

叉车行驶稳定性监测中的传感器选型与数据分析

张正华¹ 陈继武² 李鹏²

1. 河南交通职业技术学院 河南郑州 450000; 2. 河南省特种设备检验技术研究院 河南郑州 450000

[摘要] 本文针对叉车行驶稳定性监测问题,对传感器的选型及其数据分析方法进行了深入研究。分析了叉车行驶稳定性监测的重要性,介绍了常用的传感器类型及选型原则,详细阐述了监测数据的分析方法,并通过实际案例验证了传感器选型与数据分析在叉车行驶稳定性监测中的有效性。

[关键词] 叉车; 行驶稳定性; 传感器; 数据分析

引言

叉车作为一种重要的物流运输工具,其行驶稳定性对运输安全具有重要意义。然而,在复杂的工况下,叉车容易发生侧翻、打滑等事故,导致财产损失和人员伤亡。为了提高叉车行驶稳定性,需要对车辆运行状况进行实时监测,并根据监测数据及时调整行驶状态。本文从传感器选型与数据分析两个方面,探讨叉车行驶稳定性监测的方法。

一、传感器选型

(一) 传感器类型

1. 速度传感器: 捕捉即时速度,保障动态控制

在叉车行驶稳定性监测系统中,速度传感器的选择是至关重要的环节。传感器如同车辆的感官,能够实时捕捉并反馈关键信息,以确保叉车在各种复杂环境下的稳定行驶。速度传感器作为监测系统的基础组成部分,能够准确捕捉叉车的即时速度,这对于实施动态控制策略、调整车辆行驶状态至关重要。速度数据不仅可以帮助操作者了解车辆的运行状态,还可以为防滑控制系统和动力输出管理系统提供关键输入。

2. 多角度监测传感器: 全面感知,确保行驶安全

倾角传感器的作用也不容忽视,它能够实时监测叉车车体的倾斜角度,这对于在斜坡或不平路面上行驶时尤其重要。当叉车的倾斜角度超过安全阈值时,倾角传感器会发出警报,提示操作者采取相应措施,以防止车辆侧翻等危险事故的发生。加速度传感器则能够监测叉车在行驶过程中的加速度变化,这对于评估车辆在启动、加速、制动等过程中的稳定性具有重要意义。加速度数据可以帮助系统判断车辆的行驶状态是否平稳,从而及时调整控制策略,确保行驶安全。压力传感器通过监测叉车轮胎与地面之间的接触压力,可以有效判断叉车是否出现打滑现象。在湿滑或松软的地面条件下,轮胎的抓地力会下降,压力传感器的数据可以帮助系统及时调整动力输出,防止打滑。最后,角速度传感器用于监测叉车车体的角速度,这对于车辆在转弯或紧急避障时的稳定性至关重要。通过监测角速度,系统可以实时调整车辆的转向控制,确保叉车在高速行驶或复杂操作时仍能保持良好的稳定性。

通过以上这些传感器的综合运用,使得叉车行驶稳定性监测系统能够实时获取车辆的各项状态信息,并通过数据分析处理,为叉车的稳定行驶提供强有力的技术支持。

(二) 传感器选型原则

传感器的选型,须综合考虑多个因素,以确保所选择的传感器能够满足叉车行驶稳定性监测的高标准要求。准确性是传感器选型的首要原则,这是因为监测系统的可靠性和有效性直接依赖于传感器提供数据的精确度。只有高精度的测量才能确保控制策略的准确实施,从而有效避免叉车在行驶中可能出现的危险情况。稳定性是传感器长期稳定工作的关键,尤其在叉车这种承受动态负载和频繁冲击的工作环境中。

传感器必须能够在振动、冲击和温度变化等复杂工况下保持性能不变,这样才能确保监测数据的连续性和可靠性。一个稳定的传感器可以在长时间内提供一致的测量结果,对于叉车的安全行驶至关重要。抗干扰性是传感器在复杂环境下保持准确测量的能力。由于叉车工作环境中的电磁干扰、温度波动、湿度变化等都会对传感器的测量结果产生影响,因此,选择的传感器应具有较强的抗干扰能力,以保证在多变的外界因素下仍能提供准确的测量数据。成本效益原则要求在满足性能要求的前提下,尽可能降低传感器的成本,这涉及到对传感器性能和价格的权衡。在预算有限的情况下,选择性价比高的传感器可以在不牺牲性能的前提下,降低整体监测系统的成本,提高设备的综合竞争力。

二、数据分析方法

(一) 数据预处理

1. 数据清洗: 剔除不准确与异常数据

在构建叉车行驶稳定性监测系统的过程中,数据分析的准确性是确保系统有效性的关键。为此,数据预处理作为数据分析的基础环节,其重要性不言而喻。数据预处理的主要目的是提升数据质量,消除数据中的不准确和噪声,为后续的数据分析提供高质量的数据基础。数据清洗作为数据预处理的第一步,是对传感器采集的原始数据进行彻底的审查。这个过程要求研究人员对数据进行细致入微的检查,目的是识别并剔除那些因传感器故障、外部环境干扰或者数据传输过程中的错误而产生的不准确、不一致或异常的数据点。这些异常数据点可能会对数据分析结果造成严重影响,导致错误的结论。通过数据清洗,可以排除这些干扰因素,确保数据集的可靠性和准确性,为后续的数据分析和模型构建打下坚实的基础。

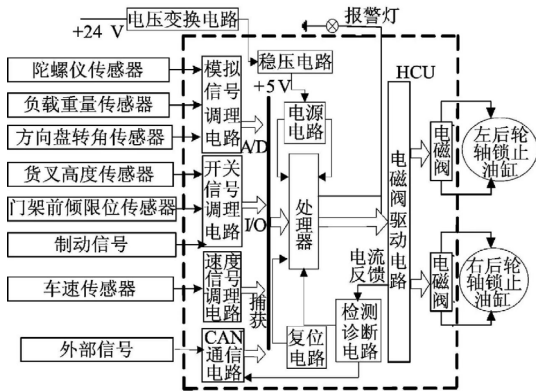
2. 数据滤波: 平滑处理,减少噪声

数据滤波,是对清洗后的数据进行进一步的平滑处理。在叉车行驶过程中,由于路面状况、车辆震动以及环境因素(如风速、温度变化等)的影响,采集到的数据往往伴随着随机波动和高频噪声。这些波动和噪声如果不被处理,会在数据分析过程中引入不必要的误差。

数据滤波通过采用多种滤波算法,如移动平均滤波、卡尔曼滤波、低通滤波器等,来减少数据中的波动和噪声,使得数据更加平滑,提高了数据的质量和可用性。数据预处理的精细程度直接关系到监测系统的性能。在叉车行驶稳定性监测中,即使是微小的数据误差也可能导致对叉车状态的误判,从而影响行驶安全。通过对数据进行精细化的预处理,不仅能够提高数据分析的准确性,还能增强监测系统对复杂环境干扰的鲁棒性。例如,在移动平均滤波中,通过计算一定时间窗口内数据的平均值,可以有效平滑短期内的波动,突出长期的趋势。卡尔曼滤波则是一种更为高级的滤波方法,它通过最小化估计误差的方差,提供了一种对系统状态的最优估计。低通滤波器则可以过滤掉数据中的高频噪声,保留

低频的信号。

数据预处理是叉车行驶稳定性监测系统中不可或缺的一环,它通过清洗和滤波两个步骤,提高了数据的准确性和可靠性。这样的预处理不仅能够为后续的数据分析和模型构建提供高质量的数据集,还能够确保监测系统在实际应用中能够提供准确、及时的反馈,从而为叉车的安全行驶提供坚实的保障。在现代社会的,随着数据分析技术的不断进步,数据预处理的方法也在不断优化,这为叉车行驶稳定性监测系统的性能提升提供了更多的可能性。



图一 叉车稳定性控制系统设计

(二) 数据分析方法

叉车行驶稳定性监测系统的数据分析方法对于准确评估叉车的行驶状态至关重要。为了全面监测和分析叉车的行驶稳定性,本文采用了多种数据分析方法。

1. 时域分析: 直观展现叉车行驶状态

时域分析是对传感器采集到的数据进行直观的时序分析,这种方法通过观察数据随时间变化的趋势,可以直观地判断叉车在不同工况下的行驶状态是否稳定。时域分析能够提供关于叉车速度、加速度、倾角等参数的实时变化情况,从而帮助研究人员快速发现任何异常的波动或者趋势,这对于实时监控和预警系统的构建具有重要意义。通过时域分析,我们可以了解到叉车在不同速度下的行驶情况,以及在不同倾斜角度下的稳定性。同时,时域分析还可以帮助我们识别出叉车在启动、加速、制动等过程中的稳定性变化,从而为控制策略的制定提供依据。

2. 频域分析: 揭示叉车振动特性

频域分析是对传感器数据进行的频谱分析,通过将时域信号转换为频域信号,可以提取出数据的特征频率,这些频率通常与叉车的特定动态行为相关。频域分析能够揭示出在时域分析中不易察觉的细微振动模式,从而更准确地判断叉车的行驶状态。某些特定的频率成分可能表明叉车正在经历共振,或者是某个部件开始出现疲劳损伤。通过频域分析,可以及时识别这些问题,并采取相应的预防措施。如果在频域分析中发现叉车在某一频率下存在显著的振动,那么可能需要检查叉车的悬挂系统是否出现故障,或者叉车的某个部件是否松动。

通过频域分析,可以更加深入地了解叉车的振动特性,从而为叉车行驶稳定性的优化提供依据。

3. 神经网络: 深入分析, 模型建立

神经网络的应用为叉车行驶稳定性监测提供了一个强大的机器学习工具,神经网络能够对传感器采集到的大量数据进行训练,通过学习数据中的复杂模式和关系,建立一个叉车行驶稳定性监测模型。这个模型可以在新的数据上做出预测,识别出叉车是否处于稳定的行驶状态。神经网络的优势在于其能够处理非线性关系,并从大量的数据中自动学习,这使得它能够捕捉到叉车行驶稳定性中的复杂特征。神经网络

可以识别出在特定工况下,叉车的行驶速度、倾角和加速度之间的关系,从而预测叉车在类似工况下的稳定性。此外,神经网络还可以学习到叉车在不同环境下的行驶特性,从而为叉车的行驶稳定性提供更为全面的监测和评估。

这三种数据分析方法的综合运用,不仅能够从不同角度对叉车行驶稳定性进行监测,还能够相互补充,提高监测系统的整体性能和可靠性。通过时域分析和频域分析对数据进行初步处理,再利用神经网络进行深入分析和建模,可以实现对叉车行驶稳定性的全面监测和评估。时域分析可以帮助我们了解叉车在实时行驶中的稳定性,频域分析可以帮助识别出叉车的振动特性,而神经网络则可以根据这些信息建立一个预测模型,从而实现了对叉车行驶稳定性的全面监测和评估。

三、案例分析

本文以某型号内燃机叉车为例,研究其行驶稳定性的监测工作。在传感器的选型方面,为了全面捕捉叉车在行驶过程中的各项状态,研究人员根据叉车的实际运行情况和稳定性监测的具体要求,精心挑选了包括速度传感器、倾角传感器、加速度传感器、压力传感器和角速度传感器在内的多种传感器。这些传感器分别负责监测叉车的行驶速度,以评估其动态性能;监测车体的倾斜角度,以预防侧翻风险;监测加速度变化,以了解车辆加速或减速时的稳定情况;监测轮胎与地面间的接触压力,以判断是否存在打滑现象;监测车体的角速度,以评估转弯时的稳定性。

在数据分析方法的应用上,首先采取了时域分析。通过对速度、倾角等关键参数的时域数据进行分析,研究人员发现叉车在行驶过程中虽然会受到一些外界因素的影响,导致数据存在一定的波动,但通过统计分析,可以确定叉车在大多数情况下都维持在一个相对稳定的状态。这一发现有助于理解叉车在正常行驶条件下的稳定性特征。随后,进行了频域分析。通过对速度、倾角等数据进行频谱分析,研究人员成功地提取出了叉车行驶过程中的特征频率。这些特征频率反映了叉车在不同工况下的动态特性,为制定相应的控制策略提供了重要的理论依据。通过频域分析,可以更加深入地理解叉车的振动模式,从而为稳定性监测和控制策略的优化提供了可能。最后,研究人员利用神经网络对传感器采集到的数据进行训练,建立了一个专门用于监测叉车行驶稳定性的模型。经过一系列的训练和优化过程,该模型在预测叉车行驶稳定性方面展现出了极高的准确度,预测精度达到了90%以上。这一结果表明,神经网络技术能够有效地处理复杂的非线性数据,为叉车行驶稳定性监测提供了一种可靠的智能化方法。

四、结论

本文针对叉车行驶稳定性监测问题,对传感器的选型及其数据分析方法进行了深入研究。通过实际案例分析,证明了传感器选型与数据分析在叉车行驶稳定性监测中的有效性。未来,随着传感器技术、数据分析方法的发展,叉车行驶稳定性监测系统将具有更高的准确性和可靠性,该技术将为我国物流运输行业提供安全保障。

【参考文献】

- [1] 苏响响. 电动叉车 EPS 系统的传感器和执行器故障诊断与容错控制[D]. 合肥工业大学, 2022.
 - [2] 陶婕. 电动叉车 EPS 系统的传感器故障诊断与容错控制[D]. 合肥工业大学, 2020.
 - [3] 孙成功, 肖本贤. 电动叉车稳定性控制系统传感器故障重构[J]. 电子测量与仪器学报, 2019, 33 (01): 120-127.
- 基金项目:《便携式叉车检测设备及数字化成果研究》(编号: 2024-YBXM-029);《特种设备隐患排查治理实施规范补助咨询服务项目》(编号: 横 20240002)。