

基于西门子 S7-300 系统的大包装控制系统升级改造

朱 冰

(中国石化扬子石油化工有限公司, 江苏 南京 210048)

摘 要 某厂 PTA 大包装承担 PTA 最终产品出库的重要任务, 原 PLC 系统采用的是西门子 S7-300 系列控制系统, 自 2007 年投用以来, 因 CPU 使用年限过长, 系统稳定性逐渐变差, 发生故障将无替代备件, 在用的操作站老化严重, 控制系统故障率高, 无法保证包装生产线的长周期稳定运行, 进而影响主装置的连续生产。本文基于西门子 S7-300 系统, 从 PLC 控制系统软、硬件上进行攻关, 进行升级改造, 根据工艺实际操作流程, 自编优化程序, 通过现场测试, 修改完善程序逻辑; 保证装车过程简便易操作, 现场程控阀动作可靠, 缩短备料时间, 提高了每天单台包装机的包装车次, 极大地提高了装车效率, 能够及时完成每天的包装量, 具有较好的经济效益和社会效益。

关键词 PTA 大包装; S7-300 系统; 控制系统

中图分类号: TP27

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2023)02-0065-03

1 工艺流程简介

包装工区主要是散料装车(简称 PTA 大包装), 大包装是 60 万吨/年 PTA 生产线的配套工程, 有 2 条大包装线。目前大包装承担了 PTA 装置部分产品的存储和发货任务。PTA 大包装散料装车线主要设备为: 4 台称重罐、4 台称重罐布袋除尘器、4 台风机、2 只流化气缓冲罐及 1 套称重控制系统^[1]。

某厂 PTA 大包装承担 PTA 最终产品出库的重要任务, 通过槽车将 PTA 产品投放市场, 原有 6 条生产装车线, 现通过 2 次小包装改造, 还保留 4 条装车线。大部分 PTA 产品是通过大包装形式流向市场, 每天的生产任务较紧, 处于高负荷包装状态。

2 PLC 原有控制系统现状

某厂大包装 PLC 投用于 2007 年 9 月, 是 SIEMENS 公司的 S7-300 系统, 大包装装车生产由 PLC 系统控制, PLC 系统由上位机及下位机控制(S7-300)两部分组成, 其中上位机安装监控组态软件 IFix 3.5 用于现场过程数据的采集及监控^[2], 同时可以作为人机接口, 将有关的操作参数通过驱动程序传至控制器中, 从而改变控制器中程序的运行状态, 实现对现场设备的控制^[3]。

PLC 控制系统主要用于 PTA 粉料的装车控制及操作等, 系统硬件版本 6ES7315-1AG10-0AB0, 操作软件为 STEP7-V5.4; 在用的 PLC 系统 CPU 已经停产, 若发生故障将无替代备件, 备件采购是主要矛盾; 在用的操作站老化严重, 故障率高, 且一旦出现故障必然导致大包装装车停止, 无其他应对措施; 操作软件

版本太低, 现有的电脑无法支持。

大包装装车采用自动程序操作, 自动操作是通过仪表 PLC 系统实现的, 自 2007 年 PLC 系统投用以来, 因使用时间过长, 系统长周期稳定运行已不能保证, 存在一定的故障率和不完善之处, 需进行优化和升级改造。原槽车装车程序复杂, 关联开关阀太多, 且程序未开放, 一旦出现故障, 排查时间较长, 给生产运营带来不利的影响。

3 PLC 系统升级方案

通过统计 2021 年 1 月至 12 月期间大包装 PLC 控制系统程序控制故障情况, 系统 I/O 动作、PLC 控制系统上位机和下位机故障是装车生产过程中的主要故障, 但因 I/O 动作频次过高, 出现一定数量的 I/O 故障是不可避免的, 自装置开车以来一直存在, 且随时间延长, PLC 控制系统上位机和下位机故障逐渐凸显。

通过梳理原装车程序, 自主攻关并对 PLC 程序并整体优化, 依据工艺实际操作流程, 自编优化程序, 通过现场测试修改完善^[4]。完成包装装车程序及操作要求, 核实原程序与操作上的新要求 and 不同点, 梳理 PLC 系统设备、输入/输出点表及名称, 编制清单及位置表、最新的输入输出点表单, 完成系统组态、回路测试、线下调试程序的等工作。

西门子控制系统的 CPU 由 6ES7315-2AH14-0AB0 升级替代现有的 6ES7315-1AG10-0AB0; 下位组态软件由 STEP7-V5.2 升级成为 STEP7-V5.4; 上位组态软件由 WINCC-6.2 升级成 WINCC-7.0, 同时更新操作站

主机和显示屏,安装操作系统软件,安装操作站 PLC 运用软件和流程图操作运用软件,绘制流程图,将更新系统内数据上传至操作站。

操作站由 DELL OPTIPLEX 780 升级 DELL T5820,该操作站同时兼容 WIN 10 操作软件和 WINCC 组态软件,另外配置 1 台备用操作站以防止主操作站故障时能及时替代使用,满足工厂的生产所需。将操作站操作系统升级至 WIN 10,升级应用软件,以满足工艺提升操作监控的需要,保障生产长周期、安稳运行,提高包装效率。

采用系统程序编译器上传现有系统中的包装程序,对程序进行解读,注释每条指令,并与工艺车间核实,最终做好更新方案,编制新程序,硬件更换完毕后下装到 PLC 系统中运用,同时做好程序备份。

3.1 控制系统配置

本次升级采用西门子 S7-300 型 PLC,系统涉及信号类型有数字量输入(DI)、数字量输出(DO)、模拟量输入(AI)3种,CPU 采用主流 6ES7315-2AH14-0AB0,该 CPU 可处理中大容量规模程序,对二进制和浮点数运算具有较高的处理能力^[5]。本次升级仅升级 CPU,系统卡件等暂未升级,系统配置见表 1。

表 1 系统配置情况

装置 / 系统名称	PTA 大包装 /S7-300
操作站型号	DELL
控制站 CPU 型号	6ES7315-2AH14-0AB0
通讯卡型号	6GK7343-1EX21-0XE0
接口模块型号	6ES7 153-1AA03-0XB0
AI(4-20mA)卡型号	6ES7331-7KF02-0AB0
DI 卡 1 型号	6ES7321-7TH00-0AB0
DI 卡 2 型号	6ES7321-1BH02-0AA0
DO 卡型号	6ES7322-1BH01-0AA0
供电模块型号	6EPI 336-3BA00 DC24V/20A
继电器型号	IDEC 24VDC
安全栅 1 型号	KFD2-STC4-EX1
安全栅供电方式	外供电

3.2 程序解读

根据现场实际情况,与工艺确认后,删除 1JF1601C/2JF1601A 两台停用设备的相关程序。

根据现场实际操作流程,编写程序说明。通过现有的工艺流程图和维护经验,将涉及仪表逐点分类并按影响装置生产的重要程度进行定级。

采用系统程序编译器上传现有系统中的包装程序,对程序进行解读,注释每条指令,并与工艺车间核实。与工艺确认并优化包装及实际操作程序,最终离线做

好更新方案,编制好新程序,硬件更换完毕后下装到 PLC 系统中运用,同时做好程序备份。在新操作站上对新包装程序进行模拟测试和优化,确保程序与工艺实操一致。一/二线 4 个料仓在用的装车程序一致,只是位号的不同,因此,下文以 1JF-1601A(1 线 A 仓装车程序)为例,进行程序编辑解读。

3.2.1 备料程序

在确认称重罐显示数值及阀 5、阀 6 都关闭的情况下,在现场按动“备料开始”按钮,此时阀 4 打开,阀 4 的返回信号使阀 1、阀 3、备料灯打开,此时开始备料。当称重罐显示值到达目标值时,现场按动“备料停止”,阀 1 首先关闭,阀 1 的返回信号使阀 3、阀 4、备料灯关闭,同时备料停灯打开,阀 2,阀 8,阀 9 在打开后延时 15 秒关闭。备料结束。

3.2.2 下料程序

备料结束后,在阀 1、阀 5 都关闭的情况下,按动现场“下料开始”按钮,根据称重罐显示数值进行装车,第一次下料则标记为第一次下料,第一次下料结束,按“下料停止”,现场移动槽车,对其第二个下料口,再次按动现场“备料开始”“备料停止”“下料开始”按钮,开始第二次下料,结束后,按动“下料停止”按钮来关闭阀 5、阀 10,之后关闭阀 6、阀 7。装车过程中下料均会打开阀 6,阀 6 的返回信号使阀 5、阀 7、阀 10、下料灯打开,此时开始下料(与资料不同主要原因是称重罐显示不准,无法及时判断称重数值,只能通过现场摸索值进行装车判断)。

3.2.3 装车程序

岗位人员需要将料头下料嘴对准槽车第一装料口后,进行装车作业,料仓内的 PTA 粉料在重力和流化气的作用下进入称重罐,再由重力和流化气的作用下物料由称重罐进入槽车,期间会有两次备料及下料,分别装入同一槽车的不同装料口,装车结束后,程序复位,上述各阀、风机关闭,下料嘴提升。

3.2.4 现场操作盘功能

现场操作功能盘有四个按钮和一个称重显示盘以及一个紧急切断按钮,四个按钮分别是:备料、备料停止、下料、下料停止。流程是先按备料按钮将料仓物料向称重罐进行备料,备料达到目标值后按停止按钮,料仓向称重罐备料结束,再按下料按钮,称重罐向槽车进行下料,称重显示数值为 0 时,按下料停止,结束称重罐向槽车下料。

3.3 下位程序组态

程序结构:主程序 OB1 包含以下程序:FC1(1 线 A 仓装车程序)、FC2(1 线 B 仓装车程序)、FC3(1 线 C 仓装车程序)、FC4(2 线 A 仓装车程序)、FC5(2

线 B 仓装车程序)、FC6(2 线 C 仓装车程序)、FC7(数据处理程序)、OB35(循环中断程序,未使用)、OB100(启动中断程序,初始化)、SFB4(延时接通程序,未使用)。4 个仓的装车程序一致,只是位号的不同。

3.4 上位画面组态

操作站由 DELL OPTIPLEX 780 升级 DELL T5820,该操作站同时兼容 WIN10 操作软件和 WINCC 组态软件,上位组态软件由 WINCC-6.2 升级成 WINCC-7.0,同时更新操作站主机和显示屏,原有操作站 XP 系统升级成 Win7 系统,安装操作系统软件,安装操作站 PLC 运用软件和流程图操作运用软件,绘制流程图,将更新系统内数据上传至操作站。

在新操作站上对新包装程序进行模拟测试和优化,确保程序与工艺实操一致。

本控制系统有手动及自动两种操作方式,下面分别对 2 种操作进行说明。

1. 自动模式。首先选择控制方式,在控制画面中点击“允许运行”及“自动”按钮,在称重罐不大于 20T 及阀 5、阀 6 均关闭的情况下,在现场按动“备料开始”按钮,此时阀 4 打开,阀 4 的返回信号使阀 1、阀 3、备料灯打开,此时开始备料。当称重罐大于 20T,阀 1 首先关闭,阀 1 的返回信号使阀 3、阀 4、备料灯关闭,同时备料停灯打开,阀 2,阀 8,阀 9 在打开后延时 15 秒关闭(称重罐除尘器阀(阀 2)在现有的延时基础上增加 15 秒时间,降低备料过程中流化气在称重罐的聚集量)。备料结束。

备料结束后,在阀 1、阀 5 都关闭的情况下(恢复大包装料仓下料阀(阀 1)与装车下料阀(阀 5)存在互锁动作,不允许单个阀门连续二次以上动作,避免造成料仓直通槽车罐体),按动现场“下料开始”按钮,如果称重罐此时没有小于 13T 信号,则标记为第一次下料,如果称重罐有小于 13T 信号,则标记为第二次下料。两次下料均会打开阀 6,阀 6 的返回信号使阀 5、阀 7、下料灯打开,此时开始下料。第一次下料过程中出现小于 13T 的信号,则首先关闭阀 5,之后关闭阀 6、阀 7。第一次下料结束,移动槽车,接口对齐后,再次按动现场“下料开始”按钮,开始第二次下料,结束后,需要按动“下料停止”按钮来关闭阀 5,之后关闭阀 6、阀 7。

2. 手动模式。首先选择控制方式,在控制画面中点击“允许运行”及“手动”按钮,在称重罐不大于 20T 及阀 5、阀 6 都关闭的情况下,在现场按动“备料开始”按钮,此时阀 4 打开,阀 4 的返回信号使阀 1、阀 3、备料灯打开,此时开始备料。操作人员在现场发现称重罐大于 20T,按动“备料停止”按钮,阀 1 首

先关闭,阀 1 的返回信号使阀 3、阀 4、备料灯关闭,同时备料停灯打开,阀 2,阀 8,阀 9 在打开后延时 15 秒关闭(称重罐除尘器阀(阀 2)在现有的延时基础上增加 15 秒时间,降低备料过程中流化气在称重罐的聚集量)。备料结束。

备料结束后,在阀 1、阀 5 都关闭的情况下(恢复大包装料仓下料阀(阀 1)与装车下料阀(阀 5)存在互锁动作,不允许单个阀门连续二次以上动作,避免造成料仓直通槽车罐体),按动现场“下料开始”按钮,会打开阀 6,阀 6 的返回信号使阀 5、阀 7、下料灯打开,此时开始下料。操作人员在现场发现已经下料 13T,按动“下料停止”按钮,则首先关闭阀 5,之后关闭阀 6、阀 7。第一次下料结束,移动槽车,接口对齐后,再次按动现场“下料开始”按钮,开始第二次下料,结束后,需要按动“下料停止”按钮来关闭阀 5,之后关闭阀 6、阀 7。

4 结论

通过本次 PLC 系统升级改造,系统恢复了其应有的监控和组态功能。系统升级成 SIEMENS 公司的 6ES 7315-2AH14-0AB0;操作站升级 DELL T5820 操作站,兼容 WIN10 操作软件,同时兼容 WINCC 组态软件。从 PLC 控制系统软硬件上进行攻关,减少或消除控制系统上位机和下位机故障,使系统性能和稳定性大大提高。

对 PLC 程序并整体优化,依据工艺实际操作流程,破解加密程序,自编优化程序,通过现场测试修改完善。保证装车过程简便易操作,又能避免跑冒料的现象,既保证了 PLC 系统改造的质量及安全又保证了大包装这一重要生产环节的长周期稳定运行,降低了 PLC 系统发生故障的频率,提高了产品的生产效率及装置的经济效益。

参考文献:

- [1] 冶存良,刘喆喆.S7-300+PLC 在锅炉烟气脱硫系统中的应用[J].冶金自动化,2013(S1):734-737.
- [2] 王刚.基于 S7-300 物料分拣控制系统设计及仿真[J].现代科学仪器,2016,12(06):82-84.
- [3] 张帆,贾泽峰,徐飞飞.一种基于西门子 S7-300PLC 的耐温光纤生产设备系统设计[J].中国设备工程,2020(24):83-84.
- [4] 张孝军.西门子 S7-300 在闸门控制系统中的应用[J].电视技术,2019,43(18):70-73.
- [5] 刘子君.西门子 s7-300 在工业控制系统中的应用[J].科技风,2013(12):98.