

自动化轨道吊车头防砸系统研究与应用

夏 杰

舟山甬舟集装箱码头有限公司 浙江 舟山 316000

摘 要：本研究旨在深入探究TSV (Truck Supervision) 系统在自动化轨道吊车头防砸事故中的应用，全面梳理了自动化轨道吊车头防砸事故以及TSV系统的相关研究基础，同时结合实际应用案例，对TSV系统的实际应用情况进行剖析，为行业应用提供有力的参考与借鉴。

关键词：TSV系统；自动化轨道吊；车头防砸

引言

研究背景在港口领域，自动化轨道吊作为堆场集装箱装卸的关键设备，能够实现高效、连续的作业，极大地提升了港口的货物吞吐能力，是港口维持正常运营的核心装备之一。于物流行业而言，自动化轨道吊助力实现货物的快速转运与堆垛，保障了物流供应链的顺畅运行。其中车头防砸对于保障作业安全与效率至关重要。一旦发生车头被砸事故，不仅会导致设备损坏，造成高昂的维修成本，还可能引发人员伤亡，严重影响作业进度与效率。随着行业的发展，对作业安全与效率的要求日益提高，传统的车头防砸方式逐渐难以满足实际需求，在此大背景下，TSV系统的应用成为一种迫切的需求，有望为自动化轨道吊车头防砸带来新的解决方案。

1 问题陈述

当前自动化轨道吊车头防砸存在诸多问题。传统方式主要依赖人工操作与简单的机械防护装置，人工操作存在较大的主观性与不确定性，易受操作人员疲劳、注意力不集中等因素影响，导致防砸效果不稳定。简单的机械防护装置则灵活性较差，无法适应复杂多变的作业环境。例如，在一些繁忙的作业场景中，车辆行驶速度较快、密度较大，传统方式难以及时、准确地做出反应，从而增加了车头被砸的风险。这些问题严重制约了自动化轨道吊作业的安全性与高效性，因此，研究TSV系统在自动化轨道吊车头防砸事故中的应用十分必要，旨在解决这些传统方式难以克服的问题，如何有效应用TSV系统以提升车头防砸效果。

2 研究目标

本研究旨在深入剖析TSV系统在自动化轨道吊车头防砸事故中的应用原理，清晰阐释其如何通过激光扫描、数据分析处理等技术实现精准的车头防砸功能。同时，全面评估该系统应用的实际效果，包括防砸精度、响应

速度等方面的表现。最后，通过本研究为行业应用TSV系统提供全面、详实的参考与借鉴，推动自动化轨道吊车头防砸技术的进步与发展。

3 TSV 系统原理

3.1 TSV系统基本构成

TSV系统主要由激光扫描设备、控制单元以及执行机构等硬件部分组成。激光扫描设备作为系统的“眼睛”，负责发射激光束并对周围环境进行全方位扫描，通过接收反射回来的激光信号，获取车辆与轨道吊车头之间的精确距离信息。控制单元则相当于系统的“大脑”，它承担着对激光扫描设备所采集的数据进行快速处理与分析的重任，依据预设的算法和逻辑，判断是否存在碰撞风险。执行机构在接收到控制单元发出的指令后，迅速做出反应，如控制轨道吊的制动系统或发出警报信号，以实现对外车的防砸保护功能。

3.2 核心技术原理

TSV系统运用了激光扫描测距原理，激光扫描设备发射的激光束具有方向性好、能量集中等特点，当激光束照射到车辆表面时，部分激光会被反射回来，设备通过计算激光发射与接收的时间差，利用光速恒定的特性，精确测量出车辆与轨道吊车头之间的距离。在数据分析处理方面，系统采用先进的算法，对大量的扫描数据进行实时处理，过滤掉噪声和干扰信息，提取出关键的距离和位置数据。通过这些算法，系统能够快速准确地判断远控设备的运动趋势和与集卡车头的相对位置关系，为后续的防砸操作提供可靠依据。

3.3 系统工作流程

TSV系统的工作流程可概括为数据采集、数据分析以及执行防砸操作三个主要阶段。首先，激光扫描设备持续对轨道吊车头周围区域进行扫描，实时采集车辆的位置和距离数据。采集到的数据随后被传输至控制单

元，控制单元运用预设的算法对数据进行快速分析处理，判断车辆是否进入预设的防砸警戒区域以及是否存在碰撞风险。若分析结果显示存在碰撞风险，控制单元立即向执行机构发出指令，执行机构迅速启动防砸措施，如触发轨道吊的起升机构的紧急制动功能，使轨道吊起升停止运行，同时远控台跳台并报错，提醒相关作业人员跟进检查、复核，从而有效避免集装箱与车辆发生碰撞事故。

4 TSV 系统与其他车头防砸系统对比

4.1 性能对比

在防砸精度方面，TSV系统凭借其先进的激光扫描测距原理及精准的数据分析处理算法，能够实现高精度的车辆位置监测，可将防砸精度控制在极小误差范围内。相比之下，部分传统车头防砸系统基于机械式或简单光电感应原理，易受环境因素干扰，防砸精度相对较低。从响应速度来看，TSV系统数据处理速度快，一旦检测到潜在碰撞风险，能在极短时间内发出预警并触发防砸操作，而一些其他系统由于技术架构限制，响应速度滞后，难以满足自动化轨道吊高速作业时的安全需求。在可靠性上，TSV系统硬件组成经过严格筛选与测试，软件算法稳定，能在各种复杂工况下持续稳定运行，反观某些类似系统，在长时间运行或面对恶劣环境时，容易出现故障，可靠性不足。由此可见，TSV系统在性能上具有显著优势。^[1]

4.2 成本对比

在设备采购方面，TSV系统因其采用的先进技术及高精度设备，初始采购成本可能相对较高。然而，从安装调试角度来看，由于其系统设计较为科学合理，安装调试流程标准化，所需时间与人力成本相对较低。且TSV系

统后期维护成本优势明显，其稳定可靠的性能减少了故障发生的频率，降低了维护难度与成本。与之相对，一些其他车头防砸系统虽然在设备采购成本上较低，但安装调试复杂，可能需要更多专业技术人员长时间调试，增加安装成本。同时，后期故障频发，维护成本高昂。综合设备采购、安装调试及后期维护成本分析，TSV系统具有较高的成本效益，从长期应用角度来看，能为企业节省更多成本。^[2]

4.3 适用场景对比

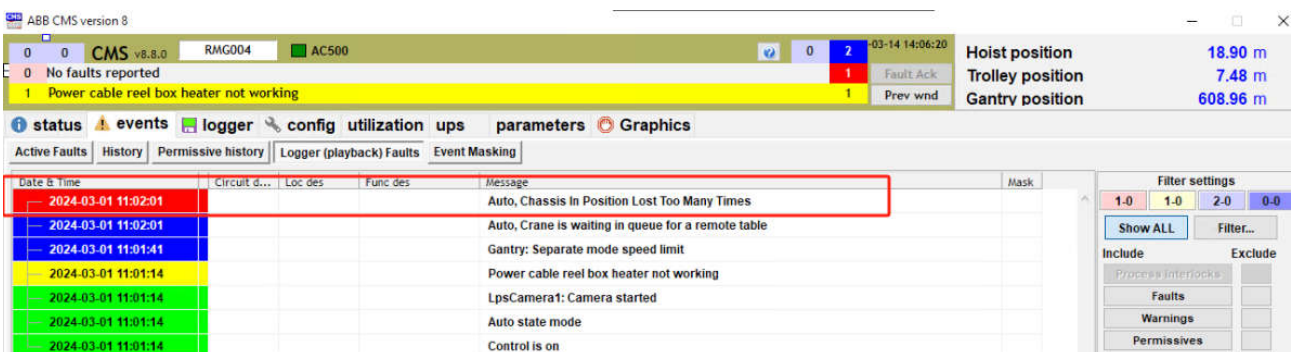
不同车头防砸系统适用场景各有特点。部分基于简单感应原理的系统，适用于作业环境相对简单、对防砸精度要求不高的场景，如一些小型物流仓库内部短距离运输轨道吊。而TSV系统凭借其高精度、高可靠性及快速响应速度，最佳应用场景为大型港口、物流枢纽等自动化程度高、作业强度大、对安全要求极为严格的自动化轨道吊作业区域。在这些场景中，TSV系统能够有效应对复杂的作业环境与高频次的作业任务，精准实现车头防砸功能，保障作业安全与效率。明确TSV系统的最佳应用场景，有助于行业根据实际需求合理选择车头防砸系统，提升整体作业效益。

5 防砸系统在自动化轨道吊中的应用

5.1 无悬臂轨道吊中的应用

无悬臂轨道吊车车头防砸系统复用VAS集卡引导系统，当集卡引导到位后（此时车头已避开关下区域），VAS系统将实时扫描车头位置，若车头发生移动，系统将立即跳台并报错。

VAS系统扫描装置安装于大梁侧边，吊具上下全过程不会遮挡扫描装置，可全程启用车头防砸功能。

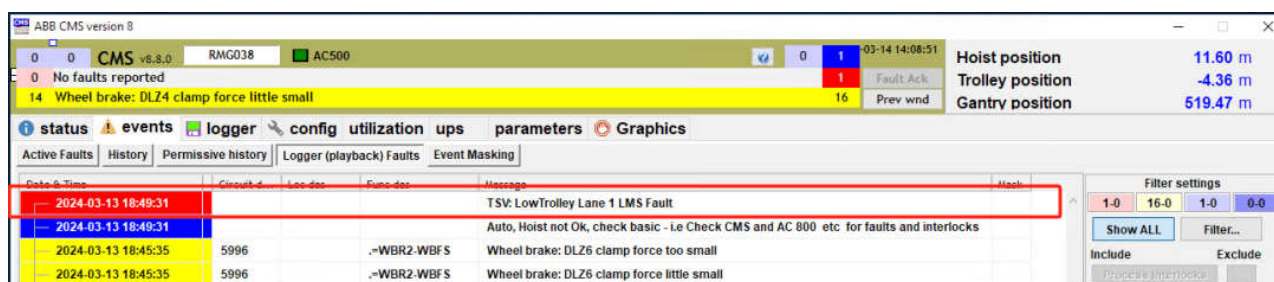




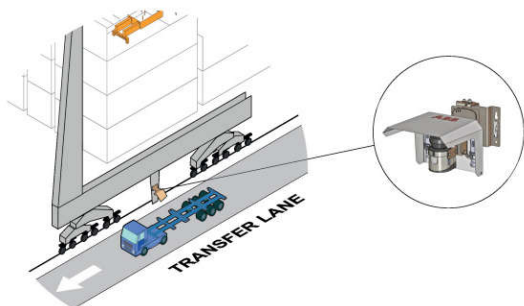
5.2 双悬臂轨道吊中的应用

双悬臂轨道吊由于其特殊的结构，给TSV系统的应用带来了一定影响。双悬臂结构使得轨道吊在作业过程中，车头的活动范围和姿态更为复杂，这就要求TSV系统能够适应不同的作业角度和位置变化。^[3]

双悬臂轨道吊车头防砸功能系统采用的TSV系统，在实际作业过程中，TSV系统能够实时跟踪车辆位置，当车辆靠近车头至危险距离时，系统将立即跳台并报错误，有效实现车头防砸功能，保障双悬臂轨道吊的作业安全。



双悬臂轨道吊TSV系统检测设备安装于大车部位中心处离地高度约2.45米（低于集卡车头高度），作业过程中可全程监测吊具关下安全区域，不会被其他物体遮挡。



结束语

本研究深入剖析了TSV系统在自动化轨道吊车头防砸中的应用，取得了一系列成果。在原理方面，明确了TSV系统由激光扫描设备、控制单元等硬件构成，借助激光扫描测距原理及数据分析处理算法，实现从数据采集、分析到执行防砸操作的工作流程。通过与其他车头防砸系统对比，凸显了TSV系统在防砸精度、响应速度、可靠性等性能方面的优势，以及在成本效益和适用场景上的特点。其应用效果显著，在无悬臂轨道吊中，能够精准实现车头防砸功能，对车辆位置进行实时监测与预警。在双悬臂轨道吊作业过程中，也能良好地发挥车头防砸作用。尽管本研究对TSV系统在自动化轨道吊车头防砸中的应用有较为全面的探讨，但仍存在一些不足之处。例如，在研究过程中，对部分复杂工况下的系统性能测试不够充分，对于一些极端环境条件对系统影响的考虑尚显欠缺。

参考文献

- [1]马著凯,顾强,王金东,陈根旺.激光技术在自动化集装箱起重机的应用策略[J].起重运输机械,2023,(11):53-57.
- [2]陈培.2D激光传感器在自动化集装箱码头设备上的应用[J].港口科技,2021,(08):44-48.
- [3]杨萌.集装箱码头场桥作业集卡检测及防砸系统设计[J].港口装卸,2016,(03):40-41.