

浅谈成品胎自动称重系统在轮胎行业中的应用

崔富润, 王玉国, 孙金银, 王智慧, 李友涛

(山东万达宝通轮胎有限公司, 山东 东营 257500)

摘要: 随着轮胎行业智能化工厂建设的快速推进, 传统称重工具已无法满足智能化生产的工艺要求与管理需求。针对轮胎生产中原材料与成品胎重量误差导致的浪费、人工抽检效率低等问题, 设计了基于 PLC 与 MES 系统的成品胎自动称重系统。该系统整合扫码装置、动态称重传感器、AD 模拟量转换器等设备, 通过以太网传输实现动态精准称重与数据实时共享。系统具有稳定性强、测量精准、自动化程度高等优点, 有效实现了轮胎生产全流程重量管控与产品可追溯, 为企业产业结构升级及行业智能化发展提供了支撑。

关键词: PLC; 动态称重; MES 系统; 扫码装置; 远程监控

引用论文: 崔富润, 王玉国, 孙金银, 等. 浅谈成品胎自动称重系统在轮胎行业中的应用 [J]. 橡塑技术与装备, 2026, 52(7): 05-08.

中图分类号: TQ330.46

文献标识码: B

文章编号: 1009-797X(2026)07-0005-04

DOI: 10.13520/j.cnki.rpte.2026.07.002

0 引言

在轮胎行业智能化转型进程中, 产品质量管控与成本核算精细化成为企业核心竞争力的关键要素。轮胎重量作为贯穿原材料采购、生产加工到成品出库全流程的核心指标, 其精准管控直接影响产品质量稳定性与企业经济效益。传统称重方式依赖人工操作, 存在数据误差大、反馈延迟、人力成本高且无法实现全流程追溯等缺陷, 已难以适配工业 4.0 背景下智慧工厂的建设要求^[1]。山东万达宝通轮胎有限公司针对现有生产痛点, 设计开发了成品胎自动称重系统, 通过自动化技术与信息化管理的深度融合, 构建了全流程、智能化的重量管控体系, 为轮胎行业智能化升级提供了实践范例^[2]。

1 企业现状

1.1 重量管控存在的核心问题

当前轮胎生产过程中, 重量管控环节存在两大突出问题: 一是原材料投入与成品胎产出重量偏差明显, 导致橡胶原材料严重浪费, 直接增加了企业生产成本。原材料从密炼车间配方调配, 到半成品车间胶片、内衬层、钢丝帘布等部件加工, 再到成品硫化成型, 各环节重量传递缺乏精准管控, 造成物料损耗超出合理

范围; 二是成品胎重量检测方式落后, 质保部门仅采用人工抽检模式, 无法实现全批次覆盖检测。人工抽检不仅存在漏检风险, 且检测数据反馈滞后, 难以快速调整生产工艺参数, 影响产品质量稳定性, 同时也造成了人力资源的浪费^[3]。

1.2 现有生产条件限制

公司现有自动输送线为南北走向, 总长 120 m, 输送速度达 30 m/s, 存在线体较长、输送电机数量多、运行过程中震动抖动明显等问题。若直接加装称重设备, 震动干扰会导致称重精度大幅下降, 无法满足生产工艺对重量检测的精准要求^[4]。此外, 各部门数据共享不畅, 生产计划部、质保部、经营核算部之间的重量数据传递依赖人工统计上报, 存在数据滞后、统计误差等问题, 影响生产决策的及时性与准确性^[5]。

2 设计方案

2.1 系统整体架构

成品胎自动称重系统以 MES 系统为核心, 整合

作者简介: 崔富润 (1986—), 男, 本科, 工程师, 高级工程师, 主要从事工业设备维护维修、技术改造及相关管理制度优化, 设备故障应急处理、老旧设备升级改造等方面的工作。

扫码装置、动态皮带秤、PLC 控制器、网络服务器、上位机等设备,构建形成“称重采集—数据传输—分析管控”的全流程智能化体系。系统利用自动分拣输送线的环形结构,在上下扫码装置下方分别安装两层动态皮带秤,实现连续主动称重。称重机的启动与停止由外部联锁信号控制,通过 DP 接口与 MES 系统对接,MES 系统主动读取称重数据并判别轮胎重量是否合格,同时将检测结果与产品信息通过内部网络服务器存储归档。生产计划部、质保部、经营核算部通过 MES 系统的“轮胎条码物流管理系统”,可实时查询各规格轮胎的重量数据,实现从原材料配方到成品出库的全流程重量管控,见图 1。

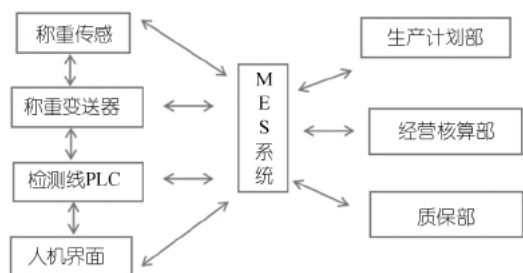


图 1 成品胎自动称重系统整体架构图

2.2 动态秤技术要求

2.2.1 电气控制要求

(1) 称重机采用动态连续称重模式,启动与停止由外部连锁信号精准控制,配备 DP 接口,支持 MES 系统主动读取数据并进行合格性判别,同时可根据判别结果执行相应的控制指令。

(2) 轮胎在运输与称重过程中,需避免出现挤胎、变形等情况,确保产品外观与内在质量不受影响。

(3) 电动机回路需具备缺相保护、接地保护等安全功能,保障设备稳定运行。

(4) 皮带秤需满足高速输送、高精度动态称重、无跳动、无跑偏、低故障率、快速维修的使用要求,适配三班连续生产模式。

2.2.2 主要技术参数

动态秤的核心技术参数严格适配轮胎生产需求,具体如下:

(1) 设备使用班次:三班连续生产(每月不间断运行)。

(2) 使用环境:温度范围 $7\sim 70\text{ }^{\circ}\text{C}$,相对湿度最大 95%。

(3) 适用轮胎规格:半钢胎 13"~24"。

(4) 适用轮胎外轮廓直径: $\Phi 520\sim\Phi 920\text{ mm}$ 。

(5) 适用轮胎胎面高度: $120\sim 400\text{ mm}$ 。

(6) 最大称重量程:30 kg。

(7) 电源配置:动力电源 $\text{AC}3\times 380\text{ V}$,控制电源 $\text{AC}220\text{ V}$ 或 $\text{DC}24\text{ V}$ 。

(8) 气源要求: 6 kgf/cm^2 , $10\text{ m}^3/\text{h}$ (按设计标准配置)。

(9) 传送速度: 40 m/min (支持变频调速)。

(10) 称重精度:动态连续称重精度 $\leq \pm 50\text{ g}$,分度值 5 g。

2.2.3 动态秤结构尺寸

动态秤主体材质采用碳钢烤漆,数量为 1 台,使用电源 $\text{AC}380\text{ V}$,具体结构尺寸需符合输送线安装要求,确保与现有生产线无缝对接,不影响原有输送效率。

2.3 方案难题攻关

针对自动输送线震动导致称重精度下降的问题,采取了三项核心优化措施:一是设计动态秤与整体大架分离方案,减少线体震动对秤体的直接影响;二是在称重机底部加装减震吸震垫,有效吸收震动能量,降低震动干扰;三是优化数据传输与处理程序,对称重变送器、AD 模拟量转换器至 PLC 的信号传输流程进行程序优化,减少信号干扰导致的误差。通过上述措施,最终实现动态秤称重精度与静态秤对比误差 $< 50\text{ g}$,满足生产工艺要求。

2.4 MES 系统数据查询与远程监控

2.4.1 上位机实时监控

成品胎实时重量数据上传至工业上位机后,通过内部网络同步至 MES 系统,上位机可实时显示轮胎条码、胎胚代号、成型时间、硫化时间、实际重量、标准重量、重量差值等关键信息。同时支持按时间段查询统计,自动计算该时段内成品胎的总实际重量与总标准重量的偏差,为生产工艺调整提供数据支撑。上位机具备数据导出功能,可自动生成 Excel 表格,便于数据分析与存档,见图 2。

2.4.2 远程监控功能

管理人员通过登录生产制造控制一体化系统,可远程查看上位机的所有监控信息,包括单条轮胎的详细重量数据、批次统计数据等。远程监控系统同样支持数据导出 Excel 功能,方便异地办公与数据共享,实现了成品胎重量的 100% 远程监控,彻底解决了质量管控与成本核算中数据滞后、监管不全的问题,见图 3。



图2 上位机实时监控数据图



图3 远程监控系统登录界面图

2.5 扫码装置与动态秤系统协同工作

当成品胎输送至动态称重机时,触发开始位光电开关,激活扫码头与称重传感器同步工作:扫码头识别轮胎条码,称重传感器采集重量数据;轮胎完全通过称重机后,触发结束位光电开关,完成一次数据采集循环。扫码装置将识别到的轮胎条码与对应的重量数据绑定,通过CCLINK通讯传送至上位机,再经以太网传输至MES系统数据库,实现产品信息与重量数据的一一对应存储,为产品追溯提供核心数据支撑。

2.6 PLC控制选型

2.6.1 PLC选型原则

PLC选型需遵循四大核心原则:一是最大限度满足被控对象的控制要求,确保系统功能适配生产工艺;二是保证控制系统安全可靠,降低设备故障率;三是力求简单、经济,兼顾使用与维修便捷性;四是预留扩展空间,适应企业未来发展需求。选型时需综合分析输入输出点数、存储器容量、功能需求及外部设备特性,选择性价比最优的产品。

2.6.2 选型结果

结合公司车间现有设备配置情况,考虑到三菱PLC在车间内的占有率较高,且系统规模适中,最终确定核心设备选型如下:PLC选用三菱Q系列Q13UDEHCPU;网络模块选用QJ71E71-100;模量模块选用QJ61BT11N;变频器选用三菱D700系列;称重变送器选用XK3141(IND331)系列。所选设备兼容性强,可与现有MES系统、输送线设备无缝对接,保障系统稳定运行。

2.7 称重传感器工作原理

本系统采用电阻应变式称重传感器,其核心工作

原理是将轮胎重力按比例转换为可计量的电信号。弹性体(敏感梁)在外力作用下产生弹性变形,粘贴于其表面的电阻应变片随之变形,导致电阻值发生变化。通过测量电路将电阻变化转换为电压或电流信号,经AD模拟量转换器处理后传输至PLC,最终实现重量数据的精准采集。该类型传感器具有测量精度高、稳定性强、适应恶劣工业环境等优点,可满足动态连续称重的使用要求。

3 称重系统项目实施目标

3.1 构建智能化管控体系

以现有MES系统为核心,构建两大核心系统:一是智能化设备管理CPM系统;二是车间自动称重系统与成品胎智能分拣输送系统。MES系统专注于轮胎生产过程控制,CPM系统聚焦智能设备管理,两套系统通过条形码技术与数据交换实现无缝连接,形成“生产控制—设备管理”的协同管控体系。

3.2 实现全流程可视化管控

通过系统建设,实现从原材料投入到成品胎出库的全流程重量实时管控。生产管理人员可通过上位机或远程监控系统,实时掌握密炼车间橡胶配方重量、半成品各部件重量、成品胎重量等关键数据,及时发现生产过程中的重量偏差,快速调整工艺参数,减少物料浪费。

3.3 达成智慧工厂闭环管理

借助系统实现人、机、料三者之间的智能化、交互式无缝连接,覆盖橡胶原材料加工、半成品生产、成品硫化成型等主要工序,实现产品全生命周期的信息化管理。通过数据共享与追溯,形成从生产计划制定、工艺执行、质量检测到成本核算的完整闭环,为智慧工厂建设奠定坚实基础。

4 称重系统实施结论

成品胎自动称重系统的实施,是工业工程技术、自动化技术、IT技术与工业物联网深度融合的实践成果。系统通过整合PLC、动态称重、扫码识别、MES

系统等核心技术,有效解决了轮胎生产中重量管控精度低、数据滞后、资源浪费等突出问题,实现了三大核心价值:一是降低生产成本,通过精准管控原材料与成品重量偏差,减少橡胶原材料浪费,提升资源利用效率;二是提高产品质量,实现成品胎重量全批次检测,及时调整生产工艺,保障产品质量稳定性;三是推动企业智能化升级,实现生产过程的可视化、可追溯与信息化管理,加快企业产业结构优化。

该系统为轮胎行业智能化工厂建设提供了完整的解决方案与实践标准,其核心技术与实施经验可在行业内广泛推广,带动轮胎行业向工业 4.0 智慧工厂快速转型,助力行业实现高质量发展。未来,可进一步优化系统功能,增加 AI 算法对重量偏差的预测与自动

调整功能,提升系统的智能化水平,为企业创造更大的经济效益与社会效益。

参考文献:

- [1] 王兆义. 工业自动化仪表与控制系统 [M]. 北京:机械工业出版社, 2019.
- [2] 李方园. PLC 控制系统设计与应用实例 [J]. 自动化技术与应用, 2020,39(5):123-126.
- [3] 张宏军. 动态称重技术在工业生产中的应用研究 [J]. 计量学报, 2021,42(3):389-394.
- [4] 刘建国. MES 系统在轮胎行业的应用与实践 [J]. 中国橡胶, 2019,35(8):45-48.
- [5] 陈立刚. 电阻应变式称重传感器的应用与校准 [J]. 计量与测试技术, 2020,47(7):68-70.

A brief discussion on the application of automatic weighing systems for finished tires in the tire industry

Cui Furun, Wang Yuguo, Sun Jinyin, Wang Zhihui, Li Youtao

(Shandong Wanda Baotong Tire Co. LTD., Dongying 257500, Shandong, China)

Abstract: With the rapid advancement of smart factory construction in the tire industry, traditional weighing tools have become inadequate to meet the process requirements and management needs of intelligent production. To address issues such as waste caused by weight errors in raw materials and finished tires during tire production, and the inefficiency of manual sampling inspection, an automatic weighing system for finished tires based on PLC and MES systems has been designed. This system integrates scanning devices, dynamic weighing sensors, AD analog converters, and other equipment, achieving dynamic and precise weighing and real-time data sharing through Ethernet transmission. The system boasts strong stability, accurate measurement, and high automation, effectively realizing weight control and product traceability throughout the entire tire production process. It provides support for the upgrading of enterprise industrial structure and the intelligent development of the industry.

Key words: PLC; dynamic weighing; MES system; scanning device; remote monitoring

(R-03)

《橡塑技术与装备》投稿邮箱: crte@chinarpte.com

欢迎投稿, 欢迎订阅, 欢迎惠登广告