

# 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、NO<sub>x</sub>、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