

DCS 系统故障导致生物质电厂停机异常事件分析

Analysis on the Outage Events of Biomass Power Plant Caused by DCS System Failure

李鑫磊

国能生物发电集团有限公司, 中国·北京 100052

Xinlei Li

Guoneng Bioelectrogenesis group Co.Ltd., Beijing, 100052, China

【摘要】中国威县生物发电厂先后三次因为分散控制系统(英文简称 DCS)突然蓝屏,在控制系统恢复后汽包水位突然升高,锅炉 MFT 保护动作造成机组非计划停机,造成上百万的经济损失,针对这种情况,集团公司组织热工和专业 DCS 控制方面的专家进行现场实验分析,对每一个故障点进行详细地排查,从就地仪表、I/O 远程柜里面的主控单元、电源卡到网络方面进行了全面细致的排查,最后把更换的交换机、主控单元、电源卡键加底座全部拿到厂家进行检测,未发现造成控制系统蓝屏和恢复后汽包水位高跳机的原因,最终也没有查出造成这种现象的明确原因,但后来这种情况再也未发生过。

【Abstract】The bioelectrogenesis plant of Weixian county had a sudden blue screen three times because of the decentralized control system (DCS). After the recovery of the control system, the steam drum level suddenly rose, and the MFT protection action of the boiler caused the unplanned shutdown of the unit, which caused millions of economic losses. In light of this situation, the group company organized the experts in heat and professional DCS control to conduct the field test analysis, and carry out a detailed investigation of each fault points. A through and detailed investigation was carried from the local instrument, main units in I/O remote cabinet power card and internet. Finally, the replaced switch, main control unit, the key and the base of power card were all taken to the manufacturer for testing. No reason was found out for the control system blue screen and steam drum level jumper after its recovery. In the end, there was no clear reason for this phenomenon, but it did not happen again.

【关键词】分散系统;汽包水位;事故分析;明确原因

【Keywords】disperse system; steam drum level; fault analysis; determine etiology

【DOI】<http://dx.doi.org/10.26549/gcjsygl.v1i2.542>

1 事故经过

2016 年 5 月 28 日 11 点 04 分 11 秒,机组负荷 27MW,主汽压力 8.2MPa,主汽温度 522 度,真空-92kpa;监盘人员发现 DCS 各专业操作系统所有设备运行参数、测点变成蓝色静止,DCS 各操作系统失灵,时间持续 41 秒,11 点 04 分 52 秒 DCS 状态恢复正常。锅炉水位突然升至+1114mm,锅炉 MFT 保护动作连锁汽轮机跳闸。为避免事故扩大,值长下令锅炉压火。

2 处理过程

对 DCS 发生的情况进行检查。检查机组就地仪表、DCS 硬

件上位机操作员站、交换机、网络、控制器、接地、采用示波器对 220V 电源质量进行实时检查。

2.1 检查机组上位机

在跳机时 DCS 数据变蓝,上位机电脑未出现显示器上鼠标不能移动或黑屏情况,说明上位机电脑能正常运行,非上位机电脑造成的原因。

这种情况在热工专业上有可能是影响系统运行的主要原因,而操作系统事故可分为常见事故和偶然事故。如系统发生死机后可以重新启动系统,这样可以使系统恢复正常运行状态,否则可认为是偶然发生事故。相反则重新启动电脑后不能

恢复正常状态,用设备发出的声音来判断是否为硬件出现问题,需不需要更换硬件,再判断软件系统是否出现问题,如软件瘫痪就需要重新安装软件系统。

2.2 检查机组的交换机

使用的是 TP-Link 型号交换机(2016 年 5 月 18 日因为 DCS 跳机,而更换的交换机),此交换机未经过 DCS 厂家检测,为避免不带网络风暴抑制和流控功能造成数据消失(备注:交换机故障不能引起控制器重启,非主要原因),更换交换机型号为 KIEN3024M 型号(经 DCS 厂家认证测试的型号),设置关闭流控功率和网络风暴抑制。

2.3 检查 DCS 的硬件是否存在问题

这类故障指 DCS 系统给卡件供电的电源卡件的损坏造成事故。这类故障一般非常明显且影响单个控制站运行,它们主要是由日常维护不到位或卡件运行年数时间过长所致,即电源卡件内部元器件老化和机柜内灰尘过多所致。在实际运行过程中,现场常出现的系统硬件问题包括如下几方面:

①DCS 控制系统硬件(主控单元、I/O 卡件、电脑),事故的原因有可能是卡件与底座接触不良、串入了非正常电压(主要指高电压)而形成的电源短路。还有可能是由于现场环境的因素造成,如室内温度、湿度大、灰尘、振动等原因也会造成 DCS 系统硬件事故。

②DCS 电源事故:发生的原因主要是供电卡件事故和线路负载小不匹配引起局部失电或部分的电源消失,或者电源电压瞬间波动导致电压超限,或者电源板的电子元件损坏,或者运行人员和检修人员误操作也会造成电源事故。用示波器测试 220V、48V、24V 电源质量。4 号柜 24V 第二路中检查到有 4V 尖波脉冲,确认为 4 号柜电源转换模块 PS 故障。6 号柜直流 24V 第二路带 24V 交流电,6 号更换 PS 电源转换模块。1、2、3、5 号柜两路 220V 都未检测到干扰信号,可能干扰信号是偶发。保安段波形质量稍差。

2.4 测试机组接地:高压变频器的接地虚接,经过检查处理测试已经基本排除

①6 号控制器的 B6 卡件第一端子有直流 220V 进入系统,机组 24V 供电正端对地 68V,负端对地 33V,正常应为电源浮空,电压应从 24V 渐变至 0V。检查发现 6 号控制器 48V 电源对地有 24V ac,24V 直流有 24V 交流。移除第一通道信号,更换 PS 电源转换模块此为故障点,但不能确认是控制器全部重启的原因。

②其它站接地正常。部分电源不浮空是由于设备在现场接地属正常现象。

③控制器供电采用 220ac 转化 24dc,有电源隔离措施,如果接地有问题一般是影响单站。6 号对控制器同时重启可

能性小。

④DCS 屏蔽地、保护地、高压变频器室系统屏蔽地、保护地测试小于 1Ω ,符合要求。

2.5 检查机组软件 and 控制器

发现 1-6 号机柜中的控制器同时重启,国电智深厂家专家组在公司帮助分析原因:

①非病毒:由于控制器采用的 RMX 系统,目前没有针对 RMX 系统的病毒,并且电厂在事故发生的三个月内,没有使用过 U 盘或者光盘拷贝数据到机组内。

②非软件命令:机组运行十年来,未发生过控制器同时重启现象,其它电厂也未为发送过控制器同时重启的现象,并且控制器复位命令只能单站发送,不能同时发送,认为电源问题可引起控制器同时重启。

③DCS 电源系统采用 UPS 和保安段双路同时供电,任一路故障,不影响控制器工作。UPS 侧同时送电到上位机和控制柜,上位机未发生重启,不能判断是否由于高频干扰,影响电源质量,引起控制器重启。

④在现场人员处理措施。更改控制器的电源接线,UPS 侧采用接触器的上口接线(与 DEH 新华系统取电相同);做 220V、24V、48V 电源监视,监视到 DEH 系统 SOE 卡件,如果电源故障报警,用示波器监视电源质量,看电源是否有干扰进入。

2.6 检查操作系统和工作软件是否存在问题

有些操作系统需要经常进行升级避免存在一些漏洞和对系统功能进行补充,而 DCS 系统是一个相对独立的系统,自己一个单独的局域网,不予外网相连,长时间运行的软件必定存在一些问题,需要注意的地方有很多。因此要对热工专业电子间和工程师站的管理规定进行好好学习。在软件故障中包括以下几点:

①DCS 逻辑在编写中存在错误,在修改逻辑过程中编写都有可能出现程序的编撰错误,特别是机组的各项连锁保护、顺控程序,不少问题都是在编辑过程中算法块引用错误或者逻辑条件不被满足从而引起的逻辑连续编撰错误。

②DCS 版本存在漏洞容易感染病毒,由于 DCS 版本年数较长,必定存在一些漏洞,如果感染病毒容易造成系统瘫痪、DCS 死机蓝屏情况,所以,规定严格插拔没有经过安全监测的 U 盘和移动硬盘,定期对控制系统进行杀毒,还要对除了工程师站的电脑全部屏蔽 USB 接口功能,从而保证不感染病毒^[1]。

2.7 进行静态实验

①DPU 断电切换实验正常,控制器可正常切换,未发生数据跳变,或者切换过程中控制器重启。

②交换机断电实验正常,关任意一台交换机或两台同时

关闭,控制器未重启。

③电源切换实验。经过试验发现4号5号控制器主站不关闭,检查发现4号和5号控制器底板开关因长期为进行实验而造成老化,更换控制器底板。4号柜24V相间电压将为16V,4号控制器无法启动,更换4号柜的电源转换模块PS。6号柜直流24V相间电压直有时有交流24V,直流48V对地电压有交流24V更换6号柜的电源转换模块。

2.8 检查就地仪表设备

因造成DCS死机的原因未查出,所以对现场的就地仪表设备进行了检查,包括差压变送器、压力变送器、压力开关、各种温度计进行检查。现场的仪表如果发生故障,一方面直接影响DCS系统的控制方面的功能,从而给操作带来很大的困难,另一方面就地主要仪表存在问题,例如汽机本体的一些仪表出现问题有可能造成停机,所以要对重点保护的仪表要进行断点保护。还有就地仪表在改线过程中接错线,窜进强电压造成DCS卡件损坏,造成设备损坏,严重的将造成机组停机。

2.9 在机组DCS运行中运行人员的操作

可能出现DCS系统有些功能不能使用或有些控制部分存在异常情况,但实际检查DCS系统并没有问题,而是运行人员操作不熟练或操作错误引起的情况。这在运行人员使用DCS系统的操作过程中较为常见。

在DCS系统内部都带有自诊断方面的功能,技术人员能及时查看并诊断网络上的各回路以及对功能模块进行诊断。通过自诊断,如发现异常情况,其内容就出现相应的设备运行故障提示,经由网络传送到操作员站或者工程师站上,进而显示故障发生的位置及情况^[9]。

3 原因分析

2016年5月29日在以威县发电公司生产部、集团总部、技术咨询公司、成安发电厂、邳州发电厂、冀能科院、国能威县发电公司DCS厂家北京国电智深厂家人员等组成的专家组进行事故原因排查。并通过检查历史报警和历史趋势发现MFT水位高跳闸,经检查控制器重启记录,DCS控制系统的6对DPU(控制器为12个)同时重启,重启到恢复时间不到1分钟。在DPU同时重启恢复后,造成DCS系统初始化模拟量值,从而造成高水位跳机。

集控室各个操作员站电脑数据瞬间显示为蓝色且静止,DCS自诊断系统各个DPU均显示离线状态,数据无法刷新,30秒后系统自动恢复正常,由于系统恢复正常时汽包水位突然升高到1156mm后逐渐恢复到正常数值(1分钟恢复实际值

8mm),汽机ETS跳闸系统汽包水位保护动作,汽轮机跳闸,是本次事故直接原因。

DCS系统网卡B存在故障,当网卡A出现问题,切换为网卡B运行时不成功,致使DPU卡件重启过程中,操作员站无法接收数据,是此次事故的重要原因^[9]。

4 总结教训

①电厂自投产以来热工卡件未进行升级更新,部分卡件已到达使用年限,由于长期环境不好,又维护不到位加速卡件老化。

②电厂设备管理存在一些问题,虽然今年已把DCS交换机更换列入了更换计划当中,但在计划实施前期疏忽大意并没有采取有效的检查和防范措施,从而致使事故连续发生三次。

③另一方面电厂生产管专业方面长期处于无专工的状态,后期的专工经验不足,加之长期维护不到位,致使卡件老化严重,存在很大隐患。

5 防止对策

对于本次DCS设备问题要由故障更换、定期检修向寿命化管理方向转移,采用点检定修、定期工作、计划检修、事故更换相结合的检修策略,在设备检修方面,采用检修文件包、检修管理文件、技术方案、检修工艺标准相结合,结合ABC作业法,不断修编并完善检修文件包、检修管理文件、检修工艺标准、定期工作标准。充分利用有限资金,对设备进行技术改造,不断提高设备可靠性。针对试运中存在的问题,并制定防范DCS故障处理措施发到运行班组学习。

①加强设备缺陷管理工作,开展为期一个月的“设备缺陷治理”专题月,对设备存在的问题全面梳理,消除隐藏缺陷,对暂时不能消除的缺陷制定防范措施。

②加强运行人员的基础及事故处理能力的培养,配合学习计划表增加学习内容,增强运行人员事故处理的能力。

③组织召开事故分析会,并形成切实可行的处理方案,组织生产全岗位人员学习,确保每位员工都能熟练掌握事故处理的要点及处理方法。

参考文献:

- [1]马菲.DCS控制系统的构成与操作[M].北京:化学工业出版社,2012.
- [2]王树青.集散型计算机控制系统(DCS)[M].浙江:浙江大学出版社,2011.
- [3]王宝,王丽英.DCS组态漏洞引发的事故分析[J].河南电力,2010(03):4.