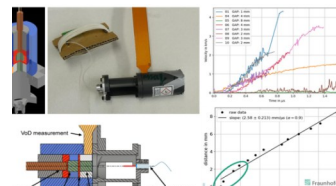


德国 Fraunhofer 化工技术研究所(ICT)提出一种小药量实验用于推进剂冲击波敏感度测试

常规不敏感弹药测试采用全尺寸实验花费较大,为了对含能材料研发进行早期冲击波敏感度测试,该报告提出了一种实验室级别的隔板实验,实验药量 mg-g 量级。实验采用雷管、传爆药和厚度可调的 PMMA(有机玻璃)隔板调节作用于推进剂样品的冲击波强度,通过光子多普勒测速(PDV)测试样品底部铝飞片的速度曲线,通过速度曲线判定反应级别,同时采用微型探针获得样品表面爆速。报告同时对实验进行了二维数值模拟,给出了推进剂颗粒尺寸对实验数据的影响。该方法可以对早期研发阶段的含能材料冲击转爆轰特性进行实验测试。报告指出了该方法仍可开展的工作,包括采用分幅相机进行光学测试,对飞片的设计和与全尺寸不敏感弹药测试结果的关系。

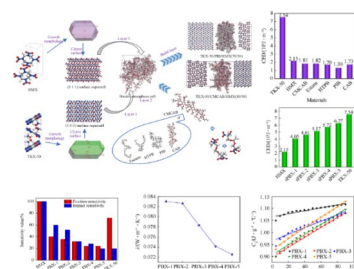
源自: Zimmermann C. Sensitivity testing of propellants in a small-scale experiment[C]//Energetic Materials Technology Working Group Conference 2024, Oslo, Norway, May 13–16, 2024.



北京理工大学设计评估了一种改进机械感度和热性能的 TKX-50 基高聚物粘结炸药(PBXs)

TKX-50 作为含能离子盐,具有生成焓高和感度低的特点,但是其与常规粘结剂的界面结合强度较低。本文采用分子动力学模拟、实验测试相结合的方法,研究了粘结剂类型和 TKX-50 含量对 PBXs 性能的影响。构建了 TKX-50/HMX/粘合剂系统的模型,CMCAB(乙酸-丁酸羧甲基纤维素)粘结剂体系都比其他粘结剂体系具有更高的分子间力,随着 TKX50:HMX 比例的增大,内聚能密度值逐渐增大,PBXs 内部分子间相互作用力也增大,表明 PBXs 的机械感度和热稳定性将得到提高。在此基础上设计不同配比的 PBXs,CMCAB 将 TKX-50 与 HMX 紧密结合在一起,呈现椭球状的粉末颗粒,说明 CMCAB 对 TKX-50 和 HMX 都有良好的结合效果,PBXs 系列的机械感度明显低于 TKX-50 和 HMX,降低了 50% 以上,当 TKX-50:HMX 的质量比为 70:30 和 80:20 时,安全性优于其他 TKX-50:HMX 质量比的炸药。同时,TKX50:HMX 比例的增加,PBXs 的导热系数显著降低,比热容随温度增加而增加,这说明 PBXs 能有效降低受到外界刺激时内部的热传播速率,从而提高炸药的热安全性与热稳定性。综上,CMCAB 对 TKX-50/HMX 复合炸药取得了良好的包覆和粘接效果,有效提高了 PBXs 的安全性能,为寻找适合 TKX-50 的粘结剂、研发高能不敏感含能材料提供了一种新的方法。

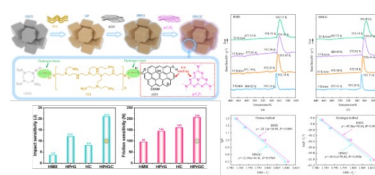
源自: Li N, Wang W Z, Zhang Z Z, et al. Design and evaluation of a kind of polymer-bonded explosives with improved mechanical sensitivity and thermal properties[J]. Defence Technology, 2024, 40: 13–24.



中国工程物理研究院化工材料研究所采用多层包覆的方法来提高烈性炸药的安全性能

炸药分子与包覆材料的界面相互作用对混合炸药的安全性有重要影响。本文通过静电自组装和 π - π 叠加效应在 HMX 表面形成 rGO/g- C_3N_4 (还原氧化石墨烯/石墨相 C_3N_4) 功能涂层,制备了 HMX-PEI(聚乙酰胺)/rGO/g- C_3N_4 (HPrGC) 复合材料。通过红外分析技术发现这种方法可以在不改变分子结构的情况下实现 HMX 的表面包覆。通过 DSC 测试对 HMX 和 HPrGC 的热性能进行了评价,不同升温速率 ($5\text{ K}\cdot\text{min}^{-1}$ 、 $10\text{ K}\cdot\text{min}^{-1}$ 、 $15\text{ K}\cdot\text{min}^{-1}$ 、 $20\text{ K}\cdot\text{min}^{-1}$) 下, HPrGC 复合材料的相变和热分解温度均高于 HMX。采用 Kissinger 和 Ozawa 方法分别计算其 E_a (活化能),结果发现,在进行 rGO 和 g- C_3N_4 包覆后, HPrGC 复合材料的 E_a 值分别增加到 $410.79\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 和 $399.41\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$,相比于 HMX,分别提升了 $15.38\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 、 $14.57\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。采用 BAM 标准法对样品的感度进行检测,发现 HPrGC 复合材料具有极低的撞击感度 (21.0 J) 和摩擦感度 (216 N)。并通过 GJB772A-97 验证了 rGO/g- C_3N_4 对 HMX 具有显著的降感效果, rGO 和 g- C_3N_4 的协同脱敏产生了最低的机械感度,这源于 rGO 优异的导热性和 g- C_3N_4 的润滑性,可以缓冲外部刺激下的热应力与摩擦度,同时因其富含氮元素,可以有效地补偿炸药的能量损失。该方法平衡了 HMX 的能量和安全要求之间的矛盾,为提高烈性炸药的安全性能提供了新的途径。

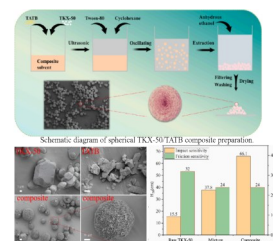
源自: Song X M, Huang L J, Peng R F, et al. Hybrid HMX multi-level assembled under the constraint of 2D materials with efficiently reduced sensitivity and optimized thermal stability[J]. Defence Technology, 2024, 39: 123–132.



西南科技大学采用油包油乳化法制备了一种低感球形 TKX-50/TATB 复合材料

为了降低复合炸药的机械感度,提升其安全性能,采用油包油乳化法制备球形 TKX-50/TATB 复合炸药,在形貌及尺寸上,TKX-50/TATB 球形复合材料是由两种炸药的细晶共团聚而成,呈球形形貌,表面多孔,孔隙相对较小,整体结构致密,孔隙对冲击有缓冲作用,除此之外,TATB 由于其球形结构特性,使得该复合材料的感度降低更为明显;获得了 TKX-50、TATB、物理混合物 TKX-50/TATB 和球形 TKX-50/TATB 复合材料的活化能;在冲击感和机械感度测试上,球形 TKX-50/TATB 复合材料的特征落差高度为 66.1 cm ,比原 TKX-50 高 50.6 cm ,比物理混合高 28.3 cm ,摩擦感度由原 TKX-50 的 32% 降低到 24%。油包油乳化法适用于制备球形高能复合含能材料,无论是在武器装药还是推进剂方面,球形 TKX-50/TATB 复合材料更具优势。

源自: Luo L C, Guo H, Lu Y W, et al. Preparation of low-sensitivity explosive composite spheres via oil-in-oil emulsion[J]. Materials Chemistry and Physics, 2024, 328: 129936.



(中国工程物理研究院化工材料研究所 曹威 编译)