

基于火箭橇的激光导引头抗干扰试验方法研究

韦 卓, 杨卫华, 姚德龙, 孙 浩
(中国兵器工业试验测试研究院, 陕西 华阴 714200)

摘 要: 为了验证激光末制导导引头在飞行过程中的抗干扰能力, 文中分析了激光导引头的抗干扰和干扰技术, 提出了将导引头搭载在火箭橇上模拟导弹高速接近目标的运动, 构建了激光干扰靶场试验系统, 各参试设备均取得了测试数据, 并对试验数据进行了有效分析。实践证明该试验系统安全、可靠, 能够考核导引头在高速接近目标过程中的抗干扰能力。

关键词: 激光制导; 火箭橇; 激光干扰; 激光末制导导引头

中图分类号: TN972 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.1001-5078.2017.02.018

Anti-interference test method of laser guidance seeker based on rocket sled

WEI Zhuo, YANG Wei-hua, YAO De-long, SUN Hao
(Weapon Industry Test and Measuring Academy in China, Huayin 714200, China)

Abstract: In order to verify the anti-jamming capability of laser terminal guidance seeker during flight, the technologies of laser seeker interference and anti-jamming were analyzed. Firstly, the seeker was mounted on a rocket sled, and then high speed motion of the missile close to the target was simulated. The range test system of laser interference was constructed. Test data of every test device were obtained, and test data were analyzed. The test results show that the test system is safe and reliable, and can be able to assess anti-jamming capability of the seeker in high-speed motion close to the target.

Key words: laser guidance; rocket sled; laser interference; laser terminal guidance seeker

1 引 言

精确制导武器已成为现代战争中不可或缺的打击手段之一, 其中激光末制导武器近年来一直是各国竞相发展的关键装备。激光末制导武器大多采用激光半主动制导方式, 其具有打击精度高、成本低、结构简单等优点, 广泛适用于现代战争中的定点清除及对敌方大纵深目标、移动目标进行打击的场合^[1]。为了保卫重要目标免受激光半主动制导武器的精确打击, 世界各国也在竞相研究针对激光半主动制导武器的干扰技术和干扰设备, 其中以激光角度诱偏干扰技术研究最为广泛和成熟^[2]。目前

在科研阶段对激光末制导导引头的抗角度诱偏干扰性能考核非常薄弱, 严重影响了激光末制导武器在实战中的抗干扰能力, 大大降低了武器作战效能。针对这一问题, 文中分析了激光半主动制导武器的抗干扰技术及激光诱偏干扰技术, 提出了一种基于火箭橇试验设施的激光半主动导引头抗干扰动态试验方法。

2 激光半主动制导抗干扰技术

激光半主动制导武器是由弹外的激光目标指示器发射激光束到目标上, 弹上的导引头探测由目标反射的激光信号, 实现对目标的跟踪, 同时将偏差信

作者简介: 韦 卓(1982-), 男, 硕士, 工程师, 主要从事靶场复杂环境试验方法、半实物仿真试验方法研究。E-mail: weisky1982@163.com

收稿日期: 2016-07-14; **修订日期:** 2016-08-18

号送给弹上控制系统,操纵攻击弹药飞向目标^[3]。

目前,激光半主动制导武器的抗干扰措施主要有设置编码信号和进行脉冲录取波门的时间控制,通常这两种措施同时被采用。目标指示信号采用编码方式,可以在激光跟踪系统瞬时视场内出现多批制导信号和干扰信号的情况下能准确分辨自己的制导信号,而在跟踪系统上设置脉冲录取波门,则是为了使跟踪系统只有在自己的制导信号到达的时刻才开放波门,而在波门关闭期间不接收任何信号。考虑到一次制导时间一般只有10~15 s,而制导信号的频率又较低(10~40 pps),所以可行的只能是脉冲间隔编码(PCM),有限位随机周期脉冲序列,位数较低的伪随机码等。另外,追踪最新国外发展动态,发现还可能采取另外几种编码方式,主要有等差级数码、跳频码、频码捷变型式。经过总结发现当前的激光末制导炸弹与炮弹大多采用单重频脉冲间隔编码^[4]。

3 激光角度诱偏干扰技术

对激光制导武器的干扰通常是角度诱偏式干扰。目前服役的半主动激光制导武器,多数采用工作波长为1.06 μm 的Nd:YAG固体脉冲激光器提供指示目标的激光束,且激光编码是事先约定的。作战时,导引头接收由目标反射的激光,经识别、确认后循迹锁定目标。由于激光导引头与激光目标指示器是分离的,因此指示信号的发射与接收难以严格同步,这为侦测和干扰创造了条件。

角度诱偏式干扰可分为同步转发式干扰和应答式干扰^[5]。同步转发式干扰指将激光告警器接收到的激光脉冲信号自动地进行放大,并由其触发激光干扰机向假目标发射干扰脉冲信号。目标指示器每发射一个脉冲,激光干扰机也向假目标发射一个激光干扰脉冲。这样,激光干扰机发射的干扰信号与制导信号一致,但时间上是滞后的,滞后量主要取决于激光干扰机的出光延时。这种干扰方式最大的缺点是由于激光干扰机出光时延等原因干扰信号滞后于制导信号进入导引头波门,不利于对导引头形成有效干扰。

应答式干扰是利用先进的信号处理系统,迅速地对制导信号的重频和码型进行识别,并根据识别出的相关参数,以某一时刻的制导信号脉冲为同步点,预测下一个脉冲的到来时刻,并稍微超前这一时刻,用激光干扰机向假目标发射相同码型和重频的激光干扰信号。这样所产生干扰信号能先于制导信号进入导引头的选通波门,但这种干扰方式需要一

定的时间识别制导信号。这种干扰方式激光利用率高,干扰效果好,而且设备研制成本较低。

应答式激光干扰器包括激光探测单元和激光干扰单元两部分。其中,激光探测模块包括光学系统、光电探测器、信号放大电路、信号识别电路及供电电路。激光干扰单元包括激光发射模块和驱动电源,其中激光发射模块由激光发射头、单板电脑和显示屏组成;驱动电源由二极管驱动电路、24 V锂电池和综合干扰处理电路组成。

4 试验实施方法

试验中,将被试导引头陀螺框架锁定,保证导引头的光轴始终和弹轴重合。将一枚激光末制导导引头安装于火箭橇上,真假靶标布设在轨道两侧,其中真目标布设在橇体运行方向右侧,距离火箭橇发射点1500 m以上;假目标布设在橇体运行方向左侧,距离火箭橇发射点也在1500 m以上;激光照射器与真目标布设在轨道同一侧,照射角度不大于45°;激光干扰器、激光环境监测器与假目标布设在轨道另一侧,其中激光干扰器的侦测单元与真目标布设在轨道同侧,侦测光学镜面正对真目标。试验中以火箭发动机为动力,橇体运行速度和巡航时间达到模拟弹体在末端攻击目标的速度和时间,营造一个与被试导引头在实战环境下尽可能接近的外场试验条件,之后在轨无损回收被试导引头和火箭橇系统。激光照射器、激光干扰器通过单兵无线传输系统与VITA控制中心连接。试验准备阶段,激光照射器开机,设置照射能量和编码,进入VITA控制模式等待出光;激光干扰器也开机,设置干扰能量,激光侦测单元开始侦测真目标上的激光信号,激光干扰器进入VITA控制模式等待发出干扰激光。在试验中通过VITA对激光干扰器进行间歇性出光的操作控制,实现导引头在火箭橇高速运动过程中对真假目标捕获锁定的多次切换,加强试验数据的可信度。利用橇载内测设备实时获取导引头的输出数据,通过橇载遥测采编和发射装置实时发送给地面遥测接收站,利用弹道测量雷达对试验中的火箭橇全程弹道进行测量,利用光电经纬仪和高速录像对试验中的火箭橇图像进行测量,通过无线或有线网络将参试设备获取的数据实时传回VITA显示、存储、控制中心。现场布设示意图如图1所示。

在试验前必须找到导引头的零点方位,具体步骤如下:将导引头按照偏航方向处于水平位置安装在火箭橇上,在火箭橇轨道中心距导引头较远距离(一般在1500 m以上)布设一块漫反射靶标,靶标

中心与导引头基本处于同一水平平面,激光照射器照射该靶标,通过火箭橇上偏航微调机构,微调导引头的偏航方向,当导引头输出的偏航电压为零时,认为此方向即为导引头的零位方向,将导引头以该方位在橇上进行固定。动态试验时,通过锂电池组给导引头供电,综合控制盒给导引头装订约定激光编码,综合控制盒接遥测发射装置,将导引头信号实时传回遥测地面站。火箭橇发射前由 VITA 控制激光照射器出光,发射后当速度达到指定要求时,VITA 控制激光干扰器间歇出光。所有设备按图 2 工作流程工作。

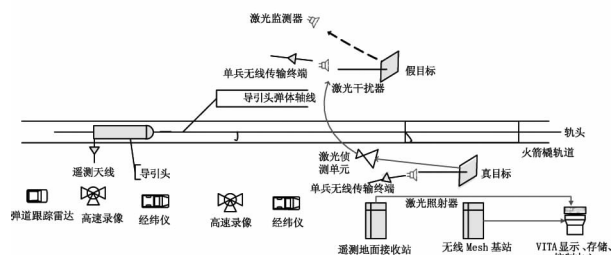


图1 激光导引头火箭橇模拟试验现场布设示意图

Fig. 1 Laser seeker based on rocket sled simulation test site layout schematic

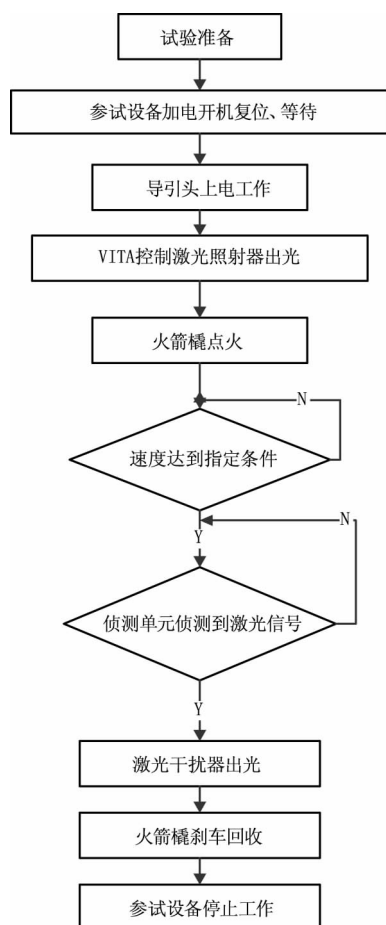


图2 激光导引头火箭橇模拟试验对象试验流程图

Fig. 2 Laser seeker based on rocket sled simulation test objects flowchart

5 数据分析

试验前真目标布设在橇体运行方向的右侧,导引头捕获真目标输出电压设置为负电压;假目标布设在橇体运行方向左侧,导引头捕获假目标信号输出电压设置为正电压;在试验过程中主要考核导引头偏航方向是否受到干扰,若有干扰,则导引头偏航信号输出电压极性会有明显的变化。试验中导引头先接收到真目标散射回来的信号,真目标处于导引头弹轴右侧,输出的角拉偏信号为负值,随后导引头会接收干扰目标散射回来的信号,假如导引头受到干扰,则会输出一个角拉偏信号,则说明导引头受到干扰。

本次试验的导引头偏航信号变化可见图 3,横坐标为时间轴,纵坐标为导引头偏航输出的电压值,时间零点为火箭橇点火时刻点。

从图 3 可以看出,在试验过程中出现了明显的三次干扰信号,干扰三个周期,每个周期 3 s。从上图可以看出明显的三次干扰信号,电压值为负值时代表真目标信号,为正值时代表假目标的干扰信号。经试验后数据分析处理,第一次干扰周期为 3.097 s,第二次干扰周期为 3.071 s,干扰周期和干扰次数与试验设计吻合,达到考核导引头抗干扰试验的目的。

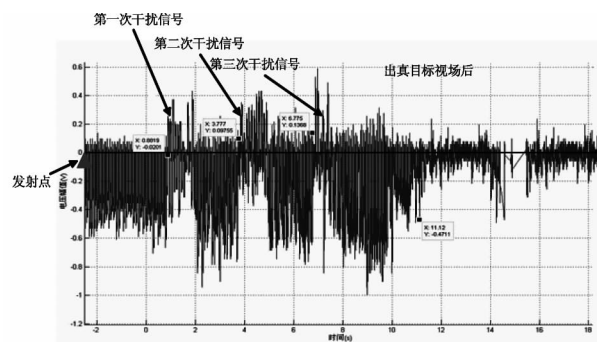


图3 导引头偏航信号测试数据图

Fig. 3 Seeker yaw signal test data graph

6 结语

本文针对激光半主动制导体制武器抗干扰性能考核,提出的基于火箭橇的试验方法为其提供了一种很好的动态无损试验验证途径,弥补了激光制导武器抗干扰性能外场试验的不足,为综合评价激光导引头捕获制导武器抗干扰导引头捕获性能提供了依据。

参考文献:

- [1] REN Hailong, WU Zhihui, LI Zenglu. Assessments and simulation of operational effectiveness for laser semi-active guided shell[J]. Fire Control & Command Control, 2011, 36(4): 135-137. (in Chinese)
任海龙, 武智晖, 李增路. 激光半主动制导炮弹的作战效能评估仿真[J]. 火力与指挥控制, 2011, 36(4): 135-137.
- [2] LI Shuanggang, NIE Jinsong, LI Hua. Assessment of effectiveness on angle deceptive jamming to semi-active laser-guided weapon[J]. Infrared and Laser Engineering, 2011, 40(1): 41-45. (in Chinese)
李双刚, 聂劲松, 李化. 对激光半主动制导武器的角度欺骗干扰的效能评估[J]. 红外与激光工程, 2011, 40(1): 41-45.
- [3] LIU Bingqi, WU Dongsheng, NIU Yanxiong, et al. Simulation of fraudulent jamming for laser final guidance shell[J]. Armament Automation, 2004, 23(3): 9-10. (in Chinese)
刘秉琦, 武东生, 牛燕雄, 等. 激光末制导炮弹欺骗式干扰的仿真[J]. 兵工自动化, 2004, 23(3): 9-10.
- [4] FANG Yanyan, CHAI Jinhua. Analysis of present situation in counter active deception jamming of terminally laser-guided shell[J]. Laser & Infrared, 2005, 35(5): 319-322. (in Chinese)
方艳艳, 柴金华. 激光末制导炮弹抗有源欺骗式干扰现状分析[J]. 激光与红外, 2005, 35(5): 319-322.
- [5] JIANG Yaoting, PAN Lina. Active laser interference and its present development[J]. Laser Technology, 2004, 28(4): 438-441. (in Chinese)
蒋耀庭, 潘丽娜. 激光有源干扰及其发展现状[J]. 激光技术, 2004, 28(4): 438-441.