

基于变频器的种子包衣机电气控制系统研究

赵鹏举

(重庆电子工程职业学院 计算机学院, 重庆 401331)

摘要: 种子包衣是一项种子加工技术,有利于提高种子质量,以促进增产。种子包衣机的作业效率高,污染较小,是当前普遍采用的包衣方式。我国的种子包衣机自动化程度不高,包衣质量较低,作业效果与现代化农业的要求存在差距,要改善种子包衣机的整体性能,控制系统的升级是关键。为此,设计了基于变频器的种子包衣机电气控制系统,将变频器与PLC结合,对包衣过程中的物料供给、混合和输送环节进行精确控制。测试结果表明:安装该系统的种子包衣机生产率与设定值极为接近,能够精确控制生产效率,可获得理想的包衣质量。

关键词: 种子包衣机; 控制系统; 变频器

中图分类号: S223.1⁺2

文献标识码: A

文章编号: 1003-188X(2019)12-0204-04

DOI:10.13427/j.cnki.njyi.2019.12.037

0 引言

大部分作物都以种子作为最初的形态,经过生长发育获得产量,优良的种子能为农业丰收奠定基础。种子加工是提高种子质量的重要手段,也是种子商品化的关键环节。研究表明:经过加工处理的种子出苗整齐强壮,单产可以提高5%~10%,因此种子加工一直以来都受到各方的重视^[1]。种子包衣是一项起源于欧美国家的种子加工技术,有利于提高种子的技术含量,实现种子的标准化。种子包衣技术是根据不同需求在种子表面包裹一层含有相应成分的种衣剂,由农药、微肥和植物生长调节剂按照一定的比例混合而成,能促进种子的发芽和生长。种子包衣集成了多个农业学科的技术,节约资源且对环境友好,为绿色农业的发展提供了有效的技术支撑。

种子包衣的方式有人工包衣和机械包衣两种。人工包衣是将种子和种衣剂倒入体积较小的容器中,通过人工翻动、揉搓和搅拌将两者混合。人工包衣的速度慢,效率低,操作人员容易受到包衣剂的毒害,仅适用于用种量小的作物^[2]。种子的机械化包衣以搅龙、喷雾滚筒或分散盘为工作部件,将种衣剂均匀地包裹到种子的表面,由种子包衣机完成,作业效率高,污染较小,是当前种子包衣普遍采用的方式。

种子包衣机最早出现在欧美国家,至今已经有近

百年的研究历史,形成了齐全的类型。上述国家包衣机的稳定性和适应性强,自动化程度高,很好地满足了种子加工的需求^[3]。我国的种子包衣机与国外相比起步较晚,但发展很快,已经研制出了多个成熟的机型,其性能在实践中得到了验证^[4-5]。由于受设计思想和技术水平的制约,我国的种子包衣机自动化程度不高,包衣剂损失量大,作业效果与现代化农业的要求之间有一定差距,影响了机械的推广应用^[6]。针对上述问题,需要吸收国外的先进设计思想和制造经验,引入新型技术加强对作业过程的监测控制,才能推动我国种子包衣机整体性能的提升。

种子包衣机的结构大致可以分为种子供给装置、种衣剂供给装置、混合装置、搅拌输送装置和控制系统5个部分,其控制系统与其它的各个部分都有关联,发挥着重要的协调作用。因此,要改善机械整体性能,控制系统的升级是关键。目前,国内关于种子包衣机的报导大多集中在控制系统方面,研究人员从实际应用出发,设计了多种类型的控制系统和方法。早期的种子包衣机设计都侧重于机械部分,控制部分虽然实现了电气化,但是只能通过电机的开关来决定加料的时机,无法对加入的物料量和混合程度进行精确控制。随着技术进步和设计思想的更新,可编程逻辑控制器(PLC)、单片机、传感器和微芯片被应用于包衣机,提高了控制的精度和效果^[7-10]。在软件方面,杨婉霞等将智能专家系统引入包衣机控制过程,通过专家的领域知识和规则推理达到了精准包衣的目的^[11]。

现有的各型种子包衣机大多采用变频器来对喂料电机和供液电机进行控制,以实现种子量和种衣剂

收稿日期: 2018-07-31

基金项目: 重庆市教委科技项目(KJ1729403); 重电智能机器人技术研究中心项目(XJPT201705)

作者简介: 赵鹏举(1978-),男,陕西咸阳市人,副教授,硕士,(E-mail)naye539754@163.com。

的精确供给。变频器是将变频技术与微电子技术结合,通过改变电源频率来调节交流电动机转速的电力设备。作为一种成熟的传动控制装置,变频器对转速的调节范围宽、精确性和可靠性好,调节效率高,且操作方便^[12]。基于上述的优点,变频器在电气行业中得到了广泛的应用,主要在电动机调速、绿色发电和变频电源3个方面^[13],具体的生产领域则包括食品加工和煤炭化工机械等^[14-15]。

目前,种子包衣机上安装变频器主要用于调节喂料电机和供液电机,而对后续的混合和输送环节重视程度不够。为此,设计了基于变频器的种子包衣机电气控制系统,将变频器与PLC结合,对包衣过程中的物料供给、混合和输送环节进行精确控制,以提高包衣机的作业效率和质量。

1 总体设计

电气控制系统以5B-5型种子包衣机为安装平台,是由农业部南京农业机械化研究所在吸收国外技术的基础上根据我国具体国情研制的种子包衣机。该型机械为甩盘雾化式,适用于小麦、玉米、棉花和水稻等作物,生产能力可以达到5t/h。种子包衣机除固定的支架结构外,还包括种子供给装置、种衣剂供给装置、混合装置、搅拌输送装置和电气控制系统5个工作部分。控制系统与其它4个部分都紧密关联,协调机械整体的正常运行。电气控制系统的核心是PLC和变频器,其它部件还有操作显示屏、各型传感器、报警装置和D/A转换器,如图1所示。

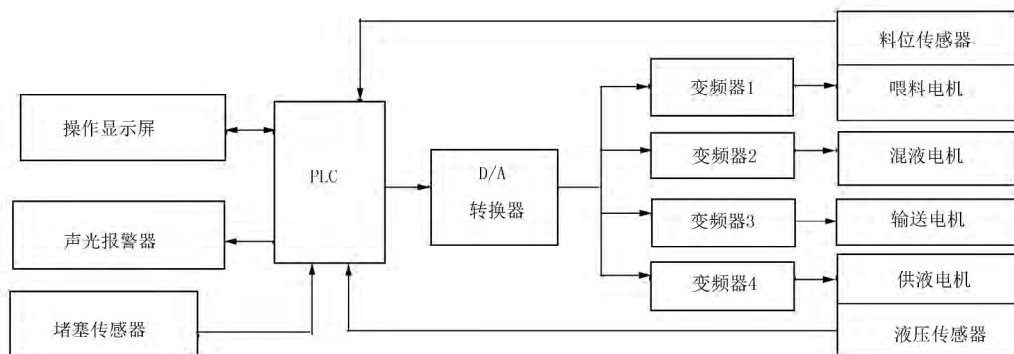


图1 电气控制系统的总体设计

Fig.1 Overall design of the electric controlling system

2 组成部分

种子包衣机是一个复杂的整体,电气控制系统除了控制核心外,还带有外围电路、操作显示屏、通信接口和转换器等部件。此外,控制系统涉及到多个传感器、电机、阀门和开关的信号输入输出,因此核心控制器必须具备大量数据信息的快速处理能力。PLC采用的是PHILIPS公司的2114型微控制器,包括ARM7TDMI-S内核、128kb的高速存储器、4路10位的D/A转换器、2个工业标准UART和高速I²C接口,具有ISP和IAP功能。2114型PLC最多能承载19个输出信号端和16个输入信号端,通过RS485串行接口与其它设备连接。

操作显示屏为LS2223WC型,用于设定包衣机的工作参数和电气开关阈值,并显示机械的运行状态。传感器共有3种:料位传感器为CJA41型电容接近开关,安装在喂料器下方,用于检测种子供给量;供液传感器为CYG3002型压力开关,安装在量筒中,用于检测种衣剂供给量;堵塞传感器为PRL100型阻旋物位

开关,安装在出料口上,用于检测搅拌轴的运转情况。传感器采集的信息最终汇集到PLC中,经过处理后为形成控制决策提供依据。声光报警器为BC-3B型,在出料口堵塞时暂停作业进程,并启动声光报警以提示操作人员排除故障。

PLC形成控制指令后,通过DAC7631E型数模转换器转换为可以识别的模拟信号并发送到变频器。变频器采用西门子公司MacroMaster系列变频器,经过USS通信协议接收PLC发来的控制信息,并能反馈接收信息的应答。变频器的标准RS485接口以半双工形式传输数据,实现与PLC之间的通信,接受的控制指令包括启停、参数设置和频率调整等。上述通信方式的抗干扰能力强,可靠性好,具有较高的通信速率和质量。

变频器通过改变频率来调整电机的转速,从而实现对物料喂入量和混合及输送设备运行速度的无级变频调节和精确控制。控制系统中的变频器有4个,分别控制喂料电机、供液电机、混液电机和输送电机。喂料电机驱动喂料器的叶轮旋转,决定了种子供给的

数量和连续性。供液电机驱动计量泵,可以将种衣剂药液定量地抽入量筒中。混液电机同步驱动种子抛撒盘和药液雾化盘,转速对包衣的均匀度有重要影响。输送电机驱动搅拌轴使种子和药液进一步混合,同时沿着槽体向外输送,防止包衣后的种子堆积堵塞。

3 软件设计及功能实现

控制系统的软件是嵌入式的 $\mu C/OS-II$ 实时操作系统,内核代码小,可移植性强。 $\mu C/OS-II$ 程序具有任务时间管理、任务间通信同步和内存管理的功能,可以移植到 2114 型控制器中实现与变频器之间的连接和通信。以处理器与编译器之间的 3 个函数为基础,处理器利用内嵌汇编语言移植 $\mu C/OS-II$ 程序。处理器不同功能的底层函数由关键词声明,在调用声明函数时经过软中断进入管理模式,根据不同的功能号启动变频器的开关、参数设置和频率调整等功能,实现对机械的电气控制。电气控制程序如图 2 所示。

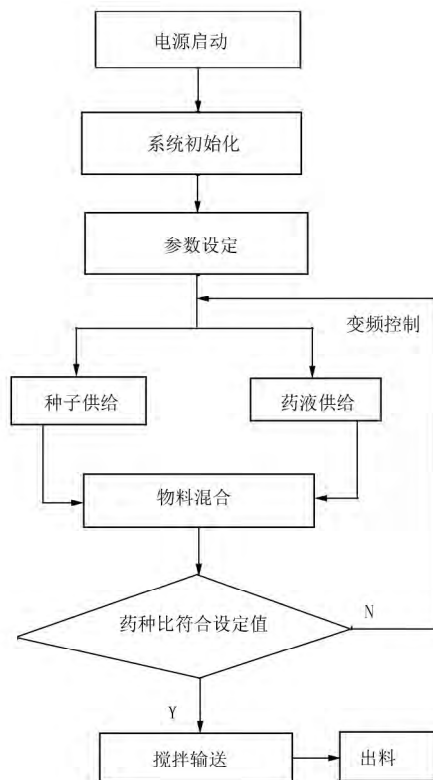


图 2 种子包衣机的电气控制流程

Fig.2 The electric controlling process of seed coater

包衣机电源开启后先进行系统的初始化(即药液桶补液)喂料室和混合仓清空及相关的电机开启;然后在操作显示屏上输入生产率、种子容重和药种比等参数,由 PLC 的软件程序计算出种子和种衣剂的供给量。机械开始运行后,变频器 1 和 4 根据 PLC 的指令

调节到相应的频率,控制各个电机的转速实现精确的药种配比。料位传感器和液压传感器实时监测物料的供应状况,反馈给 PLC 以便对变频器的频率及时进行修正。同时,PLC 还根据物料的供应状况改变变频器 2 和 3 的频率,使混液电机和输送电机保持合适的转速,既保证作业的顺利进行,又减少了电量的消耗。当喂料室空仓后,喂料电机停止,然后供液电机、混液电机和输送电机依次延时数秒后停止,便于物料的充分混合、搅拌和输送。当堵塞传感器检测到出料口堵塞时,所有的电机停止且启动声光报警,待排除故障后再次运行。

4 功能测试

通过试验对电气控制系统的性能进行测试,测试的作物种子为小麦、玉米和大豆。包衣剂为福多种衣剂,在使用前添加红色染料作为警示,以便于观察种子的包衣效果。设置种子包衣机的生产率 5t/h,药种比 1:50,小麦、玉米和大豆种子的容重分别为 780、770、810kg/m³。试验结束后,统计实际生产率、种子破损率、包衣合格率和自动清机度,评价该系统的控制性能。

试验结果如表 1 所示。由表 1 可知:3 种作物种子的包衣生产率分别为 4.94、5.08、4.97t/h,与设定值极为接近,表明电气系统能够精确地控制生产效率;种子破损率最高仅为 0.15%,包衣合格率和自动清机度分别超过 96%和 98%,表现出理想的包衣质量。

表 1 电气控制系统的性能评价

Table 1 Performance evaluation of the electric controlling system

作物	实际生产率 /t · h ⁻¹	种子破损率 /%	包衣合格率 /%	自动清机度 /%
小麦	4.94	0.08	97.4	99.0
玉米	5.08	0.13	96.2	98.6
大豆	4.97	0.15	98.1	99.2

5 结论

设计了基于变频器的种子包衣机电气控制系统,将变频器与 PLC 结合,对包衣过程中的物料供给、混合和输送环节进行精确控制。在对 3 种作物的测试中,安装该控制系统的种子包衣机生产率与设定值极为接近,表明系统能够精确地控制生产效率。经过包衣的种子破损率最高仅为 0.15%,包衣合格率和自动清机度分别超过了 96%和 98%,表现出理想的包衣质量。系统通过变频器对各环节上电机进行精确控制,

获得了良好的效果,可以用来提高种子包衣机的作业效率和质量。

参考文献:

- [1] 戴思慧,熊兴耀,孙小武.我国西瓜种子生产加工处理现状及发展趋势[J].中国瓜菜,2012,25(2):39-42.
- [2] 张繁,张海清.种子包衣技术研究现状及展望[J].作物研究,2007,21(5):531-535.
- [3] 吴峰,张会娟,谢焕雄,等.我国种子包衣机概况与发展思考[J].中国农机化,2017,38(10):116-120.
- [4] 赵德春,赵巍.5BJZ-3.0型新型种子包衣机的设计[J].农机化研究,2006(3):97-98.
- [5] 胡志超,计福来,高刚华,等.5B-5型智能化种子包衣机[J].农业机械学报,2007,38(9):205-207.
- [6] 赵磊磊,聂立水,朱清科,等.种子包衣机及其在中国的应用研究[J].中国农学通报,2009,25(23):126-131.
- [7] 沈慎,赵春宇,陈大跃.基于PLC2114的农用包衣机嵌入式控制系统设计[J].自动化技术与应用,2005,24(3):42-44.
- [8] 胡良龙,胡志超,高刚华,等.基于PLC的种子包衣机自动控制
- 控制系统设计与实现[J].农业工程学报,2007,32(8):140-144.
- [9] 杨婉霞,赵武云,王关平.基于AVR单片机和RS-485的种子包衣机控制系统[J].农机化研究,2010,32(12):146-149.
- [10] 桑杰,赵春宇,朱成刚.BY-150型种子包衣机检测控制系统设计[J].农机化研究,2015,37(3):83-86.
- [11] 杨婉霞,赵武云,杨梅.基于专家系统的智能化种子包衣机控制系统研制[J].中国农机化,2014,35(1):216-219.
- [12] 陈国呈.变频器的发展动向与变频器在应用中应注意的一些问题[J].上海大学学报:自然科学版,1995,1(5):542-550.
- [13] 马小亮.变频器的应用及市场[J].电气应用,2002(10):5-7.
- [14] 景全荣,杨炳南.变频器在食品加工机械中的应用[J].粮油加工与食品机械,1998(2):38-39.
- [15] 迟德福.大容量焦炉机械变频器智能控制[J].冶金设备,2007(S1):43-45.

Research on Electric Control System of Seed Coating Machine Based on Frequency Converter

Zhao Pengju

(Chongqing College of Electronic Engineering, School of Computer, Chongqing 401331, China)

Abstract: Seed coating is a seed processing technology, which is conducive to improving seed quality and promoting yield increase. The seed coating machine has high work efficiency and low pollution, and is currently a commonly used coating method. China's seed coating machine is not highly automated, the coating quality is low, and there is a gap between the operation effect and the requirements of modern agriculture. To improve the overall performance of the seed coater, the upgrade of the control system is key. In this paper, the electric control system of seed coating machine based on frequency converter is designed. The frequency converter is combined with PLC to accurately control the material supply, mixing and conveying in the coating process. The test results show that the seed coater installed in the system has a productivity close to the set value, which can precisely control the production efficiency and obtain the desired coating quality. Therefore, the electrical system can accurately control the motor through the frequency converter, which can improve the working efficiency and quality of the seed coating machine.

Key words: seed coating machine; control system; frequency converter