

淮安现代有轨电车制动系统故障排查

文/中车株洲电力机车有限公司 文 英

淮安现代有轨电车是超级电容储能技术与100%低地板技术完美结合的产物，动力充足，最高运行速度可达70 km/h；刹车制动时，能将85%以上的动能转化为电能反馈到超级电容存储再使用，实现绿色节能环保。

淮安储能低地板有轨电车采用四模块编组，三动一拖。编组形式为 $=Mc1+T++M+Mc2=$ ，其中“=”指车钩，“+”指单铰接装置，“++”指双铰接装置，Mc车为带司机室的动车模块，T车为拖车模块，M车为动车模块。动车均采用被动式液压制动单元，拖车采用主动式液压制动单元。

液压制动系统组成

列车配有4套制动系统，即动力转向架上的电制动、动力转向架上的液压被动式弹簧制动、非动力转向架上的液压主动式盘式制动和所有转向架上的磁轨制动。

液压制动系统主要设备如下。

1) 液压控制单元。液压制动系统控制部件分为2种，即动车上的阀控单元和拖车上的制动控制单元（简称BCU）。动车上的阀控单元安装在牵引箱内，可以接收从车辆控制单元传来的制动指令，并对液压单元内的比例电磁控制阀

进行控制。拖车上的制动控制单元接收从车辆控制单元传来的制动指令，对液压单元内的各种元件进行控制。同时接收速度传感器信号，对拖车的液压制动系统进行防滑控制。

2) 液压单元。液压单元为液压制动系统的液压供应和压力控制单元。可通过该单元控制制动施加和缓解。每节动车车底侧边装有一套被动式液压单元，控制两个液压夹钳的动作。每节拖车车底侧边装有两套主动式液压单元，每套分别控制前后两个夹钳的动作。

3) 基础制动装置。动力转向架上每侧装有一套被动式制动夹钳和制动盘，制动盘装于电机轴上，制动夹钳固定于齿轮箱上。非动力转向架每轮外侧装有一套主动式制动夹钳和制动盘。

4) 磁轨制动器。每个转向架两侧都装有一套磁轨制动器，悬挂于转向架构架上，位于一侧前后两车轮之间。

制动系统故障排查

1. 故障描述

在对淮安现代有轨电车的液压制动系统进行静态调试时，发现制动软件下载完成后连上电脑可以看到软件版本，但在司机室的HMI界

面上无法显示制动BCU版本号，且HMI主界面BCU设备和网络BCU设备都报红（表示制动系统有故障）。

2. 故障排查

从故障现象初步分析，车辆网络和制动系统都有故障，两者之间存在因果关系，可能由同一个原因引发的不同故障现象，采用调试排除法锁定故障方向。

1) 重复下载软件后，HMI仍无法显示BCU版本号，确定不是软件下载原因。

2) 针对BCU上所报出的故障代码对相应模块进行置换，故障现象仍未消除，排除制动模块质量问题。

3) 把故障车的制动控制单元（BCU）与无故障车的进行对换，置换的BCU设备在无故障车上一切正常，排除BCU设备本身问题。

4) 对车辆与BCU系统相连的所有电缆进行检查，发现BCU设备的电源插头X1活动端的1点对2点有DC 24 V，对插后发现X1插头第3点对应的另一端接到+S1-99-X2-2端子排的第18点，测量18点对地无DC 15 V，但将此电缆从端子排18点挑出后测量此电缆对地有DC 12 V。初步判断该端子排的18点与端子排其他电缆的支路存

在短路现象，导致BCU内部保护后禁止输出，故障现象为HMI上查看不到软件版本且BCU设备报红。

3. 故障分析

深入检查后发现在T车客室+S1.23-X21插头的f5点与f6点在活动部分的插针互通，此电缆为同一束多芯电缆（L172S123C001），另一端连接到车下速度传感器的固定端。通过对多芯线屏蔽层处理的地方进行检查，未发现电缆割破皮与屏蔽层触碰的现象；同时退出插针也未发现压接有毛刺或异常，最终判断该多芯电缆从客室到车下布线过程中某处电缆损伤后导致多

芯电缆之间破皮使得f5和f6两点互通，如图1所示。

将+S1.23-X21插头对插好后，f6点连接到BCU的X5的Z32点，输出到+G5=28-B02速度传感器的第2点，为M接地信号。而f5点接到BCU设备X1的第3点（输出速度传感器电源DC 15V），因为此多芯电缆中间出现破损，使f5点与f6点互通，导致DC 15V电源输出直接对地短路，短路故障使制动控制单元（BCU）进行自我保护，不接受任何输入输出信息，所以软件版本看不到且HMI主界面BCU设备和网络BCU设备都报红。

如图2所示。

经电工拆线后发现，此多芯电缆在从客室到车下的布线路径过程中有一处电缆表皮已经出现破损，更换合格电缆后所有故障全部消失，液压制动系统显示一切正常。如图3所示。



图3 多芯电缆破损

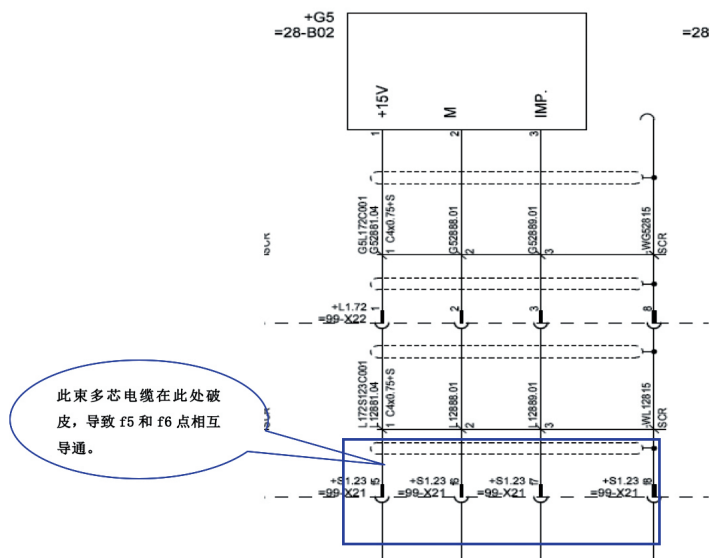


图1 速度传感器部分的原理图

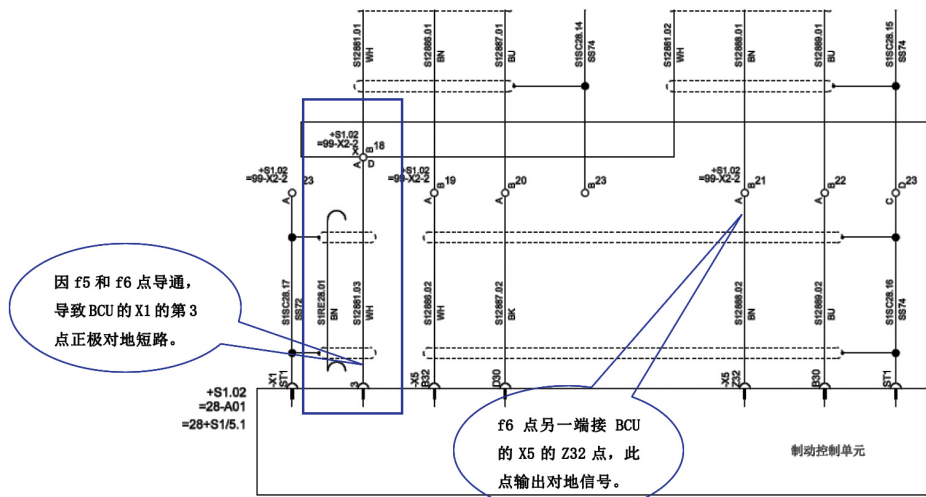


图2 BCU部分的原理图

结束语

引发此次制动系统故障的直接原因为电工在布线过程中使用斜口钳剪断扎带时受操作空间及光线的因素因个人原因操作不当造成电缆破皮损伤，多芯电缆之间相互导通，通电调试后HMI显示制动控制单元报红。因此多芯电缆布线位置特殊，布线并未经过金属线槽，同时多芯电缆各多芯线之间属于同电压等级且未完全被剪断，导致车辆调试前的校线、耐压工序无法提前排查出电缆破损问题，属于隐性故障。这就要求调试人员在排查故障时除了需要具备专业的制动调试知识，也需要了解电工布线工艺，了解电工工具及存在的操作风险。希望通过此故障的分析及排查过程能让淮安项目现代有轨电车的相关售后、调试人员积累车辆调试经验，提升排故技能，达到准确、快速排故。EA