

# 高冲击高温下电引信关键元器件可靠性测试\*

徐建军

(中北大学机电工程学院,太原 030051)

**摘要:**为了保证电引信的可靠性和安全性,在设计或生产前有必要对电引信关键元器件进行可靠性测试,文中在分析了电引信关键元器件及其失效模式的基础上选择电引信部分关键元器件:起爆电路用闸流管、抗干扰电路用独石电容和点火电路用固体钽电容,设计测试电路,提出了在高机械冲击和高温条件下对电引信的性能参数进行动态可靠性测试的方案,并进行了试验,试验结果对电引信关键元器件的选型、筛选及后续测试具有一定的参考价值。

**关键词:**电引信关键元器件;可靠性测试;动态测试;高冲击;高温

**中图分类号:**TM535.1 **文献标志码:**A

## Reliability Test of Key Components of Electric Fuze Subjected to High Impact and High Temperature

XU Jianjun

(School of Mechatronics Engineering, North University of China, Taiyuan 030051, China)

**Abstract:** In order to ensure reliability and safety of electric fuze, it is necessary to test the key components of electric fuze before design and production, and certain components of electric fuze, whose thyatron switches used in detonating circuits and porcelain capacitor used in anti-jamming circuits and tantalum capacitor used in firing circuits, were selected after key components and failure modes had been analyzed, then test circuits were designed. Furthermore, dynamic testing experiment schemes were worked out to test the parameter of certain key components of electric fuze under two special conditions of high temperature and high impact. So this test schemes and results can offer important useful value to electric fuze' key components selection, filtration and other test.

**Keywords:** key components of electric fuze; reliability test; dynamic test; high impact; high temperature

## 0 引言

大量工程实践表明,电引信的可靠性主要取决于关键元器件,所以元器件的可靠性是电引信可靠性的基础,而电引信的任何故障和不可靠事件都直接关系着我方的生命安全和对敌的作战效果<sup>[1-2]</sup>。因而,在设计或生产前了解关键元器件的可靠性参数非常重要,其途径就是对关键元器件进行可靠性测试。因此,文中拟对电引信关键元器件的可靠性测试进行探讨,并针对三种关键元器件提出典型的动态可靠性测试方案和相应的实验结果分析。

## 1 电引信的关键元器件及其失效模式

随着技术的进步和元器件工业的发展,电引信所

用的元器件也在不断发生着变化,目前电引信中的关键元器件情况简表如表1所示,从表中可看出,影响到电引信安全性与可靠性的关键元器件有:高频管、电源、灌封材料、点火电路用固体钽电容、起爆电路用闸流管、抗干扰电路用独石电容。其中起爆电路用闸流管、抗干扰电路用独石电容的参数变化涉及引信安全性,会导致引信误触发,危害极大,而点火电路用固体钽电容在实际使用中失效率很高,是影响电引信能否可靠工作的关键元器件,故文中将此三种元器件作为可靠性测试研究的重点。

## 2 关键元器件的可靠性测试

文中只论述电引信中的起爆电路用闸流管和抗干扰电路用独石电容、点火电路用固体钽电容三种关

\* 收稿日期:2010-03-28

基金项目:教育部科学技术研究重点基金(208024);山西省自然科学基金(2007011054)资助

作者简介:徐建军(1959-),男,辽宁建昌人,博士研究生,研究方向:机电系统设计原理。

表 1 电引信中的关键元器件列表

关键元器件	失效模式	危害
高频管	$\beta$ 值降低	引信工作频率偏离工作频率, 引信瞎火
点火电路用固体钽电容	突然击穿或漏电流增大	存储电荷量减少达不到启动电压, 引信瞎火
电源	燥声干扰	干扰高频电路, 引信提前炸
	功率减小	高频电路振荡功率减小, 引信瞎火
灌封材料	老化, 防潮性降低, 开裂	使内部元器件性能降低, 引信瞎火
起爆电路用钽流管	触发电压漂移	钽流管导通失常, 引信误触发或瞎火
抗干扰电路用独石电容	容值参数漂移	抗干扰能力降低, 引信误触发

键元器件的典型可靠性测试方法。

### 2.1 在高冲击条件下对钽流管触发电压的动态测试

为了得到钽流管在高冲击惯性力条件下触发电压的动态实验数据, 可以利用标准锤击机来模拟 3000~10000g 的惯性力, 并在元件承受冲击的过程中利用相应电路和高速数据采集仪, 对其特性参数进行瞬时的高速测试和数据采集。由于锤击过程仅耗时 0.15ms, 为了在如此短的时间内测量到其触发电压, 可采用如图 1 所示的电路。图 1 中 D1 为钽流管, D1 的阳极和阴极接方波发生器 XFG1 产生的 10kHz 方波信号, D1 的门级接三角波发生器 XFG2 产生的三角波信号, 并且保证 XFG1 和 XFG2 产生的信号同相位、同频率(如图 2 所示), 这样被测钽流管在锤击的全过程中将至少被触发一次, 于是将数据采集仪器 XSC1 接在 D1 的阳极, 就可在锤击发生的瞬间得知其瞬时的触发电压。图 3 为该电路的仿真结果, 图 4 为在 10000g 惯性力作用前后钽流管阳极的实测信号, 两图得到的信号变化规律一致, 一方面表明该方案的可行性, 另一方面也说明该钽流管在承受高冲击冲击时其触发电压并无明显改变, 抗高冲击适应性较好。

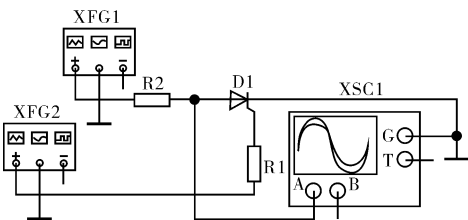


图 1 钽流管高冲击测试原理图

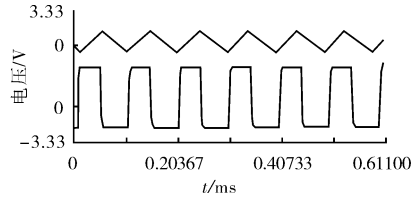


图 2 三角波与方波信号实测图

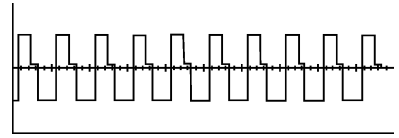


图 3 钽流管触发仿真

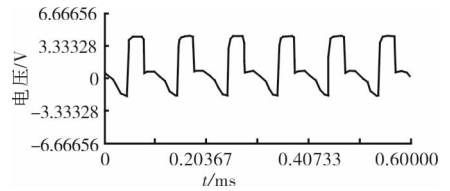


图 4 10000g 锤击发生后钽流管的触发测试结果

### 2.2 在高温条件下对独石电容容值的动态测试

独石电容的主要失效模式为容值随温度变化的漂移, 在本实验中, 利用测试电路和数据采集仪实现了对独石电容容值动态测试与数据自动采集。测试结果见图 5, 测试

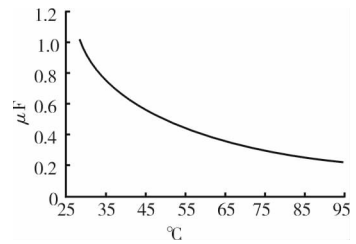


图 5 独石电容容值随温度的动态响应

结果表明: 电容值随温度变化的总趋势为随温度的增加电容值减小。这种结果表明, 只要最小误差在 100°C 时满足要求, 电容值在 100°C 以内随温度变化都能满足要求, 这种结果应用到测试中, 可以减少测试次数, 比如只做 30°C、55°C、85°C, 从而提高测试的时效性。

### 2.3 在高温条件下固体钽电容漏电流的动态测试

固体钽电容的主要失效模式之一漏电流增大, 在本实验中, 在高温条件下对钽电容的漏电流进行了动态测试与数据自动采集。测试结果见图 6, 测试

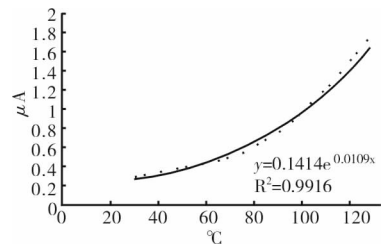


图 6 钽电容漏电流随温度的动态响应

结果表明: 漏电流随温度变化总的趋势表现为随温度的增加漏电流增大, 这种结果表明, 只要最小误差在 100°C 时能满足要求, 漏电流在 100°C 以内随温度变

离跟踪误差图。

由图 7~图 9 可以看出,  $\lambda$  值越大, 跟踪过程中雷达开机次数越少, 跟踪精度越低。实际应用中, 可以事先确定  $\lambda$  值大小或根据实际情况实时变化  $\lambda$  值大小, 使得能保证目标的正常跟踪。

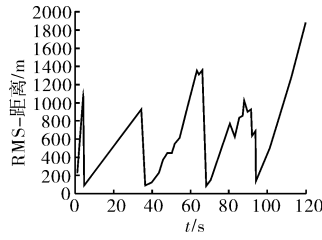
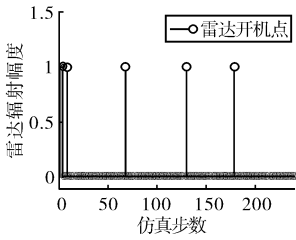


图 8  $\lambda=12$  雷达辐射时机图      图 9  $\lambda=12$  距离跟踪误差图

### 4 结论

文中提出了一种基于信息熵的机载多传感器管理与辐射控制方法, 给出了基于辐射控制的机载多传感器系统协同跟踪方法。根据跟踪过程中距离估计信息熵与距离测量熵进行比较来实时控制雷达辐射, 用序贯和 IMM 联合滤波算法对目标进行跟踪。仿真结果表明, 该方法能很好的对雷达辐射进行控制, 大大降低了雷达辐射时间, 从而提高了作战飞机的隐蔽性。

#### 参考文献:

[1] LI Anping, Jing Zhongliang, Hu Shiqiang. UKF-based multi-sensor passive tracking with active assistance[J]. Journal of Systems Engineering and Electronics, 2006, 17 (2): 245-250.

[2] DOU Lihua, YANG Guosheng. Synergy decision for radar andIRST data fusion[J]. Journal of Beijing Institute of Technology, 2002, 11(3): 229-231.

[3] 李安平, 敬士良, 胡士强. 基于有源辅助的被动跟踪系统[J]. 上海交通大学学报, 2005, 39(12): 2048-2051.

[4] Olivier BAUD, Laurent RATTON. Radar scheduling with emission constraints [C]//Proceedings of SPIE Vol. 4714 (2002), 1993: 153-156.

[5] 程咏梅, 潘泉, 张洪才. 红外/雷达传感器协同跟踪算法研究[J]. 火力与指挥控制, 2001, 26(3): 20-23.

[6] GA Watson, W D Blair. Revisit calculation and waveform control for a multifunction radar [C]//Proc. of 32nd IEEE Conf. on Dec. and Cont., San Antonio, TX, Dec. 1993: 448-453.

[7] Schmaedeke Wayne. Information-based sensor management [C]//Proc. of SPIE, Signal Processing, Sensor Fusion, and Target Recognition, 1993, Vol. 1955: 156-164.

[8] Schmaedeke Wayne. Information-based sensor management and IMMKF [C]//Proc. of SPIE, Signal and Data Processing of Small Targets, 1998, Vol. 3373: 390-401.

[9] Hintz Kenneth J. Information instantiation in sensor management [C]//Proc. of SPIE, Signal Processing, Sensor Fusion, and Target Recognition, 1998, Vol. 3374: 38-47.

[10] 何友, 修建娟. 雷达数据处理及应用[M]. 2 版. 北京: 电子工业出版社, 2009.

(上接第 152 页)

化都能满足要求, 这种规律应用到测试中, 可以减少测试次数, 从而提高测试的时效性。

### 3 结论

元器件的可靠性测试, 作为保证产品可靠性的重要手段, 受到各行业的普遍关注。鉴于行业特点, 文中对电引信部分关键电子元器件的可靠性测试进行了探讨, 可靠性测试的结果对于电引信关键元器件的选型、筛选及后续测试具有指导作用。

#### 参考文献:

[1] 朱宗胜. 微机测控系统中元器件的可靠性与选择[J]. 国外电子元器件, 2002(3): 72-74.

[2] 丁小东. 电子设备的可靠性实验[J]. 电子机械工程, 2002, 18(4): 56-59.

[3] 白拴堂. 电子专用设备的可靠性试验[J]. 电子产品可靠性与环境试验, 1999(5): 42-45.

[4] 李科群. 电路中电子元件的温度动态响应[J]. 上海理工大学学报, 1999, 21(4): 38-44.

[5] 陈克明. 对电子元件应用的研究[J]. 电力系统通信, 1998(5): 16-22.

[6] 张亚, 徐建军. 弹药可靠性技术与管理[M]. 北京: 兵器工业出版社, 2001.

[7] 李波, 张亚, 徐建军, 等. 固钽电容在甚高温条件下参数变化机理[J]. 北京理工大学学报, 2009, 29(10): 921-923.