

CSTAM2014-B01-0223

超临界 Bénard–Marangoni 对流的非定常流¹⁾

吴笛²⁾, 段俐, 康琦³⁾

(中国科学院力学研究所微重力实验室, 北京 100190)

摘要: Bénard–Marangoni 对流是水平液层在竖直温度梯度作用下由表面张力梯度引起的流动不稳定现象。当温差达到临界值时, 液层会失稳流动, 形成 Bénard 涡胞对流, 称为 Bénard–Marangoni 临界对流状态。临界对流状态是一种稳定的六边形涡胞的定常流动, 而继续升高温差时, Bénard–Marangoni 进入超临界状态, 在超临界状态下, 流场经过转捩, 进入了非定常流动。通过粒子图像测速法(PIV)、红外热像仪等实验方法, 研究超临界状态流场的非定常流动, 特别是亚涡胞、热流体波的出现条件以及流场结构。实验结果表明, 当 $\varepsilon > 10$ 时, 发现涡胞尺寸增大至饱和值后增长缓慢, 此时涡胞会失稳, 出现亚涡胞、热流体波等高次流的形式。非定常亚涡胞是由涡胞的边缘处产生, 并向涡胞的中心移动, 最后与主涡胞合并消失, 并周而复始形成的周期性非定常结构。通过 PIV 方法得出亚涡胞的流场结构和运动规律, 通过红外热像仪得到亚涡胞的时空演化图和温度振荡, 发现存在倍周期分岔的现象。发现非定常结构流场由周期变化向湍流演化的过程中, 沿着倍周期分岔的途径进入湍流。当 $\varepsilon > 30$ 时, 流场进入湍流, 亚涡胞剧烈地无规律运动, 并出现向涡胞下游喷射的“羽流”结构。

关键词: Bénard–Marangoni 对流, 超临界, 非定常, 湍流

¹⁾ 国家自然科学基金(11032011, 11372328)资助

²⁾ Email: wudi@imech.ac.cn

³⁾ Email: kq@imech.ac.cn