

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2012.03.021

## 电火工品发火可靠性数字化测试技术研究

徐建国, 陈玲, 金昌根, 崔云航

(武汉军械士官学校弹药导弹系, 武汉 430075)

**摘要:** 为解决部队电火工品发火可靠性测试精度、自动化和数字化程度低的难题, 对电火工品发火可靠性检测的数字化测试进行研究。将嵌入式微处理器技术、数调线性电源技术与数字电子测量技术相结合, 设计、制造了测试系统的软、硬件。介绍了测试系统组成及工作原理, 并根据电火工品的电阻值大小和在规定电参数下是否发火判定电火工品的可靠性。结果表明: 该技术能解决部队电火工品发火可靠性测试精度、自动化和数字化程度低的难题。

**关键词:** 电火工品; 发火可靠性; 数字化测试

**中图分类号:** TJ450.6 **文献标志码:** A

## An Investigation of Digital Testing Technology of Firing Reliability of Electric Initiating Explosive Device

Xu Jianguo, Chen Ling, Jin Changgen, Cui Yunhang

(Dept. Ammunition & Missile, Wuhan Ordnance Petty Officer Institute, Wuhan 430075, China)

**Abstract:** In order to solve the problem of low precision, robotization degree and digitization degree of electric initiating explosive device firing reliability test, a kind of technique of digital test for electric initiating explosive device firing reliability test had been studied. Using the technology of embedded microprocessor, digital controlled linear regulator and the digital electronic measurement, the test system hardware and software is designed and manufactured. The test system components and working principle are introduced. Electric initiating explosive device firing reliability is determined by the resistance value and firing status using the set electrical parameters. The results show that this kind of technique can solve the problem of low precision, robotization degree and digitization degree of electric initiating explosive device firing reliability test in the army.

**Key words:** electric initiating explosive device; firing reliability; digital testing

### 0 引言

弹药中常用的电火工品主要包括电底火、电点火具、电雷管和电点火头等<sup>[1]</sup>, 它们作用可靠与否直接决定着弹药的作战任务能否实现<sup>[2-3]</sup>, 因此, 总部要求部队适时组织储存弹药的电火工品发火可靠性测试, 并作为判定弹药质量状况的决策依据之一<sup>[4]</sup>。目前, 中国大多数部队所使用的设备是 20 世纪 90 年代中期定型生产的, 所有步骤全部手动, 测试过程繁琐, 测试参数通过指针表头读数, 参数设置精度低, 测试结果要人工计算处理和判定, 无数数据处理管理能力, 自动化、数字化程度低<sup>[4]</sup>, 难以满足弹药质量管理信息化的要求。而数字线性电源技术、嵌入式微处理技术和数字电子测量技术为实现电火工品发火可靠性高精度、智能化测试提供了技术基础。因此, 笔者对其进行研究。

### 1 测试系统组成及工作原理

如图 1, 电火工品综合测试系统主要由综合测

试仪、计算机、发火防护装置和配套的电火工品安装座、机柜、测试电缆等组成。

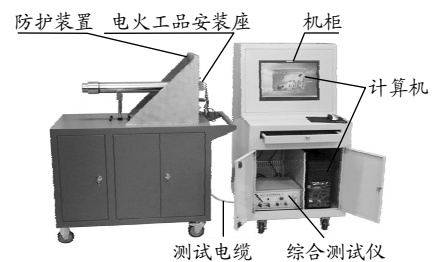


图 1 电火工品发火可靠性综合测试系统

根据综合测试系统的工作流程编写操作软件, 通过软件选择电火工品发火可靠性测试项目, 并设置测试需要的电参数, 点击“开始”按钮后, 计算机指令经综合测试仪中的通讯模组转换后送到微控制系统内, 微控制系统通过多路电子开关自动切换相应的检测电路, 控制数字线性电源输出指定的电压、电流, 对安装在防护装置上的电火工品进行发火可靠性测试。在测试过程中, 综合测试仪中的信

收稿日期: 2011-10-13; 修回日期: 2011-11-07

作者简介: 徐建国(1978—), 男, 河北人, 硕士研究生, 讲师, 从事引信检测方法及设备、火工品检测方法及设备研究。

号采集系统实时采集测试数据，经微处理器处理后传输给计算机，计算机对检测结果进行分析，做出测试结果的判断，实现检测结果的数字化处理。工作原理框图如图 2 所示。

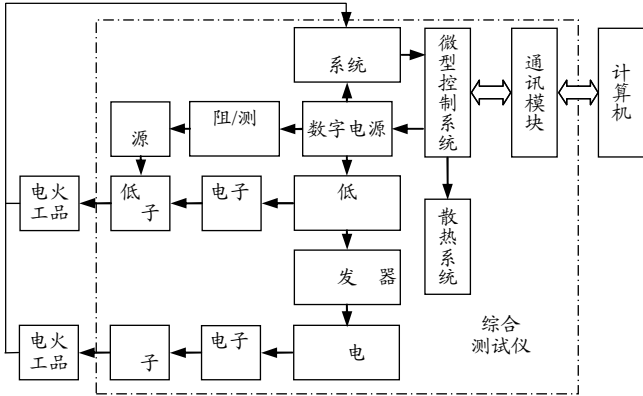


图 2 测试系统工作原理图

## 2 测试系统软、硬件设计

### 2.1 测试系统硬件设计

系统主要硬件包括综合测试仪的数字电源、信号采集系统、微控制系统和通讯模组。

#### 2.1.1 数字电源及信号采集系统设计

数字电源是产生火工品测试用电参数的核心部件，要求性能稳定可靠。另外，只有实时对数字电源的各输出端进行信号采集，才能将输出信息传给以微处理器为主的控制系统。基于数字线性电路技术<sup>[5]</sup>，完成了数字电源的设计，该电源稳定可靠。基于数字化测量技术<sup>[6]</sup>，对信号采集系统进行了设计，保证测试过程所有参数的实时采集和传递稳定性。数字电源电路和信号采集系统电路如图 3(虚线以上为数字电源电路，虚线以下为信号采集电路)。

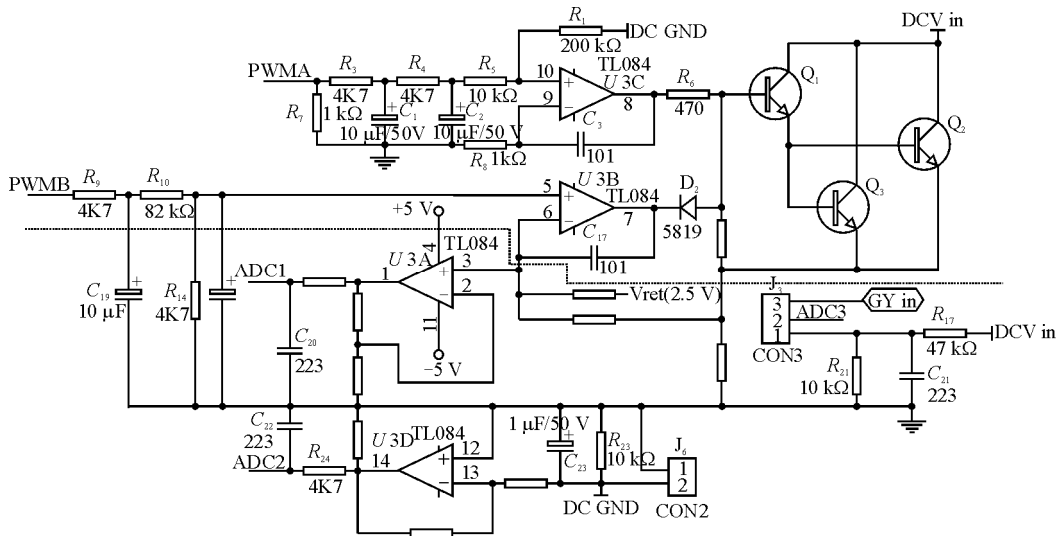


图 3 数字电源电路与信号采集系统电路设计

#### 2.1.2 微控制系统和通讯模组设计

微控制系统把信号采集系统采集信号转换成 TTL 电平信号传给通讯模组，通讯模组再将 TTL 电平转换成可供计算机识别和处理的 232 电平，在操作软件界面上显示电参数。同样，由计算机操作界面输入的参数设置指令和操作指令经通讯模组后，转换成微控制系统能够接收和处理的 TTL 电平信号，然后由微控制系统控制数字电源输出相应的电信号，通过电子开关加到电火工品上，进行发火可靠性测试。通讯模组主要完成信号类型转换功能，借鉴 232/485 通讯模块进行设计，如图 4 所示。

微控制系统主要以 MEGA16 芯片为主<sup>[7]</sup>，在外围设计滤波电路保证电路的抗干扰性，晶振电路控

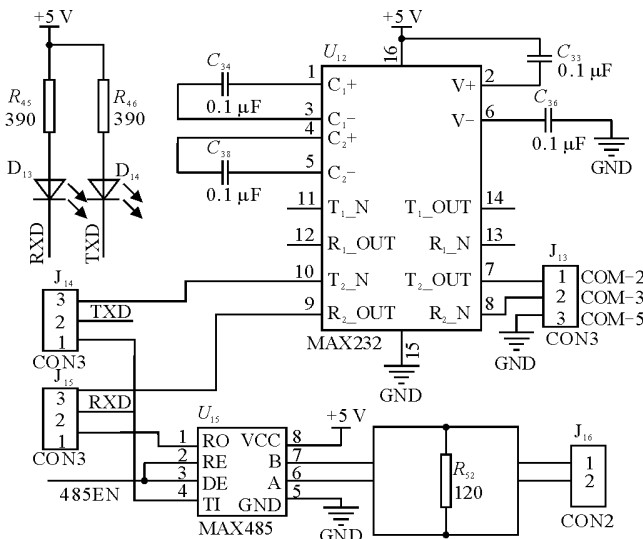


图 4 通讯模组电路设计

制芯片的工作频率, 调试维护接口主要用于对芯片的内部程序进行维护, 扩展接口可用于控制系统功

能进一步扩展, 复位电路保证测试时的参数清零复位。微控制系统电路图如图 5 所示。

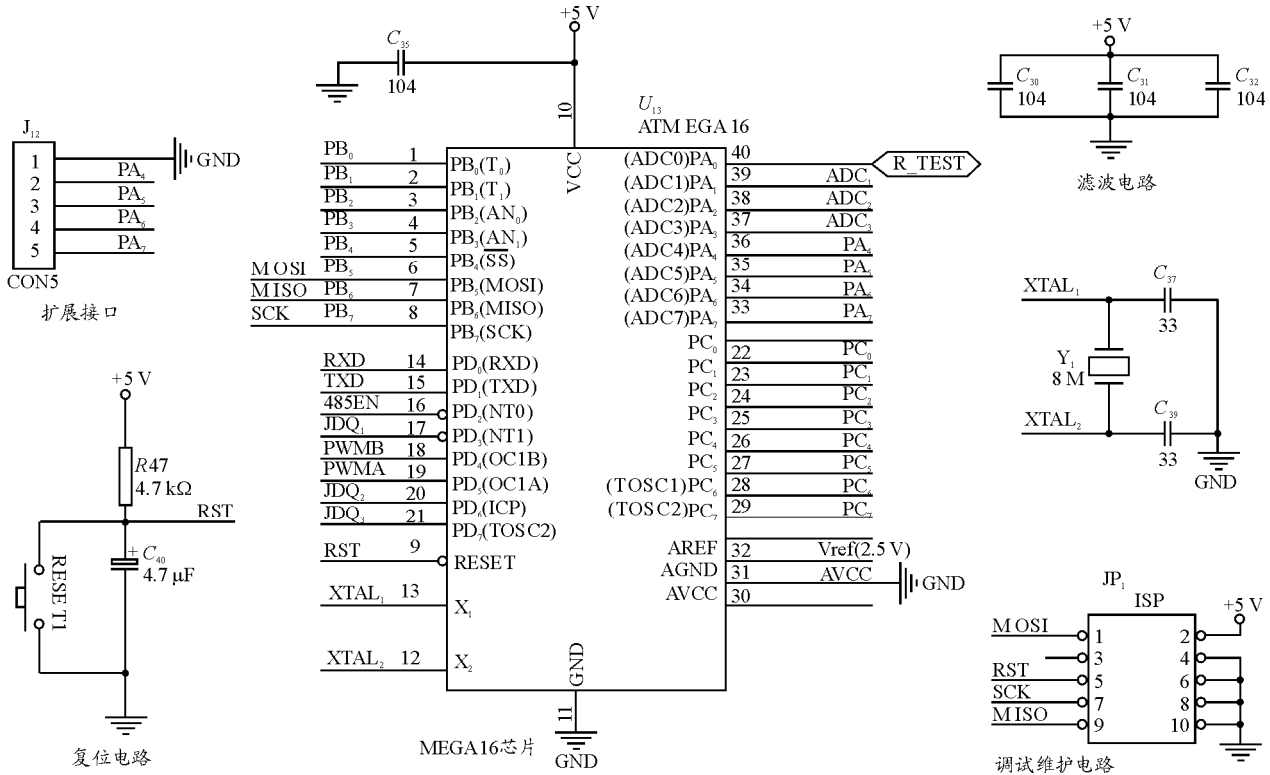


图 5 微控制系统电路设计

### 2.2 测试系统软件设计

测试系统软件设计包括 2 部分: 一部分是微控制系统中的控制程序, 另一部分是计算机中的参数设置和结果判定程序。

#### 2.2.1 微控制系统中的控制程序设计

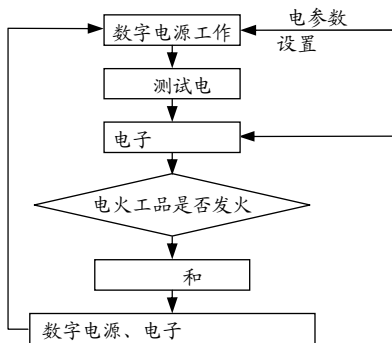


图 6 微控制系统程序流程

控制程序主要是接受由通讯模组转化出的计算机指令, 控制数字电源产生在计算机中所设置的电参数, 并自动选择测试电路, 当收到由计算机传来的“开始”指令后, 激活“电子开关”, 向电火工品加电, 进行发火可靠性测试, 当测试完毕后, 测试结果信息经信号采集系统采集后传给微控制系统,

控制程序再经通讯模组将其传给计算机进行处理。该程序采用 C 语言编写。控制程序流程图如图 6。

#### 2.2.2 计算机中参数设置和结果判定程序设计

计算机中参数设置和结果判定程序主要完成电参数设置、向微控制系统程序发出操作指令和进行发火可靠性判定的功能, 实现整个测试流程的数字化控制和测试结果的数字化判定。采用 VB 语言来编写参数设置和结果判定程序。参数设置界面如图 7 所示, 可进行发火电压参数设置、发火电流参数设置、高压发火参数设置和通电时间设置。结果判定界面如图 8。



图 7 参数设置界面

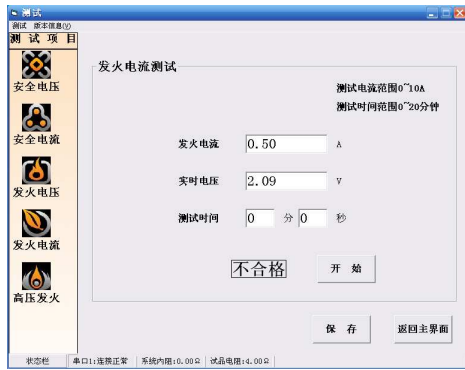


图 8 结果判定界面

除此之外,该程序还可自动生成测试结果报表,并自动存储,可随时查询,满足弹药质量信息管理信息化的要求。结果报表如图 9 所示。

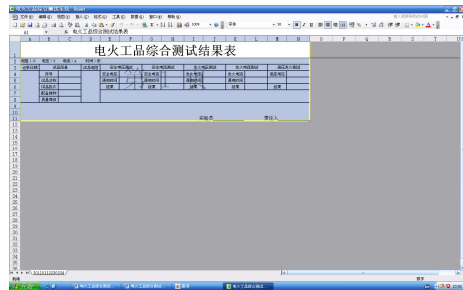


图 9 测试结果报表

### 3 结果判定方法

根据电火工品的电阻值大小和在规定电参数下是否发火来判定电火工品的发火可靠性是否合格。判定方法如表 1 所示。

表 1 电火工品发火可靠性判据表

	判 据		结 果
1	$R < R_1$	$R > R_2$	合
2		$I$ 发火	合
3		$I$ 不发火	合
4	$R_1 < R < R_2$	$V$ 发火	合
5		$V$ 不发火	合

在进入测试界面后第一项要用小电流测量电火工品的电阻值,如图 10,如果电阻值不在规定值的范围内,则可直接判定为发火可靠性不合格;如果电阻值合格,则根据试验法要求,进行电压发火可

靠性测试或电流发火可靠性测试,如果电火工品在规定的电流或电压作用下发火,则证明其发火可靠性是合格的,否则为不合格。表 1 中  $R$  代表实测电火工品电阻值,  $R_1$  为试验法规定阻值下限,  $R_2$  为试验法规定阻值上限,  $I$  为发火电流,  $V$  为发火电压。



图 10 电阻值测试界面

### 4 结束语

笔者将嵌入式微处理器技术、数字线性电源技术与数字电子测量技术相结合,实现了电火工品发火可靠性检测的数字化测试,及检测过程的智能化控制,保证了测试精度。该项技术成果能够解决部队电火工品发火可靠性测试精度低、自动化和数字化程度低的难题,满足弹药质量管理信息化的要求。

### 参考文献:

[1] 金昌根. 火工品技术 [M]. : 国防工, 2010: 42-44, 75-76, 98-107.

[2] , 建, . [M]. : 理工大, 2005: 30-37.

[3] 合. 机 [M]. : 理工大, 2007: 81-90.

[4] JXB 147-94. 和国国 . 电火工品 试 [S]. : 部, 1994: 3-9.

[5] , 明, . 数调电阻在电火工品 检测的 [J]. 安: 火工品, 2003(1): 51-54.

[6] , , 陈, . 电子测量技术的 及发 [J]. 成 : 计量与测试技术, 2010, 37(8): 10-11.

[7] . MEGA16的 线自动 装系统 制装置的 发与 [J]. : 电, 2010(6): 55-56.

[5] . 机器 研究[D]. 安: 安电子 技大, 2003.

[6] , , . 可 LMF自 检 测器[J]. 系统 技术及, 2005(7): 76-84.

[7] S. V. M. Honig, U. M, i, Blind Adaptive Multiuser Detection[J]. IEEE Trans. on Information Theory, 1995, 41(4): 120-134.

[8] Liu W, Pokharel P, Principe a. J. C. The kernel least mean square algorithm[J]. IEEE Transac-tions on Signal Processing, 2008, 56(4): 206-214.

(上接第 63 页)