

doi: 10.7690/bgzdh.2014.06.021

导弹火工品通用防爆测试仪的设计与应用

杨志群

(中国人民解放军 92941 部队, 辽宁 葫芦岛 125001)

摘要: 针对导弹火工品测试现状及其存在的安全隐患问题, 研究设计一种自动检测的导弹火工品通用防爆测试仪, 介绍了测试仪的系统组成、测试原理和主要技术途径。测试仪采用计算机测控技术和数据采集技术设计自动测控电路, 并通过电阻测量模块和引信测试模块实现火工品自动识别检测; 采用 VB 语言开发测试界面, 完成设备自检、火工品测试、数据处理、查询和帮助等功能。应用结果表明: 测试仪功能齐全、操作简便、安全性高, 很好地解决了导弹火工品的防爆测试问题。

关键词: 导弹; 火工品; 引信测试; 电阻测量; 防爆; 测试仪

中图分类号: TJ450.6 **文献标志码:** A

Design and Application of General Tester for Missile Initiating Explosive Devices

Yang Zhiquan

(No. 92941 Unit of PLA, Huludao 125001, China)

Abstract: According to the problem that the test situation and safety hidden danger of missile initiating explosive devices, an automatic explosion-proof tester for missile initiating explosive devices is researched and designed. The article introduces its system components, test principle and technology way. The tester uses the computer control technology and data acquisition technology to design automatic measurement and control circuit, it combines with the resistance measuring module and fuse testing module to realize automatic identification and measure. Using the Visual Basic to develop main interface of the tester, it can complete functions such as self-checking, testing, data processing, inquiry, help etc. The application showed that the tester has all necessary functions, convenient operation, high safety, and well solves the problem of the explosion-proof test for missile initiating explosive devices.

Keywords: missile; initiating explosive device; fuse test; resistance measure; explosion-proof; tester

0 引言

导弹火工品作为弹上点火或引爆控制系统的核心部件, 其安全性直接影响导弹系统的效能, 因此在导弹技术准备中火工品测试是一项重要环节。按照导弹技术准备安全要求, 火工品测试应采取安全防护措施^[1-3], 而事实上, 除引信测试有专用检查仪和有防爆测试外, 对小药量火工品测试没有专用的测试与防护设备, 这与导弹测试安全要求难相适应; 因此, 笔者设计并研制可自动检测的导弹火工品通用防爆测试仪(以下称测试仪), 以适应导弹测试技术安全的需求^[4]。

1 导弹火工品测试现状分析

导弹火工品包括固体发动机、战斗部、引信、弹上电点火管、成对电嘴、烟火点火器、爆炸螺栓、燃气发生器、曳光管等火工品器件^[5-6]。战斗部和固体发动机不带电点火器件, 无需电气性能测试, 因此导弹火工品测试主要是引信及弹上火工品器件。

引信(含执行机构)装药达几十克, 测试时必须使用防爆测试。常用方法是将引信置于防爆间内,

从防爆间内引出电缆到测试仪, 使人员与引信分室隔离; 在无防爆间时, 需利用掩体或大障碍物隔离测试。其测试人员岗位多, 操作复杂, 技术准备时间长, 受环境条件限制, 不具机动性。

弹上电点火管、成对电嘴、烟火点火器、爆炸螺栓等小药量火工品的测试, 通常是采用常用的电雷管测试仪、万用表或兆欧表手动进行, 测试时除了采取静电防护外, 一般没有设置专用防爆防护措施。其手动测试, 操作不方便, 缺乏安全性, 判读误差大, 测量精度低。而且因火工品型号种类多, 指标参数各异, 容易造成误检误判。

2 测试仪组成与功用

测试仪采用计算机测控技术、模拟测量技术和数据采集技术, 设计自动测控电路, 并按各类火工品性能设计建立测试软件信息库, 通过运行主界面的测试程序选项, 实现火工品自动检测^[7]。

测试仪原理图见图 1, 其主要测试功能有:

一是各类火工品的电发火管阻值和正、负极与壳体间的绝缘电阻检测;

二是各类引信模块插件(可开发)完成相应引信

收稿日期: 2014-01-15; 修回日期: 2014-02-26

作者简介: 杨志群(1964—), 男, 江苏人, 本科, 高级工程师, 从事导弹引信、火工品检测与试验技术研究。

保险、解保、延时等功能测试；

三是测试仪自检、监视、测试故障定位、储存、打印、查询辅助功能。

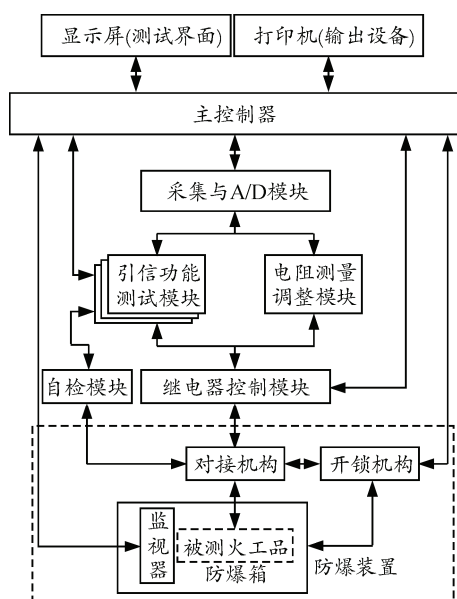


图 1 测试仪原理

2.1 主控制器

主控制器采用嵌入式 PC/104 工控机^[8]，通过在板卡上内置 MCU 以及基于 PC/104 总线标准的接口设计，为全系列的板卡提供了通用的访问模式，MCU 对板卡上 I/O 端口进行控制，实现 I/O 数据的缓存，节省主机处理数据的时间，极大地提高了板卡的应用灵活性和便利性，具有丰富的板卡扩展及软件支持。

2.2 继电器控制模块

继电器控制电路采用常用的 PCI2310 板，具有 32 路开关量隔离输入和 32 路开关量隔离输出，光电隔离，通断时间短，输入输出信号最高切换频率可达 10 kHz。支持 VB、VC、C++Builder、Delphi、Labview 等语言的平台驱动，可直接通过软件编译。

2.3 A/D 模块

A/D 模块采用典型的 16 位 A/D 转换芯片 AD7706，它运用 Σ - Δ 调制技术实现 16 位无误码性能，具有 3 个准差分输入模拟通道、多路模拟切换开关、缓冲器和高达 128 倍可编程放大器，可以接受直接来自传感器的低电平输入信号，然后产生串行的数字输出，适合模拟信号的测量与分析，是一种用于低频测量的智能型器件^[9]。

2.4 电阻测量调整模块

电阻测量调整模块利用四线制桥路电阻测量原

理完成对火工品电阻和绝缘电阻的测试^[10-12]。

火工品电阻(小电阻)测量原理见图 2。+5 V 电源经限流电阻提供测试小电流(电流不大于 10 mA)，被测火工品电阻 R_x 经继电器选通接入测量回路。测试电流经 R_x 流过标准取样电阻 R_s ， R_x 和 R_s 两端的电压 V_x 和 V_s 经模拟开关分时选通、程控放大，再经 A/D 转换后的数字量经主控计算机处理后得出火工品电阻测量值，其与系统内部固化的参数进行比较，输出合格与否的结论。

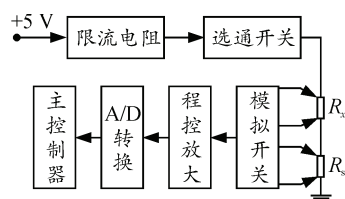


图 2 火工品电阻测量原理

被测火工品电阻的运算关系：

$$R_x = V_x \times R_s / V_s \quad (1)$$

绝缘电阻(大电阻)测量原理见图 3， R_x 为被测绝缘电阻， R_{s1} 、 R_{s2} 和 R_{s3} 为标准取样电阻。 R_{s1} 和 R_{s2} 经继电器选通接入测量回路，其两端的电压分别为 V_{s1} 和 V_{s2} ，得到绝缘电阻的运算关系：

$$R_x = \frac{(R_{s2} + R_{s3})V_{s2}}{R_{s2}} \times \frac{R_{s1}}{V_{s1}} - R_{s1} \quad (2)$$

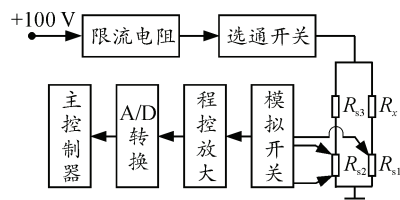


图 3 绝缘电阻测量原理

2.5 引信功能测试模块

由于引信初始状态不能直接测量火工品，需要解除其部分保险功能才可测试，因此引信的火工品测试需结合引信功能测试进行。引信功能测试模块是具有开发性的子模块组件^[13]，每个子模块对应于特定的引信系列。

2.6 自检模块

自检模块主要为内置校准电阻，同时与引信功能测试模拟配合，实现测试仪的系统模拟自检。

2.7 防爆装置

防爆装置是保证火工品测试安全的重要装置。防爆箱采用增强型铝合金压铸壳体，内装防爆元件，设计可承受不小于 50 g TNT 当量装药意外爆炸时的超压冲击和破片打击；对接机构用于各类火工品

测试的识别和连接；开锁机构采用电磁机构控制防爆箱的关启，以保证锁紧状态下方可进行安全测试；监视器接入主控机，可从显示屏观察保险箱内被测火工品状态。

3 软件设计及应用

操作系统采用 XPE (Windows XP Embedded) 系统，既拥有 Windows XP 专业版的所有功能和属性，又拥有 Windows CE 产品可根据应用需要任意裁减的特点。系统内核小、占用资源少、启动速度快，有基于 EWFMR 技术的增强过滤写保护，是快速、可靠、安全的自动化测试平台。

软件界面使用 Visual Basic 开发，该软件界面友好，操作简洁，见图 4。软件的主要功能包括设备硬件自检、系统初始化、火工品检测、数据处理、显示储存、查询与帮助等，测试程序流程见图 5。

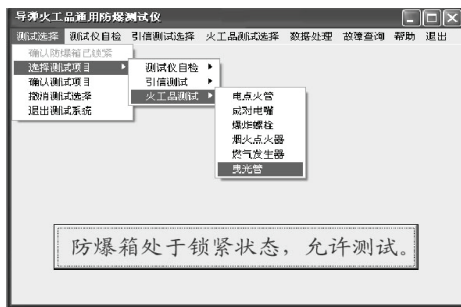


图 4 测试仪测试界面

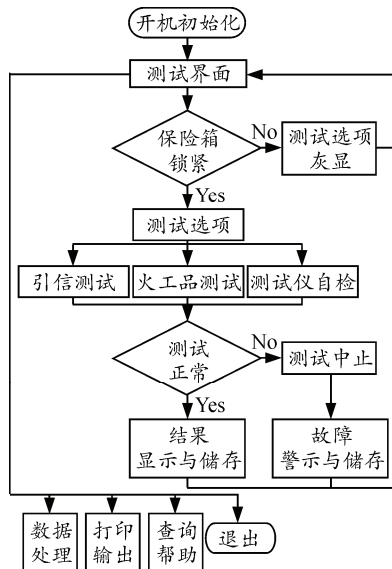


图 5 测试程序流程

初始化模块主要用于设置 A/D 板卡、继电器端口地址以及通道变量值。

测试仪自检程序主要完成小于 10 mA 安全测试电流自检、5 V 和 100 V 测试电压自检，内设校置 3.3 Ω 模拟火工品电阻和 10 MΩ 模拟绝缘电阻自检。

火工品测试包括小电阻测试子程序和大电阻测

试子程序，分别完成火工品电发火点电阻测量和引线与壳体的绝缘电阻测量。

引信测试程序按各个模块组件完成引信解除保险及其状态参数的测量，其火工品测试时调用火工品测试程序。

防爆箱锁紧逻辑程序完成开锁机构状态判别，电磁锁未锁时，不能进行火工品通电测试操作，以保证测试人员安全。

测试结果与系统固化参数自动进行正确性判读，当测试出现超差或故障时，测试程序自动中止，并警示测试进程、故障部位及故障类型。

数据处理程序内置测试结果报告格式和内容，方便生成测试结果表及图。查询帮助程序通过调用数据库可查询测试仪作业向导、火工品资料、测试数据、故障报告、监视录像等。

4 结束语

导弹火工品通用防爆测试仪的研制与应用，很好地解决了导弹火工品测试的防爆问题，自动化程度高，具有操作简便、功能齐全、测量精确、使用安全、通用性好、扩展性强的优点，可作为导弹火工品测试换代设备，具有较好的推广应用前景。

参考文献：

- [1] 叶迎华. 火工品技术[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2007: 8-12.
- [2] 夏建才, 刘丽梅. 火工品制造[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2009: 15-18.
- [3] 张景林, 纪悄祥. 引信试验鉴定技术[M]. 北京: 国防工业出版社, 2006: 216-242.
- [4] 杨志群, 何德军. 导弹引信-火工品通用防爆测试仪分析研究[J]. 海上靶场学术, 2008(10): 57-60.
- [5] 张福光. 导弹火工品贮存寿命的影响因素分析[J]. 装备环境工程, 2011(6): 24-28.
- [6] 李陵, 但波, 倪保航, 等. 火工品安全性影响因素分析[J]. 海军航空工程学院学报, 2010, 25(5): 545-548.
- [7] 徐建国, 陈玲, 金昌根, 等. 电火工品可靠性数字化测试技术研究[J]. 兵工自动化, 2012, 31(3): 69-72.
- [8] 严卫生, 徐德民, 宋保维, 等. PC104 工控机串行中断通讯软件的 C++ 开发与应用[J]. 工业控制计算机, 2011(7): 44-46.
- [9] 夏燕兰. AD7706 芯片在单片机测控系统中的应用[J]. 南京工业职业技术学院学报, 2006, 6(2): 67-70.
- [10] 刘志存. 微小电阻测量方法及关键技术[J]. 物理测试, 2005, 23(1): 34-36.
- [11] 魏光辉, 国海广, 孙永卫. 电火工品静电安全性评价方法研究[J]. 火工品, 2005, 58(2): 21-24.
- [12] 叶欣. 几种对射频钝感的电火工品[J]. 火工品, 2000, 53(4): 53-56.
- [13] 陈铁胜, 杨靖, 段圣江. 多传感器冗余测试中通道选择设计[J]. 兵工自动化, 2013, 32(8): 81-83.