

3WF-12 型超宽幅喷杆式喷雾机的研究与试验

温浩军, 康健明, 王士国, 颜利民 (新疆农垦科学院机械装备研究所, 新疆石河子 832000)

摘要 棉花是新疆兵团农业经济发展的重点和支柱产业, 棉花重大病、虫、草害的防治是保证其稳产、高产、高效的重要措施之一。为克服现有机具工作效率低、农药有效利用率低等问题, 研制了一种与大马力机车相配套的超宽幅喷杆式喷雾机。该机具主要由机架、动力系统、液压系统、展臂总成、等部件组成, 设计的折叠机构、仿形机构和回弹机构有效的减轻了大型喷雾机在运输和工作时对障碍物的碰撞。田间试验表明: 该机适用性强, 行进灵活, 在药箱压力 0.5 MPa, 喷嘴直径为 2.0 mm, 喷嘴流量为 24 ml/s 时, 喷雾质量最佳, 雾滴中径为 57.845 μm , 雾滴均匀性为 0.89, 工作性能达到技术规范要求。

关键词 喷杆喷雾机; 超宽幅; 植保机械; 正交试验

中图分类号 S491 文献标识码 A 文章编号 0517 - 6611(2013)12 - 05635 - 03

Research and Experiment of 3WF-12 Super-Wide of Boom Sprayer

WEN Hao-jun et al (Mechanical Equipment Research Institute, Xinjiang Academy of Agricultural and Reclamation Science, Shihezi, Xinjiang 832000)

Abstract Cotton is the focus and pillar industry of agriculture economic development of Xinjiang Production and Construction Corps. Major disease, insect, weed prevention and control is one of the important measures to ensure its stable and high yield, high efficiency. A super-wide of boom sprayer was designed to overcome the low efficiency of the existing equipment, low effective utilization of pesticides, mainly composed by the rack, power systems, hydraulic systems and other components. The folding mechanism, profile agencies and rebound to effectively reduce large sprayers obstacle collision in transportation and work was designed. Field trials showed that: the applicability of aircraft is strong and travels flexible, when kits pressure is 0.5 MPa, nozzle diameter is 2.0 mm, and nozzle flow rate of 24 ml/s, droplet diameter 57.845 μm , and the droplet uniformity is 0.89, which meets the performance specification requirements.

Key words Boom sprayer; Ultra-wide; Plant protection machinery; Orthogonal test

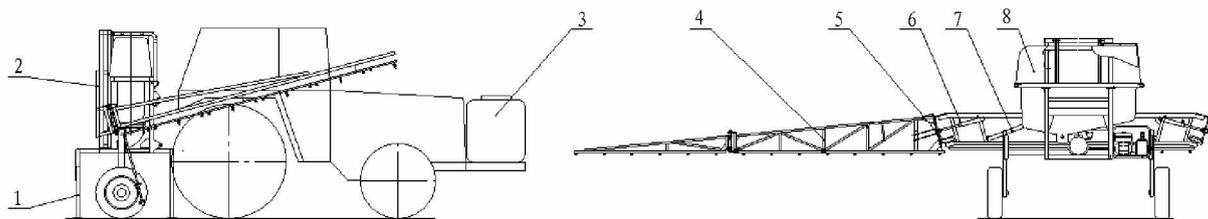
近年来, 新疆棉花高密度栽培农艺技术的大面积推广和棉花机械采收技术的大面积实施, 使传统植保机械已不适宜棉花病虫害防治和喷洒脱叶催熟剂的要求。棉花的病虫害防治, 对喷雾机械的技术要求也日益提高。在各种各样的施药机械产品中, 喷杆喷雾机以其作业效率高、喷洒质量好的优点, 成为发达国家病虫草害防治的主要机型^[1-3]。喷杆式喷雾机的喷幅从几米到几十米不等, 按动力配套情况分为牵引式、悬挂式和自走式 3 种, 在我国广大旱作农业地区发挥着重要的作用^[4-6]。为解决新疆棉区喷雾机具工作效率低、农药有效利用低等问题在前人研究的基础上, 设计出一种与大马力机车相配套的新型超宽幅喷杆式喷雾机。该机具有先后药箱, 可与 40 - 59kW (55 ~ 80 hp) 轮式拖拉机配套的实用新型产品, 具有雾滴细而均匀、防漂移性能好、机具结构

紧凑、操作及维护保养方便等特点。主要用于干旱、半干旱地区喷洒杀虫剂、杀菌剂、除草剂, 机具适用性能良好, 产品技术水平处于国内领先地位。

1 总体结构与工作原理

1.1 总体结构 3WF-12 型喷杆式喷雾机主要由机架、升降机构、前药箱、展臂总成、回转机构、液压管路、悬挂机构、后药箱等部件组成, 结构如图 1 所示, 其主要技术参数如下: 外形尺寸/mm: 13 740 × 1 333 × 2 567 (工作时) 3 584 × 1 333 × 2 567 (运输时); 作业幅宽/cm: 1 000 ~ 2 200; 喷头离地高度/cm: 65 ~ 120; 动力传动轴转速/r/min: 540; 展臂形式: 三段折叠式; 作业速度/km/h: 5。3WF-12 型喷杆式喷雾机的系统结构及组成如图 2 所示。

液压系统包括拖拉机的液压输出装置, 分配阀, 油管, 液



1. 机架 2. 升降机构 3. 前药箱 4. 展臂总成 5. 回转机构 6. 液压管路 7. 悬挂机构 8. 后药箱。

图 1 3WF-12 型喷杆式喷雾机机构

压马达, 伸缩油缸。拖拉机输出的高压油分为两路, 一路驱动液压马达转动, 带动风机旋转; 另一路分别与 3 个伸缩油缸相连来实现喷杆的升降和折叠。

1.2 工作原理 拖拉机的动力通过动力输出轴、万向节传动轴带动隔膜泵和齿箱, 隔膜泵将药箱内的药液吸入泵内进行加压, 加压后的药液通过隔膜泵出水阀、三通开关、输油管、喷杆传至喷头, 由喷头对药液进行雾化, 由喷头喷出的药液, 在克服了空气阻力、液体粘滞性和表面张力之后, 分散成多个细小的液体颗粒; 喷头喷出的药液喷雾均匀附着在叶片

基金项目 兵团重点新产品计划 (项目编号: 2011BD042)。

作者简介 温浩军 (1971 -), 男, 甘肃临洮人, 工学硕士, 研究员, 从事研究方向为农业机械设计, E-mail: kjm531@sina.com。

收稿日期 2013-04-06

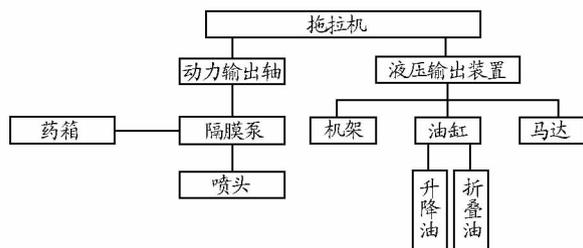
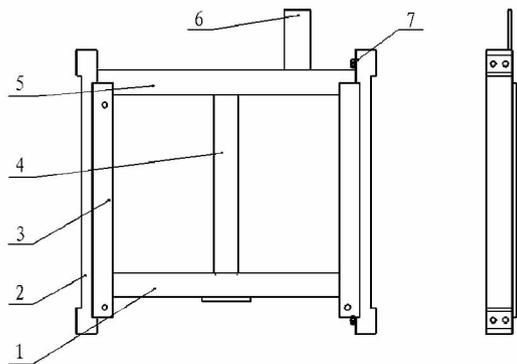


图2 3WF-12型喷杆喷雾机系统结构

正反面。

2 主要工作部件设计

2.1 升降机构的设计 根据小麦、玉米、棉花等作物的种植方式和不同生长期的植保作业特点,要求喷雾系统高度可以进行上、下调节,以适应不同高度农作物的防治要求。机架后部装有升降机构(图3所示),由两根方钢狭槽组成的一个滑道,喷杆桁架与机架是通过一个连接架联接,连接架卡在滑道内,在液压油缸的作用下上下滑动,实现喷杆高度的调节,调整范围为0~100 mm。



1. 下横梁 2. 导槽 3. 连接板 4. 连接梁 5. 上横梁 6. 液压锁支架
7. 滑轨块垫板。

图3 升降机构简图

2.2 液泵的选择 隔膜泵是一种高效植保机械压力泵,与传统泵相比,具有结构简单,故障率低,工作可靠等优点。常用农用隔膜泵有480型、240型、220型。对于采用液泵搅拌的喷雾机,液泵的排量除满足喷洒的要求外,还应考虑足够的回液量,满足进行搅拌的需要。

根据:

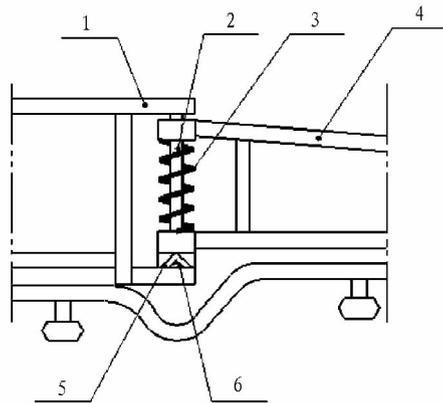
$$Q_{\text{喷}} = \frac{Q_{\text{公顷}} \times V \times B}{10\,000 \times 60}$$

式中: $Q_{\text{公顷}}$ 为每公顷地的施药量(L/hm^2); V —拖拉机前进速度(m/s); B —为机具工作总幅宽(m); $Q_{\text{喷}}$ —为喷杆喷头总喷量(L/hm^2);当 $Q_{\text{公顷}} = 200 \text{ L}/\text{hm}^2$, $V = 6 \text{ km}/\text{h}$ 时,则有 $Q_{\text{喷}} = 16 \text{ L}/\text{min}$ 。

实践表明:搅拌用的回液量一般为药箱容积的10%~15%,采用回液搅拌,回液量设为 $Q_{\text{回}}$,则选取 $Q_{\text{回}}$ 为药箱容积的10%,则 $Q_{\text{回}} = 10\% \times 650 = 65 \text{ L}/\text{min}$,该机液泵的流量 $Q_{\text{泵}} = Q_{\text{喷}} + Q_{\text{回}}$,带入已知条件得 $Q_{\text{泵}} = 16 + 65 = 81 \text{ L}/\text{min}$,选用ZMB480型隔膜泵。

2.3 折叠机构和仿形机构 由于喷雾机喷幅很大,因此在

主喷杆架的两侧设有可以折叠的侧翼来协调作业和运输之间的转换,在运输或非作业时将侧翼折叠起来,在工作时将侧翼伸展开来。主喷杆架和侧翼喷杆架通过铰接轴连接,铰接轴处设有仿形机构,该仿形机构由突起的块状体1和相应的凹状体2啮合组成,二者分别设置于主喷杆和侧翼喷杆上,当侧翼喷杆绕主喷杆转动时,凸起的块状体和相应的凹状体处于扣合或脱开状态,在实际作业中,当伸展的侧翼喷杆架碰触到障碍物时会以铰接轴摆动,而不致使整个机架发生晃动,在越过障碍物后侧翼喷杆会自动复位,如图4所示。



1. 主喷杆 2. 铰接轴 3. 压缩弹簧 4. 侧翼喷杆 5. 凸起 6. 凹状体。

图4 折叠和仿形机构简图

2.4 竖向喷杆回弹机构 为使作物的各个部位均能够被均衡地喷洒,在喷杆架上横向的输送管上并排设置了若干根竖向的喷杆,在实际作业时,为防止竖向的喷杆被作物支杆抬升到作物顶部影响作业质量,在竖向喷杆和横向输送杆的连接处设置了一个软质基部的结构增加回弹效果,保证喷雾质量。

3 性能试验及分析

雾化性能是评价施药机具性能最为重要的指标。喷雾机的雾化性能,不仅决定着雾滴滴谱的分布,而且关系着药液雾滴在植物丛中 and 靶区内的运动、穿透、附着、沉积、分布和飘失,它直接影响着喷雾机的生产效率和防治效果^[7-10]。其主要指标包括雾滴均匀性和喷幅。雾滴均匀性用扩散比表示,即雾滴的数量中径与雾滴的体积中径的比值。而喷幅反映了机具的生产效率和喷雾覆盖能力。

3.1 试验方法和设备 试验采用新疆科神农业装备科技开发有限公司研制的3WF-12型喷杆式喷雾机。试验液体采用不含杂质的清水,试验前,用凡士林和机油(比例为1:3)混合物均匀附着于蒸发皿底部,用于承接水剂雾滴。用AVM-01风速仪测出当时的风速,试验设备包括OLYBUS-BX50双目显微镜、载玻片、米尺、量杯等。

试验时,参照JB/T9782—1999标准沿喷幅方向摆放10片载玻片。当雾滴与载玻片碰撞时,一个雾滴便形成一个全痕,其尺寸为实际雾滴的1.15倍,雾滴与圈痕之间有一差值,即扩展系数,通常为0.86。用秒表测定喷射时间,每次为1 min,然后取回载玻片,在100倍的显微镜(安装测微尺)下读出雾滴所占的格数,记下每格所代表的长度,并计算雾滴

直径:雾滴直径(μm) = 直径分级的格数 \times 每格所代表的长度 \times 扩散系数^[11-12]。

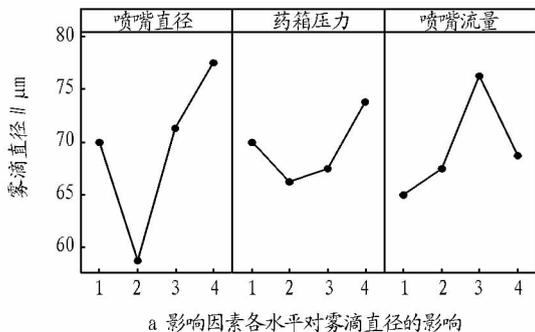
3.2 试验设计 试验采用 $L_{16}(4^5)$ 正交试验设计,喷嘴选用美国 TeeJet 公司生产的 TXA8004VK 型圆锥型喷嘴。喷嘴直径分别为 0.8、1.2 和 2.0 mm。药箱压力分别为 0.2、0.3 和 0.4 MPa。喷嘴流量分别为 15、18 和 21 ml/s。研究喷嘴直径、喷雾压力以及药液流量的最佳组合,以达到最好的雾滴均匀性。试验因素和水平如表 1 所示。

表 1 试验因素与水平

水平	A 喷嘴直径/mm	B 药箱压力//MPa	C 喷嘴流量//ml/s
1	0.8	0.2	15
2	1.2	0.3	18
3	2.0	0.4	21
4	2.4	0.5	24

3.3 试验结果与分析

3.3.1 试验因素与喷雾性能指标的关系。3WF-12 型喷杆



式喷雾机的喷嘴直径、药箱压力、喷嘴流量等主要参数对喷雾性能的影响结果如表 2、图 5 所示。

表 2 试验方案与试验结果

试验号	A	B	空	空	C	雾滴直径// μm	雾滴均匀度
1	1	1	1	1	1	60	0.89
2	1	2	2	2	2	65	0.85
3	1	3	3	3	3	75	0.92
4	1	4	4	4	4	80	0.83
5	2	1	2	3	4	55	0.84
6	2	2	1	4	3	60	0.84
7	2	3	4	1	2	45	0.90
8	2	4	3	2	1	75	0.78
9	3	1	3	4	2	80	0.82
10	3	2	4	3	1	65	0.81
11	3	3	1	2	4	70	0.88
12	3	4	2	1	3	70	0.80
13	4	1	4	2	3	85	0.86
14	4	2	3	1	4	75	0.81
15	4	3	2	3	1	80	0.79
16	4	4	1	4	2	70	0.75

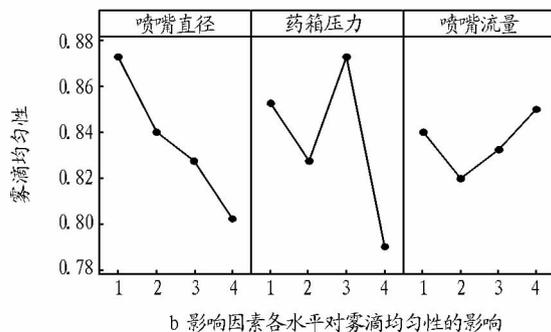


图 5 因素各水平对喷雾质量的影响

3.3.2 结果分析。从图 5 和表 3 可知,在试验范围内,喷嘴直径、药箱压力和喷嘴流量对喷雾质量的影响是不同的,喷嘴直径和药箱压力对雾滴直径和雾滴均匀性有显著影响。影响雾滴直径的因素主次顺序是药箱压力、喷嘴直径和喷嘴流量,较优组合为 $B_1A_2C_3$,影响雾滴均匀性的因素主次顺序是喷嘴直径、药箱压力和喷嘴流量,较优组合为 $A_1B_3C_4$ 。

表 3 试验结果

	雾滴直径	雾滴均匀性
较优水平	$A_2B_2C_1$	$A_1B_3C_4$
主次因素	BAC	ABC
较优组合	$B_2A_2C_1$	$A_1B_3C_4$

从对较优水平组合雾滴直径 ($B_1A_2C_3$) 和雾滴均匀性 ($A_1B_3C_4$) 的分析来看,喷雾质量的影响因素顺序变化较大,且各指标的较优水平组合不同,为了兼顾各项指标的得失,采用综合加权评分法进行分析,以选出使各项指标都尽可能达到最优的组合,考虑到 3 因素对衡量指标的重要程度,以 100 分作为总“权”,雾滴直径为 40 分,雾滴均匀性为 60 分^[13-16],每组试验综合评分指标为:

$$y_i = \sum_{j=1}^r W_j \frac{Y_{ij}}{R_j} = \sum_{j=1}^r \lambda_j y_{ij}$$

式中 y_i —第 i 号试验所得计算值(加权评分指标); W_j —第 j

个指标“权”值; y_{ij} —第 i 号试验中第 j 个指标; R_j —第 j 个指标在该组试验中造成的极差; λ_j —第 j 个指标的计算系数(既考虑权又考虑指标变动程度)。

结果表明,影响综合指标的主次因素排列顺序为 BAC,最佳水平组合为 $B_3A_3C_4$,即药箱压力 0.5 MPa,喷嘴直径为 2.0 mm,喷嘴流量为 24 ml/s。

4 结论

(1) 该研究设计的折叠机构、仿形机构和回弹机构有效地减轻了大型喷雾机在运输和工作时对障碍物的碰撞。

(2) 经方差分析和综合评分得出,药箱压力 0.5 MPa,喷嘴直径为 2.0 mm,喷嘴流量为 24 ml/s 时,雾滴中径为 57.845 μm ,雾滴均匀性为 0.89,工作性能达到技术规范要求。

参考文献

[1] 郭峰,杨宛章,韩长杰,等. 3WF-8 型果园喷雾机的试验与研究[J]. 新疆农业大学学报,2009,32(5): 81-83.
 [2] 刘青,傅泽田,祁力君,等. 9WZCD-25 型风送式超低量喷雾机性能优化试验[J]. 农业机械学报,2005,36(9): 44-47.
 [3] 周艳. 棉田用气流辅助喷杆式喷雾机的设计与研究[D]. 北京: 中国农业大学,2006.
 [4] 崔志华,傅泽田,祁力君,等. 风送式喷雾机风筒结构对飘移性能的影响[J]. 农业工程学报,2008,24(2): 110-115.
 [5] 崔志华. 风送式喷雾机风筒结构改进及对飘移性能影响的研究[D]. 北京: 中国农业大学,2007.

效评价的指标设置和方法选择要注重时间、地点和适用范围的对比性,以便纵向比较与推广应用,增强规范实施的直观性,使得相关部门能够更直观理解项目的绩效。

(6)层次性和重点性的原则。绩效评价要注意分清主次,要有层次性,在每一个层次中应选取评估重点,能够准确、科学地评估在推广科技成果产生的“三位一体”的效益状况,从而能够为评价科技成果的转换状况提供有效的反馈信息,以便更好地进行决策。

2.2 构建维度 根据财政支出绩效评价方法和重大科技项目绩效评价的特点,重大科技项目绩效评价体系框架可以从项目的相关性、效率、效果和可持续性等4个维度进行,相关性评价包括政策吻合度和需求吻合度;效率评价包括项目活动进展、项目管理效率和项目资金管理情况;效果评价包括项目完成情况,项目产生的经济、社会和生态效益情况,项目所产生的成果情况,成本有效性等;可持续性评价包括项目资金到位情况和相关的配套政策机制建立情况等(图2)。

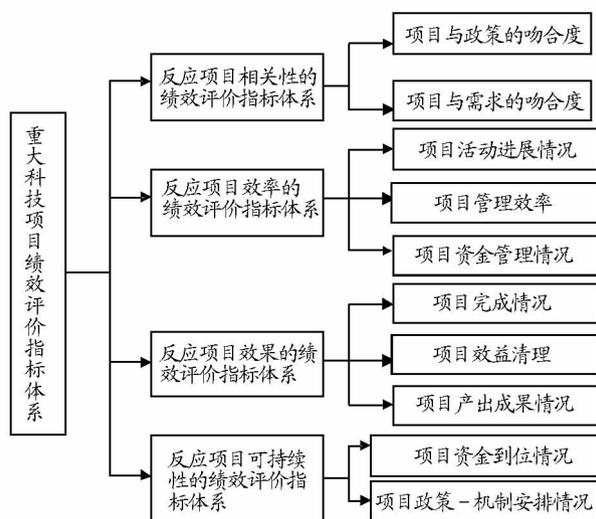


图2 重大科技项目绩效评价指标体系框架

3 绩效评价方法的实施与制度保障

根据评价主体与评价对象的关系,科技项目绩效评价形式可以分为:内部自评形式,外部评价形式和内外结合的绩效评价形式。

重大科技项目绩效评价中,科研采用内外部结合的评价形式。由外部专业评估部门、财政部门、科技部门联合组成评估团队,一方面可以发挥财政、科技部门对信息掌握充分性、准确性,有利于做出正确的判断,评价资料、评价数据容易获取且多属于第一手资料,可以节省时间、物力、人力和财

力,提高评价效率,减少信息的不对称;另一方面,可以发挥外部评估部门的人才、理论和学术优势,在评价指标的制定、评价数据的处理、评价结果的判断等方面拥有相应的理论基础和专业化工具,从而使绩效评价的公平、公正、严谨、务实的科学化程度得到提高。外部评估团队的加入,可以建立恰当的评估流程、质量控制框架,并使得监管部门降低监管成本,增强监管的权威性和可信度。

为了确保内外部部门能够充分发挥作用,需要建立协作方式。一是制定合理的评估实施方案,确定各部门在评估过程中的作用和职责,防止出现评估过程低效的情况,这种分工体现在每一个环节的每一个方面。二是内部监管部门与外部团队要有严格的合同约定,增强评估工作的严肃性,保证参与者的高度责任感,合同内容包括投入责任、进度要求、产出要求与违约惩罚规则,以增强元规范实施的有效性。

除此之外,评估方案、体系设计应该与日常的评估制度应该紧密联系。一是采用科学技术手段,对科技绩效评估实施快捷、有效的评分管理,促进科研团队及时高效投入。这些手段包括网上采集数据、自动计分体系的设计与使用等。二是建立评估人员的操守规则、操作流程以及方案中具体到每一个参与者的分工表,使得团队内部建立有效的督促、协调机制。三是建立评估信息反馈制度,对评估体系、评估团队、科研团队的各项信息能够及时准确送达相关各方,充分发挥评估结果对于科研投入、管理、评估决策的促进作用。

参考文献

- [1] 科技部. 科学技术评价办法(试行)[J]. 科技和产业,2004(2):59-64.
- [2] 陈养发,王从众. 2003年天津市基础研究计划执行情况分析[J]. 天津科技,2004(1):9-10.
- [3] 惠红旗,王蕾,李婷. 河北省科技攻关计划运营绩效评估体系的建立与分析[J]. 河北科技大学学报,2004,25(2):83-86.
- [4] 余振乾. 地方财政科技支出绩效评价指标体系构建及其实施[J]. 中国软科学,2005(4):63-69.
- [5] 吴淑荣. 基于灰色关联分析的科技项目评审专家评估方法研究[J]. 中国水运,2008,8(11):50-51.
- [6] 徐敏. 地方科学基金项目管理探析[J]. 浙江师范大学学报:自然科学版,2010,33(2):236-240.
- [7] 魏和清. 从科技投入与产出看我国科技发展的绩效[J]. 科技进步与对策,2002(12):34-36.
- [8] 赵红光. 建立我国政府有组织科技活动绩效评价制度初探[J]. 中国软科学,2003(5):110-112.
- [9] 谈毅,全允桓. 政府科技计划绩效评价理论基础与模式比较[J]. 科学学研究,2004,22(2):150-156.
- [10] 葛朝阳,宋建元,陈劲. 基础研究源头创新绩效评价及政策建议[J]. 研究与发展管理,2005,17(1):104-108.
- [11] 罗伯特·阿克塞尔罗德. 合作的复杂性-基于参与者竞争与合作的模型[M]. 梁捷,高笑梅,等,译. 上海:上海世纪出版集团,上海人民出版社,2008:49-71.

(上接第5637页)

- [6] 刘雪美,张晓辉,刘丰乐. 喷杆喷雾机风助风筒相关向量机多目标优化设计[J]. 农业机械学报,2010,41(6):75-80.
- [7] 张佳喜,陈发,王桂盛,等. 影响9WZC-30喷雾机喷雾性能的因素研究[J]. 农机化研究,2006(6):174-175.
- [8] 张佳喜,陈发,赵志艳,等. 风筒结构对风送式喷雾机喷幅的影响[J]. 农机化研究,2007(1):176-177.
- [9] 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(4):10-13.

- [10] 周海燕,刘树民,杨学军,等. 大田蔬菜高地隙自走式喷杆喷雾机的研制[J]. 农机化研究,2011(7):70-72.
- [11] 刘丰乐. 气流辅助式喷杆喷雾机的研制[D]. 北京:中国农业大学,2007.
- [12] 王立军,孙文峰,陈宝昌,等. 喷杆式喷雾机的研究[J]. 农机化研究,2008(7):63-65.