

# 基于神经网络和冻结流假设的风资源评估的测量-相关-预测模型<sup>1)</sup>

陈丹阳<sup>\*+</sup>, 周志登<sup>\*+</sup>, 杨晓雷<sup>\*+,2)</sup>

<sup>\*</sup> (中国科学院力学研究所, 非线性力学国家重点实验室, 北京 100190)

<sup>+</sup> (中国科学院大学工程科学学院, 北京 100190)

**摘要:** 本研究提出了一种基于神经网络和泰勒冻结流假设的测量-相关-预测 (MCP) 模型, 简称 MCPNN-frozen 模型。该模型主要用于风资源评估, 文中使用了三种不同表面粗糙度长度的槽道湍流对模型进行测试, 三种表面粗糙度长度分别为  $k_0 = 0.001$ 、 $0.01$  和  $0.1$  米, 并将模型的预测结果与参考点和目标点间不同空间间隔 ( $s$ ) 下的真实数据进行了比较。结果表明, 对于小的空间间隔  $s/\delta \leq 3$  (其中  $\delta$  是边界层厚度), 模型预测结果与真实数据的关联系数 ( $C.C.$ ) 基本上大于  $0.5$ ; 当  $s/\delta \leq 2$  时, 决定系数 ( $R_2$ ) 均高于  $0.3$ 。对于不同的粗糙度长度和不同的速度分量, MCPNN-frozen 模型的泛化能力得到了检验。进一步分析表明, 尽管  $C.C.$  和  $R_2$  在增加  $s$  时有所下降, 但模型均能很好地捕捉到速度脉动的大尺度变化, 特别是对于使用了时间滤波数据训练的模型。此外, 当目标点和参考点之间的展向偏移较小时 ( $0.1\delta$  和  $0.2\delta$ ), 使用无展向偏移的时间滤波数据训练的模型可以很好地预测目标点的大尺度变化。所提出的 MCPNN-frozen 模型结合了神经网络和已知物理, 利用神经网络补偿了泰勒冻结流假设之外的物理信息。该模型在复杂情况下的进一步发展将在未来工作中进行。

**关键词:** 测量-相关-预测; 神经网络; 泰勒冻结流假设

1) 资金资助项目 (非线性力学中的多尺度问题 (No.11988102)、国家自然科学基金 (No.12172360))