

# 脱硫系统 PLC 故障原因分析及配置优化

张兵初

(江苏大唐国际吕四港发电有限责任公司, 江苏 启东 226246)

**摘 要:** 2012 年 11 月 20 日我厂 3 号机组脱硫系统 PLC 主 CPU 突发“HALT”故障, 导致主机因“脱硫系统跳闸”触发 MFT 保护动作, 本文将详细分析 PLC 发生“HALT”的原因并提出 PLC 配置优化建议。

**关键词:** 脱硫系统; PLC; HALT; 优化

## 1 概述

我厂脱硫系统控制系统采用施耐德昆腾 67160 双机热备 PLC 系统, 于 2012 年 11 月 20 日 14 时 04 分 34 秒发生主、备 PLC 同时停止运行, 主用 PLC 显示“HALT”状态, 备用 PLC 显示“RUN OFFLINE”状态, 造成机组非正常停机。PLC 故障时主备 CPU 状态如图 1。



图 1 PLC 故障时主备 CPU 状态

故障发生后, 为了消除 PLC 故障以能让机组迅速点火重新并网, 热控人员多次尝试对 PLC 断电重启后 PLC 恢复正常, 然后机组重新点火启动。

在咨询施耐德工程师后, 我们从 HALT 主机导出的出错诊断文件(std)以及程序故障代码(-8461), 并第一时间提交施耐德法国研发分析。但是, 由于停机后多次对 CPU 执行复位重启, 导致诊断文件失效, 施耐德研发未能发现主机 HALT 原因。但程序故障代码解析为 Hex#DEF3, 表明程序内部指针超界, 正常情况下也不会造成主机 HALT。另外, 核心诊断视图信息同样由于 CPU 多次复位重启未能捕捉发生故障时的 CPU 行为状态, 令停机故障原因无法通过直接方式获得。

为了取得真实的故障原因, 我们委托施耐德工

程师尝试通过实验室模拟, 来复现并分析现场造成停机的可能原因。

## 2 故障原因测试

### 2.1 测试环境

测试设备环境见表 1。

表 1 测试设备环境

设备	规格
操作系统	Windows XP
软件版本	Unity Pro V3.0
硬件版本	140CPU67160 PV18 OS2.5 COPRO2.5
	140CPU67160 PV13 OS2.5 COPRO2.5
	140NOE77101 SV4.2

### 2.2 测试方式

用两块 140CPU67160 与两块 140CRP93100 组成双机热备系统, 同时主备框架分别配有一块 140NOE77101, NOE 模块通过交换机连接, CRP 下配一个 CRA 远程站。硬件版本均与现场保持一致。

软件采用虚拟机系统, 在 XP 环境下使用 Unity Pro V3.0 编译下载用户程序。

通过人为仿真和操作, 分别对 Halt 和 Run Offline 两种情景进行测试分析。见图 2。



图 2 测试架构

2.3 测试情景

2.3.1 HATL 情景

实验一：运行时间超时

在程序中添加一段循环次数可调的指令程序，在程序正常运行时突然增加指令循环的次数，直至扫描周期超过看门狗时间(250ms)。

CPU 反应：主备机先后进入 HALT 状态。见图 3。



图 3 主备机 HALT

软件诊断：见图 4。

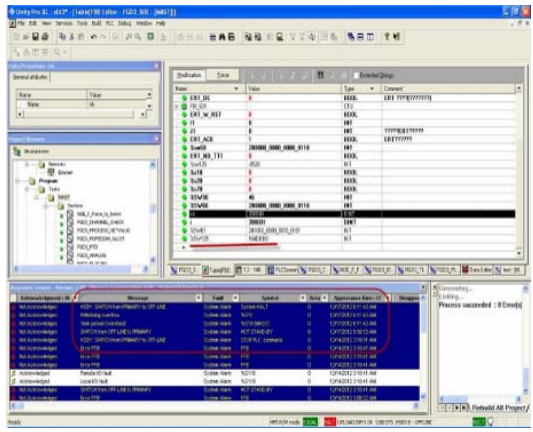


图 4 软件诊断

主备机 PLC 诊断画面上均显示最大扫描时间是 250ms，与看门狗时间相同。

主备机动态变量表中显示“%SW125=DEB0”，表明看门狗超时。

主备机诊断视图信息内显示任务超时故障 %S19，看门狗超时故障 %S11，系统从主机模式变为离线模式由于系统 HALT。

CPU 断电重启后，HALT 消失，诊断视图信息保留，按 Cold Start，诊断视图信息清空。

分析说明：

- 1) 系统超时引起 HALT 时，最大扫描时间不会超过看门狗时间。
- 2) 主备机 HALT 时，程序停止运行，但系统

字仍然可以读取，诊断视图信息可以访问。

3) 主机发生 HALT 时，备机瞬间切到主机，然后由于主程序超时进入 HALT，因此从备机的诊断视图信息内同样显示系统从主机模式变为离线模式由于系统 HALT。

实验二：网络故障

修改 MAST 的看门狗参数为 110ms，正常运行时短接交换机的两个端口，形成网络故障。

CPU 反应：主备机同时进入 HALT 状态。见图 5。



图 5 网络故障 HALT

软件诊断：见图 6。

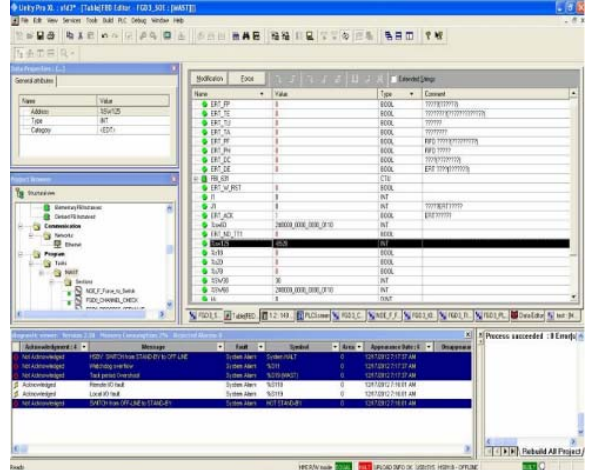


图 6 备机软件诊断

主备机 PLC 诊断画面上均显示最大扫描时间是 110ms，与看门狗时间相同。

主备机动态变量表中显示“%SW125=DEB0”，表明看门狗超时。

主机诊断视图信息内显示任务超时故障 %S19，看门狗超时故障 %S11，系统从主机模式变为离线模式由于系统 HALT。

备机诊断视图信息内显示任务超时故障 %S19，看门狗超时故障 %S11，系统从备机模式变为离线模

CPU 断电重启后, HALT 消失, 诊断视图信息保留, 按 Cold Start, 诊断视图信息清空。

分析说明:

- 1) 网络故障同样导致系统超时，从而引起 HALT，最大扫描时间不会超过看门狗时间。
- 2) 主备机 HALT 时，程序停止运行，但系统字仍然可以读取，诊断视图信息可以访问。
- 3) 网络故障导致 NOE 超时占用 CPU 主循环，可能导致 CPU 先后 HALT 或同时 HALT。

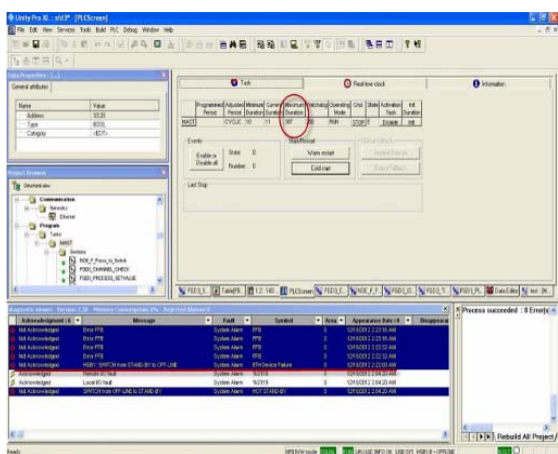
### 实验一：CPU Copro 口光纤中断

在主备正常运行时(门狗时间 250ms)，拔掉 CPU 的 Copro 口的光纤，观察 CPU 状态。

CPU 反应：主机保持 Run Primary 状态，备机进入 Run Offline 状态。见图 7。



软件诊断：见图 8。



主机 PLC 诊断画面上扫描周期正常，诊断视图信息内无故障显示。

备机 PLC 诊断画面上最大扫描周期为

387ms, 诊断视图信息内显示由于以太网设备故障, 备机状态从备用切换为离线。

在备机 PLC 诊断画面上按 Warm Restart 或对备机进行断电重启，最大扫描周期保持，诊断视图信息保持。

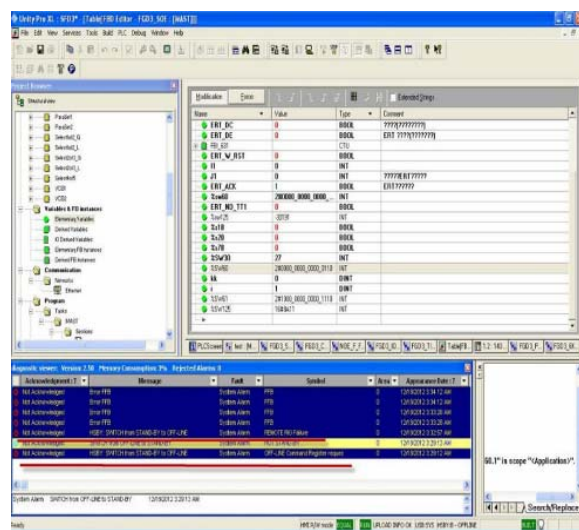
在备机 PLC 诊断画面上按初始化，最大扫描周期时间更新为当期时间，诊断视图信息保持。

在备机 PLC 诊断画面上按 Cold Restart, 最大扫描周期时间更新为当期时间, 诊断视图信息清空。

分析说明:

- 1) 主机从功能上任然正常通过 **RIO** 总线控制远程设备，因此无故障显示。
- 2) **Copro** 口光纤中断的影响是导致备机无法实时与主机同步。同步时间过长会使扫描时间增长，记录显示的 **387ms** 为超时时刻的最大扫描周期，由于主机在超时后始终没有响应，备机从 **Run Standby** 模式切为 **Run Offline** 模式，停止与主机的同步，扫描时间恢复正常。备机诊断视图信息内有清晰的状态切换原因和时间。

- 1) 从主机发送%SW60.2 指令，备机诊断视图画面上有 OFF-LINE Command Register Request 导致备机离线信息。
- 2) 备机 CRP 与远程 CRA 通讯中断，备机诊断视图画面上有 REMOTE RIO Failure 导致备机离线信息。见图 9。



### 3 测试总结



- (1) 主机 HALT 是由于主机 CPU 扫描时间超过看门狗时间所置，造成主机 CPU 扫描时间超时的原因可能有网络故障引起的 NOE 占用 CPU 超时，以及其它未知的可能导致主备机同步数据异常而使主机 CPU 超时的情况。
- (2) 备机 Run Offline 的常见原因是 CPU Copro 口中断，主机发送 Offline 指令或 CRP 故障或其它未知的导致备机扫描时间瞬时超时的情况。备机 Run Offline 时，其 PLC 诊断画面上会记录一次超时的记录，初始化时 PLC 诊断画面更新。
- (3) 所有 HALT 和 Run Offline 都会在 CPU 诊断视图画面显示触发的原因和时间，CPU 热启动时这些信息不会丢失，冷启动时信息会丢失。

4 故障原因推测

由于现场诊断信息无效，只能根据 CPU 状态与之前的测试结果做如下故障推断：

发生故障时，备机可能由于网络故障导致其扫描时间发生瞬时超时的情况，进入 RUN OFFLINE。同一时刻，主机 CPU 同样由于网络故障引起的 NOE 占用主机 CPU 超时，造成 HALT。没有切换的原因是备机事实上在同一时间先于主机发生了扫描时间超时的情形。

5 配置优化建议

(1) 增加警戒时钟时间（500ms）：由于目前 cpu 故障后，重启多次，没有保留更多有利于分析故障原因的数据，但是可以确定的是：引起 cpu halt 的原因是 cpu 扫描周期超过设置的 watchdog 时间，增加 watchdog 时间可以增加系统的鲁棒性。

- (2) 升级 NOE 版本：目前我厂 CPU 版本 2.50，以太网 NOE 版本 4.2，版本均较陈旧，建议 NOE 版本升级到目前 5.3 版，增强系统的鲁棒性
- (3) 将 DO 模块输出改为“保持上次值”，见图 10。

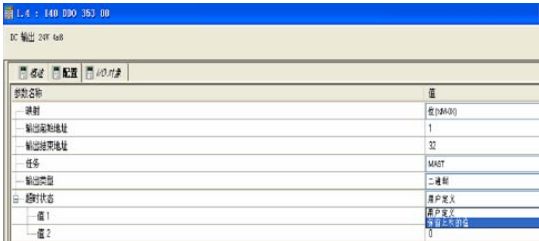


图 10 将 DO 模块输出改为“保持上次值”

- (4) 优化脱硫 PLC 控制逻辑，确保扫描周期的确定性。
- (5) 增强对 PLC 的维护：我厂脱硫系统 PLC 是 2010 年 8 月份启动一直运行至今，建议停机停炉时，对 PLC 进行一些必要的维护：如 a) 热备切换测试，b) 长期在线修改后，在机组大修时对程序进行完整下载，c) 接地、绝缘检查，d) 通讯线缆整理，e) 优化浆液循环泵引起锅炉 MFT 的触发条件，f) 将 PLC 与上位机对时，有利于故障分析。

作者简介：  
张兵初（1986—），男，江西鹰潭人，高级工，研究方向为火力发电厂热工控制；E-mail: 409599396@qq.com。