

# 海洋工程装备动力设备的可靠性提升策略研究

詹鹏程

无锡新世纪船舶科技有限公司 江苏 无锡 214000

**摘要:** 海洋工程装备动力设备的可靠性对于保障海洋作业安全至关重要。本文分析了影响海洋工程装备动力设备可靠性的五大因素,包括海洋环境、工作条件、设备设计与制造、维护管理以及人员操作。针对这些因素,提出了提升设备可靠性的策略,如优化设备设计、加强制造过程质量控制、完善维护策略、提高人员素质以及引入先进的监测技术。这些策略的实施将有助于提升海洋工程装备动力设备的整体可靠性,确保海洋作业的安全与高效。

**关键词:** 海洋工程; 装备动力设备; 可靠性提升策略

## 引言

随着海洋资源的不断开发,海洋工程装备的应用日益广泛。其中动力设备作为海洋工程装备的核心部件,其可靠性直接关系到整个装备的性能和安全性。然而,由于海洋环境的复杂性以及作业条件的苛刻性,动力设备在运行过程中往往面临着诸多挑战。因此如何提升海洋工程装备动力设备的可靠性,已成为当前亟待解决的问题。本文将从多个角度探讨影响设备可靠性的因素,并提出相应的提升策略,以为海洋工程装备的发展提供有益参考。

### 1 海洋工程装备动力设备可靠性的影响因素

#### 1.1 海洋环境因素

海洋中的盐分、溶解氧及微生物形成了极具腐蚀性的环境,金属部件不断遭受侵蚀,致使其结构强度与韧性持续下降,表面出现严重腐蚀痕迹。与此海洋的风浪和潮流产生的振动、冲击与摇摆,使设备承受不规则的机械应力,引发零部件松动、变形以及疲劳裂纹等问题,极大地损害了设备的可靠性,缩短其使用寿命,不仅给海洋工程作业带来频繁的故障隐患,还导致高昂的维修费用和生产中断风险,严重影响项目的进度和效益<sup>[1]</sup>。

#### 1.2 工作条件因素

海洋动力设备通常需长时间连续作业,工作负荷大且变化频繁。例如海洋平台的发电设备,要满足各类系统和设备的不同电力需求,运行工况复杂多变。长期处于这种高强度工作状态下,零部件间的摩擦加剧,磨损迅速积累,散热困难,容易引发设备过热,进而导致性能下降、功率不稳定,故障发生的概率大幅上升,严重阻碍海洋作业的顺利进行,甚至可能引发安全事故,危及人员和设备的安全。

#### 1.3 设备设计与制造因素

部分动力设备在设计阶段未充分考虑海洋环境和工

作条件的复杂性,导致结构设计不合理,存在应力集中点,材料选择也无法满足耐腐蚀性和高强度的要求。在制造过程中,加工精度低、装配质量差以及质检不严格,使得设备在出厂时就隐藏了诸多隐患。这些问题在设备投入使用后逐渐暴露,频繁引发故障,增加维修难度和成本,使设备的可靠性显著降低,无法满足海洋工程的长期稳定运行需求。

#### 1.4 维护管理因素

缺乏科学有效的维护计划和管理体系,是影响设备可靠性的关键因素之一。易损件未能及时更换,日常巡检和保养工作被忽视,维修操作不规范,这些问题导致设备的小故障逐渐恶化。未按时更换滤清器,杂质进入设备加速磨损;不规范的维修操作可能引发新的故障。随着时间的推移,设备的可靠性不断降低,使用寿命大幅缩短,增加了海洋作业的中断风险,提高了运营成本,给整个项目带来不利影响。

#### 1.5 人员操作因素

操作人员的专业技能和操作规范程度对设备可靠性有着重要影响。技能不熟练、经验不足的操作人员可能会进行违规启停操作,产生冲击电流和机械应力,损坏设备电气系统和机械结构;过载运行会超出设备的承载能力,加速零部件的损坏;误操作改变关键参数,可能使设备运行偏离正常状态。这些不当操作行为极易引发设备故障,破坏设备的内部结构和运行稳定性,严重威胁海洋工程装备的安全运行,降低作业效率,增加维修成本和停机时间,给海洋工程作业带来巨大的经济损失和安全隐患。

### 2 海洋工程装备动力设备可靠性提升策略

#### 2.1 优化设备设计

(1) 采用耐腐蚀性材料。海洋环境的强腐蚀性要求设备设计必须谨慎选材。不锈钢因其含有铬、镍等合金

元素,能在表面形成致密的钝化膜,有效阻挡海水侵蚀,常用于设备外壳、管道等部件。钛合金不仅具有出色的耐腐蚀性,而且强度高、重量轻,特别适合制造关键且承受较大压力的部件,如深海动力设备的核心构件<sup>[2]</sup>。针对不同部件的具体工况,综合考虑海水深度、温度、流速以及受力特点等因素,精确确定材料的规格与型号,确保其性能与使用环境完美适配。在关键易腐蚀部位,如阀门、泵体内部,采用陶瓷涂层、环氧涂层等,增强防护效果;使用橡胶、玻璃钢等衬里,进一步隔绝海水,显著提升设备整体的耐腐蚀性能,延长使用寿命,保障设备在恶劣海洋环境下稳定可靠运行。(2)强化结构设计。合理的结构设计是提升设备抗海洋环境能力的关键。深入研究海洋平台的振动频谱、冲击特性和摇摆规律,设计出稳固的支撑结构,确保设备安装牢固,能有效分散外力,防止应力集中。采用多点支撑且带缓冲功能的结构,减少外部作用力对设备的影响。合理配置减震装置,如在发动机与平台间安装弹性减震支座,利用其弹性和阻尼特性,大幅降低平台振动向发动机的传递,有效减轻发动机因振动引发的故障风险,提高运行稳定性,减少因结构问题导致的设备损坏和维修次数,确保海洋工程作业顺利进行。(3)进行可靠性设计分析。在海洋工程装备动力设备设计中,运用FMEA和FTA等方法意义重大。FMEA细致梳理各部件可能的故障模式,像发动机燃油系统堵塞等,明确其对设备性能、安全性的影响程度,找出关键故障点。FTA则逆向推导故障成因,构建清晰逻辑树,如分析发电设备停机故障,精准定位是电气故障还是机械故障根源。依据这些分析,采取改进措施,如优化部件设计、增加冗余系统等,从根源提升设备可靠性,确保其在复杂海洋环境下稳定运行,降低故障风险和维修成本。

## 2.2 加强制造过程质量控制

第一,先进的加工工艺与设备是保障精度的关键所在。高精度数控加工中心能精确控制刀具路径,将零部件的加工尺寸公差控制在极小范围内,保证每个零件与设计尺寸精准匹配,有效防止因尺寸偏差引发的装配问题。对于形状公差,如轴类零件的圆柱度、平面类部件的平面度等,运用精密磨床、铣床等设备,并结合先进的测量仪器实时监测调整,确保形状的准确性。严格控制表面粗糙度,通过抛光、研磨等工艺,使零件表面达到理想光洁度,减少摩擦磨损,提升设备运行效率与寿命,从根本上降低因加工精度不足带来的设备故障风险,为设备的高质量制造奠定坚实基础。第二,从原材料入厂开始,就需进行严格把关,运用光谱分析仪等设

备精准检测其化学成分是否符合标准,通过拉伸、硬度测试等手段验证力学性能是否达标。在零部件加工过程中,采用超声波检测、射线检测等无损检测技术,能够及时发现关键部件内部的裂纹、气孔等缺陷,避免有隐患的零件进入装配环节。对于成品设备,全面测试其性能参数,如功率、转速、扭矩、密封性等,只有各项指标均达到设计要求,才能通过检验进入下一环节或交付使用,确保每一台出厂设备都具备可靠的质量保证,为其在海洋环境中的稳定运行提供有力支持。第三,制定详细且科学的装配工艺规程,明确每个零部件的装配顺序、方法及技术要求。装配人员需经过专业培训,熟悉装配流程与要点,严格按照工艺要求操作,确保零部件正确装配和连接紧固,杜绝错装、漏装等问题。装配完成后,进行全面的调试和检测,模拟实际工作条件,对设备的各项性能进行细致检查和优化,保证设备性能完全符合设计指标,为其在海洋工程中的可靠运行提供坚实保障,减少因装配不当导致的设备故障,提高设备的整体可靠性和稳定性。

## 2.3 完善维护策略

(1)制定预防性维护计划。依据动力设备的独特运行规律、复杂工作环境以及过往故障信息,量身定制预防性维护计划至关重要。针对海洋平台发电机组,结合其运行时长与负载波动,合理规划机油更换、滤清器清洁和电气系统检查等维护周期与项目,运用科学的维护手段,如采用高质量的滤清器和机油,严格按照标准流程操作,提前消除隐患,降低故障发生几率,确保设备稳定运行。(2)加强日常巡检。构建日常巡检机制,选派专业人员定时巡检动力设备。巡检人员凭借丰富经验和敏锐感知,及时察觉设备的异常信号,像散发刺鼻异味、传出异常声响、振动异常强烈、出现泄漏迹象等。详实记录这些异常情况,迅速组织分析,准确判断问题根源,及时采取修复措施,有效遏制故障蔓延,保障设备正常运转。(3)建立故障诊断与预测系统。借助先进的传感器、数据采集分析技术与人工智能算法,搭建故障诊断与预测系统。通过实时监测设备运行参数,如温度、压力、转速和振动等关键数据,运用智能算法深度分析,精准评估设备健康状态,提前预测故障的发生时间和部位,为维护工作提供精准决策支持,实现从被动维修到主动维护的转变,大幅提升设备可靠性和维护效率,有力保障海洋工程作业的连续性和安全性。

## 2.4 提高人员素质

(1)专业培训是提升人员素质的重要途径。定期开展涵盖设备操作方法、维护保养技术以及故障诊断与排

除等内容的培训课程,且紧密结合实际案例进行深入讲解。以某海洋平台动力设备的具体故障为例,详细分析故障产生的原因、现象以及解决办法,让操作人员和维护人员更直观地理解专业知识和技能要点,从而提高其解决实际问题的能力,使其熟练掌握设备的运行与维护要领,提升操作和维护水平,为设备的可靠运行提供人力保障<sup>[3]</sup>。(2)强化安全意识教育刻不容缓。通过开展各类安全培训活动和深入剖析事故案例,让人员清晰认识到海洋工程作业存在的高风险性以及设备可靠性对作业安全的关键作用。如讲解因人为疏忽导致的设备爆炸、人员伤亡等严重事故,使人员深刻汲取教训,从而在日常工作中自觉养成严谨的安全操作习惯,增强责任感,从思想上筑牢安全防线,杜绝因人为因素引发的设备安全事故,确保作业环境安全稳定。(3)建立人员考核机制是激励人员进步的有效手段。定期对操作人员和维护人员在专业技能、工作态度、安全意识等方面进行全面考核,将考核结果与薪酬待遇、晋升机会紧密相连。对于表现优秀、考核成绩突出的人员给予奖励,包括加薪、晋升等;而对于考核不达标者,则要求其参加再培训或采取相应的惩罚措施。这样能够充分调动人员的学习积极性和工作主动性,促使其不断提升自身素质,进而保障设备的可靠运行,推动海洋工程作业顺利开展。

### 2.5 引入先进的监测技术

在海洋工程装备动力设备的可靠性提升策略中,引入先进的监测技术至关重要。这一策略不仅有助于实时掌握设备运行状态,还能提前发现潜在故障,从而有效避免设备故障导致的作业中断和安全事故。(1)状态监测技术是其中的一项关键手段。通过在线状态监测系统,我们可以在关键部件上设置传感器,实时捕捉设备的振动信号。振动监测能够及时发现部件的松动、磨损等问题,为设备的维护提供重要依据。油液分析技术也

能够检测油液中的金属颗粒、污染物等,从而判断设备内部的磨损程度和润滑状态。红外测温技术可以快速发现设备的温度异常点,及时察觉散热不良或过载发热等隐患。这些监测数据的分析,能够让维护人员精准把握设备的运行状况,提前发现潜在故障,为维护决策提供可靠依据。(2)随着物联网、大数据和人工智能技术的不断发展,智能监测技术在动力设备监测领域的应用也日益广泛。通过安装智能传感器与通信模块,设备运行数据可以实时传输至云端。大数据分析技术能够深入挖掘数据价值,人工智能算法则能够进行故障自动诊断、预测和预警。例如,依据长期积累的数据,智能系统能够预测某部件可能在特定时间出现故障,从而提前安排维护计划。这不仅极大提高了设备管理的效率和智能化水平,还显著减少了突发故障的发生,进一步提升了海洋工程作业的安全性和连续性。

### 结语

综上,提升海洋工程装备动力设备的可靠性是一个系统工程,需要从设备设计、制造、维护以及人员管理等多个方面入手。通过优化设备设计、加强制造过程质量控制、完善维护策略、提高人员素质以及引入先进的监测技术,我们可以有效提升动力设备的可靠性,从而保障海洋作业的安全与高效。未来,随着科技的不断进步,相信会有更多创新的技术和方法应用于海洋工程装备动力设备的可靠性提升中,为海洋资源开发提供更加坚实的保障。

### 参考文献

- [1]吴宜灿,柏云清,李春京,等.铅基反应堆海洋核动力发展研究[J].中国工程科学,2024,26(2):63-73.
- [2]贺明鸣,鲁鼎,桂满海.深水多功能海洋工程船总体设计[J].船舶设计通讯,2020(z1):18-22.
- [3]朱泉猛.海洋油气装备深水安装数值分析及试验研究[D].黑龙江:哈尔滨工程大学,2019.15-19.