

一种基于激光雷达定位的全自动固定式煤质检验采样机研究与应用

□孟庆勇¹ 王冀宁¹ 李亚¹ 王思阳¹ 马恒²

(1. 淮北矿业集团有限责任公司煤炭运销分公司, 安徽省淮北市相山区, 235000;
2. 山西长治维特衡器有限公司, 山西省长治市经济技术开发区, 046000)

【摘要】随着“十四五”计划的提出, 现代矿山机械设备发展迅速, 煤矿产量迅速增加。采样机是煤矿企业对商品煤进行采样的机械, 用于分析、确定煤的各种特性, 以确定煤的价格。若采样工作不能高效地完成, 则会造成产品积压, 影响整个煤矿的开采, 制约煤炭上下游相关企业的快速发展。为了增加采样工作的效率, 本文研发了一种基于激光雷达定位的全自动固定式煤质检验采样机。该采样机利用激光雷达识别车辆信息, 可以根据不同的车辆类型确定采样点数, 具备全天候工作能力, 实现了采样作业的机械化和自动化, 极大地提高了采样效率。

【关键词】激光雷达定位; 全自动固定式采样机; 样品煤; 煤质检验

文献标识码: A

文章编号: 1003-1870 (2025) 07-0018-05

Research and Application of a Fully Automatic Fixed Sampling Machine for Coal Quality Inspection Based on LiDAR Positioning

【Abstract】 With the introduction of the "14th Five-Year Plan", modern mining machinery and equipment have developed rapidly, and coal production has increased rapidly. As a machine for coal mining enterprises to sample commercial coal, the sampling machine is used to analyze and determine various characteristics of coal to determine the price of coal. If the sampling work cannot be completed efficiently, it will cause a product backlog, affecting the mining operations of the entire coal mine, and hindering the rapid development of upstream and downstream coal-related enterprises. In order to increase the sampling efficiency, a fully automatic fixed sampling machine for coal quality inspection based on LiDAR positioning is proposed in this paper. The sampling machine can use LiDAR to identify vehicle information, determine the number of sampling points according to different vehicle types, and operate effectively in all weather conditions, realizing the mechanization and automation of sampling operations, and greatly improving the sampling efficiency.

【Keywords】 LiDAR positioning; fully automatic fixed sampling machine; coal sample; coal quality inspection

引言

近年来, 由于政策的转变和基础设施的大力建设, 我国煤矿机械发展迅速, 煤矿产量急剧增加。人工采样由于受外界因素影响大, 所采煤样代表性有限, 导致检测结果可能会出现较大的偏差, 已经不能满足矿产的需求^[1-3]。机械采样可以避免人工采

样的各种弊端。目前, 煤炭采样机分为固定式采样机和移动式采样机, 如图1所示。固定式采样机可对长期稳定运行的大型企业的火车、汽车进行采样, 但灵活性差, 受场地限制明显, 移动式采样机灵活性较强, 只要能过车的地方均可采样^[4-6], 然而仅适合中小型煤场或临时采样需求, 移动过程中的安全

问题也需要格外注意。虽然机械采样机解决了大部分传统固定式采样机需要人工采样的问题，但是，由于不具备智能化作业，其单点采样时间一般需要

3~5min，存在采样时间长、效率低等问题，无法满足煤矿企业快装作业的需求。



图1 不同类型的采样机

针对上述问题，本文研发了一套基于激光雷达定位的全自动固定式煤质检验采样机。该采样机将传感器技术、智能控制技术及远程监控技术融为一体，实现了采样作业全自动化，解决了煤矿企业采样作业时效率低、误差大、纠纷多等问题。

1 基于激光雷达定位的全自动固定式煤质检验采样机

1.1 采样机功能简介及结构构造

基于激光雷达定位的全自动固定式煤质检验采样机主要由定位系统、采样系统及制样集样系统组成，其结构如图2所示。该设备有手动、全自动两种运行模式，并设有多重保护设置，预警系统及远程监控系统。在全自动模式下，可以根据车辆类型以及采样点数确定采样区域，具备7×24小时全天候运行能力，实现了“智能判断、无人值守、动态采样”的全新操作模式^[7]。

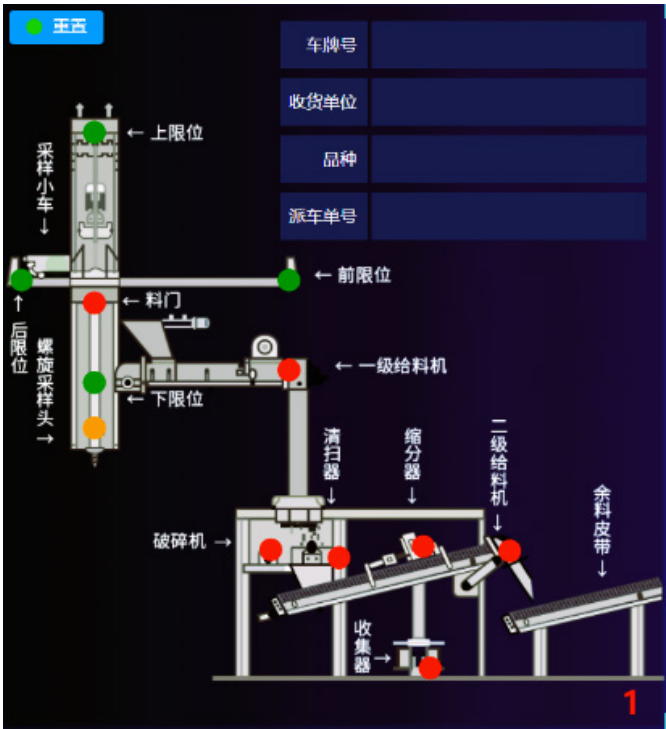


图2 全自动固定式采样机的整体结构

定位系统主要由测长雷达，测宽高雷达组成，结构如图3(a)、图3(b)所示。雷达由激光发射器、光学接收机、转台和信息处理系统构成。测长雷达与

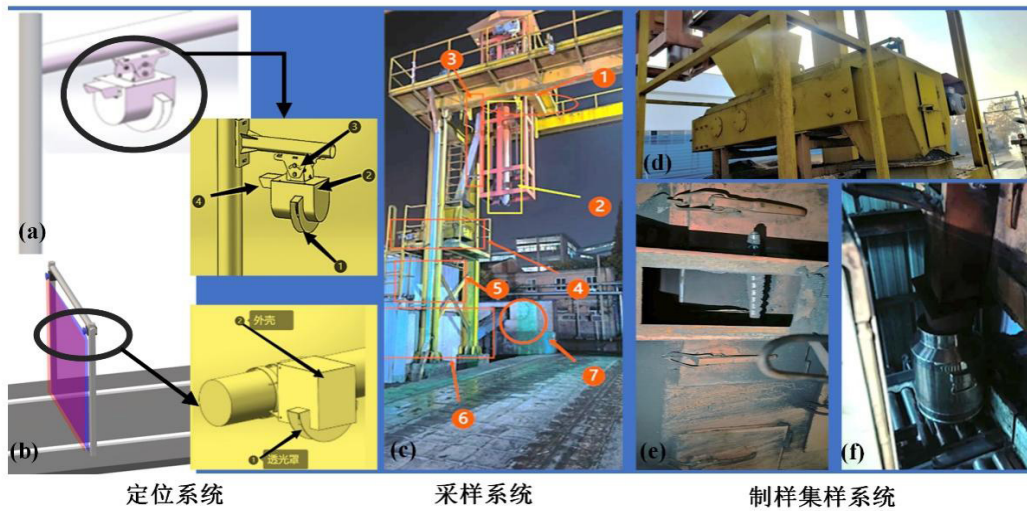
测宽高雷达组合使用，不间断扫描车辆后可以得到车辆三维立体图和车辆的具体信息，如车辆的长、宽、高，车头长度，车厢的长度，车厢前栏板的高

度，后栏板的高度等。为了获得更准确的车辆数据信息，车辆必须以一定的速度经过测长雷达与测宽高雷达的扫描范围。在车辆到达扫描区域前，测长雷达先单独工作，配合速度监测算法监测车辆速度，使其保持在合理范围。

采样系统结构如图3(c)所示，主要由采样机小车①、旋转采样头②、料门③、一级给料机皮带④、破碎机⑤、二级给料机皮带⑥、样品收集器⑦组成。采样小车负责将螺旋采样头移动到需要采样的位置，小车通过PLC控制变频电机实现左右移动，启停平稳，制动可靠。小车两端装有位置传感器和缓

冲器，防止小车与轨道两端发生碰撞，使小车脱轨。螺旋采样头应用内部的螺旋结构，将样品料输送到一级给料机皮带。螺旋采样头装有保护装置，当采样头触碰到车厢边缘及车厢底部时，能及时停止工作并返回初始位置，有效保护车厢及采样系统。

制样集样系统主要由破碎机、清扫器、缩分器和收集器组成，结构如图3(d)、图3(e)、图3(f)所示。制样集样系统将样品煤通过一级给料机送入破碎机，破碎机将大块样品煤粉碎，清扫器负责将粉碎后的样品煤清扫到二级给料机，缩分器有规律地将二级给料机的样品煤刮落并送入搜集器。



(a)测长雷达 (b)测宽高雷达 (c)采样系统 (d)破碎机 (e)清扫器 (f)缩分器和收集器

图3 全自动固定式采样机全自动固定式采样机

1.2 采样机完整工作流程

采样机工作流程如图4所示。首先，车辆进入雷达监测区，定位系统识别车辆的数据信息(如车长、车宽、车高等信息)以及位置信息(是否进入采样区等)，引导车辆进入采样区。其次，当车辆在采样区

停止后，采样系统开始自检，采样小车控制采样头到达采样点，螺旋杆升降机控制采样头下降收集样品。最后，样品料经过破碎机进入缩分器，缩分器将具有代表性的样品送入样品收集器，完成采样过程。

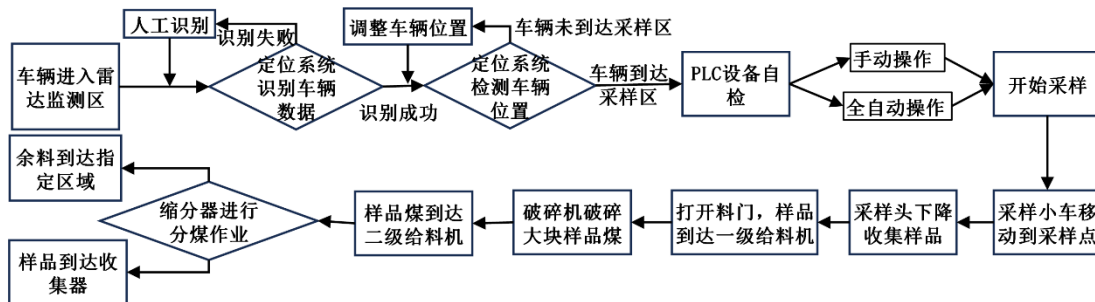


图4 全自动固定式采样机工作流程图

2 基于激光雷达定位的全自动固定式煤质检验采样机定位系统的研发

采样机定位系统的研发主要包括测宽高雷达和测长雷达的结构设计以及车辆定位系统的搭建。

测宽高雷达和测长雷达的结构如图5所示，由透

光罩，指示灯面板，金属壳体和信号连接点组成。透光罩为雷达发射，接收激光的关键部分，里面有激光发射器，接收机等组成，应保持清洁。指示灯面板可以显示雷达的运行状态。信号连接点用于给激光雷达供电，传输信号。

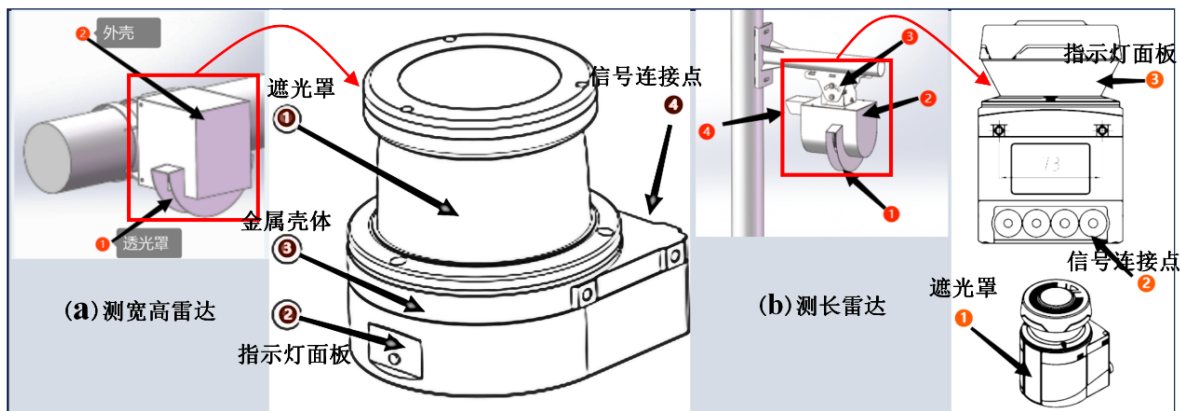


图5 测宽高雷达和测长雷达的结构图

车辆定位系统的硬件主要由测宽高雷达和测长雷达以及中央处理器组成。测宽高雷达测量汽车的宽度、车身的高度及车厢的深度，测长雷达测量车

厢的长度，将两者数据经过中央处理器进行匹配，得到精确的车辆数据，为采样系统的工作提供数据支持，其工作流程如图6所示。

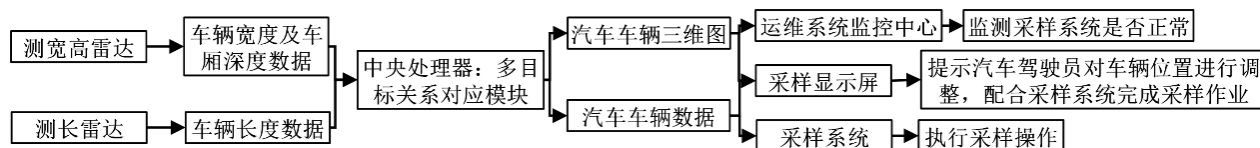
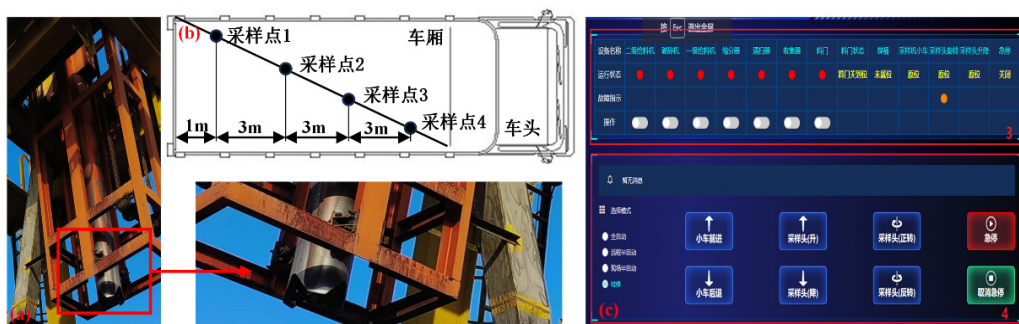


图6 激光雷达定位工作流程图

3 全自动固定式采样机采样系统的研发

全自动固定式采样机采样系统的研发主要包括

采样装置的设计，采样点的确定及核心设备的保护。



(a) 采样装置 (b) 采样点的布置 (c) 网络视频监控系统

图7 采样系统研发

采样装置的采样头为螺旋钻头，具体结构如图7(a)所示，工作方式为齿式螺旋钻取工作方式。螺旋钻头的中空管状结构不仅有取样、切割的功能，还能将大块的样品煤破碎，保障了样品的代表性，而且连续的旋转能将样品煤提升到一级给料机，简化了机械结构，提升采样效率。

采样点的个数主要根据汽车货箱的长度及宽度决定，如图7(b)所示。在对停泊的汽车顶部进行采样时，首先定位系统获得汽车货箱的具体数据，然后沿着车厢对角线方向设置采样点，第一个采样点应位于车角1m处，随后每隔3m设置一个采样点，每个采样点的深度为0.5m。该深度通过螺旋钻头中空管长度实现，对于同一批次的煤，要求对角线方向要一致。

核心设备的保护主要依据传感器数据，如在采样大车、采样小车两端加装激光限位位置传感器，在采样区域设置车辆超速警报、禁区规避、柔性防碰撞等多重保护装备，并配有网络视频监控系统，用于展示和监控采样的各个设备和设备状态。如小车前进和小车后退的动作，采样头下降完成整个采样流程，车牌号、收货单位、品种等信息的录入等。在控制中心及工人操作岗位设置有紧急声光警报信号，用于处理车辆超速、碰撞等突发事件，可以一键停止所有设备运转，为无人值守提供保障。

4 结论

煤质检验是煤炭企业的主要工作之一，对企业的生产，加工及经营起着至关重要的作用。样品煤的选择直接决定着煤质检验的数据，样品煤的代表性为煤质检验的结果提供最基本的保障^[7-8]。采样机作为采取样品煤的主要工具，直接影响煤质检验的结果^[9]。本文通过对车辆结构进行分析，围绕采样点确定，采样装置的设计，采样设备选型及采样系统保护等方面进行研究，研发了一种集采样，制样(破碎、缩分)，集样，弃样于一体的全自动固定式采样机，为煤炭企业提供了一种新型的采样方法。该设备极大地降低了工人的工作强度，改善了工人的作业环境，提高了采样作业的安全系数，具有广阔的推广应用前景。

参考文献

- [1] 胡琼华. 大屯选煤厂原煤采制样设备的应用研究[J]. 科技风, 2016, (15).
- [2] 冷绪飞. 入厂煤采样机采样系统的优化与改进[J]. 机电信息, 2020, (30):71+73.
- [3] 刘国斌. 煤矿商品煤自动采样机选型的探索研究[J]. 煤质技术, 2018, (05):51-53.
- [4] 郑伟. 火电厂提高汽车煤采样机采样代表性的研究[J]. 煤炭加工与综合利用, 2023, (10):64-66.
- [5] 马新. 机械化采制样机在煤炭采制样中的应用分析[J]. 内蒙古煤炭经济, 2018, (06):63-64.
- [6] 侍所平, 张世云. 某火电厂入厂煤采样机改造技术方案研究[J]. 机电信息, 2023, (12):74-77.
- [7] 赵鹏, 王月. 选煤厂自动采样机的研究与选型分析[J]. 煤炭技术, 2021, 40(06):194-196.
- [8] 王和平, 朱学海, 张国光. 无胶带一体式全自动智能火车采样机在阳煤集团的应用[J]. 煤质技术, 2020, 35(06):52-57.
- [9] 穆慧文. 机械采样机在煤质检验中的应用[J]. 石化技术, 2020, 27(09):163+188.

作者简介

孟庆勇(1971—), 男, 安徽省淮北市人, 就职于淮北矿业股份有限公司煤炭运销分公司, 高级工程师, 副总经理, 工学学士。从事煤炭运销信息化建设、汽车衡、轨道衡计量系统智能化改造研究。