

可渗透圆盘及其尾迹与来流湍流的相互作用机理

李韞良^{*,+}, 张风顺^{*,+}, 李墨斌^{*,+}, 杨晓雷^{*,+}

^{*}(中国科学院 力学研究所, 北京 100190)

⁺(中国科学院大学 工程科学学院, 北京 100049)

摘要: 可渗透圆盘常被用作数值模拟中水平轴风力发电机的简化模型。在本研究中, 我们采用大涡模拟的方法, 研究了不同来流湍流强度 (TI , I_∞) 和来流积分长度尺度 (L_∞) 对可渗透圆盘在提取来流湍动能 (TKE), 尾迹恢复特性以及尾迹带来的湍流统计特性的影响。我们考虑了三种不同的来流湍流强度 ($I_\infty = 2.5\%$, 10% , 25%) 和三种积分长度尺度 ($L_\infty = 0.5D$, $1.0D$, $1.5D$), 针对两个推力系数 ($C_T = 0.2, 0.7$) 进行了研究。模拟结果表明, 来流湍流强度和积分长度尺度都会影响尾迹的恢复, 前者主要影响尾迹开始恢复的流向位置, 后者主要影响尾迹的恢复速率。此外, 研究结果还显示, 增加 I_∞ 和 L_∞ , 会增强可渗透圆盘对来流湍动能的提取, 主要发生在大于 $0.5D$ 的尺度上, 并且影响频率范围主要取决于来流积分长度尺度。至于尾迹带来的湍动能增量, 来流湍流强度主要影响其增量幅值, 而来流积分长度尺度则影响增量幅值和频率范围。同时如图 1 所示, 在尺度空间 (s) 上呈现相似分布特征, 增量峰值位于 $s = 1.0D$ 附近, 不受来流湍流强度和积分长度尺度的影响。

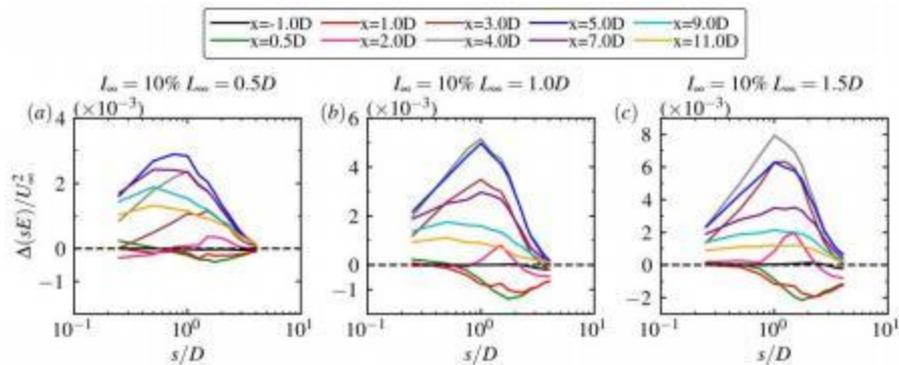


图 1. 不同积分长度尺度来流, 尺度空间预乘能量变化量尾迹中心位置沿流向变化图

关键词: 尾迹

1) 资金资助项目(国家自然科学基金“非线性力学多尺度问题”基础科学中心项目(NO. 11988102); 国家自然科学基金(NO. 12172360, 12202453); 中国科学院战略性先导科技专项(B类)(XDB0620102); 中国科学院稳定支持基础研究领域青年团队计划(Y5BR-087))