

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2011.06.001

## 一种高炮武器系统射击准备精度综合检测方法

刘永鸿, 张文红

(防空兵指挥学院 科研部, 郑州 450052)

**摘要:** 为提高高炮武器系统射击准备精度, 提出一种基于 CCD 摄像的射击准备精度综合检测方法。检测装置由冷炮校正器、单片机应用系统、显示器和蓄电池等构成, 通过弹道修正量计算和联动状态下炮口指向的图像偏差判别方法, 实现高炮武器系统射击准备误差的综合检测。应用结果表明, 该实施装置具有结构简单、检测精度高等特点。

**关键词:** 高炮武器系统; 射击准备; 精度检测

**中图分类号:** TP206 **文献标志码:** A

## An Integrated Test Method Based on Accuracy of Fire Preparation for Antiaircraft Artillery Weapon System

Liu Yonghong, Zhang Wenhong

(Dept. of Scientific Research, Air Defense Forces Academy, Zhengzhou 450052, China)

**Abstract:** In order to improve the fire preparation accuracy of antiaircraft artillery weapon system, put forward an integrated test method for accuracy of fire preparation based on CCD camera. The checkout equipment includes cold gun correction sighting telescope, the single chip application system, display equipment and storage battery and so on. Through the calculation of ballistic correction and the picture deviating techniques of interpretation based on muzzle aiming direction in linkage, realize the integrated test for error of fire preparation based on antiaircraft artillery weapon system. The application results show that the executed device has these characteristics of simple structure and high check precision etc.

**Keywords:** antiaircraft artillery weapon system; fire preparation; accuracy check

### 0 引言

牵引高炮武器系统射击准备内容较多, 通常包括规正水平、检查瞄准线、标定、基线测量与装定、同步传送系统检查与调整等内容。一般情况下, 火控系统和火力系统的射击准备分别进行, 射击准备精度也只能单项考核, 而联动状态下武器系统综合体的射击准备精度如何, 通常只能通过实弹射击弹迹偏差的情况进行分析判断。考虑到高炮武器系统射击准备精度的高低将直接影响射击效果, 且多为系统误差, 笔者提出一种基于 CCD 摄像的高炮武器系统射击准备精度综合检测方法, 该方法可以在联动状态下综合检查武器系统综合体的射击准备精度, 其检测结果不仅可以作为分析和考核的依据, 必要时也可直接用以射击校正, 以提高武器系统首次射击精度。

### 1 射击准备误差综合检测原理

对高炮武器系统而言, 其火控系统和火力系统射击准备的误差最终都会使火炮身管指向联动状

态, 并因偏离正确位置而出现偏差。如图 1, 假设火控系统瞄准目标顶端, 若火控系统和火力系统各项射击准备内容准确无误, 在联动状态下, 火炮身管应瞄向目标左上方的某个具体位置, 由于弹道下降量和偏流的存在, 火炮若按火控系统提供的射击诸元实施射击, 弹丸将正好命中目标顶端。

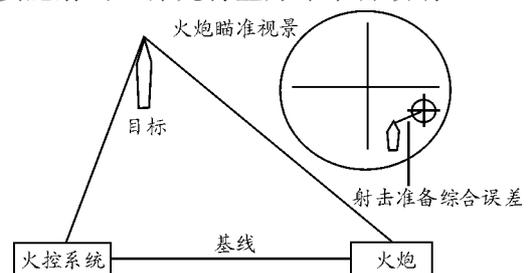


图 1 综合检测原理

图 1 中, 火炮身管瞄准视景中的大十字线中心即代表火炮身管指向位置, 根据火控系统测得的目标位置坐标, 由射表可获得相应的弹道下降量和偏流值(弹道修正量), 若以大十字线中心为起点, 生成相应的小十字线, 使大小十字线中心之间的偏差与弹道修正量数值相一致; 显然, 如果各项射击准

收稿日期: 2011-01-07; 修回日期: 2011-03-15

作者简介: 刘永鸿(1963—), 男, 江西人, 硕士, 教授, 从事防空兵技术装备作战运用研究。

备内容准确无误, 所生成的小十字线中心将压住目标顶端。

高炮武器系统射击准备误差综合检测原理是: 在火炮身管内部加装一 CCD 摄像装置, 通过单片机应用系统根据目标位置信息解算出相应的弹道修正量, 利用图像叠加原理, 将所生成的大小十字线与 CCD 摄取的目标图像同时显示在显示器上, 只要射击准备过程中的某个环节存在误差, 小十字线中心将偏离目标顶端, 相应的偏移量即为射击准备综合偏差。

## 2 射击准备精度综合检测的技术实现

### 2.1 硬件实现

射击准备精度综合检测装置由冷炮校正器、单片机应用系统、显示器和蓄电池等构成, 其硬件结构如图 2。

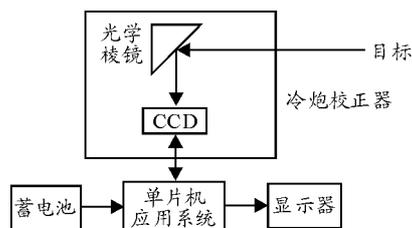


图 2 硬件构成图

#### 2.1.1 冷炮校正器

采用准直光学系统, 必须确保目标射入光线与炮膛轴线平行一致, 通过 CCD 器件获取目标图像, 使用时将其插入炮膛内部, 在结构设计时应使其相应的固定端面紧贴炮膛内壁。

考虑到某些火炮弹道下降量较大, CCD 摄像装置视场限制和射击准备误差过大等原因, 将可能造成所摄取的火炮瞄准图像不能涵盖目标的情况, 可以通过在光学系统设计中事先改变光学棱镜位置 (如降低一固定角度), 再通过计算机修正偏差的方法解决这一问题。

#### 2.1.2 单片机应用系统

具有键盘输入、提前点解算、视频叠加和显示控制功能。通过键盘输入火控系统所测得的目标坐标和基线诸元, 通过内存射表计算相应的弹道修正量 ( $\Delta\beta$ ,  $\Delta\varepsilon$ ), 在显示器中心位置生成大十字线, 并以此为依据, 根据弹道修正量数值大小, 生成小十字线。

#### 2.1.3 显示器

选用高分辨率液晶显示器显示目标与大小十字线的叠加图像, 同时显示出相应的偏差标度值, 以便误差判断。

#### 2.1.4 蓄电池

为系统提供工作所需的电源。

### 2.2 弹道修正量计算模型

设火控系统已测出目标的方位角 ( $\beta$ )、高低角 ( $\varepsilon$ ) 和距离 ( $D$ ), 并已测出火控系统与火炮之间的基线方位角 ( $\beta_j$ )、基线高低角 ( $\varepsilon_j$ ) 和基线距离 ( $D_j$ )。

则目标相对于火炮位置的直角坐标 ( $X_p$ ,  $Y_p$ ,  $H_p$ ) 和水平距离 ( $d_p$ ) 可表示如下:

$$X_p = D \cos \varepsilon \sin \beta - D_j \cos \varepsilon_j \sin \beta_j \quad (1)$$

$$Y_p = D \cos \varepsilon \cos \beta - D_j \cos \varepsilon_j \cos \beta_j \quad (2)$$

$$H_p = D \sin \varepsilon - D_j \sin \varepsilon_j \quad (3)$$

$$d_p = (X_p^2 + Y_p^2)^{1/2} \quad (4)$$

相应的方向和高低弹道修正量 ( $\Delta\beta$ ,  $\Delta\varepsilon$ ) 可根据  $d_p$ 、 $H_p$  值从射表中获取; 其中,  $\Delta\beta = f_1(d_p, H_p)$  为相应的偏流值,  $\Delta\varepsilon = f_2(d_p, H_p)$  为相应的高角值; 以此为依据, 可确定大小十字线的相对位置。

## 3 结束语

射击准备精度综合检测方法已经被实践验证可行。应用结果表明, 实施装置具有结构简单、检测精度高等特点。但需说明的是, 该检测方法要求火控系统分别装定单炮基线诸元, 对各门高炮逐一进行射击准备精度综合检测。另外, 还需在冷炮校正器上加装水准器, 检测过程中通过转动校正器使水准气泡居中的方式, 确保显示器上所显示的目标图像与炮床垂直, 以便误差判读。

### 参考文献:

- [1] 范茂军. 传感器技术[M]. 北京: 国防工业出版社, 2008.
- [2] 魏云升, 郭治, 王校会. 火力与指挥控制[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2004.
- [3] 邱瑾, 牟少锋, 扬军. 自行高炮自动瞄准精度分析[J]. 火力与指挥控制, 2007(12): 105-107.
- [4] 杨军, 巩珏, 邓文兵. 火炮射击精度的模糊等价关系聚类分析[J]. 四川兵工学报, 2010(1): 28-29.
- [5] 周立功. ARM 微控制器基础与实战[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2003.