

首页 新闻纵横 专题热点 领导活动 教学科研 北大人物 媒体北大 德赛论坛 文艺园地 光影燕园 信息预告 联系我们

请输入您要查询的关键词

高级搜索

工学院杨越课题组证实亥姆霍兹涡量定理可推广于非理想流动

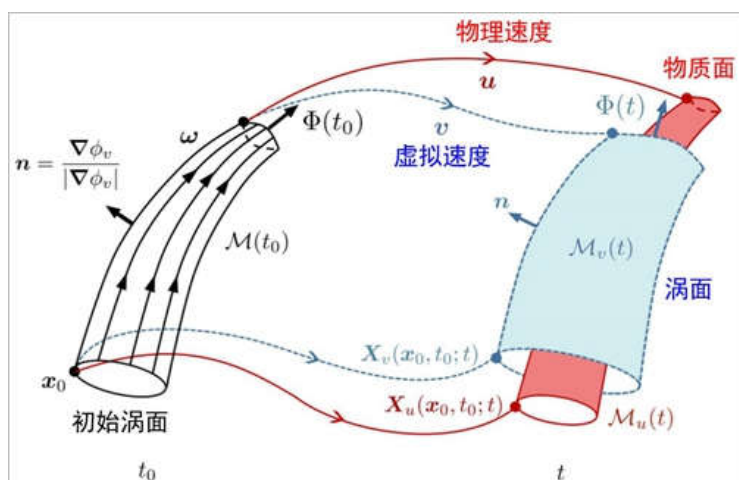
日期：2019-01-28 信息来源：工学院

近日，北京大学工学院杨越课题组证实了理想流动中的亥姆霍兹涡量定理在一定条件下可通过构造一类虚拟环量保持速度推广于非理想流动。相关论文“Tracking vortex surfaces frozen in the virtual velocity in non-ideal flows”发表于流体力学顶尖期刊*Journal of Fluid Mechanics* (J. Hao, S. Xiong and Y. Yang*, *J. Fluid Mech.*, 863, 513-544, 2019)。

自1815年以来，柯西、开尔文、亥姆霍兹等学者曾探索拉格朗日观点下的流动结构追踪与研究方法，并于19世纪中叶提出了理想流动中著名的开尔文定理与亥姆霍兹定理。尽管该类守恒定理已成为现代流体力学中的核心内容之一，但它们在非理想流动（可含有粘、斜压、非保守外力效应）中均不成立，故人们通常认为在真实流动中无法精确追踪涡线与涡面，这也使得多年来难于深入理解转捩与湍流等流体力学经典难题中的涡结构连续演化机理。

杨越课题组研究指出若将经典涡量相关守恒定理推广于非理想流动，须确定整体光滑的虚拟环量保持速度，并给出了该类速度的存在与唯一性条件，以及相应一系列虚拟守恒定理的数学证明（包括环量、涡通量、势涡、及螺旋度守恒）。随后该课题组结合近年发展的涡面场方法，利用直接数值模拟展示了虚拟速度与守恒定理的具体物理意义与应用价值。

该研究发现当流动中的粘性项与涡量正交时可得到显式虚拟速度，其流动性质可与量子流体相似。在该类非理想流动中可沿虚拟速度精确追踪涡面，且当涡面不经过涡量零点时涡通量严格守恒。该研究还发现在含强非理想力的磁流体中，利用近似虚拟速度追踪涡面可有效消除洛伦兹力导致的涡面虚假变形，且阐释了涡面沿虚拟速度加速重联时会大幅增加动能耗散。因此该研究提出的虚拟环量保持速度不仅在理论形式上推广了流体力学教科书中的经典定理，而且可用于多物理场耦合复杂流动（如可压缩流、燃烧、磁流体等）中的涡面追踪等应用基础研究。



非理想流中涡面沿虚拟速度演化示意图

该研究相关论文作者包括北京大学工学院博士生郝进华与熊诗颖，通讯作者为杨越研究员。该研究得到国家自然科学基金委优秀青年基金与重大研究计划重点支持项目资助。

编辑：山石

北京大学官方微博



北京大学新闻网



北京大学官方微信



[打印页面] [关闭页面]

转载本网文章请注明出处

友情链接

合作伙伴



投稿邮箱 E-mail: xinwenzx@pku.edu.cn 新闻热线: 010-62756381

