

0.5 米精度激光测距仪

周正文 赵伟明 蔡根兴 遂其荣

(中国科学院上海光机所)

提要: 本文介绍一小型化脉冲式激光测距仪, 测距精度为 0.5 米, 最大测程 5000 米。文中讨论了影响测距精度提高的几个主要因素以及解决的措施, 最后给出这台测距仪的几组实测数据。

A laser range-finder with a ranging accuracy of ± 0.5 m

Zhou Zhengwen Zhao Weiming Cai Genxin Lu Qirong

(Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics, Academia Sinica)

Abstract: This paper describes a compact pulsed laser range-finder with a ranging accuracy of ± 0.5 m and a maximum range of 5000 m. Some factors affecting the ranging accuracy and the methods for improvement are discussed and some measurement data for this range finder are given.

提高小型化脉冲式激光测距仪的精度受到一系列因素的限制, 这些因素主要是: 晶体高压干扰; 激光波形前沿的影响; 高速计数器的研制等等, 其中以激光波形前沿的影响尤为突出。下面分别讨论这些因素以及我们所采取的措施, 从而把测距精度提高到 0.5 米。

一、晶体高压干扰

小型化激光测距仪多数采用晶体调 Q, 但在晶体加高压或退高压时会产生一个很强的干扰, 此干扰通过电路系统进入高灵敏接收放大器。由于它紧接着激光发射讯号, 两者仅相隔 100 多毫微秒 (见图 1)。采用众所周知的延时复零技术是难以解决的。诚然, 采取良好的屏蔽及其他抗干扰措施可以把这干扰压得很小, 但要采取复杂的工艺措施。



图 1

我们在 1 米及 0.5 米精度的激光测距仪中采用带有时间选通的双通道输入方式, 也就是说激光发射讯号和回波讯号是分别进入计数器的。我们单独用一硅光管接收激光发射讯号, 经过一射极跟随器去开计数器的门, 在这个通路上由于没有放大器, 故晶体高压干扰是很小的, 不会推动计数器。在接收放大器的输出端仍然有很强的晶体高压干扰, 但它对计数器已不起作用。这种方式中,

收稿日期: 1981 年 1 月 16 日。

接收放大器的延时会有影响,但实践证明,它仅仅带来一固定误差,它的不稳定性不足以影响1米乃至0.5米的精度。

二、激光波形前沿的影响

小型激光测距仪所使用的激光器其输出激光波形的半宽度一般为7~8毫微秒,前沿大致也是如此。激光打到目标上被反射回来,由于是漫反射,接收到的回波的前沿还要变坏,我们用示波器实测,对于烟囱,回波的前沿为16毫微秒。回波讯号经接收放大器放大后去关计数器的门,很明显,计数器是在回波讯号的基部关门(回波足够强,放大器处于饱和状态)还是在其顶部关门(极限作用距离时),时间要相差16毫微秒,这相当于带来2米左右的误差。

为了消除激光波形前沿的影响,第一种方法是使回波幅度足够大,接收放大器始终处于饱和状态,保证计数器都是在回波的基部关门。第二种方法是压缩激光波形的宽度,缩小前沿,这势必要加大激光器的体积,不符合小型化的原则。第三种方法是采用恒定比例鉴别器。所谓恒定比例鉴别器,它的作用是不管输入讯号的幅值如何变化,它总是在幅值的一定比例处输出一脉冲。我们将回波讯号通过恒定比例鉴别器,用它的输出脉冲去关计数器的门,从而消除了波形前沿的影响,也增大了作用距离。我们选取的比例是1/2,因此称之为半幅鉴别器。

为说明半幅鉴别器的作用,请看图2。这里的前提是讯号仅改变幅值,前沿是不变的。(a)表示采用常规的方法,计数器的关门电平是一定的,我们可以看到,随着讯号幅值的变化,计数器的关门时刻分别在 t_1 、 t_2 、 t_3 ,关门时间的变化反映了距离数在变。(b)表示采用半幅鉴别器,不管讯号幅值如何变化,半幅鉴别器总是在讯号幅值的1/2处即 t_0 时刻输出一脉冲,用此脉冲去关计数器的门。



图 2

半幅鉴别器的方框图及工作原理如图3所示。输入讯号分两路走,一路不延时但衰减1/2,另一路经过延时,延时时间约为讯号前沿的一半。这两路一起加到高速比较器,于是在两讯号的交叉点O点,比较器发生翻转,输出一脉冲。

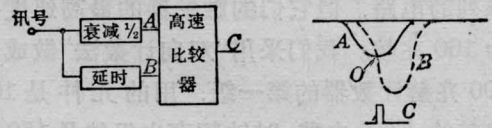


图 3

我们研制的半幅鉴别器线路很简单,采用ECL集成电路,其输出电平正好和后面高速计数器的ECL电路相匹配。实验证明,当前沿为10毫微秒的输入讯号的幅值从100毫伏变至1200毫伏时,半幅鉴别器的输出脉冲偏离半幅点的误差<1毫微秒。这样的半幅鉴别器对于保证0.5米测距精度是足够的,对于测距精度更高的则线路要做得复杂些。

从图2(b)可知,为保证测距精度,要求输入到半幅鉴别器的讯号的前沿不变,也就是说激光回波讯号经接收放大器放大后不被限幅,这就要求接收放大器有很大的动态范围。采用浮点放大技术可做到这点,但线路复杂,体积大。为此我们采用光电倍增管作为接收元件,它的输出直接加到半幅鉴别器上。

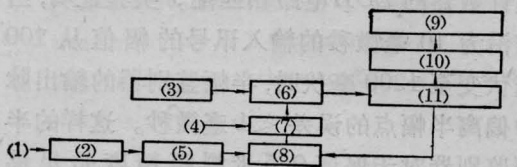
三、300兆赫高速计数器

距离计数器是激光测距仪中的一个很重要的部分。对于0.5米精度的测距仪,要求

计数器的计数速率达到 300 兆赫。为满足整机小型化、高稳定性的要求, 我们已将 300 兆赫计数器全集成化。计数器的前面几级采用 *ECL* 集成电路, 当频率降到 15 兆赫左右时, 以后各级则采用 *TTL* 集成电路。

对于 300 兆赫计数器, 如果采用常规的计数方法, 时钟频率应该是 300 兆赫, 计数器第一级的元件的速率也要达到 300 兆赫。*ECL* 集成电路触发器的最高速度虽已达到 500 兆赫, 但它的稳定性特别是热稳定性还存在不少问题, 不适宜在野外恶劣条件下使用, 而且价格也昂贵。性能稳定的要算 *ECL10K* 系列的电路, 但它们的触发器的最高速度仅为 160 兆赫。我们采用“双向计数法”做成了 300 兆赫计数器的第一级, 用的元件是 160 兆赫的 *ECL* 电路, 时钟频率也仍然是 150 兆赫。

300 兆赫距离计数器的方框图如图 4 所示。实测表明此计算器的精度完全满足要求。



1—回波; 2—光电倍增管; 3—150 兆赫时钟; 4—激光发射讯号; 5—半幅鉴别器; 6—门; 7—门控; 8—盲区控制; 9—显示; 10—寄存; 11—计数器

图 4

四、实测数据

下面是 0.5 米精度激光测距仪的几组实测数据, 被使用的激光器是双 45°LiNbO_3 晶体调 Q Nd:YAG 激光器, 其输出功率为 10 兆瓦, 接收望远镜的口径为 $\phi 60$, 光电倍增管的电压为 1150 伏。

1. 对四个固定目标测距

每个目标都测 100 次以上, 测得的距离数分别为:

515.5~516.0 米

2222.0~2222.5 米

4904.5~4905.0 米

5679.0~5679.5 米

跳数均为 0.5 米。

2. 半幅鉴别器的作用试验

为了得到较大的回波讯号, 我们选择一个近目标, 用黑纸挡住接收望远镜的口径, 使回波幅度改变, 并用示波器监视之。

表 1 是用半幅鉴别器后回波幅度的变化和测得的距离数之间的关系。我们可以看到, 回波幅度变化 10 倍, 距离数不变。表 2 是把半幅鉴别器接成放大器形式后, 回波幅度在 50 毫伏至 300 毫伏范围内, 放大器尚未饱和, 输入讯号变化 6 倍, 距离数变化 2 米, 这是由回波讯号的前沿所引起的。当回波大于 300 毫伏后, 放大器饱和, 距离数才不变。

表 1

回波幅度(毫伏)	距离数(米)
50	515.5~516.0
80	515.5~516.0
150	515.5~516.0
350	515.5~516.0
600	515.5~516.0

表 2

回波幅度(毫伏)	距离数(米)
50	516.5~517.0
70	515.5~516.0
100	515.0~515.5
300	514.5~515.0
600	514.5~515.0

参 考 文 献

- [1] Glenn Mamon, Douglas Youmans; *Appl. Opt.*, 1977, 16, No. 1, 16.
 [2] W. T. Rhoades; *Electronic Design*, 1964, 12, No. 20, 48.