

自然储存过程中点火具性能变化规律研究

路桂娥¹, 刘萌阳², 江劲勇¹, 葛强¹, 王韶光¹, 贾昊楠¹

(1.军械技术研究所, 石家庄 050000; 2.军械工程学院, 石家庄 050003)

摘要: **目的** 研究点火具的点火压力随储存时间、地区的变化规律。**方法** 对在正常储存条件下分别储存于北方和南方地区, 储存年限分别为 5, 10, 15, 19 年的某型点火具进行点火压力-时间关系试验。**结果** 点火压力随时间的增加先上升后减小, 北方地区的最大压力下降了 0.4 MPa 左右, 南方地区的最大压力下降了 0.3 MPa 左右。在北方地区储存的点火具的最大压力时间要长于在南方地区储存的点火具最大压力时间。**结论** 点火具在长时间储存和不同地区储存的参数会发生变化, 但是参数的变化在允许的范围之内, 地区的差异会对点火具的性能产生一定的影响, 影响的主要因素之一是温度。

关键词: 点火具; 点火压力; 储存

DOI: 10.7643/issn.1672-9242.2017.06.006

中图分类号: TJ45

文献标识码: A

文章编号: 1672-9242(2017)06-0026-03

Performance of the Igniter during Storage

LU Gui-e¹, LIU Meng-yang², JIANG Jin-yong¹, GE Qiang¹, WANG Shao-guang¹, JIA Hao-nan¹

(1.Mechanical Technical Research Institute, Shijiazhuang 050000, China;

2.Mechanical Engineering Collage, Shijiazhuang 050003, China)

ABSTRACT: Objective To research the igniter on its ignition pressure changing with the storage time and area. **Methods** The igniter stored in the north and south area under normal conditions for 5, 10, 15, 19 years was tested for ignition pressure-time relation. **Results** The ignition pressure first increased and then decreased with the increase of time. The max pressure of the igniter which stored in the north declined about 0.4 MPa; that stored in the south decreased about 0.3 MPa. But the pressure time of the igniter stored in the north was longer than that stored in the south. **Conclusion** The ignition pressure changes with the storage time and the area, but the variation is allowed. Regional different has certain influences on performance of igniter. Temperature is one of the main factors.

KEY WORDS: igniter; ignition pressure; storage

点火具是火箭发动机的点火装置, 内装点火黑药。黑火药疏松多孔很容易吸收外界的水分, 水分的含量直接影响其性能^[1-3]。因此在长期储存过程中其点火性能是否下降, 是否随储存环境的变化而影响发动机的可靠点火是值得关注的问题。为此进行了点火具性能变化的规律研究。

1 试验

1.1 试验设计

为保证测试数据接近真实发动机的发火状态, 通过计算内弹道发动机内的装药和固药胶体积, 制作了

相同体积的假药柱。用固药胶将假药柱与发动机连接。点火性能测试条件: 导爆管、起爆器 9373 厂提供; 静试发动机 245 厂加工制作; 假药柱 245 厂加工制作。

1.2 测试原理及方法

根据 GJB 770B 中关于的内弹道测试方法和 GJB 5309.24—2004《火工品试验方法》中关于点火压力-时间曲线测定具体要求进行试验。

1.2.1 测试原理

对装在测压容器内的火工品施加规定的激发能量, 火工品发火后产生的气体压力作用在压力传感器上, 使其输出和压力对应的电信号, 经过放大, 由记录系统处理给出 $P-t$ 曲线^[4]。

1.2.2 测试方法

分别对自然条件下在北方储存 5, 10, 15, 19 年和在南方储存 6, 9, 12, 18, 20, 22 年的试验用点火具进行点火压力测试, 每组 5 发。软件会同步绘制出压力随时间的变化曲线^[5-6]。根据绘制出来的图像, 以曲线上压力坐标最高点为最大压力 P_m , 对应的时间为最大压力时间 t_m 。

最大压力根据式 (1) 或 (2) 计算。

当 $\Delta U_m = \Delta \bar{U}_i$ 时:

$$P_m = P_i \quad (1)$$

当 $\Delta \bar{U}_{i-1} < \Delta U_m < \bar{U}_i$ 时:

$$P_m = P_{i-1} + K_i(\Delta U_m - \Delta \bar{U}_{i-1}) \quad (2)$$

式中: ΔU_m 为 $P-t$ 曲线上最高点电压的有效值, V; P_i 为静压标定时, ΔU_i 对应的压力值, MPa; P_{i-1} 为静压标定时, $\Delta \bar{U}_{i-1}$ 对应的压力值, MPa。

其中 K_i 根据式 (3) 计算:

$$K_i = \frac{P_i - P_{i-1}}{\Delta \bar{U}_i - \Delta \bar{U}_{i-1}} \quad (3)$$

式中: K_i 为第 $i-1$ 和第 i 个间隔间的内插系数, MPa/V; P_{i-1} 为第 $i-1$ 个间隔的压力值, MPa; P_i 为第 i 个间隔的压力值, MPa。

最大压力平均值根据式 (4) 计算:

$$\bar{P}_m = \frac{\sum_{i=1}^n P_{m1}}{n} \quad (4)$$

式中: $\bar{P}_m$ 为一组试验产品最大压力平均值, MPa; P_{m1} 为各发试验产品最大压力值, MPa; n 为一组试验产品发数。

2 结果与分析

根据测试结果和利用最大平均压力值公式进行计算, 得出的测试结果如图 1 所示。压力曲线如图 2 所示。

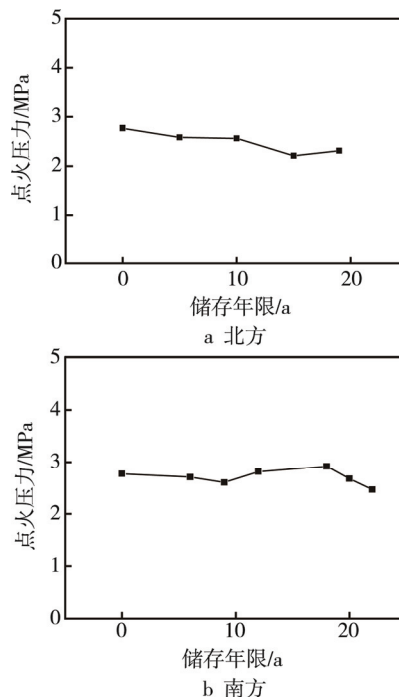


图1 点火具测试结果

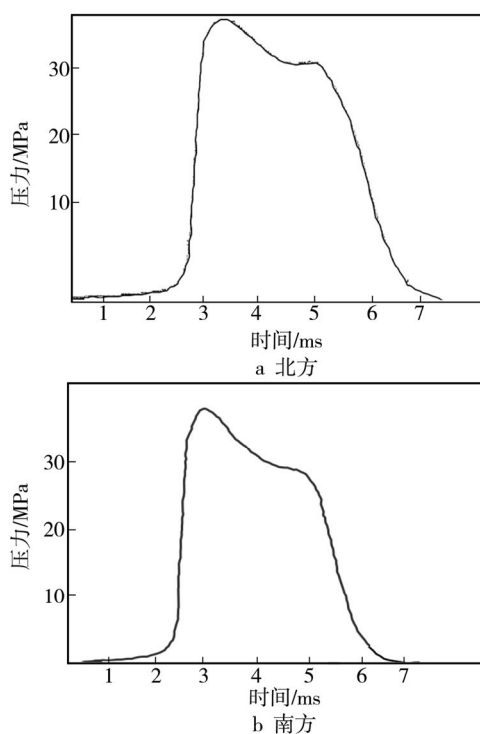


图2 压力曲线

从图 2 可以看出, 最大压力平均值可以随着储存时间年限的增加, 无论在南方还是北方, 压力值均有所降低, 但降低程度不是很大, 在允许范围内^[7]。分析认为, 随着储存时间的延长, 点火药盒内的点火黑药发生了分解脱硝, 能量有所下降。对比图 2 两个曲线可以看到, 在南方储存的点火压力要高于北方。南方地区在 10 年至 20 年之间有一个上升的过程, 但是总体趋势是减小的。分析认为, 由于长时间的储存,

能量物质产生分解,会使得点火压力下降,但是由于温度作用,点火药里边水分子交换频繁,使得点火药内部结构疏松,增大了燃烧面积。燃烧面积的增加导致了燃速的加快,最终对外表现为点火压力的上升。10 年至 20 年间能量物质分解不严重,但是水分子交换,使燃烧面积增大到最大值,两者共同作用的结果导致了南方地区点火压力先增大后减小的现象。从图 3 可以看出,南方储存的对应的 t_m 值比北方小。分析认为,吸附和毛细作用都是放热的过程,温度升高使得水分的平均动能增大,吸湿性会由于吸附和毛细作用的减小而减小^[8-9]。南方温度比北方高,温度高加快了水分子的动能,使得点火药里边的水分子与空气中的水分子交换频率加大,从而使得点火药的内部结构更加疏松,导致燃烧面积增大,引起燃速和点火压力的增加。燃速的增加直接导致了作用时间的减小,这与南方和北方地区的压力曲线刚好相符。

同时点火药中含水量的多少对于点火具最大压力有着较大影响。在一定范围内,最大压力随着含水量的增加而增加,超过一定范围,最大压力随着含水量的增加而减少^[10-11]。通过对选取的所有批次进行组分测定发现,水分的质量分数都在 3% 左右,相差不多。点火药盒内部的相对湿度也是影响性能的一个因素^[12]。点火药盒密闭的内部环境与生产时期的当时环境有关,通过查找各个批次弹药的履历书,发现所选取的批次温湿度数据基本接近,因此认为内环境的相对湿度对点火具的性能影响可以不予考虑。

3 结论

1) 经过长时间的存储,点火具依旧可以正常发挥作用,有效点火。点火压力虽然有所下降,但是下降的不明显。在储存过程中有能量物质的分解是点火压力下降的主要原因。

2) 点火压力的变化与储存地域有关。在南方存放的库房温度大于北方,在四季、昼夜高低温交替过程中,点火药中水分蒸发、回流的不断进行,造成药块有一定的疏松。外部环境温度越高,水分子的运动就越剧烈。最终导致了南方地区的燃烧时间比北方地区短,南方地区的点火压力比北方地区大。

参考文献:

- [1] 徐永士,魏晗,张彬. 影响火炸药吸湿性因素的研究[J]. 当代化工, 2015, 44(4): 734—735.
- [2] 袁有根,李峻东,赵继勤,等. 某点火具贮存寿命研究[J]. 火工品, 2007(4): 36—38.
- [3] 任慧,崔庆忠,焦清介. 黑火药的热分解过程与反应动力学参数研究[J]. 含能材料, 2007, 15(1): 29—32.
- [4] GJB 5309.24—2004, 火工品试验方法. 点火压力-时间曲线测定. 第 24 部分: 点火压力-时间曲线测定[S].
- [5] GJB 3653.4—2002, 火工品检验验收规则. 点火具和传火具[S].
- [6] GJB 770B, 火药试验方法[S].
- [7] DICKJ J. Shock-wave Behavior in Explosive Monocrystals [J]. Journal de Physiqueiv, 1995.
- [8] 柳振江,王保国,赵文虎,等. 黑火药的防潮改性技术研究[J]. 火工品, 2015(6): 32—37.
- [9] 祝逢春,胡瑜,秦志春. 火箭弹电点火具安全性改进研究[J]. 弹箭与制导学报, 2003, 23(5): 82—84.
- [10] 赵宜新,钱建平,季正峰. 火箭增程弹延时点火具研究[J]. 弹箭与制导学报, 2006, 26(2): 423—425.
- [11] 崔庆忠,冯代英,任慧. 几种火箭弹点火具的对比研究[J]. 火工品, 1998(4): 32—34.
- [12] 安刚. 某 SCB 点火具贮存性能及失效机理研究[D]. 南京: 南京理工大学, 2015.