

# 船舶岸电电缆管理系统的应用及问题分析

毛帅 郑笑

宁波海运股份有限公司, 浙江 宁波 315000

[摘要] 船舶型号、容量、电压的不同, 使得岸电电缆管理系统的设计形式以及应用方式也存在较大差异。基于此, 文中分析岸电系统及系统设备组成, 将客滚船、散货船岸电电缆管理系统作为研究对象, 阐述系统实际应用以及表现出的各类不足, 并提出科学且可行的系统优化、完善建议。

[关键词] 船舶; 岸电电缆管理; 受电设备

DOI: 10.33142/ec.v5i9.6831

中图分类号: U653.95

文献标识码: A

## Application and Problem Analysis of Ship Shore Power Cable Management System

MAO Shuai, ZHENG Xiao

Ningbo Marine Company Limited, Ningbo, Zhejiang, 315000, China

**Abstract:** Due to the difference of ship model, capacity and voltage, the design form and application mode of shore power cable management system are also quite different. Based on this, this paper analyzes the shore power system and the composition of system equipment, takes the shore power cable management system of roll boat and bulk carriers as the research object, expounds the practical application of the system and various deficiencies, and puts forward scientific and feasible suggestions for system optimization and improvement.

**Keywords:** ship; shore power cable management; power receiving equipment

### 引言

社会经济的发展带动船舶航运行业的进步, 而船舶靠港后所执行的一系列辅助工作, 对环境的污染程度较大, 随着智能、绿色港口建设理念的提出为船舶供电工作的开展指明方向, 船舶靠港后关停辅机、由岸电为船舶供电成为未来发展的必然趋势。电缆作为电力传送的重要载体, 电缆的管理质量直接决定了岸电供电效果, 因此, 需打造智能化电缆管理系统, 强化电缆管理水平的同时实现高效上船, 提高岸电供电效率。

### 1 岸电系统设备组成

船舶岸电系统的研发与应用取代了船用柴油机为靠港船提供电力, 是一套建立在船岸两侧的供电系统, 为保证供电的稳定性、持续性, 需加强岸电系统的设计, 并借助物联网技术建立起多个设备彼此间的有效联系, 协同作业。系统组成包括船舶受电系统、船岸连接设备、岸基供电系统。

岸基供电系统的电能来源于市电电网, 为系统配置变压变频装置, 可将市电电能(10kV/50Hz)转化为与船舶电制低压(400V/440V/690V, 50/60Hz)或高压(6.6kV/11kV, 50/60Hz)相一致的电能, 以此为依据, 对岸电系统上船方式进行划分得到低压、高压两种。借助变频变压设备, 再将电源同滤波器相连接, 从而实现对逆变器输出端谐波分量的有效控制, 保障电能质量, 增强岸电电网安全性。当电能经过滤波器后, 可依托于隔离变压器的隔离功能,

规避高频杂波流入到控制回路中, 确保系统稳定运行。

船岸连接设备包括船岸之间电缆、电缆张力自动控制设备、电缆绞车等。通常情况下, 需根据实际要求确定最佳的电缆连接设备安装形式, 通常有四种: 其一, 在船舶上设置电缆装置, 为船舶运行输送持续动力, 但由于装置规格较大, 因此会造成不必要空间浪费; 其二, 在岸边设置电缆设备, 能够保证船上空间充足, 但使用岸电时, 需借助大型设备方可做到船舶与供电系统的连接, 不利于供电作业的执行; 其三, 在驳船上设置电缆装置, 只需控制驳船与靠港船舶之间的距离, 便可实现岸电电缆的输送, 这种连接方式可从根本上弥补以上两种连接方式的不足; 其四, 设置可移动电缆连接装置, 比如利用岸电电缆绞车, 不需规定船舶停靠地点, 只需移动绞车到相应的位置便可实现岸电的接入<sup>[1]</sup>。

### 2 船舶岸电点系统问题研究

#### 2.1 客滚船岸电连接问题

我国客滚船岸电系统建设工程的发展时间较短, 对客滚船岸电电缆连接系统运行实际情况进行分析, 可归类得到三项基本问题:

其一, 国内、外电缆管理系统形式不同。当前, 常应用的客滚船连接方式有卷筒式、立柱摆臂式两种。前者是将岸电电缆卷盘放置于船舶上, 并在码头设置插座箱, 由码头与船舶工作人员协同作业实现电力传输。后者则是在码头上安装电缆管理设备, 而将插座箱设置在船上。我国

更倾向于卷筒式连接形式，而国外与之相反。这就导致在连接方式存在差异的情况下各航运企业的客滚船只可在相应的码头接收岸电。

其二，接插件标准缺乏统一性。我国有渤海、威海两个客滚船码头，船岸连接时，会应用到插座与插头，但经过调查发现各码头在连接器型号的选择上不同。当前，市场中采购量较大的插头与插座有蓝色、红色两种，其最大差别是插头的相位与键位顺序不同。其中，渤海选择红色系统，而威海则为蓝色系统，无法保证客滚船在各码头实现岸电的使用。

其三，安全连锁装置不符合 IEC 标准要求。我国执行客滚船设计、建设工作时，仍以 2012 年下发的 IEC80005-1 标准为依据，规定客滚船安全连锁回路设置为 3 条。但技术的不断发展，导致这一标准中的很多内容已无法满足行业发展要求，于是便在 2016 年对标准进行调整，尽管未大范围推广，但一些欧洲国家已将其作为参考执行客滚船建造工作，安全连锁回路共设置 7 条，而我国 3 条安全连锁回路的设计形式意味着我国与欧洲国家在电缆规格以及插头方面的设计都有较大差异，无法实现对方码头岸电使用。这就需要国内电缆设计单位加强技术与市场调研，依托于所掌握信息，针对客滚船岸电系统设计制定统一的标准<sup>[2]</sup>。

## 2.2 散货船岸电连接问题

对某两家集团现有的散货船岸电系统进行改造，在此期间，技术人员发现散货船岸电连接系统运行过程中表现出较多的问题，其中最为突出的是电制选择不同。其中 A 集团散货船与淡水河谷矿砂船均为高压上船作业方式，所有散货船（4.6 万吨）的岸电需求功率达 900kW，并搭建一根  $3 \times 70\text{mm}^2$  的高压电缆完成电力的传输工作。淡水河谷矿砂船（40 万吨）岸电需求功率为 3000kW，同样采用高压电缆进行连接，其规格为  $3 \times 185\text{mm}^2$ 。而 B 集团散货船重量为 7.6 万吨，用电功率为 800kW，使用 3 根  $3 \times 185\text{mm}^2$  低压电缆达到电力传输的目的。由此可见，尽管两个集团的改造对象均为散装船，但在配置方面有较大的差别，且码头配置也不同，比如 A 集团在多个码头配置高压岸电插座箱，并设置有专门的插座，而 B 集团则为低压插座箱，各箱体上配备有 3 个插座。此外，我国部分散货船的供电方式为吊臂式，比如，某电厂在码头上搭建旋转吊臂，作业期间，如果船舶停靠至码头时，可运行吊臂将电缆与插头运送至船上，以保证岸船两地电力传输的及时性。

通过对上文的分析能够发现，我国针对散货船共设计有 3 种供电形式，且不同方案的船舶、码头岸电设计与设备配置有明显不同，这就导致船舶只能在特定的码头才可使用岸电。此外，散货船岸电连接时缺乏统一规范，散货船航运企业所参照的执行标准较为多样，且有关部门也未就散货船岸电系统设计工作制定清晰、明确的标准，再

加之当前大量散货船是由运营船改造所得，增多岸电系统优化成本，阻碍岸电系统改造计划制定与实施进程。

## 3 船舶岸电点电缆管理系统优化与应用

### 3.1 系统框架及功能

船舶岸电电缆管理系统的作用是对船舶岸电系统进行管理，采集系统运行期间各供配电设备的工作数据，并自动上传于管理系统打造的数据库中，如果设备存在运行故障，则可依据管理系统中的数据明确故障特征与类型。管理系统由管理监控层、设备与数据采集层、港口电力监控系统、监控数据通信层组成。管理监控的作用是汇总各类数据信息，将其反馈给港区电力系统中，而工作人员则根据实际数值适当调整岸电供电设备运行参数与负荷，确保其同靠港船舶实际情况相符合；设备数据采集层由不同类型传感器构成，可对岸基供电系统、船舶受电系统、岸岸电缆连接系统运行参数进行跟踪监控，如功率、电流、电压等。传感器可自动整理监控信号，并上传于通信管理器中，存储于数据通信层。

系统功能架构由三个部分组成：（1）系统层。包含大量操作系统与硬件设备，不同传感器联动作业，对管理系统中的所有子系统与设备运行状况进行监测，再搭配船载 SCADA 系统采集船舶电力信息，将其同岸侧信息进行整合后传输于通信管理层。（2）支撑平台层。其功能有故障告警、图形界面显示、数据计算、数据服务等，处理系统层采集到的各类数据信息，再完整存储于数据库与应用层中，统一管理所有供配电设备，并实现各类数据的统一计算，极大程度地减少应用层布置费用的产生。（3）应用层。由数据采集子系统、岸基供电监控子系统组成，前者自动获取支撑层中的数据，并对该层展开一系列的管理，如任务管理、规约管理、链路管理等；而岸基供电监控子系统则是统计分析岸电系统数据，收集岸电使用计量数据、岸电设备使用情况、岸电监控实时信号、船舶停靠信息等。再将获取到的数据呈现于监控屏上，也可打印或线上公开，为工作人员信息查询提供便利。

### 3.2 电缆输送管控优化

以卷筒式电缆连接方式为例，电缆输送时，管理系统的控制内容主要有两点：其一，送缆。当船舶靠岸后，安排专业人员运输电缆到指定位置，而管理系统中的驱动装置则会自动拉出卷盘上的电缆线，但由于受力较小，变频电机只给予卷盘极小的力矩，因此可防范放缆时卷盘受电缆拉动的影响而产生惯性，实现对放缆速度以及方向的管控，确保电缆线牢靠。其二，收缆。船舶供电工作完成后，运行电缆管理系统实现电缆线的收纳，并根据卷盘上的电缆直径，借助 PLC 对所需的收卷力矩进行计算，依托于计算结果着手于恒张力的控制。

### 3.3 船舶受电设施管理

将船舶用电总功率作为依据可得到高压系统、低压系

统,再针对不同类型设计船舶受电设施管理方案。船舶岸电受电设施有配电板、岸电箱、电缆管理系统、岸电电缆、标准受电插头。对船舶低压岸电设施进行优化时,常采用断网切换方式执行。低压岸电系统的船舶受电设施未设置智能控制系统,通常将这类受电设施被归类到非智能受电设施中。与低压岸电系统不同,高压岸电系统设置有高压变压器,可实现对 10kV 电压的有效转换,得到 440V/400V 电压。此外,高压岸电管理系统还配置有岸电控制屏,运用并网切换方式,自动且安全切换需监测的船岸两侧电流与电压。由于该设施另设有智能监控系统,因此也被叫做智能受电设施<sup>[3]</sup>。

### 3.4 设计设施监控终端

船舶岸电电缆管理系统设置有船舶岸电受电设施监测终端与岸电数据平台,协同作业下,可全过程监测、记录、管理船舶岸电使用情况,还能同岸侧岸电使用进行对比,促使终端核验功能的全面发挥。此外,管理系统的建设价值还体现在运行流程便捷方面,不需融合多个系统、多个港口码头、多个部门便能够获取到准确的船舶岸电使用信息,还可监测岸电受电设施的运行状态,若存在安全隐患,可自动发出预警信号,为管理人员船舶受电设施的维修争取充足时间。

针对非智能受电设施,在设置监测终端时需赋予其独立性管理功能,而智能受电设施可进行统一管理。监控终端构成主要有测量模块、数据通信模块、定位模块、数据采集模块:(1)数据采集。打造 RS485 接口实现对智能岸电设施监测数据的实时获取,针对非智能受电设施,在数据采集时只需采集测量模块中的数据。采集数据主要有岸电使用时间、位置坐标、电流、电压等;(2)北斗定位。实时掌握船舶位置信息,以此快速找到与船舶插头、插座等设施相符合的最近码头,在此基础上验证船舶岸电使用情况;(3)数据通信。依托于现代化技术延长通信设备使用年限。基于对系统监测功能的思考,为降低船舶网络环境差对监测数据准确性、完整性的影响,需保证通信设备具备数据缓存待发送功能,当网络通畅后,可实现数据的及时补发;(4)测量模块。测量数据有功率、功率因数、电量、三相平衡等,同时,也可将基础测量值作为依据间接得到其他所需测量值。对各项数据进行分析,了解、掌握用电情况以及受电设施运行状态参数,再同规范值进行

比较,在此期间,若存在短路、欠压、过压等问题,或受电设施有运行故障隐患,则需立即执行设备运维工作<sup>[4]</sup>。

### 3.5 打造岸电管理运维系统

岸电电缆管理运维系统由多个子系统构成,如岸电监控系统、岸电供配电系统、岸电云交互平台、多通道瞬态录波系统、终端设备等。不同系统的功能不同,其中,岸电监控系统可跟踪、实时监测并分析岸电系统的运行情况,同时,还可实现运行数据自动采集与存储,再以图表的形式加以呈现,为系统运行与维护工作计划的制定提供数据支持;岸电供配电系统可转换供电的电压与频率,使其同船舶电力系统电制相符合,在此基础上,传输、配合转换后的岸电电能;岸电云交互平台能够科学处理、全面分析岸电管理系统运行期间产生的各类数据信息,再与港方、船方终端设备连接在一起实现信息交互,远程监控岸电系统运行状态,了解岸电使用情况,还可实时查询岸电使用过程中的费用;多通道瞬态录波系统则是对船舶岸电系统整体运行状态进行跟踪监测,并自动生成波形图与瞬态录波数据,以此为依据,可准确评估设备运行状态,还可快速定位运行故障,并制定科学的处理方案。

## 4 结束语

现如今,我国交通运输部已出台大量鼓励性政策推进船舶与码头岸电供电进程。为获得理想中的岸电使用效果,应基于技术角度分析当前船舶岸电电缆管理系统存在的问题,并针对各码头与船型制定统一的技术标准,做好电缆管理系统的优化设计,为岸电事业的发展提供可靠技术支持。

### [参考文献]

- [1]何浩,徐知海,谢志刚.船舶岸电监测系统建设研究与应用[J].中国水运,2022(4):84-87.
- [2]唐莉,陈诚,张祥.南通港区岸电管理智能化的探索及启示[J].江苏航运职业技术学院学报,2022,21(1):63-67.
- [3]桂永胜,张志远,杜罗娜.船舶电力系统的故障诊断及处理研究[J].船电技术,2021,41(10):1-5.
- [4]陈彦奎,刘玉振,曹忠伟,等.内河流域趸船式游轮码头船舶岸电连接模式的研究[J].中国设备工程,2020(18):207-208.

作者简介:毛帅(1991.1-)男,所学专业:轮机工程,职称及学历:助理工程师,本科,职务:环保节能专职。