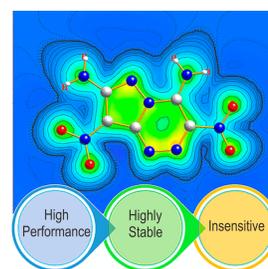


### 美国爱达荷大学合成出一种热稳定性优异的不敏感含能材料

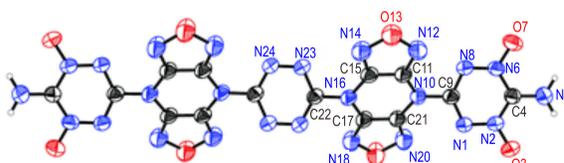
富氮杂环化合物往往具有高能特点,其合成一直是含能材料领域的研究热点。近期,美国爱达荷大学合成出一种热稳定性优异的低感炸药分子,是一种含硝基、氨基的吡唑并三嗪稠环化合物。该化合物是以3,5-二氨基-4-硝基吡唑为原料,采用亚硝酸叔丁酯进行选择性地重氮化,再采用硝基乙腈钠盐处理制备而得。该化合物的密度为 $1.90\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ,热分解温度达到 $388\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,高于TATB和LLM-105,属于典型的耐热炸药。爆轰性能优于TATB,计算爆速为 $8727\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ,同时具有优异的安全性能,撞击感度 $>60\text{ J}$ ,摩擦感度 $>360\text{ N}$ 。该化合物在安全弹药中具有良好应用潜力。

源自: Tang Y, He C, Imler G H, et al. Aminonitro groups surrounding a fused pyrazolo-triazine ring: A superior thermally stable and insensitive energetic material[J]. ACS Applied Energy Materials, 2019, 2(3): 2263-2267.



### 美国LANL积极研发多环氮氧化物类高能低感含能材料

多环化合物具有高度共轭和 $\pi$ -堆积特点,赋予了多环含能材料许多优异的性能。最近,美国洛斯阿拉莫斯实验室(LANL)以1,2,4,5-四嗪和4H,8H-二咪唑[3,4-b:3',4'-e]吡嗪为骨架,发展了一系列多环氮氧化物类含能材料,具有良好的爆轰性能和较低的机械感度。其中,所合成的典型化合物7的密度 $1.858\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ,计算爆速 $8.4\text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$ ,撞击感度 $>78.4\text{ J}$ ,摩擦感度 $>360\text{ N}$ ,静电火花感度 $0.062\text{ J}$ ;典型化合物8的密度 $1.903\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ,计算爆速 $8.7\text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$ ,撞击感度 $35.7\text{ J}$ ,摩擦感度 $>360\text{ N}$ 。每种化合物的起始热分解温度为 $225\sim 230\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。该研究为新型不敏感含能化合物的合成提供了一种新的技术策略。

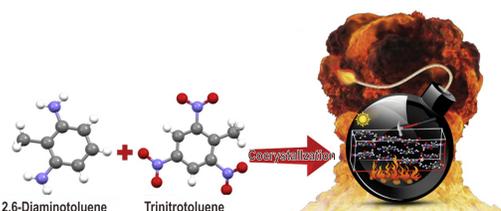


源自: Snyder C J, Wells L A, Chavez D E, et al. Polycyclic N-oxides: high performing, low sensitivity energetic materials[J]. Chemical Communications, 2019, 55(17): 2461-2464.

### 英国爱丁堡大学制备出新型低感共晶炸药

共晶是协调含能材料能量与感度本质矛盾的有效手段之一。近期,英国爱丁堡大学采用溶剂蒸发法,制备出一种TNT和非含能化合物(2,6-二氨基甲苯)的新型共晶炸药(TNT-ATL)。采用X射线粉末衍射和单晶衍射对共晶的结构进行了表征,两种单体的摩尔比为1:1。该共晶的密度为 $1.525\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ,熔点为 $103.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,热分解温度为 $194.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,撞击感度达到 $79.4\text{ J}$ ,远高于TNT的 $25.1\text{ J}$ ,降感效果显著,主要是由于分子内氢键和 $\pi$ - $\pi$ 堆积的原因。计算爆速为 $7.08\text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$ ,与TNT接近( $7.11\text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$ )。该化合物在钝感弹药中具有一定应用前景,且该方法可推广至其它共晶炸药的设计制备。

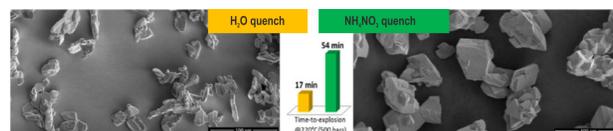
源自: Sen N. Characterization and properties of a new energetic co-crystal composed of trinitrotoluene and 2,6-diaminotoluene[J]. Journal of Molecular Structure, 2019, 1179: 453-461.



### 法国深入研究改善LLM-105结晶形貌和热稳定性的方法

LLM-105是一种综合性能优异的高能低感炸药,而晶体形貌对其感度具有较大影响。法国原子能署(CEA)最近深入研究了以2,6-二氨基吡嗪-1-氧化物(DAPO)为原料,经硝化制备LLM-105炸药中,不同淬灭介质对LLM-105产物形貌和热稳定性的影响。通过筛选实验和放大试验,研究结果表明,以硝酸盐作为淬灭添加剂,特别是硝酸铵和硝酸钾,可以获得高品质炸药晶体产品,无需再对其进行重结晶。与传统方法相比,该新方法制备的LLM-105理化性质保持一致,形貌呈均匀块状,适用于PBX炸药制备。同时,以硝酸铵等为淬灭剂制备的LLM-105的热稳定性更好(ODTX等试验结果),感度更低( $H_{50}=48.4\text{ cm}$ ,传统方法产品 $H_{50}=19\sim 24\text{ cm}$ )。

源自: Pasquinet E, Pin N, Forzy A, et al. DAPO-LLM-105: Improving the particle morphology and thermal stability[J]. Propellants, Explosives, Pyrotechnics, 2019, 44(6): 785-791.



### 伊朗与德国开发出预测固体炸药临界起爆直径的新方法

炸药的临界起爆直径对评估其爆炸安全性具有重要的意义。对炸药安全性的评估,是安全弹药领域的重要研究内容。近期,伊朗马勒克阿斯塔理工大学和德国慕尼黑大学联合开发出一种CHNO类固体炸药临界起爆直径的新方法,可用于评价工业级炸药的爆炸安全性。通过研究,建立起了临界起爆直径的预测模型,并采用42种炸药的实验数据进行了验证。在非限制条件下,用于建立模型的29种炸药和用于测试装置的13种炸药临界起爆直径预测的均方根偏差值分别为 $5.14\text{ mm}$ 和 $3.96\text{ mm}$ 。

源自: Keshavarz M H, Klapötke T M. A novel method for prediction of the critical diameter of solid pure and composite high explosives to assess their explosion safety in an industrial setting[J]. Journal of Energetic Materials, 2019: 1-9.

(中国工程物理研究院化工材料研究所 杨志剑 编译)