

## 播种机多项性能检测及图形打印装置

史智兴 高焕文

(中国农业大学机械工程学院)

**摘要** 开发了一种基于 8031 单片机的播种机多项性能检测装置。该装置具有脉冲计数、统计计算、显示打印等功能。结合不同的传感器,可以完成播种机排种均匀度和排种数、排种器轴的转速、拖拉机前进速度、播种机地轮滑移以及拖拉机驱动轮滑转等多项检测。速度检测能够打印曲线,排种检测除能打印统计数据外,还能够以点阵图形打印出种子在种沟分布的田间效果模拟图。

**关键词** 播种机; 单片机; 排种检测

**中图分类号** S 24; TP 368. 1

### A Monolithic Micro-computer System for Planter Performance Measurement and Graphic Printing Output

Shi Zhixing, Gao Huanwen

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

**Abstract** To meet the needs of the planter study and appraising, a measuring system of planter seeding performances based on 8031 monolithic micro-computer was developed. Combine with different sensors, the detecting functions of this system include the seed space uniformity of metering device, the rotate speed of the axis of metering device, the velocity of tractor, the slippage of planter wheel and the width of the signal pulse. The processes to the test data are statistic, calculation, display and printing. The special printings are speed curve, data distributing and especially the simulating graph of seeds distribution on the field.

**Key words** planter; monolithic micro-computer; metering detection

在精密播种机研制和性能鉴定工作中,有许多检测内容。由于目前我国农机鉴定部门没有完备、先进的专用检测设备<sup>[1]</sup>,很多检验内容无法充分落实。对于农机设计研究部门,检测手段和设备更不完备。

为了改善农机检测落后的局面,将计算机技术以及先进的电子技术用于农机检测势在必行。我国在这方面有不少研究,较多是用电测法取代涂油皮带法或承种沙床法进行排种均匀性检测<sup>[2~4]</sup>,也有采用计算机+数据采集卡+编程的虚拟仪器方法<sup>[5]</sup>的综合检测。但是,这些研究偏重于方法的可行性与检测的准确性,没有从如何形成实用的、常规的仪器方面进行探讨,所以,至今要检验排种均匀性,可用的方法只有涂油皮带检测或田间实测;要研究播种机地轮的滑移,则要从选择传感器到设计转速测量机构等做起。

收稿日期: 2002-01-08

国家“九五”攻关课题(96-004-04-11)

史智兴,北京清华东路 17 号 中国农业大学(东校区)46 信箱, 100083

有鉴于此,笔者开发了一个多功能常规检测装置,目的是使播种机主要性能的检测简单化,仪器常规化。

## 1 检测装置结构功能

### 1.1 装置功能

该检测装置基于 8031 单片机,结合笔者研制的排种监测传感器以及速度测量传感装置,实现了播种机四行排种均匀度和排种计数检测,不仅满足生产实际需要,还衍生出一些新的检测项目。此外,该装置还具有检测排种器轴的转速、拖拉机前进速度、播种机地轮滑移、拖拉机驱动轮滑转,以及脉冲宽度和脉冲时间间隔等多种功能。打印内容新颖多样,如排种均匀性检测结果能够以点阵图形打印出种子在种沟内的分布模拟图。

### 1.2 装置构成

1) 硬件结构。本装置是单片机及外围芯片的典型应用(图 1),性能稳定可靠。8279 控制 8 位数码显示和 16 键键盘,8255 连接  $Tp\_up$  16 微型打印机和 4 路落种脉冲锁存输入信号,NT1 和 T1 的计数输入端连接多种被测信号。

2) 数据存储空间分配。32 K 的 RAM 空间分为 3 个区。第 1 区为排种数据动态存储区,16 K,以覆盖方式存放每次排种检测的原始数据。第 2 区为固定存储区,12 K,可存放 12 次排种检测的统计结果。第 3 区为速度数据动态存储区,4 K,以覆盖方式分 4 个区域分别存放最近一次检测的排种器轴的转速、拖拉机前进速度、地轮滑移、驱动轮滑转等检测数据。

### 1.3 采样端口的功能组合

该装置巧妙利用有限的硬件资源,通过软件实现不同的检测功能。尽管检测输入通道只有 NT1, T1 计数端和四路锁存器,但通过键盘选择可以实现多种功能。

- 1) 选择排种检测,传感器信号接锁存器,能够进行 1~4 路排种检测。
- 2) 选择排种器转速检测,转速信号接 NT1,可实时测量并显示排种器轴的转速。
- 3) 选择行进速度测量,测速传感器(笔者自行设计制作)信号接 NT1,能够实时测量机具每 2 cm 的平均行进速度。
- 4) 选择滑移测量,行进速度传感器信号接 NT1,地轮转速脉冲接 T1 计数输入端,可以连续记录行进速度相邻脉冲之间地轮转速脉冲的个数。此方式同样可用于拖拉机驱动轮滑转的测量,此时拖拉机驱动轮转速信号接 NT1,测速传感器信号接 T1。
- 5) 选择脉冲宽度测量,被测正脉冲接 NT1,能够连续测量并打印脉冲宽度数据。

不同的检测内容需要应用不同的 NT1 中断服务程序并对定时/计数器 T1 设置不同的模式。本装置的主要技术特点在于充分利用 8031 丰富的位操作功能,对不同的检测项目分别设置标志位,在中断服务程序内根据标志位进行分支选择,从而可用一个中断端口进行多种不同的检测。

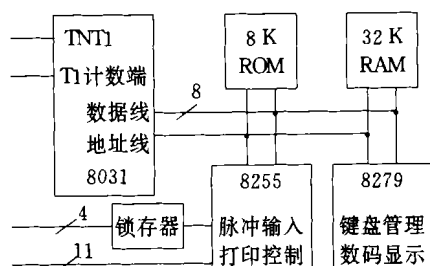


图 1 硬件结构框图

## 2 排种均匀性检测

在已知播种机行进速度的条件下, 根据排种管内相邻两粒种子下落的时间间隔可以推算出种子落地后的间距, 而且排除了种子落地弹跳引起的误差。脉冲检测的可靠性与传感器关系很大, 如果传感器存在明显漏检, 此方法的准确性就较差。笔者针对排种检测需要, 研制了一种激光束栅格传感器<sup>[6]</sup>, 对玉米、大豆具有很高检测准确率。

### 2.1 检测方法

为了检测 4 路排种信号, 不采用常见的中断处理方式<sup>[2~4]</sup>, 而采用 4 个 D 触发器分别对落种脉冲锁存, 以 T0 的中断时间 2ms 为采样周期, 定时读取 D 触发器状态并存储。就是说, 本装置的落种采样时间间隔的精度为 2ms。

选择 2ms 采样周期的依据是: 1) 根据玉米精密播种机排种速率分析, 播种机行进速度通常为  $1 \sim 3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ , 单粒精播的排种速率为  $5 \sim 15 \text{ 粒} \cdot \text{s}^{-1}$ , 相邻两粒种子下落的时间间隔在 60ms 以上, 2ms 采样周期不会出现漏检测; 2) 从种子通过传感器时产生的脉冲宽度考虑, 经过实测, 玉米、大豆的种子经过光电传感器产生的脉冲宽度大于 3ms, 所以在 2ms 采样周期内, 不会出现两个脉冲, 即不会漏检。

### 2.2 检测控制

排种检测时间范围为 10~60s, 以 10s 为 1 档(通过键盘任选)。按键控制检测的开始、暂停和继续, 检测完毕, 程序自动进行数据统计。在排种检测时, 可以同时转速检测。

### 2.3 应用模式

1) 播种机排种均匀性检测。根据传感器安装于排种通路的位置不同, 检测结果可以反映排种器或者整个排种单体的性能。

2) 排种器性能检测。该装置用于排种器试验台(图 2), 结合排种器转速检测, 可进行单个排种器的检测; 也可用于相同条件下多个排种器的性能比较。

3) 排种管对粒距均匀性影响的检测。将 2 个传感器分别安装在被测排种管的两端, 根据两个传感器检测结果的差异分析排种管对排种均匀性的影响。

### 2.4 排种检测的统计和打印内容

为便于对试验结果的分析处理, 排种检测的打印结果包括种子间隔原始数据、间隔分布统计以及种子在种沟内的分布模拟图。3 种打印通过按键选择。



图 2 配备了该检测装置的试验台

## 3 速度和脉宽检测

本装置中 NT0 用于键盘中断, T0 用于排种检测周期控制, NT1 和 T1 完成 4 项有关速度的检测以及脉冲宽度检测。

### 3.1 拖拉机行进速度测量

系统设置: 测量原理采用 T 法<sup>[7]</sup>, 即连续测量相邻速度脉冲的周期, 据此计算两个脉冲之间的平均速度。设置 T1 为定时方式, NT1 接速度脉冲。每来 1 个速度脉冲, 关闭 T1 并读取

T1的定时数据,清0后再次启动T1。

测量范围:自制测速传感装置,每m 50个脉冲(相邻脉冲对应距离20mm)。用20mm除以T1计数值,得到速度。限于8031的8位字长,经过适当量纲变换,最终得到的速度单位是 $\text{dm} \cdot \text{s}^{-1}$ ,占用1字节,最大可表示的速度为 $255 \text{ dm} \cdot \text{s}^{-1} = 25.5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。由定时器最长定时131ms决定了可以测量的最低速度为 $0.16 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。速度传感装置的传感器型号为EE-SX670,响应频率1kHz,可测最高速度 $20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  ( $72 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ )。

检测结果以速度曲线和每m平均速度打印。

### 3.2 播种机地轮滑移测量

T1设置为计数方式,记录地轮的转速脉冲。NT1接自制测速装置的行进速度信号,每10cm中断1次,读取T1计数值并保存。

对滑移率数据没有处理,直接打印原始数据,并且统计出数值在8个区间的分布。为了实现不同检测结果都得到接近正态的区间分布,通过软件实现了动态区间。

### 3.3 拖拉机驱动轮滑转测量

滑转与滑移的测量原理相同,只是信号有别。T1设置为计数方式,接自制测速装置的行进速度信号,每2cm 1个脉冲。NT1接拖拉机驱动轮的转速信号,根据转速信号读取T1计数值并保存。滑转检测的数据较少,直接打印原始数据。

### 3.4 排种器轴转速检测

排种器转速的稳定性直接影响排种的均匀性,在《GB 6937—86 单粒(精密)播种机试验方法》规定的7个性能试验项目中,排种器转速是检测的主要内容之一。本装置的转速检测功能可用于研究排种器结构对旋转阻力和转速稳定性的影响。转速检测可以与排种检测同时进行,从而可研究转速与排种性能的关系。

转速检测的系统设置与行进速度检测的设置相同,测速范围 $0 \sim 255 \text{ r} \cdot \text{m} \cdot \text{in}^{-1}$ 。检测结果有转速曲线和每转平均转速。

### 3.5 脉冲宽度检测

此功能用于测量种子通过传感器时产生的脉冲的宽度,是设计传感器和确定采样频率必须了解的重要数据。T1设置为门控方式,被测脉冲输入NT1,作为启停T1的门控信号。检测到1个脉冲,立即计算并打印。

为了保证各项速度测量的准确性,在进行编程计算的基础上还利用数字式信号发生器的各种频率的方波信号进行了检验标定。

## 4 几个处理思路的讨论

本装置在硬件功能和接口定型之后,经过实际应用检验和使用者的建议,进行了多次改进:

1) 为了提高试验效率,将7项打印内容(脉宽除外)全部从检测模块独立出来,检测结束根据需要通过键盘选择,进行打印。

2) 排种粒距的分布按25个区间(区间宽度10ms)统计,为了减少打印工作量,分布数为0的区间不打印。

3) 行进速度检测的数据量较大,打印出的速度曲线长度超过60cm。为了节省时间,打印

曲线时对速度数据进行 5 取 1 处理, 曲线上每个点是 5 个速度采样的中间值。

4) 行进速度平均值的输出方案经过多次改动。起初是计算全部采样数据的总平均, 实用中发现检测的起始点和终止点速度明显不同, 检测中途也可能出现较大速度波动, 这使得全体数据的均值没有意义。最终方案是每  $m$  计算 1 个速度均值, 对照速度曲线, 可以了解每  $m$  距离上的平均速度变化。

5) 无论方案怎样改进, 总难以满足所有试验的需要。本装置借鉴虚拟仪器的设计思路, 在硬件接口基本定型的基础上, 通过修改程序改变检测参数和输出内容。具体办法就是将系统的 EPROM 芯片插座设计在仪器外壳面板上, 这样可以很方便地更换不同程序的芯片, 使系统功能更加灵活。

## 5 结束语

本检测装置面向实际工作需要, 利用 1 台仪器实现了多项指标的检测和处理, 有的检测项目是传统方法无法实现的。在结构上也按照田间使用的特点, 完成了仪器外形、连接方式、供电方案等设计并制造出了实用样机, 是对农机检测专用常规仪器研究的尝试。目前, 该检测装置已经在中国农业大学的排种试验台以及多项田间试验研究中实际应用。

## 参 考 文 献

- 1 李 民 影响精密播种机田间性能试验因素的探讨 农业机械学报, 1998, 29(增刊): 76~ 80
- 2 刘淑霞, 马跃进, 孙耀杰, 等 精密播种机监测系统研究 农业机械学报, 1998, 29(增刊): 72~ 75
- 3 丁至成, 吴建军 单片机排种均匀度检测系统的研究与试验 农业工程学报, 1996, 12(2): 116~ 121
- 4 王树才, 许绮川, 彭传友, 等 单粒排种器单片机检测系统性能研究 华中农业大学学报, 1998(1): 96~ 100
- 5 金 昊 精密播种机虚拟仪器检测系统的研究: [学位论文] 中国农业大学, 1999
- 6 史智兴, 高焕文 排种监测传感器的试验研究 农业机械学报, 2002, 33(2): 41~ 43
- 7 张 宾, 余 群 轮式拖拉机瞬态滑转率的测量装置 中国农业大学学报, 1997, 2(4): 48~ 52