

# 激光校枪的研究

哈尔滨激光研究所激光校枪研制小组

## 一、引言

目前我国的校枪技术比较落后,因此精度低、漏洞多、浪费大,从而使精度检验一直成为枪械生产的关键问题之一。我们将激光新技术应用在校枪上,不仅解决了生产的关键问题,而且使我国的校枪技术向自动化、现代化大大迈进了一步。

## 二、原理与结构

激光校枪是根据“激光准直”的原理和美国M14步枪训练射手采用激光为依据。利用He-Ne激光器小、巧、灵活,价格便宜的特点制成激光瞄准仪和激光校枪仪。激光瞄准结合电视报靶装置,使瞄准、射击和报靶半自动化。

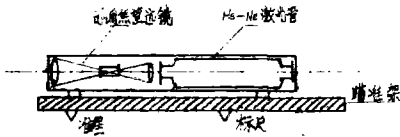


图1 激光瞄准仪

1. 激光瞄准仪:激光瞄准仪是在瞄准架上装一支230毫米长的He-Ne激光管及一台可调焦望远镜。由激光器发出6328埃的红光,经望远镜改善方向性,使光束在100米处光斑直径小于7毫米,用此激光束来模拟瞄准基线,进行瞄准。调整枪的位置,使光斑与标准点具台上或标准枪标定之瞄准点重合,便达到了瞄准的目的。

2. 激光校枪仪:激光校枪仪主要由激光衍射十字线准直仪,大、小反射镜,观察靶和机械装置几部分组成。He-Ne激光器输出红光,经望远镜一方面改善光束的方向性,另一方面可调节聚焦点(成像)的位置,从望远镜透射过来的光束经菲涅尔波带板,以与枪管轴线成 $\alpha$ 角入射到小反射镜上,通过大、小反射镜的反射,即可在观察靶上产生一个十字叉丝像(无波带板即为圆光斑)。大反射镜是固定不动的,小反射镜是插在枪管里,靠枪管定位的,其反射面垂直于枪管轴线,而枪又和机械装置连在一起,因此小反射镜位置(角度)的变化是由枪准星位置的变化引起的。大反射镜的作用是在短的有效距离内加长光路,并能使观察靶放在校枪装置附近便于观察。

校枪的目的是调整准星上、下、左、右之位置,通过监视观察靶上激光点的位置,将弹着点的偏差调整过来(激光点调到与校正点重合为止)。这里关键是观察靶的绘制与射击靶要对应起来,实弹射击时靶纸放在100米处,靶纸正方形靶格边长为20毫米,对应光程为 $l$ 米的观察靶靶格的边长就是 $L_{观} = 20 \cdot \frac{2l}{100} = 0.4l$ 毫米。按这种方法绘制靶纸,射击靶与观察靶就能对应起来了。射击时子弹的偏差,就可以直观地监视观察靶通过调节准星位置而校正过来。

下面就此装置的两个优点简述如下:

(1)我们知道一束光入射到平面反射镜上反射时,如果平面反射镜的法线 $n$ 改变 $\alpha$ 角,则

收稿日期:1980年8月9日。

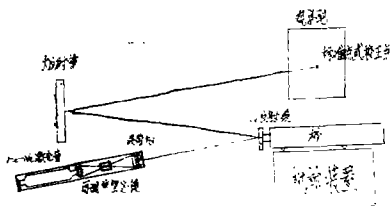


图2 激光校枪示意图

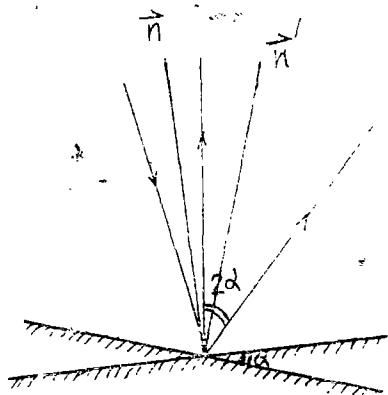


图3 角度变化放大示意图

反射光线相对于原反射光线将改变  $2\alpha$  角 (见图3)。所以小反射镜角度 (位置) 的改变, 可以把其角度偏差信号放大为二倍, 从而提高了校准的精度。

(2) 由于采用了可调焦望远镜 和非涅尔波带板, 可在不同距离上形成十字叉丝像, 给操作带来了方便。同时十字像比激光圆斑点更便于观察, 因此更为精确。如精度要求不太高, 为简单方便起见, 也可不用波带板。

最后将激光校枪仪的精度简单计算如下:

设准星位置的微小变化为  $\Delta l$ , 小反射镜的法线改变  $\Delta\alpha$  角。根据图3所示的原理, 则小反射镜的反射光线改变  $2\Delta\alpha$  角。又设准星与标尺间的距离为  $a$ 。

$$\text{则有: } \operatorname{tg}\Delta\alpha = \frac{\Delta l}{a}$$

当  $\Delta\alpha$  很小时:

$$\operatorname{tg}\Delta\alpha \approx \Delta\alpha (\text{弧度}) \approx \frac{\Delta l}{a}$$

$$\text{所以 } \Delta l = a \cdot \Delta\alpha \quad (1)$$

又设准星位置变化  $\Delta l$  时, 观察靶上激光点位置变化为  $\Delta l'$ , 且枪与靶间距离为  $L$ 。

$$\text{则有: } \Delta l' = L \cdot \operatorname{tg}2\Delta\alpha \approx L \cdot 2\Delta\alpha (\text{弧度}) \quad (2)$$

由(1)、(2)得:

$$\frac{\Delta l'}{\Delta l} = \frac{2 \cdot L \cdot \Delta\alpha}{a \cdot \Delta\alpha} = \frac{2L}{a}$$

如  $L$  取 50 米,  $a = 378$  毫米,  $\frac{\Delta l'}{\Delta l} = K$ ;

$$K = \frac{\Delta l'}{\Delta l} = \frac{2 \times 50}{0.378} \approx 264$$

对于 230 毫米长的 He-Ne 管, 激光发散角为 1 毫弧度, 激光束在 50 米处的光斑直径为  $d$ 。

$$d = L \cdot \operatorname{tg}\beta \approx L \cdot \beta (\text{弧度}) \approx 50 \times 1 = 50 \text{ 毫米}$$

因望远镜放大倍数为 26 倍, 故光斑经望远镜改善方向性后的直径  $d' = \frac{d}{26} \approx 2$  毫米。这样观察靶上光斑的观察精度完全可以控制在 1 毫米之内, 而观察靶上 1 毫米的误差反应到准星上的精度就  $1/K \approx 0.004$  毫米。因此校枪的精度为  $4 \times 10^{-3}$  毫米。

3. 激光瞄准和电视报靶装置: 激光瞄准和电视报靶装置主要由激光瞄准仪、工业电视、电子遥控设备、幻灯机、自动收放靶机和半自动的机械装置等几部分组成。

首先应在“点具台”上调好激光瞄准仪, 然后将激光瞄准仪放在半自动化的机械装置所夹持的枪上, 则瞄准仪射出的激光可在靶上打出明亮的光斑, 通过工业电视观察, 调整机械装置, 可改变光斑的位置, 直到光斑与瞄准点重合, 便达到了瞄准的要求, 即可进行射击。

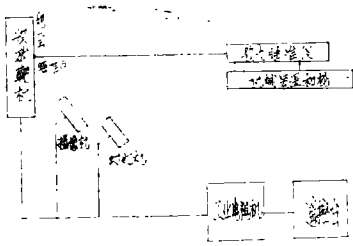


图4 激光瞄准和电视报靶示意图

射击的全部过程由工业电视监视，并随时报告枪的校正值，然后在激光校枪仪的直接指示下校枪。

本文着重说明激光在校枪中的作用，因此工业电视系统、电子遥控设备、机械装置等部分略去，这里不作详细论述。

### 三、结束语

激光校枪由于使用了激光、电视、电子遥控和自动化技术，因此为校枪的精度提高提供了一个科学的根据，基本上克服了人的视觉误差，简化了工艺，保证了质量。此项科研成果已于七九年十二月在有关领导机关主持下，有全国同行业工厂，大专院校、研究所参加进行了技术鉴定。鉴定认为：“激光校枪原理正确，技术先进，操作方便，精度高，是一种先进可靠的校枪技术，在国内还是首创。”同时在节约经费，改善工人劳动条件等方面都取得了可喜的效果。

参加此项科研工作的还有国营六二六厂校枪组。

### 参 考 文 献：

- [1]激光技术，天大精仪系编译。
- [2]光学，母国光、战元令著。
- [3]激光原理基础，王喜山编。

## 染料Q开关激光测距实验

209所 邓崇俊 谭定国 唐振清 赵兴国

### 一、引 言

激光测距是激光技术最早、最成熟的应用项目，但目前国内的激光测距机普遍都采用电光Q开关或转镜Q开关。染料Q开关与这两种Q开关相比，有它突出的优点，如激光脉冲宽度窄，峰值功率高(与转镜Q开关比较)，结构简单，不需要任何驱动电源，因而不产生电干扰，工作稳定可靠，低温性能好(与电光Q开关比较)，成本低，等等。这些优点很适合于军用激光测距机要求体积小、重量轻、工作稳定可靠、易于装调、维修方便等特点。

我们将本所研制的BDN染料(已作成染料盒)用于单次激光测距机，取代了原来的马达转镜Q开关；并已通过鉴定，性能完全达到战术技术指标要求。同时又将BDN染料盒用于重复频率激光测距机，以取代原来的铍酸锂电光Q开关，实验表明该测距机在1~10次/秒的重复频率下运转亦能正常地进行工作。现将实验结果介绍如下。

### 二、实 验

#### 1. 重复频率测距机试验结果：

收稿日期：1980年10月25日。