

船舶轮机电气设备的布线方法探究

王晨煜

(福建省莆田市海洋与渔业局 福建 莆田 351100)

摘要: 随着现代科技水平的不断发展,船舶工业整体水平大幅提升,船舶的规模以及智能化发展水平逐渐提升,对电气设备线路的布设要求也持续增高,但实际应用期间,经常发生各种问题影响电器设备的运行。因此,相关人员需要明确掌握电气设备常见故障问题,针对其线路布设进行规范化设计,对电气线路的布设进行柔性处理,确保线路布设的科学性,充分满足船舶轮机的使用需求。

关键词: 船舶轮机; 电气设备; 布线方法

0 引言

船舶轮机是指船舶所有的机械设备,其中,由电源装置、配电装置以及负载装置三者构成的电力网络是整体船舶动力核心,因此,对于电气设备输电线路的布设,直接关系着船舶设备功能的发挥。但是,敷设电气设备中的电缆需要花费大量的人力、物力以及财力,而且时间成本较高;船舶轮机部分封闭区域空间相对较小,导致电气线路的布设难度大增。在船舶设备现代化发展期间,整体船舶用电量以及负荷水平急剧增长,不断扩大的电网容量导致运行期间经常发生故障。因此,工作人员需要及时排除故障,并对现有输电线路的布设进行优化升级,充分满足船舶发展需求。

1 船舶轮机电气设备常见故障分析

处于运行状态中的船舶,若无法及时供给电源,可能会由于动力电源失控引发触礁、转船等安全事故,造成不可预计的后果。因此,一旦发生电气故障,工作人员要冷静、果断、准确地进行有效处理,尽量以最短的时间恢复船舶动力电源供电,确保船舶运行的安全性。船舶发生故障的原因较多,且经常是几种原因共同作用产生的后果,因此,针对船舶电气设备故障的分析最主要的是如何抓住故障的根源,确保能够及时采取有效措施进行处理,恢复船舶的运行状态。若运行期间发生发电机停止供电、主开关跳闸等问题时,工作人员需要立即奔赴机舱现场,启动备用机组,并及时展开故障的排查工作,确保船舶能够安全运行。

1.1 发电机故障分析与处理

第一,交流发电机不出电,或原动机转速超过阈值。造成这种故障的原因主要有:(1)失去剩磁;(2)励磁绕组开路;(3)熔断器被烧坏,导致发电机一侧有电压但是电压表没有参数;(4)电刷与滑环之间接触不充分,

或是电刷压力过低。这些问题都可能会导致交流发电机无法正常供电,工作人员需要通过以下措施进行处理:(1)充磁,保障发电机能够正常运行;(2)检查修理励磁绕组问题;(3)维修或直接更换新的熔断器;(4)清理干净滑环表面,保障研磨电刷与滑环之间能够充分地接触,同时适当提升电刷弹簧的压力。

第二,交流发电机电压低于标准范围,发生欠压现象。发电机发生欠压的问题通常由以下几种原因造成:(1)发电机中的调速器或燃油系统发生故障,导致出现转速下降或转速过低等问题,发生欠压现象;(2)发动机调压器出现故障,导致励磁电流小于标准范围,电压下降,发生欠压问题;(3)交流发电机开关接触不良、电压表参数不准或调压电阻值不准等。针对这类故障,工作人员可从以下几方面进行处理:(1)严格检查调速器或燃油系统,调整至发电机转速处于正常范围内即可;(2)检查调压器中的励磁装置,保障装置处于正常的运行状态;(3)检查发电机开关、电压表等装置,若有异常现象需要及时修理,或直接更换,还需要将电压阻值调整至正常的范围。

第三,发电机电压不稳。造成发电机电压不稳的有以下几种可能的原因:(1)励磁装置中电子元件的质量较差;(2)励磁装置中变阻器接触不良;(3)电刷性能较差。针对这种故障,工作人员可以采取以下处理措施:(1)检查励磁装置中电子元件质量,修复受损零件,更换劣质零件;(2)检查励磁装置中变阻器接线情况,确保所有接线处于紧固状态;(3)检查并调整电刷情况,对接触面进行磨合处理。

第四,发电机运行期间突然中断。造成这类故障主要有以下几种原因:(1)励磁绕组发生断路现象;(2)整流器受损;(3)电抗器或相复励变压器线圈受损或谐振电容器被击穿。一旦发生这类故障工作人员可通过下述措施进行处理:(1)从整流器为起点,检查至励磁绕

组装置期间所有连线是否出现松动或断线的情况；(2) 检查整流器的运行状态，修复或直接更换受损整流器；(3) 检查或修理线圈，若无法修理可直接更换线圈；(4) 一旦电容器被击穿需要直接更换电容器。

第五，发电机负载突然加大时电压急剧下降。这类故障通常由以下原因造成：(1) 调速器性能较差；(2) 定子铁芯发生位移或励磁装置的性能较差，无法承担负载变化；(3) 移相电抗器、整流器以及相复励变压器中局部发生断路问题^[1]。针对这类故障可以采取以下处理措施：(1) 及时检查并修复调速器，保障装置运行状态正常；(2) 恢复定子铁芯位置，并检查励磁装置，保障励磁装置运行性能；(3) 全面细致检查移相电抗器、整流器以及相复励变压器中是否有连线断路问题，如有则需要立即修复。

1.2 配电板主开关故障分析与处理

第一，船舶运行期间负荷突增导致开关发生跳闸。造成这种故障的原因一般是同时运行多台大功率机电设备，使得电气装置过载自动保护而发生跳闸事件。针对这种故障，可适当关闭次要负载，重新合闸。此时需要密切关注各项仪表参数的变化情况，若参数基本稳定则表示装置正常，可继续供电使用设备；若设备依然处于跳闸状态，则需要及时检查调压器、转速器等装置，确保装置的运行状态正常；还可适当调整脱扣器的弹簧拉力，便于受力。

第二，由于燃油系统发生管道堵塞、错关燃油阀导致燃油中断等原因致使原动机停止运行；由于调速器发生故障，导致原动机油门无法随负荷情况进行适当调整，使得转速过高或过低，以至于超速保护装置或低速保护装置欠压发生跳闸。出现这种故障需要重点检查调速器及燃油系统的管道情况，保障二者运行状态正常。

第三，电网短路。装置自动开启短路保护而跳闸，若备用机组启动后依然无法及时合闸，则说明可能是由于负载造成的短路问题。针对这种故障工作人员需要对所有短路故障点进行排查，首先关闭所有负载装置，然后分别送电，筛选出短路负载装置后，对故障点进行检查修复。

第四，并车操作不当，造成发电机逆功率脱扣。这时需要对发电机进行合闸操作，之后再重新进行并车操作。

第五，过载继电器延时功能没有充分发挥。这种情况下需要检查过载继电器的延时时间，保障其处于规定范围内。

第六，配电板主开关失压、脱扣器失灵，导致脱扣钩握持不牢固。工作人员及时检查脱扣机构即可。

第七，失压脱扣线圈串联电阻过大，或是由于脱扣器的反作用弹簧拉力过大，也会导致配电板主开关发生

故障。工作人员需要及时检查串联电阻及其连线状态，并且降低失压脱扣器反作用弹簧的拉力，确保设备稳定运行。

1.3 船舶接触器故障分析与处理

第一，接触器吸力不足，导致按下起动按钮时虽然会触头闭合，但是铁芯并没有被完全吸收。发生这种故障通常是由于以下几个原因：(1) 电源电压过低或整体幅度过大；(2) 接触器装置中线圈、机械构件、转轴等发生损坏或卡死问题；(3) 接触器中的触头弹簧失效，也可能会导致发生故障。针对这类故障，工作人员需要进行以下操作：(1) 将电源电压调整至额定值，保障电源电压的稳定；(2) 及时检查并修复线圈以及装置中的机械元件，直接更换无法恢复原性能的装置；(3) 检查接触器触头弹簧，保障弹簧压力完好。

第二，当按下接触器开关按钮时，发生不正常的释放或不释放情况。造成这种故障的原因主要是：(1) 触头弹簧失效；(2) 机械部件或转轴卡死；(3) 铁芯极面有脏污或是铁芯失效等。鉴于此，工作人员需要提前检修触头弹簧以及相关电气元件，定期清理铁芯，若铁芯性能受损，需要直接更换铁芯。

第三，线圈过热或发生烧损。造成这类故障的原因多有：(1) 电源电压发生异常现象，过高或过低都会影响线圈使用情况；(2) 接触器额定电压、电流以及频率等都与设计标准不符，导致线圈出现故障；(3) 线圈若出现机械或绝缘损伤、运动部件卡死等。针对这类故障，工作人员需要：(1) 调整电源电压；(2) 及时更换或调整线圈以及接触器，保障线圈和接触器的运行质量；(3) 定期检查线圈状态，及时排除线圈机械故障。

2 船舶轮机用电设备布设规范

2.1 掌握布线区域环境特点

船舶轮机的运行环境相对较为特殊，因此对于电气设备输电线路的布置，首先需要提前确定布线区域的实际环境情况。环境特点掌握内容需要包括温度、湿度和振动情况等，并且需要掌握布线区域在增压区、非增压区、电磁环境暴露区或保护区中的具体位置。这一点对电气线路的布设非常关键，直接关系到后期线路布设零部件的选择、整体规范以及布设的合理性。

2.2 进行线束半径的计算工作

布设电气设备线路时，工作人员需要提前确定线束路径中关键节点的具体位置，一般而言，卡箍、连接器以及尾线夹都属于关键节点。线束主要由一定数量的电线、电缆以及连接构件共同构成。线束半径的计算方式，可直接测量实际材料的直径或半径，但通常正式施工之前，都需要提前设计线束才能进行原料的采购工作^[2]。因此，必须要先计算线束的半径，以计算结果为参考选

择适宜的线束零部件。通常,将 R 设置为线束半径, r_1 则表示单根电线的半径,可将线束整体结构用下面公式来表示:

$$\pi R^2 \approx (2r_1)^2 + (2r_1)^2 + \dots + (2r_1)^2$$

以此为基础,推算线束半径可用下面公式来表示:

$$R = \sqrt{\frac{4\sum r_1^2}{\pi}}$$

以单根电线的半径作为参考依据计算整体线束半径,为后续最小弯曲半径的确定提供基础。

2.3 确定线束支撑方式

线束通常使用由卡箍以及支架构成的支承固定在船舶轮机,主要用于规划线束的走向。线束常使用P型卡箍或 Ω 型卡箍,后者相对来说固定点更多,因此固定效果也会更好,适用范围也更广。若电气线束需穿过船舶轮机设备结构,通常要在与设备相邻的开孔处加设一个支承,主要用于防止线束磨损,为线束提供一定的保护,这样操作能够有效延长线束的使用寿命。

2.4 设定最小弯曲半径

电气线路布设过程中,为防止线束内部产生不可抗内应力,确保电力网络能够长期平稳、安全的运行,需要确保线束的弯曲位置是应力最大的位置,因此必须重点考虑线束最小弯曲半径的设置。电气设备线束的弯曲通常会受到多种条件共同影响,如线路内部导体结构因素、外部保护材料特性因素以及工作状态等。实际进行线路的布设时,需要防止由于弯曲度过小而损害电线,否则很有可能将会导致线路功能的发挥受限,还可能会引发明火等严重的危害。工作人员需要确保线路的布设完全遵循相关工艺标准,将最小弯曲半径控制在标准范围之内,尽量避免出现偏差,以免影响线路的使用效果。

结合规范标准,明确掌握线束半径以及最小弯曲半径后,工作人员需要选取规格适宜的零件进行布线准备工作。船舶轮机在运行期间,不同设备的结构可能会发生一定程度的变形问题,增压区域可能会在压差作用下发生膨胀问题^[3]。因此,不可将线束固定点缠绕过紧,防止结构变形后结构拉伸力过大损坏线束,提前预留一定的松弛量应对变化情况。

3 船舶轮机用电设备线路布设的柔性处理

3.1 电气设备线路压接处理

电器设备的线路通常以冷压的方式进行连接,需要牢牢紧固接头部位,防止接头发生松动或接触不良等问题影响设备的使用。同时,为防止电器设备的线路受海水、油污等原因影响而损坏,实际布设过程中需要尽量

避免磕碰线路外部的绝缘保护层;将高低压线路控制在各自的电线槽内完成配线工作,确保电线槽中所有的电线处于平行状态,以尼龙绳绑扎成一束,并防止其中混入杂质或异物。布线压接期间,通常需提前预留一些余量,但是软管余量不可对连接器等装置的安装产生干扰。电线与地板相连的位置,需要使用密封性较强的材料进行封堵,尤其是经常出现摩擦的部位,需要将其扎紧后固定,所有线束的最小间隙不得超过50mm。

3.2 布线保护

使用屏蔽网管以及编织网管包裹住所有线缆,防止线缆外部绝缘保护层被划伤,还能充分发挥电气线路的兼容性特征。而对于需要进行防震处理的线束,则可使用卡子或支撑件将其固定住,发挥支撑作用的金属卡环需要确保表面的光滑性,避免毛刺异物或其他杂物损伤线缆绝缘保护层。将线缆外经常发生磨损的地方进行保护处理,如可缠绕一层隔离物,减少或消除线缆的位移问题。此外,工作人员在布设电气线路时,也要对备用线路进行一定的处理。将不同功能的备用线路使用白色胶带进行标记,而没有具体功能的备用线路可将其两端使用不同颜色的胶带进行标记,并做好记号,便于识别。工作人员还需要做好所有线路的绝缘处理,防止使用的备用线路未经过绝缘保护而发生故障。

4 结语

本文对船舶轮机用电气设备常见的故障问题进行了分析,并深入研究了电气设备线路的布设方法,通过提前设置布设规范,并结合实际操作期间的柔性处理,充分保障船舶轮机电气设备线路的使用安全。但是,基于船舶轮机电气设备内部结构的复杂性,为进一步提升线路布设水平,工作人员还需要继续深入研究,增加有效的限制条件,充分保障线路布设的科学性。

参考文献:

- [1] 梁月禧,黄家浩,莫健乐,等.船舶轮机设备安装及调试过程中的挑战与对策[J].船舶物资与市场,2022,30(02):16-18.
- [2] 刘建安.船舶电站常见电气故障分析与处理[J].机电技术,2019(03):80-82.
- [3] 杨小平.船舶电气系统故障识别的建模方法研究[J].舰船科学技术,2018,40(14):88-90.

作者简介:王晨煜(1971.04-),男,汉族,福建莆田人,大专,技师,研究方向:船舶轮机(电工)。