

橡胶设备维护管理与轮胎质量稳定性的关联研究

陈宝南

八亿橡胶有限责任公司 山东枣庄 277800

摘要: 本研究深入探究了橡胶设备维护管理与轮胎质量稳定性之间的关联,开展了对橡胶设备维护管理模式的系统分析,而后从原材料,从设备以及人为因素等层面剖析了影响轮胎质量稳定性的因素,结果发现:设备的维护间隔,故障率连同维护管理模式等都与轮胎质量稳定性紧密相依,正确开展维护管理能高效推动设备性能上扬,缩小质量波动,保障轮胎质量稳定可靠,研究成果对橡胶装备维护管理的优化起到作用,为带动轮胎质量上升提供了理论及实践依据。

关键词: 橡胶设备; 维护管理; 轮胎质量; 稳定性

引言

在汽车工业迅猛发展的此刻,人们对轮胎这一关键部件的质量稳定性问题极为重视,作为轮胎生产核心的是橡胶设备,该设备维护管理水平的高低,直接关乎生产效率和产品质量,然而目前业界对橡胶设备维护管理与轮胎质量稳定性之间关系的研究仍有不足,细致探究两者联系以实现生产流程优化,保障轮胎质量有着十分关键的实际意义。

一、橡胶设备维护管理模式

传统事后修复模式中,设备发生故障后方可修复,虽然可以减少早期维护成本,但是由于故障突发容易造成生产中中断,加大抢修成本和轮胎质量波动的风险,应用于非关键设备或者故障影响较低的现场。预防性维护模式是根据设备的运行时间,经验数据来制定维护计划并定期进行零部件的检查和替换,能够降低突发故障的发生率,保持设备的平稳运行,但是也会出现过度维护的情况。状态型维护模式以传感器为辅助,监测系统对设备温度和振动数据进行实时采集,并通过数据分析对设备故障进行预测,从而达到精准维护的目的,减少了维护成本,同时保证设备性能。

二、轮胎质量稳定性影响因素分析

1. 原材料因素

原材料在轮胎质量稳定性方面具决定性意义,就橡胶而言,天然橡胶跟合成橡胶配比调配效果很明显,高质量的轮胎里面,天然橡胶比例可攀升至40%-60%,这是由于它具备极佳的弹性与抗撕裂性能,进而赋予轮胎极佳的抓地力与舒适度。就子午线轮胎胎面胶成分

而言,当天然橡胶的占比偏高之际,湿滑路面的抓地力可增长15%-20%,合成橡胶可增强耐磨性、耐老化性等特性,丁苯橡胶一般用于改善轮胎的耐磨性,若将其在配方中的含量合理增多,轮胎的耐磨里程可拓展5%-10%。钢丝帘线作为轮胎骨架材料的一员,对轮胎的强度以及直径公差影响极大,采用高强度钢丝能使轮胎承载能力增大20%-30%,若帘线直径公差超出 $\pm 0.02\text{mm}$,轮胎在使用阶段容易出现受力不均状况,这会引发局部磨损急剧加重,致使轮胎的使用寿命降低20%-30%。

2. 生产工艺因素

混炼期间的混炼时长,诸如温度和转子转速等因素会影响胶料均匀性与性能,若混炼时间延长2-3分钟,胶料的分散性可增多10%-15%,然而要是混炼时间超长,橡胶分子链也许会产生断裂,进而造成胶料性能下降,若混炼的温度稳定在150—160℃范围里,可保障所有成分充分地反应,同时规避焦烧这一现象,当温度偏差超出 $\pm 5^\circ\text{C}$ 的差值,胶料的硫化特性与物理性质会出现明显改变。压延工艺、压延速度、辊筒温度等方面的因素影响帘布、胶料贴合质量,若压延速度处于20-30m/min,辊筒温度介于100-120℃的条件中,帘布和胶料可实现紧密贴合,要是速度飙升过快或温度降得太低,说不定会使得轮胎出现气泡、脱层等现象,于是让轮胎的强度与耐用性出现15%-20%的下降。诸如成型工艺、零件定位精度、贴合质量等因素,会对轮胎动平衡性能造成影响,当部件定位偏差超出了 $\pm 1\text{mm}$,轮胎高速行驶时,振动幅度也许会上升10%-15%,这严重影响驾驶的舒适度,还极大威胁到安全性,在硫化工艺

操作过程中，硫化时间以及硫化压力等因素对轮胎最终性能起到决定效果，若硫化温度提升5℃时，硫化所需的时长可缩减10%–15%，过高的温度说不定会引发过硫，造成轮胎变得坚硬兼脆弱，于是导致轮胎的使用寿命下降20%–30%。

3. 设备因素

混炼效果受密炼机转子结构及密封性能影响，比起相切型转子，新型啮合型转子的混炼效率有20%–30%的涨幅，胶料的分散情况也更为出众，倘若密炼机的密封性能欠佳，有概率引发物料的外漏，随之引起胶料配方比例失准，继而影响到轮胎的性能，处于10%到15%的范围。胶条尺寸精度和质量稳定性受挤出机螺杆转速及温度控制精度的影响，要是螺杆转速在 $\pm 5\text{r/min}$ 范围里波动，胶条尺寸偏差可至 $\pm 0.5\text{mm}$ 上下水平，由此对后续成型的工序造成干扰，轮胎成型机机械精度及其自动化程度影响部件组装精度。高精度成型机可把零件定位精度做到 $\pm 0.5\text{mm}$ ，能有效提升轮胎的均匀性与平衡性，低精度的机器易引起零件偏移，引起轮胎动平衡数值过大，提高了行驶时振动与噪声水平，轮胎硫化质量受硫化机热板的温差与压力均匀性左右，若热板温差超过 $\pm 3^\circ\text{C}$ 的界限之际，轮胎各部分的硫化程度会展现出差异，大概会出现欠硫和过硫情形，这会引起轮胎整体性能下降15%到20%。

4. 人为因素

操作实施人员的技能层级，责任心等要素左右着工艺执行的精度，经验老到的工人在混炼时可精准把控加料顺序与时间，进而把胶料质量的波动范围控制在 $\pm 5\%$ 以内，而对刚开始学的人，该波动也许会达到 $\pm 15\%$ 的幅度，在部件开展成型的阶段，有着丰富经验的工人可迅速精准地完成组装，从而把次品率维持于5%以内，而那些技能欠佳的工人，次品率说不定会高达15%–20%。质量检测人员是否饱含专业素养，决定检测结果是否真实可靠，专业检测人员可精准识别轮胎的细微缺陷，可把缺陷漏检率管控至3%以下，非专业人员的漏检率说不定会达10%–15%，生产管理人员的调度部署及决策抉择，关乎生产流程的顺畅度与质量的稳定性。采用合理有效的生产调度策略，能把设备的使用效率提高15%–20%的程度，并降低生产中断造成的品质问题，若管理团队对质量重视程度不够，对工艺修改审核的严格要求未落实，那么可能引起产品质量问题，进而让产品不合格率提升20%–30%。

三、橡胶设备维护管理与轮胎质量稳定性的关联性研究

1. 设备维护频率与质量稳定性的关系

从技术上讲，密炼机是一个典型的例子，密炼机负责轮胎生产过程中各种原材料的混炼，混炼效果的好坏直接关系到轮胎胶料的性能。密炼机按月定期检修时，由于设备工作过程中零部件的磨损和温度控制的偏差，胶料混炼均匀度的波动幅度为 ± 1 。这就决定了各批胶料的性能有很大的差别，将造成硫化后轮胎物理性能的一致性差，基于此，轮胎硫化后物理性能一致性可提高15%，有效保障轮胎质量的稳定性。行业实践方面，普利司通正在旗下的一个大型生产基地进行设备维护频率的优化工程。该生产基地对挤出机的维护周期进行了调整，原先的预防性维护周期是6个月，但由于螺杆的磨损和机筒内壁的腐蚀等因素，导致胶条尺寸的合格率仅为85%，在后续的成型过程中，由于胶条大小不合适，导致的次品率高达12%。通过细致的数据监测和分析，该基地使挤出机的保养周期减少到四个月，每保养一次螺杆就会有一次高精度的研磨修复、对磨损的机筒衬套进行了替换，对温度、压力控制系统进行了标定。经过调整，胶条的尺寸偏差合格率增加到了96%，而后续的成型过程中次品率下降了12%，这大大增强轮胎的生产质量稳定性，并且由于次品数量的减少，也带来显著的成本节省。

2. 设备精度与质量稳定性的关系

就轮胎成型机而言，成型机钢丝帘布的定位精度对于轮胎动平衡性能起着关键性作用。钢丝帘布定位精度达到 $\pm 0.5\text{mm}$ ，轮胎高速转动过程中由于帘布位置偏差造成质量分布不均匀，将使得轮胎动平衡性能差，高速下振动幅值大。当轮胎的定位精度增加0.1mm并达到 $\pm 0.4\text{mm}$ 的范围时，轮胎的动态平衡性能可以增加8%，而在高速行驶时，振动的幅度可以减少12%。这种精度提升可以显著提高轮胎在高速行驶过程中的平稳性、降低振动引起的异常磨损、提高轮胎使用寿命。国际知名轮胎企业固特异对提高设备精度取得了令人瞩目的成绩。固特异投入巨资开发和和使用纳米级精度数控加工设备生产新型轮胎生产线硫化模具。模具制造精度由常规 $\pm 0.05\text{mm}$ 提高到 $\pm 0.01\text{mm}$ 范围内，模具表面粗糙度由 $\text{Ra}0.8\mu\text{m}$ 下降到 $\text{Ra}0.2\mu\text{m}$ 。通过使用高精度的模具，轮胎的胎面花纹深度一致性得到25%的提升，这确保了轮胎在与地面不同部位接触时摩擦力的均匀性，同时湿地

抓地力的性能波动范围也减少了18%。

3. 设备故障率与质量稳定性的关系

当橡胶设备的平均故障率从5%下降到2%时，轮胎制造过程中出现的质量异常次数减少了40%，同时产品的合格率也增加了18%。轮胎生产硫化工序，硫化机能否平稳工作是关键。在过去，某轮胎制造企业因为硫化机的液压系统频繁出现故障，如液压油的泄露和油泵的损坏，导致每月大约有12%的轮胎出现了欠硫或过硫的情况。欠硫轮胎强度不够，耐磨性较差，但过硫轮胎会出现硬脆现象，极大地影响其使用寿命及安全性能。通过设备故障预测及健康管理系统的实现，硫化机液压系统的关键位置设置了压力传感器，温度传感器及振动传感器等设备，并对其运行数据进行实时采集，进一步，采用大数据分析机器学习算法相结合的方法，构建故障预测模型。当系统开始运作，液压系统的故障率减少70%，而欠硫/过硫产品的比例也降到了3%以下，这极大地增强了轮胎的质量稳定性。同时将设备历史故障数据与运行工况相结合构建了故障预测模型。以密炼机为研究对象，通过实时监控和分析其轴承的温度、振动频率等关键参数，当预测的轴承故障率超出80%时，如果在72小时前发布预警，公司可以迅速进行维护，从而将因突发故障导致的停机时间缩短85%。设备故障率的降低直接提升了轮胎质量稳定性，改造后胶料混炼批次合格率从88%提升至97%，因设备故障导致的质量损失成本每年减少约1200万元。

4. 维护管理模式对质量稳定性的影响

处在传统的事后维修模式内，仅在设备产生故障时才实施维修，该种被动维护途径不能预先排除设备潜在隐患，由此引发轮胎质量的剧烈波动，轮胎次品占比高达15%，从对比角度，以状态为导向的维修模式依托先进的传感器技术与数据分析方法对设备运行状态展开实时监测，且结合设备实际运行情形合理安排检修工作，本实用新型可明显降低设备产生故障的几率，使次品率减至可低于的某个水平。某轮胎企业经比较研究，察觉

智能化维护管理模式的推行成效斐然，该模型把设备运行数据整合，把生产工艺参数与质量检测结果集成起来，且凭借大数据分析对维护决策开展智能处置，借助对挤出机螺杆扭矩、温度等关键数据的分析，我们可提前揣度螺杆的磨损趋势，继而自动修改维护方案，进而让螺杆的耐用寿命增加40%，而胶条的尺寸稳定性也增长了25%。米其林公司搭建的智能维护体系，俨然是行业的模范标杆，米其林向全球生产基地投放设备健康管理平台，运用云计算及边缘计算技术达成设备数据的实时传输与高效处理，利用起设备运行数据，对工艺参数及质量检测结果做深度融合分析，此平台可准确识别出设备大概存在的故障风险，自动制定最优维护方案。

结束语

本研究系统地揭示出橡胶设备维护管理和轮胎质量稳定性之间的内在关系。通过厘清各个维护管理要素在轮胎质量过程中的作用机理，从而为企业科学制定设备维护策略提供强有力的支持。后续研究可以进一步将智能化技术与之相结合，探索出更加有效的维护管理模式，不断提高轮胎质量的稳定性，为轮胎行业的高质量发展做出贡献。

参考文献

- [1] 徐健, 王照鹏. 精密加工技术在橡胶轮胎模具生产中的应用[J]. 汽车画刊, 2024, (09): 44-46.
- [2] 尚永峰. 高性能橡胶轮胎结构创新设计研究[J]. 时代汽车, 2024, (13): 146-148.
- [3] 童宝良. 高性能橡胶轮胎胎面材料的研发与性能提升[A]. 2024智慧施工与规划设计学术交流会议论文集[C]. 中国智慧工程研究会, 中国智慧工程研究会, 2024: 3.
- [4] 陈宁. 高性能橡胶轮胎结构创新设计研究[J]. 大众标准化, 2023, (18): 53-55.
- [5] 周建青. 东营市橡胶轮胎产业高质量发展路径分析[J]. 财经界, 2022, (27): 15-17.