

基于 CAN 总线的多通道大型筒仓计量控制解决方案

□徐州徐控控制科技有限公司 刘淼 刘克林

【摘要】大型筒仓作为散状物料储存设施在粮食、建材、冶金、煤炭、电力等行业的应用越来越广泛，筒仓的规模也越建越大。本文针对大型多出料口筒仓在焦化厂备煤、火电厂煤炭混配等场景应用中存在的问题，提出了基于CAN总线的多终端称重群协同控制方法和系统解决方案，在实施恒流控制、实现精准混配、总量控制以及多通道的科学调度等方面，体现了明显的方案优势和实践效果。

【关键词】多通道；混配；底层控制；CAN总线；协同调度

文献标识码：B 文章编号：1003-1870（2023）01-0021-04

引言

大型筒仓作为散状物料储存设施的应用在粮食、建材、冶金、煤炭、电力等行业越来越广泛，筒仓的规模也越建越大。实践证明，筒仓除投资效益、占地、除尘环保等社会、经济角度的优越性外，还具有系统调度灵活，兼有储存、缓冲和混配等多种功能的工艺先进性，筒仓应用将是未来散状物料储存设施的一个发展方向。

1 问题的提出

大型筒仓的多出料口设计，有效地解决了筒仓偏料、下料、活料等问题，也给定流量给料控制带来了新的课题。

通常，仓下出料装置有可控的给料装置，如圆盘给料机、活化给料机，以及对应一个出料口或对应多个出料口的带电子称重装置的称重给料机及其控制系统构成。配料系统通过对给料系统的控制，及时跟踪每个筒仓的设定给定值，使每台筒仓的即时流量与给定流量的偏差最小，从而实现精确配料和总量控制。

问题出现：

（1）多出料口筒仓在筒仓设定给定值的前提下各出口的给定流量怎样确定。

（2）当各出口给料装置开启状况不确定或改变

时，每台给料装置的定流量设定值怎样实现实时联动和分配。

（3）当出现控制偏差时怎样确定被控对象、控制方式和控制算法。

（4）如何利用多出料口调度策略智能地对筒仓上、下料过程中可能产生的偏料、堵料故障进行预测和调节。

显然，简单的沿用单出料口筒仓的传统定流量、配料控制方案，配料系统将存在大超调、过渡过程过长，甚至系统不能进入稳态、控制精度差等现象，进而影响配料系统工作质量和目标实现。

2 解决方案

“基于CAN总线的多终端称重群协同控制系统”，有效地解决了大型筒仓单目标、多出料口配料控制存在的问题，系统具有更优良的系统性能和更高的效率。

将各筒仓的每个出料口配置一台称重给料机，仓下多台称重给料机构成集群系统，形成“仓下终端称重群”。智能称重显示控制器主机，以CAN现场总线与“仓下终端称重群”级联机，控制器主机接受厂级DCS系统下达的配比信息、定流量控制指令和各出料口开、停机指令，自动的按料仓的上部存储物料在仓分布情况，对理论总设定流量进行分

解，并下达给按指令开启的各出料口给料装置，启动底层仓口闭环控制，仓底每台称重给料机作为CAN总线节点，实时发送和接收给定值、开机状态、现行流量等运行数据，并根据现行偏差应用PID算法对相应的给料装置进行调节控制，以实现给定值的跟踪，完成配比控制。

“仓下终端称重群”是一个不依赖上位计算机的底层控制系统，通过底层互联，可以在无人和其他设施的干预下自动运作，完成围绕目标的控制行为，具有极强的自治性和适应性。“仓下终端称重群”可以在环境条件变化、预先约定条件出现或接受系统信息时主动发起围绕目标的控制行为，具有极强的反应性和预动性。

“仓下终端称重群”的组织结构是分布式的，各“单体”之间不存在信息、控制关系等方面的主从层次和管理与被管理的关系，每个“单体”通过与主控单元的信息共享，自主地确定控制方式和完成自己的目标。

CAN总线网络功能、算法和控制输入输出是通过新型称重显示控制器和现场智能数据采集控制器实现的。网络各节点之间发送、接收数据，具有更高的实时性、可靠性和灵活性。

系统连续的、动态的对筒仓配料总量进行监控，必要时应用动态配比法调整配料总量，以防止累计偏差带来的配比精度损失，保证工艺参数与上、下级的设备能力合理匹配。

3 解决方案之系统构成

“基于CAN总线的多终端称重群协同控制系统”主要由：称重显示控制器主机、称重给料机和可调速驱动装置、现场数据采集控制器和CAN现场总线网络构成。

3.1 称重控制主控仪表

称重显示主控制器经由局域网联系DCS系统，经由CAN总线网络联系底层各仓下称重给料机，通过下达和上传实现信息共享和控制管理，构成完整的筒仓计量控制信息系统。作为主机称重显示控制器，具有配比分解下达、控制参数设定、计量装置参数维护和对各筒仓配料总量进行动态监控和调整控制的功能。

新型称重显示控制器基于分布、融合、数据库

技术的通用多通道皮带秤高端仪表，是皮带秤称重仪表的升级版产品。

控制器主机和现场数据采集控制器构成的多通道采集系统，通过分布在应用系统的不同特征点上的传感器和信息终端，从地域角度构成皮带秤系统多源信息感知系统。数据库技术从时域角度定量地反映称重系统和运行环境的状态。多源信息融合技术利用分布、实时的融合环境和数据库对融合推理的支持，智能地综合和建立数据关系和“皮带秤模型”，从而弥补了使用“单一传感器”所固有的缺陷，从皮带秤本体计量性能和环境影响因素等诸方面入手，有效地解决了精度、稳定性、耐久性、高成本维护等皮带秤长期和普遍存在的问题。

控制器采用微处理器CORTEX-M3 32位机系列，配置8M Flash、彩色图形文字显示器。

新型称重显示控制器具有一键标定、自动零点跟踪、自动校准、线性补偿、智能故障自诊断等功能，支持“一机多称、冗余备用”功能和“皮带秤动态在线标定”等独创、领先的功能。

3.2 现场数据采集和控制单元

现场智能数据采集控制器作为独立的底层设备，采用了32位的单片机系统、24位多通道A/D输入、16位D/A多通道输入/输出、可自定义及可扩展的输入/输出功能。装置运行于实时操作系统，以保证设备快速有效地完成测量、计算、控制等功能。

各底层设备不依赖人工和上位计算机，完全自主地完成基于称重传感器、速度传感器和温度传感器的数据采集、标度、即时流量、累积量的计算和温度补偿运算。

底层设备跟踪目标流量，采用优化PID控制算法实施定流量控制，基于神经网络的PID调节功能，可实现控制系统的参数自优化调整、控制过程在线分析和目标系统快速跟踪等功能，按照最优参数控制系统输出到最佳状态。

底层设备的智能故障检测功能，可实时检测流量的超限、调节偏差的超限、基于系统预测的断料、堵料等故障，并及时将故障上传控制器主机，主机除将故障信息上传DCS和就地发出故障报警外，按照预先设定的策略进行故障处理和修复，确定不能解除故障时，通过“自动切换出口”等方式改变调

度方案，以保证系统控制目标的实施。

3.3 称重给料机和可调速驱动装置

各下料口称重给料机通过配置2只称重传感器的全悬浮结构称重桥，获取物料重量信息。配置速度传感器检测输送机胶带的运行速度，配置温度传感器检测环境影响量。现场数据采集控制器汇集荷重和速度、计算称重给料机的即时流量，并与预置的设定流量比较，通过调节变频器改变输送机速度，达到精确跟踪给定值，实现配比控制的目标。各下料口称重给料机调节和跟踪是独立在系统内运行的，这样每个下料口均独立构成一个流量/设定值间的自反馈控制系统。闭环控制系统的控制参数，是

依据控制指标不断优化调整的。

称重给料机的2只称重传感器是分别进入现场数据采集控制器的，以支持系统对皮带跑偏、物料偏载等进行智能补偿。系统可以智能地判断和检测称重传感器故障，在提供故障报警的同时自动进入“代偿运行”或“自动切换出口”工作模式，大大减少了系统的故障停机损失。

现场数据采集控制器通过对环境温度的连续监测，智能地对称重系统进行温度补偿，使称重系统在输送机运行的“冷态”和“热态”都能精确地工作，满足配料工艺的要求。

3.4 CAN 现场总线网络构成

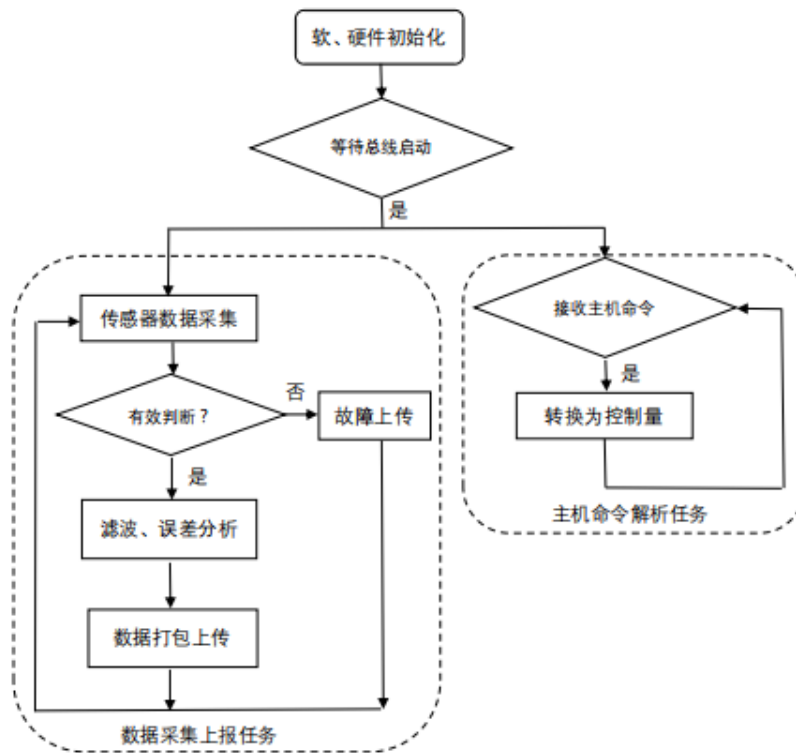


图1 现场数据采集控制器系统流程图

计量控制系统现场数据采集控制器通过CAN现场总线与控制器主机联机，双向传输数据和指令，构成程控运行、协同调度、数据采集和控制功能完整的配料控制系统，如图1所示。。

CAN总线物理层提供了一套复杂的错误检测与错误处理机制，如CRC检测、接口的抗电磁干扰能

力、错误报文的自动重发、临时错误的恢复以及永久错误的关闭，从而保证系统数据的一致性。

CAN现场总线采用标准的、统一的高级通信协议，以提供设备间数据的高效、可靠的传输，网络管理功能有效解决并避免了单个设备故障可能引发的总线故障。

4 控制现场布置示意及控制流程

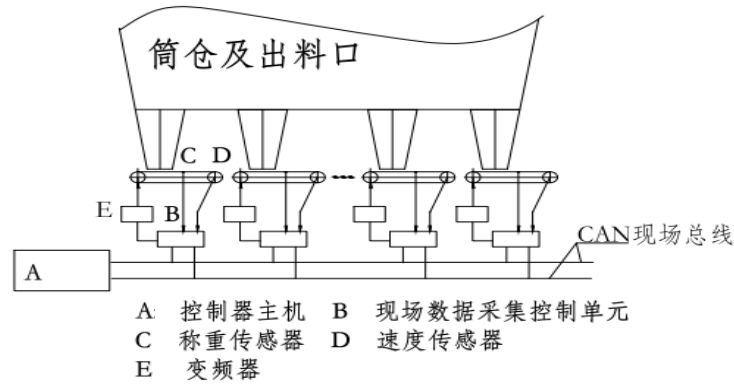


图2 现场布置图

每个筒仓各个下料口计量皮带机上，配备现场智能数据采集控制器、变频器，构成独立的反馈系统，实时采集称重传感器信号、速度信号，完成配料秤的标定、秤计算、PID调节的功能，并通过通信和上位机交换数据，如图2所示。

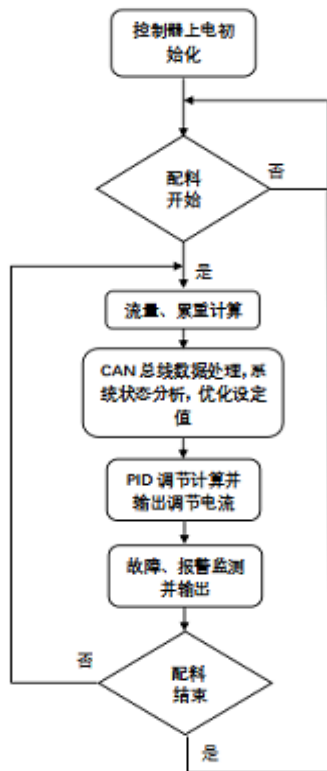


图3 计量控制系统流程图

每个筒仓的多个下料口计量皮带机，通过CAN总线连接，传输和共享各个下料口的运行状态、实时流量、实时设定值、单位时间累计值等，如图3所示。

称重显示控制器和现场数据采集控制器采集筒仓下所有下料口状态，将实时过程值传输至运算单元，运算单元按照设定控制参数进行计算，并将当前状态作为下次运算参考量，计算后修改本下料口调节参数，完成该筒仓的配料要求。

当系统检测数据发现定量给料过程出现流量大幅波动甚至断料时，系统将强化控制和调节，并在确认断料的情况下，实施“自动切换出口”。

5 结束语

基于CAN现场总线的多通道大型筒仓计量控制系统，采用分布式系统构成和多终端称重群协同控制方法，有效地解决了大型筒仓多出料口条件下在实施恒流控制、实现精准比例混配、总量控制以及多通道的科学调度等方面的问题，体现出了明显的方案优势和实践效果。

参考文献

- [1] 郑红军, 郭雪松, 杨明, 董亚哲, 储配一体筒仓在安钢焦化厂的应用, 河南冶金, 2012(5):36-56.
- [2] 孙兵, 李东平, 大型煤筒仓在焦化行业的应用, 苏、鲁、皖、赣、冀五省金属学会第五届焦化学术年会论文集(上册), 2010年6月1日.
- [3] 王军, 李朝进, 唐遥, 江静, 马钢储煤筒仓在建过程中的备煤生产组织对策. 安徽化工, 2019(6):80-81.
- [4] 刘森, 刘克林, 多信道电子皮带秤原理和应用价值分析. 衡器, 2021(6):9-13.

[5] 刘森, 孙文杰, 刘安林, 电子皮带秤“三技秤”理论和实践[C]. 称重科技第十六届称重技术研讨会论文集.

[6] 刘森, 电子皮带秤全系统温度补偿原理和实践. 衡器, 2021(5):34-39.

作者简介: 刘森(1976-)男, 江苏徐州人, 高级工程师。徐州徐控控制科技有限公司总工程师,

徐州动态称重与检测工程技术研究中心主任/技术总监, 威斯顿智能科技(徐州)有限公司合伙人。江苏省第五期“333人才工程”中、青年学术技术带头人, 徐州市“双百人才”。长期从事电子衡器及系统、智能病床系列等产品研制开发, 曾主持“江苏省科技创新项目”, 持有发明专利、实用新型专利和软件著作权十余项。