

激光跟踪测距光学系统设计^{*}

李田泽¹, 戴金符¹, 王振环²

(1. 山东工程学院, 山东 淄博 255012; 2. 山东淄博学院, 山东 淄博 255033)

摘要: 介绍了激光跟踪测距的工作原理及特点, 对激光跟踪测距光学系统进行了设计, 阐述了该系统主要部件的作用, 给出了该系统的主要性能参考数据并对该系统的应用作了展望。

关键词: 激光跟踪; 光学测距系统; 探测器

中图分类号: TN215 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-8891(2001)06-0013-02

1 引言

随着激光技术的发展, 激光的应用越来越广泛, 尤其是在军事上, 激光测距机的诞生, 对军队的作战和训练等产生了重要的影响。在激光测距机出现以前, 坦克炮、地炮、高炮和舰炮等通常用光学测距机测距。光学测距机无论是合象式的还是体视式的, 其测试精度随距离而变化, 测程越远, 精度越差, 操作也比较复杂, 而且仪器的体积受基线长短的限制。针对上述光学测距存在的问题, 本文设计了激光跟踪测距光学系统。该系统的突出的优点是: (1) 测距精度高, 并且与测程远近无关; (2) 仪器体积小, 测距迅速; (3) 便于数字信息处理; (4) 角分辨力高, 抗干扰能力强等。

2 激光跟踪测距的工作原理

当目标离激光发射机很远时, 激光束在目标上的光斑面积通常大于目标有效反射面积, 目标表面全部截获激光束。在这种情况下, 测距方程为

$$N_r = N_t \frac{A_r S_r \sigma}{(4\pi)^2 L^2} T_t T_r T_o \quad (1)$$

式中, A_r 为发射天线的增益。如果发射光束的光发散角 θ_t 代替发射天线的增益, $A_r = 4\pi/\theta_t^2$, 则式(1)变为

$$N_r = N_t \frac{S_r \sigma}{4\pi\theta_t^2 L^2} T_t T_r T_o \quad (2)$$

式中, N_r 为接收功率; N_t 为发射功率; θ_t 为发射光束的光束发散角; S_r 为接收孔径面积; σ 为目标的散射截面; L 为目标距离; T_t 为发射光学系统的透射率; T_r 为接收光学系统的透射率; T_o 为大气或其他介质的单程透射率。对于漫反射大目标, 目标表面为郎伯反射, 散射截面 $\sigma = 4\rho L^2 \theta^2 \cos\varphi$, 代入式(2)得

$$N_r = N_t \frac{S_r \rho \cos\varphi}{\pi L^2} T_t T_r T_o \quad (3)$$

式中 ρ 为目标反射率; φ 为目标表面法线与发射光束之间的夹角。

3 激光跟踪测距光学系统设计

3.1 光学系统设计

为了提高靶场测量雷达在近距离和低仰角工作时的测量精度, 这种跟踪测距光学系统由脉冲 Nd:YAG 激光接收发射及其电子线路组成, 使光学测量设备能单独工作, 可以实时、精确地输出飞行目标的位置数据。在这种组合系统中, 雷达本身的性能不变, 自动或手动进行激光与微波跟踪之间的切换。激光闭环跟踪器是独立的, 自动或手动程序控制激光发射功率, 保护人眼安全。采用自动激光程序控制装置, 可以进行光学增益的自动控制。图 1 为跟踪测距光学系统。

3.2 主要部件的功能

激光跟踪测距光学系统中是由四只互相独立的硅光电二极管组成。4 象限元件都力求在响应度高的前提下提高各象限自身的均匀性, 并减小各个象限之间的串扰。此外还应减小结电容, 提高对短脉冲的探测能力。四象限管以光学系统的轴线为对称轴, 并置于焦平面附近。激光脉冲宽度的选取要考虑探测器的响应时间的带宽。目前, Nd:YAG 激光器采用电光调 Q 或染料调 Q, 产生宽度为 10 ns 左右的脉冲。

利用望远镜将高斯光束准直。选用一短焦距透镜将高斯光束聚焦, 以便获得极小的腰斑, 然后再用一个长焦距透镜来实现准直改善其方向性。

3.3 主要参考性能数据

* 收稿日期: 2001-02-04; 修订日期: 2001-07-10

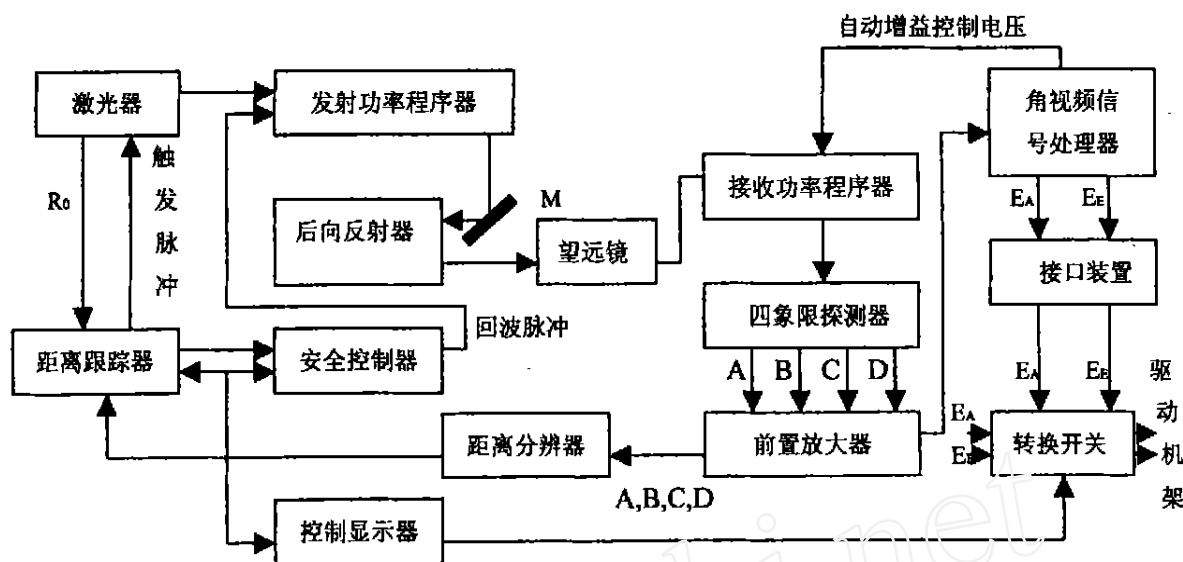


图1 激光跟踪测距光学系统设计

Fig. 1 Optical system design of laser tracking range finding

作用距离	500 ~ 35,000 m
角度精度	< $\pm 1.0''$
分辨距离	0.15 m
最大角加速度	2 rad/s ²
最大速度常数	3500 s ⁻¹
最大加速度常数	195 s ⁻²
距离跟踪速度	$\geq 3,000$ m/s
距离跟踪加速度	750 m/s ²
距离精度	< ± 0.15 m
波长	1.06 μ m
重复频率	50 pps
输出能量	50 mJ
脉冲宽度	10 ns
峰值功率	2 MW
光束散度	4 mrad
接收探测器	四象限硅光电二极管

4 应用与展望

随着激光、红外、电视、微光、光纤、多光谱和全息等现代光学技术的不断发展以及它们与电子技术、计算机技术等日益密切的结合,使得光电子技术在侦测、测距、火控、导航、制导、指挥、控制、通讯等军事领域的应用日益广泛。精确测距、精确制导的导弹、炮弹和炸弹等武器,攻击目标广,命中精度高,是现代战争中的重大威胁。预计激光测距以及激光武器将是未来战略威胁力量的一个重要组成部分,激光武器领域的对抗与反对抗的斗争也必将日益激烈。

参 考 文 献

- [1] 张承铨. 国外军用激光仪器手册[M]. 北京:兵器工业出版社, 1989.
- [2] Dang K V, Kauffman. C L, Derzko Z I. SPIE[J], 1992. 1686:126 ~ 134.
- [3] 贺安之, 阎大鹏. 激光瞬态干涉度量学[M]. 北京:机械工业出版社, 1993.

作者简介: 李田泽, 37岁。山东工程学院副教授, 主要从事光电检测方面的研究与教学工作。

An Optical System of Laser Tracking Range Finding

LI Tian-ze¹, DAI Jir-fu¹, WANG Zhen-huan²

(1. Shandong Institute of Engineering, zibo 255012, China; 2. shandong Zibo College, zibo 255033, China)

Abstract: The operation principle and the characteristics of laser tracking range finding were introduced. Based on design of optical system of laser tracking range finding, the composition and main parts of the system were expounded. The performance and future development were reviewed.

Key words: Laser tracking; Optical range finding system; Detector