

Reflection on the Inability of the SPC Module on the Huangda Railway to Achieve Master-slave Switching

Jinfeng Yan

Guoneng Huangda Railway Co., Ltd., Dongying, Shandong, 257000, China

Abstract

The LDJLZ-II fully electronic execution unit is a new type of automatic control equipment for railway stations. While ensuring safety, it uses the most economical and reasonable technical measures to ensure equipment reliability, convenient maintenance, improve transportation efficiency, improve labor conditions, and replace the relay execution part in traditional interlocking systems. The SPC network communication front-end module serves as the communication conversion device between the fully electronic execution unit and the interlocking machine. It uses Ethernet network interface with the interlocking machine, and after conversion, it uses CAN communication to communicate with the fully electronic execution unit. The following is an in-depth analysis of a failure in the main and backup switching of the SPC module in the fully electronic execution unit of Dongying West Station on the Huangda Railway. The manufacturer was contacted to jointly identify the cause of the failure, and corresponding measures were taken to prevent the problem from happening again and ensure the normal order of transportation organization.

Keywords

full electronic execution unit; SPC module failure; cause

黄大铁路全电子执行单元 SPC 模块无法主备切换的思考

颜襟峰

国能黄大铁路有限责任公司, 中国·山东 东营 257000

摘要

LDJLZ-II型全电子执行单元是一种新型的铁路车站自动控制设备,在保证安全的前提下,以最经济、合理的技术措施确保设备可靠、维修方便,提高运输效率,改善劳动条件,替代传统联锁系统中的继电器执行部分。其中SPC网络通信前置机模块作为全电子执行单元与联锁机的通信转换设备,与联锁机采用以太网网络接口方式,转换后采用CAN通信方式与全电子执行单元通信。下面通过对一起黄大铁路东营西站全电子执行单元SPC模块无法主备切换故障进行深入分析,联系厂家共同查找到故障发生的原因,后续采取相应措施达到避免问题再次发生,确保运输组织秩序正常。

关键词

全电子执行单元; SPC模块故障; 原因

1 引言

黄大铁路是国家环渤海湾铁路通道的重要组成部分,主要承担朔黄铁路的运输疏解任务,并与下游大莱龙地方铁路、东营疏港铁路、滨州疏港铁路、龙口港等出口相连接,形成清洁能源分流、下海的新通道。2020年12月26日,黄大铁路开通运营,黄大铁路信号设备室内联锁采用交大微联EI32-JD型计算机联锁,执行部分采用兰州大成的全电子执行单元。下面针对兰州大成的全电子执行单元在运用中的一起SPC模块故障进行分析。

2 故障概况

2023年9月17日07时49分东营西站控制台出现S咽喉及腰岔轨道电路红光带、道岔失表、电码化发送器无功出报警。信号值班人员接车站值班员电话通知后第一时间去行车室签到并确认故障现象,同时另外一名值班人员检查电务维修机,发现系统网络状态为接口机2中I、II系同时出现中断,初步判断为兰州大成与联锁出现中断,再次检查发现ZX3柜全电子执行单元主用SPC-A通信模块故障且未能自动切换至备用SPC-B通信模块,经向上级领导请示后,重新插拔SPC-A模块后于07时55分恢复。

3 原因分析及验证

3.1 SPC-A故障的原因

故障发生时全电子执行单元ZX3柜SPC-A模块STATE1

【作者简介】颜襟峰(1991-),男,中国江苏淮安人,助理工程师,从事铁路信号研究。

和 STATE2 灭灯，表示该板卡与联锁机及 SPC-B 通信中断。因联锁与执行机柜通信为网络通信，其设备连接由联锁主板、网络交换机和通信前置机 3 种设备组成（见图 1）。交换机作为数据交换中间体，数据分发存在不可避免的丢包情况，如发生 ARP 广播请求和数据丢包叠加，则会产生网络拥堵出现连续丢包，此时通信前置机表现为网络中断故障（STATE1 和 STATE2 灭灯），会进行主备切换。

3.2 SPC 无法切换的原因

经现场初步分析 SPC-A 网络拥堵或网络中断后备机无法升主造成第二条总线与联锁设备间通信中断。无法主备切换主要影响因素分析有 3 点：

- ① CAN 数据异常或数据拥堵造成 SPC 数据拥堵影响切换；
- ② 网络数据及交换机交换数据产生异常中断，或网络风暴产生拥堵造成中断，使 SPC 网络接口异常，SPC 无法进行主备切换；

- ③ SPC 模块主备切换电路故障造成无法主备切换。

3.3 验证影响因素

在车站和厂家内部分别做了测试，测试结果如下。

3.3.1 东营西站天窗点内测试

① 用 CAN 分析仪抓取 CAN 数据分析未见异常情况，测试 CAN 环阻各机柜 CAN 内阻在 55~57.5Ω，均在正常阻值范围内（40~60Ω）。

② 采用示波器对 ZX3 的 CAN 波形进行了确定分析，波形见图 2。

从示波器测试 CAN 波形看，波形有少量畸变，按 CAN 协议以及通信前置机 SPC 处理分析，少量畸形波在执行模块冗余范围内，不影响 SPC 数据及处理的整个过程。

③ 用网络抓包工具抓取网络数据分析，网络数据未见异常，在 SPC 切换时有少量联锁请求包，按通信协议，联锁请求包属于正常数据连接请求。监测无网络请求包，查看安全日志，无规模化网络风暴数据。

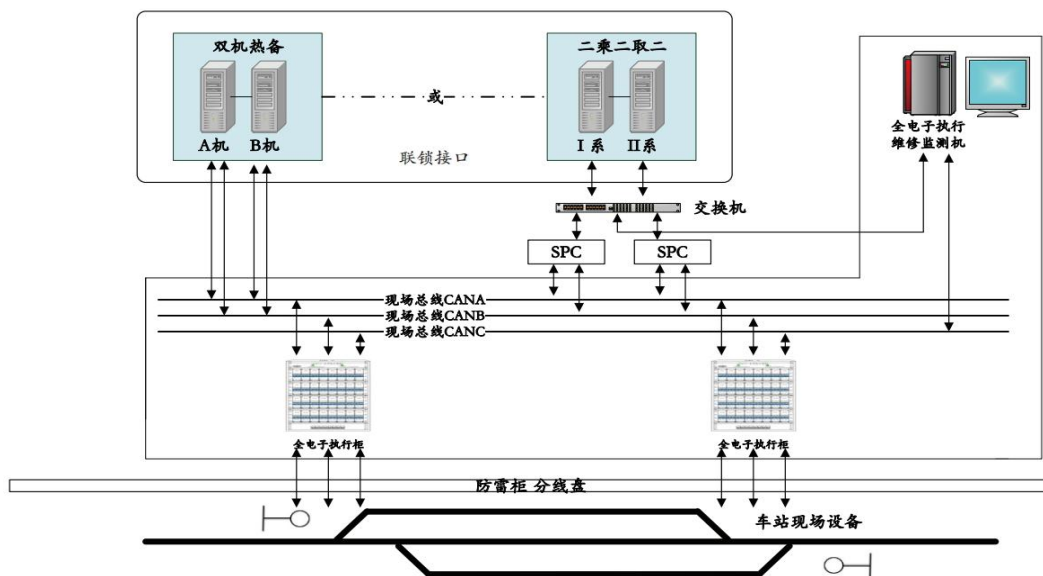


图 1 系统结构框图

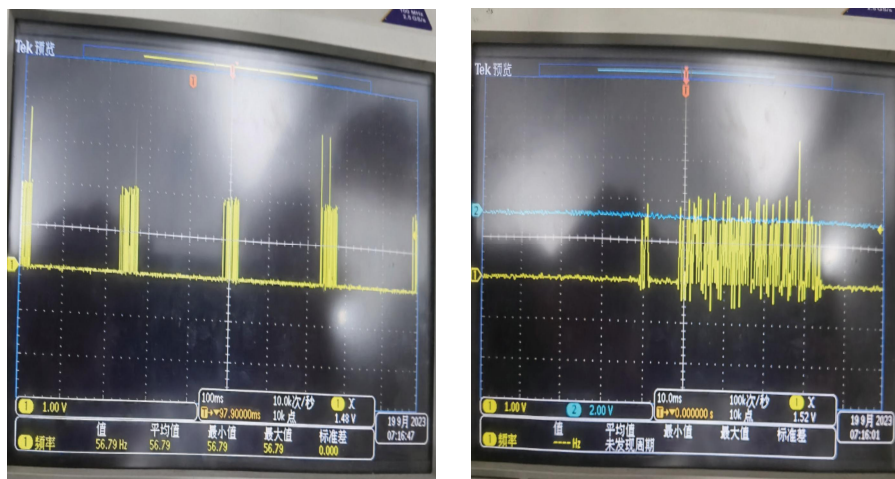


图 2 CAN 波形

④针对联锁反馈的基础信息，对数据包进行分析，发现 ARP 数据请求偏多，同时对维护机系统的网络端口进行了规范处理。处理前数据量为 230/682670，处理后数据量为 18/243919，同比下降约 80% 的数据请求。经过处理后相应的 ARP 数据请求有大幅度的减少，提高了网络通信的稳定性，见图 3。

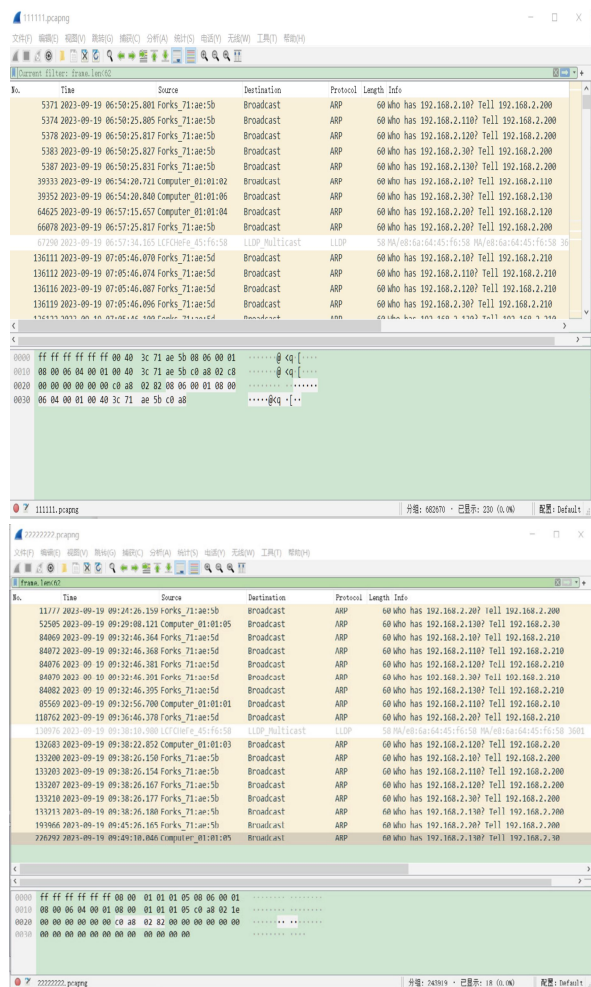


图 3 数据量

由于现场无测试平台及工具，SPC 模块主备切换电路未在现场试验；由厂家技术人员将换下来的 SPC 模块带回厂家进行测试验证。

3.3.2 厂家内部 SPC 模块测试

①同批次模块测试。前期发到东营西的 4 块 SPC 同批次共生产 30 块，公司剩余 22 块，对公司 22 块 SPC 测试，主备切换电路中的光耦 COSMO_V214 实测导通电流范围为 1.2~1.6mA 才能完全导通（实际电路设计中光耦开关导通

电流的最大值为 2.0mA），其中 1 块 SPC 实测导通电流为 2.1mA，超出了电路设计标准。

②现场返回模块测试。测试现场带回的 4 块 SPC 模块，编号（230808046080311021）的 SPC 模块为原 ZX3 柜 SPC-A 模块，经测试该模块主备切换电路中光耦开关 COSMO_V214 导通电流为 2.1~2.2mA。多次重复网络中断进行切换测试时（SPC 在本机网络异常，对方机网络正常时，会启动自主主备切换功能，主动释放自身的主控硬件电路），出现了不能正常主备切换的情况。更换该元器件后导通电流在 1.4~1.5mA，经重复测试验证测试主备切换功能均正常。

4 测试结论及防范措施

4.1 测试结论

①网络通信产生异常，导致 SPC 通信前置机模块自主进行主备切换；

② SPC 模块主备切换电路中光耦开关 COSMO_V214 导通电流超限，导致主机状态时出现占主无法释放，备机无法升主，造成执行机柜与联锁设备间通信中断，引起相关设备故障。

4.2 防范措施

①联系兰州大成厂家加强设备出厂检测，另外 SPC 出厂增加主备切换电路性能测试项；

②立即更换现场之前同批次的 SPC 模块；

③东营西站更换前两条总线的 SPC 模块，天窗点内排查第 3 条总线 SPC 模块；

④黄大线其他站在天窗内插拔网线模拟网络中断，验证 SPC 主备切换功能。

5 结语

自东营西站该起全电子执行单元故障发生后，运输生产部针对 SPC 模块故障且不能自动切换至备用 SPC 引发的大面积红光带、道岔失表。一是组织全员学习此类故障的处理方法；二是将联锁维护机故障信息纳入每日查看分析内容，周期与监测数据日分析同步，发现的问题记入监测数据分析本，并立即汇报。联锁维护机故障信息除天窗检查道岔、电源等应用报警外，其他应该为无，特别是出现各类仅在联锁维护机瞬间报警的情况，要高度重视，组织分析，积极查找。

参考文献

[1] 普速铁路信号维护规则[Z].中国铁道出版社,2015.
[2] 兰州大成铁路信号有限公司.LDJLZ-II型全电子执行单元维护使用说明书(V1.6)[Z].