

航空煤油 RP-3 低温点火特性激波管实验 及动力学模拟

张勇勇^{1,2}, 王苏^{1,2}, 梁金虎¹, 熊壮^{1,2}, 陈宏^{1,2}, 俞鸿儒^{1,2}

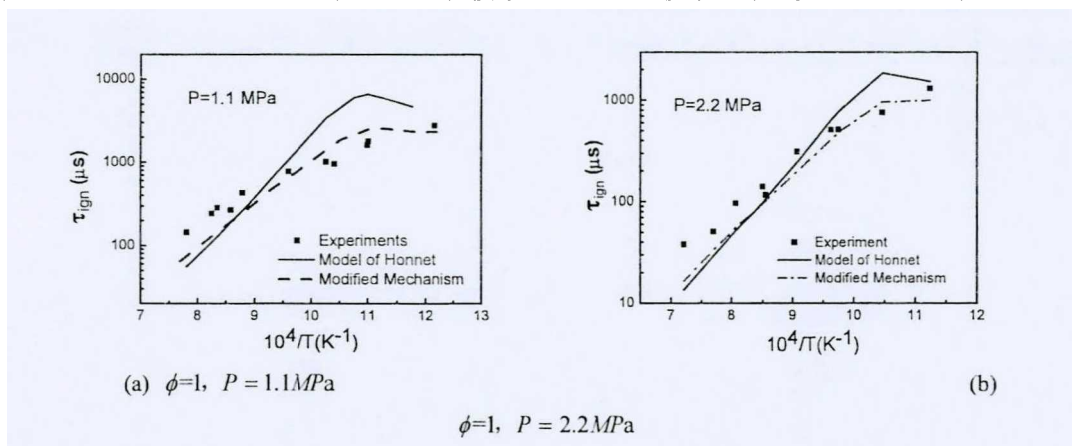
1 中国科学院力学研究所高温气体动力学国家重点实验室, 北京市海淀区 100190

2 中国科学院大学工程科学学院, 北京, 100049

点火延时是表征燃料燃烧特性的重要参数,也是验证燃料燃烧反应机理的重要实验观测量。航空煤油 RP-3 是典型的高分子碳氢燃料,该燃料具有较为稳定的热力学特性和较高的体积能量密度,是超燃冲压发动机的主要燃料,研究其点火延时特性对为掌握其燃烧特性和构建燃烧反应机理奠定基础^[1]。

在中科院力学所的加热激波管中进行了 RP-3 航空煤油点火特性实验研究^[2],实验温度范围 800-1450 K、当量比 0.5、1、1.5,压力 0.55、1.1、2.2 MPa。利用 Dagaut^[3]、Honnet^[4]和李象远^[5]三种煤油燃烧反应机理,对不同状态下 RP-3 煤油的点火延时时间进行了动力学模拟,并与激波管实验结果进行了对比。结果显示: Honnet 反应机理的模拟结果与激波管实验最为接近,在高温区模拟与实验符合较好,在低温区存在较大差别,模拟的点火延时时间大于激波管实验值。

为了达到模拟结果与实验值更加一致,在 Honnet 燃烧机理基础上,添加了在低温条件下对碳氢燃料点火有重要贡献的 5 种自由基 (CH3O2、CH3O3H、C2H5O、C2H5O2、C2H5O2H) 参与的 13 步基元反应^[6],并对部分基元反应的反应速率系数进行了更新,得到了一个修正的反应机理。利用修改后的反应机理对 RP-3 的点火延时进行模拟,在低温区模拟结果与实验结果吻合更好。



参考文献

- Davidson D F, Hanson R K. Interpreting shock tube ignition data. *International Journal of Chemical Kinetics*, 2004, 36(9):510-523
- 梁金虎,王苏,张灿,张胜涛,范秉诚,崔季平. RP-3 航空煤油点火特性研究. *力学学报*, 2014, 46(3):352-359
- Dagaut P, Cathonnet M. The ignition, oxidation, and combustion of kerosene: A review of experimental and kinetic modeling. *Progress in Energy and Combustion Science*, 2006, 32(1): 48-92
- Honnet S, Seshadri K, Niemann U, et al. A surrogate fuel for kerosene. *Proceedings of the Combustion Institute*, 2009, 32(1): 485-492
- Li XY, 2013, available at: <http://ccg.scu.edu.cn/RP3-detailedmech.inp.txt>
- Petersen E L, Davidson D F, Hanson R K. Kinetics modeling of shock-induced ignition in low-dilution CH₄/O₂ mixtures at high pressures & Intermediate Temperatures. *Combustion and Flame*, 1999, 117(1-2):272-290

关键词 点火延时 航空煤油 RP-3 激波管 燃烧反应机理 动力学模拟