

---

# 全受限微流体中颗粒输运研究获进展

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/35742.html>

*本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！*

全受限微流体中颗粒输运研究获进展。近日，中国科学院力学研究所研究人员联合美国阿贡国家实验室、芝加哥大学学者，在低雷诺数流体中颗粒输运研究领域取得进展。相关成果以Dynamics of a spherical particle in a low-Reynolds-number fluid confined between two concentric spherical walls为题，发表于《流体力学杂志》。这项研究为细胞内物质输送、微流控封装等技术的发展提供了理论基础。

无论是细胞内蛋白质、纳米药物颗粒，还是微液滴包裹的物质，都处于全受限环境中。这些场景下的流体多为低雷诺数流体，黏性力起主导作用，其中颗粒运动规律直接影响药物输送效率、微液滴反应稳定性等。过去的理论和数值研究多聚焦于单壁全受限，比如颗粒在单个球形腔内的运动，而真实生物或工程场景中，颗粒常处于两个壁面间，比如细胞内细胞膜与细胞核之间、双乳液滴内外相界面之间等。

研究团队通过数值模拟探索了同心双球壁间颗粒的运动特性（图1）。针对颗粒在流体中运动的难易程度（水动力迁移率），发现两壁面中间区域附近运动最容易（迁移率高），越靠近壁面运动越困难（迁移率低）。颗粒在内壁附近的迁移率较大，由于内壁为凸面、外壁为凹面，在等距离情况下，外壁对颗粒运动的阻碍更强。

当外力方向不平行或垂直于颗粒与球心连线时，颗粒会产生垂直于外力的漂移运动，这种漂移源于水动力迁移率的各向异性。在微纳颗粒操控中，比如想让药物颗粒精准抵达细胞内靶点，需要考虑这种额外走位。团队还模拟了两壁同方向旋转、不同方向旋转和单壁旋转三种场景下非中性悬浮颗粒的轨迹，发现壁面旋转方向、颗粒密度、两壁半径比对颗粒运动规律有重要影响。

力学所硕士研究生孙壮为论文第一作者，蒋玺恺副研究员为通讯作者。该研究得到了中国科学院国际合作项目（025GJHZ2022023MI）、国家重点研发计划（2022YFF0503504）、中国科学院先导项目（XDB0620102、XDA0470203）的资助。（来源：中国科学院力学研究所）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1017/jfm.2025.10516>

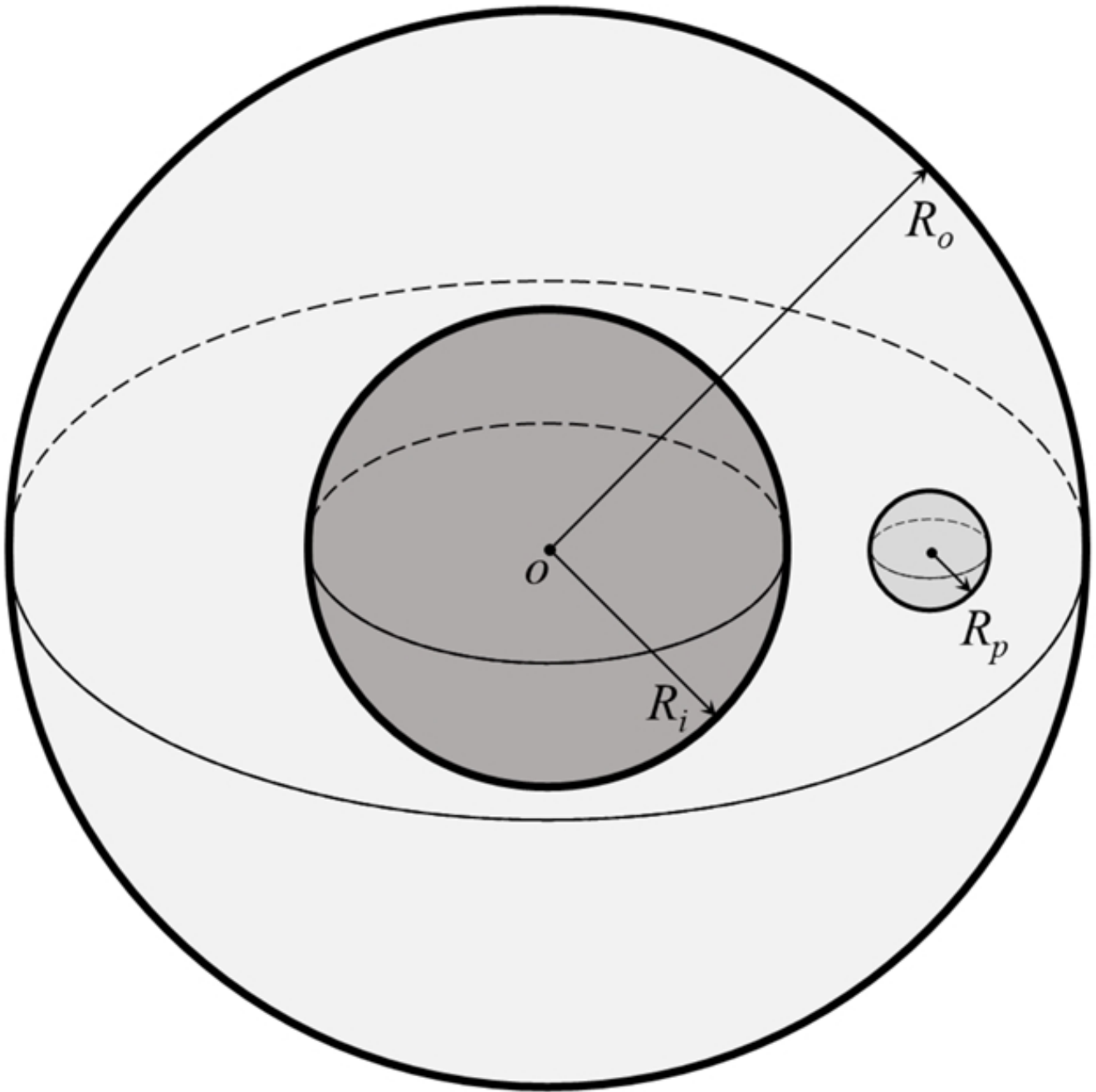


图1 同心双球壁间颗粒输运系统示意图

特别声明：本文转载仅仅是出于传播信息的需要，并不意味着代表本网站观点或证实其内容的真实性；如其他媒体、网站或个人从本网站转载使用，须保留本网站注明的“来源”，并自负版权等法律责任；作者如果不希望被转载或者联系转载稿费事宜，请与我们联系。

作者：蒋玺恺等 来源：《流体力学杂志》

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

---

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](http://iikx.com)转发