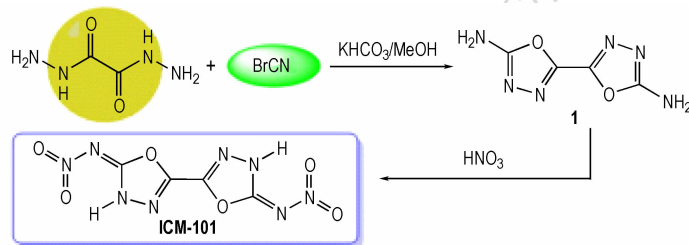


中国工程物理研究院合成出晶体密度接近 $2.4 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 的高能量密度炸药分子

由于存在密度极限,目前室温晶体密度超过 $2.0 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 的单质炸药分子寥寥无几,其中具有代表性的高密度炸药为六硝基六氮杂异伍兹烷(CL-20),密度为 $2.03 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$,但该炸药存在着成本高、制备工艺繁琐、安全性差等问题,一直制约着其大规模应用。因此,通过分子设计合成一种综合性能更为优异的新型高能量密度炸药,是目前国内外含能材料领域科学家们面临的挑战之一。针对此,中国工程物理研究院采用材料基因组方法自主设计,以高度对称性的连1,3,4-噁二唑结构为母体,定向引入硝胺基团提高能量,采用分子氢键及 $\pi-\pi$ 堆积等策略提高密度,通过这两步反应进行高效合成,制备出实测密度达到 $2.0 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$,晶体密度 $2.037 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 的新型高能量密度炸药分子二硝胺联噁二唑,代号为 ICM-101。该化合物的成功研发是探索合成高能炸药 CL-20 替代物的重要进展。

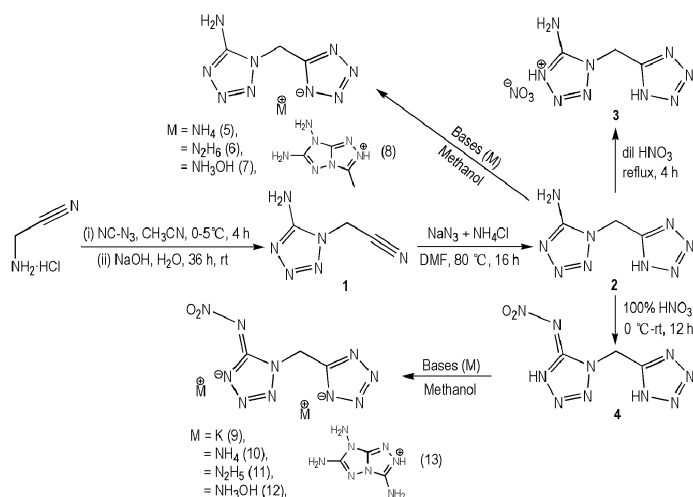
源自: Wenquan Zhang, Jiaheng Zhang, Mucong Deng, et al. A promising high-energy-density material. *Nature Communications*, 2017, 8, 181.



美国研发出高稳定性的 *N*-亚甲基-*C*桥联四唑类钝感炸药

随着科学技术的发展,武器用弹药均向着高威力、高安全性方面发展,而炸药的钝感、高能及稳定性的相互制约与平衡一直是现代含能材料研究的热点与难点。近来,美国爱达荷大学和海军实验室合作以氨基乙腈和叠氮化氰为原料合成一类 *N*-亚甲基-*C*桥联四唑类化合物,通过 *N*-亚甲基-*C*桥将高能但敏感的硝基集团与具有高稳定性且钝感的四唑环连接起来,合成了一类高热稳定性且钝感的富氮类炸药分子。该类分子热分解温度最高可达 $306 \text{ }^\circ\text{C}$,且大部分的摩擦感度超过 360 N ,撞击感度超过 40 J 。该类炸药也可被用作气体发生器。

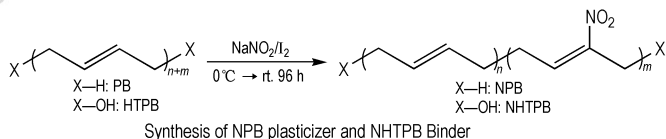
源自: Dheeraj Kumar, Gregory H Imler, Damon A Parrish, et al. Aminoacetonitrile as precursor for nitrogen rich stable and insensitive asymmetric *N*-methylene-*C* linked tetrazole-based energetic compounds. *Journal of Materials Chemistry A*, 2017, 5: 16767–16775.



伊朗伊玛目侯赛因大学研发出新型增塑剂硝化顺丁二烯(NPB)

增塑剂和粘接剂是浇铸炸药的重要组成部分,其性质会显著影响弹药的总体性能。增塑剂的过多流失会导致钝感弹药性质的退化从而使体系更敏感。研究表明,与粘接剂的前体相似的增塑剂可降低钝感弹药的敏感度。因此,伊朗伊玛目侯赛因大学通过对高聚物增塑剂聚丁二烯(PB)进行硝化,得到硝化聚丁二烯(NPB),并将其用于 NHTPB(硝化丁羟胶)/NPB 粘接体系。NPB 的硝化效率为 26.26 , NHTPB/NPB 体系的迁移速率为 $1.2 \times 10^{-9} \text{ cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ ($90 \text{ }^\circ\text{C}$), $1.3 \times 10^{-9} \text{ cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ ($105 \text{ }^\circ\text{C}$), $1.8 \times 10^{-9} \text{ cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ ($120 \text{ }^\circ\text{C}$),密度为 $1.11 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。相比于非高聚物型增塑剂 DOA, NPB 迁移速率低,渗出速率慢,同时表现出更好的力学性能,有望应用于复合推进剂和 PBX 中。

源自: Mahdi Ashrafi, Hossein Fakhraian, Mohammad Ali Dehnavi. Synthesis, characterization and properties of nitropolybutadiene as energetic plasticizer for NHTPB binder. *Propellants Explosives Pyrotechnics*, 2017, 42: 269–275.



加拿大麦吉尔大学研发出新型癸硼烷类绿色推进剂

偏二甲肼等肼类燃料以其良好的能量性能被广泛地用作航天和导弹推进剂,然而肼类化合物具有强烈的致癌性,对环境污染较大,因此,绿色高效、性能优异的自然型推进剂的研发一直是国际上的研究热点,离子液体以低蒸气压、可操作温度范围广等优点成为其中的关注焦点。近日,麦吉尔大学采用离子液体的合成方法,以苯做溶剂,将含有烷烃取代基的咪唑类化合物与癸硼烷在 $85 \text{ }^\circ\text{C}$ 下反应 5 h ,制备出了自然型癸硼烷化合物。该类化合物为固体,在常规溶剂中溶解度很小,具有优异的点火性能,点火延迟时间 $\leq 2 \text{ ms}$ 。同时,研究发现,该类化合物与煤油形成的混合物能够与白烟硝酸发生自发点火反应。

源自: Giovanni P. Rachiero, Hatem M. Titi and Robin D. Rogers. Versatility and remarkable hypergolicity of exo-6,exo-9 imidazole-substituted nido-decaborane, *Chemical Communication*, 2017, 53: 7736–7739.

(中国工程物理研究院化工材料研究所 含能分子创制团队 靳云鹤 编译)