

某型手榴弹用延期组合件改进设计研究

杨文光¹, 马振书²

(1. 军械工程学院, 石家庄 050003; 2. 军械技术研究所, 石家庄 050003)

摘要: 通过分析某式手榴弹用延期组合件长期贮存的失效机理, 改进了药剂配方, 优化了结构设计, 并通过了试验验证。试验结果表明, 该方法提高了手榴弹用延期组合件的长期贮存的安定性, 有效解决了手榴弹用延期组合件长期贮存失效的问题。

关键词: 手榴弹; 延期组合件; 延期药剂; 结构改进

中图分类号: TJ450.5 **文献标识码:** A

文章编号: 1672-9242(2011)02-0082-04

Improvement Design of Delay Assembly of Grenade

YANG Wen-guang¹, MA Zhen-shu²

(1. Ordnance Engineering College, Shijiazhuang 050003, China;
2. Research Institute of Ordnance Technology, Shijiazhuang 050003, China)

Abstract: The failure mechanism of delay assembly of grenade in long-term storage was analyzed. The formulation of powder was improved and the structure was redesigned optimally. Verification test was carried out. The results showed that the method improved the long-term storage stability of the delay assembly, and the failure problem of grenade delay assembly in long-term storage was effectually solved.

Key words: grenade; delay assembly; delay powder; structural improvement

手榴弹用延期组合件是手榴弹延时的关键部件, 其可靠性直接影响手榴弹的使用性能。某型手榴弹在使用过程中, 发现配用的延期组合件存在长期贮存失效现象, 特别是出现“长秒”的致命缺陷, 从而导致训练使用过程中发生误判的现象。如果在战场上出现“长秒”问题, 手榴弹有可能被敌方扔

回。经过调研, 该型手榴弹在我军曾大量装备, 且每年仍有补充, 若继续使用目前的延期组合件, 则手榴弹在长期贮存后质量难以保障。笔者对延期组合件的长期贮存性能加以研究, 在药剂配方、结构设计等方面进行改进, 以解决延期组合件长期贮存失效问题。

收稿日期: 2010-08-16

作者简介: 杨文光(1977—), 男, 工程师, 主要研究方向为弹药引信、火工品制造及其质量监督。

1 失效原因

某型手榴弹用延期组合件配用撞击式延期发火装置,撞击火帽、延期管压装在大管内。其长期贮存失效的主要原因为:1)产品结构设计不合理,密封性不好,点火药、延期药易吸潮变质,造成组合件瞎火;2)工艺不合理,装配工具设计不完善、涂胶工艺不合理,产品长期贮存时,密封性差,组合件易吸湿,造成产品瞎火、延期时间超差;3)药剂变质,延期药在长期贮存中发生变质造成延期时间不准,使得组合件的延期时间漂移量大。

2 改进方案

根据手榴弹发火机构的特点,组合件总体结构设计为带火帽(撞击式发火)连接体与延期雷管的组合结构。将常规的击发药、点火药、延期药、起爆药、猛炸药用不同的管壳装配成不同功能的单体,使其有机而巧妙地密封组装在一起,形成发火一点火—延期一起爆一套完整的传爆序列,完成引信的功能。由于延期药燃烧时一般都要产生气体,因此延期雷管的结构设计可选用通气式结构或闭气式结构2种方案。

1) 通气式结构。雷管外壳有一小孔和外界相通,小孔用金属箔片封堵,然后用密封胶密封。该结构在组合件发火作用时产生的气体冲破金属箔片可使气体逸出,以保证燃烧时内部气体压力和大气压力平衡,可使燃速稳定,提高延期精度。

2) 闭气式结构。将燃烧气体保持在管壳体内,气体压力随燃烧的药剂量的增加而增加,与相同延期药量、形状的通气式结构对比,封闭结构因燃气压力增加而使燃速增加,使总体延期时间缩短。

传统的延期传爆序列由击针(撞针)火帽、延期体、火焰雷管和导爆管组成。它存在着作用过程复杂、元件数量多、长期贮存性能差等问题,且延期作用不稳定,已被新发展的击针(撞针)火帽、复式结构延期雷管、导爆管序列所代替,这种以复式结构延期雷管为核心的元件的传爆序列不仅简化了设计,使之通用化、系列化、组合化,而且解决了火工品元件的防潮密封问题。

3.1 结构设计

3.1.1 泄压孔结构

该结构主要由带火帽连接体、延期起爆件、封堵片、带泄压孔铁管壳组成,主要特性是:组合件在正常起爆后封堵的泄压孔在药剂燃烧产生的高温、高压作用下被迅速冲破,使延期雷管中的延期药燃烧更加稳定,从而达到组合件高精度秒量的要求。按照泄压孔结构试制产品,并做相关试验,结果见表1。

表1 泄压孔结构产品试验结果

Table 1 Test results of pressure relief pore structure

项目	数量/个	平均值/s	标准偏差	秒量范围/s	极差
震动后浸水发火试验	25	3.24	0.092	3.11~3.44	0.33
高温、高湿发火试验	50	3.308	0.113	3.04~3.61	0.57
低温发火试验	50	3.314	0.183	2.54~3.54	1.00

从试验结果看,表1中前两项试验满足技术指标的要求,在低温试验中有个别产品因泄压孔未被冲开,造成组合件短秒现象。经分析后,造成短秒的原因是封堵片涂胶过量。因此该结构存在批量生产工艺控制难度大的问题。

3.1.2 封闭式结构

为解决泄压孔结构批量生产存在工艺控制难度大的问题,对组合件进行了封闭式结构设计,由带火帽连接体、延期起爆件、大消爆空间铝管壳组成。其结构的主要特性是:1)采用了封闭式结构设计;2)设计了大消爆空间管壳,降低组合件在正常起爆后消爆空间的压力,使延期雷管中的延期药燃烧速度更加均匀、稳定,从而达到组合件高精度秒量的要求。按照封闭式结构试制产品,并做相关试验,结果见表2。

表2 封闭式结构产品试验结果

Table 2 Test results of closed-end structure

项目	数量/个	平均值/s	标准偏差	秒量范围/s	极差
震动后浸水发火试验	50	3.15	0.06	2.94~3.27	0.12
高温、高湿发火试验	20	3.12	0.087	2.98~3.25	0.27
低温发火试验	20	3.17	0.105	3.02~3.46	0.44

从表2中的验证试验结果看,封闭式结构设计既能满足产品高精度秒量的要求又能满足大批量生产的需要。经过优化的延期雷管结构设计如图1所示。

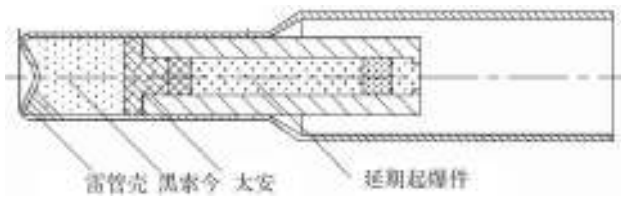


图1 优化后的结构设计

Fig. 1 The optimal structure design

3.2 药剂选配

该延期组合件为秒级延期火工元件,结合延期药剂的特性和组合件的结构尺寸,延期药选择低燃速延期药^[1]。原延期雷管中使用的延期药成分为铬酸钡、铅丹、硅粉、虫胶漆。由于硅粉长期贮存时质量不稳定,轻则延期时间发生变化、重则造成瞎火,所以组合件首先确定选用微气体延期药钨系延期药作为延时药剂(钨系延期药能够满足燃烧可靠性和长燃烧时间的要求)。

根据组合件的技术指标,选取钨粉粒度为2.5~10 μm,质量分数为4%~6%的硅藻土(纯度为99.9%),确定装配压药压力为1 800~3 000 kg^[2], $\omega(W): \omega(\text{BaCrO}_4): \omega(\text{KClO}_4): \omega(\text{硅藻土,外加}) = (30\sim 50):(30\sim 60):(10\sim 15):4$,这一区域钨系延期药作为基药进行调整。分别以 $\omega(W): \omega(\text{BaCrO}_4): \omega(\text{KClO}_4): \omega(\text{硅藻土,外加}) = 30:56:9:5$ 和 $\omega(W): \omega(\text{BaCrO}_4): \omega(\text{KClO}_4): \omega(\text{硅藻土,外加}) = 49:41:5:5$ 作为基准选定实验点进行试验。以延时精度为指标,通过试验对比、综合分析,确定 $\omega(W): \omega(\text{BaCrO}_4): \omega(\text{KClO}_4): \omega(\text{硅藻土,外加}) = 49:41:5:5$ 为过度延期药的最佳配比,燃速约为0.26 cm/s;确定 $\omega(W): \omega(\text{BaCrO}_4): \omega(\text{KClO}_4): \omega(\text{硅藻土,外加}) = 30:57:8:5$ 为主延期药的最佳配比,燃速约为0.84 cm/s。

通过合适的工艺控制,可以实现铬酸钡、高氯酸钾对钨粉的均匀包覆^[3]。试验证明,用共沉淀方法制备的钨系延期药颗粒均匀、颜色均一、延期精度高、安全可靠。

4 试验验证

4.1 适配性试验

适配性试验主要考核其是否能满足某式手榴弹

战技指标的要求。经过先后4次适配性试验,试验产品955发,先后解决高温高湿瞎火、M8X1螺纹加工工艺造成组合件装配不到位、低温发火机构以及低温摘火弹延期时间漂移等8个问题。

4.2 长期贮存试验

根据相关要求,组合件应满足贮存15 a的需要。长期贮存试验(加速寿命试验)由某所依据Q/AH 0080-93技术条件试验。试验结果见表3。

表3 延期组合件长期贮存试验结果

Table 3 Storage test results of delay assembly

项目	数量/个	平均值/s	标准偏差	秒量范围/s
未经长期贮存试验产品	30	3.15	0.069	2.94~3.28
长期贮存试验产品	60	3.16	0.11	2.98~3.54

试验结果表明组合件在加速寿命试验中未见自燃、自爆等异常现象,经112 h加速寿命试验后组合件功能仍符合技术协议要求,产品满足贮存15 a的要求。

4.3 起爆药极限药量试验

药剂选用既要有一定的感度,又要具有可靠的发火能量,保证产品输出的要求。在药剂选用过程中进行了羧甲基纤维素氮化铅和糊精氮化铅2种起爆药的试验,结果表明前者的起爆能力明显优于后者。根据试验情况及环境状态的影响,选用起爆药为羧甲基纤维素氮化铅,考虑可靠系数为3,则装配起爆药药量应不少于60 mg。现产品装药量为80 mg,通过各种环境性能试验表明,起爆药装药设计完全能满足组合件战技指标的要求。

4.4 输出试验

根据组合件战技指标的要求,组合件是起爆厚度为6 mm、直径为40 mm的铅板,其炸孔孔径不小于雷管小端外径。经过50个产品的试验证明,组合件能量输出完全满足某式手榴弹战技指标的要求。

4.5 配套试验

与某式手榴弹进行配套试验,共计试验225个,

(下转第109页)

- [2] THESS A, LEE R, NIKOLAEV P, et al. Crystalline Ropes of Metallic Carbon Nanotubes[J]. *Science*, 1996 (273): 483—487.
- [3] REN Z F, HUANG Z P, XU J W, et al. Synthesis of Large Arrays of Well-aligned Carbon Nanotubes on Glass[J]. *Science*, 1998, 282(6): 1105—1107.
- [4] ZHANG Y F, GAMO M N, XIAO C Y, et al. Liquid Phase Synthesis of Carbon Nanotubes[J]. *Physica*, 2002 (323): 293—295.
- [5] WILSON M A, PATNEY H K, KALMAN J. New Developments in the Formation of Nanotubes from Coal[J]. *Fuel*, 2002, 81(1): 5—14.
- [6] 田亚峻, 谢克昌, 樊友三. 用煤合成碳纳米管新方法[J]. *高等学校化学学报*, 2001(22): 1456—1458.
- [7] YAN H L, WANG S G, WEI J Q, et al. Lead Adsorption on Carbon Nanotubes[J]. *Chemical Physics Letters*, 2002 (357): 263—266.
- [8] LI Y H, WANG S G, ZHANG X F, et al. Adsorption of Fluoride from Water by Aligned Carbon Nanotubes[J]. *Materials Research Bulletin*, 2003(38): 469—476.
- [9] LI Y H, WANG S G, CAO A Y, et al. Adsorption of Fluoride from Water by Amorphous Alumina Supported on Carbon Nanotubes[J]. *Chemical Physics Letters*, 2001 (350): 412—416.
- [10] LU C Y, CHUNG Y L, CHANG K F. Adsorption of Trihalomethanes from Water with Carbon Nanotubes[J]. *Water Research*, 2005(39): 1183—1189.
- [11] XIE X F, GAO L, SUN J. Thermodynamic Study on Aniline Adsorption on Chemical Modified Multi-walled Carbon Nanotubes[J]. *Colloids and Surfaces*, 2007(308): 54—59.
- [12] 向伟, 李将渊, 王玉晋. MWNT-石墨糊电极阳极溶出伏安法测定铅[J]. *西华师范大学学报(自然科学版)*, 2006, 27(2): 209—213.
- [13] WU K B, HU S S, FEI J J. Mercury-free Simultaneous Determination of Cadmium and Lead at a Glassy Carbon Electrode Modified with Multi-wall Carbon Nanotubes [J]. *Anal. Chim. Acta*, 2003(489): 215—219.
- [14] SUN H D, TANG Z K, CHEN J. Synthesis and Raman Characterization of Mono-sized Single-wall Carbon Nanotubes in One-dimensional Channels of ALPO₄-5crystals[J]. *Appl. Phys*, 1999(69): 381.
- [15] SHANKAR Ghosh. Carbon Nanotube Flow Sensors [J]. *Science*, 2003, 299: 1042.
- [16] LUONGA J, BOUVRETTE P, LIU Y L, et al. Electrophoretic Separation of Aniline Derivatives using Fused Silica Capillaries Coated with Acid Treated Single-walled Carbon Nanotubes [J]. *J Chromatography*, 2005(1074): 187.
- [17] YUAN L M, REN C X, LI L, et al. Single-walled Carbonnanotubes used as Stationary Phase in GC [J]. *Analytical Chem*, 2006 (78): 6384.
- [18] WANG L P, ZHAO H X. Determination of Four Benzodiazepine Residues in Pork using Multiwalled Carbon Nanotube Solid-phase Extraction and Gas Chromatography-mass Spectrometry [J]. *J Chromatography*, 2006, 1136(1): 99.
- [19] 成明会, 刘畅, 丛洪涛. 具有优异储氢性能的高质量单壁纳米碳管的合成[J]. *物理*, 2000, 29(8): 449—450.

(上接第85页)

试验结果表明满足配套要求。

4.6 发火可靠性

经设计验证、基础性能试验、适配性试验试制产品共计2 500余个,未发现因结构设计引起的瞎火等异常现象,按GJB 376评估组合件发火可靠性在置信水平为90%时,组合件发火可靠度在0.998 4以上。

5 结语

科学合理的方法、步骤是延期组合件改进设计成功的关键,通过分析失效原因,采取优化结构设

计、优选延期药剂,不断在试验中改进结构设计方案,使得延期组合件长期贮存失效问题最终有效解决,而且该结构易于加工制造,满足火工品批量生产需求。在解决类似火工品质量问题中,该经验值得借鉴与参考,具有较大的军事经济效益。

参考文献:

- [1] 王凯民. 军用火工品设计技术[M]. 北京:国防工业出版社, 2006: 23.
- [2] 刘自翎, 蒋荣光. 工业火工品[M]. 北京:北京工业出版社, 2003: 165.
- [3] 王志朋, 劳允亮. 钨系共沉淀延期药结晶机理探讨[J]. *火工品*, 1998(2): 4—7.