

问
题
讨
论200C-ATP 测速系统速度传感器
报警故障分析及解决方案

郑 燕

(中铁七局集团电务工程有限公司, 河南 郑州 450008)



作者简介：郑 燕 (1972-), 女, 工程师, 现从事技术管理工作。

摘 要：从 CRH₅ 型动车组 200C-ATP 测速测距系统故障分析入手, 发现 TQG15F-T 型速度传感器作为 200C-ATP 系统的一个部件产生连接的不可靠, 导致 ATP 测速测距系统故障的现象, 并总结形成了具有借鉴意义的整改方案。

关键词：CRH₅ 型动车组; 200C-ATP 系统; 速度传感器; 故障; 解决方案

中图分类号：U292.91*4; TP212.1 **文献标识码：**A **文章编号：**1000-128X(2011)06-0070-03

Speed-sensor Alarm-Fault Analysis and Settled Measures for 200C-ATP Speed-detecting System

ZHENG Yan

(The Electrical Engineering Co. LTD of China Railway Seventh Group, Zhengzhou, Henan 450008, China)

Abstract: According to the speed and distance measurement system faults presented in CRH₅'s 200C-ATP application process, the cause was analyzed which concluded as a junction fallibility of the TQG15F-T speed sensor, and maintenance solution was formed for reference.

Key words: CRH₅ EMU; 200C-ATP system; speed sensor; fault; settle measure

1 研究背景

自 2008 年郑州铁路局开始装配 CRH₅ 动车组以来, 在应用中该车型所使用的 200C-ATP 车载列控设备 (下简称 ATP) 经常发生测速测距单元速度传感器通道报警的问题。故障车在更换了速度传感器及测速测距插件后故障可以暂时排除, 但在运行一段时间后, 又会重复出现上述故障。此问题给电务工区 CRH₅ 的维护工作带来了不小的困扰。ATP 的测速测距单元所使用的速度传感器为 TQG15F-T 型机车轴端光电转速传感器。通过对问题的分析, 总结有如下特征:

①故障源集中在车头 4 轴上的速度传感器, 车头 2 轴上的速度传感器未发生故障;

②ATP 的记录数据有明确故障记录信息提示速度传感器通道故障;

③替换下来的故障速度传感器在地面测试台上却无法测出故障, 参数基本合格。

由于以上原因, 无法准确定位故障点。

2 原因分析

2.1 传感器测试

根据抽样原则, 选取 4 个故障车拆下的速度传感器进行电气性能的测试, 并将测试结果与出场测试数据进行比对。比对结果显示各项指标前后变化很小, 且均在合格范围内。

2.2 测速测距 (CODOU) 插件对速度信号输入参数测试

由于 ATP 测速测距系统核心插件 CODOU 插件为法国原装, 无技术转让资料, 工作原理、参数设置都未知。为了进一步确定通道故障原因, 只能将测速模块设为“黑盒”, 利用地面测试台模拟速度传感器的输出信号, 连接到 ATP 机柜, 以分析 ATP 系统中 CODOU 插件对速度信号各参数的要求。

需测试的速度信号参数主要包括: 输出脉冲幅值、同组相邻通道相位差、输出脉冲占空比等。通过 ATP 系统 CODOU 插件接收不同参数输入信号后的状态, 可分析该插件对速度信号的参数要求。

电气连接原理如图 1 所示。

收稿日期: 2011-05-13

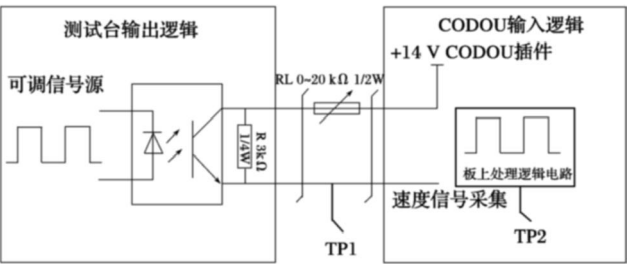


图 1 测试环境电气连接原理

根据湘依 TQG 系列光电转速传感器主要性能参数，将速度输入电路负载电阻 R 固定为 $3\text{ k}\Omega$ ，连接电缆上串联 RL 为 $20\text{ k}\Omega$ 电位器，用于调整信号源幅值； $TP1$ 为外部信号测试点； $TP2$ 为板上信号输入电路测试点（用于设计验证插件功能）。
试验内容及结果如表 3。

表 3 试验内容及测试结果

测试项目	脉冲幅值 / V	幅度 / V	相邻通道相位差 / (°)	输出脉冲占空比	输入速度值 / $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$	CODOU 状态 (3 块)
相位变化	0~10	10	60	50	0~250	测速测距正常
	0~10	10	90	50	0~250	测速测距正常
	0~10	10	100	50	0~250	测速测距正常
	0~10	10	117	50	0~250	测速测距正常
	0~10	10	-90	50	0~10	测速、防溜正常
	0~10	10	-100	50	0~10	测速、防溜正常
	0~10	10	-117	50	0~10	测速、防溜正常
占空比变化	0~10	10	90	30	0~250	测速测距正常
	0~10	10	90	60	0~250	测速测距正常
	0~10	10	90	72	0~250	测速测距正常
幅值变化	-1~8	9	90	50	0~250	测速测距正常
	-3~4	7	90	50	0~250	测速测距正常
	-4~2.5	6	90	50	0~250	测速测距正常
	-5~1	6	90	50	0~250	测速测距故障

由试验结果得出被测 CODOU 插件在外部负载 $3\text{ k}\Omega$ 情况下，速度信号输入参数要求范围如表 4。

表 4 CODOU 插件速度信号输入参数

物理量	数值
脉冲幅值	高电平 $\geq 2\text{ V}$ ； $+2\text{ V} >$ 低电平 $> -5\text{ V}$
相邻通道相位差	$90^\circ (1 \pm 30\%)$
输出脉冲占空比	50 ± 22

2.3 试验结果分析

在 ATP 系统 CODOU 插件的电路设计中，加入了“断线检测”功能，根据对插件的设计原理分析，由于 TQG 传感器典型负载为 $1 (1 \pm 5\%) \text{ k}\Omega$ ，其等效电路如图 2 所示，当图中 B 点电压始终小于 -2.1 V 时，CODOU 插件则判定速度传感器丢失，或通道故障。

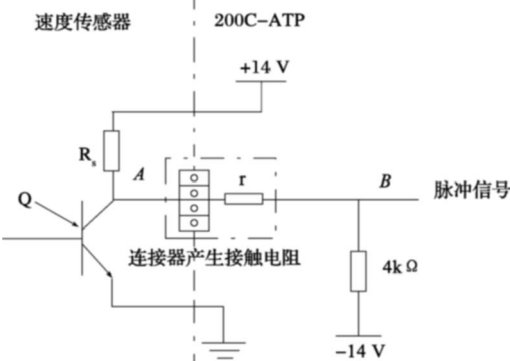


图 2 速度信号采取部分示意图

可以得出当三极管 Q 导通时， B 点电压为 0，当三极管截止时，设 B 点电压为 u_i ，速度传感器输入电压为 u_0 ，

传感器内阻为 R_s ，计算可得 B 电压，计算公式如下：

$$u_i = \frac{4}{R_s + 4} \times [u_0 - (-14)] - 14 = \frac{4}{5} \times (28) - 14 = 8.4\text{ V}$$

可以发现，只要接触部位产生接触内阻 r 可以忽略 ($< 1\Omega$)， B 点电压完全在 CODOU 板要求范围内。下面计算内阻 r 的容忍范围， u_i 的计算公式将改变为

$$u_i = \frac{4}{R_s + r + 4} \times [u_0 - (-14)] - 14 = \frac{4}{(5+r)} \times 28 - 14 < -2.1$$

则可得出：

$$r > 4.5\text{ k}\Omega$$

故一旦接触等效电阻大于 $4.5\text{ k}\Omega$ ，则 B 点电压将始终小于 -2.1 V 。从电气原理分析， B 点电压始终小于 -2.1 V 的可能原因主要有 2 种。

① ATP 系统 CODOU 插件与速度传感器的连接线开路，此时 B 点电压为 -14 V ，导致 CODOU 插件判定通道故障。

② 连接线等效电阻过大。正常情况下连接线的阻值应小于 1Ω ，该等效电阻对信号传输的影响极小， B 点电压等于 A 点电压，速度信号低电平期间该电压值约为 0.8 V 。当金属氧化、接触不良、灰尘等导致连接线等效电阻值大于 $4.5\text{ k}\Omega$ 时，不论三极管 Q 导通或截止， B 点电压经等效电阻和 $4\text{ k}\Omega$ 电阻的分压，该点电压将

始终小于 -2.1 V , 导致 CODOU 插件判定通道故障。

郑州铁路局电务工区通过统计数据, 发现现场故障速度传感器均发生在 4 轴上, 2 轴上速度传感器基本没有出现类似故障。进行分析发现 CRH5 型动车组 4 轴速度传感器布线直接通过捆绑在型号为 AX30499 的动力转向架上, 再连接至车箱底部的接线盒。如图 3 所示, 箭头为 4 轴速度传感器走线示意。由于动力转向架直接连接牵引电机, 在高速状态下振动较大, 振动波很容易通过电缆直接传递到速度传感器连接器处, 连接器内部触点经久振动, 可能发生金属疲劳, 诱发接触不良, 导致等效电阻变大, 触发“通道故障”。

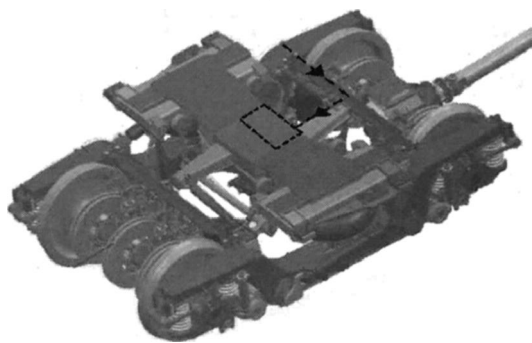


图 3 4 轴速度传感器走线示意图

综上所述, 速度传感器提示通道故障存在的原因基本定位在传感器与 ATP 的 CODOU 插件的连接部件。在后续的检查过程中, 最终将原因确定为速度传感器的连接器采用的接触方式为“劈槽式插孔”, 插针与插孔只有 2 点接触, 在机车剧烈的振动状态下或受局部氧化、金属疲劳以及灰尘等因素影响时, 会引起插针与插孔之间的瞬间开路或接触电阻阻值超过容忍范围, 由此判断该连接器存在可靠性不高的隐患。

3 解决方案

改进并增强连接器插针与插孔之间的连接可靠性

是最直接有效的解决方法。速度传感器生产厂家对其采用的航空插头进行改进, 由原来的“劈槽式插孔”改为“冠簧式插孔”。在“冠簧式插孔”接触方式中, 增加了连接点位且扩大了连接点位的接触面积, 以保证在复杂的振动环境和化学环境下插针与插孔能有效地接触, 并确保接触电阻稳定、插拔力柔和、插拔寿命长等优点, 从而有效地提高了产品的可靠性和可用性。

改进后的速度传感器在后续动车组的装配应用中, 没有出现提示通道故障的情况, 各项功能和性能均工作正常, 有效地排除了 TQG15F-T 型速度传感器的故障现象。

同时, 在国产化 CRH5 型动车组上, 速度传感器布线方式避开了转向架上的走线方式, 更改为直接通过车体连接, 也大幅度地降低了连接器因振动出现连接处疲劳、氧化造成的速度通道故障。

4 结语

在 TQG15F-T 型速度传感器的故障排除过程中, 采用了黑盒测试和分布穷举的方法, 逐步缩小故障范围并最终定位故障点。在现场的应用中, 该套方法能减少对生产厂家依赖性, 针对最终的故障源采取快速有效的解决办法, 以确保铁路运输的安全和高效。同时, 这种现场排查的方法也为以后铁路局的设备维护和设备检修提供了便捷的操作思路。

参考文献:

- [1] 张曙光. CRH5 型动车组 [M]. 北京: 中国铁道出版社, 2008.
- [2] 科技运 [2007] 45 号, 既有线 CTC-2 级列控系统车载设备技术规范 (暂行) [S].

动态消息

“孔雀绿”地铁驶进彩云之南

10 月 28 日, 一款为昆明地铁首期工程 (1、2 号线) 量身打造的首列地铁车辆, 在中国南车株机公司轻盈地驶下生产线。列车设计先进、时尚, 速度 100 km/h , 最大载客量达 1 870 人 (6 节编组)。

该型车辆的设计采用了高强度全焊接铝合金车体技术, 车身迎面 (纵向) 抗挤压强度为我国同类产品 (B 型地铁) 之最, 约能承受同比高出 2.5 台满载大卡车之于路面的静止压力, 同时参照欧洲 EN 61133 标准, 在车头部位采用了缓冲器、压溃管、防爬器、变形区域共 4 级逐级吸收能量防撞安全设计, 堪称我国安全型地铁车辆的五星级。

不仅强调安全性, 这批地铁车辆还秉承技术先进、高可靠性、低碳环保等理念, 在车厢内采用大贯通式结构, 构成和谐舒展的乘坐空间; 车内照明系统、动态地图、显示器全部采用比常规用电节能 30% 的 LED 技术和集中供电模式, 不仅符合绿色环保的世界潮流, 而且可靠性高; 车辆系统所有设备采取先进的隔音隔热、防腐防潮措施, 能适应昆明亚热带气候环境。

这款地铁车辆实现了高达 90% 的自主化率, 将采用“4S”店的理念充分保障车辆的维护保障性, 解决用户在使用上的后顾之忧。

为赋予该型地铁车辆亮丽的云南特色, 中国南车株机公司设计人员结合昆明轨道交通建设“七彩云南”的理念, 通过多方比选, 融入了孔雀开屏的创意, 在列车车身上采用了白底绿腰带的外观色彩设计。

(朱一迪)