



# 大米抛光机进米流量控制系统设计

王学智, 王建波

(湖北水利水电职业技术学院 机电工程系, 湖北 武汉 430070)

**摘要:**针对人工调节抛光机进米流量效率低、精度差、劳动强度大等问题,设计出了大米抛光机进米流量控制系统。控制系统以PLC为中央控制器,用步进电机调节进入抛光机的大米流量,实现了进米流量的自动控制。结果表明,设计的控制系统响应速度快、调节进度高,有效解决了人工调节进米流量的弊端。

**关键词:**PLC; 步进电机; 抛光机; 控制系统

中图分类号: TS212.3

文献标识码: A

文章编号: 1671-931X (2022) 01-0117-04

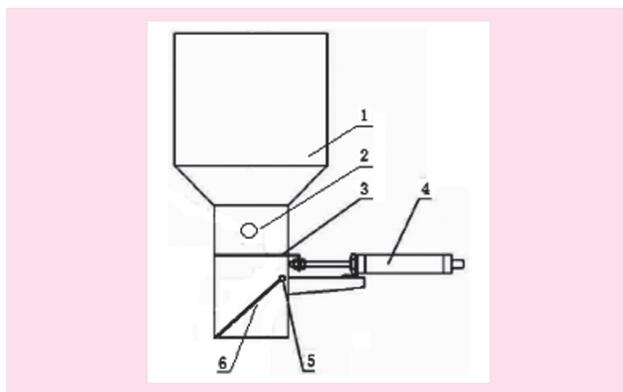
DOI: 10.19899/j.cnki.42-1669/Z.2022.01.020

## 一、背景分析

大米抛光是大米生产加工过程中一道重要的工序,抛光机的进米流量对抛光质量有着重要的影响<sup>[1]</sup>。流量小,不仅使产量降低、吨米耗电量增加,还会使米粒在抛光室内翻动的机会过多,产生过碾现象,而过碾不但导致抛光精度差,还严重影响出米率。流量大,则米粒在抛光室内不易翻滚,使米粒与铁辊、米筛接触的机会过少,导致抛光精度差,光洁度低<sup>[2-3]</sup>。

目前,大米抛光机的进米流量主要通过人工调节机械闸门来实现,这种方式需要依赖操作工的经验积累,并且在更换稻米品种时需要重新摸索经验,调节过程耗时长、调节精度低、运行成本高,本文针对人工调节进米流量的弊端,设计了一套能够按照抛光机工况自动调节闸门开度的控制系统。闸门的开度调节由步进电机通过减速器连接闸门转动轴实现。控制系统实时采集大米抛光机的工作电流,步进电机跟随电流的变化调节闸门开度,使大米抛光机

的工作电流稳定在正常范围内。



1. 进料斗; 2. 光电开关; 3. 上闸板; 4. 气缸; 5. 下闸板轴; 6. 下闸板

图1 进米流量调节装置机械结构图

## 二、进米流量调节装置结构及工作原理

进米流量调节装置机械结构如图1所示,其工作原理是:由光电开关监测进料斗内有无大米,当料

收稿日期:2021-07-24

作者简介:王学智(1978—),男,河北涞水人,湖北水利水电职业技术学院机电工程系副教授,研究方向:检测技术与自动化装置;王建波(1978—),男,山东荣成人,湖北水利水电职业技术学院机电工程系讲师,研究方向:机电一体化技术。

斗内无米时,向控制器发出警示信号,由控制器实现声光报警并控制气缸伸出,推动上闸板关闭上闸门。进入抛光机的大米流量由下闸板控制,下闸板的开度通过步进电机来调节,步进电机安装减速器后与下闸板轴连接。

### 三、进米流量调节装置控制系统设计

#### (一) 控制系统硬件设计

控制系统采用西门子 S7-200 Smart CPU ST30 PLC 作为主控制器, S7-200 SMART 是一款小型 PLC, 配备西门子专用高速处理器芯片, 基本指令执行时间可达  $0.15 \mu\text{s}$ , 在应对繁琐的程序逻辑, 复杂的工艺要求时表现足够的灵敏性<sup>[4-6]</sup>。ST30 CPU 模块具有 24 个输入点和 12 个晶体管型输出点, 主控制器集成了 3 路高速脉冲输出, 频率高达 100 kHz, 支持 PWM/PTO 输出方式以及多种运动模式, 可自由设置运动包络, 配以方便易用的向导设置功能, 可快速实现设备调速、定位等功能<sup>[7-8]</sup>。同时该 CPU 还集成 1 个 RS485 接口, 可以与变频器、触摸屏等第三方设备通信。控制系统需要实时采集大米抛光机的工作电流, 因此配置 EM AE04(4AI)4 路模拟量输入模块, 其中一路用于采集抛光机工作电流, 其余三路冗余备用。控制系统硬件框图如图 2 所示。

图 2 中触摸屏选用昆仑通态触摸屏 TPC1061HN, 该屏以 Cortex-A8 CPU 为核心 (主频 1GHz), 铝合金结构, 支持摇臂安装, 采用 10.2 英寸高亮度 TFT 液晶显示屏 (分辨率  $1024 \times 600$ ), 四线电阻式触摸屏 (分辨率  $4096 \times 4096$ )。同时具备强大的图像显示和数据处理功能, 触摸屏通过网线与 PLC 进行通信, 可以监控输入、输出信号状态, 设置系统参数, 记录报警信息等。选用的触摸屏各性能参数完全能够满足控制系统的需求, 具有较高的性价比, 西门子可编程控制器加昆仑通态触摸屏是一套自动控制系统同常用的硬件配置组合<sup>[9-10]</sup>。

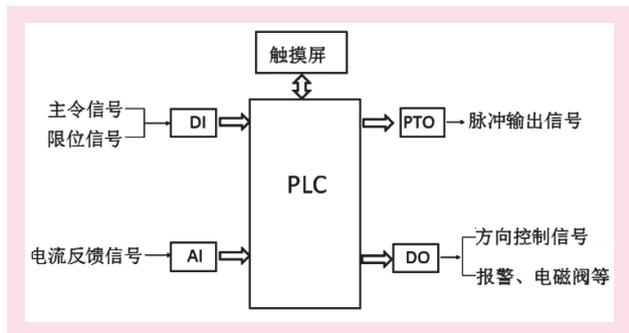


图 2 控制系统硬件框图

#### (二) 控制系统软件设计

控制系统软件设计包括触摸屏界面设计及 PLC 程序设计。应用 MCGSE 组态环境设计触摸屏画面, 共设计四个画面, 分别是主画面、参数设置画面、报

警查询画面及帮助画面, 图 3 为设计的主画面, 画面中设计一个手动/自动模式切换开关, 当开关切换到手动位置时, 可通过画面中的点动开、点动关按钮实现手动调节下闸板开度, 通过画面中的气缸开、气缸关按钮实现上闸板的开启和关闭。按下画面中的回参考点按钮, 可实现下闸板回到初始位置, 初始位置为下闸板完全关闭状态。当开关切换到自动位置时, 下闸板可跟随抛光机工作电流的变化实时调整闸板开度。主画面中可直观显示上闸板的打开和关闭状态, 显示下闸板的开启角度以及抛光机的工作电流。图 4 为设计的参数设置画面, 可设置闸门自动调节角度、闸门自动调节速度、抛光机电流上限、抛光机电流下限、调节周期五个参数。报警查询画面可方便查询抛光机在工作过程中产生的报警事件, 可为解除报警提供、排除故障提供参考。帮助画面可显示整个控制系统的工作流程及操作说明。

STEP 7-Micro/WIN SMART 是专门为 S7-200 SMART 开发的编程软件, 能在 Windows XP SP3/Windows 7 上运行, 支持 LAD、FBD、STL 语言, 安装文件小于 100 MB。在沿用 STEP 7-Micro/WIN 优秀编程理念的同时, 更多的人性化设计使编程更容易上手, 项目开发更加高效。

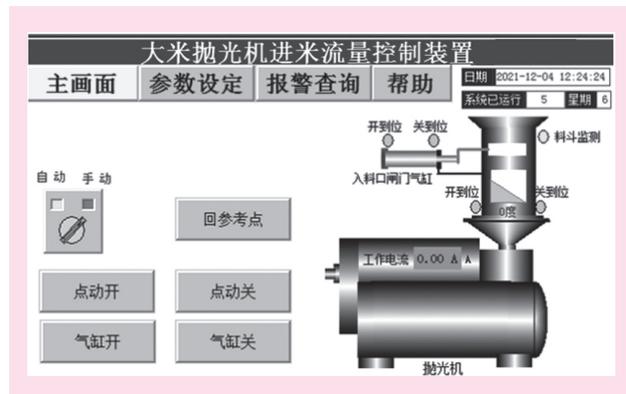


图 3 主画面



图 4 参数设置画面

PLC 程序设计采用模块化的程序结构, 设计了三个子程序, 包括初始化子程序、手动子程序和自动子程序。初始化子程序对系统参数赋初始值并初始

化系统变量,手动子程序实现手动调节下闸板开度,自动子程序跟随抛光机工作电流自动调节下闸板开启角度。

控制步进电机工作的运动控制子程序由编程软件 STEP 7-MicroWIN SMART 运动控制向导生成,包括运动轴初始化子程序 AXIS0\_CTRL、手动模式子程序 AXIS0\_MAN、加载位置子程序 AXIS0\_LDPOS 以及运动轴定位子程序 AXIS0\_GOTO。其中运动轴初始化子程序 AXIS0\_CTRL 在一个项目中只能使用一次,而且在每个扫描周期都需要调用该程序,其在主程序中调用结构如图 5 所示。EN 参数必须为 1,保证在每个扫描周期都调用运动轴初始化子程序,同时 MOD\_EN 参数也必须为 1,否则运动轴将终止进行中的任何指令并执行减速停止。图 5 中 Always\_On 为特殊辅助触点 SMO.0 的符号地址,该触点在 PLC 运行时会一直闭合。

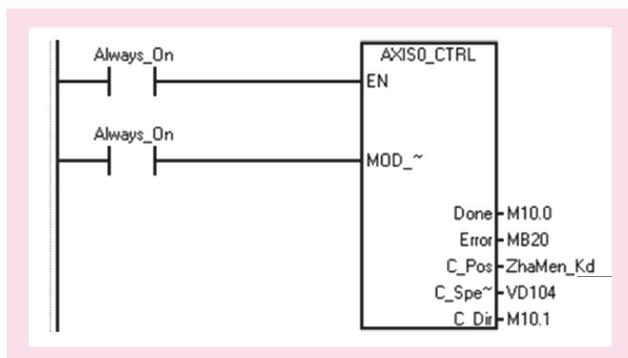


图 5 运动轴初始化子程序

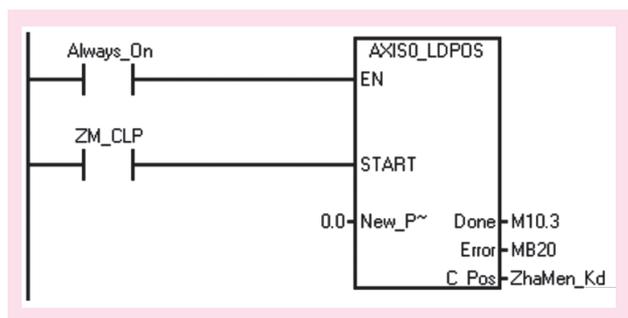


图 6 运动轴加载位置子程序

加载位置子程序 AXIS0\_LDPOS 也在主程序中调用,实现在下闸板关到位时将运动位置加载为 0,起到重新定位的作用。图 6 为该程序在主程序中调用结构。图中 ZM\_CLP 为闸门关到位时产生的上升沿脉冲信号,子程序接收到该信号后将运动位置加载为 0 位。手动模式子程序 AXIS0\_MAN 在手动子程序中调用,只有当控制系统工作在手动模式时才执行手动子程序,实现手动调节下闸板开启角度。

图 7 为自动调节下闸板开启角度的流程图,当控制系统工作在自动模式时,系统实时采集抛光机

工作电流,自动子程序将跟随抛光机电流变化自动调节下闸板开启角度,在需要增大或减小下闸板开启角度时通过控制运动轴定位子程序 AXIS0\_GOTO 实现。图 8 为运动轴定位子程序调用结构图,当系统工作在自动模式时触点 Auto\_Run 接通,当需要调整下闸板开启角度时 ZM\_ADJ 触点将接通 100ms,此时运动轴定位子程序按照参数 Speed 设定的速度(1.5 度/s),调节参数 Pos 设定的角度(0.15 度)。参数 Mode=1 表示运动轴定位子程序的调节模式为相对运动模式。

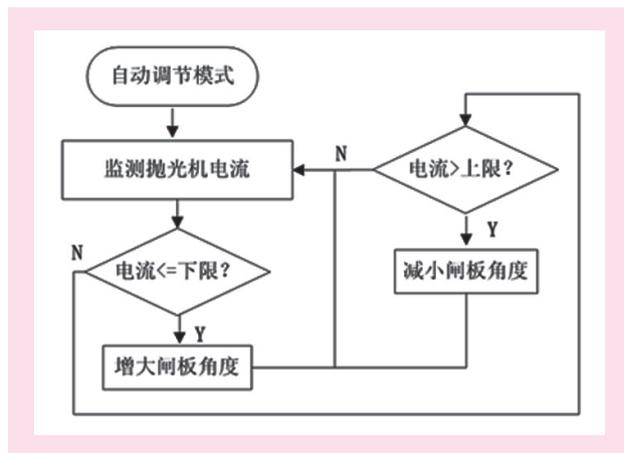


图 7 自动调节流程图

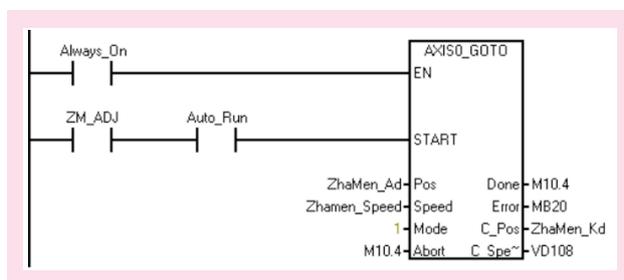


图 8 运动轴定位子程序

### 三、结语

本文设计的大米流量控制系统已在某大米生产线进行在线测试,测试表明当该系统下闸板初始开启角度设定为 5—6 度时系统能够很快进入稳定状态,调节过程中闸门减小的速度应略高于闸门增大的速度。实践表明该控制系统调节精度高,达到了 0.15 度,响应速度快,参数设置方便,降低了现场工作人员的劳动强度,提高了工作效率,具有良好的应用前景。

### 参考文献:

- [1] 曹峰,陈伟,黄海军,等.实时流量智能控制大米抛光机的研发[J].粮食与食品工业,2019(5):62-64.
- [2] 颜俊,胡治湘,罗红武,等.提高大米抛光机抛光光洁度降低

- 碎米率的方法研究[J].粮食与饲料工业,2020(3):1-3.
- [3] 冬阳.影响大米抛光机抛光效果的因素分析[J].现代农机,2017(5):56-57.
- [4] 段玉波,杨振威.基于PLC的多步进电机系统协同控制[J].自动化技术与应用,2019(5):82-86.
- [5] 吴宝春,杨亚宁,孙炎辉,等.基于S7-200 SMART PLC的多步进电机控制系统设计[J].智能计算机与应用,2017(2):113-115.
- [6] 范长青.基于西门子S7-200 SMART PLC的步进电机控制[J].无线互联科技,2019(3):114-116.
- [7] 程刚,焦尚彬,李生民,等.基于S7-200 smartPLC的调速系统实验平台设计与调试[J].实验技术与管理,2019(3):116-120.
- [8] 沈正,梁鉴如,杨明来,等.基于S7-200 SMART PLC的重载AGV控制系统设计[J].传感器与微系统,2021(8):100-103..
- [9] 孟令军,王士军,王春璐,等.基于PLC和MCGS的马铃薯种切块系统设计[J].农机化研究,2022(3):95-101.
- [10] 史腾虎,于丽娅,李少波,等.精准智能调速系统的设计[J].仪表技术与传感器,2021(11):58-62.

[责任编辑:詹华西]

## Design of Flow Control System for Rice Polisher

Wang Xuezhi, Wang Jianbo

(Department of Mechanical and Electrical Engineering, Hubei Water Resources Technical College, Wuhan 430070, China)

**Abstract:** To overcome the problems of low efficiency, poor accuracy and high labor intensity of manually-adjusting rice polisher, the rice feeding flow control system of the rice polisher is designed. The control system takes PLC as the central controller and uses stepping motor to adjust the rice flow into the polisher, so as to realize the automatic control of rice flow. The results show that the new control system has high response speed and high adjustment progress, which effectively solves the disadvantages of manual adjustment.

**Key words:** PLC; stepper motor; rice polisher; control system