

工程热物理所轴流压气机内部流动稳定性研究获进展

压气机作为燃气轮机的三大部件之一，在不断追求高压比、高效率的同时，其内部流动稳定性问题也是长久以来的研究热点。为此，国际上除了对叶型设计、多级压气机匹配等技术开展持续研究外，还针对轴流压气机内部流动失稳及调控方法的内在机理开展深入研究以期获得更为合理可靠的扩稳方法。中国科学院工程热物理研究所能源动力研究中心多年以来一直从事压气机内部流动失稳机理的研究，阐释了叶顶间隙泄漏流非定常性与失速之间的关联，在国际上得到了广泛关注和认可。在此基础上，围绕周向槽机匣处理这一简单有效的扩稳方式开展了相关机理研究，取得以下成果：

一、在周向槽处理的扩稳机理研究方面，以周向单槽为切入点，研究了单槽位置对压气机稳定性的影响规律（简称SMI曲线）、机制和周向槽槽位的设计准则。其中，结合一系列单槽和多槽机匣的实验结果，提出了周向槽槽位的初选建议。同时，针对高速压气机的研究则揭示了施加周向单槽前后，压气机失速先兆的发生取决于叶顶泄漏流与主流的轴向动量平衡。

二、在周向槽处理的优化设计方面：（1）发展了一种动叶端区流动的控制体分析方法用以判断动叶端区控制体轴向动量沿弦向的变化，并提出了能快捷的以控制体轴向动量钟形曲线来判断周向槽处理扩稳效果的方法；（2）利用控制体分析方法，分别在低速与跨音压气机方面开展了不同结构周向槽处理的研究，成功预测了各处理结构的扩稳效果并得到了相应实验结果的验证；（3）将控制体分析方法扩展到压气机设计工况下的熵产分析中，用于判断不同周向槽结构对压气机峰值效率及端区流动损失的影响。

三、在周向槽处理的实验研究方面：（1）发展了一种采用多支单丝热线探针的测量方法，实现了在周向槽与动叶通道交界面即开口面处流动的三维测量；（2）借助该方法对典型位置周向单槽的开口面流动进行了实验研究，揭示了不同扩稳效果的周向单槽其开口面流动特征及其与通道内流动相互作用的差异；（3）结合数值模拟研究，阐释了具有不同扩稳效果的周向单槽开口面处动叶端区流动结构的差异，特别是无扩稳效果的单槽处理后所引起的流动结构变化。

上述研究得到国家自然科学基金的资助，相关研究成果持续在ASME Turbo Expo IGTI 2013-2015发表，并形成多篇论文投稿至ASME Journal of Turbomachinery，AIAA Journal of Propulsion and Power 等期刊。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/88058.html>