

# 电子皮带秤集散配料控制系统设计

徐州矿务集团质量技术监督处 毕思武

**【摘要】** 本文介绍了电子皮带秤集散配料控制系统的设计方法。从集散控制系统的体系结构、集散配料控制系统的设计、PLC 编程与组态软件的应用等几个方面进行了讨论。该系统构成灵活、操作管理便捷、控制功能丰富、信息资源共享、安装调试简单、安全可靠、性能价格比高，深受广大用户欢迎。

**【关键词】** 电子皮带秤 集散控制系统 配料控制 PLC 组态软件

电子皮带秤是一种无需对质量细分或者中断输送带的运动，而对输送带上的散装物料进行连续称量的自动衡器。电子皮带秤一般由秤体（秤架、称重托辊、输送皮带）、称重传感器、速度传感器、电机、称重控制仪表等组成。按照承载器的不同，可将电子皮带秤分为称量台式承载器和输送带式承载器两种；按照带速不同，可分为单速（恒速）皮带秤和变速（调速）皮带秤两种。电子皮带秤的准确度等级分为 0.5、1、2 三个等级。电子皮带秤在冶金、矿山、化工、水泥、电力、高速公路等对输送带散装物料计量和配料中得到了广泛的应用。

集散控制系统（Distributed Control System, DCS）又称为计算机分布式控制系统，它是利用计算机对生产过程进行集中监视、操作、管理和分散控制的一种新型控制技术。它是计算机技术、通信技术、控制技术和 CRT 显示技术（简称 4C 技术）相互渗透发展的产物。集散控制完全适用现代工业的生产和管理需求，它的出现是工业控制的里程碑。电子皮带秤与集散控制系统相结合，组成基于电子皮带秤的集散配料控制系统，具有称重计量和配料控制精度高，管理控制集中方便，故障风险分散等优点，进一步提高了电子皮带秤的应用水平。

## 1. 集散控制系统的体系结构

集散控制系统由集中管理部分、分散控制检测部分和通讯部分组成。集中管理部分可分为运行员工作站、工程师工作站和管理计算机；分散控制监测部分按功能可分为控制站、监测站；通信部分用于完成控制指令以及各种信息的传递和数据资源的共享。

DCS 的典型体系结构如图 1 所示。按照 DCS 各组成部分的功能分布，所有设备分别处于四个不同的层次，自上而下分别是：现场控制级，过程控制级，过程管理级和管理级。与这四层结构相对应的四层局部网络分别是现场网络（Field Network, Fnet），控制网络（Control Network, Cnet），监控网络（Supervision Network, Snet）和管理网络（Management Network, Mnet）。

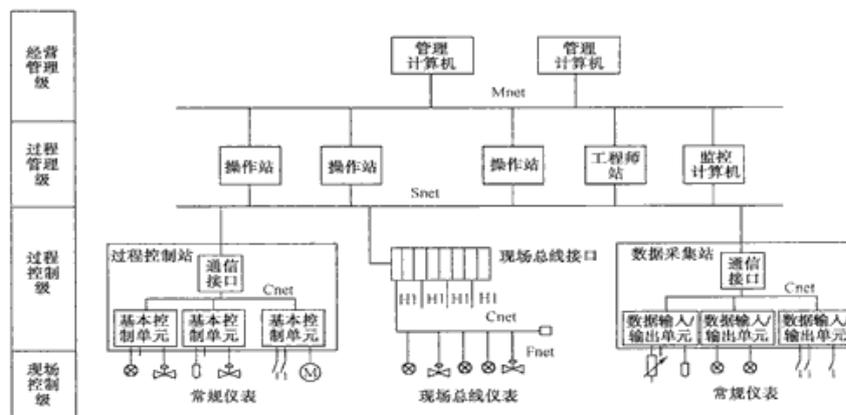


图 1 集散控制系统的体系结构

## 1.1 现场控制级

现场控制级设备直接与生产过程相连。典型的现场控制级设备主要有各类传感器、变送器和执行器。它们将生产过程中的各种工艺变量转换为适宜于计算机接收的电信号（如常规变送器输出的 4~20mA DC 电流信号或现场总线变送器输出的数字信号），送往过程控制站或数据采集站；过程控制站又将输出的控制器信号（如 4~20mA DC 信号或现场总线数字信号）送到现场控制级设备，以驱动控制阀或变频调速装置等，实现对生产过程的控制。

## 1.2 过程控制级

过程控制级主要由过程控制站、数据采集站和现场总线接口等组成。过程控制站接收现场控制级设备送来的信号，按照预定的控制规律进行运算，并将运算结果作为控制信号，送回到现场的执行器中。过程控制站可以同时实现反馈控制、逻辑控制和顺序控制等功能。

## 1.3 过程管理级

过程管理级的主要设备有操作站、工程师站和监控计算机。

操作站是操作人员与 DCS 相互交换信息的人机接口设备，是 DCS 的核心显示、操作和管理装置。一般配有具有较强图形处理功能的微型机、以及相应的外部设备，如 CRT 或 LCD 显示器、大屏幕显示器（选件）、打印机、键盘、鼠标等。开放型 DCS 采用个人计算机作为人机接口。

工程师站是为了便于控制工程师对 DCS 进行配置、组态、调试维护而设置的工作站。一般由 PC 配置一定数量的外部设备组成，例如打印机、绘图仪等。

监控计算机的主要任务是实现对生产过程的监督控制，如机组运行优化和性能计算，先进控制策略的实现等。一般来说，监控计算机由超级微型机或小型机构成。

## 1.4 经营管理级

经营管理级是全厂自动化系统的最高层，只有大规模的集散控制系统才具备这一级。

## 2. 集散配料控制系统设计

### 2.1 系统组成结构

集散配料控制系统由主控制台（PLC、称重控制显示器），变频器柜、工控机（服务器）、现场操作箱，现场总线，恒速皮带秤给料电机、调速皮带秤运行电机，恒速秤、调速秤和螺旋秤/减量秤组成。采用 SIEMENS S7 系列可编程控制器和 DXK2002 称重显示控制器作为下位机，研华 610 工控机做上位机，构成集散控制系统。局域网采用 B/S 模式，上位机为工控机（服务器），下位机为各客户终端机等。其组成结构如图 2 所示。

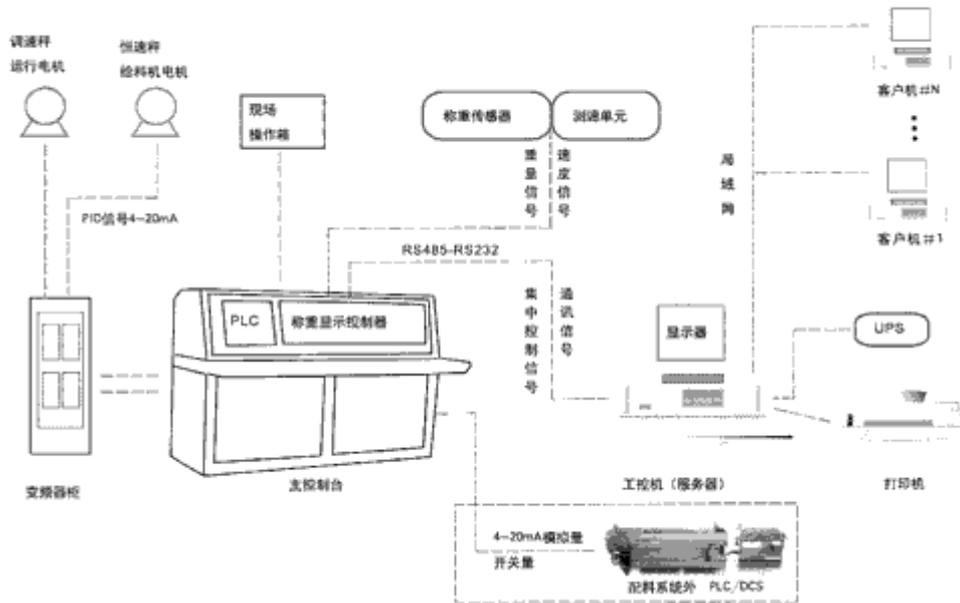


图 2 配料系统结构示意图

## 2.2 系统工作原理

被称物料分别通过调速皮带秤、恒速皮带秤、螺旋秤或减量秤进行称重，称重传感器将物料的重量转换成电信号传送给称重控制显示器（DXK-2002）进行放大、滤波、A/D 转换和微处理器进行数据处理，一方面通过仪表显示器显示，另一方面由 RS485/RS232 接口通过现场总线传送到工控机进行报表生成并打印输出，也可以通过局域网传送到客户机。配料系统的原理如图 3 所示。

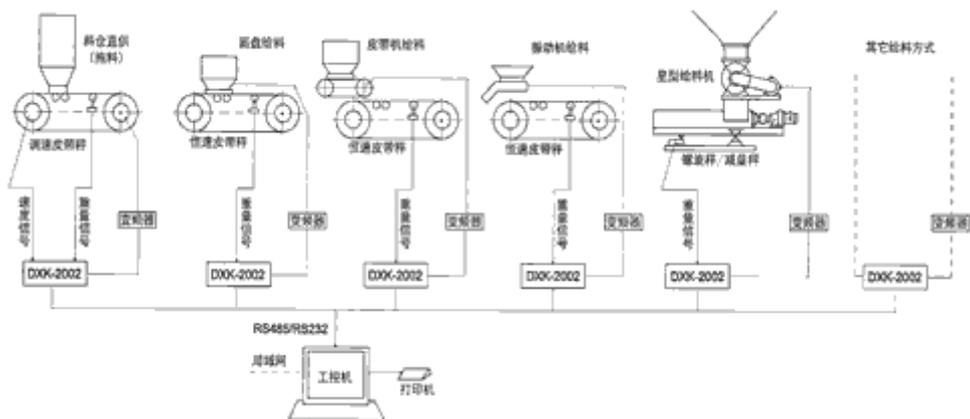


图 3 配料系统原理框图

可编程控制器（PLC）输出控制指令给变频控制器控制调速秤的运行电机和恒速秤的给料电机的转速，用来控制皮带秤的配料速度。

主控制台输出 4~20mA 模拟量/开关量，控制配料系统外部 PLC/DCS。

### 2.3 系统性能特点

(1) 采用专门的动态秤仪表作为下位机，数据实时处理能力强。A/D 转换精度高（至少 12 位），优于计算机插入式板卡、分布式模块、PLC 等通用产品（A/D 转换一般低于 12 位，数据处理误差大于 1%），配料控制精度优于 1%。

(2) 除具备 DXK-2002 动态称重显示控制器的一切功能外，还通过计算机扩展了更多的功能。

(3) 配备杰出的专用软件，有好的图形用户界面，现代风格的弹出菜单，先进的数据库管理，能查询和打印各种历史数据图表。

(4) 既能通过各台称量仪表对每一台秤进行操作，也能通过计算机对各台秤集中操作，系统参数有现场和远程两种设置方式。

(5) 物料的期望目标给定值可不停机在线修改，单位可任选 t/h 或 kg/s, 可分别对每台仪表设置任意一种物料的目标量值，或通过计算机设置各种物料配比。

(6) 称重仪表具有“外给定”功能，可接受来自本配料系统之外表征目标量值的信号（如来自 PLC 的 4~20mA 信号）。

(7) 同时适应两类工作方式：料仓直接供料（托料-调速配料-调节秤的运行速度）或经各种给料机供料（恒速配料-调节给料机以控制秤的进/出料速度）。

### 3. 集散配料控制系统软件设计

集散配料控制系统的软件一般包括系统软件和应用软件两部分。由于集散配料控制系统采用分布式结构，在其软件体系中除包括上述两种软件外，还增加了诸如通信管理软件、组态生成软件及诊断软件等。根据该系统的特点，重点介绍一下应用软件中的顺序控制算法和组态软件。

#### 3.1 顺序控制算法与 PLC 编程

在集散配料控制系统中，配料程序设计的好坏是决定系统是否成功的关键。配料程序由可编程控制器（PLC）提供，而 PLC 采用的是顺序控制算法。所谓顺序控制就是按照预先规定的顺序（逻辑关系），逐步对各阶段进行信息处理的控制方法。顺序控制分为时间顺序、逻辑顺序和条件顺序控制三类。

逻辑顺序控制系统执行指令是按先后顺序排列的，但和时间无严格关系。如在反应器进料系统中，当进料使反应器内料位达到某一值时，才能开启搅拌电机。这里进料量的变化会影响达到预定料位的时间，而开启搅拌电机的条件是料位达到预定值。逻辑顺序控制系统在工业生产过程的配料系统中应用较广泛。

PLC 编程是采用梯形逻辑图来描述顺序控制系统的逻辑顺序关系，它是由继电器梯形图演变而来，具有直观、易懂、能为广大电气技术人员所掌握等特点，在集散控制系统和 PLC 编程中得到广泛应用。典型的梯形逻辑图如图所示。左边为梯形逻辑图，右边的程序是用助记符列出的对应逻辑关系。

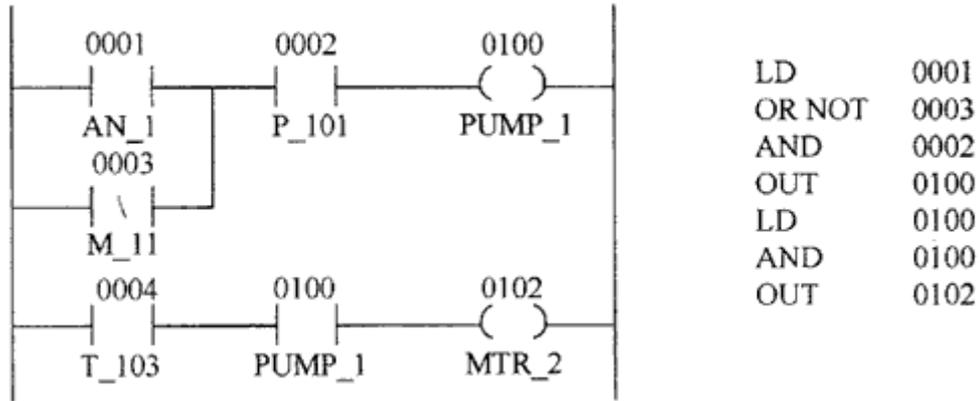


图 4 典型的梯形逻辑图

### 3.2 组态软件

DCS 组态是指根据实际生产过程控制的需要，利用 DCS 所提供的硬件和软件资源预先将这些硬件设备和软件功能模块组织起来，以完成特定任务的过程设计，习惯上称作组态或组态设计。软件组态的内容比硬件配置还丰富，它具有数据库生成、历史数据库（包括趋势图）的生成，图形生成，控制组态等，常用的组态软件有组态王等。控制站组态流程如图 5 所示，操作站的组态流程如图 6 所示，系统信息实时/历史曲线如图 7 所示，下位机实时运行状态监视界面如图 8 所示。

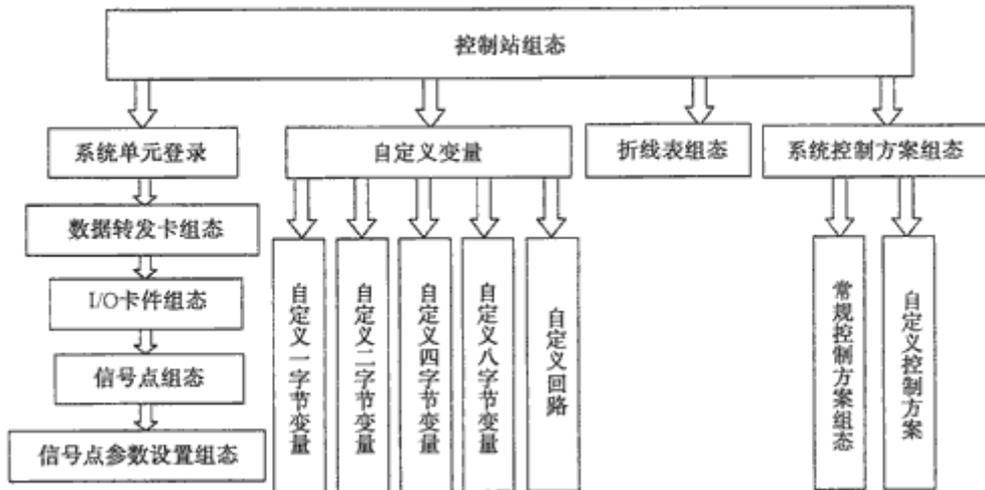


图 5 控制站组态流程

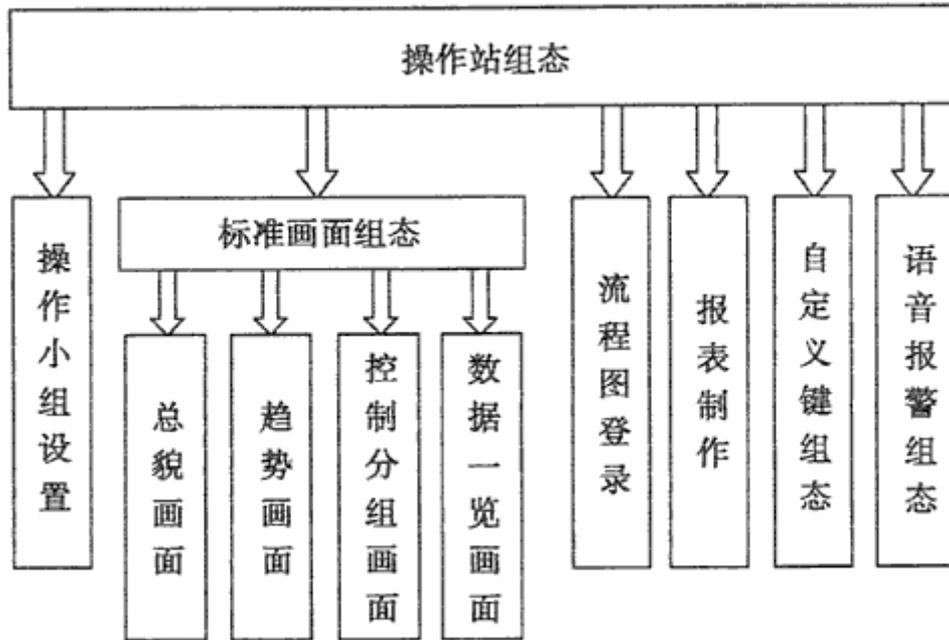


图6 工作站组态流程

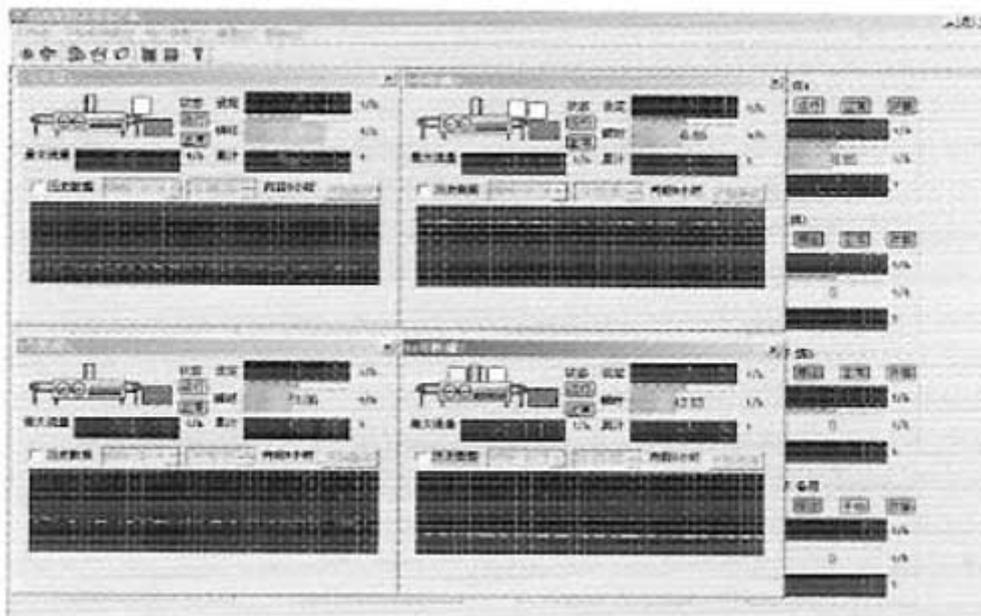


图7 系统信息实时/历史曲线



图 8 下位机实时运行状态监视界面

## 5. 结语

由于基于电子皮带秤的集散配料控制系统具有系统构成灵活、操作管理便捷、控制功能丰富、信息资源共享、安装调试简单、安全可靠性和性能价格比高等优点，深受广大用户的欢迎，在冶金（焦化、烧结、球团、喷煤、原料等）、电力、路桥、建材、化工、轻工等行业得到广泛的应用。

## 参考资料

- JJG195-2002. 连续累计自动衡器（皮带秤）
- 刘国海，集散控制与现场总线，机械工业出版社，2006.8
- 张德全，集散控制系统原理及其应用，电子工业出版社，2007.8

## 作者简介

毕思武，男，徐州矿务集团质量技术监督处衡器天平检定站站长、高级工程师，中国衡器协会专业技术委员会委员，中国仪器仪表学会高级会员，在国际、国内发表学术论文 30 余篇。

通信地址：江苏省徐州市煤建路 17 号

邮 编：221006

联系电话：0516-82622286，13196805218

E-mail: [xzbisiwu@126.com](mailto:xzbisiwu@126.com)