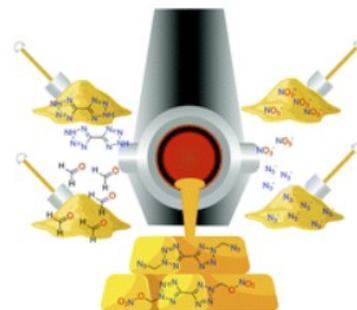


含能快递

德国慕尼黑大学报道了2,2'-二(叠氮甲基)双四唑的合成与性能

德国慕尼黑大学以双四唑二铵为原料,通过简单的合成方法合成了2,2'-二(叠氮甲基)双四唑和2,2'-二(硝基甲基)双四唑。其晶体结构的 Hirshfeld 分析以及相应的撞击、摩擦试验结果表明,其具有较高的机械感度($<1\sim 2\text{ J}, <1\text{ N}$),同时还具有较高爆速($>8000\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$)。测试结果表明,2,2'-二(叠氮甲基)双四唑可以进行快速燃烧转爆轰(DDT),其熔点为 $100\text{ }^\circ\text{C}$,热分解温度为 $177\text{ }^\circ\text{C}$,可作为一种可熔铸的无金属绿色起爆药。

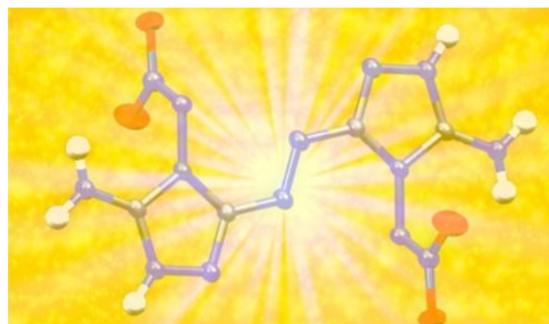
源自: Klapötke T, Kofen M, Stierstorfer J, et al. N-Functionalisation of 5,5'-bistetrazole providing 2,2'-di(azidomethyl) bistetrazole: a melt-castable metal-free green primary explosive[J]. Dalton Transactions, 2021, 50(39): 13656–13660. <https://doi.org/10.1039/D1DT02731J>



美国普渡大学报道了4,4'-二硝基-5,5'-二氨基-3,3'-偶氮双-1,2,4-三唑的合成与性能

美国普渡大学使用电化学方法以4,4',5,5'-四氨基-3,3'-偶氮双-1,2,4-三唑(TAABT)为原料硝化合成新型含能材料4,4'-二硝酰胺基-5,5'-二氨基-3,3'-偶氮双-1,2,4-三唑(DNDAABT),并进一步制备了DNDAABT的各种含能盐。DNDAABT作为两性离子分子存在,具有与TKX-50相当的能量性质。虽然根据理论计算预测,合成出的物质的能量性质与RDX, HMX较为接近,但是试验结果表明, DNDAABT及其含能离子盐机械感度较高,且热稳定性良好。

源自: Yount J, Zeller M, Edward F C, et al. 4,4'-Dinitrimino-5,5'-diamino-3,3'-azo-bis-1,2,4-triazole: A High-Performing Zwitterionic Energetic Material[J]. Inorganic Chemistry, 2021, 60(21): 16204–16212. <https://doi.org/10.1021/acs.inorgchem.1c01972>



德国慕尼黑大学报道了基于二硝酰胺阴离子的铜配合物的合成与性能

德国慕尼黑大学通过离子交换色谱法以碱式碳酸铜(II)为原料制备二硝酰胺铜(II),与富氮配体,如4-氨基-1,2,4-三唑、1-甲基-5H-四唑、二(5H-四唑)-甲烷/-乙烷基-丙烷/-丁烷,进一步组成配合物。所有化合物都通过红外光谱、差热分析、元素分析和热重分析进行表征。基于1-氨基-5-甲基四唑(AMT)的配合物 $[\text{Cu}(\text{AMT})_4(\text{H}_2\text{O})](\text{DN})_2$ 可以起爆太安(PETN)。对所有物质进行了波长为 915 nm 的激光点火实验,基于4,4'-联1,2,4-三唑的配合物 $[\text{Cu}(\text{BTRI})_2(\text{H}_2\text{O})_2](\text{DN})_2$ 甚至在 51 mJ 的能量下发生爆轰,而配合物 $[\text{Cu}(\text{AMT})_4(\text{H}_2\text{O})](\text{DN})_2$ 则在 30 mJ 的能量下发生爆轰,表现出其可做作为一种激光起爆药的良好应用前景。

源自: Gruhne M, Wurzenberger M, Lommel M, et al. A smart access to the dinitramide anion -The use of dinitraminic acid for the preparation of nitrogen-rich energetic copper(II) complexes[J]. Chemistry-A European Journal, 2021, 27(35): 9112–9123. <https://doi.org/10.1002/chem.202100747>



德国慕尼黑大学报道了1-羟基-5H-四唑和双(1-羟基四唑-5-基)三氮烯的含能离子盐的合成与性能

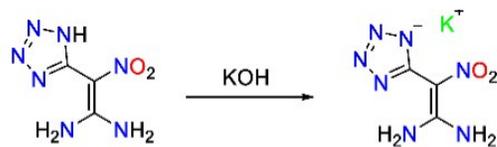
德国慕尼黑大学以 BrCN 和 NaN_3 为原料合成制备了1-羟基-5H-四唑和双(1-羟基四唑-5-基)三氮烯及其一系列含能离子盐,并用EXPLO5计算了爆轰性能。1-羟基-5H-四唑的Ag盐与火焰接触时显示快速DDT,其爆轰性能、热稳定性和感度可以满足起爆药的要求。

源自: Klapötke T, Kofen M, Schmidt L, et al. Selective synthesis and characterization of the highly energetic materials 1-hydroxy-5H-tetrazole (CHN_4O), its anion 1-oxido-5H-tetrazolate (CN_4O^-) and bis(1-hydroxytetrazol-5-yl) triazene [J]. Chemistry-An Asian Journal, 2021, 16(19): 3001–3012. <https://doi.org/10.1002/asia.202100714>



南京理工大学报道了5-(2,2-二氨基-1-硝基乙烯基)四氮唑钾的合成与性能

南京理工大学合成了一种含有四唑衍生物和钾离子的含能盐——5-(2,2-二氨基-1-硝基乙烯基)四唑钾。通过红外光谱、核磁和元素分析对其进行了全面表征。通过单晶X射线衍射分析进一步确定了其结构。它具有高密度、高生成热和优良的催化性能;此外,较高的热分解温度和较低的机械感度显示了其可作为起爆药的潜在应用前景。

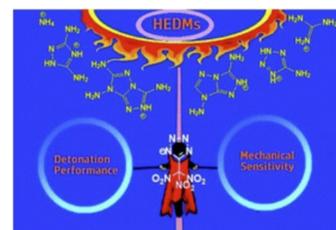


源自: Zhaoyang Yin, Wei Huang, Yongxing Tang, et al. Synthesis and properties of lead-free primary explosive: Potassium 5-(2,2-diamino-1-nitrovinyl)tetrazolate[J]. *Propellants, Explosives, Pyrotechnics*, 2021, 46(7): 1150–1154. <https://doi.org/10.1002/prep.202100079>

俄罗斯泽林斯基有机化学研究所报道了5-(三硝基甲基)四唑离子盐的合成与性能

俄罗斯泽林斯基有机化学研究所设计并合成了一系列三硝基甲基四唑和富氮阳离子组成的含能离子盐。合成的几种新型5-(三硝基甲基)四唑盐具有较高的机械感度、较高的氮含量和优异的爆轰性能,表明它们具有可用作铅基起爆药环保替代品的潜力。

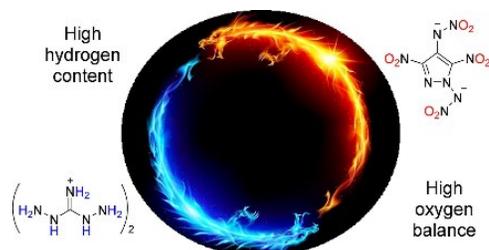
源自: Chaplygin D, Larin A, Muravyev N, et al. Nitrogen-rich metal-free salts: a new look at the 5-(trinitromethyl) tetrazolate anion as an energetic moiety[J]. *Dalton Transactions*, 2021, 50(39): 13778–13785. <https://doi.org/10.1039/d1dt02688g>



中北大学报道了1,4-二硝基氨基-3,5-二硝基吡唑含能离子盐的合成与性能

中北大学合成了3种基于高氧平衡的1,4-二硝基氨基-3,5-二硝基吡唑盐阴离子的胍盐,并通过核磁、红外光谱、元素分析和X射线单晶衍射对其结构进行了表征,用差示扫描量热法(DSC)分析了它们的热稳定性。试验结果表明,胍、氨基胍和二氨基胍盐的密度为1.572~1.693 g·cm⁻³,热分解温度为93.4~175.7 °C。氨基胍和二氨基胍盐具有良好的起爆性能和较高的机械感度,可作为一种潜在的起爆药。

源自: Guanglei Li, Haifeng Huang, Jun Yang, et al. Synthesis and properties of three guanidinium salts based on high-oxygen-balanced 1,4-dinitramino-3,5-dinitropyrazolate anion[J]. *Polyhedron*, 2021, 199: 115098. <https://doi.org/10.1016/j.poly.2021.115098>



德国慕尼黑大学报道了1-环丙基-5H-四唑、1-环丁基-5H-四唑和1-环戊基-5H-四唑配合物的合成与性能

德国慕尼黑大学合成了3种基于5H-四唑的配体——1-环丙基-5H-四唑、1-环丁基-5H-四唑和1-环戊基-5H-四唑。采用多种分析方法对四唑衍生物进行了表征。基于1-环丙基-5H-四唑的Cu(N₃)₂配合物[Cu(C₃tz)(N₃)₂]表现出良好的能量性能以及类似于起爆药的感度,可作为一种潜在的起爆药。

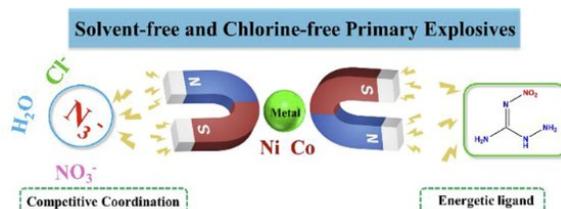
源自: Braun V, Wurzenberger M, Weippert V, et al. Tailoring the properties of 3d transition metal complexes with different N-cycloalkyl-substituted tetrazoles[J]. *New Journal of Chemistry*, 2021, 45(25): 11042–11050. <https://doi.org/10.1039/d1nj01675j>



北京理工大学报道了基于3-氨基-1-硝基胍的配合物的合成与性能

北京理工大学基于可溶性叠氮金属盐和叠氮离子竞争配位的概念,以3-氨基-1-硝基胍(ANQ)、金属阳离子Co(II)、Ni(II)和高能叠氮基团(N₃⁻)为基础,设计并成功合成了两种无溶剂和无氯配合物Co(ANQ)₂(N₃)₂和Ni(ANQ)₂(N₃)₂。单晶衍射和粉末X射线衍射结果证明这两种化合物具有同源结构。同时,这两种化合物显示出较好的热稳定性(热分解温度:185 °C; 178 °C)、较高的机械感度(>60 N)、适中的爆速(>6.5 km·s⁻¹)。铅板试验结果表明,Ni(ANQ)₂(N₃)₂具有良好的起爆能力。综上,认为Ni(ANQ)₂(N₃)₂具有良好的应用前景。

源自: Ting-wei Wang, Xiao-jun Wang, Zhen-xin Yi, et al. Competitive coordination of azide groups: Synthesis of solvent-free and chlorine-free primary explosives based on 3-amino-1-nitroguanidine[J]. *Crystal Growth & Design*, 2021, 21(12): 7002–7007. <https://doi.org/10.1021/acs.cgd.1c00926>



(北京理工大学爆炸科学与技术国家重点实验室 张陆 编译)