

网站地图 (<http://www.imech.cas.cn/serv/wzdt/>) |

联系我们 (http://www.imech.cas.cn/serv/lxfs/201212/t20121205_3698646.html) |

所内网 (<http://www.imech.cas.cn/serv/szxx/>) | 所内网 (<https://ioa.imech.ac.cn>) |



<http://english.imech.cas.cn/> | [中国科学院](http://www.cas.cn/) | <http://www.imech.cas.cn/>
Institute of Mechanics, Chinese Academy of Sciences

(<http://www.imech.cas.cn/>)

Search



当前位置: [首页](#) (../..../)>> [新闻动态](#) (../..../)>> [科研进展](#) (../..../)

力学所在垂直管道含粗颗粒稠密两相流动规律研究中取得进展

作者: 张岩、张旭辉、鲁晓兵 2022-03-18 16:28

[【放大 缩小】](#)

十四五规划和2035年远景目标纲要强调要瞄准深地深海等前沿领域实施具有前瞻性、战略性的科学技术研究, 深海矿产资源开发研究是深海前沿领域的重要发展方向, 具有重要的战略意义。管道水力高效安全输送作为深海矿产资源开发的关键技术。输送过程含“粗颗粒”、“宽级配”、“高浓度”典型特征的多相流动规律是亟需解决的核心科学问题之一, 是提升输送效率与保障输送安全的理论基础。

近期, 中科院流固耦合系统力学重点实验室“深部资源与环境力学”研究团队针对常规欧拉-拉格朗日方法不适用于该问题中粗颗粒运动表征的问题, 提出了修正模型, 包括: (1) 提出了虚拟质量分布函数法求解粗颗粒相分数场; (2) 提出基于粗颗粒尺寸的欧拉-拉格朗日场的插值方法解决粗颗粒存在时欧拉-拉格朗日场的数据交换问题; (3) 应用质心坐标追踪方法提高颗粒追踪效率; (4) 提出了连续相方程求解的优化PISO算法, 形成了数值求解器(如图1)。利用自主搭建的多相流动实验装置开展含粗颗粒稠密固液两相流动实验, 验证了该模型的适用性(图2)。

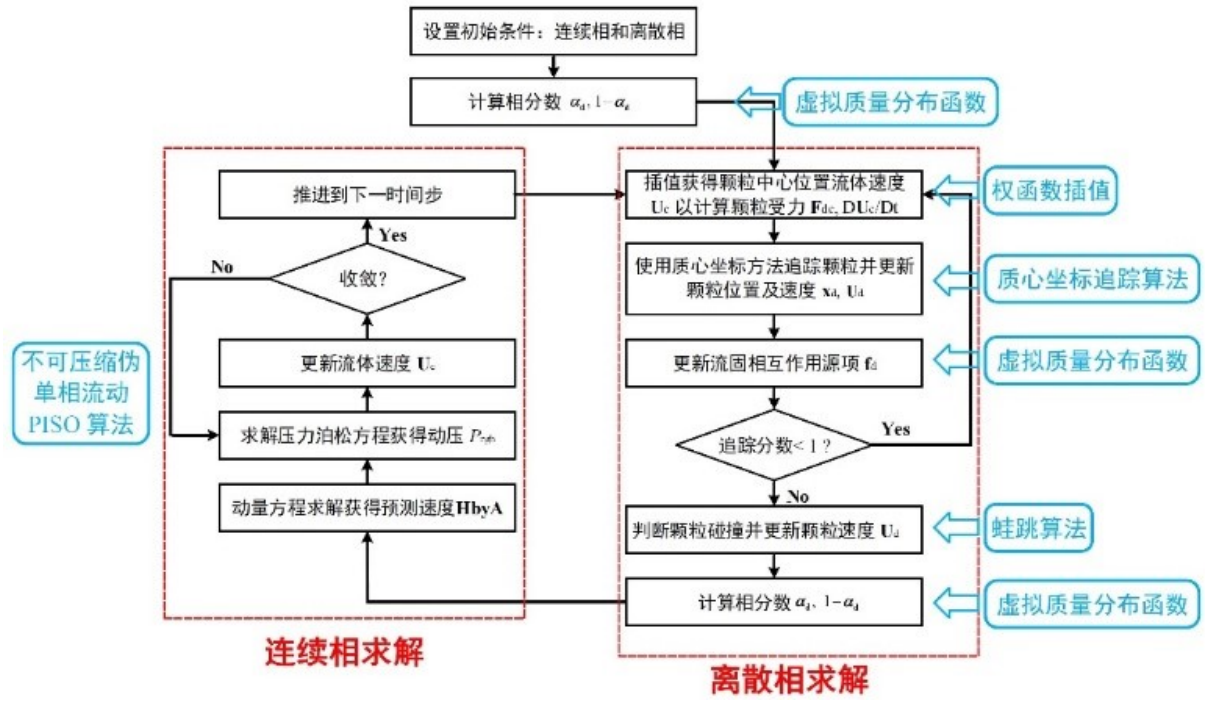


图1 求解器的整体框架

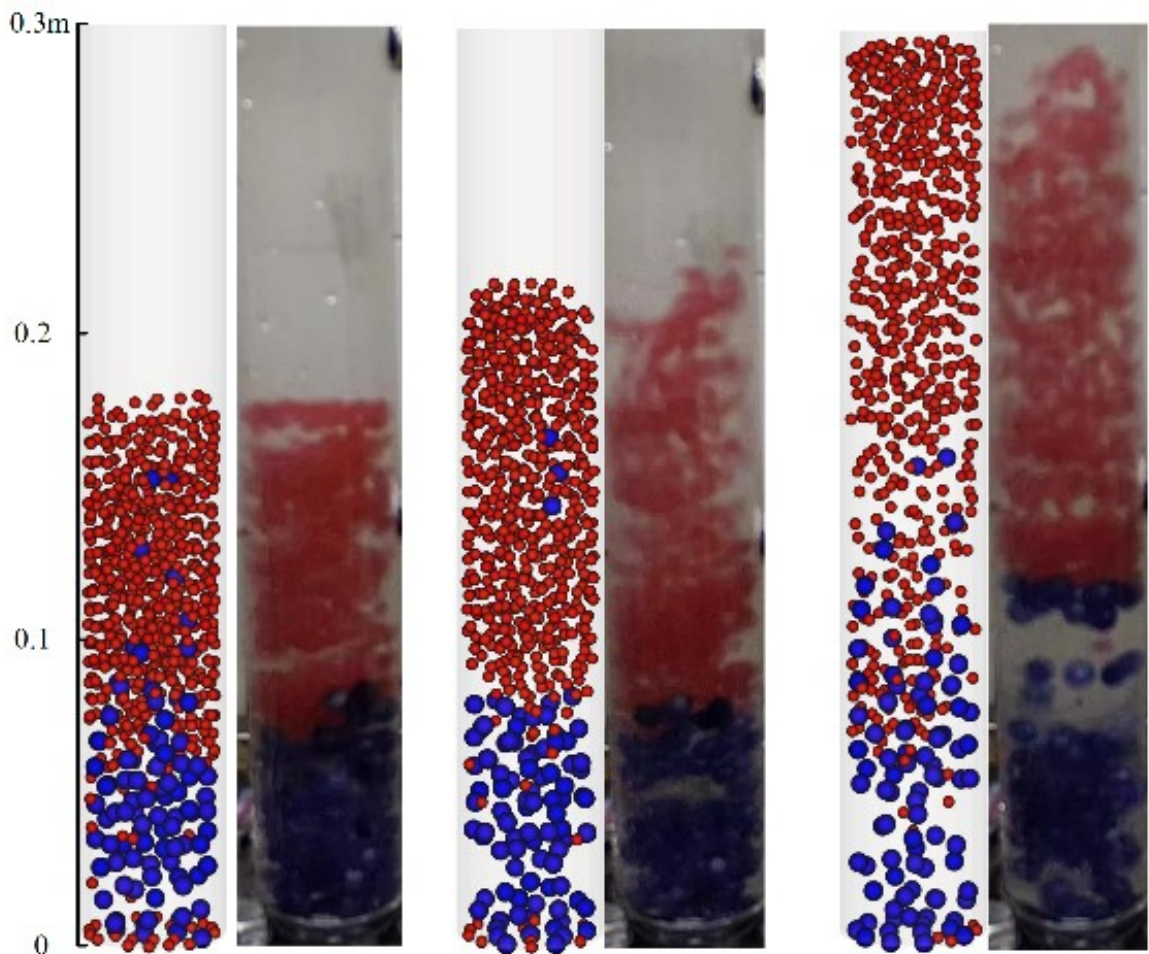
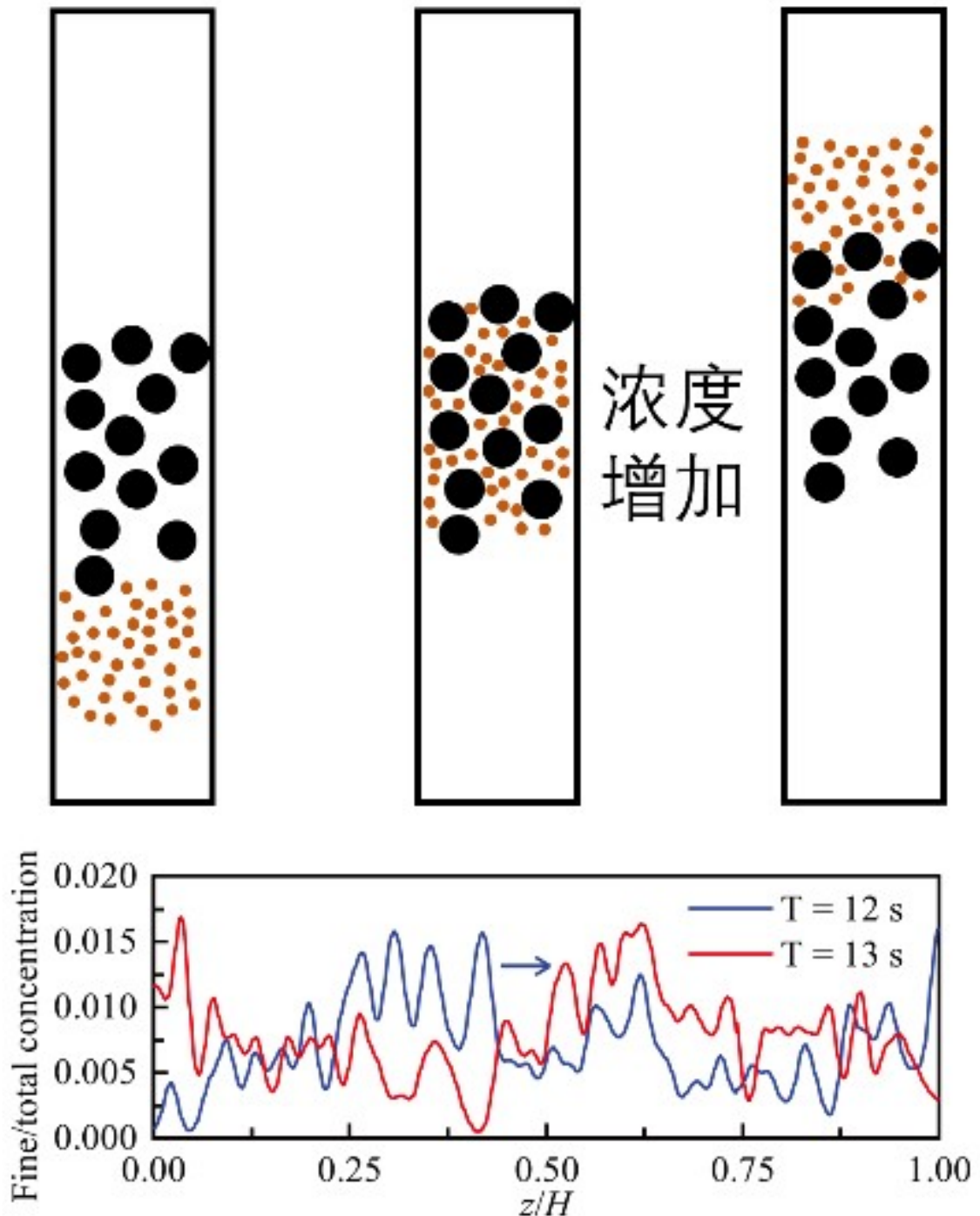


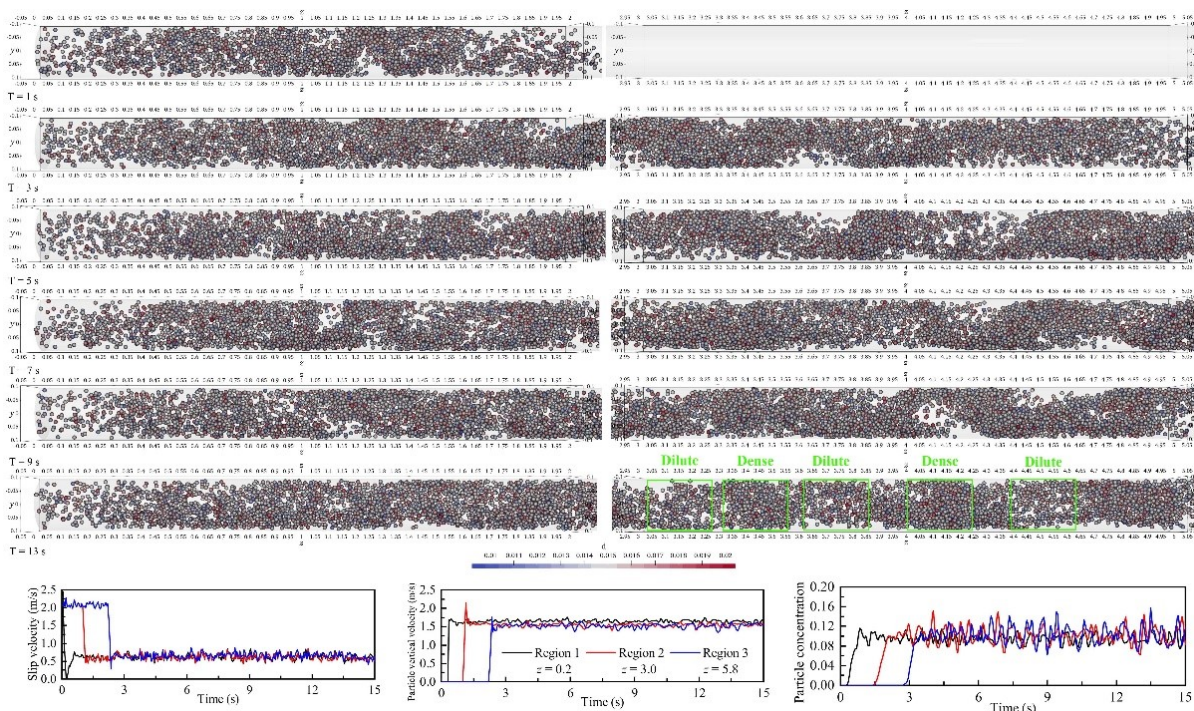
图2 数值方法的实验验证

基于数值求解器对深海采矿的水力输送过程进行模拟，获得了粗颗粒在垂直管道中的分布特性，发现了粗颗粒及颗粒级配存在时的典型非稳定运动形态—疏密流，分析了粗颗粒滞留与细颗粒竞争分离引起疏密流动形态的形成机制（图3）。进一步得到了管道内部局部参数以及阻力损失计算的预测无量纲关系式，给出了水力输送设计合理的参数取值建议，为长距离管道输送的流动保障提供理论支撑。



细颗粒浓度沿管道轴向的分布

a. 颗粒级配引起的分离现象



b. 管道内颗粒分布形态

图3 垂直管道含粗颗粒稠密固液两相流动规律

相关研究成果发表于流体力学一类重要期刊 *Physics of Fluids* (POF 2021, 33: 113307; POF 2022, 34: 033305), 并被期刊评选为 Editor's pick 文章。力学所特别研究助理张岩为论文第一作者, 张旭辉副研究员为通讯作者。研究工作得到自然科学基金重点项目 (12132018)、中科院先导A项目 (XDA22000000) 以及中科院青促会项目 (2017027) 的资助。



中国科学院 (http://www.cas.cn)
CHINESE ACADEMY OF SCIENCES

中国科学院力学研究所 版权所有 京ICP备05002803号 京公网安备110402500049

地址: 北京市北四环西路15号 邮编: 100190

(http://bszs.conac.cn/sitename?method=show&id=081D2D6355AD574EE053022819ACCBA7)

