综述：高超声速转捩的最新进展

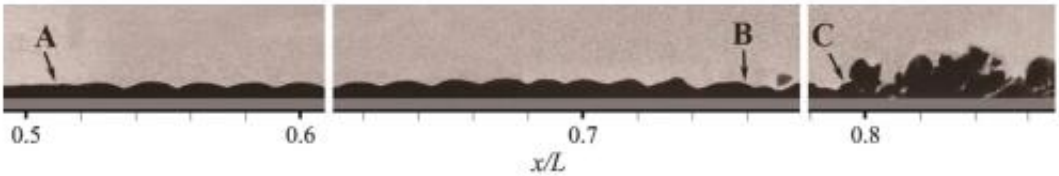
作者：writer 来源：科学网

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/1098.html

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！



北京大学Φ300 mm 高超声速静风洞



世界上首张高超声速边界层转捩完整过程的流动显示

流体运动由流线规则、脉动量较小的层流状态变化为流线紊乱、脉动量大的湍流状态称为转捩现

象。流体边界层的层流-湍流转捩现象是流体力学的核心问题，经过一个多世纪的探索，低速流动中的转捩研究已较为成熟，但高速流动、特别是高超声速流动(马赫数大于5)的转捩研究仍面临艰巨挑战。随着临近空间成为各国国防战略角逐的中心，临近空间高超声速飞行器的研制对高超声速边界层转捩的研究提出了更为迫切的需求。

在临近空间飞行时，高超声速飞行器面临着来流空气剧烈摩擦产生的气动热，为防止烧蚀需要在飞行器表面布置耐高温的热防护材料。而边界层转捩对气动加热有显著的影响，准确理解和预测边界层转捩直接关系到热防护系统的效率和飞行器的性能。因此，高超声速转捩研究是国际上高超飞行器设计的主要瓶颈，也一直是流体力学基础与应用研究的焦点问题之一。

高超声速静风洞能够提供与真实飞行相近的低噪声来流实验条件，是进行高超声速转捩机理研究和边界层转捩预测的关键设备，关于静风洞的研制和实验结果一直备受瞩目。在高超声速静风洞中开展转捩研究，需要发展高时空分辨率的测试设备和相应的实验技术，测试技术和设备条件的要求十分苛刻。

最近发表在National Science Review的文章A review of recent progress in the study of transition in hypersonic boundary layer(https://doi.org/10.1093/nsr/nwy052)总结了高超声速边界层转捩研究的进展，特别介绍了北京大学高超声速静风洞在边界层转捩研究方面做出的贡献;包括高超声速静风洞的设计、性能指标、相应的测试技术和进展，以及在静风洞基础上开展的转捩机理研究的最新进展。

北京大学的李存标课题组先后建立并调试成功了世界上第三座、国内第一座高超声速静风洞以及世界上喷管出口直径最大的高超声速静风洞(Ma 3-7, 喷管直径Φ300 mm)。这两座风洞的建立使我国具备了高超声速飞行器转捩试验预测的能力，对高超飞行器的设计起到了不可替代的支撑作用。

课题组发展了相应的实验技术，用于开展高超声速边界层转捩问题的机理研究、支撑国家相关重大工程需求：(1)
利用温敏漆技术获得整个模型表面温度分布信息，进而快速推断出整个表面边界层转捩位置;(2)
开创性地拓展了近壁PIV技术，应用于测量Ma
6裙锥的近壁速度场，揭示了二次模态波耦合的胀压过程对涡量场的影响;(3)
利用瑞利散射流动显示技术，获得了世界上首张完整的高超声速边界层转捩过程图像。

综合运用实验与数值模拟方法，课题组完整地揭示了边界层转捩之前气动加热尖峰出现的物理机制，为世界上首次。传统上，热防护系统设计主要关注边界层转捩完成后的气动加热问题，但课题组提出新的气动加热机制则指出在边界层转捩之前，二次模态波与其它模态相互作用导致的气动加热尖峰同样不容忽略。这一发现对于高超声速飞行器热防护设计具有重要的理论价值。(来源：科学网)

更多 科学进展 请访问 https://www.iikx.com/news/progress/

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，爱科学iikx.com转发