

Abstract

马兰戈尼 (Marangoni) 流是由液体表面张力梯度引起的流体流动现象。流体表面的温度梯度和溶质浓度梯度都可以形成表面张力梯度。本论文研究在一个准二维空间中的液滴由浓度梯度引起的马兰戈尼流。一滴水滴被夹在两个玻璃片之间形成一个薄的圆形液膜。在这个圆形液膜周围构造一个有梯度的有机溶剂 (如乙醇) 蒸汽浓度场, 水滴表面不同位置溶解有机溶剂的量不同从而产生浓度梯度, 进而形成马兰戈尼流。或者在溶解有表面活性物质的水滴周围构造不均匀的表面蒸发速率, 同样能产生表面浓度梯度和马兰戈尼流。通过使用COMSOL我们可以方便的模拟流体流动, 蒸发和稀物质传递相互耦合的问题。首先, 使用两相流动网格物理场接口, 我们能将表面张力写成与浓度相关的表达式就能实现马兰戈尼流的模拟。启用"浅槽近似"使得能在二维模型下得到准确的薄层液膜的流体仿真。溶质在水中的对流与扩散使用稀物质传递物理场, 将流体的速度作为对流速度。有机溶剂蒸汽在空气中的扩散或水的蒸发同样使用稀物质传递物理场, 边界通量与水中的稀物质传递相互耦合来模拟物质溶剂或蒸发。借助COMSOL使我们更好的理解这些复杂的耦合现象, 从而有助于把这种流动现象运用到微流控器件中。

Figures used in the abstract

Figure 1: 液滴吸附有机溶剂蒸汽产生的马兰戈尼流的仿真结果。颜色代表有机溶剂在水中的浓度, 红色代表浓度高。灰色线条是流体流动的流线。