

非金属药筒环境适应性研究

奚愚生,张燕,李继红,赵立津

(中国兵器工业第59研究所,重庆 400039)

摘要:对非金属药筒全弹采用几种不同的包装方式,模拟了部队实际的弹药贮存条件,在亚热带地区,进行了长期、大量的试验。研究了在典型气候条件下,非金属药筒外形尺寸的稳定性及透湿性;分析了不同试验时间段发射药的内、外挥发分。结果表明,湿热贮存环境下,非金属药筒有一定的变形和透湿性。对此提出了相应的措施。

关键词:非金属药筒;变形;透湿性;环境适应性

中图分类号: TJ410.89; TJ410.367 **文献标识码:** A

文章编号: 1672-9242(2012)04-0098-03

On Environmental Worthiness of Non-metallic Cartridge Case

XI Yu-sheng, ZHANG YAN, LI Ji-hong, ZHAO Li-jin

(No.59 Institute of China Ordnance Industry, Chongqing 400039, China)

Abstract: Using several different packagings, long-term storage test of non-metallic cartridge cases was carried out to simulate the practical ammunition storage conditions of army in subtropical regions. Dimensions stability and water vapor permeability of non-metallic cartridge cases was studied. Propellant inside and outside volatile for different storage term was analyzed. The results showed that non-metallic cartridge cases have a certain degree of deformation and water vapor permeation in hot and humid storage conditions. Correspondant measures were put forward to solve the problems.

Key words: non-metallic cartridges; deformation; water vapor permeability; environmental adaptability

随着科学技术的不断发展,弹药的战技性能不断提高,因此,新材料在药筒上的应用就势在必行了。在坦克上使用的弹药的药筒材料,也从传统的金属逐渐地改为非金属了。

一百多年来,弹药的药筒材料都是采用铜、钢等金属,而此类资源由于被人类大量使用而日趋贫乏。可消失药筒、可燃药筒(均称之为非金属药筒)

的出现,打破了金属药筒百余年来的一统天下,可以说是常规弹药领域的一次革命,它被誉为当代炮弹的重大成就之一。与非金属药筒比较,金属药筒存在不少具体问题:(1)沉重;(2)要消耗大量金属材料;(3)炮弹发射后,不仅退壳费时间,还会造成废壳堆积,筒内充满的浓烟和有害气体不但影响射手视线,而且还妨碍战士操作。

收稿日期: 2012-02-12

作者简介: 奚愚生(1953—),男,重庆人,高级工程师,主要研究方向为腐蚀与防护。

非金属药筒虽有金属药筒不可比拟的优点,但随之也带来一系列棘手的问题,有待人们去发现、去解决^[1-2]。在弹药的长期贮存中,金属药筒主要是金属的腐蚀影响了战技性能;非金属药筒的主要问题之一,是药筒外形尺寸的稳定性及透湿性。对于稳定性及透湿性的测评、研究,一般采用两类试验方法:1)室内模拟加速试验,虽在很短的时间就可获得结果,却与弹药实际贮存条件的相关性差,不能真实反映贮存环境和贮存时间对弹药的影响;2)选择严酷的自然环境区域,进行实际的贮存。作者采用后一种试验方法,研究非金属药筒的变形、透湿行为,探讨其变化规律^[3-6]。

1 试验

1.1 试验条件

试验在具有高温、高湿的地区进行。弹药贮存于简易库房(简称“棚”)和较正式的库房(简称“库”)。弹药贮存地的温度、湿度见图1和2。

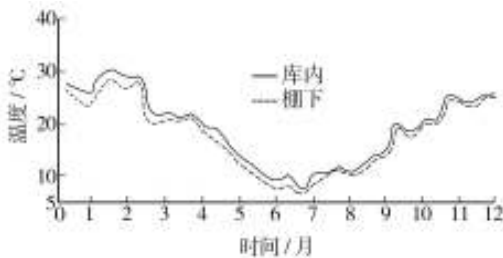


图1 贮存试验环境温度变化曲线

Fig.1 Storage temperature curve of the test environment

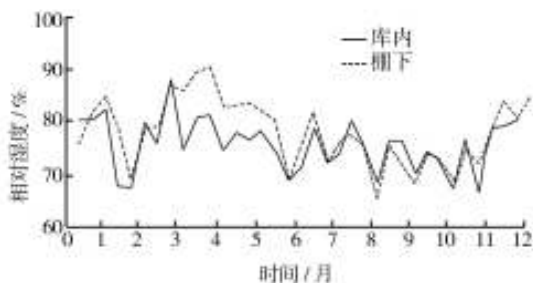


图2 贮存试验环境湿度变化曲线

Fig.2 Storage test environment humidity curve

1.2 试样及试验方法

试样共有4种:分别采用玻璃钢筒、铝塑复合薄

膜袋包装的中口径非金属药筒全弹,未包装裸弹,钢制药筒全弹。

将各种试样分别置于棚、库贮存,定期对药筒尺寸变化显著部位(分别称为第1尺寸~第4尺寸)进行测定,对发射药的内、外挥发分及质量、黑火药的含水量进行分析。

2 结果和讨论

2.1 药筒的形变及影响的主要因素

试验期内,非金属药筒的外观尺寸随着贮存时间的增加,发生了改变,各种试验方式下,药筒的最大增长量见表1。棚、库内均无阳光直接照射,药筒是加入发泡剂制成的,如果不考虑空气中氧等的影响,造成这个变化的主要原因就是温度和湿度。

表1 各种试验方式药筒尺寸最大增长量

Table 1 The largest increase of the size of the cartridges of various test mode

试验方式	尺寸部位	增长量/mm
棚内裸露存放	第4	1.47
库内裸露存放	第1	0.96
棚内复合袋包装	第3	0.63
库内玻璃钢筒包装	第1	0.61

该非金属药筒是高分子材质,其热膨胀随温度的增长而增长,但在弹药贮存环境条件下,热膨胀不会很大,只有外界温度达到材料的软化点后,热膨胀才会急剧增加。该药筒所采用的非金属材料,其软化点为200℃,而弹药实际贮存温度小于50℃,这就排除了热膨胀急剧增大的情况。该材料的线膨胀系数是 $8 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$,如果贮存环境温度是50℃,则此条件下的线膨胀系数为 4.0×10^{-3} ,这样的增长量不足以影响该药筒的正常使用。从表2可知,棚内裸露贮存的弹,在温度增加、湿度降低时,其药筒的外形尺寸减少;而在温度下降、湿度增加的情况下,药筒尺寸增大。这说明温度对药筒外形尺寸影响较小。

该药筒的材质具有很强的吸湿性,在20℃、相对湿度为65%时,其吸湿率为3%~5%(质量分数)。这主要是由于该材料中残存了较多的一OH和

表2 温度对药筒尺寸的影响

Table 2 The temperature on the size of the cartridge

试验方式	温度 差/℃	相对湿 度差/%	药筒尺寸变化量/mm			
			第1	第2	第3	第4
棚内裸露存放	+3.5	-8	-0.30	-0.13	-0.32	-0.23
库内裸露存放	-4.2	+6	+0.61	+0.41	+0.41	+0.72

注:变化量是指相邻测试值之差;温度差、相对湿度差也同理,后同。

CH₃C=O基团,它们的极性较大,当环境的湿度增加,它们就很容易与水分子缔合,从而使材料产生增塑性,削弱了大分子间的作用力,使大分子链段易于运动,水分子易于向弹体内部扩散,宏观表现为药筒外形尺寸的增加。

试验中,棚内湿度一般比库内高,极值差约为10%;棚内温度低于库内,它们之间差值为2℃~3℃,如图1所示。在试验中,包装相同的条件下,棚内弹的外形尺寸变化大于库内的,即在高温、低湿的条件下,该药筒外形尺寸变化大于低温、高湿的,见表2。另外,同一药筒不同部位,在同一试验期内变化趋势也不一定相同,见表3。这与药筒材料的各向均匀性有关,但这个变化量很小,对弹的长期贮存、使用不产生影响。综上所述,影响该药筒外观尺寸变化的主要因素是湿度。

表3 同一药筒各部位尺寸变化情况

Table 3 Size of each part of the same cartridge changes

试样 编号	试验方式	药筒尺寸变化量/mm			
		第1	第2	第3	第4
25	棚内薄膜包装贮存	+0.06	-0.04	-0.06	+0.05

2.2 药筒变形对使用的影响

药筒外形尺寸增加到一定值时,势必造成该弹不能完好地填入膛而不能使用。到一定时间,对各种试验方式的弹进行了合膛检测,数据表明,合膛合格与否与药筒子外形尺寸(药筒直径)密切相关。试验中,合膛不合格的均为裸露及包装密封性较差的弹。

2.3 透湿性

为了了解该药筒是否有透湿性及其透湿的程

度,对棚下裸露贮存弹中的发射药的质量进行了定期测量。从测试结果可知,在同一贮存试验期内,弹发射药吸湿量的变化趋势和贮存环境下湿度的变化趋势一致。该药筒的弹贮存到一定时期后,对各种试验方式的弹和相同试验期的钢药筒弹的发射药、黑火药进行了分析^[7],结果见表4。表4中数据表明,该非金属药筒具有一定的吸湿性,对发射药也有一定的影响(对黑火药含水量分析失败)。显然其影响程度与环境湿度成正比,与包装也有密切关系。

表4 发射药、黑火药分析结果

Table 4 Propellant, black powder analysis

贮存 时间/a	试验方式	发射药			黑火药 w _水 /%
		内挥发分	外挥发分	全挥发分	
0	原始	2.3	1.3	3.6	0.55
1	棚下裸露	1.9	2.0	3.9	
1	库内裸露	1.9	1.9	3.8	
1	库内玻璃钢包装	1.9	1.9	3.8	
3	库内玻璃钢包装	1.7	1.5	3.2	0.7
4.5	库内钢弹	1.9	1.4	3.3	0.7

3 问题的解决

从上述可知,湿度是影响药筒尺寸稳定性的主要因素。因此,从包装上入手,控制湿度在临界湿度以下,不但可以较好地解决这一问题,而且对于减缓金属部分的腐蚀和非金属部分的老化都是很有利的。采用铝塑薄膜袋为内包装,外用木匠箱或铁笼,虽可较好地解决这一问题,但在贮存、使用中对出现破损袋的修复及重新封口等,需用专业设备和备用袋,在实际操作中较为困难。以玻璃钢筒包装,就较好地解决了药筒的防潮和尺寸稳定性,玻璃钢筒也可回收,重复使用。

为探讨对玻璃钢筒内湿度的控制,将30.035 g的变色硅胶装入高压聚乙烯膜袋中(袋口密封),将硅胶袋置于空玻璃钢筒中,压紧筒盖并用胶带封紧,定期用仪器测量筒内的相对湿度,其曲线见图3。

玻璃钢筒内放入硅胶,是控制湿度的一个较好方法。玻璃钢筒开启、密封很容易,当硅胶吸湿饱和后,可以取出烘烤,反复使用。玻璃钢筒放入硅胶,

(下转第109页)

素较为广泛。在此背景下,基于单矢量(地磁场)的单点实时姿态测量具有很好的特性,它既可充分地利用地磁场的各种优势,又可以避免组合姿态测量中的复杂因素,具有良好的应用前景。因此,如何充分利用各种方法的优点获得适合弹药特性的测量系统是接下来的重要研究内容。

3 结语

目前,姿态测量的方法很多,基于地磁的姿态测量方法具有其它方法无法比拟的优势。考虑应用于常规弹药的弹道修正,采用单地磁矢量的姿态测量方法具有很大的现实意义和研究价值。只有精确、实时地获取姿态参数,才能进行准确、高效的弹道修正控制。因此,对应用地磁场的姿态测量方法的研究具有非常大的军事应用价值。

参考文献:

- [1] 葛贤坤,胡瑜. 地磁精确制导技术及其应用研究[J]. 空军装备研究,2009,3(2):11—14.
- [2] 余勃彪,严平. 弹道修正弹药现状及关键技术[J]. 四川兵工学报,2011(4):37—39.
- [3] TITTERTON D, WESTON J. Strapdown Inertial Navigation Technology[R]. AIAA,2005.
- [4] 雷芳,王华,焦国太,等. 弹道修正弹药的姿态测量技术研究[J]. 弹箭与制导学报,2009,29(4):123—132.
- [5] 王广龙,祖静,张文栋. 地磁场传感器及其在飞行体姿态测量中的应用[J]. 北京理工大学学报,1999,19(3):361—364.
- [6] THOMAS Harkins, DAVID Hepner. Magsonde (Patent Pending): A Device for Making Angular Measurements on Spinning Projectiles Using Magnetic Sensors[C]//Proceedings of SPIE. US:SPIE,2000:60—67.
- [7] 李珂,卜雄洙. 基于两磁传感器极值比值的弹体横滚姿态测量[J]. 探测与控制学报,2009,31(4):49—54.

(上接第100页)

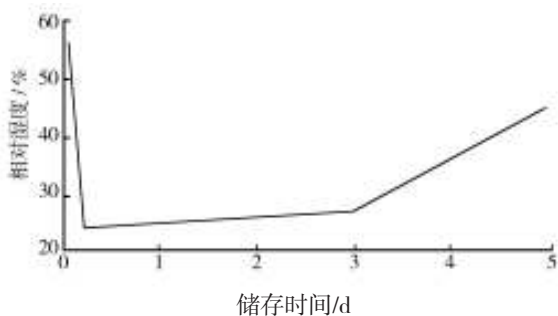


图3 玻璃钢筒内湿度变化曲线

Fig.3 Humidity curve of glass fiber reinforced plastic barrel

筒内最初几年的相对湿度约25%,经测试其发射药全挥发分为3.1,靶试符合战技指标。

4 结论

经过长期的试验研究认为:非金属药筒的形变、透湿性,可以通过采用玻璃钢包装及内加吸湿剂得

到较好解决。

由于非金属药筒具有能提高坦克的作战性能,节省铜、钢材,相信它在弹药这个家族中,一定会有较大的应用空间。

参考文献:

- [1] 马云华. 新型可燃药筒[J]. 现代兵器,1987(6):46—48.
- [2] 中国航天科技集团公司第四研究院43研究所. 复合材料发射筒:中国,87359240[P]. 2001-01-05.
- [3] 张豪侠. 国外近期坦克炮弹装药技术[J]. 火炸药,1980(1/2):39—40.
- [4] 孔宪章. 可燃药筒涂层的改进方法[J]. 包装工程,1982(1):32—33.
- [5] 潘忠政,姚恺,安振涛,等. 温度环境对弹药储存影响性分析与研究[J]. 2008(4):59—62
- [6] 赵东华,张怀智,郭胜强,等. 基于灰色模型的某型号制导弹药贮存寿命预测[J]. 2011,8(6):28—30
- [7] 黄裕龙,杨登云. 某火箭弹发动机装药外挥对初速的影响[J]. 火炸药学报,2001(2):52—53.