

喷雾技术参数对雾滴沉积分布影响试验*

吕晓兰¹ 傅锡敏¹ 吴萍¹ 丁素明¹ 周良富¹ 闫惠娟²

(1. 农业部南京农业机械化研究所, 南京 210014; 2. 南京农业大学工学院, 南京 210031)

【摘要】 为了研究果园轴流风机风送喷雾机喷雾技术参数对雾滴沉积分布的影响, 分别设置了4种喷雾压力、风机出口风速和行驶速度, 3种采样高度, 对稀疏靶标(沉积架)和仿真树靶标进行了喷雾试验并进行回归分析。试验结果表明, 喷雾压力对雾滴沉积无明显影响, 减小行驶速度可增加枝叶正反面雾滴的沉积, 增大风机出口风速可有效增加雾滴在枝叶反面的沉积; 各喷雾技术参数均对冠层内的雾滴沉积覆盖率有显著性影响, 其影响程度由强到弱依次为采样高度、行驶速度、风机出口风速、喷雾压力。

关键词: 风送式喷雾机 雾滴覆盖率 雾滴沉积 技术参数

中图分类号: S493+.1 文献标识码: A 文章编号: 1000-1298(2011)06-0070-06

Influence of Spray Operating Parameters on Droplet Deposition

Lü Xiaolan¹ Fu Ximin¹ Wu Ping¹ Ding Suming¹ Zhou Liangfu¹ Yan Huijuan²

(1. Nanjing Research Institute for Agricultural Mechanization, Ministry of Agriculture, Nanjing 210014, China

2. College of Engineering, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210031, China)

Abstract

In order to research on influence of spray operating parameters on droplet deposition, four kinds of spray pressure, air-blast velocity, travel speed, and three kinds of sampling height, were set to testing droplet coverage in artificial tree canopy and deposition shelf (sparse canopy), using orchard axial-fan air-assisted sprayer. Results showed that spray pressure had no significant effect on droplet deposition. To reduce travel speed could increase droplet deposition on leaves frontside and backside. To increase air-blast velocity could increase droplet deposition effectively on leaves backside. According to the regression analysis, all the spraying parameters had significant effect on droplets deposition. But influence degree was different, the parameters order from strong to weak by influence degree were sample height, speed, air-blast velocity and spraying pressure.

Key words Air-assisted sprayer, Droplet coverage, Droplet deposition, Operating parameters

引言

目前,我国在果园病虫害的防治作业中多采用液力雾化技术,由于果树树冠高大、枝叶茂密、纯液力雾化的雾滴很难穿透果树冠层并沉积均匀,往往雾滴在外层稠密叶幕阻挡下聚集形成水滴滚落流失,造成冠层内部及树干病虫害得不到有效控制,不得不采用大容量、淋洗式喷雾方法,增加喷药次数,造成农药的大量浪费和严重的环

境污染^[1~3]。

最理想的施药效果是将农药雾滴均匀地分撒到靶标上,风送喷雾技术的应用大大增强了雾滴穿透性,它是利用气流的动能把药液雾滴吹送到果树冠层中,从而改善了药液雾化、增强了雾滴穿透性、提高了雾滴在果树冠层中的沉积,成为改善药液分布的主要措施^[4~7],因此国内外研究人员针对风送式喷雾机应用过程中的药液雾滴飘移率、沉积分布特性、农药使用效率等作了大量的试验研究^[8~12]。研

收稿日期: 2010-07-09 修回日期: 2010-08-02

* 国家高技术研究发展计划(863计划)资助项目(2008AA100903)和江苏省自然科学基金资助项目(BK2010123)

作者简介: 吕晓兰,助理研究员,博士,主要从事植保机械与施药技术研究,E-mail: lxlanny@126.com

通讯作者: 傅锡敏,研究员,主要从事植保机械与施药技术研究,E-mail: fuximin@263.net

究表明,对于不同生长期的不同果树冠形与冠层密度,所需的喷雾量、雾滴粒径、风送强度、雾流方向、喷雾压力、机具行驶速度等喷雾技术参数各不相同。因此,需寻求喷雾技术参数与果树生长期特征的最佳匹配,提高农药有效沉积,减少飘失,为果园喷雾机工作参数的灵活调整提供技术支持。本文针对果园轴流风机风送式喷雾机,研究喷雾压力、风送速度、行驶速度、采样高度等可控喷雾技术参数对雾滴沉积分布的影响规律,为改进其防飘移性能和参数优化提供理论依据。

1 试验材料与方法

1.1 试验装置

在农业部南京农业机械化研究所植保机械工程

技术实验室,以精准施药动态仿真试验车为载体搭建轴流风机风送喷雾试验台,进行室内雾滴沉积试验。其中精准施药动态仿真试验车轨道长 60 m,有效工作长度 50 m,行进速度 0.1 ~ 3.0 m/s 可调,试验采用沈力 SF-4 型轴流风机,风叶直径 400 mm,功率 0.55 kW,频率 50 Hz,转速 0 ~ 3 000 r/min。风机出口端安装喷雾环(直径 350 mm),环上安装 4 个圆锥雾喷头,风送式喷雾系统放置在试验车上,风机轴线距地面 1.5 m,风机出口正对靶标水平喷雾。试验靶标有 2 种,雾滴沉积试验架(高×宽)2 m×1.5 m,用以模拟田间果树休眠期或萌芽期无枝叶的枝干;仿真树 2 m×2 m,小冠开心形树冠,用以模拟田间枝叶茂密的果树冠层。2 种靶标沿行驶方向平行放置在离风机出口 1.5 m 处(图 1)。

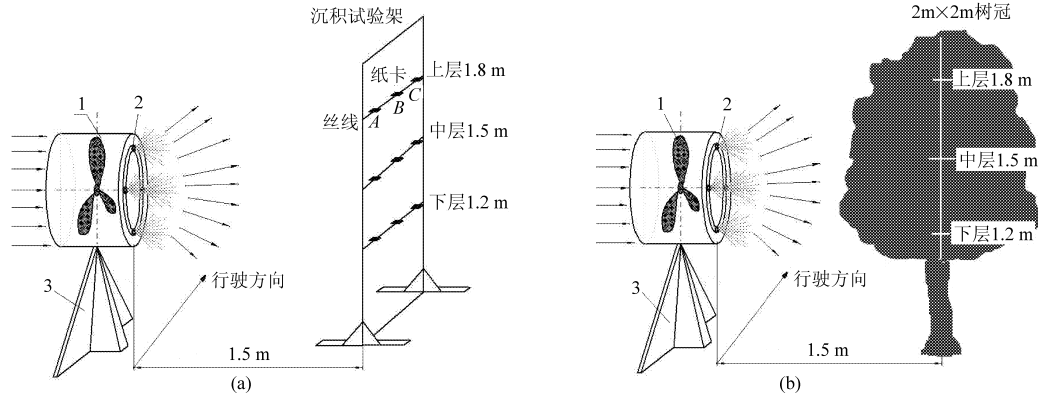


图 1 雾滴沉积分布测定采样点设置示意图
Fig. 1 Sampling scheme of droplet deposition distribution testing
(a) 无冠层雾滴沉积测定 (b) 仿真树冠层内雾滴沉积测定

1. 轴流风机 2. 喷雾环及喷头 3. 支架

1.2 试验步骤

试验采样点布置如图 1 所示,在雾滴沉积试验架上以风机轴线高度为中心,上、中、下各布置一条收集线,高度分别为 1.8、1.5、1.2 m,在每条收集线上均匀布置 A、B、C 3 点,用回形针在正、反面卡住 2 张纸卡(纸卡尺寸 7.5 cm×7.5 cm),用于测定正、反面雾滴沉积覆盖率,每条收集线上正、反面各 3 张纸卡测到的雾滴覆盖率取平均,即为这一距离、高度、叶片正反面上雾滴的沉积覆盖率。同样在仿真

树冠层内,以树干为垂直线,如沉积试验架分上、中、下 3 层布点相同,在叶片正、反面同时放置纸卡,并用回形针固定,对每点选定的叶片作标识,以便每次试验纸卡布置在同一叶片上,确保所有试验采样点统一。纸卡布置完毕后,根据表 1 调整喷雾机喷雾参数,喷雾机以一定行驶速度驶过,0.5% 的丽春红溶液雾滴被风机吹出沉积到纸卡上,待雾滴干燥后,收集纸卡,用显微照相机及雾滴图像处理系统测定每张纸卡的雾滴覆盖率,处理结果如图 2 所示。

表 1 试验参数设置
Tab. 1 Testing parameters

水平	喷雾压力 p/MPa	喷头流量 $Q/\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}$	雾滴体积中径 $/\mu\text{m}$	风机出口风速 $v_f/\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$	行驶速度 $v_m/\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$
1	0.5	817	286	4.8	0.5
2	1.0	1 098	260	6.4	1.0
3	1.5	1 348	240	8.8	1.5
4	2.0	1 543	212	10.8	2.0

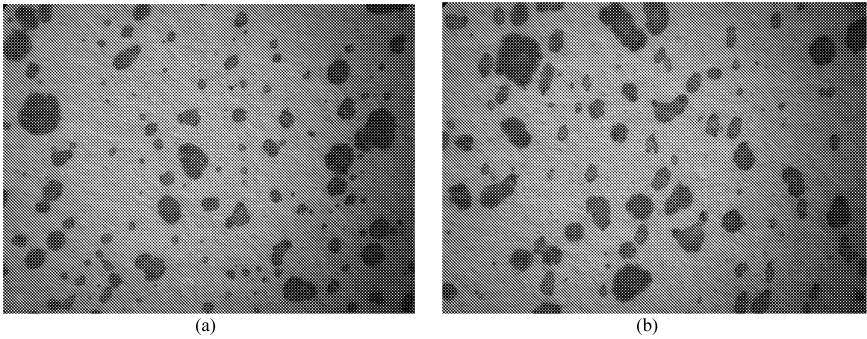


图 2 纸卡上雾滴覆盖率图像处理结果

Fig.2 Image processing of droplet coverage in paper cards

(a) 雾滴覆盖率 13.2% (b) 雾滴覆盖率 16.0%

2 结果与分析

2.1 测试结果直观分析

每张纸卡对角线上选定 5 点进行显微照相,经图像处理软件处理得到每点雾滴覆盖率,取平均即为该纸卡的雾滴覆盖率,数据记入表 2、表 3。由表中数据直观分析得出:在采样高度 1.2 m、风机出口风速 4.8 m/s、喷雾压力 1.0 MPa、行驶速度 0.5 m/s 条件下,在沉积架上纸卡正面雾滴覆盖率达到最大,为 72.3%;在采样高度 1.8 m、风机出口风速 6.4 m/s、喷雾压力 2.0 MPa、行驶速度 0.5 m/s 条件下,纸卡反面雾滴覆盖率达到最大,为 64.8%。这

是因为纸卡都是水平放置,而雾滴以风机轴线呈环形发散,上侧雾滴以一定的速度更多地撞击到1.8 m 处纸卡反面而沉积,下侧雾滴在重力和倾斜下行速度的双重作用下更多地沉积到 1.2 m 纸卡正面,因此雾滴最大覆盖率出现在上、下层的正、反面。

由于仿真树 1.5 m 高度冠层最大,因此可认为 1.5 m 处纸卡正、反面雾滴覆盖率最大的工作条件为最佳组合。在风机出口风速 10.8 m/s、喷雾压力 0.5 MPa、行驶速度 0.5 m/s 条件下,纸卡正面雾滴覆盖率达到最大,为 13.5%;在风机出口风速 10.8 m/s、喷雾压力 2.0 MPa、行驶速度 0.5 m/s 条件下,纸卡反面雾滴覆盖率达到最大,为 6.4%。

表 2 无冠层情况下距风机 1.5 m 处沉积架雾滴覆盖率

Tab. 2 Droplet coverage on frame shelf 1.5 m from fan without canopy																									%	
喷雾 压力 p/MPa	行驶 速度 v_m $/\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$	$v_f=4.8\text{ m/s}$						$v_f=6.4\text{ m/s}$						$v_f=8.8\text{ m/s}$						$v_f=10.8\text{ m/s}$						
		$h=1.2\text{ m}$		$h=1.5\text{ m}$		$h=1.8\text{ m}$		$h=1.2\text{ m}$		$h=1.5\text{ m}$		$h=1.8\text{ m}$		$h=1.2\text{ m}$		$h=1.5\text{ m}$		$h=1.8\text{ m}$		$h=1.2\text{ m}$		$h=1.5\text{ m}$		$h=1.8\text{ m}$		
		正	反	正	反	正	反	正	反	正	反	正	反	正	反	正	反	正	反	正	反	正	反	正	反	
0.5	0.5	39.6	0	21.6	1.7	11.2	6.2	46.9	0.9	23.0	1.2	9.3	13.8	44.7	2.7	31.2	4.1	20.0	13.4	61.7	4.4	51.5	12.6	19.4	42.6	
	1.0	31.7	0	28.3	0.2	21.7	1.7	21.0	0	20.2	0.7	8.7	19.3	27.3	1.4	24.2	1.2	8.1	13.3	42.5	2.3	39.1	4.3	17.7	27.2	
	1.5	42.5	0	45.8	0	30.4	0.5	23.9	0	18.0	1.3	9.5	9.7	13.6	0.1	15.6	2.0	6.3	20.2	20.4	0.5	11.3	3.1	4.7	24.4	
	2.0	7.3	0	3.4	0	0.8	0.1	5.1	0	8.0	0.1	2.8	0.3	5.1	0	5.1	0.1	3.0	2.0	8.4	0	3.4	0.3	2.6	2.8	
1.0	0.5	72.3	0.9	35.7	0.2	2.8	35.1	40.7	2.4	36.2	4.0	11.4	38.0	33.7	1.3	36.9	4.0	7.0	51.2	48.1	3.3	39.9	4.4	5.8	52.6	
	1.0	21.6	0	13.5	0.3	4.7	6.3	20.3	0.1	9.5	1.5	7.1	20.0	28.7	0.3	16.1	3.4	6.5	38.6	35.1	1.0	18.2	4.3	10.4	42.3	
	1.5	22.4	0	20.4	0.2	8.6	3.0	20.8	0	10.4	1.1	7.7	9.2	13.3	0	11.3	0.9	8.6	25.2	16.2	0.4	11.9	3.5	9.7	27.0	
	2.0	19.8	0	8.0	0	1.4	0.1	10.2	0	10.5	0.4	3.4	2.2	10.1	0	10.4	0.1	2.5	4.9	7.3	0.1	16.0	1.0	3.4	7.3	
1.5	0.5	58.9	4.0	26.7	1.2	4.9	44.3	45.0	1.6	30.4	3.2	8.3	63.4	55.1	2.4	33.6	4.8	7.7	64.1	59.2	5.5	54.9	9.2	11.0	63.2	
	1.0	23.3	0	13.3	0.4	7.1	10.3	9.6	0	9.9	0.6	5.6	16.4	13.5	0.6	10.8	2.8	6.8	32.3	36.2	1.5	25.9	3.4	10.6	58.3	
	1.5	16.6	0.1	14.9	0.4	8.5	2.0	15.2	0.1	12.3	0.3	6.8	8.0	14.2	0	10.2	0.7	6.4	22.7	11.7	0.8	8.6	1.5	3.9	32.2	
	2.0	24.9	0	24.9	0	13.4	0.6	13.7	0	15.6	0.1	9.2	3.4	10.7	0.3	6.5	1.1	4.2	6.1	11.7	0.2	6.7	1.0	3.5	15.1	
2.0	0.5	72.0	3.1	33.5	3.4	5.0	42.2	56.0	1.6	20.2	1.9	5.9	64.8	36.5	6.3	51.4	4.3	22.4	48.0	41.7	2.0	47.2	3.1	11.4	42.9	
	1.0	31.7	0	29.7	0.1	20.1	12.3	12.9	0.1	8.1	0.2	5.2	6.0	18.1	0.4	9.2	0.9	4.9	21.3	25.0	1.6	12.6	5.2	3.8	30.6	
	1.5	14.9	0	14.4	0.1	9.1	3.1	11.3	0.4	8.5	0.3	3.9	9.7	7.1	0	8.2	0.3	2.8	29.6	14.5	0.2	8.1	0.7	3.1	11.1	
	2.0	18.9	0	16.4	0	7.5	1.0	12.2	0.1	9.0	0.1	5.1	2.6	9.6	0.1	11.5	0.8	5.9	9.0	8.5	0.4	36.9	1.3	3.6	22.7	

表 3 仿真树冠层内雾滴覆盖率

Tab. 3 Droplet coverage in artificial tree canopy

%

喷雾	行驶	$v_f=4.8\text{ m/s}$						$v_f=6.4\text{ m/s}$						$v_f=8.8\text{ m/s}$						$v_f=10.8\text{ m/s}$					
		$h=1.2\text{ m}$		$h=1.5\text{ m}$		$h=1.8\text{ m}$		$h=1.2\text{ m}$		$h=1.5\text{ m}$		$h=1.8\text{ m}$		$h=1.2\text{ m}$		$h=1.5\text{ m}$		$h=1.8\text{ m}$		$h=1.2\text{ m}$		$h=1.5\text{ m}$		$h=1.8\text{ m}$	
压力	速度 v_m	正		反		正		反		正		反		正		反		正		反		正		反	
p/MPa	$/\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$	正	反	正	反	正	反	正	反	正	反	正	反	正	反	正	反	正	反	正	反	正	反	正	反
0.5	0.5	10.6	0.2	8.6	0.7	14.2	0.7	16.9	0.9	2.3	1.2	9.3	0.8	14.7	2.7	6.2	1.1	17	1.4	21.7	1.4	13.5	2.6	5.4	0.6
	1.0	7.7	0.7	5.3	0.2	7.7	0.5	2.1	0.3	3.2	0.7	7.7	1.3	3.3	1.4	1.2	1.2	8.1	1.3	7.5	1.3	7.1	1.3	2.7	0.2
	1.5	4.5	0.6	1.8	0	6.4	0.2	1.9	0.2	6.8	0.3	6.5	0.7	3.6	0.1	1.6	0.6	6.3	1.2	5.4	0.5	1.3	0.9	4.7	0.4
	2.0	2.2	0	0.5	0	3.5	0	1.7	0.1	1.2	0.4	3.2	0	1.8	0	0.8	0.9	2.9	0	2.7	0	0.6	1.1	2.1	0.2
1.0	0.5	13.8	0	2.5	2.6	5.1	0.1	19.4	0.2	1.2	0.6	1.7	0.1	19.6	0.1	1.9	0.8	19.6	0.1	65.6	0.9	2.3	2.2	2.8	0.5
	1.0	3.6	0.3	1.7	0.2	2.3	0.1	6.0	0.2	0.6	0.7	1.5	0.2	6.8	2.6	1.3	2.1	0.4	0.8	8.5	0.9	1.1	1.4	1.1	1.2
	1.5	4.0	0.4	2.8	0.2	2.1	0	4.0	0.4	6.6	0	3.3	0.5	4.8	0.3	1.4	1.4	2.1	0.6	12.2	3.3	1.1	0.4	2.1	0.7
	2.0	2.1	0	1.2	0	1.4	0	5.1	0	0.9	0.2	3.9	0	2.3	0	0.6	0.3	2.8	0.1	6.5	0	0.8	0.4	1.3	0.2
1.5	0.5	15.9	0	7.6	0.8	0.6	0	18.9	0.1	2.0	1.5	2.4	1.2	30.7	0.2	1.0	2.7	1.3	1.3	20.9	0.1	1.3	2.9	1.8	2.5
	1.0	7.4	0	1.1	1.1	2.1	0.1	4.2	0	1.1	1.8	3.0	0.3	5.7	0	0.7	1.5	1.7	0.2	10.3	0.1	3.1	4.9	4.4	1.2
	1.5	2.9	0	0.9	1.2	7.1	0	2.2	0	0.9	1.5	3.0	0.2	3.1	0	1.2	0.3	1.7	0.3	2.4	0	0.7	0.5	0.9	0.3
	2.0	1.6	0	1.6	0	15.5	0	3.9	0	1.7	0.4	9.1	0	1.8	0	1.2	0.5	2.8	0.2	1.8	0	0.9	0.7	2.7	0.3
2.0	0.5	13.7	0.2	1.4	5.9	3.2	0.5	15.7	0.1	1.1	5.1	3.3	1.2	16.7	0.1	2.5	0.7	2.0	0.8	26.3	0.2	2.8	6.4	4.4	1.2
	1.0	10.0	0	3.8	1.1	10.6	0.2	7.2	0.1	1.4	1.0	3.9	0.5	9.4	0.2	1.4	1.8	3.3	0.9	9.5	0.1	1.2	1.8	1.6	0.8
	1.5	6.1	0	1.5	0.3	3.7	0.4	4.0	0	1.4	0.5	3.0	0.7	5.8	0	1.1	1.5	2.0	0.8	5.2	0.1	0.5	1.5	3.2	1.1
	2.0	3.1	0	1.0	0	7.3	0.7	2.7	0	0.8	0.8	2.1	0.2	2.9	0	0.7	1.5	2.3	0.6	4.8	0.1	0.5	2.6	1.6	0.7

2.2 不同喷雾技术参数对雾滴覆盖率的影响

图 3 为不同喷雾压力、采样高度、行驶速度和风机出口风速条件下沉积架上雾滴覆盖率的变化。图 4 为仿真树冠层内雾滴覆盖率的变化。

由图 3a、4a 可以看出，喷雾压力的增大，对沉积架纸卡上的雾滴覆盖率略有影响，对冠层内雾滴沉

积覆盖率没有影响。纸卡正面的雾滴沉积主要依靠重力和倾斜向下的初速度，反面的雾滴沉积主要依靠倾斜向上的初速度，随着喷雾压力的增大，雾滴尺寸略有减小，雾滴水平飞行距离增加，因此沉积到纸卡正面的雾滴减少。而沉积到沉积架纸卡反面的雾滴先增加后减少，主要因为喷雾压力增加，雾滴初速

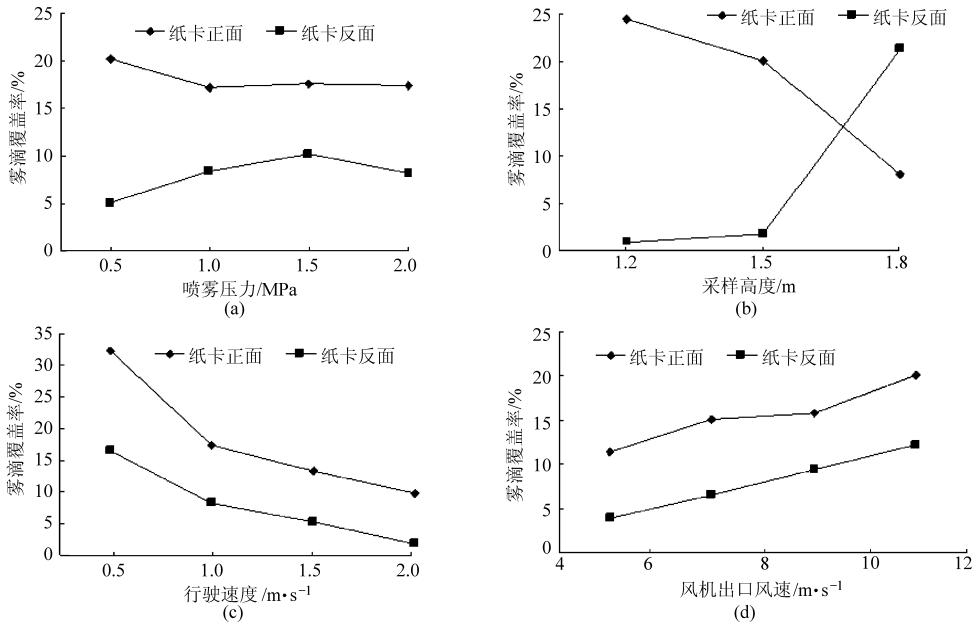


图 3 不同喷雾技术参数下沉积架上雾滴覆盖率

Fig. 3 Droplet coverage on deposition shelf with different spray operating parameters
(a) 喷雾压力 (b) 采样高度 (c) 行驶速度 (d) 风机出口风速

度增加,而雾滴尺寸减小,造成雾滴动能衰减加速,受风的影响更加明显,因此在 1.5 MPa 喷雾压力下,雾滴运行轨迹更多地经过了纸卡反面而沉积。

由图 3b、4b 可知,沉积架上采样高度越高雾滴在纸卡正面沉积越少,在纸卡反面的沉积越多。这是因为纸卡正面的雾滴沉积主要依靠重力 and 倾斜向下的初速度,反面的雾滴沉积主要依靠倾斜向上的初速度。仿真树冠层内,1.5 m 处冠层最厚,因此在树冠上、下端纸卡正面雾滴覆盖率高、中间小。由于冠层内、外侧气流的扰动和冠层内的湍流作用,纸卡反面雾滴沉积覆盖率是中间略大于上、下端。

图 3c、4c 显示了机具行驶速度对雾滴覆盖率的

影响,随着行驶速度的增加,冠层和沉积架上纸卡正、反面的雾滴覆盖率都减少。

图 3d、4d 显示了随着风机出口风速的增加沉积架和冠层内纸卡正面雾滴先减少后增加,反面雾滴沉积增加。风机出口风速增加,风送强度增大,冠层内叶片和冠层外的纸卡出现振动、摆动甚至是翻动现象,因此雾滴在反面的沉积增加,而在正面的沉积有所波动。另外,由于仿真树枝条和叶片相对真实果树枝叶较硬,在同样的风机出口风速强度下,摆动强度较小,因此雾滴在枝叶正、反面沉积覆盖率随风送强度增加有增大趋势,但增加量不够显著。

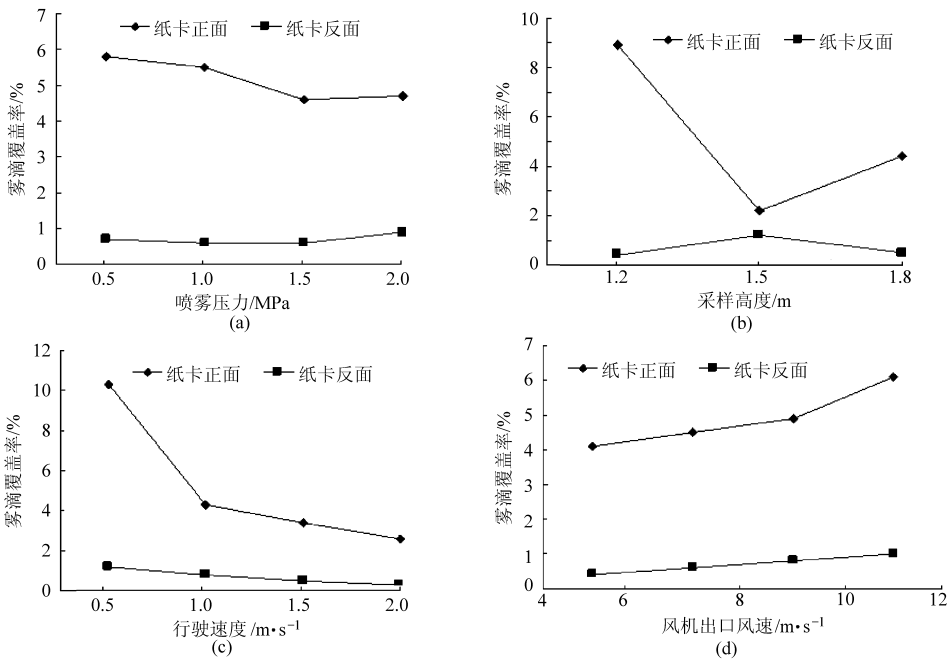


图 4 不同喷雾技术参数下仿真树冠层内雾滴覆盖率

Fig. 4 Droplet coverage in artificial tree canopy with different spray operating parameters
(a) 喷雾压力 (b) 采样高度 (c) 行驶速度 (d) 风机出口风速

2.3 回归分析

利用表 3 的数据,分别对不同喷雾技术参数下雾滴在仿真树冠层内不同高度采样点上的覆盖率进行回归。对于小冠开心形的树冠,采用轴流风机风送水平正向喷雾来说,喷雾压力、风机出口风速、行驶速度以及采样高度均对雾滴沉积有显著性影响,其影响程度由强到弱依次为采样高度、行驶速度、风机出口风速、喷雾压力,分析结果如表 4 所示。回归公式为

$$y_1 = 0.53p - 11.05v_f + 3.25v_f^2 + 1.9 \times 10^{-3}v_m + 1.1 \times 10^{-6}v_m^2 - 106.8h + 36.3h^2 - 3.9 \times 10^{-3}v_fh + 93.21$$
$$y_2 = 0.14p - 0.23v_f - 4.6 \times 10^{-2}v_f^2 + 21.95h - 7.36h^2 - 15.69$$

式中 y_1 、 y_2 ——纸卡正、反面雾滴覆盖率

另外,由于仿真树和真实果树在冠层密度、枝叶摆动强度、叶片形状及表面生物特性等方面存在差异性,以上回归公式可通过田间试验进一步修正。

3 结论

- (1) 对于稀疏冠层,提高雾滴覆盖率需减缓行驶速度,降低风机出口风速,采用较大喷雾压力喷雾,对于浓密冠层则需增大风机出口风速。
- (2) 风机出口风速增加,增强了纸卡(或枝叶)的摆动,有利于雾滴的穿透沉积,因此雾滴在纸卡(或叶片)反面的沉积增多;随着机具行驶速度的增加,进入冠层内的风量减少,冠层内外雾滴沉积覆盖率明显减少。
- (3) 由于冠形的影响,雾滴在树冠中间正面沉积覆盖率是中间小,上、下端大,而由于冠层内外

表 4 仿真树冠层内雾滴覆盖率回归分析

Tab.4 Regression analysis of droplet coverage in artificial tree canopy

变量	纸卡正面				纸卡反面			
	系数	标准差	t 检验	相伴概率	系数	标准差	t 检验	相伴概率
C	93.21	6.04	15.42	0	-15.73	1.30	-12.08	0
p	0.53	0.25	2.16	0.03	0.14	0.05	2.87	0
v_f					0	0	-1.06	0.29
v_f^2	0	0	5.85	0				
v_m	-11.05	1.19	-9.30	0	-0.34	0.04	-8.28	0
v_m^2	3.25	0.46	7.01	0				
h	-107.69	8.15	-13.21	0	21.95	1.68	13.05	0
h^2	36.31	2.68	13.53	0	-7.36	0.55	-13.36	0.02
$v_f h$	0	0	-5.78	0	0	0	2.38	0
调整后 $R^2 = 0.81$					调整后 $R^2 = 0.72$			

侧气流的扰动和冠层内的湍流作用,雾滴在反面沉积覆盖率呈相反趋势,是中间略大于上下两端。

(4) 通过回归分析可知,果园单轴流风机风送喷雾机对小冠开心形果树树冠进行喷雾时,喷雾压

力、风机出口风速、行驶速度以及采样高度均对冠层内的雾滴沉积有显著性影响,其影响程度由强到弱依次为采样高度、行驶速度、风机出口风速、喷雾压力。

参 考 文 献

1 赵东, 张晓辉, 蔡冬梅, 等. 梯度风对雾滴穿透性影响的研究及试验[J]. 农业工程学报, 2004, 20(4): 12 ~ 16.
Zhao Dong, Zhang Xiaohui, Cai Dongmei, et al. Research and experiment of effect of the gradient wind on the droplet penetration[J]. Transactions of the CSAE, 2004, 20(4): 12 ~ 16. (in Chinese)

2 祁力钧, 傅泽田. 风助式喷雾器雾滴在果树上的分布[J]. 农业工程学报, 1998, 14(3): 135 ~ 139.
Qi Lijun, Fu Zetian. The droplet distribution on apple trees atomized by an air-assisted sprayer[J]. Transactions of the CSAE, 1998, 14(3): 135 ~ 139. (in Chinese)

3 Mac Nichol A Z, Teske M E, Barry J W. A technique to characterize spray deposition orchard and tree canopies[J]. Transactions of the ASAE, 1997, 40(6): 1 529 ~ 1 536.

4 Derksen R C, Krause C R. Spray delivery to nursery trees by air curtain and axial fan orchard sprayer[J]. J. Environ. Hort., 2004, 22(1): 17 ~ 22.

5 Doruchowski G, Holownicki R. Environmentally friendly spray techniques for tree crops[J]. Crop Protection, 2000, 19(6): 617 ~ 622.

6 Pezzi F, Rondelli V. The performance of an air-assisted sprayer operating in vineyard[J]. Journal of Agricultural Engineering Research, 2000, 76(4): 331 ~ 340.

7 Landers A J. Improving the quality of pesticide application in fruit crops[C]. ASAE 2008 Annual Meeting Paper, No. 083729, 2008.

8 Moor A De, Langenakens J, Vereecke E. Relation between the vertical spraying distribution and the air pattern of orchard sprayers[C]. ASAE meeting paper, NO.001119, 2000.

9 Delele M A, Moor A D, Sonck B, et al. Modelling and validation of the air flow generated by a cross flow air sprayer as affected by travel speed and fan speed[J]. Bio-systems Engineering, 2005, 92(2): 165 ~ 174.

10 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 ~ 78.
He Xiongkui, Zeng Aijun, He Juan. Effect of wind velocity from orchard sprayer on droplet deposit and distribution[J]. Transactions of the CSAE, 2002, 18(4): 75 ~ 78. (in Chinese)

11 刘财兴, 林惠强, 洪添胜, 等. 果树仿形喷雾的虚拟研究[J]. 农业工程学报, 2007, 23(7): 133 ~ 138.
Liu Caixing, Lin Huiqiang, Hong Tiansheng, et al. Simulation of profile modeling spray of fruit trees[J]. Transactions of the CSAE, 2007, 23(7): 133 ~ 138. (in Chinese)

12 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)

13 祁力钧, 赵亚青, 王俊, 等. 基于 CFD 的果园风送式喷雾机雾滴分布特性分析[J]. 农业机械学报, 2010, 41(2): 62 ~ 67.
Qi Lijun, Zhao Yaqing, Wang Jun, et al. CFD simulation and experimental verification of droplet dispersion of air-assisted orchard sprayer[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2010, 41(2): 62 ~ 67. (in Chinese)