

# 轨道交通车辆智能化维护的应用与展望

李为胜

徐州地铁运营有限公司 江苏 徐州 221000

**摘要：**当前，我国的轨道交通事业蓬勃发展，截至2020年底，我国各城市轨道交通项目已达44个，开通运营总里程达7715公里，达到了世界一流水准。安全优质的运营离不开电客车（以下称车辆）精益维护，传统的车辆维护需耗费大量人力物力，随着新技术的不断出现，智能维护逐渐在轨道交通车辆维护中进行应用，取得了突出的效益。本文对轨道交通车辆维护中一些新技术、新设备展开阐述，并对智能维护未来发展方向进行展望。

**关键词：**轨道交通；车辆；智能维护

## 1 车辆维护发展史

车辆维护经历了几个发展阶段。早期，地铁车辆的维护主要依赖于国外技术支持，重点系统部件的拆装维护甚至需要进口厂商进行。北京、上海早期地铁项目，车辆基本进口，车辆系统部件的维护技术掌握在国外厂商手里，无论是车辆的日常维护还是故障部件更换，均需大量的人力物力，维护成本较高，维护手段重点由人的“眼看耳听”，可以说，检修人员的业务水平、责任心等直接决定了维护的质量。进入21世纪以来，经历了学习培训后，我国逐渐掌握了地铁车辆的维护技术，国内其他城市陆陆续续开通了轨道交通项目，据统计截至2020年底，各类轨道交通项目已达44个，具体如表1所示。车辆检修人员的维护手段也随着新技术的应用丰富起来，一些辅助性维护工具逐渐应用到车辆维护中来，特别是近几年进入新时代，高新技术井喷式发展，高清摄像、大数据、互联网、云计算等新技术出现，智能维护在轨道交通行业中应用越来越广泛，检修人员借助辅助性设备，不光节省了人力物力，同时在安全性等方面表现突出，起到了良好的效益<sup>[1]</sup>。

表1 2020年中国内地个城市轨道交通运营线路规模

序号	城市	线路总长(公里)
1	上海	775.14
2	北京	724.42
3	广州	594.27
4	成都	554.23
...	...	...
43	珠海	8.80
44	三亚	8.37
合计		7715.31

## 2 车辆维护现状

现阶段，车辆维护仍“以人为本”，辅助性借助智

能化检修设备进行。各个城市地铁项目修程修制不同，但总体都是按照列车运行周期进行预防性维护，包括日检、月检、年检、架修以及大修5类，日检检修时间间隔为1天、月检为1个月、年检为1年、架修一般为5年、大修10年。目前，计划检修主要通过检修人员主观地目测、耳听等手段进行日常维护或者检测列车故障。现阶段列车维护困局体现在以下方面：第一人员物力耗费仍较大，车辆在进行传统项目维护时，需要大量人力物力。如车辆无电作业检查、转向架维护、受电弓检查、列车日志下载等，而轨道交通车辆是一个高度集成化的机电一体化设备，系统、部件众多，需要大量的人员和不同物资进行维护，维护成本消耗较大。第二漏检情况难以避免，车辆维护要求作业人员严谨认真，作业人员主观因素影响较大，人的精力难以时刻保持百分百充沛，当人员安全意识淡薄、精神疲惫以及情绪影响时，检测效率与质量会明显下降，出现漏检漏修的情况。第三人员安全性降低车辆维护涉及方方面面，大到车体、转向架，小到系统零部件，需要检修人员处在不同的作业环境中，使用各种维护工具进行作业，比如列车回库检修、车底检查、高压断送电等作业。第四人员的业务技能决定维护质量，车辆检修人员主要来源于不同，新员工在安全意识、业务技能方面参差不齐，培训后人员的接受度也不同，所以人员的综合素质直接影响列车维护质量<sup>[2]</sup>。

## 3 现今智能维护方案及展望

### 3.1 智能维护方案

随着轨道交通行业的蓬勃发展，列车智能维护也随之发明并应用，传统依靠作业人员主观判断故障的模式弊端逐渐显现，为了提高维护质量和效率，同时也保证作业人员的安全性，近年来国家和一些企业不断加大现代轨道交通技术研发投入，研发出了自动化、智能化

检修系统设备，配置到车辆检修基地用于辅助列车检修和维护，实现“机器换人”，提高劳动生产率，优化维护成本。

### 3.1.1 轮对受电弓在线检测系统

借助于高速摄像机，采用非接触式图像测量技术、高精度位移测量技术，对地铁车辆走行部以及受电弓进行检测，系统终端设置在检修车间，系统检测完毕实时上传，检修人员可以第一时间查看系统内通过的车辆故障情况：是否存在擦伤、剥离等故障情况，轮径、轮缘高度、轮径差等数据是否在标准范围内，受电弓碳滑板尺寸、燃弧情况等。如果检测异常，系统会实时反馈并报警提醒确认。经实际计算，1列车的轮对、受电弓检查需要两个检修人员大约耗费140分钟，而采用在线检测系统，正常情况下只是耗费列车通过该检测系统的时间，约1~2分钟，节省时间达到90%以上，检修效率大大提高，如图1所示。

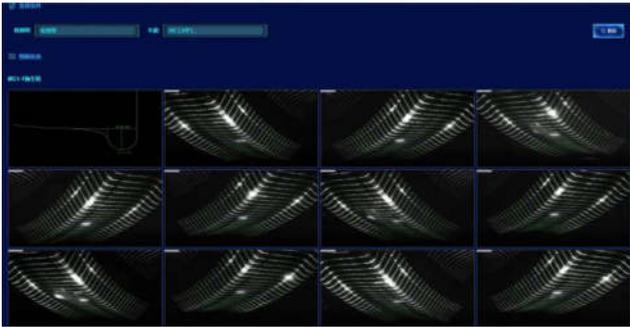


图1 轮对受电弓在线检测系统

### 3.1.2 车地无线传输系统 (OCS-100)

OCS-100是专门针对轨道交通行业应用环境设计的一种车地无线数据传输设备。它采用WLAN、4/5G以及

GPS技术，以无线连接方式实现车载网络与地面网络的通信、列车实时定位，完成对车载网络的故障诊断、实时状态监测及维护等数据的远程下载。当列车通过该检测系统时，人机界面的故障列表以及网络日志启动上传程序，检修人员可以通过设置在检修车间的终端较快获取数据并分析具体见图2。

表2 人工检修模式和智能系统人力及耗时对比  
(以1列车标准计算)

作业内容	模式	人员消耗 (个)	耗时 (分钟)
人工模式	轮对踏面检查	2	20
	受电弓检查	2	1-2
	网络日志下载	1	30
合计		5	52
智能系统	轮对踏面检查	0	120
	受电弓检查	0	1-2
	网络日志下载	0	30
合计		0	152
效益		节省100%	节省65%

### 3.1.3 车辆检修高清录摄手电筒

该设备已经在铁路系统运用较为成熟，录摄手电筒主要用于检修人员维护时对车辆车底、车侧的检查，集拍照、摄像、图像识别等功能。当发现列车故障时，检修员可随手拍照、录像，拍摄的视频、照片将会导入视频评价系统进行存档、备案，检修人员可在终端导出故障图片，省去了作业人员随身带纸笔记录的繁琐；另外，为了防止漏检漏修，厂商还研发了手电筒的附带功能：通过红外感应加图像识技术，将整列车需要检查的部件项点预设从而自动记录参见图3。

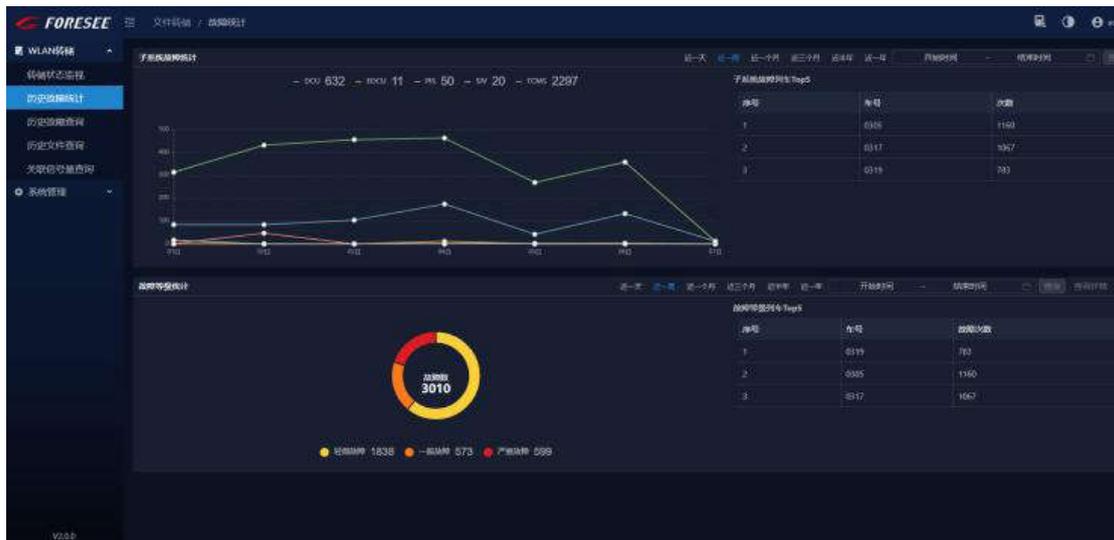


图2 车地无线传输系统



图3 智能录摄手电筒

### 3.1.4 高度智能化车辆检修系统

随着大数据、云计算等新技术的发明，列车智能维护也上升到了更高的层次，在某些城市地铁项目，企业和铁路、轨道交通系统合作研发了车辆智能检修系统。该系统采用先进的机器人技术、图像识别技术、全自动化智能分析定位检测技术和列车仿真模拟检测技术等，模拟检修作业人员检车过程。对列车底部、转向架等可视零部件进行灵活多角度的自动检测，单个机器人完成一辆列车车底检查需要40分钟，两个机器人自两端开始检查，耗时与人工检查相当如图4<sup>[3]</sup>。



图4 已应用的轨道车辆智能检修机器人

## 4 轨道交通车辆智能化维护的展望

目前智能维护多在高速铁路动车组运维中应用，轨道交通行业也有涉及，所以很多已经在高速铁路成熟应用的智能化维护系统在轨道交通项目同样适用，会在未来的轨道交通车辆维护会更多的应用。相应的，现阶段的智能维护系统也会随着新技术、新科技等发明越来越智能化，将检修水平推到更高的层次。

### 结束语

本文阐述了轨道交通车辆维护的发展情况、现状及困局，重点阐述了目前在轨道交通行业应用的智能维护系统，能够对车辆及时的进行检修，并且快速收集检修数据，人员配置和车辆维修管理模式也相应发生了改变，既降低了运营成本、提高了检修效率和检修质量，同时又在人员安全保护方面，有着无法比拟的优势。当然，智能维护无法全部代替人工作业，但是智能维护在轨道交通车辆中的应用已成为一种趋势，这对今后的拓宽车辆维护思路具有重要意义。

### 参考文献

- [1]李岗.动车车辆智能检修可行性研究[J].山东工业技术,2018(9):60.
- [2]金艳萍.动车车辆检修智能管理系统研究与开发[D].兰州交通大学,2018(23):186-188.
- [3]李森林.车辆段智能管控系统在动车车辆检修中的应用[J].工程建设与设计,2016(8):213-216.