

## 微气泡聚并颈部生长的演化规律<sup>1)</sup>

王丽娜<sup>\*+</sup> 王雷磊<sup>+</sup> 盛敏佳<sup>\*+</sup> 陈力<sup>\*,2)</sup> 郑旭<sup>\*,2)</sup>

<sup>\*</sup>(西安建筑科技大学, 建筑设备科学与工程学院, 西安, 710055)

<sup>+</sup>(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:** 气泡普遍存在于火山熔岩脱气、废水处理和许多其他工业过程中。当气泡相互接触时, 不可避免地会发生气泡聚并。Paulsen 等人实验研究了外部流体对液滴和气泡聚并的影响, 用无量纲数  $\mu/\sqrt{\rho\gamma A}$  给出了外部流体粘度作用的时间。Shaw 等人研究了气泡在气-水界面的聚并, 描述了水下气泡颈部和表面桥的演化规律。Chen 等人通过模拟方法研究了液体粘度、液体密度和表面张力对微泡聚并的影响。气泡聚并的研究大多在毫米量级。由于这一过程发生的时间较短, 因此更难在微观尺度上进行捕捉和观察。

本研究用 janus 颗粒在过氧化氢溶液中的化学反应产生  $20\mu\text{m}-70\mu\text{m}$  的微气泡。同时, 借助倒置显微镜和高速相机 (v2512, 图 1) 观察两个微气泡的聚并过程, 并使用甘油增加气泡外的流体粘度, 以减缓颈部变化。当甘油过氧化氢溶液的粘度达到 80% 以上时, 颈部生长会明显减缓。发现了无量纲颈部直径和无量纲时间之间存在  $d/D \sim (t/T)^{1/2}$  以及  $d/D \sim (t/T)^1$  的关系, 外部流体粘度的变化将影响标度律拐点出现的时间 (图 2)。将表面张力、粘性力以及惯性力同时考虑, 我们正在做统一的指数规律。由于颗粒的存在, 靠近颗粒侧的气泡颈部的增长会受到限制, 使整体气泡颈部的演化规律均小于原来的 0.5 以及 1 的指数关系。

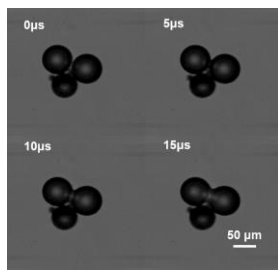


Fig.1

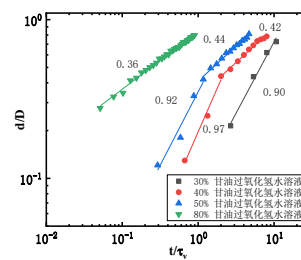


Fig.2

**关键词:** 气泡聚并; 颈部测量; 标度律

1) 资金资助项目: 陕西省自然科学基金基础研究计划一般项目 (面上) 近界面微尺度空泡与自驱动微球相互作用机理的研究 2020JM-479