

# 城市轨道交通某型车辆轴温检测系统 误报隐性故障问题研究

邱作成 刘杰 张艳明 夏鹏

(中车长春轨道客车股份有限公司,130062,长春//第一作者,硕士研究生)

**摘要** 某型城市轨道交通车辆由 A 型轴温检测系统升级为 B 型轴温检测系统后,中央控制单元数据中频繁报出头车 3/4 轴头 CAN1/2 路隐性故障,通过更换端部接线箱连接器相应公、母针可解决故障问题。通过对连接器内部针位排布规律、连接器插针插拔力检验数据、连接器安装结构进行综合分析,以及对 B 型轴温系统工作原理和安装结构进行分析,判断是由于连接器线缆无可靠固定、连接器受车体振动影响、内部插针插拔力不足造成接触电阻异常,进而引起误报隐性故障问题。优化解决方案为:在车下线槽盖板上焊接固定支架,对车下的以连接器悬线进行固定,避免振动对连接器的影响。

**关键词** 城市轨道交通;车辆;轴温检测系统;故障误报

**中图分类号** U260.331\*1

**DOI:**10.16037/j.1007-869x.2021.01.044

## Research on Problem of Certain Urban Rail Transit Vehicle Misreporting Hidden Failures in Axle Temperature Detection System

QIU Zuocheng, LIU Jie, ZHANG Yanming, XIA Peng

**Abstract** After the axle temperature detection system of a certain type of urban rail transit vehicle is upgraded from type A to type B, the hidden fault of 3/4 axle CAN 1/2 circuit of the first vehicle is frequently reported in the data of the central control unit, and the fault problem is solved by replacing the corresponding male and female pins of the terminal junction box connector. Through comprehensive analysis of the arrangement rule of the pin position inside the connector, the test of the insertion and removal force of the pin, the installation structure of the connector, and the working principle and the installation structure of B type axle temperature detection system, it is judged that the contact resistance is abnormal due to lack of reliable fixation of the connector cable, connector being affected by vehicle vibration, and insufficient insertion and removal force of the pin inside, which leads to the problem of false alarming hidden fault. The optimization solution is derived to be, welding the fixed bracket on the cover plate of the vehicle download

groove, and fixing the suspension wire passing through the connector to avoid the influence of vehicle vibration on the use of the connector.

**Key words** urban rail transit; vehicle; axle temperature detection system; fault false positives

**Author's address** CRRC Changchun Railway Vehicles Co., Ltd., 130062, Changchun, China

某型城市轨道交通车辆自上线运行以来,轴温检测系统的误报警故障对车辆正常运营造成了很大影响。针对这一问题,中车长春轨道客车股份有限公司研发团队制定整改方案,将 A 型轴温检测系统改造为 B 型轴温检测系统。改造后,该型车辆运营故障率大幅下降。为进一步提前预判故障风险,需结合数据进行分析,提前判断隐性故障信息。通过对 B 型轴温检测系统数据的长期跟踪研究发现,对于头车 3/4 轴头 CAN1/2 路隐性故障问题,更换轴温主机至传感器之间的信号传输线缆后该故障消除;经进一步研判发现,更换端部接线箱连接器相应公、母针也可解决该故障问题。本文对该问题进行研究,并提出解决该问题的结构优化方案。

## 1 B 型轴温检测系统工作原理

该型车辆 B 型轴温检测系统对全列轴端轴承进行温度监控,将监控温度值实时传输给列车网络控制系统,当发生轴端轴承温度达到预警限值和报警限值时,经列车中央网络控制单元判断后,将故障信息以屏幕故障提示、屏幕声光提示的方式向司机提示故障信息<sup>[1]</sup>。

B 型轴温检测系统主要包含 8 台轴温主机和 64 根带备份的轴温传感器,传感器采用 PT1000 铂电阻传感器。B 型轴温检测系统框图如图 1 所示。

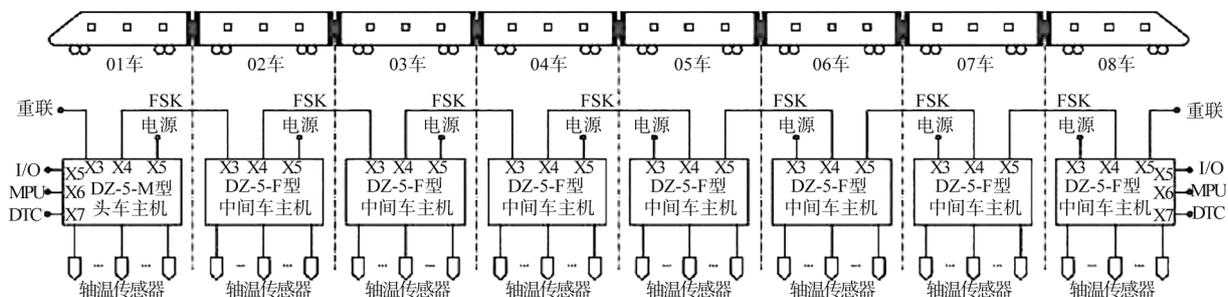


图1 B型轴温检测系统框图

8台轴温主机串联在CAN（控制器局域网）通信线路上，由头车的轴温主机与列车中央网络控制单元进行通信，列车中央网络控制单元通过判据记录轴温主机发生的故障信息或轴温主机传输传感器异常信息，并记录在FLASH芯片中。数据下载后可对数据进行分析查询。轴温主机具备数据记录功能，当传感器发生开路、短路等故障信息，可记录并可通过下载数据进行分析查询。

轴温主机与传感器之间通过低压线缆和连接器连接，轴温主机输出恒压源，通过采集反馈的电流判断传感器阻值。PT1000铂电阻传感器采用冗余设计，单路通信的异常、短路、断路信息会被记录到数据中；若冗余的两路均发生故障，列车网络控制系统会做出轴温显示异常、轴温预警或报警的判断。

## 2 误报隐性故障问题原因分析

### 2.1 误报隐性故障与轴温检测系统关系分析

根据数据分析发现，装载有A型轴温检测系统的车辆，其中央控制单元数据中未报出头车3/4轴头CAN1/2路隐性故障，隐性故障信息仅出现在装载有B型轴温检测系统车辆的中央控制单元数据中。经调研发现，将A型轴温检测系统改造为B型轴温检测系统进行了如下优化：

1) 采用独立轴端温度传感器，优化了传感器内部结构，可避免传感器内部故障。

2) 取消了轴端连接器，采用温度传感器直接连接至接线排方案，避免了轴端连接器不稳定导致信号丢失问题。

3) 取消了中间数据处理器，采用单车轴温主机直接接收信号方案，避免了中间数据处理器及连接器不稳定导致信号丢失问题。

其中一项重要优化是B型轴温检测系统取消了中间数据处理器。中间数据处理器的作用是将轴温的连续变化的模拟信号转化为数字信号，并把数

据上传给主机的一种电子设备，可以识别编号，采集4路模拟传感器的轴温数据，进行数据处理和开、短路判断等运算，把真实的轴温数据通过CAN发送给主机。B型轴温检测系统的主机直接连接传感器，由主机集成中间数据处理器模数转换功能，由此可以初步判断B型轴温检测系统误报隐性故障的原因与信号传输有关。

### 2.2 端部接线箱连接器对温度信号传输造成影响的原因分析

对多起隐性故障处理情况分析发现，通过更换轴温主机和传感器之间的端部接线箱连接器相应公、母针可消除故障，由此可判断端部接线箱连接器对温度信号传输造成了影响。端部接线箱连接器的公、母针负责传输电流信号，初步判断是由于连接器故障导致电流信号传输受到影响。

连接器广泛应用于航空、航天和武器装备的各类电子系统中，用于实现电气连接和信号的传递。保证电连接器的可靠性和安全性对保证电子系统的可靠性和安全性至关重要。电连接器是完成电信号的传输和电路导通的基础组件，一般电子系统或电气设备正常工作都需安装多种电连接器。电连接器使设备在使用环境下能实现电路连接可靠、信号传递准确，并能实现相应的功能。电连接器最主要的失效方式为接触失效，接触失效表现形式为接触端子断裂、接触电阻增加、接触对之间产生瞬断现象<sup>[2]</sup>。结合连接器失效可能性分析，对发生故障的端部接线箱连接器进行检查，发现无接触端子断裂情况。

为进行进一步分析，将连接器公、母针发往国内外检测机构进行分析。意大利ITT公司对返回该公司的同一连接器的5根公、母针进行插拔力分析，其中1根公、母针插拔力为0.21N，未达到0.4~3.0N的标准值范围。

为识别公、母针插拔力偏小是否为普遍现象，选取2014年和2018年出厂的两列车，更换部分车端

连接器再次返回意大利 ITT 公司分析。对比发现,2019 年出厂车组车端连接器公、母针插拔力均在正常范围内,母针无扩孔现象;2014 年出厂车组个别车端连接器公、母针插拔力不在正常范围内,且连接器母针存在扩孔情况。

### 2.3 端部接线箱连接器插拔力不足原因分析

通过对发生误报隐性故障车组的现场故障处理情况进行调研,并对连接器针位进行分析发现,轴温隐性故障涉及到端部接线箱连接器的 G 针、F 针、R 针、H 针。通过对比连接器针位排布图纸,确定 G 针、F 针、H 针均位于连接器的上部和下部(见图 2),具有一定的规律性。

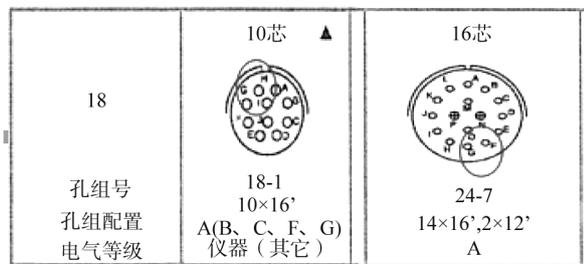


图 2 连接器针位图

对布线排布进行分析发现,头车车端 ZSB 区域轴温线束悬空过长,缺少固定。此种情况下,电连接器在使用过程中不可避免受到振动影响,插针与插孔之间的配合也会受振动影响,接触压力因为振动会相应降低。当使用环境中的振动力大于插针与插孔之间的接触压力时,插针与插孔之间的接触压力会瞬间变为零,发生瞬断现象,电连接器使用环境中受到的振动压力越大越容易发生瞬断现象<sup>[3]</sup>。

由上述分析可知,端部接线箱连接器长期受振动影响,尤其是振动产生的纵向应力对连接器性能产生了很大影响,使连接器组件上下部针位母针扩张,导致连接器插拔力不足。

### 3 误报隐性故障问题解决方案

为了解决该型车辆 B 型轴温检测系统轴温数据误报的隐性故障问题,研究在头车下端增加支架,使用头车车端布线槽支架的螺栓,对支架进行紧固安装,以此方式固定端部接线箱连接器悬空线缆。

通过实验室强度计算分析发现,由于悬臂过长,

造成支架强度不足,因此进一步对支架进行优化,采用焊接方式将支架固定在线槽板上,进一步减小悬臂长度。

对线槽盖板冲击与随机振动疲劳进行仿真分析,对线槽盖板局部结构进行冲击及随机振动疲劳分析,不考虑线槽结构模态影响,分析结论如下:

1) 纵向冲击下产生最大 Von-mises 应力值为 6.086 MPa,小于材料屈服极限 170 MPa,安全系数为 27.93;

2) 横向冲击下产生最大 Von-mises 应力值为 14.145 MPa,小于材料屈服极限 170 MPa,安全系数为 12.02;

3) 垂向冲击下产生最大 Von-mises 应力值为 10.327 MPa,小于材料屈服极限 170 MPa,安全系数为 16.46;

4) 线槽盖板在垂向、纵向、横向加速度激励下,累积损伤最大值为 0.000 124 074,小于损伤阈值 1,满足振动疲劳寿命要求。

### 4 结语

针对某型城市轨道交通车辆 B 型轴温检测系统轴温数据误报隐性故障问题,通过对比 A 型轴温检测系统、分析连接器组件内部针位排布规律,以及对连接器插针插拔力进行检验、对连接器安装结构综合分析,判断该隐形故障是由于连接器线缆无可靠固定,连接器受车体振动影响,导致内部插针插拔力不足造成接触电阻异常。制定结构优化方案,在车下线槽盖板上焊接固定支架,对经过连接器的悬线进行固定,避免振动对连接器的使用产生影响。本文所提出的优化方案已通过评审,将结合高级修实施优化整改。

### 参考文献

- [1] 王斌.轴温检测系统故障处理方法的探讨[J].上海铁道科技,2010(3):3.
- [2] 张训义.综合应力作用下电连接器接触可靠性分析[D].沈阳:东北大学,2019.
- [3] 夏宏远.电连接器组合应力加速寿命试验与统计分析的研究[D].杭州:浙江理工大学,2019.

(收稿日期:2020-06-11)