

文章编号: 1006-9941(2016)12-1193-05

微纳米 RDX 颗粒级配对压装 PBX 性能影响

肖磊¹, 刘杰¹, 郝嘎子¹, 柯香¹, 高寒¹, 戎园波¹, 刘巧娥², 姜炜¹

(1. 南京理工大学国家特种超细粉体工程技术研究中心, 江苏 南京 210094;

2. 甘肃银光化学工业集团有限公司科研院所, 甘肃 白银 730900)

摘要: 为了提高高聚物粘结炸药(PBX)的力学性能,降低其机械感度,采用溶液-水悬浮法,制备了含微纳米 RDX 不同颗粒级配(100/0,95/5,90/10,80/20)的 PBXs。用光学显微镜观测其表现形貌,并测试了机械感度、力学性能以及爆速等性能。结果表明,微纳米 RDX 颗粒级配的 PBX 造型粉颗粒偏小、形貌规则、呈类球形。纳微米 RDX 颗粒级配为 5/95 的 PBX 性能最佳,撞击感度由 44% 降低到 12%,摩擦感度由 24% 降低到 4%;抗压强度从 5.55 MPa 提高到 6.57 MPa,抗拉强度由 0.66 MPa 提高到 0.77 MPa,抗剪强度由 1.76 MPa 提高到 1.96 MPa;爆速从 8033 m·s⁻¹ 增加到 8186 m·s⁻¹。

关键词: 高聚物粘结炸药(PBX); 纳米 RDX; 级配; 机械感度; 力学性能; 爆速

中图分类号: TJ55

文献标志码: A

DOI: 10.11943/j.issn.1006-9941.2016.12.011

1 引言

黑索金(RDX)和奥克托今(HMX)基高聚物粘结炸药(PBX)能量高,感度低,广泛应用于多种武器的弹丸及导弹战斗部的装药^[1-5],其中的 RDX、HMX 粒径均为普通工业微米级,颗粒为不规则的多面体结构,粒度大小不均匀,晶体缺陷多,机械感度高^[6-11],故使用中要求对 PBX 进行降感。通常降感的方法是增加炸药体系中粘结剂的含量,而这种方法在降低感度的同时会导致爆炸性能的降低。

目前关于 PBX 性能改善的研究较多,主要集中在降低 PBX 机械感度方面。王保国等^[12]采用水悬浮法制备出了三氨基三硝基苯(TATB)/HMX 基 PBX,用正交试验法确定了撞击感度和冲击波感度均较低的新型炸药配方;高元元等^[13]采用溶液重结晶法,以 3-硝基-1,2,4-三唑-5 酮(NTO)包覆 HMX,机械感度有所降低,爆速基本不变;梁华琼等^[14]研究了两种配方的 RDX 基 PBX 在压制过程中的损伤形成规律,发现用丙烯酸酯作粘结剂比氟橡胶的粘附性能好,产品缺陷少。

收稿日期: 2016-04-23; 修回日期: 2016-07-17

基金项目: 国家自然科学基金(51606102),基础产品创新技术火炸药科研专项

作者简介: 肖磊(1992-),男,博士研究生,主要从事纳米含能材料应用基础研究。e-mail: 15005161138@163.com

通信联系人: 姜炜(1974-),男,教授,主要从事微纳米含能材料的制备及其应用研究。e-mail: superfine_jw@126.com

为了综合改善 RDX 基 PBX 机械感度、力学性能以及爆炸性能,基于已有的关于 RDX 纳米化成果^[15-22],本研究采用溶液-水悬浮法,利用课题组自制的类球形纳米 RDX^[23-24]与工业微米级 RDX 级配后,调整料液比、温度、搅拌速度等工艺条件,制备出合格的纳米 RDX 基 PBX,并研究不同纳米 RDX 的含量对 PBX 各性能的影响情况,为纳米含能材料在混合炸药中的大规模应用提供参考。

2 实验部分

2.1 原料及样品制备

原料 RDX,平均粒度为 100 μm,甘肃银光化学工业集团有限公司生产;纳米 RDX,平均粒度为 100 nm,由课题组采用机械球磨法制备^[22];乙酸乙酯,分析纯,国药集团化学试剂有限公司生产。

本试验采用溶液-水悬浮法^[23]制备 RDX 基 PBX,采用的配方各组分质量比分别为 RDX:粘结剂:钝感剂=94.5:5:0.5,其中改变主体炸药 RDX 中纳/微米 RDX 的不同配比(见表 1),制得 4 种 PBX 样品。

制备过程如下:准确称取一定量的微米 RDX 和纳米 RDX,混合加入到反应釜中,再加入一定量的去离子水,控制水浴温度为 65 °C,转速调整为 600 r·min⁻¹,边加热边搅拌一段时间,待 RDX 在水中分散均匀,再缓慢滴加事先溶解在乙酸乙酯中的粘结剂溶液,待滴加完全后恒温搅拌一段时间,颗粒逐渐成型,然后缓慢

升温至 80 °C, 驱除乙酸乙酯溶剂, 待溶剂完全挥发干净, 再加入称量的钝感剂, 继续搅拌 15 min, 待颗粒完全成型, 过滤, 真空烘箱 60 °C 下干燥, 最终得到 RDX 基 PBX 的造型粉样品, 用于机械感度测试。然后将制备的 PBX 造型粉压制成 $\Phi 20$ mm \times 20 mm 和 $\Phi 20$ mm \times 30 mm 规格的药柱, 用于力学性能和爆速测试。

表 1 含不同微纳米 RDX 颗粒级配的 PBXs 配方

Table 1 Formulations of PBX with different micrometer/nano-RDXs particle gradations %

sample	micrometer RDX	nanometer RDX
JH-1	100	0
JH-2	95	5
JH-3	90	10
JH-4	80	20

2.2 试验方法

撞击感度试验参照 GJB772A-1997 方法 601.1 “爆炸概率”法。WL-1 型撞击感度测试仪, 测试温度为 (20 ± 2) °C, 相对湿度为 (60 ± 5) %, 落锤质量为 10 kg, 落高为 25 cm, 每发药量为 (50 ± 1) mg, 每组试样 25 发, 计算其爆炸百分数。

摩擦感度试验参照 GJB772A-1997 方法 602.1 “爆炸概率法”。BM-B 型摩擦感度仪, 测试摆角 (90 ± 1) °, 压强为 3.92 MPa, 测试温度为 (20 ± 2) °C, 相对湿度为 (60 ± 5) %, 每发药量为 (20 ± 1) mg, 试验 25 发, 计算其爆炸百分数。

抗压强度试验参照 GJB772A-1997 方法 416.1 “压缩法”。CMT450R 型微机控制电子万能试验机, 试验速度为 $10 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$, 试验温度为 (20 ± 5) °C, 被测药柱尺寸为 $\Phi 20$ mm \times 20 mm。

抗剪强度试验参照 GJB 772A-1997 方法 415.1 “双剪法”。CMT450R 型微机控制电子万能试验机, 试验机十字头移动速度为 10-11 mm/min, 试验温度为 (20 ± 5) °C, 被测药柱尺寸为 $\Phi 20$ mm \times 30 mm。

抗拉强度试验参照 GJB 772A-1997 方法 413.1 “直拉法”。CMT450R 型微机控制电子万能试验机, 试验速度为 (5.00 ± 0.05) mm/min, 试验温度为 (20 ± 5) °C, 被测药柱尺寸为 $\Phi 20$ mm \times 20 mm。

爆速测试参照 GJB 772A-1997 方法 702.1 “电测法”, 被测药柱尺寸为 $\Phi 20$ mm \times 20 mm, 传爆药柱为 90% TMD 聚黑-14 药柱, 探针为 $\Phi 0.1$ mm 漆包铜线。

3 结果与讨论

3.1 微纳米 RDX 级配对造型粉形貌影响

光学显微镜拍摄的在纳微米 RDX 颗粒不同级配下制备的 PBX 造型粉外观形貌如图 1 所示。

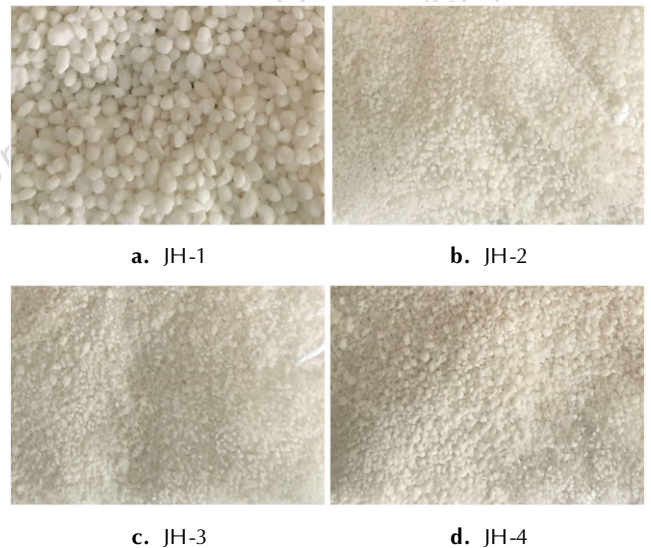


图 1 微/纳米 RDX 不同颗粒级配下制备的 PBXs 表现形貌图
Fig. 1 Apparent morphology images of PBXs prepared with different nano-/micrometer RDX particle gradations

由图 1 可知, 只含原料微米级 RDX 的造型粉 (图 1a) 颗粒较大, 且形状不规则; 而含纳米 RDX 的 PBX 造型粉 (图 1b, 图 1c, 图 1d) 颗粒偏小, 形状规则, 呈类球形。这是因为粘接剂包覆 RDX 时, 首先先包覆一颗或多颗 RDX 颗粒, 然后这些包覆后的颗粒再聚集形成大颗粒, 形成宏观看到的造型粉。只采用粗颗粒 RDX 时, RDX 颗粒较大, 形状不规则, 粘接剂包覆在粗颗粒 RDX 表面形成的造型粉颗粒较大且不规则; 而采用微纳米级配时, 包覆后的纳米 RDX 会聚集在包覆后的粗颗粒 RDX 表面, 宏观上表现为造型粉粒度较小, 形状较规则^[25]。

3.2 PBX 造型粉组分分析

根据 GJB772A-1997 溶剂萃取法, 分别测试了 4 种样品各组分的含量, 结果见表 2。

从表 2 中可以看出, 含不同配比纳微米 RDX 的 PBX 各组分含量与已知所用配方的各组分比例基本一致, 且粒度, 大小均在要求的 40 ~ 4 目, 合格率基本达到 100%, 表明在传统 PBX 混合炸药体系中加入纳米 RDX 之后, 粘结剂和钝感剂均能均匀有效地包覆在纳米 RDX 表面, 纳米 RDX 无流失现象出现, 产品的成型

性不受影响,确保了产品质量的稳定性。

表 2 含不同微纳米 RDX 颗粒级配的 PBX 组分含量

Table 2 Component contents of PBX with different micrometer/nano-RDX particle gradations %

sample	RDX	binder	desensitizer	40-4 mesh sieve
JH-1	94.4	5.1	0.5	99.0
JH-2	94.4	5.0	0.6	99.0
JH-3	94.5	5.0	0.5	99.0
JH-4	94.6	4.9	0.5	100.0

3.3 机械感度

参照 GJB772A-1997 方法 601.1“爆炸概率”法和 602.1“爆炸概率法”,测试 4 种样品的撞击感度和摩擦感度,结果见表 3。

表 3 含不同微纳米 RDX 颗粒级配的 PBXs 的机械感度

Table 3 Mechanical sensitivity of PBXs with different micrometer/nano-RDX particle gradations

sample	impact sensitivity/%	friction sensitivity/%
JH-1	44	24
JH-2	12	4
JH-3	20	8
JH-4	40	20

由表 3 可看出,纳米 RDX 添加到传统 PBX 中可以有效降低其撞击感度和摩擦感度,其中以 JH-2 配方的纳米 RDX 基 PBX 降感效果最佳,撞击感度降低了 72.7%,摩擦感度降低了 83.3%,然后随着纳米 RDX 含量的增加,感度降低趋势减缓。这主要是因为纳米 RDX 粒度小,形状规则,易于填充在粗 RDX 颗粒间的缝隙中,在撞击、摩擦作用下形成热点几率小,机械感度降低;而纳米 RDX 易于团聚,随着纳米含量增加,在水溶液中部分团聚,成无规则大颗粒,热点形成概率提高,导致 PBX 感度降幅减小。

3.4 力学性能

参照 GJB772A-1997 方法 416.1“压缩法”、415.1“双剪法”和 413.1“直拉法”,测试 4 种样品抗压、抗拉、抗剪强度测试,结果见表 4。

由表 4 可看出,纳米 RDX 与普通微米级 RDX 级配后制备的 PBX 力学性能明显有所提高,且以 JH-2 配方的 PBX 的力学性能最佳,与不含纳米 RDX 的 PBX (JH-1)相比,抗压强度提高了 18.0%,抗拉强度提高了 16.7%,抗剪强度提高了 11.4%。这是因为在使用传统微米级 RDX 制备 PBX 混合炸药时,RDX

粗颗粒结构无规则,呈棱角分明的多面体结构,形成的造型粉颗粒大小不均,形状不一,在压装成型时 PBX 体系内部容易产生孔隙,缺陷等,受到外力作用时在有孔隙、缺陷处容易塌陷,破裂等,导致力学性能变差。而加入纳米 RDX 后制备的造型粉粒径较小,结构规则,呈类球形,压装成型时容易填充于颗粒间形成的孔隙中,提高了 PBX 体系的密实性,减少缺陷的形成,从而使得压装药柱的力学性能得到增强。

表 4 含不同微纳米 RDX 颗粒级配的 PBXs 的力学性能

Table 4 Mechanical properties of PBXs with different micrometer/nano-RDX particle gradations MPa

sample	compression strength	tensile strength	shear strength
JH-1	5.55	0.66	1.76
JH-2	6.57	0.77	1.96
JH-3	6.38	0.67	1.76
JH-4	6.02	0.64	1.79

3.5 爆炸性能

测试 4 种药柱的装药密度及爆速,结果见表 5。

表 5 含不同微纳米 RDX 颗粒级配的 PBXs 的爆速

Table 5 Detonation velocity of PBXs with different micrometer/nano-RDX particle gradations

sample	detonation velocity / $m \cdot s^{-1}$	density / $g \cdot cm^{-3}$
JH-1	8033	1.691
JH-2	8186	1.698
JH-3	8178	1.698
JH-4	8131	1.698

参照 GJB 772A-1997 方法 702.1“电测法测试 4 种 PBX 的爆速,由表 5 可见,纳米 RDX 与普通微米级 RDX 级配后制备的 PBX 药柱密度和爆速均有所提高,尤其以 JH-2 的效果最好,与不含纳米 RDX 的 PBX (JH-1)相比,JH-2 爆速增加了 $153 m \cdot s^{-1}$,药柱密度提高了 0.4%。这主要是因为对 RDX 进行粒度级配后,纳米 RDX 颗粒可以有效填充于大颗粒之间,使得炸药颗粒间排列紧密,宏观上表现为 PBX 体系的装填密度有所增加,另外由于纳米 RDX 本身具有的表面效应、小尺寸效应等特性,反应速率提高,可以有效提高炸药体系的能量释放性,改善混合炸药的爆轰性能。

4 结论

(1) 用溶液-水悬浮法成功制备出含不同微纳米

RDX 颗粒级配的 PBX, 其表面光滑, 结构规则, 形状呈类球形, 粘结剂和钝感剂在体系中分散均匀, 纳米 RDX 不易流失, 产品成型性良好。

(2) 与普通微米 RDX 基 PBX 相比, 加入纳米 RDX 后的 PBX 性能更好, 以微纳米 RDX 颗粒级配为 95/5 时最优, 撞击感度降低了 72.7%, 摩擦感度降低了 83.3%; 抗压强度提高了 18.0%, 抗拉强度提高了 16.7%, 抗剪强度提高了 11.4%; 爆速增加了 $153 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, 药柱密度提高了 0.4%。

(3) 研究表明, PBX 中加入纳米 RDX 后能有效降低体系机械感度, 提高其力学性能及爆炸性能, 这可为 PBX 中主体炸药粒度级配选择提供数据支持, 同时为纳米化硝酸炸药在混合炸药中规模化应用奠定基础。

参考文献:

- [1] Yan Qi-Long, Zeman Svatopluk, Elbeih Ahmed. Recent advances in thermal analysis and stability evaluation of insensitive plastic bonded explosives (PBXs) [J]. *Thermochimica Acta*, 2012, 537: 1–12.
- [2] Mounir Jaidann, Hakima Abou-Rachid, Xavier Lafleur-Lambert, et al. Atomistic studies of RDX and FOX-7-based plastic-bonded explosives: molecular dynamics simulation [J]. *Procedia Computer Science*, 2011, 4: 1177–1185.
- [3] Adapaka S Kumar, Vepakomma B Rao, Rabindra K Sinha, et al. Evaluation of plastic bonded explosive (PBX) formulations based on RDX, aluminum, and HTPB for underwater applications [J]. *Propellants, Explosives, Pyrotechnics*, 2010, 35(4): 359–364.
- [4] 刘玉存, 王作山, 柴涛, 等. HMX 粒度及其级配对塑料粘结炸药冲击波感度和爆炸输出能量的影响 [J]. *兵工学报*, 2000, 21(4): 357–360.
LIU Yu-cun, WANG Zuo-shan, CHAI Tao, et al. Influence of HMX particle size and gradation on the shock sensitivity and output of a PBX explosive [J]. *Acta Armamentarii*, 2000, 21(4): 357–360.
- [5] 唐明峰, 蓝林钢, 李明, 等. 以 RDX 为基的浇 PBX 力学性能与本构模型 [J]. *含能材料*, 2014, 22(2): 215–220.
TANG Ming-feng, LAN Lin-gang, LI Ming, et al. Mechanical properties and constitutive models of RDX based cast PBX [J]. *Chinese Journal of Energetic Materials (Hanneng Cailiao)*, 2014, 22(2): 215–220.
- [6] 刘杰, 姜伟, 李凤生, 等. 纳米级奥克托今的制备及性能研究 [J]. *兵工学报*, 2013, 34(2): 174–180.
LIU Jie, JIANG Wei, LI Feng-sheng, et al. Preparation and study of nano octahydro-1, 3, 5, 7-tetranitro-1, 3, 5, 7-tetrazocine [J]. *Acta Armamentarii*, 2013, 34(2): 174–180.
- [7] Song Xiao-lan, Wang Yi, An Chong-wei, et al. Dependence of particle morphology and size on the mechanical sensitivity and thermal stability of octahydro-1, 3, 5, 7-tetranitro-1, 3, 5, 7-tetrazocine [J]. *Journal of Hazardous Materials*, 2008, 159(2–3): 222–229.
- [8] 莫红军, 赵凤起. 纳米含能材料的概念与实践 [J]. *火炸药学报*, 2005, 28(3): 79–82.
- [9] MO Hong-jun, ZHAO Feng-qi. The concept and practice of energetic nano materials [J]. *Chinese Journal of Explosives and Propellants*, 2005, 28(3): 79–82.
- [9] 王昕. 纳米含能材料研究进展 [J]. *火炸药学报*, 2006, 29(2): 29–32.
- WANG Xin. Advance in Nanometric Ingredients and nanocomposites of energetic materials [J]. *Chinese Journal of Explosives and Propellants*, 2006, 29(2): 29–32.
- [10] 丁黎, 郑朝民, 梁忆, 等. RDX 基浇铸 PBX 的老化性能 [J]. *含能材料*, 2015, 23(2): 156–162.
DING Li, ZHANG Chao-min, LIANG Yi, et al. Aging Properties of Casted RDX-based PBX [J]. *Chinese Journal of Energetic Materials (Hanneng Cailiao)*, 2015, 23(2): 156–162.
- [11] 代晓淦, 钟敏, 邓川, 等. PBX 炸药药片的摩擦感度响应特性 [J]. *含能材料*, 2015, 23(10): 994–998.
DAI Xiao-gan, ZHONG Min, DENG Chuan, et al. Reaction characteristics of PBX tablet in friction sensitivity test [J]. *Chinese Journal of Energetic Materials (Hanneng Cailiao)*, 2015, 23(10): 994–998.
- [12] 王保国, 张景林, 陈亚芳, 等. HMX/TATB 基高聚物粘结传爆药的研究 [J]. *含能材料*, 2007, 15(1): 9–11.
WANG Bao-guo, ZHANG Jing-lin, CHEN Ya-fang, et al. PBX booster explosive based on HMX/TATB [J]. *Chinese Journal of Energetic Materials (Hanneng Cailiao)*, 2007, 15(1): 9–11.
- [13] 高元元, 朱顺官, 陈鹏源. NTO 包覆 HMX 的钝感研究 [J]. *火炸药学报*, 2014, 37(1): 61–65.
GAO Yuan-yuan, ZHU Shun-guan, CHEN Peng-yuan. Research on insensitivity of HMX coated with NTO [J]. *Chinese Journal of Explosives and Propellants*, 2014, 37(1): 61–65.
- [14] 梁华琼, 雍炼, 唐常良, 等. RDX 为基的 PBX 炸药压制过程损伤形成研究 [J]. *含能材料*, 2009, 17(6): 713–716.
LIANG Hua-qiong, YONG Lian, TANG Chang-liang, et al. Pressing damage of RDX-based polymer bonded explosive [J]. *Chinese Journal of Energetic Materials (Hanneng Cailiao)*, 2009, 17(6): 713–716.
- [15] 宋小兰, 安崇伟, 郭效德, 等. 制备工艺对 HMX 机械感和热分解特性的影响 [J]. *含能材料*, 2008, 16(6): 698–702.
SONG Xiao-lan, AN Chong-wei, GUO Xiao-de, et al. Effect of preparation methods on mechanical sensitivity and thermal decomposition of HMX [J]. *Chinese Journal of Energetic Materials (Hanneng Cailiao)*, 2008, 16(6): 698–702.
- [16] 耿孝恒, 王晶禹, 张景林. 不同粒度 HMX 的重结晶制备和机械感度研究 [J]. *山西化工*, 2009, 29(3): 22–24.
GENG Xiao-heng, WANG Jing-yu, ZHANG Jing-lin. Recrystallization preparation of different granularity HMX and study on the mechanical sensitivity [J]. *SHANXI Chemical Industry*, 2009, 29(3): 22–24.
- [17] 王江, 李小东, 王晶禹, 安崇伟. 喷雾干燥法中溶剂对 RDX 颗粒形貌和性能的影响 [J]. *含能材料*, 2015, 23(3): 238–242.
WANG Jiang, LI Xiao-dong, WANG Jing-yu, AN Chong-wei. Effect of solvent on the morphology and properties of RDX prepared by the spray drying method [J]. *Chinese Journal of Energetic Materials (Hanneng Cailiao)*, 2015, 23(3): 238–242.
- [18] 杨斌林, 陈荣义, 曹晓宏. RDX 炸药粒度对其爆轰性能的影响 [J]. *火工品*, 2004(3): 50–53.
YANG Bin-lin, CHEN Rong-yi, CAO Xiao-hong. Influence of particle size of RDX on the detonation properties [J]. *Initiators & Pyrotechnics*, 2004(3): 50–53.
- [19] 陈厚和, 孟庆刚, 曹虎, 等. 纳米 RDX 粉体的制备与撞击感度

- [J]. 爆炸与冲击, 2004, 24(4): 382-384.
- CHEN Hou-he, MENG Qing-gang, CAO Hu, et al. Preparation and impact sensitivity of nanometer explosive powder of RDX [J]. *Explosion and Shock Waves*, 2004, 24(4): 382-384.
- [20] 杨光成, 聂福德. 超细 HMX 的制备与表征研究[J]. 含能材料, 2004, 12(6): 350-352.
- YANG Guang-cheng, NIE Fu-de. Preparation and characterization of ultrafine HMX particles[J]. *Chinese Journal of Energetic Materials(Hanneng Cailiao)*, 2004, 12(6): 350-352.
- [21] Stepanov V, Anglade V, Balas Hummers W A, et al. Production and sensitivity evaluation of nanocrystalline RDX-based explosive compositions[J]. *Propellants, Explosives, Pyrotechnics*, 2011, 36(36): 240-246.
- [22] 刘杰, 王龙祥, 李青, 等. 钝感纳米 RDX 的制备与表征[J]. 火炸药学报, 2012, 35(6): 46-50.
- LIU Jie, WANG Long-xiang, LI Qing, et al. Preparation and characterization of insensitive nano RDX[J]. *Chinese Journal of Explosives and Propellants*, 2012, 35(6): 46-50.
- [23] 王龙祥, 刘杰, 曾江保, 等. 纳米 RDX 的热性能及感度研究[J]. 爆破器材, 2013(6): 14-18.
- WANG Long-xiang, LIU Jie, ZENG Jiang-bao, et al. Study on thermal properties and sensitivities of nano material RDX[J]. *Explosive Materials*, 2013(6): 14-18.
- [24] 孙业斌, 惠君明, 曹欣茂. 军用混合炸药[M]. 北京: 兵器工业出版社, 1995.
- [25] 刘杰. 具有降感特性纳米硝胺炸药的可控制备及应用基础研究[D]. 南京: 南京理工大学, 2015.
- LIU Jie. Controlled preparation of lower sensitivity characterized nanometer Nitramin explosives and their applying basic research [D]. Nanjing: Nanjing University of Science & Technology, 2015.

Effects of Nano-/micrometer RDX Particle Gradation on the Property of PBX

XIAO Lei¹, LIU Jie¹, HAO Ga-zi¹, KE Xiang¹, GAO Han¹, RONG Yuan-bo¹, LIU Qiao-e², JIANG Wei¹

(1. National Special Superfine Powder Engineering Research Center, Nanjing University of Science and Technology, Nanjing 210094, China; 2. Research Institute, Gansu Yinguang Chemical Industry Group Co., Ltd., Baiyin 730900, China)

Abstract: To improve the mechanical properties and decrease the mechanical sensitivities of polymer bonded explosives (PBXs), PBXs with 100/0, 95/5, 90/10, 80/20-micrometer/nano- RDX particle gradations were prepared by the solution-water slurry method. Their apparent morphologies were observed with an optical microscope and the mechanical sensitivities, mechanical properties and detonation velocities etc. performances were measured. Results show that the molding powder particles of PBXs with micrometer/nano- RDX particle gradations are smaller and the samples reveal in ball-like particles with regular morphology. PBX prepared with 5% nano-RDX and 95% micrometer-RDX has the best properties, compared with micrometer-RDX based PBX, and the impact sensitivity of PBX with 5% nano-RDX and 95% micrometer-RDX decreases from 44% to 12%, friction sensitivity decreases from 24% to 4%, compression strength increases from 5.55 MPa to 6.57 MPa, tensile strength increases from 0.66 MPa to 0.77 MPa, shear strength enhances from 1.76 MPa to 1.96 MPa, and detonation velocity increases from 8033 m · s⁻¹ to 8186 m · s⁻¹.

Key words: polymer bonded explosive (PBX); nano-RDX; gradation; mechanical sensitivity; mechanical property; detonation velocity

CLC number: TJ55

Document code: A

DOI: 10.11943/j.issn.1006-9941.2016.12.011