

港口起重机电气故障维修效率的总结及探讨

胡启初

(蛇口集装箱码头有限公司, 广东 深圳 518069)

摘要: 目前港口行业作为一个服务性行业, 特别近年来世界各地港口的不断兴建及世界贸易摩擦不利环境因素影响, 如何开展并不断深化优质服务, 对企业自身具有至关重要的意义, 甚至关系到港口企业今后的生存和发展。起重设备在港口作业中起到关键性作用, 是集装箱装卸作业实施的核心设备, 其运行的安全可靠性与稳定性, 决定了整个港口装卸作业效率。由于船舶在港口的靠离泊时间都有预期周密的界定, 起重机在装卸的作业过程中, 一旦出现故障, 如工程抢修人员仅采用传统的故障排查方法, 往往会浪费很多时间, 对一些疑难复杂故障, 有时还无法确定修复时间。如何提高起重机的整机功能工况正常, 细化及优化故障的解决方案, 对相应的故障给出可行、高效的维修经验总结及可行性方案的探讨, 就显得十分必要。

关键词: 电气故障; 安全; 维修效率; PLC 程序; 服务

一、岸桥整机电气保护功能测试及其 PLC 程序的优化必要性

岸桥的日常维修保养项目中, 整机保护功能测试是一项重要的内容。该项内容可以定期测试岸桥整机的各个安全连锁、限位和保护装置等性能及工况是否正常, 从而保证设备的安全、稳定、有效运行。岸桥各机构间的安全连锁、限位和保护装置等, 在使用中, 各运动部件不可避免的会产生磨损、连接件松动、油液变质、金属结构产生腐蚀, 从而引起起重机的技术性能、经济性能和安全性不同性能的降低。因此, 在起重机零件磨损尚未达到影响起重机产生故障程度之前, 为预防和消除隐患, 保证起重机经常

处于良好的状态, 应对起重机进行维护和保养, 其中整机保护功能测试显得尤其重要。

岸桥设备相对比较庞大, 整机保护功能测试要求涉及到每一个机构及每一个安全连锁保护限位开关, 不但要实际测试其动作情况, 还必须实际查看接入 PLC 系统的信号状态。由于各机构的限位信号在 PLC 控制逻辑程序中会以不同的机构进行编写, 进行测试及查看信号状态时总是要同时打开不同的程序段, 再进行查找, 较浪费时间。而且还往往需要安排一个对电气维修经验相对丰富的人员进行配合。

针对以上问题, 通过对整机保护功能的测试内容, 将其中需要查看接入 PLC 程序的信号状态点进行归集, 重新编写一段程序, 只作为显示及查看使用, 不参与任何逻辑控制。这样维修测试人员只需打开一段程序就可查看及记录整机需测试限位的信号状态和各机构的实时数据。

二、高压电网电源波动引起故障的复位方式改进

(一) 岸桥高压供电的电压波动故障的原因分析

岸桥被作为港口的一种大型装卸设备, 其负荷功率较高, 通常达到 1000VA 以上, 而这这就要求其使用高压供电的方式, 以减少供电电缆的电流值。岸桥的高压供电系统一般由位于码头后方的高压电配电站, 通过使用埋置于地面以下的高压电缆相连接, 将 10kV 电源送至码头前沿。码头前沿安装有若干个地下电缆坑, 再分别与不同的岸桥高压电缆相连接。如下图 1 示:



图 1 岸桥高压供电示意图

市电系统作为公共电网, 上面连接了成千上万各式各样的负载, 其中一些较大的感性、容性、开关电源等负载不仅从电网中获得电能, 还会反过来对电网本身造成影响, 恶化电网或局部电网的供电品质, 造成市电电压波动。此外, 我国电力发展迅速, 用电量在急剧上涨, 从而导致了电力日趋紧张、加上天灾人为和输电过程中的电能损耗等原因, 常常造成末端用户电压的过低; 当用户线路发生故障(如相间短路故障)时, 相关的变电站保护装置保护性动作, 相邻用户变电站站的电压出现瞬间波动, 电压会在短时间瞬时下降。

当市电电网电源发生波动时, 港口的很多起重设备会同时受到影响, 作业中的设备往往会出现突然控制合断电, 电源稳定后, 一些设备可以进行故障复位后, 即可重新送电作业。但是, 我司的 QC09—QC25# 的 ABB 电控系统岸桥在高压波动断电后会报出“起升超速”“俯仰超速”“挂仓”等故障。由于此类连锁保护安全等级较高, 原有的设计, 出现此类故障时, 必须在电气房或打车操作

站打开特殊的故障复位开关(自动回位的钥匙开关)才可以复位。出于设备作业安全考虑, 出现此类故障, 必须要求工程人员到现场确认后, 才可以进行复位, 司机无法复位。这不仅增加抢修人员的工作量, 且无法快速恢复作业, 从而影响作业效率。

(二) 岸桥高压供电的电压波动故障的复位改进方案

通过对程序的分析及测试, 发现高压波动往往会引起 CPU 故障、或 I/O 站及模块通讯丢失, 或者 I/O 模块 24VDC 供电控制电源丢失, 在高压恢复正常时, 以上信号才会恢复。这样可以利用以上的检测信号, 通过编写程序, 只要其中任意一个由“0”转为“1”时, 即产生一个 5s 宽度的复位脉冲, 进行以上故障的自复位, 信号正常后不会产生复位脉冲。因为 CPU 故障、或 I/O 站通讯丢失, 或者 I/O 模块 24VDC 供电控制电源丢失, 这三者其中任何一个故障发生, 桥吊控制合均无法送电。这样, 可以保证原有的连锁保护功能正常。

将 PLC 的看门狗监测 ok 变量“i_WatchDogRelayAckn”, 或者 I/O 模块监测 ok 后变量“gv_ControlSystem.IOSupervisionOk”,

或者 I/O 模块供电控制电压监测变量“gv_ControlVoltage.Cv11to51SupplyOk”分别通过一个脉冲发生器模块“TP”产生一个 5s 宽的脉冲信号，同时将 i_MainHoistOverspeedNot 及 i_BoomHoistOverspeedNot 分别产生一个全局变量，串接后通过一个

脉冲发生器模块“TP”产生一个 3s 宽的脉冲信号，之后由一个或门逻辑输出一个脉冲复位全局变量“gv_ControlSystem.FirstTimeFaultResetAfterPowerOn”，分别进行以上故障的复位。程序如下图 2 示：

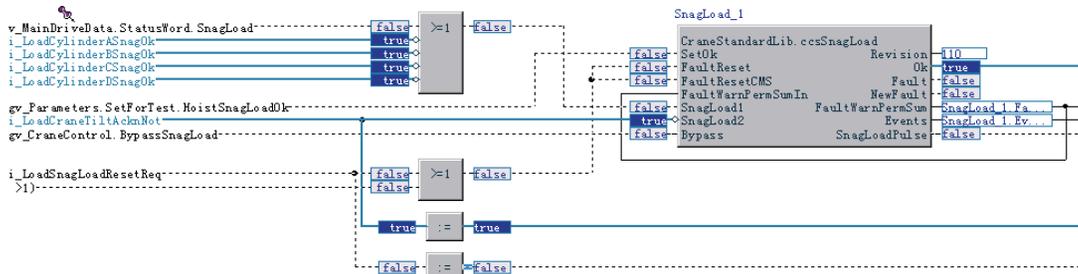


图 2 自动复位逻辑程序图

三、对吊具卷缆及大车高压卷缆机构细节优化处理的必要性

目前我司 QC26-QC49# 岸桥安川电控系统中，其吊具卷缆及大车高压卷缆控制系统采用的是西门子 PLC 及变频器一套完整、相对独立的系统。其与岸桥的主 PLC 之间的通讯只需一些简要的数据，如控制字、状态字、起升机构实时位置值及速度值、故障字等，数据通常以一个字（“数据包”）的形式进行交换。电气房的本地 CMS 电脑通常只连接了岸桥安川的主 PLC，在岸桥安川主 PLC 程序中，在线查看吊具卷缆及大车卷缆信号时，往往只能看到其中的状态位或故障位信号，看不出其中的状态反馈信号条件或故障信息是否满足或故障根源，而且部分桥吊的部分位寄存器还没有注释。此部分机构一旦故障时，抢修人员只能另外借助笔记本电脑，单独联机进行在线查看。如果对其原理线路不熟悉或缺乏相关的经验，处理起来就会很费时间。

四、可行性方案的探讨

(一) 在驾驶室增加故障显示屏

可视化技术是一种前沿的维修技术，主要是借助计算机和图形处理技术将数据转化为图像，直观呈现在屏幕上，实现交互处理。如岸桥上所安装的岸桥监控系统（简称 CMS）及故障显示屏（简称 GP）。

目前我公司 3-4# 泊位的 QC09-QC025# 桥 8 台驾驶室无故障显示屏，作业过程中如有故障，操作司机无法第一时间读取故障信息，维修人员无法掌握故障内容，与司机进行沟通，对故障根源进行预判。通常必须一名维修人员到电气房进行程序或 CMS 系统查看后，这样无形中造成了维修效率的下降。特别遇到电梯故障时，就会更浪费时间。

考虑 QC09-QC025# 桥电气主 PLC 通信系统为 Profibus-DP 通信及有点数限制，在此可选择一款低价位的触摸屏显示装置。结合岸桥结构及多年的故障数据统计，把大车机构如电机刹车、夹轮器、防风铁靴、大车锚定、大车电缆卷盘等的限位检测信号，吊具及上架的各个限位检测信号，通过自行编程，将其中的故障信息具体到点的进行中文显示，或者将以上机构的限位信号状态以图形图色的动态显示。这样，作业过程一旦有此方面的故障，抢修人员通过与司机简单的沟通，即可处理问题，从而提高维修及作业效率。另外，将其他机构及需上桥进行查看处理故障信息，以尽准确的信息点进行报出。同时，还可将机构位置、称重及风速等的实时数据等在同一装置中显示，提高了设备的日常维修效率。

(二) 电气故障的故障根源点智能判断及智能语音自助解决装置的探讨

因为故障显示屏的故障显示数据均来源于 PLC 系统，通常只是进行了相应的模拟图形图像化，或是单一的动态显示，不会对

其进行其他的算法处理，显得比较机械。基本只需和 PLC 程序编写的故障或状态字节对应起来，加上代码及中文汉化描述即可。

由于起重机的原有 PLC 程序控制设计，基本是与实际的各机构动作工况为基础，加上各机构动作的连锁及安全保护进行限制，程序中的编写基本均以上述的工况及连锁保护进行相应的逻辑编写，或是一些简单的比例换算。对于各动作的操作及传感器信号反馈情况，会进行相关逻辑检测，如不相符，则会报出操作检测故障。如吊具的开闭所检测故障，电机刹车限位检测故障等。此时，往往需要工程技术人员进行查看程序，才能看出具体某个传感器故障。

而且，很多时候出现以上故障时，也并非真实的故障，工程技术人员只要询问司机所操作的动作及了解设备的工况状态后，通过逐条提示操作司机进行操作后，即可恢复设备进行作业。如，主令手柄不在零位、误拍紧停开关导致无法控制合，小车过道门没关好、误打了吊钩模式导致机构无动作或吊具无法开闭锁等。

当前，计算机及互联网技术不断更新及提速，计算机的运算能力不断增强。通过计算机及计算机网络，将起重机 PLC 系统进行联合组态，通过 Visual Basic 语言开发 OPC Server，利用 OPC 服务器功能，将起重机的 PLC 实时各信号及司机操作动作信息等连接至上位机数据库。再通过 Visual Basic 语言或其他计算机高级语言编程，进行数据分析及运算，生成可执行文件（.EXE），从而直接快速判断出故障的根源点，或是智能语音自助排除故障信源。

五、总结

本文针对港口起重机电气维修及故障抢修效率进行了有益的探索总结，提出了操作性强、贴近于实际、应用范围广的有效途径。希望本文对本公司以及同类型港口码头，在提高作业质效、增加公司效益等方面发挥积极的促进作用。随着港口航运业竞争日益激烈，船公司对港口作业效率的要求越来越高，特别是受潮水及引航新规限制船期更为紧张，对设备的稳定性要求越来越高，工程技术部在提供设备保障方面充当重要角色。本文就从事岸桥电气维修为例进行阐述电气故障维修及设备抢修对现场作业效率的影响，提出了电气故障根源智能化分析及智能语音故障自助排除方案的探讨，有一定的借鉴意义。

参考文献：

[1] 蔡豪格, 周立功, 黄晓清, 等. 现场总线 CANopen 设计与应用 [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2011.
 [2] 刘宗宝. 浅谈门式起重机常见电气故障及维修保养 [J]. 中国设备工程, 2018.
 [3] 丁东方. 港口起重机电气故障可视化研究 [D]. 武汉理工大学, 2010.