

船舶岸电系统研究综述

李建科¹ 王金全¹ 金伟一² 马涛¹

(1. 解放军理工大学工程兵工程学院, 南京 210007; 2 驻宁波军代处, 宁波 315020)

摘 要: 随着海运业务的增加, 船舶所带来的污染问题已引起社会的广泛关注。为了减小船舶对港口带来的污染, 采用具有节能减排功能的船舶岸电技术作为供电方式, 简要介绍了船舶岸电系统的一般组成, 对线制匹配、相序检测、电压稳定、电力传输方式等关键技术进行了探讨, 分析并提出某些问题的解决方法, 同时分析了系统所涉及到的其它问题。

关键词: 船舶岸电 节能 电压稳定 可靠性

中图分类号: U653.95

文献标识码: A

文章编号: 1003-4862(2010)10-0012-04

A Review of Shore Power System

Li Jianke¹, Wang Jinquan¹, Jin Weiyi², Ma Tao¹

(1. The PLA of University of Science and Technology, Nanjing 210007, China;

2. The military representative office in Ningbo, Ningbo 315020, China)

Abstract : With the increasing of ocean shipping business, the problems which bring by ships have attraction attention of society. In order to decrease the pollutions, power supply adapts the shore power technology which has functions of energy conservation and emission reduction. In this paper, its structure is introduced briefly, thready matching, phasic detecting, voltage steady, power transmission and so on are probed into. The solutions to solve some problems are given, in the meantime, other problem in the system are analyzed.

Key words: shore power; energy conservation; voltage steady; reliability

1 引言

在全球运输业务急剧增长的情况下, 海运相比陆地运输模式有着明显的优势, 得到迅速发展, 这不仅因为其对基础设施需求较小, 还因为以往海运很少出现交通阻塞, 但海运业务迅猛发展的同时也对环境污染的控制造成了巨大压力。船舶靠港时通常采用辅机供电, 而辅机在工作时向空气中大量排放主要成为二氧化碳(CO_2)、氮氧化物(NO_x)和硫氧化物(SO_x)的污染物, 根据国际海事组织(IMO)发布的数据, 全球以柴油为动力的船舶每年向大气排放 1000 万吨 NO_x 和 850 万吨 SO_x , 造成严重污染^[1]; 同时, 船舶使用柴油电机产生的噪声也会对环境造成污染。如何减少污染物的排量以改善港口码头的空气质量已

经成为相关部门亟待解决的问题。如果船舶靠港期间由陆地电源供电而不用柴油发电机就可有效解决这一问题; 同时能源紧缺造成的国际原油价格的不断攀升也使得靠港船舶使用燃油发电的成本不断升高, 采用岸电技术还可降低船舶运行成本, 具有极大的社会、经济和环境效益^[2]。

2 船舶岸电技术简介

岸电技术(shore power technology)是指允许装有特殊设备的船舶在泊位期间接入码头陆地侧的电网, 从岸上获得其水泵、通讯、通风、照明和其他设施所需的电力, 从而关闭自身的柴油发动机, 减少废气的排放量^[3-5]。

2.1 发展和应用现状

目前, 国内外都已经进行了船舶岸电的设计与研究。国际一些先进港口(主要以美国洛杉矶港为代表)已经采用陆地的电源对靠港船舶供电, 效果比较好。如美国洛杉矶港, 采用岸电系统之

收稿日期: 2010-06-10

作者简介: 李建科(1986-), 男, 硕士研究生, 研究方向: 电力系统谐波抑制与无功补偿技术。

后, NO_x 、 SO_x 和可吸入颗粒的排放量明显减少, 有效地改善了港口的空气质量。2008 年, 西门子输配电集团 (PTD) 推出新型船岸电系统 “Siplink”, 2009 年 6 月, 英国石油美国公司和美国加州长滩港开放了世界上首座配备岸电系统的油轮码头。

国内船舶岸电技术研究还处在起步阶段。原交通部 2004 年 4 月颁布《港口经营管理规定》中提到了港口区域内应为船舶提供岸电等服务, 为船舶提供岸电将成为绿色生态型港口发展的趋势; 2005 年上海港开始立项研究船舶岸电技术; 青岛港招商局码头进行岸电系统改造后, 首先应用于局内支线的船舶上, 统计数据表明, 局内支线船舶每年将减排 913 吨 CO_2 、1.15 吨 SO_x 、15.3 吨 NO_x , 有效地改善了区域环境, 对促进低环保事业的发展做出了积极的贡献。

2.2 系统的一般组成

岸电系统由陆地供电系统 (提供岸电) 和船舶配电系统 (接收岸电) 组成, 如图 1 所示。根据靠港船舶所采用的电压等级, 岸电系统可分为低压供电和高压供电两种类型。

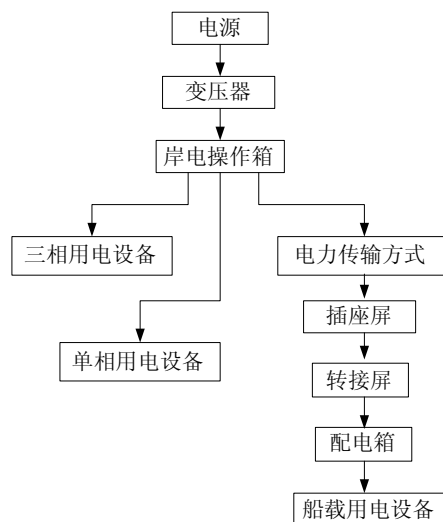


图 1 船舶连接岸电框图

陆地供电系统主要包括两部分:

①岸电插座箱: 提供连接船舶电缆的接口;

②电缆操作装置: 用于电缆的搬运和装卸。

相比而言, 船舶岸电系统一般包括三部分:

①插座屏: 用来连接来自码头的电缆;

②转接屏: 将来自插座屏的电源馈送至配电箱, 该屏还具有检测相序、功率和电流等参数显示的功能;

③配电箱 (大中型船舶): 将岸电电源通过主

配电板向整个船舶电网供电。

3 几个关键技术探讨

3.1 系统线制匹配问题^[6]

一般大型港口中心电站进线电压等级选择 110 kV, 中型港口选择 35 kV, 小型港口选择 10 kV。通常, 大中型港口中心电站经总降压变电所降压至 10 kV 后配电给码头分变电所。我国 10 kV 配电网系统普遍采用中性点不接地系统, 其优点为当系统发生单相接地故障时不必切断 10 kV 电源侧断路器, 只需发出故障报警信号, 以便在尽可能短的时间内排除故障, 避免因断路器跳闸而导致大面积停电。

港口码头地区由于单相用电负荷量大, 通常采用三相四线加保护线 TN-C-S 低压供电系统, 可直接从系统获取单相 220 V 电源, 非常经济; 但由于船舶交流供电系统对供电可靠性和连续性要求很高, 大都采用三相三线制 IT 系统供电, 因此当船舶靠港时, 由于供电系统线制不匹配, 不能直接连接岸电电源, 必须对陆地供电系统进行改造, 既能满足港口单相照明系统的用电需求, 又能向不同线制的船舶供电。

然而, 船电采用 IT 系统, 岸电是 TN 系统, 岸电同时以 TN 系统向其他岸电设备供电, 由岸电 TN 系统向船舶供电时, 不可避免地会出现一些问题, 容易引发电击、电气火灾、设备绝缘击穿等安全问题。对于低压供电系统, 若采用图 2 所示的供电系统, 经变压器降压后, 既能满足陆地侧的单相和三相设备的电力需求, 又能满足低压船舶系统对电力的需求; 对于高压系统, 需要单独设置变压器, 将高压变为合适的电压向船舶供电。

3.2 相序检测

三相交流电源的相序对某些设备有直接的影响, 相序不同, 三相电动机的转动方向就不同; 相序有错, 电度表的计量就不准确^[7]。船舶电力系统连接岸电电源时必须保证船电相序与岸电相序相同, 否则会影响船舶电气设备的正常运行。根据晶体管的导通和截止条件, 文献[7]介绍了一种基于双极型晶体管的相序指示器, 同时介绍了基于相序指示器的三相电源相序检测电路和自动矫正电路。通过这种装置可以判别出岸电和船电的相序, 若两者不一致可进行校正, 保证船电与岸电相序的一致性。

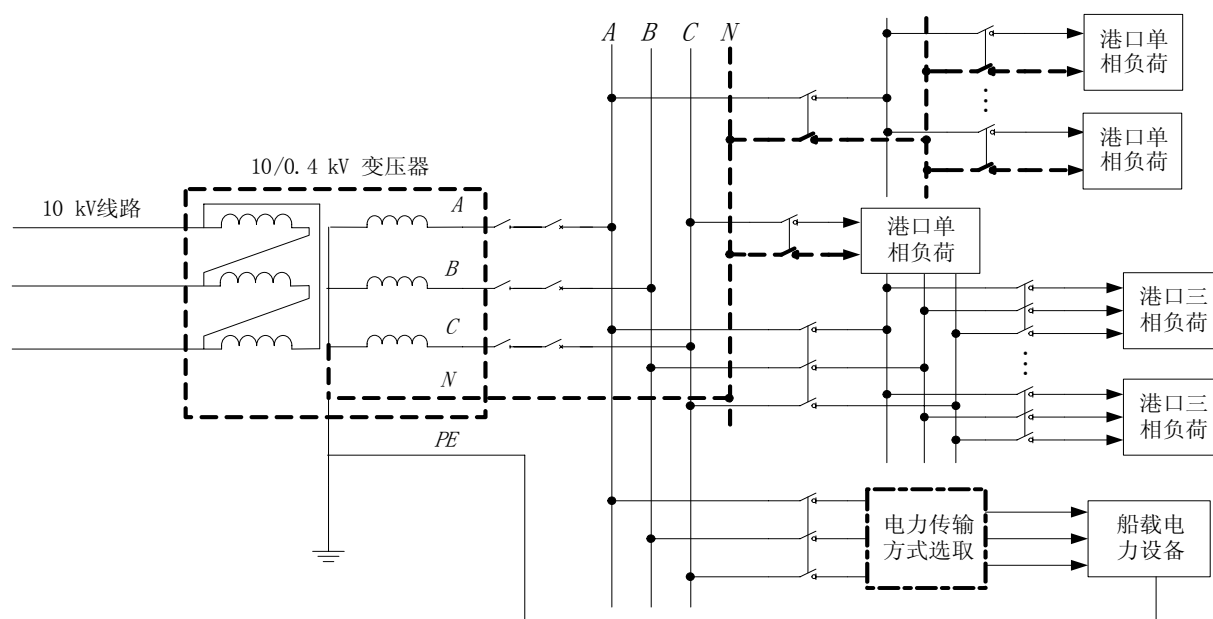


图2 船舶岸电系统图

3.3 交流岸电电压稳定

负荷的变化可引起电源电压的变化，导致岸电系统电压不稳定，这种岸电电压的变化进一步可能导致船舶电气设备损坏，特别是控制电源设备中的控制电源变压器以及电源模块容易损坏，因此，如何实现交流岸电电压稳定是系统设计人员必须考虑的问题之一。通常采用的方案是使用原边带多抽头的有载调压变压器，配有有载分接开关，通过开关的分接变换操作，可使变压器在带负载条件下改变变压器线圈匝数，即改变变比以达到调压的目的，这种调压方式被称为有级调压方式。文献[8]推荐了一个经济性较好的方案，即采用自动补偿式电力稳压装置，通过加装一个相当于原变压器20%的补偿装置，来完成输出电压的补偿，以达到输出电压稳定的目的。同时，该装置还具有稳压精度高、可实现无级调节的优点，完全可以满足船舶电网品质要求^[8]。

3.4 船舶岸电的电力传输方式

岸电系统的电力传输方式与码头供电电压、传输距离、船舶需求电功率等因数有关，根据不同情况，可选用不同的传输方式：

1) 直接连接。船舶和岸电采用相同电制时，例如采用变压器将岸电变为三相三线制IT系统，由码头配电装置直接对船舶提供岸电，这种方式适合于小型船舶且近距离的输电。

2) 驳船电力输送。对于大型国际性的港口，码头空间有限，大型船舶靠港时需处于深水区，岸电传输导线比较长，并且各种型号的船舶所需

求的电压也不同，要求港口针对不同的船舶能提供不同的电压，为解决这些问题，将电力变换装置放置于驳船上，通过驳船向靠港船舶供电，以扩充港口空间和降低低压传输电缆的长度。例如中国中海集团的集装箱船“新扬州”和“新南通”号靠岸时将岸电插塞插在紧靠码头的一条装有相关连接设备的驳船上。

3) 采用不同的供电电压。当陆地岸电系统和船舶岸电系统采用不同的电制时，根据船舶电压的不同可分为两类：一是对于低压船舶系统，陆地岸电经过变频、降压后，以低压方式通过连接电缆对船舶供电；二是对于高压大型集装箱船舶，陆地电源经变频后以高压的形式向船舶供电。

3.5 其它问题

船舶在接用岸电的过程中，除了上述主要技术问题，还存在船舶岸电功率的确定、岸电连接点的选择、码头连接电缆的管理等问题，现代船舶一般都有电力监控及保护系统，因此使用岸电供电要做好与船舶电力监控系统兼容的技术措施。同时，随着非线性设备的增多，电网中谐波含量逐渐增加，在接用岸电时有必要对陆地侧的电网进行谐波分析并加以抑制，以免影响船舶所带电子仪器的灵敏性。

4 系统可靠性分析^[9]

港口对岸电系统供电的可靠性要求很高，在设计船舶岸电系统时要把系统的高可靠性作为设计的中心环节。系统的可靠性设计首先是设备选

择问题,必须选用有可靠的质量保证体系的生产厂家生产的经相关检验部门认可的设备;同时,为消除随机的故障对系统的影响,系统应有必要的备用及应急措施,包括备用电源和应急电源、备用或应急线路、设备等,保证系统能够正常运行。

5 设备防潮技术

受海边高温、高湿、高盐雾恶劣环境影响,港口码头地区相对湿度偏高,电气设备易受潮及变形,镀层剥落,海水盐雾的侵袭、霉菌的生长和油雾及灰尘粘结,都会使绝缘下降,工作性能受到影响。特别是低压供电系统不仅回路多、线路长,而且用电设备多样,敷设形式多样,为了保证供电系统的可靠、安全、连续运行,要求电气设备具有较好的防潮及绝缘性能。

我国港口码头电气设备大都采用“油封法”或者高防护等级配电柜防潮,但两者都有局限,前者只能对个别设备进行防潮,如断路器,却不能保护所有的设备;后者不能完全隔绝潮气进入柜体内部,在工程实践中,根据具体情况,一般采用多种防潮方法配合使用,以达到最佳防潮效果。

6 结束语

船舶岸电技术可以在船舶靠港期间向船舶

提供电能,进而减小船舶辅机带来的大气和噪声等污染,文中分析了船舶岸电技术的几个关键技术并对系统的可靠性进行阐述,对理解系统的工作原理及组成结构有很大的帮助。

参考文献:

- [1] 苗凤娟. 防治到港船舶污染的岸电技术研究[D]. 上海:上海海事大学,2006.
- [2] 周振南. 船舶连接岸电系统简介[J]. 船舶设计通讯,2007(2):64~66.
- [3] 郑华耀. 船舶电气设备及系统[M]. 大连:大连海事大学出版社,2004.
- [4] 吴志良. 港口供电及自动化系统[M]. 大连:大连海事大学出版社,2003.
- [5] 李学文,孙可平. 船舶接用岸电技术研究[J]. 上海海事大学学报,2006,27(3):10~14.
- [6] 戴天祥. 船舶电力系统设计电制的选择[J]. 船舶设计技术交流,2004(1):33~34.
- [7] 李建新,宋永东,金印彬. 三相电源相序的检测与自动矫正[J]. 电工技术,2005(9):97~98.
- [8] 杨金成,徐正喜. 舰船交流岸电电源剖析[J]. 中国造船,2005,46(1):50~54.
- [9] 刘俊清. 船舶电气系统可靠性设计研究[J]. 湖南交通科技,2005,31(1):104~106.

(上接第6页)

5 结束语

(1) 在舰用塑壳开关的电磁脱扣器特性曲线基础上,分析了舰船电网电流原则选择性保护失效的原因。

(2) 高速限流重合闸装置可快速限流,智能重合,基于该装置的选择性保护方法可以实现对舰船直流电网的选择性保护。

(3) 高速限流重合闸装置的成功研制为新型选择性保护方法的应用提供了现实可能,该方法对原有继电保护系统改动较小,应用前景广阔。

参考文献:

- [1] 王庆红. 舰船综合电力系统总体概念研究的思考[J]. 中国舰船研究,2006,3:25-29.

- [2] 郝鹏,刘维亭,庄肖波等. 舰船电力系统短路计算及仿真[J]. 华东船舶工业学院学报(自然科学版),2003,10:11—15.
- [3] 王征,沈兵,庄劲武等. 舰船复杂树型电网新型保护方法的研究. 继电器,2005,33(9):62—65.
- [4] 葛大麟,张自中. 低压断路器的能量选择性技术. 低压电器,2000,(5):12-16.
- [5] 徐懋生,何新岚,徐应跃. 也谈“低压断路器的能量选择性技术”. 低压电器,2001,(3):14-15.
- [6] 庄劲武,张晓锋,杨锋等. 船舶直流电网短路限流装置的设计与分析. 中国电机工程学报,2005,25(20):26-30.
- [7] 庄劲武. 快熔型混合限流开关. 中国. 实用新型专利, ZL200620157532.7. 2007.