

航空喷洒设备及监测技术的研究*

I. 喷洒设备性能测试

梁成杰 赵玲 黄金义 蒙美琼 罗基同 李吉钧

摘要 报道新研制的 HU2-HW1 型超低容量喷洒设备与海燕 650B 飞机配套的技术参数的测试方法和结果。在超音速风洞实验室, 用来流风速 27 m/s 和 33 m/s, 测试 1 号雾化头转速依次为 7 460、9 350 r/min; 2 号雾化头为 8 410、11 800 r/min。药液泵压力 3.5~5.0 kg/cm², 流量 15.0~21.0 L/min。有效喷幅 40 m, 雾滴粒径 95~170 μm, 雾滴密度平均 9~16 滴/cm², 雾滴均匀系数为 0.77。说明新研制的 HU2-HW1 型超低容量喷洒设备主要装置的性能良好。

关键词 海燕 650B 飞机 超低容量 喷洒设备 性能测试

首选沈阳滑翔机厂生产的海燕 650B 轻型飞机, 是经国家批准定型的轻型飞机。该机采用 30 号锰、铬合金钢管焊接机身, 有支撑的高单翼机, 单梁木结构机翼、航空蒙布以及德国生产 59.7 kW Limbach 2000EOL 发动机, 驱动二叶、定距、木质螺旋桨。它是目前国内生产的发动机功率大、寿命长, 载重量多, 机舱宽, 起降安全的轻型飞机。

结合该机性能的特点, 新研制 HU2-HW1 型(HU2: 海燕动力滑翔机; H: 风动; W: 喷洒设备; 1: 产品序号) 超低容量喷洒设备与海燕 650B 飞机配套。喷洒设备由风动雾化喷头、药液箱、药液泵、输药液管道和固定支架 5 部分组成。首次安装在海燕 650B 飞机上, 并对喷洒设备的一些主要技术参数进行测试。

1 雾化头转速测试

在中国科学院力学所超音速风洞实验室对雾化头进行特定风速下的转速数测量。试验在吸气式风洞中进行, 用数字测速仪进行非接触测量, 测速仪误差 < 10 r/min。风洞每进行 1 次, 测转速 1 次, 每个雾化头测量 3 次, 来流风速以海燕 650B 飞机作业速度 100~120 km/h, 换算为 27 m/s 和 33 m/s, 测得 1 号和 2 号雾化头平均转速依次为 7 460、9 350 r/min 和 8 410、11 800 r/min, 均适合超低容量喷洒的转速要求。

2 静、动态流量的测试

静、动态流量的测定均用水为介质。将 8 个雾化头安装在左右机翼下缘的固定支架上, 雾化头的流量孔径依次为 1.8 mm 与 2.0 mm、2.2 mm 与 2.4 mm、2.6 mm 与 2.8 mm、3.0 mm 与 3.5 mm 配比成 4 组。采用飞机自身的发动机带动与之配套 4 组雾化头的静态流量每分钟

1998-07-01 收稿。

梁成杰副研究员, 赵玲(中国林业科学研究院森林保护研究所 北京 100091); 黄金义, 蒙美琼, 罗基同(广西壮族自治区森林病虫害防治站); 李吉钧(沈阳滑翔机厂)。

* 本项研究是 1994~1996 年林业部重点课题“与海燕 650B 飞机配套超低容量喷洒和喷撒设备及监测技术的应用研究”的重要内容之一, 杨秀好、黄惠珍参加部分工作, 一并致谢。

依次为 15.0、17.2、18.0、19.2 L。动态流量的测定,是将药液箱盛水 135 kg,飞机飞到航高为 10~15 m 时,打开药液泵开关,待 135 kg 水喷洒完为止时所需时间,重复 3 次。4 组配比的雾化头的动态流量每分钟依次为 17.0、18.5; 19.6、21.0 L。

说明雾化头流量孔径配比其静、动流量差别不大。看来药液泵的压力一定,地面飞机的静态与飞在空中的动态流量均变动不大。说明流量主要取决于药液泵的压力。流量的孔径大小,只反映出前者药液流慢,后者药液流快,则对总流量影响不大。本试验证明,这套喷洒设备只要在作业前测试静态流量,便可参照此流量进行作业。

3 有效喷幅的测定

喷幅测定采用水和 0# 柴油两种介质,前者用红墨水染色;后者用油红 0 染色^[1]。为了能够比较准确地测定与海燕 650B 配套的超低容量喷洒设备的有效喷幅,先后在武鸣航校机场内设置试区 60 m 宽,每隔距离 2 m 放 3 个 3 cm × 7 cm 试片,即重复 3 次。航高为 10、15、20 m 侧风喷洒,依次测试了 4、4 和 2 架次,共 10 架次,雾滴覆盖的幅宽差别不大。航高为 10 m,风速为 1.0~1.5 m/s,雾滴在试片上的分布情况,见表 1 和图 1。

表 1 海燕 650B 超低容量喷幅测定雾滴在试片分布记录 (武鸣航校机场, 1995—12)

试片号	重复雾滴密度(滴/cm ²)				平均	试片号	重复雾滴密度(滴/cm ²)				平均
1	0	0	0	0	0	14	11	9	9	9	
2	2	0	1	1	1	15	14	7	10	10	
3	8	5	6	7	7	16	7	16	11	11	
4	7	6	8	7	7	17	9	8	8	8	
5	8	9	14	10	10	18	9	10	12	12	
6	11	9	16	12	12	19	14	6	11	11	
7	10	16	9	12	12	20	7	6	6	6	
8	8	12	9	10	10	21	4	8	7	7	
9	8	11	13	11	11	22	5	6	5	5	
10	9	19	18	15	15	23	5	6	5	5	
11	17	9	11	9	9	24	3	2	4	4	
12	11	9	11	10	10	25	2	4	3	3	
13	11	10	10	10	10	26	1	3	2	2	
						27	1	2	2	2	

表 1 表明大多数试片达 10 滴/cm² 以上;只有少数 5~7 滴/cm²。从图 1 能看到雾滴分布状况。5 滴/cm² 以上就达到有效幅宽的范围^[2]。从雾滴分布图中试片号 3~23 号为止,其有效喷幅达到 40 m。

4 雾滴直径的测定

在一次喷雾中,有足够代表性的若干个雾滴的平均直径或中值直径,是衡量药液雾化程度和比较各类喷头雾化质量的主要指标,也是选喷头的主要参数^[3]。新研制的雾化头产生的雾滴的均

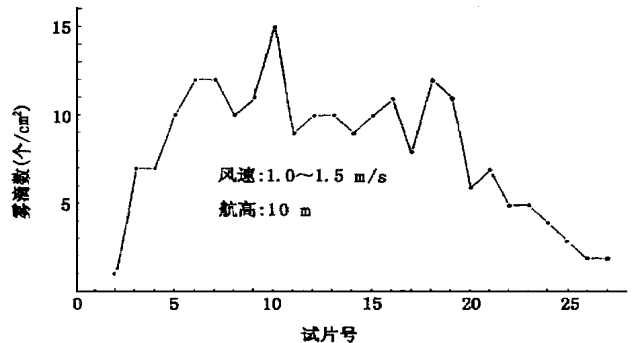


图 1 海燕 650B 喷洒雾滴密度分布

匀度是否达到要求, 必须进行雾滴直径测定。雾滴直径测定用间接法, 采用水和 0# 柴油两种介质, 前者用红墨水染色; 后者用油红 O 染色。用 3 cm × 7 cm 绘图纸试片接收到的雾滴。再在双目显微镜下放大 80 倍, 用测微尺由小到大测量 400 ~ 500 留在试片上的雾滴直径印迹。水为介质测得雾滴直径印迹乘扩大系数 0.86^[3]; 0# 柴油为介质喷洒出的雾滴在试片上的印迹有渗透扩大作用, 因此乘扩大系数 0.75^[3], 结果见表 2。

表 2 雾滴直径大小测定结果

(武鸣航校机场, 1995—12)

介质	架次	雾 滴 直 径						平均直径 (μm)
		(μm)						
水	1	42	63	84	105	126	147	94
	2	42	80	90	100	125	140	98
	3	60	80	90	110	125	150	102
0# 柴油	1	75	100	125	200	250	300	175
	2	75	100	150	200	250	300	179
	3	75	100	125	150	200	250	150

表 2 中第一架次试片所授到的雾滴和测定的直径由小到大(42、63、84、105、126、147 μm)所占的百分率依次为 18%、22%、20%、22%、13% 和 5%。其它的架次所占的百分数也类似。

5 雾滴数量和质量中值直径累积百分率和直径分布曲线图

取航高 10 m; 风速为 1.0 ~ 1.5 m/s, 其中的第一架次试片所授到大小不同的雾滴和所测得的直径, 利用 $\sum di \cdot Ni \div \sum di \cdot Ni \times 100\%$ 公式和 $\sum d^3 i \cdot Ni \div \sum d^3 i \cdot Ni \times 100\%$ 公式, 分别计算雾滴数量和质量中值直径累积百分率^[1]。再求出数量和质量中值直径, 依次为 99.8、13.020, 代入 $RD = NMD \div MMD$ 求出均匀系数为 0.77。从雾滴数量和质量累积百分率作出中值直径分布图, 从图 2 得到的雾滴均匀系数为: $RD = 95 \div 125 = 0.76$ (见图 2)。经计算和作图所得均匀系数之值几乎相等。雾滴数量和质量中值直径是衡量雾化头的雾化质量的一个重要指标。两者的比值接近 1, 表示药液雾群体中雾滴直径大小愈均匀一致, 覆盖性愈好, 也就是雾化质量愈好^[4]。证明当比值大于 0.67 者, 都认为超低容量喷雾的雾化性能是良好的。新研制的雾化头经测试, 均匀系数大于 0.67 达到良好的要求。

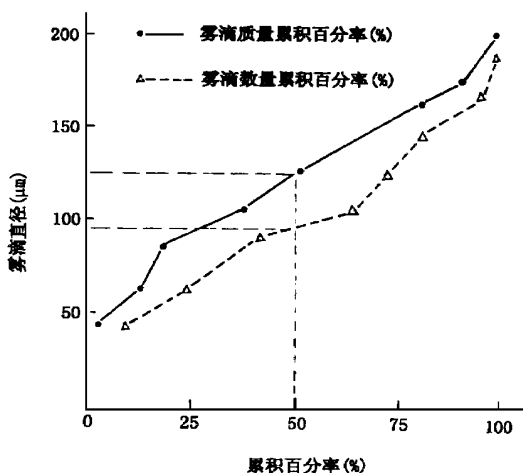


图 2 雾滴直径分布曲线

6 雾滴垂直分布测定

雾滴垂直分布测定是用高 5.5 m 的垂直测杆。从 5 m 起, 每差 1 m 分上、中、下三组, 每组用木挟子水平和垂直各挟着 2 块 3 cm × 7 cm 试片。水平试片上、中、下部雾滴密度依次为 8、6、4 滴/cm²; 垂直试片上、中、下部雾滴密度依次为 4、3、2 滴/cm²。在高差只有 1 m 或 2 m 的情况雾滴的沉降密度明显不同。可见雾滴沉降受气流影响较大。当然在林间喷洒时是多个喷幅, 互相重叠, 雾滴相互覆盖, 因此雾滴密度远比单喷幅试验的要大。在这种试验条件下肯定有不

少雾滴随风飘失到试区以外,而没有接到。

7 雾滴飘移性测定

雾滴飘移性测定在武鸣航校机场进行。在机场内设置试区 120 m 宽;每隔 2 m 放 3 块 3 cm × 7 cm 试片,即重复 3 次。航高为 10~15 m;风速为 1.0~1.5 m/s。每隔 40 m 侧风喷洒 4 次,为了让试区 120 m 宽的 3 个喷幅的雾滴均重叠覆盖一次,其中第 4 次喷洒在空地上使雾滴飘移到前 3 个喷幅的范围内。其结果见表 3。

表 3 海燕 650 B 飞机喷洒设备雾滴飘移性沉积测定结果

(武鸣航校机场, 1995—12)

试片号	重复雾滴密度(滴/cm ²)				平均	试片号	重复雾滴密度(滴/cm ²)				平均
1	16	14	16	15	23	5	11	10	9		
2	16	15	18	16	24	17	16	12	15		
3	18	14	14	15	25	9	18	16	14		
4	15	6	16	12	26	16	12	13	13		
5	16	4	16	14	27	8	19	10	12		
6	14	16	17	16	28	16	9	17	14		
7	12	18	9	13	29	8	17	16	13		
8	7	17	15	13	30	15	9	18	14		
9	17	16	10	14	31	9	16	12	12		
10	16	12	8	12	32	16	16	11	12		
11	15	12	19	15	33	16	17	10	14		
12	8	17	8	11	34	11	9	19	13		
13	15	10	11	12	35	9	9	18	12		
14	8	10	15	13	36	15	15	9	13		
15	9	14	16	13	37	16	11	8	12		
16	17	16	12	15	38	9	9	11	10		
17	16	13	10	13	39	15	9	9	11		
18	16	9	11	12	40	9	7	15	10		
19	15	16	7	12	41	8	9	17	11		
20	9	17	16	14	42	15	8	17	13		
21	13	17	16	14	43	15	6	16	12		
22	16	13	9	12	44	7	16	16	13		
					45	8	17	9	11		

试验证明, 风速 1.5~2.0 m/s; 风向与作业区成直角, 航高 10~15 m 的情况下, 海燕 650B 飞机在林地现场作业有效喷幅为 40 m, 雾滴覆盖密度平均 13 滴/cm², 达到生产性防治病虫害要求(见表 3)。海燕 650B 机身下雾滴分布均匀, 没有发现空白区, 运五飞机机身下有约 5 m 左右的空白区。这个空白区是运五飞机的机身下的支撑架等物较多, 使机身下形成涡流的气流所致。试验还表明, 风速在 2 m/s, 风向与作业区成直角时, 则整个喷幅向下风向偏移 10~15 m。

8 药液泵、药液箱、输药液管道和固定支架的检测

(1) 药液泵: 药液泵属漩涡泵, 特点是高扬程, 小流量, 不会产生气蚀作用, 又耐腐蚀, 适用于化学药物传送。泵由电机驱动。流量 15~22 L/min; 转速 7 000 r/min。

(2) 药液箱: 药箱是由耐腐蚀的玻璃钢纤维与树脂胶糊制而成, 容量 150 kg, 为减少药液

冲击晃动,药液箱呈椭圆形,内有隔板保证飞机安全飞行。药箱有应急投放开关,保证在 10 s 内投放药物 80%。药箱的加药口安装在机身右侧门框前,可用手摇泵或电力泵加药液。药箱固定在飞机的后舱。

(3) 输药液管道: 管道是经整流的不锈钢管(直径 12 mm × 1 mm) 输药液,分段间是用耐油树脂胶管连接,卡箍固定,防止输药液管过长造成震动发生裂纹。

(4) 固定支架: 由合金钢管焊接成型,固定是借助副翼固定点。保险采用开口销保险,拧螺栓拧紧点又不要太紧,留有飞机飞行中机翼弹性变形浮动量。为防止铰链腐蚀接头和转轴处,要涂润滑脂保护。

通过测试和检测,证明新研制 HU2-HW 1 型超低容量喷洒设备的 5 个主要装置: 雾化头、药液泵、药液箱、输药液管道和固定支架的性能均是良好的。

参 考 文 献

- 1 Harteley G S, Gram-Bryce I J. Physical principles of pesticide behaviour (Vol. 2). Academic Press, London and New York, 1980.
- 2 Webb R E, Shapiro M. Effect of aerial spraying with dimilin, dipel, or gypchek on two natural enemies of the gypsy moth (Lepidoptera: Lymantriidae). J. Econ. Entomol. 1989, 82(6): 1 695 ~ 1 701.
- 3 Matthews G A. Pesticide application methods. Longman, London and New York, 1981.
- 4 屠予钦. 农药使用技术原理. 上海: 上海科学技术出版社, 1986.

Study on the Aerial Equipment of Spraying Pesticide and the Techniques of Monitoring . Property Test of the Aerial Equipement of Spraying Pesticide

Liang Chengjie Zhao Ling Huang Jinyi Meng Meiqiong Luo Jitong Li Jijun

Abstract This paper reported the test methods and results of the technical properties of the HU2-HW 1 spraying equipment of ultra low volume when being equipped with the petrel 650B motor-glider. No. 1 and No. 2 rotary atomizer were tested in the laboratory wind-cave of supersonic speed of 27 and 33 m/s. The rotational speed of No. 1 rotary atomizer was at 7 460 and 9 350 rpm respectively, and that of the No. 2 was at 8 420 and 11 800 r/min respectively. The pump pressure was between 3. 5 and 5. 0 kg/cm², and the flow rate was 15. 0 ~ 21. 0 L/min. The swath width was 40 m. The droplets size was 150 ~ 170 μm (volume median diameter), and the number of droplets per cm² was 9 ~ 16. The droplets ratio of diffusion was 0. 77. All the results showed the properties of the HU2-HW 1(ULV) when being equipped with the petrel 650B motor-glider were excellent.

Key words petrel 650B motor-glider ultra low volume spraying equipment property test