

船舶电气设计中的防火防爆分析

马德伟

大连中远海运重工有限公司 辽宁 大连 116000

摘要: 船舶电气设计中的防火防爆分析是确保船舶安全运行的重要环节。本文分析了船舶电气产生火灾和爆炸的几种常见原因,包括电气短路、过载电流以及静电和电磁感应等方面,并针对船舶电气设计中防火防爆提出了几点建议措施,以有效地减少船舶电气系统的事故发生,保障船舶的安全运行。

关键词: 船舶; 电气设计; 防火防爆

引言

随着海上运输的发展,船舶的数量和规模不断增加,船舶的安全问题也日益突出。其中,防火防爆问题尤为关键,因为电气系统故障是引发船舶火灾和爆炸事故的主要原因之一。因此,如何提高船舶电气系统的防火防爆性能,保障船舶和船员的安全,是当前亟待解决的问题。

1 船舶电气产生火灾和爆炸的原因

1.1 电气短路

电气短路是一种常见的电气故障,是指电流在电气系统中由于绝缘损坏或设备故障等原因,导致电流异常流动,产生大量热能的现象。如果不能及时的发现并修复,电气短路可能引发严重的火灾事故。在船舶的机舱和货舱等密闭的电气空间中,由于高温、高湿度、高盐度的环境,电气短路引发的火灾更易发生,对船舶的安全和船员的生命财产安全构成严重威胁。而电气短路产生的原因有很多,如表1。

表1 电气短路产生的原因

因素	描述
设备老化	电气设备在使用过程中会逐渐老化,如果设备的质量存在问题,例如使用了劣质材料或制造工艺不当,可能会导致设备的绝缘性能下降,进而引发电气短路。
安装不当	电气设备在安装过程中如果未能按照规范进行,或者设备在使用过程中维护不当,例如未能及时清理设备内部的灰尘和潮气等,都可能导致电气短路。
自然环境因素	自然环境因素也可能导致电气短路。例如,雷电、大风、暴雨等恶劣天气条件可能对电气设备的绝缘性能造成损害,导致电气短路;同时,由于海水腐蚀等因素,也可能导致电气设备的绝缘性能下降,引发电气短路。

1.2 过载电流

如果电源或设备设计不当,可能会导致电源或设备的额定电流过低,从而引发过载电流。例如,如果电源的容量过小,不足以满足设备的用电需求,就会导致设备过载,产生过载电流。同时,如果设备操作不当,也可能导致过载电流的产生。例如,如果设备启动时需要的电流过大,或者设备在运行过程中负载突然增加,而操作人员没有及时调整电源或设备的参数,就可能导致过载电流的产生。同时,过载电流可能引起设备损坏、短路、火灾等严重后果,对船舶的安全和船员的生命财产安全构成威胁。一方面,过载电流会导致电气设备过度发热。当电流超过设备的额定电流时,设备内部的电阻会增加,产生更多的热量。这些热量会使设备的温度升高,可能导致设备过热甚至熔化,从而引发火灾。此外,过载电流还可能导致设备内部的化学反应加剧,例如电线绝缘层的材料可能会在高温下分解,产生

有毒有害气体,对船员的生命健康构成威胁。另一方面,过载电流还可能引起设备损坏。当电气设备长时间处于过载电流的状态时,设备的组件和电路可能会因为过热而损坏,从而影响设备的正常运行。这些损坏可能包括电路板烧毁、接触器熔化、电机烧毁等,导致设备无法正常工作。

1.3 静电和电磁感应

静电和电磁感应是船舶电气系统中可能存在的潜在火灾和爆炸风险因素,在特定的操作条件下,这些现象可能会导致可燃物的点燃,从而引发火灾和爆炸。其中,静电是指静止状态下的电荷。在船舶的电气系统中,由于各种原因可能会产生静电。例如,设备内部的摩擦、电气设备的移动或摩擦、人员活动等都可能产生静电。当静电累积到一定程度时,可能会对地或对其他物体放电,产生电火花。如果这个放电过程发生在可燃物附近,那么就有可能导致可燃物的点燃。另

外,电磁感应是指变化的磁场会在附近的导体中产生电动势,从而可能导致电流的产生。这种现象在船舶电气系统中也是常见的。例如,当一个大电流的电缆靠近一个较小的闭合回路时,由于电磁感应的作用,这个闭合回路中可能会产生感应电流。如果这个感应电流足够大,就可能点燃可燃物。

2 船舶电气设计中防火防爆的建议措施

2.1 优化设备安装

船舶电气系统的工作环境复杂多变,特别是在高温、潮湿、振动等恶劣环境下,设备安装的稳定性和可靠性面临着严峻的挑战。因此,在设备安装设计时,应充分考虑环境因素对电气系统的影响,提出安全可靠、操作检修方便的方案。其次,船舶在航行过程中会产生较大的振动,这对电气设备的稳定运行构成一定威胁。因此,在设备安装设计时,应充分考虑设备的减震措施。可以通过增加设备与船舶的阻尼,如采用橡胶垫、弹簧减震器(如图1),以减少设备与船舶之间的振动传递。并且,可以在设备固定螺栓处添加橡胶垫片、弹簧垫片等,以提高设备的抗震性能。此外,电气设备的安装高度直接影响着整个电气系统的稳定性和安全性。在设备安装设计时,应根据设备的重量、大小、操作维修要求等因素,合理确定设备的安装高度。同时,对于大型设备,应适当增加其底部的支撑面积,以增加设备的稳定性。最后,为了保证电气设备安装的安全性和可靠性,必须严格遵守相关的安装规范和验收标准。在设备安装完成后,应进行详细的检查和测试,确保电气设备的各项功能正常、安全可靠。此外,还应进行环境适应性测试,以确保电气设备能够在各种环境下稳定运行。



图1 座式弹簧减震器

2.2 建立健全更严格高效的电气设备运维管理制度

船舶的电气设备运行和维护管理是一项至关重要的工作,对于保障船舶的安全和船员的生命财产安全具有不可忽视的作用。为了更好地监控和维护电气设备的运行,提高运行质量和安全性,需要建立一套系统、完善的电气设备运维管理制度。第一,为确保电气设备的稳定运行,需要制定一套明确的运维管理流程。这包括设

备的定期检查、维护和保养,以及发现和解决潜在问题的程序。应明确每个步骤的具体操作、操作频率、所需工具和材料等细节,使得管理人员和维护人员能够按部就班地进行工作。第二,为及时发现和解决电气设备的问题,应通过实时监控系统对设备进行全面的监控。可以安装传感器和监控设备,实时收集设备的运行数据,如电流、电压、温度、湿度等。一旦发现异常数据,系统就会立即发出警报,以便维护人员及时介入处理。第三,采用先进的维护管理系统,如企业资源规划(ERP)或资产管理系统(AMS),可以帮助提高电气设备运维管理的效率和效果^[1]。这些系统可以提供维护活动的历史记录、预测性维护、工单管理等功能,从而使得维护人员能够更好地了解设备的性能和使用状况,制定更为准确的维护计划。第四,为应对可能出现的突发事件,如突然的设备故障、自然灾害等,需要制定完善的应急预案。应急预案应包括应对措施、备选方案、紧急联系渠道等,以便在紧急情况下能够迅速响应并采取有效的措施,最大限度地减少对船舶运营的影响。

2.3 严格按照规范和相关标准选用及管理船舶电气设备

船舶电气设备的选用和管理在船舶建造和运营过程中具有极其重要的地位,这不仅关乎到船舶的正常运行,还直接影响到船员和乘客的生命财产安全。特别是在新建船舶的设计阶段,船舶舱室应根据危险等级和适合危险区域的防爆电气设备类型进行分类,确保所安装的电气设备能够抵抗潜在的爆炸危险。(1)在选用和管理船舶电气设备时,应严格遵守相关的规范和标准。这些规范和标准是由国际海事组织(IMO)和各国的船级社制定的,旨在确保船舶电气系统的安全性和可靠性。在选用电气设备时,需要考虑其防爆等级、防护等级、防腐等级等关键参数,以确保其适用于船舶的工作环境^[2]。(2)应避免在有爆炸危险的机舱内安装电气设备。机舱是船舶的重要部分,也是最容易发生爆炸的危险区域之一。因此,在机舱内应尽量减少安装电气设备,特别是那些可能产生电火花或过热情况的设备。如果必须在机舱内安装电气设备,那么应选择具有防爆认证的设备,并确保其安装在正确的位置上,以避免潜在的爆炸危险。(3)对于船舶电气设备的安装和维护,也需要遵循相关的规范和标准。在安装电气设备时,应确保其固定牢固,电缆排列整齐,避免电缆受压或受到机械损伤。同时,还需要对电气设备进行定期维护和检修,确保其正常运行,及时更换损坏的部件,以延长设备的使用寿命。(4)还需要关注船舶电气设备的节能和环保问题。随着全球能源价格的上涨和环保意识的提高,

船舶电气设备的节能和环保性能也变得越来越重要。选用节能环保的船舶电气设备不仅可以降低船舶的运行成本,还有助于减少对环境的污染。

2.4 重视火灾报警系统的设计

自动火灾报警系统的设计在船舶电气系统中具有极其重要的地位,它能够及时检测到火灾事故的发生,从而为船舶的安全运营提供保障。为了有效地发挥火灾报警系统的作用,以下三个方面需要得到重点关注:首先,自动火灾报警系统的电源设计是重中之重。对于电源的可靠性,需要使用符合标准的消防电源,这样可以在关键时刻保证电源的稳定运行,避免因电源问题而影响整个系统的正常运转。另外,备用电源的选择也十分重要,可以选择消防联动控制电源、消防设备应急电源或火灾警报控制器电源^[1]。这样的备份电源可以在交流电源发生故障时,第一时间接入备用电源,从而确保系统能够不间断地运转,对火灾进行及时的检测和报警。其次,火灾报警系统的报警功能也是设计的重点。当检测到火灾发生时,报警系统需要能够迅速、准确地发出报警信号。这需要选用高性能的火灾报警控制器,同时也要保证探测器的质量和可靠性。另外,为了确保报警信号能够及时、准确地传达给相关人员,应将报警信号的接收设备安装在值班人员或船员易于接收的地方。最后,对于火灾报警系统的设计,还应当考虑到船舶的运行环境。例如,船舶在航行过程中可能会遭遇到各种复杂的自然环境条件,如风浪、潮汐等,这些因素可能影响船舶的稳定性和电气设备的工作,从而增加火灾报警系统的风险。因此,在系统设计时,应充分考虑到这些环境因素,采用适应性强的设备和技术,确保系统在各种环境条件下的稳定运行。

2.5 提升船舶电气设计人员的能力水平

第一,定期开展培训和教育活动,使设计人员深入了解最新的国际海事组织(IMO)和各国的船级社的规范和标准,掌握最新的电气技术和设计理念。培训和教育内容包括电气设备的选择、安装、维护、故障排除等方面,使设计人员具备更全面的知识体系和技能水平。第二,实践经验是提升设计人员能力水平的重要途径。通过参与实际工程项目的设计、施工和调试,使设计人

员了解实际操作中可能出现的问题和解决方案,积累实践经验。同时,鼓励设计人员参与学术交流、技术研讨等活动,与同行业专业人士进行深入的交流和讨论,扩展视野,提高解决问题的能力。第三,严格遵守相关规范和标准是船舶电气设计人员的基本素质之一。强化规范意识可以提高设计人员的责任感和职业素养,保证电气系统的安全性和可靠性。同时,创新意识的培养也是必要的^[4]。通过引导设计人员关注新技术、新工艺、新材料等领域的研发和应用,激发他们的创新思维,为船舶电气系统设计提供新的思路和方法。第四,建立科学合理的考核机制,对设计人员的能力水平进行定期评估和考核。考核内容包括专业知识掌握程度、实际操作技能、团队协作能力、规范遵守情况等方面。根据考核结果,对优秀的设计人员进行表彰和奖励,对存在不足之处的进行指导和帮助,以提高他们的能力水平。第五,良好的职业道德素质是船舶电气设计人员的基本要求。加强职业道德教育,培养设计人员的责任心、诚信意识和职业操守,使其在工作中始终保持对安全和质量的敬畏之心。同时,加强廉洁教育,防止因私利而违反规范和标准的行为发生,确保电气系统的安全性和可靠性。

结语

综上所述,船舶电气设计的防火防爆是一个系统性工程,需要从设备选用、优化设备安装、建立健全的电气设备运维管理制度等多个方面进行考虑。而在实际设计过程中,应根据船舶的具体情况以及相关规范和标准的要求,采取合理的措施,确保船舶电气系统的安全性和可靠性。同时,为了保障船上人员的人身财产安全,应加强对船员的培训和教育,提高他们的应对能力和安全意识。只有这样,才能为船舶的安全运行提供有力保障。

参考文献

- [1]杨威.防爆电气设备在船舶及海洋平台上的应用[J].工程技术:引文版,2020,(6):00231-00231.
- [2]陈飞.电气设备防火和防爆安装检验在船舶中的应用[J].工业,2020,(7):00227-00227.
- [3]胡振海.浅谈沿海油船电气防爆的检验[J].珠江水运,2019,(5):50-51.