

CRH380B系列动车组网络模块故障研究分析

鞠 山

济南局集团公司 山东 济南 250001

摘 要: CRH380B系列动车组Compact I/O、PT100模块是网络系统的重要组成部分,承担着各控制系统工作状态的监控及列车控制指令的传输。但在动车组日常运用中,模块故障率较高,产生的故障现象较多,对正常行车带来诸多影响。本文对Compact I/O、PT100网络模块功能、作用进行了介绍,同时汇总历年来故障案例,研究降低模块故障率的措施,为动车组安全运行提供有力保障。

关键词: 模块;故障;干扰

1 CRH380B 系列动车组网络模块概况

1.1 输入/输出模块Compact I/O

1.1.1 模块功能

集成的输入、输出装置,带固定数量的输入、输出通道,安装在每节车辆和头车的电气柜里,接收司机室发出的特定信号(如按钮、开关、指示器、断路器、编码插件和主控制器发出的信号)。Compact I/O模块有三种电压供电方式:24V、37.5V和110V。CRH380系列动

车组使用的是110V输入电压供电方式。

1.1.2 模块分布

CRH380B型动车组1、8车有10个Compact I/O模块,其中1个位于电气柜内、1个位于司机室左侧、1个位于司机室右侧、1个位于左侧HMI后侧、1个位于右侧HMI后侧。其余每辆车只在电气柜中有1个Compact I/O模块。

1.1.3 模块作用

表1 模板的名称和功能

模块名称	对应空开	对应车号	主要功能
24-T11	24-F13	1-8	(1) 所有车车辆编码识别 (2) 61(客室空调系统)、28(制动控制系统)、32(低压蓄电池系统)、45(PIS系统)、43(安全环路系统)、49(火灾报警系统)、80(塞拉门系统)、52(内部照明系统)、64(辅助加热系统)、76(水系统)、44(数据通讯系统)、52(内部照明系统)功能组空开反馈信号监控 (3) MVB信号传输
24-T12	24-F16	1、8	(1) 32(低压蓄电池系统)、44(数据通讯系统)、21(受电弓、主断控制系统)、28(制动控制系统)、42、43(安全环路系统)、51(外部照明系统)、22(驱动控制系统)功能组空开触点反馈信号监控 (2) 司机室开关反馈信号监控 (3) MVB信号传输
24-T13	24-F16	1、8	(1) 22(驱动控制系统)、28(制动控制系统)、43(安全环路系统)、44(数据通讯系统)、21(受电弓、主断控制系统)、32(低压蓄电池系统)功能组继电器触点反馈信号监控 (2) 空开触点反馈信号监控 (3) MVB信号传输
24-T14	24-F14	1、8	(1) 22(驱动控制系统)、71、80(塞拉门系统)、21(受电弓、主断控制系统)功能组继电器触点反馈信号监控 (2) 司机室开关反馈信号监控 (3) MVB信号传输
24-T15	24-F15	1、8	(1) 21(受电弓、主断控制系统)、22(驱动控制系统)、72、80(塞拉门系统)功能组继电器触点反馈信号监控 (2) 司机室开关反馈信号监控 (3) MVB信号传输

1.2 温度采集模块Compact PT100

1.2.1 模块功能

Compact PT100模块是输入装置,使用PT100铂电阻温度传感器接收温度信号,根据温度变化导致电阻变化

原理测量温度。Compact PT100模块输入电压为110V，内部工作电压为12V，主要采集电机温度、转向架轴温、车载电源变压器温度、开关柜温度。温度传感器是一个模拟信号，它将采集的信号传到Compact PT100模块中，Compact PT100模块相当于一个PLC，经过简单的+*/计算就可以得到相应的温度值^[1]。

1.2.2 模块分布

CRH380B型动车组每节车辆上电气柜内都有2个Compact PT100，其中1个供电方式为DC 110V BN2/BD供电，另一个为DC 110V BN1供电。

2 网络模块故障情况

统计2017年至2019年全路CRH380B系列动车组网络模块故障数及故障率，Compact I/O模块故障共266件，百万公里故障率0.4件；Compact PT100模块故障共196件，百万公里故障率0.29件。统计分析故障虽然呈下降趋势，但与其他关键配件相比其故障率仍较高。按故障原因分：Compact I/O模块通讯故障、24V电源短路故障为主要原因；Compact PT100模块通讯故障、数据采集故障为主要原因，具体如下图所示：

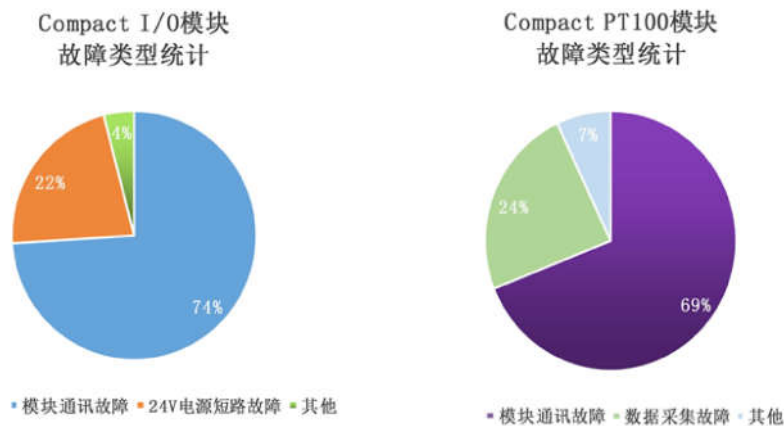


图1 Compact I/O模块故障类型统计 图2 Compact PT100模块故障类型统计

按故障发生工况分：Compact I/O模块故障在动车组初上电时发生占比最高，其次为动车组运行中；Compact PT100模块故障在动车组初上电时发生占比最高，其次为

动车组运行中。两种模块故障多发时的工况相同，后面依次为动车组上电静置及高压提供与辅助启动时，具体如下图所示：

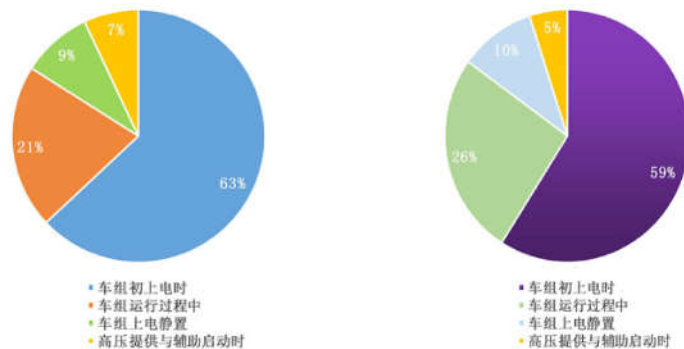


图3 Compact I/O模块故障发生工况统计 图4 Compact PT100模块发生工况统计

3 网络模块故障原因分析

3.1 模块通信故障分析

3.1.1 受外部110V电源线干扰，内部电源模块锁闭保护，导致模块内部无法进行正常供电，引起模块通讯故障。此原因导致的模块通讯故障可重启恢复，模块电磁兼容试验时故障复现。

3.1.2 受外部信号线、电源线上电流波动影响，模块

内部芯片、处理器处于持续复位状态，无法配置模块地址，引起模块通讯故障。此原因导致的模块通讯故障可重启恢复，符合模块通讯故障现象。

综上所述：通讯故障受模块电源线、信号线上电磁干扰，引起模块内部电源模块、通讯模块工作异常，导致模块发生通讯故障。

3.2 24V电源短路故障分析

Compact I/O模块内部共有4路直流24V电源输出,各自拥有短路(过流)保护机制。Compact I/O模块检流电路设定阈值较低,当24V电源输出电路上出现过流电流,且持续时间超过了过流响应时间,模块受到电源线或信号线上的偶发干扰,在没有发生电源短路故障的情况下,误报24V电源短路故障。

3.3 电磁兼容试验

为了验证以上故障原因,主机厂进行了动车组静、动态电磁兼容试验,最终得出以下结论:

3.3.1 当Compact I/O模块与Compact PT100模块电源线浪涌较大的情况下,会引起模块内部电源模块、通讯模块工作异常,导致模块发生通讯故障。

3.3.2 动车组处于上电断电、合主断、过分相等工况时,Compact I/O模块与Compact PT100模块电源母线、24V电源线、接地线处存在一定瞬态电磁干扰,结合模块电磁兼容试验发现,上述干扰是造成模块通讯故障、电源短路故障的主要诱发原因。

4 解决方案

4.1 已实施方案

4.1.1 缩短Compact I/O模块与Compact PT100模块地址编码接线,降低地址信号干扰。

4.1.2 Compact I/O模块与Compact PT100模块电源线增加夹式磁环,降低供电干扰。

4.1.3 缩短Compact I/O模块24V电源线长度,降低供电干扰。

4.2 正在实施方案

4.2.1 针对电源线浪涌等干扰导致Compact I/O模块与Compact PT100模块发生通讯故障情况,使用抗干扰滤波装置进行优化。

4.2.2 参考现有模块内部结构,重点针对提升Compact I/O模块与Compact PT100模块抗电磁干扰性能,设计和研制自主化网络模块用于原有模块的对等替换。

4.2.3 针对Compact I/O模块易受外部干扰误报电源短路问题,对模块内部检流电路进行硬件整改,研究设计模块整改与检修相结合的方案。

4.2.4 针对Compact I/O模块与Compact PT100模块电源线上存在着电压浪涌、瞬态尖峰与顺变脉冲等干扰情况,研制抗干扰滤波装置。

结束语:

模块电源线增加抗干扰滤波装置计划完成全部运用考核后,结合动车组运用情况开展滤波模块装车工作,并根据运用结果开展后续整治工作^[2]。

自主化网络模块运用考核计划完成第二批20列CRH380B型动车组运用考核装车工作后,2022年完成全部运用考核工作。后续主机厂将开始采购自主化网络模块作为备件,结合故障修逐步替换西门子网络模块。

参考文献:

- [1]刘新海.CRH3型动车组网络控制系统常见故障及其改进措施[J].铁道技术监督,2014(2):24-26.
[2]高枫,赵红卫,黄志平,王立文.高速动车组列车网络控制系统自主化研制及应用[J].铁路技术创新,2015(2):77-82.