

西门子 SIWAREX FTA 称重模块在全自动配料控制中的应用 Application of Automatic Dosing System Based on Siwarex FTA Weighing Module

张明, 郭吉仁, 李萌, 亢涛

摘要: 本文根据配料生产工艺, 结合实际工程说明了如何依托于西门子 S7-300 PLC 将 SIWAREX FTA 电子称重模块扩展成多配方、多物料的高精度称重系统。该称重系统性能稳定可靠, 性价比高。SIWAREX FTA 电子称重模块, 真正意义上的工业称重系统集成化解决方案, 是过程控制系统集成称重控制功能的先行者。

Abstract: This paper introduces that

关键词: 配料、SIWAREX FTA、电子称重模块、多物料、多配方

Key Words: Dosing, SIWAREX FTA, Electronic Weighing Module, Multi-Material, Multi-Recipe

1、引言

称重与配料是各行业提高产品质量的前提, 而配料仪表又是配料系统中最基本的装备, 它已成为企业工艺生产装备中的关键。如何用性价比更高的配料仪表来实现全自动配料系统的核心功能, 这是自动配料工程技术中的关键问题。本文将就宜宾五粮液集团两台玻璃熔炉的配料系统工程来介绍如何用西门子 SIWAREX FTA 电子称重模块来实现多配方、多物料配料的全自动控制。

2、系统的组成及工艺生产对系统的要求

① 配料系统的组成结构及工艺流程

对宜宾五粮液集团两台玻璃熔炉的配料系统工程, 其配料系统的流程如下:

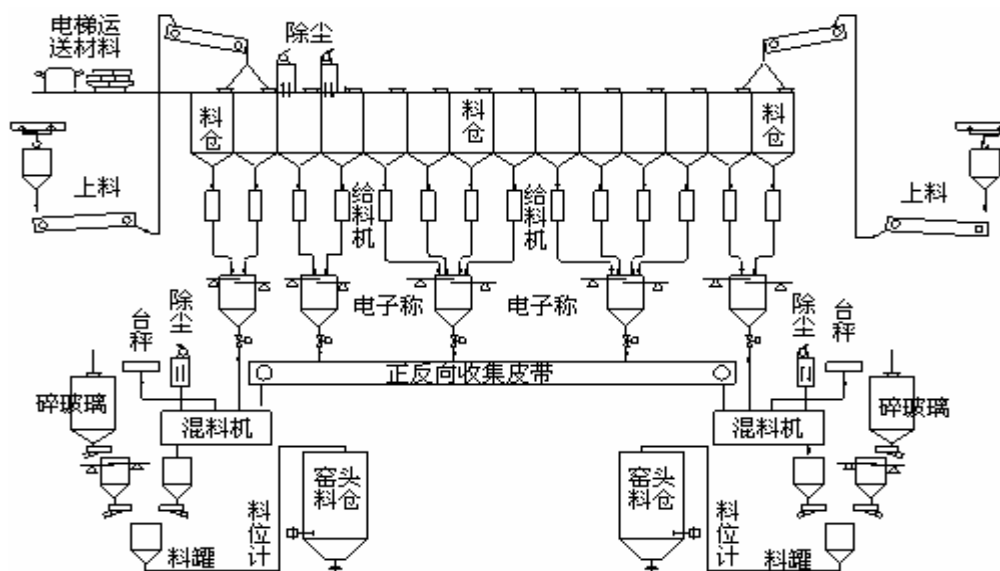


图 2.1 玻璃配料系统流程图

如图 2.1, 每台控制模块对应一台称斗的一组传感器, 实现一个称量单

元。综合考虑结构、料性、配料速度等诸多因素，每个称量单元对应 1~4 个料仓，即：每个单元称量 1~4 种物料。共计 15~20 种物料（如：石英砂、纯碱、方解石、砒霜等），这也就对配料系统提出了“多物料”自动配料的要求。

另外，为了提高生产运行效率、降低生产成本，甲方要求此系统必须适应双线不同配方的随时切换。这又给系统提出了“多配方”的自动配料要求，自动配料系统控制柜见图 2.2。



图 2.2 控制室内的配料系统控制柜

我们把 2、3、4 号秤（称重单元）作为系统的公用部分，1、6 号秤属于一号线配方，5、7 号秤属于二号线配方。同时利用正反向收集皮带来输送 2、3、4 号秤中的粉料到一线或二线混料机。粉料经强制混合与玻璃渣一同送至窑头料仓。

②配料工艺的控制时序

该系统要满足两台日出料量 80 吨/日的玻璃窑炉的配料要求，也就是说每副料的称量、混合周期应保证在 5~8 分钟以内。其动态精度要保证在 0.05%以上，混料均匀程度 $\geq 98\%$ 。配料精度和速度往往存在一定的制约，但是通过对配料周期内各段的统筹控制，便完全可以实现这一工艺要求。

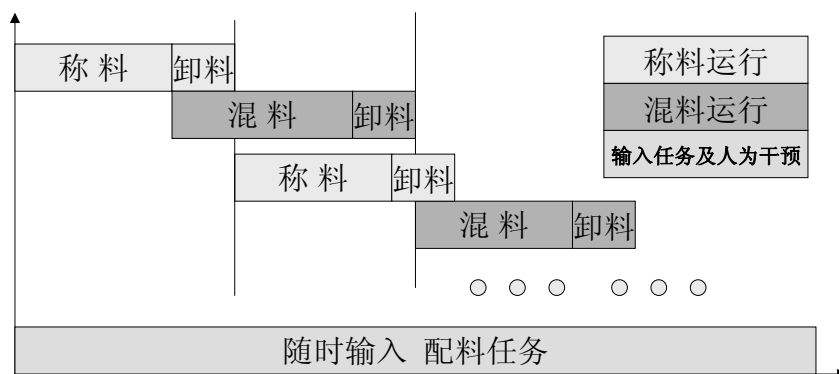


图 2.3 配料工艺控制时序

如图 2.3 所示，称料与混料控制相互独立，时序上两次称量的过程可以连续进行。另外在称量过程中粗调与精调的转换、悬浮料修正系数的合理设定也是提

高配料速度与精度的重要因素。

3、西门子 SIWAREX FTA 电子称重模块介绍

SIWAREX FTA是一种多用途的、灵活的电子称重模块（实物见图3.1）。是标准的西门子SIMATIC功能模板，是SIMATIC系统集成的一部分。自动称重通过一个预先定义的称重工序来实现，SIWAREX FTA的秤的功能包括：非自动衡器（符合OIML R-76的非自动衡器），用于自动装料衡器（符合OIML R-61的自动装料衡器），用于自动分检衡器（符合OIML R-51的自动分检衡器），以及用于非连续累计自动衡器（符合OIML R-107的非连续累计自动衡器）。应用于称重领域它主要有以下优点：

- 通过ET 200M连接到PROFIBUS DP上，可以应用于分散系统概念中；
- 分辨率高达1600万分之一的重量测量或能力；
- 精度高达3 x 6000d，可以校准（0.5 μ V 每个 e）；
- 可校准显示器，具有SIMATIC HMI标准操作员面板；
- 测量速率：内部2.5毫秒，外部10毫秒；以保证高精度定量给料控制
- 准确的剂量切换信号（< 1毫秒）；
- 若干个剂量分配速度；
- 平滑或分步控制的剂量控制；
- 可以通过参数定义的输入和输出；
- 用于不同应用程序的自动称重操作参数设置；



可见SIWAREX FTA称重模块是单物料、单配方称重控制的最佳选择。但是又因为它具有如下优势，这使它应用于多物料、多配方的复杂配料控制系统变得容易。

- 通过集成在SIMATIC S7和SIMATIC PCS7中而获得的统一结构和通用通信；
- 利用SIMATIC的统一项目规划；

- 在SIMATIC自动化系统中的直接应用；

4、控制方案与具体方法

①配料控制系统方案示意

针对系统要求，综合考虑可靠性、先进性、系统成本以及通讯能力要求，配料控制系统采用西门子 S7-300 PLC 作为主要逻辑控制器，上位机为一台 DELL PC 和一台 10 英寸西门子 TP270 触摸屏。称量控制的核心部件是 SIWAREX FTA 电子称重模块，称重传感器给出重量信号(mV 模拟量信号)直接进入 SIWAREX FTA，其余的称重过程由 FTA 分解完成（包括物料的快慢加转换，悬浮料计算与修正、容差报警、小流量提示等）。而多配方的存储与调用、多物料加料顺序的控制、报表、报警的生成与管理等等则依赖于 S7-300 的 CPU 来完成。

SIWAREX FTA 给出确定的动作信号到 PLC 的 I/O 卡进而由 PLC 的 I/O 来控制电气、设备。同样，上位机 PC 或 TP270 触摸屏也可以对 SIWAREX FTA 的称重过程进行监视与干预，实现功能兼容互为备用的作用。见图 4.1

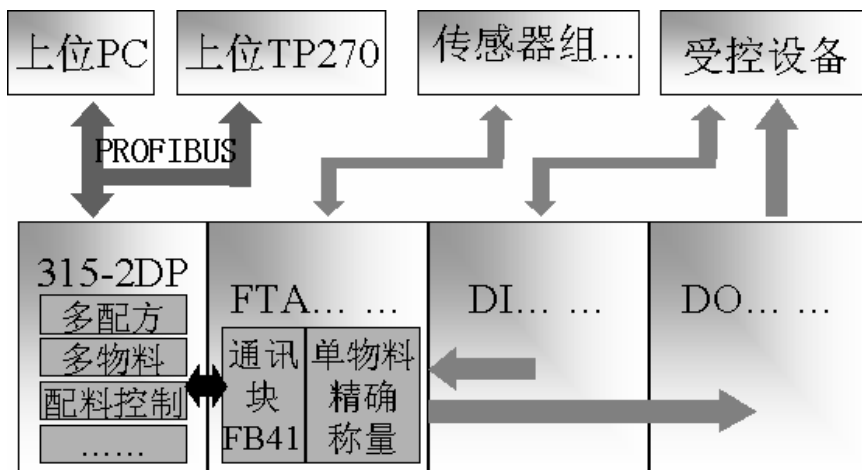


图 4.1 配料控制系统方案

②基于 STEP 7 如何划分功能单元

配料过程中，所有的逻辑控制基本都要由 PLC 完成，那么除了诸如加料机、活化器、收集皮带、混料机、放料阀等等机械设备外，我们如何详细划分配比称量部分的功能呢？首先，我们要了解 SIWAREX FTA 称重模块的控制和通讯方式，SIWA_FTA 与 SIMATIC CPU 利用功能块 FB41 进行通信。在编制调用过程中，会给 FB SIWA_FTA 创建一个实例数据块。除了实例数据块以外，每个定标 SIWAREX FTA 都需要一个定标数据块，在其中储存秤的参数。随它一起提供的数据类型 UDT12 能用来创建定标数据块。矢量数据块也必须装载到 SIMATIC CPU 中。一个矢量数据块可以被一个以上的 SIWAREX FTA 所使用。对于应用程序中的每个秤，程序功能块 FB 41 能被调用一次。它在一个程序层级上循环（例如在 OB 1 中），并提供有调用参数。也就是说我们所有的与 SIWA_FTA 的对话都要通过 FB 41 进行^[2]：

CALL "SIWA_FTA", "FTA1 SL"

```

ADDR          :=464
DB_SCALE      :=12
DB_VECTOR     :=11
CMD_IN        :="DB_SCALE-1".i_CMD_INPUT      命令代码输入
SIM_VAL       :="DB_SCALE-1".r_SIM_VALUE
ANA_OUT       :="DB_SCALE-1".r_ANALOG_OUT_VALUE
DO_FORCE      :="DB_SCALE-1".b_DIG_OUTPUT_FORCE
TRANSITION    :="DB_SCALE-1".b_TRANSITIONS
CMD_INPR      :="DB_SCALE-1".bo_CMD_IN_PROGRESS  命令正在进行
CMD_FOK       :="DB_SCALE-1".bo_CMD_FINISHED_OK  命令完成, OK
CMD_ERR       :="DB_SCALE-1".bo_CMD_ERR        命令完成错误
CMD_ERR_C     :="DB_SCALE-1".b_FB_ERR_CODE
REF_COUNT     :="DB_SCALE-1".b_INFO_REFRESH_COUNT
PROC_VAL1     :="DB_SCALE-1".r_PROCESS_VALUE1
PROC_VAL2     :="DB_SCALE-1".dw_PROCESS_VALUE2
SC_STATUS     :="DB_SCALE-1".dw_SCALE_STATUS
ERR_MSG       :="DB_SCALE-1".bo_ERR_MSG
ERR_MSG_TYPE  :="DB_SCALE-1".b_ERR_MSG_TYPE
ERR_MSG_C     :="DB_SCALE-1".b_ERR_MSG_CODE
FB_ERR        :="DB_SCALE-1".bo_FB_ERR
FB_ERR_C      :="DB_SCALE-1".b_FB_ERR_CODE
START_UP      :="DB_SCALE-1".bo_START_UP_IN_PROGRESS
CMD_EN        :="DB_SCALE-1".bo_CMD_ENABLE
ERR_MSG_Q     :="DB_SCALE-1".bo_ERR_MSG_QUIT
    
```

不同层次中划分的各功能单元间的通讯要力求简单，功能力求明确。这样，我们编制的功能块也就可以作为工具，简单、明确、方便的永久性使用同时也方便现场的调试和修改。

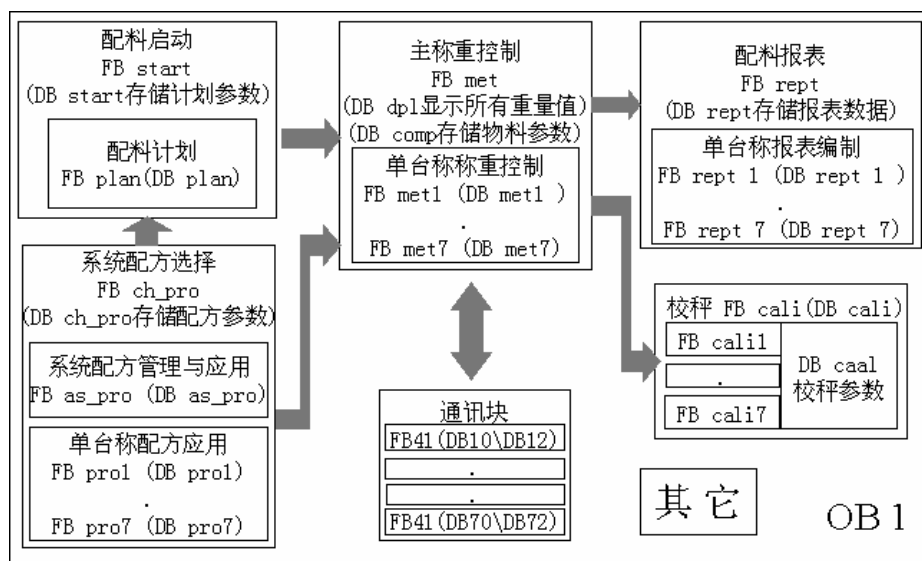


图 4.2 功能单元划分

如图，其中FB plan（配料计划）、FB as_pro（系统配方管理与应用）、FB pro1 单台称配方应用、FB met1（单台称称重控制）、FB rept（配料报表）、FB rept 1（单台称报表编制）、FB cali（校秤）都可以作为“工具”灵活、方便的使用。

③带多物料的主称重控制的实现（FB met1）

主称重控制的精确称量是由模块的称重循环完成的，但是我们如何在称重循环以外添加多物料控制功能、添加人为干预选项是我们需要解决的问题。称量中物料的特性参数和物料用量是被保存在模块内部的数据块（通过DB12）中的。这些参数包括：物料的正负容差、小流量极限、慢加设定值、悬浮料、稳定时间与重量等等。所以当我们转换物料的称量时，必须改写这些参数；另外，由于物料的慢加点、悬浮料值有自动修正，所以在每个物料称重循环结束时必须马上转移、保存这些值，以免被新的物料参数所覆盖。

控制的逻辑过程可按如下编写：

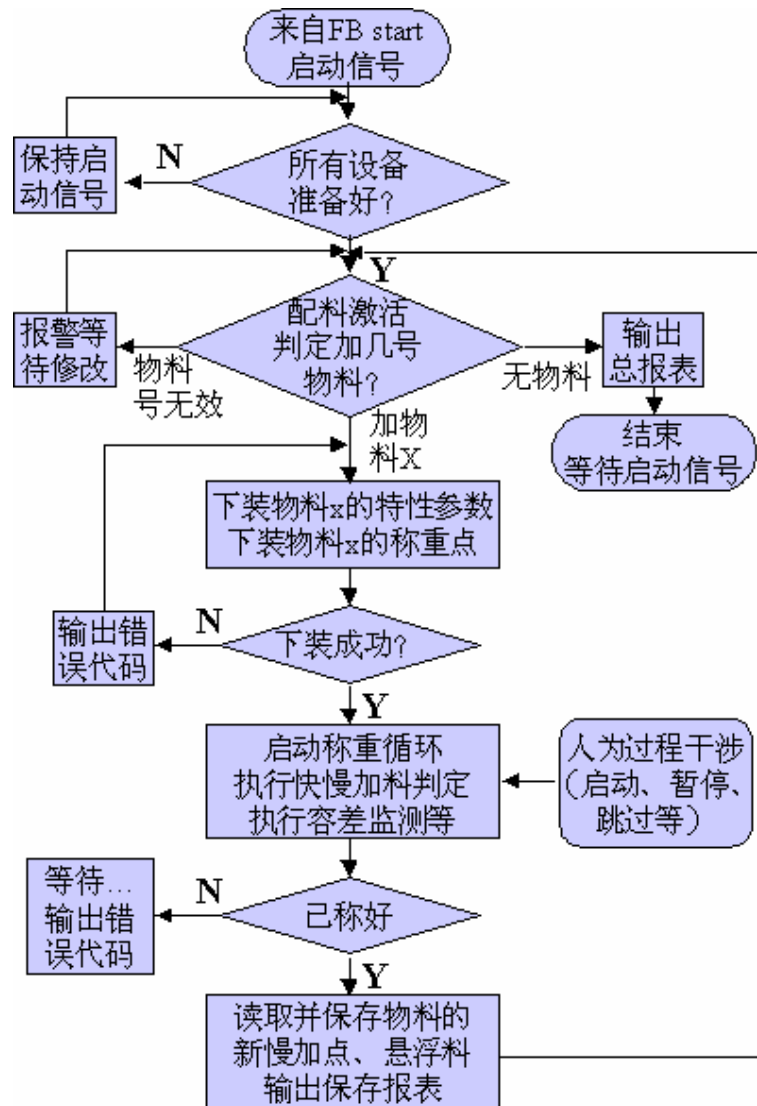


图 4.3 控制逻辑过程

编写这部分主称量程序时，除了要保证严密性、容错能力，更要布置好功能块的输入与输出，使它成为一个独立的功能单元 (FB met)：

输入 (IN)	输出 (OUT)
-- 命令完成 ok	-- 2控制器脉冲给料
-- 命令错误发生	-- 2控制器清零
-- 错误信息代码	-- 跳过2#
-- 错误信息类型	-- 加料正序计数器2
-- 状态：秤清空	-- 2物料1停顿2重量
-- 2配料激活延迟	-- 2物料1停顿2时间
-- 2复位所有延时	-- 2物料1小流量1
-- 由siwarex计算的飞行值	-- 2物料1小流量2
	-- 2物料1正容差2
-- 由siwarex计算的精调值	-- 2物料1正容差1
	-- 2物料1负容差1
-- 2转移实际值时间	-- 2物料1负容差2
-- 2给模块第1行加物料代号	-- 2给模块第1行加物料量
-- 2给模块第2行加物料代号	-- 2物料2停顿2重量
-- 2给模块第3行加物料代号	-- 2物料2停顿2时间
-- 过程值1	-- 2物料2小流量1
-- 2#等待计算飞行料	-- 2物料2小流量2
-- 2物料1飞行值	-- 2物料2正容差2
-- 2物料1精调值	-- 2物料2正容差1
-- 2物料2飞行值	-- 2物料2负容差1
-- 2物料2精调值	-- 2物料2负容差2
-- 顺序、配方(单)、配料过程	-- 2给模块第2行加物料量
-- 启动2号秤	-- 2卸料停顿2重量
-- 2控制器暂停	-- 2卸料停顿2时间
-- 2控制器继续	-- 2卸料空点
-- 2控制器结束	
	-- 2控制器激活zt
	-- 2控制器物料1zt
	-- 2控制器物料2zt
	-- 2控制器暂停zt
	-- 停顿重量2
	-- 停顿时间2, ms
	-- 最小流量(1/秒)极限值1
	-- 最小流量(1/秒)极限值2
	-- 第二个公差带加
	-- 第一个公差带加
	-- 第一个公差带减
	-- 第二个公差带减
	-- 定量给料循环的设定点
	-- 飞行值
	-- 精调值
	-- 空量程
	-- 2称料中命令代码输入
	-- 2称料中命令启用
	-- 2控制器称好卸料zt

④多配方选择控制 (FB as_pro ; FB pro1)

多配方的实现仍要靠 SIWAREX FTA 外部的 CPU 来完成，建好存储配方参数的数据块之后，我们只需按所执行的配方来输送配方参数。在这里我们设置两个模式即：总量模式和非总量模式。这有利于在几十种物料的复杂配方中任意修改、按比例放大、缩小配方。控制的逻辑过程可按如下编写：

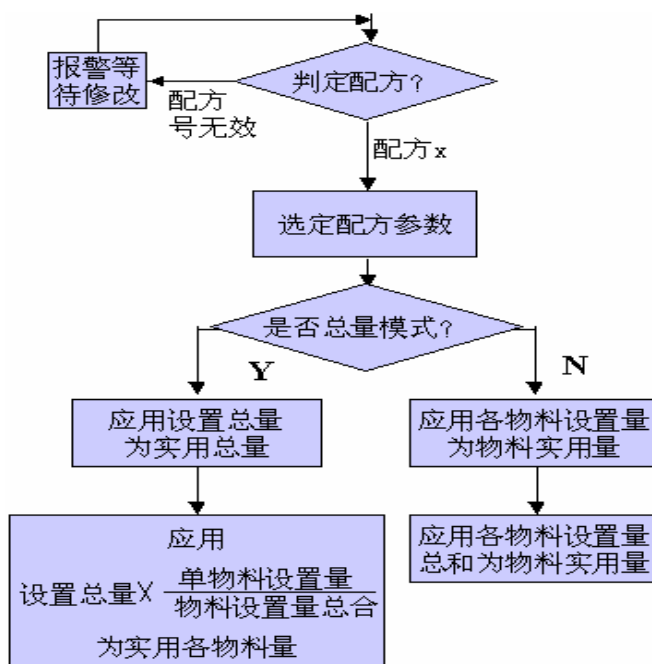


图 4.4 多配方选择控制

每个称（模块）处理若干个物料；所以我们需要固定的功能块来处理于控制每个模块内部的配方数据处理即 FB pro1~ FB pro7。

输入 (IN)

输出 (OUT)

-- 单台秤内部配方选择\分流 -- 1配方一第3加行物料代号 -- 1配方一第2加行物料代号 -- 1配方一第1加行物料代号 -- 1配方二第3加行物料代号 -- 1配方二第2加行物料代号 -- 1配方二第1加行物料代号 -- 1配方一第2加行物料量 -- 1配方一第1加行物料量 -- 1配方二第2加行物料量 -- 1配方二第1加行物料量 -- 打开配方1总量模式 -- 实用配方1no2 -- 1配方1总量 -- 1配方2总量 -- 打开配方2总量模式	-- 1给模块第3行加物料代号 -- 1给模块第2行加物料代号 -- 1给模块第1行加物料代号 -- 1给模块第2行加物料量 -- 1给模块第1行加物料量 -- 1显示配方1第1行量真实 -- 1显示配方1第2行量真实 -- 1显示配方1总量真实 -- 1显示配方2第1行量真实 -- 1显示配方2第2行量真实 -- 1显示配方2总量真实 -- 1给fb3 配方一物料计算总量 -- 1给fb3 配方二物料计算总量
--	---

但同时，我们也需要一个功能块来统筹处理所有称（模块）之间的配方关系。即 FB pro1~ FB pro7。这样，我们才能从整体化控制、修改管理不同的配方：

输入 (IN)

输出 (OUT)

<pre> -- 多台秤配方选择 -- 1给fb3 配方一物料计算总量 -- 2给fb3 配方一物料计算总量 -- 3给fb3 配方一物料计算总量 -- 4给fb3 配方一物料计算总量 -- 5给fb3 配方一物料计算总量 -- 输入配方1总量 -- 1给fb3 配方二物料计算总量 -- 2给fb3 配方二物料计算总量 -- 3给fb3 配方二物料计算总量 -- 4给fb3 配方二物料计算总量 -- 5给fb3 配方二物料计算总量 -- 输入配方2总量 -- 上位配方选择按钮 -- 配方选择按钮 -- 打开配方1总量模式 -- 打开配方2总量模式 -- 配方选择功能延迟 -- 配方选择功能延迟 -- 1显示配方1总量真实 -- 2显示配方1总量真实 -- 3显示配方1总量真实 -- 4显示配方1总量真实 -- 5显示配方1总量真实 -- 1显示配方2总量真实 -- 2显示配方2总量真实 -- 3显示配方2总量真实 -- 4显示配方2总量真实 -- 5显示配方2总量真实 </pre>	<pre> -- 配方选择结果ffb3 -- 1配方1总量 -- 2配方1总量 -- 3配方1总量 -- 4配方1总量 -- 5配方1总量 -- 1配方2总量 -- 2配方2总量 -- 3配方2总量 -- 4配方2总量 -- 5配方2总量 -- 配方1实际总量 -- 配方2实际总量 </pre>
---	--

⑤校称、报表等

除了多物料、多配方的功能补充，校称的功能块 FB cali、综合报表与单台报表的功能块 FB rept 等都是需要补充的功能单元。它们一旦建立便可以自由方便的按照客户要求使用。

5、结论

西门子的 SIWAREX FTA 是一款性能稳定、卓越的电子称重模块，我们可以通过将它集成在 S7-300 中来编写各种功能模块，进而实现多配方、多物料的精确配料功能。这已在 2006 年 9 月宜宾五粮液集团两台玻璃熔炉的配料系统工程中得到印证。此系统高智能的自动控制、自由的干涉控制、过程的多点监测、实时纪录都给生产带来了极大的方便。另外，西门子提供 SIWAREX FTA 支持多物料、多配方的组态软件包，内有各功能单元的实例程序，直接调用即可。也可自己编写这些功能单元，一旦编写完成，便可一劳永逸。再加上它很高的性价比，所以 SIWAREX FTA 电子称重模块在配料行业一定会逐渐得到更为广泛的应用。

参考文献：

- [1] 西门子 STEP 7 V5.3 编程参考手册
- [2] 西门子 SIWAREX FTA 装置手册