

关于电气控制电气控制线路的方法探析

卢 兴 金凯旋 李智儒

中国船舶集团有限公司第七一三研究所 河南 郑州 450000

摘要：关于电气控制线路的方法探析对船舶等电气设备稳定运行意义重大，本文首先阐述了设计原则，包括安全、可靠、经济性。接着介绍了设计方法，涵盖根据控制要求确定方案、主电路、控制电路及辅助电路设计。然后提出优化策略，有元件选型、线路布局、控制策略及节能优化。最后说明了维护管理措施，包括日常巡检、定期维护、故障排查处理以及人员培训，旨在为电气控制线路设计、优化及维护管理提供全面指导。

关键词：电气控制线路；设计原则；优化策略；维护管理

引言：电气控制线路设计需遵循安全、可靠、经济性原则，设计方法涵盖根据控制要求确定方案及主、控制、辅助电路设计。为提升线路性能，可从元件选型、线路布局、控制策略、节能方面优化。同时，日常巡检、定期维护、故障排查处理以及人员培训等维护管理措施必不可少。本文围绕电气控制线路的设计、优化及维护管理展开探讨，为保障电气设备稳定运行提供参考。

1 电气控制线路设计原则

安全性是船舶电气控制系统设计首要原则，其涉及众多电气设备且处于复杂海洋环境，安全事故后果严重，设计要充分考虑安全因素，采取有效防护，设置过载、短路、漏电保护装置，防止电流过大、短路或漏电引发火灾、触电等事故，关键设备设计备用电源或冗余控制线路，确保主线路故障时设备安全运行，电气设备安装布线遵循严格规范，保证线路绝缘良好，避免老化、破损隐患^[1]。可靠性至关重要，船舶航行中电气设备可靠性关乎安全与正常运行，电气控制线路是控制中枢，设计要选用质量可靠、性能稳定元件，合理设计线路结构，减少连接点，考虑抗干扰能力，采取屏蔽、滤波等措施，动力系统采用冗余设计。经济性在满足安全与可靠前提下考虑，合理选择性价比高的电气元件，优化线路设计，考虑运行成本和能耗，合理设计控制策略提高设备运行效率以实现效益最大化。

2 电气控制线路设计方法

2.1 根据控制要求确定设计方案

基本控制功能有设备启动、停止、正反转、调速等，特殊控制需求包含自动保护、自动调节等方面。以船舶舵机电气控制线路设计为例，其要实现精确转向控制，还须具备过载保护、位置反馈等功能。设计师依据这些控制要求确定控制方式，常见控制方式有继电器控制、可编程逻辑控制器（PLC）控制等。继电器控制适用

于简单控制要求，它成本低、结构简单，能满足一些基础的控制需求，在控制逻辑不复杂、设备功能相对单一的场景中应用较为广泛。而当控制要求复杂时，PLC控制更具优势，它灵活性高、可靠性好，可实现更精确的控制，能处理复杂的逻辑关系和多变的控制任务，对于控制精度和功能多样性要求较高的电气设备，如船舶舵机这类需要精确控制且具备多种功能的设备，采用PLC控制能更好地满足其运行需求，保障设备稳定可靠地工作。

2.2 主电路设计

在船舶电气系统中，电源一般由船舶电站提供交流或直流电，需依据电气设备功率需求，挑选合适电源容量与电压等级，保证供电稳定且匹配设备要求。电动机选型时，要综合考量额定功率、转速、转矩等参数，确保电动机能胜任设备工作。同时，依据电动机类型，如直流电动机、交流异步电动机等，选择合适启动方式，像直接启动、降压启动等，以保障电动机平稳启动，减少对电网的冲击^[2]。电路连接方式上，要结合设备控制要求与工作特点，合理选用串联、并联或混联。串联可使电流依次通过各元件，适用于特定电流控制场景；并联能让各元件两端电压相等，方便实现独立控制；混联则结合两者优势，满足更复杂的工作需求，通过合理选择连接方式，确保主电路能为电气设备提供可靠、稳定的电能支持。

2.3 控制电路设计

在船舶电气控制系统中，控制信号采集借助多种传感器，像温度、压力、位置传感器等，把设备运行状态参数转成电信号。信号处理常用逻辑控制元件，如继电器、接触器、PLC。依据控制要求设计逻辑控制电路，对采集信号处理后输出控制信号。控制信号输出用于操控主电路电气元件，如电动机启动、停止、正反转。传感器将设备状态信息转化为电信号后，逻辑控制元件接

收并分析这些信号,按照预设程序判断是否满足特定条件。若满足,就输出相应控制信号,改变主电路中电气元件工作状态,进而实现设备功能。比如根据温度传感器信号,经逻辑控制元件处理,控制空调压缩机启停来调节温度,整个过程精准有序,保障船舶电气设备稳定运行,满足不同工况下设备控制需求。

2.4 辅助电路设计

辅助电路是为电气控制线路正常运行提供辅助功能的部分,包含照明、信号、保护等电路。虽不直接参与电气设备控制,但对保障线路安全运行和方便操作维护意义重大。在船舶电气系统里,照明电路为各舱室提供必要照明,确保人员在不同舱室能正常开展工作,保障船舶日常运营秩序。信号电路用于指示电气设备运行状态,能清晰地呈现电动机启动、停止、故障等信号,让操作人员及时了解设备情况,做出合理操作决策。保护电路在电气设备出现故障时发挥关键作用,可及时切断电源,避免故障扩大,保护设备和人员安全。当电气设备运行异常,如过载、短路等情况发生时,保护电路迅速动作,防止设备损坏和引发安全事故。辅助电路各部分相互配合,共同为电气控制线路稳定运行提供支持,提升船舶电气系统整体可靠性和安全性,确保船舶在航行过程中电气设备能持续稳定工作,满足船舶各种运行需求。

3 电气控制线路优化策略

3.1 元件选型优化

选型时要充分调研分析,挑选性能优良、质量可靠的产品。关键元件如继电器、接触器、PLC等,优先选择知名品牌产品,这类产品质量有保障且能获得较好技术支持,可降低后续使用中出现故障的概率,减少维护成本与时间。同时,要依据电气控制线路实际需求,合理确定元件参数,像额定电压、额定电流、触点容量等。若参数选择不当,即便元件本身质量过关,也可能无法正常工作^[1]。如触点容量,若小于控制电路负载电流,运行时触点易因过载烧蚀,造成线路接触不良,影响设备正常运行;若过大则会造成资源浪费,增加成本。所以,选型时要精准匹配参数,确保元件能在规定环境条件下稳定、可靠运行,为电气控制线路的高效运作提供坚实基础,保障整个系统稳定安全,满足船舶等不同场景下电气设备的控制需求。

3.2 线路布局优化

布局时要遵循“分区布置、强弱电分离”原则,把电气控制线路按功能划分成不同区域,像主电路区、控制电路区、辅助电路区等,让各区域内线路相对集中,

这样便于管理与维护,一旦某区域线路出现问题,能快速定位并处理。同时,要将强电线路和弱电线路分开布置,强电线路电流大、电磁场强,若与弱电线路靠近,易对其产生电磁干扰,影响弱电信号传输,导致控制失误等状况。在线路连接上,要尽量缩短线路长度、减少弯曲次数,线路过长电阻增大,弯曲过多电感增加,都会降低线路传输效率,增加能量损耗。通过合理分区、强弱电分离以及优化线路连接,能营造良好的线路运行环境,保障电气控制线路稳定可靠工作,降低故障发生率,提高整个电气系统的运行效率,满足船舶等各类场景下电气设备对控制线路的要求。

3.3 控制策略优化

在船舶电气控制系统中,需依据不同控制对象特性及要求选用合适策略,因不同控制对象对控制精度、响应速度等要求有别,匹配恰当策略才能发挥最佳作用。结合计算机技术,可实现电气控制线路远程监控与故障诊断,提升智能化水平。通过搭建远程监控平台,借助传感器等设备将船舶电气设备运行数据,如电压、电流、温度等参数实时传输至岸上,操作人员能随时掌握设备状态。数据异常时系统及时报警,操作人员可迅速分析判断故障位置与原因并处理,避免故障扩大影响船舶运行。此举提高故障处理效率,减少维修时间与成本,增强船舶运行安全性与可靠性,保障船舶在复杂海洋环境稳定航行,满足多样化需求。

3.4 节能优化

船舶电气控制系统有多种节能举措,照明系统选用高效节能灯具,结合智能调光控制技术,能依据不同环境光照条件自动调整亮度,降低照明能耗。动力系统采用变频调速技术,可根据船舶负载变化自动调节电动机转速,使电动机在合适工况下运行以节能。同时,优化电气控制线路设计也很关键,合理规划线路走向、选用合适线径等,可减少线路电阻,降低能量损耗,提高能源利用效率。通过这些节能优化措施,船舶电气控制系统能在满足正常运行需求时,最大程度降低能源消耗,提升能源使用的经济性与环保性,符合节能减排趋势,对船舶可持续发展有积极推动作用。

4 电气控制线路维护管理

4.1 日常巡检

定期巡检可及时发现线路安全隐患与故障隐患并处理。船舶电气控制线路日常巡检时,要着重检查线路外观,查看有无破损、老化、松动情况,这些问题易引发线路短路、漏电等故障。同时关注电气元件运行状态,留意继电器、接触器等有无异常声音、发热现象,异常

可能预示元件损坏或线路过载^[4]。还要检查指示灯、仪表等显示设备是否正常工作,其能反映设备运行状态。巡检过程中要详细记录发现的问题,根据问题严重程度及时安排维修人员处理,防止故障扩大。通过全面细致的巡检,能维持电气控制线路良好运行环境,确保船舶电气设备稳定工作,降低因线路故障导致船舶运行中断的风险,保障船舶航行安全与效率。

4.2 定期维护

需依据线路使用状况和运行环境制定合理计划,按计划定期开展维护工作。维护内容涵盖多方面,要对电气元件做清洁、紧固、润滑处理,清除元件表面灰尘、污垢,防止因接触不良引发故障,紧固松动部件,对活动部位润滑以减少磨损。同时检查元件性能参数,看是否有变化,若元件老化或损坏,及时更换,避免影响线路正常运行。此外,检测线路绝缘性能必不可少,确保绝缘电阻符合要求,防止漏电等安全事故。通过定期全面维护,能及时发现并解决线路潜在问题,延长线路使用寿命,保障电气控制线路始终处于良好运行状态,为船舶等设备的稳定运行提供可靠支持,降低突发故障风险,提高设备运行的可靠性与安全性。

4.3 故障排查与处理

故障排查遵循“先易后难、先外后内”原则,先查看线路外观有无明显破损、短路等情况,再检查电气元件运行状态,如指示灯是否亮、触点接触是否良好等,逐步确定故障位置与原因。故障处理需依据严重程度和影响范围采取措施,简单故障如线路松动、元件损坏,可及时修复或更换;复杂故障像控制程序错误、系统故障,需专业技术人员深入分析处理。船舶舵机电气控制线路故障致舵机无法正常转向时,操作人员先检查舵机控制柜内线路连接,看有无松动或断路,再检查控制系统相关参数设置,如舵角反馈信号是否正常。经逐步排查确定原因后处理,让舵机恢复正常运行,保障船舶航行安全与稳定。

4.4 人员培训

培训内容涵盖电气控制线路基本原理、设计方法、维护技巧以及故障排查处理等知识。结合实际案例培训,能让维护管理人员熟悉不同类型故障表现特征与处理方法,增强解决实际问题的能力^[5]。可定期组织船舶电气控制线路维护管理培训课程,邀请行业专家授课,采用理论讲解与实际操作相结合的方式,切实提高维护管理人员技术水平。此外,鼓励维护管理人员参加相关技术交流活动,借此了解行业最新技术动态与发展趋势,不断更新知识结构,持续完善自身知识体系,提升综合素质,从而更好地应对电气控制线路维护管理中的各种问题,保障线路稳定运行。

结束语

综上所述,电气控制线路对船舶等电气设备稳定运行至关重要。设计需遵循安全、可靠、经济性原则,合理运用设计方法。通过元件选型、线路布局、控制策略、节能优化等策略可提升线路性能。同时,日常巡检、定期维护、故障排查处理以及人员培训等维护管理措施不可或缺。做好这些工作,能保障电气控制线路稳定运行,降低故障发生率,提高电气设备运行效率与安全性,满足船舶等不同场景下电气设备稳定运行的需求。

参考文献

- [1]胡小亮.船舶电气火灾隐患分析及防控体系构建的研究[J].水上安全,2025(19):115-117.
- [2]吴伟.船舶电子电气自动化技术的应用与安全控制[J].船舶物资与市场,2024,32(6):121-123.
- [3]陈春华.电气控制电路故障检修程序与排除方法探析[J].现代制造技术与装备,2025,61(10):145-147.
- [4]孔庆波.电气控制电路故障检修程序与排除方法探析[J].智能建筑与工程机械,2023,5(6):96-98.
- [5]高飞.电气控制电路常见检修方法及技术探讨[J].科学与信息化,2023(22):79-81.