

# 基于密集度试验的单兵火箭贮存可靠性研究

赵然<sup>1</sup>, 陈明华<sup>1</sup>, 王铄<sup>2</sup>

(1. 军械工程学院, 石家庄 050003; 2. 北京军代局驻长治地区代表室, 山西 长治 046012)

**摘要:** 立靶密集度是单兵火箭的重要战术技术指标,文中通过对某型单兵火箭进行立靶密集度试验,得到了某型单兵火箭的贮存可靠性数据。数据表明贮存期内虽然产生了老化现象,但并未对立靶密集度产生影响,同时分析了影响该项指标的薄弱环节,为提高单兵火箭质量管理水平提供了重要依据。

**关键词:** 单兵火箭; 贮存过程; 立靶密集度

**中图分类号:** TB114.3; TJ415      **文献标识码:** A

**文章编号:** 1672-9242(2012)04-0057-02

## Study on Storage Reliability of Individual Rocket Based on Density Test

ZHAO Ran<sup>1</sup>, CHEN Ming-hua<sup>1</sup>, WANG Shuo<sup>2</sup>

(1. Ordnance Engineering College, Shijiazhuang 050003, China;

2. Military Representative Office in Changzhi Area, Changzhi 046012, China)

**Abstract:** Vertical target density is important tactical and technical indicators of individual rocket. By test of vertical target density for a certain type of individual rocket, storage reliability data of a certain type of individual rocket were obtained. The result showed that there is little change of vertical target density, though aging phenomenon exists in storage period. The weak links of the indicators were analyzed. The purpose was to provide reference for improving quality management level of individual rocket.

**Key words:** individual rocket; storage; vertical target density

与早期装备相比,我军现役装备的单兵火箭弹具有口径大、结构复杂的特点,立靶密集度作为单兵火箭最重要的战术、技术指标,其贮存过程将直接影响到使用过程中的安全性与可靠性<sup>[1]</sup>。同时,在贮存、运输与勤务过程中,火箭弹受到各种应力作用,使得火箭弹发生各种变形,发动机推进剂发生的化学分解、固药力降低、力学性能变化等引起燃烧性能的变化,都有可能立靶密集度的变化。文中通

过试验对某型单兵火箭进行立靶密集度试验,分析了贮存过程中的各种影响,找出了影响立靶密集度指标的零部件薄弱环节。

## 1 影响因素分析

作为火箭弹射击精度中的重要参数,密集度是指所有炸点偏离散布中心的程度。所谓散布中心是

指在一组射弹的弹道束中,设想有一条不受随机因素影响的理想弹道与过目标中心的水平面(或铅垂面)的交点。

影响立靶密集度的因素可分为5个方面:初速散布,射角、射向的随机误差,弹道系数的随机误差,气象条件的随机变化,飞行稳定的随机变化。

根据弹道学相关知识,方向密集度  $B_x$  主要取决于主动段末端速度矢量角散布  $\bar{\psi}_k$ , 影响  $\bar{\psi}_k$  的因素主要有火箭弹离轨速度  $v_0$ 、推力加速度  $a$ 、表征稳定力矩系数的特征量  $\sqrt{a_m}$ 。距离密集度的公式中,有两类不同的影响因素:一类是主动段末端速度  $v_k$ 、弹药系数  $c_k$ 、倾角  $\theta_k$  本身的散布;另一类是距离对它们的偏导数,即  $\partial x_1 / \partial v_k, \partial x_1 / \partial c_k, \partial x_1 / \partial \theta_k$ 。

在上述5个影响因素中,文中仅考虑初速散布对最终结果的影响。由于贮存过程中的老化作用,出现了固药力下降、橡胶制品变形等老化现象,引起发动机的燃烧规律发生变化,对火箭弹初速产生影响,进而影响立靶密集度。

## 2 立靶密集度的计算方法

用同一门火炮(或枪),连续进行多发“条件相同”的射击试验,即每发射击给予火炮相同的射向和仰角  $\theta_0$ (炮口轴线与炮口水平面的夹角)、相同的弹丸(战斗部)以及相同的发射装药。试验结果表明,每发射击的弹道不可能完全重合。用炮口水平面或炮口垂直面截此弹道束,则在该平面上得到对应于射击发数、分散的弹着点,这种现象称为射弹散布,分别对应为地面密集度和立靶密集度<sup>[2]</sup>,如图1所示。

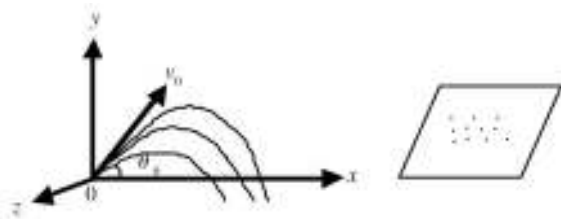


图1 射弹散布示意

Fig. 1 Schematic of projectiles spread

图2为立靶的靶面。十字线中心“0”是发射器对立靶靶面的瞄准点,散布中心  $S_0$  一般偏离“0”点。

如果各发弹着点坐标分别为  $(z_i, y_i), i=1, 2, \dots, n$ , 则  $S_0$  坐标为:

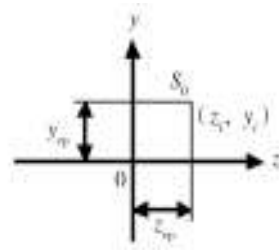


图2 靶面示意

Fig. 2 Schematic of target surface

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}, \quad \bar{z} = \frac{\sum_{i=1}^n z_i}{n}$$

高低中间偏差和方向中间偏差分别为:

$$E_y = 0.6745 \times \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{(n-1)}}$$

$$E_z = 0.6745 \times \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (z_i - \bar{z})^2}{(n-1)}}$$

式中:  $y_i, z_i$  分别为弹着点的高低及方向坐标;  $\bar{y}, \bar{z}$  分别为平均弹着点的高低及方向坐标;  $n$  为有效发数。

## 3 试验

利用固定炮位射击试验方法,对某仓库贮存5 a 的14发某型单兵火箭弹进行了立靶密集度测试。

靶板与炮位之间的距离为200 m,宽高比为3:2,立靶中心设“+”字形瞄准线,图3为立靶密集度测试用靶板。



图3 立靶密集度测试用靶板

Fig. 3 Target of vertical target density test

## 4 立靶密集度试验结果

14发样品分为2组,每组7发,各组射击密集度 (下转第67页)

2) 充分利用和发挥经国家和军队授权的第三方实验室作用。

3) 加强试验过程质量控制,改变“重试验结果轻试验过程”的现象。多数试验报告对试验过程中产生的大量数据基本没有分析并有效应用反馈到试验设计形成闭环,从而不能对试验进行改进,一直在“低水平、低层次”徘徊,试验效能较低。

4) 加强使用阶段试验研究管理。在实际使用情况下实施试验,更能准确反映产品特性,同时要把结果进行反馈,以便规划、调整研制、生产阶段试验。

#### 参考文献:

- [1] GB/T 19000—2008,质量管理体系 基础和术语[S].
- [2] GJB 6117—2007,装备环境工程术语[S].
- [3] GJB 4239—2001,装备环境工程通用要求[S].
- [4] GJB 450A—2004,装备可靠性工作通用要求[S].
- [5] GJB 1032—1990,电子产品环境应力筛选方法[S].
- [6] 章新瑞. 环境试验和可靠性试验的类型及其设计技术[J]. 环境技术, 2004(3):45—47.
- [7] GJB 5712—2006,装备试验质量监督要求[S].

(上接第58页)

见表1。

表1 某型单兵火箭立靶射击密集度  
Table 1 Vertical target density of individual rocket

	第1组	第2组	平均
$E_y/\text{mm}$	278.2	304.2	291.2
$E_z/\text{mm}$	342.2	95.6	218.9

落点散布结果如图4所示。

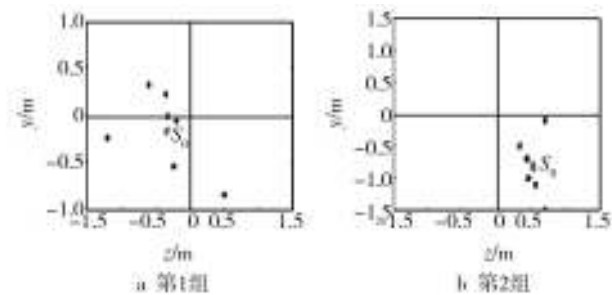


图4 立靶密集度测试结果

Fig. 4 Test results of vertical target density

14发样品试验弹药的立靶散布汇总计算结果为: $E_y \times E_z = 291.2 \text{ mm} \times 218.9 \text{ mm}$

可以看出各分组统计数据中,试验样品200 m立靶密集度符合战术技术指标密集度。

## 5 结论

试验用某型单兵火箭样品的零部件以金属件为主,橡胶件较少,影响立靶密集度的因素主要为发动

机和点火具,主要包括以下几个部分。

1) 由于橡胶制品的老化使包装筒的前后密封盖与原状态出现差异,产生不均衡现象。

2) 发动机采用悬臂梁式结构,用固药胶粘附在底座上,由于老化,不可避免地会产生固药力下降,甚至掉药现象,使发动机的燃烧规律发生改变。

3) 点火具装配在发动机的喷管内,该火箭弹发射点火具的后喷物后喷可达70~80 m,并且呈45°角的扇形散布,因此成为影响立靶密集度的一个重要因素。

上述结果表明,某型单兵火箭经过5 a的贮存期后,产生了固药力下降、橡胶元件老化和个别弹药平均弹着点超出偏差范围的现象,并未对立靶密集度产生影响,但从上述因素所涉及的薄弱环节入手,加强质量监控,提高质量管理水平。

#### 参考文献:

- [1] 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.
- [2] 郭锡福. 弹丸发射动力学[M]. 北京:兵器工业出版社,1995.
- [3] 高玉龙,易建政. 弹药储存环境对弹药质量的影响[J]. 装备环境工程, 2010, 7(5):77—79.
- [4] 陈家鼎. 概率与统计[M]. 北京:北京大学出版社,2007.
- [5] SANFORD M, DLEGUIDICE T A. Energy Absorbing Countermass for Shoulder-launched Rocket Weapon, ADD01960 5[R]. 2000.
- [6] 周省长. 火箭动不平衡的计算方法[J]. 兵工学报, 1991(1):48—55.
- [7] 陈志坚. 单兵武器发射器动不平衡冲量分析与计算[J]. 火箭与制导学报, 2008, 28(6):164—165.