

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2012.03.007

多管火箭炮水平平台与基准管轴线一致性光电检测系统

李迪凡, 朱玉琴, 李泽华

(中国兵器工业第五九研究所, 重庆 400039)

摘要: 针对现有多管火箭炮炮尾水平平台与基准管轴线一致性检测方法的不足, 设计一套新的光电检测系统。提出用自准直仪、分划板和平面反射镜相配合使用来模拟基准管轴线, 用轴角编码器来测量炮尾水平平台与基准管轴线一致性的方法, 并对其进行精度分析和模拟实验。结果表明: 该系统操作简单, 测量精度高, 实际应用效果好。

关键词: 多管火箭炮; 一致性; 自准直仪; 轴角编码器

中图分类号: TJ393 **文献标志码:** A

An Optical-Electrical Measuring System for the Consistency between the Platform and the Axes of the Standard Pipe of the Multi-Barrel Rocket Launcher

Li Difan, Zhu Yuqin, Li Zehua

(No. 59 Research Institute of China Ordnance Industries, Chongqing 400039, China)

Abstract: Aiming at the disadvantages of the existing measuring system which measures the consistency between the platform and the axes of the standard pipe of the multi-barrel rocket launcher, design a set of new optic-electrical measuring system. Introduce use of the autocollimator, reticule and mirror to simulate the axes of the standard pipe, and then apply the photoelectric rotary encoder to measure the consistency of the platform of the multi-barrel rocket launcher. The thesis introduces the system and carries out accuracy analysis and simulation. Result shows that the system has advantages of easy operation and high precision, and its implementation is good.

Key words: multi-barrel rocket launcher; consistency; autocollimator rotary; encoder

0 引言

多管火箭炮是集光、机、电为一体的远程精确打击武器系统, 具有射程远、密集度高、威力大、机动性好等特点, 在现代战争中发挥着巨大作用。多管火箭炮炮尾水平平台与基准管轴线一致性是指炮尾水平平台与基准管轴线的平行性, 是多管火箭炮的一项重要重要的技术参数, 将影响到整个武器系统的打击精度, 多管火箭炮武器系统的定型试验都必须对其进行测量, 从而对多管火箭炮的性能作出综合评价, 为多管火箭炮的设计、制造和试验提供有力支撑^[1]。

目前我国主要利用象限仪来测量多管火箭炮炮尾水平平台与基准管轴线一致性。通过象限仪来调整炮架的角度进而对多管火箭炮进行不同角度的精度测试^[2]。该仪器的准确度影响打靶的精度和导弹的产品质量, 测试过程中有时还会发生人员伤亡, 因此必须有严格的校验规范和校验方法。该仪器还存在以下主要问题: 1) 需要工房的长度大于 40 m; 2) 操作不方便, 劳动强度大; 3) 通过肉眼瞄准定, 容易引入瞄准误差; 4) 结构复杂测试精度低。

因此, 笔者提出一种新的利用光电检测技术, 对大口径多管火箭炮进行无损检测的技术, 该测量方法误差小, 通用化程度较高, 且适用于各种口径的火箭炮。

1 新的测量方法

1.1 测量系统的原理及组成

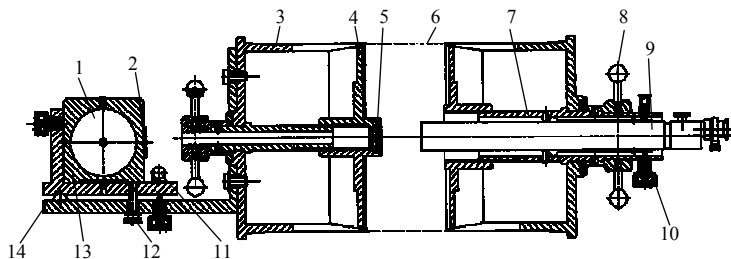
新的测量方法是通过放在炮管口端的自准直仪瞄准炮管尾部定芯组件内的分划板上的十字丝, 自准直仪的光束通过固定在方框架上的平面反射镜后, 通过微调使自准直仪上的十字丝、分划板上的十字丝以及平面反射镜上的十字丝相重合, 建立基准管轴线。

如图 1, 该系统由高精度的轴角编码器、平面反射镜、分划板、自准直仪、微调机构、测量基准板和计算机等组成。

其中 3、4、5 等组成管尾定芯组件, 7、8、9 等组成管口定芯组件, 手柄与涨紧器之间通过螺纹连接, 通过旋转手柄带动拉紧螺杆移动, 继而带动锥形盘向炮管的两端方向移动, 使得涨紧器均匀扩张, 从而使炮管内壁与其紧密接触。

收稿日期: 2011-11-23; 修回日期: 2011-12-22

作者简介: 李迪凡(1976—), 男, 湖南人, 硕士, 工程师, 从事装备的环境适应研究。



1. 轴角编码器; 2. 平面反射镜; 3. 涨紧器; 4. 锥形盘; 5. 分划板; 6. 炮管; 7. 拉紧螺杆; 8. 手柄; 9. 自准直仪; 10. 微调机构; 11. 水准仪; 12. 调整螺钉; 13. 方框架; 14. 测量基准板。

图1 系统原理图

1.2 测量过程及步骤

测量时, 先将多管火箭炮粗略调至水平, 将装有自准直仪的管口定芯组件安装在多管火箭炮炮管的口部, 将管尾定芯组件安装在多管火箭炮炮管的尾部, 把装有轴角编码器 1 的方框架 13 放置于测量基准板 14 上, 调节调整螺钉 12, 使自准直仪 9 发出的光束通过小孔光阑中心后, 并射到方框架的平面反射镜 2 上, 再调微调机构 10, 使十字丝同由平面反射镜反射后的相重合, 建立基准管的基准轴线。这时轴角编码器将通过显示仪得到基准管轴线的倾角, 并输入计算机, 再将方框架放到多管火箭炮炮尾水平台上, 并将测量值输入计算机, 比较 2 次测量结果, 可得到一致性测量结果。

2 精度分析

2.1 主要误差来源

根据系统测量原理, 其主要误差来源包括:

1) 管尾定芯组件与管口定芯组件的不同轴度误差: 取多管火箭炮炮管长度为 7 400 mm, 装配偏心误差为 $\Delta_1 = 0.5 \text{ mm}$ 时, 由此而引起的测量误差为 $\alpha_1 = 13.5''$ 。

2) 测量基准板与基准管轴线的平行度误差: $\Delta_2 = 0.02$, $l_2 = 500 \text{ mm}$ 时, 由此而引起的测量误差为: $\alpha_2 = 8''$ 。

3) 测量方框架底面与平面反射镜的垂直度误差: 通过精密仪器的加工和校装, 由此而引起的测量误差: $\alpha_3 = 2''$ 。

4) 轴角编码器的测量精度误差: $\alpha_4 = 10''$ 。

2.2 测量总误差

对上述各项误差因素, 根据分析可以认为各项

误差之间是相互独立的, 因此根据误差合成原理, 系统的总误差为:

$$\delta = \sqrt{\alpha_1^2 + \alpha_2^2 + \alpha_3^2 + \alpha_4^2} = 18.7''$$

相对于传统方法的测量精度 (大于 100''), 该方法明显地提高了测量精度^[3]。

3 模拟试验

根据上述设计原理, 进行了模拟试验测试和数据分析, 测量数据如表 1。

表 1 模拟试验测试和数据分析

测量次数	1	2	3	4	5
显示值 α	0°59'54"	0°59'59"	0°59'54"	1°0'04"	0°59'56"

1) 测量算术平均值:

$$\bar{\alpha} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \alpha_i = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 \alpha_i = 0°59'58''$$

2) 按贝塞尔公式计算标准差:

$$\bar{\sigma} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \vartheta_i^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^5 \vartheta_i^2}{4}} = 4.06''$$

通过以上计算分析可知, 测量系统的误差小, 可满足多管火箭炮炮尾水平台与基准管轴线一致性测量要求。

4 结论

实践证明: 该测量方法操作简单、可靠性高, 且测量误差小。同时, 该方法也适用于同类型的其他武器装备。

参考文献:

[1] 王也. 远程多管火箭炮平行性光电检测系统[J]. 长春理工大学学报, 2003(7): 37-38.
 [2] 高明坤, 宋廷伦. 火箭导弹发射装置构造[M]. 北京: 北京理工大学, 1996.
 [3] 毛英泰. 误差理论与精度分析[M]. 北京: 国防工业出版社, 1982.