美国调查报告指出管理不当致墨西哥湾漏油事件_手机新浪网

https://news.sina.cn/sa/2011-01-07/detail-ikftssap3498217.d.html?from=wap

一作简介：黄柄粟，1991 年 1 月 3 日，男，山东菏泽，汉族，本科，工程师，研究方向：海洋石油工程；石油工程；

二作简介：蔡宝利，1985.10.30，男，黑龙江宝清县，汉族，本科，中级，（注册安全工程师）研究方向：安全工程、石油化工；

三作简介：李怀超，1988 年 05 月 10 日，男，山东成武，汉族，本科，工程师，研究方向：海洋石油工程、安全工程。

Copyright © This work is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.