

DOI:10.3969/j.issn.1000-1298.2010.07.012

# 农作物喷雾靶标自动探测器设计与应用\*

李丽<sup>1,2</sup> 宋坚利<sup>1</sup> 何雄奎<sup>1</sup>

(1. 中国农业大学理学院, 北京 100193; 2. 滨州职业学院工业工程系, 滨州 256603)

**【摘要】** 针对当前红外探测控制系统易受外界环境因素干扰、通用性差的缺陷,采用双红外发射、优化光路、增加接收面积,对红外靶标自动探测系统的光学部分进行了改进,并将整体探测装置改进为独立分体单元,增加了红外靶标自动探测装置的可移植性和通用性。试验结果表明:探测距离提高了48.96%,靶标间距识别的灵敏度提高了12.04%。

**关键词:** 作物 目标探测 对靶喷雾 红外辐射 设计

**中图分类号:** S493 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-1298(2010)07-0054-03

## Design and Application of Crop Automatic Target Detection Device

Li Li<sup>1,2</sup> Song Jianli<sup>1</sup> He Xiongkui<sup>1</sup>

(1. College of Science, China Agricultural University, Beijing 100193, China

2. Department of Industry Engineering, Binzhou Vocational College, Binzhou 256603, China)

### Abstract

The infrared detecting system was hard to work well in short detectable distance and complex circuit. The double-infrared emission was adopted for improving the optical path and increasing the receiving area. The optic circuit of infrared detecting system for automatic target spraying was also improved by changing the whole detecting device into separated parts, by which increased portability and transferability of infrared detecting system for automatic target spraying. Test results showed that the detection performance increased by 48.96%, sensitivity of the space between two spraying targets increased by 12.04%.

**Key words** Crop, Target detection, Target spraying, Infrared radiation, Design

### 引言

精准施药技术的核心是获取靶标信息,实现按需施药,关键部件是靶标探测装置。目前靶标探测技术有:红外光电探测技术、超声波探测技术、微波探测技术及图像处理探测技术等。微波探测由于通讯及控制技术复杂、经济性较差等,还处于试验研究阶段。从国外发展现状来看,目前应用于生产的主要是超声波探测技术和红外探测技术。近红外光电探测技术因其响应速度快、能实现非接触检测、精度和分辨率高、抗干扰性强、可靠性好、成本较低、结构

简单、体积小、功耗低等优点,在国内市场上被广泛应用于农作物靶标探测。

目前,国内红外靶标探测器已经能够实现农作物探测、喷雾动作执行等一系列动作,动作灵敏,能够初步满足生产实际要求。但是仍然存在一定的问题,前期研究主要集中于系统的建立、电路部分的优化,而光路部分易受外界环境因素干扰,同时整套系统是整体式的,只能应用于特定的机型,可移植性和通用性差。本文将整体探测装置改进为独立分体单元,增加红外靶标自动探测装置的可移植性和通用性,并且增加探测靶标的距离和提高靶标间距识别

收稿日期:2009-09-04 修回日期:2009-12-02

\* 国家“863”高技术研究发展计划资助项目(2007AA10Z208、2008AA100902、2008AA100904)

**作者简介:** 李丽,硕士生,滨州职业学院助教,主要从事机电一体化技术研究,E-mail: lili\_thesky@126.com

**通讯作者:** 何雄奎,教授,博士生导师,主要从事植保机械与施药技术研究,E-mail: xiongkui@cau.edu.cn

的准确性。

## 1 探测装置

### 1.1 探测装置的结构

探测装置是在中国农业大学前期研究的基础上进行改进的。前期研究的系统是基于整体式的探测装置,一个控制器控制 6 路探测装置,只能满足少于 6 路探测需求的施药机具。该系统不适用于其他机型、通用性差;探测装置电路的某一元器件损坏后,将影响整体装置的工作效率;元器件之间的电磁干扰严重、系统各单元组成部分存在干扰。

鉴于整体式探测装置的缺陷,将整体式电路改进为独立分体单元,即每路探测器由单个控制电路控制,独立分体单元的工作原理如图 1 所示。

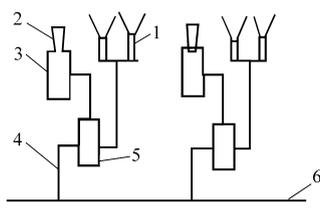


图 1 独立分体控制探测装置原理图

Fig. 1 Separated controlled detector

1. 喷头 2. 探测器 3. 控制器 4. 支路 5. 电控制阀  
6. 液路总线

分体式控制装置使用单路控制,体积小,可根据实际需要来确定装置的使用个数。为了防止相互干扰,采用了专用编码、解码集成电路,可以 32 路分体式控制装置同时工作。当某一装置出现故障,不会影响其他装置的正常工作,克服了元器件之间的电磁干扰,系统各单元组成部分不再存在干扰。

### 1.2 探测与接收系统

探测系统采用主动式探测方式。红外探测器由红外发射和红外接收两部分组成,红外发射包括红外发射电路和红外发射光路,红外接收包括红外接收电路和红外接收光路。主动式红外探测的工作原理如图 2 所示。

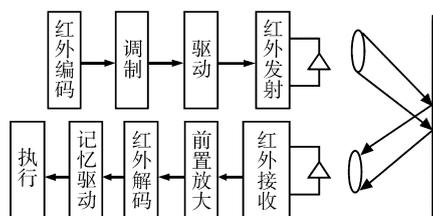


图 2 主动式红外探测工作原理

Fig. 2 Active reflecting typed infrared photo-electric detection

首先对红外光进行编码,然后经调制电路调制,将其变为编码脉冲调制信号,由红外发射管向外发射信号。此信号经植株靶标反射,被接收装置接收,

经前置放大后,对调制信号进行解调,经译码电路译码,检出其原始信号,控制相应的执行机构。本系统中编码/解码部分采用了专门集成电路 BA5104 和 BA5204 来实现,BA5104 具有 8 个输入通道和 2 个用户码设置键,有 32 种不同的组合,可以产生 32 种不同的编码输出供用户选择,功能强大,故 32 路红外探测器可以同时工作,互不干扰。

为了增加红外发射的指向性和接收准确性,在红外探测器的前端加装了凸透镜。本系统通过采用双红外发射,进一步增加了红外发射功率,增大作用距离。发射端将红外发射管放置在透镜焦点上,红外发射管波长为 850 nm,这个波段在大气中具有较高的透过率,同时植物具有最高反射率。此外,接收功率与接收光学系统的口径(接收面积)有关<sup>[2]</sup>,增大光学系统的口径能有效地增强接收功率,红外探测系统将接收端直径由原来的 24 mm 改为 36 mm,接收器放置在接收透镜的焦距以内。红外发光二极管和红外接收器的前端分别加装直径 24 mm、焦距 21 mm 和直径 36 mm、焦距 50 mm 的红外聚光透镜。

### 1.3 电路原理图

探测控制电路原理图如图 3 所示,由电源、发射电路、接收电路和输出电路组成。红外探测自动控制电路由芯片 BA5104 (IC1) 及双红外发光二极管 (IR1 和 IR2) 构成的红外线编码发射电路,芯片 BA5204 (IC2) 及红外接收头 HS0038B (IC3) 构成的红外线接收解码电路,以及由继电器和电磁阀构成的输出电路组成。

## 2 试验

红外靶标自动探测装置的性能参数为探测距离、靶标间距及系统的抗干扰性。试验装置平台如图 4 所示。

工作平台长度 10 m,宽度 5 m,高度 20 cm, $a$ 、 $b$ 、 $c$  分别为靶标固定处。

### 2.1 探测距离测试方法

采用人工仿真树作为靶标进行试验,冠层为绿色,高度 1.8 m,最大冠径 1.35 m。首先将红外靶标自动探测器的灵敏度调节到最大,将红外探测器固定于可调速履带上,距地面高度 1.2 m,仿真树固定在  $b$  处,调速履带以 1 m/s 的速率匀速运动,调整仿真树与红外探测器的横向距离  $L$ ,并保证仿真树以同一侧面对着探头,最后记录其所能探测到的最远距离  $L$ 。为了测试不同光照条件对红外靶标探测器的影响,测试在 8:00、10:00、12:00、14:00、16:00 不同时刻进行,每次重复进行 6 次。

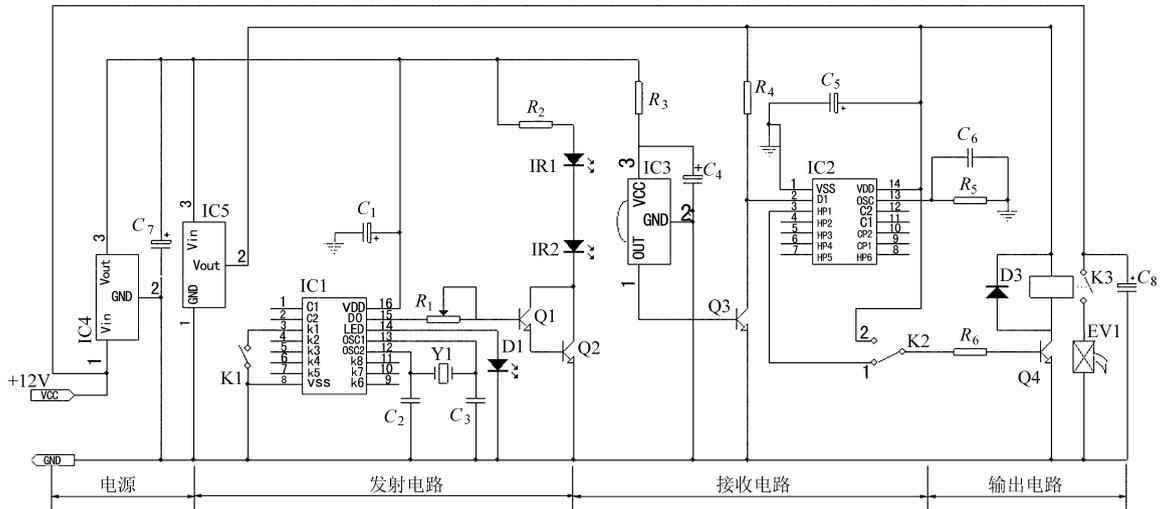


图3 电路原理图

Fig. 3 Circuit diagram

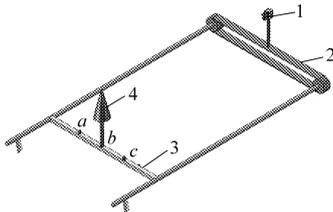


图4 试验研究装置平台

Fig. 4 Experimental platform

1. 探头 2. 可调速履带 3. 可滑动杆 4. 靶标

## 2.2 靶标间距的测试方法

用普通的 A4 打印白纸粘在纸板上,制作两块 297 mm × 210 mm 的靶标样本,靶标样本分别固定在滑杆的  $a$ 、 $b$  处,调整履带和滑杆间的距离为 2.5 m,并保证探头的中轴线处于试样的中间位置。调速履带以 1 m/s 的速率运动,调整  $a$ 、 $b$  间距离  $X$ ,当红外探测器能够探测出  $a$ 、 $b$  的最小距离即为探测器的最小靶标识别间距,每次试验重复 6 次。

## 3 试验结果与分析

### 3.1 探测距离

探测距离试验结果如图 5 所示。通过试验数据可以看出:①红外探测器作用于仿真树时,由于作物枝叶的角度,稀疏等因素的影响,不同的重复试验中反射面有所不同,测量的数据有所波动,但总的来说,系统工作基本稳定。②探测系统受光照因素的影响,最短探测距离能达 4 m,能够满足实际需求。③相对于前期研究结果<sup>[1]</sup>,最远探测距离比原来增大了 2.12 m,系统的探测距离提高了 48.96%。

### 3.2 靶标间距

靶标间距的试验结果如表 1 所示。通过试验结果可以看出,靶标间距测试与前期试验结果<sup>[1]</sup>相比较,测量的平均值比原先的距离减小 0.026 m,灵敏

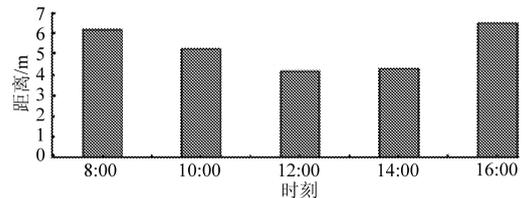


图5 探测距离试验结果

Fig. 5 Experimental results of detection range

表1 靶标间距试验结果

Tab. 1 Experimental results of target distance

编号	识别间距 $X$ /m
1	0.16
2	0.18
3	0.20
4	0.21
5	0.20
6	0.18
平均值	0.19

度提高了 12.04%。

## 4 结论

(1)将整体探测装置改进为独立分体单元,增加了红外靶标自动探测装置的可移植性和通用性。克服了元器件之间的电磁干扰,系统各单元组成部分不再干扰。

(2)通过双红外发射,增加接收端面积,使系统有效探测距离增加,相对于前期的研究,探测距离提高了 48.96%,靶标间距识别的灵敏度提高了 12.04%。

(3)农作物红外靶标自动探测装置,探测距离受太阳光线的影响,白天任何时间,能探测到 4 m 的靶标。上午和下午都能达到最佳的工作状态。

(下转第 63 页)

## 参 考 文 献

- 1 She Dongli, Shao Ming'an, Timm Luis Carlos, et al. Impacts of land use pattern on soil water content variability in the Loess Plateau of China [J]. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-Soil and Plant Science*, 2009b, DOI: 10.1080/09064710903049334.
- 2 胡伟, 邵明安, 王全九. 黄土高原退耕坡地土壤水分空间变异性研究[J]. *水科学进展*, 2006, 17(1): 74~81.  
Hu Wei, Shao Ming'an, Wang Quanjiu. Study on spatial variability of soil moisture on the recultivated slope-land on the Loess Plateau[J]. *Advances in Water Science*, 2006, 17(1): 74~81. (in Chinese)
- 3 Wang Jun, Fu Bojie, Qiu Yang, et al. Geostatistical analysis of soil moisture variability on Da Nangou catchment of the loess plateau, China [J]. *Environmental Geology*, 2001, 41(1~2): 113~120.
- 4 张继光, 陈洪松, 苏以荣, 等. 湿润和干旱条件下喀斯特地区洼地表层土壤水分的空间变异性[J]. *应用生态学报*, 2006, 17(12): 2277~2282.  
Zhang Jiguang, Chen Hongsong, Su Yirong, et al. Spatial variability of surface soil moisture content in depression area of karst region under moist and arid conditions [J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2006, 17(12): 2277~2282. (in Chinese)
- 5 Qiu Yang, Fu Bojie, Wang Jun, et al. Spatial variability of soil moisture content and its relation to environmental indices in a semi-arid gully catchment of the Loess Plateau, China [J]. *Journal of Arid Environments*, 2001, 49(4): 723~750.

~~~~~

(上接第56页)

## 参 考 文 献

- 1 邹建军, 曾爱军, 何雄奎, 等. 果园自动对靶喷雾机红外探测控制系统的研制[J]. *农业工程学报*, 2007, 23(1): 129~132.  
Zou Jianjun, Zeng Aijun, He Xiongkui, et al. Research and development of infrared detection system for automatic target sprayer used in orchard[J]. *Transactions of the CSAE*, 2007, 23(1): 129~132. (in Chinese)
- 2 江月松. 光电技术与实验[M]. 1版. 北京: 北京理工大学出版社, 2000.
- 3 陈永甫. 红外辐射红外器件与典型应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2004.
- 4 陈永甫. 红外探测与控制电路[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2004.
- 5 赵负图. 光电检测控制电路手册[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003.
- 6 Molto E, Martin B, Gutierrez A. Design and testing of an automatic machine for spraying at a constant distance from the tree canopy[J]. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 2000, 77(4): 379~384.
- 7 Molto E, Martin B, Gutierrez A. Pesticide loss reduction automatic spraying on globular tree[J]. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 2001, 78(1): 35~41.
- 8 Critten D L. Fractal dimension relationships and values associated with certain plant canopies[J]. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 1997, 67(1): 61~72.
- 9 Tian Lei, Slaughter D C. Environmentally adaptive segmentation algorithm for outdoor image segmentation[J]. *Computers and Electronics in Agriculture*, 1998, 21(3): 153~168.