

基于机器学习的曲面动边界压力场重构

王洪平, 吴凡, 何心怡, 王士召
(中国科学院力学研究所, 北京 100190)

摘要: 流场压力是流体动力学的基本物理量, 直接影响了飞机、舰船等航行器的升阻力。同时, 流场压力与流动结构相互作用, 也是导致流动噪声和结构振动的重要因素。对于鱼类游动、心室舒张收缩、气泡变形这类曲面动边界问题, 传统的基于 PIV 速度场的压力重构方法面临很大的挑战, 亟需完善原有的重构方法和发展新的压力重构技术。我们提出了基于机器学习的曲面动边界压力场重构技术。该技术采用双网络模型, 边界网络用于追踪边界的运动, 流场网络用于流场的约束求解, 两者通过边界条件耦合, 从而实现曲面运动边界下的压力场求解。我们采用了振荡圆柱绕流、鱼类游动两种典型动边界流场对该方法进行了验证, 前者压力场重构误差小于 5%, 后者误差在 15% 左右。我们将提出的方法应用于二维和三维左心室流场, 得到了左心室中的压力场, 进一步计算了左心室的受力。

关键词: 压力场重构; 曲面动边界; 机器学习; 物理神经网络

1) 国家自然科学基金委基础科学研究中心项目“非线性力学的多尺度问题研究”(11988102), 国家自然科学基金项目(12072348)