

CSTAM2012-B03-0162

矩形液池内热毛细对流的流动不稳定性¹⁾

周彬^{*,†,2)}, 朱鹏^{*}, 段俐^{*}, 康琦^{*}^{*}(中国科学院力学研究所微重力重点实验室, 北京 100190)[†](潍坊学院建筑工程学院, 山东潍坊 261061)

摘要: 热毛细对流及其不稳定性是微重力流体科学研究的重要内容, 对该问题的研究不仅有利于人们对微重力环境下流体行为, 对流不稳定性 and 湍流转捩过程等基础物理现象的理解, 而且也将促进晶体生长, 薄膜制备等空间和地面高新技术的发展。本文实验研究了矩形液池中浅液层在水平温度梯度作用下产生的热毛细对流及其稳定性。实验中, 成功地利用 PIV 技术对 1cSt 硅油液层内的浮力热毛细对流流场结构进行了大量观测。结果表明, 液层中的流场结构经历了多种状态的转变, 该过程会受到液层厚度的影响。当液层厚度较小时, 比如当 $d = 2.8\text{ mm}$ 时, 随着液池两端温差的增大, 液层中的流场结构会经历单胞对流到双胞对流再到多胞对流的转变, 到达多胞对流状态之后, 继续增大温差, 对流涡胞的数量会有所减少, 而当温差进一步增大到一定程度以后, 整个液层转变为三维非定常流动; 当液层厚度较大时, 比如当 $d = 4.5\text{ mm}$ 时, 随着温差的增大, 流动模式的转变主要体现在水平截面流场截面上面, 当温差增大到一定程度以后, 在靠近高温端的附近区域会出现具有明显三维效应的“梭形结构”, 该梭形结构的尺寸随着温差的增大而增长, 并在温差超过某个临界值时失去对称性, 整个液层转变为三维非定常流动。

关键词: 热毛细对流, 流场结构, 不稳定性

¹⁾ 国家自然科学基金 (11032011, 10972224), 三期创新方向性项目 (KJ CX2-YW-L08), 载人航天项目资助

²⁾ Email: pengzhu405@yahoo.com.cn