

浅谈海上石油钻前工程质量控制措施

苏会轩

中海油能源发展股份有限公司 天津 300459

摘 要：海上石油钻前工程的质量控制是确保项目成功和安全运行的关键。本文从设计阶段、施工过程和竣工验收三个方面探讨了质量控制措施。设计阶段强调精准勘察、合理设计、严格审核和有效沟通；施工过程中注重工艺执行、质量检验、记录管理和风险防控；竣工验收阶段则包括组织准备、内容标准和整改反馈。通过这些措施，可以提升海上石油钻前工程的质量，保障项目的长期稳定运行。

关键词：海上石油；钻前工程；质量控制；措施

引言

海上石油钻前工程是海上石油开采的重要环节，其质量控制直接关系到海上石油开采的顺利进行和安全性的提升。海上石油钻前工程涉及多个阶段，包括设计阶段、施工过程阶段和竣工验收阶段。每个阶段都有其独特的质量控制要点和措施。本文旨在详细阐述海上石油钻前工程质量控制的具体措施，为海上石油钻前工程的质量控制提供参考和指导。

1 海上石油钻前工程设计阶段的质量控制措施

1.1 精准的场地勘察与评估

设计阶段是海上石油钻前工程质量控制的关键起始环节，精准的场地勘察与评估至关重要。在开展设计工作前，需对场地展开全面且精确的勘察评估。具体涵盖海底地形地貌、地质构造、岩土特性，以及海洋水文与气象条件等多方面内容。海洋水文方面，要详细调查潮汐、海流、波浪等情况；气象条件则需掌握风速、风向、气温等数据。借助地球物理勘探、钻探取样等先进地质勘探技术，获取准确可靠的地质数据，为平台基础设计筑牢根基。在此基础上，充分结合海洋环境数据，深入评估海洋动力对平台结构产生的作用力，因为海上环境复杂多变，海洋动力荷载多样且复杂，只有准确评估这些作用力，才能确保设计方案的科学性与合理性。通过全面细致的勘察评估，使设计方案充分考虑各种海洋环境荷载因素，进而保障平台在复杂多变的海洋条件下具备足够的稳定性。

1.2 科学合理地设计方案制定

依据场地勘察与评估所得数据开展设计工作，设计方案需全面统筹多方面因素。在新键生产平台的设计阶段，要紧密贴合海上石油开采工艺要求，合理规划设备布置，为各类开采设备预留恰当空间，保障设备正常运行与协同作业；同时充分考虑人员操作空间，确保操作

流程顺畅，避免因空间局促引发操作失误与安全隐患；在新键海管海缆的设计阶段，为钻井平台预留出足够的靠泊空间；在钻井平台就位设计阶段，为钻井平台与生产平台直接留够一定的安全距离，在抛锚设计阶段，锚缆和锚头要与海底管线之间留够一定的纵向和横向上的安全距离；在经济性与安全性平衡上，以安全为前提追求经济性，避免过度节省成本损害安全性能。平台结构设计时，需依据海洋环境特点，从导管架平台、自升式平台等结构形式中择优选取，选定后进行结构强度、刚度与稳定性计算，运用专业计算软件与理论模型，模拟不同工况下平台受力情况，确保平台在极端海洋环境及正常开采作业中均能安全稳定运行。

1.3 设计交底与沟通协调

设计交底环节，设计团队要全面梳理钻井平台选址、井身结构设计、钻井设备选型、安全防护措施及钻井船就位设计等关键内容，形成完备准确的设计资料。提前与施工、监理等相关单位沟通协调，确定交底会议时间、地点与参与人员。交底会议上，设计人员要系统讲解设计意图、技术要求与关键参数，结合实际案例剖析复杂内容，解答各方疑问并做好记录^[1]。沟通协调机制包括内部与外部协调，内部建立定期沟通会议制度，组织施工、设计、安全等部门协调工作；外部与设计单位保持紧密联系，反馈施工中的设计问题；与供应商协调设备供应计划；与监管部门沟通政策法规；针对周边渔民、海洋环境等相关方，提前制定沟通计划，降低施工影响，争取各方支持，尤其要就钻井船就位相关事宜与各方充分沟通，确保施工顺利进行。

2 海上石油钻前工程的施工过程阶段质量控制措施

2.1 海上石油钻前工程施工工艺及操作规程的严格执行

严格执行施工工艺与操作规程是海上石油钻前工程

质量控制的核心要点,施工人员要以设计文件、施工组织设计以及相关施工工艺和操作规程为作业准则,确保施工活动合规开展。作业指导书要清晰明确操作步骤,涵盖施工前准备、具体操作流程、施工后检查等环节;详细规定技术要求,严格界定质量标准,明确验收合格的具体条件。施工期间,施工人员要严格依照作业指导书操作,严禁擅自变更施工工艺与操作方法,并且建立全方位、多层次的监督检查体系,通过现场巡查、旁站监督、定期检查等方式,对施工过程进行实时监控。一旦发现违反规定的行为,应立即制止并要求整改,情节严重者给予相应处罚,通过强化执行与监督检查,杜绝因施工不当引发的质量问题。

2.2 海上石油钻前工程关键施工环节的质量检验

钻井平台靠泊生产平台的精度检验可通过钻井平台悬臂推出后转盘覆盖井口试验来检验能否满足需作业井口的要求,操作时将钻井平台的悬臂缓慢推出,使转盘对准需作业井口,检查转盘能否精准覆盖井口,且悬臂的定位精度是否在允许的误差范围内。若转盘能够准确覆盖井口,且定位精度符合要求,则说明钻井平台靠泊生产平台的精度满足作业需求;反之,则需进一步调整钻井平台的位置或悬臂的推出参数,直至满足精度要求。钻井平台的悬臂梁载荷能力可通过测量钻井平台与生产平台的纵向距离,再结合钻井平台的钩载进行计算来检验悬臂梁的载荷能力,准确测量钻井平台与生产平台在纵向上的距离,然后根据钻井平台的钩载数据,运用相关的力学公式和计算模型,计算悬臂梁在不同工况下的受力情况,通过与悬臂梁的设计载荷进行对比,判断其是否能够承受实际作业中的荷载。若计算结果显示悬臂梁的受力情况在设计允许范围内,则说明其载荷能力满足要求;若超出设计允许范围,则需对悬臂梁进行加固处理或调整作业参数。

2.3 海上钻前施工环境与地质条件的动态应对及质量控制

施工前要开展全面深入的海洋环境与地质勘探调查,精准掌握施工区域的水文气象条件,包括风速、浪高、海流及潮汐等参数,同时摸清海底地质构造,并了解海洋生态状况。依据这些详实数据,制定针对性施工方案与应急预案,明确不同环境地质条件下施工工艺的调整策略及质量保障要点。施工期间,搭建实时监测系统,利用海洋气象监测设备、海底地质监测传感器等,动态跟踪海洋环境与地质变化,实时获取风速、浪高、海底沉降、土体位移等关键数据。若遇突发恶劣天气、海底地质异常变动等超预期状况,立即启动应急响应机

制,按预设方案调整施工工艺与参数,保障施工安全可控,防范质量事故。不同的地质条件要采取适宜地基处理措施,如软土地基用排水固结、强夯、水泥搅拌桩法加固,岩溶地质进行探测并注浆、跨盖处理岩溶洞穴,严格遵循工艺标准施工并强化质量检验,确保地基处理达标^[2]。

2.4 施工过程中的质量风险防控

(1) 全面识别与评估海上钻前施工过程中的质量风险。组织专业人员对海洋环境、施工工艺、设备运行、人员操作等各个环节可能存在的潜在风险进行深入排查,详细分析风险发生的可能性以及造成后果的严重程度,进而确定风险等级与影响范围。(2) 在风险规避方面,对于高风险且无法有效控制的作业,可以考虑调整施工计划,暂不实施相关作业;在风险减轻上,针对海洋环境风险,要加强气象预报与监测工作,根据预报情况合理安排施工进度,尽量避开恶劣天气进行关键工序的施工;对于低风险且可控的情况,采取风险接受策略,预留风险准备金,同时加强施工设备的维护保养与定期检修工作,配备备用设备,确保设备能够正常运行。(3) 建立质量风险预警机制,利用监测设备、信息化系统对风险进行实时监控,设定合理的风险阈值,一旦发现风险迹象,及时发出预警,并迅速采取应对措施,将质量风险控制在可接受的范围内,保障海上钻前工程的顺利推进与质量达标。

2.5 钻井船就位阶段的质量控制措施

钻井船就位作为海上石油钻前工程中承前启后的关键环节,就位前要依据前期勘察所得海底地形、水深及海洋动力等精准信息,运用GPS、DGPS及水声定位系统,将钻井船定位精度控制在工程要求的极小偏差范围内,保障后续钻井精准性。并且结合海洋环境与钻井船自身条件,科学设计锚泊系统,综合考虑锚型、锚链规格及抛设角度等要素,抛锚时严格按规程操作,借助锚机精准控制锚链下放,并实时监测调整张力,确保钻井船稳定。就位后,建立多传感器监测体系,实时跟踪倾斜角度、水平位移等参数,结合海洋环境动态评估就位状态,超限则迅速调整锚链张力或采用动力定位等手段纠偏,在对接海底井口前,用ROV复查井口状态,对接时精确控制设备下放,完成密封性与稳定性检测,杜绝泄漏隐患,确保对接质量,为后续作业筑牢根基^[3]。

3 海上石油钻前工程的竣工验收阶段质量控制措施

3.1 竣工验收的组织与准备

施工单位要依据相关标准与设计要求开展自检工作,涵盖各分部分项工程质量、整体功能实现情况等,

对关键结构强度、设备运行参数、系统联动效果等进行全面细致检查,确保工程质量符合规定。自检合格后,施工单位需编制工程竣工报告,报告中应明确工程概况、实际完成情况、自检结果、存在问题及处理措施等内容,并向建设单位提交该报告,正式申请竣工验收。建设单位收到申请后,应迅速行动,组织勘察、设计、施工、监理等相关单位成立验收组,验收组人员须具备相应专业资质与经验,保证验收工作专业性。并制定详细竣工验收方案,明确验收时间,结合工程进度与各方时间安排确定;确定验收地点,通常为工程现场;清晰界定验收内容,包括实体质量、工程技术资料、外观质量等。

3.2 竣工验收的内容与标准

工程实体质量检查对平台结构全面检测,尺寸偏差检查使用专业测量工具对平台各部位长度、宽度、高度、间距等参数测量,与设计图纸、相关标准比对确保误差合规;外观质量检查观察平台表面有无裂缝、锈蚀、变形、涂层脱落等缺陷,焊缝部位检查焊缝成形、咬边、气孔情况;结构强度与稳定性检查借助有限元分析软件模拟平台受力状态,结合现场载荷试验,对平台桩腿施加规定压力测承载能力,对平台主体结构进行振动测试分析稳定性,保障平台在海洋环境各工况下安全可靠。工程技术资料检查重点审查完整性,查看施工图纸、设计变更、施工记录、质量检验报告、隐蔽工程验收记录等是否齐全;核实真实性,核对资料内容与实际施工情况是否相符;确认有效性,检查资料签署、盖章是否合规,日期是否合理,验收严格依照国家相关标准、行业规范与设计文件要求开展,对不符合标准的项目,以书面形式通知施工单位限期整改,整改完成后重新验收,直至所有项目全部达到验收标准。

3.3 竣工验收后的质量整改与反馈

海上钻前工程竣工验收后若发现质量问题,验收组

须形成书面整改意见,明确指出具体问题,如钻井平台未能覆盖需作业的井口、钻井平台发生严重滑移、防喷器安装出现位置偏差、导管架防腐涂层局部厚度欠缺等。依据问题严重程度与整改难易,科学设定整改期限,给出明确可行的时间节点,并详细提出整改方法、技术标准及验收要求,及时传达给施工单位。施工单位接获意见后,应迅速组建专业整改小组,深入剖析问题成因,制定针对性强、可操作性高的整改方案,合理调配人力物力资源,严格依规推进整改,并详细记录整改措施、进度、问题及解决办法,确保全程可追溯^[4]。整改完毕,施工单位提交全面规范的整改报告,附上整改前后对比资料与内部自检结果,申请复验。建设单位在收到申请后,组织相关单位复验,严格采用初次验收标准,细致检查测试,确保问题彻底解决,工程质量达标,深入总结质量问题根源,反馈给设计、施工等单位,助力后续工程质量控制水平提升。

结语

综上所述,海上石油钻前工程的质量控制是一个系统工程,需要从设计到施工再到验收的全过程严格把关。通过实施精准的勘察评估、科学合理的设计方案与施工过程中的质量检验与试验、质量记录与追溯管理、质量风险防控,最终通过严格的竣工验收,可以确保海上石油钻前工程的质量达到预期标准。

参考文献

- [1]郝振山.海上石油钻完井工程创新技术研究[J].石油石化物资采购,2025(3):107-109.
- [2]羊冬保.浅谈海上钻井工程的风险管理[J].石化技术,2022,29(3):169-170.
- [3]王文,张磊,孙连坡,等.考虑浅层地质灾害的钻井船就位研究[J].非常规油气,2022,9(4):123-128.
- [4]于光远.海洋石油钻井工程施工质量管控分析[J].石油石化物资采购,2023(10):220-222.