

利用气泡微马达操控颗粒 pusher/puller 模式的研究¹⁾

盛敏佳^{*,+}, 王雷磊^{*,+}, 王丽娜^{*}, 崔海航^{*,2)}, 郑旭^{+,2)}

^{*}(西安建筑科技大学 建筑设备科学与工程学院, 西安, 710055)

⁺(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: 随着流动特征尺度的减小惯性力会迅速衰减, 因此常在微流动问题中被忽略。然而, 研究表明引入可观的惯性力有助于实现高效的泳动微马达及对微颗粒的精准操控。气泡驱动型微马达由空心 Janus 微球在 H_2O_2 溶液中产生气泡, 通过其周期性生长和溃灭驱动 Janus 微球(JM)运动。JM 表面嵌入镍层, 以响应施加的外部磁场, 从而控制微马达向近气液界面处目标微颗粒移动, 并在靠近目标颗粒时快速调整微马达的运动方向。通过气泡溃灭及空化诱导的水动力学射流, 以此形成不同运动模式的自驱动组合体 (Janus 微马达+微空泡+加载微颗粒/细胞)。由于气泡溃灭下一时刻诱导的射流方向朝向受限更强的一侧, 实验中根据组合体运动方向将其分为两种不同的模式, 即 pusher 和 puller (当微颗粒和微马达尺寸相当时, 组合体呈原位振荡)。通过对尺寸的无量纲化给出不同的模式下的相图, 如图 1, 并揭示了微颗粒尺寸与力学响应的非线性关系 (图 2), 即无量纲尺度与无量纲速度的函数关系。

关键词: 气泡微马达; 磁场操控; 组合体运动; 不同模式

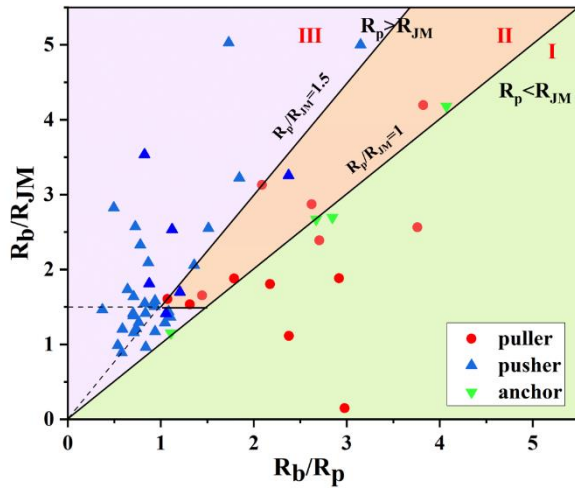


图 1 pusher/puller 模式尺寸无量纲分布

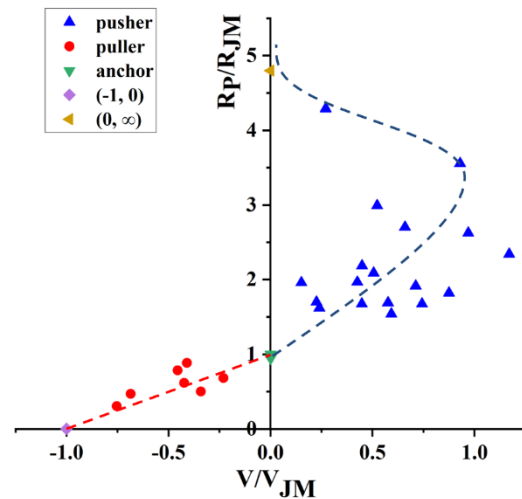


图 2 组合体速度与微颗粒尺寸响应关系

1) 资金资助项目 National Natural Science Foundation of China (Grant Nos. 12072350, 11972351, and 11832017)