

精炼车间过滤机的自动控制系统设计

秦忠凯¹, 李亭亭¹, 刘宝友¹, 赵向军²

(1. 山东凯斯达机械制造有限公司, 山东 济宁 272000; 2. 济宁市机械设计研究院有限公司, 山东 济宁 272000)

摘要:叶片过滤机是精炼车间脱色工段中非常关键的设备,设备前端后续的工艺阀门很多,有很多操作步骤和时间节点控制阀门的开启和关闭,操作复杂烦琐。为简化人工手动操作的烦琐性及为更多单机系统控制提供技术参考,以立式叶片过滤机为例,采用 PLC 和触摸屏的方式构建自动控制系统,控制叶片过滤机的单机运行和切换控制。自动控制系统的 CPU 采用西门子 S7-1214C DC/DC/Rly, HMI 采用西门子 KTP1200 触摸屏,并采用西门子 TIA PORTAL V18 软件进行 PLC 硬件组态及编程和上位机 KTP1200 的监控和控制界面的制作,自动控制系统的设计包括两台过滤机的单独控制和切换控制,可根据不同的产量设定切换的时间参数。此系统运行稳定可靠,是独立的控制系统,可以单独应用于生产,还具有以太网通信功能,可以实现与其他控制系统的交换。

关键词:叶片过滤机;精炼;自动控制;S7-1214C;KTP1200

中图分类号:TF351.3;TS228

文献标识码:B

文章编号:1003-7969(2024)08-0149-04

Design of automatic control system for filter in refining workshop

QIN Zhongkai¹, LI Tingting¹, LIU Baoyou¹, ZHAO Xiangjun²

(1. Shandong Chemsta Machinery Manufacturing Co., Ltd., Jining 272000, Shandong, China;

2. Jining Machinery Design and Research Institute, Jining 272000, Shandong, China)

Abstract: The vane filter is a very critical equipment in the decolorization section of the refining workshop, there are many process valves at the front end and follow-up of the equipment, there are many operation steps and time nodes to control the opening and closing of the valve, and the operation is complex and cumbersome. In order to simplify the tediousness of manual operation and provide technical reference for the control of more stand-alone systems, taking the vertical vane filter as an example, PLC and touch screen were used to build an automatic control system to control the stand-alone operation and switching control of the vane filter. The CPU of automatic control system adopted Siemens 1200 series S7-1214C DC/DC/Rly, HMI adopted Siemens lean series touch screen KTP1200, and Siemens TIA PORTAL V18 software was used for hardware configuration and programming, and the production of monitoring and control interface of host computer KTP1200. The design of the automatic control system includes separate control and switching control of the two sets of filters, and the time parameter of switching can be set according to different outputs. This system operates stably and reliably, and is an independent control system, which can be applied to production alone, also the system has Ethernet communication function, therefore can realize data exchange with other control systems.

Key words: vane filter; refining; automatic control; S7-1214C; KTP1200

精炼车间是采用精炼设备对压榨或浸出车间制取的原油进行精炼,将原油中的磷脂、色素、游离脂

肪酸、水分、蜡质等影响油脂质量的杂质除去,保证油脂品质。油脂精炼分为水化脱胶脱酸工段、脱色工段、脱臭工段等,其中脱色工段是为了改善油脂的色泽,对油脂中的色素进行脱除处理^[1]。常用的脱色方式是白土吸附脱色,叶片过滤机是脱色工段非常关键的设备,用于吸附脱色后油脂与废白土的分

收稿日期:2024-01-16;修回日期:2024-05-28

作者简介:秦忠凯(1987),男,电气工程师,硕士,主要从事电气设计及自动控制系统设计(E-mail)public@sdchemsta.com。

离,其操作包括待机工序、进油工序、循环工序、过滤工序、排空工序、吹饼工序、泄压工序和卸饼工序等8个工序,每一个工序都需操作相应的阀门进行开启或关闭,以保证该工序的完成,同时还不能影响其他工序的正常运行;较多的阀门开启、关闭工作使其操作烦琐,且该工段影响着产品质量指标及生产消耗等,因此自动控制系统的设计具有重要意义。本文以立式叶片过滤机为例,采用PLC和触摸屏的方式构建自动控制系统,来控制叶片过滤机的单机运行和切换控制,以期为更多单机系统控制提供技术参考。

1 过滤机的自动控制系统总体设计

本设计采用西门子S7-1214C CPU、KTP1200触摸屏构建自动控制系统,包括3个DI输入模块,2个DO输出模块,1个AI输入模块,1个AO输出模块,1个千兆8口交换机,CPU和模块之间采用直连方式连接。所选CPU S7-1214C DC/DC/Rly配置1个Profinet接口,KTP1200触摸屏也配置1个Profinet接口,通过千兆8口交换机组建Profinet网络,另外系统设计还包括通信扩展功能,将S7-1214C CPU设置为远程IO设备,与其他自控系统传递数据^[2]。

根据过滤机的自控阀门及检测仪表的数量,两台过滤机控制系统包括22个DO输出变量,48个DI输入变量,3个AI(4~20 mA)变量,2个AO(4~20 mA)变量,包括1路压力控制调节阀的PID闭环控制,另外,所有的信号均连接到独立的模块上。

DI输入模块选择SM1221 16DI 24VDC,包括16个DI信号输入通道,信号输入电压等级是24 V DC,3个DI输入模块命名依次为M1~M3;DO输出模块选择SM1222 16DO Rly,包括16个DO信号输出通道,信号是继电器输出类型,2个DO输出模块命名依次为M4、M5;AI输入模块选择SM12314AI 13位,包括4个AI信号输入通道,信号输入类型是4~20 mA,命名为M6;AO输出模块选择SM12324AO 14位,包括4个AO信号输出通道,信号输出类型是4~20 mA,命名为M7。

1.1 系统组态

1.1.1 下位机组态

本设计采用西门子TIA PORTAL V18对下位机CPU和信号模块进行组态,建立项目GLJ,在项目树中选择添加新的PLC西门子S7-1200 1214C CPU DC/DC/Rly控制器,将CPU名称修改为GLJPLC。GLJPLC系统包括一个默认的站Rack-0,在Rack-

0的插槽2到插槽8中依次插入3个DI 16*24VDC,2个DO 16*24VDC,1个AI 4*13BIT,1个AO 4*14BIT,名称修改为M1~M7。其中M1的地址范围是I8.0~I9.7,M2的地址范围是I12.0~I13.7,M3的地址范围是I16.0~I17.7,M4的地址范围是Q20.0~Q21.7,M5的地址范围是I24.0~I25.7,M6的地址范围是IW176~IW182,M7的地址范围是QW192~QW198,设置CPU的网络IP地址为192.168.0.1,子网掩码为255.255.255.0。

1.1.2 上位机组态

在项目GLJ的项目树中选择添加人机接口(HMI)设备,西门子KTP1200 Basic PN,将默认名称修改为GLJHMI。设置HMI的网络IP地址为192.168.0.2,子网掩码为255.255.255.0。

1.1.3 添加变量

对GLJPLC和GLJHMI项目中控制系统的所有变量进行命名和分配地址,GLJPLC下建立BOOL型、INT型和REAL型3种不同的数据类型,在BOOL型中分别添加气动切断阀门的输出控制信号、开关到位反馈信号及液位点检测信号,在INT型中添加过滤机压力检测信号,在REAL型中添加气动调节阀输出信号。在M1~M3中对应通道地址,依次命名阀门开到位、关到位反馈信号和液位点检测信号,在M4中对应通道地址命名气动切断阀门的输出控制信号,在M5中对应通道地址命名过滤机压力检测信号,在M6中对应通道地址命名气动调节阀输出信号,模块剩余的通道,作为备用通道。GLJHMI下添加GLJPLC中需要显示在组态界面中的变量,地址与GLJPLC中的地址一一对应。

1.2 程序及联锁设计

1.2.1 程序块设计

PORTAL V18程序有多个块设计,包括主程序块(OB1)、组织块(OBx)、函数块(FB1~FB3)、函数(FC1~FC3)、全局数据块(DB1~DB3)^[3]。组织块包括循环中断组织块OB31(中断时间200 ms,控制PID闭环控制回路的循环时间),硬件中断组织块OB40(控制AI通道的测量数据超过设定量程),异步出错中断组织块OB80,异步出错中断组织块OB121(编程出错)、OB122(I/O访问出错)。函数块是功能块,FB1实现气动开关阀门的手动开关、故障关闭、单机联锁开关、互锁开关等功能(图1);FB2实现模拟量输入信号的标准化、传输和量程转换、数据滤波设置等功能;FB3实现模拟量输出信号的量程转换、信号传输和标准化等功能。函数是对函数块的功能调用和具体实现,针对块的每一个管

脚,连接具体的变量。其中:FC1 是实现所有的气动开关阀门的功能,每个阀门对应一个程序段;FC2 是实现所有压力输入信号的功能;FC3 是实现所有调节阀输出信号的功能。全局数据块是针对原始变量制作的一些辅助变量,DB1 包括气动开关阀门的状态变量、报警变量、颜色显示变量等,DB2 包括压力的高低限设置变量、颜色闪烁变量、报警变量等,DB3 包括调节阀的颜色显示变量等。

%FB1 "Valve2"	
—EN	ENO—
false—M_on	Open—false
false—M_off	Close—false
false—W_allow	state1—16#0
false—W_on	state2—16#0
false—W_off	fault—false
false—SK	fault_sk—false
false—SG	fpult_sg—false
false—KM	fault_km—false
false—Reset	
false—off_KM	

图1 FBI 块

1.2.2 PID 闭环控制

本设计包括 1 路 PID 闭环控制,该控制可通过手动和自动两种方式进行操作;手动控制方式下,可以直接给定阀门的开度(MAN),控制蒸汽的压力;自动控制方式下,根据实际压力值(PV)与目标值(SV)的差值,自动调节阀不同开度,保证在吹扫或倒罐等需要使用蒸汽的工序中蒸汽压力的稳定。调节阀后的压力变送器用于测量吹扫蒸汽的压力,当压力变送器显示 PV 小于 SV 时,阀门开度变大,压力变送器显示 PV 大于 SV 时,阀门开度变小^[4]。

1.2.3 程序联锁

程序联锁包括:①单个阀门的动与状态的联锁,可以保证阀门开启/关闭的稳定操作,执行阀门开启动作后,收到开到位信号时完成开启动作,执行阀门关闭动作后,收到关到位信号时完成关闭动作,否则就会出现开故障或者关故障;②单机过滤时阀门之间的联锁,待机工序下阀门全是关到位状态,执行一个工序时需要开启对应的多个阀门,同时也需要关闭上一个工序的阀门,依次执行到卸饼工序,完成后恢复至待机工序,先执行本工序的阀门打开动作,后执行上一个工序已开启阀门的关闭动作;③过滤器切换控制时的联锁,两套过滤工序,执行第一台过滤器工序的过程中,另一台过滤器有几个不可以执行(手动或自动)的工序设置互锁;④单机操作上一工序自动进入下一工序的联锁,按照时间节点、压力节点、液位节点等进行传感器状态控制,设置信号滤波,排除信号干扰,还可以手动调整运行时间,提前进入下一工序或延长本工序的运行时间。

单套过滤机的联锁:①待机工序—进油工序。过滤机运行于“待机工序”,并且处于“生产状态”,如果其他过滤机“进油阀”“溢流阀”均为未打开,本过滤机“卸饼蝶阀”未打开,过滤机自动由“待机工序”切换到“进油工序”。②进油工序—循环工序。当本过滤机液位高报灯点亮时,过滤机自动由“进油工序”切换到“循环工序”。③循环工序—过滤工序。当本过滤机“循环工序”运行时间大于设定时间时,过滤机自动由“循环工序”切换到“过滤工序”。④过滤工序—排空工序。当本过滤机“过滤工序”运行时间大于设定时间,或过滤机压力大于设定高压时,过滤机自动由“过滤工序”切换到“排空工序”。⑤排空工序—吹饼工序。当本过滤机液位低报灯点亮时,过滤机自动由“排空工序”切换到“吹饼工序”。⑥吹饼工序—泄压工序。当本过滤机“吹饼工序”运行时间大于设定时间时,过滤机自动由“吹饼工序”切换到“泄压工序”。⑦泄压工序—卸饼工序。当本过滤机“泄压工序”运行时间大于设定时间,并且过滤机压力小于设定低压时,过滤机自动由“泄压工序”切换到“卸饼工序”。⑧卸饼工序—待机工序。当本过滤机“卸饼工序”运行时间大于设定时间时,过滤机自动由“卸饼工序”切换到“待机工序”。

各个步骤的阀门开启状态:待机工序时所有阀门关闭;进油工序时“进油阀”“溢流阀”打开,其他阀门关闭;循环工序时“进油阀”“循环阀”打开,其他阀门关闭;过滤工序时“进油阀”“出油阀”打开,其他阀门关闭;排空工序时“蒸汽阀”“排油阀”“平衡阀”打开,其他阀门关闭;吹饼工序时“蒸汽阀”“吹扫阀”打开,“排水阀”间隔一段时间打开一次,其他阀门关闭;泄压工序时“吹扫阀”“溢流阀”“排水阀”打开,其他阀门关闭;卸饼工序时“吹扫阀”“溢流阀”“卸饼蝶阀”打开,“振动锤”开停间断进行,其他阀门关闭。

1.3 上位机界面组态

上位机的界面包括操作界面、报警界面、参数设置界面、数据历史趋势界面。操作界面分为单阀控制界面,单机工序控制界面(图2)。报警界面主要是阀门状态的文字报警和声音报警信息,出现故障后,在屏幕的故障显示区,会出现故障的文字信息、发生的时间、阀门的位置和编号等,声音播报具体的故障内容。参数设置界面包括各工序运行时间的设置,PID 控制参数 P、I、D 值以及目标值的设定,低压/高压报警数值设定等,如 PID 界面(图3),通过设置给定值(MAN)、输出值(OUT)、给定压力值

(SP)、实际压力值(PV)等,设定合适的 P、I、D 参数,数据历史趋势界面包括 PID 回路所有参数和变量变化曲线的界面。



图2 单机工序控制界面

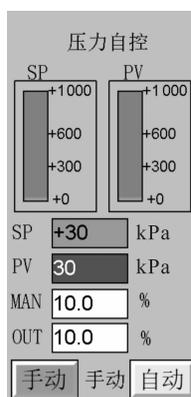


图3 PID 界面

1.4 通信扩展设计

本设计包括 Profinet 通信和远程 IO 通信两种通信扩展类型。Profinet 通信是外部系统通过交换机使用网线连接到该系统,执行 Profinet 通信协议,进行数据交换,外部系统需要设置同网段的 IP 地址,需要在 TIA PORTAL V18 中添加外部系统的 GSD 文件,在硬件组态时,可以添加外部设备。远程 IO 通信是 S7-1214C CPU 作为远程 IO 设备与远程 IO 控制器进行通信,IO 控制器中增加多个传输区域,每个区域有多个输入和输出地址,设置 IO 控制器中的地址与 S7-1214C CPU 中的地址区域一一对应,

这样远程 IO 控制器可以读取和写入系统的变量。

1.5 界面操作

系统有两种模式和两种控制方式,分别为本地和远程模式,手动和自动控制方式。本地模式下所有参数可以在本地设置,并且上传到外部通信的缓存区,同步数据显示,远程不能修改数据;远程模式下所有参数可以远程修改,本地系统和界面同步显示,不能修改。手动方式下,不会自动执行下一步工序,需要人工点击下一步工序的执行按钮;自动方式下本工序完成时根据待机时间,开启生产模式,两套单机处于待机工序,生产时,需要将两套单机过滤机的参数提前设置好,从进油工序开始按照步骤自动运行循环工序、过滤工序。切换控制时,第一套过滤机继续过滤工序之后的工序(排空工序、吹饼工序、泄压工序),待到最后的卸饼工序结束,第一套过滤机完成一次过滤工作,另一套过滤机从待机工序转到进油工序工作。

2 结束语

本设计实现西门子 S7-1214C CPU 与 KTP1200 触摸屏的通信,采用 Profinet 通信协议在触摸屏上控制过滤机系统,实现了过滤机系统的本地、远程切换,手动、自动控制的切换,简化了人工手动操作的烦琐性,也大大提高了系统的稳定性。本系统运行稳定可靠,可为更多单机系统控制提供技术参考。

参考文献:

- [1] 梅学军. 自动化控制技术在油脂精炼生产中的应用[J]. 粮食与食品工业, 2014, 21(3): 75-78, 81.
- [2] 王晓瑜. 基于 SIMATIC S7-1214C PLC、WINCC 和 VVVF 的双电梯监控系统设计与仿真[J]. 自动化与仪表, 2018, 33(4): 100-104.
- [3] 闫茂里, 鲍春辉, 高同贺, 等. 植物油厂精炼车间自动控制系统设计[J]. 中国油脂, 2022, 47(8): 141-144.
- [4] 李鑫, 张煜星, 高博. 基于 S7-1200PLC 的啤酒发酵温度控制系统研究[J]. 食品与机械, 2018, 34(4): 116-119, 152.