工程热物理所航空发动机燃烧技术研究取得新进展

航空发动机燃烧室的主要发展趋势是采用高温升、高效、低污染燃烧技术。现役航空发动机主燃烧室的经典结构之一是美国GE公司研发的应用在CFM56系列发动机上的TAPS燃烧室。该类燃烧室预燃级采用中心喷雾，外圈布置双级旋流式涡流器（如图1所示），液雾通过撞击内部文氏管成膜，然后在内外旋流剪切作用下进行二次破碎后燃烧。然而，面对民用航空污染物排放新标准CAEP8的实施以及军用航空对发展高温升燃烧室的强烈需求，现有的燃烧技术已面临挑战。

近日，中国科学院工程热物理研究所轻型动力实验室洁净燃烧科研团队研发出基于反向双旋文氏管预混（CDV）燃烧器的贫直喷（LDI）燃烧技术，CDV燃烧器结构如图2所示。

该技术旨在推动发动机的高效、低污染燃烧，同时满足高温升燃烧室的技术需求。基于此技术，研究人员发展了多款贫直喷燃烧室结构，并获得发明专利授权，包括单管燃烧室（如图3所示，ZL201210374686.1）、环形燃烧室（如图4所示，ZL201210375557.4）。它们依靠CDV燃烧器良好的雾化和燃烧性能，以及燃料和空气同时分级的分布式燃烧方式，从而实现燃料与空气充分混合及高效低污染燃烧。

CDV燃烧器原理是在油喷嘴良好雾化条件下，依靠反向双旋涡流器产生强湍流剪切带，利用文氏管收缩段向中心加速射流，形成强大的反向剪切气动力实现油滴的辅助雾化和与空气的快速混合。CDV燃烧器与现役双级旋流燃烧器相比，由于燃料和空气分级，单元燃烧器的燃料和空气流量变小，整体结构尺寸变小；另外燃料喷口尺寸变小，雾化效果变好，也无需利用文氏管来进行油滴的二次雾化，所以在结构上取消了内部文氏管，同时将外部套筒设计成文氏管形式。该设计避免了现役燃烧器内部文氏管出现积碳和结焦变形问题。

目前，研究人员对CDV燃烧器在不同工况下进行了实验研究，验证了其高效、低污染排放的燃烧性能（如图5所示）。

此外，根据此结构，研究人员发现并明确给出了不同于单旋流的反向双旋流受限特征规律（如图6所示），在此基础上将不同受限比下反向双旋流场划分成回流泡轴向生长、回流泡束腰收缩和双回流泡三种流动模式。

研究成果已在今年的中国航空学会动力分会第十八届燃烧与传热传质学术会议上宣读，获得与会的中航工业专家及航空院校同行们的高度肯定，被该学会专业委员会评为优秀论文。

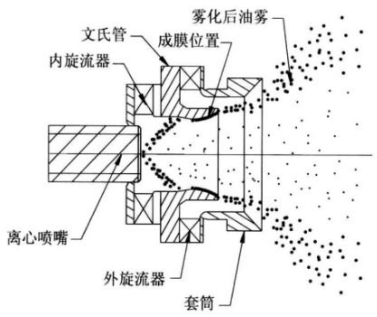

图1 TAPS燃烧室内燃烧器原理图

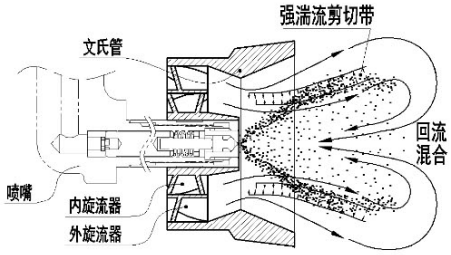

图2 LDI技术中的CDV燃烧器原理图

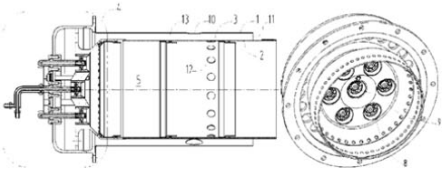

图3 基于CDV燃烧器的单管型贫直喷燃烧室

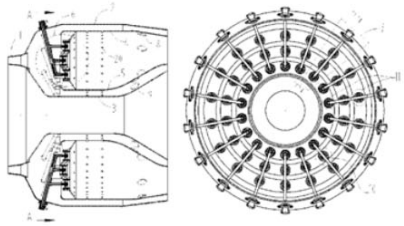

图4 基于CDV燃烧器的环形贫直喷燃烧室

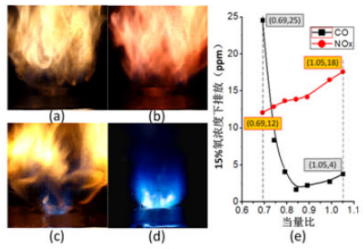

图5 CDV燃烧器实验结果：(a)～(d)不同工况下火焰；(e)污染物排放特性

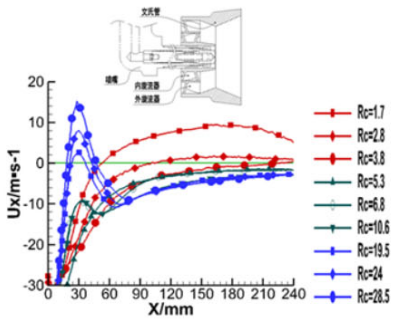

图6 CDV燃烧器在不同受限比下流动规律

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/tech/87331.html