

[控制系统]

基于西门子产品的HEINKEL立式刮刀离心机控制系统

文/金堆城铝业股份有限公司化学分公司 聂巨峰

介绍了西门子SIMATIC S7-300 CPU 315F-2DP、ET200S、SINAMICS G120和TP177A在德国HEINKEL立式刮刀离心机自动控制系统中所组成的系统配置同时简单地介绍了HEINKEL立式刮刀离心机的工作流程和安全要求,以及控制系统的选型、组成、功能和特点。

设备简介

1. 背景

德国海因克尔(HEINKEL)公司研制的HEINKEL立式刮刀离心机采用全密封箱体设计,全自动无间断运行,最大限度地实现有效卸料和满足最高的安全标准,确保了操作人员、生产环境及产品的安全。图1所示为设备外观图。



图1 离心机外观图

2. HEINKEL立式刮刀离心机工作流程

(1) 填料、初步甩干、洗涤滤饼

在离心机满足起动条件的情况下,操作人员单击“自动开始”按钮后,离心鼓加速到预设定的填料速度,打开填料阀,悬浮液沿着离心鼓旋转切线方向附着在离心鼓内壁上,填料的同时母液被甩离离心鼓形成滤饼,通过填充检测可以进行多次填料以达到最佳滤饼厚度。填料后离心鼓转速自动调节至设定速度(较高速度),这是初步甩干步骤。当母液被甩离滤饼后,滤饼通常需

要一种或几种洗涤液进行洗涤,洗涤液也是通过填料管被送入离心鼓,通过雾状喷嘴打散,在滤饼上形成均匀的液膜,在离心力的作用下,洗涤液通过滤饼被排出离心鼓,达到洗涤效果(在洗涤滤饼过程重要适当降低离心机转速,以增加洗涤液与滤饼接触时间)。

(2) 高速离心甩干

离心鼓加速到预定的高速旋转速度,悬浮液在离心鼓的带动下克服重力加速甩去水分,脱水后悬浮液中固体部分保留在筛网内部。

(3) 减速和卸料

当滤饼的水分达到要求后,离心鼓减速。当达到预定的卸料速度时,刮刀缓慢进入和下降,将固体部分从顶部到底部刮掉。整个工作循环结束。

(4) 清洗离心鼓剩余的料层

在每个工作循环结束后,离心鼓内层会残留一些固体,在运转预设循环后对离心鼓进行一次清洗。清洗离心鼓时,离心鼓加速至预设速度,打开清洗离心鼓液阀门。清洗离心鼓结束后,关闭清洗离心鼓液阀门,离心鼓减速至填料速度,开始新的工作循环。

系统网络结构图

离心机中央控制单元选用西门子SIMATIC

S7-300 CPU 315F-2DP 故障安全CPU，通过Profibus现场总线连接西门子分布式I/O系统ET200S、西门子SINAMICS G120变频器和现场人机界面西门子TP177A。如图2所示。



图2 网络结构图

控制系统硬件配置

离心机是一个EN ISO 13849-1安全标准等级PL b级设备，所以在控制系统配置时选用支持安全保护功能的硬件。

1) CPU。SIMATIC S7-300 CPU 315F-2DP 故障安全 CPU，配有 MPI 接口、集成DC24 V电源、384 KB工作存储器，用于具有增安要求工厂中故障安全型自动化系统的建立，安全性满足SIL 3 (IEC 61508) 和 Cat.4 类标准 (EN 954-1标准)。

2) 分布式I/O。SIMATIC ET200S是一款防护等级为IP20，支持丰富的数字量、模拟量模块。选用此模块主要是支持故障安全型与标准模块共存于一个ET200S站点，离心机站点除配置9块标准模拟量输入/输出模块和10块标准继电器输出模块外还配备了2块安全数字量输入模块和1块安全输出继电器模块。

3) 主驱动单元。选用SINAMICS G120变频器系列的设计目标是为交流电机提供经济的高精度的速度/转矩控制和实现安全停车 (SS1)、安全限速 (SLS)、安全抱闸控制 (SBC) 及安全转矩截止 (STO) 四种安全保护功能，符合EN 954-1、Cat.3和IEC 61508 SIL 2的标准和要求。

4) 人机界面。西门子TP177A触摸屏为5.7 in，支持多语言切换。

控制系统完成的功能

1. 离心鼓转速控制

离心机转鼓变频器采用西门子SINAMICS G120，配套安装了PM240功率模块、CU240S DP-F控制单元、MMC存储卡、进线电抗器、制动电阻、

输出电抗器、BOP基本操作面板、PC-变频器连接组件、安全抱闸输出继电器和屏蔽端接组件。变频器受控于PLC信号，PLC控制信号取决于离心鼓转速，转速低于PLC设定值时，变频器接收频率上升信号，反之降低。离心鼓驱动电动机频率、PLC的PID控制和离心鼓转速形成闭环控制回路，离心机连续工作时要求离心鼓转速是不断变化的，PLC控制信号也是不断变化的，变频器根据控制信号的变化提高或降低离心鼓电动机频率，满足工艺要求。

2. 阀门控制

离心机填料、洗涤滤饼和清洗离心鼓是通过离心机所处的状态和开/关相应的阀门来完成的。阀门的开/关和开启时间与离心机状态配合十分关键。例如，离心机在满足填料的条件下开启填料阀，在还未达到填料设定时间时离心机突然会出现振动过大、填充量过大、离心鼓轴承或驱动电动机温度过高等情况，此时应立即关闭填料阀，保证设备和工艺安全。

3. 液压站控制

离心机在卸料过程中刮刀工作和离心机机盖的开关都是靠液压系统控制完成。液压站液压泵启/停、电磁阀开/关、离心机状态和安装在设备上的传感器信号形成连锁。离心鼓转速达到预定，液压站液压泵起动，电磁阀结合传感器信号顺序开/关控制刮刀完成“进刀→下刀→上刀→回刀卸料”过程。开启或关闭离心机机盖时，如果刮刀不在初始位置，将不能执行此命令。如果离心机处于非卸料过程由于外界原因使刮刀脱离初始位置，液压站液压泵将立即起动，电磁阀结合传感器信号顺序开/关控制刮刀完成“上刀→回刀”过程。

4. 各种传感器信号的监控

为提高立式离心机自动化控制水平，在离心机上采用了转速检测、振荡监测、填充检测、温度检测及位置检测等传感技术。传感器将检测的信号转换成4~20 mA电流模拟信号或24 V数字量信号输出，PLC模拟量或数字量输入模块接收后经过转化由Profibus传送到现场人机界面直接观察或传递给CPU进行PID控制和连锁控制。例如离心机振动过大，振荡监测装置输出相对于振荡参数提供一个按比例波动的直流4~20 mA模拟信号的同时还会输出极限值1和极限值2的数字量信号，离心机根据信号变化降低离心鼓转速或停止。

5. 安全控制

CPU 315F-2 DP支持建立一个故障安全自动化

系统以满足离心机的安全需要。CPU的安全功能包含在CPU的F程序中以及包含在故障安全信号模块中,信号模块通过差异分析和应用测试信号监视输入/输出信号。CPU 通过定期的自测试、测试指令以及逻辑和基于时间的程序执行检查来检查并确认控制器正确运行。

离心机属于重载起动设备,离心鼓驱动电动机保护部分增加了2个热敏电阻保护继电器,提供预报警和主报警。预报警继电器常开触点一端接电源公共端,另一端接标准数字量输入模块,安全标准等级较低;主报警继电器常开触点一端接安全数字量输入模块VS接口,另一端接入安全数字量输入模块对应的DI接口,由于信号的唯一性,此报警信号更加准确,避免出现由于外界原因造成其他信号误传输至主报警继电器输入端造成设备紧急停车,安全标准等级较高。

为保证液压泵及时停止和设备急停的可靠性,液压站液压泵一次控制部分采用两台接触器串联接线方式,二次控制回路两台接触器并联接线,并且接触器线圈两端接安全输出继电器一对输出端子,这样大大降低了由于接触器原因造成液压泵电动机不能及时停止而发生的设备事故,提升了设备的安全标准等级。

设备急停按钮两端分别接入两组安全数字量输入模块,PLC不论接收到哪组信号都会紧急停止设备,由于两组信号都取自安全数字量输入模块VS接口,信号非常准确,大大提升了设备的安全标准等级。

离心鼓转速、设备平衡度、机盖可靠关闭对离心机机械部分运行安全十分重要,离心鼓转速两个极限值报警输入端信号、振动检测极限值报警输入端信号、机盖关闭感应开关输入端均接入安全数字量输入模块VS接口,输出端接入安全数字量输入模块对应的DI接口,提升了信号的准确度和设备的安全等级。

6. 设备故障处理

控制系统设置离心鼓驱动电动机温度预/主报警故障、离心鼓轴承温度过高报警故障、液压站油温过高报警故障、离心鼓转速低/高极限报警故障、离心鼓振动检测低/高极限值报警故障、配电柜机柜未关报警故障等。当出现严重故障时,停整机,如驱动电动机温度主报警故障、离心鼓转速过高极限值报警故障、离心鼓振动检测高极限

值报警故障、离心鼓轴承温度过高报警故障等;当出现离心鼓驱动电动机温度主报警、离心鼓振动检测低极限值报警、液压站油温过高报警等故障时,离心鼓降低转速并关闭液压泵和所有阀门,等报警自动消除后,离心机恢复报警故障前工作状态;出现一般故障报警时,则只报警,离心机状态不变,如配电柜机柜未关报警。

7. 通信处理

带有Profibus-DP主/从接口的CPU 315F-2 DP可以用来建立高速、易用的分布式自动化系统,通过带有Profibus-DP执行中央控制器与分布式工作站之间的安全相关通信和标准通信,使用专门开发的Profibus行规PROFIsafe,安全功能的用户数据允许在标准数据帧内传输。

离心机与上位控制中心也有通信连接,把离心机的工作状态连接到上位控制中心。当上位控制中心向离心机发出停止指令时,离心机则无论处于什么工作状态都会执行完整个工作循环后停机。

8. 编程特点

S7-300F的编程方法与其他SIMATIC S7系统完全一样。使用类似的编程工具(例如,STEP 7)创建非故障安全型系统组件的用户程序。对安全相关的程序段进行编程需要STEP 7选件包“SIMATIC S7分布式安全”,选件包中包括所有用来创建F程序的所有功能和块。具有安全功能的F程序以F-FBD进行创建,或利用F库中的特殊功能数据块进行创建。由于具有设备间的统一显示,利用F-FBD可简化设备的组态与编程及验收测试。

9. 人机界面

离心机的人机界面采用西门子公司的TP177A触摸屏,通过组态画面实现可视化自动控制离心机、观察离心机工作状态和查看各类故障报警。

10. 难点分析

离心转鼓转速的控制对离心机运行有着至关重要的作用,在这个地方采用了一个PID调节。在调试过程中,发现离心转鼓转速在填料时不能维持恒定,转速与设定转速出现稍大偏差时填料阀就会关闭。通过调整PID参数,使离心机填料时转鼓转速在某一范围内,实现了离心机填料过程的稳定。EA

(收稿日期:2016.07.05)

(编辑:杨得润)