

# 解决喷雾器滴漏问题的新方法

——利用管路压力自动加气

张红<sup>①</sup> 王新彦 王书茂 曹正清

(中国农业大学车辆工程学院)

**摘要** 对拖拉机悬挂式喷雾器产生滴漏的原因进行了试验分析,根据流体力学二相流理论提出了在喷雾器的输液管路中加入高压空气解决滴漏问题的新方法,设计出可利用管路压力自动控制加气的喷雾阀。试验结果表明,该方法在液体压力较低时能保证喷雾器雾化良好。

**关键词** 喷雾器;滴漏;喷雾阀;自动加气

**中图分类号** S 491.2

## A New Method for Liquid Leak of Sprayer

——Automatic Air Entraining by Pipeline Pressure

Zhang Hong Wang Xinyan Wang Shumao Cao Zhengqing

(College of Vehicle Engineering, CAU)

**Abstract** An experimental analysis on the cause of liquid leak of a hanging sprayer is made. Using two-phase flow theory in fluid dynamics, a new method used to solve liquid leak by entraining high pressure air into pipeline is proposed. A spraying valve by which the pipeline pressure is applicable to control the insert air automatically is designed. Experiment results show that the good quality of spraying can be obtained by using this special valve at a lower liquid pressure.

**Key words** sprayer; liquid leak; spraying valve; automatic air entraining

### 1 问题的提出

机动喷雾器在使用过程中普遍存在着“滴漏”问题,即有时喷头喷出的液体不是雾状的,而是滴状的。滴漏会使局部药液量过大而烧伤秧苗,造成农作物减产。为了解决这个问题,笔者做了如下试验:将一台新的喷雾器悬挂在铁牛-654型拖拉机上,模拟田间喷药。试验中发现:当发动机正常运转时,药液泵(一般采用隔膜泵,以下简称泵)输出的液压为0.30~0.35 MPa,这时没有滴漏;当发动机转速较低或怠速运转时,泵输出的液压在0.15~0.20 MPa之间波动,这时出现了滴漏。泵要求的驱动转速为 $540 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ ,这时泵的输出压力为0.35 MPa,流量 $80 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$ 。拖拉机正常工作时,动力输出轴的转速可以满足泵的转速要求;发动机怠速时,动力输出轴转速为 $200 \sim 375 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ ,满足不了泵的要求,此时流量将降至 $29 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$ ,管路压力必然随之降低。目前使用的扇形喷雾头要求喷嘴内有足够的压力,才能保证雾化良好,压力

收稿日期:1998-01-07

①张红,北京清华东路17号 中国农业大学(东校区)188信箱,100083

降低,必然产生滴漏。

## 2 解决滴漏问题的办法

解决滴漏问题最直接的办法是提高发动机低速运转时动力输出轴的转速,为此可以在动力输出轴的传动路线中增加1对齿轮;但这种方法实现起来难度较大,推广受到限制。能否将拖拉机储气筒的高压空气通入泵至喷头的输液管路中来解决滴漏问题呢?试验结果令人满意。

理论上,二相流所呈现的状态主要取决于气流量与液流量的比值和管路的坡度,而泵至喷头之间的管路可视为水平管路,水平管路中二相流的流态取决于  $v_{Lm}\lambda\psi/v_{gm}$  与  $v_{gm}/\lambda$ <sup>[1]</sup>。其中: $v_{Lm}$ 为液体的质量流速; $\lambda$ 为气体与液体的密度比; $\psi$ 为多元流参数; $v_{gm}$ 为气体的质量流速。将数值代入,经计算得到  $v_{Lm}=1704.71\text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ,  $\lambda=1.41$ ,  $\psi=0.1$ ,  $v_{gm}=77.59\text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ;因此  $v_{Lm}\lambda\psi/v_{gm}=3.10$ ,  $v_{gm}/\lambda=55.03$ 。由文[1]可知,此二相流的流态为环形流。

环形流的特点是:水体呈膜片似地贴着管壁流动,而气囊则沿管道中心部分均匀混合流向下游。由于环形流中气液混合均匀,绝大多数药液在管路中挟持气囊,当气液混合物以同等流速流向喷嘴时,喷嘴处通径骤然减小,气液流速加快,压力降低,液体中的气泡(囊)膨胀破裂,将液体进一步撕裂成更细小的雾滴。

## 3 输液管道中喷入气体的控制方法

喷入气体的控制方法有以下3种。

### 3.1 手控

这是一种最简便易行的控制方式。在泵与喷嘴之间的管道上再并联1根气管及1个气液混合三通,并在气管中串联1个手控开关,该开关固定在驾驶室内方便操纵的部位;管路的另一头接储气筒出气口。拖拉机行驶中发现雾化不良时即用手打开开关,高压空气随即进入输液管。试验证明这种控制方式雾化良好。其优点是方便、易行,无需对拖拉机及原喷雾器作过大改动,可根据需要随时加气,成本低;缺点是增加了驾驶人员的操作次数,不易准确把握加气的时机。

### 3.2 压力自动控制

即利用管道中的液体压力来自动控制加气。在输液管路中串联1个自行设计的喷雾阀,其结构如图1所示。药液由液体管接头流入阀体,经阀体下的喷雾阀出口流出;与此同时,一部分药液由左密封盖上的径向和轴向小孔流入活塞端面左方的空腔。发动机正常工作时,液压克服作用在活塞右端弹簧的压力向右推动活塞,使它压靠在右密封盖上,这时,无压缩空气通入输液管中;当发动机转速较低,泵的输出液压降至0.15 MPa

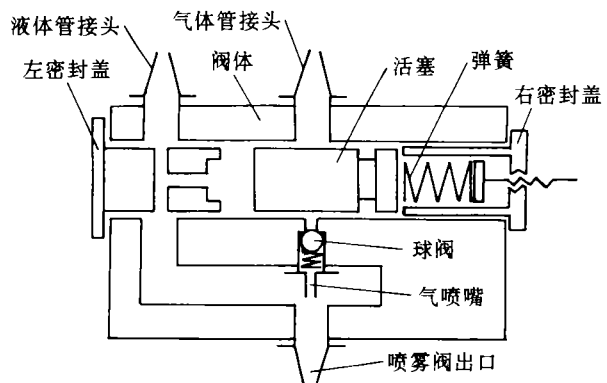


图1 喷雾阀结构示意图

时,弹簧克服液压使活塞左移,顶靠在左密封盖上,这时,活塞上的环槽正好对正气体管接头的出口和气喷嘴的入口,气压把球阀顶开,来自储气筒的高压空气由气喷嘴喷入阀体内,完成气液混合。

为了确保喷雾器不发生滴漏,并防止管路压力在 0.15 MPa 左右波动时活塞在阀体内作频繁轴向移动,设计喷雾阀时做了特殊处理。如图 1 所示:当输液管内的压力由正常值开始降低时,液压作用在整个活塞端面上;当压力降至 0.15 MPa 时,活塞移动并压靠住左密封盖,气喷嘴喷气,这时活塞上所受液压的面积减小至左密封盖右端面的凹圆面所对应的面积,只有液升高到 0.20 MPa 或更高时,活塞才被向右推开而断气。

压力自动控制的优点是不需人为操纵,加气时机可预先选定(拧紧或拧松调整螺钉,以预先设定弹簧的预紧力);缺点是药液对铸铁有腐蚀作用,喷雾阀各零件的材料须用铝合金或铜,阀的密封要求高,因而造价较高。

### 3.3 电动控制

在泵出口的管路中安装一压力传感器,并在泵的输出管路上并联一通气管路,该管路是否通气由电磁阀控制。当泵的输出液压降至 0.15 MPa 时,电磁阀自动打开气开关,使储气筒中的高压空气充入管路。这种控制方式的优点是精度高,管路不易发生泄漏;缺点是成本较高,维护保养不便。

## 4 试验结果

为了验证加气以后对药液雾化的影响,并比较不同控制方式的优劣,对手动控制和压力自动控制做了对比试验。试验时用水代替药液(其误差不会很大),采用尼龙透明软管,以便观察气液混合后的流态。发现管路中的气液为细小气泡均匀分布的环形流,气泡直径 2 mm 左右,喷嘴喷出的为雾状液体,比发动机正常工作时的雾化还好。

## 5 结 论

1) 利用压缩空气使泵输出的液体变为气液二相环形流,环形流通过喷雾器喷嘴的小孔时可以得到较好的雾化,从而解决了机动喷雾器在使用过程中的滴漏问题。

2) 喷雾阀设计中解决了压力在某一值波动时活塞在阀体内作频繁轴向移动的问题,确保了喷雾质量,并可防止活塞过早磨损。

## 参 考 文 献

- 1 法尔维 H T 著. 水工建筑中的渗气水流. 王显焕译. 北京:水利电力出版社,1984. 20~32