

CRH3 型动车组牵引电机温度传感器故障分析及改进

何朝保, 张 泽, 刘 英

(中车唐山机车车辆有限公司 产品研发中心, 河北 唐山 064000)

摘 要: 针对 CRH3 型动车组在运营过程中牵引电机温度传感器故障引起的牵引电机温度异常故障, 从牵引电机温度检测原理等方面进行了理论分析, 并联合传感器生产厂商对故障温度传感器进行了解体检查及性能验证试验, 确定故障的原因是传感器内部接线方式不合理及 IP 防护等级不满足要求, 并对温度传感器做出了相应的优化改进。通过现车运营考核证明, 优化改进后的传感器性能良好, 可以推广应用, 其优化改进方案也可为后续传感器设计提供参考。

关键词: CRH3 型动车组; 牵引电机; 温度传感器; 温升

中图分类号: U292.91⁺4; TP212.11

文献标识码: B

doi: 10.13890/j.issn.1000-128x.2018.03.028

CRH3 型动车组是采用交流传动方式的动力分散型高速动车组, 其编组方式为 4 动 4 拖。为保证动车组安全可靠运行, CRH3 型动车组关键零部件上均设有温度传感器, 用以监测动车组高速运行过程中关键部件的温升情况。牵引电机作为动车组动力输出的主要部件, 对其温度监测尤为关键, 通过对其进行温度监测, 能及时发现牵引电机轴承损坏、定子损坏等故障, 从而避免安全事故的发生。近期, 经常有动车组在运行过程中报牵引电机温度异常故障, 导致动车组限速运行或停车, 严重影响了动车组的正常运营秩序。为保证动车组正常运行, 本文将对故障进行深入分析, 以查找故障原因并提出相应的解决方案。

1 牵引电机温度传感器工作及温度检测原理

1.1 牵引电机温度传感器工作原理

温度传感器是利用金属阻值随温度变化而变化的

特性, 通过测量金属当前的阻值, 根据电阻—温度关系, 可计算出被测温度值。CRH3 型动车组牵引电机温度传感器采用分度号为 PT100 的铂电阻温度传感器, 0℃时其阻值为 100 Ω, 100℃时阻值为 138.51 Ω, 电阻变化率为 0.385 1 Ω/℃, 其部分温度范围内的温度与阻值的关系如图 1 所示。动车组在运行过程中, 温度采集装置 (Compact PT100) 通过温度传感器采集电机轴承和定子温度, 并通过 MVB 网络将测量数据周期性地发给 TCU, 由 TCU 判定电机轴承和定子温度是否异常。

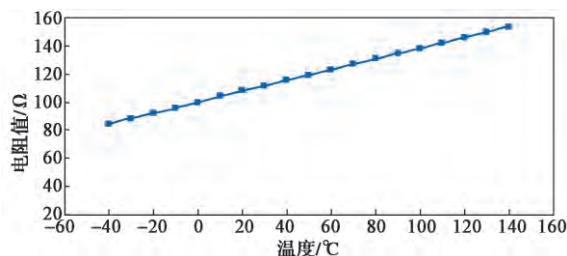


图1 部分温度范围内温度与铂电阻阻值关系图

1.2 牵引电机温度检测原理

1.2.1 电机轴承温度测量故障判定

在 Compact PT100 工作正常的情况下, 如果来自 MVB 的电机轴承温度数据读取错误, 或者电机轴承温度变化过快, 则认为电机轴承温度传感器故障, 故障判断流程图见图 2。

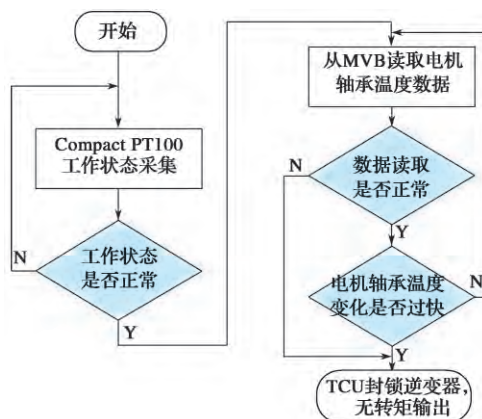


图2 电机轴承温度测量故障判断流程图

1.2.2 电机轴承超温故障判定

在非紧急牵引模式下, TCU 检测到电机轴承温度在经过固定时间的平滑后超过 120°C 且持续 3 s, 则会报电机轴承温度达到过热限制 I 故障 (故障代码 267B), 并封锁逆变器, 牵引转矩输出为零, 动车组限速 200 km/h 运行。如果检测到电机温度超过 140°C 且持续 3 s, 则会报电机轴承温度达到过热限制 II 故障 (故障代码 2679), 并封锁逆变器, 牵引转矩输出为零, 动车组限速 140 km/h 运行, 故障判断流程图见图 3。

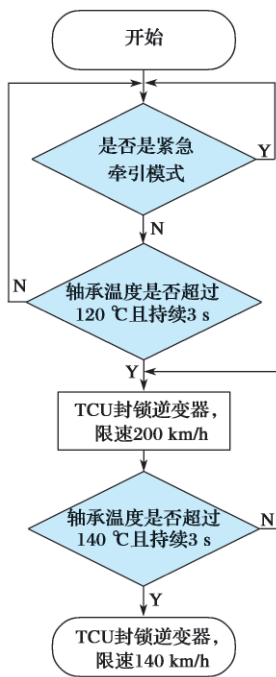


图3 电机轴承超温故障判断流程图

1.2.3 电机定子温度测量故障判定

在 Compact PT100 工作正常的情况下, 如果来自 MVB 的定子温度数据读取错误, 或者电机定子温度变化过快, 则认为电机温度传感器故障, 如果故障在 10 min 后仍存在则认为电机温度传感器永久故障。如果 TCU 认为电机温度传感器故障则会封锁逆变器, 输出牵引转矩为零, 动车组以剩余最大牵引力运行, 故障判断流程图见图 4。

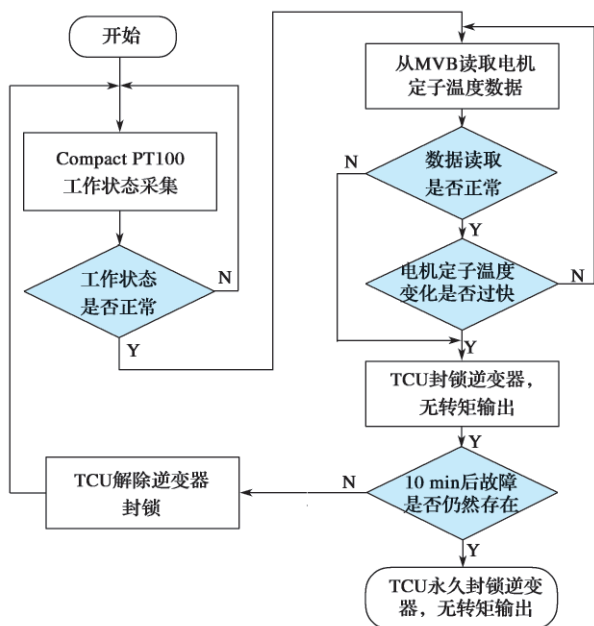


图4 电机定子温度测量故障判断流程图

2 牵引电机温度传感器故障原因分析

2.1 故障描述

根据上述温度传感器故障判定原理分析可知, 轴

承温度传感器和定子温度传感器故障时的故障现象有所不同, 详细故障描述如下:

①牵引电机轴承温度测量故障, HMI 屏不报故障代码, 本车牵引力变为零, CCU 不限速。

②牵引电机轴承温度超温 I 故障代码是 267B (封锁逆变器), HMI 显示屏提示司机 200 km/h 限速运行, 速度大于 200 km/h 时, 如果不采取措施, 5 min 之后将自动施加最大常用制动。

③牵引电机轴承温度超温 II 故障代码是 2679 (封锁逆变器), HMI 显示屏提示司机 140 km/h 限速运行, 超过 140 km/h 后, 立即自动施加最大常用制动。

④牵引电机定子温度感应故障, 故障代码 2938, TCU 暂时封锁逆变器, CCU 不限速。

⑤牵引电机定子温度永久感应故障, 故障代码 2937, TCU 永久封锁逆变器, CCU 不限速。

2.2 原因分析

动车组在运行过程中报牵引电机温度异常故障, 根据牵引电机温度采集原理及故障判断逻辑, 一般将原因分为以下几种:

①牵引电机定子或轴承故障;

②温度采集装置 (Compact PT100) 故障或温度信号传输线路故障;

③温度信号传输线路受到外界电磁干扰;

④温度传感器故障。

由于此类故障自报出后一直或长时间存在, 因此, 可排除故障是由温度信号传输线路受到外界电磁干扰而引起的。通过对牵引电机轴承处是否存在漏油或转子偏磨等状态进行检查, 可初步判断牵引电机定子或轴承是否故障, 但不能完全认定牵引电机内部无故障。由于在现场无法对牵引电机内部结构进行检查, 因此, 通常会在外观检查无异常的情况下, 转而进行其他原因分析。通过对温度采集装置的工作状态、故障数据及线路连接情况进行查看, 此类故障下的温度采集装置的工作状态指示灯状态正常, 故障数据中未报温度采集装置状态异常, 线路连接情况也良好, 因此, 很容易排除第②类原因。

在上述原因分析完成后, 便会将焦点聚集在温度传感器上, 由于运用修时间较短, 通常采用更换温度传感器的方法进行排查。此类故障情况下, 更换温度传感器后动车组故障消失, 由此可确定故障点在温度传感器上。

确认温度传感器为故障点后, 通过联合生产厂商对故障传感器进行电阻测量、试验分析及解体检查, 发现温度传感器故障原因主要有以下 2 个方面:

①内部开路。经过故障传感器模拟热态振动试验分析得出, 传感器在 $130\sim 140^{\circ}\text{C}$ 之间出现温度漂移现象, 振动试验后拆解传感器, 在显微镜下观察发现导线与芯片及线路板之间的连接焊点有脱焊现象。

② IP 防护不足。对温度传感器进行了 IP68 等级的相关试验, 试验结果显示温度传感器基本上不满足 IP68 等级(2 m 水深 1 h)要求。同时对温度传感器进行水密性试验, 结果显示均不满足水密性的要求。由于 IP 防护不足, 容易导致内部线路连接点受潮腐蚀。

3 牵引电机温度传感器改进方案

通过上述分析可知, 内部连接方式不合理导致的内部电路脱焊及防水等级不足导致的焊点受潮腐蚀是传感器故障的主要原因。针对这 2 个方面的问题, 联合生产厂商对温度传感器进行了多次改进、试验及装车试运营, 最终确定以下优化改进方案:

① 传感器内部连接方式由焊接方式改为机械冷压接方式, 提高了连接点的可靠性, 以提高耐高温和耐振动能力, 并提高温度传感器的温度负荷;

② 优化传感器头部的填充物质, 增强了填充物质的粘着力, 以将 IP 防护等级提高到 IP68, 提高其水密性要求, 防止传感器内部受潮腐蚀。

改进后温度传感器经过半年的装车运营考核, 运行状态良好, 可以满足运用要求。目前已经在 CRH3 型动车组上批量装车运行。

4 结语

针对温度传感器故障引起的动车组报牵引电机温

度异常故障, 通过联合生产厂商对温度传感器故障原因进行深入分析, 发现传感器内部连接方式存在问题及 IP 防护等级不满足运用要求, 通过优化温度传感器内部连接方式及提高 IP 防护等级的方法, 有效地避免了此类故障的发生。对此, 为提高温度传感器的适用性, 建议传感器生产厂商在温度传感器的设计过程中, 应注意设计结构的合理性和可靠性, 并充分考虑运用的环境。同时, 主机厂也应对传感器的可靠性进行合理评估, 并对质量进行严格检查。

参考文献:

- [1] 严云升. 现代高速列车的诊断系统[J]. 机车电传动, 1995(5): 1-6.
- [2] 刘青掌, 李洪. 发动机冷却液温度传感器工作原理及故障诊断[J]. 农机使用与维修, 2015(1): 35-36.
- [3] 梅屹立, 杨宏, 杨浩, 等. 滑油温度传感器内部断路故障原因分析及改进[J]. 航空维修与工程, 2015(6): 40-41.
- [4] 朱琴跃, 沈泽浩, 谭喜堂, 等. 给予 ZigBee 的动车组牵引传动系统温度实时监测研究[J]. 测控技术, 2015(3): 32-35.
- [5] 鲁小龙. 动车组牵引电机温度监测系统的设计与实现[J]. 铁道车辆, 2009(6): 17-19.
- [6] 宋立群, 何朝保, 孙健, 等. CRH3 型动车组牵引系统及诊断[J]. 中国科技财富, 2012(17): 102-105.

作者简介: 何朝保(1984-), 男, 硕士, 工程师, 负责动车组总体设计工作。

广告索引

深圳市宝创科技有限公司(封 2- 前插 1)
三菱电机机电(上海)有限公司(前插 2)
广州金升阳科技有限公司(前插 3)
北京远大创新科技有限公司(前插 4)
北京赛为达科技有限公司(前插 5)
咸阳亚华电子电器有限公司(前插 6)
湖南中车时代电动汽车股份有限公司(前插 7-8)
湖北平安电工材料有限公司(前插 9)
南通江海电容器股份有限公司(前插 10)
雷莫电子(上海)有限公司(前插 11)
株洲变流技术国家工程研究中心有限公司(前插 12)
株洲庆云电力机车配件工厂有限公司(前插 13)
河谷(佛山)智能装备股份有限公司(前插 14)
汕头华兴冶金设备股份有限公司(前插 15)
宁夏银利电气股份有限公司(前插 16)
株洲中车时代电气股份有限公司(中插 1)

湖南中车时代通信信号有限公司(中插 2)
株洲中车时代电气股份有限公司半导体事业部(中插 3)
株洲中车时代装备技术有限公司(中插 4-5)
襄阳中车电机技术有限公司(中插 6-7)
宝鸡中车时代工程机械有限公司(中插 8)
上海意兰可电力电子设备有限公司(后插 1)
深圳通业科技股份有限公司(后插 2)
舟山市庆丰铁路仪表有限公司(后插 3)
温州市龙电绝缘材料有限公司(后插 4)
湖南省宁乡县中南散热器有限公司(后插 5)
株洲时代新材料科技股份有限公司(后插 6)
珠海金电电源工业有限公司(后插 7)
中铁检验认证株洲牵引电气设备检验站有限公司(后插 8-9)
宁波市江北九方和荣电气有限公司(后插 10)
中车威墅堰机车车辆研究所有限公司(后插 11)
安徽省康利亚股份有限公司(后插 12)
无锡东电化兰达电子有限公司(封 3)
深圳市中电华星电子技术有限公司(封 4)