

槽式液体分布器预分布管模拟研究

Simulation of pre-distributor Pipe of Trough Liquid Distributor

王红星 刘德新

天津大学精馏技术国家工程研究中心

摘 要: 为了提高槽式液体分布器分布管流体分配的均匀性, 借助计算流体力学软件 STAR-CD 利用 k- 模型对其三维流场进行数值模拟求解。确定了影响流场分布的因素包括多管孔的结构尺寸参数和流动参数, 通过模拟计算优化了分布管的结构, 现场流体力学实验显示分布状态与计算结果吻合良好。

关键词: 槽式液体分布器、STAR-CD、CFD

Abstract: In order to improve the uniformity of pre-distributor of trough liquid distributor, CFD software STAR-CD was used to simulation the 3D flow field. Different factors which influent liquid flow distribution such as the hole size and flow parameters are optimized. The experiment results fit well with the simulation results.

Key words: Trough liquid distributor; STAR-CD; CFD

1 前言

常减压蒸馏是原油加工的第一道工序, 原油通过常减压蒸馏分离成各种油品和下游加工装置的原料。炼油企业常减压装置因其加工量大、产品品种多、分离精度高以及对下游生产装置影响面广等因素, 在炼油企业占据核心地位。常减压蒸馏技术水平的高低, 对炼厂的产品质量、收率以及对原油的有效利用有很大影响。近十年来, 世界各国围绕提高常减压蒸馏装置的经济效益、社会效益及环境效益这个中心, 采用了大量的新技术、新工艺、新设备、新材料。归纳起来有五大趋势: 装置规模趋向大型化, 加工原油品种趋向多样化, 生产操作趋向智能化, 使用功能趋向多样化, 生产周期趋向延长化。

液体分布是在原油常减压蒸馏塔大型化的过程中存在的主要问题。进料管开孔直径及其分布的优化设计, 是保证一级槽和二级槽良好分布的关键全连通一级槽, 保证二级槽均匀的基本条件; 一级槽、二级槽高度 300, 增大操作弹性; 加设导流挡板, 点分布变为线分布; 埋藏支撑梁, 保证平面度、节省可利用空间。

为了提高槽式液体分布器分布管流体分配的均匀性, 借助计算流体力学软件 STAR-CD 利用 k- 模型对其三维流场进行数值模拟求解。确定了影响流场分布的因素包括多孔管的结构尺寸参数和流动参数, 通过模拟计算优化了分布管的结构, 现场流体力学实验显示分布状态与计算结果吻合良好。

2 结果讨论



图 1 进料分布管结构示意图

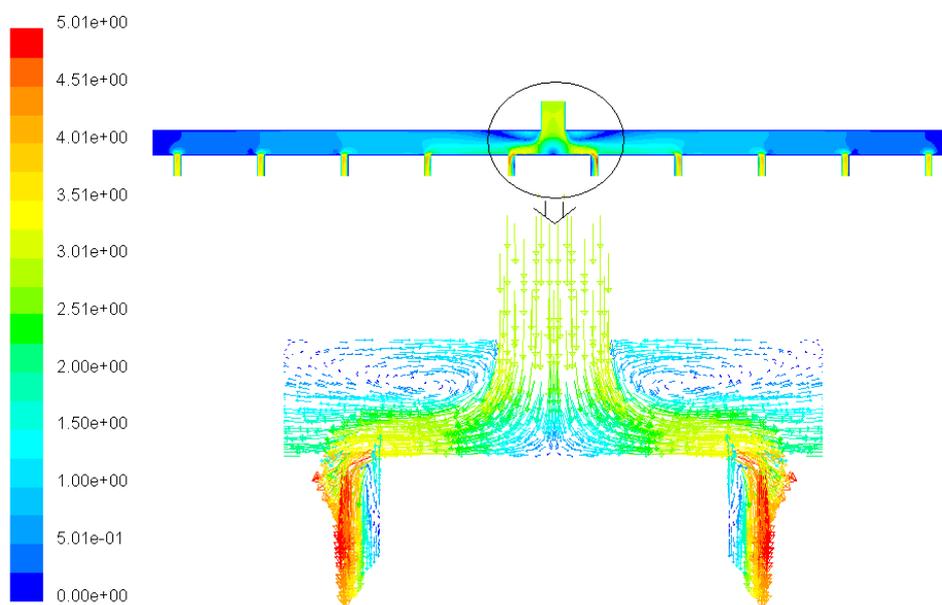


图 2 进料管液速分布剖面图

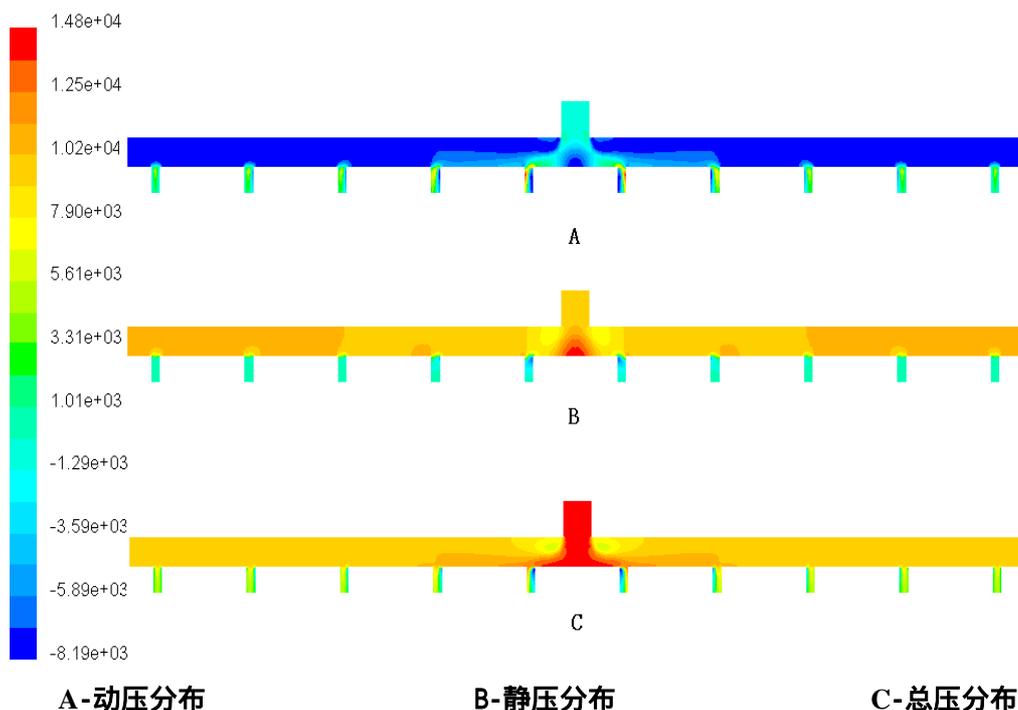


图3 进料管压力场分布

为了解决中间进料过程中分流产生的影响，通过流体力学模拟对进料管进行结构改良，一是对进料速度进行缓冲；二是在管内加上阻速板。通过对不同缓冲段缓冲效果的模拟计算结果比较建议使用球体缓冲段。对改进的进料管结构进行模拟计算，结果表明进料管分布均匀性能方面得到明显的改善。图4为改进前后进料管的流场比较，A是原型进料管，B是改进型进料管。图5为速度矢量比较的局部放大图。图6对湍流动量的对比。

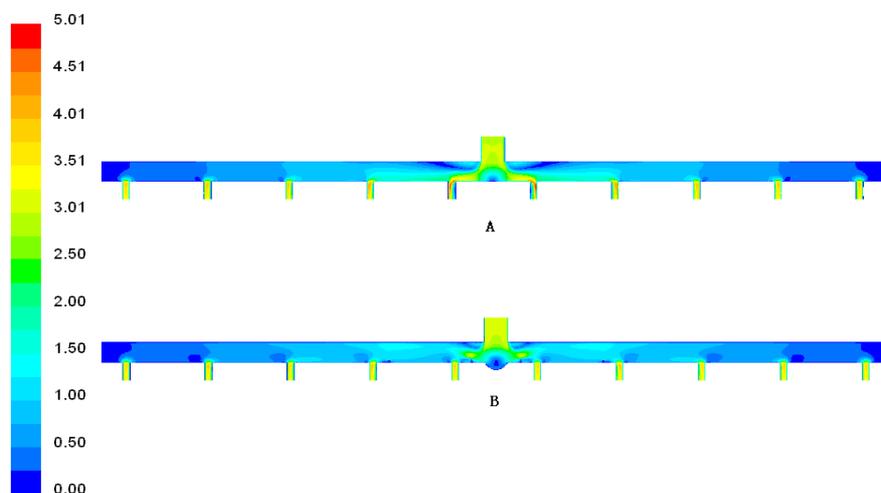
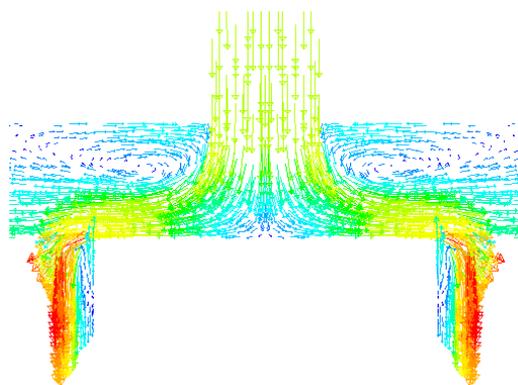
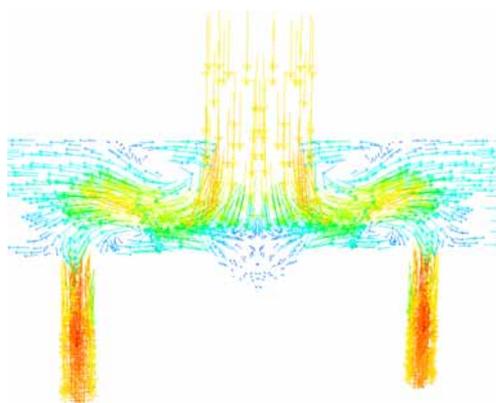


图4 两种进料管流场比较 u



A



B

图 5 进料管局部液速 \bar{u} 矢量之比较

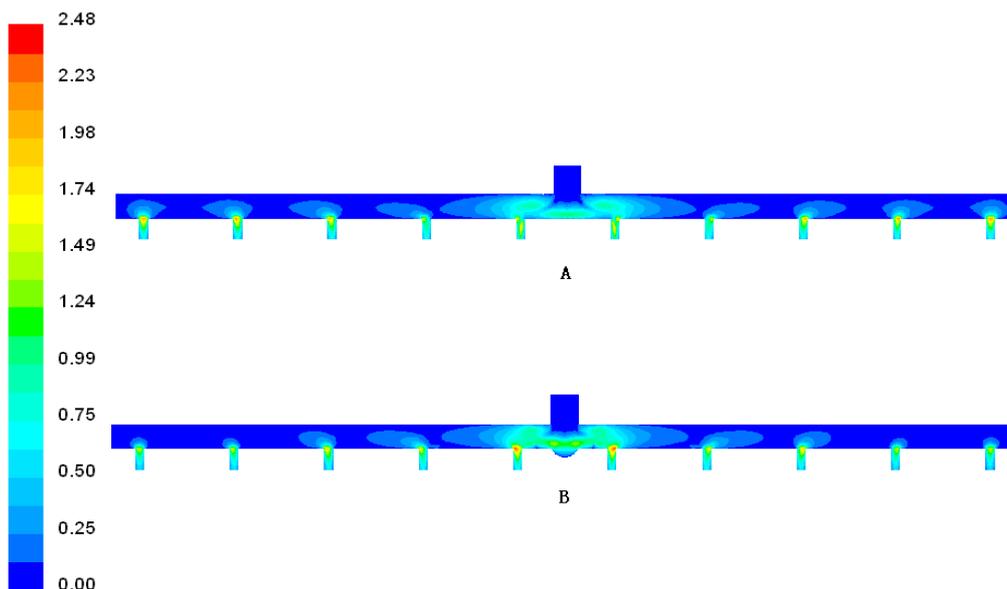


图 6 湍动能 k 分布比较

模拟了槽式液体分布器预分布管内的流体分布以及分布管内流场变化,在对大型多孔管的模拟中得出变孔径多孔管的分配液体效果比等孔径管要均匀很多,变孔径均匀配水多孔管

的设计为实现槽式分布器进料管的良好液体预分布提供了一种可行的方案,较好的液体预分布可以在一定程度上提高一、二级槽的液体分布效果。这一设计在中石化上海高桥减压塔中成功应用。图 6 比较了不同开孔的预分布管内速度场分布等势图：

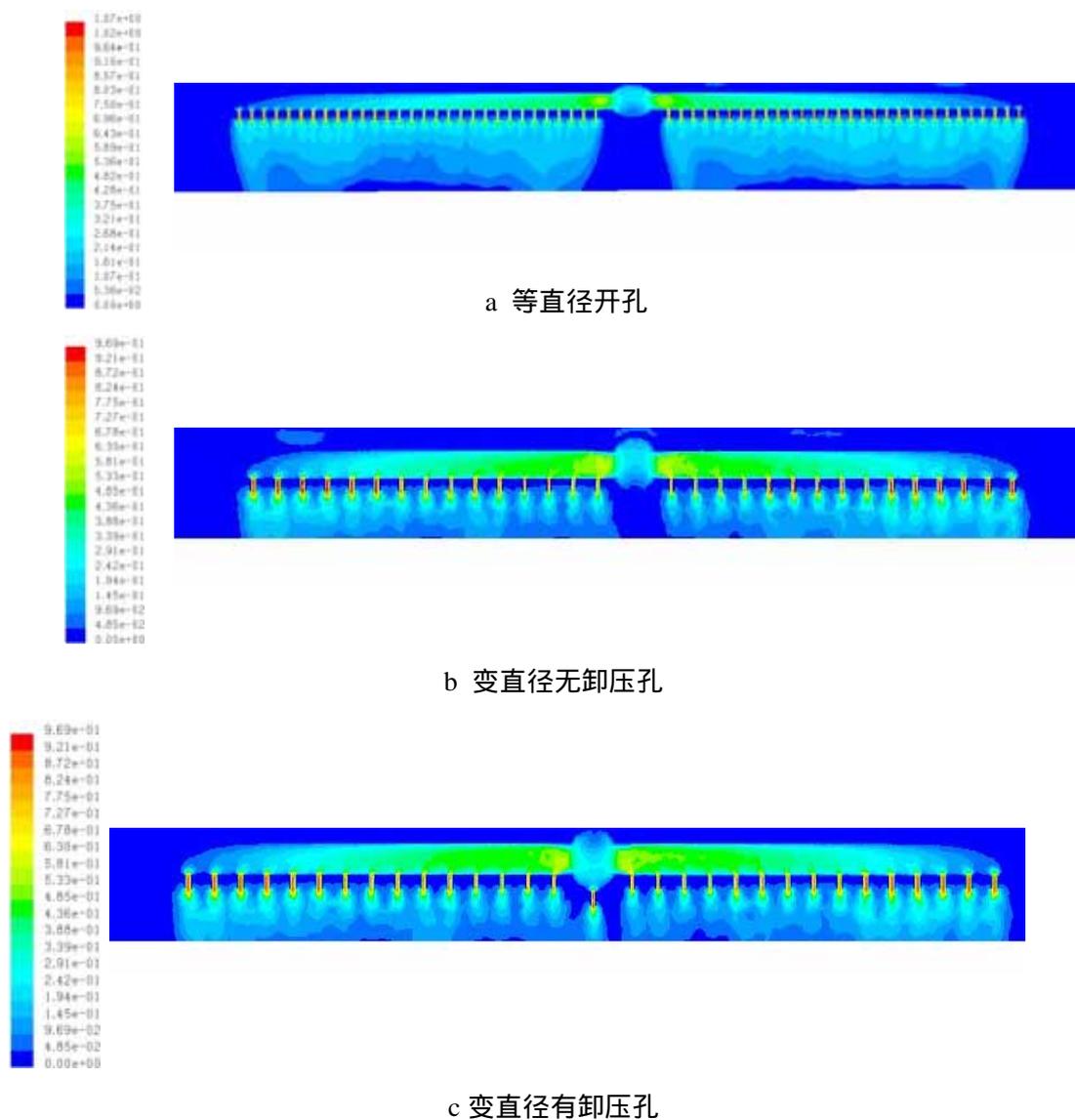
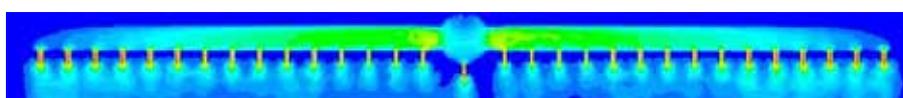
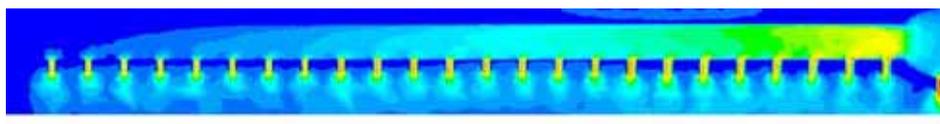


图 7 预分布管内流场分布等势图

图 8、9 为优化后进料管的流场分布图。



(a)



(b)

图 8 分布管内流场分布等势图



图 9 分布管内静压分布等势图

3. 小结

对槽式液体分布器进料管的流体均布状况进行了数值模拟,主要考察了不同的开孔方式对分布管进料预分布状况的影响以及分布管内流体静压的变化和流场的分布。选择优化后结构作为本分布器的最优进料管设计。考察槽式液体分布器进料分布管内的流体分布以及分布管内流场变化,显示计算结果和实验结果吻合良好。