

代亚猛,周 艳,贾首星,等. 3 种孔径的静电喷头喷雾性能比较[J]. 江苏农业科学,2013,41(9):358-360.

# 3 种孔径的静电喷头喷雾性能比较

代亚猛<sup>1</sup>,周 艳<sup>2</sup>,贾首星<sup>2</sup>,沈从举<sup>2</sup>

(1. 石河子大学机电工程学院,新疆石河子 832000; 2. 新疆农垦科学院机械装备研究所,新疆石河子 832000)

**摘要:**静电喷雾技术利用不同的充电方式使农药雾滴带电,并在喷头和目标间形成静电场,从而实现均匀、细化雾滴及提高雾滴在目标物的沉积量、均匀性、吸附性等效果。利用喷头综合性能试验台、激光粒度仪、雾滴感应电流测量系统等试验装置,基于新型静电喷头,分别研究 0.6、0.8、1.0 mm 的喷嘴孔径和充电电压对静电喷头的雾化性能和荷电性能的影响。结果表明:喷嘴孔径对静电喷头的雾化性能和荷电性能有显著影响;喷嘴孔径越小,雾滴体积中径越小,雾滴荷质比越大;雾化角和沉积量分布与喷嘴孔径有直接关系。

**关键词:**喷嘴孔径;充电电压;雾滴粒径;雾化角;沉积量分布;荷质比

**中图分类号:** S491 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2013)09-0358-03

与常规喷雾技术相比,静电喷雾技术雾滴粒径小,均匀度高,雾滴带电后在植物叶片正面覆盖均匀,而且带电雾滴可以到达植物叶片的背面及常规喷雾不容易达到的隐蔽部位,具有节水、省药、药效持续时间长、环境污染少等突出优点,正受到越来越多的关注和研究<sup>[1-3]</sup>。

根据国内外研究资料和新疆农垦科学院机械装备研究所前期研究成果,气力式感应型静电喷头的喷雾性能主要受气体压力、液体压力、喷嘴孔径和充电电压等因素的共同影响,而且不同因素对静电喷头喷雾性能影响的显著性不同<sup>[4-6]</sup>,通过对正交试验的结果分析也可以证明这一点。在相同条件下,不同喷嘴孔径的静电喷头雾化性能和荷电性能有较大不同。本研究以新疆农垦科学院机械装备研究所研发的气力式感应型静电喷头为基础,分别选择喷嘴孔径为 0.6、0.8、1.0 mm 的静电喷头进行试验,探究气体压力和液体压力相同时不同喷嘴孔径和不同充电电压下静电喷头的雾化性能和荷电性能。

## 1 静电喷头及试验系统

### 1.1 静电喷头

该静电喷头为新疆农垦科学院机械装备研究所吸收国外先进技术并通过科技攻关而研发的,充电方式为感应型<sup>[7]</sup>,以气力为助力方式<sup>[8]</sup>,结构见图 1。

图 2、图 3、图 4 分别为孔径 0.6、0.8、1.0 mm 的静电喷头喷嘴放大图。静电喷头的材质为聚四氟乙烯。

### 1.2 试验系统

**1.2.1 雾滴粒径测量装置** 本试验采用 Winner313 型工业激光粒度分析仪测量雾滴粒度,通过测量颗粒群的散射谱并经计算机进行数据处理来分析其颗粒粒度分布。该仪器可对

样品进行连续动态测试,测量范围广,分辨能力强,自动化程度高,操作简便,测试速度快,测量结果准确,可靠性、重复性好(图 5)。

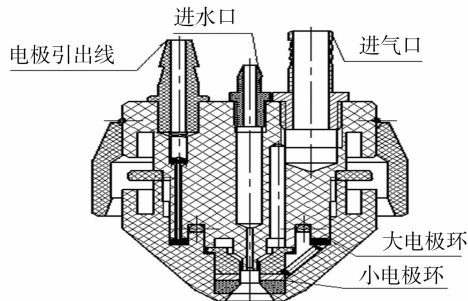


图1 静电喷头结构

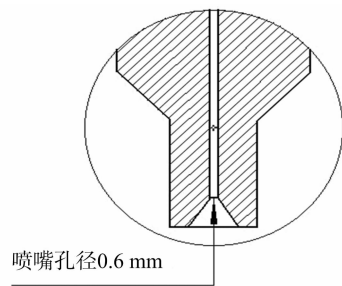


图2 孔径 0.6 mm 的喷嘴局部放大图

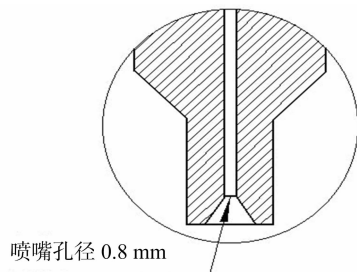


图3 孔径 0.8 mm 的喷嘴局部放大图

收稿日期:2013-03-25

基金项目:国家科技支撑计划(编号:2010BAD05B02)。

作者简介:代亚猛(1985—),男,河南平舆人,硕士,研究方向为农业机械化工程。E-mail:dym.412827@sohu.com。

通信作者:贾首星,研究员,研究生导师。E-mail:jia-shouxing@163.com。

**1.2.2 雾化角测量装置** 雾化角的测量在新疆生产建设兵团农业机械重点实验室配备的喷头综合性能试验台上完成,

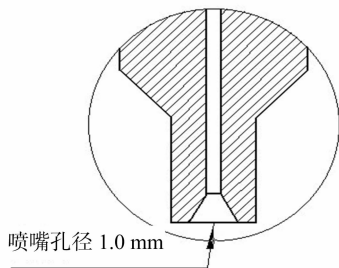


图4 孔径 1.0 mm 的喷嘴局部放大图

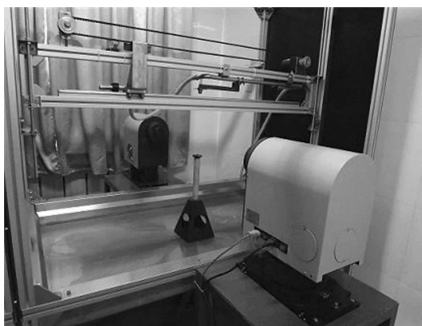


图5 激光粒度仪

该试验台配套有高速摄影仪,可自动、实时测量喷嘴的雾化角,测量结果准确,效率高(图6)。

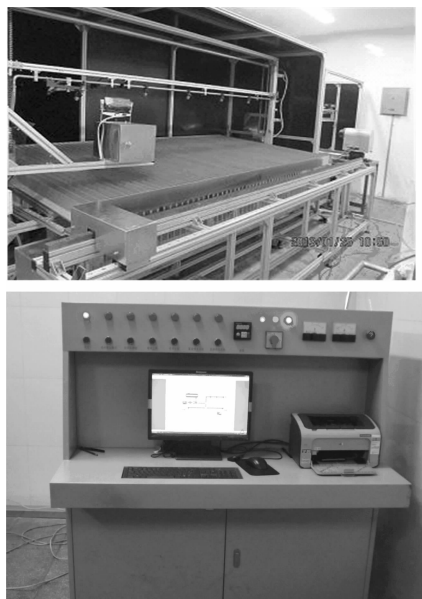


图6 喷嘴性能综合试验台

**1.2.3 静电喷头单位时间内的喷雾量和沉积量分布测量装置** 静电喷头单位时间内的喷雾量和沉积量分布的获取也在新疆生产建设兵团农业机械重点实验室配备的喷头综合性能试验台上完成。喷头在 60 s 内的喷雾量由试验台自动收集并流入量筒(共 60 个),超声波传感器测量系统自动读出每个量筒内的液体体积,测得的喷雾量自动显示。该方法简便易行、测量结果准确。

**1.2.4 雾滴群感应电流测量装置** 带电雾滴用目标网法<sup>[9-10]</sup>收集,带电雾滴经喷头喷出,金属网与精密微安表连

接在一起并接地,当带电雾滴流经金属网时构成回路,金属网产生电流,带电雾滴电流的大小由精密微安表示数(图7)。

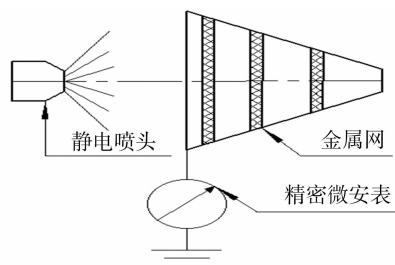


图7 雾滴电流测量系统

## 2 气式感应型静电喷头喷雾性能试验研究

### 2.1 试验准备

静电喷头喷雾性能主要从 2 个方面考虑,即静电喷头的雾化性能和荷电性能。静电喷头的雾化性能由雾滴粒径、雾化角和沉积量分布来表征;静电喷头的荷电性能主要由雾滴群荷质比这一关键参数来衡量<sup>[11-12]</sup>。

实验室温度 20°、相对湿度 75%,静电喷头进气孔的气体压力为 0.2 MPa、流量为 6.8 mL/s,静电喷头进气孔的液体压力为 0.05 MPa,电极电压为 -10 000 ~ 0 V,充电方式为感应型,充电电极大小为 2 个环状电极。

### 2.2 试验结果

**2.2.1 雾滴粒径** 雾滴粒径是衡量雾化质量最关键的参数之一。试验结果表明,施药过程中,在相同的喷雾量下,雾滴粒径越小,雾滴数目越多,穿透性越强,小雾滴在叶面上的黏附能力越强,农药流失减少,防治效果显著<sup>[13]</sup>。雾滴粒径通常用雾滴体积中径来衡量。本试验采用 Winner313 型工业激光粒度分析仪测量雾滴粒径。由图 8 可知,不同喷嘴孔径的静电喷头,随着喷嘴孔径的增大,雾滴粒径也增大,喷嘴孔径为 0.6 mm 的静电喷头喷雾时雾滴粒径最小;相同孔径的静电喷头,随着充电电压的增大,雾滴粒径变小,其中喷嘴孔径为 0.6 mm 的静电喷头喷雾时,充电电压的改变对雾滴粒径改变的影响最大。

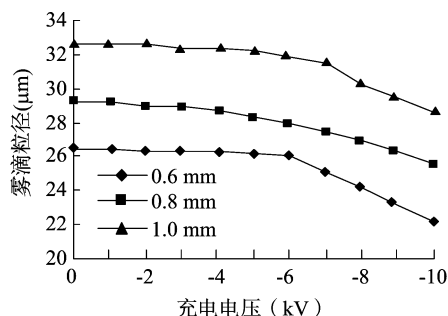


图8 孔径与充电电压对雾滴粒径的影响

**2.2.2 雾化角** 从喷嘴喷出的水雾大致成圆锥形,在轴对称喷雾过程中,雾化角指从喷嘴出发和雾化锥外缘相切的 2 条直线间的夹角<sup>[14]</sup>。它是雾化性能的一个重要参数,它在一定程度上表示了雾滴在空间的分布,其大小对雾滴群与周围空气作用程度有比较大的影响。雾化角是通过高速摄影仪自动

获得射流图像测量得到的。由图9可知,在相同的充电电压下,0.8 mm孔径的静电喷头雾化角最大。喷嘴孔径相同时,随着充电电压升高,雾化角也变大,但变化量不大。

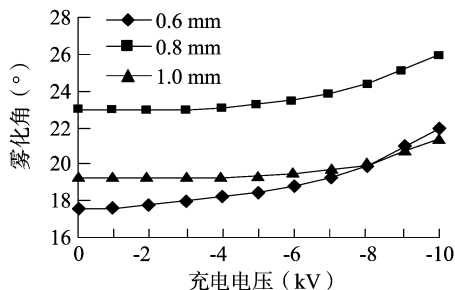


图9 孔径与充电电压对雾化角的影响

2.2.3 沉积量分布 沉积量体现了雾滴在空间的分布,它是影响雾化质量的参数之一,直接决定了喷雾的应用领域与效果。试验中静电喷头距离喷头性能综合试验台雾滴收集面60 cm,以喷嘴为坐标原点,收集100 cm喷雾横截面内的雾滴<sup>[15]</sup>,喷头性能综合试验台自动采集并输出数据。3种孔径的静电喷头在进行沉积量分布试验时充电电压均为-4 000 V。由图10可知,0.8 mm孔径的静电喷头喷雾沉积量分布相对均匀。

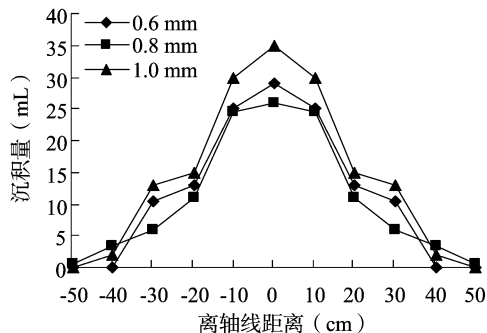


图10 不同孔径的静电喷头沉积量分布

2.2.4 雾滴群荷质比 在荷电喷雾流场中,雾滴所带电荷在使雾滴受到电场作用的同时,又影响着电场的形成。因此,雾滴荷电方式及荷电量测量是荷电雾化的一个重要方面。

在静电喷雾技术研究过程中,人们采取各种措施使得在一定的电压下获得最大的荷质比。国外研究资料表明,雾滴平均荷质比在0.5以上时,荷电作用比较明显,雾滴的运输沉积效果比较好<sup>[16-17]</sup>。带电雾滴的平均荷质比为<sup>[18]</sup>:

$$Q = It/m$$

式中: $Q$ —带电雾滴的平均荷质比(mC/kg); $I$ —感应电流强度(mA); $t$ —测量时间(s); $m$ —液体质量(kg)。

由图11可知,喷嘴孔径对雾滴平均荷质比有重要影响,在相同充电电压下,喷嘴孔径越小,雾滴平均荷质比越大。

### 3 结论

静电喷头的喷嘴孔径对雾化性能和荷电性能有重要影响。本试验中0.6 mm孔径的静电喷头喷雾时雾滴粒径最小,雾滴平均荷质比最大;0.8 mm孔径的静电喷头喷雾时雾化角最大,雾滴沉积量分布最好;静电喷头喷雾时充电电压对荷电性能有重要影响。在相同的喷嘴孔径下,随着充电电压升

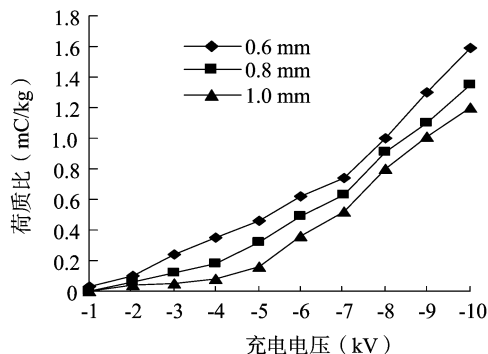


图11 孔径与充电电压对荷质比的影响

高,雾滴平均荷质比显著增大。

使用气力式感应型静电喷头,要想获得良好的喷雾效果,必须合理选择喷嘴孔径和充电电压。

### 参考文献:

- [1] 沈从举,贾首星,汤智辉,等. 农药静电喷雾研究现状与应用前景[J]. 农机化研究,2010,32(4):10-13.
- [2] 金哈辉,王军锋,王泽,等. 静电喷雾研究与应用综述[J]. 江苏理工大学学报:自然科学版,1999,20(3):18-21.
- [3] 王贞涛,闻建龙,陈燕,等. 静电雾化理论及应用技术研究进展[J]. 排灌机械,2004,22(6):41-44.
- [4] 浅野和俊. 静电散布[J]. 日本:植物防疫,1986,40(3):12-15.
- [5] 郑加强,洗福生,高良润. 静电喷雾雾滴荷质比测定研究综述[J]. 江苏大学学报:自然科学版,1992,13(1):1-6.
- [6] 郑加强,徐幼林. 农药静电喷雾技术[J]. 静电,1994,9(2):8-11.
- [7] 叶五梅,杨超珍. 静电喷雾中的雾滴荷电特性分析[J]. 农机化研究,2009,31(12):15-18.
- [8] 任惠芳,韩学孟,王玉顺. 气力式静电喷头雾化特性研究[J]. 山西农业大学学报:自然科学版,2003,23(2):148-151.
- [9] Edward Law S. Agricultural electrostatic spray application: a review of significant research and development during the 20th century[J]. Journal of Electrostatic,2001,51/52:25-42.
- [10] 闻建龙,王军锋,罗悦乾. 荷电改善燃油雾化的试验研究[J]. 中国公路学报,2002,15(3):37-41.
- [11] 苑立强,贾首星,沈从举,等. 静电喷雾技术的基础研究[J]. 农机化研究,2010,32(3):28-30.
- [12] 朱和平,洗福生,高良润. 静电喷雾技术的理论与应用研究综述[J]. 农业机械学报,1989(2):53-59.
- [13] 于水,李理光,胡宗杰,等. 静电喷雾液滴破碎的理论边界条件研究[J]. 内燃机学报,2005,23(3):239-243.
- [14] 于春健,于才渊. 液滴在高压静电场中分散现象的实验研究[J]. 高校化学工程学报,2005,19(2):277-280.
- [15] 王贞涛,闻建龙,王晓英,等. 高压静电液体雾化技术[J]. 高电压技术,2008,34(5):1067-1072.
- [16] 高全杰,邓云峰,彭承焘,等. 不同雾化条件下静电喷雾沉积效果研究[J]. 武汉科技大学学报,2010,33(3):298-302.
- [17] Giles D K, Law S E. Space charge deposition of pesticide sprays onto cylindrical target arrays[J]. Transaction of the ASAE,1985,28(3):658-664.
- [18] 于辉,何雄奎,仲崇山,等. 在静电喷雾中喷液物化特性对荷质比的影响[J]. 安徽农业科学,2007,35(15):4706-4707.