

一种新型的地面激光目标指示器

张承铨

一、前 言

我们研制成一种新型的地面激光目标指示器,这种地面激光目标指示器是为激光制导炸弹武器系统指示目标,于1983年4月开始研制。由于我们近几年在冷却系统、激光电源、激光共振腔和激光编解码等科研工作上有一定的技术储备,使我们能在较短的时间内研制出性能优良的样机,于1984年8月在某机场为激光导引头指示目标,顺利地完成了导引头直升机挂飞试验和空中激光大气传输试验任务,并于1984年11月份通过兵器工业部组织的鉴定。其主要技术指标见表1。该目标指示器是为激光制导炸弹指示目标而研制的,也可为其它激光制导武器指示目标。本文着重介绍激光目标指示器的设计计算,结构,组成,性能和特点。该目标指示器兼有测距功能,1985年在某靶场为我国自行研制的第一个激光制导炸弹武器系统指示目标,获得了成功。

二、设 计

表 1

总体性能		重复频率	10pps
测距	10km	束散	1.1mrad (未经发射天线)
精度	±10m		0.28mrad(经4×天线后)
目标指示	大于3km	接收机	
重量	25kg(不包括电池箱、脚架)	接收口径	90mm
		探测器	pin硅光电二极管
激光器		瞄准镜	
输出能量	125mJ	倍率	10×
峰值功率	16MW	视场	6°
脉宽	8ns		

设目标是一块倾斜安放于地面上的漫反射平板(以下简称靶板),发射激光束大体沿水平方向照射到靶板上。设靶板尺寸足够大,能完全拦截激光束,见图1。现计算目标指示所

收稿日期:1985年11月2日。

需激光器的峰值发射功率，参见图1。不难导出到达激光导引头光敏面上的激光脉冲功率的表达式为

$$P_r = \frac{\rho P_t A_r \cos \epsilon}{\pi R_2^2} \eta_t \eta_r e^{-\alpha(R_1+R_2)} \quad (1)$$

式中， P_t 是激光器峰值功率， ρ 是靶板反射率， A_r 是导引头接收孔径面积， R_1 是目标指示器与靶板的距离， R_2 是导引头与靶板的距离， ϵ 是导引头的目标视线角，计算时可用导引头半视场角代替， α 是大气消光系数，对1.06um波长， $\alpha = 2.7/V$ ， η_t 是激光发射光学系统透过率， η_r 是导引头接收光学系统透过率。导引头接收机的最小可探测功率可表示成[1]

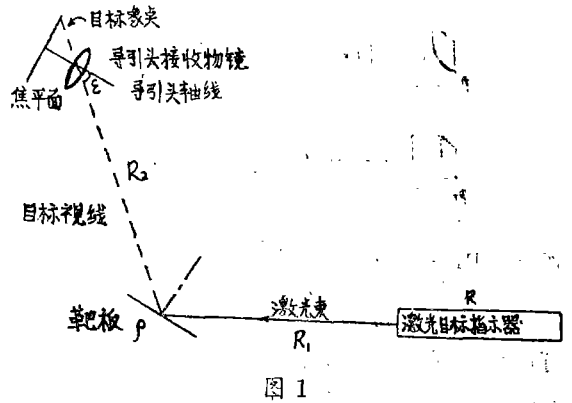


图1

$$(P_r)_{\min} = \frac{(\text{SNR})}{R_p} \left[\frac{4KTBF}{r} + 2eB (I_d + R_d P_{BE}) \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

式中，SNR为信噪比， e 是电子电荷， K 是波尔兹曼常数， T 是绝对温度， B 是接收机噪声带宽， F 是接收机噪声因子， r 是探测器的源阻抗， R_p 是探测器的脉冲响应度， R_d 是探测器的直流响应度， P_{BE} 是四象限探测器每个象限上的背景辐射功率， I_d 是探测器的暗电流，(2)式第一项代表接收放大器输入端的热噪声，第二项代表探测器的暗电流噪声，第三项代表背景噪声。

对激光导引头而言，入射到探测器上的背景辐射功率，可认为主要来自靶板周围地物反射的阳光，并可由下式计算[2]

$$P_B = \frac{\rho H_\lambda \Delta \lambda A_r \Omega_r \cos \psi}{\pi} \eta_r e^{-\alpha R_2} \quad (3)$$

式中， ρ 是周围地物的反射率， H_λ 是地球表面的太阳光谱辐射， $\Delta \lambda$ 是导引头光学系统光谱带宽， A_r 是导引头接收光学孔径面积， Ω_r 是导引头视场立体角， ψ 是太阳光与地物表面法线之间的夹角(设 $\cos \psi = 1$)。将系统参数代入，求得每个象限的背景辐射功率为 $P_{BE} = P_B/4 = 1.35 \times 10^{-5} \text{W}$ 。若要求导引头的探测概率 $P_d \geq 0.99$ ，虚警概率 $P_{fa} \leq 0.001$ ，则当 $R_2 = 6 \text{km}$ 时，可求得 $(\text{SNR}) = 7.6$ ，将有关参数代入(2)式可求得 $(P_r)_{\min} = 1.13 \times 10^{-6} \text{W}$ 。于是，由(1)式可求得在霾级能见度($V = 20 \text{km}$)下，当 $R_1 = 3 \text{km}$ ， $R = 6 \text{km}$ 时，所需激光器发射功率为 $P_t = 4.5 \times 10^6 \text{W}$ 。

三、组 成

地面激光目标指示器由激光收发头和激光电源两个主要部件组成，此外还有电池箱和脚架等附件。

激光收发头由激光发射机，液体-空气热交换器冷却系统，激光接收机和距离计数器显示器四部分组成。距离计数器容量20km，钟频15MHz，距离读数由4位数字管显示。

激光电源为激光器和热交换器冷却系统提供所需的各种工作电压，输入为直流27V，由电池箱供给。

下面扼要介绍几个元部件的细节。

1. 激光器 共研制了两台地面激光目标指示器样机。1号样机的激光器采用我们研制的正交泊罗棱镜腔电光Q开关YAG激光器[4],其光路如图2所示。主要优点是机械稳定性高,对失调不敏感,束散较小,钕酸锂电光Q开关内的功率密度较低,因而不易损伤,因此特别适于军用激光整机。聚光器采用全腔冷镀银玻璃管,用掺铈石英灯和灯棒之间加滤光片来滤除

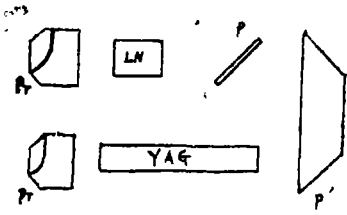


图2 Pr是泊罗棱镜,P是偏振片,P'是折叠棱镜,LN是钕酸锂,YAG是工作物质

灯的紫外线。电光Q开关用介质偏振起偏,用SCR加变压器的脉冲加电压方式工作。封锁电压870V,在每秒10次的重复频率下,每脉冲输入能量16J,输出能量115mJ,脉宽7ns,束散3mrad。

为了进一步降低束散角,以减小发射望远镜的尺寸,2号样机采用了我们研制的凸球面棱镜望远镜腔钕酸锂电光Q开关的Nd:YAG激光器[5~7],其光学元件布置如图3所示,凸球面棱镜望远镜腔兼有棱镜腔和非稳腔二者的优点,其基模体积可按需要任意增大,有强的选模能力,易获得近于衍射极限的基模输出,并有对一级象差不敏感的特性。因此对调整精度要求不足,对失调不敏感。钕酸锂仍以脉冲加电压方式工作,封锁电压1050V,激光器在每秒10次的重复频率下,每脉冲输入能量23J,输出125mJ,脉宽8ns,束散1.1mrad。

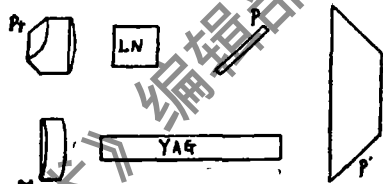


图3 Pr是凸球面棱镜,P是偏振片,P'是折叠棱镜,LN是钕酸锂,YAG是工作物质,M是输出镜

2. 冷却系统[7] 采用我们研制的JLZ改型激光冷却装置来冷却激光器,它由小型液体-空气热交换器,仿英国Ferranti公司小型离心泵膨胀室,贮液池,微型轴流风机和温度传感器组成,用乙二醇水溶液作冷却液,聚光器中的热量通过强迫对流交给冷却液再经热交换器散发到空气中。热交换器的耗散能力为冷却液和空气平均温差1℃散热124kcal/h,时间常数为144s,温度传感器用于监测激光冷却液的温度。当液体温度超过70℃时,发出信号切断激光电源,达到温度保护的目的。

由于小型离心泵运转平稳、无震动,使整个冷却装置能安装在激光收发头箱体内部激光器附近,外部看不到连接水管。

3. 激光电源[9] 由27V蓄电池供电,经由几组直流-直流变换器和稳压器将电池电压转换成激光发射机和冷却系统所需要的各种工作电压和控制信号。整个激光电源由控制电路主回路和温度保护电路三部份组成。控制电路由码型产生和选择及激光工作程序电路所组成,全部采用中规模CMOS集成电路,定时逻辑由石英钟控制,定时精度高。抗干扰能力强及功耗低,主回路采用阶梯充电方式向贮能电容器充电,充电效率高。温度保护电路防止冷却系统万一发生故障不致使激光器温升过高而损坏。

该激光电源能使激光目标指示器实现脉冲重复频率编码发射,码型多种任选,根据需要

法国TMY156型舰用激光测距机/目标指示器

蒋鸿旺

一、概 况

TMY156型激光测距机/目标指示器是法国激光工业公司(CILAS)研制出的一种较新产品。TMY156型激光测距机/目标指示器1982年10月在法国海军装备展览会上展出过,它可以和红外热象仪、电视跟踪器、计算机等组成舰载“图腾”(Totem)型光电火控系统,用来捕获、识别、跟踪空中、水面目标和陆上目标,尤其是对付超低空飞行的目标特别有效。TMY156在“图腾”型光电火控系统中主要是精确测定、指示目标距离。由TMY156等设备组成的“图腾”型光电火控系统可装于C70AA型猎潜舰和A69型护卫舰。

法国激光工业公司已将TMY156型激光测距机/目标指示器和TCS189型激光测距机改

也可发射不编码激光脉冲。面板上有一个转换开关,供编码或不编码发射选择用。此外,还有重复频率选择开关和码型选择钮。面板上还有电池电压指示、充电指示、预燃指示、码型指示和温度指示等,以及各组电压检测孔和保险丝,为使用和维修提供了方便。

四、结 束 语

新型地面激光目标指示器兼有指示目标和测距两种功能,两台样机的激光发射机分别采用偏振耦合输出的正交泊罗棱镜腔和凸球面棱镜望远镜腔LN电光Q开关Nd:YAG激光器,抗失调稳定性高,光束质量好,两台样机既可编码也可不编码发射,视需要而定。已用于试验,性能稳定可靠。除可用于为激光制导炸弹武器系统指示目标外,也可作为激光末制导武器通用的地面目标指示器,以及作测距机为火控系统提供目标距离。

参 考 文 献

- [1] AD A005668.
- [2] 张承铨,激光测距分析,1969年(未发表).
- [3] Handbook of Geophysics, Chap 16 Table 16-8, The Macmillan Co, New York, N.J, 1960.
- [4] 《兵器激光》,1981年,第6期,第16~20页.
- [5] Sov.J. Quant. Electron., 1973, Vol 3, No.1, P.58~59.
- [6] 《激光》,1976年,第3期,第29~35页.
- [7] 凸球面棱镜望远镜LN电光Q开关Nd:YAG激光器,1984年(未发表).
- [8] 《兵器激光》,1979年,第1期,第23~40页.
- [9] 编码激光电源,1983年(未发表).