

2. 数据分析

查看 WTD 数据，故障时刻列车牵引单元的数量发生变化，由 4 变为 1，持续 200ms 后再由 1 变为 4，可判断网络系统发生了 WTB 初运行，WTB 初运行时刻数据清零，HMI 接收 WTB 故障数据发生跳变。

时间	列车中牵引单元的数量
2018/7/29 6:30:09	4
2018/7/29 6:30:09	4
2018/7/29 6:30:09	4
2018/7/29 6:30:10	1
2018/7/29 6:30:10	1
2018/7/29 6:30:10	4
2018/7/29 6:30:10	4
2018/7/29 6:30:12	4
2018/7/29 6:31:10	2
2018/7/29 6:31:11	2
2018/7/29 6:31:11	2
2018/7/29 6:31:11	4
2018/7/29 6:31:11	4
2018/7/29 6:32:57	1
2018/7/29 6:32:57	4
2018/7/29 6:32:57	4

图 2 列车牵引单元数量变化记录

三、原因分析

1. 原理分析

(1) 网络初运行逻辑

WTB 初运行定义：当联挂解联或重联车运行途中端节点（两端头车网关）丢失导致列车编组改变时，WTB 网关要重新配置 WTB 总线，这个进程称为 WTB 初运行。

CR400AF 型动车组两列车重联运行时，WTB 总线上会存在 4 个网关节点（分别位于 4 个头车），每个网关将自身的生命信号发送到 WTB 总线上，4 个网关均从 WTB 总线接收各个网关的生命信号，并检测生命信号的变化情况，WTB 主节点交替轮询两个端节点（向端节点发送请求帧，并接收端节点的存在响应帧），50 毫秒轮询一次，若连续超过 3 次（软件优化后改为 10 次）收不到端节点的响应，判

断网络不完整，发生初运行。

(2) 受电弓网络控制逻辑

当网络判断车辆状态满足如下条件时，网络控制输出升弓指令：

①主控钥匙有效。

②主控端发出升弓操作指令。

③待升起受电弓未被切除。

④受电弓可用（无受电弓位置同列车编组不一致信号、受电弓控制器通信正常、受电弓严重故障信号无效）。

⑤全列 VCB 处于断开状态。

⑥非紧急牵引模式、非回送发电模式。

受电弓位置同列车编组不一致：受电弓控制器根据网络发送的本单位牵引单元位置和联解信号判断，如果联解信号有效，而全列少于 4 个牵引单元时，给网络反馈受电弓位置同列车编组不一致信号。

2. 结论

故障时刻网络系统发生初运行，受电弓控制器接收到的牵引单元数量由 4 个变为 1 个，同时又接收到重联信号。此时受电弓控制器给网络反馈受电弓位置同列车编组不一致信号，网络封锁受电弓升弓指令，操作升弓时受电弓无法升起。更换 203601 车网关和 203701 车网关后正常。

四、案例总结

1. 故障统计分析

统计 CR400AF 型动车组 WTB 初运行故障如下表所示：

序号	发生日期	重联编组	故障描述
1	2017 年 11 月 10 日	2021+2025	闪报“受电弓位置同列车编组状态不一致（代码 3209）”、“保护接地闭合空开断开（代码 3258）”、“保护接地断开空开断开（代码 3257）”、“牵引控制单元方向指令异常（347B）”，HMI 屏辅变闪变“？”号，司机台停放缓解按钮灯闪。
2	2017 年 12 月 08 日	2004+2017	闪报“保护接地闭合空开断开（代码 3258）”、“保护接地断开空开断开（代码 3257）”，HMI 屏出现页面瞬间切换闪烁现象，操纵台按钮出现亮灭闪烁现象。
3	2018 年 01 月 27 日	2014+2023	闪报“受电弓位置同列车编组状态不一致（代码 3209）”、“保护接地闭合空开断开（代码 3258）”、“保护接地断开空开断开（代码 3257）”，HMI 屏辅变闪变“？”号，司机台停放缓解按钮灯闪。
4	2018 年 3 月 24 日	2043+2046	闪报“网络 WTB 通信故障（代码 626E）”。
5	2018 年 7 月 08 日	2049+2050	闪报出“网关 B 通信故障（代码 6201）”、“网络 WTB 通信故障（代码 626E）”。

上述故障均发生在重联动车组，进一步分析发现，WTB 初运行故障是由于 WTB 总线受电磁干扰导致的，同时当 WTB 主节点与其他节点初运行动作不同步，初运行前 WTB 主节点未参与 WTB 初运行时将报出网络 WTB 通信故障。

为解决此问题，提出以下整治方案：

优化 WTB 网关底层软件初运行逻辑，将引起 WTB 初运行的端节点丢失次数判断由 3 次(150 毫秒)改为 10 次(500 毫秒)，增加容错能力；优化 WTB 网关底层软件，提高网关对波形脉宽波动的允许范围（由 5/16 优化成 3/16，即从 16 个脉宽取 5 个采样点变为 3 个采样点），提高脉宽变化的容错能力；优化 WTB 初运行时序动作逻辑，网关收到初运行请求帧时同时触发 4 个节点的初运行，确保所有的 WTB 节点都参与到 WTB 初运行。

2. 应急处置方面

CR400AF 型动车组运行途中发生网 WTB 通信故障，若故障闪报，维持运行。若故障持续，司机施加常用制动停车，通知随车机械师。

随车机械师通过 HMI 屏确认故障状态。进行 CCU 复位操作，若故障消除，正常运行；若故障未消除，操作蓄电池断电复位；若故障消除，正常运行；若故障未消除，进行 WTB 线缆紧固状态检查。检查各车网关 WTB 线缆的紧固状态，若线缆松动，则紧固线缆。若故障消除，正常运行；若故障未消除，则紧急牵引模式运行。