

地铁车辆制动系统故障预测与健康管理技术研究

黄川虎

青岛地铁集团有限公司运营分公司 山东 青岛 260000

【摘 要】：目前地铁工程的建设数量日渐增长，为了更好地提升地铁车辆制动系统的整体安全、运维质量，就必须要提高整个制动系统中的运行效率。减少因为系统运行中多次维修造成的资源成本浪费现象，在此可以运用高科技的故障预测系统和健康管理技术进行有效控制。本文主要分析了制动系统健康管理体的主要功能，并结合故障预测策略，更好地提高地铁车辆运行的质量。

【关键词】：地铁车辆；制动系统；故障预测；健康管理

伴随着我国轨道交通行业的发展速度加快,目前国内的地铁车辆在线运维数量已日渐增长,在地铁车辆的日常运行过程中,检修和维护工作显得尤为重要,其关乎着整个运营系统的安全和使用质量。在整个地铁车辆检修过程中,必须要按照实际的运营周期进行定期的维护检修工作,在此可以制定相关的科学管理措施和系统建议,避免成本、资源浪费的同时,也能够更好地将地铁车辆运行过程中的安全隐患扼杀在摇篮里。在此过程中,建立科学的地铁车辆制动系统故障预测体系,能够更好地提升整体车辆的运维质量,减少系统过度维修的过程中,更好地推动整个系统的运行寿命。

1 制动系统组成

地铁车辆的制动系统组成主要由下图所示。其中包含了三个部分，首先是车载状态传感器，其能够在车辆上对于整个制动系统的运行进行状态传感。利用该设备可以采集到更多的车辆状态信息，并通过车载单元系统进行有效的故障预测和健康管理。通过传感器参数调查相关数据和信息时，可以利用运营状态获得更多的科学数据，结合故障诊断策略和预测传输功能更好地完成数据传输作业，保证整个制动系统的故障预测在可控范围内。

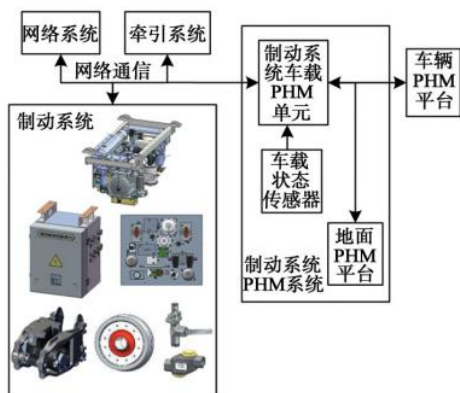


图 1 制动系统结构

所有的诊断结果会通过司机的显示屏进行提示和预警。

此时, 司机能够通过系统的状态实时诊断结果进行有效的上报汇总, 通过车辆平台的统一管理体系, 制定科学的处理措施, 在建立产品故障诊断模型的同时, 达到运检为一体的管理目的, 从而更好地推动人员科学调度和全过程管理的有效进行。

2 制动系统功能

2.1 数据采集

在进行数据采集时，必须要结合实际的情况和制动系统的运行现状进行有效的调取。在此可以运用科学的互联网通信技术来掌握整个系统的运营状态数据通过车载单元的采集，运用传感器更好地交换制动系统与车载之间的网络通信信息数据。从而在获取车辆运行过程中的状态记录时，能够进行工作状态全面评估工作。另外，必须要在行驶的车辆上安装其他的辅助设备来推动整个综合评估制动系统工作状态的流程，新增的传感器利用车载单元进行数据采集工作。

2.2 故障诊断技术研究

制动系统车载单元在发生故障时,通过系统的直接故障报警,能够准确地对故障范围进行有效的定位,再结合故障各部件状态数据检测和分析,通过调查环境和运营数据,结合专家经验和实践结德国建立起科学的诊断模型,在后续对于整个故障进行诊断作业可以将结果精确到最小可更换单元,从而更好地提高故障排查的质量。在此时压力传感器数据无效后,可通过相关的调压于制动状态进行输出,避免由于故障传感器输出产生的非正常信号,导致整个制动系统故障不缓解的情况出现。从而在降低整个故障发生隐患的同时,也能保证列车在线运营的整体效率。

2.3 故障预测技术

在传动系统的车载单元对于故障进行诊断预警时, 结合

故障存在的早期征兆,能够将预警结果发送到地面平台进行有效的评估分析。一般在整理整个系统的故障预测结果是,通过车载单元运算能力范围内的在线故障预测功能,能够将复杂的预警模型放置在地面进行下一步的功能实现作业,通过有效的故障预测结果与实际的检修周期相结合。从而更好地确定定期维修到状态检修过程的整体调度。在地面车辆的日常运行过程中,整个空气制动系统的中继阀内部橡胶模板以及弹簧部件出现重复动作,导致磨损和制动力减退,此时的中继阀整体性能偏离标准值。由于在整个现行模型中增加了部件老化性能偏离特性程度,健康参数再进行偏离值估算时,会将中继阀状态的变量和健康参数进行有效的修正。后续对于整个中继阀对象进行适应力的跟踪时,运用卡尔曼滤波器更好地掌握姿势应力模型的关键构成组件。此时可以结合现行模型输出的参数残差项量估算状态变量和其他部件的健康参数,结合修正后的现行模型对应参数,更好地实现中继反而输出的后续自适应力跟踪。

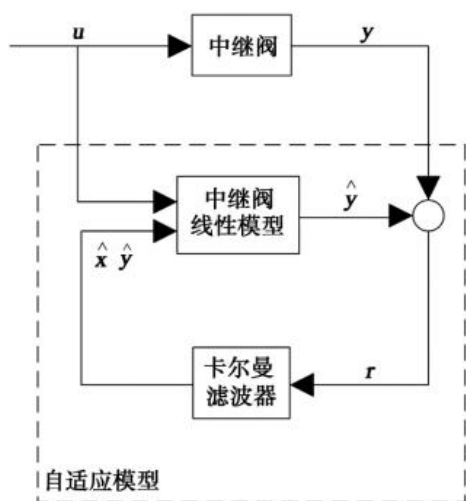


图2 中继阀自适应模型原理图

2.4 健康状态评判

在目前整个制动系统进行健康管理时,还可以通过车载单元故障诊断和预测的结果来评估整个系统的健康状态。下表为制动系统的健康等级评估体系。

表1 制动系统健康等级评估

制动系统 状态等级	星级状 态	处置 措施	备注
优	☆☆☆	—	—
良	☆☆	提示	建议在后续的检修中,重点关注该项点的发展趋势

差	☆	预警	建议尽快针对性能下降严重的部件进行预防性维修或更换
故障	—	报警	制动系统部分指标超差,设备子单元故障无法执行相应服役任务,必须立即进行修复性维修

2.5 运维任务管理

制动系统为了更好地达到故障诊断的高质高效,就必须建立起科学的运维任务。将车载单元和地面平台故障预测结果发送到总部时,结合车辆的故障原因和维修历史进行有效的信息调度,再派遣人员和备件管理时,能够以优质的运维管理形成科学的决策工作,从而更好地保证现场维修的效率和优化整体运营系统。下图为运维任务管理体系流程图。

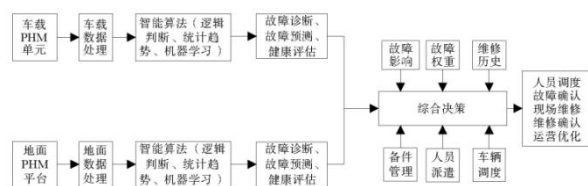


图2 运维任务管理体系流程图

3 制动系统健康管理

3.1 车载单元

制动系统车载单元包括了电源、行车数据记录、数据采集以及管理版卡。电源板卡主要为车载单元提供优良的供电服务,后续利用行车数据记录板卡来集成整个制动系统的维护装置。行车记录仪在总线数据采集过程中,运用大容量的数据存储功能和钛网数据传输功能,更好地实现车辆新增传感器数据采集。此时可以在整个车载单元中提供优良的健康管理环境。在满足整体参考数据的记录时,管理板卡可以通过核心单元将整个集成部件做成健康管理模型,通过制动系统的运行数据来提升整个环境数据的记录和诊断。提升故障预测健康管理功能时更好地架构起车载单元的健康管理结构体系。

3.2 提升工作人员示意环境变动和处置突发事情的应变能力

因为运转环境出现变动和行车当中出现突发事件属于常态,所以提升操作人员在产生意外情况时的应变能力是避免和降低行车事故的重要原因。在不断进行学习的前提下,以各项预案和规定作为凭证进行定期或不定期的学习以及演练培训等,加强员工应变能力以及意识。

3.3 构建科学合理的奖励惩罚制度

在实际的地铁运行过程中,由于安全风险较大,因此在

注重行车安全的同时，必须要对管理人员进行严格制度约束。首先，在人力资源管理的积极作用下，建立科学的奖惩制度，运用一定的激励机制。不断督促人员能够更好地在一线工作中提升自身的专业经验和素养。对于一些表现较好的行车司机进行绩效奖励，而一些出现安全隐患和错误行为的人员进行惩罚，这种方式能够使地铁司机更好地配

合行车安全管理制度的执行，从而在主观意识上更好地推动我国轨道交通行业的可持续性发展。

4 总结

总而言之，为保证制动系统安全，降低事故发生概率，必须对地铁车辆健康管理和故障预测系统进行严格要求，加强安全管理，加大对安全教育，营造良好的地铁运营环境。

参考文献：

- [1] 徐幸超. 航空发动机机械磨损故障的评估诊断[J].河南科技,2019(31):116-118.
- [2] 张弛. 国产民用航空飞机健康管理系统地面部分的研究[J].科技创新与生产力,2012(8):67-70.
- [3] 李晴. 基于星务管理系统的小卫星自主健康管理系统[J].航天器环境工程,2012,29(5):574-578.