

层流火焰与燃烧反应动力学 论坛总结

1. 研究内容（国内）

- 典型实验设备：燃烧弹球形传播火焰、对冲火焰、平面火焰、激波管、快压机、射流搅拌反应器、流动反应器...
- 燃烧参数测量：层流火焰速度、着火温度、熄火拉伸率、着火延迟时间、气相组分和颗粒物浓度...
- 燃料：生物质燃料、大分子碳氢燃料、金属颗粒
- 量子化学计算、反应速率常数计算、化学反应机理、化学反应机理简化
- 碳烟
- 催化反应
- 混合燃料燃烧特性
- 燃烧不稳定
- 燃烧中的气体非辐射换热
- 液滴燃烧、推进剂金属颗粒燃烧、推进剂液滴燃烧
- 化学链燃烧中氧载体反应动力学
- 超临界燃料热解（超燃热防护）

2. 研究前沿— 火焰动力学 (1/2)

- 燃料层流燃烧基础数据（着火延迟期、层流和湍流燃烧速度、熄火拉伸率、可燃极限等），提高精度、量化误差
- 极端条件（高压、超临界、近可燃极限、近稀释极限、富氧、高速、微重力等）下的着火、火焰传播、失稳、熄火等基础燃烧过程及临界燃烧状态之间的转换机理
- 火焰与化学反应耦合：关键自由基的输运特性和关键基元化学反应对着火、火焰传播、熄火等基础燃烧过程的影响及控制作用，冷焰与低温化学反应
- 火焰传播到接近自着火状态的预混气体中（火焰与着火模态之间的转换）

2. 研究前沿— 火焰动力学 (2/2)

- 辐射与火焰的相互作用
- 火焰与流动的相互作用
- 火焰与壁面的相互作用
- 超临界条件下的基础燃烧特性
- 低温等离子体促进点火与强化燃烧的规律及机理
- 液雾动力学及其与化学反应/流动的耦合作用
- 催化燃烧
- 火焰合成
- 爆震敲缸
-
- 火焰中的化学反应
- 与其它研究方向结合

2. 研究前沿 — 燃烧反应动力学 (1/3)

□ 用于验证模型的燃烧基础实验测量

- 涵盖宽广压力、温度、当量范围
- 微观物种浓度和宏观燃烧参数相结合
- 基础实验数据的评估与数据库的构建

□ 新型实验方法的发展

□ 新型燃料理化性质及燃烧特性的确定

□ 非常规燃烧基础实验研究

- 高压、高稀释、近可燃极限、超临界、微重力等非常规条件
- 催化辅助、等离子体辅助、富氧等新型燃烧方式

2. 研究前沿— 燃烧反应动力学 (2/3)

- 适用于大分子体系的理论计算方法的发展
 - 高精度量子化学计算方法的发展
 - 基元反应速率常数计算方法的发展
- 基元反应速率常数的精确计算（宽广温度、压力范围）
- 热力学数据和输运数据的精确计算
- 速率常数的误差分析
- 速率常数、热力学和输运数据库的构建

2. 研究前沿— 燃烧反应动力学 (3/3)

□ 精确、普适的燃烧反应动力学模型的构建

- 热裂解反应动力学模型
- 低温氧化反应动力学模型
- 高温氧化反应动力学模型

□ 燃烧动力学模型的全面验证

- 对宽广压力、温度、当量等条件下基础实验数据的验证
- 对微观物种浓度和宏观燃烧参数的验证
- 信息基础设施的建设

□ 燃烧动力学模型的误差分析

□ 燃烧动力学模型的简化方法

□ 燃烧污染物形成机理（碳烟、NOx、含氧污染物等）

□ 非均相燃烧反应动力学模型的发展

3. 合作方向

- 标准实验，以层流火焰速度测量为例：不同实验装置、不同方法、实验与模拟
 - 量化计算 + 速率常数计算 + 模型发展 + 实验验证 + 机理简化及应用
 - 系统、定量地评估化学反应模型构建及简化过程中的不确定性
 - 碳烟生成机理的实验与理论研究，及其排放控制
 - 大分子实际燃料的化学反应机理
 - 高压实验
 - 信息交流平台数据库
-
- 与湍流燃烧、燃烧诊断技术、发动机燃烧等的结合
 - 基础研究与工程技术的结合