

非均匀旋转湍流中的科氏力效应¹⁾

胡润宁^{*,+}, 李新亮^{*,+}, 于长平^{*,2)}

* (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: 我们研究了非均匀旋转湍流中的科氏力效应。我们通过线性近似发现能量向慢速旋转区域进行输运, 并且能量的分布正比于 $\Omega_3^2(x_3)$, 与数值模拟的结果一致。尺度上能量的能量分布是空间自相似的, 反向级串会被非均匀效应所抑制。我们使用尺度能量的演化方程来研究物理空间-尺度空间上的能量联合输运过程。这一方程在尺度足够大时会退化为湍动能输运方程, 这一结果也通过数值模拟进行了确认。另外, 我们发现, 科氏力对应的压力项在空间输运中起到了极为重要的作用。并且, 慢速旋转区存在额外的尺度上的对流效应, 它可以与小尺度的强负涡量结构联系起来, 其形成与旋转凝结过程类似。另外, 我们通过涡动力学分析发现, 科氏力的对应压力项通过涡管压缩进行能量的空间输运。它可以分为两项: 第一项与旋转梯度有关, 第二项与旋转强度有关。

关键词: 非均匀旋转湍流; 科氏力效应; 尺度能量方程; 涡动力学分析

1) 国家重点研发计划 (2020YFA0711800, 2019YFA0405300, 2016YFA0401200); 国家自然科学基金委员会项目 (91852203, 12072349)