

文章编号: 1001-1455(2005)04-0374-04

# 大口径模拟导弹发射装置简介\*

伍俊<sup>1,2</sup>, 徐流恩<sup>2</sup>, 易治<sup>2</sup>

(1. 清华大学土木工程系, 北京 100084;

2. 总参工程兵科研三所, 河南 洛阳 471023)

**摘要:** 介绍了大口径模拟导弹发射装置的设计思想、工作原理、装置的组成、达到的技术指标、主体结构及应用情况。

**关键词:** 爆炸力学; 模拟导弹; 内弹道控制; 发射装置; 平衡炮

**中图分类号:** O389      **国标学科代码:** 130·35      **文献标志码:** A

## 1 引言

解决低成本、高精度模拟导弹发射技术和终点效应模拟试验手段, 是工程防护领域重点研究课题之一。目前国内外已有的投放和模拟发射方法主要有飞机投放法、火箭撬法、火箭助推法、空靶系统法。这些方法和模拟发射手段有的成本太高, 有的发射和弹道精度不够, 或者建设成本投资大, 难以在工程防护试验研究中推广应用。为了检验工程防护措施的可信性和拦截、打击该类武器的相关防护技术, 有必要研制一种能够模拟巡航导弹和其它精确制导弹药终点飞行弹道及破坏效应的试验装置。

## 2 模拟原理和设计思想

克服大口径模拟导弹发射成本高、投资大、精度差的难题, 主要解决两个问题<sup>[1~2]</sup>, 一要有简便可靠、重复性好的发射方法, 二要有稳定的低空飞行弹道。简便可靠的发射方法可以有效降低发射和建设成本, 稳定的低空飞行弹道则是实现准确模拟导弹终点效的保证。该装置在一根通径的身管上采用了两个炮口同时发射弹丸的平衡式设计思想, 通过理论分析和试验研究, 合理设置发射弹丸、配重块重量以及在身管内的行程, 使其同时出炮口, 这样发射时没有后坐力, 不需考虑反后坐装置, 简化了发射装置; 通过特殊设计的装药结构, 采用电点火、无药筒固定弹丸的发射方法, 封闭的药室是靠弹丸、配重块与身管间形成的空间而成, 发射药装填在配重块和模拟弹尾翼的空间内, 既简化了装药结构的设计, 又最大限度地利用了身管内的空间, 保证了发射精度; 同时将发射的模拟导弹和发射装置一体化设计, 用有尾翼的大直径模拟导弹代替目前最具威胁、最有代表性的巡航导弹和其它精确制导弹药, 使其具有稳定的低空飞行弹道, 从而达到低成本、高精度模拟导弹终点破坏效应的效果。

## 3 大口径模拟导弹发射装置的工作原理

大口径模拟导弹发射装置工作原理: 模拟弹与配重块在身管内都有固定的位置, 它们靠剪切销来定位, 发射药填充于身管、配重块及模拟弹之间的空腔内。发射药点火后, 在该空腔内迅速释放出高温高压的火药气体, 当压力超过剪切销所能承受的剪切力后, 剪切销就被剪断, 随着燃烧的不断进行, 气体压力也不断增大, 该空腔的容积也就迅速膨胀, 弹丸与配重块就会在气体压力作用下各自向身管两端运动, 当模拟弹与配重块出炮口时, 具有了一定的初速度, 这样, 发射出的弹丸向前运动, 而配重块则向反方向运动。图1是大口径模拟导弹发射装置工作原理示意图。

\* 收稿日期: 2004-09-24; 修回日期: 2005-03-07

作者简介: 伍俊(1963—), 男, 博士后, 高级工程师。

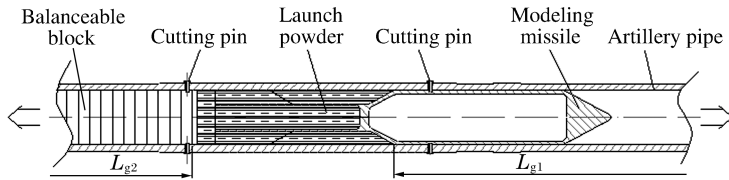


图1 模拟导弹发射装置工作原理示意图

Fig.1 Schematic diagram of working principle of the mock missile launcher

## 4 大口径模拟导弹发射装置的组成和结构

大口径模拟导弹发射装置由底盘总成、固定支架总成、液压缸、活动支架总成、身管总成、模拟导弹和配重块等组成。其中模拟导弹和配重块用剪切销固定在身管内,电点火导线从配重块中心孔引出,剪切销既起固定配重块和模拟导弹的作用,又可建立一定的起动压力。大口径模拟导弹发射装置见图2。

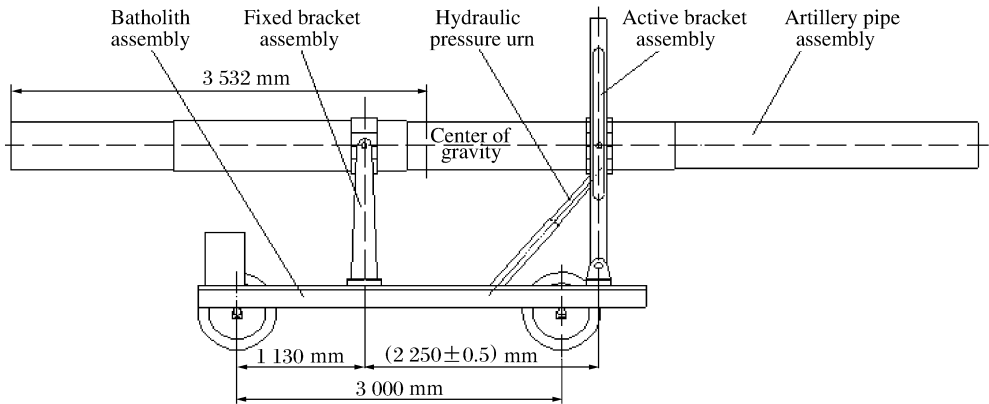


图2 模拟导弹发射装置结构示意图

Fig.2 Schematic diagram of the mock missile launcher

### 4.1 底盘总成

为减少建设经费,大口径模拟导弹发射装置的底盘用郑州东风-131汽车底盘改造而成。发射状态下,要求大口径模拟导弹发射装置底盘平稳,即使有后坐,底盘也不能移动,因此,不能靠轮胎支撑和承重,装置上每个角设计一个螺旋支腿。在固定与发射状态下,将支腿摇下,使轮胎悬空。通过调整各个支腿的高度,不仅能使底盘平稳,而且能调整到合适的水平状态,使发射角度以及发射方向有一个微调。除此外,在发射时还在支腿基座上打上钢制地楔,以避免在振动或很小的后坐情况下发生底盘位移,确保大口径模拟导弹发射装置有较高的发射精度。移动或模拟导弹发射装置行驶状态下,可将支腿摇起。

### 4.2 固定支架和活动支架总成

为将模拟导弹发射装置身管托起,并能进行俯仰角度的调整,在身管轴线方向设置两个支点。在装置中,设计两套耳轴,靠前后两个卡环实现对身管的固定。通过专门设计两个龙门支架,将卡环固定在龙门架上,即可实现对身管的固定。

将两个支架设计成不同的高度和结构,调整卡环在支架上的位置,来实现身管俯仰角度的调整。

由于发射角度一般为正,故将前支架设计为活动支架,将后支架设计为固定支架。提升前支架中卡环的高度,发射角度将增大,反之亦然。模拟导弹发射装置不工作时,将前卡环放下,使身管保持水平。

### 4.3 液压缸

为使支架结构简单可靠、方便省力,前卡环的提升靠液压缸实现,液压缸的动作由手动泵完成。由

于使用中提升速度没有严格要求,因此,选择一般手动泵即可,只是液压缸要满足行程要求,刚度要大,以便工作时有一定的承载能力。

在前支架的耳轴槽两侧,加工两排螺栓孔,将左右耳轴上下端限位块用螺栓固定,可以在发射状态下,防止液压缸因压力损失而影响精度,确保发射时身管俯仰角度不变。

#### 4.4 身管总成

在整个装置中身管是最重要的部件之一,为了满足身管技术指标和具体的使用条件,必须选择合适的材料。由于火炮身管超高压容器应用在特殊场合,因此其材料要有较高强度、良好塑性及良好冲击韧性<sup>[3]</sup>。本装置设计中,尽管膛压不高( $<100$  MPa),为安全并尽量减小身管壁厚起见,仍优先采用炮钢(PCrNi1MoA)作为身管材料,其材料比例极限 $\sigma_p = 735$  MPa<sup>[4]</sup>。由于最大膛压是在发射药燃烧完毕和弹丸刚起动前后建立的,因此发射药室附近的身管工作条件最恶劣,其承受的压力最大,此处的壁厚也应最大,并将此壁厚作为整个身管壁厚的设计标准。身管长度设计则是依据的内膛结构诸元包括<sup>[5]</sup>药室容积( $V_0$ )、药室长度 $L_0$ 、弹丸沿身管的行程长 $L_{g1}$ 、配重块沿身管的行程长 $L_{g2}$ 等,按照配重块与模拟弹动量守恒定律综合考虑进行设计。设计身管最终尺寸:长 8 000 mm;壁厚 40 mm。

#### 4.5 模拟导弹和配重块

在身管长度、装药质量、膛压一定的情况下,为了提高模拟导弹速度,应尽量提高配重块的质量。然而,增加配重块的质量,就会使整个装置笨重,结构复杂,装填配重块也很困难。因此,应使配重块质量与模拟导弹质量比例合理。模拟导弹质量为 300 kg,配重块质量为 1 000 kg。为装填方便,配重块设计为不同质量多块组成。图 3 为模拟导弹三维结构图。

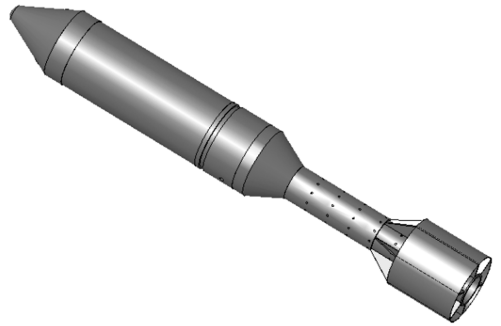


图 3 模拟导弹三维结构示意图

### 5 大口径模拟导弹发射装置的主要技术指标及应用

发射装置达到的主要技术指标如下:

发射装置口径,300 mm;发射装置身管长度,8 000 mm;发射装置总质量,4.2 t;身管最大膛压, $\geq 80$  MPa;模拟导弹质量,300 kg;模拟导弹长度,2 100 mm;标准配重块总质量,1 000 kg;点火形式,电点火;模拟弹最大初速, $\geq 300$  m/s;发射角度,在 $0^\circ \sim 15^\circ$ 范围可调;模拟弹长径比, $\geq 7$ ;机动性,可由其他车辆牵引前进;经济性,每次发射主要消耗发射药、模拟导弹,其余有剪切销、点火头小物品。

发射装置曲瞄和直瞄试验应用情况见表 1。表中的理论值是取弹形系数为 1.57 时用弹道理论计算的结果<sup>[5]</sup>。

表 1 模拟导弹发射装置试验和弹道理论计算结果

Table 1 Results from the mock missile launcher experiment and ballistic computation

试验号	射角/ $(^\circ)$	距炮口射距/m		设定控制点速度/(m/s)		设定控制点飞行高度/m		方向偏差/m	说明
		理论	实际	理论	实际	理论	实际		
1	7.26	1 917	1 805.8	261.1	257	36.0	32.00	14.810	27 $^\circ\text{C}$ , 侧风约 4 级
2	7.51	1 956	1 833.9	260.1	268	42.5	40.00	7.120	23 $^\circ\text{C}$
3	7.65	2 030	1 911.2	261.3	257	46.2	41.00	5.780	30 $^\circ\text{C}$
4	7.53	1 989	1 891.7	261.2	262	43.0	38.00	1.536	30 $^\circ\text{C}$
5	0.50	60	60.0	318.0	321	1.8	1.85	0.050	10 $^\circ\text{C}$
6	0.50	60	60.0	320.0	330	2.2	2.28	0.080	12 $^\circ\text{C}$

## 6 结 论

大口径模拟导弹发射装置经过多年研究和多发不同类型试验检验,技术指标达到设计要求,其主要特点有:

(1)首次采用了平衡式发射模拟导弹的设计方法。该方法简单可靠,具有发射成本低、精度高、重复发射一致性好等特点。

(2)曲瞄和直瞄应用试验结果表明,本发射装置可发射口径为300 mm、质量为300 g、弹速为300 m/s以上的大口径模拟导弹。在所需要防护的接近目标终点上空,发射的模拟导弹有稳定的低空飞行弹道,这个弹道通过控制发射药量和发射角度可较准确地得到实现。直瞄侵彻靶体试验,在60 m的距离上,可准确命中靶心,命中误差小于100 mm。从而为防护工程抗精确制导武器打击终点效应的试验研究,提供了一种接近原型的试验手段。

(3)装置操作简便,采用两个支架就能完成俯仰角度的调整。并通过设计手动泵和液压缸等结构,利用液压装置,既保证了发射时的整体刚性联结,又使发射角度的调整简单易行,而且还保证了身管发射时的稳定问题。

(4)底盘设计突出了易于拖挂行驶以及在发射状态下整体牢固、稳定的特点。

该装置还可用于低空防巡航导弹等精确制导武器的部队训练、导弹或精确制导炸弹对目标侵彻效果的评估试验、考核精确制导武器在末端的引信可靠性试验、作为母弹进行抛撒降落伞等部分的试验,在工程防护试验研究领域具有很好的应用前景。

## 参考文献:

- [1] 魏惠之. 弹丸设计理论[M]. 北京:国防工业出版社,1985:4-28.
- [2] 鲍延钰. 内弹道学[M]. 北京:北京理工大学出版社,1995:1-50.
- [3] 韩育礼. 高压容器及炮身设计基础[M]. 南京:南京理工大学,1993:34-57.
- [4] 方怡宏. 火炮结构教程[M]. 南京:华东工学院,1991:27-89.
- [5] 王昌明. 实用弹道学[M]. 北京:兵器工业出版社,1994:77-109.

## A brief introduction to a large-caliber mock missile launcher

WU Jun<sup>1,2\*</sup>, XU Liu-en<sup>2</sup>, YI Zhi<sup>2</sup>

- (1. *Department of Civil Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084, China;*
- 2. The Third Research Institute of the Corps of Engineers, Luoyang 471023, Henan, China)*

**Abstract:** This paper presents the design idea, work principle, main structure, technical indexes, and applications of a large-caliber mock missile launcher.

**Key words:** mechanics of explosion; mock missile; interior ballistic control; launcher; balanceable artillery

\* Corresponding author: WU Jun  
E-mail address: junwu@mail.tsinghua.edu.cn  
Telephone: 010-51779134