

DOI:10.19651/j.cnki.emt.2005252

# S7-1200 PLC 在物料混合控制系统中的应用\*

张芬 蔚腾

(1. 西安航空职业技术学院 自动化工程学院 西安 710089; 2. 航空工业西安飞机工业(集团)有限责任公司 西安 710089)

**摘要:** 针对传统的物料混合装置控制精度低、可靠性不足等问题,提出采用西门子 S7-1200 PLC 和触摸屏来控制与监视物料混合系统的工作过程,实现两种物料从进料、搅拌到出料控制等功能。控制单元基于 TIA 博途全集成自动化软件平台编制梯形图。触摸屏作为上位机实现人机界面交互的功能,经试验表明,采用模块化程序设计软件代替传统的继电器控制,各控制阀能精确实现开启、关闭功能,液位升降模拟过程真实、精准,系统运行稳定,不仅可大大提高生产效率,而且可降低系统故障率。

**关键词:** S7-1200 PLC; 物料混合; MCGS; 传感器

**中图分类号:** TP29 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 510.99

## Application of S7-1200 PLC in material mixing control system

Zhang Fen Wei Teng

(1. College of Automation Engineering, Xi'an Aeronautical Polytechnic Institute, Xi'an 710089, China;  
2. Avic Xi'an Aircraft Industry(Group)Co., Ltd., Xi'an 710089, China)

**Abstract:** Aiming at the problems of low control accuracy and low reliability of the traditional material mixing device, this paper proposes to use Siemens S7-1200 PLC and touch screen to control and monitor the working process of the material mixing system, so as to realize the control functions of the two materials from feeding, stirring to discharging. Control unit based on TIA Botu fully integrated automation software platform to compile ladder diagram. Touch screen as a function of PC to realize man-machine interface interaction, the test shows that using modular programming software instead of traditional relay control, the control valve to realize opening and closing function accurately, liquid level fluctuation simulation process is true, accurate, the system runs stably, not only can greatly improve the production efficiency, and can reduce the failure rate.

**Keywords:** S7-1200 PLC; material mixing; MCGS; sensor

## 0 引言

目前我国在化工、医药、食品行业,经常需要对物料混合控制系统中贮槽、贮罐和水池等容器中的液位进行监控,且需要混合精确、控制可靠<sup>[1]</sup>,可以满足该类系统控制的方式有继电器控制系统、单片机控制、工业控制计算机控制、可编程序控制器控制。传统的继电器控制系统物料混合装置全由人工操作,在配料、混料等阶段均有诸多不足,具有控制精度低、可靠性不足等缺点<sup>[2]</sup>,已不能满足要求。单片机控制需要附加配套的集成电路和 I/O 接口电路,在硬件设计、制作和程序设计上工作量大。工控机价格较高,且其外部 I/O 接线需从印刷电路板上引出,不如接线端子可靠。近年来以 PLC 为核心的工业控制器代替传统的继电器接触器<sup>[3]</sup>,可实现

对控制系统的高效、精确控制,可大大降低操作误差,提高系统可靠性和自控程度。文献[4]提出,混合的液体必须严格按照比例混合,混合精度要求很高,利用 PLC 设计液体混合装置已成为企业的主要首选任务。目前文献研究中,多数用西门子 S7-200 PLC 实现控制功能,基于该型号的 PLC 面临停产,且集成的 RS485 口虽可与编程软件进行连接,但在 PLC 之间的通信、与远程 I/O 的通信等方面存在不足,西门子新型 S7-1200 PLC 在扩展能力、通信能力等方面都优于 S7-200 PLC,基于上述原因,提出由西门子 S7-1200 PLC 构成控制系统,实现物料混合控制系统的协调控制。

## 1 系统总体方案设计

本文采用工业三级网络系统,由 PC 机、PLC 及 HMI

收稿日期:2020-10-22

\* 基金项目:西安航空职业技术学院 2018 年度教育教学改革研究项目(18XHJG-007)资助

• 88 •

构成小型局域网,使用 CSM1277 工业以太网作为交换机。本系统设计的物料混合控制系统可进行单周期或连续工作,具有断电记忆功能,复电后可以继续运行,系统具有联网功能,可通过上位机组态,直接对现场监控,更加方便工作和管理。上位机 HMI 由 MCGS TPC7062TI 作为人机界面,用来对系统启停进行控制,同时采集该物料混合控制系统的各种实时数据;控制层采用 S7-1200 PLC 作为核心单元,对外部传感器采集的液位信息、启停信息进行处理<sup>[5]</sup>;现场层采用普通三项异步电动机作为执行机构。由于系统核心控制单元采用西门子工业自动化领域 S7-1200 PLC,该控制器硬件经过专门设计,模块化和紧凑型设计功能强大,具有高效率和大灵活性,可实现物料混合控制系统的高精确控制。系统如图 1 所示。

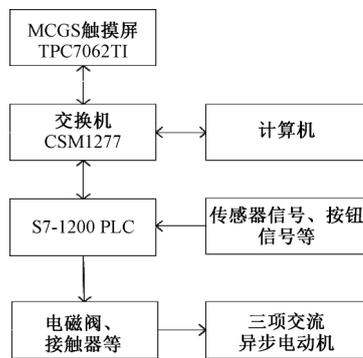


图 1 系统原理

## 2 硬件系统设计

### 2.1 主机 PLC 的选择与设计

本系统选用西门子工业自动化领域 S7-1200 PLC,该 PLC 为近年来西门子推出的小型高性能 PLC,其信号处理速度更为快速,可极大缩短系统响应时间,提高企业产品的生产效率<sup>[4]</sup>。系统选用 CPU1214C DC/DC/DC 作为核心控制器,使用 PORTALV14 (博图) 进行系统的硬件组态,该型号 PLC 本体自带 14 路 DI,10 路 DO,两路 AI,集成一

个以太网接口<sup>[6]</sup>,设置 PLC 的系统存储器和时钟存储器分别为 MB0 和 MB1 字节<sup>[7]</sup>。和以往的 Step7 编程软件相比,博途在参数控制方面具有较强的优势,它操作便捷,可以有效提高工作效率。

### 2.2 HMI 的选用

上位机系统使用 MCGS 嵌入版触摸屏,该人机界面拥有成本低、速度快、通信方便、兼容性高、支持的设备多以及稳定性高的特点<sup>[8]</sup>,特别是与 SIMATIC S7-1200 控制器系统的无缝集成使用,它可以精确地控制系统时间,满足用户实时控制的要求,软件使用 MCGS 嵌入版 V7.7 作为上位机开发软件,可以提供进行报警、趋势曲线、配方等功能。

## 3 软件系统设计

### 3.1 控制系统要求及分析

物料罐中存贮混合后的物料,两种不同的原料分别由不同的料泵控制。物料罐中混合液体的注入过程分为 3 个不同液位,表示液位的低、中、高,分别安装有 3 个传感器 S1、S2、S3。混合搅拌工作由搅拌器完成,搅拌后的物料由出料阀放出<sup>[9]</sup>。出料阀关闭时,物料罐中液位低于传感器 S1 时,1 号泵启动,电磁阀 Y1 打开,液体 A 开始注入,至液面高度达到中液位传感器 S2 时,停止 1 号泵,同时开启 2 号泵,电磁阀 Y2 打开,液体 B 注入,当液面高度达到高液位传感器 S3 时,停止 2 号泵,同时开启搅拌电动机 M,搅拌混合时间为 3 s。停止搅拌后,开启 Y3 放出混合物料,当物料液面降至 S1 时,关闭 Y3,停止放出。

为了节约成本,该项目在调试期间使用软件编程的方式,采用梯形图中的模拟数据代替传感器输入信息,通过比较指令,将低、中、高 3 个传感器的信息用数据块中的变量替代,系统调试过程中,用程序模拟实现液位增长和下降的过程,用输出线圈的触点状态模拟传感器信号。

### 3.2 系统地址分配

对该物料混合系统工艺过程进行需求分析,确定该系统的 I/O 及其他元件地址分配如表 1 所示。

表 1 系统 I/O 及其他内部元件分配表

设备	地址	注释	设备	地址	注释
SB1	I0.0	启动开关	YV1	Q0.1	电磁阀
SB2	I0.1	停止开关	YV2	Q0.2	电磁阀
HMI 按钮	M2.0	HMI 启动开关	KM	Q0.3	接触器
HMI 按钮	M2.1	HMI 停止开关	YV3	Q0.4	电磁阀
S1	数据块中变量 1	低液位传感器 S1	HA	Q0.5	报警蜂鸣器
S2	数据块中变量 2	中液位传感器 S2			
S3	数据块中变量 3	高液位传感器 S3			

### 3.3 PLC 程序设计

#### 1) 程序结构

整个控制系统主要是 PLC 控制程序的设计和上下位

机通讯<sup>[10]</sup>。该程序包含主程序 OB1 和函数 FC1。建立函数 FC1,生成 FC1 的局部数据,包含“液体 1 控制阀 Y1”、“液体 2 控制阀 Y2”、“混合搅拌泵 M”等 10 个局部变量,如

图 2 所示。PLC 变量的定义如图 3 所示。建立一个数据块,定义 10 个变量。

液体混合函数			
名称	数据类型	默认值	
Input			
1 启动	Bool		
2 停止	Bool		
3 低液位传感器 S1	Bool		
4 中液位传感器 S2	Bool		
5 高液位传感器 S3	Bool		
Output			
6 液体 1 控制阀 Y1	Bool		
7 液体 2 控制阀 Y2	Bool		
8 混合搅拌泵 M	Bool		
9 出料阀 Y3	Bool		
10 报警	Bool		

图 2 FC1 的局部变量

PLC 变量			
名称	变量表	数据类型	地址
1 液体 1 输出	默认变量表	Bool	%Q0.1
2 液体 2 输出	默认变量表	Bool	%Q0.2
3 液体搅拌	默认变量表	Bool	%Q0.3
4 出料	默认变量表	Bool	%Q0.4
5 报警信息	默认变量表	Bool	%Q0.5
6 Clock_1Hz	默认变量表	Bool	%M0.5
7 FirstScan	默认变量表	Bool	%M1.0
8 PLC 启动	默认变量表	Bool	%M2.0
9 HMI 启动	默认变量表	Bool	%M2.0
10 PLC 停止	默认变量表	Bool	%I0.1
11 HMI 停止	默认变量表	Bool	%M2.1
12 计数器复位 R	默认变量表	Bool	%M2.2
13 计数器复位 LD	默认变量表	Bool	%M2.3

图 3 PLC 变量的定义

2) 程序设计

在 FC1 中,利用数据块中的 10 个变量实现物料从进料、搅拌到出料的过程,并将最终信息传递给 FC1 中的 8 个形式参数。使用加减计数器 CTUD 指令,利用时钟存储器 M0.5 提供的秒脉冲信号<sup>[11]</sup>,模拟液体的升降过程。若计数器的当前值 $\leq 1$ ,则此时输出信号代表低液位传感器 S1 有信号;若计数器的当前值=10,则输出信号代表中液位传感器 S2 有信号;若计数器的当前值 $\geq 0$ 时,则输出信号代表高液位传感器 S3 有信号。主程序设计如图 4 所示,函数 FC1 部分程序如图 5 所示,函数 FC1 中模拟传感器功能梯形图如图 6 所示。

3.4 系统调试运行

在嵌入版 MCGS 组态软件开发平台上,设置 MCGS 组态中“本地 IP 地址”为所使用的计算机 IP 地址 192.168.0.10<sup>[12]</sup>,设置 MCGS 组态中“远端 IP 地址”为该系统中 S7\_1200PLC 的 IP 地址 192.168.0.1,建立通信连接<sup>[13]</sup>。如果“通信状态标志”为 0 以外的任何数字,均表示 MCGS 组态软件与 S7\_1200 PLC 设备通信失败<sup>[14]</sup>。若通信失败,可以检查 PLC 是否上电或检查本地 IP 与远端 IP 是否设置正确。按下启动按钮,系统按照控制要求,各阀门自动开启,到达相应的传感器后,各阀门自动关

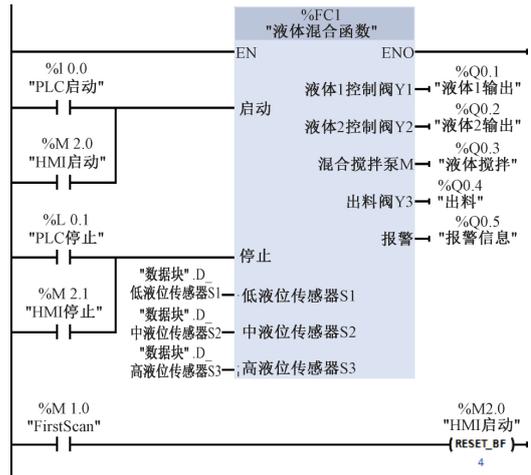


图 4 主程序梯形图

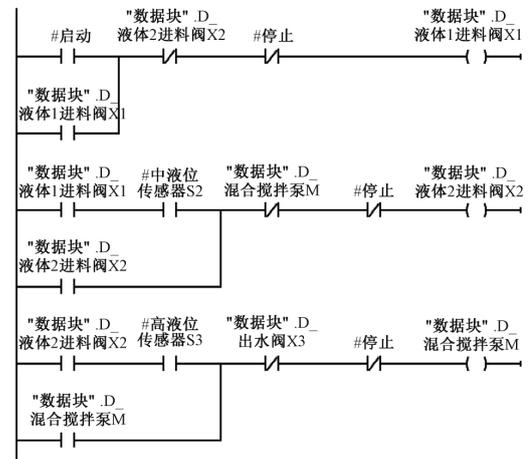


图 5 函数 FC1 中部分梯形图

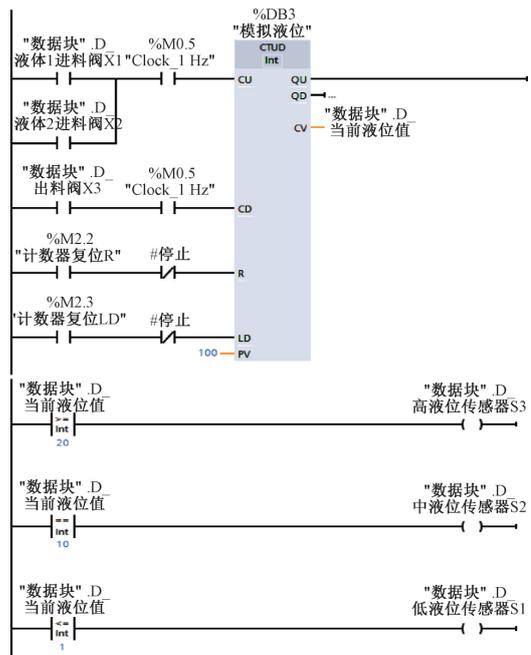


图 6 函数 FC1 中模拟传感器功能梯形图

闭,因 1200 PLC 控制的高可靠性、高精确性优势,固可实现物料混合系统的精确、高效控制。系统调试中各变量

状态及各设备输出状态如表 2 所示。组态监控如图 7 所示。

表 2 系统调试各变量状态及各设备输出状态

变量	数值	变量	输出	模拟传感器	输出	设备	输出状态	组态监控
“液体混合数据块”. D_当前液位值	$\leq 1$	“液体混合数据块”. D_ 低液位传感器 S3	1	低液位传感 器 S1	1	电磁阀 YV1	开启	正常
	$= 10$	“液体混合数据块”. D_ 中液位传感器 S3	1	中液位传感 器 S2	1	电磁阀 YV2	开启	正常
	$\geq 20$	“液体混合数据块”. D_ 高液位传感器 S3	1	高液位传感 器 S3	1	搅拌电动机	运行	正常
“液体混合数据块”. D_混合 3S			=1			电磁阀 YV3	开启	正常

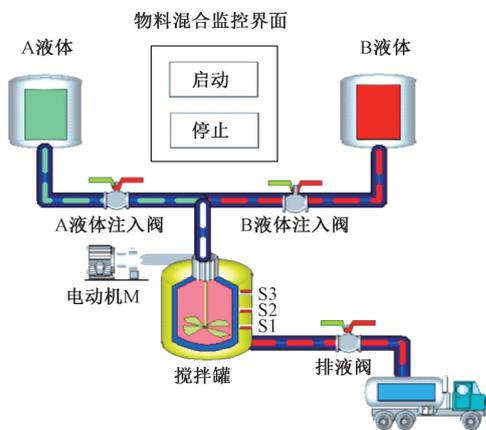


图 7 物料混合系统监控画面

## 4 结 论

采用西门子先进设备 S7-1200 PLC 实现物料混合系统中各电磁阀的开启关闭,杜绝了人工操作的不准确性,采用 MCGS 嵌入版 V7.7 组态软件设计 HMI 上位机监控系统,可以更直接、更全面地监控系统运行、存储及故障报警等信息。实验结果表明,该系统能对多种物料自动混合系统实现精确控制,实用性强,具有一定的推广价值<sup>[15]</sup>。后续对于此物料混合控制系统的实际应用研究还需要进行大量的调研,以确保应用更加的合理。

## 参考文献

- [1] 赵晓初. PLC 变频控制的多液体混合系统[J]. 军民两用技术与产品, 2015, 28(3): 53-55.
- [2] 陈哲, 李德英, 刘卫兵, 等. 基于 S7-1200 PLC 与触摸屏的西瓜温室大棚智能控制[J]. 自动化与仪表, 2019, 34(7): 35-38.
- [3] 鲁明祥. 基于 PLC 与欧陆表的温度控制系统设计[J].

电子测量技术, 2019, 43(1): 49-53.

- [4] 韩丽. 基于 S7-1500 的物料混合系统设计[J]. 自动化技术与应用, 2017, 36(3): 55-58.
- [5] 白蕾, 孟娇娇, 辛旗. 基于 PLC 与变频器的恒压供水系统设计[J]. 电子测量技术, 2018, 42(4): 61-65.
- [6] 汪瑞良. 基于 S7-1200 的自动采样系统设计[J]. 自动化技术与应用, 2019, 38(2): 28-31.
- [7] 吴繁红. 浅析 S7-1200 PLC 与 G120 变频器的自由报文格式通信[J]. 电子世界, 2017, 39(10): 163-164.
- [8] 韩硕. 基于 S7-1200 PLC 的液体混合搅拌系统设计[J]. 现代制造技术与装备, 2020, 286(9): 79-80.
- [9] 金洪吉. 基于 PLC 的物料混合控制系统的设计及仿真[J]. 现代科学仪器, 2017, 34(3): 32-35.
- [10] 贺淑敏. 基于组态王的液体物料混合系统[J]. 魅力中国, 2014, 10(14): 128-128.
- [11] 王祖迅. 基于 S7-1200 PLC 的粉尘风筒设计[J]. 自动化技术与应用, 2020, 38(9): 28-31.
- [12] 廖若峰. 基于 PROFINET 的自动包装码垛生产线 PLC 控制通信的实现[J]. 科学与信息化, 2020, 10(25): 3-4.
- [13] 张南杰. 西门子 S7-1500 与 S7-1200 的 PROFINET IO 通信研究[J]. 工业控制计算机, 2020, 33(10): 150-152.
- [14] 孙鹏. 基于 PROFINET 协议的西门子 S7-1200 PLC 与 KUKA 机器人通信实践[J]. 科学大众, 2019, 83(7): 38-38.
- [15] 黄丽丽. 基于西门子 S7-1200 PLC 的立体仓库堆垛机控制与监控[J]. 智慧工厂, 2019, 25(9): 46-49.

## 作者简介

张芬, 硕士, 副教授, 主要研究方向为 PLC 控制技术、组态控制技术等。

E-mail: 346497690@qq.com