

基于数据驱动的轮胎全生命周期维修 管理系统应用

张晓东¹, 郭鹏², 郭彦³

¹中国北方车辆有限公司综合管理部, 北京

²中国北方车辆有限公司采购部, 北京

³中国北方工业有限公司人力资源部, 北京

收稿日期: 2024年5月13日; 录用日期: 2024年7月8日; 发布日期: 2024年8月8日

摘要

通过对物流及矿山开发企业运输车辆轮胎消耗量较大、影响运输安全、成本居高不下等问题进行研究, 提出一种轮胎全生命周期管理方法, 通过建立数据驱动的轮胎管理系统, 加强轮胎在采购、使用、维护和仓储等环节的数据挖掘和精细化管理, 从而达到提高轮胎安全性、延长轮胎使用寿命、降低轮胎使用成本的目的。最终系统经过项目现场的使用检验, 结果达到系统设计效果。

关键词

数字化轮胎管理, 全生命周期, 可视化, 数据分析

Application of Data-Driven Tire Life Cycle Maintenance Management System

Xiaodong Zhang¹, Peng Guo², Yan Guo³

¹General Management Department, China North Vehicle Co., Ltd., Beijing

²Purchase & Order Department, China North Vehicle Co., Ltd., Beijing

³Human Resources Department, China North Industries Corporation, Beijing

Received: May 13th, 2024; accepted: Jul. 8th, 2024; published: Aug. 8th, 2024

Abstract

By studying the problems such as large tire consumption, impact on transportation safety and high cost of transportation vehicles in logistics and mining development enterprises, a tire life cy-

cle management method is proposed. By establishing a data-driven tire management system, data mining and fine management of tire procurement, use, maintenance and warehousing are strengthened, so as to achieve the goal of improving tire safety, extending the service life of tires, and reducing the use cost of tires. The final system has been tested on the project site, and the result has achieved the system design effect.

Keywords

Digital Tire Management, Life Cycle, Visualization, Data Analysis

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

轮胎是整个车辆运营中重要的成本之一，也是最能影响车辆运营效率和安全的重要因素之一，受管理手段限制，传统的轮胎管理中面临着很多挑战，一是传统的轮胎管理主要依靠手工报表方式进行统计，这种管理方式不仅效率低下，而且填报数据易出错，历史数据没有统一管理，数据资源难以充分挖掘利用，无法开展有效的数据分析，不利于及时发现轮胎管理中存在的问题[1]。二是轮胎使用寿命受环境因素影响很大，如果轮胎使用环境恶劣，比如运输路况差，路面有坑有硬物等不减速，会对轮胎造成过度冲击和磨损，或者在严寒、酷暑、沙尘暴等极端恶劣天气运营，也会加速轮胎的老化[2]。三是轮胎管理不规范也会对轮胎寿命有较大影响，例如轮胎存放不当、装配不当、充气不当、负载不均等原因会对轮胎产生损耗。四是轮胎质量是影响轮胎寿命的关键因素之一[3]。面对众多的轮胎生产商，如何进行评估，如何考察产品质量，如何开展价格竞标，如何采购质量更好、寿命更长、价格更优的轮胎。五是司机不良驾驶行为，会造成轮胎的异常磨损，主要表现在超速、超载，以及车辆起步、转弯、制动等过猛行为[4]。随着互联网、云计算、大数据等新兴技术的崛起，通过数字技术开展轮胎全生命周期管理，将有助于提升轮胎管理水平，降低轮胎使用成本，增强企业竞争力，从而为企业创造更大的经济价值[5]。

中国北方车辆有限公司(简称北方车辆)坚持国际化经营为核心，深耕“一带一路”沿线市场，积极带动兵器行业民品和国内优势装备“走出去”，为海外石油、矿业，以及国际工程等开发项目提供优质产品和服务。为解决海外项目设备的轮胎管理问题，北方车辆团队深入研究海外物流及矿用企业的实际应用场景，在自主建设的售后服务数字化管理平台“北方车辆云”上，开发了新一代轮胎全生命周期管理系统(TLCM)，它围绕使用单位轮胎全生命周期管理需求，提供了轮胎档案、维修管理、采购管理、仓储管理、运营管理、轮胎数据分析等功能，实现了轮胎管理规范化、轮胎数据统一存储、智能分析、可视化等多场景数据服务，全面提升了轮胎管理水平，延长了轮胎使用寿命，降低了成本，增加了运营效率。

2. 数据驱动的轮胎全生命周期管理系统的理论基础

2.1. 建立轮胎使管理据采集、存储体系

梳理轮胎管理中的关键业务流程，取消手工登记汇总轮胎信息工作，实现数据的自动归集。通过将轮胎管理业务相关的采购、使用、维保和仓储等多种管理流程进行数字化改造，满足轮胎管理业务的规范化、标准化和数字化要求。以数字化轮胎卡片为例，轮胎卡片是轮胎管理中最重要

存储单元，按照一胎一卡的原则规划，并作为轮胎信息存储的唯一数据源。它记录存储了轮胎使用中全生命周期事件过程数据。轮胎卡片是在轮胎采购入库时建立，当车辆安装新轮胎时，轮胎卡片能够记录所安装车辆的信息，以及安装的轮胎位置信息。当轮胎进行维修保养时，轮胎卡片能够记录车辆的行驶里程数据和维护项目、工作日期等信息数据。通过优化业务流程，轮胎卡片还可以与司机任务单据、维修保养单据、轮胎翻新单据及轮胎报废单据等实现数据关联，同步记录轮胎的使用里程数据、工作时间、维修保养事项、维修时间等信息[6]。

2.2. 分析挖掘轮胎管理数据的潜在价值

为实现数据驱动轮胎管理，首先要构建科学、规范的轮胎管理数据指标体系，高效开展轮胎数据管理和决策，要确定轮胎管理解决的问题或达到的目标，重点关注提升轮胎的安全性、降低成本和延长使用寿命等指标。安全性指标包括超速、空挡滑行、过长怠速、急刹车、长时间刹车等司机不良驾驶行为方面的监测数据。成本类指标包括轮胎价格比较、供应商选择、轮胎使用质量表现等[7]。轮胎寿命相关指标包括路况规划、轮胎保养、定期换位、轮胎存储等。其次要开展多种维度的数据分析，包括统计分析，比如平均使用寿命、行驶里程分布等，规律性分析，比如季节、司机驾驶习惯等对轮胎的影响；相关性分析，比如车辆运行状况、路况、气候条件等因素的相关性。再次要对数据分析结果进行可视化呈现，通过图形、图表、仪表盘、驾驶舱等形式展示数据，有助于更直观地理解数据的意义和价值。利用上述的统计分析方法和可视化工具，能够发现数据之间的关联性和规律性，发掘出轮胎数据的价值。

2.3. 用数据驱动提升业务能力

基于数据分析的结果做决策，不仅提高了管理效率和决策准确性，还为企业带来了更低的运营成本和更高的经济效益，为企业的持续发展提供有力支持[8]。

2.3.1. 数字化供应商管理助力降本增效

实施数字化供应商管理，加强了轮胎供应商的准入管理，对轮胎供应商及轮胎品牌、型号、尺寸、层级、花纹等进行合格审定。可以建立多供应商多品牌轮胎信息资源库，记录轮胎使用中的安全性能、质量数据、历史报价及成交价格等信息。通过设置比价和招标等多种采购模式，满足采购合规性要求。分析功能可以结合价格数据、质量信息、交货信息、维修数据、报废数据等对供应商开展综合评价分析，筛选出最优供应商，从而有效开展降低成本工作。

2.3.2. 数字化司机管理提高安全效率

实施数字化司机管理，加强了司机驾驶行为管控能力。通过在车辆中安装数据采集设备，收集储存司机驾驶途中的不良驾驶数据，包括超速、急加速、急刹车、急转向、大油门、空挡滑行、粘离合等，以及行驶路线、停车位置等信息，提供司机驾驶行为反馈报告，指出不足和改进的方面。系统还可以开展不同司机驾驶数据的对比，建立司机驾驶数据排名。系统还设计了司机良好行为奖励积分管理模块，方便企业设计奖励在安全驾驶、油耗低及轮胎磨损小的司机，实现正向激励。

2.3.3. 数字化轮胎生命周期分析

实施轮胎全生命周期管理，分析轮胎的使用状况，通过建立轮胎报废原因分析库，企业日常在报废轮胎时使用轮胎报废审批单，收集、识别轮胎报废数据，对每个报废轮胎判断出正常报废，还是因产品质量问题或者使用不当造成的。系统的轮胎质量分析功能，可以根据采购批次、品牌、供应商、使用里程数等多种维度数据，结合供应商评价及司机管理，能够及时发现并解决轮胎使用中存在的问题，对于供应商质量问题，可以通过索赔、处罚，甚至禁用等措施维护权益；对于使用不当的问题，针对薄弱环

节加强制度管理和培训；对于外部因素造成的损失，比如道路条件、气候条件等，可以采取定期检查胎压、加强司机培训、定期清洁轮胎等相应的措施减少损耗[9]。

3. 数据驱动的数字轮胎全生命周期管理系统构成(TLCM)

轮胎全生命周期管理系统(TLCM)建设以提升轮胎的使用效率，保障车辆安全性、降低轮胎使用成本为目标，构建了轮胎基础数据库、采购管理、供应商管理、维修管理、仓储管理、车辆运营等主要功能模块，结合现场轮胎管理标准化、数字化要求，运用移动互联网、物联网、可视化技术等先进手段，实现了轮胎全生命周期管理，不断提高了轮胎管理的质量和效率[10]。该系统包括图 1 所示的以下几个关键部分。

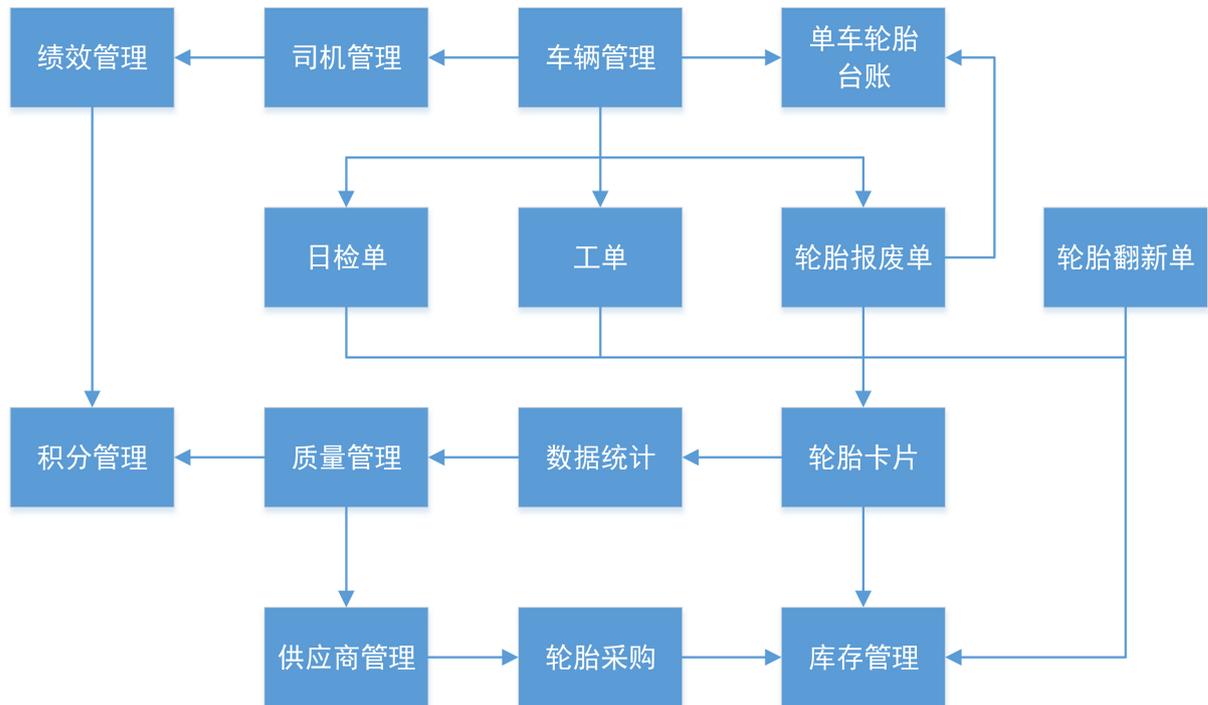


Figure 1. Digital tire management system framework
图 1. 数字化轮胎管理系统框架

3.1. 轮胎档案模块

1) 轮胎卡片，每条轮胎建立一张卡片，记录轮胎采购入库、装车使用、拆装、维修、调换、翻新、报废等状态信息，以及相对应的时间及里程数、工作时长信息。支持轮胎在不同车辆装卸数据统计。

2) 单车轮胎使用台账，每一辆车建立一个轮胎台账，准确记录单车轮胎使用情况，记录胎位和胎号信息，与轮胎卡片联动，查询单个轮胎状态，包括轮胎里程数、维修记录，以及轮胎更换情况等。

3.2. 维修管理模块

1) 轮胎维修。通过维修工单开展轮胎更换、修补或换位等工作，系统设定有多种换位规则，例如交叉换位法、循环换位法和混合换位法等，可以根据需要选择一种方法，定期开展换位操作[11]。

2) 轮胎维护。轮胎的维护一般分为：例行维护、一级维护和二级维护。例行维护包括每天出车前、收车后及途中检查等。轮胎的一、二级维护应结合汽车的一、二级维护进行。

3) 轮胎翻新。对于有轮胎翻新要求的企业使用此功能，翻新要确保选择有合法资质和良好声誉的翻新轮胎商。当轮胎磨损达到一定程度，且胎体具有再利用价值时，应进行轮胎翻新。系统可以建立翻新台账，可以进行出入库管理，并将翻新轮胎情况计入轮胎卡片进行跟踪管理，能够计算翻新后使用里程，便于统计翻新效果。

4) 轮胎报废。通过轮胎报废审批单对准备报废的轮胎进行鉴定和审批，对非正常情况报废，要明确判断原因是质量问题还是使用不当造成的，质量问题可追溯供应商，便于溯源与责任认定；使用不当问题识别出责任及责任人。建立报废轮胎数据的统计管理，将审批后的轮胎报废数据计入轮胎卡片，形成轮胎全生命周期闭环管理。

3.3. 仓储管理

建立轮胎出入库管理，对轮胎进行出入库、仓库管理、订单核销、编制需求计划等全流程跟踪，提高轮胎库存数据精准度，实现新购轮胎和翻新胎分别管理[12]。新采购轮胎在入库前要先建立轮胎卡片。

3.4. 采购管理模块

1) 供应商管理。建立轮胎供应商准入审查，实行合格供应商管理。能够对供应商进行评估，包括供应商的质量、交货能力、响应速度、服务水平、收款条件等方面。能够对供应商的绩效进行考核，以便更好地管理和优化供应商。

2) 采购订单管理。支持轮胎比价、招标等多种采购方式，能够实现采购计划、采购合同、采购执行等管理。支持对历史订单数据多维度查询、对比、分析。

3.5. 运营管理模块

1) 车辆管理。能够对车辆进行编组、调拨、停驶等调度功能。安装物联网设备的车辆能够管理行驶路线、当前位置及行驶状态等数据[13]。

2) 司机管理。能够记录司机出勤情况，记录司机安全驾驶及事故情况，安装车载监控设备，能够记录司机超速、急加速、急减速、急转弯等不良驾驶行为，能够通过数据分析对司机进行评估[14]。

4. 数据驱动的轮胎全生命周期管理系统(TLCM)应用案例

“北方车辆云”基于数据驱动业务开发轮胎全生命周期管理系统(TLCM)，总结分析了海外设备维保项目轮胎管理的特点，通过对项目现场轮胎业务过程进行数据化，以及对数据进行业务化，充分发挥了业务数据作为核心资源生产资料的作用。同时，通过开展数据分析和数据挖掘，推动数据对轮胎管理的支持保障作用，提升了管理和决策能力，促进流程不断优化，效率不断提升，成本显著降低。

轮胎全生命周期管理系统(TLCM)有效支撑了北方车辆多个海外维保项目的轮胎管理，提高了车辆运营效率，降低了轮胎使用成本，延长了轮胎使用寿命，为车辆安全运营提供了有力保障。

蒙古矿山工程一体化项目是北方国际公司推动产业链一体化发展重要布局。项目开展“矿山开采、焦煤运输、公路建设、通关仓储、煤炭贸易”一体化综合运作。TTC&T 公司提供焦煤运输服务。由于运输线路整体路况环境较差，对车辆损伤，尤其是对轮胎损耗较大，严重影响了车辆出勤率。为应对此种情况，2023 年在该项目中使用轮胎全生命周期管理系统(TLCM)，运用数字技术加强现场管理，通过一年多的实际运营，轮胎平均使用寿命提升了 3000 公里，安全保障煤炭运力提升 0.2%，直接轮胎成本较以前下降 10%，达到了业主年度出勤率提升及成本压降目标。总结项目使用轮胎全生命周期管理系统(TLCM)情况，有以下几方面提升：

1) 轮胎管理流程标准化、数字化。优化了项目现场轮胎管理流程，提高了员工工作效率和工作质量，

降低了成本,实现了维修保养、仓储管理、采购管理等标准化、数字化[15]。

2) 司机管理更加精准有效。通过规范司机驾驶行为,提高安全性协助管理司机的不良驾驶行为数据,识别潜在的安全隐患,建立多维度司机管理指标,有助于正确评估司机驾驶行为、安全意识及技能水平,以便有针对性地开展培训和管理工作。

3) 有效延长轮胎寿命,降低使用成本。系统有效防范轮胎运行中带来的安全隐患,提升了轮胎维保的效率和效果,通过数据分析,为轮胎选型提供更有效的科学依据,进一步优化轮胎使用方案,从而最大限度延长轮胎寿命,降低使用成本。

5. 结束语

轮胎全生命周期管理系统(TLCM)为北方车辆海外设备维修项目提供了可靠的工具和先进的手段,推动了车辆及设备维修管理的数字化,为建立全域设备全生命周期管理提供了支持。对同类企业开展设备全生命周期管理提供了借鉴和参考意义。

参考文献

- [1] 胡群. 轮胎选型应考虑的主要因素和 TKPH 值计算[J]. 露天采煤技术, 2002(3): 30-32.
- [2] 李海亮, 杨树梅. 浅析矿用卡车轮胎的使用管理[J]. 露天采矿技术, 2013(5): 50-52.
- [3] 丁震, 王铁军, 孟峰. 巨型矿用轮胎全寿命管理研究[J]. 中国煤炭, 2014(z1): 125-129.
- [4] 张石君. 轮胎报废类型及原因分析[J]. 中国轮胎资源综合利用, 2009(11): 36-39.
- [5] 戴继成, 郭其焰, 陈国松. 工程机械轮胎使用寿命的影响因素及改善措施[J]. 轮胎工业, 2016, 36(2): 70-75.
- [6] 李葆文. 设备管理新思维新模式[M]. 第4版. 北京: 机械工业出版社, 2019.
- [7] 马良清. 汽车轮胎使用及案例分析[M]. 北京: 中国商业出版社, 2008.
- [8] 肖雷, 张洁. 智能运维与健康管理的[M]. 北京: 清华大学出版社, 2023.
- [9] 郭蕾. 物流运输车辆管理[M]. 北京: 中国财富出版社, 2020.
- [10] 陈江宁, 祁鹏, 蔡艺鹏, 张立群. 数字化转型: 平台、生态与数据价值[M]. 北京: 企业管理出版社, 2022.
- [11] 嘉为科技. 数字化运维: IT 运维架构的数字化转型[M]. 北京: 机械工业出版社, 2024.
- [12] 唐湘民. 汽车企业数字化转型: 认知与实现[M]. 北京: 机械工业出版社, 2023.
- [13] 周扬, 吴金云, 李强. 5G+智慧物流赋能物流企业数字化转型[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2023.
- [14] 刘宝红. 供应链的三道防线: 需求预测、库存计划、供应链执行[M]. 第2版. 北京: 机械工业出版社, 2021.
- [15] 王远炼. 库存管理精益实战手册[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2015.