

[高压变频]

岸桥变频器典型故障分析

文/上海港教育培训中心 忻嘉霖

在我国各港口，西门子变频器的应用程度非常高，这类变频器具有集成化程度高、功率范围广泛等特点。以上海港为例，负责装卸集装箱的岸桥有相当一部分采用西门子变频器。不过长时间的使用对于变频器来说，它的维护成本也是水涨船高。一旦停机，其经济损失难以估量。因此，如何迅速准确地查找出故障所在，排除故障并且有效地维护变频器的正常运行对于保证岸桥的日常装卸作业是非常重要的。将具有代表性的西门子6SE71型变频器作为对象，通过故障分析，归纳相应的对策。

预充电超时故障

西门子6SE71型变频器属于低压变频器，隶属于SIMOVERT MASTERDRIVES系列，综合了强弱电混合技术，包含处理整流、逆变、信息的收集、变换和传输功能。从技术上来分析，6SE71型变频器主要分成功率转换和弱点控制两大部分。既要解决与高压大电流有关的应用技术问题，又要解决基于现代控制理论的控制策略和智能控制策略的软、硬件开发问题。

1. 故障现象

2014年，位于上海洋山港一期码头的一台岸桥在装卸集装箱的时候，突然发生了整机跳电的故障。此时经过技术人员初步检查，发现电气控制室的起升机构变频器1号整流柜报故障，它所显示的代码是F002，而在参数设置单元（PMU）面板上按P键（切换键）都无法复位。于是，我们开始分析故障原因。从初步的现象上来分析，发生故障的变频器基本上遭遇了预充电没有完成的问题。

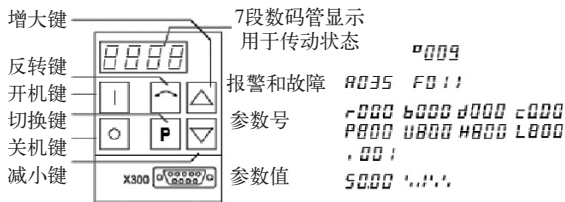


图1 PMU面板

2. 故障分析

出事变频器整流柜显示的故障代码F002为预充电问题，在预充电时达不到80%的最小直流母线电压且最大预充电时间超过3 s。根据维修经验，这类问题一般由5大原因所造成的：熔断器熔断；显示电压低；CUSA控制板（正弦AFE控制单元）损坏；IGBT模块损坏；主回路供电故障。我们对上述有可能产生问题的故障原因进行逐一排查，首先，技术人员从电动机匹配程度、电缆对地以及母线接触程度这三方面对熔断器进行检查，其次，通过查看只读参数r006显示电压判断该电压是否因为数值过低导致问题发生，第三，查看CUSA控制板以及IGBT模块是否出现烧坏等问题，第四，检查主回路供电情况。

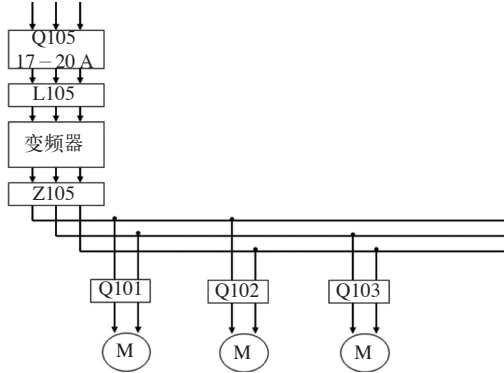


图2 6SE71系列变频器原理图

如图3所示,在测试变频器进线柜低压断路器时,技术人员发现断路器在吸合过程中,会自动跳闸。技术人员用万用表对三相触点进行测量时发现其中的V相触点在该低压断路器不吸合的情况下已经通路。更换故障断路器之后,故障迎刃而解。因此,技术人员认定造成该故障的来源就是集中于主回路供电方面。如

果低压断路器不能自动吸合,在参数设置单元面板上将参数P554.1=3 001(自动)改为P554.1=1 010(手动),按参数设置单元面板上I键(开机键),若断路器有吸合但不能储能,则表示断路器有故障;若断路器完全没有反应,相关的接触器也没吸合,则代表CUSA控制板出现故障。

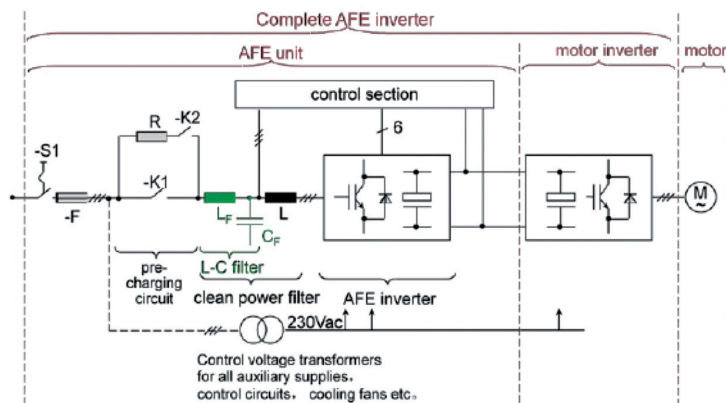


图3 装机装柜型变频器AFE控制原理图

后来经过对该单元的仔细检查,发现模块已经烧坏,经过拆卸更换等一系列工作,桥吊恢复工作。

3. 注意事项

(1) 目前在整个上海港中,凡是岸桥所用的6SE71型变频器主要采用CUVC控制板(矢量控制单元)以及CUSA控制板。前者是专用于矢量控制的中心控制单元,后者则应用于具有AFE模块的装机装柜型变频器。这几年,上海港的一部分集装箱装卸单位纷纷进行岸桥的节能化改造,其核心是通过电气控制系统的升级优化实现节能增效,这其中,AFE技术的应用就是最典型的例子,它取代了书本型变频器所使用的能耗控制单元,其特点是将直流母线电压保持在恒定的给定值上,作为四象限运行的整流/回馈单元,AFE采用了IGBT作为功率器件,并且用正弦波的脉宽调制技术,从而避免了晶闸管类功率元件的整流/回馈单元因为电网侧故障而容易发生的逆变颠覆的问题。如果AFE模块损坏,将直接导致交直流环节的可靠性降低,特别是AFE整流器抵抗电源电压偏低的能力将会大大削弱。因此,保证AFE的正常运行是变频器日常维护工作的重要一环。

(2) 变频器在运行过程中对工作环境温度有很高的要求,如果出现散热不好的情况很容易造成变频器内部的控制电路烧坏,所以在日常维护

中要确保变频器使用温度控制在40℃以下,且具备足够的散热空间,查看各个零件有没有出现过热迹象,尽量确保工作安全可靠。

过电流故障

过电流故障在包括西门子变频器在内的许多变频器当中具有典型性。它的故障发生率在港口起重机械的实际生产中出现的频率比较高,所以有必要给大家梳理一下。

1. 故障现象

2014年,上海外高桥六期码头的一台806号岸桥正在运行中的岸桥在吊具带箱下降的过程中,控制台发出的指令无法实现响应,此时我们发现起升机构的1号变频器逆变柜显示F011的故障代码,工作人员第一时间在PMU面板按P键,但是控制台没有复位。于是,工作人员第二次采用断电来进行复位,但是重新启动之后,故障依旧存在。

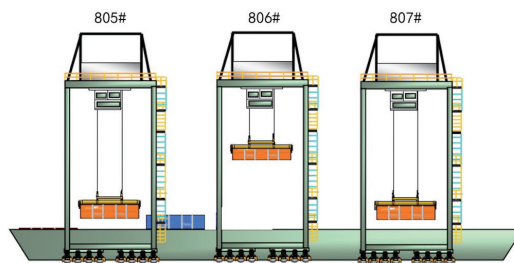


图4 发生事故的806号桥吊位置

2. 故障分析与总结

我们可以通过F011的故障代码初步分析,该故障可能是因为主回路过电流或电流环检测元件发生故障引发的。特别是过电流故障,它在各类变频器的实际运用中属于常见故障,它的出现容易导致整个控制系统停机。根据故障现象,我们需要找到具体的故障源。通过查找西门子的矢量大全中对于F011的描述,技术人员结合生产实际情况对于该故障有可能产生的原因进行了罗列:

①编码器信号不好,或者通信连接中断。②CUVC主控板损坏。③CUVC主控板、CT(电流互感器)等板卡引起的误检测造成过电流故障。④变频器输出是否短路或有接地故障。⑤电动机与变频器的参数是否匹配。⑥是否动态要求过高。⑦负载处于过载状态等等。

根据上述推测的可能性,我们开始对事故变频器进行排查。由于故障信号来源于逆变柜,所以要从逆变柜到负载的这一路进行诊断。首先,技术人员用万用表针对电动机对地绝缘与相间绝缘进行测量,发现绝缘良好,而且电动机并无堵转现象,于是排除了因为负载引起的过电流故障;其次,我们用测试盒测试IGBT与CT,均正常;接着,我们与另一组逆变单元更换CUVC主控板且重新载入备份逆变柜数据后,F011故障依旧存在。在这种情况下,我们需要查找与CUVC相联系的其他插件模块是否存在故障。

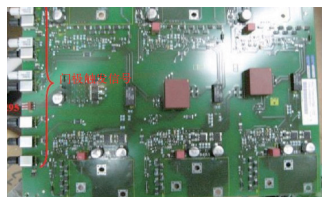


图5 IGD驱动板

根据变频器常见故障的发生率以及实际生产的经验,IVI模块(CUVC接口板)和IGD模块(智能栅极驱动板)故障发生的概率大于ABO模块(电流信号采样电阻板)。于是我们对上述两个模块进行了检查,在排除IVI模块故障之后,我们在带电状态下,检查三相驱动板IGD至CUVC的信号,发现三根光缆的信号都不通。在另一组逆变柜光缆输出情况的检测则显示正常状态。将IGD电源插头依次解除,当解除到W相时,U、V两相有光电信号输出,W相没有,用万用表测量W相驱动板电源接口时,发现直流15V正负端短路。至此,我们断定这次过电流故障的真正原因是IGD的短路问

题。这个案例告诉我们,驱动板直流输入电源三相处于并联关系,一相短路会造成三相同时短路。

3. 注意事项

(1)作为逆变器部分的重要组成部件,IGD模块在进入老化阶段之后会导致相应光路上的信号发送强度减弱,同时导致IGBT驱动信号不稳定,所以当设备使用到一定周期的时候,必须考虑这个问题。同时我们也要注意,由于IGD模块毗邻IGBT,所以当IGBT损坏时,IGD也有可能受到影响。

(2)上述案例中提到了ABO模块,虽然它的故障发生率很小,但是作为插装于IVI模块的单元,其插装形式有时会在运输或安全其他部件时碰松,过去曾发生过因岸桥在大车机构移动过程中的剧烈振动导致无意中将ABO模块碰松且报F011故障的案例,所以在变频器的日常维护中,作为技术人员必须要有检查该模块的意识。

(3)在F011过电流故障发生后,技术人员可以查看监视参数r947和r949,r947显示故障号,对于每次故障跳闸,最多可以存储同时出现的八个故障。r947显示故障值,而且可以通过故障附加信息辅助技术人员更加精确地诊断故障,提高故障查找效率。

(4)变频器的一些故障问题有些时候是由两个或两个以上的故障代码所累加起来的,例如当F011和F029(测量传感系统故障)同时发生,该问题则是由电流环引起的过电流故障促发的。再比如F011和F053(速度信号发生器信号允许变化值故障)同时发生,则是由速度环引起的过电流故障。过去在上海港的张华浜码头,曾经有一台老式岸桥的起升机构因为编码器内部连接线出现的外皮脱落造成过电流故障,F011和F053同时发生。所以,我们对变频器的故障原因要了解得越透彻越好。

结束语

岸桥作为集装箱港口装卸的重要工具,确保以变频器为代表的电气设备的高效稳定是保障岸桥正常工作的重中之重。变频器故障情况时有发生,无论我们采用哪种型号的变频器,首先需要判断故障产生原因,找到原因才能根本解决,草率地判定故障原因或者漫无目的地查找故障来源是不可取的。只有不断学习,在工作中积累经验并加以摸索,我们才能更好地解决变频器的日常维修中遇到的实际问题。EA

(收稿日期:2017.01.10)

(编辑:白文亭)