

文章编号:1671-251X(2011)07-0065-03

快速定量装车站全自动控制系统研究

孙国顺, 张新, 齐玫

(天地科技股份有限公司, 北京 100013)

摘要:研究了快速定量装车站给料系统、配料系统及装车系统的自动控制技术,并使用 Matlab 软件进行了仿真实验。仿真结果验证了各系统自动控制方法的有效性和准确性,为进一步优化装车站全自动控制系统的设计提供了借鉴。

关键词:快速定量装车站;给料系统;配料系统;装车系统;自动控制;Matlab 仿真

中图分类号:TD634 文献标识码:A

Research of Fully Automatic Control System of Rapid Quantitative Loading Station

SUN Guo-shun, ZHANG Xin, QI Mei

(Tiandi Science and Technology Co., Ltd., Beijing 100013, China)

Abstract: The paper studied automatic control technologies of feeding system, batching system and loading system of rapid quantitative loading station, and used Matlab to do simulation experiment. The simulation results showed validity and correctness of the control technologies. The paper provides a reference for optimizing design of fully automatic control system of loading station.

Key words: rapid quantitative loading station, feeding system, batching system, loading system, automatic control, Matlab simulation

0 引言

快速定量装车站是将物料按规定的重量连续地自动称量并装入列车车厢的系统。目前,国内使用的快速定量装车站的装车环节仍停留在人工半自动化装车操作阶段。由于矿产资源需求量逐渐增大,装车站使用频率提高,人工操作失误造成的撒煤、刮蹭、车厢掉道现象时有发生,严重影响了装车安全和效率。因此,非常有必要开发快速定量装车站全自动控制系统。

本文采用 Matlab 对装车站作业过程中的缓冲仓给料环节、定量仓配料环节与最后的装车环节进行动态过程仿真,研究了装车站全自动控制系统各个环节的准确性以及协调控制技术,为装车站全自动控制系统的建立和完善提供了借鉴。

1 快速定量装车站全自动控制系统组成及原理

快速定量装车站全自动控制系统由缓冲仓给料系统、定量仓配料系统、自动连续装车系统以及计量称重系统、液压控制系统、电气控制系统、软件系统、自动润滑系统等子系统组成^[1-2]。

该系统基于大型料斗秤的工作原理,预先通过给料系统向装车站缓冲仓中充填物料至指定吨位;然后通过配料系统为定量仓配料至车皮标重的吨位,同时计量称重系统对所配物料进行精确称量;最后通过自动连续装车系统来装车。整个过程中,给料系统始终工作,给料速率根据仓位变化不断调节,配料与装车系统周期性工作,其它电气、软件、液压、润滑等系统与之相关联,各子系统协同工作,通过控制闸门和溜槽等关键设备的精确动作,实现连续动态行进中的快速准确配料与装车。

2 给料系统自动控制技术

2.1 控制原理

给料系统是保证快速装车的前提条件,它直接

收稿日期:2011-04-19

基金项目:天地科技创新基金资助项目(TZ-09-GY-1)

作者简介:孙国顺(1981-),男,山东烟台人,工程师,硕士,现主要从事快速定量装车站技术工作。E-mail:sgstdgx@sohu.com

决定了装车的速度和连续性,因此,该过程的自动控制尤为重要。该系统的控制对象主要包括给料机、变频器、输送胶带及缓冲仓料位等。其中给料机数量最多,从几台到几十台不等^[4]。

传统的给料系统控制方式是利用脉冲给料原理,在装车过程中交替增减给料机启动数量来调节给料速度,进而调节缓冲仓料位。该方式的料位波动值往往很大,给料机启停频繁,并且需要操作人员实时观察屏幕上所显示的缓冲仓料位,决定给料机启停,容易错过启动时机,造成列车停留。

为了实现给料系统的平稳有序控制,主要泵、电动机均采用了变频调速方式,并通过闭环反馈控制与模糊控制、PID控制相结合的控制方式,保证参数调节的实时性与稳定性。缓冲仓给料系统控制原理如图1所示。

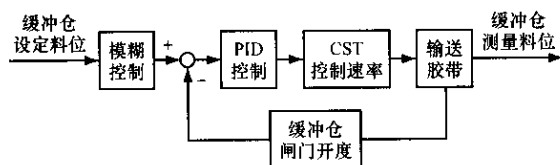


图1 缓冲仓给料系统控制原理

给料系统以缓冲仓料位作为被控量,料位测量传感器测量结果以 kg 为单位。考虑到物料粒度、物料湿度、缓冲仓高处落料的重力冲击、液压闸门震动的影响,以及列车额定载重的变化,在控制结构中引入模糊理论对被控变量进行修正,给缓冲仓一个相应的区间设定值,允许其在一个小范围内波动。给料开始前,根据列车总节数和额定载重计算出装车总需求吨数,并默认缓冲仓料位从零往设定值逼近增长。在给料初期,输送胶带先行启动,起始流量为零,CST控制胶带逐渐达到满速,此时启动给料机,胶带流量趋向设定值,调节各PID参数,开始匀速向缓冲仓给料。当缓冲仓料位进入区间设定值时,缓冲仓闸板打开,开始装车配料。

2.2 Matlab 仿真分析

采用 Matlab 软件对缓冲仓给料系统控制过程进行仿真研究^[3-5],设置缓冲仓总料位为 300 t,观察 225 s 装车时间内料位变化情况,如图2所示。可以看出,在该段时间内,料位在 10%~90%间变动。当料位低于 10%时,指示灯显示煤量不足,给料机自动增大给煤量;当料位高于 90%时,指示灯显示仓满,给料机自动减少给煤量,直至停止前方给煤输煤系统相关设备的运行。

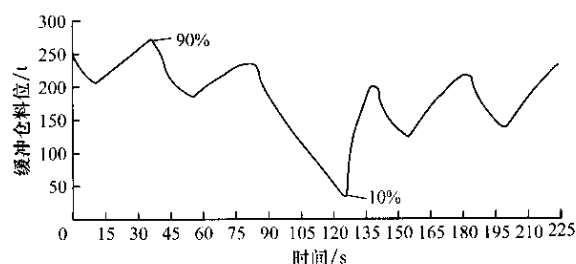


图2 缓冲仓料位变化曲线

3 配料系统自动控制技术

3.1 控制原理

定量仓配料系统描述的是在尽可能短的时间内,缓冲仓按车厢额定重量往定量仓中准确配料的过程。它直接决定了装车的精度。配料系统主要包括缓冲仓闸门、定量仓高精度传感器和液压电动机。

为了既能保证配料系统的快速性,又能保证静态精度,在硬件上对液压系统的伸缩油缸和电磁换向阀进行优化设计,引入位移检测开关,使闸门行程连续可调,控制更加有效^[4]。同时在定量仓支座上安装高精度称重传感器,确保测量精度和高速传输。定量仓配料系统控制原理如图3所示。

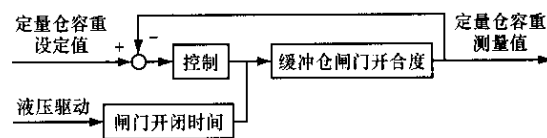


图3 定量仓配料系统控制原理

在配料过程中,引入液压驱动系统的压力、闸门动作时间作为前反馈控制。设计时把每节车厢的额定载重转化为定量仓初始设定值,以称重传感器的检测信号作为反馈信号,与计算机给定的设定值相比较,通过PID算法得到控制策略,控制缓冲仓液压闸门的开度,达到调节物料流量的目的。

3.2 Matlab 仿真分析

设置定量仓满仓料位为 100 t,为满足精确配料的要求,通过配料系统将料位控制在 80 t 以内;当料位达到 80 t 时停止配料,等待下一节车厢达到指定位置时再开始放料装车。设 45 s 为一个配料周期,定量仓配料过程中的料位变化如图4所示。从图4可看出,前 10 s 缓冲仓下放物料,将定量仓快速填充至指定吨位后停止下放,然后等待 10 s,待车厢驶入后开始向车厢放料,在 25 s 内完成放料装车,直至定量仓物料放空。

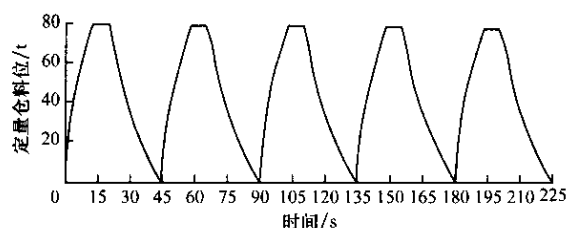


图4 定量仓配料过程中的料位变化曲线

4 装车系统自动控制技术

4.1 控制原理

连续装车控制原理如图5所示。装车之初,安装在铁轨上的车号识别传感器自动对经过的列车车厢依次进行扫描,把车号、车型等信息存入计算机数据库,给每节车厢一个“待装”标识。装车开始时,计算机预设顺序控制参数,并与PLC实时对话,发送第一节车皮额定载重;PLC收到指令后,控制缓冲仓闸门开启,并根据预设参数向定量仓快速配料;配料完成后,PLC向计算机发送指令;计算机收到指令后读数,并把相关信息写入数据库,同时把该车皮标识为“已装”,然后从数据库中取出下一节标识为“待装”的车皮信息。如此连续循环,当数据库中记录均无“待装”标识时,可确定本次列车装车完毕,计算机向PLC发送停车指令,装车系统自动关闭。计算机和PLC都具有高速运算、通信功能,每次对话时间不超过1s。

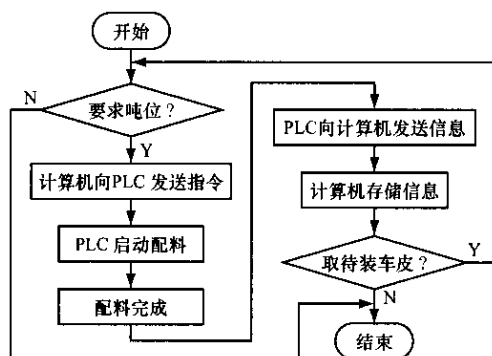


图5 连续装车控制原理

4.2 Matlab 仿真分析

用Matlab软件仿真连续装车过程,所得总吨位变化曲线如图6所示。其中对点实测吨位曲线是根据相应时间实际装车吨位报表显示值手工描绘的曲线,吨位与时间比曲线是Matlab仿真所得。通过比较可以看出,仿真结果与实际情况接近,满足实际装车平稳性控制的要求。

图7为自动连续装车偏差变化曲线。从图7可

看出,在100节车厢的装车过程中,在保持输送胶带和给料机连续运行、给料控制平稳、缓冲料位充足、列车持续行进的前提下,装车量偏差变化基本维持在 $\pm 0.4\%$ 之间,实现了连续、准确装车作业的自动控制。

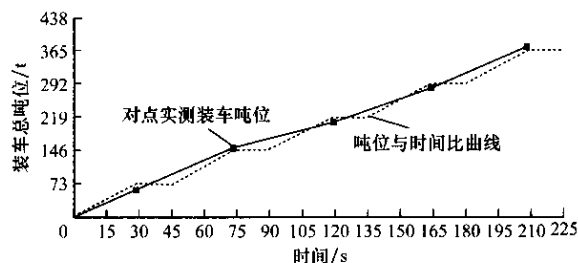


图6 连续装车总吨位变化曲线

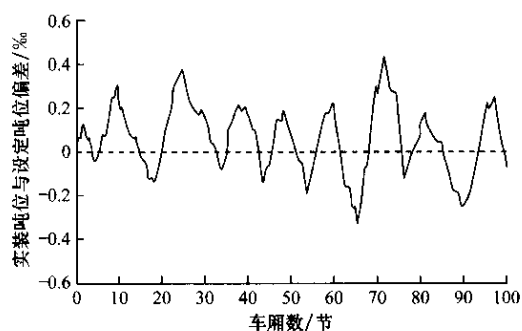


图7 自动连续装车偏差变化曲线

5 结语

研究了装车站作业过程中给料、配料及装车的自动控制技术并进行了Matlab仿真,为设计装车站自动控制系统提供了一种方法和思路,为进一步优化设计提供了参考依据。

参考文献:

- [1] 张广军,席启明,张新,等.煤矿铁路运输快速定量装车系统关键技术[C]//煤科总院50周年院庆科技论文集.北京:煤炭工业出版社,2007:50-55.
- [2] 张新.快速定量装车站钢结构优化设计研究[J].煤炭工程,2008(4):23-25.
- [3] 姜树杰,李冬辉.基于SIMULINK的自动控制系统的仿真实验研究[J].天津工程师范学院学报,2005,15(1):34-36.
- [4] 张新.双定量仓快速定量装车站设计研究[J].煤炭科学技术,2008(3):77-81.
- [5] 黄永安,马路,刘慧敏.Matlab 7.0/Simulink 6.0建模仿真开发与高级工程应用[M].北京:清华大学出版社,2005.