

精密播种机排种自动控制装置

娄秀华

(中国农业大学 工学院,北京 100083)

摘要 为提高精密播种机的播种均匀性,解决地轮打滑和手动调换链轮或调整排种器排种量的问题,研究了一种用于精密播种机的排种自动控制装置。系统由五轮仪、智能控制单元、人机接口单元和执行单元组成,可以完成数据的输入、处理和排种器转速的控制。作业时系统采用五轮仪测量播种机的作业速度,用步进电机代替地轮作为执行机构带动排种器转动,减小了地轮打滑对播种均匀性的影响。该控制装置可以直接对五轮仪直径、排种器孔数和播种量等参数进行设置,使用方便。试验结果表明,系统运行稳定,可保证排种器与五轮仪转速同步,提高了播种机的播量均匀性,达到了设计目标。

关键词 精密播种机;控制装置;步进电机;五轮仪;排种器

中图分类号 S 223.250.2

文章编号 1007-4333(2004)02-0015-03

文献标识码 A

Controller for seed metering device used in precision drill

Lou Xiuhua

(College of Engineering, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

Abstract A controller for precision seed metering device was developed. The controller includes a speed-measuring instrument, auto-control system, man-machine interface and driving mechanism, it can input data, process data, and automatically control the speed of the seed-sowing device. During seeding, the speed-measuring instrument gets the speed of precision drill and the step motor is used to control the seed-metering device. Thereby, decreases the effect of the wheel skid on the uniformity of seed-metering. The system is simple and can directly input the diameter of the speed-measuring instrument, the seed hole of seed-sowing device and the amount of seed. By experiment, the system is reliable and can make the speed of the seed-sowing device and the speed-measuring instrument uniformity, and improves the uniformity of the amount of seed, and achieves the goal of design.

Key words precision drill; controller; step motor; the speed-measuring instrument; the seed-sowing device

精密播种机的播种均匀性是人们普遍关注的问题。日本于 20 世纪 90 年代初期开始研制电磁控制排种装置,用于电子控制的精密播种机上,其主要装置是一个变频电路,将频率信号(车速)转成电压信号控制驱动排种器电机的速度,这种方法的缺点是排种器的排种补偿难以实现。我国在播种均匀性监测上进行了一些研究,但有关提高播种均匀性的研究尚未见报道。

传统播种机使用地轮驱动排种器,地轮阻力大,容易打滑。保护性耕作收获后不翻耕,土壤表面至少有 30% 的残茬覆盖,秸秆和杂草使地轮的附着力

减弱,地轮打滑更加严重,播种均匀性无法得到保证。另外,生产中精密播种机播种量的调节也比较困难,传统的方法是经人工计算后,手动调换不同的链轮或排种器,费时费力,而且此种调节是有级的,很难达到精密播种要求。针对上述问题,笔者研究了一种用于精密播种机的排种自动控制装置^[1~5]。

1 工作原理

本系统采用电机驱动排种器。为使电机及排种器转速与播种机作业速度一致,系统采用智能控制器(单片机)测量播种机作业速度,并根据测得的速

收稿日期:2003-07-15

作者简介:娄秀华,硕士,讲师,主要从事机械设计与制造的研究。

度动态调节电机转速。由于五轮仪所受阻力较小,能准确反映播种机的真实作业速度,故将五轮仪直接安装在播种机上,用于测量播种机的作业速度。

系统内部的智能控制器(单片机)可根据播量要求自动进行计算,确定播种机作业速度与排种器转速之间的关系,操作时通过键盘输入播种量、五轮仪直径等参数,就能达到无级调节播种量。

2 控制装置硬件设计

系统由数据输入、智能控制单元、人机接口单元和执行单元4部分组成,其硬件结构见图1。其中虚线部分是系统的控制主板结构,构成一个微型计算机系统,是整个控制系统的智能控制单元,具有软件的存储、I/O、定时及中断、数据的处理、执行元件控制命令的发出等功能。

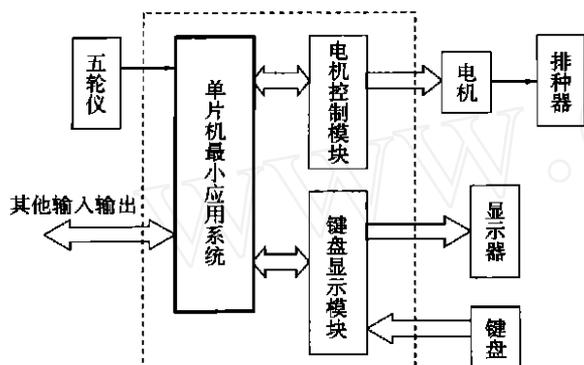


图1 系统硬件结构

Fig. 1 Structure of hardware

2.1 数据输入部分

本系统中五轮仪只用于测速,为减少其打滑现象,其轮采用大直径、轻质、轻接地压及外套橡胶的形式设计。设计方案中五轮仪周长1.6m,采用弹簧对其加压。其轮轴上安装一圆盘,上面均匀分布8个磁块,当五轮仪转动时,磁块接近霍尔传感器^[6],传感器输出低电平。这样,在作业中测得2个低电平之间的时间,又已知2个低电平(2个磁块)之间的夹角,即可计算出五轮仪的转速,从而得到播种机的转速。

2.2 单片机最小应用系统

8031单片机外接片外程序存储器和数据存储器构成了单片机最小应用系统^[7,8]。8031单片机是系统的关键部件,作业前可以处理参数的输入。作业时,8031单片机接收五轮仪的输入信号,通过预先设置的控制算法对数据进行加工处理,然后将结

果输出到控制单元,对排种器转速进行控制。

因系统中8031单片机2个外部中断都被占用,为了不增加其他硬件,利用其定时/计数器1的外部事件计数输入功能扩展一个外部中断,用来接收8279接口芯片的中断请求。设置定时/计数器1工作在模式2(外部脉冲输入计数方式),并将TL1和TH1初值定为0xff。TL1作为一个8位的定时/计数器,当有一个下降沿来临时,计数器TL1溢出,定时器1中断,这时TH1中的内容重新装载到TL1,为接收下一个中断做好准备。

2.3 电机控制模块

系统执行机构步进电机的输入为脉冲信号,当有一个脉冲输入,电机输出轴就转动一固定的角度^[9,10],所以只要改变输入脉冲的频率,就可以改变步进电机的速度。改变输入脉冲频率的方法很简单,可以用8031单片机的1位I/O口向步进电机发送变频脉冲,但考虑到8031单片机还要做其他的工作,发送变频脉冲不仅占用CPU的时间,而且要占用单片机的I/O口和中断资源,因此系统中使用单片机控制1片8253计数器发送脉冲来驱动步进电机。

步进电机所需脉冲的最低电平一般都有宽度要求,试验使用的四通电机要求低电平不低于500ns,因此将计数器0和1串联使用,计数器0相当于分频器,将分频好的频率信号输入计数器1,计数器1的输出控制步进电机。计数器0的工作方式为方波发生器方式,8031单片机的ALE提供计数器0的输入脉冲,其输出脉冲频率可按实际情况设定,此系统中设定计数器0的输出脉冲宽度为2 μ s。计数器1的工作方式设置为频率发生器方式,输出低电平的宽度等于计数器0输出脉冲的一个周期(即2 μ s),可满足四通电机的输入要求。

作业时,单片机监测到播种机作业速度改变后,将计算得到的合适的转速数据写入8253计数器,即可改变排种器的转速,使之与播种机保持同步。

2.4 人机接口模块

人机接口模块是操作员与系统交互的接口,包含12位键(10位数字键、2位功能键)和4位的LED显示器。通过键盘和LED显示器可以对五轮仪直径、排种器孔数及播种量等参数进行设置,LED显示器还可显示系统的运行状态。

键盘、显示器接口芯片选用Intel 8279。Intel 8279是一种实现键盘输入和段式数码显示控制的

专用智能芯片,具有使用简单、功能强大的特点。

3 试验仪器与方法

在试验室土槽中进行系统测试,试验用辅助器材为一套 CVI 控制系统,此系统用于控制土槽小车的速度,并采集各类传感器的数据。

试验分 2 部分:

1) 验证系统中五轮仪与排种器的同步性。在五轮仪和排种器上各放置 1 个速度传感器,试验时通过 CVI 控制系统同时采集五轮仪和排种器的转速数据,共采集样本 50 组。CVI 控制系统对每组数据进行相关分析,验证系统中五轮仪与排种器是否同步。

2) 测试此系统在不同速度 ($0.8, 1.2, 1.6$ 和 $2.0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$) 条件下的排种均匀性和播量均匀性。在排种器的下方放置一个光电传感器,用于测量种子下落的时间间隔。CVI 控制系统采集种子下落的时间间隔数据,并根据测得的五轮仪的转速及种子下落的时间间隔,得出每组区长为 10 m 时的排种均匀性和播量均匀性变异系数。

4 试验结果

五轮仪与排种器的同步性试验中,通过 CVI 控制系统对采集到的五轮仪转速数据和排种器转速数据进行相关分析,50 个样本中,相关度最小的 0.92,最大的 0.97,说明排种器和五轮仪有较高的同步性,用此控制方法可以重现播种机的速度。

排种均匀性及播量均匀性试验结果表明,随着速度的增大,排种器的排种均匀性和播量均匀性(每 m 播量)都会下降,因此试验中根据播量与速度的关系曲线,使用非线性插值方法(控制算法)对播量进行了补偿,然后再进行试验。结果表明,通过这种补偿可以使播量与速度无关,提高了播量均匀性。随速度的增加排种均匀性还会下降,但与补偿前比较,排种均匀性可以提高 6 个百分点。

5 结 论

1) 采用此控制方法可以保证排种器与五轮仪转速保持同步,从而减少了地轮打滑对排种均匀性的影响,达到了设计目标。

2) 系统利用智能控制器对排种器的转速进行控制,可以有效地对排种器的播量进行补偿,提高了播种机的播量均匀性。

3) 使用本系统进行播种量调节时,不需更换链轮,只需输入播种量参数,提高了调节精度。

参 考 文 献

- [1] 娄秀华. 小麦精密播种机排种器微机检测系统的试验研究[D]. 陕西杨凌:西北农业大学,1997
- [2] 赵春和,王淑珍,鲍海福,等. 玉米精量播种机标定播种量与实际播种量的研究[J]. 北京农业科学,1997,15(3):15~17
- [3] Okada. Studies on the precision seeding-seed metering system using bowl type feeder[J]. The Journal of the JSAM,1982,44:431~437
- [4] 丁至成,吴建军. 单片机排种均匀度检测系统的研究与试验[J]. 农业工程学报,1996,12(2):169~172
- [5] Zhang S. Automatic feeding control of fertilizer applicator and seeder based on running speed signals[J]. The Journal of the JSAM,1997,59:39~47
- [6] 刘君华. 智能传感器系统[M]. 西安:电子科技大学出版社,1999.102~105
- [7] 何立民. MCS-51 系列-单片机应用系统设计-系统配置与接口技术[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,1999.42~47
- [8] 张桂香,王辉. 计算机控制技术[M]. 西安:电子科技大学出版社,1999.32~46
- [9] 蒋惠忠,张淳民. 应用单片机测试电动机瞬时转速及转速变化[J]. 纺织高校基础科学学报,1998,11(3):266~269
- [10] 王福瑞. 单片微机测控系统设计大全[J]. 北京:北京航空航天大学出版社,2001.326~331