

内混式气动喷嘴的雾化特性研究

北京航空航天大学 顾善建* * 黄 勇 杨茂林
覃洪波 梁雪苹 张迎年

【摘要】 本文应用 Malvern 激光测雾仪研究了新型重油内混式气动喷嘴的雾化特性, 即雾化气压力、供油压力与气液比等参数对燃料的雾化与喷雾锥角的影响, 并与现普遍采用的 'Y' 型内混式气动喷嘴进行了比较。试验结果表明, 新型气动喷嘴的性能优于 'Y' 型喷嘴。

关键词: 气动雾化喷嘴 雾化特性 试验

1 前 言

任何燃烧装置, 燃料的雾化特性及其相匹配的气动特性是决定燃烧装置性能的关键。而雾化特性又取决于喷嘴的类型与结构。对于气动喷嘴的研究, 大体上分为两大类: 预液膜式与射流式。预液膜式气动雾化喷嘴, 对于轻质油如航空煤油、柴油等, 具有良好的雾化特性, 多应用于航空发动机燃烧室上。70 年以来的工业燃气轮机, 有一半左右可以燃用重质液体燃料的, 此外也有个别航机改燃重油的。无论是燃气轮机燃烧室, 还是地面其它燃烧装置, 用重油(或称渣油)作燃料, 采用预液膜式气动雾化喷嘴, 不一定能获得良好的雾化特性, 且结构复杂。因我国的渣油的原油中提取了沸点低分子量较轻的汽油、煤油和柴油后所余下来的重质碳氢化合物沸点高而挥发性差。通常常压渣油是初沸点高于 $340 \sim 370^{\circ}\text{C}$, 减压渣油的初沸点则要高于 $500 \sim 550^{\circ}\text{C}^{[1]}$ 。特别是粘度较大加热 $120 \sim 140^{\circ}\text{C}$ 时其粘度为十几恩氏, 甚至高达 20 E 左右。粘度如此大, 不能形成非常薄的液膜, 因此就不易获得良好的雾化质量, 为此研究射流式气动雾化喷嘴具有实际意义。

2 试验装置、测量方法

试验装置由气路系统、油路系统、排气系统与测量系统 4 部分组成。Malvern 激光测雾仪安装在位移机构上。可测 x, y, z 三方向移动, 改变测点位置。

应用 Rosin-Rammler 粒子尺寸分布特性测定喷嘴的雾化特性。

$$R = 1 - e^{-(a/\bar{a})^N} \quad (1)$$

式中: R 为油雾中直径小于 a 的油珠质量百分数; $\bar{a}$ 为油珠的特征尺寸, 即公式 (1) 中定义为油珠累积质量百分数为 63.21% 时所对应的油珠直径; N 为雾化均匀度指数。

按照粒子尺寸分布特性关系 (1), 可由激光测雾系统得到 $\bar{a}$ 和 N , 然后应用下述公式计算油珠平均直径。

索太尔平均直径:
$$SMD = \{ N / (N - 1) \} \Gamma(2 - 1/N) \}^{-1} \cdot \bar{a} \quad (2)$$

质量中间直径:

$$MMD = (0.693)^{1/N} \cdot \bar{a} \quad (3)$$

此外采用不同牌号的航空润滑油模拟重油加热时的粘度。测点选在喷嘴下游 200mm 处。

3 试验结果与分析

3.1 单互击 Y 型内混式气动喷嘴

喷嘴的结构如图 1 所示。油、气射流在混合室中进行 Y 型交叉互击;燃油在气动力的作用下进行第 1 次雾化。油气混合物由多个喷孔高速喷出,进行第 2 次雾化。第 2 级喷孔的方向可控制喷嘴出口低压区的大小与火焰的复盖面及长度。

图 2 表示了喷嘴前油压对雾化特性的影响。喷嘴前油压增大, SMD 增大。因供油压力增大,第 1 级的燃油喷射速度增大,雾化气的相对速度减小,作用于燃油流股的气动力减小,故雾化质量变差。该图同时说明,雾化气压力提高,雾化得到改善。

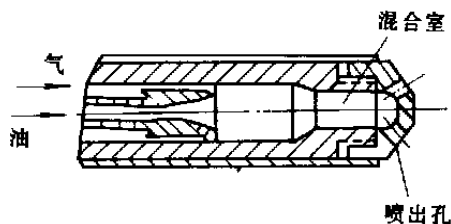


图 1 喷嘴结构图

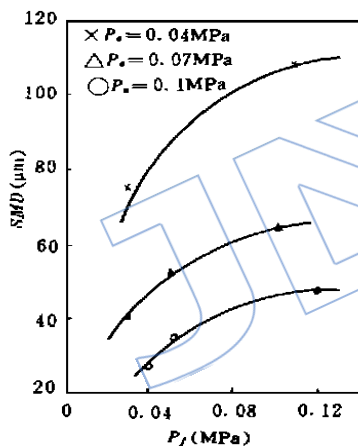


图 2 SMD 随油压的变化

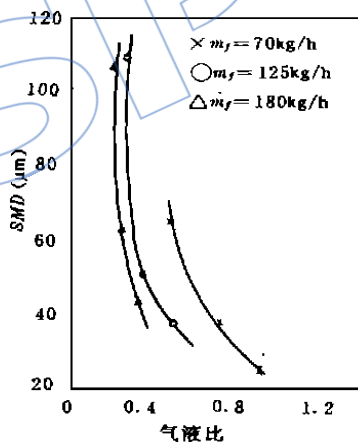


图 3 SMD 随气液比的变化

气液比对雾化特性的影响如图 3 所示。气液比增大, SMD 减小, 特别是小流量时, 效果更显著, SMD 随气液比增加迅速减小。气液比增大, 表示作用于燃油流的气动力增大, 所以雾化得到改善, 它是影响燃油雾化特性的重要参数之一。

上述试验结果表明, 单互击 Y 型内混式气动喷嘴的雾化特性比外混式气动喷嘴与离心式喷嘴好, 但在某些工作状态下油珠平均直径仍较大, 雾化质量需进一步改善。

3.2 双互击 Y 型内混式气动喷嘴

为了改进喷嘴的雾化质量, 在第 1 种 Y 型内混式气动喷嘴试验研究的基础上, 将第 2 级出口的油气射流再相互互击, 进行第 2 次雾化。内混式气动喷嘴有一混合室, 所以油、气工作参数相互影响。提高雾化气压力, 将会使油流量减小, 超过一定值时, 将使燃油不能流出; 反之, 供油压力增加, 雾化气流量减小, 油压过高, 将使油倒流, 造成事故。特别是由于油气工作参数相

互影响, 不仅影响燃油与雾化气的流量特性, 而且影响第 1 级与第 2 级油气的喷射速度,

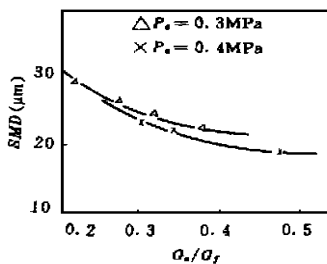


图 4 SMD 随气液比的变化

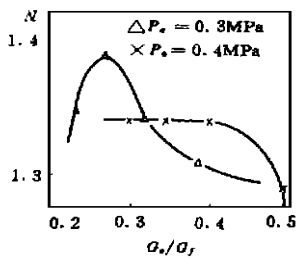


图 5 均匀度指数随气液比的变化

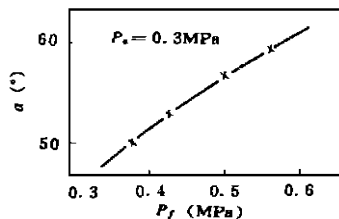


图 6 喷雾锥角随供油压力的变化

因而影响燃油的雾化质量与火焰刚性。 SMD 随气液比的变化规律如图 4 所示。气液比增大, SMD 减小, 在相同气液比时, 雾化气压力增加, 雾化得到改善。雾化均匀度指数随气液比的变化规律如图 5 所示。随着气液比增大, 雾化均匀度指数 N 先增大后减小。这表明, 对于重油内混式气动喷嘴, 燃油雾化达到一定程度后, 气液比继续增大, 虽然燃油雾化进一步改善, 但雾化均匀度指数却不继续增大, 试验了多种重油内混式气动喷嘴, 均得到类似的结果。

图 6 表示了喷雾锥角随供油压力的变化。供油压力增加, 喷雾锥角增大。 SMD 随供油压力的变化如图 7 所示。供油压力增大, SMD 增大。这是内混式气动雾化喷嘴不同于机械式喷嘴的特点之一。在相同的油压下, 雾化气压力增高, 雾化得到改善。

4 结 论

(1) SMD 随气液比的增大逐渐减小, 达到一定程度后, 减小的趋势变平缓, 因此设计计算喷嘴时, 采用过大的气液比是无益的。(2) SMD 随雾化气压力增大而减小, 随供油压力的增高而增大。(3) 雾化均匀度指数在试验研究的参数范围内, 起初是随气液比的增大而逐渐增大。达到一定程度后, 虽然油珠平均直径继续减小, 而均匀度指数也逐渐减小, 这可能是重油内混式气动喷嘴特点之一。(4) 不同结构与尺寸的内混式气动喷嘴具有不同的雾化特性。

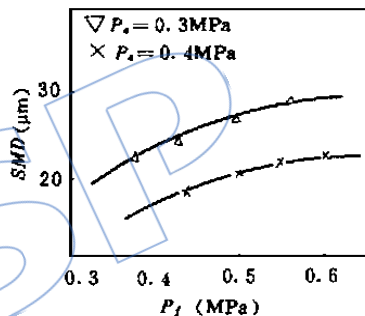


图 7 SMD 随供油压力的变化

参 考 文 献

- 1 焦树建. 关于低热值煤气和渣油在航机改型中的应用问题. CSAAPC-86, 1986

(责任编辑 魏星禄)

INTEGRATION OF DESIGN AND MANUFACTURE OF CENTRIFUGAL COMPRESSORS

Jiu Jianfeng and Cao Xiaojin

(*Institute of Engineering Thermophysics*)

ABSTRACT

A system for integrating design and manufacture of centrifugal compressor by CAD/CAM is established which includes blade design, machining coordinates transformation, blade profiling in arbitrary section, checking coordinate calculation. Especially, a set of design and calculation methods is provided for manufacturing turbomachines by four-axis numerically controlled machining center. The integration system can be used on microcomputer. The system has been applied successfully to designing and machining centrifugal compressors in a factory. It is proven that the system is practical, flexible, reliable and it can cut down the time of design and manufacture with high quality.

FLOW DISTORTION MONITORING IN AN S-SHAPED INTAKE

Weng Peifen (*Shanghai Jiao Tong University*)

Guo Rongwei (*Nanjing Aeronautical Institute*)

ABSTRACT

A series of experiments were made in an S-shaped air intake at high incidence. The observations show that larger the incidence, the more distorted the flow field. And further, there is a certain relation between high incidence, swirling flow, total pressure field and position angle φ of the flow with the lowest total pressure coefficient C_p . The position angle φ is given as a better detective parameter which can monitor the distorted velocity and pressure field.

STUDY ON ATOMIZATION CHARACTERISTIC OF AIR ASSISTED ATOMIZER

Gu Shanjian, Huang Yong, Yang Madin, Chen Hongbo, Liang Xueping, Zhang Yingnian

(*Beijing University of Aeronautics and Astronautics*)

ABSTRACT

The atomization characteristics of a new type air assisted atomizer have been investigated for heavy oil with Engler viscosity more than 20, and compared with "Y" type atomizer commonly used in industry. A standard diffraction based sizing system (i. e. Malvern) is applied to this investigation. The results reveal the influences of the air pressure, fuel pressure, and air/fuel ratio on the atomization characteristics, the influence of the fuel pressure on the spray angle, and demonstrate the fuel atomization superiority of this new type atomizer over the "Y" type atomizer in atomization.