

浅析针阀铰扁尺寸对喷油器流场的影响

潘慧 解芳 奚阳 臧广辉
(钧风电控科技(大连)有限责任公司 辽宁 大连 116000)

摘要: 在喷射压力一定的情况下, 燃油的雾化质量及油注的形态在很大程度上就取决于喷油器内各部件的结构尺寸以及特性参数。文中选取针阀的铰扁尺寸作为结构特性参数, 分析其对喷油器宏观特性的影响, 主要从铰扁区及其周围流场线静压分布、针阀铰扁尺寸对喷油嘴静压分布的影响、针阀竖直受力方进行了分析。

关键词: 喷油器; 针阀; 雾化质量

1 计算模型及网格

验证针阀铰扁区域尺寸对喷油器流场及针阀受力的影响, 抽取喷油器内腔流体体积三维计算模型, 如下图 1 所示。设定三种铰扁尺寸, 即三种计算模型仅如下图所示的三扁位置存在差异。

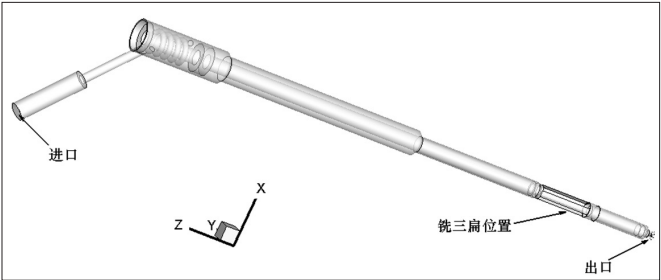


图 1 三维计算模型

设定计算模型三种铰扁区域流道截面计算域尺寸如图 2 所示, 模型 A=0.3mm、B=0.2mm、C=0.15mm。

- (a) 模型 A (0.3mm)
- (b) 模型 B (0.2mm)
- (c) 模型 C (0.15mm)

计算域网格如图 3 所示, 网格划分总数约为 50 万。进

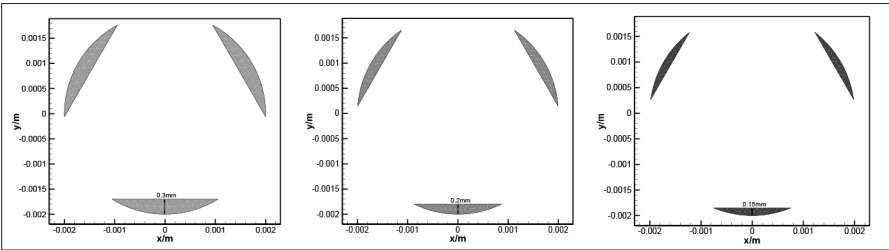


图 2 三种铰扁区域流道截面计算域尺寸

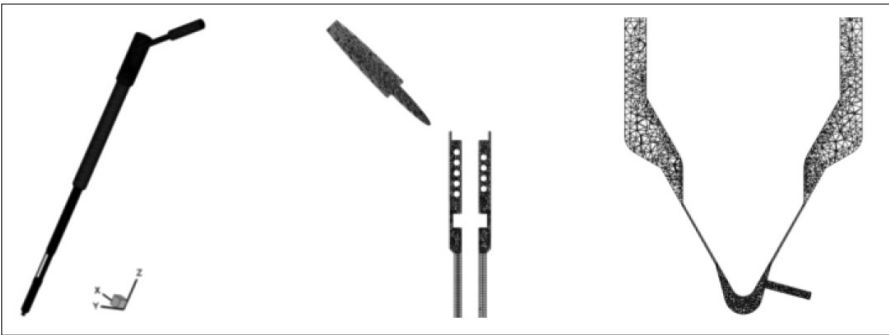


图 3 计算域网格

口端压力设为 1600bar, 出口端压力设为 20bar。通过数值计算模拟针阀开启过程中流场静压变化。

- (a) 计算域体网格
- (b) y=0 截面上端网格
- (c) y=0 截面下端网格

2 计算结果分析

2.1 铰扁区域及其周围流场线静压分布

由于铰扁区域及其周围流域在同一 z 值处静压值相等, 可用线段静压表征三维流道静压随 z 值变化。如图 4 中红线所示线段位置。对于模型 A, 其为 x=0 与 y=-0.00185m 截面的交线; 对于模型 B, 其为 x=0 与 y=-0.0019m 截面的交线; 对于模型 C, 其为 x=0 与 y=-0.001925m 截面的交线。根据针阀流域形状, 将线段分为四部分, 按 z 值增加方向, 依次定义为 L1、L2、L3、L4。

2.1.1 模型 A 流场线静压分布

图 5 所示为针阀开启过程中模型 A 流场线静压分布, 从图中可以看出, 针阀升程不同时, 流场静压值不同, 流场线静压范围为 1580bar~1600bar。针阀开启高度从 0mm 递增至 0.01mm 时, 流场静压值骤降至最低; 针阀开启高度从 0.01mm 递增至 0.035mm 时, 流场静压逐渐增加; 针阀开启高度从 0.035mm 递增至 0.15mm 时, L1、L2、L3、L4 静压均在很小范围内上下波动。

针阀开启高度相同时, L1、L2、L3、L4 静压分布规律不同。L4 静压值始终最大, 接近轨压; 随着 z 值减小 L3 静压值逐渐减小; L2 上静压值在小范围内波动; 针阀开启高度从 0.01mm 递增至 0.015mm 时, 随着 z 值减小, L1 静压值有明显减小趋势, 其余针阀升程时, L1 静压值均保持在同一稳定水平。

2.1.2 模型 B 流场线静压分布

图 6 所示为针阀开启过程中模型 B 流场线静压分布, 从图中可以看出, 不同针阀升程时, 流场静压值不同, 流场线静压范围为 1567bar~1615bar。与模型 A 趋势相同, 针阀开启高度从 0 递增至 0.01mm 时, 流场静压值骤降至最低, 但其最低值

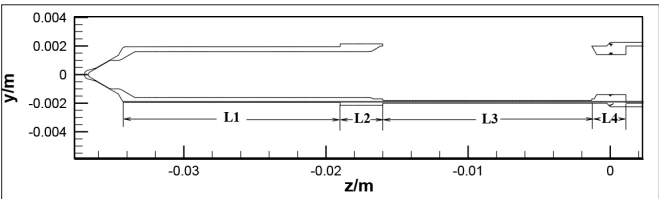


图 4 线段位置

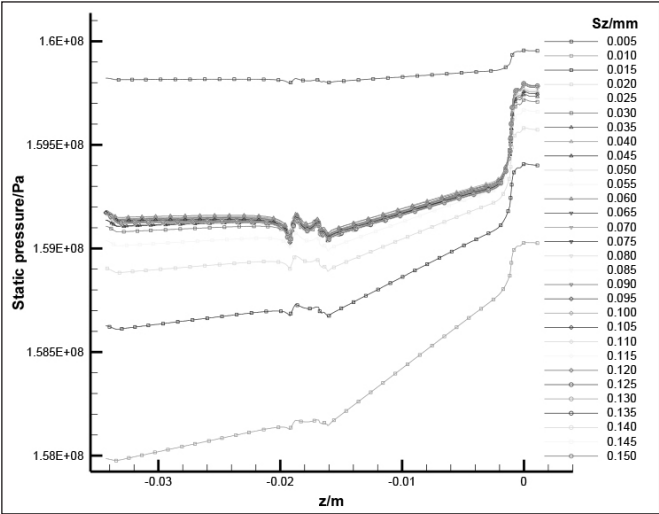


图 5 模型 A 流场线静压分布

小于模型 A；针阀开启高度从 0.01mm 递增至 0.03mm 时，流场静压逐渐增加；针阀开启高度从 0.03mm 递增至 0.15mm 时，流场静压在小范围内波动，但波动幅度大于模型 A。

针阀开启高度相同时，L1、L2、L3、L4 静压分布规律与模型 A 趋势相近。不同的是，针阀开启高度从 0.05mm 递增至 0.01mm 时，随着 z 值减小，L1 静压值有明显减小趋势，其余针阀升程时，L1 静压值均保持在同一稳定水平。

2.1.3 模型 C 流场静压分布

图 7 所示为针阀开启过程中模型 C 流场线静压分布，从图中可以看出，不同针阀升程时，流场静压值不同，静压范围为 1520bar~1600bar。与模型 A 和 B 趋势相同，针阀开

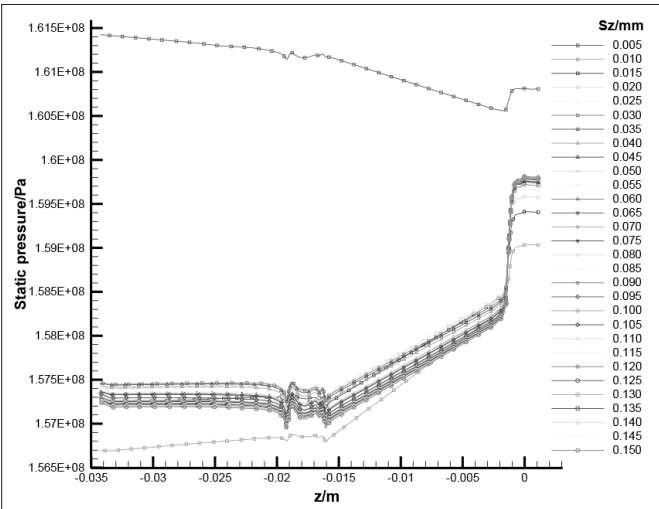


图 6 模型 B 流场线静压分布

启高度从 0 递增至 0.01mm 时，流场静压值骤降至最低，且其最小值均小于模型 A 和模型 B。与模型 A 和 B 不同的是，针阀开启高度从 0.01 递增至 0.15mm 时，随着针阀升程的增加，流场静压逐渐增加，在接近最大升程时在小范围内波动。

针阀开启高度相同时，L1、L2、L3、L4 静压分布规律与模型 A 和 B 趋势相近。与模型 A 和 B 不同的是，在各针阀升程时，L1 静压值始终保持在同一水平。

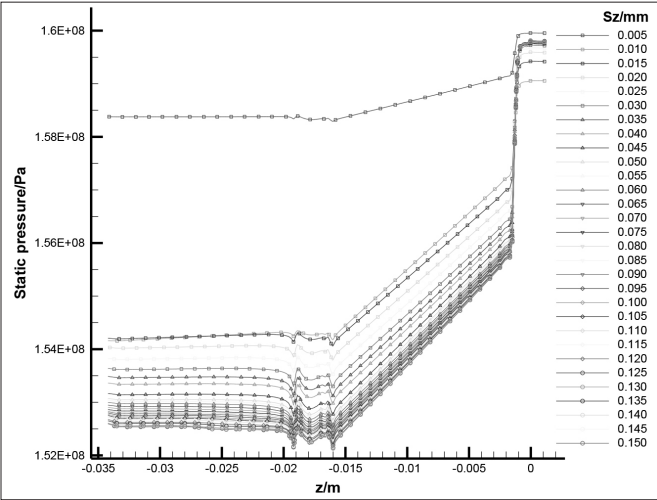


图 7 模型 C 流场静压分布

2.2 针阀铣扁尺寸对喷油嘴静压分布的影响

为验证针阀铣扁尺寸对喷油嘴静压分布的影响，在稳压段选取一点 P 与在压力室处选取一点 Q，如图 8 所示。计算 P、Q 两点处静压随针阀升程变化的曲线如图 9、10 所示。

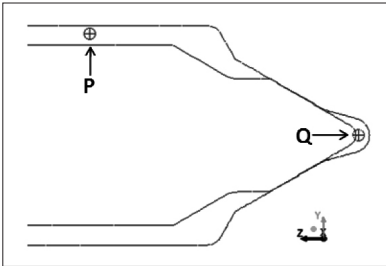


图 8 点 P、Q 位置

如图 9 所示，P 点静压受针阀铣扁尺寸影响较大。随着铣扁区域流道截面减小，模型 A、B、C 稳压段静压值依次减小。同一铣扁尺寸

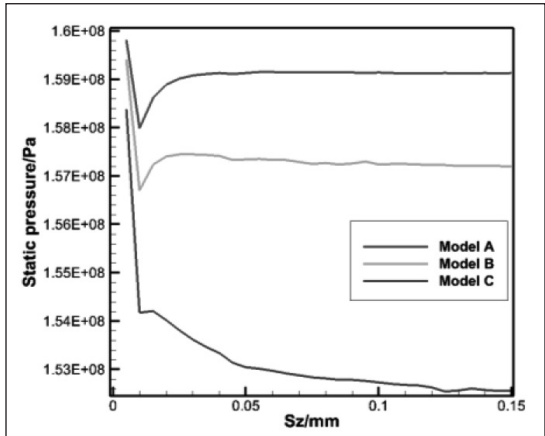


图 9 点 P 静压分布

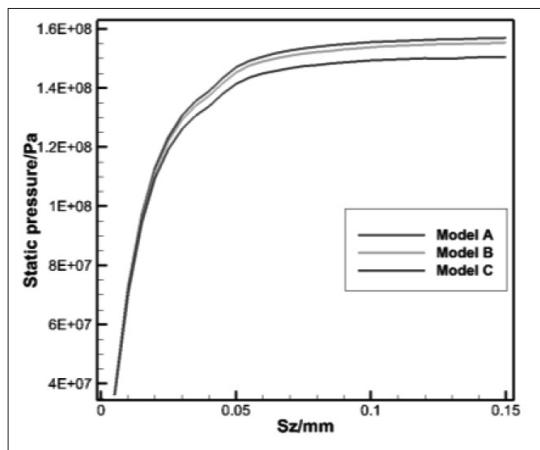


图 10 点 Q 静压分布

下，针阀开启初期，模型 A、B、C 稳压段静压值均有骤降趋势，然后模型 A 和 B 的静压呈逐步上升的趋势，随后模型 A 和 B 静压维持稳定状态，而模型 C 骤降后保持短暂的平缓后静压持续下降。

如图 10 所示，模型 A、B、C 铣扁区域流道尺寸越小，压力室静压值越低。同一铣扁尺寸下，随着针阀开度的增加，静压值先呈平滑上升的趋势，然后慢慢趋于稳定。

2.3 针阀铣扁尺寸对针阀纵向受力的影响

为探究针阀铣扁尺寸对针阀纵向（z 向）受力的影响，选取针阀 z 向受力不为零的面，如图 11 中填充面所示。针阀开启过程中，模型 A、B、C 针阀纵向受力值计算结果如图 12 所示，从图中可以看出，模型 A、B、C 随着针阀开启高度的增加，针阀所受纵向分力呈逐渐上升的趋势，力值增加先快后缓。比较各模型总体受力值大小可以看出，模型 A 最大，模型 B 次之，模型 C 最小。

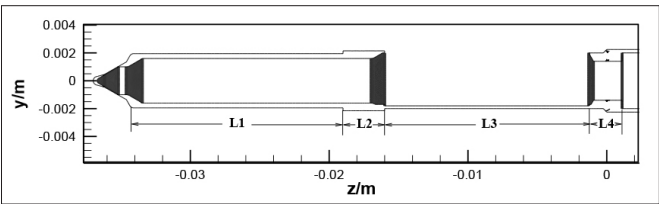


图 11 针阀受力面位置

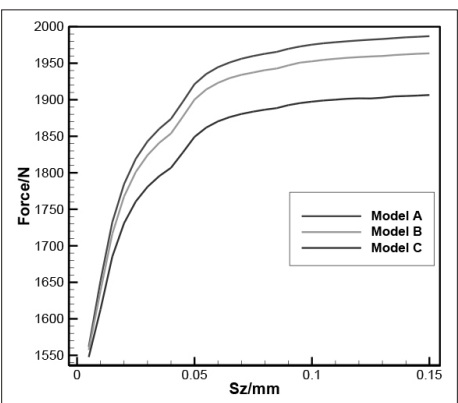


图 12 针阀纵向受力值

3 结语

综合上述分析，可以得出如下结论。

(1) 针阀升程不同时，针阀铣扁区域尺寸对其上方流场静压值无影响；针阀升程不同时，针阀铣扁区域尺寸对其下方流场静压值不同，将其下方流场分为四部分，每部分的静压分布规律也有所不同，针阀铣扁区域尺寸越小，随着针阀的开启，铣扁区及其下方流场静压值越小。

(2) 针阀升程相同时，随着铣扁区流道截面减小，压段静压值依次减小；同一铣扁尺寸时，针阀开启初期，稳压段静压值先骤降，然后上升，随后趋于稳定，截面较小的静压下降；铣扁区流道尺寸越小，压力室静压值越低。同一铣扁尺寸时，随着针阀开度增加，静压值先增加，然后趋于稳定。

(3) 随着针阀开启高度的增加，针阀所受纵向分力呈逐渐上升的趋势，力值增加先快后缓。比较各模型总体受力值大小可以看出，铣扁区流道截面越小，针阀所受竖直分力越小。

参考文献：

[1] 易浩. 针阀式喷油器失效因素研究 [D]. 重庆理工大学, 2019.
[2] 杜善刚, 王承禹, 赵曦. 针阀导向面直径对喷油器宏观特性的影响 [J]. 内燃机与配件, 2013(05):3-5.

(上接第 38 页)

于其无镍（少镍），焊接性能差，焊缝易开裂，易生锈等特点，批产开发时不能按照常规 3 系不锈钢的开发方案进行，开发过程必须高度重视，用细致、认真的态度做好每个工序的相应预防措施。在进行制造工艺开发过程中必须从焊管原料开始控，充分做好人、机、料、法、环、测，重点做好弯管工序伸长率分析和解决方案，严格控制过程防锈，才能确保过程稳定、制造出合格的批量产品。根据实际工作中的一些经历，本文仅从铁素体焊管到弯管应用工艺制造方面进行了分析，相对于整个铁素体不锈钢领域，这只是其中的一个制造实例，希望能为业内提供参考。

参考文献：

[1] 杨晓禹, 田一清, 毛红奎, 等. 热处理工艺对双相不锈钢 S32101 焊接接头力学性能与微观组织的影响 [J]. 热加工工艺, 2020(21).
[2] 黄安琪, 李雪峰, 高灵清, 等. 2205 双相不锈钢晶间腐蚀试验开裂原因分析 [J]. 材料开发与应用, 2019(05).
[3] 查小琴, 任永峰, 黑鹏辉, 等. 双相不锈钢焊接性问题原因及控制 [J]. 材料开发与应用, 2019(05).

作者简介: 蒋燕刚 (1979.12-), 男, 汉族, 陕西商洛人, 工程师, 研究方向: 汽车 EGR 不锈钢管路的零件制造、总成装配、焊接等工艺开发。