

水稻直播机播种监测器研究

郑一平, 花有清, 陈丽能, 林 契, 吴雄彪

(金华职业技术学院机电学院, 金华 321017)

摘 要: 针对水稻机直播时播种量超限不易察觉的难题, 研制了播种监测器。监测器可用键盘进行播种量及播种误差设置, 以红外光敏对管作为监视传感器, 采用 AT89C51 单片机对信号进行采集、处理, 用显示器实时显示播种量。当播种量超出预设值的范围时, 声光报警装置自动报警。监测器具有如下特点: 1) 监测精度较高, 工作可靠; 2) 可同时监测多播行的播种量, 具有可扩展性; 3) 结构简单, 操作方便; 4) 成本低; 5) 适用范围广。试验结果表明, 各项性能指标均达到了设计要求, 实现了水稻直播机播种量的自动监测, 为水稻精量直播、增产增收创造了条件。

关键词: 水稻直播机; 单片机; 播种监测; 播种量

中图分类号: TP368.1; S223.2

文献标识码: B

文章编号: 1002-6819(2005)04-0077-04

郑一平, 花有清, 陈丽能, 等. 水稻直播机播种监测器研究[J]. 农业工程学报, 2005, 21(4): 77- 80

Zheng Yiping, Hua Youqing, Chen Lining, et al. Seeding detectors for rice drill[J]. Transactions of the CSAE, 2005, 21(4): 77- 80 (in Chinese with English abstract)

0 引言

水稻直播机在田间播种时, 实际播种量随着机器的田间行驶速度变化而改变。以毛刷清种式窝眼轮排种器为例, 在一定的速度范围内, 随着机器行驶速度加快, 由带动层带出的种子数就增加, 播种量也就增大; 随着机器的行驶速度继续增大, 当窝眼轮的线速度超过 0.2 m/s 时^[1], 种子的充填性能变坏, 播种量就减小。试验表明, 其播种量变动值达 30 粒/m 左右。由于现有的水稻直播机没有播种监测装置^[2], 一方面机播时机手需要一边操作, 一边观察播种情况, 增加了机手的工作负荷, 降低了工作效率, 另一方面播种量是否符合农艺要求^[3,4], 机手很难判断。播种时出现少播、超播, 或因种箱排空等原因产生断条漏播现象, 也不易察觉。如果超播, 导致田间出苗太密, 容易引起倒伏减产; 如果少播或有断条漏播现象, 则使得田间基本苗太少, 因而造成减产。为了提高播种质量, 增产增收, 国内外学者纷纷开展对精密播种机工况监控系统的研究。目前国外与整机配套的监测技术比较完善, 智能化程度及可靠性均比较高, 具有代表性的产品是美国 cyclo-500 型播种机上配置的电子监控系统^[5]。国内也已研制出多种精密播种机工况监测产品^[6-11]。但是, 所有这些研究都只限于玉米、大豆、小麦等作物单粒精播时的播种监测, 有的监测产品只有单一的漏播、堵塞报警功能^[11], 而对于采用稀条播的水稻播种监测尚无人涉及。为此, 作者研制了水稻直播机播种监测器, 实现了水稻直播机的播种量自动监测。

1 监测器工作原理

监测器的硬件部分采用 AT89C51 单片机作为中

央处理器, 并配有数据采集装置、显示及报警装置和键盘电路等(图 1)。因水稻品种不同, 机直播时的播种量不一样。所以监测器工作时, 首先通过小键盘根据农艺要求进行播种量(粒·m⁻¹)和播种误差(±粒·m⁻¹)设置。然后由数据采集装置分别对各播行排出种子的信号和直播机行进距离的脉冲信号进行检测, 并对采集到的信号进行预处理, 再将信号送入单片机 I/O 口; AT89C51 单片机循环采集 I/O 口上各播行的排种信号, 并将采集到的信号累加后存储。每当机器前进 1 m 时, 单片机读取各播行的排种数, 即获取各播行的实际播种量——每米播行长度内插入的种子数量, 并与预设的播种量进行比较; 当实际播种量超出预设播种量的范围时, 声光报警装置发出报警信号; 显示器则实时显示指定播行的播种量, 也可用功能键查看其它播行的播种量和总播量。

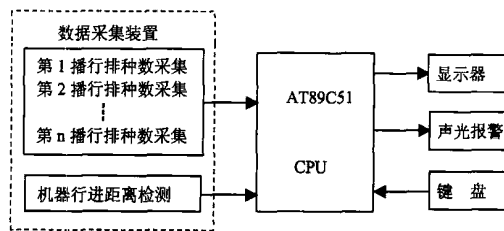


图 1 监测器工作原理框图

Fig 1 Flow chart of working principle of the detector

2 数据采集装置

2.1 排种数采集

数据采集装置由排种数采集和直播机行进距离检测两个模块组成。在排种数采集模块中, 将红外光电传感器安装在输种管的入口处, 排种器将种子排入输种管时, 红外传感器将种子下落信号转换为电脉冲信号, 该脉冲信号经过放大、整形, 送到一个二进制计数器暂存, 等待 CPU 读取(图 2)。

收稿日期: 2004-07-26 修订日期: 2004-09-29

基金项目: 浙江省科技计划项目(2004C31019)

作者简介: 郑一平, 副教授, 浙江省金华市宾虹路 1195 号 金华职业技术学院机电学院, 321017。Email: zyp5711@yahoo.com.cn

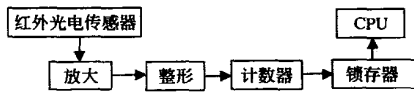


图2 排种数采集模块电路示意图

Fig 2 Diagram of circuit of seeding-number collecting module

为防止进入输种管的种子漏检,特设计了一个输种管接头。接头的横截面设计成矩形(图3),接头上端连接排种器的排种口,下端连接输种管。将红外光电传感器安装在接头的下部。因谷粒较小,故选取直径只有3mm的红外发光管,使其一个个紧挨着布满接头横截面的一侧,而红外接收管则一一对应地分布在接头横截面的另一侧,以消除传感器检测的“盲区”^[12]。为了提高排种监测的精度,避免两粒以上种子同时落下而产生漏检,在接头上部设有斜面B,在检测截面的上方,通过图中所示的小黑点处,沿前后方向穿若干条平行的细线,每条线上下错开,以免种子堵塞。由排种器排出的种子流先落到斜面B上,种子流与斜面B产生碰撞后散开,继续下落,通过穿线区时,这些线将种子流完全分散,并使种子通过检测截面的时刻错开。此外,用一块不透明的、很薄的隔板将检测截面中间隔开,分两个区进行检测。上述措施大大降低了漏检率,使排种监测精度达到了设计要求。

由于直播机同时进行多行播种,为确保每播行的排种数不漏检,每一播行都配有排种数采集电路,采集电路的个数由实际播行数确定。

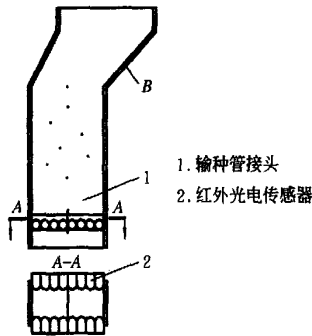


图3 输种管接头示意图

Fig 3 Diagram of joint of seed tube

2.2 直播机行进距离检测

检测直播机行进距离仍采用一对红外光电传感器。考虑到播种量监测应与排种器的工作状态同步,而排种器的驱动方式有两种:拖拉机动力输出轴驱动和地轮驱动。不论哪种驱动方式,排种变速器输入轴与驱动轮或地轮的传动比*i*为定值。所以,在排种变速器的输入轴上装一个转盘,转盘上均布*m*个圆孔(图4)。一对红外光电传感器安装在传感器座内,传感器座可固定在排种变速器的外壳上。安装传感器座时,必须保证一对传感器的中心线与转盘上的圆孔对齐(图5)。排种器工作时,转盘随输入轴与驱动轮或地轮同步传动。当转盘上

的圆孔旋转至与传感器对准时,光电二极管导通;圆孔与传感器错开时,光电二极管截止,则转盘转一圈产生*m*个脉冲。行进距离检测模块将检测到的脉冲信号放大、整形后直接送至单片机的定时/计数器。排种器停止排种,转盘不转动,此时没有距离脉冲输出,播种量监测也即停止。机器每前进1m采集到的脉冲数*k*可由下式计算

$$k = \frac{1000m \cdot i}{\pi \cdot d(1 \pm \delta)} \quad (1)$$

式中 *k*——直播机每前进1m时的脉冲数,取整数;
m——转盘上的圆孔个数;*i*——排种变速器输入轴与驱动轮或地轮的传动比;*d*——驱动轮或地轮直径,mm; δ ——驱动轮滑转率(δ 为负)或地轮滑移率(δ 为正), $\delta = 0.05 \sim 0.1$ 。

当*m*、*k*值确定后,*k*个脉冲直播机前进的实际距离*s*为

$$s = \frac{k \cdot \pi d(1 \pm \delta)}{m \cdot i} \quad (2)$$

距离检测的绝对误差*e*为

$$e = \pm [1000 - \frac{k \cdot \pi d(1 \pm \delta)}{m \cdot i}] \quad (3)$$

因此,在确定转盘上的圆孔个数*m*时,必须使测距误差*e*的绝对值尽可能小。若 $|e| < 5$ mm,则此误差可忽略不记。

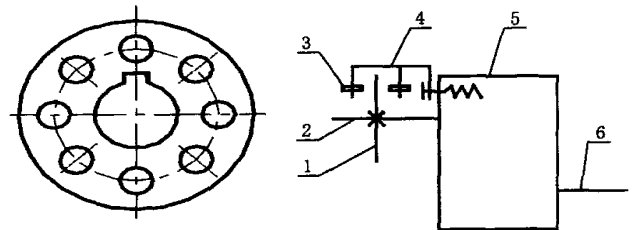


图4 转盘形状
Fig 4 Shape of rotating plate

1 转盘 2 输入轴 3 红外光电传感器
4 传感器座 5 排种变速器 6 输出轴
图5 测距传感器安装示意图
Fig 5 Diagram of installation of distance measuring sensor

3 AT89C51 单片机

AT89C51 单片机是8位的微处理器,内含有4KEPROM和256BRAM,不需外接存储器,其工作速度较快,价格便宜,因此,选为中央处理器。图6为监测主程序框图。单片机循环读取各播行的排种信号,为确保各排种数采集电路送来的排种信号都能被单片机读取而不致漏读,每个排种数采集电路都有计数器,可暂存2粒排种信号。单片机每读取到一个信号,即将该播行的排种数加2后存储,并向排种数采集电路发出清零信号,使之复位。同时,由行进距离检测模块送来的距离脉冲信号由单片机的定时/计数器累加记数,当距离脉冲数达到程序设定的最大值*k*时,机器前进了1m,此时产生中断信号,单片机响应中断,取出各播行的排种数——即各播行的实际播种量(粒/m)与预设的播种量进行比较,同时将播种量送显示器显示。实际播种量小

于预设播种量的下限为少播, 大于预设播种量的上限为超播, 少播和超播称之为非正常播种。若有非正常播种状况, 声光报警装置自动报警。同时, 显示器显示出非正常播种的行数, 机手可通过功能键查看非正常播种的播行及其播种量, 以便及时采取相应的解决措施。

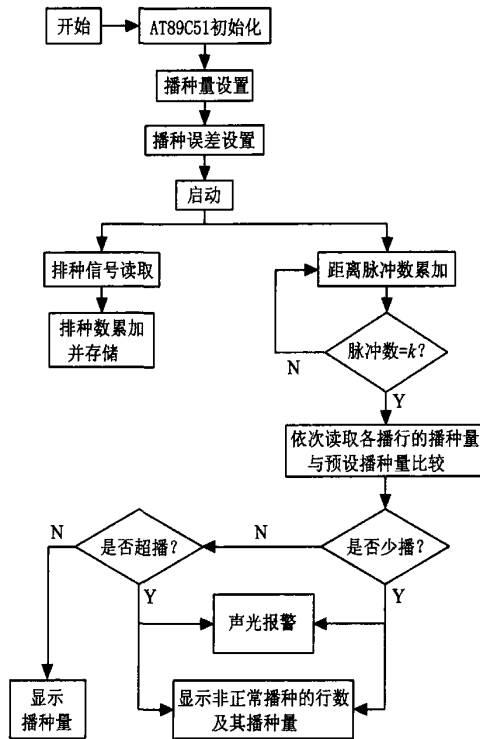


图 6 监测主程序框图

Fig 6 Flow chart of main detection program

4 显示及报警装置

由 8 位数码管组成的显示器采用十进制显示, 能实时显示指定播行的播种量。当出现少播或超播时, 显示器自动显示出非正常播种的行号, 并可用功能键翻页显示非正常播行的播种量。同时, 报警装置自动发出报警信号。当电源电压不足导致监测器工作不正常时, 报警装置会以不同的频率发出报警信号。考虑到机器在田间作业时, 户外光线较强, 发动机有噪声, 所以采用声光双重报警。

本监测器采用 16 键的小键盘作为人机对话的界面。键盘上设有启动、暂停、单行播种量设置、播种误差设置、单行播种量显示、总播量显示、清零、复位等功能键。在播种监测过程中, 可通过功能键查看指定播行的播种量及总播量。播种机转弯、转移时, 排种器停止排种, 此时按下暂停键即停止监测, 并保持原有监测数据, 也可清零或复位。

5 试验结果

为了测试监测精度, 进行了播种监测试验。试验分别做播种量监测试验和非正常播种时的报警试验。试验所使用的直播机有 8 播行, 排种器是可调式窝眼轮排种

器。播种监测试验参照 GB/T 9478-88《谷物条播机试验方法》^[13], 做了装机动态试验。将监测器安装在水稻直播机上, 直播机以正常作业速度在平整的地面上恒速行驶, 按预调好的排种量进行播种。以纵向 1 m 为一段, 每播行取样长度 10 m。记录下全部播行各段播种量监测值, 并数出落在地面上每米长度内的种子粒数。播种量监测试验的数据对比见表 1, 试验结果见表 2。

表 1 监测器检测与人工检测数据对比
Table 1 Comparison of test results of seeding quantity detection

检测方法	行次	各段种子粒数 /粒·m ⁻¹										平均值 /粒·m ⁻¹
监测器检测	1	67	56	59	60	66	75	51	64	57	63	61.8
	2	65	61	71	66	73	62	64	63	62	58	64.5
	8	53	61	65	54	51	64	60	55	74	65	60.2
人工检测	1	69	57	61	62	69	76	52	66	57	65	63.4
	2	66	60	73	69	75	61	63	64	64	60	65.5
	8	55	63	67	54	53	65	59	56	76	67	61.5

表 2 播种量监测试验结果

Table 2 Test results of detection of seeding quantity

行次	1	2	3	4	5	6	7	8
漏检数/粒	16	13	17	18	13	20	19	14
重检数/粒	0	3	0	0	2	0	2	1
监测误差 $ \Delta /\%$	2.5	2.4	2.6	2.8	2.3	2.9	3.4	2.4

监测报警试验主要测试当实际播种量超过预设播种量的范围时, 监测器是否报警并正确显示非正常播种的行数。试验时有意将第 1 播行的排种量调大, 使之超播; 而将第 3 播行的排种口堵上, 然后启动直播机。试验表明, 漏播报警滞后距离为 1 m, 显示器上显示出非正常播种的行数为 2 行, 通过功能键查看, 故障位置显示为第 1 行和第 3 行。表 3 为监测器性能指标及其测试结果。试验结果表明, 监测器各项性能指标均达到了设计要求。

表 3 监测器性能指标及测试结果

Table 3 Test results and quality indexes of detectors

项目	技术要求	测试结果
采样周期/m	1	
报警滞后时间/s	2	1.6
报警可靠率/%	100	100
监测误差/%	±4	3.4

6 结语

针对水稻直播机没有播种监测装置, 播种量是否符合农艺要求较难判断的问题, 研制了水稻直播机播种监测器。本监测器具有如下特点: (1) 监测精度较高, 工作可靠; (2) 可同时监测多播行的播种量, 具有可扩展性; (3) 结构简单, 操作方便; (4) 成本低; (5) 该监测器略加改进, 可与各种型号的水稻直播机及其它播种机械配套

使用,适用范围广。总之,本研究解决了水稻直播机的播种监测问题,为水稻精量直播、增产增收创造了条件。

[参 考 文 献]

- [1] 机械、电机工程手册编辑委员会 机械工程手册(第11卷机械产品一)[M]. 北京:机械工业出版社,1982:65-45
- [2] 杨 坚,韦 林,覃振友,等. 2BD-8 自走型分流式小型水稻直播机[J]. 农业机械学报,1998,29(4):176-179
- [3] 罗锡文,谢方平,区颖刚,等. 水稻生产不同栽植方式的比较试验[J]. 农业工程学报,2004,20(1):136-138
- [4] 任文涛,崔红光,辛明金,等. 乳芽直播种植技术条件下水稻生长特性的研究[J]. 农业工程学报,2003,19(5):91-97
- [5] 赵百通,张晓辉,孔庆勇,等. 国内外精密播种机监控系统的现状和发展[J]. 农业装备技术,2003,29(4):11-13
- [6] 张锡志,李 敏,孟 臣. 精密播种智能监测仪的研制[J]. 农业工程学报,2004,20(2):136-139
- [7] 史智兴,高焕文. 玉米精播机排种监测报警装置[J]. 中国农业大学学报,2003,8(2):18-20
- [8] 张晓辉,赵秀珍,李法德,等. 精密播种机工况自动监控及播量数显系统的研制[J]. 农业工程学报,1997,13(2):169-172
- [9] 张锡智,李 敏,孟 臣. 精密播种机智能监测控制系统的研制[J]. 黑龙江八一农垦大学学报,2002,14(4):28-31
- [10] 刘淑霞,马跃进,孙耀杰,等. 精密播种机监测系统研究[J]. 农业机械学报,1998,29(增刊):72-75
- [11] 庞喜泉,吴相军,韩奎福. 2BJD-2 型电子监视精密播种机的研制与应用[J]. 山东农机,2002,(8):10-11
- [12] 史智兴,高焕文. 排种监测传感器的试验研究[J]. 农业机械学报,2002,33(2):41-43
- [13] GB/T9478-88. 谷物条播机试验方法[S]

Seeding detectors for rice drill

Zheng Yiping, Hua Youqing, Chen Lineng, Lin Qi, Wu Xiongbiao

(College of Mechanical and Electrical Engineering, Jinhua College of Profession and Technology, Jinhua 321017, China)

Abstract In view of the problem that exceeding the limited seeding quantity is hard to be detected in the use of the rice drill, seeding detector was researched and developed. The detector takes keyboards to set seeding quantity and errors, adopts the infrared photo tube as its detection sensor, employs single-chip microprocessors AT89C51 to collect and process signals and uses display to show the seeding quantity on the spot. When the seeding quantity surpasses the preset number, the sound-light alarming device gives an alarm automatically. The detector bears several characteristics as follows: (1) high precision and reliability; (2) ability to inspect seeding quantity of many rows simultaneously and expansibility; (3) simple structure and convenience; (4) low cost; (5) wide scope of application. The result of experiments shows that all the properties and indexes of the detector have met the expected standards. The detector achieves automatic seeding detection for rice drill, which serves to realize precise direct seeding and improve the production and income.

Key words: rice drill; single-chip processor; seeding detection; seeding quantity