

船用电控喷油器喷雾宏观特性研究

沈 刚, 平 涛, 闫 萍, 张 勇, 赵 伟

(七一一研究所, 上海 201108)

摘 要: 利用定容弹及高速摄影, 采用阴影法拍摄了喷雾图像, 研究了喷射压力、环境气体密度对喷雾贯穿距及雾化锥角的影响。试验结果表明: 随着喷射压力增大, 喷雾贯穿距增大, 雾化锥角变化不明显; 随着环境气体密度的增大, 喷雾贯穿距减小, 雾化锥角增大。

关键词: 喷油器; 定容弹; 高速摄影; 喷雾特性

中图分类号: TK423.8⁺4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-4357(2015)06-0001-03

Research on Spray Macro-characteristics of a Marine Diesel Electronic-controlled Injector

Shen Gang, Ping Tao, Yan Ping, Zhang Yong, Zhao Wei

(Shanghai Marine Diesel Engine Research Institute, Shanghai 201108)

Abstract: Images of spray were taken by method of shadowgraph using optical constant volume chamber and high-speed camera, and the influence of injection pressure, ambient gas density on spray penetration and spray cone angle were studied. Results show that, with the increase of injection pressure, spray penetration increases while spray cone angle changes slightly; when chamber gas density increases, spray penetration decreases while spray cone angle increases.

Key words: injector; optical constant volume chamber; high-speed camera; spray characteristic

0 引 言

柴油机燃烧过程的好坏决定了柴油机动力性、经济性、排放特性等重要指标^[1]。而燃油喷射雾化的质量是影响燃烧过程的最重要因素之一, 并且喷雾的宏观特性(喷雾贯穿距、雾化锥角、油滴分布)是油、气、室匹配设计的主要参考依据^[2], 因此了解燃油的喷射雾化规律是十分必要的。

本文针对某型船用柴油机电控喷油器, 利用定容弹及高速摄影, 通过阴影法获得了单孔油嘴的喷雾发展照片。通过对照片的处理分析, 获得了喷射压力、环境密度对喷雾贯穿距及雾化锥角的影响规律。

1 喷雾试验介绍

本文用高压共轨喷雾试验台架其系统原理如图 1 所示, 主要由高压共轨喷射系统、定容弹、定容弹加压装置、高速摄影拍摄装置、数据采集和喷射控制系统等几部分组成。试验喷油器为某型船用柴油机电控喷油器, 油嘴为单孔, 喷孔直径为 0.38 mm。

定容弹内气体压力的建立采用高压气瓶作为气源, 向定容弹内充入高压气体, 通过调整充入气体的压力以调整定容弹内气体的密度。采用一台功率 3 kW 的交流变频调速电机作为高压油泵的动力源。该电机可在 800 ~ 2 200 (r · min⁻¹) 下通过变频器自动补偿转轴扭矩, 将高压油泵转速稳定在设定值附近。当高压油轨内压力达到设定值后, 打开卤素

灯, 增加定容弹内的可见光的强度, 通过 PC 机上喷雾器单次触发控制程序完成喷雾器喷射过程的单次触发, 同时通过高速摄影装置对喷雾过程进行记录, 拍摄频率为每 0.030 25 ms 一张。为了能够批量处理图像及计算喷雾贯穿距和雾化锥角, 通过 Matlab 软件对喷雾图片进行了二值化处理, 处理过程如图 2 所示。

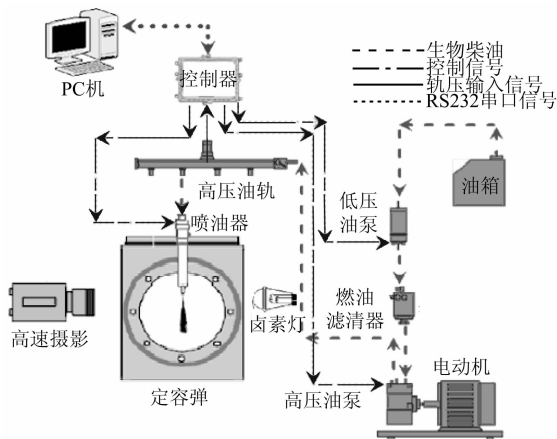


图1 高压共轨喷雾试验台架原理图

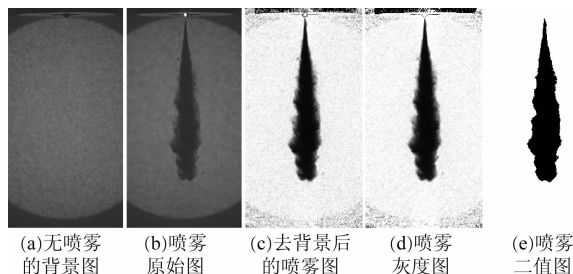


图2 喷雾图片二值化处理过程

2 试验结果及分析

2.1 喷射压力对喷雾宏观特性的影响

图3为环境气体压力3 MPa、温度25℃时, 不同喷射压力下喷雾发展的时序图。从图中可以看出, 喷雾贯穿距受喷射压力影响较大, 随着喷射压力的升高, 喷雾贯穿距明显延长; 从图像上直接观察喷雾锥角的变化规律, 发现在喷雾发展的各个阶段均无明显差异。

图4是不同喷射压力下喷雾贯穿距曲线。从图中可以看出, 随着燃油喷射压力的增加, 在同一喷射时刻下喷雾贯穿距随之增加。其原因在于增大喷射压力相当于加大喷射燃料在喷雾器进出口两端的压差 ΔP , 从而导致燃料喷射时出口动量增大, 因此相同的外部条件下喷雾贯穿距延长。

图5是不同喷射压力下雾化锥角的变化曲线。从图中可以看出, 喷射压力对雾化锥角有一定影响,

但偏差基本在5%以内; 在整个喷雾过程中喷雾锥角随时间变化较为平坦, 仅个别点存在小幅度波动, 总体上说喷射压力对雾化锥角的影响并不明显。

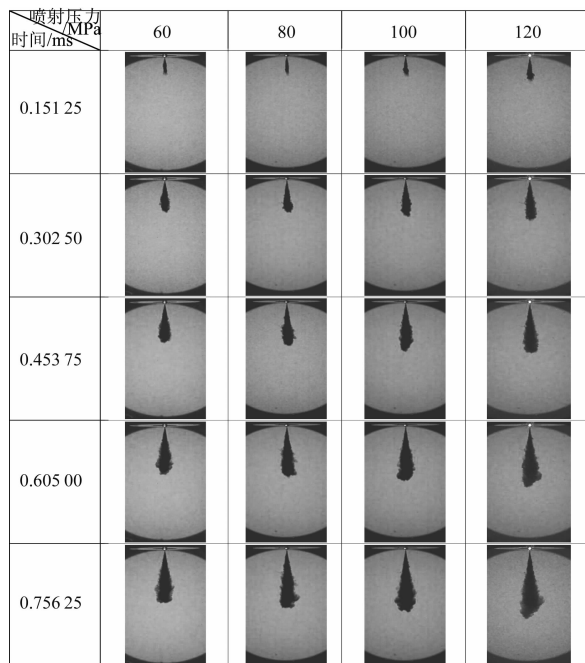


图3 不同喷射压力喷雾发展时序图
(环境气体压力3 MPa, 环境气体温度25℃, 气体N₂)

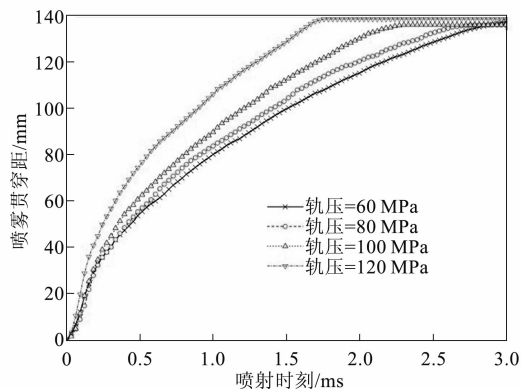


图4 喷射压力对喷雾贯穿距的影响

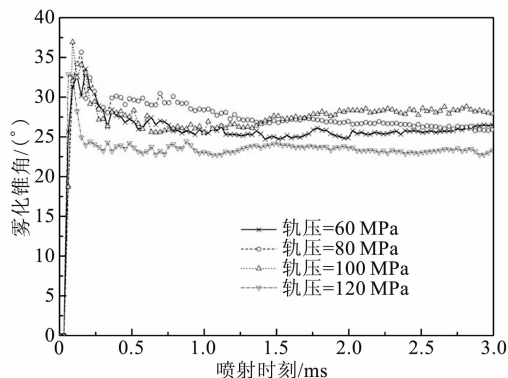


图5 喷射压力对雾化锥角的影响

2.2 环境气体密度对喷雾宏观特性的影响

试验时, 通过调整环境气体压力来调整环境气体密度, 根据理想气体状态方程, 当气体体积和温度一定时, 压力增大, 密度也增大。图 6 是喷射压力 120 MPa, 环境气体温度 25 °C 时, 不同气体密度 (压力) 下喷雾发展时序图。从图中可以看到, 环境气体密度的变化对喷雾发展有较大的影响, 随着环境密度的升高, 喷雾贯穿距明显缩短, 而雾化锥角变大。

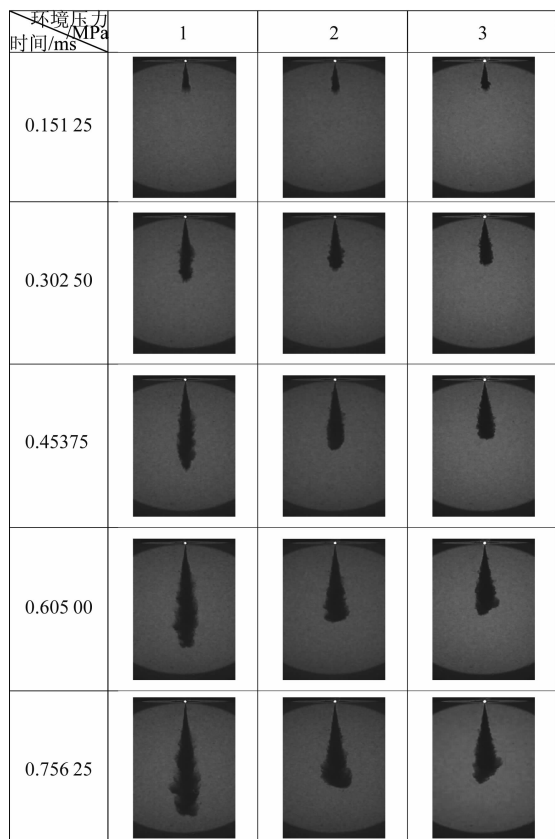


图 6 不同环境密度下喷雾发展时序图
(喷射压力 120 MPa, 环境气体温度 25 °C, 气体 N₂)

图 7 是不同环境气体密度下喷雾贯穿距发展曲线图。从图中可以看出, 随着环境密度的增加, 喷雾贯穿距明显减小。其原因在于气体密度增加, 使得喷雾前锋面向前推进时所受阻力增大, 燃料喷射后更早发生破碎, 喷雾轴向发展能力减弱, 喷雾贯穿距缩短。

图 8 是不同环境气体密度下雾化锥角发展曲线图。从图中可以看出, 随着环境密度的增加, 雾化锥角也随之增加。原因在于定容弹内气体密度的增加, 雾滴在沿着喷油器轴向方向向前推进时所受阻力增大, 喷雾液核更容易发生破碎, 运动速度衰减增大; 而轴向速度衰减使得液滴运动向喷雾径向方向扩散, 所以气体密度增加时雾化锥角增大。在整

个喷雾持续期内, 同一气体密度条件下, 雾化锥角基本维持在较小范围内波动, 波动幅值约 3%。

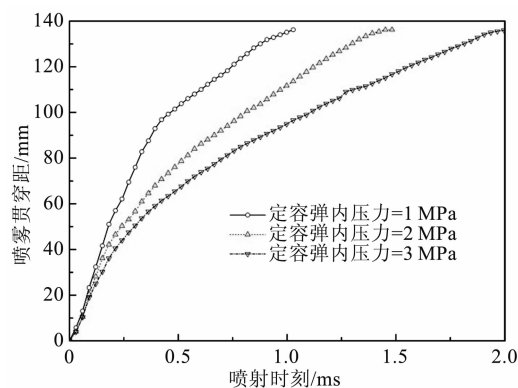


图 7 环境密度对喷雾贯穿距的影响

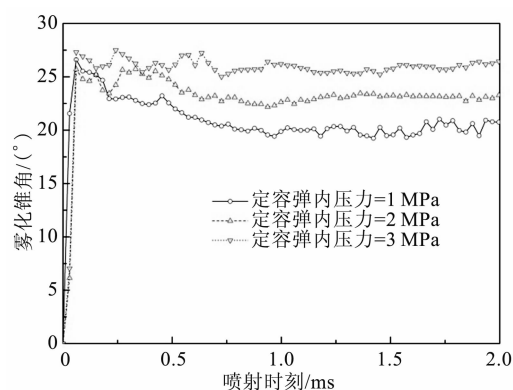


图 8 环境密度对雾化锥角的影响

3 结 论

(1) 从对试验结果的分析可得出, 随着燃油喷射压力升高, 燃油离开喷孔出口时燃油动量以及出口速度增大, 从而导致燃油的喷雾贯穿距延长; 而对雾化锥角的影响并不明显。

(2) 喷雾贯穿距随着环境密度增加而减小, 喷雾锥角随容弹内气体密度的增加而增大。原因在于容弹内气体密度增加, 雾滴在沿着喷油器轴向方向向前推进的运动速度衰减增大, 所以贯穿距减小; 轴向速度衰减使得液滴运动向垂直轴向方向扩散, 所以气体密度增加喷雾锥角增大。

参考文献

- [1] 何学良, 李疏松. 内燃机燃烧学 [M]. 北京: 机械工业出版社, 1990.
- [2] 成晓北. 柴油机燃油喷射雾化过程的机理与实验研究 [D]. 华中科技大学, 2002.
- [3] 王钧效. 柴油机燃油物性参数的研究 [J]. 内燃机学报, 2001 (6): 507-510.