

# 玉米精播机排种监测报警装置

史智兴 高焕文

(中国农业大学 工学院,北京 100083)

**摘要** 充分考虑田间作业条件,开发了基于数字集成电路的4行玉米精播机排种监测报警装置。从电路功能上解决了报警逻辑、时间选择、监测行设置等问题;考虑田间作业环境,设计了具有防雨性能的传感器外壳、传感器在排种通路的安装结构、与主机的连接方式以及整个装置的供电方案等。设计了具有突出抗尘性能的传感器。田间使用结果表明,该装置能够适应田间工作环境,可取代农机手实现可靠监测报警。

**关键词** 精密播种机;排种监测;传感器

中图分类号 S24

文章编号 1007-4333(2003)02-0018-03

文献标识码 A

## A seeding monitoring & alarming device for corn precision seeder

Shi Zhixing, Gao Huanwen

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

**Abstract** Fully considering the crop field condition, based on logic IC, a four rows monitoring device for corn precision seeders was developed, with sound and light alarm when absence or jam occurred. The study is not only including the circuit functions such as logic of alarm, time setting, rows selection, but also involving the connection ways between sensors and the main monitor, the setting structure of the sensors on the seeding tube, the waterproof and anti-dust of the sensors, and the method of power supply. This device was validated by field test. The functions are all credible.

**Key words** precision seeder; seeding monitoring; sensor

保护性耕作的核心内容是秸秆覆盖免耕播种。由于免耕播种时地面覆盖秸秆,地下有根茬以及地面不平整,对播种质量有明显的影响,播种机漏播和堵塞的可能性增大。通常监视播种机漏播和堵塞的方法是在播种机上配备农机手,机手要在颠簸行进的播种机上同时监视多个排种通路,工作条件艰苦,且很难保证及时发现问题。此外,带状粉碎免耕播种机为解决通过性问题安装了秸秆粉碎装置,出于安全考虑也不宜采用农机手监测排种的传统方法,而且秸秆粉碎时尘土飞扬,人眼无法看清排种情况。为此,笔者研制了可与中国农业大学保护性耕作课题组研制的带状粉碎玉米免耕精密播种机<sup>[1]</sup>配套,能够适应田间作业条件的排种监测报警装置。

播种机排种监测报警研究一直很受重视,监测内容和报警方案也常见报导<sup>[2~4]</sup>。本设计中全面

考虑播种机田间作业的特殊条件和需要,重点解决传感器的防尘、防雨、安装、供电等结构问题,还针对田间作业需要设计了多项附加功能。

### 1 监测报警装置电气设计

该装置从功能结构上分为电源、传感器、逻辑控制模块和报警模块4部分。

#### 1.1 电源

以拖拉机的12V电瓶为电源。其优点在于:与交流电网没有关系,干扰小;无需整流,12V直流电经过大功率集成稳压芯片78H05典型稳压电路,获得5V直流,正好满足本装置各个模块TTL工作电平的需要。

该装置最大工作电流200mA,功率在2W以内。一般拖拉机发电机功率在200W以上、电瓶容

收稿日期:2001-03-28

基金项目:中国-澳大利亚合作项目:旱地可持续机械化研究(LWR2/96/143)

作者简介:史智兴,博士,教授,主要从事计算机检测与控制方面的研究。

量在 100 A·h 以上,故该装置的耗电量不会对拖拉机电路产生影响。

### 1.2 传感器

传感器性能是关系排种检测系统性能的重要因素,其中检测准确率和抗尘性是最主要的参数。用于排种计数、落种间隔时间记录的传感器必须具有较高的检测准确率,不允许有漏检。用于漏播、堵塞监测的传感器,对检测准确率要求可以稍低,但是要求传感器能适应田间作业环境;对光电传感器来说就是要具备良好的抗尘性能,能在田间尘土飞扬的环境中长时间正常工作。根据田间播种试验,一般用 LED 为发光器件的光电传感器在尘土飞扬的环境中工作几分钟就开始出现误动作。针对这个问题,笔者对不同光敏器件、发光器件以及信号放大电路的组合进行对比试验,在激光束栅格传感器<sup>[5]</sup>的基础上设计制做了一种双路激光逆向直射光电传感器,抗尘性能较好,其结构示意图 1。

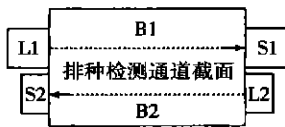


图 1 双路激光逆向直射传感器

Fig. 1 Sensor with double inverse transmission laser

该传感器的检测截面是 15 mm ×40 mm 的矩形通道,2 只激光二极管 L1、L2 和 2 片硅光电池 S1、S2 组成 2 个光电转换单元并且逆向安放。2 条激光束 B1 和 B2 之间的距离为 6~7 mm,激光束距通道管壁 4~5 mm,这个间距小于一般玉米种子的长度和宽度(但大于种子厚度),只要玉米种子通过光束间隙时不是最窄的姿态,就会阻挡激光束产生落种信号。2 片硅光电池串联使用,任何一路光束受阻挡,都能在串联电池两端产生明显的输出电压变化。2 对光电器件逆向安装,以避免同向安置时光束相互影响。

### 1.3 逻辑控制模块

报警逻辑控制电路和脉冲组合逻辑关系见图 2。电路中的 A 表示传感器信号整形以后的正脉冲,经过用于控制报警时间灵敏度的可重触发单稳触发器 4098,得到延时正向输出 C 和反向输出 D。4098 的延时通过阻容耦合实现,延时时间是播种时正常种子间隔时间的若干倍,如果取 5 倍,即连续 4 个播种位置没有种子时就发出报警信号。

本装置的报警信号由一个传感器的排种信号与

单稳触发器信号经逻辑组合得到。排种正常时传感器产生连续的正脉冲,漏播时传感器持续低电平,出现堵塞则持续高电平。传感器信号 A 取反得到 B,结合 4098 的输出信号 D、B、D 相“与”得到漏播报警信号 M、A、D 相“与”得到堵塞报警信号 N。

### 1.4 报警模块

报警模块接收逻辑控制模块的报警输出信号,经过驱动电路(图 2 中与 M 和 N 点连接的 4011)使声光器件工作。漏播和堵塞报警共用一个蜂鸣器。灯光报警使用 8 只发光二极管(LED),其中 4 只红色 LED 用于堵塞报警,每个 LED 表示一行的状态。另外 4 只是红绿双色 LED,红色用于各行的漏播报警,绿色表示该行排种正常。

在电路抗干扰方面采取了以下常规措施:每个芯片的电源引脚均连接 0.01 μF 的去耦电容;传感器与主机的连接使用三芯屏蔽线。经田间实际作业检验,没有出现干扰问题。

## 2 监测报警装置的结构设计

### 2.1 传感器的防雨结构

本装置中的传感器用厚度 2 mm 塑料板焊接,采用开口向下的罩壳式结构(图 3),电路引线从底部开孔引出。当传感器的上下接口与排种管套接之后,整个传感器没有向上的接缝,能够可靠防雨。

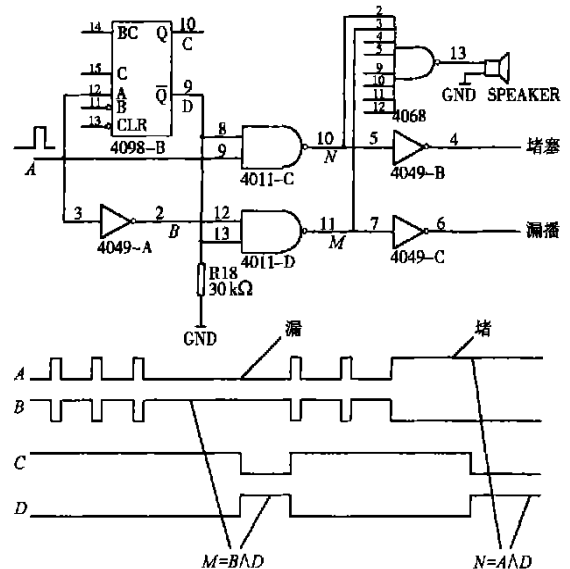


图 2 单行报警逻辑控制模块和脉冲组合关系

Fig. 2 Relationship between one way controlable warning logic and the pulse combination

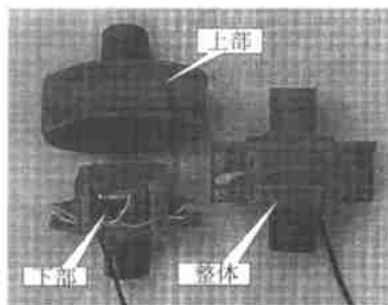


图3 传感器罩壳式防雨结构

Fig. 3 Structure of the sensor with casing

## 2.2 传感器在排种通路中的安装方式

传感器上下两端均预留 5 cm 长的硬塑料连接管,外径 32 mm,能够与常用的波纹排种管紧密套接。

## 2.3 主机与传感器的连接方式

本装置的电源模块、逻辑控制模块以及报警模块集中在一个机壳内构成主机。工作时主机安放于拖拉机驾驶室内。4 个传感器分别与主机用一条 3 芯电缆连接,其中 2 根用于主机向传感器电路供电,1 根用于将传感器信号送到主机。为了保证在拖拉机的颠簸振动中传感器与主机的连接可靠,使用  $\phi 12$  航空插头。

## 3 辅助功能设计

### 3.1 时间选择

排种监测报警是以连续一段时间不落种来判断漏播的,可以将这段时间的长短称为报警时间灵敏度。如果灵敏度设定较高(时间短),对于性能较差的排种器就会频繁报警;如果灵敏度设定较低(时间长),则不能及时报警。

报警时间灵敏度也可折合成漏播粒数来表示,一定漏播粒数对应的时间与播种作业速度和粒距相关。例如,粒距 30 cm,播速  $1.5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  时,漏播 5 粒对应的时间间隔是 1 s;而粒距 25 cm,播速  $2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  时,漏播 5 粒对应的时间间隔是 0.6 s 左右。

本装置的灵敏度通过调整单稳触发器 4098 的时间常数实现。为了适应不同需要,在 RC 阻容延时电路中增加了时间切换开关,设计了 4 种时间灵敏度:0.5,0.8,1.2 和 1.5 s,用户可以根据具体作业情况通过面板上的切换开关选择。

## 3.2 监测行设置

田间地块的宽度是不确定的,播种行数不可能都是 4 行的整倍数。进行不足 4 行的播种时,需要有的行不排种,报警装置此时也应该放弃对不排种行的监测,因此本装置也适用于少于 4 行的播种机。

实现方法是在面板上增加一个 4 路打码开关,开关串入图 2 的 D 点。开关接通时,监测报警正常工作;开关断开时,2 个“与非”门各有 1 个输入端被下拉电阻钳位于 0。这样无论传感器信号高低都不会报警,实现了关闭监测的要求。

## 4 生产应用

本装置在研制过程中,多次在本校试验场的播种作业中使用。2001 年 6 月在河北定兴河北省农机化示范园区随同 2BMDF-4 带状粉碎玉米免耕播种机进行了 4 d 的麦茬地玉米播种作业,播种面积近  $15 \text{ hm}^2$ ,监测装置全程正常工作。对由于排种盘卡种引起的漏播报警多次,发现由于机器故障引起的漏播 4 次(排种管脱离 2 次,排种器轴上传动齿轮键丢失 2 次)。试验期间,传感器安装在播种机上经历暴雨 1 次,冒小雨工作约 4 h,防雨性能可靠。

## 5 结论

玉米精播机排种监测报警装置充分考虑播种作业的具体条件,结构合理,功能实用,性能稳定可靠,其传感器抗尘性能明显较高。实际应用结果表明,比人工监测具有更好的可靠性和实时性,满足与带状粉碎玉米免耕播种机配套使用的要求。

## 参 考 文 献

- [1] 张晋国,高焕文.免耕播种机新型防堵装置的研究[J].农业机械学报,2000(4):33~35
- [2] 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字显示系统的研制[J].农业工程学报,1997(2):169~172
- [3] 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(增刊):72~75
- [4] 崔鸿远.玉米播种机工况监测系统的研究与试验[D].北京:中国农业大学,2000
- [5] 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(2):41~43