

60MW 机组 3# 送风机变频器控制电源故障分析 处理及系统优化

姚洁

安阳钢铁集团有限责任公司, 河南 安阳 455000

DOI:10.61369/EPTSM.2026040023

摘 要 : 针对60MW机组3#送风机变频器运行中报“控制电源故障”引发跳机的问题,通过故障现象复现、历史数据分析与模拟试验精准定位,确定原因为K2继电器辅助触点氧化接触不良。采取短接辅助触点快速恢复运行,并同步完成变频器后台远程操作改造和风机机械抱闸加装。同时优化控制电源失电延时保护逻辑,对同类设备开展专项排查治理。改造后变频器运行稳定,非计划停机次数归零,有效提升了设备可靠性,为同类型变频器控制电源故障处理提供了实用参考。

关 键 词 : 变频器; 控制电源; 原因分析; 故障处理; 升级改造

Analysis, Treatment, and System Optimization of the Control Power Supply Fault of the Frequency Converter For 3# Forced Draft Fan Of a 60mw Unit

Yao Jie

Anyang Iron and Steel Group Co., Ltd. Anyang , Henan 455000

Abstract : In response to the issue of tripping caused by the "control power failure" reported during the operation of the frequency converter of 3# forced draft fan for a 60MW unit, the cause was accurately identified through fault phenomenon reproduction, historical data analysis, and simulation tests. It was determined to be due to poor contact caused by oxidation of the auxiliary contacts of the K2 relay. The auxiliary contacts were short-circuited to quickly restore operation, and the remote operation modification of the frequency converter backend and the installation of a mechanical brake for the fan were simultaneously completed. At the same time, the control power loss delay protection logic was optimized, and special investigations and treatments were carried out for similar equipment. After the modification, the frequency converter operated stably, and the number of unplanned shutdowns was reduced to zero, effectively improving equipment reliability. This provides a practical reference for handling control power failures in similar frequency converters.

Keywords : frequency converter; control power supply; cause analysis; fault handling; upgrade and retrofit

引言

随着国家经济的飞速发展,河南钢铁集团安阳基地积极响应国家发改委印发的相关政策,加大节能降碳工作力度,通过脱硫脱硝项目改造将排放的烟气进行净化处理,大大降低了污染物对大气的影响。60MW发电机组高压系统内有8台风机随3高炉脱硫脱硝项目的改造完成进行了升级,每台风机配备了一台变频器,于2022年上旬进行了完工并投入使用。变频器对于风机来说,不仅在一定程度上起到了节能的作用,而且还能让电机实现启动平稳,速度上的精确掌控,以及电机寿命的有效延长。然而对于越精密的设备集成化越高,实现的功能越多,伴随的故障率也会大大提高。2025年1月6日,3#送风机变频器在正常运行过程中,触摸屏报“控制电源故障”,紧接着电机随变频器跳机而停机,运行人员发现及时,避免了进一步的事故扩大。于是针对这一故障进行了全方面的分析与处理,并对设备的后期相关维护进行了总结以减少类似故障再次发生。

一、故障原因分析

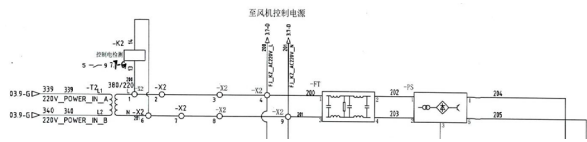


图1 220V控制回路

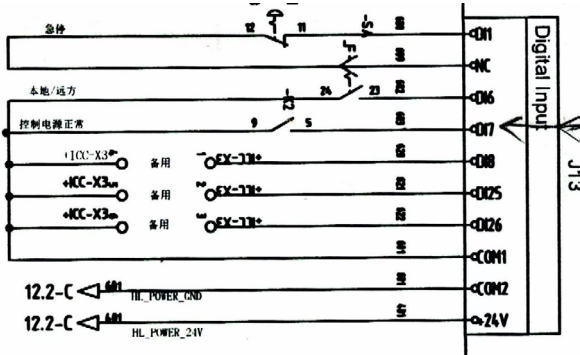


图2 I/O接口板上控制电源相关回路

针对这一故障，供电作业区组织电工一组骨干人员对其进行原因的查找。通过变频器说明书，以及“历史故障”的查找，认为导致故障的原因有两个方面：一个是由于系统电压不稳定，波动较大引起的，另一个是控制电源回路出现异常。对于第一个原因通过对西区10KV系统电压历史变化曲线中查看，发现此前有一次系统电压波动较大，但是时间较短，而对应到变频器“历史故障”一栏中发现相同日期也有一次只报出“A46 控制电源故障”告警，未报出“F46 控制电源故障”，故设备未停机，电压波动时间短变频器能够及时恢复。对于第二个原因通过查看控制电源相关图纸发现如图1可知，在整个控制电源回路中，充当重要角色并且故障率相对较高的是K2继电器，其主要起对控制电源检测的作用，再加上如图2所示，可知K2继电器的辅助触点5号和9号端子在I/O接口板上主要用于检测控制电源是否处于正常，但是由于此时故障已经消失，故其5号和7号端子处于正常状态即闭合状态。于是对处于备机状态的2#送风机变频器进行试验，通过模拟故障状态，发现无论是将辅助触点短接，还是将继电器从底座上拔掉，都是先报出“A46 控制电源故障”告警，通过1秒延时后变频器跳机，同时报出“F46 控制电源故障”，现象都类同当时故障状态。于是，与厂家进行沟通，得知其他使用同类型汇川变频器的客户中，有同样故障的发生。综合上述分析，最终讨论结果认为K2继电器辅助触点氧化的可能性较大。

二、故障处理

故障原因确定后，针对K2继电器的处理有两种方案，一种是将辅助触点进行短接，相当于将控制电源检测这个功能去掉，但是尽管控制电源检测这个功能没有了，一旦控制电源失电，还是可以通过其他信号进行变频器告警，甚至变频器跳机。而另一种是在原继电器的基础上再并联一个相同的继电器，有任何一个继电器异常另一个继电器可以进行检测。通过对两种方案利弊的讨

论，最后决定选最直接简单的方案将K2继电器辅助触点短接。

三、变频器升级改造

故障处理过程中，发现变频器在建造初期时，由于时间紧，项目工作量大，没有在脱硫脱硝项目后台做相关的变频器操作，供电作业区与电控作业区决定联手进一步将变频器操作引至后台，方便运行人员能够远方遥控操作，以便及时启机。

通过变频器随机说明书的查看以及对备机控制柜内二次接线端子进行查线，发现用户接口板的通讯接口除了已接线占用的接口，其余并没有合适的接口，经过与电控作业区进行沟通，决定通过硬接线将控制信号引至后台接收装置上来实现。于是前期两个作业区沟通好，将改造图纸进行沟通，将8台变频器对应的8根电缆通过电缆桥架接至低压配电室接收装置，然后由仪控人员将操作与指示做进脱硫脱硝控制后台内，电工一组人员将对应的电缆接至变频器旁路柜控制及指示信号端子上，最后通过调试与联跳，本次改造工作完成。

四、送风机机械抱闸改造

故障发生后，由于3#送风机停机导致锅炉内产生较大负压，导致停机状态的送风机反转，为了减小故障的扩大面，能够及时恢复3#送风机的投运，经过供电作业区与鼓风作业区之间的沟通，决定尝试在“非飞车状态”下进行紧急恢复投运，但是与变频器厂家进行沟通后，变频器厂家告知，变频器不可以电机反转的状态下进行“非飞车状态”启动，故只能首先通过人工来将3#送风机进行停机。然而对于风机的体积来说人工紧急抱闸是十分难的，于是两个作业区决定通过对每台风机升级机械抱闸以应对突发故障。

五、变频器控制电源系统可靠性提升方案设计

（一）控制电源双路冗余供电改造

单路控制电源存在单点故障风险，采用双路冗余改造：一路为变频器输入侧高压降压整流直流电源，另一路为厂用380V交流经独立开关电源转换的直流电源。两路电源经二极管隔离模块并联输出，一路故障时另一路无缝供电，彻底避免电源波动或模块故障导致跳机。改造需核对电压适配性与隔离保护，在旁路柜加装电源状态指示灯。

（二）K2继电器选型优化与定期更换策略

原K2继电器触点易氧化，更换为**镀金触点型继电器**，提升抗氧化与接触稳定性。长期带继电器线圈发热加速老化，执行**12个月定期预防性更换**，同步检查底座弹簧片弹性，防止接触不良。建立继电器管理档案，记录更换时间、型号与检查情况，实现闭环管控。

（三）控制电源失电延时保护逻辑优化

现有控制电源失电延时1秒跳机，延时过短无法滤除瞬时波动。联合厂家将延时调整为3秒，增加电压恢复检测，恢复正常则

自动清除告警、不跳机；优化自复位逻辑，取消电压恢复后人工复位。优化后可减少电网波动误跳机，同时保障设备安全。

六、变频器运行维护管理体系的完善

（一）变频器日常巡检项目与周期优化

结合当前故障经历，重新整理变频器的日常巡查项目。巡查内容包含控制电源电压显示值、K2继电器状态指示灯、散热风扇转动声音、功率单元温度、柜内是否存在异味、异响等。巡查周期从原先的每周一次改为每天一次，在巡查表上增添“控制电源检测继电器状态”的专门检查项。对于处于备用状态的变频器，也要列入巡查范畴，每个月做一次模拟送电检测，保证备用设备随时可用。巡查记录要以电子形式归档，方便对故障发展态势加以分析。

（二）故障应急预案与处置流程标准化

针对变频器控制电源故障以及其他常见故障类型，制定标准化的应急处理方案。该方案涵盖故障现象的快速判定、处理步骤、安全须知、汇报流程等内容。关于控制电源故障，其处理流程如下：先确认故障变频器的编号与位置，接着查看控制电源电压是否已恢复正常，依据规定开展故障复位操作。如果复位失败，则切换到备用变频器或者执行紧急停机。方案里还存在与运行人员、调度人员联系协调的机制。全体有关人员要了解这个方案的内容，并且每半年做一次演习。

七、同类设备隐患排查与推广改造

（一）其余7台送风机变频器控制电源专项排查

3#送风机出现故障之后，马上组织人员针对同批次投入运行的另外7台送风机变频器展开专门的检查工作。检查要点包含以下几个方面：第一，仔细观察每台变频器K2继电器辅助触点是否存在氧化现象，并利用毫欧表测量其接触电阻大小；第二，查看继电器底座是否发生变色或者变形情况；第三，核实控制电源电压的实际数值和显示数值之间是否存在偏差；第四，查阅历史故障

记录，看是否有“A46”告警却没有上报“F46”的情形。排查过程中找出两台变频器的K2继电器触点电阻过大，已实施预防性更换。把排查结果编制成专项报告，给后续改造提供依据。

（二）脱硫脱硝项目所有变频器同类故障风险评估

把排查范围扩展到整个脱硫脱硝项目里的全部变频器，共有26台，包含送风机、引风机、循环泵、给料机等设备。考量按照如下几项：变频器投入运行的时间、控制电源检测方式是否利用同类型的继电器、设备所处的运行环境的温湿度、以前的故障记录等。考量结果表明，投入运行满两年的变频器当中有8台存在相似的风险，而这4台设备处于高温高湿的环境之中，其风险等级比较高。对于高风险的设备要优先安排改造，中低风险的设备则列入到日常的重点监测范畴之内，并按照风险等级逐步开展整改工作。

（三）变频器系统整体优化改造效果评估

本次优化改造完毕之后，针对整体效果展开系统评定。评定指标包含以下几个方面：变频器月均故障次数、平均故障修繕历时、非计划停机次数以及运行人员远程操作达成率等。从优化结束到第三个月的运行数据来看，变频器月均故障次数从之前的1.3次缩减到0.3次，平均故障修繕历时从120分钟减小到45分钟，且没有出现过非计划停机的情况。远程操作达成率做到了100%，机械抱闸装置在两次模拟反转场景的时候也都能可靠地执行动作。通过考量结论可知，此次改造达成了预定的目标，具备在同类机组推广应用时可供模仿的价值。

八、总结

本次针对3#送风机变频器控制电源故障展开分析处理并优化系统之后，确定故障源于K2继电器辅助触点出现氧化现象。通过短接辅助触点迅速恢复运行，并完成后台远程操作升级以及机械抱闸改造工作，有效地加强了设备的可靠性及其应急处理能力。对于同类设备执行专门的检查并改良保护逻辑，建立起包含故障定位、快速处理以及系统预防的完整循环。实际应用表明，变频器控制电源系统的可靠性要从硬件设置、守护管理、应急预案等大量维度共同提供保障，给同类型机组通过了可供借鉴的经验。

参考文献

- [1]徐峰. 630 MW机组凝泵变频器改造后故障技术分析和处理[J].上海大中型电机, 2024, (03): 45-49.
- [2]覃露. 通用变频器在船闸电机拖动中的应用与维护研究[J].中国水运, 2023, (23): 111-113.
- [3]郑永辉. 变频器在自动化控制系统中的应用及其故障探析[J].电气技术与经济, 2023, (08): 336-338.
- [4]齐健, 刘军, 刘艳群, 等. 起重变频器速度监视故障机理分析与处理[J].起重运输机械, 2023, (03): 65-71.
- [5]陈星纬. WK系列矿用挖掘机ACS800变频器编码器故障分析[J].矿业工程, 2022, 20(03): 64-69.
- [6]史恒亮, 赵宝亮, 李文博. 变频器在设备改造中的应用和研究[J].纯碱工业, 2023, (05): 29-33.
- [7]童宇, 杨光明. 火电厂空预器变频器高低电压穿越能力的实现[J].设备管理与维修, 2021, (11): 81-82.
- [8]韩峰, 戴敏敏. 火电厂给煤机控制系统电源隐患分析及改进措施[J].山东电力技术, 2021, 48 (04): 77-80.
- [9]赵国庆. 高压变频器在电厂节能改造工程中的应用[J].中国科技投资, 2021, (10): 81-83.
- [10]彭凌云, 严文彬, 李娟, 等. 同步电动机高压变频器故障的分析与处理[J].冶金设备管理与维修, 2021, 39 (01): 16-19+25.