

海上船舶电气自动化系统的可靠性保障技术

张家凌

交通运输部烟台打捞局 山东 烟台 264001

摘要: 随着船舶工业的快速发展,船舶电气自动化系统在船舶运行中扮演着越来越重要的角色。本文首先概述了船舶电气自动化系统的组成和功能,包括操作主站、操作分站、控制系统等。接着,分析了船舶电气自动化系统的特点,如综合化、网络化和智能化。然后,探讨了影响海上船舶电气自动化系统可靠性的因素,主要包括电磁干扰、电力供应稳定性以及系统故障风险。最后,提出了保障海上船舶电气自动化系统可靠性的技术措施,包括电磁干扰抑制技术、储备冗余处理技术、容错技术、电力推进优化技术以及智能化监控与诊断技术。这些技术的应用将有助于提高船舶电气自动化系统的可靠性,确保船舶的安全、平稳运行。

关键词: 海上船舶; 电气自动化系统; 保障技术

引言: 海上船舶电气自动化系统是现代船舶的重要组成部分,它能够实现船舶电站、主机、辅机等设备的自动化控制和监测。随着科技的不断发展,船舶电气自动化系统的功能也在不断扩展,包括安全控制、舱内液位检测、水量统计等。然而,海上环境复杂多变,船舶电气自动化系统面临着电磁干扰、电力供应不稳定、系统故障风险等挑战。因此,研究和应用保障船舶电气自动化系统可靠性的技术措施具有重要意义。

1 海上船舶电气自动化系统概述

海上船舶电气自动化系统在船舶运行中扮演着不可或缺的角色,尤其在现代航海中,其重要性更是日益凸显。船舶电站配备的发电机容量通常较小,多在1000 kW左右,由此对电网稳定运行提出了更高要求。在变化多端的海洋工作环境中,船舶电气系统必须具备高度的可靠性,以应对连续变化的作业条件及海洋电气环境中的不确定因素。在船舶电气自动化系统中,操作主站、操作分站是系统架构的关键部分,通常设计为两个主站和多个分站,以保证各站点的独立运行能力,还能通过相互支持补充,增强系统的整体运行效率。主要的操作主站一般设在驾驶室和集控室,这两个地方不仅是操作中心,也是信息汇总决策的关键节点。系统的核心是控制系统,负责整个电气自动化系统的协调管理,包括电站管理、主机遥控等功能。利用先进的传输技术,控制系统能够实现与各分站的高效联合运行,构成综合的网络体系,从而大大提高操作便捷性及系统可靠性。此外,通过互联网连接,控制系统还可以远程操控管理船舶的

关键设备,进一步提升管理效率。随着科技不断进步,船舶电气自动化系统的功能也在不断扩展,现代船舶的控制系统不仅能够监管无人机舱、动力控制系统等,还能进行安全控制、舱内液位检测、水量统计等多项任务,以便实时了解设备运行状态,并根据需要采取相应措施,提高操作安全性并降低故障率。

2 海上船舶电气自动化系统的特点

2.1 综合化

随着电子技术的快速发展,电气系统功能逐渐向着全面性发展,在各种模块的相互组合下,可以充分发挥自身功能,如业务菜单整合、操作页面设计等^[1]。因此,在电气自动化系统中,工作人员只需要将指令从操控平台发出去,电气系统就能够自动运行相关程序并完成指令,可以为其更好发展奠定坚实基础。同时,由于市场需求存在差异,船舶的质量和功能也有所不同,这就给电气系统可靠性提出了不同要求。而由于自动化系统具有综合性的特点,在一定程度上能够避免功能冗余或者是重复问题的出现,因此,必须加强对保障技术的研究与应用,以此来促进船舶可靠、安全运行。

2.2 网络化

网络技术的发展与普及,将有力技术支持提供给了电气系统的网络化发展。目前,在船舶电气系统中,总线技术、电子技术等都有着广泛应用,凭借信号线的安装、分布,这些技术可以有效结合模块和结构,实现信息交流。同时,电气系统中的总线通常设置成双层结构,第一层主要负责数据收集整理,第二层则负责控制信息,在两层结构共同作用下,电气系统可以实现平稳运行。另外,工作人员还应该保证网结构稳定性,以机器代替人工,这样,不但可以对具体操作进行规范,防

作者简介: 张家凌(1978年1月—),男,汉族,山东蓬莱人,大学本科,中级工程师,主要研究方向为船舶管理。

止人为失误的出现,还能够提高工作效率,有利于船舶可靠运行。

2.3 智能化

实现电气系统智能化,可以为船舶工作质量与效率的提升带来较好影响。首先,在智能技术作用下,电气系统可以做好动静控制工作;其次,智能技术的应用,还能实现个性化生产,不但可以扩大系统适用范围,还能够使设计充满人性化,有利于满足人们差异化的需求;最后,智能化的实现,可以将复杂操作变得简单,可以有效减少人员工作量,有利于实现高难度程序加工。总之,实现电气系统智能化发展,可以有效提高船舶整体的性能,有利于其安全、平稳运行。

3 海上船舶电气自动化系统可靠性影响因素

3.1 电磁干扰问题

海上航行的船舶,在其运作期间,会遭遇到来自船上各类电气和通讯设备的电磁辐射挑战。当这些电磁辐射相互交错并产生干扰时,会极大地扰乱船上系统的正常工作秩序。电磁干扰不仅会降低信号清晰度,导致数据传输错误,还可能诱发设备故障,极端情况下,还可能对航行安全构成直接威胁。在船舶上,大功率的电器设备,例如电动机、发电机、变压器以及变频器,还有那些高频辐射的设备,如雷达、通讯设备和无线电导航系统,都是电磁干扰的主要源头。它们运行时释放出的强烈电磁场,会对邻近的设备产生明显的干扰影响。电磁干扰的传播方式多样,主要包括传导、辐射和感应耦合三种。传导干扰是沿着电源线、信号线等导体传递的;辐射干扰则是通过空间中的电磁波进行传播的;而感应耦合则是由于电磁场的变化,在导体内部引发感应电流或电压。因此,为了保障海上船舶各系统的平稳运行和航行安全,必须采取切实有效的电磁干扰抑制手段。电磁干扰问题显著影响着传感器及测量装置的精确度,并对通信系统与控制机制产生干扰,进而导致数据偏差及信号传递中断或出现误码现象,这些因素均会对海上船舶的正常运作造成不利影响。

3.2 电力供应稳定性

海上船舶电网独具的小容量、大负载变幅及高短路电流特性,使之在遭受外力扰动时极易发生剧烈变动,威胁到电能供应的持续稳定性。航行期间,海上船舶的电力需求随航行状况、机械作业状态的变动而动态调整。当遭遇负载的急剧增减时,电网的电压与频率将产生波动影响,对电气设备的常规运转。海上船舶上大量使用的非线性负载(如变频器、整流器等)也会产生谐波电流,注入电网后会引发电网电压畸变和功率因数下

降,对电气设备造成损害,降低系统的运行效率。

3.3 系统故障风险

海上船舶电气自动化系统系由众多电气装置与控制模块构建而成,在其长期运行的历程中,难以避免地会遇到各种故障情形。在众多故障模式中,硬件故障占据了显著位置,具体涵盖电气元件的老化、破损、接触不实等诸多问题,进而导致设备功能退化甚至丧失,对系统整体的信赖性带来负面影响。随着海上船舶电气自动化技术朝向智能化趋势迈进,对系统的可靠性提出了新的挑战。软件故障可能由于编程错误、算法缺陷、数据错误等原因引起,导致系统控制逻辑混乱或失效。人为因素也是导致系统故障的重要原因之一。操作人员的误操作、维护不当、管理不善等都可能引发系统故障。

4 海上船舶电气自动化系统可靠性保障技术

4.1 船舶电磁干扰技术

船舶的航行过程同陆地行车过程虽然在位移属性上具有相似性,但是在实际的航行过程之中却存在着巨大的区别。由于船舶航行的海面环境一般没有任何参考物可以进行方位以及坐标的参考,所以船舶在航行的过程之中只能依赖于当前的各种导航设备、定位设备等,但是在使用这些无线电通信设备或者卫星定位系统时,相关的电磁设备在同一狭小空间内共同开启,容易受到电磁干扰的影响。如果船舶在运行过程之中受到了相关的电磁干扰,则容易对船舶的正常航行带来极大的负面影响。并且,由于船舶在设计尺寸以及功能定位方面具有一定的特殊性,这就使得船舶虽然整体尺寸较大,但是其相对空间较少,人员、设备密度较大,这就使得各类无线电设备和电磁波设备在安装和使用的过程之中距离十分狭小,工作环境较为恶劣,因此在船舶航行过程中受到电磁波干扰是常见的情况。为了保障船舶电气自动化系统的稳定运行,可以考虑使用电磁干扰抑制技术。这种技术不是直接消除电磁干扰,而是通过改变其产生的条件或环境来减少干扰。它会对干扰的来源、传播方式和接收点进行细致分析并调整,从而降低电磁干扰对系统的影响。这样,系统就能更稳定、安全地运行,性能更可靠,使用寿命也更长,为船舶航行安全提供有力支持。

4.2 船舶储备冗余处理技术

船舶储备冗余处理技术的具体应用表现为,首先,在船舶电气自动化的储备系统中,为了充分实现船舶电气自动化的储备系统的运行可靠性,其内部的储备单元同内部工作单元之间是分别进行设置的,工作单元同储备单元之间的关系是一种既可以同时进行合作运行,又

可以进行单独运行的工作模式,如果在船舶航行过程中出现了某一单元模块的故障问题,另一工作单元都可以通过继续发挥功能而保持船舶电气自动化系统的可靠性。其次,船舶储备冗余处理技术表现为储备机组数量的设置上,一般情况之下在船舶电气自动化系统运行中会设置三台或者三台以上的机组设备,这些机组设备在工作性能和设计使用功率等方面基本一致,并且工作过程相互独立,可以互相作为备用机组,从而极大的提升了船舶电气自动化系统运行的稳定性和可靠性。

4.3 船舶容错技术

船舶容错技术是指在船舶的正常运行过程中,船舶自身系统对于电气自动化系统运行过程中出现的各类故障及问题的包容能力,即如何对电气自动化系统进行及时的故障检测、快速的故障位点定位、准确的故障类型判断以及正确的故障处理技术。船舶的容错技术主要体现在两个方面,首先体现在控制系统故障方面。当船舶在运行过程中出现了电气自动化系统故障时,船舶自身的故障定位系统会自动对船舶内部的可能故障位点进行充分的检测,并及时的将故障信号通过电信号的形式发送至船舶中心处理器的决策单元,并根据决策单元发出的故障应对指令进行故障处理。其次,体现在电气自动化系统故障的检测上。在船舶电气自动化系统故障出现时,容错技术可以在较短的时间内实现对故障类别、故障位点以及故障信号的识别,并执行自动化隔离策略。

4.4 电力推进优化技术

为了提高电力推进系统的可靠性,需要采用一系列优化技术,包括电力负荷管理、谐波抑制、以及电力电子技术的应用等。电力负荷管理是借助对海上船舶各用电设备的负荷进行实时监测和预测,合理安排电力分配,避免电力过载和浪费。谐波抑制则是针对电力系统中广泛存在的谐波问题,借助安装滤波器等设备,减少谐波对电网和设备的损害。电力电子技术领域,诸如变频调速技术和电力电子开关技术,能够实现电力转换与分配过程的更佳灵活性调控,从而增强系统效率及稳定性。

4.5 智能化监控与诊断技术

海上船舶电气自动化系统的未来进展关键在于智能化监控与故障诊断技术的融合。该技术体系借助整合高

端传感器设备、复杂数据处理方法及创新智能算法,拥有了对海上船舶运营状况的持续实时监控与故障预警能力。其优势在于能即刻辨识并预先警示可能的故障风险点,为海上工作人员供应即时且精确的信息参考。在增强监控的智能维度上,系统有效收集海上船舶核心组件的操作参数与黎俊峰:海上船舶电气自动化系统可靠性的保障技术分析状态资讯,运用数据分析及深度挖掘技巧,揭示深层的运行规律及故障前兆。另外,借助可视化技术,监测成果被转化为图表、动态图像等形式,为船员及管理层提供直观的全船运行概况。故障诊断领域,系统借力智能算法对输入数据实施精密解析与评估,自主完成故障源的识别与定位。通过对故障表征与存储的典型故障模型库或专家系统数据库的匹配比较,系统提出初步故障判断结论及维护指南,此流程显著增强了故障判断的速度与精确度,减轻了船员的工作强度及专业技术需求。

5 结束语

海上船舶电气自动化系统的可靠性是船舶安全、平稳运行的重要保障。本文分析了影响船舶电气自动化系统可靠性的因素,并提出了相应的技术措施。这些技术措施的应用将有助于提高船舶电气自动化系统的可靠性,降低故障率,确保船舶的安全、平稳运行。随着科技的不断进步,船舶电气自动化系统将朝着更加智能化、网络化的方向发展,为船舶工业的发展提供更强大的技术支持。

参考文献

- [1]张春宇.船舶电气自动化系统的可靠性保障技术分析[J].科学与信息化,2019,4(16):56-57.
- [2]郝树明.海洋工程的船舶电气自动化系统可靠性研究[J].船舶物资与市场,2021,29(5):19-20.
- [3]赵承志,戎钰.船舶电气自动化系统的稳定性保障机制研究[J].船电技术,2022,42(8):68-71.
- [4]陶文胜.船舶电气自动化系统可靠性保障技术的应用分析[J].船舶物资与市场,2019,15(10):117-118.
- [5]李怀景.关于对船舶电气自动化系统的可靠性保障技术的几点探讨[J].中国设备工程,2020(13):198-199.