

城轨车辆制动缸压力传感器信号 诊断方式的分析与比较

贺震, 肖海龙

(长沙市轨道交通运营有限公司, 湖南 长沙 410000)

摘要: 针对长沙市轨道交通2号线试运行以来, 因受环境温度及电磁干扰引起的制动缸压力传感器测量值发生偏移的问题, 从不同制动系统对制动缸压力传感器信号的诊断方法进行了分析, 并提出了优化措施来缓解该问题, 大幅降低了故障误报率, 为城轨车辆正常运营提供了保障。

关键词: 长沙市轨道交通2号线; 城轨车辆; 制动系统; 压力传感器; 零点漂移

中图分类号: U231; TP212.12 **文献标识码:** B
doi: 10.13890/j.issn.1000-128x.2018.03.027

城轨车辆通常采用压力传感器来采集本车制动缸的气压来获得当前施加的空气制动力反馈值。压力传感器信号的采集以及分析判断取决于该车辆的制动系统供应商方案。各地铁路车辆制造商以及制动系统供应商不尽相同, 对压力传感器以及相关功能的诊断逻辑也不尽相同。

目前, 国际上制动系统主要供应商有德国KNORR-BREMSE、法国Faiveley Transport、日本NABTESCO、美国WABTEC等几家公司。本文以西屋、克诺尔、法维莱等制动供应商的压力传感器诊断逻辑为例, 展开对比分析, 提出合理建议。

1 压力传感器功能描述

通常使用的扩散硅压力传感器是根据硅片在外力作用下产生压缩或拉伸时其电阻发生变化的压阻效应原理制成的。它是用集成电路工艺在硅片上制成4个等值扩散电阻组成一个惠斯通电桥。当被测压力作用于硅片上时, 一对桥臂电阻变大, 另一对变小, 电桥失去平衡, 产生电信号输出, 电信号幅值和压力值满足线性关系。

目前大部分地铁制动系统采用的压力传感器为多晶硅薄膜压阻式压力传感器。当作用在压力传感器感

应元件上的压力发生变化时, 传感器反馈的模拟电信号也相应地发生变化。制动系统利用制动缸压力传感器的反馈模拟电信号来监控车辆制动单元的空气制动力, 从而诊断制动系统以及各个部件工作是否正常, 性能参数是否符合要求。

2 压力传感器信号解析以及相关故障诊断

由于半导体的温度特性, 压阻系数会随温度变化, 同时地铁隧道内, 各种电子、通信设备繁多, 存在各种电磁干扰, 安装于车辆底架的制动缸压力传感器, 在车辆实际运行过程中可能会受到温度以及外部电磁环境因素的影响, 产生测量误差, 造成制动系统误报故障。各制动供应商对压力传感器反馈的电信号有不同的解析和诊断方案, 具体比较如表1所示。

方案一是对压力传感器在无压力下的输出值进行测量: 若无压力时传感器测量的偏移量在规定范围内, 该测量读数将被作为基准值, 用于校正之后测量的读数; 若偏移量超出范围, 则报压力传感器偏移量故障。制动系统采用经过零点漂移校正之后的传感器读数, 进一步对其他的功能进行诊断。

方案二是通过诊断传感器的读数是否超出系统的正常工作压力范围来判断传感器是否故障: 当传感器采集的电流信号超出正常工作范围, 则报压力传感器故障(开路/短路); 当压力传感器信号处于正常工作范围内时, 制动系统进一步采用传感器读数对其他的功能进行诊断。

方案三与方案二类似, 通过诊断传感器的读数是否超出系统的正常工作压力范围来判断传感器是否故障, 但当压力传感器信号处于正常工作范围内时, 制动系统会进一步对制动缓解时的传感器读数进行诊断。

3 压力传感器诊断逻辑比较

通过上述功能和诊断逻辑的介绍可以看出, 针对传感器自身的诊断逻辑有2种: 一种是判断传感器的零点漂移量是否超出范围, 另外一种则是判断传感器输出信号是否超出正常范围。

收稿日期: 2017-04-26; 修回日期: 2018-03-13

表 1 各制动供应商制动缸压力传感器的解析和诊断方案

项目	方案一	方案二	方案三
主要供应商	WABTEC	KNORR-BREMSE	Faiveley Transport
传感器类型	电压型	电流型	电流型
信号范围	0.1~5.1 V (对应 0~1 000 kPa)	4~20 mA (对应 0~1 000 kPa)	4~20 mA (对应 0~600 kPa)
诊断逻辑	①系统每次处于制动缓解指令 15 s 后 (实际压力被缓解到 0), 测量当前制动缸的气压, 如果有读数且小于 28 kPa, 该读数将被储存并作为基准值, 之后测量的压力读数都在该基准值基础上进行校正。如果基准值超出 28 kPa 的范围, 系统将报压力传感器偏移量故障, 基准值默认为 0。 ②空气制动处于施加状态, 制动缸气压值和系统内部控制的目标值之间误差超过 35 kPa, 则系统报制动控制故障。 ③空气制动处于缓解状态, 制动缸压力超出 49 kPa, 则系统报制动不缓解故障	①如果检测到压力过低或过高 (小于 4 mA 或大于 20 mA), 则报压力传感器故障 (开路 / 短路)。 ②制动缸压力传感器无故障, 如测量读数和理论计算目标压力值误差超过 100 kPa 时, 则报摩擦制动力偏差超范围故障	①如果检测反馈信号过低或过高 (小于 4 mA 或大于 20 mA), 则报压力传感器故障 (开路 / 短路)。 ②当摩擦制动力请求值等于 0 kN 时, 延时 5 s, 如果制动缸压力传感器读数高于 60 kPa (即目标压力与实际压力差值超过 60 kPa), 则报当前摩擦制动力不正常故障

采用传感器零点漂移量进行故障判断, 制动缸压力传感器在每次制动缓解时均进行一次判断和基准值校正, 这样可以保证下一次制动施加时反馈的数据准确, 且其仍有多级诊断逻辑可以确保压力传感器故障能够及时发现, 安全性高。但是, 压力传感器受环境温度、电磁干扰影响, 如果诊断逻辑设置的公差过于严苛, 容易造成故障误报, 增加维护成本, 同时也对司机正常行车造成干扰。

长沙市轨道交通 2 号线车辆的制动系统采用制动缸压力传感器零点漂移量进行故障判断。在实际应用中受到工作环境的温度以及电磁影响, 同时长沙冬季气温低、夏季气温高, 制动缸压力传感器漂移量故障时有发生。通过对长沙市轨道交通 2 号线的运营数据统计发现, 每年的一季度、四季度制动缸压力传感器漂移量故障明显多于二季度、三季度, 具体数据如图 1 所示。

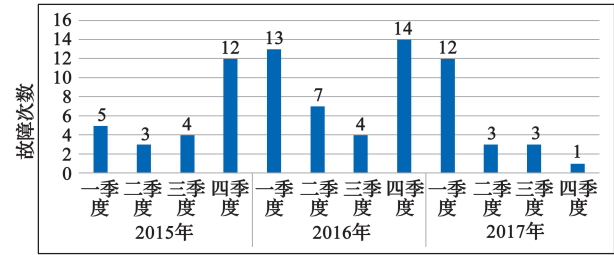


图 1 长沙市轨道交通 2 号线压力传感器漂移量故障统计

采用压力传感器输出信号是否超出范围进行故障判断的优点是诊断逻辑简单, 只有传感器本身或其线路出现问题导致反馈信号超出正常工作范围时才会报故障, 对于降低误报率效果明显, 而缺点是在压力传感器测量读数出现小幅度误差时无法识别和校正, 测量读数与实际压力可能出现偏差, 当出现真实故障时, 对正线运营影响较大。

4 压力传感器诊断逻辑的优化建议

由于压力传感器的物理特性, 电磁干扰、温度变化会影响压力传感器的测量精度, 因此, 对传感器进行零点漂移校正使用压力传感器测量系统不可或缺的

环节。但完全以传感器零点漂移量进行故障判断, 故障误报概率增加。为减少压力传感器零点漂移故障的误报概率, 同时保证真实的传感器故障能够被及时发现, 建议对压力传感器诊断逻辑进行如下优化: ①仍然保留制动缸压力传感器零点漂移检测和校正功能, 若发现故障则将其作为轻微故障, 而且不上报给司机, 避免对行车造成干扰, 同时制动系统内部对故障数据进行记录, 以便于在检修时进行故障跟踪和数据分析。②增加开路 / 短路实时检测功能, 当制动缸压力传感器信号超出正常范围 (DC 0.1~5.1 V) 时报压力传感器线路故障, 以保证发生真实故障时能实时发现。③当压力传感器信号处于正常范围时, 监控理论目标压力与实际测量压力的误差值, 通过对误差值的诊断来判断制动系统工作是否正常。通过优化, 既保留了制动缸压力传感器的校正功能, 确保所有与之相关的故障判断准确, 比如制动缓解慢、制动不缓解等, 同时也确保真实的传感器故障被及时检测到, 减少压力传感器零点漂移故障误报对车辆运营和维护的影响。

5 结语

列车制动系统的可靠性和稳定性关系到列车的安全运营, 制动缸压力传感器的信号是空气制动力的直接反馈, 重要性高, 长沙市轨道交通 2 号线采用上述优化措施后, 压力传感器每月的相关故障数由优化前的 3.42 件降低至 0.87 件, 效果明显, 为正常运营提供了保障。

参考文献:

[1] 刘豫湘, 方长征, 万建兵. 列车制动系统技术现状及发展趋势 [J]. 电力机车与城轨车辆, 2015 (5) : 1-4.
[2] 程向华, 厉彦忠, 谭宏博. 影响压力传感器温度特性的因素分析 [J]. 低温与超导, 2006 (1) : 63-67.
[3] 朱志华, 王丽红, 赵岩峰. 测控系统中压力传感器抗电磁干扰措施探讨 [J]. 飞航导弹, 2004 (8) : 54-55.

作者简介: 贺 震 (1970-), 男, 工程师, 研究方向为轨道交通车辆。