

考虑挥发影响的燃油加注数值模拟研究

方斌，曾丽芳，潘定一

浙江大学航空航天学院流体工程研究所，杭州，310027

Abstract

汽车燃油系统是汽车部件中重要的功能件和安全件之一，也是开发设计中的关键部件之一。汽车在加油过程中，加油速度通常比较大，如果燃油系统设计不合理，油液不能顺利进入油箱，常常伴有“跳枪”、“反喷”，严重时危及人身安全。在以往的设计中，往往通过试车实验检验燃油系统的性能，并且需要多次反复验证它的可靠性，这种方式开发周期长，成本也比较高。近年来，计算流体力学方法（Computational Fluid Dynamics, CFD）逐渐被应用于汽车燃油系统的设计。CFD方法的应用，可加快油箱系统的优化设计流程，提高优化效率，大大降低设计成本。在燃油箱加注过程中，汽油的挥发性极强，挥发产生的相变不可忽略，但汽油的挥发过程复杂，存在模拟难、计算效率低的问题。

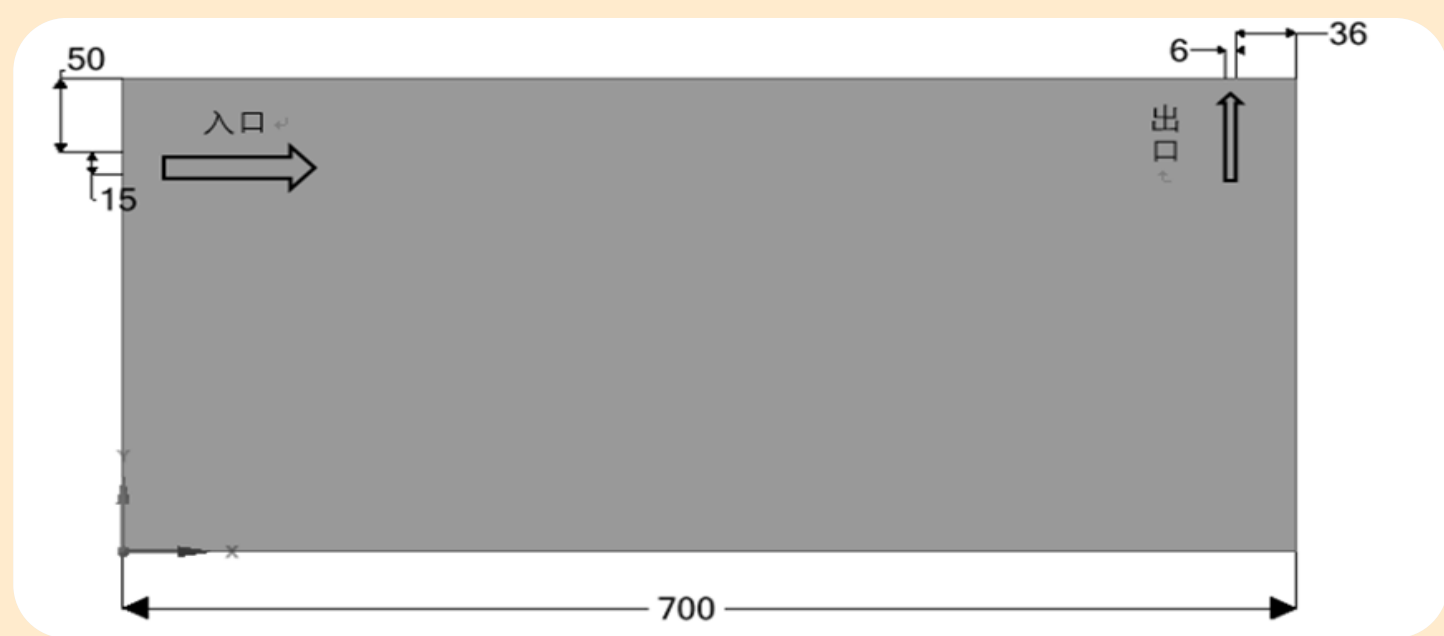
Methods

- 基于VOF方法
- SST k- ω 湍流模型
- 边界条件快速仿真方法

二维仿真：

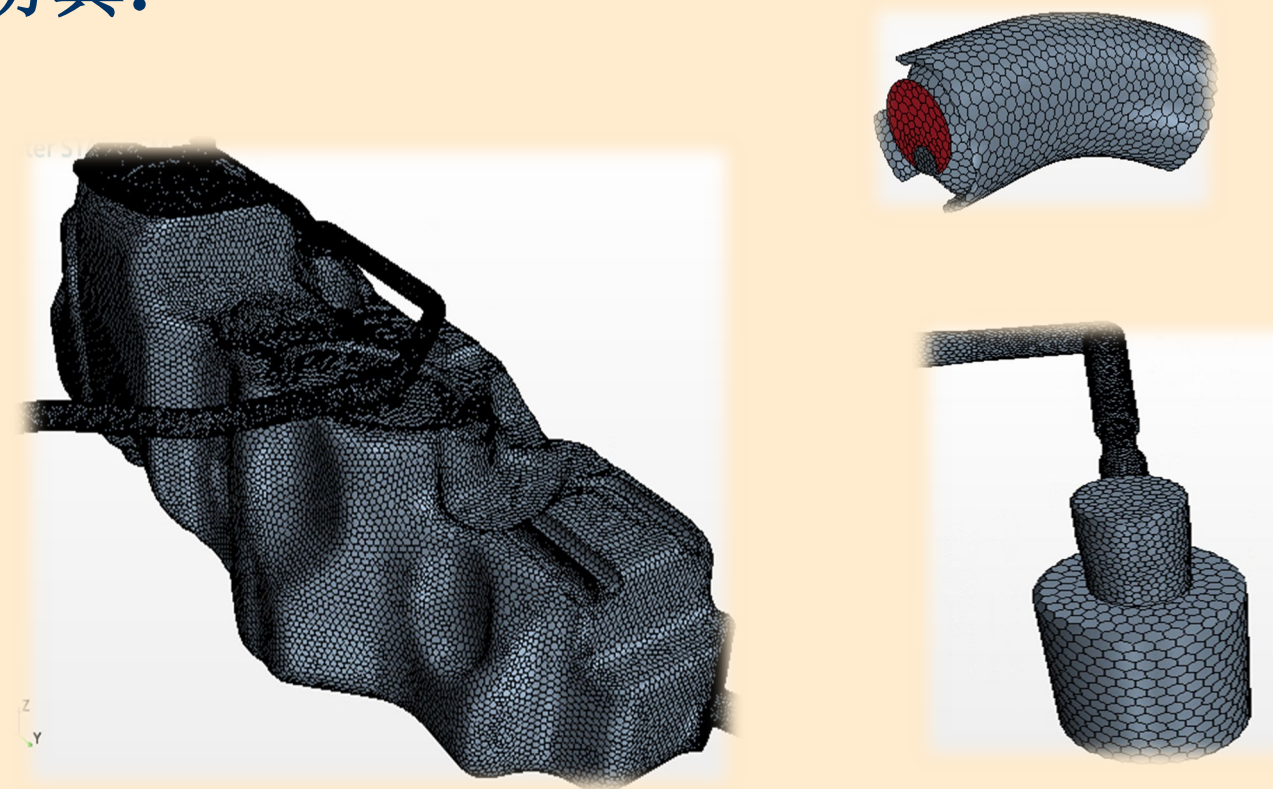
二维仿真：保证入口质量和udf一致，进入油箱的气态油占总体积比分别为0%、10%、15%和20%。在初始化状态下，油箱内充满空气，不含液态汽油。

边界条件快速仿真方法：边界条件快速仿真方法，可代替汽油挥发相变模型。首先，基于二维矩形加注模型，通过与真实的传质挥发模型的对比，探索快速仿真方法中边界条件的入口油蒸汽比例范围；其次，基于快速仿真方法开展真实的燃油箱加注系统的模拟，通过与加注试验的对比，验证快速仿真方法的可靠性。

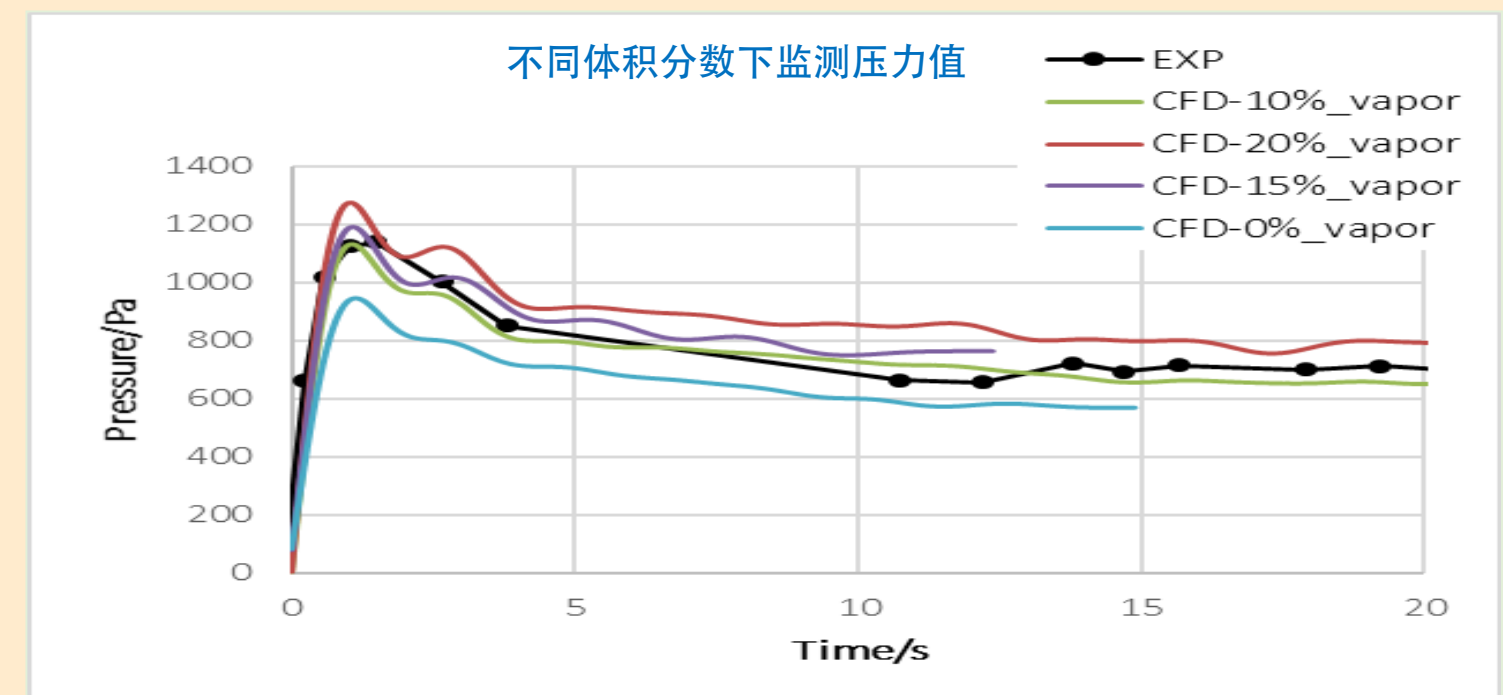


挥发模型	挥发传质模型	快速挥发模型 (0%油蒸汽)	快速挥发模型 (10%油蒸汽)	快速挥发模型 (15%油蒸汽)	快速挥发模型 (20%油蒸汽)
5s平均压力值 (Pa)	1.002	1.058	1.036	1.070	1.066
10s平均压力值 (Pa)	0.973	1.020	1.000	1.017	1.022
20s平均压力值 (Pa)	1.023	1.072	1.067	1.078	1.103
与真实挥发传质 模拟结果的差异 百分比	0	4.8	4.3	5.4	7.8

三维仿真：



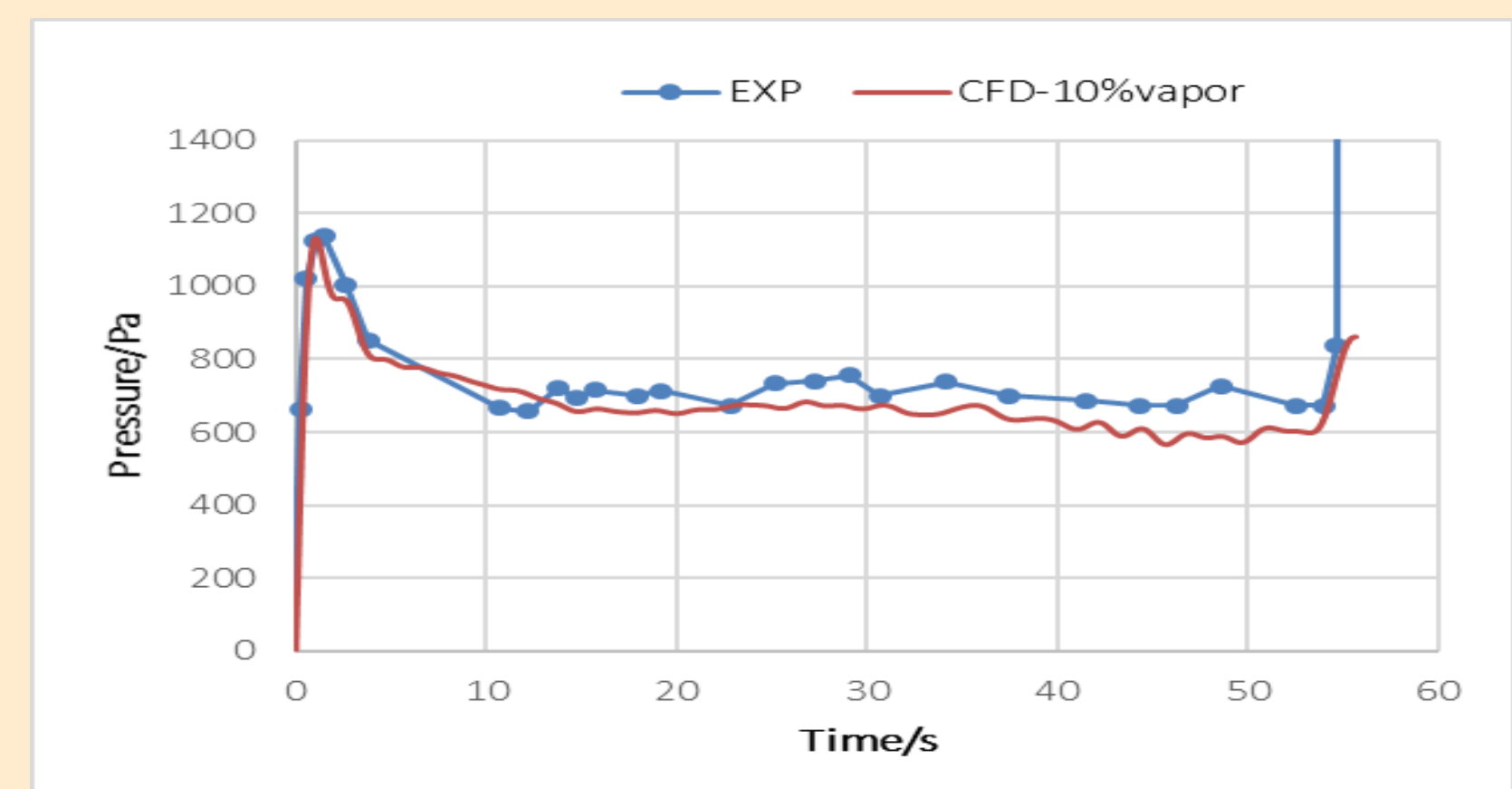
采用速度入口，速度进口处，设定4组不同体积分数的气-液汽油，气态汽油体积分数分别为0%，10%，15%，20%，入口质量流量保持一致。



Discussion

为了进一步探究燃油加注特性，我们仍然延续上述10%比例的计算，选取油箱顶部压力作为参考值，将时间延长至60s，其它条件不变。

仿真与实验对比监测压力值



Conclusion

本文基于仿真软件中的多相流VOF模型和湍流模型，采用挥发模型的替代方法，使用CFD仿真方法对燃油加注系统进行加油性能分析，分析了油箱燃油加注过程，并与实际燃油加注试验进行对比，得出速度入口在油蒸气体积分数10%的比例下，CFD仿真分析与实际试验结果符合度很好。