

脉冲激光应答机测距精度研究

魏龙超¹, 何子杰², 陈静¹, 张文平¹, 范杰平¹

(1. 中国电子科技集团公司第二十七研究所, 河南 郑州 450047;
2. 河南中医院, 河南 郑州 450002)

摘要:针对脉冲激光应答测距易产生传输延迟时间抖动进而影响测距精度的问题,选用LD激光器,采取自动温度控制、自动功率控制和高精度的脉冲时刻检测等技术,研制了极小时延抖动脉冲激光应答机。光源试验结果表明,该设计的时延抖动 $<1\text{ ns}$,有效提高了测距精度。

关键词:脉冲激光应答机;测距精度;恒比定时

中图分类号:TN24 **文献标志码:**A **DOI:**10.3969/j.issn.2095-476X.2012.06.017

Study on the ranging measurement accuracy of pulse laser responder

WEI Long-chao¹, HE Zi-jie², CHEN Jing¹, ZHANG Wen-ping¹, FAN Jie-ping¹

(1. 27th Institute of Electronics, China Electronics Technology Group Corporation, Zhengzhou 450047, China;
2. He'nan Provincial Hospital of Traditional Chinese Medicine, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: Aiming at the problem of the translate time delay's jitter with pulse laser ranging, further the jitter affects the accuracy of the ranging. The minimal time's delay pulse laser responder were designed adopting some techniques such as the diode laser, automatic temperature control, automatic power control and the detection method of the high-accuracy pulse time. The results of light experiment indicated the pulse of jitter less then 1 ns, the accuracy of ranging was effectively improved.

Key words: pulse laser responder; measurement accuracy of ranging; constant fraction discriminator

0 引言

随着空间技术科研活动范围的不断扩大,目标之间的距离也在加大,测卫、测月、测火星以及将来更远距离的测量活动,都对目标的距离测量技术提出了挑战,激光测距已成为重要手段之一。目前激光测距多采用测量目标反射回波的方法来实现目标测量,其缺点是在现有技术条件下,测量能力无法满足目标活动范围不断扩大的要求。脉冲式激光应答机可以实现较远距离的测量,在空间测距研究中具有广泛的应用前景^[1]。

目前已有对激光应答测距方案进行的研究^[2],但是针对影响脉冲激光应答测距精度的因素的研究不多。鉴于此,本文拟对脉冲激光应答机测距精度进行研究,并提出提高测距精度的具体方案。

1 脉冲激光应答机原理

图1为脉冲激光应答机的工作原理框图。其工作过程为:当光电探测传感器接收到对方的激光信号时,将接收信号转换为电信号,通过放大器和滤波电路处理,产生一个本地激光控制信号送给激光器驱动电路,并驱动激光器输出脉冲式激光信号。

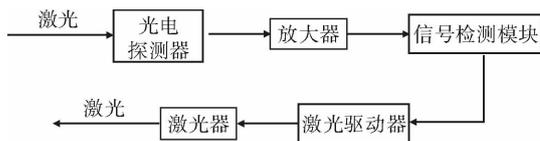


图1 脉冲激光应答机原理框图

2 影响脉冲激光应答机测距精度的内外界条件分析

在应答式测距中,影响脉冲激光应答机测距精度的内外界条件有接收对方激光脉冲到达时刻的测量延迟时间和测量精度、本地激光触发延迟时间和稳定精度。

2.1 接收激光脉冲信号到达时刻的测量精度分析

在脉冲激光应答系统的设计中,测距精度主要取决于时点判别电路的设计。由于激光传输过程中会发生畸变和衰减,接收到的脉冲与发射脉冲在幅度和形状上都会发生很大的变化,因此很难确定光脉冲回波信号的到达时刻,由此引起的测量误差称为漂移误差。另外,由输入噪声引起的时间波动也会给测量带来误差。为了尽可能减小漂移误差和时间抖动,本文采用恒比定时法测量。恒比定时的原理是以某固定的脉冲高度比进行计时,该方法简单、精度高,只要波形变化不大,即使幅度变化很大,定时精度也是极高的。

2.2 激光脉冲触发延迟时间的抖动分析

激光脉冲触发延迟时间的抖动主要来源于系统的时间统一基准与激光器工作的时延,且延迟时间并不稳定,即延迟时间的抖动^[3]。

3 脉冲激光应答机设计方案及试验

3.1 系统设计方案

3.1.1 激光器的选择 在脉冲激光发射中,体现时延的指标主要是延迟时间的稳定性。影响激光器触发延迟抖动的因素主要有激光器的工作形式、环境稳定性和功率稳定性等因素。由于不同的激光器工作过程存在差异,激光触发到输出的延迟与抖动原因也有所区别。因此笔者对其他项目所用不同激光器的时延抖动进行了测量,结果表明,大功率的 DPL 激光器触发延迟时间长且抖动大,而 LD 延迟时间较短且抖动小,LD 激光器的时延抖动 < 1 ns。在应答式激光测距中,即使较小的激光功率也可实现较

远距离的测量,因此在脉冲激光应答机系统设计中,可首先考虑使用 LD 激光器。

3.1.2 稳定激光器延时抖动的应对方法 1) 保持温度稳定性。LD 激光器属于功率器件,在不同的工作温度条件下,工作性能有所改变。一般来讲,激光器在低温条件下的输出功率较高,为此,可以考虑使用制冷技术对激光器进行恒温制冷,最大限度地改善激光器的工作状态。2) 保持功率稳定性。输出功率的改变会造成输入电流功率和其他工作参数的改变,从而影响激光传输延迟时间的稳定。为了使激光器的输出功率稳定,可以采用自动功率控制技术,保持功率的稳定性,改善激光传输延迟时间的精度。

3.1.3 激光应答机方案设计 根据对关键技术的分析和试验,设计了极小时延抖动脉冲激光应答机,主要进行应答延迟抖动时间的测量,其原理如图2所示。

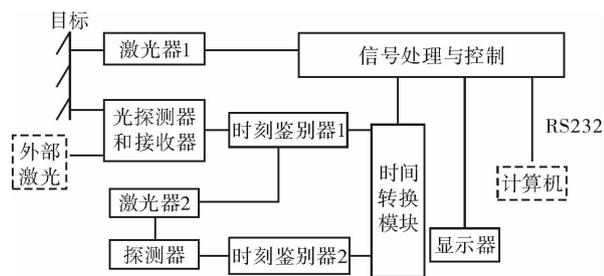


图2 极小时延抖动脉冲激光应答机原理框图

脉冲激光应答样机系统工作时,首先由本地信息处理与控制系统控制激光器1发射激光,经外部目标反射后的信号进入接收光学及传感器系统转换成电信号,经时刻鉴别器1检测出信号到达时刻后,分成2路,一路送TDC转换系统启动时间转换,另一路驱动激光器2发射激光,经激光探测和时刻鉴别2检测出激光出光时间后,送TDC转换系统停止时间转换,此时TDC转换系统送出的数据即为应答延迟时间数据^[4-7]。

3.2 试验结果与分析

3.2.1 内部光源试验 使用内部光源试验时,放置一合作目标,自身光源发射,通过目标反射光信号进行系统测试。试验采用不同重频的激光发射,数据处理结果见图3。从试验数据可以看出,排除由于系统噪声干扰出现的异常大数据,时延抖动 < 1 ns。

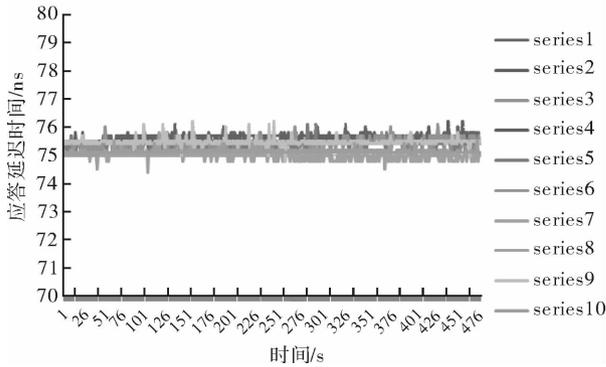


图3 内光源试验数据处理图

3.2.2 外部光源试验 将脉冲激光应答样机和外部激光光源的放置距离间隔 10 m 以上,外部光源试验框图如图 4 所示.试验结果表明,同一光源在 10 ~ 30 m 距离变化时,测量精度 < 1 ns.

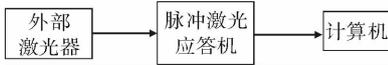


图4 外部光源试验连接框图

4 结论

本文选用 LD 激光器,采取自动温度控制、自动功率控制和高精度的脉冲时刻检测等技术,有效地

控制并减小了脉冲激光应答机的传输延迟时间抖动,其数值 < 1 ns,从而保证了激光测距精度.但在本设计方案中,由于恒比定时电路的保精度动态范围比较小,一般在 20 ~ 30 dB 量级,而在联试过程中信号的变化比较大,使得恒比输出精度变差,因此下一步工作将重点针对恒比电路进行优化设计,以实现更高精度的脉冲激光应答机距离测量.

参考文献:

- [1] 唐嘉,高昕,邢强林,等.异步应答激光测距技术测量精度实验[J].红外与激光工程,2011,40(5):939.
- [2] 彭孝祥,张兴敢.一种改进的脉冲式激光测距仪的设计[J].电子测量技术,2008,31(6):133.
- [3] 陈霞.数字脉冲应答机的时延补偿方法[J].电讯技术,2010,50(4):65.
- [4] 王勇新,章恩耀,方仲彦,等.时幅转换技术及其在激光测距系统中的应用[J].光学技术,2001,27(2):132.
- [5] 霍玉晶,陈千颂,潘志文.脉冲激光雷达的时间间隔测量综述[J].激光与红外,2001,31(3):136.
- [6] 韦卫东,孙晓泉,孙晓军.一种激光脉冲相关检测的改进方法[J].电光技术应用,2011,26(3):4.
- [7] 王洪喆,辛德胜,张剑家,等.脉冲激光测距时间间隔测量技术[J].强激光与离子束,2010,22(8):1751.