

基于门机联动的散货智能定量装车系统的设计

□薛允涛

张家港港务集团有限公司港盛分公司

【摘要】这篇文章介绍了一种与门机联动的智能定量装车系统。该系统由七部分组成，包括料斗称重模块、RFID 车辆识别系统、核心处理模块、信息绑定模块、车辆引导模块、指令控制模块、预警保护模块及联动控制模块。通过智控系统的精确控制，实现料斗装车作业的定量把控，可大幅度提升装卸效率、降低作业成本，为此类作业工艺的智能化提供有力技术支持。

【关键词】门机联动；定量装车；料斗秤；RFID 车辆识别系统

文献标识码：A 文章编号：1003-1870（2025）10-0047-06

Research and Design of an Intelligent Quantitative Bulk Cargo Loading System Based on Portal Crane Linkage

【Abstract】 This paper introduces an intelligent quantitative loading system that is linked with the portal crane. The system consists of seven parts, including hopper weighing module, RFID vehicle identification system, core processing module, information binding module, vehicle guidance module, command control module, early warning protection module and linkage control module. Through the precise control of intelligent control system, the quantitative control of hopper loading operation can be realized, which can greatly improve the loading and unloading efficiency and reduce the operation cost, and provide strong technical support for the intelligence of such operation processes.

【Keywords】 portal crane linkage; quantitative loading; hopper weigher; rFID vehicle identification system

引言

在以港口为例的大宗散货装卸作业中，门机、料斗与卡车之间的无缝衔接可大幅度提升装卸作业效率，保障作业安全，降低装卸成本。但在实际生产中，目前大多采用人工放斗的模式，当门机抓斗卸料在料斗内后，放斗工人通过控制斗门开闭开关往卡车里装料，装到一定程度后关闭料斗，通知卡车移位，再继续装料，待多次装料完成后，关闭料斗斗门，通知卡车驶离装载区并去汽车衡称重。而在此过程中，不但无法精确把控卡车的装料量，易

造成卡车超载或装载不足，增加了卡车到汽车衡称重的生产环节，造成能源及人力成本的浪费，还会出现因门机作业与料斗放料无法协同，造成料斗放空或料斗装满的情况，影响作业效率。为此，门机与料斗联动的智能定量装车作业已成为众多码头企业的需求。我们设计开发了门机与料斗联动的智能定量装车作业模式，实现无人化定量装车的精确把控，大幅提升作业效率，降低作业成本。

1 系统原理

在常规料斗的斗体和斗体支撑的连接处安装多

个称重传感器、水平检测传感器、RFID 车辆识别系统、激光雷达传感器、声光提示装置等硬件设备，实现对料斗内的各种散状物料进行精确称重和对待装货车信息进行自动识别、定位和引导。系统实时采集称重信息和作业车辆工况信息，经过分析处理自动指挥车辆行驶和控制料斗开闭，完成卸料与车厢内物料装载的联动，实现对自卸车进行定量装车。系统通过料斗上缘的激光雷达传感器对门机抓斗卸料区域的界定，实现抓斗进入或离开卸料区时料斗斗门自动关闭或开启的联动控制。

2 系统组成

系统主要由以下七个模块组成：料斗称重模块、RFID 车辆识别系统、核心处理模块、信息绑定模块、车辆引导模块、指令控制模块、预警保护模块及联动控制模块。

(1) 料斗称重模块

如图1所示，料斗称重模块主要完成物料的称重工作，通过安装在常规料斗的斗体和斗体支撑的连接处的多个称重传感器，构建成业内已有广泛应用的料斗秤，实现对料斗内的各种散状物料进行精确称重。在装车过程伊始，料斗斗门处于关闭状态，料斗秤首先对料斗内的初次物料重量进行称重计量，在打开斗门进行装车时，料斗秤实时读取料斗内的剩余物料重量并与原始重量进行扣减运算，粗略计算出已装车重量并实时反馈系统核心处理模块，系统自动统计计算装秤完成率。待已装车量达到预置装车量时，料斗斗门自动关闭，此时料斗秤再次对料斗内物料重量进行精确计量，与初始重量进行扣减后得出装车量的精确重量。

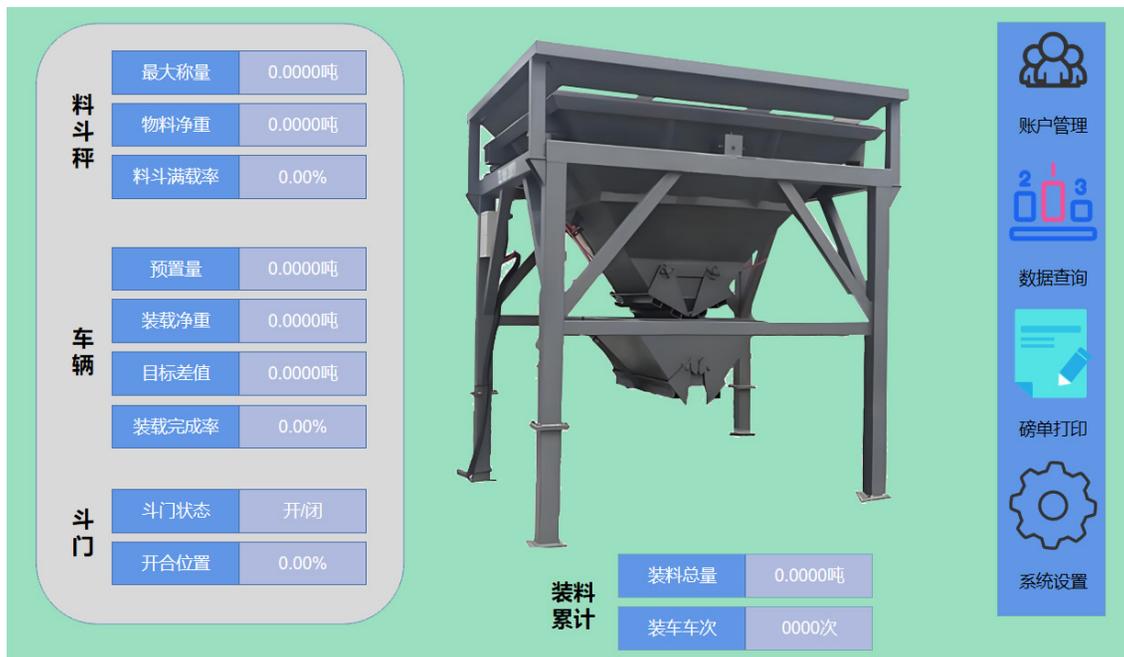


图1 料斗秤称重模块

(2) RFID 车辆识别系统

如图2所示，RFID 车辆识别系统是一种利用无线射频识别（Radio Frequency Identification，简称RFID）技术的自动化车辆管理系统。基本工作原理是，读写器通过天线发送射频信号，当车辆上的

RFID 射频卡进入读写器的工作区域时，射频卡被激活并通过内置天线将信息发送回读写器，读写器接收到信号后进行解调和解码，然后将有效信息传送到后台主机系统进行处理，主系统会根据预先车辆绑定的射频卡信息，确定车辆身份信息。



图2 RFID车辆识别示意图

(3) 核心处理模块

核心处理模块是整套系统软件的核心程序，它负责处理系统的主要业务逻辑、资源管理、性能匹配、优化升级、功能拓展、人机交互等核心功能，完成主要各个功能模块的协调与配合功能，是各个模块交互的纽带，更是整个系统的重点。其他通讯方面的模块程序则在底层通讯的基础上进行用户协议封装以及PC应用级的使用。在设计软件时，核心处理模块的稳定性和可扩展性至关重要，直接影响到系统的整体性能和可靠性。

(4) 信息绑定模块

信息绑定模块主要包含车辆绑定和作业信息绑定两个方面。其中车辆绑定主要是与RFID车辆识别系统的交互联动，将识别到的烤瓷卡信息与作业车辆的车牌信息进行捆绑，以便在系统内自动统计车辆作业信息；作业信息绑定主要包含作业单号、作业计划量、货主信息、物料信息、物流流向、预置量等生产商务信息，可以是信息的主动输入，亦可可是与其他生产系统的交互读取，实现作业数据链的完整存储。

(5) 车辆引导模块

车辆引导模块主要包含车辆行进指示、语音播报及车辆定位三项功能。如图三所示，其中行进指

示主要由两组红绿灯组成，当待装区驶入侧亮绿灯时，卡车可正常驶入待装区，亮红灯时则需等待进入，当待装区驶出侧亮绿灯时，代表装车结束，卡车可正常驶出待装区，亮红灯则代表正在装车，卡车不得驶离待装区；语音播报主要提醒卡车行进或装车结束，移动或驶离待装区。因很多装车区可以进行双向进入，故语音播报配合行进指示灯，可以更好地对车辆进行引导；车辆定位主要由三对红外对射探测器完成（以下以ABC组表示），当卡车进入待装区并只遮挡A组红外时，系统判定卡车在1号待装点，系统发出打开料斗斗门的控制指令，开始装车作业，称重模块读取料斗称重系统数据，并根据装车前的原始数据扣减装车过程中的实时数据，得出已装车数据。当已装车数据接近1号待装点预置报警量时，系统发出指令，通过语音播报提示司机缓慢向前移动卡车（此过程料斗正常放料），当卡车挡住AB两组红外时，车辆引导模块根据红外检测信号，判断卡车移动至2号待装区，系统发出指令，提醒司机停止移动卡车并继续装车。当已装车量接近2号待装区预置量时，系统再次提醒卡车移动至同时把ABC三组红外对射同时遮挡的3号待装区，直至装车结束，系统计算出准确的装车量并引导卡车驶离待装区。

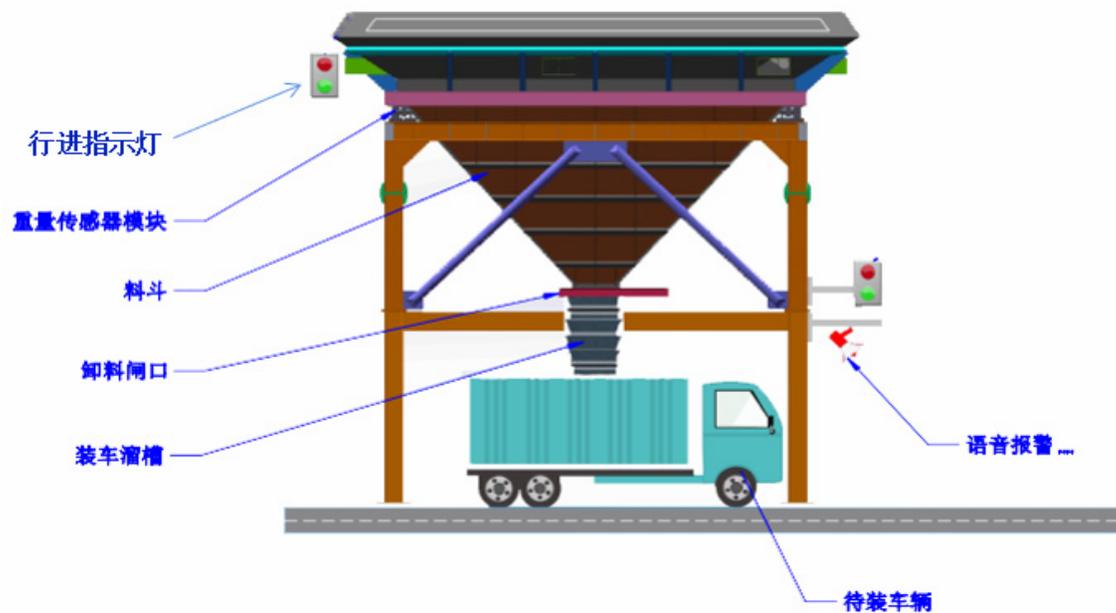


图3 装车过程示意图

(6) 指令控制模块

系统的主要控制指令包含开闭斗指令、车辆引导指令两个部分。从PC端软件进行调试动作时，系统软件会根据控制指令的不同向对应的控制指令通讯地址表中发送指令值，以达到把调试控制指令从PC机发送给电机等驱动控制器的目的，辅助设备接收到控制指令时，根据协议格式进行指令解析，然后再进行动作响应。

(7) 预警保护模块

预警保护模块主要包含超载荷保护预警、装车预置量报警和料斗空仓保护预警。料斗的设计容积、额定载荷和机械强度都具有确定的安全上限。料斗作业时，系统对料斗中的物料实际重量进行实时连续称重。当实时载荷大于等于105%额定载荷时，系统输出料斗超载保护信号，提醒门机司机不要再对料斗继续装料，实现料斗的超载保护功能，避免超载引起的安全事故。装车预置量报警主要包含3个待装点的预置量和1个单台装车总量的预置量报警。其中单台总装车量达到预警值时，系统自动发出关闭料斗斗门的指令，待斗门完全关闭后，实

际总装车量小于等于预置装车总量。料斗空仓保护预警主要是指当料斗内没有物料或物料放空时，无论是否有卡车在待装区，系统都会发出强制关闭料斗斗门的指令，确保料斗处于关闭状态，防止抓斗放料时形成冲料，实现料斗的空载保护功能。

(8) 联动控制模块

如图4所示，联动控制模块用于门机与料斗的联动作业控制。在料斗的四周略低于料斗边缘的外围加装2~4组激光传感器和灯光报警器，当检测到门机抓斗进入料斗预卸料区域后，传感器触发信号给系统，系统发出关闭斗门的指令，控制斗门关闭。同时，系统自动统计当前料斗内货物重量并核算出已装车重量。当门机抓斗卸料完成后，系统自动统计料斗内新的货物重量，核算出该车的剩余装车量并自动开始装车。此过程不对门机作业产生任何影响（当料斗内物料重量达到105%额定载重量时，灯光报警器报警，提醒门机停止加载），门机可自由装卸，如此一来，既保证了作业连续性，又保障了定量装车的准确性。



图4 联动控制示意图

3 工作流程

智能定量装车系统研发以来，先后在太仓鑫海码头和张家港港务集团港埠分公司进行了实际应用测试，系统数据与企业生产管理系统进行了数据对接，如图5所示。在实际作业中，生产作业任务下达后，操作员设定作业信息，绑定参与此次作业任务的卡车并通知司机首先到汽车衡进行皮重称重，皮重信息同步到智能定量装车系统。正式作业时，车辆进入装卸区后，系统自动引导车辆并进行精准装车，作业完成

后，该车辆如需再次进行装车，则需再次进行汽车衡回皮称重。如果皮重变化超过预警值，则系统自动判定车辆非法，不予装车。待车辆整改完成后重新进行回皮并参与作业，以确保作业的准确性。此外，车辆装车前只需在系统内设定计划装载的预置量，系统在装载过程中会实时动态计算已装载量和剩余量。当已装载量接近设定值后，系统会自动停止装车，完成精确定量装载，达到理想的定量控制装载效果。

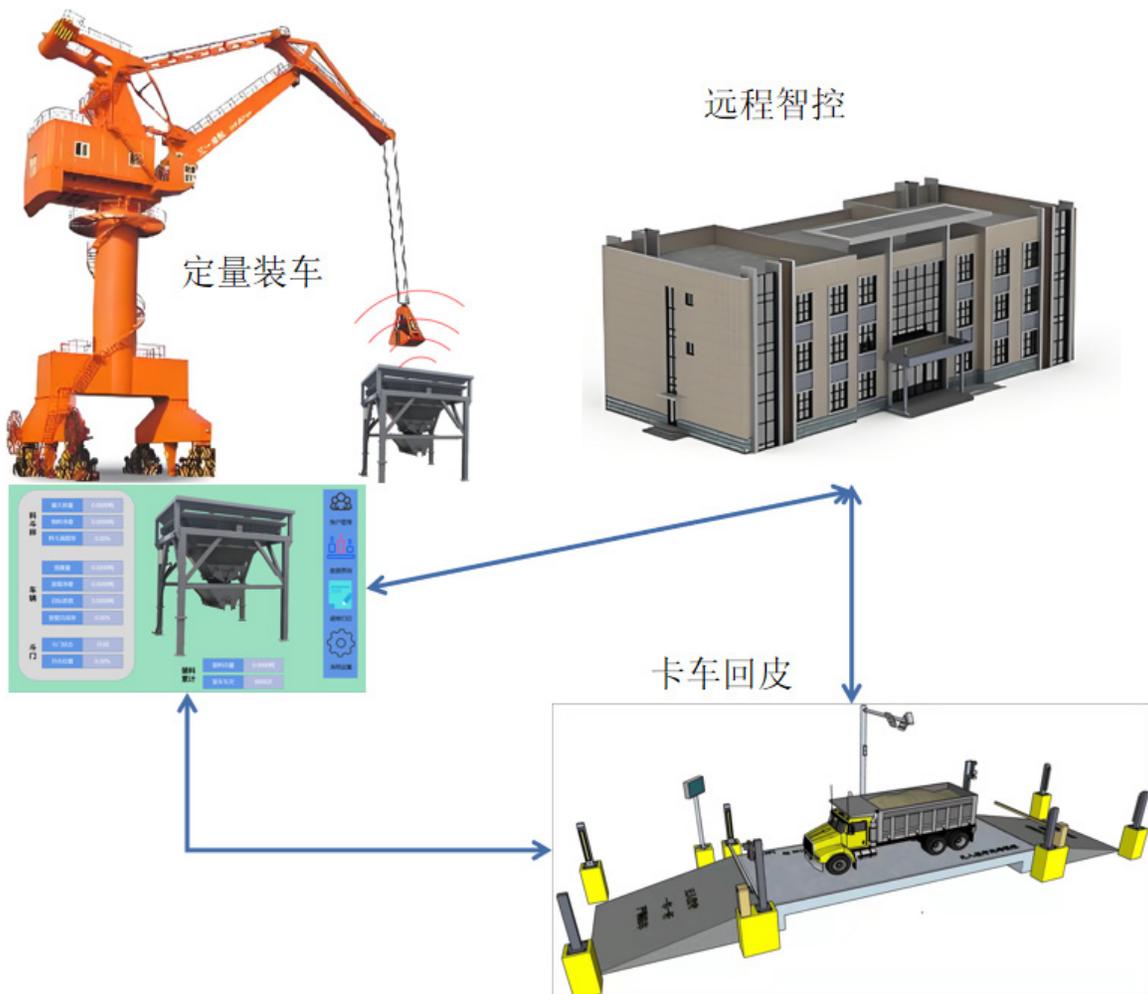


图5 工作流程示意图

参考文献

- [1] 马海峰, 于广龙, 罗宁虎. 数字化自动槽车充装系统在氯碱行业的首次应用[J]. 氯碱工业. 2023年09期.
- [2] 徐爱飞. 基于PLC的矿用装煤平车线监控系统设计[J]. 电子技术. 2022年01期.
- [3] 周伟. 浅析定量装车系统设计与应用[J]. 仪器仪表用户. 2016年10期.
- [4] 朱二明. 煤矿自动装车系统应用研究[D]. 西安科技大学. 2017年.

作者简介

薛允涛（1983—），男，机电高级工程师。主要从事企业计量技术与管理、计量设备研发工作。