

基于 PLC 智能控制的某球团厂放料测试研究

姚宗旭¹, 张维国¹, 郭 帅¹, 张海胜¹, 葛启发^{1,2}

(1. 中国恩菲工程技术有限公司, 北京 100038; 2. 北京科技大学 土木与资源工程学院, 北京 100083)

[摘 要] 球团厂放料装车是生产过程中的重要工序, 装车效率关系到球团厂产量效率和经济效益。将 PLC 控制技术和激光雷达检测技术应用于装车系统中是提高球团厂放料装车的工作效率, 并实现装车系统自动化主要技术途径。本研究所开发的智能放料系统经过现场实际测试可以实现装车过程中的体积检测, 并能计算出装料重量。经过与轨道衡称重结果对比, 基本能达到作业要求。系统为后续成品仓实施智能化装料提供了可靠的技术支撑。

[关键词] 球团放料; 装车系统; 智能控制; 激光雷达; 体积检测

[中图分类号] TD67 **[文献标志码]** B **[文章编号]** 1003-8884(2021)05-0029-04

DOI: 10.19611/j.cnki.cn11-2919/tg.2021.05.007

0 概述

球团厂铁路运输是生产运输的核心, 放料装车作为生产工艺过程中的一道非常重要的工序, 装车效率直接影响着球团厂产量和生产效率。传统的球团厂放料作业是通过现场人工操作或继电器、接触器控制, 操作人员均需要依靠经验启停放料斗, 导致放料吨位难以精确控制, 需要多次往返于磅房与料仓之间, 滞后的技术手段和设备设施都已严重影响球团厂的生产效率。另外放料作业容易受到环境因素(如粉尘、气雾、光线等)影响, 同时也存在现场作业人员接触粉尘导致职业危害的可能。因此, 为提升车间作业效率, 改善工人作业环境, 对球团厂放料装车系统进行升级改造十分必要。

多年来, 科技工作者对放料装车开展了广泛的研究。朱佩^[1]开发了基于人工智能的罐车装料口视觉跟踪系统, 无论在普通环境下或者在复杂环境下, 都能够准确地输出罐车进料口的坐标位置, 实现对进料口的稳定跟踪; 王露^[2]研发出用于完成灌装

工序中各项任务调度的控制系统, 具有实时监控, 综合管理生产数据, 合理分配调度资源等功能; 韩辉^[3]设计实现了一种新型的水泥发运系统, 很好地解决了水泥厂车辆乱行无序, 管理混乱的问题; 刘旭玲^[4]设计了基于 CAN 总线的高炉上料数据传输系统, 可适用于中小型现场总线通信, 可以推广到其它相关工业行业和领域应用; 陈玉娟等^[5]设计了基于 Controller Link 网络的 PLC 与智能终端、上位机的通信方法, 所涉及的自动装料装置极大提高了装料效率和装料量; 宋志宏^[6]设计一套以 PLC 为控制核心的煤炭自动装车控制系统, 并利用工控机作为上层监控核心设备, 系统可实现无人干预下的自动装煤, 且可实现装载量恒定; 张宏洲等^[7]介绍了在线式智能自动装车机, 这是水泥行业解决水泥生产工艺全流程控制的最后环节, 可以取代人工装车系统实现自动装车, 提升水泥行业的智能化水平; 冯亮^[8]基于 PLC 设计出一种装车自动化控制系统, 可实现对装煤高度、装煤起始、终止位置、装煤量等信息自动监测; 董志明^[9]对煤炭快速装车系统的检测与控制技术所取得的成果进行总结, 并对相关系统及技术的发展趋势进行展望。

综上所述, 以往研究成果主要从装料系统组成、PLC 控制、传感器技术等开展了局部研究。本文针对某球团厂开发的智能放料系统进行了实际应用检测, 重点围绕装料重量的精确性进行分析, 并阐述了影响装料精度的原因, 为今后装料系统的改进提供借鉴。

[收稿日期] 2021-06-16

[作者简介] 姚宗旭(1984-), 男, 河北唐山人, 工程师, 大学本科, 主要从事矿山自动化和有轨运输无人驾驶系统研究和开发工作。

[基金项目] 国家重点研发计划(2019YFC0605301)

[引用格式] 姚宗旭, 张维国, 郭帅, 等. 基于 PLC 智能控制的某球团厂放料测试研究[J]. 有色设备, 2021, 35(5): 29-32.

1 硬件系统组成

某球团厂开发完成的球团智能放料系统,主要由通讯系统、自动控制系统、料位检测系统、视频监控系统等组成^[10]。通过搭建放料站至控制室的以太网环网通讯系统,采集放料站的现场料位、视频等信息,实现全流程自动放料装车和远程遥控补料操作^[11]。主要硬件组成如下:

1.1 激光雷达测量装置

激光雷达安装在料仓下部,总共安装3个雷达。1号和2号雷达进行矿车车厢侧面物料的扫描,3号雷达进行车厢横截面的扫描,最终通过三个雷达的计算,核算出车厢内的物料体积^[12]。三个雷达安装位置如图1所示。



图1 激光雷达安装位置

1.2 PLC控制系统

PLC作为通用工业控制器,具有可靠性高、抗干扰能力强、功能完善、适用性强、开发周期短等优点^[13]。本放料控制系统目前仍然处于测试阶段,暂时将控制器放置于操作箱内,如图2所示。

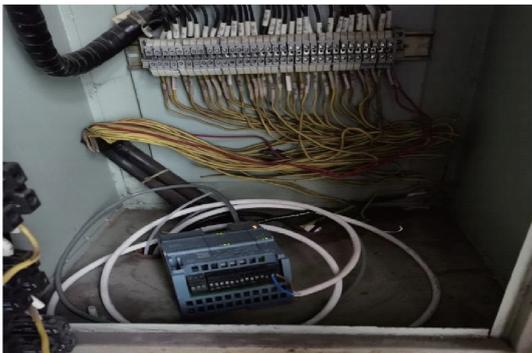


图2 PLC控制系统

1.3 工业控制计算机终端

本次球团厂放料测试,由于处于测试阶段,暂时将工控机终端放置于操作箱下部,如图3所示。



图3 工业控制计算机终端安装位置

2 球团放料现场测试

2.1 现场情况

某球团厂成品仓物料主要分为三种类型:A类型、B类型、C类型。其中A类型属于内发钢球,凭借装车工经验一次装完,并且符合要求。B类型和C类型属于外发钢球,装车吨位需要控制在2吨以内。凭借装车工经验不能一次装完,需要多次到轨道衡称重(3~4次左右),重复加料,最大时间高达8小时。

装车吨位需要控制在60~70t,使用开发的球团智能放料系统控制放料,每个料仓有4个放料阀门,通过激光雷达扫描计算车厢装料重量,与轨道衡称重的重量进行对比,直到误差在2t以内才能外发。

考虑到该球团厂现场生产和发车要求,特别是现场环境的限制以及装车质量精度的要求,结合所提出的智能放料系统解决方案,对球团成品仓装料过程进行了为期2个月的调研、测试、开发和应用研究。

2.2 测试过程

按照自动控制的条件要求,测试环境需要考虑以下情况:

(1)矿车进入料仓时,尽量保证车内无物料,用水枪将车厢外侧冲洗干净,车厢底部有坑洼的地方尽量少积水。进入第一个成品仓,开始以正常装矿速度(1 km/h)行驶,并需要一次性通过全部车厢。

(2)装完料后,矿车通过轨道衡时,需保持9~11 m/s的速度通过。

(3)物料尽量保持冷却,减少雾气和灰尘的出现。

根据现场大量调研和前期数据的采集、算法优化和系统开发,在开发完成整体测量和控制系统的基礎上,对现场装车过程总共做了 12 次测试分析,并针对人工装料环境进行了 9 次测试和数据分析,按照自动控制的条件进行了 3 次测试并对数据进一步分析,得到了较好的测试结果,基本按照测试计划完成了测试的各项指标,达到了测试要求。

以 2020 年 12 月 16 日测试为例,当天测试了 14 节车厢重量,共有三节车厢超出 2 吨范围,车厢号为 4172147 与测试序号 4 误差 2.55 t,车厢号 4172283 与测试序号 7 误差 2.3 t,车厢号 4172153 与测试序号 10 误差 2.7 t,其余全部符合标准。测试数据如表 1 所示。

表 1 现场测试数据(2020 年 12 月 16 日)

车厢号	轨道衡测量值/t	放料系统计算值/t	偏差/t
4172243	65.83	66.58	0.75
4172156	64.07	64.05	-0.02
4172221	65.58	65.38	-0.2
4172147	65.59	68.14	2.55
4172189	67.62	67.82	0.2
4172125	65.28	64.51	-0.77
4172283	65.38	67.68	2.3
4175027	65.3	65.08	-0.22
4175182	65.37	63.71	-1.66
4172153	64.86	67.56	2.7
4175043	64.37	63.34	-1.03
4172049	65.55	66.26	0.71
4172285	65.96	66.83	0.87
4172158	65.05	65.48	0.43

根据偏差值绘制误差曲线,如图 4 所示。

2.3 结果分析

根据测试结果,有个别数据点的计算值与轨道衡实际测量值有偏差。经过实际测试和分析,主要因为轨道衡误差、球团密度误差、车厢内外残留物误差所导致。

(1) 轨道衡误差

轨道衡在称重过程中,使用相同速度通过轨道衡时可能存在一定误差,轨道衡称量的重量不是用

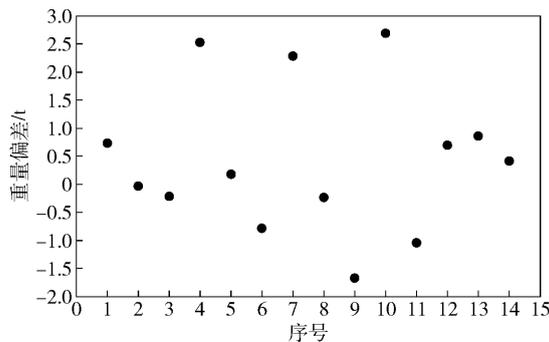


图 4 放料重量与轨道衡偏差

总重量减去实际车厢重量,而是减去一个固定重量值。该固定值是车厢的额定重量,但车厢的实际重量可能与固定值有偏差。

(2) 球团密度误差

目前球团密度值通过多次测量计算得出,但从测试结果分析,仍然具有一定偏差。因此在系统正式投入运行后,可通过信息管理系统,结合生产计划对每次装车的球团密度进行动态校正,可大幅度降低装车的测量误差。

(3) 车厢内外残留物误差

矿车车厢内部有遮挡或异物,以及车厢内残存的球团都会对测量有一定影响,造成扫描的体积不准确。同时,现场装料结束后,会冲洗车厢两侧残留的物料颗粒,冲水的重量是在智能放料系统测量完成后增加的工序,部分冲洗水的混入会影响轨道衡测量的球团重量。

3 结论

传统球团放料作业存在效率低下,作业环境恶劣等问题,对球团厂放料进行智能化升级改造势在必行。某球团厂在现场部署通讯系统、控制系统、料位检测系统、视频监控系统等建立了球团智能放料系统,本文通过系统的数据通信、控制逻辑判断等功能,结合后台的数据统计结果,验证了所开发的智能放料系统能够满足球团厂的基本控制策略。从测试数据可以看出,使用激光雷达的检测系统可以实现装车过程中的体积检测。

从测试数据分析,测试结果较准确,基本按照测试计划完成了测试的各项指标,达到测试要求,对智能放料系统的技术方案和检测设备进行实际应用检验,为后续成品仓实施智能化装料系统提供了可靠的技术支撑。

[参考文献]

- [1] 朱佩. 基于人工智能的罐车装料口视觉跟踪系统研究[D]. 洛阳:河南科技大学,2019.
- [2] 王露. 基于模糊逻辑的智能灌装任务调度的研究与实现[D]. 成都:电子科技大学,2017.
- [3] 韩辉. 水泥发运系统的智能调度策略研究与实现[D]. 秦皇岛:燕山大学,2013.
- [4] 刘旭玲. 基于 CAN 总线网络的高炉上料自动控制系统研究[D]. 包头:内蒙古科技大学,2008.
- [5] 陈玉娟,刘东波. 基于 Controller Link 网络的自动装料装置控制系统[J]. 机床与液压,2005,(12):158-159.
- [6] 宋志宏. 煤炭自动装车控制系统设计[J]. 能源技术与管理,2020,45(6):183-185.
- [7] 张宏洲,弯勇,薛玉君,王观民,程明锋,朱萌,朱明霞. 在线式袋装水泥智能装车系统介绍[J]. 水泥,2020,(12):64-68.
- [8] 冯亮. 煤矿铁路装车系统自动化控制设计[J]. 自动化应用,2020,(11):21-23.
- [9] 董志明. 煤炭快速装车系统检测与控制技术现状及趋势分析[J]. 自动化应用,2019,(11):120-121.
- [10] 孙国顺. 煤矿装车系统精确配仓控制技术研究[J]. 煤矿机械,2019,40(11):43-45.
- [11] 王佃敏. 煤矿装车系统升级改造[J]. 自动化应用,2019,(10):88-90.
- [12] 钟旺基. 新形势下现场混装车的应用与发展[J]. 综述专论,2019,(15):124-125.
- [13] 刘慧敏. 煤矿自动装车系统中 PLC 的应用研究[J]. 机械管理开发,2017,(5):130-131.
- [14] 范中华. 露天煤矿装车质量问题原因分析及措施[J]. 神华科技,2018,16(11):28-30.

Research on the Discharging Test of a Pelletizing Plant based on PLC Intelligent Control

YAO Zong-xu, ZHANG Wei-guo, GUO Shuai, ZHANG Hai-sheng, GE Qi-fa

Abstract: Discharging and loading is an important process in pelletizing plant production. Loading efficiency is related to the output efficiency and economic benefits of pelletizing plant. The application of PLC control technology and lidar detection technology in loading system is the main technical method to improve the working efficiency of discharging and loading procedure and realize the automation of loading system. The intelligent discharge system developed by this research can realize the volume detection during the loading process and calculate the loading weight after actual field test. Compared with the weighing results of rail scale, this system can basically meet the operation requirements, and provide reliable technical support for the implementation of intelligent loading in finished product bin.

Key words: pellet discharging; automatic loading system; intelligent control; lidar; volume detection ▲