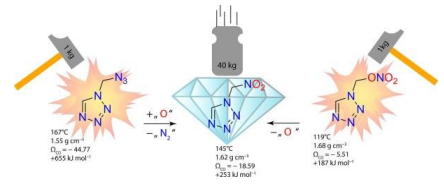


慕尼黑大学报道了一系列 N-硝基甲基唑类高能配位化合物起爆药

利用过渡金属以及高能配体相结合制备高能配位化合物(ECCs)是绿色起爆药研究的重要方向。慕尼黑大学研究人员设计合成了两种含 N-硝基甲基唑类含能配体,1-(硝基甲基)-5H-四唑(1-NMT)和 2-(硝基甲基)-5H-四唑(2-NMT)。利用这类配体与 Cu(II)、Fe(II)、Ni(II) 和 Zn(II) 配位合成了六种 ECCs。其中化合物 $[\text{Cu}(1\text{-NMT})_2(\text{NO}_3)_2]$ 拥有最高的理论爆速 ($8082 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) 和理论密度 ($1.97 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$), 且摩擦感度最低 (80 N)。化合物 $[\text{Cu}(1\text{-NMT})_2(\text{ClO}_4)_2]$ 和化合物 $[\text{Fe}(1\text{-NMT})_2(\text{ClO}_4)_2]$ 在 51 mJ 的激光下能从燃烧转爆轰, 可用作激光起爆药。所有化合物在热针测试中均表现出爆炸特性。该研究表明, 以 N-硝基甲基唑类化合物作为配体制备绿色起爆药具有潜在的应用价值。

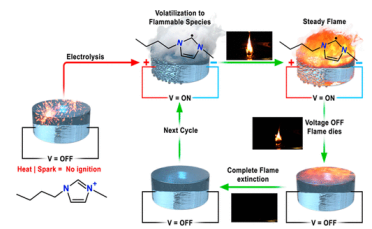
源自: Kofen M, Klapötke T M, Stierstorfer J. Energetic coordination compounds of late 3d metals with 1N-(Nitromethyl)-5H-tetrazole, a ligand with astonishing properties from the rare class of N-nitromethyl azoles[J]. *Chemical Engineering Journal*, 2023, 452: 139375.



加州大学河滨分校利用电化学方法调节了离子液体燃料的可燃性

高能离子液体是目前液体火箭推进剂领域的研究前沿和热点, 其可燃性可由挥发性决定。加州大学河滨分校的研究者展示了一种简单的电化学方法, 可以实现对热稳定的高能离子液体推进剂的可燃性进行动态控制。结果表明, 在 40 V 直流电压条件下, 咪唑鎓基高能离子液体产生可燃蒸气相物质, 以实现点火; 而在去除电压后, 离子液体停止挥发, 继而熄灭火焰。这个循环可以重复进行, 其电化学活化过程的能量损失很低, 仅为燃料总能量释放的 4%。该研究可能对推进剂燃料的控制带来革命性的转变, 实现了通过简单的电化学过程驱动安全的高能燃料的可控点火。

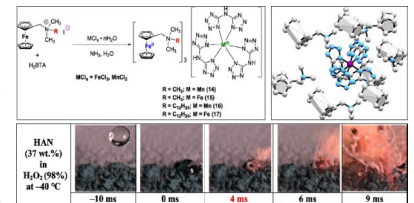
源自: Biswas P, Wang Y, Hagen E, et al. Electrochemical Modulation of the Flammability of Ionic Liquid Fuels[J]. *Journal of the American Chemical Society*, 2023, 145(30): 16318-16323.



以色列特拉维夫大学报道了一类具有“双面神”型结构的自燃材料

以色列特拉维夫大学研究团队合成出一系列具有“双面神”型结构的自燃材料。该类自燃材料由二茂铁阳离子以及多氮唑金属配合物阴离子形成“双面神”型结构。该研究不仅测试了其常温差压下的自燃点火性能, 还模拟了太空低温环境中小型静态混合动力发动机的点火。研究表明, 以硝酸羟基铵-过氧化氢混合物为氧化剂, 具有“双面神”结构的自燃材料 $[\text{Fc}^{\text{II}}\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_3)_3][\text{Fe}^{\text{III}}(\text{BAT})_3]$ 即使在 $-40 \text{ }^\circ\text{C}$ 的环境中点火延迟时间也仅为 4 ms, 并且该燃料点火冷却后能重复进行点火。

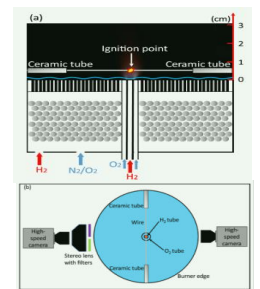
源自: Petrutik N, Kaminker I, Flaxer E, et al. Janus-type hypergolic fuels for hybrid systems using hydrogen peroxide and hydroxylammonium nitrate-based oxidizers[J]. *Chemical Engineering Journal*, 2023, 454: 140170.



瑞典隆德大学报道了 Al-Mg 合金丝在 $\text{H}_2\text{O}/\text{O}_2/\text{N}_2$ 热气流中的燃烧特性

相较于 Al, Al-Mg 合金具有更低的点火温度、更高的反应活性和较低的团聚率, 展现出更为优越的燃烧性能。当前, Al-Mg 合金的研究主要集中在点火延迟和燃烧时间上, 而其在高温环境下的燃烧特性却鲜有报道。隆德大学研究人员选用直径为 $200 \mu\text{m}$ 的 Al-Mg 合金丝, 在 $\text{H}_2\text{O}/\text{O}_2/\text{N}_2$ 热气流下进行燃烧模型研究。研究发现, Al-Mg 合金丝的燃烧分为预热、点火和燃烧三个阶段, 点火温度为 2160 K 至 2220 K, 低于 Al_2O_3 和 MgO 的熔点, 质量百分数为 3% 的 Mg 能显著增强点火效果。通过光谱测量发现, Mg 与氧化剂的气相反应及 MgO 和 MgOH 的生成在 Al-Mg 合金燃烧过程中十分重要。该工作提出的 Al-Mg 合金燃烧模型有助于优化燃烧过程、预测点火温度, 继而开发出更高效、可靠的推进剂。

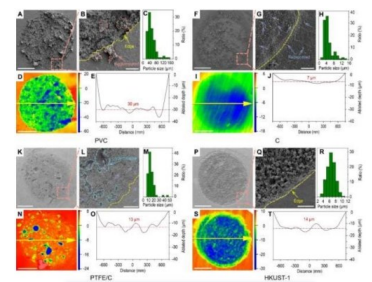
源自: Ruan C, Wu Z, Stiti M, et al. Combustion of micron-sized Al-Mg alloy wires in hot $\text{H}_2\text{O}/\text{O}_2/\text{N}_2$ flows[J]. *Fuel*, 2024, 357: 129719.



武汉大学的科研团队制备了 MOFs 基超高效率脉冲激光推进剂

脉冲激光推进(LMP)技术在微纳卫星推进中受到了广泛的关注。然而, 仅仅将传统的聚合物类和金属类推进剂材料物理混合制备脉冲激光材料的方法存在因团聚、掺杂不均匀导致局部过热造成大颗粒飞溅问题。为解决该问题, 武汉大学的科研者提出将金属有机框架(MOFs)作为新型脉冲激光推进剂。与传统的推进剂相比, MOFs 在激光冲击后烧蚀坑的边缘相对光滑, 周围没有烧蚀产物聚集的迹象, 烧蚀深度一致。实验结果表明通过调控 MOFs 中的金属含量, 可使激光烧蚀效率达到 51.15%, 远优于文献已经报道的材料。该工作为未来激光推进剂的研究和应用开辟了新的途径。

源自: Rao S, Xu Y, Yuan J, et al. MOFs for Ultrahigh Efficiency Pulsed Laser Micropropulsion[J]. *Advanced Materials*, 2023: 2306228.



(郑州大学 王乾有 编译)