

一种单粒排种器单片机检测系统设计

教传艳

(沈阳工学院 机械工程与自动化学院, 辽宁 抚顺 113122)

摘要: 使用气力式油菜单粒排种器、勺链式排种器受到漏播率较高的影响, 导致系统检测效果较差, 为了解决上述问题, 提出了一种单粒排种器单片机检测系统设计; 根据单片机检测硬件结构, 使用带有串行接口的单片机, 将霍尔传感器感应到的信号传递至单片机, 获取标准排种脉冲; 遵循协议设计的红外线光电传感器电路, 确定故障排种管具体位置, 设置声光报警装置, 防止在嘈杂环境管理者听不到警报, 避免漏播情况产生; 设计单粒排种器粒子播种质量检测 and 漏播实时检测流程; 实验结果表明, 该系统与预期排种效果一致, 且漏播率最低为 0.9%, 具有良好检测效果。

关键词: 单粒排种器; 单片机检测; 漏播率; 标准排种脉冲

Design of Single Chip Microcomputer Detection System for Single Seed Metering Device

JIAO Chuanyan

(School of Mechanical Engineering and Automation, Shenyang Institute of Technology, Fushun 113122, China)

Abstract: The pneumatic single seed metering device and spoon chain metering device are affected by the high miss seeding rate, which leads to the poor detection effect of the system. In order to solve the above problems, a single-chip microcomputer detection system design of single seed metering device is proposed. According to the hardware structure of single-chip microcomputer, the signal sensed by Hall sensor is transmitted to single-chip microcomputer by using single-chip microcomputer with serial interface to obtain standard seed metering pulse. According to the protocol design of infrared photoelectric sensor circuit, determine the specific location of the fault metering tube, set up sound and light alarm device, to prevent managers from hearing the alarm in noisy environment, to avoid missing broadcast. The process of single seed metering device particle seeding quality detection and missing seeding real-time detection was designed. The experimental results show that the system is consistent with the expected seeding effect, and the lowest miss seeding rate is 0.9%, which has good detection effect.

Keywords: single grain seed-setter; MCU detection; leak seeding rate; standard seed metering pulse

0 引言

种植是农业生产的重要组成部分, 为了达到农产品生产全过程的机械化水平, 开发适合于农产品生产的高效播种技术和播种设备是十分必要的。在这些仪器中, 单台种子仪是精密播种机的核心部件, 其排种性能的好坏直接影响到播种质量^[1]。在播种过程中, 气动式单排播种机处于全封闭状态。因田间作业环境复杂, 播种机司机不能直观地看到种子箱、种子管内因播种失败而导致的漏种现象^[2]。堵塞、空气压力偏离有效值, 以及播种器的传动故障, 都会导致单行或多行“断条苗”, 严重影响单行播种质量和作物产量。优化斗链式播种机的结构及操作参数, 可有效地降低漏播率。但是当后期出现后, 在缺苗的位置进行人工移栽或补播, 不仅增加了人工成本, 延误了耕作, 而且秧苗生长的差异也会影响作物的产量^[3]。对单粒排种器单片机检测系统进行了设计和实验研究。设计了一套性能稳定、可靠的单排种器漏种实时检测系统, 对排种器漏种状态进

行全面判断, 改进漏种实时检测技术, 实现精确、及时检测, 提高单排种的质量和效率, 减少人工生产成本, 避免晚补种, 促进单排种智能化发展。

1 单片机检测装置设计

改进漏种实时检测技术, 实现精确、及时补种, 提高单排种质量和效率, 减少人工生产成本, 避免晚补种, 促进单排种智能化发展^[4], 单片机实时检测装置如图 1 所示。

由图 1 可知, 该装置主要由感知菜籽流动次序的光纤传感系统和均匀分布的磁钢阵列霍尔传感系统两部分组成, 以获取标准的播种器脉冲序列 (即播种器转速)^[5]。检测系统采用天线插头与传感器输出端连接, 以单片机为核心控制部件, 实现对传感器发送的脉冲信号的采集、存储和数据处理^[6]。

为了满足单片机对电源和传感器信号接收的要求, 采用信号调理电路进行降压和信号调理, 功率开关可独立控制系统启动或停止工作状态^[7]。开关接通后, 系统即接通

收稿日期: 2021-01-13; 修回日期: 2021-03-26。

作者简介: 教传艳(1982-), 女, 辽宁沈阳人, 硕士, 副教授, 主要从事单片机应用技术, 计算机辅助机械制造, 计算机基础类课程教学改革方向的研究。

引用格式: 教传艳. 一种单粒排种器单片机检测系统设计[J]. 计算机测量与控制, 2021, 29(9): 33-36, 72.

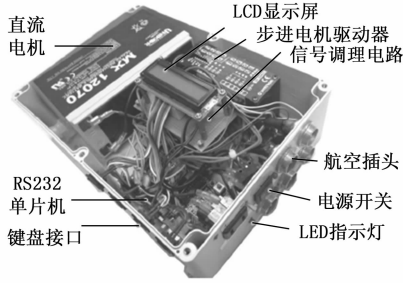


图 1 单片机实时检测装置

电源进入工作状态；开关断开后，系统即停止工作，不再通电^[8]。人机界面主要由 4 个按键组成的键盘构成，按四键分别设定参数设定、上下、数据查询等功能，实现缺失系数阈值的独立设定，通过转动钢圈数，实现同步盘磁检测。显示器报警由 1602 LCD (LCD) 和 LED (LED 指示灯) 等组成，用于实时显示漏电检测结果^[9]。在精密菜籽计量装置中，检测漏播情况，当漏播系数大于或等于漏播系数阈值时，由单片机向 LED 显示报警。

2 单片机检测硬件结构设计

单片机检测硬件结构如图 2 所示。

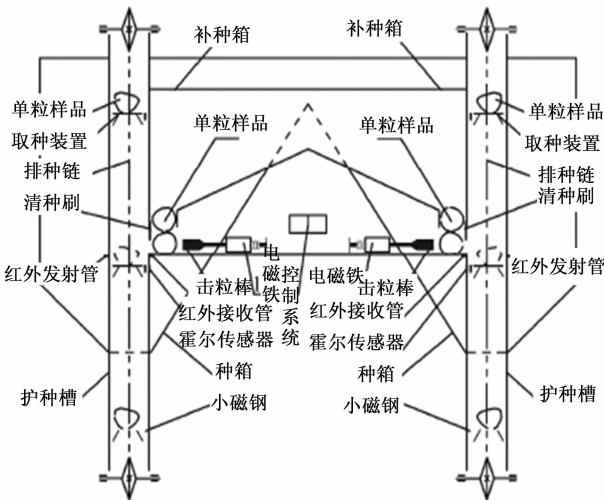


图 2 单片机检测硬件结构

由图 2 可知，每套种子计量装置都配有缺失的种子检测和自动再播系统，即补充箱是装在种子后、旁边的种子，装在种子后、装在充气口的种子，以及装在充气口右边的电磁铁，红外线发射管、红外线接收管和霍尔传感器分别安装在灌装口下面，每一个种子采样装置上都有一根小型磁钢^[10]。在运行过程中，由于机器振动较大，系统各模块间采用插头连接，并由牵引车上 12 V 车载直流电源供电。

2.1 单片机

缺种检测与自动补种系统主要由电源模块，检测模块、人机界面、MCU、补种模块、LCD 显示模块和声光报警模块组成^[11]。检测模块由霍尔传感器和光电传感器组成；插秧模块由插秧盒、固态继电器和电磁铁组成^[12]；人机接口

由自动复位按钮和自动打击测试按钮组成。图 3 显示了单片机的连接结构原理图。

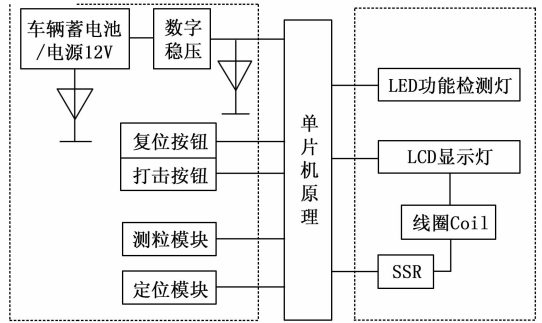


图 3 单片机连接结构原理图

由图 3 可知，串口总线适用于：设备之间的通信距离不超过 15 m，最大传输速率 20 kbps。采用 -5~15 V 表示逻辑 1；+5~15 V 表示逻辑 0。采集装置由上而下移动到种子保护槽，在霍尔传感器到达安装位置后，霍尔传感器会感应到小磁钢的磁场，把采集设备的信息传给单片机^[13]。单片机向光电传感器发送工作指令后处理信息，红外发射管发射光^[14]。若种子勺上没有单个颗粒，红外接收器就会收到光，与单片机连接的检测电路及相关端口也会发生电平变化，单片机按程序将工作指令发送给补料执行系统，再充料执行系统通过发出颗粒补充脉冲，在其继电器端收到一定的电流通过固态继电器和电磁线圈^[15]。利用电磁推力，攻丝杆将种子从播种口击入苗种保护槽，在弹簧复位力的作用下，攻丝杆返回原位，完成动作。反之，再注册执行系统无效。与此同时，单片机根据泄漏检测信号计算种子的总数和泄漏的数量，并将结果传送到液晶显示模块。

2.2 传感器

利用深圳霍尔微电子有限公司生产的 3144 E 开关霍尔传感器对油菜种子仪进行转速检测，反相击穿电压 24 伏特，低电平电流 50 毫安。工作稳定可靠。霍尔传感器模块包括两个部分：霍尔传感器元件和信号调理电路。

单排播种机播种轴同轴安装有同轴盘，同轴盘上均布有与播种盘孔数相同磁钢阵列。在单排装置转动时，同步盘上磁钢周期性地远离霍尔传感器^[16]。随着磁钢向霍尔传感器靠近，其输出信号也从低电平转变为高电平；在远离霍尔传感器的情况下，霍尔传感器的输出信号由高到低依次是：电平信号产生下降边缘；通过将连接（关闭）信号转换成上升（下降）信号，霍尔传感器将其送到单片机系统中，得到与同步磁钢上均匀分布的磁钢阵列相匹配的标准播种脉冲，从而获得播种盘速度信息。

2.3 红外光电传感器电路

红外光电传感器检测播管信号，如图 4 所示。

由图 4 可知，排种器由种管组成，信号主要是由安装在每条管子底部的红外光电传感器采集的。该红外光电传感器包括发光装置和收光装置^[17]。其发光器件（通常是红

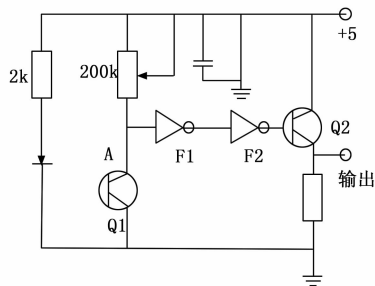


图 4 红外光电传感器电路

外线或可见光发光二极管)使其发光,接收到的光设备(光敏电阻、光电感应器、二极管、光电晶体管、硅光电池等),当种子下降时,由于种子的阴影,当前产生的光接收设备很小,因此由 200 k 电阻产生的电压降也相对较小,此时的潜伏点较高,经过两次无门转换后,到达晶体管 Q2 底部,晶体管就会打开,这就是晶体管。

除发射器上的大电阻外,输出也非常高。若不是种子落地,情况正好相反。监控整个播种过程是否顺利,检测播管是否堵塞或漏出。当排种管被堵塞时,种子将堆积起来覆盖传感器。在此期间,传感器还会将高电平信号发送给单片机,并且信号总是高电平^[18]。通过这种方式,单片机可以根据预设设置进行声光报警,并显示出故障管子的具体位置。

2.4 声光报警装置

声光报警装置在种植过程中,无论发生何种漏播情况,即一旦发生漏播,系统都会发出声光双重报警,提醒操作人员注意漏播,防止大面积断条^[19]。尽管报警器电路简单,但它在整个漏报检测系统与驱动器之间起着桥梁作用,不能直接判断系统内部是否工作正常。只需一个正常可靠的声光报警器电路,就可以保证驾驶员及时了解播种情况,防止失播造成的巨大损失。为节省成本,系统采用连续蜂鸣器作为报警器,所用电器较少,电路简单。

为避免驾驶员在嘈杂环境下听不到声响报警,必须设置灯光报警。声光报警装置采用结构简单、价格低廉的 LED 作为指示灯。播种机正常工作时,二极管不亮;一旦发现漏电报警,二极管在发出声音警报的同时闪烁提醒驾驶员。LED 不仅体积小、寿命长,而且可靠性高、抗震性能好、工作电压低、电流小、耗电少。其优点足以满足系统要求,也适用于现场作业。

3 单片机检测软件系统设计

3.1 单粒排种器粒子播种质量检测

单片机检测软件系统中设计 ADC 控制器等设备芯片的操控制程序,对单粒排种器粒子播种质量检测数据进行有效控制与分析,在继电保护装置识别过程中能够精准完成粒子播种质量检测。种植过程中,由于地轮的不断转动,种箱内种子表面高度不断变化。激光测距传感器安装在种子箱顶部,能及时、准确地检测种子表面高度的变化。该传感器利用激

光探测原理,将传感测量数据转换成可输出的信号^[20-21]。在软件系统设计中,首先将激光发射二极管对着目标发射激光脉冲,目标反射的激光向各个方向散射。光学系统接收到雪崩光电二极管后,将部分散射光返回传感器,成像在雪崩光电二极管上。二极管是一种具有内部放大功能的光学传感器,它能够检测非常微弱的光信号,并将其转换成相应的电信号。通过记录和处理从发射到接收光脉冲所经过的时间,可确定目标距离。为防止单粒排种器线路上的干扰数据向继电保护装置发送误动信号,因此可以在数据处理芯片中设计反应程序,及时控制保护装置启动元件,检测出继电保护装置故障电流,同时打开继电保护装置电源。在处理输电线路高频信号时,存在着信号极值分类问题,当信号频率达到最大值时,需要保证继电保护装置内的波形故障检测能将信号逐个分解,当信号频率达到最小值时,需要设置故障检测阈值以完成对干扰信号的识别,并在单片机检测软件继电保护装置内完成信号质量的自检,自检合格后,启动保护动作程序,如果自检信号质量不合格,则断开外部的信号输出,在单片机检测软件继电保护装置内巡检,自检合格后再启动保护动作程序。

通过连续检测能够得到检测前种子高度 h_1 和检测后种子高度 h_2 ,两者之间差即为种子高度变化量:

$$\Delta h = h_1 - h_2 \quad (1)$$

设播种机行驶距离为 x ,播种机已知的播幅 x_1 ,播种机实际播种面积计算公式为:

$$S = xx_1 \quad (2)$$

通过上述公式可得到体积变化量:

$$\Delta V = \Delta h \times S \quad (3)$$

设种子播种密度为 ρ ,将该信息输入单片机中,可得到单粒种子播种质量:

$$\Delta m = \rho \times \Delta V \quad (4)$$

通过上述公式,可检测出单粒排种器粒子播种质量,结合该质量,设计漏播实时检测流程。

3.2 漏播实时检测流程

该系统的检测软件主要针对精密计量装置的漏电检测实时算法进行设计,采用 C 语言编写 MCU 程序,实时漏电检测过程如图 5 所示。

由图 5 可知,首先把精密计量装置主零线拆开,断开所有分开关,逐一查每路线路零线对地绝缘,找出问题线路后,再查看该专线有哪些电器是直接接线的,分别排查。精密计量装置漏电会产生强大的电磁感线,可以用一个有磁性的针放测试部位,若针方向发生偏转,说明漏电。

当实时漏电检测装置启动后,单片机系统进行初始化,检测系统进入“参数设定”模式。依据播盘的孔型和农艺生产的需要,人工设定漏播系数阈值和同步播盘磁铁的数量。当按压“启动检测”时,单片机通过外部中断采集种子流的序列信号和时间中断采集标准播种器脉冲信号,存储播种器频率和播期序列,由此完成单片机检测软件系统设计。

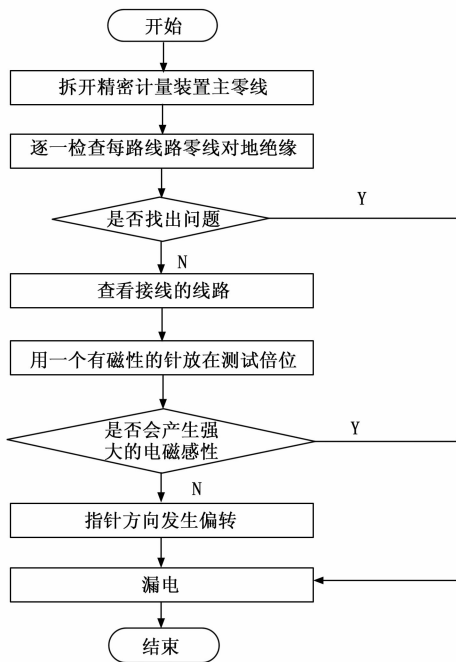


图 5 漏播实时检测流程

4 实验分析

为了验证单粒排种器单片机检测系统设计合理性，进行实验验证分析。

4.1 实验方案

以陕西关中地区广泛种植的玉米品种吉育 19 为试验对象，进行了研究。株型紧凑，主穗和分枝呈小夹角，侧枝姿态略向下弯曲。株高 260 cm，穗位 110 cm，穗长 18.0 cm，穗行数 14~16 行，籽粒黄色，百粒重 36.1 克，出籽率 87.9%。

因为玉米播种机是在田间作业的，所以排种装置与地轮之间是由地轮摩擦驱动排种装置轴旋转播种的。实验过程中，尽可能模拟播种机的工作状态，以小型步进电机为播种机的动力，模拟播种机带动拖拉机正常播种。一般牵引车的排种速度是 8—12 公里/小时。实验中，该拖拉机的车速为 9 km/h，株距为 0.4 m。

4.2 实验台

实验台主要由排砂部、播种部、输送部、控制部及机架组成，如图 6 所示。

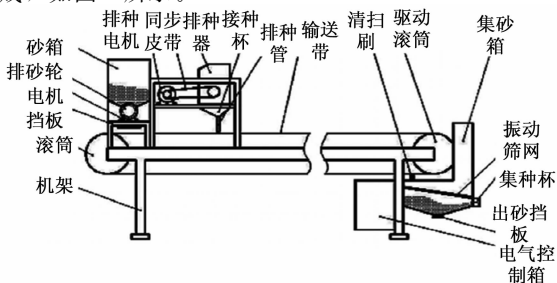


图 6 实验台

输送带宽度 0.5 米，胶带宽度 5 米，输送有效距离。采用电鼓驱动，使其以一定的速度均匀运动。出砂电机带动砂轮均匀地排砂，形成一定宽度和厚度的输送带。排种器由播种器驱动，排种器通过排种管落在砂带上。用过的砂籽混合物流入集砂罐，然后通过振动筛分离，将砂籽放入集砂杯内再使用。刮砂器是用来清除粘在输送带上的砂粒的，排砂挡板的作用是防止实验台不用时的排砂漏水，使用时打开排砂挡板。

4.3 实验结果与分析

分别使用气力式油菜单粒排种器、勺链式排种器和单粒排种器对玉米籽粒排种效果进行对比分析，结果如图 7 所示。

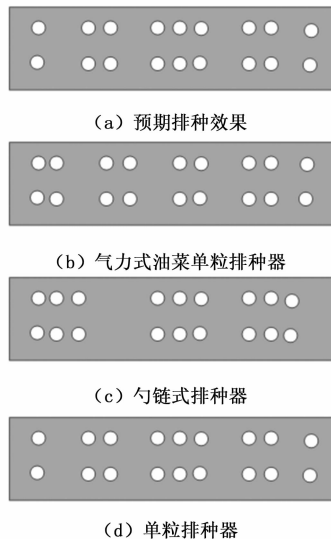


图 7 不同方法排种效果对比分析

由图 7 可知，使用单粒排种器与预期排种效果一致，而使用气力式油菜单粒排种器没有遵循一行 1: 2: 3: 2: 1 的排列方式，而是采用 2: 2: 2: 2: 2 的排列方式，一旦排种器传动故障，就会出现断条缺苗漏播情况；使用勺链式排种器采用 3: 3: 3 的排列方式，在后期农作物出苗后，受到漏播影响程度较大，导致玉米成长参差不齐。

为进一步验证 3 种排种器的性能，还需要对 3 种排种器的漏播率进行再次对比分析。表 1 中列出了结果。

表 1 3 种排种器漏播率对比分析

排种次数/次	气力式油菜单粒排种器/(%)	勺链式排种器/(%)	所设计单粒排种器/(%)
1	41	32	1.2
2	45	31	0.9
3	52	40	2.5
4	51	38	2.2
5	50	32	2.0

由表 1 可知，使用所设计单粒排种器漏播率低，而使用其余两种排种器漏播率高，由此可知，使用所设计单粒排种器检测效果较好。

(下转第 72 页)