

# 智能装运一体化平台在选煤厂中的应用研究

冯晶晶

天津美腾科技股份有限公司 天津 300381

**摘要:** 通过探讨智能装运一体化平台在选煤厂的应用研究,平台采用分层架构设计,包括感知层、网络层、平台层和应用层,通过物联网传感器、5G+工业以太网、云计算和人工智能技术,实现车辆自动识别与定位、智能装车与定量控制、实时监控与反馈调节、煤质管理与分析等功能。平台在选煤厂的装车、计量、运输和安全保障等环节均发挥重要作用,显著提高装运效率和智能化水平,降低人力成本和安全风险,为选煤厂的智能化管理提供有力支持。

**关键词:** 智能装运一体化平台;选煤厂;自动化;应用

## 1 智能装运一体化平台的构建

### 1.1 平台架构

智能装运一体化平台采用分层架构设计,由感知层、网络层、平台层和应用层构成,各层紧密协作,实现智能化功能。(1)感知层作为数据采集基础,部署了物联网传感器,包括激光雷达、RFID读写器、称重传感器、料位传感器以及环境监测传感器。这些传感器能够实时获取车辆轮廓、位置、尺寸信息,车辆身份,煤炭重量、储量以及装车现场的环境参数。(2)网络层构建了5G+工业以太网的混合网络通信架构,5G网络用于车辆移动过程中的数据传输,工业以太网则用于固定设备之间的数据通信,确保数据能够实时、稳定地上传和传输。(3)平台层是数据处理和智能决策核心,基于云计算技术搭建数据中心,并运用大数据分析、人工智能算法构建智能决策模型,如煤炭质量预测、车辆调度、仓容分配优化等。同时,利用数字孪生技术构建虚拟模型,实时映射物理系统的运行状态,为管理人员提供可视化管理界面。(4)应用层则面向不同岗位人员提供智能化应用服务。装车操作人员可通过智能装车控制界面实现一键式自动装车;运输调度人员可通过车辆实时监控与调度管理系统合理安排运输任务;管理人员则可通过数据分析报表与决策支持系统获取生产效率、成本统计、安全绩效等分析报告,辅助决策。这一设计旨在全面提升选煤厂的装运效率和智能化水平。

### 1.2 技术选型

在技术选型方面,综合考虑选煤厂的实际需求和技术可行性,选择合适的软硬件技术。(1)硬件技术:传感器选型上,称重传感器选用高精度的应变式称重传感器,精度可达 $\pm 0.1\%$ ,确保煤炭计量的准确性;激光雷达传感器采用多线激光雷达,能够快速、精准地扫描车辆轮廓,满足车辆定位与自动对位的需求。控制器选择工

业级PLC(可编程逻辑控制器),具有可靠性高、抗干扰能力强的特点,可实现对装车设备、给料机等的自动化控制;服务器采用高性能的云计算服务器,具备强大的数据处理和存储能力,支撑平台的稳定运行<sup>[1]</sup>。(2)软件技术:操作系统选用稳定可靠的Linux系统,保障服务器的安全运行;数据库采用分布式数据库,如HBase,能够高效处理海量的传感器数据和业务数据;在软件开发上,运用Java、Python等编程语言进行平台功能开发,结合SpringCloud微服务架构,实现平台功能的模块化、可扩展性;人工智能算法方面,采用TensorFlow、PyTorch等深度学习框架,开发煤质预测、车辆调度优化等模型。

### 1.3 数据处理与通信

在数据处理方面,感知层采集的原始数据首先传输至边缘计算节点,进行初步的数据清洗和预处理,去除噪声数据,提取有效信息,降低数据传输压力。预处理后的数据通过网络层传输至平台层的数据中心,利用大数据分析技术,对数据进行深度挖掘和分析。例如,对煤炭重量数据进行统计分析,计算装车效率;对煤质数据进行聚类分析,实现煤炭的精准分类与配仓管理。在数据通信方面,建立标准化的数据通信协议。对于物联网传感器数据,采用MQTT协议进行传输,该协议具有轻量级、低功耗的特点,适合在网络条件有限的工业环境中使用;对于平台层与应用层之间的数据交互,采用RESTfulAPI接口,实现数据的高效传输与共享。同时,为确保数据传输的安全性,采用SSL/TLS加密技术对数据进行加密传输,防止数据泄露和篡改。

## 2 智能装运一体化平台架构与功能设计

### 2.1 平台架构设计

智能装运一体化平台架构设计注重模块化、分层化和开放性,便于功能扩展与集成。其逻辑架构涵盖基础设施层、数据层、服务层和应用层。基础设施层提供

硬件及基础软件支撑；数据层负责数据存储与管理，分类存储各类数据并建立数据库与数据湖，实现数据共享，为分析决策提供基础。服务层基于数据层，开发业务服务接口，实现核心功能如车辆调度、智能装车、煤质分析等，采用微服务架构，增强系统的可维护性和扩展性。应用层则针对选煤厂不同岗位需求，开发应用系统，如智能装车控制系统、运输调度管理系统、煤质监测与管理系统等，为用户提供便捷操作界面和功能服务，满足业务需求。

## 2.2 平台功能设计

智能装运一体化平台针对选煤厂装运业务，设计了五大核心功能模块。车辆管理模块利用RFID标签和车牌识别技术，实现车辆的自动识别、登记、跟踪及信息管理，为调度提供数据支持。智能装车模块依据车辆信息和煤炭需求，自动选定装车仓位，利用称重传感器和给料机控制技术，确保煤炭装载重量精确至 $\pm 0.5\%$ 以内，同时具备自动平煤功能，满足运输要求。运输调度模块整合车辆位置、运输任务和煤仓状态等信息，运用智能算法优化运输路线和装车顺序，实时监控运输状态，对异常情况及时预警并调整方案，提升运输效率<sup>[2]</sup>。煤质管理模块通过在线分析仪实时监测煤炭质量指标，结合历史数据和智能算法预测煤质趋势，实现精准配仓和混配，确保煤炭质量达标。设备监控模块对装车、运输等关键设备进行实时状态监测，利用传感器采集运行参数，通过机器学习算法预测设备故障，提前进行维护，降低故障率。安全管理模块整合环境监测和设备运行数据，实时监测装车现场安全隐患，如粉尘浓度超标时自动降尘，设备异常时及时报警并停机，确保人员和设备安全。这些功能模块共同构成了智能装运一体化平台的核心，旨在提升选煤厂的装运效率、煤炭质量、设备可靠性和安全性，实现装运业务的智能化管理。

## 3 智能装运一体化平台的功能实现

### 3.1 车辆自动识别与定位

车辆自动识别与定位是智能装运一体化平台实现自动化运行的基础。车辆进入厂区前，需在入口处完成RFID标签安装和信息注册，将车辆的基本信息（如车牌号、车型、载重等）与RFID标签进行绑定。当车辆行驶至装车区域附近时，部署在道路沿线的RFID读写器自动读取车辆RFID标签信息，识别车辆身份。同时，利用激光雷达传感器和摄像头对车辆进行定位和轮廓扫描。激光雷达通过发射激光束，获取车辆的三维点云数据，结合预先建立的车辆模型，精确计算车辆的位置和姿态；摄像头则通过图像识别技术，识别车辆的车牌号和车厢

状态，双重验证确保车辆识别的准确性。定位信息实时上传至平台，为车辆调度和自动装车提供位置依据。

### 3.2 智能装车与定量控制

智能装车与定量控制是平台的核心功能之一。在车辆完成识别与定位后，平台根据车辆运输任务和煤仓状态，自动选择最优的装车仓位。通过控制仓下的给料机、皮带输送机等设备，实现煤炭的自动装载。在定量控制方面，称重传感器实时监测煤炭装载重量，并将数据反馈至平台控制系统。控制系统根据预设的装载重量目标，通过PID控制算法调节给料机的给料速度，当装载重量接近目标值时，逐渐降低给料速度，实现精准定量装车。例如，当目标装载重量为30吨时，在装载至29.5吨后，给料机自动转为低速给料，确保最终装载重量误差在 $\pm 0.15$ 吨以内。同时，平台记录每辆车的装载数据，生成装车记录报表，便于后续查询和统计。

### 3.3 实时监控与反馈调节

平台通过部署在厂区内的各类传感器和监控设备，对装车过程、车辆运行状态、设备运行情况等进行实时监控。管理人员可通过平台的可视化界面，查看装车现场的实时视频画面，了解各装车仓位的作业进度；实时监测设备的运行参数，如皮带输送机的运行速度、电机温度，给料机的给料量等。当监控数据出现异常时，平台自动发出报警信号，并通过短信、弹窗等方式通知相关人员。例如，当皮带输送机运行速度低于设定阈值时，平台判断可能存在皮带打滑或物料堵塞等问题，立即发出报警，并自动停止相关设备运行，防止故障扩大。同时，平台根据历史数据和故障类型，提供相应的故障处理建议，辅助工作人员快速排除故障。此外，平台还可根据实时监控数据，对装车流程和设备运行参数进行动态调整，实现装车效率和质量的优化。

### 3.4 煤质管理与分析

在煤质管理与分析方面，平台集成在线煤质分析仪和数据分析系统。在线煤质分析仪实时采集煤炭的质量指标数据，如灰分、水分、挥发分等，并将数据传输至平台。平台利用大数据分析技术和机器学习算法，对煤质数据进行深度分析。一方面，通过对不同煤仓煤炭质量数据的分析，掌握各仓煤炭的质量特性和变化趋势，为煤炭配仓提供依据。例如，当发现某煤仓煤炭灰分逐渐升高时，平台自动提醒管理人员调整配仓策略，避免不合格煤炭出厂<sup>[3]</sup>。另一方面，根据客户对煤炭质量的要求，制定煤炭混配方案。通过建立煤质混配模型，计算不同质量煤炭的混合比例，确保混配后的煤炭质量符合客户需求。同时，平台记录煤质检测数据和混配过程数

据,实现煤炭质量的全程追溯。

#### 4 智能装运一体化平台在选煤厂的具体应用

##### 4.1 装车环节应用

在装车环节,智能装运一体化平台实现了从车辆入场到装车完成的全自动化操作。车辆进入厂区后,无需人工干预,即可自动完成识别、定位、选仓、装车等流程。传统装车模式下,每辆车装车平均耗时约30分钟,且需要2-3名操作人员进行现场操作和监控;而采用智能装运平台后,单车装车时间缩短至10-15分钟,且只需1名操作人员进行远程监控和应急处理。平台的定量装车功能确保了煤炭装载重量的准确性,减少因装载重量误差导致的纠纷和经济损失。此外,自动平煤功能使车辆装载的煤炭表面平整,降低运输过程中的煤炭洒落现象,提高了煤炭运输的完整性和经济性。

##### 4.2 计量环节应用

在计量环节,平台通过高精度称重传感器和智能计量系统,实现了煤炭重量的精确计量。传统计量方式采用地磅称重,存在计量效率低、人工操作易出错等问题;而平台的在线称重功能可在装车过程中实时获取煤炭重量数据,无需车辆反复上下地磅。平台还具备自动数据记录和统计功能,每完成一辆车的装车,系统自动生成包含车辆信息、装载时间、装载重量等内容的计量报表,并上传至数据库。管理人员可通过平台随时查询和导出计量数据,进行统计分析,如计算每日、每月的煤炭发运量,对比不同时间段的装车效率等,为生产管理和成本核算提供准确的数据支持。

##### 4.3 运输环节应用

在运输环节,平台的运输调度模块发挥重要作用。通过实时监控车辆位置和运输状态,平台能够根据煤仓物料储备情况、车辆运输任务和道路状况,优化车辆调度方案,合理安排车辆运输路线和装车顺序。例如,当某条运输道路出现拥堵时,平台自动调整后续车辆的行驶路线,避免车辆长时间等待;当某个煤仓物料储量不足时,及时调度车辆前往其他煤仓进行装载。同时,平台与车辆驾驶员的移动端设备进行数据交互,驾驶员可通过手机APP接收运输任务、查看行驶路线和装车进度,提高运输任务执行的效率和准确性<sup>[4]</sup>。另外,平台还可对

车辆油耗、行驶里程等数据进行统计分析,为车辆成本控制和维护保养提供参考。

##### 4.4 安全保障应用

智能装运一体化平台在安全保障方面具有显著优势。通过整合各类传感器数据和监控设备,平台实现了对装车现场安全隐患的实时监测和预警。在人员安全方面,当检测到有人员进入危险区域(如装车设备运行区域)时,平台立即发出声光报警,并通过广播系统提醒人员离开;同时,可联动相关设备停止运行,防止发生人员伤亡事故。在设备安全方面,通过对设备运行参数的实时监测和分析,提前预测设备故障,如当电机温度过高、振动异常时,平台发出预警信号,并建议工作人员进行设备检查和维护,避免设备突发故障影响生产。在环境安全方面,实时监测装车现场的粉尘浓度、瓦斯浓度等环境参数,当指标超过安全阈值时,自动启动降尘设备、通风设备,保障作业环境安全。另外,平台还建立了安全事故应急预案库,当发生安全事故时,自动推送相应的应急处理流程,指导工作人员进行事故处理,降低事故损失。

#### 结束语

综上所述,智能装运一体化平台在选煤厂的应用展现出了强大的潜力和优势。通过该平台,选煤厂实现了装运业务的全面智能化管理,不仅提高了生产效率和煤炭质量,还降低了运营成本和安全隐患。未来,随着技术的不断进步和应用的深入拓展,智能装运一体化平台将为更多行业领域带来变革和创新,推动智能化进程的加速发展。

#### 参考文献

- [1]朱晓东.选煤厂机电一体化现状及发展[J].当代化工研究,2020(24):8-9.
- [2]李建国.机电一体化技术在煤矿生产中的应用探讨[J].冶金管理,2020(11):51+53.
- [3]李勇.选煤厂机电设备故障智能化检测系统研究[J].矿业装备,2021(4):286-287.
- [4]张建功.智能化技术在斜沟选煤厂能源管理中的应用[J].煤炭加工与综合利用,2021(8):38-41.