

PLC在高压磨控制系统中的应用

杨 炜, 洪永强, 蒋文芳

(厦门大学机电工程系, 福建厦门 361005)

摘要: 设计开发了一种基于 PLC 的高压磨微粉生产线的控制系统, 阐述了其工艺流程、控制要求以及控制系统的硬件结构、程序设计。系统具有生产线自动延时顺序启动和停机, 状态监测和故障报警, 高压磨负荷控制, 分级机转速控制等功能。

关键词: 高压磨; 微粉; PLC; 控制系统

中图分类号: TP273 文献标识码: B 文章编号: 1001 - 3881 (2005) 7 - 154 - 3

The Application of PLC in Control System for High Pressure Pulverizer

YANG Wei, HONG Yong-qiang, JIANG Wen-fang

(Dept. of Mechanical and Electronic Engineering, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

Abstract: Control system based on PLC for high pressure pulverizer product line was designed, its producing flow and control requirements were described, and hardware and software of the control system were designed. The system has the functions of manual/automatic control conversion, automatic start and stop, high pressure pulverizer load control, condition monitoring, failure detecting, and classifier rotate speed control.

Keywords: High pressure pulverizer; Micro - powder; PLC; Control system

0 引言

高压磨可用于粉碎莫氏硬度小于 9.3 级的矿物物料, 成品粒度范围广, 粒径最粗 0.951mm (20 目), 一般可达 0.033mm (425 目), 少部分物料最细可达到 0.013mm (1000 目)。原有的高压磨控制部分存在的不足有: (1) 采用较多的继电器逻辑触点控制、手动分散控制方式, 自动化程度低; (2) 手动可控硅调速调节粉体粒径, 控制精度低; (3) 完全依靠现场人员进行监控, 如果系统中的某个环节出现问题没有及时发现, 就可能导致产品不合格甚至设备损坏。又由于现场粉尘多、噪声高、机械振动大, 导致电器故障的发生率偏高。为了提高生产线控制系统的可靠性、安全性、可扩展性和自动化程度, 实现生产线的自动控制, 建立以可编程控制器 PLC 为核心的控制系统, 具有操作简单、控制功能强等特点。

1 生产线工艺流程

高压磨微粉生产线由高压磨主机、涡轮分级机、叶轮给料机、鄂式破碎机、斗式提升机、电磁振动给料机、大旋风分离器、袋式除尘器、鼓风机、管道、阀门、电控柜等组成, 生产线的工艺流程如图 1 所示。

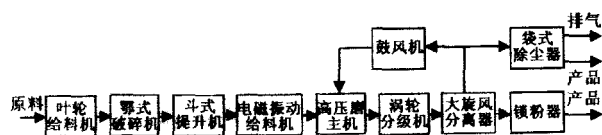


图 1 高压磨微粉生产线工艺流程

大块状物料由叶轮给料机输送给鄂式破碎机, 经鄂式破碎机破碎到所需粒度后, 由斗式提升机将物料送至储料斗, 再经电磁振动给料机将物料连续均匀定量地送入主机磨室内, 在与磨辊同转过程中, 由铲刀

把物料铲抛喂入磨辊与磨环之间, 形成垫料层, 该料层受磨辊旋转产生的离心力和挤压力将物料碾碎研磨, 粉磨后的粉子被鼓风机气流带走, 进入涡轮分级机进行分级, 符合细度的粉子随气流经管道进入大旋风分离器内进行分离收集, 气流由大旋风分离器上端回风管吸入鼓风机, 分离后的产品由分离器下端的锁粉器的上、下翻板阀周期性错位打开和关闭间隔送出。

2 生产线控制要求

(1) 自动延时顺序启动和停机

该生产线在启动和停机时, 必须按一定的顺序和时间要求控制。

启动顺序: 斗式提升机; 鄂式破碎机; 叶轮给料机; 涡轮分级机; 鼓风机; 高压磨主机; 电磁振动给料机。

电机容量小于 30kW 时采用直接启动, 电机容量大于 30kW 时采用降压启动。高压磨主机采用延边三角形降压启动, 鼓风机采用星三角转换降压启动(空负荷启动, 待正常运转后加载)。

关机顺序: 电磁振动给料机; 高压磨主机; 吹净残留的粉子后停止鼓风机; 涡轮分级机; 叶轮给料机; 鄂式破碎机; 斗式提升机。

旋风分离器下端的锁粉器中的上、下翻板阀, 可实行周期性交错过关。

(2) 状态监测和故障报警

实时显示生产线各部分的工作状态。运行中, 当斗式提升机输送物料到料仓上限料位后, 先停止叶轮给料机、鄂式破碎机; 后停止斗式提升机; 当料仓物料减少到下限料位时, 先启动斗式提升机, 后启动鄂式破碎机、叶轮给料机。

实时监测高压磨主机轴承的油温, 温度超过

+80 或温升超过 40 时产生报警信号。

当检测到某部位出现故障时，相关设备必须按顺序及时停机，以免影响扩大。生产线的某部位出现故障时，系统发出灯光和音响的报警信号，提醒操作人员及时处理。

(3) 粉体粒度控制

涡轮分级机的分级原理是，高速旋转的分级机转子带动气流产生涡流场，合格产品经分级机进入产品捕集，而不合格的粗粉在涡流场内沉降，参加二次粉碎与分级。粉体在涡流场内的分级粒径表达式^[1]为：

$$d_p(Q, N) = K_u \cdot K_d \sqrt{Q/N}$$

式中： K_u —分级机转子结构系数，与结构、形状、角度等有关；

K_d —物料系数，与物料硬度、比重、粘度等有关；

Q —通过分级机的气体流量；

N —分级机转子转速；

d_p —通过分级机的粉体粒径。

由上式可知，在分级机转子几何结构确定、所需粉碎的物料确定的条件下，通过分级机的粉体粒径与通过分级机的气体流量的开方成正比，与分级机转子转速成反比。可以通过调节涡轮分级机转子的转速和分级机的气体流量来改变粉体分级粒度的大小。

分级机转子采用调速电机带动，选用变频调速控制，电机的转速由变频器控制。电机的控制方式采用开环控制。分级机的气体流量可通过改变风机管道风门的开度来调节。

(4) 高压磨负荷控制

高压磨负荷与电磁振动给料机的原料加入速度有关。在保证高压磨负荷稳定的前提下，给料速度与分级机转子转速、分级机的气体流量相配合，可以有效增加生产线的产量，控制产品粒度。给料不足会降低磨机产量，给料过多形成饱磨，使高压磨主机电机负荷过大，也会降低磨机产量。高压磨负荷过大时，主机电机转速下降，电流增大。根据高压磨主机电机电流的变化，利用变频调速器改变电磁振动给料机电机的转速，控制给料机的给料量。在风机正常运转条件下，主机电流超过规定值时要停止给料，主机电流回降时要恢复自动给料。

(5) 手动和自动切换

手动控制方式用于单独启停各设备，自动控制方式用于根据系统工作需要实现生产过程自动控制。生产过程以自动控制为主，手动方式仅在应急操作、单机调试和检修等情况下使用。若遇紧急情况，按急停按钮可使系统断电停机。

3 PLC控制硬件设计

控制系统由生产线的执行机构、模拟量的传感

器、变送器、开关量输入输出设备、一台程控柜和一台动力柜组成。其中执行机构有电动机、变频调速电机、电磁阀、指示灯、报警器等，输入设备有主令开关、启停和复位按钮，电流、温度和压力传感器等，输出设备主要有接触器、变频器、电磁阀、指示灯、报警器等。动力柜中配置电源开关、交流接触器、变频器等，程控柜中配置可编程序控制器、控制操作台^[2]。

系统以 PLC为控制核心。PLC是以单片机为核心，专门用于工业过程自动化控制的新一代工业控制装置，PLC编程简单，功能强大，能够满足高压磨粉生产线控制系统长期稳定运行、干扰源多、运行环境差的要求。

系统采用 OMRON 公司生产的 SYSMAC CJ系列中小型 PLC。根据系统控制要求以及系统扩容的需要，高压磨粉生产线的 PLC 硬件选择：CJ1 G - CPU42H CPU单元；CJ1W - PA202 电源单元；CJ1W - D232 32点直流输入单元；CJ1W - IA201 16点交流输入单元；CJ1W - OC201 16点继电器输出单元；CJ1W - OD231 32点晶体管输出单元；CJ1W - AD041 4点模拟量输入单元；CJ1W - DA041 4点模拟量输出单元。

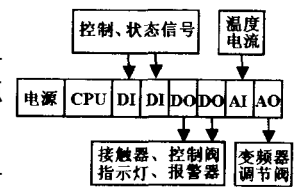


图 2 PLC控制系 统结构框图

按照有利于程序设计和安装接线的原则合理分配 I/O 端点。利用开关量输入点输入操作控制与状态信号，模拟量输入点检测高压磨主机电机的

电流、高压磨主机轴承的油温、系统粉体粒度、风门开度，开关量输出点控制系统中的电机、电磁阀、指示灯、发光管等。模拟量输出点控制涡轮分级机转子调速电机的变频器、改变风量的风门开度、电磁振动给料机调速电机的变频器。PLC控制系统结构框图如图 2 所示。

4 PLC程序设计

PLC程序用 OMRON 公司的软件开发工具 CX - programmer 开发。CX - programmer 在 Windows 环境下运行，具有强大的显

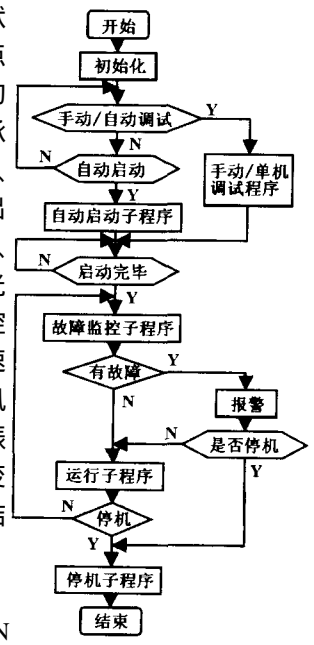


图 3 控制程序流程图

示监控功能和完善的调试功能、维护功能，使程序开发、系统维护更为简单和有效。CX - programmer 提供了结构化编程、多任务开发的新方法，具有非常丰富的编译工具，可以很容易地修改程序、编译、调试并下载到 PLC；并且具有强大的编辑功能，可将程序编辑、存盘、打印，类似 Windows 风格的人机界面给编程者的操作带来了极大的方便。

系统采用模块化结构方式设计生产线控制程序，以提高程序的编程效率和可读性。控制程序流程图如图 3 所示。

设计时尽可能提高系统的自动化程度，简化操作，减少工作人员的操作工作量，同时考虑系统应有足够的灵活性，以适应复杂的现场运行情况。PLC 程序采用梯形图编制，程序包含手动和自动方式切换，

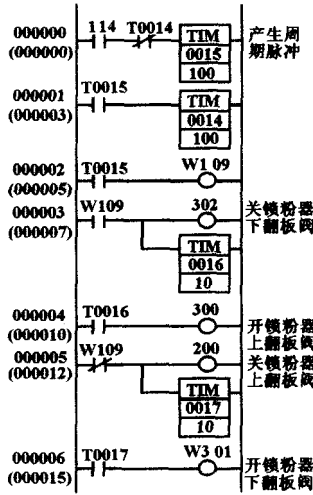


图 4 控制锁粉器翻板阀的梯形图

自动延时顺序启动和停机，状态监测和故障报警，系统运行（高压磨负荷控制，分级机转速控制）等子程序。图 4 为控制锁粉器翻板阀周期性开闭的梯形图。

5 结束语

高压磨微粉生产线控制系统采用 PLC 控制技术后，大大增强了系统的控制功能，满足了微粉生产线的工艺要求，实现了生产过程的自动化。控制系统结构简单，操作方便，运行可靠。采用 PLC 以后，还可适应不同的生产需要，改变控制功能。本系统加以改进，还可以应用于其它工业领域的生产线自动控制。

参考文献

[1] 孙晓明, 赵凤金. 变频调速在气流磨微粉生产线中的应用 [J]. 化工矿物与加工, 2001 (4): 13~14.
 [2] 马利民, 雷建, 李广伟. CM 高速冲击超细粉磨系统的 PLC 控制设计 [J]. 矿山机械, 2000 (7): 17~19.

作者简介: 洪永强, 男, 1959 年生, 工学硕士, 厦门大学物理与机电工程学院副院长, 机电工程系副教授, 主要从事工业自动化、测控技术等方面的研究。电话: 0592-2185616 (H), 13799790218, E-mail: hongyq@jingxian.xmu.edu.cn

收稿时间: 2004 - 03 - 23

(上接第 56 页)

```

{
    unsigned char Code_Type; //加工代码类型, 分别代表 N, G, M, S 等功能
    unsigned int value; //加工代码值
    union Code_Ptr //各种加工方法指针
    {
        struct G01_Type * G01_Ptr; //直线差补
        struct G02_Type * G02_Ptr; //圆弧差补
        ..... //其它类型差补
    } table;
    unsigned long Line_Number; //加工代码行号
    struct NC_Code_Table * previous, * next; //结构前后指针
} * NC_Code_Ptr; //加工代码结构指针变量
struct G01_Type //G00, G01 直线类指针
{
    float x, y, z;
    unsigned int speed; //加工速度
} * G00_G01_Ptr;
struct G02_Type //G02, G03 圆弧类指针

```

```

{
    unsigned int plane; //圆弧差补平面
    float x, y, z, i, j, k;
    unsigned int speed; //加工速度
} * G02_G03_Ptr;

```

3 结论

NC 代码的翻译是数控系统的一个重要组成部分，是数控系统性能好坏的一个重要依据。本文在分析了数控代码特点基础上，提出了翻译模块的设计方法。该方法在作者参与开发的微机数控系统中得到实现，经运行证明，这种方法是切实可行的。

参考文献

[1] 魏志强等. 一个数控自动编程及数控代码仿真系统的设计 [J]. 哈尔滨工业大学学报, 1996 (6).
 [2] 黄新燕等. 数控程序编辑及语法检查系统的开发 [J]. 机床与液压, 2002 (6).
 [3] 曾小慧等. 数控加工教学仿真系统的设计与开发 [J]. 组合机床与自动化加工技术, 1996 (12).

作者简介: 许宇胜, 男, 1976 年生, 北京工业大学 CAD/CAM 中心, 硕士研究生, 研究方向为网络化制造。电话: 010-67391683 转 8010, E-mail: yshxu@emails.bjut.edu.cn

收稿时间: 2004 - 04 - 06