

文章编号: 1003-1480 (2008) 03-0026-02

爆炸箔冲击片起爆设计参数研究

褚恩义, 任西, 钱勇, 同红海

(中国兵器工业第213研究所 火工品安全性可靠性技术国防科技重点实验室, 陕西 西安, 710061)

摘 要: 为了研究爆炸箔起爆器起爆系统典型参数的规律, 设计了试验装置和试验方法, 研究了爆炸箔冲击片起爆系统中爆发电流、爆发电压与输入起爆能量、爆炸箔截面积的关系, 并且给出了相关规律。通过研究得出: 爆发电压时间、峰值电流时间越接近, 爆发电压峰值与爆发电流峰值越重合, 能量利用率最高。研究结果对爆炸箔冲击片起爆系统的优化设计具有一定的指导意义。

关键词: 爆炸箔; 设计; 爆发电流; 爆发电压

中图分类号: TJ450.2 文献标识码: A

Study on the Design Parameters of Exploding Foil Initiation

CHU En-yi, REN Xi, QIAN Yong, TONG Hong-hai

(National Defense Key Laboratory of Pyrotechnical S&R Technology, The 213th Research Institute of China Ordnance Industry, Xi'an, 710061)

Abstract: In order to research on the typical parameter of initiation system of the exploding foil initiation (EFI), the test device and test method were designed, and the relationship of burst current, burst voltage, initiation energy and the area of exploding foil bridge in the exploding foil slapper initiation system were studied. Some relative rules were got from the study. The research indicated that the more approach of the time of burst voltage and the time of peak current, the more coincident of the peak voltage and the peak current, and the higher energy utilizing efficiency would be. Results and findings have certain guiding significance for the optimization design of exploding foil initiation system.

Key words: Exploding foil; Design; Burst current; Burst voltage

关于爆炸箔起爆器电爆参数的测试技术国内已有研究^[1-3], 而对于爆炸箔电爆参数的研究较少。本研究采用罗果夫斯基线圈探测桥箔的爆发电流, 用分压器测试桥箔的爆发电压, 用示波器显示和记录爆发电流和爆发电压的历史曲线。通过对爆发电流、爆发电压的分析以及桥箔电爆时峰值电流时间和爆发电压时间的比较, 研究了特定桥箔的电爆参数的规律, 这些规律研究对爆炸箔起爆系统的优化

设计具有一定的指导意义。

1 爆炸箔起爆器作用原理

爆炸箔起爆系统(EFIs)的作用原理为: 在特定的强电流陡脉冲作用下, 爆炸箔发生电爆炸, 由此产生的等离子体迅速膨胀剪切并驱动冲击片冲击起爆猛炸药。由于特殊的电脉冲引发条件是自然界和各种电

收稿日期: 2008-03-18

作者简介: 褚恩义(1965-), 男, 研究员, 主要从事火工烟火技术研究。

磁环境下极难产生的,而且使用的猛炸药符合传爆药安全性能要求,因此爆炸箔起爆系统是一种本质上安全可靠

的起爆系统。爆炸箔起爆系统(EFIs)主要由高压功率脉冲电源和冲击片雷管两大部分组成,其组成如图1所示。

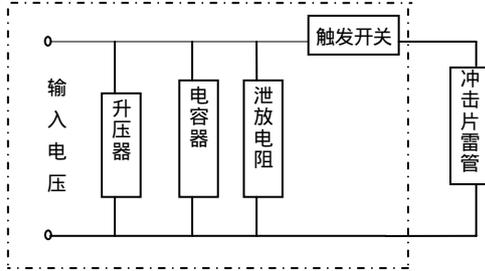


图1 爆炸箔起爆器系统组成框图

Fig.1 Diagram of exploding foil initiation system

采用的试验装置示意图见图2,装置回路电感小于100nH。爆发电压测量系统采用5kV高压监测系统。爆发电流测试采用罗果夫斯基线圈[4]进行。

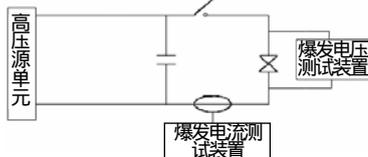


图2 爆炸箔起爆器电爆测试系统

Fig.2 Electrical exploding test system of EFI

2 输入起爆能量对固定设计参数时爆炸箔爆发电流、爆发电压的影响

固定爆炸箔设计参数,改变不同的输入能量,研究了输入能量对固定设计参数时爆炸箔中峰值电流、爆发电流、爆发电压、峰值电流时间、爆发电压时间的影响。试验用发火电容:0.2μF,爆炸箔桥区尺寸:0.5mm×0.5mm×4.5μm。一组典型的试验数据如表1所示,对应的测试图形见图3。

从表1可以看出,对于固定参数的试验系统,随着输入起爆能量的增加,作用在爆炸箔上的峰值电流、爆发电流、爆发电压增加,爆发电压时间、峰值电流时间逐渐缩短。对于1套固定参数的起爆系统,存在着1个最佳的能量输入匹配值,在该能量值时,爆发电压时间、峰值电流时间最接近,爆发电压峰值与爆发电流峰值基本重合,此时能量利用率最高。通常认为,爆炸箔的作用过程包括金属箔从受热开始直

到熔化、汽化最后成为等离子体驱动冲击片[5-6]。但是,从电流波形图中可以看出,在爆炸箔汽化时由于电阻的突然增大,在电流波形图上出现明显拐点,同时爆发电压达到峰值,此时的能量有可能就是剪切并驱动冲击片的能量,而爆炸箔形成等离子体所需的能量可能并未被驱动冲击片利用。

表1 输入起爆能量对爆炸箔爆发电流、爆发电压的影响

Tab.1 Effect of input energy on burst current and burst voltage

Table with 8 columns: 序号, 充电电压/kV, 峰值电流/A, 爆发电流/A, 爆发电压/V, 峰值电流时间/ns, 爆发电压时间/ns, 图号. It contains 4 rows of experimental data.

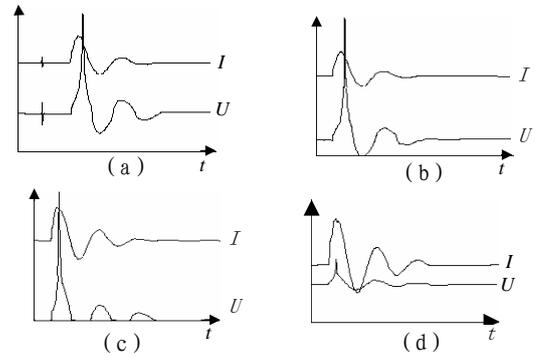


图3 爆发电流、爆发电压测试波形图

Fig.3 Waveform graph of burst current and burst voltage

3 不同设计参数时爆炸箔中爆发电流、爆发电压的规律研究

改变爆炸箔设计参数,固定输入起爆能量,研究了不同设计参数时爆炸箔中爆发电流、爆发电压等参数的规律。一组典型的试验数据如表2所示。

表2 不同设计参数时爆炸箔爆发电流与爆发电压的规律

Tab.2 Law of burst current and burst voltage with diverse bridge foils

Table with 8 columns: 序号, 爆炸箔体积×10^-2/mm^3, 充电电压/kV, 峰值电流/A, 爆发电流/A, 爆发电压/V, 峰值电流时间/ns, 爆发电压时间/ns. It contains 4 rows of experimental data.

(上接第 27 页)

从表 2 可以看出：当固定输入起爆能量时，随着爆炸箔体积的减小，峰值电流变化不大，爆发电压时间缩短。对于相同参数的脉冲功率源而言，峰值电流反映的是短路状态通过回路的最大电流，由于在测试范围内不同体积的爆炸箔电阻变化很小，因此，峰值电流变化也不大。而爆发电压时间反映的是爆炸箔汽化时电阻突然增大的现象，爆炸箔汽化所需的能量与其体积密切相关，较小体积的爆炸箔汽化所需的能量较少，因此输入相同起爆能量时，较小体积的爆炸箔汽化时间相对较短，爆发电压时间相对也就较短。对于固定参数的起爆装置，可以通过对爆炸箔尺寸的设计提高对输入起爆能量的利用效率。

4 结论

通过研究固定参数的桥箔在不同发火电压下的电爆参数规律，发现爆发电压、爆发电流随输入能量的增大而增大，爆发电压时间和峰值电流时间随发火能量增大而减小，但是峰值电流时间和爆发电压时间

应有一个最接近的区间，这一区间应该是能量利用率最高的区间。在固定发火能量时，有一个最佳对应的桥区尺寸，使得这一尺寸的桥区对应的爆发电流和峰值电流较其它桥区尺寸高。

参考文献：

- [1] 曾庆轩,袁士伟,罗承沐,等.新型电爆炸箔系统电压对爆发电流影响的实验研究[J].火工品,2002(1):41-42.
- [2] 谢雁,党瑞荣,任西,等.电火工品发火过程的无损耗检测方法[J].火工品,2005(4):41-44.
- [3] 张军,李涛,陈军,等.爆炸箔电参数的测试方法[J].高能量密度物理,2007(2):51-54.
- [4] 钱勇.爆炸箔冲击片加载试验装置及优化设计研究[D].西安：中国兵器工业第 213 研究所，2007.
- [5] STANTON P L.The acceleration of flyer plates by electrically exploded foil[R].SAND 75-0221,1976.
- [6] 周智,胡晓棉,曾庆轩,等.点火回路电感对 EFIs 发火能量的影响[J].火工品,1998(3):20-23.