

动力学因素和药箱充满程度对喷雾机液力 搅拌器搅拌效果的影响

何雄奎 S. Kleisinger 吴罗罗 李秉礼

(德国霍恩海姆大学农业工程所)

(中国农业大学)

摘 要: 农药的喷施质量在农业生产中极为重要, 评价农药喷施质量的重要指标是农药有效物质在喷施靶标上的均匀沉积分布, 其前提条件是农药有效物质与载体从喷洒部件喷出前就要搅拌均匀。针对 650 型大田喷杆式喷雾机的药箱, 对影响搅拌效果的动力学因素及药箱充满程度进行了研究。结果表明, 当其他参数确定后, 加大搅拌压强或流量, 搅拌效果都明显改善, 但加大流量比加大压强的效果要好; 药箱中药液装得越满, 越易搅拌均匀, 充满程度越小, 越不易搅拌均匀。

关键词: 农药; 液力搅拌器; 喷雾机; 效果

在农业生产过程中, 用化学农药防治病、虫、草害及其他有害生物来提高农作物的产量和质量是现代化农业不可缺少的重要手段。而评价农药喷施质量的重要指标是农药有效物质在喷施靶标上的均匀沉积分布, 要达到这一指标, 除采用质优的喷洒机具和正确的操作外, 还必须使农药有效物质与稀释用的载体(通常是水)在喷头喷出前混合均匀。

喷雾机药箱中常用的搅拌方式有: 机械搅拌, 气力搅拌和液力搅拌。液力搅拌被广泛地应用在配有液泵的喷雾机上, 它有两个突出的优点: 1) 结构简单, 成本低; 2) 搅拌的强度可以通过改变流量和压强来控制, 极易实现。目前, 在欧洲有 85% 喷雾机采用液力搅拌。影响液力搅拌的因素很多, 其中主要因素有: 1) 农药的物理性质(农药的粘度、密度、表面张力、颗粒的大小等); 2) 搅拌的动力学因素(用于搅拌的流量和压强); 3) 药箱的几何参数(形状、大小等); 4) 药液在药箱中的充满程度。发达的欧美国家对施药的精确性要求很高, 因此很重视药箱中的药液搅拌, 欧共体国家要求在喷雾过程中药箱中药液浓度的偏差不得超过 $\pm 15\%$ (1998 年起欧共体的统一标准); 特别是近年来, 欧美国家为减少农药细小雾滴的飘失和保护环境大量推广和运用的低压喷雾和传感控制喷雾技术(利用光电传感器来分辨作物、害虫、杂草和通过计算机的 LBS 系统来控制喷雾的新技术), 这给传统的喷雾机器及施药运用技术带来了革命。这些新技术的运用反映在喷雾机搅拌系统上的问题是: 如何解决一方面要求整机在低压条件下运行, 另一方面为将农药有效物质和载体搅拌均匀又需要一定的搅拌压强和流量的矛盾。通过对有代表性的国产 650 型大田喷杆式喷雾机进行搅拌测试, 发现其与在喷雾过程中药箱中药液浓度的偏差不得超过 $\pm 15\%$ 的欧共体统一标准尚有距离, 存在如下问题: 1) 采用回流的药液搅拌, 且回流管口直径大, 建立不起一定的搅拌压强; 2) 当用喷量较大的喷头进行喷雾时, 因 650 型喷雾机上配置的液泵的容量较小而造成搅拌流量不够, 影响搅拌效果, 尤其是在水、农药(常是 2 种或 2 种以上的农药混合)和肥料混喷时。为解决上述问题, 对影响搅拌效果的动力

学因素和药液在药箱中的充满程度进行了研究, 并利用流体力学的原理对其结果进行了解释。

1 方法和材料

试验在有代表性的邯农2650 喷雾机药箱中进行, 药箱为椭圆形, 药箱尺寸为 1 400 mm × 500 mm × 800 mm, 目前我国大田喷杆式喷雾机较多采用该药箱。在试验中, 用压强液流通过搅拌器来进行搅拌, 如图 1 所示。应该通至喷头的液流不接喷头, 为了减少对搅拌效果的影响, 不回药箱, 而是回泵的吸液端, 其液流路线如图 1 中箭头所示。

搅拌器采用内径为 2514 mm 的钢管, 全长 1 400mm, 在管长方向上每隔 50mm 打一小孔, 此孔即为搅拌药液的喷孔, 其安装位置在搅拌效果试验图中标出。在试验中, 为保证搅拌压强或搅拌流量不变, 在变更流量或压强的同时, 需要改变搅拌器喷孔的直径。根据 W. E Yates 和 N. B. A kesson 的研究结果^[5], 搅拌器喷孔的尺寸可确定如下

$$d = 1188 \sqrt{\frac{Q}{P^{0.15} \times n}}$$

式中 d ——搅拌器喷孔直径, mm; Q ——搅拌流量, L ÷ m in; P ——搅拌压强, kPa; n ——搅拌器喷孔数。

用作搅拌试验的液体是 1% 浓度的 OB 221 悬浮液 (为德国农林生物中心 BBA 用作搅拌试验的标准材料), 每次试验之前, 让药箱中的悬浮液沉淀 15 h, 待所有的悬浮颗粒都沉淀后, 再进行下一次试验。从搅拌开始, 每隔 1 m in 取一次样, 至 30 m in 为止。每次取样都从液面下 5 cm 处, 药箱中间及离药箱底部 5 cm 处 3 个位置取样, 各位置取 2 个试样, 每个试样 20 mL, 共 6 个试样。待试验结束后, 将所有的样品放入烘箱, 并经 105~ 110 的温度烘干 5 h, 称其干物质的重量, 再换算成悬浮液的浓度。

2 试验结果

2.1 搅拌流量对搅拌效果的影响

试验在压强不变的情况下进行 ($P = 200$ kPa), 搅拌器喷孔直径将随流量变化而变化, 各流量下对应的搅拌器喷孔直径和搅拌器安装位置见图 2 中参数。图中, S ——搅拌器与药箱壁之间的间距; h ——搅拌器与药箱底之间的间距; H ——搅拌液流的射流方向角。从试验结果可知, 搅拌流量越大, 达到搅拌均匀的时间越短。

用 60 L ÷ m in ($Q \div v = 912\%$) 的流量进行

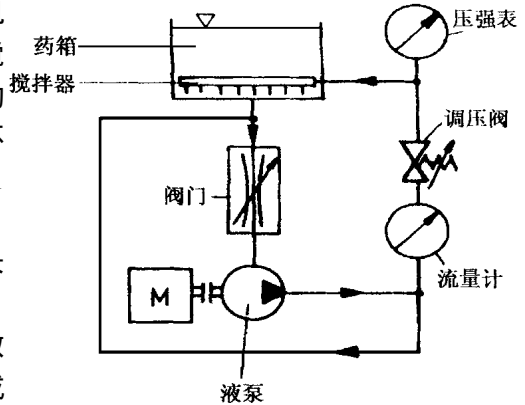


图 1 试验系统装置 Fig 1 Experiment system

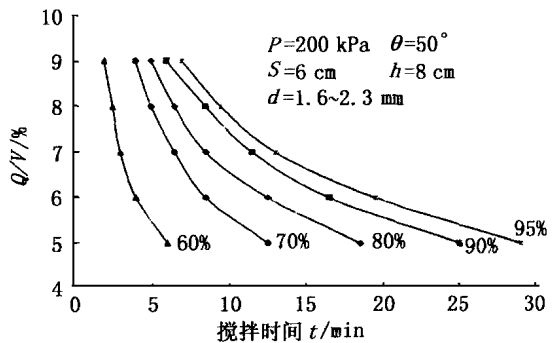


图 2 在相同压强下搅拌流量对搅拌效果的影响 Fig 2 Effect of the flow rate of back flow on the efficacy of agitation at the same working pressure

搅拌, 在 8 m in 时, 98% 的沉淀颗粒已被搅拌起来了; 而用 32 L \ddot{a} m in ($Q \ddot{a}v = 5\%$) 的流量搅拌, 搅拌至 12 m in 时, 才有 70% 的沉淀颗粒被搅拌起来。搅拌流量越大, 搅拌效果越好。这是因为搅拌流量越大, 从搅拌器喷孔射出的射流流速越大, 射流作用范围越大; 另一方面, 流量大, 从搅拌器喷孔射出的液流形成的环流核心越大, 射流冲量越大。对于沉淀的颗粒来讲, 流速越大, 颗粒在流体的作用下所受到的驱动力和使其悬浮起来的升力也越大, 越易使沉淀的颗粒悬浮起来, 搅拌效果也就越好。

2 2 搅拌压强对搅拌效果的影响

在流量 $Q = 45 \text{ L } \ddot{a}$ m in 时, 随压强而变化的搅拌器喷孔直径和搅拌器的安装位置如图 3 所示。因搅拌压强的变化其结果是引发搅拌液流流速变化, 所以压强增大时, 搅拌液流的流速也随之加大, 搅拌效果明显改善。同时, 从图 2 图 3 还可看出, 当压强加大一倍时, 搅拌达到均匀的时间要快 118~ 214 倍, 而流量加大一倍时, 搅拌达到均匀的时间快 2~ 316 倍。由此可见, 加大搅拌流量要比加大搅拌压强的效果好。

2 13 充满程度对搅拌效果的影响

从图 4 可知, 当药箱充满程度是 100% 时, 经 17 m in 搅拌, 98% 以上的沉淀颗粒被搅拌起来了。而当药箱充满程度仅 40% 时, 搅拌 30 m in, 只有 59% 的沉淀颗粒被搅拌起来, 即使搅拌再长的时间, 也不能将沉淀的颗粒全部搅拌起来。

这是因为, 当充满程度是 100% 时, 整个药箱内的药液受搅拌药液作用后形成的环流很稳定, 环流核心大, 使流速剧减的界面很小, 环流不断地冲刷沉淀在药箱底部的沉淀颗粒, 使其在水流的水动力及升力作用下悬浮起来, 很快就能使药箱中的沉淀颗粒和载体混合均匀。当药液不满时, 使流速剧减, 环流的冲量衰减较大, 药液环流的范围变小, 对沉淀颗粒的冲量也减少, 搅拌作用随之减弱, 因而搅拌效果差。

3 结 论

- 1) 影响喷雾机液力搅拌的因素很多, 其中影响搅拌效果的动力因素起着决定作用, 加大搅拌的流量和压强, 搅拌效果明显改善。
- 2) 在影响搅拌效果的动力学因素搅拌压强和流量中, 加大搅拌流量比加大搅拌压强的搅拌效果要好。当压强加大一倍时, 搅拌使农药有效物质和水达到混合均匀的时间要快 118~ 214 倍, 而流量加大一倍时, 搅拌达到均匀的时间要快 2~ 316 倍。
- 3) 药箱中药液装得越满, 越易搅拌均匀, 装满程度越小, 越不易搅拌均匀。

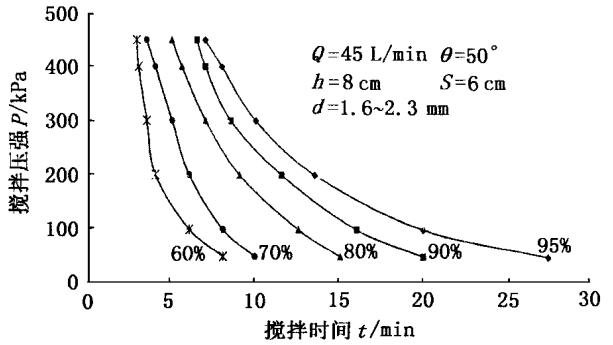


图 3 流量不变的情况下搅拌压强对搅拌效果的影响
Fig 3 Effect of the working pressure on the efficacy of agitation at a constant flow rate of back flow

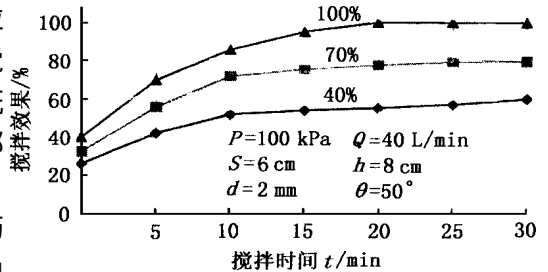


图 4 药液在药箱中充满程度对搅拌效果的影响
Fig 4 Effect of the filling level of spray in the tank on the efficacy of agitation

[参 考 文 献]

- [1] 何雄奎, 吴罗罗, 李秉礼. 喷雾机液力搅拌理论与运用的研究 见: 农机学会主编 农业机械耕作机械学会论文集, 1996(增刊): 120~ 124
- [2] 何雄奎. 喷雾机液力搅拌规律的研究应用: [硕士学位论文]. 北京: 北京农业大学, 1995
- [3] He Xiongkui, Kleisinger S. Bestimmung des Flüssigkeitsdurchsatzes der Rührereinrichtung PflanzenschutztechnikLandtechnik, Deutschland, 1998
- [4] He Xiongkui, Li Bingli, Wu Luoluo, et al. Hydraulische Rührereinrichtung für Chinas Hannong2650 Spritzgerät. PflanzenschutztechnikLandtechnik, 1999
- [5] Yates W E, Akesen N B. Hydraulic agitation requirements for pesticide materials. Trans of the ASAE, 1963(3): 202~ 205, 208

Influences of Dynamic Factors and Filling Level of Spray in the Tank on the Efficacy of Hydraulic Agitation of the Sprayer

He Xiongkui S. Kleisinger

(Institute of Agricultural Engineering, University of Hohenheim, Stuttgart, Germany 70599)

Wu Luoluo Li Bingli

(China Agricultural University)

Abstract: The good quality of pesticide application in agricultural production is very important. One of the important indexes for evaluating the application quality is the even distribution of chemicals on targets. And the well mixing spray in the tank before applying is prerequisite. The dynamic factors and the filling level in the tank of sprayers which influence the efficacy of agitation were studied on the tank of a Hannong2650 field sprayer. It was discovered: the efficacy of agitation was improved both by the increase of the flow rate and the working pressure of back flow, and the efficacy of the increasing flow rate seemed better than that of the increasing working pressure. And the more filling of spray in the tank was the more well mixing of spray would be, and vice versa.

Key words: pesticide; hydraulic agitator; sprayer; efficacy