

CL-20 的降感包覆研究

尚凤琴¹, 金韶华², 王霞¹, 李金鑫¹,
王小军¹, 代元权¹, 马骁¹, 刘文斌¹

(1. 甘肃银光化学工业集团研究所, 甘肃 白银 730900; 2. 北京理工大学 材料学院, 北京 100000)

摘要:采用溶液-水悬浮-蒸馏法制备出以 CL-20 为基的混合炸药, 并以红外光谱表征 CL-20 在制备体系中的晶型, 测试了 CL-20 混合炸药的感度性能和爆速; 结果表明: 在制备体系中 CL-20 未发生晶型变化, 混合炸药撞击感度为 24%, 摩擦感度为 18%, 爆速为 9 100 m/s。

关键词:混合炸药; CL-20; 包覆; 感度

本文引用格式:尚凤琴, 金韶华, 王霞, 等. CL-20 的降感包覆研究[J]. 四川兵工学报, 2015(1): 25-27.

Citation format: SHANG Feng-qin, JIN Shao-hua, WANG Xia, et al. Research of Reduced Sensitivity with Coated CL-20 [J]. Journal of Sichuan Ordnance, 2015(1): 25-27.

中图分类号: TJ55

文献标识码: A

文章编号: 1006-0707(2015)01-0025-03

Research of Reduced Sensitivity with Coated CL-20

SHANG Feng-qin¹, JIN Shao-hua², WANG Xia¹, LI Jin-xin¹, WANG Xiao-jun¹,
DAI Yuan-quan¹, MA Xiao¹, LIU Wen-bin¹

(1. Research Institute of Gansu Yinguang Chemical Industry Group, Baiyin 730900, China;

2. School of Materials, Beijing Institute of Technology, Beijing 100000, China)

Abstract: The mixed explosive based on CL-20 was prepared with the solution--water suspension--distillation method, and the crystal form in the preparation of the system was characterized by IR. The mixed sensitivity performance and the detonation velocity of CL-20 mixed explosive were tested. The results show that CL-20 does not have polymorph change in the preparation system, and the impact sensitivity of mixed explosive is 24%, and the friction sensitivity is 18%, and detonation velocity is 9 100 m/s.

Key words: mixed explosive; CL-20; coated; sensitivity

CL-20 是 HMX 之后的新一代单质炸药, 具有高爆速、高爆压、高爆热的特点^[1,2]。CL-20 一经出现, 就成为火炸药各领域的研究热点。CL-20 应用于各类火炸药产品(少数火炸药产品除外), 都可能提高相关武器装备的技战术指标。推动 CL-20 的广泛应用, 是研制新型武器装备和现役武器装备更新换代的重要技术途径。CL-20 的理论爆速达到 9 550 m/s, 是迄今所知具有应用价值的爆速最高的单质炸药, 比 HMX 的爆速(9 100 m/s) 高约 5%^[3-5]。有关研究表明: ε -CL-20 的爆热比 HMX 高 9.57%, 达到 6 090 J/g (HMX 爆热为 5 558 J/g)^[6,7]。但 CL-20 自身的感度较高, 未经高品质化与表观形貌修饰 CL-20 的撞击感度高于 HMX, 与 PETN 相

当^[8]; 经高品质化和表观形貌修饰 CL-20 的感度与普通 HMX 相当或略低于普通 HMX^[9]。因此, CL-20 作为一高能量的含能材料不能直接应用, 需用适当的材料对其进行包覆降感。本文主要介绍用一种粘结剂氟橡胶对 CL-20 的降感包覆研究。

1 实验材料与过程

1.1 实验仪器与药品

药品: CL-20(自制)、氟橡胶(工业品)、乙酸乙酯(工业品)、复合钝感剂(工业品)、表面活性剂(工业)。

仪器: X-4 型数字显示显微熔点测试仪; FT-IR8400S 红外光谱仪 (KBr 压片); 数显恒温加热浴; 撞击感度仪; 摩擦感度仪; 爆速仪; JJ200 型电子天平。

1.2 实验过程

将 3.5 g 氟橡胶溶解在 50 L 的乙酸乙酯中; 在反应器中加入去离子水 300 mL、CL-20 原料 95g 和少量的水溶性表面活性剂, 搅拌约 20 ~ 30 min 使 CL-20 均匀分散开, 水浴加热使体系升温至 70℃, 加入溶解好的粘结剂, 搅拌 20 min 形成颗粒, 保温 30 min 后使体系自然冷却至 40℃, 过滤干燥后包覆 0.5 g 复合钝感剂即可得到产品。

2 结果与讨论

2.1 CL-20 在混合炸药制备体系的溶解度分析

资料及文献报道, CL-20 在乙酸乙酯及丙酮的溶解度较大, 并且在 60℃ 以上会发生晶型的转变, 本文在选用氟橡胶为粘结剂时, 乙酸乙酯作为溶剂。因此, 先进行 CL-20 在乙酸乙酯中的溶解度试验。同时, 根据包覆过程将乙酸乙酯稀释 10 倍进行溶解度试验。

表 1 25℃ 下 CL-20 在粘结剂体系溶剂中的溶解度

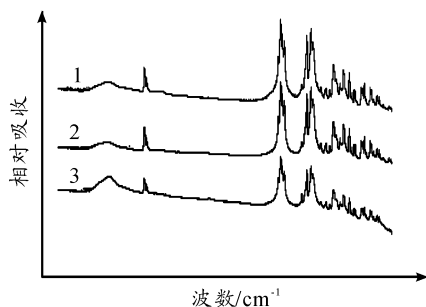
溶剂	溶解度/(g · (100 mL 溶剂) ⁻¹)	溶解度/(g · (100 mL 溶剂) ⁻¹) (稀释 10 倍)
乙酸乙酯	45.0	0.08

试验所用试样的 CL-20 的含量为 99.5%。

由表 1 看出, CL-20 在稀释 10 倍的溶剂中几乎不溶解。通常, 采用溶液-水悬浮法制备混合产品, 一般将溶剂会稀释在 10 倍以上, 并且有一定的温度限制。在我们设计的混合炸药制备体系中, CL-20 的溶解度几乎没有影响。

2.2 CL-20 在混合炸药制备过程中的晶型试验分析

通过红外光谱对原料 CL-20、包覆后 CL-20、加热后包覆的 CL-20 进行晶型分析, 红外光谱如图 1 所示。



1. 原料 CL-20; 2. 包覆 CL-20; 3. 加热后的包覆 CL-20

图 1 CL-20 在不同条件下的图谱

从红外光谱图可以看出, 不同条件下的 CL-20 在指纹区和特征区的吸收峰一样, 说明不同条件下 CL-20 未发生晶型

转变, 所以选择的包覆体系过程中 CL-20 也不会发生晶型转变。

2.3 包覆钝感产品压制测试

对制备出的 CL-20 混合混合炸药进行机械压制性能测试。图 2 为混合炸药的产品外观, 为黑色颗粒, 图 3 为压制后的药柱, 从压制过程及药柱外观观测制备出的 CL-20 混合炸药压制成型性良好。



图 2 CL-20 混合炸药



图 3 CL-20 混合炸药药柱

2.4 爆炸性能测试

机械感度测试按 GJB772A—97 方法 601.1 撞击感度 爆炸概率法及 GJB772A—97 方法 602.1 摩擦感度 爆炸概率法分别测试包覆前后 CL-20 的撞击感度、摩擦感度。测试结果如表 1 所示。

表 1 包覆前后 CL-20 的机械感度

编号	样品名称	撞击感度/%	摩擦感度/%
1	CL-20	100	100
2	包覆样品	24	18

由表 1 可以看出, CL-20 用粘结剂包覆及复合钝感剂后, CL-20 的撞击感度降由 100% 降至 24%, 摩擦感度降由 100% 降至 18%, 粘结剂与复合钝感剂的双重作用, 使 CL-20 的感度大大降低, 提高了其使用安全性。

爆速测试按 GJB772A—97 方法 702.1 电测法测试爆速, 测试结果如表 2 所示。

CL-20 在经过包覆钝感处理后, 在降低其感度的前提下, 高爆速的优势得到了很好的发挥, 是迄今为止爆速最高的混合炸药。

表2 包覆前后 CL-20 的爆速

编号	样品名称	理论爆速/ ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)	实测爆速/ ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)
1	CL-20	9 550	/
2	包覆样品	9 218	9 100

3 结论

在本文选定的制备体系中,CL-20 的溶解度可以忽略,晶型不会发生转变。以氟橡胶为粘结剂,采用复合钝感剂能使 CL-20 混合炸药的撞击感度由 100% 降低到 24%,摩擦感度由 100% 降低到 18%,爆速可达 9 100 m/s。

参考文献:

- [1] 陈鲁英,杨培进,张林军,等. CL-20 炸药性能研究[J]. 火炸药学报,2003,26(3):65-67.
- [2] 金韶华,于昭兴,欧育湘,等. 六硝基六氮杂异伍兹烷包覆钝感的探索[J]. 含能材料,2004,12(3):147-150.

- [3] 廖肃然,罗运军,杨寅,等. 用支化水性聚氨酯包覆 HNIW 的研究[J]. 火炸药学报,2006,29(5):22-24.
- [4] 杨寅,罗运军,酒永斌,等. 热塑性聚氨酯弹性体包覆 CL-20 及对 NEPE 推进剂性能影响[J]. 固体火箭技术,2008,31(4):358-362.
- [6] 孟征,欧育湘,刘进全,等. 蜜胺甲醛树脂原位聚合法包覆六硝基六氮杂异伍兹烷[J]. 含能材料,2006,14(5):333-335.
- [7] 欧育湘,王才,潘泽林. 六硝基六氮杂异伍兹烷的感度[J]. 含能材料,1999,7(3):100-102.
- [8] 欧育湘. 高能量密度化合物研究进展[C]//未来 20 年火炸药技术发展战略研讨会论文集. 2001:4-6.
- [9] 刘海伦,孙晓乐,万力伦,等. CL-20 炸药包覆研究[C]//含能材料与钝感弹药技术学术研讨会论文集. 2010:114-118.
- [10] 王小军,尚凤琴,王霞,等. 1-甲基-4,5-二硝基咪唑包覆钝感 CL-20 研究[J]. 四川兵工学报,2013(5):120-122.

(责任编辑 周江川)

(上接第 20 页)

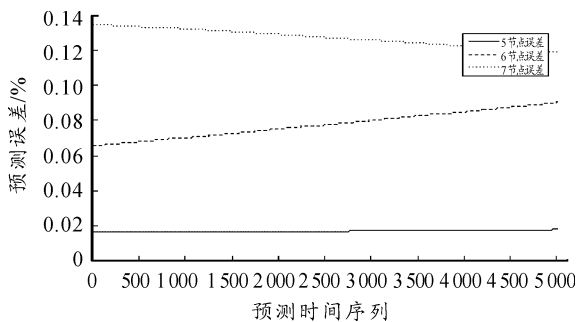


图 16 y 方向网络预测误差

3 结论

本文对不同神经网络在弹道预测中的应用进行了数值研究,得到以下主要结论:

- 使用神经网络进行弹道预测是可行的,而且具较高的计算精度。
- 自适应学习率算法能够在相同条件下使网络训练获得更高的预测精度,有较高的实用价值。
- Elman 网络相较于 BP 网络的预测能力更好,动态系统应利用动态网络建模以更好地反映系统内在规律。

以上研究结果为神经网络在弹道预测中的实际工程应用提供了理论基础。

参考文献:

- [1] 张成. 脉冲修正弹药射程预测控制方法[J]. 弹道学报, 2010,22(1):19-23.
- [2] 王中原,史金光,李铁鹏. 弹道修正中的控制算法[J]. 弹道学报,2011,23(2):19-21,27.
- [3] 张民权,刘东方,王冬梅,等. 弹道修正弹发展综述[J]. 兵工学报,2010,31(S2):127-130.
- [4] 史金光,徐明友,王中原,等. 卡尔曼滤波在弹道修正弹落点推算中的应用[J]. 弹道学报,2008,20(3):41-43.
- [5] 李飞飞,吕颖,南英. 炸弹弹道落点参数拟合算法[J]. 电光与控制,2013,20(9):84-87.
- [6] 陈映,文树梁,程臻. 一种基于多模型算法的纯弹道式弹道落点预报方法[J]. 宇航学报,2010,31(7):1825-1831.
- [7] 陈焱中,樊蓉,王冠男,等. TBM 末端机动弹道预测[J]. 电光与控制,2006,13(4):9-12.
- [8] Woosung Park, Chang-Kyung Ryoo, Byoung Soo Kim, et al. A New Practical Guidance Law for a Guided Projectile [C]//AIAA guidance, navigation, and control conference, 2011. 2011(1):826-834.
- [9] 史忠植. 神经网络[M]. 北京:高等教育出版社,2009.

(责任编辑 周江川)