

基于故障数据的地铁车辆检修策略研究

任继乐, 张路亚

(洛阳市轨道交通集团有限责任公司, 河南 洛阳 471000)

摘要: 地铁车辆检修是城市轨道交通运行中一项非常重要的程序, 检测地位与否, 直接关乎城市居民出行安全, 重要性不言而喻。基于此, 本文运用故障数据统计分布方法, 通过对某地铁运行时产生的故障频率分布, 判断车辆总系统中故障率相对较高且影响较大的子系统, 即车门系统与转向架系统, 并进一步分析故障统计分布, 明确故障多发区域, 为地铁车辆检修策略提供参考依据。研究表明, 故障数据有助于实现地铁车辆故障类型及危害程度的可视化, 有的放矢地选择可行性、有效性与经济性的原则, 科学制定检修策略。

关键词: 故障数据; 地铁车辆; 检修策略

中图分类号: U279

文献标识码: A

DOI: 10.12230/j.issn.2095-6657.2022.18.040

地铁在长时间的运营中, 将会产生不同程度的消耗与磨损, 从而影响到地铁车辆的性能, 并对其安全运行产生一定影响。为了确保地铁车辆的安全运行, 必须合理选择检修方式, 科学运用检修技术, 确保地铁车辆长期平稳运行。因此, 针对地铁车辆的故障数据, 强化检修管理是地铁车辆的安全运行的基础条件之一, 因此对车辆检修策略进行研究是非常有意义的。

但是对地铁车辆的影响较大, 若是发生故障, 将会直接导致车辆清客或晚点, 甚至可能致使人员伤亡, 需要重点关注。

1 地铁车辆故障的数据信息分析

1.1 车辆总系统分类故障

地铁车辆正线上运行时发生故障, 将会对正常运营起到不利影响, 这也是致使地铁车辆清客、晚点等重大事故的主要成因, 为此, 地铁车辆正线上的故障数据十分重要, 若可以预测这一故障类型及故障发生时间, 可以规避事故发生^[1]。现对某地铁车辆正线运行时的系统故障次数予以统计, 具体见表1所示。

表1 正线运营故障统计分布

序号	子系统	次数	所占比例
1	车门系统	184	18.7%
2	电气及牵引系统	132	13.4%
3	转向架	92	9.3%
4	贯通道及内装	50	5.1%
5	制动系统	20	2.0%
6	受电弓	4	0.4%
7	PIDS乘客信息显示系统	384	39.0%
8	空调系统	102	10.3%
9	其他	18	1.8%
	合计	986	100%

不难看出, PIDS乘客信息显示系统的故障率相对较高, 主要原因在于PIDS监控全车, 而地铁车辆的设备部件繁杂, 容易存在PIDS警示鸣响及系统报警, 虽有故障, 但对地铁车辆的影响不大^[2]。反之, 车门系统与电气及牵引系统尽管故障次数较少,

1.2 车门系统故障

作为地铁车辆故障最为频繁的区域之一, 需对其予以重点关注。塞拉门系统故障主要有电气软件部分与机械部分两个方面, 其中, 电气软件部分主要为LCD显示器黑屏、DDU软件系统误报故障信息、直线电机故障、编码器指示灯损坏、插头松懈以及插线盘烧坏等, 机械部分主要为隔离功能丧失、门隔离指示灯等损坏、止动垫片破损、橡胶缓冲止档老化、尺寸超差、行程开关损坏、车门裂缝、车门系统机械部件异响等^[3]。

1.3 转向架故障

现对某地铁车辆运行时的转向架故障次数予以统计, 具体见表2所示。

在出现重大故障失效模式以前, 转向架主要是小范围的影响, 即金属疲劳和小范围的物化作用。如果不能发现小故障类型及故障隐患, 就会导致严重的故障累积, 从而提高重大故障的概率, 比如, 温度异常会导致轴承的加速磨损, 从而导致轴箱的轴承受损, 从而导致零件的失效, 从而给地铁车辆行车带来危险^[4]。

2 地铁车辆检修策略的优化举例——以转向架为例

2.1 根据设备分类制定优化策略

转向架设备分类见图1所示。转向架承载着地铁车辆和乘客自身的重量, 而轨道的反作用, 对转向架的安全性和可靠性都提出了很高的要求。所以, 针对转向架机械设备的检修, 要考虑到定期检修与日常维修的可行性与有效性, 根据检修过量来衡量, 全面综合维护对安全运行影响大的设备, 不能以经济性为主要参照。针对电气电子设备, 在全面分析其发生事故后所造成的后果, 比较了其与常规检修的区别^[5]。其基本原理是: 在不影响地铁车辆正常运行的情况下, 采用状态维护+定期检修, 充分考虑可行性、有效性与经济性。

表 2 转向架故障统计分布

序号	故障类型	严重等级	故障次数	所占比例
1	基础制动装置存在沟状磨损或闸瓦磨损超限	I	256	57.4%
2	车载ATP高度不符合要求	III	8	1.6%
3	转向架异响	IV	52	10.1%
4	轮缘润滑装置产生故障	IV	8	1.6%
5	车轮踏面有剥离、超限状况	III	66	12.8%
6	车轴轴箱间隙超出规定范围	III	16	3.1%
7	温度应变片变黑故障	III	8	1.6%
8	轮径差超限	III	4	0.8%
9	轴温报警	I	10	1.9%
10	空气弹簧错位等故障	II	18	3.5%
11	排障器零部件损坏或松动	IV	16	3.1%
12	齿轮箱渗油	II	8	1.6%
13	速度传感器探头间隙超限	III	6	1.7%

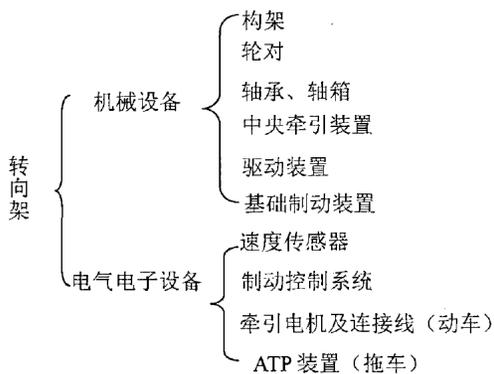


图 1 转向架设备分类

2.2 根据故障频率、停机事件以及故障危害程度制定优化策略

基础制动闸瓦磨损故障率较高，危害性较大，故障发生后，可能导致地铁车辆制动失效或制动距离增加等，后果较为严重，应作为重点防护设备区，选择定期检修+状态检修相结合的策略。

排障器故障、轮径超差、温度应变片故障、车轴轴箱间隙、轮缘润滑装置、速度传感器间隙的尺寸故障以及车载 ATP 装备高度，此类故障率相对较低，且危害性不大，可选择日常检查+事后维修的策略，以此体现经济性准则。

齿轮箱漏油、轴温报警以及转向架异响的故障率较低，但危害性较大，实际维护时需要停机延修，且时间较长，为此，可选择日常定修+检修周期延长的策略。

车轮踏面磨损超限故障率较高，致使长时间停机，但危害性较小，可采取定期检修的策略。

3 基于故障数据的地铁车辆检修策略方案

3.1 提升地铁车辆检修人员的素质

设备的科技含量在逐渐提高，一些传统的维修技术很可能并不适用于先进的设备。因此，维修人员也要不断学习新的检

测与维修技术，熟悉国家和行业的相关法规标准，提高维护工作质量，在培训与考核中提升自我素养水平，组建起质量过硬的专业团队。在地铁车辆检修培训中，对优秀的检修人员应该予以表扬和奖励，责任人应带领人员了解车辆设备检修规程、学习新的操作技术，培训要经过考试，考试合格后才能正常参加检修工作。检修人员必须对此项工作有着严格的要求和监管，制定具体应急预案，以此来保证故障发生的时候可以及时应对。例如管理人员可以建立一个车辆故障检修联络群，按照分组分别建立各自的微信群，将各种出现的问题都通过微信群进行发布，然后经过查看可得知是哪个部门的问题，相应的落实问题，进行整改。

3.2 完善地铁车辆检修制度

对轨道交通企业而言，地铁运行安全问题是必须重视的问题。因此，地铁公司要针对自己的实际情况，制定一套行之有效的地铁车辆设备维护管理体系，并对其进行严格的维修管理，对其运行方式进行规范，改进维修模式，提高其本身的地铁车辆设备维修工作水平。另外，通过建立地铁车辆的信息管理信息，通过对列车设备的各种性能指标进行统计和分析，并据此进行相应的维修，提高地铁设备利用率，缩短检修周期。为保障正常的地铁车辆维护与管理，应当专门组建一支技术团队，培养一批符合要求的专业化科技型综合素质人才。其次，应当按职划分地铁车辆质量管理工作任务，防止出现“谁都管，谁都不管”的问题。为了全面保障地铁车辆的管理效果，防止发生故障，质量管理专业化至关重要。通过对设备的监控，能够获取网络中所有线路和设备的实时数据，如果数据不在正常范围内，地铁车辆系统允许保护功能开启，防止异常问题破坏地铁车辆设备。激活保护功能后，可以降低设备损坏的风险，开启地铁车辆设备自我保护机制，这样可以防止更多的设备出现问题，避免设备损耗问题发生^[6]。

3.3 地铁车辆检修精细化维护管理

针对以往传统地铁车辆管理效率低、速度慢、管理不便捷的问题,提出了一种新的智能化、系统化、网络化的管理模式,在地铁车辆设备而出现故障问题,能够实现自动恢复,恢复并使系统能够正常进行操作,及时维护、调整、修理系统,简化日常管理工作,提高日常安全性。地铁车辆目前的故障维护状态主要依靠技术人员,技术人员将需要解决的设备错误告知制造商,这不仅导致故障处理不当,也导致地铁车辆工作人员的专业和维护能力长期停滞。为了培养复合型人才,需要在实践中不断积极地研究。需要放弃对制造商的技术依赖。为了正确使用和维护设备,制造商应为设备操作员提供专业培训指导,以防止因工作人员操作不当导致设备故障,实现设备操作人员熟练地设备操作技术是制造商和相应负责人的共同工作。进行状态检修也是一大必要环节,根据地铁车辆的监测情况进行状态检修,对出现异常的设备及时处理维修。状态检修可以合理地进行检修工作,减少不充分或过多的检修,保持检修的合理性,避免盲目检修,减少设备检修对地铁车辆正常运行的影响,延长地铁车辆设备的使用寿命,为以后的维护工作打下良好的基础。

3.4 加强调控中心设备监管力度

在地铁车辆监测管理方面,传输系统的监控数据与报警信号对于检测和解决系统错误非常重要。如果信号传输受阻,将影响特定问题的解决,并增加错误损失。在此基础上,在自动化系统的数据传输过程中对传输系统进行全面监控,密切监控传输系统的特定流量,如果系统被阻塞和中断,可从流量波动中快速知晓存在的系统问题。基于流量波动的监测可以有效地适应传输系统,确保数据信号传输通道不被阻塞。因此,信号反馈将相对较快地发生,地铁车辆设备质量问题将及时得到解决。总之,在数据传输系统中,重视数据监控是非常重要的。监测技术的应用大幅度提高了设备稳定运行能力,快速排除系统各种故障问题,性能强大的监控监测设备还能够全面提高绝缘诊断的准确性。监测系统自动进行测量以及分析,它不仅能够大幅度降低测量人员以及操作人员的工作量,根据实际测量方案获取的测量结果,保障设备信息的测量系统测量质量,全面消除干扰,保障检测的可靠性^[7]。

3.5 定期开展地铁车辆维护

地铁车辆的定期维护可以消除潜在的安全风险,是确保设备正常运行的基本工作。设备定期保养也是设备日常检查工作重要的项目,对设备进行全面保养能够提高设备的稳定程度,使设备能够在稳定的状态下完成运行。保养工作主要包括设备防潮和防腐工作等。例如设备螺钉松动,部件是否处于安全状态等。一级保养包括设备的内部清洁和设备内部组件的安装使用状况。以设备局部保养为主。二级保养是一项避免潜在安全风险的工作,对易发生轻微损坏的零件,必须采取预防措施,以保障设备的使用

准确度并进行适当调整,检查和保养应同时进行,重点都是以设备为核心。其次,为了实现日常设备正常维护,应当对相应的设备以及部件进行精细化管理。自动化系统稳定运行由程序决定,程序执行的目的是控制对应设备稳定运行,从而保障地铁车辆正常工作,设备或组件将收到相应的表现提醒。

在特定设备和组件附近添加设备传感器或监控程序,特别是用于测量和监控设备的运行状态。若是传感器以及监控程序检测系统存在故障问题,那么设备将会快速将故障信息传递到中央监控系统从而进行警报。在传统的设备检测与维护工作中,相关技术人员只能通过人工对设备情况进行分析,由于依靠技术人员进行监测分析,设备的动态运行无法随时记录,导致设备存在安全隐患和安全缺陷。目前,通过对应位置的监控设备能实现设备异常报警,工作人员通过实际检测指示来检测系统故障问题,从而保障系统稳定长久运行。

4 结语

综上所述,为确保地铁车辆的正常运行,需通过故障数据统计,获取可参考故障类型的依据。在此基础上,再根据危害程度制定优化策略,从而降低维护时间与成本,最大化可行性、有效性与经济性的原则。

参考文献:

- [1] 张波, 张鑫, 蒋晶. 基于故障数据分析的重庆地铁6号线车辆检修策略优化[J]. 科学咨询(科技·管理), 2021(09): 16-18.
- [2] 于肖兵. 地铁车辆电气系统中牵引与辅助系统的故障与检修[J]. 工程技术研究, 2019, 4(14): 132-133.
- [3] 刘运斌. 城市轨道交通车辆故障信息统计与检修策略提升探讨[J]. 技术与市场, 2019, 26(10): 115-116.
- [4] 肖雄. 针对地铁云平台数据中心故障的生产系统可靠性运行方案[J]. 信息与电脑(理论版), 2019(12): 75-77.
- [5] 万山林. 大数据地铁车辆牵引系统故障诊断技术的分析[J]. 科学技术创新, 2020(16): 82-83.
- [6] 刘杰. 基于故障数据的重庆地铁车辆检修排班计划优化研究[J]. 铁道运输与经济, 2021, 43(11): 120-125.
- [7] 狄振华. 大数据技术应用下的地铁车辆故障监测系统研究[J]. 工程与试验, 2021, 61(02): 82-83.

作者简介: 任继乐(1985-), 男, 河南洛阳人, 工程师, 大学本科, 主要从事轨道交通车辆工程、通信工程、信号工程方向研究; 张路亚(1987-), 男, 河南漯河人, 工程师, 硕士研究生, 主要从事轨道交通车辆工程方向研究。