

可压缩螺旋湍流中手性转换规律的数值研究¹⁾

闫政^{* + 2)}, 于长平^{* +}, 李新亮^{* +}

* (中国科学院力学研究所高温气体动力学国家重点实验室, 北京 100190)

+ (中国科学院大学工程科学学院, 北京 100049)

摘要: 探索螺旋度对湍流动力学过程的影响机制, 是螺旋湍流研究领域经久不衰的话题。而螺旋度自身的时空演化规律的研究, 则是进一步发展螺旋湍流理论的先决条件。作为在三维湍流中仅有的两个二次无粘不变量之一, 螺旋度不仅可以衡量涡的扭转、盘绕和打结等拓扑结构, 还可以用来表征流动的手性破缺程度。早期发展的湍流理论, 大多是基于手性对称的基本假设。然而, 自然和工程实际流动中, 即使整体意义上流动是手性对称的, 流场局部的手性破缺仍然存在, 而且对流场局部流动结构的生成演化会带来重要的影响。另外, 在药物研制, 农药制备, 超分子化学材料等领域, 手性的控制可显著改变分子的性质, 即“手性材料”。手性转换是研究单手性流动演化的重要组成部分, 手性间传输的幅值在惯性区与单手性跨尺度通量相当, 在近耗散区, 与粘性耗散的幅值相当。在考虑压缩性的影响下, 手性间的转换规律会变得更加复杂。涨压模态作为一种媒介, 间接参与手性间的传输。数值模拟发现, 流动的压缩膨胀效应, 可明显影响手性传输的方向, 即压缩使流场向手性平衡的方向发展, 膨胀促进手性的反向传输, 加剧流场的手性破缺效应。

关键词: 手性; 螺旋度; 压缩性

1) 资助项目: 国家自然科学基金(91852203)