
工程热物理所在离心压气机性能通流分析方法研究中获进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/20045.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！

现代高负荷离心压气机内部常常达到跨音流动状态，呈现高度复杂和非线性的流动特征，而高负荷离心压气机设计与性能分析被认为是现代工业设计中最具挑战性的工作之一。在离心压气机设计过程中，其内部通道子午流动参数分布对总体特性具有决定性影响，因此开发快速准确的通流分析工具具有重要意义。

传统的流函数和流线曲率通流模型因计算成本低、物理意义明确等优点，在离心压气机设计分析中得到广泛应用。然而，在呈现跨音流动特征的现代离心压气机中，传统通流流动方程面临双解问题，求解收敛遭遇困难，需要一种能够处理高速流动的通流方法。针对上述需求，基于时间推进方法求解Euler或Navier-Stokes方程的通流方法提供了非常合适的选择。相比于流函数法或者流线曲率法，基于时间推进的通流方法具有以下优点：质量流量由流场计算本身得出，故可以预测叶片排的堵塞工况；可以自动捕获特定形式的激波，从而进行跨、超声速流场计算；可以应用CFD领域最新发展成果。因此，可以预见，时间推进通流方法将为先进高负荷离心压气机设计分析提供有力手段。

中国科学院工程热物理研究所先进燃气轮机实验室基于隐式LU-SGS时间推进格式和二阶Godunov迎风格式，通过嵌入离心压气机经验模型体系发展了能够应用于现代高负荷离心压气机性能预测的通流分析模型。同时，研究基于牛顿迭代思路发展了一种鲁棒的进口无反射边界条件施加方法，使得所开发的通流求解器能够稳定获得各类型离心压气机通流流场解。基于该求解器，研究采用两型经典离心压气机作为算例进行了通流模拟验证。

验证结果表明，在计算收敛性方面，基于牛顿迭代的进口边界条件在跨音离心压气机算例中能够稳定且迅速地获得流场收敛解，显著优于黎曼不变量进口边界条件。采用个人PC单核计算时，两型压气机算例单个工况点计算耗时均不长于2分钟。在模拟精度方面，通流求解器能够准确预测两型离心压气机设计点性能，压比相对误差分别小于1.3%和8.3%。同时，求解器能够正确合理地预测压气机非设计点工作特性线，可较为准确预测高负荷压气机堵塞工况。

相关研究成果发表在Applied Sciences上。研究工作得到国家科技重大专项和国家自然科学基金的支持。

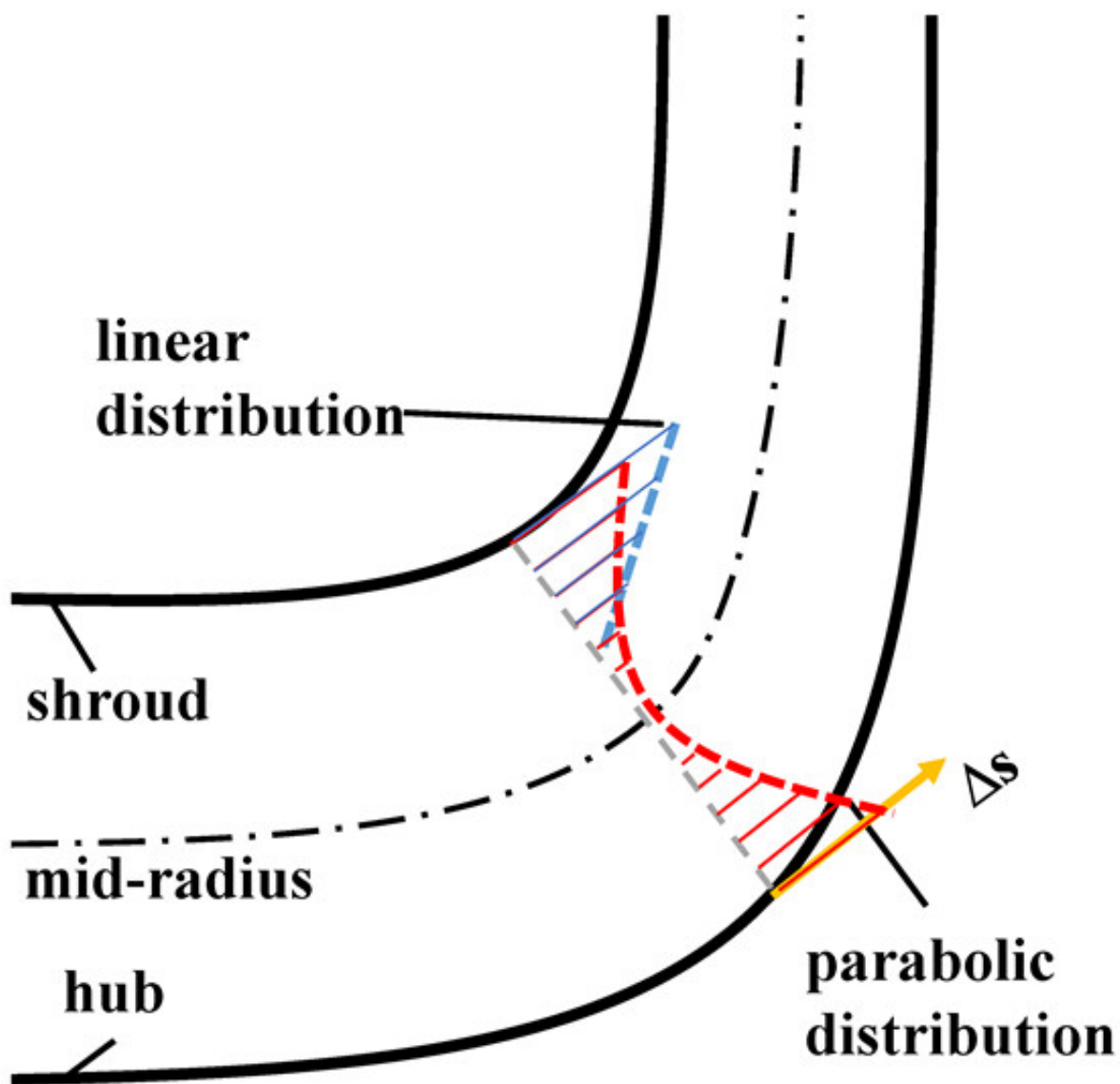


图1.通流分析中损失展向分布规律

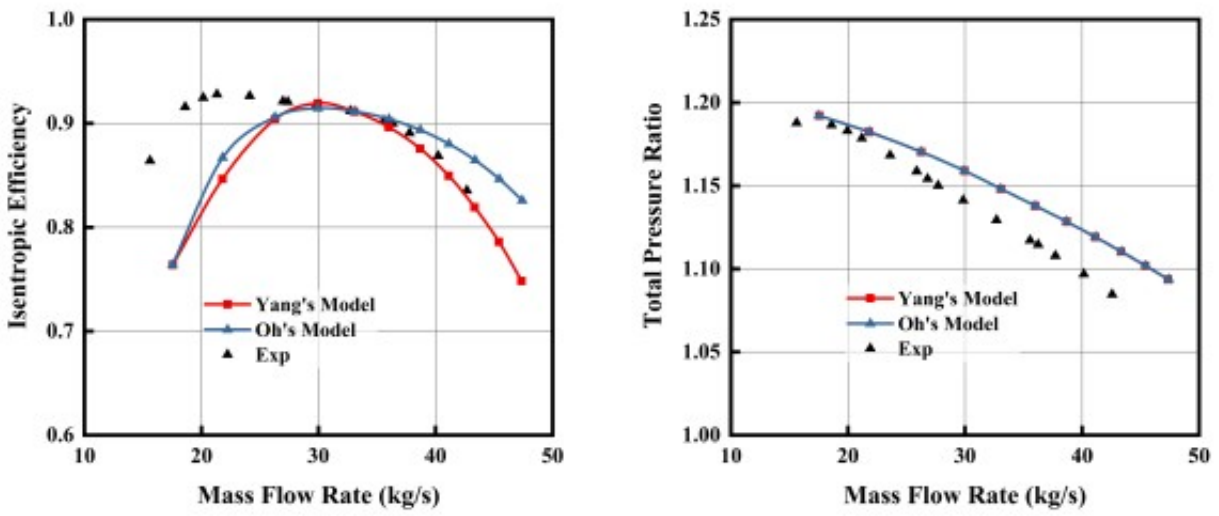


图2.LSCC离心压气机压比、效率特性预测对比

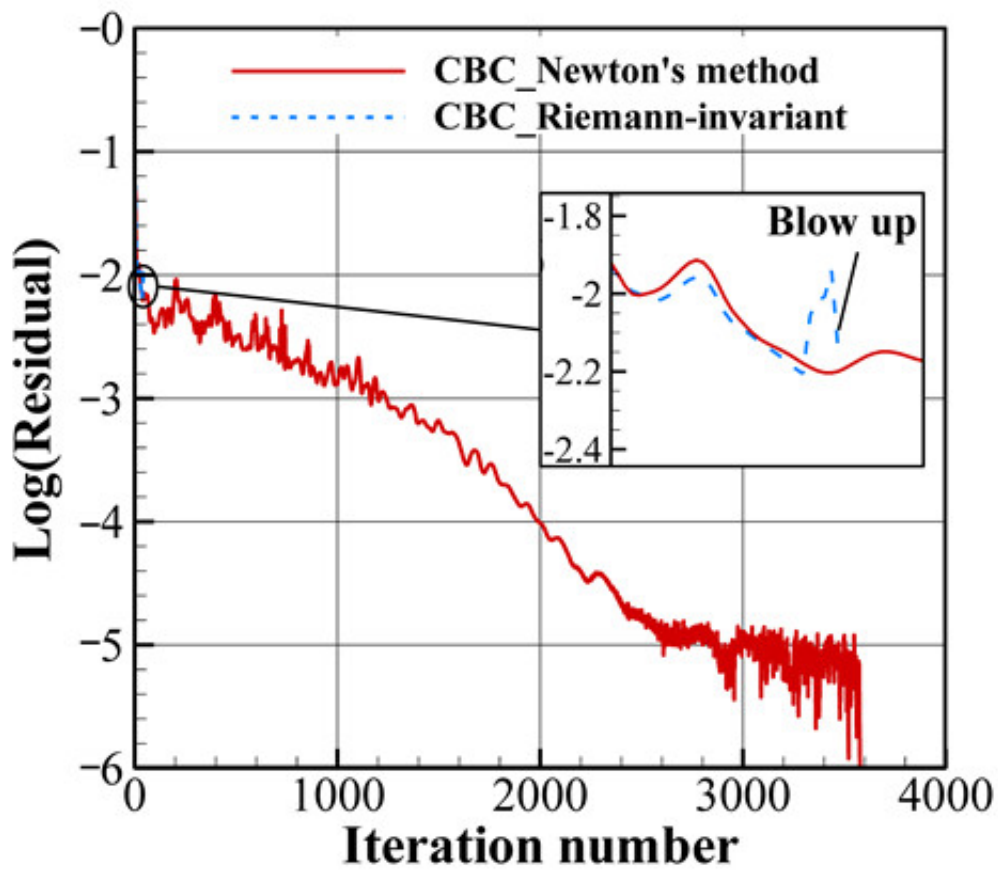


图3.不同进口边界条件施加方式在通流计算中的对比

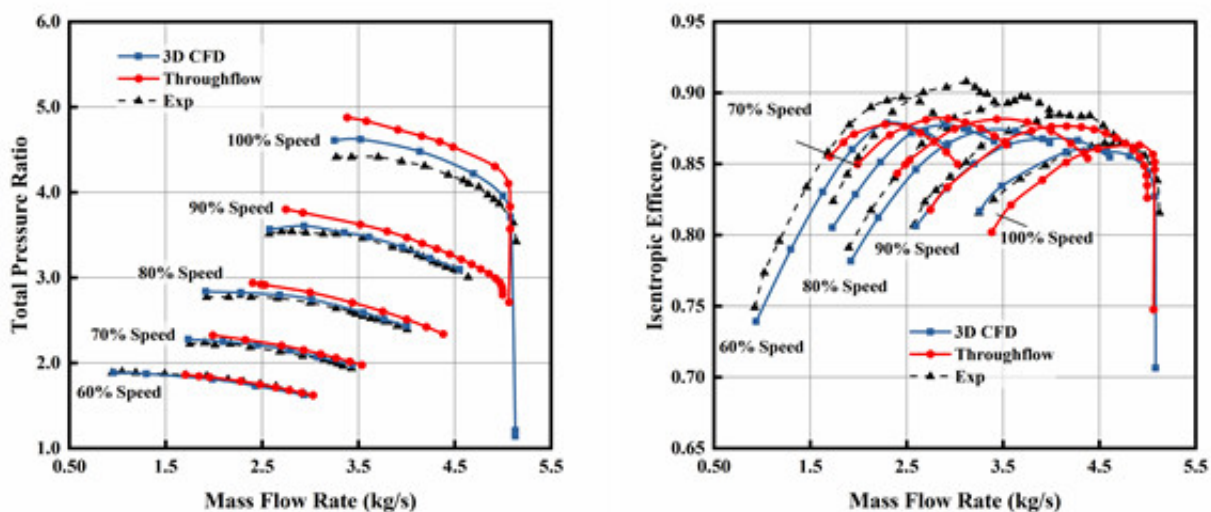


图4.HPCC离心压气机压比、效率特性预测对比

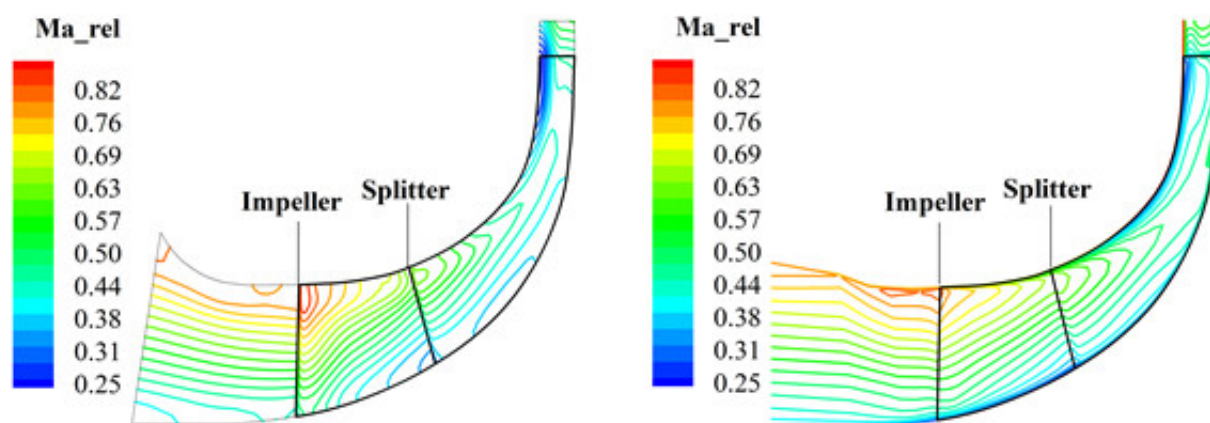


图5.HPCC压气机近设计点相对马赫数子午分布对比：通流（左），三维CFD（右）。

研究团队单位：工程热物理研究所

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](http://www.iikx.com)转发