

刘瑞歌,孟丽丽,宋 锋,等. 基于 AVR 的多功能种子筛选机的设计[J]. 江苏农业科学,2016,44(3):407-409.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2016.03.113

基于 AVR 的多功能种子筛选机的设计

刘瑞歌¹, 孟丽丽², 宋 锋¹, 张恭民¹, 隋洪亮¹

(1. 滨州学院机电工程系, 山东滨州 256603; 2. 华北理工大学机械工程学院, 河北唐山 063009)

摘要:设计了1款基于 AVR 的多功能种子筛选机,并详细介绍了该种子筛选机的机械结构。电气控制部分由 AVR 单片机作为控制中枢,运用光电开关、压力传感器等传感器件,与电机、舵机和液晶显示屏完美配合,实现了人机交互、实时显示等不同功能。此外,详细说明了种子筛选机的筛选原理和理论基础。该设计能有效提高种子的筛选速度和筛选效果,能对筛选出来的种子进行拌药和称质量,节省人力物力,具有广阔的应用前景。

关键词:AVR;种子筛选;拌药;称质量

中图分类号:S226.5 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2016)03-0407-03

传统筛选种子的方法是依靠工人眼看手挑,这种手工作业的方式效率低,且效果不佳,为了适应农业的快速发展,市场上出现了种子筛选机。目前种子筛选机的筛网大多使用平面圆孔筛或方孔筛,在筛选过程中,当进料速度过快时,筛网上积攒的种子过多,甚至会阻塞网孔,直接影响种子的筛选速度和筛选效果。种子筛选出来后,在种子种植前有时需要对种子拌药,以防止病虫害的发生。然而,目前种子筛选机只能单纯地进行种子筛选,不能对筛选出来的种子进行拌药。因此,往往采用人工方式对种子拌药,由于农药易挥发,挥发出来的农药易对人体造成伤害,人工拌药时加药剂量难以控制,且存在搅拌不均匀的情况,拌药程度全靠人工掌握。此外,种子筛选出来后往往还需要量化封装,目前种子筛选机也不能对筛选出来的种子进行称质量,需要采取人工方式对筛选出来的种子进行称质量,不便于将种子量化封装^[1-2]。为了克服以上不足,提供一种多功能种子筛选机,不但能够有效提高种子的筛选速度和筛选效果,而且能够对筛选出来的种子进

行拌药,准确控制加药剂量,使种子拌药均匀,避免人工拌药时农药对人体的伤害,还能够对筛选出来的种子进行称质量,便于对筛选出来的种子量化封装,节省人力、物力,具有推广应用价值。

1 种子筛选机的结构设计

多功能种子筛选机,包括移动车架,移动车架的内部固定有进料装置和筛选装置,筛选装置位于进料装置的下方,进料装置包括料槽,料槽包括进料口和出料口,筛选装置包括上框体、中框体和下框体,上框体通过中框体与下框体连接;上框体的底部为平面筛网,上框体的侧壁固定有用于导出杂质的第二导管,料槽的出料口位于平面筛网的正上方;中框体的底部为棱面筛网,中框体的侧壁固定有用于导出种子的第一导管;下框体的底部为托板,下框体的侧壁固定有用于导出种子和杂质的第三导管;系统整体结构框架由高强度方形管焊接而成,底部装有具有自锁功能的万向轮,方便移动,机械结构由进料模块、筛选分离模块、拌药模块和称质量模块等组成,各部分交互配合,简便实用(图1)。

打开电源,称质量托盘右移及拌药桶底部的出料阀门闭合,完成机械装置的初始化;然后进料部分的出料口闭合,等待放料,待放料完成后,电机带动丝杆转动控制出料口的开闭

收稿日期:2015-03-30

基金项目:滨州学院国家级大学生创新训练计划(编号:201410449039)。

作者简介:刘瑞歌(1978—),女,河北唐县人,硕士,副教授,主要从事机械科学与技术、计算机测控技术的教学和研究。E-mail: lrg0903@163.com。

灌溉研究[J]. 山西农业科学,2011,39(8):869-871.

[9] 玄子玉,张玉峰,张玲玉. 基于 STC 单片机的变量喷雾控制器设计[J]. 林业机械与木工设备,2011(9):43-45.

[10] 郭正礼,张耀武,吴灵捷. 宁夏设施农业市场问题研究[J]. 宁夏社会科学,2008(6):62-66.

[11] 张卫东,刘书林,张伟亮,等. 西北地区日光温室环境调控技术[J]. 北方园艺,2012(20):34-35.

[12] 李萍萍,王纪章. 温室环境信息智能化管理研究进展[J]. 农业机械学报,2014,45(4):236-243.

[13] Qi R, Qin L L, Xue M S, et al. The design and application of a greenhouse control system based on CAN [J]. Industrial Instrumentation & Automation, 2005(3):17-20.

[14] Gomez - Melendez D, Lopez - Lambrano A, Herrera - Ruiz G, et al. Fuzzy irrigation greenhouse control system based on a field program-

mable gate array [J]. African Journal of Agricultural Research, 2011,6(11):2544-2557.

[15] 吴小伟,史志中,钟志堂,等. 国内温室环境在线控制系统的研究进展[J]. 农机化研究,2013(4):1-7,18.

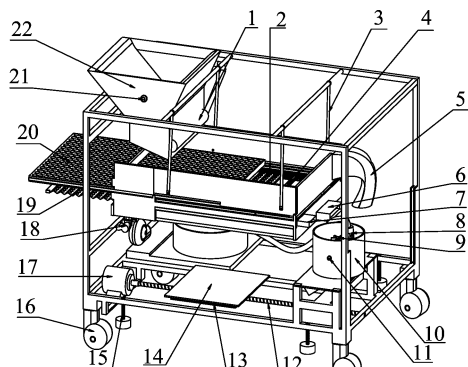
[16] 杜尚丰,李迎霞,马承伟,等. 中国温室环境控制硬件系统研究进展[J]. 农业工程学报,2004,20(1):7-12.

[17] 赵德菱,高崇义,梁 建. 温室内高压喷雾系统降温效果初探[J]. 农业工程学报,2000,16(1):87-89.

[18] 王 鑫,崔忠林,刘 建. 基于 STC12C5A16S2 的温度采集系统的设计[J]. 微型机与应用,2012,31(20):24-26,29.

[19] 魏超全,孙长胜,陈家果,等. 基于 STC12C5 A60S2 的矿用多参数传感器硬件电路设计[J]. 煤矿机电,2014(2):34-38,41.

[20] 李金群. 基于 51 单片机的 12864 液晶图文显示研究[J]. 机电信息,2010(36):139-140.



1—风筒；2—丝杆；3—摇杆；4—毛刷；5—一号出口；6—二号出口；7—三号出口；8—喷头；9—搅拌扇叶；10—拌药桶；11—光电传感器；12—丝杠；13—压力传感器；14—称质量托盘；15—支撑脚；16—万向轮；17—电机1；18—电机2；19—电机3；20—平面筛；21—光电传感器；22—进料槽

图1 种子筛选机的结构

幅度，以控制种子的流速；种子进入筛选分离模块后，振动电机和鼓风机同时工作，进行筛选分离，不同质量等级的种子分别从3个对应出口流出。筛选出质量符合标准的种子进入拌药桶，当光电传感器检测到拌药桶内种子达到一定高度时，进料部分的出料口闭合，筛选分离模块和鼓风机均停止工作，搅拌电机开始正反交替旋转，同时喷药装置对种子进行喷药。拌药工作完成后，拌药桶底部开口阀打开，称质量托盘上的压力传感模块开始工作，待收集到的种子质量达到预设值时，托盘向左移动将袋子移出，同时蜂鸣器报警提示取袋，此次工作流程完成。

2 关键技术的具体实现

2.1 筛选分离模块设计

目前种子筛选分离的设计方案主要有2种，一是离心分离式，利用离心运动的离心原理，物体的质量不同，其具有的离心力也不同。预留的种子质量参差不齐，内含有干瘪、腐烂变质、发芽的，其离心力与质量好的种子有一定的差别，利用不同种子具有不同离心力的原理，可将其分离。考虑到离心控制对技术的要求比较高，不易控制，且离心控制必须用到离心分离机，其价格比较昂贵，故该方案不适合。二是风选分离式，利用轻杂及病变种子在质量上明显轻，且尺寸与好种子有明显差别的特点，将不同等级的种子进行分离。其原理是在振动筛的振动作用下，不同等级种子的振动幅度不同，经过风机的吹风作用，不同等级的种子逐渐分离。经过筛选分离后，种子净度已明显提高，且粒度比较均匀。该方案控制简单，成本较低，分离效果明显，在农业机械方面应用广泛，故本设计选择此方案。筛选分离模块通过双层筛网分隔为3层，上层筛面为平面筛，下层筛面为棱面筛，棱面筛的效率要比平面筛效率提高2~3倍。整个模块的振动依靠电机带动曲柄连杆的摇动，使其做有规律的往复运动，从而实现整个筛选分离模块的振动。在进料口下部装有风选装置，由鼓风机等部分构成，PWM调速可以调节风速，可以吹走质量较轻和干瘪的种子。筛选分离部分的振动与风选装置配合工作，能够将不同等级的种子分离开，粒径大的种子通过振动作用经过上层平

面筛网过滤掉，从1号出口流出，粒径小的从2号出口流出，质量符合标准的种子从3号出口流出，从而完成种子的筛选分离。可以根据筛选种子的直径大小来更换不同规格的筛网，以满足不同种子的筛选需求。筛网网孔的阻塞直接影响清选效果，针对此问题，在棱面筛网上部加装有与筛网宽度相同的毛刷，电机转轴通过联轴器与丝杠连接，毛刷一端焊接有螺母，长条毛刷与丝杠保持垂直状态。12V直流电机带动丝杠旋转，间接地使毛刷做有规律的往复运动，保证清选效果。

2.2 筛选理论设计计算

(1) 要求筛子的前部风速达到7~8 m/s，中部达5~6 m/s，后部达1~2 m/s，风扇出风口的平均风速需达4~5 m/s。

(2) 筛子面积计算方面，可由进入筛选装置的种子 Q_s (kg/s) 确定筛的宽度 B (mm)，在传统型联合收割机上一般为筛体宽度的0.90~0.95，则筛子长度：

$$L = \frac{Q_s}{Bq_s}$$

式中， q_s 为筛子单位面积可以承担的种子进料量 [$\text{kg}/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$]，编织筛约为 $1.5 \sim 2.5 \text{ kg}/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$ ，取 $q_s = 1.5 \text{ kg}/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$ 。

取 $B = 0.95 \times 2.40 = 2.28 \text{ m}$ ，选取 $B = 2400 \text{ mm}$ ，其中 $Q_s = Q \times 60\% = 12 \times 60\% = 7.2 (\text{kg}/\text{s})$ 。

则：

$$L = \frac{7.2}{2.28 \times 1.5} = 2.1 (\text{m})$$

所需功率：

$$N = \frac{Q_s N_p}{\eta} (\text{kW})$$

式中： N_p 表示单位生产率清选筛所需功率 ($\text{kW} \cdot \text{s}/\text{kg}$)，取值范围 $0.4 \sim 0.55 \text{ kW} \cdot \text{s}/\text{kg}$ ，取 $\eta = 0.9$ ，则

$$N = \frac{7.2 \times 0.4}{0.9} = 3.2 (\text{kW})$$

2.3 控制模块设计

依靠AVR单片机作为控制中枢，运用光电开关、压力传感器、碰撞开关等传感器件，并与电机、舵机和12864液晶显示屏完美配合，实现人机交互、实时显示等功能。

2.3.1 微处理器的选择 ATmega16是基于增强的AVR RISC结构的低功耗8位CMOS微控制器。由于其先进的指令集以及单时钟周期指令执行时间，ATmega16的数据吞吐率高达1 MIPS/MHz，从而可以缓解系统在功耗和处理速度之间的矛盾。

ATmega16内核具有丰富的指令集和32个通用工作寄存器。所有的寄存器都直接与运算逻辑单元(ALU)相连接，使得一条指令可以在1个时钟周期内同时访问2个独立的寄存器。这种结构大大提高了代码效率，并且具有比普通的CISC微控制器最高至10倍的数据吞吐率^[3]。

2.3.2 检测模块的选择 为保证工作的准确性，必须保证数据的连续传输，要求传感器有效信号传输距离为5~25 cm，传输信号准确，反应快，最终确定选用E3F-DS30C4型光电传感器。当光电传感器监测到拌药桶内的种子达到一定量时，反馈信号给单片机，单片机作出相应的响应(表1)。

表 1 光电传感器技术参数

电源电压 (V)	检测距离 (cm)	输出电流 (mA)	输出模式 (E3F-DS30C4)
6~36(直流)	10	300	NPN 常开

HX711 是一款专为高精度称质量传感器而设计的 24 位 A/D 转换器芯片。与同类型其他芯片相比,该芯片集成了包括稳压电源、片内时钟振荡器等其他同类型芯片所需要的外围电路,具有集成度高、响应速度快、抗干扰性强等优点。降低了电子秤的整机成本,提高了整机的性能和可靠性。

该芯片与后端 MCU 芯片的接口和编程非常简单,所有控制信号由管脚驱动,无需对芯片内部的寄存器编程。输入选择开关可任意选取通道 A 或通道 B,与其内部的低噪声可编程放大器相连。芯片内的时钟振荡器不需要任何外接器件。

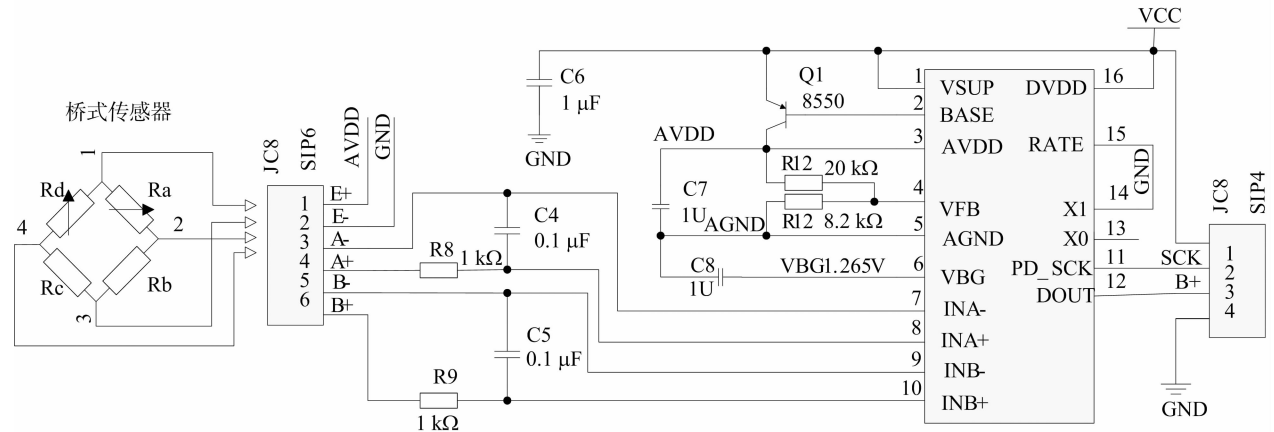


图2 测压模块电气连接构造

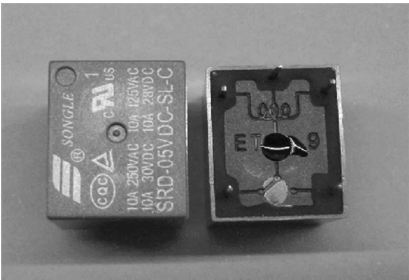


图3 继电器实物

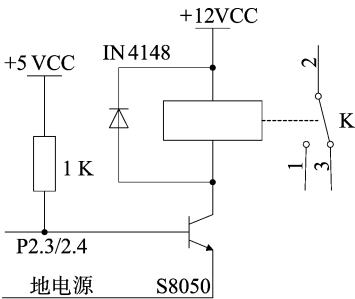


图4 继电器正反转控制

3 结论

智能种子筛选机主要针对个体型农户设计,也可应用于

上电自动复位功能简化了开机的初始化过程(图 2)。

2.3.3 舵机模块 P MG995 型舵机工作稳定,体积小,扭力大,功耗低,控制精确^[4]。

舵机在该装置中的使用主要是控制角度的变换,以实现拌药桶底部开口开合的变换。

2.3.4 继电器的选择 在低电压控制高电压的结构中采用电磁式继电器,由铁芯、线圈、衔铁、触点簧片等组成。只要在线圈两端加上一定的电压,线圈中就会流过一定的电流,从而产生电磁效应,衔铁就会在电磁力吸引的作用下克服返回弹簧的拉力吸向铁芯,从而带动衔铁的动触点与静触点(常开触点)吸合。当线圈断电后,电磁的吸力也随之消失,衔铁就会在弹簧的反作用力下返回原来的位置,使动触点与原来的静触点(常闭触点)释放(图 3、图 4)。

小型工厂。传统型手工作业费时费力,效率低。该产品的设计集种子筛选分离、拌药、称质量于一体。跟传统筛选机相比,本筛选机具有以下优点:(1)流速控制功能,保证筛选过程中进料的均匀性,从而保证筛选质量。(2)双层筛网过滤,上筛面为平面筛,下筛面为棱面筛的设计,更换方便,筛选效果明显。(3)在搅拌桶内有搅拌扇叶,桶的上部装有智能化喷头,能够控制进药量,能够对筛选出的质量符合标准的种子进行拌药,效率高,搅拌更均匀。(4)称质量托盘底部装有压力传感器,可以对装袋质量实时监测,达到预设质量时自动报警。(5)单片机作为控制中枢,与传感器件交互配合,实现智能控制。独特的机械结构与电气控制部分交互配合,智能高效,简单易操作,可以满足不同种类种子加工处理需求,具有广阔的应用前景。

参考文献:

[1] 邹必昌,彭三河,汤小凝. 谷物清选机构主要参数优化设计试验研究[J]. 湖北农学院学报,2003,23(2):108-112.
[2] 马继光. 国外重力式清选机的发展方向[J]. 世界农业,2001(7):32-33.
[3] 徐益民,范红刚,苏凤武. 零基础学 AVR 单片机[M]. 北京:机械工业出版社,2011:85-115.
[4] 宗华光,杨 洋,唐伯雁译. 机器人控制电子学[M]. 北京:科学出版社,2004:41-50.