

吉武俊,张亮亮.烟草精密播种机播种量控制系统设计[J].江苏农业科学,2015,43(8):400-402.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.08.130

烟草精密播种机播种量控制系统设计

吉武俊,张亮亮

(1. 河南省职业技术学院,河南郑州 450046;2. 许昌职业技术学院,许昌 461000)

摘要:播种机播种质量的优劣对农作物产量有直接的影响。目前的播种机多采用机械结构,造成播种量不易调节、播种不均匀。为了实现播种量可以随意调节的目的,设计了一种以 PLC 为主控模块的控制系统,通过霍尔传感器监测播种机的行走速度,将传感器的值与步进电机的转速通过 PLC 进行控制和调节,通过触摸屏将播种机的行走速度、播种量和步进电机的转速显示出来。通过实际试验数据可以看出行距均匀,播种量误差小于 2%,能够实现农作物需要的播量。

关键词:烟草;播种机;PLC;传感器;步进电机

中图分类号: TP273 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)08-0400-03

在我国,农业生产的自动化和智能化程度是农业发展的重要指标,智能播种机的出现提高了播种的质量和效率,播种效果良好,间距均匀,单位面积播种量误差小。本研究设计了一种烟草精密播种机播种量控制系统,采用 PLC 为主控系统,PLC 主要用于工业控制、抗干扰能力好,通过现场试验数据可以看出控制精度较高,使用霍尔测速传感器检测播种机的行走速度,将这个动态的速度发送给 PLC 进行分析计算后输出,步进电机接受这个数值调节自己的转速,最终实现播种机的前进速度和步进电机的速度可控可调^[1]。为了使播种量稳定可调,当播种机的行走速度发生变化时,步进电机的转速也发生相应的改变,这样播种量的误差减小,行距均匀。此系统成功解决了机械传动播种时出现的问题,播种量可控可调,播种效果良好,达到农艺要求,实现了播种机的智能化控制,可以在农业生产中广泛推广。

1 系统总体设计方案

通过对国内外播种机现状的分析和研究,结合我国现有

收稿日期:2014-11-05

基金项目:河南省科技攻关重点项目(编号:112102110155)。

作者简介:吉武俊(1979—),男,河北张家口人,硕士,讲师,主要研究方向为汽车应用技术教育。

通信作者:张亮亮(1982—),女,河南许昌人,硕士,讲师,主要研究方向为自动化技术。E-mail:zll0573@163.com。

播种机在机械方面的优势和不足,提出了以 PLC 作为控制系统核心的控制理念,通过 PLC 分析霍尔传感器检测的数据控制步进电机的转速,使两者保持同步的关系,最终实现播种量可调^[2]。当霍尔传感器把播种机的行走速度传送给可编程控制器 PLC 后,PLC 通过程序对该信号进行处理,使其转变为步进电机能够接受的控制信号,控制信号通过步进电机驱动器细分后就可以得到步进电机的转速。系统总体设计方案如图 1 所示。此系统由霍尔传感器、主控模块 PLC、I/O 接口模块、执行机构模块等部分组成,主要工作任务是完成数据的接受、分析计算、输出控制步进电机等。该系统使用霍尔转速传感器检测播种机的行走速度,用步进电机作为执行机构来控制播种装置转动,提高播种的质量。此系统还可以通过触摸屏对播种量、行距等参数进行控制和重新设定,使用方便^[3]。

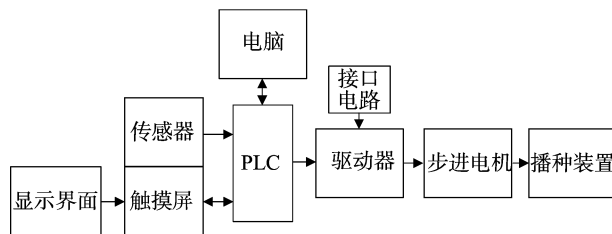


图1 系统总体设计方案

[10] 祝惠,阎百兴.三江平原水田氮的侧渗输出研究[J].环境科学,2011,32(1):108-112.

[11] 李娜,单保庆,尹澄清,等.六叉河小流域农田土壤中磷下迁移过程研究[J].农业环境科学学报,2005,24(6):1132-1138.

[12] 苏天杨,李林英,姚延椿.不同草本缓冲带对径流污染物滞留效益及其最佳宽度研究[J].天津农业科学,2010,16(3):121-123.

[13] 刘阳,殷国玺,谢崇宝,等.基于 ArcGIS 的村镇饮用水水源地污染因子识别研究[J].江苏农业科学,2014,42(3):312-315.

[14] 陈文成.成矿预测中 ArcGIS ModelBuilder 的建模评价——以武

夷山成矿带大深幅为试验区[J].地球信息科学学报,2013,15(1):81-89.

[15] 黄沈发,唐浩,鄢忠纯,等.3种草皮缓冲带对农田径流污染物的净化效果及其最佳宽度研究[J].环境污染与治理,2009,30(6):53-57.

[16] 贺丹,曹佳云,付晓婷,等.基于 ArcGIS 图解建模的水系自动提取研究[J].地下水,2011,33(3):128-130.

[17] 牟乃夏,刘文宝,王海银,等. ArcGIS 地理信息系统教程——从初学到精通[M].北京:科学出版社,2006:489-503.

[18] 邢超,李斌. ArcGIS 学习指南 - ArcToolbox[M].北京:科学出版社,2010:444-451.

2 控制系统硬件选择

2.1 PLC 的选择

市面上可供选择的可编程控制器 PLC 很多,不同国家和厂家的 PLC 型号指令各不相同、不可通用,我国主要使用的 PLC 是德国西门子和日本三菱品牌,这 2 个品牌的 PLC 资料齐全,软硬件完整。本研究设计的系统根据需要选择德国西门子 S7-200 型可编程控制器 PLC。西门子 PLC 编程指令较三菱的简单,过程控制和通信控制是西门子 PLC 的强项,西门子 PLC 扩展模块中模拟量模块价格相对便宜,执行指令速度较快,一般在 0.8~1.2 ms;存储器容量为 2 kb;数字量有 248 个点;模拟量有 35 路。

PLC 输入模块采用 24 V 直流电压,传感器、手动开关、限位开关及编码器可以直接连接到 PLC 的输入点,把 PLC 的控制信号转变为 CPU 能够接受及处理的数字信号。图 2 为 PLC 的输入电路,由于此系统是使用在播种机上,播种机上的电瓶输出低电压,所以 PLC 选择采用 24 V 直流电压。为了提高抗干扰能力,输入电路采用光电耦合电路隔离,光电耦合主要由发光二极管以及光电三极管组成。当输入信号闭合后,光电耦合器接通,把外部传感器检测的信号输入到 PLC 内部。

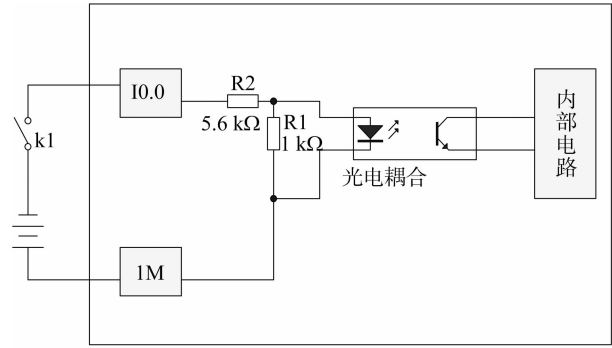


图2 PLC 输入电路

西门子 PLC 的输出模块有继电器输出形式和晶体管输出形式,主要作用是将输入 PLC 的信号通过 CPU 处理后的控制信号转化为现场需要的强电信号输出。输出多选用接触器、电磁阀等外部设备。本研究设计的系统使用晶体管输出形式,所以负载电路的电压是 24 V 直流电。如果有输出信号时,光电耦合器接通,晶体管有输出信号,输出电路接通,负载开始工作(图 3)^[4]。

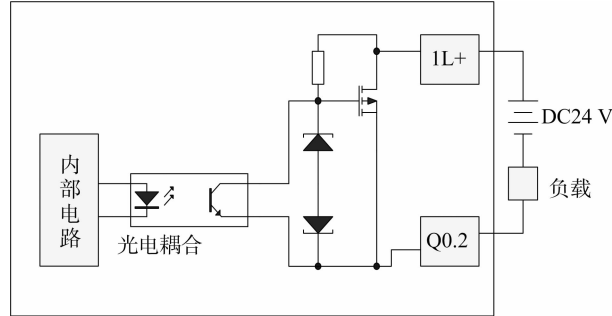


图3 晶体管输出电路

2.2 触摸屏的选取

人机界面是完成操作者和设备之间的输入、传送、接受信

息的一个接口装置,主要实现人和设备信息交互,是实现自动化控制的一部分。触摸屏是人机交互输入部分的新型设备,是一种可输入、可操作的设备,可以通过串行接口进行通信^[5],串行通讯接口如表 1 所示。可以实时反映 PLC 上的状态,对 PLC 内部存储器进行一些读写操作。触摸屏由 4 部分(液晶显示、控制模块、触摸面板、数据存储模块)组成,可以模拟显示开关、按钮、指示灯等,这些功能可基本替代一些电气元件的功能,适用于一些恶劣环境,替代普通的计算机作为人机交互界面,具有人机交互性好、可靠性较高、编程比较简单、和 PLC 通讯方式简便等优点。本研究设计的系统人机界面使用西门子 Smart 700 型触摸屏,具有编程简单、实时性较好、功能强大、可靠性较高、通讯简单、使用寿命较长、兼容性较好等优点。

表 1 串行接口引脚功能

针脚号	RS485	RS422
1	NC	NC
2	M24-out	M24-out
3	B+	TXD+
4	RST*	RXD+
5	M	M
6	NC	NC
7	P24-out	P24-out
8	A-	TXD-
9	RST*	RXD-

2.3 传感器模块电路

检测系统由传感器、测量转换电路、执行机构、显示装置等构成。传感器是其中重要的组成部分,对整个系统的性能起决定性作用。霍尔传感器集成度高、体积小、安装简便、价格便宜,可在恶劣的环境中使用,根据测速原理分为接触式和非接触式 2 种。霍尔传感器应用霍尔效应实现磁电转换,但是体积比普通磁电传感器小很多,外围电路简单,集成度高,因此在测速场合中多使用霍尔传感器非接触式测量。该速度传感器主要由霍尔速度传感器、永久磁铁、叶轮 3 个部分组成^[6]。当叶片旋转时霍尔传感器就会收到脉冲磁场,会有接通和断开的动作。传感器原理图如图 4 所示。霍尔传感器使用 12 V 电源电压,为了和单片机的 5 V 电压相连,使用 D1 稳压管降压,为了加强霍尔传感器输出负载的大小,给霍尔传感器 3 端口加了一个上拉电阻 R₁。

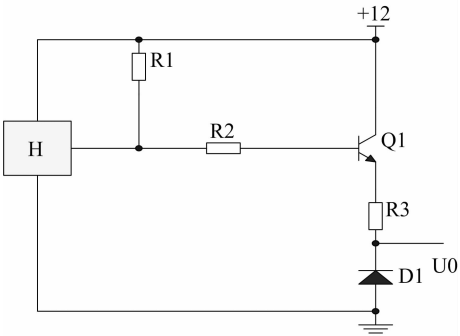


图4 传感器电路原理图

由于 PLC 收取传感器信号进行处理和计算,输出控制步进电机和播种机的速度保持一定的对应关系,所以就要求传

传感器的信号实时准确,由于西门子 PLC 内部有计数器 CTU 和定时器 TON,传感器的输出脉冲相当于 1 个编码器,西门子 PLC 可以直接收取这些信号。

2.4 步进电机模块控制电路

步进电机能够实现良好的定位功能,同时具有价格不高、编程简单等优点,广泛应用在数控定位系统中。步进电机相当于 1 个能产生电磁转矩的电磁铁,电机的气隙厚度产生电磁导线。其工作原理是将数字式脉冲信号转变为角位移的执行机构,转过的角度与脉冲个数直接相关,收到 1 个脉冲就会移动 1 步,能够实现准确定位。步进电机控制系统如图 5 所示。编程时需要将位移的角度转换成脉冲个数送入步进电机。

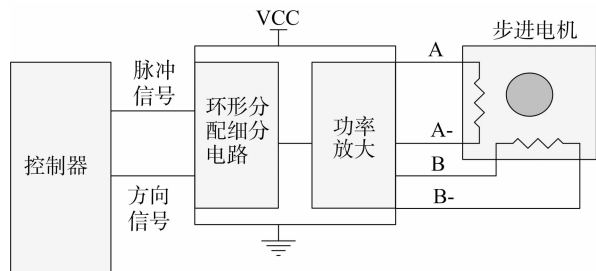


图5 步进电机控制系统

步进电机在实际控制电路中,由于受到机械摩擦以及制造方面的精度影响,会对其定位精度产生很大的影响,为了克服这些影响,在实际使用中需要配合驱动器实现精度的控制。本研究使用 DQ2722M 型驱动器,主要是对步进电机的电流进行细分,初始电流 1.2 A,最高电流 7.0 A,中间分为 16 个档位,由于该步进电机需要装在播种机上,播种机需要大的输出转矩,所以选择电流 6.5 A。要使驱动器的细分端子 D1、D2、D3、D4 为 ON、ON、ON、OFF 状态,PLC 和步进电机驱动器之间需要使用保护电阻,防止大电流对驱动器的损坏,从而影响步进电机的正常工作^[7]。接口电路如图 6 所示。

驱动器

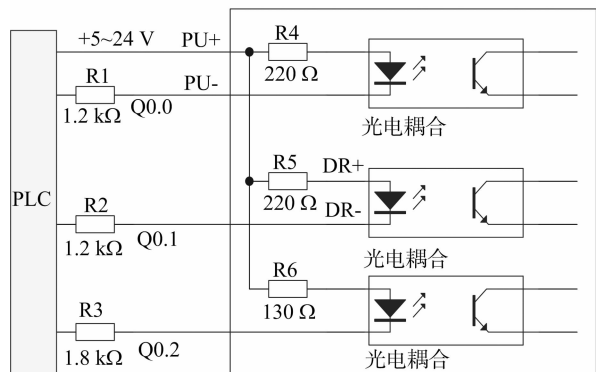


图6 步进驱动器与 PLC 接口电路图

3 软件设计

根据播种机播种量的控制要求,确定主程序的总体思路。

主程序的功能是收集传感器的检测信号传送给 PLC 内部进行处理计算,输出控制步进电机的速度,最终实现播种机的前进速度与步进电机的速度保持一致,这样就能保证播种机速度发生变化时单位面积播种量误差不大,最终实现两者之间的一种随动关系。主流程如图 7 所示。

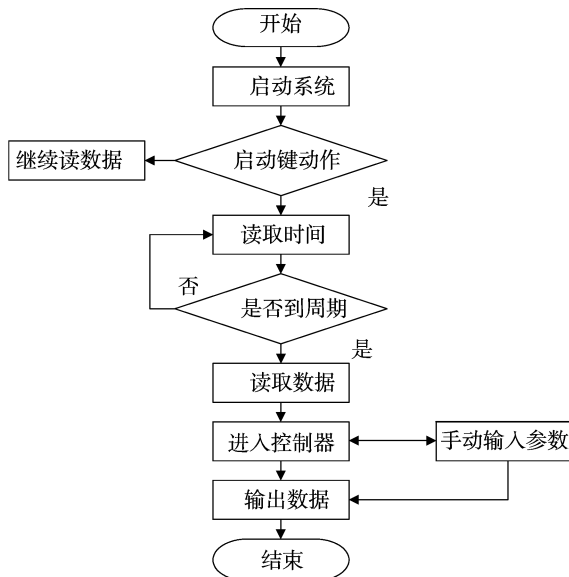


图7 主流程

4 展望

该播种机的设计是针对烟草种植,也可推广到其他农作物的播种现场中。

播种机播种量的精度有待提高,减小误差率,可通过试验数据的反复验证,得出更加准确的步进电机和播种机之间的速度对应关系。

由于步进电机使用的是低速电机,电机的振动对播种量的精度会有影响,可以选用更加稳定的传感器和电机。

参考文献:

- [1]周海波. 水稻秧盘育秧精密播种机的关键技术研究与应用[D]. 长春:吉林大学,2009.
- [2]王娟平. 玉米穴播穴施水机自动控制系统设计[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2005:121-129.
- [3]陈 风,李志鑫,王维新,等. 移栽机落苗检测系统的设计[J]. 石河子大学学报:自然科学版,2004,22(5):439-440.
- [4]邵 琰,钱东平. STC89C52RC 单片机在幼苗移栽机控制系统中的应用[J]. 农机化研究,2010,32(5):121-124.
- [5]周建峰. 穴播穴施水播种机控制系统的设计[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2006:11-21.
- [6]黄操军,陶 冶,许秀英. 基于 SDI-12 的播种机种肥监测传感器研究[J]. 黑龙江八一农垦大学学报,2012,24(2):80-83.
- [7]张 涛. 步进电机快速定位方法研究[D]. 北京:北方工业大学,2012.