

接收目标反射回来的激光脉冲由光电倍增管及放大器获得,因此产生和距离无关而和系统工作状态有关的系统误差  $\Delta R_0$ 。可由对已知距离合作目标测距获得修正值  $\Delta R_0$ 。

## (2) 偶然误差及减小偶然误差的方法

偶然误差主要来源于计数器的有限分辨率和主、回波激光脉冲幅度的变化和非理想的前沿。为了减小偶然误差,必须合理地确定接收参数、选择接收器件、压缩激光发射脉冲宽度以获得足够陡的脉冲前沿。本文提出了影响激光主、回波幅度变化和前沿的有关因素,并给出均方根误差  $S_D \leq 1$  米的激光测距机有关技术参数。

## 2. 实验结果及整机测距精度

标志激光测距机测距精度的均方根误差为:

$$S_D = \sqrt{sd^2 + \Delta R^2}$$

式中,  $sd$  为偶然误差的均方根值;  $\Delta R$  表征系统误差修正的准确度。

采用 GY-101 激光测距机分别对四个已知距离的标准大地测量点进行测距(均安装角反射器),获得了有关测距精度的实验结果。结果表明,按上述误差分析和修正, GY-101 激光测距机对水平固定目标测距已达到均方根误差  $S_D \leq 1$  米的测距精度。模拟试验表明,对运动目标测距整机测距精度仍然保证在  $S_D \leq 1$  米的范围内。

# 双波长激光精密测距的大气限制

中国科学院安徽光机所 宋正方

由于气象参数难以精确测定,限制了单波长精密测距机的精度,从而提出了无须气象订正的双波长测距法,并预言可在小于 25 公里的距离上达到大约  $1 \times 10^{-7}$  的精度。迄今诸多的实验离此目标甚远。我们的分析表明,在这样的精度上受到了折射率公式的精度、光束弯曲和大气湍流这几种因素的限制。

按照双波长测距原理,两个波长上测得光学距离  $L_1$  和  $L_2$  后,可从公式

$$L = L_1 - A_1(L_1 - L_2) = L_2 - A_2(L_2 - L_1) \quad (1)$$

算出真实距离  $L$ , 其中  $A_1$  和  $A_2$  称为折射率修正系数,分别定义为

$$A_1 = N(\lambda_1) / [N(\lambda_1) - N(\lambda_2)] \quad A_2 = N(\lambda_2) / [N(\lambda_2) - N(\lambda_1)] \quad (2)$$

$N(\lambda)$  是波长  $\lambda$  的折射率  $n(\lambda)$  的小数部分。在  $\lambda_1 = 6328$  埃,  $\lambda_2 = 4416$  埃时,  $A \approx 20$ 。这意味着,为了使  $L$  的精度达到  $2 \times 10^{-7}$ , 将要求  $L_1$  和  $L_2$  的精度提高到  $1 \times 10^{-8}$ 。如果测距机光电系统能保证比这更高的精度的话,则折射率公式至少应具有  $1 \times 10^{-8}$  的精度。当前常用的 Cauchy 型折射率公式均不满足这个要求。作者根据文献[1]提供的实验资料给出一个可以满足上述要求的适用于波长 0.339~1.695 微米范围内的折射率公式:

$$N(\lambda) = 272.594 + 1.532\lambda^{-2} + 0.015\lambda^{-4} \quad (3)$$

(当  $P = 760$  毫米,  $T = 15^\circ\text{C}$ ,  $e = 0$  时)

当考虑光束由于大气折射率的垂直梯度而产生弯曲效应时,真实距离  $L$  应由公式

$$L = L_1 - A_1(L_1 - L_2) + l'_{c_1} + l_{c_e} \quad (4)$$

给出,其中  $l'_{c_1} = \frac{1}{6} c_1^2 L^3$ ,  $l_{c_e} = \frac{1}{12} c_e^2 L^3$ ,  $c_1$  和  $c_e$  分别是波长  $\lambda_1$  的大气曲率和地球曲率。前者不能预知,只能实测后进行订正。计算指出,在夏秋晴朗天气情况下近地面目标的距离不大于 2~6 公里时才能忽略大气曲率的影响。

大气湍流造成的光速的起伏也限制了测距的精度。根据理论分析和实际的湍流特征,近地面夏秋晴天正午前后,可能出现  $1 \times 10^{-7}$  的误差。

综观上述因素,再加上水汽的作用,要求双波长激光精密测距机的精度,就大气而言,达到 $1 \times 10^{-7}$ 似乎是相当困难的,但在采取适当的措施并尽可能作出订正后,也许可以期望在小于10公里的距离上达到 $2 \times 10^{-7}$ 的精度。

### 参 考 资 料

[1] E. R. Peck, K. Reeder; *J. Opt. Soc. Am.*, 1972, **62**, 958.

## 激光高速阴影照相的研究

天津大学精仪系激光教研室 张国顺

根据被摄目标飞行速度为1~8公里/秒的范围,为实现短暂的曝光和解决自动同步技术以获得清晰的图片,我们采用了KDP电光晶体调Q的红宝石激光器,针对高速摄影和自动同步的特殊要求在激光器调整上与一般调Q激光器稍有不同,对损耗特性曲线作了一些改进,较大地扩大了单峰域,避免了出现多脉冲和夹杂静态激光的现象。

激光器主要指标为:脉冲宽度10~20毫微秒,自动同步范围300微秒~1.2毫秒。激光功率:10兆瓦。

文中简述了阴影法和纹影法的工作原理,给出了电原理图、方框图和光路图。对于电光调Q的原理也作了一般叙述。

本文报道了对几种高速目标进行照相实验的情况,在超高速弹道靶列阵照相中拍摄了2~4.5公里/秒飞行目标的图片。对高速脱壳穿甲弹穿甲过程进行了照相实验,对不同材料的穿透情况记录了清晰的图片。在炮口制退器照相实验中记录了炮口冲击波传播过程的图片。

实验证明电光调Q红宝石激光器配合阴影或纹影光学系统研究高速运动目标和瞬变现象是合用的,同步精度高,曝光时间短,还可以滤除被摄目标自发光的干扰,对于高速飞行物体、高速碰撞、爆炸和等离子体研究方面可作为一种有效的测试手段。

对于今后研制方向和现有缺点也作了简单的讨论,并附有高速目标的复印照片17张。

## 激 光 印 字 机

上海市汉字信息处理系统输出小组

本文叙述了研制成的一种新颖的、非接触式的、采用激光记录技术的计算机输出装置。这种印字设备可以输出数字、汉字、图表及曲线。

全文介绍了激光印字机的工作原理及激光扫描、电子照相记录、字符发生器及接口三大组成部分的主要性能。激光扫描部分由He-Ne激光器、声光调制器、锥形扫描器及广角聚焦镜所组成。He-Ne激光器输出为TEM<sub>00</sub>单横模,功率为5毫瓦。声光调制器采用水为声光介质。锥形扫描器及扫描后的聚焦系统改善了扫描质量。电子照相记录部分采用了聚乙烯咔唑有机光导材料为感光记录介质。显影采用磁刷干粉显影。在字符发生器及接口部分叙述了结构原理及信息传递方式。实践证明这种方式是可行的。文中还给出了输出汉字和数字的实例及有关图表曲线16幅。