

车载式果园静电喷雾机的研制

薛杨春, 崔恩, 党革荣* (西北农林科技大学机械与电子工程学院, 陕西杨凌 712100)

摘要 针对目前果园施药过程中耗时费力及环境日益恶化的问题, 设计了一款轻便、高效、省药、能减少对环境的污染、悬挂于农用三轮车尾部的果园静电自动喷雾机。该喷雾机有效减小了劳动强度, 降低了农药施用量, 高效低污染。因此, 这种新型的车载果园静电喷雾机具有良好的推广应用前景。

关键词 果园喷雾机; 设计; 车载式

中图分类号 S49 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2018)19-0188-03

Research and Development of Electrostatic Sprayer for Car-bearing Orchard

XUE Yang-chun, CUI En, DANG Ge-rong (College of Mechanical and Electric Engineering, Northwest Agricultural and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100)

Abstract In order to solve the problem of time-consuming and worsening environment in the process of applying pesticides in orchards, a portable, efficient, provincial medicine, which can reduce the pollution of the environment and hang on the tail of agricultural tricycle, is designed. The sprayer effectively reduces labor intensity, reduces pesticide application, and has high efficiency and low pollution. Therefore, the new electrostatic sprayer has good prospects for popularization and application.

Key words Orchard sprayer; Design; Vehicular

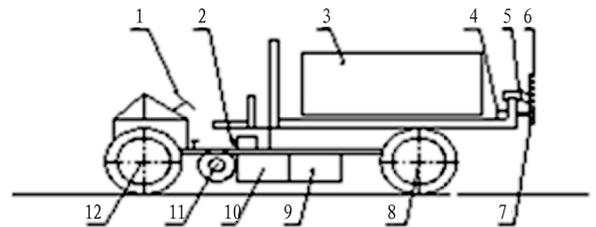
随着我国经济的发展, 人们对果蔬的品质要求越来越高。在果园管理中, 病虫害的防治是一项非常重要的工作, 果树在一年中要喷施农药 10 次左右^[1]。虽然近几年我国果园机械取得飞速发展, 但是由于机器造价昂贵以及机身较大无法适应普通果园, 当前我国大多数果园还在使用背负式喷雾器、手持喷枪等十分耗费人力, 效率又很低的机械, 这些机械防治效果差而且劳动强度大, 对操作者危害大。由于不能及时有效地防治病虫害, 造成施药次数过多、药剂量过大与病虫害反复蔓延的恶性循环, 大量喷施农药造成土壤、水体、空气等的污染, 更严重的是导致了农产品中农药残留超标和病虫害抗药性增加等问题^[2-5], 危害人类健康。

传统的施药器械需要手持喷枪或者背负喷雾器满地跑, 费时费力费药, 对操作者危害大, 并且作业效率低。基于传统喷雾器的不足, 笔者经过长期调查研究, 在充分消化吸收我国现有植保机械先进技术的基础上, 结合我国果园实际情况, 研制了车载式果园静电喷雾机, 并进行对比试验。

1 总体结构与工作原理

1.1 总体结构 整机分为两部分, 一部分是动力传动系统, 另一部分是静电系统, 如图 1 所示。其中, 动力传动部分包括驱动轴、液泵、水管、药箱和喷架装置等; 静电系统包括电瓶、静电发生器、简易开关和静电喷头。采用喷架装置悬挂于农用三轮车尾部的方式, 具体参数如下所示: 三轮车外形尺 3.5 m×1.2 m×1.3 m(长×宽×高); 作业速度 3~5 km/h; 配套动力 11~13 kW/h; 档位 3 个; 药箱容积 1 200 L; 液泵型号为 48 V 三缸柱塞泵。

1.2 工作原理 动力传动系统, 由三轮车动力输出轴驱动



注: 1. 方向盘; 2. 液泵; 3. 药箱; 4. 静电装置; 5. 机架; 6. 静电喷头; 7. 喷杆; 8. 后轮; 9. 水箱; 10. 油箱; 11. 驱动轴; 12. 前轮
Note: 1. Steering wheel; 2. Liquid pump; 3. Medicine box; 4. Electrostatic device; 5. Rack; 6. Electrostatic sprinkler; 7. Spray rod; 8. Rear wheel; 9. Water tank; 10. Fuel tank; 11. Drive shaft; 12. Front wheel

图 1 总机结构简图

Fig. 1 Schematic diagram of total machine structure

液泵工作, 液泵具有进水口、出水口和回流口, 药箱中药液通过水管从进水口进入液泵, 一些药液从回流口流入药箱, 起到搅拌和减压作用, 另一些药液从出水口通过水管进入喷杆装置, 喷出药液。静电系统, 基于静电感应的原理, 采用电极嵌入式静电感应喷头, 电极位于喷嘴处并通过导线与静电发生器相连, 可使喷嘴具有正的或负的高压静电, 利用高压静电在喷嘴与喷雾目标之间建立一静电场, 当喷射液体流经喷头雾化后, 通过感应充电的方法被充上与喷嘴极性相同的电荷, 形成群体带电雾滴(雾滴云), 然后在静电力、压力等联合作用下, 以极高速度传递到植物冠体并吸附在目标上, 中间连接一个简易开关, 方便控制, 喷药效果更好。工作时先启动液泵喷雾, 再闭合静电开关, 停止时先断开静电开关, 再关闭液泵。工作原理如图 2 所示。

2 关键部件的设计与选型

2.1 喷杆装置设计 药箱放置在三轮车上, 现用现放, 喷架能方便安装和拆卸, 该设计可以使三轮车实现多种用途, 不打药时运输货物。机架通过抓杆和横杆可固定挂接于三轮

基金项目 宁夏回族自治区重点研发计划重大科技项目(nx2016-04-02)。

作者简介 薛杨春(1995—), 男, 山西平陆人, 硕士研究生, 研究方向: 果园机械。* 通讯作者, 副教授, 硕士生导师, 从事早作农业装备研究。

收稿日期 2018-01-18

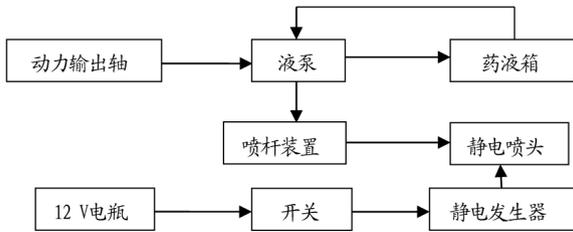
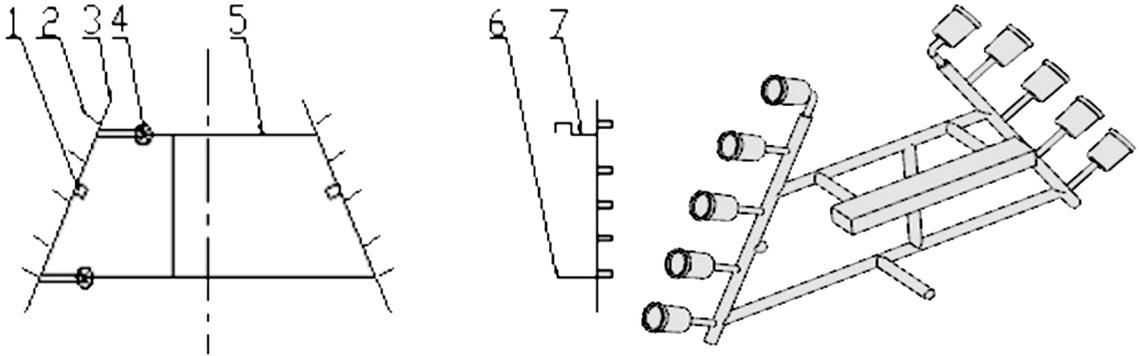


图2 工作原理

Fig. 2 Fundamental diagram



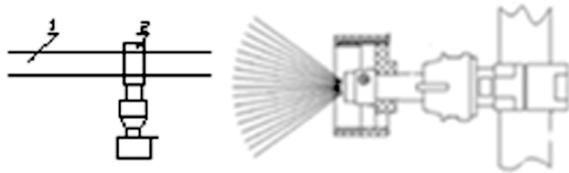
注:1. 进水口; 2. 静电喷头; 3. 喷杆; 4. 活动开关; 5. 机架; 6. 机架横杆; 7. 机架抓杆

Note: 1. Intake; 2. Electrostatic sprinkler; 3. Spray rod; 4. Movable switch; 5. Rack; 6. Rack cross bar; 7. Rack lever

图3 喷杆装置

Fig. 3 Spray rod device

2.2 静电喷头 静电喷头是一种电极嵌入式静电感应喷头,电极位于喷嘴处并通过导线与静电发生器相连,采用塑料结构,4分管,外径为20~22 mm,带防滴漏,极大地避免漏电,防止漏电造成不必要的损失,利用螺钉很容易安装在喷杆上,静电喷头及安装情况如图4所示。



注:1. 喷杆; 2. 静电喷头

Note: 1. Spray rod; 2. Electrostatic spray head

图4 静电喷头装置

Fig. 4 Electrostatic sprinkler system

2.3 静电系统的设计 静电系统以12 V电瓶为电源,选用BSD50-1218 高压静电发生器(图5),其供电电压为12~18 V,可产生50~100 kV 高压静电,为了防止因高压静电发生器损坏导致工作中断,采用每个喷头配一个高压静电发生器,并联提供高压静电。由于高压静电发生器产生的电压较高,因此进行绝缘处理。

2.4 液泵的选型 该喷雾机使用的液泵为三缸柱塞泵,型号为48 V,从图6可以看出,柱塞泵有1个转轮,通过皮带与农用三轮车驱动轮相连,带动柱塞泵工作,柱塞泵侧面有一个进水口,正面有2个出水口和1个回流口,柱塞泵有1个活塞阀可以调节压力,显示屏可显示压力大小。出水口各有1个开关,控制出水量大小。工作时,药液通过进水口从药箱

车尾部,喷杆安装在机架上,机架上有2个活动开关,通过调节机架的长度可调节喷雾角度,并且每个喷头都有自己的开关以及转盘,可以通过控制开关及转角,适应不同栽培品种和种植模式。喷杆是由镀锌钢管制作而成,以下是通过二维图形和三维图形设计喷杆装置,具体的模型如图3所示。

喷杆装置具体参数如下:上底×下底×斜边长为700 mm×800 mm×500 mm;上底和下底可伸缩长度300 mm;相邻2个喷头之间距离100 mm;喷杆直径20 mm。

进入液泵,再从出水口经水管进入喷杆装置或从回流口水管进入药箱。

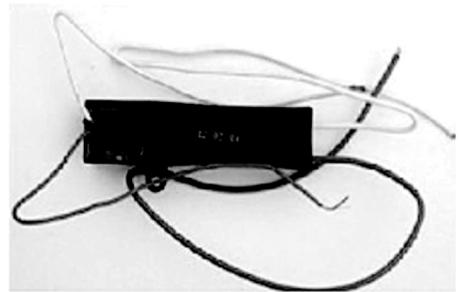


图5 静电发生器

Fig. 5 Electrostatic generator

3 性能试验

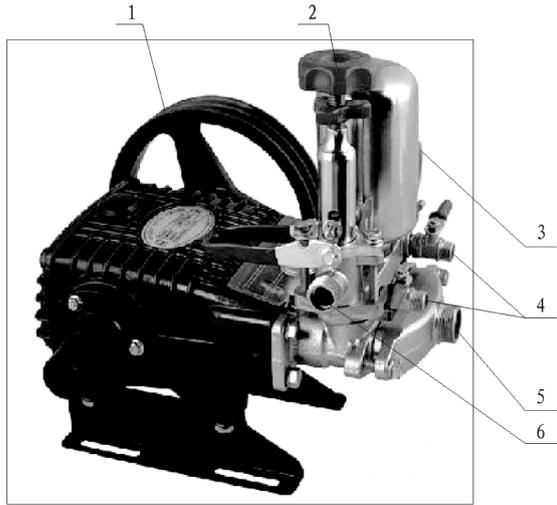
性能试验选择在实验室进行,试验仪器包括量筒、秒表、测量尺、红色墨水和带有白纸的测量杆等。

3.1 喷头喷雾量的测定 试验首先测定了喷头的喷雾量,通过查阅资料,喷雾压力一般为0.2~0.4 MPa,因此调整喷雾压力分别为0.2、0.3、0.4 MPa,测定时间为60 s,用量筒承接喷头喷出的水,试验重复8次。试验结果见表1。

从表1可以看出,在一定范围内,随着喷雾压力的增大,喷雾量也会增多。综合考虑,应调整喷雾压力在0.4 MPa。

3.2 喷雾半径的测定 在实验室无风条件下,使用混合红色墨水的水作为试验用水,对喷雾机进行试验,调整喷头方向为水平,让带有白纸的测量杆横向放置在喷杆装置旁边,测量在喷雾压力为0.4 MPa下最远喷施药液距离;同理,调整喷头方向为竖直,测量在喷雾压力为0.4 MPa下喷施药液

的高度,多次测量,记录结果如表2所示。



注:1. 转轮;2. 活塞阀;3. 压力显示屏;4. 二分出水口;5. 回流口;6. 进水口

Note: 1. Runner; 2. Piston valve; 3. Pressure display screen; 4. Two out of the water part; 5. Reflux mouth; 6. Water intake

图6 液泵

Fig. 6 Liquid pump

通过试验可以看出,喷雾机喷出药液半径为2.0~2.5 m,一般果树行距为3.0~5.0 m,因此可以满足使用。

4 田间试验

4.1 试验地点 2017年7月10日在山西省运城市优质桃生产示范园进行试验。经测量,三轮车宽1.2 m,高1.3 m,该桃园株距2.5~3.0 m,行距3.5~4.5 m,平均树高2.2~2.8 m,平均冠径1.8~2.2 m,可以满足使用。

4.2 试验方法 依据GB/T 17997—2008《农药喷雾机(器)田间操作规程及喷洒质量评定》对车载式果园静电喷雾机进行喷雾试验^[6]。

选择3行桃树,随机在多棵桃树上做下标记,在这些桃树树冠上中下3层分别选择3片叶子,在每片叶子正反面放置水敏纸,测量雾滴沉积覆盖率。分别使用传统手持式喷雾机与安装普通喷头和静电喷头的车载式喷雾机进行分行试验。

4.3 试验结果 首先,使用传统手持式喷雾机对1行桃树进行喷雾试验,接着,安装普通喷头与静电喷头的车载式果园喷雾机在喷雾压力0.4 MPa,行驶速度1.13 m/s对另2行桃树进行喷雾试验,试验结果见表3。

4.4 试验结论 (1)车载式果园静电喷雾机采用农用三轮车输出动力,实现农用车辆的多种用途,同时该机械结构紧

表1 喷雾量

Table 1 Volume of spray

压力 Pressure//MPa	喷雾量 Spray amount//L							
	重复1 Repetition 1	重复2 Repetition 2	重复3 Repetition 3	重复4 Repetition 4	重复5 Repetition 5	重复6 Repetition 6	重复7 Repetition 7	重复8 Repetition 8
0.2	0.96	0.96	1.00	0.98	0.93	0.94	1.00	0.97
0.3	1.21	1.20	1.22	1.24	1.16	1.23	1.16	1.18
0.4	1.32	1.32	1.36	1.30	1.34	1.33	1.28	1.28

表2 喷雾距离

Table 2 Distance of spraying

喷施方向 Spraying direction	重复 Repetition				
	1	2	3	4	5
水平 Horizontal	2.32	2.23	2.35	2.24	2.21
竖直 Vertical	1.98	2.01	1.94	2.02	2.04

凑,通过性好,能够满足低矮密植果园的作业要求。

(2)为了适应不同种植品种与种植模式,在这里设计了喷头-开关-转盘的喷头安装模式,通过调控喷头的开关、方向以及喷杆的活动开关实现对不同果园喷雾,从而实现喷雾

机的普遍适用性。

(3)采用静电喷头,相比普通喷头更能提高喷雾机作业效率,尤其植物背面和隐蔽部位药液沉积量大大提高,防治效果更好,雾滴在植物表面的沉积和分布更多,同时细小雾滴的飘移和地面无效沉积更少,有效保护环境,提高经济效益。

5 车载式果园静电喷雾机效益分析

5.1 经济效益 车载式果园静电喷雾机采用悬挂架直接将喷杆衍架装置挂接于农用三轮车尾部,有效地使用了三轮车,无需再为喷雾机购买拖拉机,直接省去了该费用。此外,车载式果园静电喷雾机只需一人操作,极大地解放了劳动力。

表3 喷雾机田间试验结果

Table 3 Field test results of sprays

喷头类别 Sprinkler category	树膛内部枝叶药液附着率 Attachment rate of medicinal liquid in the interior of a tree//%		树冠外层枝叶药液附着率 Attachment rate of medicinal liquid in the outer layer of the crown//%		平均雾滴个数 Average droplet number 个/cm ²	平均施药液量 Average dosage of liquid L/m ²	作业效率 Operational efficiency hm ² /h
	正面 Positive	反面 Opposite	正面 Positive	反面 Opposite			
	传统 Traditional sprinkler	25.36	6.28	38.62			
普通 Ordinary sprinkler	50.91	19.98	76.81	35.59	126	0.42	1.41
静电 Electrostatic sprinkler	61.62	21.50	77.53	37.41	151	0.34	1.67

低农户与兴和公司的交易成本,但是这样的土地流转方式却没有很好地将农户的利益与兴和公司的利益进行紧密连接。针对“聚土地”项目涉及利益主体多、各利益主体间差异大的特点,农民以土地入股的形式将土地流转给兴和公司,能有效地将农户和公司的利益进行紧密连接,是实现企业和农户双赢的较好方式。从“聚土地”项目在选择土地流转方式上暴露出来的问题可以发现,根据新型农业产业模式的特点选择正确的土地流转方式是至关重要的。

5.2 精准定位市场,降低经营成本 互联网的交互性、即时性等特征使得农业产业模式增加了潜在客户群体,也拓宽了销售渠道。但由于互联网的超时空性,“聚土地”项目的市场是全国各地的消费者,在有限的土地上满足全国各地消费者需求的多样性和土地的规模化经营难以同时实现,项目的决策主体在两者的选择过程中引发的一系列问题导致项目最终失败。由此可见,基于互联网发展新型农业产业模式时,通过精准定位市场,适当地降低消费者需求的多样性,有利于农地适度化规模经营,降低农业产业模式的经营成本。

5.3 选准产品类型,降低物流运输成本 “聚土地”项目销售环节不能有效衔接,主要表现在销售的第二个环节不能顺利实现,而这可以归结为两个主要原因:一是冷链物流的成本大大压缩了项目的利润空间;二是由于消费者对认

(上接第 190 页)

静电雾滴具有环绕、穿透、更加均匀的特性,能够极大地提高农药的利用率,增强其防治效果,能够降低施药成本,保护环境,减少污染^[7]。该试验中,静电喷雾明显提高了药液在喷洒目标表面,特别是目标背面的覆盖率,减少了细小雾滴的飘移,喷雾效果明显提高。比常规植保机具显著地提高了农药利用率、降低了施药成本并减少了环境污染,经济效益显著。

5.2 社会效益 该产品设计简单,使用方便,减少了人力,降低了劳动强度和生产作业成本,有利于提高收入,可以大范围推广,促进果园产业化、规模化生产。另外,车载式果园静电喷雾机显著地提高了农药利用率,减少了农药残留,降低了对环境的污染,极大地保障了国民的食品安全以及生活环境安全。该设计基本能够适用山西及全国各种果园,可以大范围推广使用,极大改善喷药作业环境,对林果业的可持续发展和社会繁荣稳定有重要贡献。

6 结论

目前我国果园仍以家庭小规模种植为主,车载式果园静电喷雾机的开发符合我国果园实际情况,能够在我国广大农村得到推广,对促进林果业科技进步、加快林果业发展、提高林果业机械化水平具有重要意义。

截至 2012 年,山西省水果业总产值就高达 183.75 亿元,面积和产量均是全国第一,生产规模庞大^[8]。但是山西省现有果园植保机具少,农药有效利用率低、污染大,已经严

购的土地产出的产品需求的多样性,导致合作社很难在特定的土地上对农作物进行完全标准化的生产,也给物流运输增加了难度。以上 2 点都是无法在短期内解决的问题。所以基于互联网发展新型农业产业模式不能坐以待毙,而应根据已有的条件,做出相应的调整。综合考虑运输成本、地域特色、产品差异性和经济效益,选准适当的产品类型能有效地降低新型农业产业模式下农产品的物流运输成本。

参考文献

- [1] 卢现. 浅析阿里“聚土地”项目中存在的问题[J]. 时代金融, 2015(9): 233, 236.
- [2] 薛国琴, 杨俊超. “聚土地”与新型农业经营体系实现形式分析[J]. 农业经济, 2015(10): 52-54.
- [3] 周红营. 农地流转治理结构研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2015.
- [4] 陈俊金. “聚土地”消费模式的破茧之路[J]. 食品工业科技, 2015(4): 24-27.
- [5] 胡桂芳, 王艳荣. 土地流转和电商结合发展现代农业的探索: 安徽省绩溪县“聚土地”项目调查[J]. 农村工作通讯, 2014(13): 28-30.
- [6] 杨璐, 穆向丽. “互联网+”休闲农业的营销模式创新: 安徽绩溪“聚土地”项目实施的经验[J]. 休闲农业与美丽乡村, 2015(5): 6-7.
- [7] 朱翔. 农业众筹悄然兴起[J]. 农经, 2015(4): 36-38.
- [8] 郭荣村. 安徽土地电商试验: “聚土地”获双赢[J]. 农村·农业·农民(A版), 2014(7): 37-39.
- [9] 胡桂芳. 对“聚土地”的五点建议[N/OL]. 中国经济时报, 2014-06-06(002) [2018-02-10]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/detail.aspx?dbname=CCND2014&filename=JJSB201406060021&dbcode=CCND>.
- [10] 朱启臻, 杨汇泉. 谁在种地: 对农业劳动力的调查与思考[J]. 中国农业大学学报(社会科学版), 2011, 28(1): 162-169.

重危害生态环境。大量喷施农药,也使病虫害的抗性增强,导致农作物产量低、品质差,迫使农药用量越来越大,形成恶性循环。另外,化学农药的大量使用,造成化学物质在生物环境中积累,在农产品中残留,进入生物链后潜藏着巨大的危险^[9],严重危及人类健康。随着经济的发展,人们对果蔬品质要求越来越高,果业产业化、机械化及绿色无公害生产已成为人们的迫切需求。

新研制的车载式果园静电喷雾机,使用方便,价格低廉,而且效率高、污染少,满足全国各种果园使用,十分符合国家的环保和“三农”政策,极具市场潜力,其推广应用将会带来显著的经济效益和社会效益。

参考文献

- [1] 何雄奎, 严奇荣, 储金宇, 等. 果园自动对靶静电喷雾机设计与试验研究[J]. 农业工程学报, 2003, 19(6): 78-80.
- [2] 邱白晶, 李坤, 沈成杰, 等. 连续可变量喷雾系统响应特性试验[J]. 农业机械学报, 2010, 41(9): 32-35.
- [3] 宋坚利, 何雄奎, 曾爱军, 等. 三种果园施药机械施药效果研究[J]. 中国农机化, 2006(5): 79-82.
- [4] 邱白晶, 李会芳, 吴春笃, 等. 变量喷雾装备及关键技术的探讨[J]. 江苏大学学报(自然科学版), 2004, 25(2): 97-101.
- [5] 傅泽田, 祁力钧. 国内外农药使用状况及解决农药过量使用问题的途径[J]. 农业工程学报, 1998, 14(2): 7-12.
- [6] 陈成功, 邱白晶, 石硕, 等. 静电喷雾技术国内外研究综述[J]. 农业装备技术, 2017, 43(3): 4-9.
- [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.
- [8] 田文杰. 山西果业的现状及发展思路[J]. 山西农经, 2016(16): 40-41.
- [9] 周艳, 祁力钧, 贾首星, 等. 果园气力式静电喷雾机的开发及应用前景[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(7): 4429-4430, 4433.