

存储式弹丸破片速度测试装置设计及应用

钱礼华, 陈亚奇, 申晓敏, 朱轶龙, 白 蕾

(中国兵器工业试验测试研究院, 陕西 华阴 714200)

摘要:对目前常用的3种弹丸破片速度测试方法包括梳状靶、断靶和光电靶进行了比较分析,针对原有测试方法的缺陷和不足,研制了存储式弹丸破片速度测试装置,并对其设计方法及实际应用情况进行了分析。该测试方法提高了试验的可靠性,减少了测试工作量,取得了较好的使用效果。

关键词:弹丸破片;速度测试;存储记录

本文引用格式:钱礼华,陈亚奇,申晓敏,等.存储式弹丸破片速度测试装置设计及应用[J].兵器装备工程学报,2016(4):114-117.

Citation format: QIAN Li-hua, CHEN Ya-qi, SHEN Xiao-min, et al. Design and Application of the Storage-Type Speed Test Device for Fragment[J]. Journal of Ordnance Equipment Engineering, 2016(4):114-117.

中图分类号: TJ011. +2

文献标识码: A

文章编号: 1006-0707(2016)04-0114-04

Design and Application of the Storage-Type Speed Test Device for Fragment

QIAN Li-hua, CHEN Ya-qi, SHEN Xiao-min, ZHU Yi-long, BAI Lei

(Test and Measuring Academy of Norinco. Group, Huayin 714200, China)

Abstract: Three common fragment test methods, including comb target, broken target and photoelectric target during speed test for fragment, were compared and analyzed. We developed the storage-type speed test device for fragment aiming at defects and deficiencies of original test methods, as well as described its design method and actual application in details. Such test method improves test reliability, and reduces test quantity and obtains better use effect.

Key words: projectile fragment; speed test; storage record

弹丸破片速度是考核弹丸杀伤能力与破片动能的主要依据。目前常用的弹丸破片速度测试方法主要有以下3种。第1种采用通靶(如梳状靶)、信号调理器和数据采集系统组成;第2种采用断靶(如网靶)和测时仪组成;第3种采用非接触的光电靶和数据采集装置等组成。

目前在30~155 mm弹丸和导弹战斗部静爆试验中测试预制破片和自然破片速度测试采用通靶、信号调理器和数据采集系统的应用最为广泛。通过靶场多次采用该类测试系统,其不足主要表现:

- 1) 梳状靶、信号调理和数据采集系统间需要较长的信号电缆,现场电缆在爆炸和弹片集中区域防护困难;
- 2) 破片信号记录采用数据采集系统,目前主要采用

220 V交流供电,还需要配置发电机和防护钢壳掩体。试验中还出现过因爆炸振动大发电机熄火引起掉电导致数据未记录等问题。

针对以上不足,综合考虑目前存储技术发展,进行存储式弹丸破片速度测试装置设计。

1 测试系统组成和工作原理

1.1 系统主要技术指标

存储式弹丸破片速度测试装置主要技术指标如下:

- 1) 通道数:8
- 2) 时间分辨率:1 μs

- 3) 计时范围: 2 s
- 4) 工作时间: 不小于 8 h
- 5) 供电方式: 内部电源
- 6) 抗电磁干扰: 2 000 V

1.2 测试系统组成

存储式弹丸破片速度测试装置由梳状靶(通靶)信号调理电路、数据存储、USB 数据接口和电源等部分组成,其原理框图如图 1。

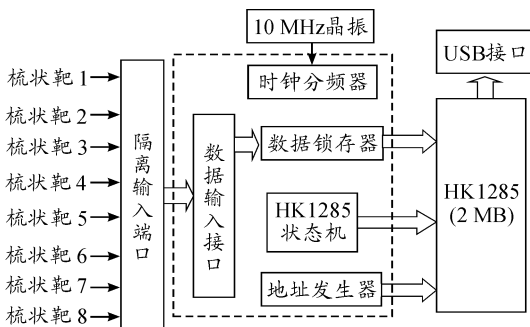


图 1 存储测试装置原理框图

1.3 工作原理

梳状靶作为一种典型的通靶,采用印刷电路板工艺制作,通常为开路状态(图 2)。破片速度试验中,通常在距爆心 6 m、8 m、10 m 和 12 m 距离分别架设一块梳状靶,每路梳状靶的信号通过信号线连接至靶附近的存储式弹丸破片速度测试装置的输入端,同时在弹丸起爆位置布设断靶线。弹丸起爆后,断靶线断开,存储测试装置接收到启动信号开始记录,金属弹片穿过梳状靶面时将其两相邻电极接通,此刻为短路状态,装置可以将 8 路信号分别调理成为从低到高的阶跃电压信号进入后续信号存储电路进行记录,可得到弹片起爆到经过各个架设点的时刻,通过时刻与距离计算出破片到靶面的平均速度,通过破片到达不同距离梳状靶的速度可以推算出破片初始速度。

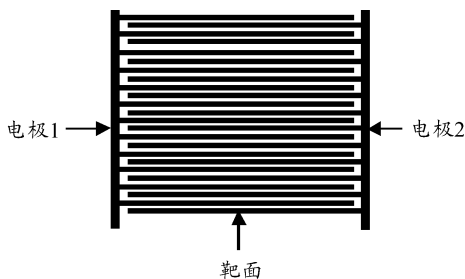


图 2 梳状靶示意图

电路由 CPLD 器件作为主控,其完成信号锁存、时钟分频、数据存储、数据输出等一系列时序和信号控制^[1-3]。

工作流程为:首先设定为采集状态工作;接通内部电源,进行准备采集状态,加电时进行上电复位,将内部计数器和地址发生器清零;弹丸爆炸后触发电路开始进行数据记录,此时存储地址线按照采集时钟进行推进,当地址达到预设值

时,产生结束信号完成采集。试验结束后采用计算机的 USB 接口进行数据读取。

2 系统设计

2.1 梳状靶信号调理电路设计

试验中梳状靶架设在爆心附近,战斗部爆炸时会产生大量的“火花”,继而产生的电磁信号会通过梳状靶上的信号线进入测试装置,引起强烈的电磁干扰,在数据采集时测试系统经常可以采集的大量干扰信号。如果不采取信号隔离,杂乱的干扰信号会影响有效信号的分析。因此在梳状靶信号调理时需要进行信号隔离电路设计。

电路隔离主要有:模拟电路的隔离、数字电路的隔离、数字电路与模拟电路之间的隔离。所使用的隔离方法有:变压器隔离法、继电器隔离法、光电耦合器隔离法、线性隔离放大器隔离法、光纤隔离法等^[4-5]。

本次设计采用简单有效的光耦隔离方式,使信号输入端与采集端两部分电路之间没有电的直接连接,使隔离两端分别采用不同的接地点,切断了“地”干扰的传播途径,使干扰信号无法进入后续电路,有效地抑制了尖脉冲和各种噪声干扰。

如图 3 所示,实际测试中通过信号电缆线将梳状靶输出端连接至 S1 的两端,当弹片通过梳状靶面时瞬间接通 S1,光耦输出从低到高的阶跃电压信号,这样就将通靶(断通信号)转换为上升沿信号。

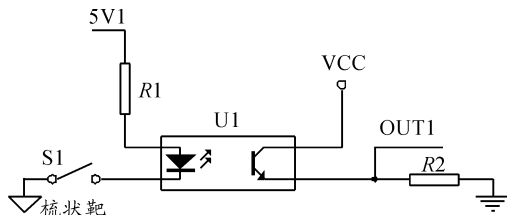


图 3 梳状靶信号调理电路

2.2 数据存储电路设计

在数据采集存储电路中,目前主要有 FLASH、SRAM、SDRAM 等存储方案可供选择。在本次设计中综合考虑整体电路的体积、功耗、存储速度和容量等因素,尤其考虑实际中的电路瞬间掉电等极端情况下数据存储的可靠性,因此选取非易失芯片(NVRAM),其在数据记录后掉电数据不会丢失(理论保持 20 年),就减小了因电源不稳定造成数据丢失的可能性。在设计中选取 2MB 存储器 HK1285。其为 HongKong 公司的 2M × 8 位的 NVSRAM,包括 21 位地址总线,8 位数据线。电路图 4 所示。

HK1285 的写模式时序如图 5 所示。地址输入稳定后, HK1285 在 WE 和 CE 信号处于激活(低电平)状态为写模式。最后出现的 CE 或 WE 下降沿将决定写循环的开始,循环终止于 CE 或 WE 前边的上升边沿。在写循环内所有地址输入必须保持有效。在下一个循环能被初始化前,WE 写信

号必须将高电平保持最少记录时间(t_{SA})。写循环期间 OE 控制信号应当保持失效(高电平)。避免总线冲突,如果输出总线已经有效(CE 和 OE 激活),则写信号可以在 t_{PWE} 时序内从下降边沿开始禁止输出。

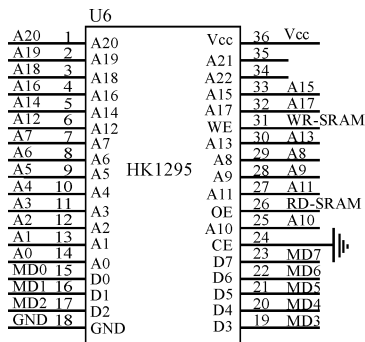


图4 NVRAM HK1285

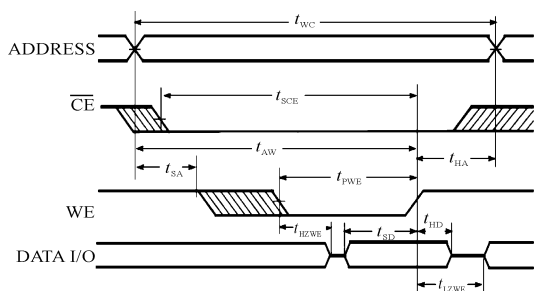


图5 HK1285 写模式时序

2.3 状态机设计

梳状靶信号的采集和存储控制主要有 5 个状态,状态机如图 6。首先是初始化状态 St0,分别设置内部寄存器和读写控制端,WE = '1'、OE = '1';状态 St1 时,对内部计数器和地址发生器进行自动复位, RD = '1'、OE = '1'、状态指示的 LED 闪烁;St2 为数据采集状态,判断触发信号到来时,对数据进行锁存,产生地址推进脉冲, RD = '1'、OE = '0'、状态指示的 LED 常亮;St3 为数据存储状态。St3 时首先判断地址状态,如果未到上限则进行数据存储, WE = '0'、OE = '1'、状态指示的 LED 常亮;St3 完成后在 St2 和 St3 间循环,如果达到地址上限则进入 St4,其为结束状态, WE = '1'、OE = '1'、状态指示的 LED 熄灭。

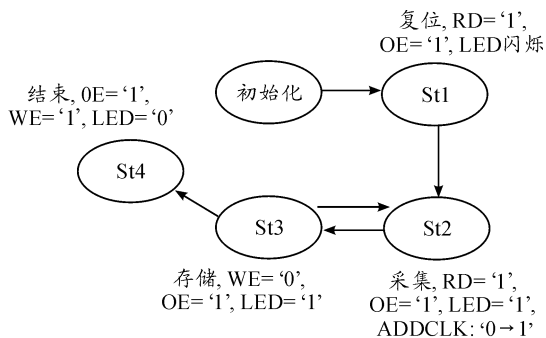


图6 采集存储状态机

2.4 软件设计

采集的梳状靶数据每帧为 8 位数字量,每位表示一路梳状靶的通和断状态,高电平表示接通状态、低电平表示断开状态。数据处理时首先将要数据的 8 个位分离开,形成 8 个独立的数据文件。分析时,根据判断每路曲线的高低电平和对应时间关系,可得到弹片经过对应梳状靶的时间序列。

3 实验室检测

实验室对存储装置进行检测采用专用的时间序列发生器进行脉冲输出,数据同时采用采样率为 10 Msps 的数据采集系统检测,其原理示意图如图 7。检测结果如表 1 所示。

通过检测结果可看到,数据采集系统记录时间和存储装置记录时间差值均小于 1 μ s,其满足设计需求。

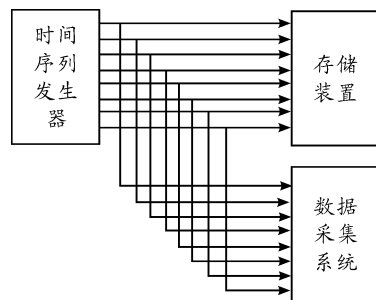


图7 检测原理示意图

表1 检测结果

通道号	预置时间 T_0/μ s	存储装置记录时间 T_1/μ s	数据采集系统记录时间 T_2/μ s	差值 $T_2 - T_1/\mu$ s
1	50 000	50 000	50 000.1	0.1
2	100 000	100 000	100 000.2	0.2
3	200 000	200 000	200 000.2	0.2
4	400 000	400 000	400 000.3	0.3
5	500 000	500 000	500 000.3	0.3
6	600 000	600 000	600 000.4	0.4
7	800 000	800 001	800 000.6	-0.4
8	1 000 000	1 000 001	1 000 000.7	-0.3

4 实际应用

通过在多次火箭筒试验断靶和静爆试验中应用,存储式弹丸破片速度测试装置的抗强电磁干扰能力、测试精度和可靠性均满足实际测试需求。存储式弹丸破片速度测试装置实物如表 8 所示,试验现场图如图 9 所示。



图8 存储式弹丸破片速度测试装置

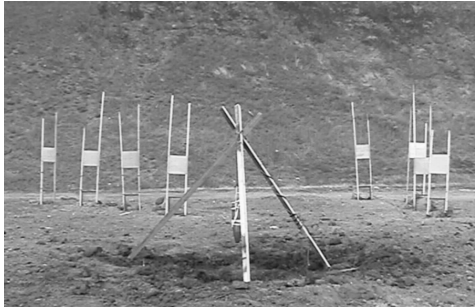


图9 试验现场场景

5 结论

本研究采用信号调理电路和 CPLD 芯片,设计了存储式弹丸破片速度测试装置,通过实验室检测和实际应用,证明该装置可以取代原有的大型数据采集系统加长信号线的测试方式。该测试装置体积小,使用方便灵活,给测试带来了较大便利。同时由于该装置不需要长信号线,减小了信号干扰,提高了测试可靠性。

参考文献:

- [1] 王芳. CPLD/FPGA 技术应用[M]. 北京:电子工业出版社,2011.
- [2] 姜付鹏. 电磁兼容的电路板设计[M]. 北京:机械工业出版社,2011.
- [3] 王海福. 爆炸冲击波存储测试系统研究[D]. 北京:北京理工大学,2002.
- [4] 张文栋. 存储测试系统的设计理论及其应用[M]. 北京:高等教育出版社,2002.
- [5] 李杨,斩鸿,张志杰. CPLD 在飞行体加速度测量中的应用[J]. 仪器仪表学报,2006(S3):2400-2401.

(责任编辑 杨继森)

(上接第 113 页)

4 结论

本文运用层次分析法构建了网络空间联合反恐作战指挥体系的效能评估模型,结合模糊综合评价法,采用专家打分,对作战指挥体系的效能进行了分析评估。评估结果客观反映了体系建设中存在的现实问题,为网络空间联合反恐作战指挥活动的开展和指挥体系的建设提供了科学依据。通过定量分析可知,基于模糊层次分析的模型符合实际作战需要,能够克服系统的不确定性因素,具有良好的可行性、可用性和可操作性,但评估过程中指标权重的选取,还有较多的人为成分,需要在作战实践过程中进一步检验和完善,以提高评估结论的科学性,准确性和全面性。

参考文献:

- [1] 初剑锋,张耀鸿,陈亮. 基于模糊 AHP 法的炮兵指挥信息系统效能评估[J]. 舰船电子工程,2010(6):41-44.
- [2] 罗乐,李钟敏,祁世民. 灰色层次分析 GAHP 的通指系统作战效能评估[J]. 火力与指挥控制,2014(2):86-89.
- [3] 郝海,踪家峰. 系统分析与评价方法[M]. 北京:经济科

学出版社,2007.

- [4] 周华任,姚泽清,杨满喜. 系统工程[M]. 北京:清华大学出版社,2011.
- [5] 官斌,关红梅. 基于模糊综合层次分析法的短波通信系统效能评估[J]. 舰船电子工程,2014(2):58-62.
- [6] 刘春来,郭三学,高义旗. 基于模糊层次分析法的非致命防暴弹作战效能评估[J]. 火力与指挥控制,2014(3):60-63.
- [7] 王劲松,邹磊,孙雪飞. 基于灰色模糊综合评价的网络作战能力评估[J]. 现代防御技术,2013(8):74-80.
- [8] 贾子英,闫飞龙,王海生. 网络化效能的防空体系作战效能评估[J]. 火力与指挥控制,2013(5):82-85.
- [9] 叶珍. 基于 AHP 的模糊综合评价方法研究及应用[D]. 广州:华南理工大学,2010.
- [10] 焦景波,王玉生,杨凯. 基于模糊层次分析法的防空兵作战指挥决策能力评估[J]. 舰船电子工程,2011(10):22-24.
- [11] 兰继斌,徐扬,霍良安,等. 模糊层次分析法权重研究[J]. 系统工程理论与实践,2006(9):107-112.
- [12] 余力,岳振军. 基于模糊层次分析法的战役情报效能评估[J]. 指挥控制与仿真,2011(2):58-60.

(责任编辑 杨继森)