

贮存条件对单兵火箭使用安全性影响研究

赵然, 陈明华, 谭继帅, 邹许邦, 杨婧
(军械工程学院, 石家庄 050003)

摘要: 选取了贮存于不同条件下的某型单兵火箭, 利用弹道摆法测定了其在射击过程中的动不平衡性能, 对试验数据进行了秩和检验和 t 检验, 分析得到了单兵火箭动不平衡性能的影响因素, 以此尝试解决由动不平衡变化引起的使用安全性问题。

关键词: 单兵火箭; 动不平衡; 贮存条件; 检验

中图分类号: TB114.3; TJ65 **文献标识码:** A

文章编号: 1672-9242(2012)05-0021-03

Study of Storage Conditions Impact on Individual Rocket Application Security

ZHAO Ran, CHEN Ming-hua, TAN Ji-shuai, ZOU Xu-bang, YANG Jing
(Ordnance Engineering College, Shijiazhuang 050003, China)

Abstract: Individual rockets stored under different condition were selected for firing test. The dynamic imbalance performance of the rockets in firing process was determined by ballistic pendulum method. Rank sum test and t test were carried out on the data. The influencing factors of dynamic imbalance performance were analyzed to resolve the application safety issues caused by dynamic imbalance.

Key words: individual rocket; dynamic imbalance performance; storage condition; test

作为单兵武器的单兵火箭, 在使用过程中会产生前冲与后坐现象, 在性能指标上用动不平衡冲量来表征。前冲主要影响武器的射击精度, 后坐主要影响使用者的安全。与早期装备相比, 我军现役单兵火箭具有口径大、初速高的特点, 其使用过程中的动不平衡问题不容忽视。同时, 各地区不同的贮存条件对于单兵火箭动不平衡变化也会带来影响, 因此由动不平衡变化对使用过程中安全性产生影响的问题日益凸显^[1]。通过分析单兵火箭产生动不平衡

的影响因素, 选取4个具有代表性贮存地区(北方、南方、亚热带丛林、热带沿海)的样品进行动不平衡冲量试验, 确定了不同贮存地区和地点对单兵火箭动不平衡冲量的影响。

1 动不平衡冲量的产生

正常火箭弹以其轴线对称, 同时存在一个质心, 在发射过程中, 沿着轴线方向前进。在以下4种情

收稿日期: 2012-05-12

作者简介: 赵然(1983—), 男, 四川德阳人, 硕士, 讲师, 研究方向为新型弹药贮存可靠性。

况下会出现动不平衡状态:1)轴线与质心同时改变,轴线沿水平方向偏移,虽然发射时的前进方向与其原轴线方向相同,但已偏离了预定轨道,达不到使用效果;2)质心与轴线同时改变,并且改变的轴线与原轴线相交,但运动时的惯性力与其力矩垂直,发射时前进方向发生变化;3)质心不变而轴线发生变化,发射时前进方向也随之发生变化;4)前3种情况的综合,也是最为普遍的不平衡现象。

2 试验方案

2.1 基本原理

测量直射武器的动不平衡冲量,目前常用的方法有弹道摆测试法和导轨试验台测试法,其中导轨试验台测试法不适用于野外操作。文中采用弹道摆法,首先通过测得射击时摆体的水平位移,然后求出动不平衡冲量。

根据动量定理,射击时作用于火炮的动不平衡冲量等于弹道摆的整个摆动部分所获得的动量,可推导出动不平衡冲量的表达式,通过测定摆的最大速度,按式(1)计算动不平衡冲量^[2]。

$$I=mv \tag{1}$$

式中: I 为动不平衡冲量, $N \cdot s$; m 为弹道摆运动件质量,由火炮质量、夹箍质量等组成, kg ; v 为摆的最大速度, m/s 。

同时,使用某直射武器弹药性能测试系统及其他等效测试系统进行测试。

2.2 样品选取

分别选取北方、南方、亚热带丛林、热带沿海等4个代表性区域的某型单兵火箭共128发,均贮存10a。4个区域取样点共分为8组,每组16发,其中场地存放样品8发,库房存放样品8发。

3 动不平衡性能试验结果及分析

3.1 试验结果

在4个不同地区贮存的单兵火箭试验样品的动不平衡速度见表1—4,其中表1,2有效数据16个,表

3,4有效数据15个。

表1 北方地区样品动不平衡速度数据

Table 1 Dynamic imbalance speed data of sample from the north

$m \cdot s^{-1}$					
序号	数值	序号	数值	序号	数值
1	0.87	7	1.12	13	0.089
2	0.55	8	1.10	14	0.39
3	1.72	9	0.058	15	0.33
4	0.055	10	0.48	16	3.08
5	0.28	11	0.35		
6	0.0001	12	0.82		

表2 南方地区样品动不平衡速度数据

Table 2 Dynamic imbalance speed data of sample from the south

$m \cdot s^{-1}$					
序号	数值	序号	数值	序号	数值
1	0	7	0.98	13	1.52
2	1.09	8	0.70	14	1.56
3	2.81	9	0	15	1.03
4	1.08	10	0.56	16	1.64
5	1.02	11	1.08		
6	0.41	12	1.45		

表3 亚热带地区样品动不平衡速度数据

Table 3 Dynamic imbalance speed data of sample from subtropical

$m \cdot s^{-1}$					
序号	数值	序号	数值	序号	数值
1	1.17	6	2.20	11	1.90
2	1.04	7	1.69	12	7.41
3	1.12	8	2.18	13	2.38
4	0.98	9	1.41	14	1.29
5	4.38	10	1.12	15	1.62

3.2 试验数据处理

利用箱形图对每组试验数据进行处理,目的是找出贮存后单兵火箭动不平衡冲量的分布特性,确定贮存时间对这些参数的影响。

箱形图由5部分组成:1)箱形图上下的横线为样

表4 热带地区样品动不平衡速度数据

Table 4 Dynamic imbalance speed data of sample from tropical

$m \cdot s^{-1}$					
序号	数值	序号	数值	序号	数值
1	1.034	6	1.39	11	3.39
2	4.16	7	1.31	12	24.10
3	1.87	8	1.25	13	0.82
4	2.19	9	0.80	14	1.05
5	1.17	10	1.28	15	1.22

本25%和75%分位数,箱形顶部和底部的差值为内四分位极值;2)箱形中间的横线为样本中值,如果横线没有在箱形中央,则表示存在偏度;3)箱形向上或向下延伸的直线称为“触须”,若没有异常值,样本的最大值为上触须的顶部,样本最小值为下触须的底部;4)图中顶部的“+”表示该处数据为一异常值;5)箱形两侧的V形槽口对应于样本中值的置信区间。

在4个不同地区贮存的双兵火箭试验样品的动不平衡冲量箱形图如图1—4所示。

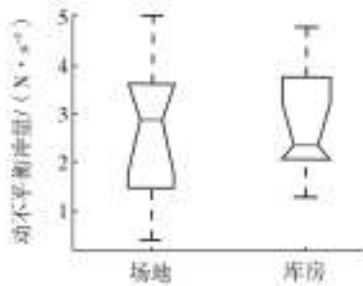


图1 北方地区样品动不平衡冲量

Fig. 1 Dynamic imbalance impulse of sample from the north

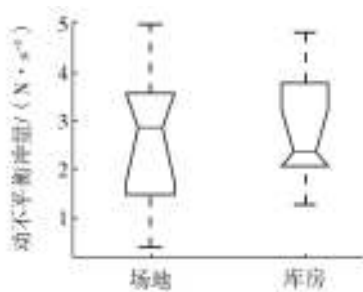


图2 南方地区样品动不平衡冲量

Fig. 2 Dynamic unbalance impulse of sample from the south

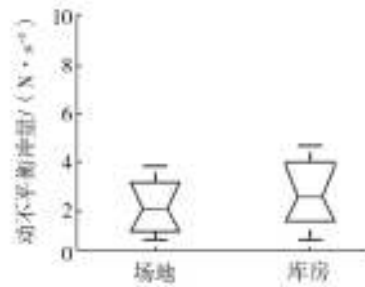


图3 亚热带地区样品动不平衡冲量

Fig. 3 Dynamic imbalance impulse of the sample from subtropical

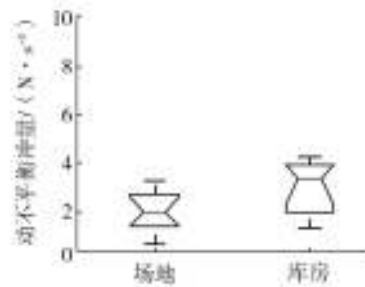


图4 热带地区样品动不平衡冲量

Fig. 4 Dynamic imbalance impulse of the sample from tropical

要求,从箱型图中可以看出,随着贮存时间的增加,动不平衡冲量增大,说明贮存过程对该火箭弹的动不平衡性能影响严重。下面对4个不同贮存地区样品的动不平衡速度数据分别用秩和检验,t检验来检验分析不同贮存条件对动不平衡冲量的影响^[3],结果见表5。

表5 动不平衡速度检验

Table 5 The test table of dynamic imbalance speed

贮存地区	秩和检验 p 值/显著性	t 检验 Significance 值/显著性
北方-南方	0.1091/不显著	0.1884/不显著
北方-亚热带丛林	0.0000/显著	0.0039/显著
北方-热带沿海	0.0000/显著	0.1003/不显著
南方-亚热带丛林	0.0042/显著	0.0226/显著
南方-热带沿海	0.0302/显著	0.1556/不显著
亚热带丛林-热带沿海	0.5977/不显著	0.4993/不显著

注: $\alpha=0.05$

在分析中可以看到,不同贮存地区样品的动不平衡冲量
(下转第36页)

3.3 结果分析

8组试验结果中大部分超过了战术技术指标的

表3 止回阀型式试验内容

Table 3 Type test contents of check valve

试验内容	试验温度/试验压力	考核指标
关键尺寸实测	常温/常压	满足施工设计要求
壳体水压试验	常温/21.5 MPa	保压时间 30 min, 阀体、侧盖不得有泄漏、渗漏和冒汗现象, 阀体无残余变形。
密封试验	常温/17.16 MPa	
试验前检查		保压时间 30 min, 试验时阀门不得有外泄漏, 阀座密封处允许的泄漏率 $\leq 0.1 \text{ cm}^3/(\text{h}\cdot\text{mm})$ 。
低压气密封试验	常温/0.4 MPa	保压时间为 30 min, 阀座处泄漏率为 0。
流体阻断试验	240 °C/17.16 MPa	验证止回阀是否能在逆流工况下正常关闭。
最低压差气密封试验		在阀座密封处允许的泄漏量不超过 $22 \text{ cm}^3/(\text{h}\cdot\text{mm})$ 条件下, 检测最低压差密封值。
动作寿命试验	常温/常压	一定压力的气体启闭阀门, 重复 2000 次, 测试阀门的启闭性能。
试验后检查		获得与试验前检验相比较的数据, 以便确定鉴定试验对阀门功能的影响。

并对样机进行了型式试验和检验, 试验结果满足试验大纲要求。文中内容是堆芯中子注量率测量系统核级阀门设备鉴定的重要组成部分, 也可为其它核级阀门的设备鉴定提供技术指导。

参考文献:

[1] GB/T 12232—2005, 通用阀门法兰连接铁闸阀[S].

- [2] ASME QME-1—2002, Qualification of Active Mechanical Equipment Used in Nuclear Power Plants[S].
- [3] 李军业, 张宗列, 乐秀辉. 核电阀门的试验鉴定[J]. 阀门, 2009(4): 17—20.
- [4] ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section III, Rules for Construction of Nuclear Power Plant Components, Division 1, Subsection NC[S].

(上接第 23 页)

平衡速度试验数据, 按秩和检验是有显著差异的, 而 t 检验的结果无显著差异。因此, 可以确定出贮存于不同的地域环境对某型单兵火箭的动不平衡性能存在显著影响。

4 结论

通过数据分析可以看出: 1) 某型单兵火箭在射击试验时发射筒动不平衡数据均存在异常点; 2) 发射筒速度或冲量的异常数据点与弹丸初速不存在关联, 即不对应弹丸的最大或最小值。

分析产生动不平衡的原因, 从发射过程看, 发动机点火后, 燃烧气体压力使弹丸向前、抛射部向后, 以达到两者的动量平衡, 保持发射筒的静止。从试验结果可知, 弹丸初速没有受到影响, 而发射筒冲量有了巨大改变。说明发射筒冲量应来源于抛射部。

长期贮存对样品的动不平衡冲量产生了明显影响, 影响因素主要包括以下几部分^[4]: 1) 由于橡胶制品的老化使得包装筒的前后密封盖与原状态出现差

异, 产生不平衡现象; 2) 发动机采用悬臂梁结构, 用固药胶附在底座上, 由于老化, 不可避免地产生固药力下降, 甚至掉药现象, 使发动机的燃烧规律发生改变; 3) 弹性爪属于储能元件, 在长贮过程中产生应力释放现象, 抓紧力下降。

上述因素都可引起火箭弹质心位置偏离全弹几何纵轴, 且惯性主轴与几何纵轴不重合, 产生质量偏心距和动不平衡角, 造成动不平衡变化。文献中对单兵火箭从元件组成结构上给出了调整动不平衡冲量的方法^[5]。因此可从上述因素入手寻求解决某型单兵火箭的使用安全性问题。

参考文献:

- [1] 高玉龙. 弹药技术寿命评价研究[J]. 装备环境工程, 2011, 8(1): 73—75.
- [2] 周长省. 火箭动不平衡的计算方法[J]. 兵工学报, 1991(1): 48—55.
- [3] 陈家鼎. 概率与统计[M]. 北京: 北京大学出版社, 2007.
- [4] 董师颜. 固体火箭发动机原理[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 1995.
- [5] 陈志坚. 单兵武器发射器动不平衡冲量分析与计算[J]. 弹箭与制导学报, 2008, 28(6): 164—165.