

三组分航空煤油模型燃料燃烧研究取得进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/6523.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！

三组分航空煤油模型燃料燃烧研究取得进展。航空煤油是航空发动机的“心脏起搏器”。对航空煤油开展燃烧研究，一方面可以揭示航空燃料燃烧的机理，提高燃烧效率；另一方面，可以通过反应路径对污染物的排放进行有效调控。然而，实际航空煤油含有数百种组分，且包含大量同分异构体，反应机理十分复杂。考虑每一种组分的动力学机理非常困难，研究人员常选取其中的典型组分组成模型燃料，使其表现出与实际航空燃料相似的理化性质，重点对模型燃料进行研究，最终得到可以代表实际航空燃料的模型燃料。近期，中国科学院工程热物理研究所新技术实验室研究人员对由正十二烷(66.2%)、正丙苯(15.8%)和1,3,5-三甲基环己烷(18.0%)组成的三组分航空模型燃料的燃烧动力学进行了研究。该模型燃料的组成(H/C比值和摩尔质量)与Jet-A和RP-3航空燃料相似，因此，采用该模型燃料来预测和模拟实际航空煤油是可行的。研究人员利用射流搅拌反应器在 $P=1\text{atm}$ 、 $T=575\text{-}1100\text{K}$ 、 $\phi=2$ 的实验条件下进行了氧化试验，得到了物种摩尔分数曲线(图1)。

此外，工程热物理所博士刘岳曦在德国宇航中心访学期间，开展了 $T=700\text{-}1500\text{K}$ 、当量比为1的高压($P=16\text{bar}$)激波管实验，得到了燃料的着火延迟时间，并利用层流燃烧炉在 $T=473\text{K}$ 、 $P=1\text{atm}$ 、 $\phi=0.6\text{-}2.0$ 的实验条件下测量了火焰传播速度。根据实验测量结果，结合量子化学计算方法得到重要的初始反应速率常数，建立了包含401种组分和2838种反应的详细化学动力学机理。该反应机理能够很好地模拟出实验中所得到的摩尔分数曲线、着火延迟时间、火焰燃烧速度，在低温氧化和高压激波管实验中观察到的NTC效应通过该机理也得到了很好的预测，说明该反应机理能够很好地预测模型燃料的燃烧特性。根据在900K下的反应路径分析可知：在此温度下，1,3,5-三甲基环己烷主要通过脱氢反应生成PXCH₂D₃₅MCH自由基消耗；正丙苯通过脱氢生成更多的A1C HCH₂CH₃和A1CH₂CHCH₃自由基，随后发生解离生成苯乙烯；正十二烷主要通过脱氢反应消耗生成C₁₂H₂₅自由基，该自由基通过O₂加成反应生成过氧化自由基PC₁₂H₂₅O₂。根据在900K下的敏感性分析(图2)可知：反应T135MCH+H=PXCH₂D₃₅MCH+H₂是对1,3,5-三甲基环己烷消耗起到作用最大；反应NPB+OH=A1CHCH₂CH₃+H₂O对正丙苯的消耗起到最大作用；反应CH₃+O₂=C H₂O+OH和反应CH₃+CH₃(+M)=C₂H₆(+M)是分别对两个组燃料组分的消耗起到了最大的促进和抑制作用的反应。同时，正十二烷消耗过程中的关键反应P12OOHX₂=PC₁₂H₂₅O₂同时对这两个组分的氧化起到了抑制作用。

相关成果以工程热物理所作为第一作者和通讯作者单位发表在Combustion and Flame [202(2019)25 2-261]上。该工作得到自然科学基金(91541102/51476168)、科技部重点研发计划(2017YFA0402800)、德国洪堡基金研究合作小组项目资助，是工程热物理所和德国宇航中心合作研究的成果。

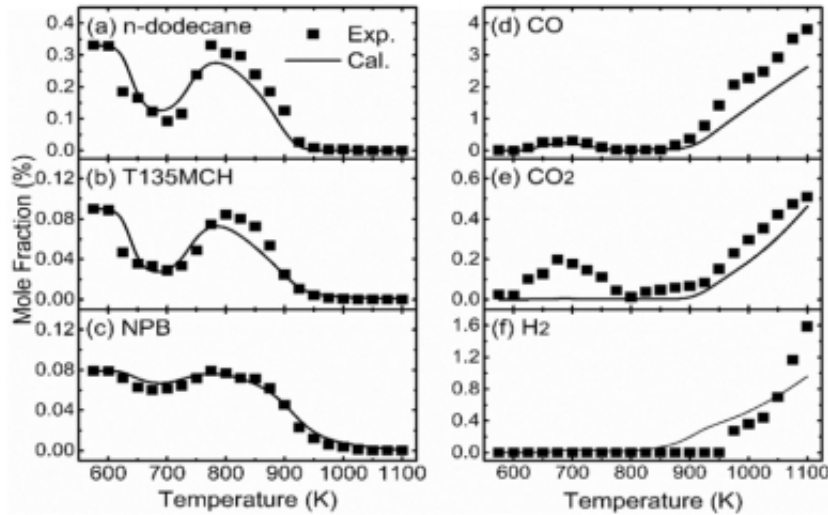


图1 航空煤油模型燃料主要组氧化摩尔分数曲线图，点和线分别代表实验和模拟结果

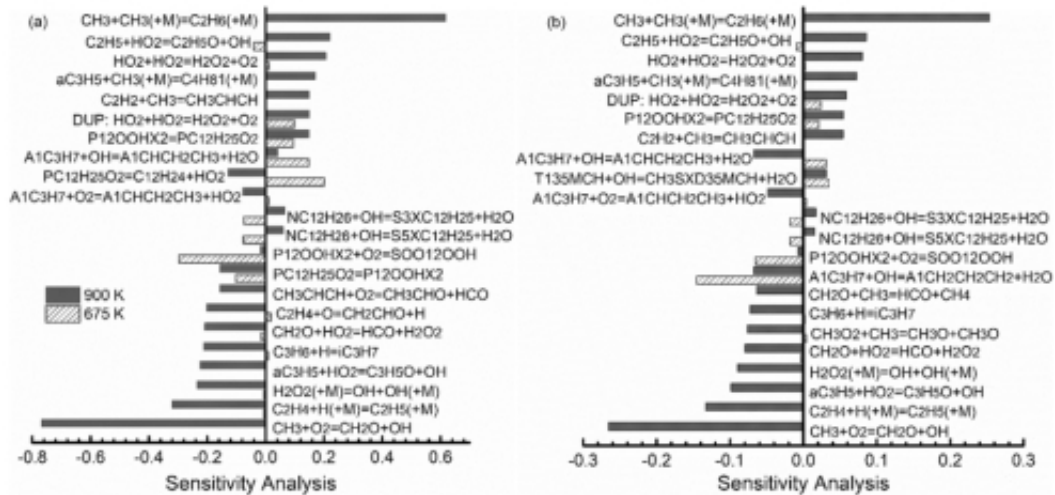


图2 1,3,5 三甲基环己烷和正丙苯的敏感性分析图

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](https://www.iikx.com)转发