

文章编号: 1006-9941(2001)02-0070-03

含 NTO 的 TNT 基熔铸炸药研究

熊贤锋, 王晓峰, 王亲会

(西安近代化学研究所, 陕西 西安 710065)

摘要: 研究了两种含 NTO 的炸药配方 40NTO/60TNT 和 25RDX/25NTO/50TNT 的主要性能及低易损性。结果表明, 与梯黑炸药相比, 含 NTO 的 TNT 基熔铸炸药, 具有较好的强度和低易损性能。

关键词: 3-硝基-1,2,4-三唑-5-酮(NTO); 熔铸炸药; 低易损性; 性能

中图分类号: TQ560.1

文献标识码: A

1 引言

NTO 是一种新的低感度高能炸药, 据资料^[1-3]报导, 它的爆轰能量接近于黑索今(RDX), 但感度近似于三氨基三硝基苯(TATB)(见表1), 毒性小、原材料价廉易得, 容易制备, 与其它材料相容性较好, 故在不敏感熔铸炸药研究中, 可用 NTO 全部或部分取代梯黑炸药中的 RDX。80 年代中期, 法国首先研制了含 NTO 的系列高能不敏感炸药配方如 B2214、B2248 等^[4,5]; 美国洛斯阿拉莫斯实验室研制的含 NTO 铸装炸药 AFX-645 已用于 MK-82 航弹及 FMU-139 炮弹^[6]中。本课题组研究了两种含 NTO 的熔铸炸药配方(40NTO/60TNT 和 25RDX/25NTO/50TNT) 的主要性能, 并对其安全性做了初步评估试验。

表 1 NTO 的主要性能^[7,8]

Table 1 Main properties of NTO

炸药	理论密度/ g · cm ⁻³	爆压(BKW)/ GPa	理论爆速/ m · s ⁻¹	感度 H ₅₀ / cm
NTO	1.93	34.90	8670	293
TATB	1.94	29.70	7950	>320
RDX	1.806	34.80	8800	41

2 含 NTO 的熔铸炸药的性能

以常用的梯黑炸药为参比样品, 对 40NTO/60TNT 和 25RDX/25NTO/50TNT 两个配方的若干性能作了试验研究。

收稿日期: 2000-01-24; 修回日期: 2000-08-31

作者简介: 熊贤锋(1968-), 男, 工程师, 主要从事混合炸药及战斗部装药工艺研究。

相容性试验采用 GJB772.205-89 中火炸药真空安定性试验方法, 药浆流出粘度试验采用美军标 MIL-STD-605 方法 212.1, 试验条件为(85 ± 0.5) °C, 测定流出一定体积药浆所需的时间(t), 结果列于表 2。力学性能、爆轰性能试验结果见表 3。

3 低易损性试验研究

(1) 冲击波感度试验(a)试验方法: 将主发药柱、隔板、被发药柱、垫圈、见证板按图 1 组装好后, 插上雷管起爆, 若见证板上冲压出一个明显凹痕, 则认为被发药柱发生了爆轰, 否则为未爆轰。改变隔板厚度, 用升降法(上下法)求得被测样品产生 50% 概率爆轰的隔板厚度, 即临界隔板厚度 G₅₀(mm), 以此来表示受试炸药的冲击波感度。(b) 试验条件: 被测药柱规格为 Ø38 mm × 150 mm, 主发药柱为 A-IX-I 压制, 规格为 Ø40 mm × 30 mm, 隔板为 LY-12 型合金铝, 见证板和砧板均为 A₃ 钢板。试验结果见表 4。

表 2 物化性能试验结果

Table 2 Physical and chemical properties of the different compositions

配方组成(Wt)/ %	放气量 ¹⁾ / ml · g ⁻¹	放气量 ²⁾ / ml · g ⁻¹	t/s
50RDX/50TNT	0.04	0.2	2.1
40NTO/60TNT	0.08, -0.10	0.3	2.3
25RDX/25NTO/50TNT	0.07	-0.1	2.8
40RDX/60TNT	0.08	-0.4	2.9

注: 1) 真空安定性试验结果, 试验条件为(100.0 ± 0.5) °C, 48 h, 评定标准为放气量 < 2 ml · g⁻¹; 2) 相容性试验结果, 试验条件为(100.0 ± 0.5) °C, 40 h, 评定标准为放气量 < 3 ml · g⁻¹。

表 3 力学性能及爆炸性能试验结果

Table 3 Mechanics and detonation performance of the different compositions

配方组成 (Wt)/%	抗压强度 ¹⁾ /MPa	摩擦感度 ²⁾ /%	撞击感度 ³⁾ /%	实测爆速 ⁴⁾ /m·s ⁻¹	计算爆速 (BKW)/m·s ⁻¹
50RDX/50TNT	10.7(1.668) ⁵⁾	36	50	7400(1.680)	7759(1.680)
40NTO/60TNT	26.2(1.650)	8	8	7380(1.666)	7418(1.666)
25RDX/25NTO/50TNT	15.5(1.712)	12	16	7454(1.709)	7662(1.709)
40RDX/60TNT	9.80(1.651)	3	40	7320(1.668)	7330(1.668)

注：1) 样品规格为 $\varnothing 25 \text{ mm} \times 25 \text{ mm}$ ，常温 (29 $^{\circ}\text{C}$) 下的测量值；2) 摩擦感度试验采用 GJB772A - 97 方法 602.1；3) 撞击感度试验采用 GJB772A - 97 方法 601.1，用爆炸概率表示；4) 爆速测试用电测法，样品规格为 $\varnothing 38 \text{ mm} \times 150 \text{ mm}$ ；5) 括号内数据为密度，单位为 $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。

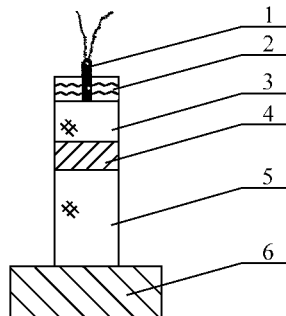


图 1 冲击波感度试验装置示意图

1—电雷管，2—木圈，3—主发药柱，
4—铝隔板，5—被测药柱，6—见证板

Fig.1 Assembly sketch of shock sensitivity test

1—primer, 2—wooden-ring, 3—prime charge, 4—aluminium-board,
5—detected-charge, 6—provable board

表 4 冲击波感度试验结果

Table 4 Shock sensitivity tests of the different compositions

配方组成 (Wt)/%	G_{50} /mm
50RDX ¹⁾ /50TNT	30.5 ~ 33.5
40NTO/60TNT	18.95
25RDX ¹⁾ /25NTO/50TNT	29.24
40RDX ²⁾ /60TNT	28.95

注：1) 粗 RDX，粒度 120 μm ；2) 细 RDX，粒度 25 μm 。

(2) 火焰快速烤燃试验 (a) 试验方法：试验装置示意图见图 2。把准备好的木条用煤油浸湿后分层平放在烤燃架炉条上，将装好试样的模拟弹用铁丝捆紧悬挂在烤燃铁架的横梁上，同时在烤燃架的左、右、后三个方向距模拟弹 1 m 处分别树立见证板，点火后，测定从火焰源点火到被测样品产生爆炸的时间间隔，即烤燃时间，可从事先已测定好的火焰源的火焰温度 - 时间曲线上估算相应的烤燃温度，根据模拟弹壳的破坏情况来判断被测样品的烤燃反应类型。(b) 实验

条件：浸过煤油的木条为 20 mm \times 20 mm \times 400 mm 和 20 mm \times 20 mm \times 500 mm 各 40 根，分 8 层排列在支架下部，最顶一层距样品模拟弹下部 340 mm，被测炸药浇铸在模拟弹壳内，药量 300 g，模拟弹壳采用 45# 钢管加工，其两端用带螺纹的盖子密封，见证板用铝板 (GB3194) 加工而成，尺寸为 1 200 mm \times 1 000 mm \times 20 mm。试验结果为 3 发试验平均值，见表 5。

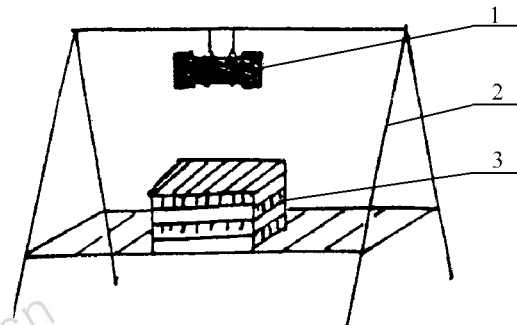


图 2 火焰快速烤燃试验装置示意图

1—模拟弹，2—钢支架，3—浸油木条

Fig.2 Assembly sketch of fuel fire test

1—model bomb, 2—steel-shelf, 3—oiled-wood chip

表 5 火焰快速烤燃试验结果

Table 5 Results of fast fuel fire tests of the different compositions

配方组成 (Wt)/%	烤燃时间/s	烤燃温度/ $^{\circ}\text{C}$	结果
40NTO/60TNT	130	890	燃烧，端盖脱落
25RDX ¹⁾ /25NTO/50TNT	150	900	爆燃，弹壳破裂
40RDX ²⁾ /60TNT	145	900	爆轰
60RDX ¹⁾ /40TNT	120	880	剧烈爆轰

注：1) 粗 RDX，粒度 120 μm ；2) 细 RDX，粒度 25 μm 。

(3) 子弹撞击试验 (a) 试验方法：参照 GJB772A - 97 方法 603.2 (枪击感度 12.7 mm 机枪法)，但试验

条件不同。观察枪击后模拟弹壳的破坏情况,以此来比较炸药对子弹撞击的易损性。(b) 试验条件:采用54式12.7 mm机枪,距离70 m,子弹撞击速度为 $1\ 000\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$,试验样品为 $\varnothing 68\ \text{mm} \times 108\ \text{mm}$ 圆柱形钢壳(45#钢)模拟弹丸,壁厚4 mm,两端盖由10 mm长的M2螺纹与本体连接,前端盖厚为5 mm,后端盖厚为3 mm,试验结果见表6。

表6 子弹撞击试验结果
Table 6 Results of bullet impact test
of the different compositions

配方组成(Wt)/%	试验发数	结果
40NTO/60TNT	3	燃烧,两端盖脱落
25RDX ¹⁾ /25NTO/50TNT	3	燃烧,弹壳破裂
40RDX ²⁾ /60TNT	2	燃烧,弹壳碎裂
60RDX ¹⁾ /40TNT	2	剧烈爆轰

注:1)粗RDX,粒度 $120\ \mu\text{m}$;2)细RDX,粒度 $25\ \mu\text{m}$ 。

4 结论

(1) 含NTO的TNT基熔铸炸药配方40NTO/60TNT和25RDX/25NTO/50TNT,其物化性能与梯黑炸药相当,爆速与50RDX/50TNT接近,但感度低于梯黑炸药,抗压强度也比梯黑炸药高。

(2) 熔铸炸药40NTO/60TNT和25RDX/25NTO/50TNT遭受火焰快速烤燃时不爆轰,对子弹撞击只燃烧不爆轰,冲击波感度较50RDX/50TNT低。

(3) 从表4、5、6的结果还可看出,在梯黑炸药中,采用细颗粒($25\ \mu\text{m}$)取代粗颗粒($120\ \mu\text{m}$)的RDX也能有效降低配方的易损性能。

参考文献:

- [1] Lee K Y. 3-Nitro-1,2,4-triazole-5-one, a less sensitive [P]. USA Patent NO. 4733810, March 1988.
- [2] Lee K Y. 3-Nitro-1,2,4-triazole-5-one, a less sensitive [J]. Journal of Energetic Materials, 1990(5): 27-33.
- [3] Ruth M Doherty, Simpson Randall L. A comparative evaluation of several insensitive high explosives [A]. The 28th International Annual Conference of ICT [C], paper 32, 1977.
- [4] Becuwe A, Delclos A. Low sensitivity explosive compounds for low vulnerability warheads [J]. Propellants, Explosives, Pyrotechnics, 1993, 18: 1-10.
- [5] 刑浴仁,赵凤起,王晓峰. 火炸药技术现状与发展. 中国北方化学工业总公司, 1995.
- [6] Mr John. Fuzed Insensitive General Purpose Bomb Containing AFX - 644 [A]. The 27th International Annual Conference of ICT [C], March 21 ~ 24, paper 120, 1974.
- [7] 孙业斌,惠君明. 军用混合炸药[M]. 北京:兵器工业出版社, 1995.
- [8] 胡雅达. 不敏感高级炸药(IHE)的研制——NTO炸药及其配方的制备与性能[J]. 火炸药学报, 1990(6): 3-20.

A Research on the TNT-based Castable Explosives Containing NTO

XIONG Xian-feng, WANG Xiao-feng, WANG Qin-hui

(Xi'an Modern Chemistry Research Institute, Xi'an 710065, China)

Abstract: The main properties and low vulnerability tests of 40NTO/60TNT and 25RDX/25NTO/50TNT formulations are researched. The incorporation of NTO in TNT-fillings shows a significant on low vulnerability and mechanical properties.

Key words: 3-nitro-1,2,4-triazole-5-one(NTO); cast explosive; low vulnerability; property