

ZPW-2000A轨道电路与列控中心通信故障浅析

高 强

北京铁路信号有限公司 北京 102316

摘要: 随着客运专线的不断建设,铁路信号技术得到了显著发展,因ZPW-2000A轨道电路与列控中心通信故障引发的区段红光带现象偶有发生。本文以某站轨道区段闪红光故障为例,通过对轨道电路与列控中心的通信原理进行介绍,结合对现场故障数据的分析,归纳总结出一种该类故障的处理思路与方法。

关键词: 轨道电路; 通信; 故障数据

引言: 轨道电路和列控中心作为铁路信号系统的核心装备,在保障列车安全运行方面起着举足轻重的作用。为适应高速铁路列控系统的发展,计算机编码方式以其更加安全、可靠的特性取代了传统的继电器编码方式。目前在客运专线广泛采用列控中心编码方式,即列控中心直接编码并通过互为冗余的CANA、CANB总线将低频、载频信息传递给轨道电路,同时轨道电路也会将收集到的各轨道区段的空闲与占用信息传递给列控中心。可见当双方通信出现异常时,信息交互不完善很可能导致轨道电路出现红光带现象,进而影响铁路正常运营。本文以某站全柜闪红后自动恢复的案例,通过对现场故障数据的分析,对轨道电路通信故障的一般排查思路进行说明。

1 通信原理介绍

轨道电路与列控中心利用通信盘采用CAN总线通信协议来完成数据交换,其总线拓扑结构如图1所示。通信盘采用主、备冗余方式完成与列控中心及移频柜(发送器、接收器)的数据传输。通信盘与列控中心双系通过CANA、CANB冗余总线完成数据传输。通信盘与移频柜通过CAND、CANE冗余总线按成数据传输。通信盘通过CANC总线完成监测数据的单向传输。在移频柜内部CI-TC2型通信盘采用4总线结构与柜内设备的CAND、CANE通信端口进行连接,每个设备的通信端口分别来源于不同的通信盘的通信端口,构成冗余通信。

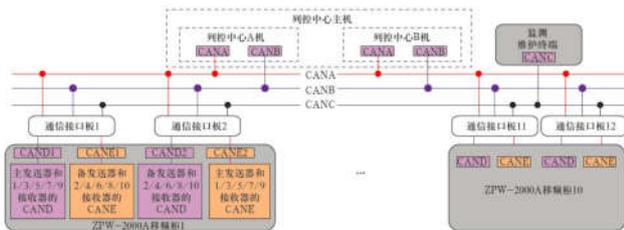


图1 CAN通信网络拓扑图

2 案例分析

2.1 故障描述

某站第3机柜在13:11:59时段出现柜内区段闪红光带故障。故障期间,第7位置(5079BG)备发送器持续故障,列控中心报该机柜CANA-CPU1故障。14:26更换故障的备发送器后故障恢复。

2.2 数据分析

2.2.1 区段状态

通过列控中心区段状态判断,13:08-14:20间3柜共计出现9次区段CAN通信状态为占用情况,每次CAN通信占用状态的时长约为1s,期间列控中心采集到的轨道继电器状态均为吸起,出现闪红光故障。柜内区段同步发生类似情况,如图3所示。因此可判断,此故障类型为列控中心与轨道电路间出现CAN通信故障,故障原因为列控中心与轨道电路间CAN通信占用导致区段闪红。

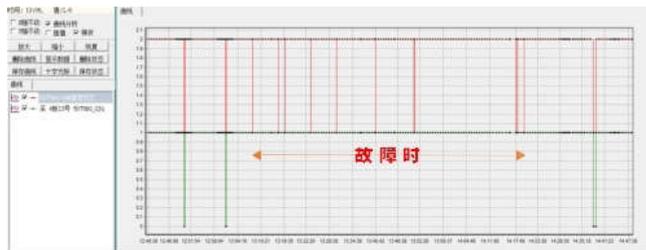


图2 列控中心区段状态

调阅轨道监测数据发现,该柜所有区段的轨道继电器一直保持为吸起状态,因此从轨道监测终端数据中未能看到区段状态为占用的情况。但通过轨道电路监测与列控监测数据时间比对,13:01:00-13:01:12故障发生前的一次列车正常占用,占用期间列控中心采集到的轨道继电器状态与通信盘上传列控中心的CAN通信区段状态是一致的。

2.2.2 设备情况

调阅报警轨道终端报警信息,备发送器于12:52:17故障,且处于持续未恢复状态,通过对CANC总线的原始数据查询,发现13:42:53后,备发送器输出电压输出为

无效值，持续发送FF数据，表明此时备发送器被移除，14:29:34，通信数据恢复，备发送器完成更换。

2.2.3 通信盘数据记录情况

调阅CANC总线原始数据，分别对故障时互为冗余的通信盘数据进行分析，发现自13:04:45后，移频柜3柜A通信盘CPU1未记录来自列控中心的编码帧数据，但记录的来自CAND、CANE总线的发送器、接收器数据帧正常。3柜B通信盘CPU2记录的来自列控中心的编码帧数据正常，记录的来自CAND、CANE总线的发送器、接收器数据帧正常。

2.2.4 通信盘重启情况

A通信盘于14:21:51-14:22:13间出现重启，具体表现为CANC总线的监测数据帧重新开始记录，包序号由00开始重新累积。与A通信盘相同，B通信盘于14:22:54-

14:23:05间出现重启，数据包序号由00开始重新累计。在A通信盘报警后，列控中心CANA-CPU1报警恢复。

2.2.5 闪红时刻数据情况

查阅了3柜所有区段的主轨输出电压、区段状态曲线，闪红时段内未发生轨道区段状态异常占用情况。

通过以上分析可知，得出结论如下：

- A通信盘CPU1不能记录列控中心的编码帧，出现了通信故障。但B通信盘能够正常完成数据的记录。
- 闪红故障时段，轨道电路无异常占用情况；
- 备发送在故障前已经出现通信故障，断开故障发送器，通信故障并未恢复；
- 重启A、B通信盘，并更换备发送器后，故障未再发生。

综合数据分析结果，故障过程总结见图3：



图3 故障过程总结

3 故障原因分析

根据国铁集团当前规范要求，列控中心和轨道电路的维护机均未对CANAB总线上各个CPU的底层工作数据进行全面完整的记录，因此通过现有监测数据，结合一些故障场景和理论可能性分析，初步判断原因如下：

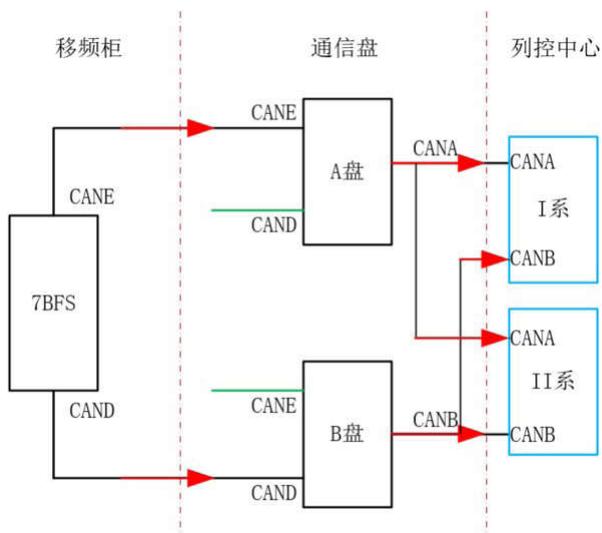


图4 数据流向

3.1 数据流向

如图4所示，A、B通信盘的两个CPU数据中包含来自7BFS的两个CPU数据，该数据可能为故障数据。每个通信盘的CPU1对应接收CAND、CANE总线连接的发送器、接收器的CPU1数据，通信盘CPU2接收发送器、接收器的CPU2数据。A通信盘打包数据后向CANA总线发送，B通信盘打包数据后向CANB总线，最终由列控中心接收并运算区段状态。

a) 发送器故障对CAND、CANE通信数据的影响

发送器FPGA、晶振故障后，可能导致CPU工作频率不稳定，CAN总线上发送ACK信号时机偏移，与总线上其它设备通信时隙重叠，导致短时通信失败，增大总线误码率。CPU同时连接CAND和CANE总线，出现上述故障时，两条总线会出现无效或中断的现象。

3.2 通信盘CPU数据打包方式

CAND、CANE两条总线分别含有连接的整柜设备（发送器、接收器）的两个CPU数据，通信盘对数据进行打包转发。根据数据分配，通信盘CPU1打包设备的CPU1数据，CPU2打包设备的CPU2数据。通信盘对两个CPU

的数据打包进行比对,为防止错误数据转发至 CANA、CANB总线,目前采取的方式为:当双CPU判断不一致时,使出现无效或中断的数据CPU的整包数据按占用或停止发送处理,导向安全侧,即在 CANA、CANB总线上可能出现: CANA总线上缺少CPU1的数据而CANB总线上存在CPU1的数据导向了安全侧状态即占用状态。

3.3 列控中心对 CANA、CANB 数据处理

根据《高铁列控中心接口暂行技术规范》(铁总运[2015]75号)要求,列控中心优先选取CANA数据运算,CANA数据中断后才会转向CANB数据进行判断,最终得出区段状态。当故障发生,CANA数据中CPU1数据丢失,列控中心判断CANA总线CPU1故障,列控中心使用CANB总线中CPU1的数据与CPU2进行取2较,而此时CANB总线CPU1的数据为占用状态,最终得出区段状态为占用,出现整柜红光带情况。

4 总结:结合现场故障现象分析,设备内部FPGA、晶振故障后,可能导致对CAND、CANE总线误码率升高,出现数据无效或中断情况。由于目前的通信盘在数据打包、安全比较机制强调安全性,取2机制过于严格,导致双CPU对比后,出现单CPU整柜数据占用或中断情况,最终在列控中心侧出现CAN通信与继电器采集

不一致后,整柜判断为红光带的情况。针对目前分析到的可能出现的情况,对通信盘数据打包取2机制进行优化,能够防止特殊场景下的单设备故障后此类故障的发生。通过功能分析和对比测试,安全认证版和优化版通信盘能够按照上述逻辑、避免该类问题出现。因此建议发生过该类的问题的线路进行通信盘软件升级,预防因本文分析的故障原因引起的整机柜红光带问题。

结束语:本文通过一次现场故障案例,对轨道电路与列控中心通信的方式和原理进行了深入分析,可便于设备维护人员更好的理解并掌握其工作逻辑和技术特点,并以此故障方法为基础,归纳总结出同类故障的处理方法,提升故障判断的及时性和准确率,减少对铁路运营产生的影响。

参考文献

[1]中国铁路总公司.铁总运[2015]75号高铁列控中心接口暂行技术规范[S].北京:中国铁路总公司,2015.

[2]丁福顺.高铁ZPW-2000K型轨道电路通信单元的原理分析[J].铁道通信信号,2013.

[3]黄宗庆.列控中心接口故障分析[J].高速铁路技术,2016,7(2):1-5.