

文章编号: 1006-9941(2004)01-0056-03

爆炸箔点火器研究

杨振英, 褚恩义, 吕巧莉, 任西, 高馥萍, 任玲
(中国兵器工业第213研究所, 陕西西安710061)

摘要: 介绍了爆炸箔冲击片点火器的原理及基本特性。采用冲击片点火器与点火药盒一体化设计, 制作了一种结构新颖的爆炸箔冲击片点火器。对其性能进行了试验研究, 并与火箭发动机点火药进行了联试。结果表明, 该点火器可耐3 A直流电流、5 min不发火, 能抗静电、射频及电磁干扰, 能安全、可靠地点燃火箭发动机点火药。

关键词: 安全工程; 爆炸箔点火器; 冲击片点火管; B/KNO₃ 点火药
中图分类号: TJ45 **文献标识码:** A

1 引言

电点火器广泛应用于导弹、火箭固体发动机点火系统, 点火器设计准则是安全、可靠和快速作用。传统电点火器的点火方式是用低能热丝点火, 该方法的最大缺点是安全性差。目前有各种各样1 A/1 W钝感电点火器, 虽然可降低杂散电流(含射频)危害, 但不能完全解决射频危害问题, 更不能抗闪电及高空电磁脉冲等。

爆炸箔直列式起爆技术目前发展较为成熟, 根据爆炸箔在起爆系统中应用的优点, 可以推断它在各种导弹、火箭固体发动机点火中有它固有的安全性和可靠性优势。1981年, Derek Grief和David Powell^[1]利用爆炸箔冲击片进行了点燃烟火剂的初步试验, 1982年申请了专利^[2]。1992年美国颁发了MIL-STD-1901《弹药火箭和导弹发动机点火系统安全性设计准则》^[3], 该标准是针对直列式点火制订的, 1995年对有关条款又做了补充, 这说明直列式点火系统在美国基本进入了实际应用阶段。本实验在研究爆炸箔冲击片点火管^[4]的基础上, 将冲击片点火管与点火药盒进行一体化设计, 形成直列式爆炸箔点火器, 并与火箭发动机点火药成功地进行了地面联试。

2 爆炸箔点火器点火原理及特点

2.1 点火原理

爆炸箔点火器结构如图1所示, 它是由冲击片点火管和点火药盒构成。冲击片点火管主要元器件是发火引线、反射片、桥箔、飞片、加速膛及超细B/KNO₃药柱构成。它的作用过程是: 当强大的电流通过金属桥箔时, 金属桥箔发生爆炸, 产生的等离子体迅速膨胀, 剪切贴在桥箔上方的聚酰亚胺飞片, 并推动飞片以高速撞击超细B/KNO₃药柱输入端表面, 使药柱爆燃, 点燃药盒中的B/KNO₃空心药柱, 相继点燃火箭发动机点火药及推进剂。

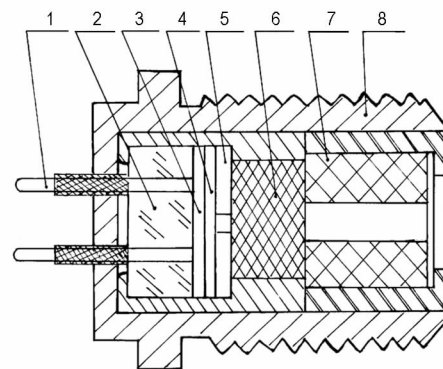


图1 爆炸箔点火器结构示意图

1—发火脚线, 2—反射片, 3—桥箔, 4—飞片, 5—加速膛,
6—B/KNO₃药柱, 7—B/KNO₃药盒, 8—点火器外壳

Fig. 1 Scheme of exploding foil igniter

1—firing leg wire, 2—tamper, 3—foil, 4—slapper,
5—barrel, 6—B/KNO₃ charge,
7—B/KNO₃ ignition composition cup, 8—igniter cap

收稿日期: 2002-10-08; 修回日期: 2003-09-02

作者简介: 杨振英(1953-), 男, 高级工程师, 主要从事爆炸箔起爆与点火技术研究。

2.2 特性

(1) 高安全性

爆炸箔点火器中不含任何敏感药剂,使用了与点火药盒同一量级的钝感 B/KNO₃ 高能点火药,并且 B/KNO₃ 点火药柱本身与换能元件不直接接触。因此能保证在生产、勤务处理、使用以及恶劣电磁环境下的高安全性。

(2) 高可靠性

该点火器本质安全,并且使用了直列式点火用的 B/KNO₃ 点火药,在使用前不需安全隔断,没有可移动部件,可直接对准火箭发动机点火药,具有较高的点火可靠性。

(3) 爆炸箔点火器可抗很强的静电、射频、杂散电流、闪电及电磁干扰等。

(4) 快速作用,作用时间精度高。

(5) 简化传统点火序列的设计,改变其装药设计,可简化生产工艺,提高效费比。

3 试验结果

3.1 冲击片点火管的部分性能试验

(1) 500 V 电压不发火试验

用 4 μF 电容并充电对冲击片点火管桥箔两端施加电压 500 V,进行放电发火试验,试验数为 7 发,B/KNO₃ 点火药全不发火。

(2) 静电试验

静电感度试验是在储能电容 500 pF、放电回路串联电阻 5 kΩ,充电至 25 kV 的条件下,对冲击片点火管脚壳间放电。受试产品 20 发,试验结果全不发火,经测试产品性能及结构无任何变化。

(3) 安全电流试验

对冲击片点火管桥箔施加功率为 0.4 W,3 A 直流电流,5 min 不发火,试验结果见表 1。

表 1 冲击片点火管安全电流试验结果

Table 1 Safety current test results of slapper igniter

施加电流/A	试验数/发	试验结果
3.16	13	全不发火(桥箔完好)
3.54	5	4 发桥箔完好,1 发桥箔烧断
5.00	1	桥箔 2 s 烧断
11.00	1	桥箔 1 s 钟烧断

(4) 射频试验

对冲击片点火管进行了射频感度试验及电磁干扰试验。射频感度试验是按 GJB736·2-89 进行,方法是

脚-脚,试验结果见表 2。电磁干扰试验是将冲击片点火管发火脚线与电场方向平行放置,试验结果见表 3。

表 2 冲击片点火管射频感度试验结果

Table 2 Radiofrequency sensitivity test results of slapper igniter

试验条件	试验数/发	试验结果	备注
600 MHz(10 W)	10	全不发火	桥箔完好
1000 MHz(10 W)	10	全不发火	桥箔完好

表 3 冲击片点火管电磁干扰试验结果

Table 3 Electromagnetic interference test results of slapper igniter

频率 /MHz	平均场强 /V·m	试验数/发	试验结果
600	460	5	全不发火,桥箔完好
1000	324	5	全不发火,桥箔完好
2000	219	5	全不发火,桥箔完好

3.2 爆炸箔点火器与火箭发动机点火药地面联试

爆炸箔点火器与发动机点火药联试框图如图 2 所示。在试验中,点火管发火电路是采用模拟发火装置,其中发火电容为 0.4 μF。点火器输出端距 B/KNO₃ 点火药的距离为 10 mm,试验结果见表 4。

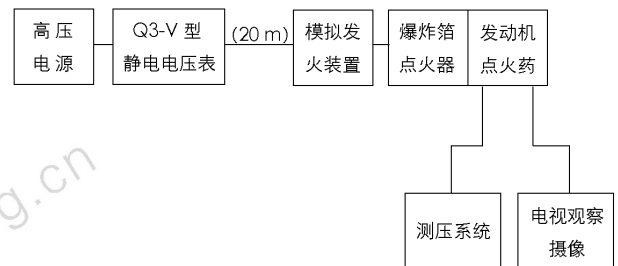


图 2 点火器与发动机点火药联试框图

Fig. 2 The ignition joint test diagram of the slapper igniter with rocket motor ignition composition

表 4 点火器与发动机点火药联试结果

Table 4 The ignition joint test results of the slapper igniter with rocket motor ignition composition

点火器 编号	发动机 点火药	压药 密度 /g·cm ⁻³	药量 /g	发火		试验结果
				电压 /kV	能量 /J	
4-1	B/KNO ₃	1.88	500	3.0	1.8	可靠点火
4-3	B/KNO ₃	1.88	500	3.0	1.8	可靠点火

4 讨论

由表1看出,冲击片点火管可耐3 A的直流电流,5 min不发火,并且桥箔完好,电阻和电感无任何变化。施加3.5 A以上的电流,桥箔有开始烧断的现象,这与500 V不发火试验得到的结果一致。通常桥箔爆炸的电流大约在1~2 kA,在电流较小时,桥箔虽然已烧断,但不可能造成安全问题。因为施加的电流小,桥箔不能汽化形成等离子体,这时聚酰亚胺飞片不能形成,B/KNO₃点火药不能被点燃,我们在解剖被烧断桥箔的产品时发现药柱输入端没有飞片撞击痕迹,这显示了该产品固有的安全特性。

由表2、3及静电试验结果看出,冲击片点火管对静电、射频及电磁干扰非常钝感。主要是该产品结构独特,发火元件与药剂不直接接触,并且有高绝缘的膜将药柱隔开,爆炸箔只能在特定的强流陡脉冲作用下才会发生电爆炸。因此,冲击片点火管与点火药盒设计为一体,同样能防静电、射频及杂散电流的影响。

由表4的联试结果看出,爆炸箔点火器能可靠点燃火箭发动机500 g的B/KNO₃点火药,并且所测的压力符合总体设计的要求。500 g B/KNO₃点火药以往都是用传统的电点火管点燃,虽然点火可靠,但安全性较差。爆炸箔点火器的安全性是较高的,因为它不

含任何敏感的药剂,换能元件与钝感药剂不直接接触,整个点火序列的药剂与发动机点火药属同一量级感度。因此,在较恶劣的环境中能保证其安全性,适用于导弹、火箭发动机直列式点火系统。

5 结论

(1) 冲击片点火管可耐3 A的直流电流5 min不发火,并且抗静电、射频及电磁干扰。

(2) 爆炸箔点火器设计独特,全部采用直列式点火许用药剂,安全性强,能够可靠点燃火箭发动机点火药。

参考文献:

- [1] Derek Grief, David Powell. Pyrotechnic Ignition In Minislapper Devices[R]. 1981.
- [2] Derek Grief, David Powell. Pyrotechnic devices [P]. GB2100395A, 1982.
- [3] MIL-STD-901, Munition Rocket and Missile Motor Ignition System Design, Safety Criteria For[S]. 1992.
- [4] 杨振英, 郭少华, 褚恩义, 等. 冲击片点火管[J]. 火工品, 2000, (3): 17-20.
YANG Zhen-ying, GUO Shao-hua, CHU En-yi, et al. Slapper igniter[J]. HUOGONGPIN, 2000, (3): 17-20.

Study on Exploding Foil Igniter

YANG Zhen-ying, CHU En-yi, Lü Qiao-li, REN Xi, GAO Fu-ping, REN Ling

(The 213th Research Institute of China Ordnance Industry, Xi'an 710061, China)

Abstract: The ignition principle and the characteristics of the exploding foil slapper are introduced. The integration design for the slapper igniter with the ignition composition cup is used to make the exploding foil igniter. The results of the exploding foil igniter performance test and successful to rocket motor ignition composition show that the igniter cannot be ignited by 3 A direct current in 5 min and has better capabilities in resisting static electricity, radio-frequency and electromagnetic interference. The rocket motor ignition composition can be ignited by the exploding foil igniter safely and reliably.

Key words: safety engineering; exploding foil igniter; slapper igniter; B/KNO₃ ignition composition