

基于 PLC 的样品煤定量包装控制系统设计

孙晓, 周浩

(湖南工业大学, 株洲 412007)

摘要: 针对样品煤粉末状的特点, 提出了一种基于 PLC 控制器的样品煤自动采样包装控制系统。实现了随机采样、自动称重、自动包装以及自动封口等工作过程的自动控制, 具有浪费少、控制方便、自动零位整定和动态称量计量等功能, 可用于各种粉末状、颗粒状等样品煤采样称重包装。系统在现场试验中的各项性能指标稳定、可靠。

关键词: 煤品检查; 自动定量包装; 动态控制; PLC

中图分类号: TB486⁺.03 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2011)21-0076-03

Design of Quantitative Packaging Control System Based on PLC for Sample Coal

SUN Xiao, ZHOU Hao

(Hunan University of Technology, Zhuzhou 412007, China)

Abstract: An automatic control system of sampling package for sample coal was designed based on controller (PLC) according to the realities of sample coal powdery materials. The system can realize automatic control of random sampling, auto-weighting, auto-packaging, and auto-sealing off functions. It has the characteristics of less waste, convenient control, zero point self-tuning and dynamics weighing measurement. It can be used in sampling weighing package of sample coal. Various performance indicators were proved to stable and reliable by field test.

Key words: sample coal checking; auto-quantitative packaging; dynamics control; PLC

现代生产机械化和自动化的高速发展, 使包装技术日新月异, 各类物品的定量包装是否准确直接影响到企业的生存和经济效益, 大多数生产厂家都采用了高度自动化的生产线来完成^[1]。相比之下, 煤产品的包装应用很少, 研究也很少, 并且如何在洗煤行业中提高样品煤的包装精度, 一直是困扰企业的难题。笔者根据样品煤采集的特点研制了样品煤定量包装控制系统。

1 相关工艺介绍

在洗煤或煤加工生产中, 国家要求对成品煤的品质进行采样检测, 如冶炼用精煤, 需检验全水分、灰分和全硫。煤样的采样机械应符合以下要求: 采样器开口尺寸应不小于被采样煤炭最大粒度的 2.5 倍; 移动

煤流采样器应能截取一煤流全断面作为一子样; 静止煤中采取的子样质量应符合 GB 475—1996^[2] 要求; 经有资格的部门鉴定, 采样无系统误差、精密度达到 GB 475—1996 要求。采样地点的基本要求: 煤样应从被抽查单位销售或待销煤炭中, 在移动煤流或火车、汽车载煤中采取, 一般不直接在煤堆和轮船载煤中采取, 而应在堆(装)煤和卸煤过程中、从转运煤流或小型转运工具如汽车载煤中采取。在特殊情况下, 可从煤堆上分层采取, 也可从高度小于 2 m 的煤堆上直接采取。抽查煤样的采样基数一般为 100 t 或一个发运批量。在采样基数小于或等于 100 t 时, 至少应为一个作业班的生产、堆存或运输量。比较通用的方法就是人工对煤品进行装袋采样, 以往要求操作人员在煤堆中随机装 2 000 袋, 每袋 50~80 kg, 送各个检测机构。在这种情况下, 装袋计量称重不精确, 采样

收稿日期: 2011-07-05

作者简介: 孙晓(1972—), 男, 湖南株洲人, 硕士, 湖南工业大学副教授, 主要从事机电控制与计算机研究。

煤品受人为影响大,浪费严重。

2 解决问题的思路

煤品生产出来,经传送带送到运输工具上。在输送煤品的输送带上设立一个独立的采集装袋机构,用户只需要在控制台上设定采样的周期及总的装袋数即可,控制单元负责对煤品随机进行采集,并采用一个定体积的袋装方式,对煤进行装袋。装袋后给出提示信号,完成整个样品煤的采集工作,全过程无需人为干预,使得采样更加客观,实验证明效果很好。

3 系统设计

3.1 硬件组成

该自动采集装袋系统主要由主控单元、煤层厚度测试仪、拦截挡板、装煤旋斗、测重装置、封口装置和触摸屏等部分组成。主控单元^[3]是由可编程逻辑控制器(PLC)及其相应的控制执行电路部分组成,该系统采用三菱公司的 FX2N 系列的 PLC,主要实现了定量包装控制系统的各个工艺环节的自动控制功能。通过变频器来控制调节装煤斗的旋转速度,进煤量决定旋转速度的大小,拦截挡板的拦截时间也和煤的输送量有关,煤层厚度增加时,拦截时间缩短;称重传感器及相应的仪器仪表组成了电子称重计量单元,实现了样品煤的装袋计量、袋数等数字显示。物料传输单元主要是由链传动系统构成,该传动系统采用电动机控制,实现了对包装成品的传送。封口单元按设定的要求来完成自动包装封口动作。系统基本组成见图 1。

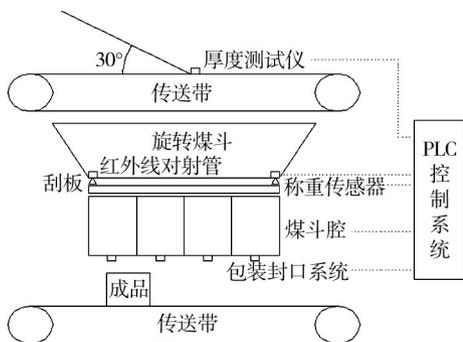


图 1 系统基本组成

Fig. 1 Composition diagram of the system

3.2 系统工作原理

系统首先要求用户在触摸屏上设置样品煤的采

集总量和袋数,然后启动采集命令。而系统开始工作的前提是煤层厚度测试仪测量的煤层厚度达到设定的要求以及煤层在传送带上稳定流动,这样就不会出现煤斗腔过多或者过少的现象,能够保证后续的装袋误差有效控制在 5% 以内,系统随机等待时间一段时间后开始采集。利用硬件滤波^[4]和软件平滑后,经 AD 模块输入系统。开始采集时,放下挡煤挡板,煤颗粒在挡板的拦截下,向旁边的煤粉收集槽运动,在重力的作用下,煤粉落入正在旋转的装煤旋斗中,连续落入的煤粉总量 K :

$$K = AStH$$

式中: A 为煤粉的宽度(这个宽度是由前面的筛料机构决定的,正常情况下不变,可通过手动修正); S 为传送速度(稳定运行时变化不大,可通过手动修正); t 为挡板的挡煤时间; H 为煤层厚度(由传感器测量,稳定后变化范围小)。

旋转的煤斗有 4 个装煤的腔,腔室的容量 $K_1 = K/4$ 。

煤斗的旋转速度也由煤层的厚度决定,煤层越厚,煤斗的旋转速度越快。在煤斗的上方安装一个固定的刮板,当煤斗旋转的时候,它起到刮平煤粉的作用,通过红外线对射管来判断煤粉是否刮平。因为总煤量是稳定的,所以煤粉均匀弄平后,4 个煤斗腔均可装满,接着开启放料装置实现煤料的自动包装,继而实现称重、贴标等工作。其基本工作过程分为测量煤层厚度、挡煤、旋转装煤斗、排料封口、称量 5 个阶段。系统生产工艺流程见图 2。

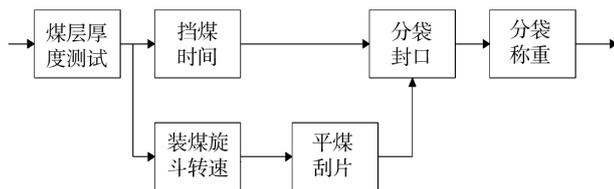


图 2 生产工艺流程

Fig. 2 The flow of manufacture process

3.3 硬件设计

系统硬件电路主要由测试、控制和执行 3 部分构成。活动连杆带动角位移传感器实现了煤层厚度的测量,连杆下端有一个滚轮,依靠连杆重力和配重压在煤层上,通过角位移传感器将煤层的厚度转化成电信号传给 AD 模块。利用电机带动齿轮齿条,进行高速的挡板上升下落控制。为了达到煤流全断面的要求,设

计了一个电机快速往复运动的过程,通过振动^[5]的方法确保全断面的要求。是否达到全断面的要求,一是通过位移传感器检测位置,二是通过电机电流检测。称重部分,在称量斗两侧的受力支撑点外各安装一个称重传感器,用来测量称量斗中每次称量样品煤的质量,并将其转换成电流信号输出,信号通过 A/D 转换模块,将所测得的模拟量转换成数字信号,输入 PLC,通过换算即可得到每袋样品煤的质量,通过触摸屏显示出来,触摸屏通过 RS422 与 PLC 通讯。

3.4 软件设计

系统软件采用 SFC 方式开发^[6]。其中 LAD 模块包括数字信号稳定处理、初始化处理、变频器读写等,流程化模块主要实现工艺过程控制等。

初始化处理可以依赖 M8002 产生一个初始化脉冲完成,利用这个脉冲完成必要的系统自检和外部模块的检测。考虑到现场环境干扰严重,特对输入信号引入了一个可调的 5~10 ms 的时间滤波,实验证明效果较好。

为了实时控制变频器,高频率的数据交换和变频器的速度值的设定^[7]是不可避免的,如何保证读命令、写命令、数据回送命令、命令确认命令不紊乱,信号工作时序非常重要。为了保证有一个足够的时间让速度下降,设定值 0 要适当提前,引入一个控制时序脉冲用来实现 PLC 实时控制装料旋斗的转速,PLC 的读写控制时序见图 3。

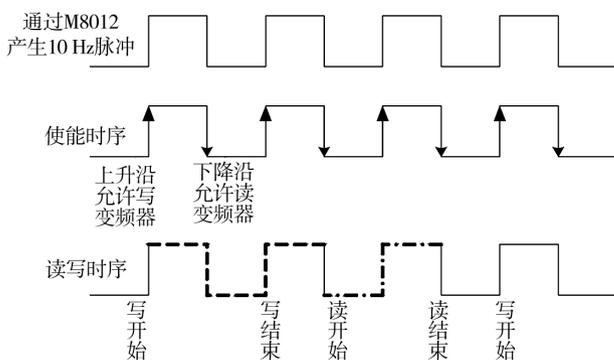


图3 PLC 读写控制时序

Fig. 3 Timing of PLC W/R control

考虑到程序受到干扰和通讯延时的随机影响,特意引入了一个由 M8012 产生 10 Hz 的稳定脉冲,在脉冲的上升沿检测是否可以写变频器,在脉冲的下降沿检测是否可以读变频器。读写的前提条件是变频器就绪,PLC 数据已经处理完成,上次通讯已经完成。

通过现场实验证明通讯的延时确实比较严重,几乎要 40 ms 才能完成一次。如果不采用这种工作模式,很容易导致通讯混乱。系统软件的控制流程见图 4。

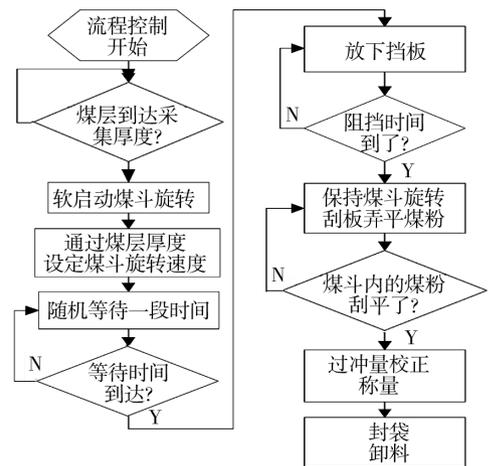


图4 控制流程

Fig. 4 Flow chart of control

整个控制流程中,至关重要的一个内容是确定挡板的阻挡时间,为了提高挡板的插入速度,将挡板设置为与垂直面成 30° 夹角的倾斜方式插入。在传动过程中使用了齿轮齿条,这样速度和动力都可以得到保证,同时检测电机电枢电流大小,当位移传感器没有达到设定值而电流值大于设定阈值时,挡板高速往复升降,若在 1 ms 内无法全断煤流,提升挡板,等待一段时间后重新实施挡煤。

对于称量环节,煤斗斗壁粘附煤粉对称量有一定的影响,系统采用不锈钢内壁的结构可以减弱这种影响。在称重计量工作过程中,系统对煤品的称量会产生一定的误差,为校正这种称量误差,在每次进料之前,空斗质量 m_0 由 PLC 控制自动称量,并把 m_0 作为下一次煤品进料称量质量 (m_1) 的参考零点。物料的实际质量 m_2 可通过系统运算得到, $m_2 = m_1 - m_0$ 。外界因素引起的零点漂移现象不会使实际进料值受到影响^[8]。

在包装进料环节,为了使进料速度和计量包装的准确性得到保证,系统采用快速进料和微调进料相结合的方式。通常将快速进料阈值设置为目标值的 80%^[9],使进料速度较快。加料的精确度可以通过微调进料来提高,微调进料的阈值等于目标值与过冲量之差。

而提出的。算法不采用将原始图像和水印图像的 Bandelet 系数直接迭加,而是对载体图像的 Bandelet 系数进行预处理,再进行水印的嵌入,嵌入时遵循了加法准则。通过实验得知,该算法在抗衡剪切、中值滤波、加噪和 JPEG 压缩等常见攻击时,具有较强的鲁棒性。

参考文献:

- [1] 李光. 包装机械模块化设计的研究[J]. 包装工程, 2002, 23(4): 172—175.
- [2] TZENG J, HWANG W-L, CHERN I-L. Enhancing Image Watermarking Methods With/without Reference Images by Optimization on Second-order Statistics[J]. IEEE Trans On Image Processing, 2002, 11(7): 771—782.
- [3] CHENG Q, HUANG T S. Optimum Detection and Decoding of Multiplicative Watermarks in DFT Domain [J]. IEEE Int. 1 Conference on Acoustic, Speech, and Signal Processing, 2002, 4: 3477—3480.
- [4] NIKOLAIDIS A, PITAS I. Optimum Detector Structure

for DCT and Subband Domain Watermarking[C]. Proc IEEE International Conference on Image Processing, Rochester NY, USA, 2002(3): 465—468.

- [5] PODILCHUK C I, ZENG W. Image-adaptive Watermarking Using Visual Models[J]. IEEE Journal on Selected Areas in Communication, 1998, 16(4): 525—539.
- [6] XIA M, LIU B. Effect of JPEG Compression on Image Watermark Detection[J]. IEEE Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing, Salt Lake City, UT, May 2001, 3: 1981—1984.
- [7] FRIDRICH J, GOLJAN M, Baldoza A C. New Fragile Authentication Watermark for Images[C]. Proc ICIP, Vancouver, Canada, 2000: 446—449.
- [8] NOPPORN, SANGIAMKUN W. Digital Watermarking Technique for Image Authentication by Neighboring Block Similarity Measure[J]. Proc IEEE Region 10 International on Electrical and Electronic Technology, 2001, 2: 734—747.

(上接第 78 页)

系统加料达到设定值时,微调进料阀会自动关闭,由于从加料口到煤品称量斗之间有一段距离,会导致部分物料可能落入包装袋中,使系统的设定值会小于实际包装值;同时在加料装袋过程中,煤粉的冲击、系统的振动,会造成包装质量瞬时增加,会造成过冲量现象。实际加料量等于微调进料加上过冲量。为了使过冲量能自动校正,系统特采用负反馈偏差控制技术。基本原理是根据上次装袋的误差来调整本次称量计量过程中产生的过冲量,称量值与目标值的偏差通过微进料阀门开关时间来调整,用以提高定量包装的精确度^[10]。

4 结论

通过以上论述,完成了样品煤定量包装控制系统的设计。其特点在于结构简单、设备维护方便、可提高采样的随机性、计量准确,较好地满足了样品煤定量包装的要求,以 PLC 及其相关的仪表作为执行驱动器件,使系统可自动运行。实现了高效的 PLC 和变频器的通讯、零点漂移自整定和过冲量自整定等功能;对各种粉状或颗粒类物品的包装具有借鉴和推广

价值,最大限度地满足了用户的不同工艺要求。在 1 年的现场试验中,系统的各项性能指标稳定可靠。

参考文献:

- [1] 吴文君. 饲料称量和自动包装中的 PLC 控制[J]. 包装工程, 2006, 27(3): 87—89.
- [2] GB 475—1996, 商品煤样采取方法[S].
- [3] 刘乘, 李晓刚. PLC 在包装机械上的应用[J]. 包装工程, 2004, 25(2): 51—53.
- [4] 江庆. 基于 STC89 单片机的粉状物料定量称重控制器设计[J]. 包装与食品机械, 2008, 26(1): 24—27.
- [5] 郑月珍. 旋转机械振动检测和分析[J]. 燃气轮机技术, 2010, 23(1): 39—44.
- [6] 张万圭. 机床电气控制技术[M]. 北京: 北京大学出版社, 2006.
- [7] 朱顺强, 王良. 一种实现粉盐精确定量包装的简便方法[J]. 盐业与化工, 2007, 36(2): 46—47.
- [8] 孙虎儿. 小杂粮自动定量包装自动控制系统的设计[J]. 包装工程, 2008, 29(12): 81—82.
- [9] 毛谦敏. 单片机控制的定量包装系统[J]. 包装工程, 1999, 20(3): 53—55.
- [10] 樊斌. 红外传感器应用时的自动零位跟踪[J]. 传感器技术, 2001, 20(10): 22—23.