

# 沟槽面湍流边界层统计量的 TRPIV 测量<sup>2</sup>

李山<sup>2</sup> 杨绍琼<sup>2</sup> 姜楠<sup>1,2,3,3</sup>

(1.天津大学机械工程学院力学系, 天津 300072; 2.天津市现代工程力学重点实验室, 天津 300072; 3.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; )

**摘要:** 仿真鲨鱼皮表沟槽状结构在湍流流动中使摩擦阻力减小近 10%。本文利用 TRPIV 技术对沟槽面湍流边界层的速度矢量时间序列及各阶统计量进行了实验测量研究。通过与同材料等厚有机玻璃平板的对比, 实现了近 22.8%的摩擦阻力减小。讨论了在同一流速度下相同测量区域内沟槽面对湍流边界层时均速度剖面、雷诺应力各分量及湍流强度等特征参数的影响, 对比总结了沟槽面湍流边界层内偏斜因子和平坦因子的分布规律。结果表明, 沟槽面增加了湍流边界层缓冲层的厚度, 且沟槽面基于摩擦速度的无量纲时均速度在缓冲层明显小于相同流场条件下平板边界层对应位置的时均速度, 而在粘性底层和对数律区趋于一致。沟槽面湍流边界层沿流向平均相对湍流强度及雷诺应力各分量皆比同条件下平板湍流边界层对应统计量要小, 说明沟槽面降低了湍流边界层内流体的湍性, 减少了流体运动过程中的动量交换和能量损失。沟槽面湍流边界层内沿流向平均偏斜因子和平坦因子分布规律总体上与平板表面基本一致, 但沟槽结构的存在降低了湍流边界层对数律区的平坦因子, 总体上减小了湍流流动的间歇性。

**关键词:** 沟槽面 湍流边界层 湍流强度 雷诺应力 偏斜因子 平坦因子 TRPIV

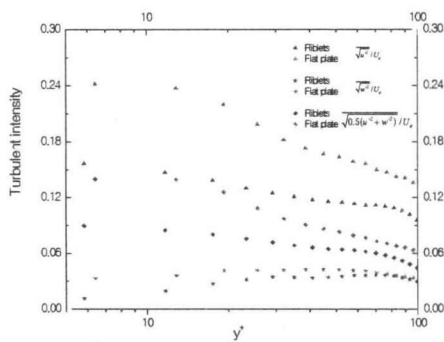


图 1 平板与沟槽面湍流边界层沿流向平均相对湍流强度随法向位置的变化

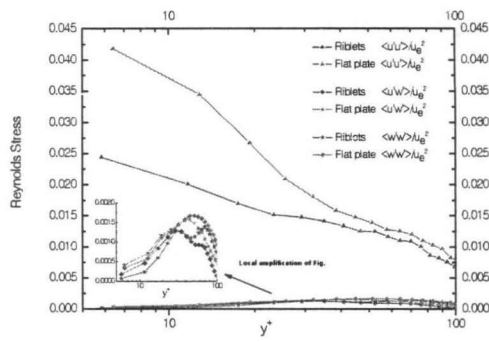


图 2 平板与沟槽面湍流边界层沿流向平均雷诺应力各分量随法向位置的变化

<sup>2</sup> 国家自然科学基金重点资助项目(10832001)和国家重点基础研究发展计划(973 计划)资助项目(NO.2012CB720101), 中国科学院力学研究所非线性力学国家重点实验室(2011)开放课题联合资助。

<sup>3</sup> E-mail: nanj@tju.edu.cn