

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)

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。

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。

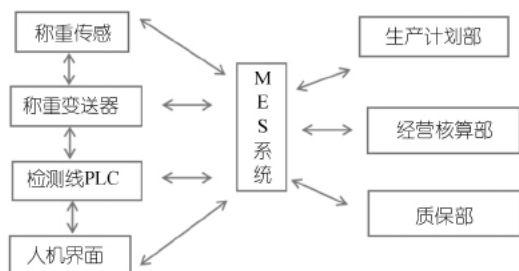


图1 成品胎自动称重系统整体架构图

(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7~70℃，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：Φ520~Φ920 mm。

(5) 适用轮胎胎面高度：120~400 mm。

(6) 最大称重量程：30 kg。

(7) 电源配置：动力电源AC3×380 V，控制电源AC220 V或DC24 V。

(8) 气源要求：6 kgf/cm²，10 m³/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≤±50 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AC380 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 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。

自动分拣系统				
数据库 ● PLC ●		系统时间：2021.09.23 08:04:49		
开始时间：2021-09-22 15:16:29	结束时间：2021-09-22 17:16:29	物料信息：	选择	清空
参数	标准重量	实际重量	平均标准	平均实际重量
1137	11258.154	12368.91	9.902	10.879

图2 上位机实时监控数据图

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

(下转第9页)