非均质多孔介质中多相流模拟的高效深度学习技术

我们提出了有效的深度学习技术，用于近似用于单相和两相流动问题。所提出的方法利用了底层离散系统中稀疏结构的优势，并且可以作为系统求解器的有效替代方案。特别是对于流量问题，我们设计了一个具有卷积层和本地连接层的网络，以进行模型简化。此外，我们采用了自定义损失函数来施加局部质量守恒约束。这有助于保留我们感兴趣的速度解的物理性质。对于饱和度问题，我们提出了一种剩余类型的网络来近似动力学。我们的主要贡献是设计自定义稀疏连接层，其中考虑了输入和输出之间固有的稀疏交互。训练后，可以将近似的前馈图迭代应用，以预测远距离的解。我们训练有素的网络，尤其是在非线性地图的两相流中，显示出其在精确逼近基础物理系统和提高计算效率方面的巨大潜力。一些数值实验进行和讨论，以证明我们提出的技术的性能。

# 2.1 单相流问题

在单相流中，我们考虑通过混合有限元方法（MFEM）解决流动问题，可以使用RT0（最低阶Raviart-Thomas元素）近似速度，使用P0（分段常数元素）近似压力。 众所周知，MFEM是局部保守的。 更确切地说，我们旨在解决混合系统中的速度u和压力p