

环境因子对某新型延时起爆装置性能影响研究

赵传宝, 施冬梅, 蔺波涛, 鲁彦玲

(军械工程学院, 石家庄 050003)

摘要: **目的** 研究环境因子对某火工元件延时性能和输出能量的影响。**方法** 根据某型延时起爆装置的组成结构特点, 依据火工品试验法、军械装备环境试验法, 结合极限使用环境条件设计了高温高湿、温度冲击试验。**结果** 高温高湿的延迟时间范围为 260 ~ 630 ms; 温度冲击的延迟时间范围为 283 ~ 513 ms, 高温高湿输出能力范围为 13 ~ 17 mm, 温度冲击输出能力范围为 13 ~ 18 mm。**结论** 高温高湿试验对延迟时间影响较大, 出现超出指标的延迟时间。

关键词: 环境因子; 延迟时间; 输出能量; 延时起爆装置

DOI: 10.7643/issn.1672-9242.2014.04.020

中图分类号: TJ45⁺6 **文献标识码:** A

文章编号: 1672-9242(2014)04-0102-04

Research on Effects of Environmental Factors on the Performance of a New Delay Detonation Device

ZHAO Chuan-bao, SHI Dong-mei, LIN Bo-tao, LU Yan-ling

(Ordnance Engineering College, Shijiazhuang 050003, China)

ABSTRACT: Objective To study the effects of environmental factors on the delay performance and output energy of the detonation device. **Methods** According to the comprising structure feature of the new delay detonation device, based on explosive device test method and laboratory environmental test method for military materials, high-temperature high-humidity and temperature impact tests were designed in terms of extreme operation environmental conditions. **Results** The delay time range of the detonation device in the high-temperature and high-humidity condition was from 260 ms to 630 ms; The delay time range of the detonation device in temperature impact condition was from 283 ms to 513 ms; The output capacity of the detonation device in the high-temperature and high-humidity condition was from 13 mm to 17 mm. The output capacity of the detonation device in temperature impact condition was 13 mm to 18 mm. **Conclusion** High-temperature and high-humidity condition had greater effect on the delay time of the detonation device, with occurrence of delay exceeding the index.

KEY WORDS: environmental factors; delay time; output energy; delay detonation device

某新型延时起爆装置是采用延期药起爆控制技术研制的用于串联战斗部中二级战斗部起爆的新型

收稿日期: 2014-03-13; 修订日期: 2014-04-13

Received: 2014-03-13; Revised: 2014-04-13

作者简介: 赵传宝(1969—),男,硕士,主要研究方向为弹药储存质量监控。

Biography: ZHAO Chuan-bao(1969—), Male, Master, Research focus: monitoring of ammunition storage quality.

火工元件,代替了二级战斗部的延时引信,具有结构简单、延期范围很广(毫秒级~100 s级)、体积小、质量轻等特点^[1]。延时起爆装置的延迟时间长短、输出能量幅值大小决定了二级战斗部能否有效作用。文中针对该装置的组成结构特点,分析了延期药的特性,有针对性地设计了环境试验方案,研究了环境因子对延时起爆装置延迟时间和输出能量的影响^[2]。

一级战斗部引信瞬发后,银导爆索同时被起爆,银导爆管的爆轰信号输入延时起爆装置中的消爆塞,衰减后的爆轰信号点燃装置内的硼/硝酸钾,并进行热传导。当燃烧能量积蓄到 HNS 炸药的发火点时,即产生燃烧转爆轰,完成延时起爆装置的作用功能,并满足延期时间为 0.2~0.6 s 的指标要求^[3]。

1 硼硝酸钾延期药的特点

硼是一种淡灰色无定形粉末可燃性物质,与不同氧化剂反应可制成快速反应延期药,当硼的含量达到一定量(质量分数>10%)时可作为点火药使用。

纯硝酸钾为无色透明的斜方或三方晶系颗粒或白色粉末,密度为 2.109 g/cm³,在 400 °C 时分解并放出氧生成亚硝酸钾,继续加热生成氧化钾。溶于水、稀乙醇、甘油,不溶于无水乙醇和乙醚,在空气中不易吸湿潮解^[4-5]。

温度和杂质会影响硝酸钾的吸湿点。随着温度的升高,硝酸钾的吸湿点降低,也就是说,温度升高后,硝酸钾变得容易吸湿。军用硝酸钾纯度为 98.0%,含有 2% 的杂质,有氯化物、钙盐、镁盐等,杂质的吸湿点较低。如氯化钙 20 °C 时的吸湿点为 32.3%,而硝酸钙和硝酸镁 20 °C 时的吸湿点为 56%,杂质的存在使得硝酸钾容易吸湿。硝酸钾是潮解性物质,吸湿后发生潮解^[6]。

山西晋东化工有限公司李建兵研究了硼/硝酸钾点火药的吸湿性对火焰感度的影响,研究表明,当吸湿性大于 7.8% 后,火焰感度出现陡坡下降趋势。

硝酸钾的特性及相关研究结果表明,环境温度、湿度对含硝酸钾类延期药的吸湿性会产生影响,以至于影响到燃烧速度、燃烧时间(也就是延迟时间),因此,非常有必要针对新型延期起爆装置开展

温、湿度环境试验,研究环境因子对其性能的影响^[7-8]。

硼硝酸钾配方比例参考 GJB 6217—2008《硼硝酸钾点火药规范》。

2 加速环境实验

延时起爆装置的结构原理如图 1 所示。依据火工品试验法、军械装备环境试验法,结合极限使用环境条件设计了高温高湿、温度冲击试验。

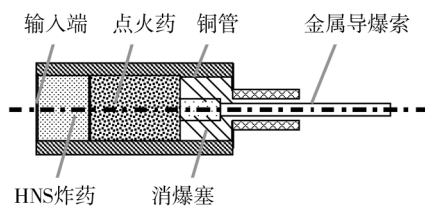


图 1 某新型延时起爆装置结构原理

Fig.1 Schematic diagram of structure principle of a new delay detonation device

1) 高温高湿试验。取样品 30 发放入温度为 (71 ± 2) °C、相对湿度为 90% 的高温高湿箱中,保持 6 天,取出 10 发样品;保持 15 天,再取出 10 发样品;保持 28 天,取出最后 10 发样品。

2) 热冲击试验。在温度为 (-54 ± 2) °C 的低温箱中保持 4 h;从低温箱中取出样品在 1 min 内放入温度为 (71 ± 2) °C、相对湿度低于 20% 的高温箱中,保持 4 h;重复上述步骤,直到样品经受低温和高温试验各 3 次为止。

延时测试采用 NLG202G-3 型两路电子测时仪(南京理工大学机械学院研制)。延时起爆装置输出能量测试采用专用装置。

3 结果分析与讨论

3.1 高温高湿试验

参照 GJB 736.8—1990《火工品试验法 71 °C 试验法》^[9]和 GJB 150.9A—2009《军用装备实验室环境试验方法 湿热试验》^[10],综合确定了高温高湿的试验条件:温度为 (71 ± 2) °C,相对湿度为 90%。高

温高湿试验对延时起爆装置性能影响如图2、图3所示。

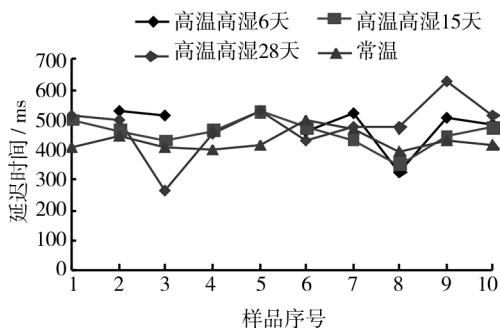


图2 高温高湿试验对延时起爆装置延迟时间的影响
Fig.2 Influence of high temperature and high humidity on the delay time of the detonation device

由图2可以看出,样品在高温高湿条件下储存时间越长,同一组样品延迟时间曲线波动幅度越大,经过28天高温高湿试验,延迟时间最短为260 ms,最长达到630 ms,延迟时间相差了370 ms。

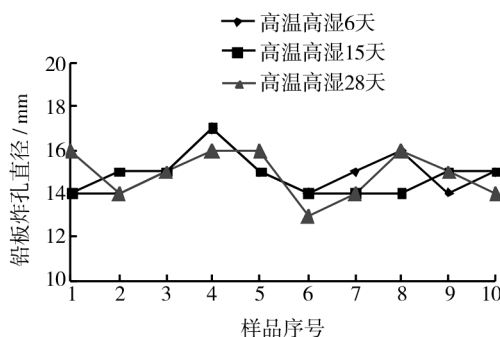


图3 高温高湿试验对延时起爆装置铅板炸孔直径的影响
Fig.3 Influence of high temperature and high humidity on the lead board bomb hole diameter of the delay detonation device

延时起爆装置输出能量是参照 GJB 736.5—1989《火工品试验法 轴向输出测定铅板法》^[11]进行测量的,将延时起爆装置直接垂直安放在适当厚度的铅板平面上起爆,以铅板炸孔直径大小表示其轴向输出能力的大小。炸孔直径越大,输出能力越大,铅板上炸孔直径大于装置外径为合格。由图3可以看出,随着样品在高温高湿条件下储存时间的增长,同组样品的铅板炸孔直径曲线波动幅度增大,铅板炸孔直径最大为17 mm,铅板炸孔直径最小为13 mm。

3.2 温度冲击试验

参照 GJB 150.5A—2009《军用装备实验室环境试验方法 温度冲击试验》^[12],选取了火工品考核的极端温度条件,设计了延时起爆装置的温度冲击试验方案:在温度为(-54±2)℃的低温箱中保持4 h;从低温箱中取出样品在1 min内放入温度为(71±2)℃、相对湿度低于20%的高温箱中,保持4 h;重复上述步骤,直到样品经受低温和高温试验各3次为止。温度冲击试验选择的是极端的低温、高温条件,目的是研究揭示延时起爆装置暴露在极端温度变化速度条件下,可能出现的安全性问题和潜在的缺陷。样品在温度冲击试验过程中无燃烧、爆炸等异常现象,故试验后可进行性能检测试验,温度冲击试验对延时起爆装置性能影响如图4、图5所示。

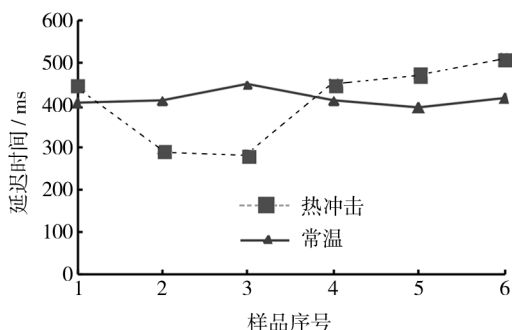


图4 温度冲击试验对延时起爆装置延迟时间的影响
Fig.4 Influence of temperature impact test on the delay time of the delay detonation device

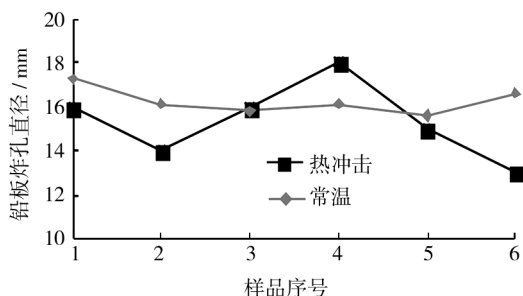


图5 温度冲击试验对延时起爆装置铅板炸孔直径的影响
Fig.5 Influence of temperature impact test on the lead board bomb hole diameter of the delay detonation device

由图4可以看出,常温样品延迟时间的数值比较接近,曲线趋近平直,样品经过温度冲击试验后,延迟时间或长或短发生了较大变化,表现为温度冲

击试验样品的延迟时间曲线围绕常温曲线上波动,最短延迟时间为 283 ms,最长延迟时间为 513 ms,延迟时间相差了 230 ms。由图 5 可以看出,与常温样品相比较,温度冲击试验样品的铅板炸孔直径曲线波动幅度较大,铅板炸孔直径最大为 18 mm,铅板炸孔直径最小为 13 mm。

4 结论

试验研究结果表明:高温高湿、温度冲击对延时起爆装置的延迟时间影响比较大,幅值分别达到了 370 ms 和 23 ms,高温高湿的延迟时间范围为:260 ~ 630 ms;温度冲击的延迟时间范围为 283 ~ 513 ms。该延时起爆装置的延时技术指标要求是 0.2 ~ 0.6 s,温度冲击的延迟时间范围还在合格范围内,高温高湿试验出现超出指标的延迟时间。

高温高湿、温度冲击对输出能力有一定的影响,高温高湿输出能力范围为 13 ~ 17 mm;温度冲击输出能力范围为 13 ~ 18 mm。高温高湿试验、温度冲击试验的铅板炸孔直径最小值为 13 mm,大于该装置的 10 mm 直径,输出能力保持在合格范围内。

综上所述,在该延时起爆装置的生产、储存管理过程中,应重点监控温湿度的变化,特别要控制高温高湿环境条件,以避免湿热环境对延时起爆装置的延时性能产生影响。

参考文献:

- [1] 张合,李豪杰. 引信机构学[M]. 北京:北京理工大学出版社,2007.
ZHANG He, LI Hao-jie. The Mechanism of Fuze[M]. Beijing: Beijing Institute of Technology Press, 2007.
- [2] 李国新,陈国元. 火工品试验与测试技术[M]. 北京:北京理工大学出版社,2004.
LI Guo-xin, CHEN Guo-yuan. The Experiment of Initiating Explosive Device and Testing Technology[M]. Beijing: Beijing Institute of Technology Press, 2004.
- [3] 余明祥,徐乃成,王本河,等. 硼酸钾点火药燃烧转爆轰的应用[J]. 火工品, 2008(6): 15—17.
YU Ming-xiang, XU Nai-cheng, WANG Ben-he, et al. The Application of DDT of B/KNO₃ Ignition Powder[J]. Initiating Explosive Device, 2008(6): 15—17.
- [4] 王蕾,徐文峥,王晶禹,等. 硼-硝酸钾点火药的制备及其性能研究[J]. 化工中间体, 2010(11): 38—41.

WANG Lei, XU Wen-zheng, WANG Jing-yu, et al. The Preparation and Property Study of B/KNO₃ Ignition Powder[J]. The Chemical Industry Middle System, 2010(11): 38—41.

- [5] 韩其文,杜仕国. 温湿度对黑药吸湿性与潮解性的影响[J]. 火炸药学报, 1997(2): 30—32.
HAN Qi-wen, DU Shi-guo. The Influence of Absorbing Wet and Tiding Unbind on Temperature and Humidity to Black Drug[J]. The Pharmacy Journal, 1997(2): 30—32.
- [6] 朱艳辉,高俊国,田春雷. 一种高能点火药吸湿性的研究[J]. 军械工程学院学报, 2007, 19(1): 55—57.
ZHU Yan-hui, GAO Jun-guo, TIAN Chun-lei. The Study of High Energy Ignition Powder on Absorbing Wet Property[J]. The Journal of Ordnance Engineering College, 2007, 19(1): 55—57.
- [7] 杨森,王晓方,赵晓利. 制导弹药火工元件加速寿命试验技术研究[J]. 装备环境工程, 2010, 7(5): 61—64.
YANG Sen, WANG Xiao-fang, ZHAO Xiao-li. The Technology Study on the Longevity Test of Guided Ammunition[J]. The Equipment Environment Engineering, 2010, 7(5): 61—64.
- [8] 朱艳辉,高俊国,张倩,等. 含金属粉点火药的吸湿性研究[J]. 爆破器材, 2007, 36(2): 15—17.
ZHU Yan-hui, GAO Jun-guo, ZHANG Qian, et al. The Study on Absorbing Wet Property of ignition Powder Containing Metal[J]. Burst Equipment, 2007, 36(2): 15&17.
- [9] GJB 736. 8—1990, 火工品试验法 71 °C 试验法[S].
GJB 736. 8—1990, Initiating Explosive Device Method of the Test at 71 °C[S].
- [10] GJB 150. 9A—2009, 军用装备实验室环境试验方法第九部分: 湿热试验[S].
GJB 150. 9A—2009, Laboratory Environmental Test Methods for Military Materiel- Part9: Damp Heat Test[S].
- [11] GJB 736. 5—1989, 火工品试验法 轴向输出测定铅板法[S].
GJB 736. 5—1989, Method of Initiating Explosive Device Test-Determining of Axial Output-Method of Lead Disc[S].
- [12] GJB 150. 5A—2009, 军用装备实验室环境试验方法第五部分: 温度冲击试验[S].
GJB 150. 5A—2009, Laboratory Environmental Test Methods for Military Materiel-Part5: Temperature Shock Test[S].