

圆锥表面轴对称液膜流动的数值研究 1)

汤龙民*, Andrea Prosperetti⁺, 周光照^{*,#,2)}

* (中国科学院大学 工程科学学院, 北京 101408)

⁺ (Department of Mechanical Engineering, University of Houston, Houston TX 77204, USA)

[#] (中国科学院力学研究所 非线性力学国家重点实验室, 北京 100190)

摘要: 本文对圆锥表面重力驱动的轴对称液膜流动现象进行了研究。根据长波理论, 引入液膜厚度方向与流动方向特征尺度之比这一小参数, 将 Zhou 和 Prosperetti (Hydraulic jump on the surface of a cone. *J. Fluid Mech.* 951, A20, 2022) 的降维模型扩展到了二阶精度。通过该模型得到的计算结果与直接数值模拟结果吻合较好。本文借助该模型对液膜表面非线性波的时空演化进行了数值研究。结果表明, 表面波结构显著依赖于与圆锥顶点的距离, 即流向坐标, 这与平板上液膜流动的行为明显不同。随着液膜远离圆锥顶点, 表面波先后经历孤立波、多峰波到正弦型波的转变。本文研究了表面波波高随流向坐标的变化关系, 发现上述不同类型波的波高随半径的变化具有不同趋势。同时, 本文将平板液膜表面波波速和波高的经验公式推广到了圆锥表面。此外, 本文也考虑了对液膜传热过程的建模。

关键词: 液膜流动; 圆锥表面; 降维模型

1) 资金资助项目 (国家自然科学基金项目 12202441; 中央高校基本科研业务费专项资金资助)