

探究船舶电力管理过程中的电力系统保护方法

Exploration on the Power System Protection Method in the Process of Ship Power Management

张振

Zhen Zhang

交通运输部北海救助局 中国·山东 烟台 264000

The Ministry of Transport, Beihai Rescue Bureau, Yantai, Shandong, 264000, China

摘要: 在中国船舶电气化与自动化水平不断提高的形势下,对于船舶电力系统运行的可靠性与稳定性也提出了全新的要求。要想保证船舶电力系统运行的可靠性与稳定性,就必须加强电力系统的保护。并在实际的电力管理工作当中,结合实际情况,根据不同设备的保护需求选择差异化的保护装置。基于此,论文重点针对船舶电力管理过程中的电力系统保护方法进行了详细的分析,旨在提高船舶电力管理水平,促进中国船舶的电气化与自动化发展,以供参考。

Abstract: Under the situation of the continuous improvement of ship electrification and automation level in China, the reliability and stability of ship power system operation have also put forward new requirements. In order to ensure the reliability and stability of the ship power system operation, it is necessary to strengthen the protection of the power system. And in the actual power management work, but also combined with the actual situation, according to the protection needs of different equipment to choose differentiated protection devices. Based on this, this paper focuses on the power system protection method in the process of ship power management in detail, aiming to improve the level of ship power management, promote the development of electrification and automation of ships in China, for reference.

关键词: 电力系统; 电力管理; 传播; 保护

Keywords: power system; power management; communication; protection

DOI: 10.12346/peti.v4i4.6985

1 引言

在船舶领域的发展过程中,船舶电力系统的运行非常关键,直接关系着船舶航行的安全性与稳定性。但是,受到人员操作不当或者设备性能欠佳等因素的影响,船舶电力系统的运行,很容易出现供电中断或者设备损坏等问题。为了加强船舶电力管理,提升船舶电力系统运行的稳定性与安全性,必须要为其设置专门的保护装置,确保在电力系统出现异常运行情况时,可以在第一时间切断故障线路,将故障范围控制到最小。但是与陆上电力系统相比,船舶电力系统的运行比较特殊,所以相应的保护方法也比较特殊。

2 船舶同步发电机的保护方法

2.1 短路和过载保护

一般情况下,船舶电力系统中的发电机组,使用的原动

机都具有一定数值的功率裕量。由于原动机的输出功率比较大,即便是发电机出现功率过载现象,其功率也不会超过原动机的输出功率,所以不需要进行功率过载保护的专门设置。如果原动机的功率裕量偏小,且没有较高的过载能力,那么就必须进行功率过载保护的设置^[1]。只是这种情况极为少见。无论是发电机短路,还是发电机过载,其实都是实际电流过高,不在允许数值范围内的一种异常现象,必须要得到可靠的保护。需要注意的是,发电机原本就具有较强的过载能力,为了不影响发电机的连续供电,在设置发电机的保护时,要确保允许过载范围内,保护装置无需动作,只需发出能够引起值班人员注意的声光信号即可。如果发电机过载值过高,超出了允许的过载范围,并对发电机的绝缘性能产生了威胁,那么保护装置就必须立即动作,断开发电机与电网的联系。

【作者简介】张振(1991-),男,中国江苏徐州人,本科,从事船舶电子电气工程研究。

从某种角度分析,短路也可以看作一种非常严重的过载现象,只是出现短路现象,发电机的电流不会在短时间内超出允许的过载范围。一旦出现短路故障,不仅会引起绕组发热现象,对发电机的绝缘性能产生威胁,还有可能引起更为严重的绕组烧毁或松脱现象。所以,针对发电机短路的保护,必须要确保保护装置的动作快速而可靠。

2.2 船舶同步发电机的逆功率保护

如果船舶电站中的同步发电机是非同步运行状态,或者是多台同步发电机并联运行,那么其中一台发电机的原动机出现运行故障,所有的发电机都可能出现逆功率现象。此时,发电机不仅不能进行有功功率的输出,还有可能从电网中进行有功功率的反吸收。一旦出现逆功率问题,不仅会使原动机遭受到难以逆转的破坏,改变原动机的转轴距方向;还有可能对整个船舶电力系统运行的稳定性产生影响,引起全船停电现象。所以,必须安装专门的逆功率保护装置,确保在出现逆功率现象的第一时间,可以从电网上切除故障发电机。

船舶发电机组没有较大的惯量,只要并车正常,短时间内就可以啮入同步,所以产生的整步电流冲击时间也非常短。在这种情况下,为了顺利躲过投入式的逆功率现象,可以采用延时动作方法。

2.3 发电机的欠压保护

一般情况下,发电机欠压保护的实现,需要借助空气断路器中失压脱扣器的作用,对电容放电进行延时处理。图1为万能式自动空气断路器的框图。需要注意的是,欠压保护应当与发电机短路延时保护动作进行协调。即当主配电板附近出现短路故障的时候,会引起较大的瞬时电压降。此时,应当由短路保护装置动作,欠压保护装置应延时动作。一般情况下,发电机的短路保护短延时时间不超过0.6s,所以欠压保护的延时时间应当在0.6s以上。

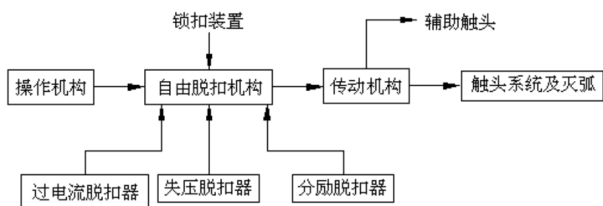


图1 万能式自动空气断路器的框图

3 船舶电网的保护方法

3.1 电缆保护

针对船舶电网中电缆的保护,主要包含两种形式:一种是过载保护形式,通常不需要设置专门的过载保护;另一种是短路保护形式,需要通过计算的方式对短路电流校验电缆的承受能力进行明确,然后再进行相应的设置。由于各设备已经安装了相应的保护装置,所以与设备相连接的电缆与设

备,也应当与设备共用同一套保护装置^[2]。需要注意的是,主配电板与分配电板之间的线路也容易出现短路故障,所以需要单独安装短路保护装置,例如装置式断路器。从发电机到主配电板、分配电板、用电设备之间共有三级短路保护。为了提升电力系统运行质量,保证供电稳定性,需要对这三级短路保护装置的选择性配合予以严格的管理。在进行保护整定的时候,需要遵循两大原则,即电流原则和时间原则。

在中国船舶领域朝着自动化与大型化发展的过程中,船舶电站的容量也越来越大。同时,船舶电力系统发生短路故障时,产生的短路电流也越来越大。在这种情况下,只有提高系统保护装置的切断容量,才能够将相应的保护作用充分发挥出来。后备切断的保护方式就是在这种形势下被提出的。

3.2 变压器保护

根据中国相关部门的规定,针对电力与照明变压器的保护,应当安装短路保护装置和过载保护装置。如果情况特殊,可以直接在变压器副边进行过载保护装置的安装。在并联运行的变压器副边,需要设置相应的隔离措施。为了对变压器故障进行有效的控制,保护装置动作的时候,需要对变压器的原边和副边进行同时切断。一般情况下,针对变压器的短路保护,以瞬时脱扣装置式断路器的应用为主。如果这一断路器需要发挥过载保护作用,应当安装长延时脱扣器。只是这两种脱扣器的保护整定协调难度较大。图2为脱扣器的原理。所以,技术人员会通过安装其他继电器的方式来达到过载保护的目。

由于变压器存在大电感特点,从通电状态变为断电状态,或者从断电状态变为通电状态,都会产生暂态冲击励磁电流。这是一种正常状态,保护装置不应当动作。所以,在设置瞬时短路保护的脱扣器动作整定值的时候,应当确保高于变压器冲击励磁电流。变压器的冲击励磁电流受到其容量大小的影响^[3]。如果变压器的容量在10~200kVA,那么冲击励磁电流在第一周期峰值时,对变压器额定电流峰值的倍数应当为35~10的范围,衰减时间常数为3~10个周期。如果校验结果不通过,则应当选择使用额定电流较大的断路器。

3.3 岸电保护

当船舶向码头停靠的时候,就可以与岸电相连,借助岸电来满足船上各电力设备的用电需求,实现船舶发电机使用时间的延长。但是,在与岸电相连的时候,需要确保船舶发电机与船舶电网分离,且岸电接入时应与船舶电网的相序一致。当船舶发电机与岸电接通后,其保护的实现依赖于发电机开关与岸电开关的联锁。船舶电网与岸电接口部分的岸箱上设有相序指示灯,可以借此判断传播电网与岸电接入的相序一致。

3.4 三相绝缘系统的绝缘检测

如果船舶电网和电气设备没有足够的绝缘性能,且已经出现了漏电现象,那么船舶触电、船舶电气设备故障以及船

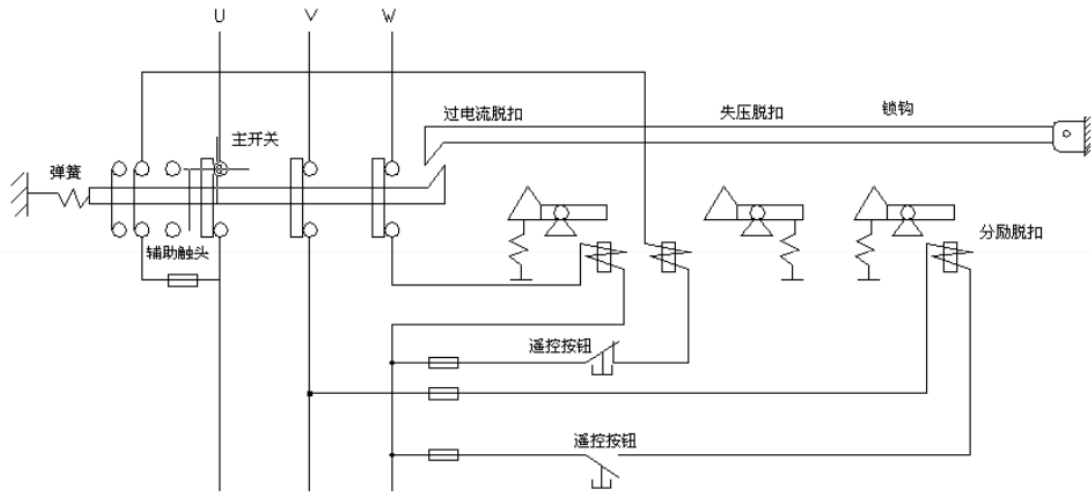


图2 脱扣器原理

船舶火灾等事故的发生概率就会升高。如果船舶上运载了可燃性气体或者化学物品，其危险性还会更大。所以，必须要对船舶的电气绝缘予以严格的监测与保护。

由于船舶电网处于24小时带电状态，所以针对船舶电网对地的绝缘程度测量，普通的摇表发挥不了作用。需要使用以下三种方法进行检测：第一指示灯法、第二兆欧表法、第三使用电网绝缘检测仪。

3.5 主发电机、应急发电机及岸电间的联锁

一般情况下，船舶电力系统的电源主要有三种：第一主发电机；第二应急发电机；第三岸电。这三种电源不能同时供电，主发电机具有最高供电优先权。所以，如果主发电机向汇流排供电，主开关闭合，主开关的常闭辅助触点串入应急发电机开关失压脱扣线圈回路，以此来确保应急发电机与应急汇流排处于断开状态。另外，主配电板与应急配电板馈线的开关处，也设置了相应的连锁^[4]。当应急发电机处于供电状态时，如果主发电机与电网相连，那么就要在第一时间断开应急发电机。只有主发电机处于断电状态，应急发电机才有可能供电。主发电机与岸电之间的连锁关系与之相似。

4 船舶负载的保护

4.1 照明类负载的保护

船舶上的照明类负载以电阻性负载为主，其功率因素要么为1，要么与1无限接近。所以针对照明类负载的保护方法也相对简单。例如，可以直接使用装置式断路器，对照明类负载进行过载保护和短路保护。

4.2 电动机负载的保护

在船舶电力系统的运行过程中，电动机负载是最主要、最重要的负载。中国相关部门针对电动机负载的保护，提出

了明确的标准和要求。如果电动机容量超过0.5 kW，那么需要针对其单独设置过载保护、短路保护和欠压保护。如果选择将熔断器作为保护装置，那么需要设置缺相保护，避免出现单相运转现象。舵机电动机，虽然不需要进行独立过载保护设置，但是却需要有超载报警装置^[5]。确保在紧急情况下，可以通过牺牲局部利益来保障整个船体的航行安全。电动机和预制箱梁的馈电电缆，可以使用同一套短路保护装置，如果电动机的过载保护比较特殊，难以适应电动机的启动周期，则可以允许电动启动过程中过载保护失效。

5 结语

综上所述，船舶电力系统的稳定运行，可以为船舶航行的安全性提供保证。而保护装置则是维持船舶电力系统稳定运行的关键。电力管理人员只有充分意识到船舶电力系统保护装置的重要性，并根据不同设备的保护需求，选择不同的保护装置，提高保护性能，才能够尽可能地提升船舶电力系统的稳定运行，为船舶领域的进一步发展提供保障。

参考文献

- [1] 牛伟.船舶电力管理过程中的电力系统保护问题研究[J].科技视界,2014(24):93+100.
- [2] 连明明.船舶电力管理系统的冗余设计与研究[D].大连:大连海事大学,2017.
- [3] 高阔.基于Profinet的船舶电力管理系统的设计与实现[D].大连:大连海事大学,2015.
- [4] 张灵杰.“太平洋”轮船舶高压电力系统的仿真研究[D].大连:大连海事大学,2013.
- [5] 李能.船舶电站自动化系统及其保护单元的设计[D].大连:大连海事大学,2020.