

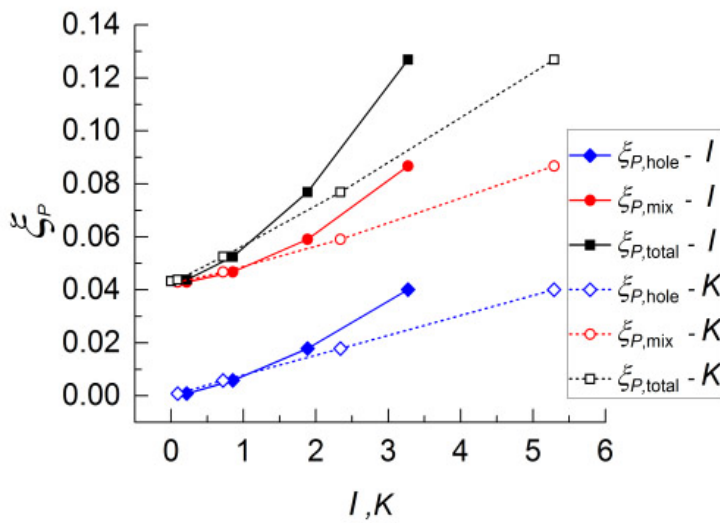
工程热物理所叶栅气膜冷却研究取得进展

气膜冷却技术是现代燃气轮机的关键技术之一。气膜冷却能降低燃烧室壁面、透平叶片、端壁等表面温度，提高金属的耐高温极限，有利于进一步提高透平进口温度。但引入气膜冷却的同时也会导致冷气和主流的掺混，从而造成气动损失。为了提高气膜冷却效果，降低气膜冷却掺混损失，需要对气膜冷却掺混机理进行深入探究。中国科学院工程热物理研究所工业燃气轮机实验室的研究团队采用数值模拟和实验测量相结合的方法，对某一级静叶气膜冷却过程进行了研究，提出了冷气掺混损失模型和损失预测关联式，并揭示了掺混损失机理。

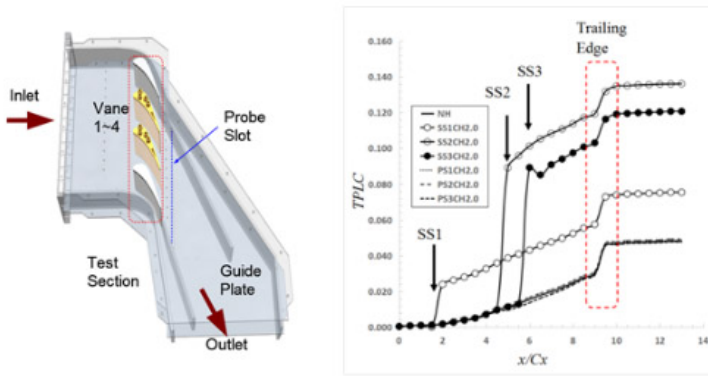
数值研究发现，叶片吸力面冷气射流引起的掺混损失明显高于压力面。气膜冷却引起的气动损失随吹风比增大而不断上升，与冷气-主流的动能比近似呈线性关系。在高吹风比下，气膜孔内冷气流动分离是气动损失的重要来源。非定常数值模拟结果给出了冷气射流涡结构的形成、发展和掺混过程。

在平面叶栅气膜冷却实验台上，研究人员进行了气膜冷却掺混损失测量实验。实验结果表明，叶片表面不同位置气膜孔的冷气掺混损失，对吹风比的敏感性不同，其中吸力面中后部气膜孔的冷气射流导致的掺混损失最大；在相同吹风比下，扩散型气膜孔的掺混损失远大于圆柱形气膜孔；孔型差异对气动损失的贡献与孔排位置变化对气动损失的贡献处于同样的量级。因此，合理组合孔型和孔排位置，可以在提高气膜冷却效果的同时，降低整体气动损失。对于无气膜冷却的叶片，接近1/3的气动损失发生在叶片尾缘附近的尾迹区内，加入气膜冷却以后，会改变叶片表面边界层的行为，从而使尾迹区内的分离加剧，损失进一步增加。

上述研究工作得到了国家自然科学基金重点项目支持，相关研究成果已经在《工程热物理学报》、Journal of Thermal Science、ASME Turbo 2016、GPPF 等期刊和会议上发表。

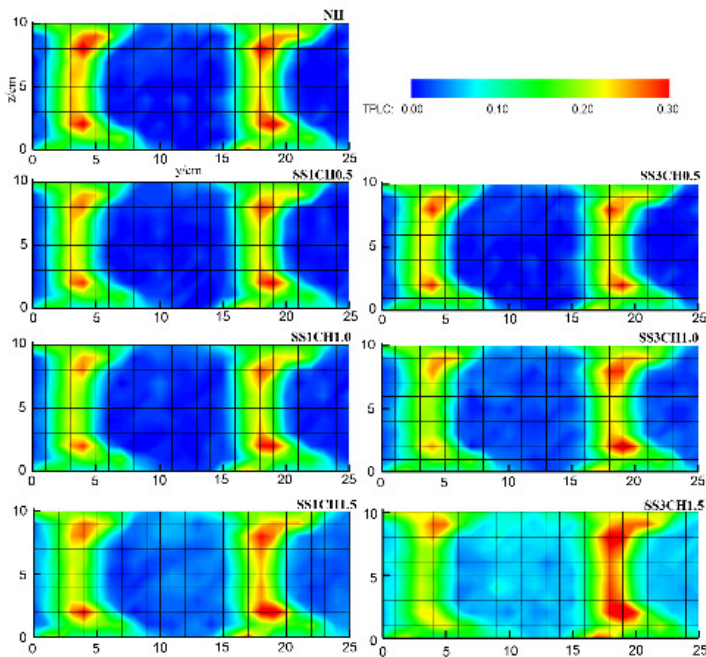


总压损失系数与动量比I和动能比K的关系(吸力面)



叶栅气膜冷却实验台示意图

掺混损失沿程变化



测量平面总压损失分布

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/102588.html>