

地铁车辆智能架大修解决方案分析

康 伟

石家庄市轨道交通集团有限责任公司 河北石家庄 050000

【摘要】当前,我国地铁车辆架大修仍然采取预先规划的预防性维修方式,也就是先弄清设备的损坏规律,进而确定其服役年限,进而制定维修、维修周期,以便在服役期间对设备造成的损害还没有到达临界值时进行维修。该维护方式需要投入大量的人力、设备和物资等维护资源,极易导致“过修”,同时,在以传统的以手工方式进行管理时,存在着资源利用率不高、停车维护周期长、管理困难、维护费用高等问题。本论文所提出的解决方法,是在当前我国地铁车辆信息化、智能化发展不断深化的大背景下,运用精益思想,对地铁车辆架大修车间的工艺规划、物资的存储、流通进行了优化,并通过智能化的硬件和信息化的软件管理平台,促进了车辆架大修向精细化、信息化、数字化、智能化的方向发展。

【关键词】地铁车辆;架大修;数字化;智能化

地铁车辆架大修属于预防维修中层次较高的一类,其维修范围广、程度深、工艺复杂、技术要求高、作业定点多,因此对其维修管理提出了更高要求。但是,在当前的地铁车辆设备检修工作中,还停留在传统的手工、纸制管理方式上,操作规范化水平不高;缺乏对异常情况的实时反馈和处理平台,不能对现场异常进行及时的反应和控制,从而影响了生产的进程;同时,受限于传统的运营方式,地铁车辆架大修的流程控制较为薄弱,不能对整个流程的进程和状态进行实时监控。质量控制措施缺乏有效的防错手段;由于存在着严重的信息孤岛、以纸张形式存在的工作流程记录、难以溯源、数据重复利用率低、无法充分利用等问题,使得传统的管理方式不再适合于地铁车辆架大修企业的发展。随着信息技术的飞速发展,如何打破原有的运行方式和管理方式,使其向数字化、信息化方向转变,已经成为一个迫切需要解决的问题。

基于目前地铁车辆架大修计划、工艺、作业、质检和物资等方面的管理状况,在对目前地铁车辆架大修管理的困难的前提下,通过对工艺布局规划、车间仓储和物流规划等进行合理的设计,将智能化的硬件和信息化管理平台有机地结合起来,使其达到信息化、标准化、规范化、智能化的目的,从而提高检修员工的操作便利性,降低流程浪费,提高工作效率,减少物资库存积压和库存费用,从而提高架大修的总体管理水平,降低管理费用,推动车辆架大修向数字化和智能化方向发展。

一、地铁车辆架大修概述

(一) 地铁车辆架大修简介

地铁车辆架大修主要是对运营时间的间隔达到5/10年,或走行里程为80/160万公里的车辆进行全面维修,包括分解、清洗、检查、探伤和整修,同时对车辆进行全面的检测、调试和测试,以使车辆能够回到原来的设计水平,或者在原有的技术水平上进行部分改进,满足规范和质量验收的维修,最后以接近新车的性能投入运营。地铁车辆架大修属于车辆预防维修中层次较高的一类,其维修范围广、程度深、工艺复杂、技术要求高、作业定点多,因此对其进行维修管理十分困难。但是,当前地铁车辆架大修工作仍然停留在传统的手工、纸张的管理方式上,操作规范化水平不高;缺乏对异常情况的实时反馈和处理平台,不能对异常情况进行快速反应和控制,从而降低了生产效率;同时,受限于传统的运营方式,对地铁车辆架大修流程控制较为脆弱,不能对运行的进程和状况进行及时的监控。产品的品质控制手段缺乏有效的防错法;由于存在着较强的信息隔离、工作流程以纸张形式存在、可溯源性差、数据可重用性差、无法充分利用等问题,使得现有的地铁车辆维修企业不再适应。随着我国铁路信息化建设的迅猛发展,如何打破原有的运营方式和管理方式,使其向数字、信息化方向发展,已经成为一个迫切需要解决的问题。

(二) 我国地铁车辆架大修维修模式

当前,国内的地铁车辆架大修方式以整车委外维修为主、自主维修+部件外包(即利用本地区现有的厂房、设

施设备和人员进行维保，并通过联合维修（也就是通过与其他具有相关资格的第三方企业联合组建合资企业进行维修）等方式进行维修），并在此过程中逐渐形成了新的维修模式。当前，已经有一些城市采取了前两者结合的方式，即“自行维护+零部件委外维护”“整车委外维护”的框架型检修方式。在我国城市地铁车辆企业发展的早期，大多采取以自主维护为主，部分零部件委外维修的方式。这种方式有利于积累运行维护经验，培训企业的专业技术人员。在高速增长铁路机车大修技术日趋完善的今天，通过对维护成本、基础设施和人力等方面的分析，从“自主维修+零部件外包”的方式逐渐向“整车委外”转型。为求保险，一些城市地铁车辆企业在进行整车检修试验时，普遍以深圳市地铁车辆为例，选择了部分线路进行整车委外维修，剩余的线路仍然采用“自行维护+零部件外包”的平行运营方式。

二、地铁车辆智能架大修的解决方案

（一）精益化的车间工位布局规划

车辆架大修涉及预检、解编、上下分离、部件拆卸、部件检修、部件装配、落车调试等工序，为了防止不必要的资源消耗，根据人流和物流的合理性，考虑到架大修的规模和流程，尽可能地将部件检修的模块化、流水线化的设计和布置方式进行考虑，从而使现场的设备充分地利用其性能，降低运输成本，从而提升检修的效率和管理水平。与此同时，在流程设计中，可以建立一个完整的车辆架大修车间的3D建模系统，并与模拟相融合，对生产布局、资源利用率、产能及效率进行实时的分析与优化，对车间布局与物流计划中的干扰、浪费等不合理的情况进行预警，进而对车辆架大修作业工位进行细分，达到对场地的精细化管理，提升工作效率，达到最大的生产效率。

（二）精益仓储物流规划

当前，车辆架大修主要采取自修型和委外型两种形式，其中包括新购置的材料（包括必换件、周转件、偶换件和工具等），以及从车辆上拆卸下来的材料（包括自修件、委外件、报废件等）。在对仓库的设计进行研究的时候，我们重点研究了仓库的存储、运输等方面的信息化控制问题。调查表明，现在大部分的地铁公司都建立了一个材料总仓库，对于设备检修所需要的新购置的材料，通常是由各车间的员工按照需要从材料总库领取，而自行生产

的材料则是在拆卸工位、修理工位、组装工位之间进行的，而委外材料则是由供货商来进行协调运输，而在委外流程中，主要是通过人工记录和核对的方式进行的，在物流流程中，仍然是依靠人工来完成的。针对在维修中仍需使用原始车辆的零件，可以利用二维码技术、无线射频识别（RFID）等技术，在条码或RFID标记中写下零件的识别信息，并采用适当的方式粘贴在零件上，在零件在维修的每一个步骤中，由专用的读码装置读出条码或RFID标签的资料，可以对零件的信息进行追踪，以达到零件维修后原车辆的安装需求。对货架检修工序所需要的物料，则采取站式式的调度方式，预先准备，并根据需要进行统一分配。物流的物流可以采用叉车和自动导向货车（AGV）的组合，它适合于卸货、入库和出库，AGV可以在货架上对货物进行无人的配送，这样可以节约人员的费用，提升工作的效率，同时也可以尽可能地减少货物的重叠，提升运输的效率。

（三）智能架大修平台及配套智能装备

智能检修平台被定义为MES（现场执行管理系统），它是一个集数据存储、数据分析、数据处理于一身的智能化应用平台。它包括了人员管理、车辆管理、作业管理、质量管理、物资管理、委外管理等多个功能。它包括了自检查问题数据的走势分析，以及待办事项的联合提示。它不但可以将车辆检修工作进行信息化管理，而且还可以与公司的其他信息化系统相结合，达到数据交换和提高企业管理的能力。各个商业单元具有以下的功能：

（1）人员管理：将员工的个人资料（姓名，学历，员工编号，入职时间，工种），员工技能（参赛获得荣誉证书，职业技能证书）等信息输入到该系统中，将员工的基本信息进行数字化，便于管理者查询和管理。该系统主要用于编制、修改、删除和查询员工基本信息。

（2）车间调度管理：主要完成员工进场操作之前的清点请求与评审，以及工作结束后的销点申领与审计。

（3）作业管理：管理维护工作的规范化，可以看到工作岗位的工作，可以将工作安排成一个系统。通过手机终端的使用，可以完成对工作的接受、工作进程的资料填写以及重要工作岗位的照片、录像的保存与上传。

（4）质量管理：可以实施品质计划，可以将品质档案与过程档案相联系，制定各步骤的自检、互检、专检及

检验标准及检验方法，并且可以设置图片或影像资料的设置；该系统可以按照工作任务的要求，自动产生出工作任务，并向相关的员工分配自检、互检和专检任务。并行的系统可以对不同的品质进行不同的处理。

(5) 物资管理：对货架检修材料进行信息管理，包括材料编号，材料名称，规格型号，数量，入库，领用，配送信息管理，库存信息查询，报废处理等。材料包含材料（必需零件，附件，耗材等），周转件，工器具，工具，劳动保护用品，备品备件等。

(6) 委外管理：通过对外包工作内容、委外交接、工程进度和验收等进行信息系统的管理。包括对外包过程中的交接单，验收单，工艺记录表，质量/失效报告，外购零件测试文档等的资讯化管理。

(7) 履历管理：可以构建车辆结构树模型，将车辆各个部分的基本资料都记录在结构树中，其中包括地铁车辆零件的编码、名、类、制、产厂商、序号等重要的数据。另外，在地铁车辆检修完毕后，还可以在车体结构树中对有关检修和替换的信息进行维护，从而对车辆履历档案进行更新。

(8) 可视化管理：主要是显示架大修车间的工位布置，车间监控视频，显示工作单的执行情况，架大修项目的执行进度，异常情况，计划目标情况，以及架大修的物料分配情况。

(9) 智能装备对接管理：智能设备（如 AGV、智能扭矩扳手等）可以通过控制中心（如 PLC）与智能货架维修平台相连接，并利用车间的网络传送信道，完成任务分配，获取现场生产情况，监测设备状态，准确执行任务。

（四）优化维修模式

从过去的库停车架大修转向以“状态修”为导向的维修方式是今后的发展方向。上海城市地铁车辆系统对平衡地铁车辆进行了初步探讨，并对以地铁车辆设施运行状况为基础的地铁车辆系统进行了主动地研究。目前，上海地铁12号线正尝试采用“平衡架修”方式，即根据各关键零部件的可靠度状况分类编制维护方案，并在运行窗口时段采用周转件对其进行更换维护，实现了一种生产组织方式的平衡，但与“以零件状态和剩余服务年限”的平衡维护方式有较大距离。为了达到真正的平衡维护目的，需要在已建成的车辆智能维护系统基础上，通过对运营大数据的采

集和分析，持续提高各零部件的车辆维护系统。

三、应用成果

通过对转向架大修后装配流程的工序化分割，利用工艺转移车、翻转变位机等智能化设备的运用，构建节拍化智能化装配生产线，并利用专用的转向架装配智能卡控信息系统对其进行管理，达到对装配工艺的信息化管理和对生产线的整个生命周期监测。同时，利用条码技术，对车辆转向架装配中需要的物料配送流程进行信息化收集，达到物流配送的信息化、实时性和准确性，并且可以以看板的方式将其以可视化的方式显示出来。通过本课题的研究，将从4框架装配到8框架装配，在降低成本和提高生产效率的同时，提高了车辆架大修的生产效率。

结束语：

综上所述，由于地铁车辆运行里程的持续增长，各种地铁车辆逐步进入架大修期。由于地铁车辆设备的检修工作越来越重，人工费用也越来越高，以往的粗放式的经营方式已不能满足现代化地铁车辆养护的需要。针对当前地铁车辆架大修运营与管理中存在的难点问题，拟从优化工艺布局、物料存储与流通方式、架大修信息化等方面入手，探索实现地铁车辆架大修精细化、信息化、数字化、智能化的方法。通过研究，可以有效地利用维护资源，准确地控制生产进程，并且能够在确保安全性的情况下，最大限度地挖掘出机器人本身的潜力，从而缩短架大修的扣修周期，提升工作效率。

参考文献：

- [1] 王志勇. 对地铁车辆架大修项目实施方案的几点思考[J]. 精品, 2021(08): 200-203.
- [2] 苏志才. 地铁公司地铁车辆架大修项目管理的应用研究[J]. 华南理工大学, 2021(08): 258-261.
- [3] 任翠纯, 胡瀚文. 广州地铁车辆架大修维修模式研究及优化建议[J]. 机车电传动, 2022(02): 127-139.
- [4] 徐国章. 地铁架大修工艺介绍及优化[J]. 名城绘, 2020(03): 111-113.
- [5] 孙先锋. 车辆基地检修方案优化建议[J]. 世界轨道交通, 2022(06): 173-175.
- [6] 谢晶晶. 对地铁车辆转向架大修工艺分析——以A型地铁为例[J]. 数码设计(上), 2021(06): 245-247.