

融合物理信息神经网络的三维两相流动模拟

丘润菽^{**}, 黄剑霖^{**}, 黄驰超^{**}, 王一伟^{*,**}

* (中国科学院力学研究所流固耦合系统力学重点实验室, 北京 100190)

+ (中国科学院大学工程科学学院, 北京 100190)

** (中国科学院大学未来技术学院, 北京 100190)

摘要: 以融合物理信息机器学习方法为智能流体力学建模范式在超大规模的先进计算平台的算力支持下, 有望产生区别于计算流体力学 (Computational Fluid Dynamics, CFD) 方法的数值模拟新模式, 实现复杂流体力学问题的高精度建模。本报告以融合物理信息神经网络 (Physics-informed neural networks, PINNs) 为具体建模方法, 采用分布式并行训练技术, 对基于相场法的融合物理信息神经网络进行训练, 实现了三维两相流动问题的直接数值模拟。结果表明, 基于图形处理器 (Graph Processing Unit, GPU) 设备的分布式并行可实现弱可扩展性与强可扩展性, 强可扩展性的计算效率不低于 80%; 在三维大密度比气泡上升问题中, 神经网络方法与传统方法在间定量标准的最大误差不超过 5.0%。本报告提出的方法可作为下一代智能计算框架, 为智能流体力学方法的深入应用奠定基础。

关键词: 融合物理信息神经网络; 相场方法; 三维两相气泡上升流动; 分布式并行

1) 国家自然科学基金(12122214、12272382、12293000、12293003、12293004), 中科院青年创新促进会 (2022019)