

基于激光定位技术的冶金行车系统优化与应用

魏江涛

新疆八一钢铁有限公司设备工程部 新疆 乌鲁木齐 830022

摘要: 激光定位技术凭借高精度、抗干扰等特性,为冶金行车系统的智能化升级提供关键支撑。针对传统冶金行车存在的定位精度低、自动化程度不足、安全风险高等问题,将激光定位技术深度融入行车运行、物料装卸及安全防护环节,结合系统集成、智能算法与维护管理优化策略,可显著提升行车作业效率与安全性。实践表明,该技术应用有效解决了冶金行车作业中的关键痛点,为冶金行业智能化发展提供了可行路径,对推动行业提质增效具有重要意义。

关键词: 激光定位技术; 冶金行车系统; 优化; 应用

引言

随着冶金行业智能化转型加速,传统行车系统因定位误差大、自动化水平低等问题,难以满足高效、安全的生产需求。激光定位技术以其亚毫米级定位精度、实时动态监测能力,成为突破行业瓶颈的核心技术。本文聚焦激光定位技术在冶金行车系统中的应用,系统分析现有问题,深入探讨该技术在行车定位导航、物料装卸控制及安全防护中的实践路径,并提出针对性优化策略,旨在为冶金行业智能化升级提供理论与实践参考。

1 激光定位技术概述

激光定位技术基于激光束的高方向性、高单色性和高能量密度特性,通过精确测量激光信号的传播时间、角度或相位差,实现对目标位置的高精度定位。其核心原理依托光学测距与三角测量理论,发射端向目标发射激光束,接收端捕捉反射光信号,根据光速恒定原理计算目标距离,结合多个方向测量数据构建空间坐标系。该技术在硬件层面由激光发射器、接收器、信号处理单元及控制系统构成。激光发射器采用半导体激光器或固体激光器,通过调制电路控制脉冲发射频率与波长;接收器配置高灵敏度光电探测器,将光信号转换为电信号并进行放大滤波处理;信号处理单元运用数字信号处理算法,解析激光信号的时间戳、强度及相位信息,最终经坐标解算模块得出目标精确位置。在实际应用中,激光定位技术呈现多样化形态。扫描式激光定位系统利用机械转镜或振镜实现激光束的空间扫描,构建目标物体的三维点云模型,广泛应用于工业检测、逆向工程领域;基于激光雷达的SLAM(即时定位与地图构建)技术,通过连续扫描环境特征,实时生成地图并确定自身位置,在自动驾驶、无人机导航中发挥关键作用。室内激光定位系统采用多基站布局,通过接收目标

反射的激光信号实现亚毫米级定位精度,满足精密装配、机器人协作等场景需求。随着光子学与微电子技术的进步,激光定位系统正朝着小型化、集成化方向发展,新型光纤激光器与阵列式探测器的应用,有效提升了系统的抗干扰能力与测量范围。未来,结合人工智能算法优化数据处理流程,将进一步增强激光定位技术在复杂环境下的适应性与定位精度。

2 冶金行车系统现状分析

2.1 定位精度不足

冶金行车在运行过程中,其定位精度受到多种因素的干扰。行车的机械部件在长期高负荷运作下,如车轮、轨道等会出现不同程度的磨损。车轮磨损致使其直径发生变化,运行时的滚动周长也相应改变,这就会使行车在行进过程中产生位移偏差,难以精准停靠至目标位置。轨道因长期承受行车的重压与频繁摩擦,表面平整度下降,局部可能出现变形或磨损凹槽,当行车车轮经过这些受损部位时,会产生颠簸跳动,进一步影响定位的准确性。电气控制系统方面,位置传感器的精度和稳定性至关重要。部分冶金行车所采用的位置传感器,在复杂的生产环境中,易受到高温、高湿度以及强电磁干扰等影响。高温会使传感器内部的电子元件性能发生漂移,导致其输出的位置信号出现偏差;强电磁干扰可能会使传感器接收到错误信号,从而反馈给控制系统错误的行车位置信息,最终使得控制系统无法准确控制行车的运行位置,造成定位精度不足,影响物料吊运的准确性与生产流程的连贯性^[1]。

2.2 自动化程度低

当前,多数冶金行车仍依赖人工操作完成物料吊运任务。人工操作不仅劳动强度大,而且受操作人员的技能水平、工作状态等因素影响显著。不同操作人员对行

车操作的熟练程度和操作习惯存在差异,在物料吊运过程中,启动、加速、减速以及停车等操作的时机和力度掌握各不相同,这就导致物料吊运过程的稳定性较差,容易出现晃动,不仅增加了物料掉落的风险,还可能对行车及周边设备造成碰撞损坏。在自动化技术应用方面,部分冶金行车仅具备简单的自动化功能,如有限的自动起升或下降功能,难以实现全流程的自动化作业。在一些复杂的生产场景中,需要行车能够根据生产线上不同工位的需求,自动规划吊运路径、精准停靠并完成物料的装卸。现有的自动化程度无法满足这些要求,行车在不同工序间的协同作业能力不足,严重制约了生产效率的提升。由于缺乏完善的自动化系统,行车与其他生产设备之间的数据交互不畅,无法融入整个生产流程的自动化管控体系,难以实现生产过程的高效协调与优化。

2.3 安全性能有待提升

冶金行车工作环境恶劣,高温、高湿度、高粉尘以及强电磁干扰等因素,对行车的安全性能构成诸多挑战。高温环境下,行车的金属结构部件容易发生热变形,降低结构强度,特别是在吊运重物时,热变形可能导致结构件承受的应力超出设计极限,增加结构断裂的风险。高湿度环境会加速金属部件的腐蚀,削弱部件的承载能力,例如钢丝绳在潮湿环境中易生锈,降低其抗拉强度,在吊运过程中可能出现断裂。行车的安全保护装置方面也存在不足。部分行车的限位保护装置精度不高,当行车运行至极限位置时,无法及时准确地触发限位动作,导致行车冲出行程范围,可能引发碰撞事故。超载保护装置也可能存在误判或失灵的情况,若行车吊运的物料重量超过额定载荷,而超载保护装置未能有效发挥作用,行车的电机、传动系统等部件将承受过大负荷,可能造成电机烧毁、传动部件损坏,甚至引发整机倾翻等严重安全事故。一些行车缺乏完善的防碰撞保护系统,在多台行车同时作业的场景中,容易发生行车之间的碰撞,对设备和人员安全造成严重威胁。

3 激光定位技术在冶金行车系统中的应用

3.1 行车定位与导航

在冶金生产复杂且动态的环境中,行车的精准定位与高效导航是保障生产流程顺畅的关键。激光定位技术通过在行车运行区域布置激光发射与接收装置,构建起高精度的定位网络。发射端周期性地向特定方向发射激光束,行车上的激光接收器捕捉这些光束,依据激光束的入射角、传播时间等信息,结合三角测量原理,实时计算行车的三维坐标。该技术能够有效克服冶金车间内高温、粉尘、电磁干扰等恶劣条件的影响,相较于传统

定位方式,定位精度可从分米级提升至厘米级甚至毫米级。凭借精准的定位数据,行车可按照预设路径自动导航运行,不仅大幅提高了行车的运行效率,还减少了因人工操作误差导致的运行偏差与碰撞风险,为冶金生产的连续化、自动化提供了可靠支撑。

3.2 物料装卸精准控制

冶金生产中物料装卸作业对精准度要求极高,稍有偏差便可能影响生产质量与效率。激光定位技术为物料装卸的精准控制提供了可靠解决方案。在装卸作业前,系统通过激光定位获取行车吊钩、物料存放位置以及目标装卸点的精确坐标,结合行车的运动学模型,计算出最佳装卸路径与动作参数。在装卸过程中,激光传感器持续监测吊钩与物料的相对位置、姿态变化,将实时数据反馈至控制系统。控制系统依据预设标准与反馈数据,精确调节行车的起升、运行与回转动作,确保物料能够准确、平稳地抓取与放置。以钢包吊运为例,激光定位技术可使钢包在吊运过程中保持稳定姿态,精准定位至转炉或连铸机上方指定位置,误差控制在极小范围内,有效避免了钢水洒漏、物料碰撞等问题,提升了物料装卸作业的安全性与生产效率,保障了冶金生产流程的高效衔接^[2]。

3.3 安全防护与预警

冶金行车作业环境存在诸多潜在危险,安全防护与预警至关重要。激光定位技术构建的安全防护体系,能够实时感知行车运行状态与周边环境信息。在行车运行区域,通过布置多组激光扫描装置,形成立体防护监测区域。当有人员或障碍物进入危险区域时,激光扫描装置捕捉到反射回的激光信号变化,迅速将信息传输至行车控制系统与安全预警系统。系统基于预设的安全规则与算法,判断潜在危险程度,并采取相应的安全措施。对于轻微危险,系统发出声光预警信号,提醒人员或行车操作人员注意;当危险程度较高时,自动触发紧急制动程序,使行车立即停止运行,避免碰撞事故的发生。激光定位技术还可实时监测行车各机构的运行参数,如速度、位置、负载等,一旦检测到异常数据,及时发出故障预警,便于维修人员提前介入处理,有效降低设备故障引发的安全风险,为冶金行车作业筑牢安全防线。

4 基于激光定位的冶金行车系统优化策略

4.1 系统集成优化

(1) 激光定位系统与冶金行车的深度集成需打破设备间的信息壁垒,通过标准化接口协议实现激光测距模块、PLC控制系统与行车驱动单元的数据无缝交互。采用工业以太网构建高速通信网络,将激光定位数据实时

传输至行车控制中枢,减少信号传输延迟,确保行车位置信息毫秒级刷新,提升定位精度与响应速度。(2)硬件层面的协同优化是关键,通过优化激光定位传感器布局,结合冶金车间复杂环境,采用多传感器冗余配置方案。在行车运行轨道两端及关键工位设置激光发射与接收装置,利用三角定位原理交叉验证行车位置,避免因单一传感器故障或环境干扰导致定位失效,增强系统鲁棒性。(3)软件系统的集成升级聚焦于构建统一的控制平台,将激光定位数据与行车运动控制算法深度融合。在此过程中,开发专用的集成控制软件成为关键环节,以此实现激光定位信息对行车起升、平移、旋转等动作的精准控制。通过动态调整控制参数,优化行车运行轨迹,减少惯性冲击,最终提升吊运作业的稳定性与安全性^[3]。

4.2 智能算法优化

(1)基于激光定位数据的智能路径规划算法需结合冶金行车作业特点,采用改进的A*算法或遗传算法,综合考虑行车负载、运行速度、车间设备布局等因素,动态规划最优吊运路径。算法引入实时激光定位反馈,对路径进行动态修正,避免行车运行过程中的碰撞风险,提高作业效率与安全性。(2)针对冶金行车运行过程中的复杂工况,设计自适应控制算法。利用激光定位系统采集的实时位置信息,结合行车负载变化、轨道平整度等参数,通过神经网络或模糊控制算法动态调整行车运行参数。如在重载起升时自动降低加速度,减少机械磨损;在高速平移接近目标位置时,提前减速并精准定位,提升定位精度与作业稳定性。(3)预测性算法的应用可有效提升系统性能,基于激光定位历史数据与行车运行状态参数,运用机器学习算法建立设备健康模型。通过分析数据特征,预测行车关键部件的磨损趋势与故障概率,提前规划维护计划,减少突发故障停机时间,降低运维成本,保障冶金生产的连续性。

4.3 维护管理优化

(1)激光定位系统的预防性维护依赖于状态监测技术,在激光传感器、通信模块等关键部件安装振动、温度、电流等监测装置,实时采集设备运行状态数据。结

合大数据分析技术,建立设备健康状态评估模型,通过对监测数据的深度挖掘,及时发现设备潜在故障隐患,提前采取维护措施,避免故障扩大化。(2)维护管理优化需构建数字化维护平台,将激光定位系统的维护信息、故障记录、维修历史等数据进行集中管理。利用物联网技术实现维护数据的实时上传与共享,维修人员通过移动终端即可获取设备详细信息,制定科学的维护方案。平台可根据设备运行时长、定位误差变化等因素,自动生成维护提醒,确保维护工作的及时性与有效性。

(3)备件管理的优化是保障系统稳定运行的重要环节,基于激光定位系统关键部件的使用寿命与故障概率分析,建立动态备件库存模型。通过预测备件需求,合理规划备件储备量,避免备件积压与短缺现象。采用先进的库存管理系统,实现备件出入库的自动化管理与实时监控,提高备件管理效率,缩短设备故障修复时间,保障冶金行车系统的可靠运行^[4]。

结语

综上所述,激光定位技术在冶金行车系统的应用与优化,有效提升了行车定位精度、自动化水平与安全性,显著改善了冶金生产作业效率与可靠性。通过系统集成、智能算法与维护管理的协同优化,实现了行车作业的精准化、智能化与安全化。未来,随着激光定位技术与人工智能、物联网的深度融合,冶金行车系统将朝着更高效、更智能的方向发展,持续推动冶金行业的数字化转型升级。

参考文献

- [1]张林芳.行车在金属冶金生产中的应用与安全优化策略[J].冶金与材料,2024,44(11):180-182.
- [2]李金勇.冶金起重机大车行走机构维护优化方法实践[J].冶金动力,2021(5):94-96.
- [3]范书龙,时帅,付全刚,等.基于激光定位技术的机器人非接触无编程示教方法与实现[J].机床与液压,2024,52(11):7-12.
- [4]梁珍柱,岳琮昌,汪胜,等.基于激光定位的基坑盲区放线技术研究[J].建筑机械化,2024,45(2):61-65.