

DOI:10.6041/j.issn.1000-1298.2012.10.012

超高地隙风幕式喷杆喷雾机施药性能试验*

张铁 杨学军 董祥 刘树民 王锦江 窦玲静

(中国农业机械化科学研究院, 北京 100083)

【摘要】对超高地隙自走式喷杆喷雾机风幕系统进行田间试验,研究了喷雾压力、喷雾机作业速度、风幕出口风速及植物冠层特性对雾滴沉积量、沉积量均匀程度以及飘移率的影响。研究结果表明,风幕出口风速是雾滴沉积量、沉积均匀程度和飘移率的决定因素,风幕出口风速与雾滴穿透性能呈正相关关系,风幕系统能够有效地减少雾滴的飘移;植物冠层的特性对雾滴穿透性能有较显著影响;相同作业速度时,增大喷雾压力可使雾滴单位面积沉积量增加,提高喷雾沉积效果,但对穿透性能影响不大;喷雾机作业速度对雾滴沉积量也有一定的影响,但影响较小。

关键词: 喷杆喷雾机 超高地隙 风幕 雾滴 沉积分布 飘移

中图分类号: S49 文献标识码: A 文章编号: 1000-1298(2012)10-0066-06

Experiment on Spraying Performance of Super-high Clearance Boom Sprayer with Air-assisted System

Zhang Tie Yang Xuejun Dong Xiang Liu Shumin Wang Jinjiang Dou Lingjing

(Chinese Academy of Agricultural Mechanization Sciences, Beijing 100083, China)

Abstract

Various field experiments were conducted in order to measure the performance of air-assisted spraying system on super-high clearance sprayer. The effects of spray pressure and speed of sprayer, air flow rate of air curtain and plant canopy characteristics on droplet distribution, deposition uniformity and droplet drift were studied. The experiment results indicated that droplet drift could reduce obviously with air-assisted spraying system. It also showed that air flow rate of air-assisted was the determinant factor, and the penetrability and deposition of droplets had positive correlation. Plant canopy characteristics had significant effect on droplet deposition. The deposit rate increased and the effect of deposition improved with the same sprayer speed when the spray pressure increased. However, it has no obvious effect on penetration of droplet. The speed of sprayer had no obvious effect on the droplet deposition.

Key words Boom sprayer, Super-high clearance, Air-assisted, Droplet, Deposition distribution, Drift

引言

喷雾作业过程中,雾滴沉积量、沉积分布均匀性和飘移率是衡量喷雾质量的主要因素。喷雾作业过程是一个复杂的过程,影响雾滴沉积量和飘移率的

因素很多,如风速、喷雾压力、植物生长特性、机具作业速度、环境温度和湿度等。为了研究各因素对喷雾质量的影响,国内外众多学者进行了许多研究工作。王凯等研究了小麦不同生长期特性对雾滴沉积量的影响,认为小麦不同生长期冠层结构特征是

收稿日期: 2011-10-12 修回日期: 2011-10-19

* 国家高技术研究发展计划(863计划)资助项目(2008AA100901)和国际科技合作计划资助项目(2010DFA71310)

作者简介: 张铁,工程师,博士生,主要从事植物保护技术研究,E-mail: zhangtie1979@126.com

通讯作者: 杨学军,研究员,博士生导师,主要从事植物保护技术研究,E-mail: camms@263.net

影响雾滴沉积分布因素之一。何雄奎等对果园喷雾机风速与雾滴沉积分布关系进行了研究,得出雾滴在冠层内的穿透性和沉积量与风速呈正相关。商庆清等利用风洞实验研究了农药雾滴在树冠中的沉积量和穿透性,研究表明风速和树叶迎风角度对雾滴穿透距离及喷雾沉积量都有显著影响^[1~9]。

喷杆风幕式施药技术,即在喷杆喷雾机的喷杆上增加风机和风筒,喷雾作业时在喷头上方沿喷雾方向强制送风形成风幕,这样不仅增大了雾滴的穿透力,而且在有风(小于 4 级风)的天气下工作,也可减少雾滴的飘移现象,可节省施药量 20% ~ 60%^[10]。目前,喷杆喷雾机风幕式送风系统对雾滴穿透性和飘移率的研究工作,一般都针对普通的喷杆喷雾机,对高地隙喷杆喷雾机施药性能的研究较少,在国内更未见有相关研究。本文以 3WZC-2000 型超高地隙风幕式喷杆喷雾机为研究对象,通过田间试验研究风幕式喷雾系统风幕出口风速、喷雾压力、植物冠层特性以及机具作业速度对雾滴沉积规律和飘移率的影响。

1 超高地隙风幕式喷杆喷雾机

玉米生长中期的高度一般在 1.2 m 以上,由于生长高度较高,普通的拖拉机难以进入田间进行施药作业,因此目前玉米生长中期的病虫害防治及生长调节剂喷施只能由人工使用手持喷雾器进行施药作业,不仅作业效率低、喷洒效果差、农药浪费严重,而且极易造成人员中毒。而在玉米生长后期,则根本无法进行施药作业。

3WZC-2000 型超高地隙风幕式喷杆喷雾机,如图 1 所示。该喷雾机最高离地间隙 3.1 m,喷雾幅宽 24 m,喷杆离地高度最大可升高到 3.5 m,解决了玉米生长后期的施药作业问题。



图 1 超高地隙风幕式喷杆喷雾机

Fig. 1 Air-assisted spraying on super-high clearance boom sprayer

2 田间试验方法

试验在河北省涞水县进行,选择 200 m × 50 m

的地块,在玉米生长高度为 1.6 m 时进行测试^[11]。

2.1 喷雾药液配备

使用电子天平称量 100 g 罗丹明 B 放入量杯加水搅拌使之完全溶解后,倒入喷雾机药箱中,然后在药箱中加入额定容量的清水,起动喷雾机混合搅拌系统将试验液搅拌均匀。

2.2 冠层特性测定

分别在相同高度作物的顶端、作物高度的二分之一处及地面上方约 15 cm 处取 20 片整叶,使用 CI-202 型叶面积分析仪测量面积并记录,将所得数据求平均作为作物上、中、下部平均叶面积。使用 CI-110 型植物冠层分析仪,从地面以上 15 cm 至作物顶端,每隔 10 cm 取半球数字图像。使用仪器自带软件分析得到不同高度植物叶面积指数、冠层平均叶倾角和散射辐射透射系数;每组参数重复 5 次。

2.3 靶标设置

以滤纸作为药液的采集样本,分为上、中、下和底部 4 处靶标样本。上部靶标位于作物的顶端,中部靶标位于作物高度的二分之一处,下部靶标位于地面上方 15 cm 处,靶标置于冠层中应使靶标尽量位于冠层叶片中,地面靶标位于地面上。

2.4 喷雾作业

喷雾作业过程中,调节喷雾压力为 0.30、0.35 和 0.40 MPa,风机转速为 0、960、1 450、2 000 和 2 200 r/min,喷雾机作业速度为 3.5 和 5.0 km/h,各喷雾参数进行组合正交试验,每组参数重复 3 次。

2.5 取样

喷雾完成后,将试纸从冠层中取出,分别装入样品袋或装入棕色玻璃瓶中。

2.6 数据采集

使用 200 mL 去离子水清洗 2.5 cm × 15 cm 的试纸 0.5 h,将靶标上的罗丹明 B 完全洗脱,使用 Modulus 荧光分析仪测量浓度并记录,并分别计算出冠层上、中、下部单位面积靶标上的雾滴沉积量。

3 施药质量评价指标及定义

3.1 雾滴沉积量

使用荧光分析方法测量示踪物在作物不同水平高度上叶面的沉积浓度。通过配置的标准浓度罗丹明 B 溶液,获得吸光度与示踪剂沉积量之间的标准曲线方程式。然后,利用标定的标准曲线,即可计算得到样本的稀释溶液浓度,从而确定每个单元滤纸上单位面积的沉积量和沿作物高度的雾滴沉积分布规律。

标定的标准曲线方程式为

$$y = 0.021x - 0.025 \tag{1}$$

式中 x ——分光光度计测得的吸光度
 y ——检测药液浓度, $\mu\text{g/L}$

3.2 雾滴沉积量均匀度

对雾滴穿透性和沉积规律以不同冠层高度下雾滴沉积量的均匀度为评价标准,雾滴沉积量均匀度用不均匀系数表示为

$$u = \frac{d_{\max} - d_{\min}}{\bar{d}} \tag{2}$$

式中 $d_{\max}$ ——雾滴单位面积最大沉积量
 $d_{\min}$ ——雾滴单位面积最小沉积量
 $\bar{d}$ ——雾滴单位面积平均沉积量

从式(2)可知, u 值越大雾滴沉积的不均匀度越大。

3.3 防飘移性能

防飘移性能以飘移率和防飘率作为评价指标^[12]。

飘移率 d_f 定义为单位面积上飘失到空气中的药液量占所喷施的单位面积施药量的百分比。即

$$d_f = \frac{d_a - \bar{d}I_{LA} - d_g}{d_a} \times 100\% \tag{3}$$

式中 d_g ——喷洒(或滴落)在地面上单位面积的药液量
 d_a ——单位面积施药量
 I_{LA} ——叶面积指数

防飘率 σ_{df} 定义为有气流辅助时雾滴飘移率的减小量与无气流辅助时的雾滴飘移率的比值,即

$$\sigma_{df} = \frac{d_{f0} - d_{fi}}{d_{f0}} \times 100\% \tag{4}$$

式中 d_{fi} ——有气流辅助时的雾滴飘移率
 d_{f0} ——无气流辅助时的雾滴飘移率

4 田间试验结果分析

4.1 风机转速对风幕出口风速的影响

图2为风机转速对风幕出口风速的影响。从图可以看出,风幕出口风速随风机转速的增加而增大,且基本呈线性关系。风机转速为960 r/min时风幕出口平均风速为5.5 m/s;风机转速为2 200 r/min时风幕出口平均风速为17.1 m/s。

4.2 喷雾压力对雾滴沉积分布特性的影响

图3为喷雾机在不同喷雾压力下作物冠层的雾滴单位面积沉积量。从图中可以看出,喷雾压力对雾滴在冠层单位面积沉积量有显著影响。相同作业速度时,喷雾压力增大使雾滴单位面积沉积量增加,沉积在作物枝冠上的药液量也随之增大;而在同样喷雾压力下,喷雾机作业速度的加快使喷雾药液的

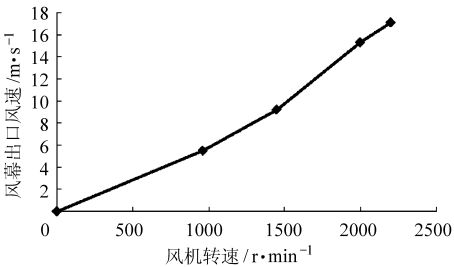


图2 风机转速对风幕出口风速的影响

Fig.2 Air flow rate of air-assisted system at different fan speeds

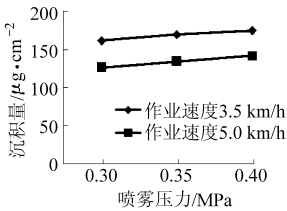


图3 不同作业速度时喷雾压力和沉积量关系

Fig.3 Relationship of spray pressure and droplet deposition at different speeds

雾滴单位面积沉积量减少。

图4为喷雾机在不同风机转速时喷雾压力对雾滴在作物冠层中沉积分布均匀性的影响。从图中可以看出,在相同的风机转速下,改变喷雾压力时雾滴沉积不均匀系数变化不大,这说明喷雾压力对雾滴沉积分布均匀性无明显影响,即喷雾压力对雾滴在作物冠层中的穿透性影响不显著。

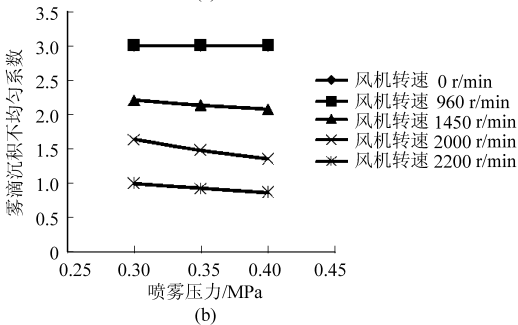
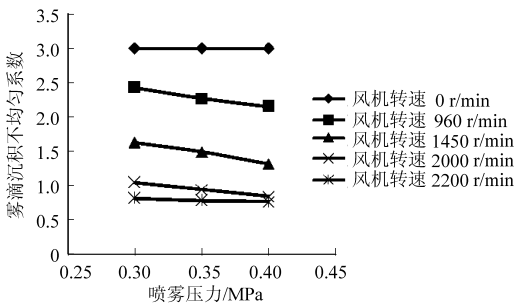


图4 不同风机转速时喷雾压力和雾滴沉积不均匀系数关系曲线

Fig.4 Relationship of spray pressure and droplet deposition uniformity in different fan speed

(a) 作业速度 3.5 km/h (b) 作业速度 5 km/h

4.3 风幕出口风速对雾滴沉积分布特性的影响

表 1 为不同风幕出口风速时测得的植物冠层上、中、下部的雾滴沉积量。由表中可以看出,在总施药量相同条件下,冠层上部雾滴沉积量随风幕出口风速的增加而减小,冠层中、下部雾滴沉积量随风幕出口风速的增加而增大。

表 1 不同风幕出口风速对雾滴沉积量的影响
Tab.1 Effect of air flow rate of air-assisted system on droplet deposition

作业速度 /km·h ⁻¹	喷雾压力 /MPa	风幕出口风速 /m·s ⁻¹	上部沉积量 /μg·cm ⁻²	中部沉积量 /μg·cm ⁻²	下部沉积量/ μg·cm ⁻²
3.5	0.35	0	510.08	0	0
		5.5	458.08	146.63	0
		9.2	420.51	184.92	79.35
		15.3	376.32	272.79	129.92
		17.1	362.92	268.78	155.83
5.0	0.35	0	403.33	0	0
		5.5	460.21	0	0
		9.2	363.28	147.09	0
		15.3	355.87	129.28	78.19
		17.1	279.00	202.44	99.80

图 5 为喷雾机在不同作业条件下风幕出口风速对雾滴在冠层中沉积不均匀系数的影响。由图可看出:在喷雾压力相同的条件下,雾滴沉积的不均匀系数随着风幕出口风速的增大而减小,较高的风速可以获得更好的雾滴沉积分布均匀性。

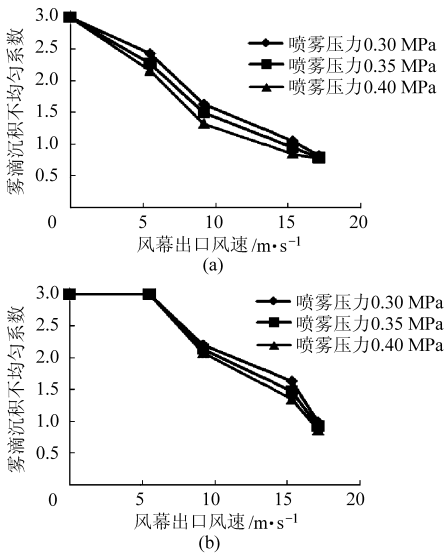


图 5 不同风幕出口风速对雾滴沉积不均匀系数的影响
Fig.5 Effect of air flow rate of air-assisted system on droplet deposition uniformity
(a) 作业速度 3.5 km/h (b) 作业速度 5.0 km/h

4.4 植物冠层特性对雾滴沉积分布特性的影响

4.4.1 叶面积指数

图 6 为喷雾机作业速度为 3.5 km/h、喷雾压力

0.35 MPa、风机转速 2 000 r/min 时,叶面积指数与雾滴在冠层沉积不均匀系数的关系。由图可见,在相同的条件下,上部雾滴沉积量最大,下部雾滴沉积量最小。叶面积指数越大,即较密集的冠层使雾滴更难以穿透,雾滴沉积分布的不均匀程度增加。

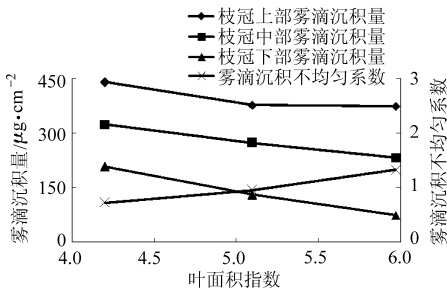


图 6 叶面积指数与雾滴沉积不均匀系数的关系
Fig.6 Relationship between leaf area index and droplet deposition uniformity

4.4.2 冠层平均叶倾角

图 7 为喷雾机作业速度为 3.5 km/h、喷雾压力 3.5 MPa、风机转速 2 000 r/min 时冠层平均叶倾角与雾滴沉积不均匀系数的关系。冠层叶倾角为植物叶片在垂直方向的投影与植物叶片的夹角。由图可以看出,植物叶片越接近水平,雾滴沉积不均系数越高,即雾滴的穿透性越差。

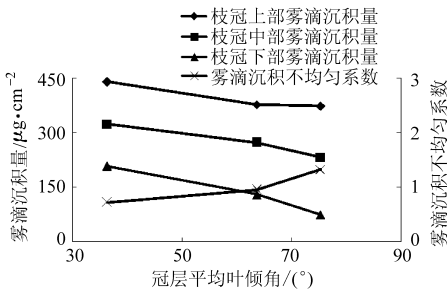


图 7 冠层平均叶倾角与雾滴沉积不均匀系数的关系
Fig.7 Relationship between mean canopy leaf angle and droplet deposition uniformity

4.4.3 散射辐射透射系数

图 8 为喷雾机作业速度为 3.5 km/h、喷雾压力 3.5 MPa、风机转速 2 000 r/min 时散射辐射透射系数与雾滴在冠层沉积不均匀系数的关系。散射辐射

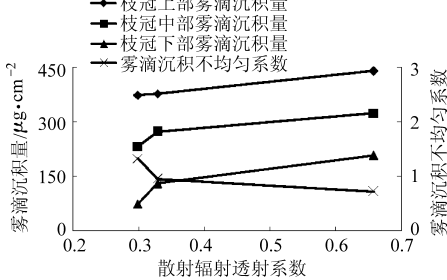


图 8 散射辐射透射系数与雾滴沉积不均匀系数的关系
Fig.8 Relationship between coefficient of diffuse radiation and droplet deposition uniformity

透射系数代表植物冠层的空隙率。由图可见,随着植物冠层散射辐射透射系数增加雾滴沉积不均匀系数减小,即植物空隙大时雾滴更容易穿透其冠层。

4.5 风幕系统对防飘移性能的影响

图9为风幕出口风速对防飘移性能的影响。由图可知,有风幕辅助气流作用时雾滴的飘移率要明显小于无风幕时。作物高度1.6 m、作业速度

3.5 km/h、喷雾压力0.40 MPa、风幕出口风速17.1 m/s时,雾滴飘移率为18.74%,比无风幕时减少33.08%,防飘率达63.84%。试验结果表明,在同样条件下雾滴的飘移量随风幕出口风速的增加而减小,因此风幕辅助气流可以有效防止雾滴飘移、减少农药对环境的污染。

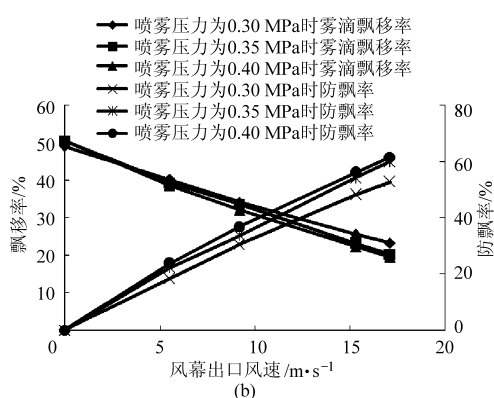
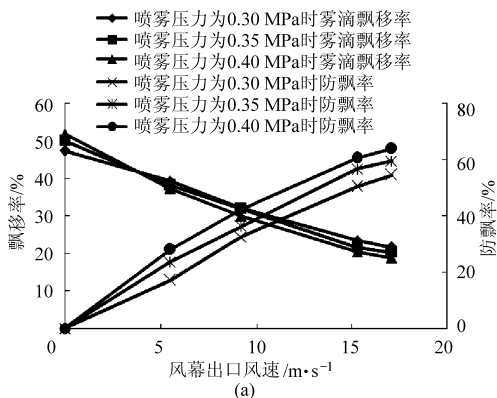


图9 风幕出口风速对防飘移性能的影响

Fig.9 Effect of air flow rate of air-assisted system on anti-drift performance

(a) 作业速度 3.5 km/h (b) 作业速度 5.0 km/h

5 结论

(1) 雾滴沉积量在植物冠层由上至下均呈减小的趋势。但与无风幕时对比,有辅助气流作用时植物冠层上部雾滴沉积量明显减小,中部和下部的雾滴沉积量明显增大。表明风幕系统对增加高秆作物枝冠中下层的雾滴沉积效果具有显著的作用。

(2) 风幕出口风速与雾滴穿透性能呈正相关关系。风幕出口风速越大,雾滴穿透性越强,中、下层的雾滴沉积量越大,雾滴沉积的均匀性越好。

(3) 在相同的作业条件下,喷雾压力增大能提高单位枝冠面积上的沉积量,但对雾滴的穿透性影响不大。

(4) 在所研究的影响雾滴沉积量和穿透效果的4个因素中,风幕出口风速是雾滴穿透性和沉积均匀程度的决定因素,其次是植物冠层特性和喷雾压力,而喷雾机作业速度对其影响最小。

(5) 风幕系统能够有效防止雾滴飘移,减少农药损失。

参考文献

- 王凯,董长海,何雄奎.小麦不同生长期冠层特征与雾滴沉积分布关系初探[C]//第三届“农药与环境安全”国际学术研讨会暨第七届“植物化学保护和全球法规一体化”国际研讨会论文集.北京:[出版者不详],2007.
- Piché M, Panneton B, Thériault R. Field evaluation of air-assisted boom spraying on broccoli and potato[J]. Transactions of the ASAE, 2000, 43(4): 793 ~ 799.
- 商庆清,张沂泉,孙志武,等.雾滴在树冠中的沉积和穿透研究[J].南京林业大学学报:自然科学版,2004,28(5):45 ~ 48. Shang Qingqing, Zhang Yiquan, Sun Zhiwu, et al. Study on droplet deposition and penetrability in tree crown by the wind tunnel[J]. Journal of Nanjing Forestry University: Natural Sciences Edition, 2004, 28(5): 45 ~ 48. (in Chinese)
- 宋淑然,洪添胜,孙道宗,等.风送式喷雾机变速喷雾雾滴沉积试验[J].农机化研究,2009,31(1):166 ~ 169. Song Shuran, Hong Tiansheng, Sun Daozong, et al. Droplet deposition in variable-speed spraying experiment of air blast sprayer[J]. Journal of Agricultural Mechanization Research, 2009, 31(1): 166 ~ 169. (in Chinese)
- 何雄奎,曾爱军,何娟.果园喷雾机风速对雾滴的沉积分布影响研究[J].农业工程学报,2002,18(4):75 ~ 77. He Xiongkui, Zeng Aijun, He Juan, et al. Effect of wind velocity from orchard sprayer on droplet deposit and distribution [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2002, 18(4): 75 ~ 77. (in Chinese)
- 宋淑然,洪添胜,王卫星,等.水稻田农药喷雾分布与雾滴沉积量的试验分析[J].农业机械学报,2004,35(6):90 ~ 93. Song Shuran, Hong Tiansheng, Wang Weixing, et al. Testing analysis on deposit and distribution of pesticide spraying in rice fields[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2004, 35(6): 90 ~ 93. (in Chinese)

- 7 赵东,张晓辉,蔡冬梅,等.基于弥雾机风机参数优化的雾滴穿透性和沉积性研究[J].农业机械学报,2005,36(7):44~49.
Zhao Dong, Zhang Xiaohui, Cai Dongmei, et al. Study on penetrability and deposited property of droplets by parametric optimization of a mist-sprayer fan[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2005, 36(7): 44~49. (in Chinese)
- 8 陆军,李萍萍,贾卫东,等.温室轴流风送药雾标靶沉积试验[J].农业机械学报,2009,40(12):88~92.
Lu Jun, Li Pingping, Jia Weidong, et al. Experiment of axial-flow air-carried toward-target pesticide deposition in greenhouse [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2009, 40(12): 88~92. (in Chinese)
- 9 邱白晶,沙俊炎,汤伯敏,等.密闭空间雾滴沉积状态参数的显微图像解析[J].农业机械学报,2008,39(2):55~58,111.
Qiu Baijing, Sha Junyan, Tang Bomin, et al. Analysis of droplets deposition parameters based on micrograph in airtight space [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2008, 39(2): 55~58, 111. (in Chinese)
- 10 杨学军,严荷荣,徐赛章,等.植保机械的研究现状及发展趋势[J].农业机械学报,2002,33(6):129~131,137.
Yang Xuejun, Yan Herong, Xu Saizhang, et al. Current situation and development trend of equipment for crop protection [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2002, 33(6): 129~131, 137. (in Chinese)
- 11 GB/T 24861—2009/ISO 22866:2005 植物保护机械喷雾飘移的田间测量方法[S]. 2009.
- 12 GB/T 24861.1—2009/ISO 22369—1:2006 植物保护机械喷雾飘移量分级 第一部分:分级[S]. 2009.
- 13 陈志刚,王玉光,杜彦生,等.精确对靶喷雾施药的靶标微波探测试验[J].排灌机械工程学报,2010,28(4):364~368.
Chen Zhigang, Wang Yuguang, Du Yansheng, et al. Microwave target detecting experiment for precise pesticide spraying [J]. Journal of Drainage and Irrigation Machinery Engineering, 2010, 28(4): 364~368. (in Chinese)
- 14 贾卫东,李成,王贞涛.高沉积静电喷雾装置试验研究[J].排灌机械工程学报,2012,30(2):244~248.
Jia Weidong, Li Cheng, Wang Zhentao. Experimental study on electrostatic spraying device with better deposition [J]. Journal of Drainage and Irrigation Machinery Engineering, 2012, 30(2): 244~248. (in Chinese)

(上接第46页)

- 2 童淑媛,杜震宇.宽窄行种植对水稻生长发育及产量的影响[J].黑龙江农业科学,2011(3):30~31.
Tong Shuyuan, Du Zhenyu. Effects of wide-narrow row spacing cultivation on growth and yield of rice [J]. Heilongjiang Agricultural Sciences, 2011(3): 30~31. (in Chinese)
- 3 浙江理工大学.万向节驱动倾斜式宽窄行插秧机分插机构:中国,ZL201010143779.4[P].2010-08-04.
- 4 东北农业大学.双轴锥齿轮传动斜置式宽窄行插秧机分插机构:中国,ZL201010500747.5[P].2011-05-04.
- 5 浙江理工大学.行星轮轴交错椭圆斜齿轮传动分插机构:中国,ZL201010193683.9[P].2010-10-20.
- 6 武传宇,赵匀,陈建能.水稻插秧机分插机构人机交互可视化优化设计[J].农业机械学报,2008,39(1):46~49.
Wu Chuanyu, Zhao Yun, Chen Jianneng. Automatic search of pareto solutions of multi-objective for rotary transplanting mechanism kinematics [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2008, 39(1): 46~49. (in Chinese)
- 7 俞高红,孙良,赵匀.混合齿轮行星系分插机构的人机交互与参数优化[J].农业机械学报,2008,39(2):47~50.
Yu Gaohong, Sun Liang, Zhao Yun. Parameters optimization based on human-computer conversation of transplanting mechanism with planetary spur gears and elliptical gears [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2008, 39(2): 47~50. (in Chinese)
- 8 陈建能.椭圆齿轮行星系分插机构的动力性能分析、参数优化及实验验证[D].杭州:浙江大学,2004.
Chen Jianneng. Experiment test, parameter optimization and dynamics analysis of transplanting mechanism with planetary elliptical gears [D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2004. (in Chinese)
- 9 Figliolini G, Angeles J. Algorithms for involute and octoidal bevel-gear generation [J]. ASME Journal of Mechanical Design, 2005, 127(4): 664~672.
- 10 Figliolini G, Angeles J. Synthesis of the base curves for n-lobed elliptical gears [J]. ASME Journal of Mechanical Design, 2011, 133(3): 997~1005.
- 11 赵匀,赵雄,张玮炜,等.水稻插秧机现代设计理论与方法[J].农业机械学报,2011,42(3):65~68.
Zhao Yun, Zhao Xiong, Zhang Weiwei, et al. Modern design theory and method of rice transplanter [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2011, 42(3): 65~68. (in Chinese)
- 12 俞高红,马成稳,孙良,等.插秧机后插旋转变宽窄行分插机构设计与优化[J].农业机械学报,2012,43(8):50~55,65.
Yu Gaohong, Ma Chengwen, Sun Liang, et al. Design and optimization of backward rotary transplanting mechanism in wide-narrow row planting [J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2012, 43(8): 50~55, 65. (in Chinese)