

现场总线式配料系统在化工行业的应用

济南金钟电子衡器股份有限公司 周厚生 唐慎涛

【摘要】 在石化行业，成品生产车间配料工段，需要分布式配料秤，经与用户多次交流，确定实现总线式配料称重控制系统方案，三年来运行稳定可靠，维护简单易行，操作简单；现就其实现过程作一回顾，不妥之处请指出。

【关键词】 配料秤；总线；称重仪表

一、引言

中国石化总公司上海石化——催化剂厂成品生产车间配料工段，原有配料为普通数显一台电子台秤，人工依据物料配方进行称重配料，然后倒入捏合机里进行多物料的混合，混合到达一定的时间后进入下一道工序；该配料流程配料费工，效率低，环境污染严重，工作强度大，配料精度低，计量质量无可追溯性，成为整个工段的瓶颈，为此该单位对这一工段进行了招标，济南金钟电子衡器股份有限公司中标，为用户提供了现场总线式配料系统；该系统自 2010 年 1 月投产运行以来，性能稳定，整个工序计量质量、称重信息实现了跨越式提升。

其中称重配料部分完成了粉状、小颗粒状等散状物料的定量计量。控制部分具有称量设定、自动/手动操作、各动作连锁控制、称重重量动态数字显示、自动给料、称量、小车移动接料、定点放料以及总线控制等多种功能和特点。

二、现场配置、工作原理及配料过程

该配料系统现场配置主要由 7 台料斗秤、电气控制单元、变频控制单元、小车接料控制单元、上位监控、PROFIBUS-DP 总线通讯单元等组成（系统框图见附图）。

1. 7 台料斗秤：分别置于工艺流程现场 7 个工位，每台料斗秤主要由以下几部分组成：

（1）变频调速控制螺旋给料机，为称重过程中提供接近均衡的粗、细两级给料（也可根据需要设置三级给料方式），其粗、细给料量的大小均可单独进行调整，保证系统满足称重计量的精度要求和速度要求。

（2）称量斗、称重模块、卸料门、料斗盖、软连接等：完成物料的称量，实现物料重量信号的实时采集。

（3）卸料门机构：依照工艺流程和系统发出的控制信号，完成物料的卸料。

2. 电气控制单元：由称重仪表、电气转换、现场电缆组成，完成实时显示、现场输入/输出控制、接受上位指令执行及给料卸料。

3. 变频控制单元：共有 9 台，控制给料、为上位机提供 PROFIBUS-DP 总线式通讯。

4. 小车控制单元：依照工艺流程完成定位、接料、放料；为上位机提供 PROFIBUS-DP 通讯。

5. 上位监控：系统主站由 S7-300 和工控机组成，完成系统监控、发指令、更改配方（有权限限制）、更改工艺流程（有权限限制）和完成配料信息统计报表等。

6. PROFIBUS-DP 总线通讯单元：每个称重料斗视为一个节点，PROFIBUS-DP 总线是整个系统的控制中枢，由一条 DP 和各个节点串联挂接组成，安装简洁，调试可视，现场排查故障容易，维护方便快捷。

工作原理：

1#至 7#各子配料单元既是相对独立的，又是整个生产线自动化称重配料控制系统不可分割的一部分，在手动状态下，可单独对每一子系统进行定量给料、卸料及阀门的开关、给料电机的启动停止等单步操作；在自动状态下，控制系统采用控制各子配料单元同时工作的方式，从而保证系统高质高效地完成配料过程，满足工艺要求。也可单独控制某一子单元系统进行配料，以满足工艺的特殊要求。

配料过程

系统初始工作状态：各储料仓中储有足够的物料，各截料闸门处于关闭状态，各给料装置处于给料状态而非排空状态，称重单元卸料阀门处于关闭状态。

按照工艺要求，在称重仪表或上位机上设置各相应物料的配料参数；在自动状态下，系统接收到允许配料信号后，然后在上位机上用鼠标点击进行，系统自动配料过程开始：

- a) 收到启动信号后，各称重仪表自动置零；
- b) 然后打开各给料装置给料口处的截料装置，启动给料机进行给料操作；
- c) 先由变频器控制给料机进行粗给料，当达到粗给料设定值时，变频器控制螺旋给料机进行细给料操作；
- d) 当达到设定目标值时自动停止给料；仪表还具有落差补偿功能，可进一步提高配料精度；
- e) 通过电磁阀控制关闭截料装置；
- f) 配料结束，秤体稳定后，仪表及计算机采集实际配料值并存储。

等待上位卸料指令。

三、系统参数

配料秤部分参数详见表 1。

小车部分参数如下：

- a) 小车容积：0.5m³；
- b) 小车移动速度：6~18m/min；

表 1 配料秤部分参数

秤号	V2101 (1#)	V2102 (2#)	V2103 (3#)	V2104 (4#)	V2105 (5#)	V2106 (6#)	V2107 (7#)
型号	LCS-300-DL	LCS-200-DL	LCS-70-DL	LCS-50-DL	LCS-20-DL	LCS-600-DL	LCS-150-DL
最大称量	300kg	200kg	70kg	60kg	30kg	600kg	200kg
显示分度值	50g	50g	10g	10g	5g	200g	50g
通讯方式	PROFIBUS-DP						
准确度等级	静态级, X(0.2)						
工作温度	(-10~+45)						
相对湿度	90% RH (无结露)						
电源	AC220V (+10%~-15%), AC380V ±10%						
电源频率	(50±1) Hz						
气源压力	0.45MPa~0.6MPa						
功率 kW	0.1	2X0.75	0.55	2X0.55	3X0.25	0.005	0.0005
料仓位号	V2101	V2102 V2103	V2112	V2113 V2114	V2115 V2116 V2117	V2118	V2119

- c) 最大载重量：1500Kg；
- d) 温度：常温；
- e) 声压等级：150dB（电机周围1米处）；
- f) 对位精度：±10mm。

四、PROFIBUS-DP 优势

PROFIBUS 是德国标准(DIN19245)和欧洲标准(EN50170)的现场总线标准。由 PROFIBUS-DP、PROFIBUS-FMS、PROFIBUS-PA 系列组成。DP 用于分散外设间高速数据传输,适用于加工自动化领域。PROFIBUS 支持主—从系统、纯主站系统、多主多从混合系统等几种传输方式。传输介质为双绞线或者光缆,最多可挂接 127 个站点。

众所周知,采用现场总线技术原因,因系统或设备的自动化程度越高,I/O 点越多,并连接线的工作也越多。这意味着将为项目规划、安装、试运行和维护投入大量成本。

相比之下，使用现场总线系统在现场对组件进行串行联网要方便和便宜的多。现场总线用单根总线电缆替代并联电缆束，并将从现场层到控制层的各个层次连接起来。

现场总线系统 PROFIBUS-DP 的优点：

1. 布局简单合理：只有一根即可完成；
2. 操作简单；
3. 功能更完善；
4. 更容易维护，具有更好可扩展性；
5. 性能更加卓越；
6. 更加可靠，更加安全。

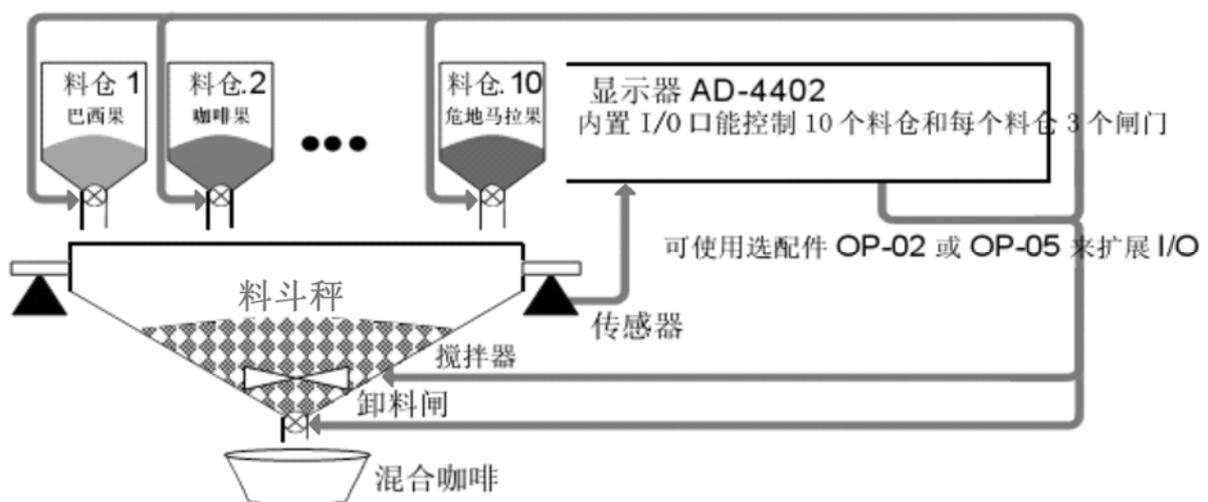


五、称重仪表介绍

称重仪表选用 AD-4402

AD-4402 是一台具有配料称重和填充的多功能称重显示器。此显示器有重量顺序控制输入输出功能及选配件。

AD-4402 能通过配方功能提供多种物料的混合配料，提供喷嘴控制和搅拌顺序功能。有直接驱动 250V 的继电器、串行接口、并行接口，模拟输出等。有 CC-Link，DeviceNet 和 Profibus-DP 可选。



范例：多物料搅拌料斗秤

AD4402 是一台配料称重仪表，通过 I/O 口能控制 10 个料仓和每个料仓的 3 个闸门（即大中小闸门）进行自动的配料。配料完成后还可以进行自动搅拌和卸料。它最多可以设置 100 种配方。

物料代码由下列参数组成

名称	显示名称	显示标识	显示范例	存储形式
物料代码	Code	Code	11	备用随机存储器或闪存
物料名称	Mat Name		grain	
物料仓号	Mat Hopper	Hopper	1	
目标量	Final	Final	10.00kg	
落差	Final Fall	FFinal	0.01kg	
预加量	Preliminary	plm	1.00kg	
预加提前量	Op. preliminary	OPPlm	2.00kg	
过量	Over	Over	0.1kg	
不足	Undr	Undr	0.1kg	
零点范围	Zero Band	OBand	0.02kg	
满量	FULL	FULL	0.05kg	
去皮	Tare	Tare	5.00kg	
补料开启定时	SF open timer	SFOT	0.00 s	
补料关闭计时	SF close	SFCT	0.0 s	
自动落差补偿范围	AFFC range	AFFC	0.00kg	
初始慢加量	Initial DF	IDF	0.00kg	
初始落差量	Initial MF	IMF	0.00kg	
总重	Tot	Tot	10.00kg	备用随机存储器
总次数	Tot#	Tot#	1	

系统输入启动信号，仪表就会按照我们设置好的配方进行第一种物料的配料（按照物料设定参数打开或者关闭大中小闸门），完成后自动启动第二种物料配料，依次按照配方完成后输出配方完成的信号，还可以进行自动卸料或者控制卸料等功能。卸料完成时也有一个卸料完成的信号输出。

六、结束语

该系统在石化行业投入运行三年来，用户反应系统稳定可靠，维护透明简洁，提高了生产工艺水平和生产效率，也为今后同类工艺的控制系統提供了良好的典范。

参考文献

1. AD4402 手册

作者简介

周厚生，男，双学历，1990年参加工作，一直从事专用衡器和称重系统的开发和研究，共发表过论文20多篇。