

刘金龙,郑泽锋,丁为民,等. 对靶喷雾红外探测器的设计与探测距离测试[J]. 江苏农业科学,2013,41(7):368-370.

# 对靶喷雾红外探测器的设计与探测距离测试

刘金龙<sup>1,2</sup>, 郑泽锋<sup>3</sup>, 丁为民<sup>2</sup>, 邓 巍<sup>4</sup>

(1. 保定广播电视大学,河北保定 071000; 2. 南京农业大学工学院/江苏省智能化农业装备重点实验室,江苏南京 210031;

3. 河北农业大学机电工程学院,河北保定 071000; 4. 国家农业信息化工程技术研究中心,北京 100097)

**摘要:**为克服果园农作物非对靶喷施农药造成的缺陷,设计了 1 种基于模拟正弦调制的红外靶标探测系统,对农作物采用自动对靶喷雾,将连续性施药转变为间歇性对靶施药,并对不同试验条件对探测距离的影响进行了分析。试验结果表明,所设计的系统可对农作物靶标进行自动探测,探测距离受多种试验因素影响。

**关键词:**红外;靶标探测系统;探测距离;果园;对靶喷药

**中图分类号:** S491 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)07-0368-03

我国植保机械和施药技术严重落后于发达国家,农药使用技术落后,农药有效利用率极低<sup>[1]</sup>,其中 70% 以上的农药未沉积在靶标区域,而是直接流失到环境中,造成农药浪费和环境污染<sup>[2-3]</sup>。将连续性施药转变为间歇性自动对靶施药是解决当前农药利用率低、环境影响大的有效途径。将自动化技术与喷雾技术相结合,通过对果树靶标的识别和喷雾装置的自动控制实现对靶施药,最终达到只对特定靶标实施喷雾<sup>[4-7]</sup>。

红外自动对靶喷雾技术的原理是,利用模拟或数字电路驱动红外光源发射出某种特定波长的红外光线照射到被探测靶标物体,经靶标反射回的红外光线若被接受部件接受,即可确定靶标位置,将接受到的光信号转换为控制信号,控制相应喷头执行喷雾动作。

本试验设计了 1 种基于模拟正弦调制的红外靶标探测系统,以探测距离作为考量指标进行对靶喷雾试验,通过对不同植株、不同时间、不同靶标反射面积和探测器探头不同朝向等不同条件的试验数据分析,得出不同试验条件对探测距离的

影响等结论。

## 1 设备及原理

红外探测系统分为红外发射单元、红外接收单元和微处理器单元组成。红外发射单元主要包括正弦波振荡电路、加法器电路、压控电流源电路等;红外接收单元主要包括电流电压转换电路、窄带滤波电路、精密全波整流电路等;微处理器单元单片机选用 STC12C5204AD 芯片,晶振电路采用 12 MHz 外接晶体振荡器,机器周期约为 1  $\mu$ s。

红外发射单元产生一定频率的正弦波,驱动大功率 LED 发射出红外光向靶标照射,当靶标进入系统探测区域时,红外接收单元将接收到由靶标反射的红外光,经过滤波、整流后交由微处理器单元处理,微处理器单元通过 A/D 转换将红外接收单元接收到的光信号转换为数字量送入单片机,当大于某一设定阈值时,单片机发出指令通过继电器控制电磁阀打开阀门开始喷雾;反之,小于阈值则停止喷雾。探测系统结构如图 1 所示。

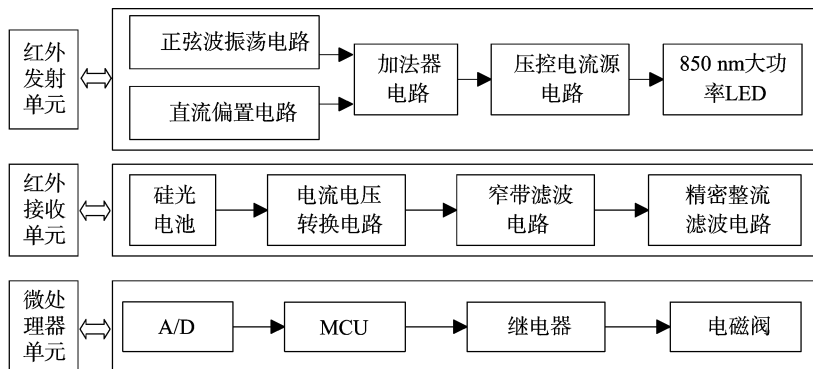


图1 红外探测系统结构

## 2 试验方法

将红外探测器装在一个可移动小车上,推动小车以 1 m/s 速度沿直线从靶标一端行走走到另一端,保证靶标始终与同一侧面对准探测器,记录探测器能探测到的最远距离  $L$ ,每次试验重复进行 6 次。

收稿日期:2013-04-10

基金项目:国家“863”计划(编号:2AA101904)。

作者简介:刘金龙(1984—),男,河北保定人,硕士,助教,主要从事计算机模拟控制方面的研究。E-mail:33826623@163.com。

通信作者:丁为民,男,安徽合肥人,教授,博士生导师,主要从事设施农业及其环境控制研究。E-mail:wmding@njau.edu.cn。

2.1 不同靶标植物对探测距离的影响

为了研究不同靶标植物对探测器探测距离的影响,分别

选取海棠、油桃、国槐作为靶标(图 2),在 08:00 进行探测距离试验。

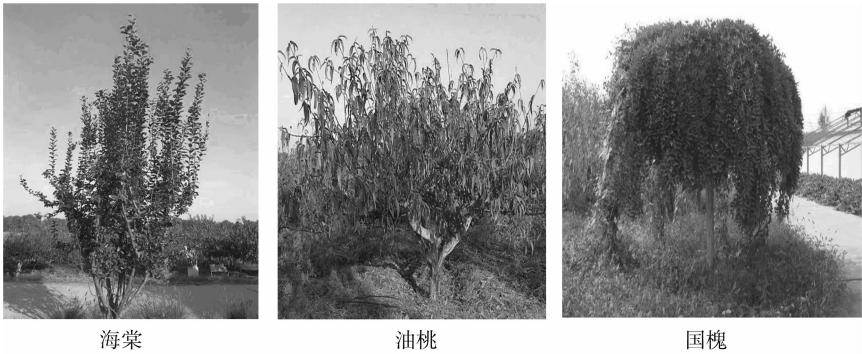


图2 3种不同靶标植物

2.2 不同光照条件对探测距离的影响

为了测试不同光照条件对探测器探测距离的影响,以国槐作为靶标,分别于 08:00、10:00、12:00、14:00、16:00 进行探测距离测试。

2.3 不同靶标反射面积的探测距离测试

利用普通的白纸,剪成大小不同的正方形,粘在纸板上制作成不同面积的靶标样本,正方形边长分别为 5、10、15、20、25、30、35、40、45、50 cm,分别对不同反射面积靶标进行探测距离测试。

2.4 探头不同朝向对探测距离的影响

由于实际靶标植株的株距无法调整,用仿真树代替实际植株作为靶标进行试验。仿真树高度 1.5 m,最大冠径 1.3 m (图 3)。



图3 仿真树

3 结果与分析

3.1 不同靶标植物对探测距离的影响

从表 1 可以看出,探测器对 3 种不同靶标植物的探测距离呈现出国槐树 > 油桃树 > 海棠树的试验结果,这主要是因为 3 种植物具有不同大小的叶片和不同的冠层和枝叶密度所导致的。3 种植物中,国槐树叶片较大,且冠层枝叶密度较大,这使得透射过冠层的红外光减少,经叶片反射回探测器的红外光增多,从而提高了探测器的探测距离。

3.2 不同光照条件对探测距离的影响

从表 2 数据可以看出,08:00 和 16:00 的探测距离大于 4 m,而 12:00 和 14:00 的探测距离约为 3.3 m。这主要是由于太阳光里含有 850 nm 的红外光,它能被硅光电池所接收,但不能通过窄带滤波电路,从而影响了有效信号的进入。08:00 和 16:00 光照较弱,这种影响也较小。结论如下(1)对

表 1 不同靶标植物探测距离测试结果

测试号	测试距离(m)		
	海棠树	油桃树	国槐树
1	2.36	3.75	4.43
2	2.55	3.95	4.49
3	2.42	3.61	4.62
4	2.74	3.64	4.39
5	2.48	3.82	4.36
6	2.52	3.91	4.43
平均值	2.51	3.78	4.45

表 2 不同时刻探测距离测试结果

测试号	不同时刻的探测距离(m)				
	08:00	10:00	12:00	14:00	16:00
1	4.43	3.35	3.14	3.23	3.91
2	4.49	3.64	3.23	3.21	4.18
3	4.62	3.57	3.08	3.35	4.07
4	4.39	3.83	3.37	3.19	3.84
5	4.36	3.91	3.22	3.27	4.11
6	4.43	3.84	3.45	3.41	4.09
平均值	4.45	3.69	3.25	3.28	4.03

于国槐树靶标,红外靶标探测系统的探测距离范围为 3.2 ~ 4.4 m,最小探测距离大于 3 m。(2)红外靶标探测系统受光照因素影响,08:00 和 16:00 自然光光照度较小,探测距离较远,能达到较佳工作状态。

3.3 不同靶标反射面积对探测距离的影响

从表 3 可以看出,随着靶标样本面积的增大,探测器的探测距离也随之变大。这主要是由于靶标样本面积的增大,使其反射的红外光功率也增大,探测器接收到的红外光功率也增大,所以探测器探测距离增大;但当靶标样本面积增大到 45 cm×45 cm 以后,探测器探测距离趋于平稳。这主要是由于探测器接收到的红外光主要是靶标样本中心区域所反射回来的红外光,且由于光学系统口径的限制,探测器只能接收到一定范围内的红外光,其他反射回来的红外光不能进入光学系统使感光元件感光,从而限制了探测器的探测距离。

3.4 探测器探头不同朝向对探测距离的影响

从表4可以看出,探头向光时系统的探测距离平均值为

表 3 不同靶标反射面积的探测距离测试结果

测试号	不同反射面积( cm × cm)的探测距离( m)											
	5 × 5	10 × 10	15 × 15	20 × 20	25 × 25	30 × 30	35 × 35	40 × 40	45 × 45	50 × 50	55 × 55	60 × 60
1	3.12	3.8	4.41	5.33	6.16	6.78	7.39	7.74	7.9	7.94	8.04	8.09
2	3.17	3.73	4.46	5.4	6.23	6.83	7.23	7.63	7.75	8.03	8.13	7.9
3	3.02	3.62	4.55	5.51	6.37	6.85	7.28	7.49	7.81	7.96	8.08	8.01
4	3.11	3.84	4.61	5.48	6.28	6.82	7.24	7.52	7.83	7.81	7.97	8.03
5	3.23	3.61	4.57	5.36	6.35	6.74	7.38	7.64	7.84	7.87	8.09	7.91
6	3.07	3.78	4.63	5.43	6.14	6.76	7.26	7.7	7.74	8.01	8.05	7.92
平均值	3.12	3.73	4.53	5.41	6.25	6.79	7.29	7.62	7.81	7.94	8.06	7.98

2.74 m,要小于探头背光时的探测距离。这主要是由于当探头向光时,太阳光里含有 850 nm 的红外光能被硅光电池所接收,但不能通过窄带滤波电路,从而影响了有效信号的进入,限制了红外探测器的探测距离。

表 4 探头不同朝向的探测距离测试结果

测试号	探头不同朝向的探测距离( m)	
	向光	背光
1	2.94	3.31
2	2.71	3.52
3	2.67	3.64
4	2.59	3.71
5	2.84	3.57
6	2.68	3.82
平均值	2.74	3.60

4 结论

- (1) 基于模拟正弦调制的红外靶标探测系统可增大红外光源发光功率、提高发光强度,从而提升系统整体性能。
- (2) 系统在实际植物靶标探测试验中工作稳定,可实现对实际植物靶标的精准探测。
- (3) 系统探测距离受光照因素影响,08:00 和 16:00 的探

(上接第 308 页)

和福建省甘蓝消解速率有一定的差异,但残留量都在施药后 3~5 d 内达到最高,随后逐渐下降,半衰期为 4.19~8.75 d<sup>[3]</sup>。本试验中二甲戊灵降解半衰期稍短于上述研究结果<sup>[3]</sup>,这可能是试验气候条件不同所致,但上述研究均表明二甲戊灵属于易降解农药( $T_{1/2}$  < 30 d)。

目前,我国还没有制定二甲戊灵在大葱中的最大允许残留量(MRL),日本、美国和欧盟规定大葱中二甲戊灵的 MRL 分别为 0.2、0.1、0.05 mg/kg,本研究最终残留试验结果表明,用 33%二甲戊灵乳油按推荐剂量 742.5 g/hm<sup>2</sup>(有效成分含量)和加倍剂量 1 485 g/hm<sup>2</sup>(有效成分含量)封闭处理土壤 80 d 后,即在大葱收获时,大葱中二甲戊灵残留量均低于其检测限(0.88 μg/kg),满足日本、美国和欧盟要求。

参考文献:

[1] 朱 莺. 出口大葱农药使用风险分析及安全生产技术关键点研究[J]. 河南农业科学,2012,41(1):95-99.

- 测距离大于 4 m,而 12:00 和 14:00 的探测距离约为 3.3 m。
- (4) 靶标反射面积越大,探测距离越远,当反射面积大于 2 500 cm<sup>2</sup>(50 cm × 50 cm)时,探测距离变化趋于稳定。
  - (5) 探头向光时系统的探测距离小于探头背光时的探测距离。

参考文献:

[1] 何雄奎. 改变我国植保机械和施药技术严重落后的现状[J]. 农业工程学报,2004,20(1):13-15.

[2] 陈 勇,郑加强. 精确施药可变量喷雾控制系统的研究[J]. 农业工程学报,2005,21(5):69-72.

[3] 邱白晶,李佐鹏,吴 昊,等. 变量喷雾装置响应性能的试验研究[J]. 农业工程学报,2007,23(11):148-152.

[4] 刘大印,王 秀,毛益进,等. 基于单片机 PWM 变量农药喷洒控制系统的研究[J]. 农机化研究,2011(5):99-103.

[5] 邓 巍,何雄奎,张录达,等. 自动对靶喷雾靶标红外探测研究[J]. 光谱学与光谱分析,2008,28(10):2285-2289.

[6] 史万苹,王 熙,王新忠,等. 基于 PWM 控制的变量喷药技术体系及流量控制试验研究[J]. 农机化研究,2007(10):125-127.

[7] 邱 威,丁为民,汪小昆,等. 3WZ-700 型自走式果园风送定向喷雾机[J]. 农业机械学报,2012,43(4):26-30,44.

[2] 王 军,朱鲁生,林爱军. 二甲戊灵的残留毒理研究现状[J]. 农药,2001,40(6):8-11.

[3] 黄雅丽,毛黎娟,吴慧明,等. 二甲戊灵在甘蓝及土壤中的残留及消解动态研究[J]. 农业环境科学学报,2004,23(6):1147-1150.

[4] 杨 挺,朱 勇,赵 健,等. 豆类蔬菜中二甲戊灵残留检测方法研究[J]. 食品科技,2006,27(10):246-248.

[5] 林爱军,王凤花,于彩虹,等. 二甲戊灵在苤蓝中的残留分析[J]. 中国中药杂志,2009,34(10):1297-1298.

[6] 张丽芬. 二甲戊灵在大蒜中残留分析方法的研究[J]. 四川教育学院学报,2005,21(7):91-92.

[7] 陈其勇,郑文杰,肖亚兵,等. 果蔬中二甲戊灵、氟乐灵、双丁乐灵残留测定[J]. 食品研究与开发,2011,32(9):155-158.

[8] 孙福生,董 杰. 基质固相分散-反相液相色谱法测定蔬菜中二甲戊灵农药残留[J]. 分析试验室,2010,29(2):69-72.

[9] 李 闯,侯志广,刘建国,等. 气相色谱法测定大蒜中二甲戊灵·乙氧氟草醚·乙草胺 3 种除草剂的残留[J]. 安徽农业科学,2011,39(22):13429-13430,13433.