

---

# 燃烧室放大中的喷嘴间距设计研究取得进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/7946.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！**

喷嘴间距是燃烧室结构设计中的一个关键参数，在燃烧室设计初期就需要确定下来，因为它不仅会影响燃烧室的尺寸和制造成本，也会对燃烧室的运行性能造成重要影响。由于燃气轮机燃烧系统较大的复杂性，在燃烧系统研发初期，仍然经常把问题简化为一个单独的喷嘴进行研究。然而，现代燃气轮机大多使用典型的环形燃烧室结构，独立的喷嘴在环腔中布置一周，喷嘴除了在径向上受到火焰筒壁面作用外，在周向上还受到旋流火焰的相互影响和作用。由于每一个旋流喷嘴都产生自己的回流区和火焰，并且湍流流动和燃烧化学反应相互耦合、彼此作用，进而决定喷嘴的燃烧性能，因此相较于单个喷嘴，喷嘴间的相互作用会影响它们流动和燃烧特性。值得注意的是，喷嘴间距是影响喷嘴间相互作用程度的关键参数，可以推断，改变喷嘴间距会显著影响环形燃烧室的许多性能，比如点火联焰特性、贫油熄火边界、流场结构以及污染物排放特性等。

中国科学院工程热物理研究所先进燃气轮机实验室的工业燃气轮机团队致力于某型30MW燃气轮机的研制，同时进行燃机功率放大的技术先期预研。研究团队在前期对30MW燃气轮机燃烧室单喷嘴（包括旋流杯和燃气喷嘴）结构优化的基础上，设计并加工了喷嘴间距连续变化可调的多头部模型燃烧室试验件。通过实验测量了不同点火燃料当量比条件下保证燃烧室传焰成功的最大喷嘴距离，分析了火焰传播的动态过程；此外还研究了喷嘴间距对熄火当量比、燃烧流场和均方根速度场的影响。

研究人员发现，确保传焰成功的最大喷嘴距离随着初始点火燃料当量比的提高而变大，同时喷嘴间的火焰传播过程大概分为四个阶段：相邻侧核心小火团的出现、跨越喷嘴向另一侧传播、火焰根部的建立与强化以及向下游传播并充分发展。传焰动态过程如图1所示。另外，还有一个重要发现：传焰成功所允许的最大喷嘴距离要小于单喷嘴的平均火焰直径，表明联焰时着火喷嘴的火焰前缘不仅接触到相邻未燃喷嘴的可燃混合物边界，而且已经插入到其内部，形成了一个具有足够能量的点火源，由此表明旋流射流间的相互作用造成燃料混合、对流传热和自由基掺混等效果，这对火焰传播起促进作用。随后进行了不同喷嘴间距下燃烧室熄火边界的测量，发现随着喷嘴间距变小，熄火当量比先变小后变大，如图2所示。这可能是因为喷嘴间距变小将导致喷嘴间燃料浓度和火焰温度的升高，这种效果会促进火焰稳定，但随着两个喷嘴进一步靠近，射流融合、流速增大和火焰面局部拉伸的效果变得明显，这将对火焰稳定造成不利影响，两种效果相互竞争的结果又会使熄火当量比稍微变大。最后使用示踪粒子图像测速仪（PIV）研究了喷嘴间的流动耦合和速度脉动情况。最小喷嘴间距下的流场和脉动速度场如图3所示。发现相邻的两股射流合并，轴向峰值速度远高于自由射流速度，同时喷嘴间相互作用的区域中存在很大的速度脉动，这进一步验证了之前的分析。

以上相关工作已发表一篇国际会议论文，两篇EI论文，申请2项发明专利，授权4项实用新型专利。基于以上工作，研究团队还将开展进一步的实验和数值研究，进行喷嘴间距变化对氮氧化物排

放水平和出口温度分布系数等关键燃烧室性能参数影响的研究工作，这些工作将为燃烧室改型和功率放大中的喷嘴间距选择提供支撑。

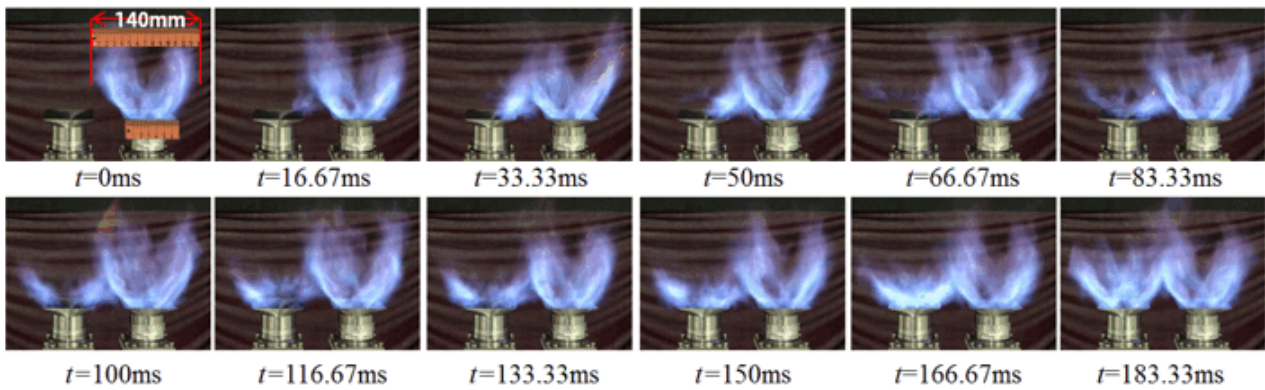


图1 双喷嘴间的联焰过程

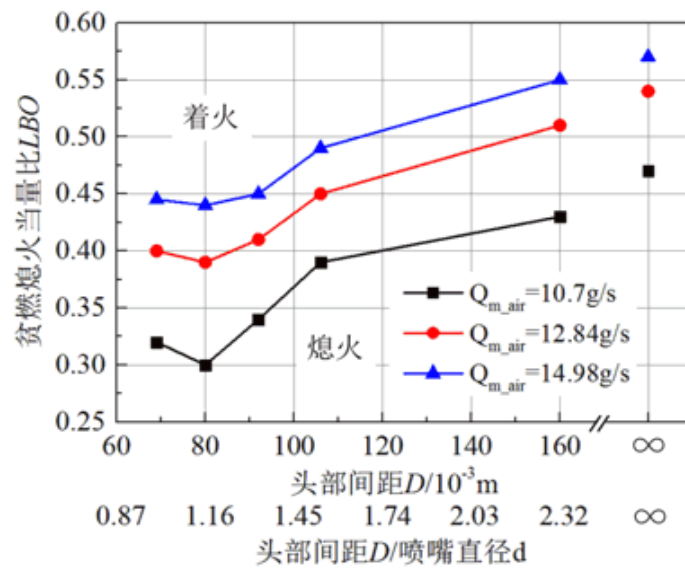


图2 熄火当量比随头部间距D的变化

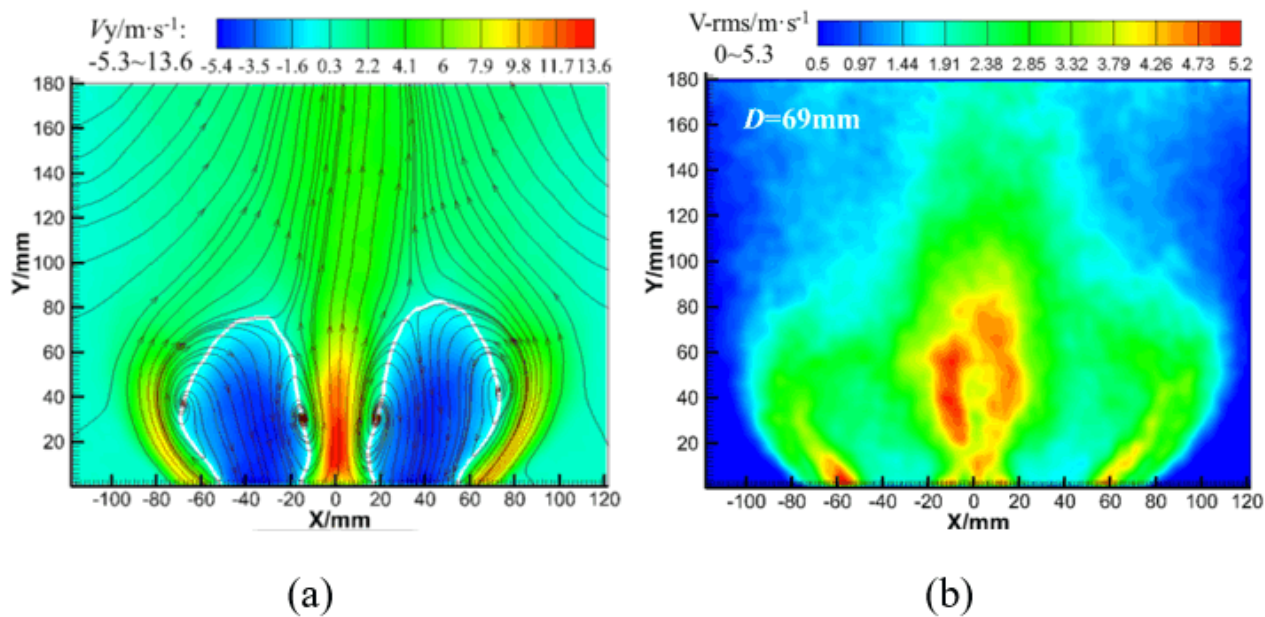


图3 最小喷嘴间距下的(a)燃烧时均流场和(b)脉动速度场

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