

文章编号: 1001-3806(2011)06-0792-03

一种新型激光测距机性能检测设备的设计

孙振伟, 刘云洁

(河南质量工程职业学院 机电工程系, 平顶山 467000)

摘要: 为了确保激光测距机的测距性能, 基于光电耦合法对激光测距机的测距性能进行了检测, 设计出了一种新型的激光测距机性能检测设备。该设备具有发射和接收装置位置可以任意调节和互换、调整瞄准方便、检测结果数字化显示等优点。结果表明, 该设备可以对不同型号激光测距机的性能进行快速检测, 提高了激光测距机的检测效率和测试精度。

关键词: 激光技术; 检测设备; 光电耦合法; 激光测距机; 测距能力

中图分类号: TN247; TM932 **文献标识码:** A **doi:** 10.3969/j.issn.1001-3806.2011.06.019

Design of a new performance testing instrument of laser rangefinders

SUN Zhen-wei, LIU Yun-jie

(Department of Mechanical and Electrical Engineering, Henan Quality Polytechnic, Pingdingshan 467000, China)

Abstract: In order to ensure the performance of a laser rangefinder, a new testing instrument was designed to detect its performance based on photoelectric coupling method. The position of emitting and receiving units can be adjusted and exchanged arbitrarily in the instrument. It has other advantages of convenience of aiming adjustment, digital display of test results. Test results show that this device can quickly test the performance of different laser rangefinders, improve the detection efficiency and testing precision.

Key words: laser technique; testing instrument; photoelectric coupling method; laser rangefinder; ranging capability

引言

脉冲激光测距是激光技术重要的应用领域之一, 是远距离测距的重要手段。激光测距机用光速进行测距, 测量速度快、精度高, 不受地形的限制。在大地测量、矿山、建筑、城市建设等领域具有广泛的应用。

传统的激光测距机性能检测设备由于受到场地和天气等条件的限制, 其使用和维护受到很大的限制。为了克服以上不足, 笔者设计了一种新型的激光测距机性能检测设备, 该设备可以对不同型号的激光测距机进行性能检测。

1 设计方案

设计的激光测距机性能检测设备采用光电耦合法对激光测距机的测距性能进行检测。以被测激光测距机发出的光信号作为检测仪的计时开门信号, 通过精确延时电路延时后, 检测仪的内置标准光源发射一束

波长与激光测距机一致的且功率与相应距离对应的脉冲激光, 使激光测距机接收, 从而检查测距能力、精度、距离分辨率等指标。

根据脉冲激光能量测量原理, 采用专用的脉冲接收探头, 对采样信号利用高精度定时电路对脉冲频率精度进行测量。而测距能力的测试是根据通用的消光法^[1]进行, 对于所要求的测量距离, 在规定的条件下, 将激光能量衰减一定值后, 送至测距仪接收通道, 模拟目标回波, 对测量结果进行处理^[2]。该性能检测装置由激光发射接收装置、主控装置、3维调节装置组成^[3], 见图1。

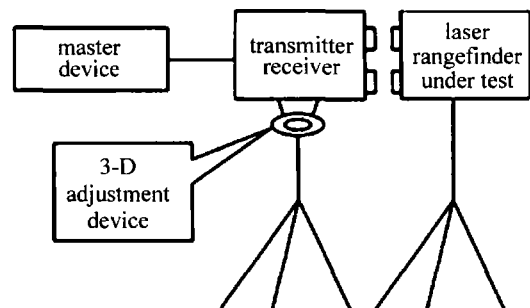


Fig. 1 Block diagram of testing equipment

2 发射和接收装置设计

该性能检测设备发射和接收装置提供性能检测设

作者简介: 孙振伟(1973-), 男, 讲师, 主要从事电子测量方面的研究。

E-mail: pdssunzw@126.com

收稿日期: 2011-02-14; 收到修改稿日期: 2011-04-19

备发射、接收模拟重频激光脉冲光学通道:提供测量激光脉冲能量及频率精度时所需的接收通道;提供同步信号取样的通道;提供检查测距功能时所需的发射通道及衰减片。

该装置主要由接收光学系统和发射光学系统两部分组成,其内部光路图见图2。

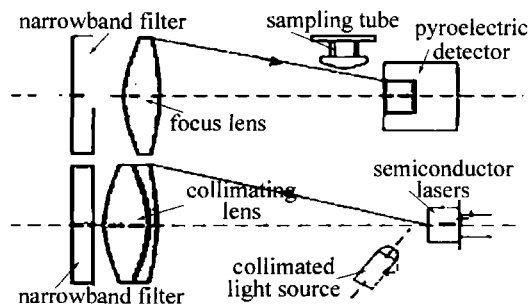


Fig. 2 Internal light-path diagram of sending and receiving device

接收光学系统由滤光片、接收物镜、取样管、能量计组成。接收被测仪器发出的激光脉冲,取样管为一对激光脉冲感光的二极管,当激光脉冲到来时,给精确计时电路提供开门信号。

发射系统^[4]由发射物镜和 $1.06\mu\text{m}$ 的半导体发光管组成。发射镜为三片型,一个双胶合物镜,一个正透镜,主要是为了校正像差,以便发射准平行光束。发射物镜前面有一个平面保护玻璃和一个衰减片,衰减片将检测仪发出的 $1.06\mu\text{m}$ 的光进行衰减,用来模拟最大测^[5]反射回来的激光能量,以检查测距能力。

发射通道模拟真实的激光回波信号,半导体激光器^[6]是用半导体材料作为工作物质的一类激光器,其发光面位于透镜的后焦点,可在透镜前形成椭圆光斑,该装置中的半导体激光器应满足以下要求:光谱一致,发光峰值波长 $\lambda_m = 1.06\mu\text{m}$;脉宽一致,半峰值宽度 $\Delta\lambda_m \leq 20\text{nm}$;功率一致,发光功率 $P_f \geq P_{\max} \approx 180\text{mW}$;频率一致,重复工作频率 $\lambda_m \approx 1.06\mu\text{m}$;光轴一致,发散角 $\phi = 38^\circ \sim 80^\circ$ 。

激光接收发射装置由激光模拟发射、激光同步探测两个轴向间距、相对高低、左右位置可通过调整装置调节的独立通道组成。在装配时,调整会聚透镜和能量探测器使接收光轴和平行光管光轴平行,调整准直透镜和半导体激光器,使发射光轴与平行光管光轴平行,从而保证接收通道和发射通道的光轴平行。使用时,照明光源把半导体激光器照亮,从被测激光测距机的瞄准目镜中观察,调整调节装置,使半导体激光器发光面中心位于激光测距机分划刻线中心,既保证了瞄准和发射、接收等三光轴的平行性^[7-8],又保证了测试的可靠性。

3 主控装置与调节装置设计

该设备的主控装置主要包括微处理器系统、面板显示及按键控制电路、精密延时信号发生器、窄脉冲功率驱动及发光强度控制电路、精密测时器、激光脉冲同步器、激光脉冲能量探测器及前置放大器、高速数据采集转换器及打印机控制电路等。

该设备调节装置采用“双向调节”式调整平台分别固定激光发射和接收通道,发射通道和接收通道在高低、水平方向上可调节,使设备的激光发射通道对准被测激光测距机的激光接收通道,激光同步探测通道对准被测激光测距机的激光发射通道,保证检测设备与被测激光测距机对准。还可根据激光测距机发射与接收通道的相对位置调整检测装置的发射与接收通道相对位置,对不同的激光测距机都可以进行性能检测。

4 检测设备测距能力检测

测距能力是指激光测距机在确定条件下的最大能测距离^[9]。测距方程为:

$$P_{\min} = \frac{P_t K_t K_r A_r \rho \epsilon r}{\pi L_{\max}^2} e^{-2\alpha L_{\max}} \quad (1)$$

式中, P_{\min} 为最小可探测功率; P_t 为激光测距机发射的激光功率; K_t 为发射系统透过率; K_r 为接收系统透过率; ρ 为目标漫反射率; A_r 为接收口径面积; α 为大气衰减系数; L_{\max} 为最大能测距离。

$$\epsilon = \frac{\text{目标面积}}{\text{光束面积}} = \begin{cases} \frac{4\sigma}{\pi\theta^2 L_{\max}^2}, & (\sigma < \frac{\pi}{4}\theta^2 L_{\max}^2) \\ 1, & (\sigma \geq \frac{\pi}{4}\theta^2 L_{\max}^2) \end{cases} \quad (2)$$

$$r = \left(\frac{\text{接收视场角}}{\text{激光束散角}} \right)^2 = \begin{cases} \beta^2/\theta^2, & (\beta < \theta) \\ 1, & (\beta \geq \theta) \end{cases} \quad (3)$$

$$\frac{P_t K_t}{P_{\min}/(K_r A_r r)} = \frac{\pi L_{\max}^2}{\rho \epsilon} e^{5.4L_{\max}/V} \quad (4)$$

式中, V 是与大气衰减系数 α 相关的一个物理量, σ 为目标面积; β 为接收视场角; θ 为激光束散角。(4)式左边分子是被测激光测距机输出的激光峰值功率,分母是到达接收光学系统单位面积上的最小可探测功率。为简化计算,定义(5)式比值的常用对数为激光测距机的灵敏度 S ,即:

$$S = 10\lg \frac{P_t K_t}{P_{\min}/(K_r A_r r)} \quad (5)$$

$$S' = 10\lg \frac{\pi L_{\max}^2}{\rho \epsilon} e^{5.4L_{\max}/V} \quad (6)$$

(6)式与被测激光测距机的外部参量有关,这些参量在测距机的制造与验收技术条件中都有明确规定,所

以这是一个常数。(5)式都为激光测距机的内部参量,也是本检测设备需要测量的参量。因为各个被测激光测距机之间的光学系统透过率,接收口径与视场差异很小,所以(5)式中,只要知道激光功率量 P_i 与最小可探测功率 P_{\min} ,就可求出 S ,再将 S 与 S' 进行比较,只要 $S \geq S'$,就可认为产品的测距能力合格。

检测设备测距能力检测过程如下:(1)设置激光脉冲运行时间。可以通过单片机把精密延时器延时时间设置为被测激光测距机测距对应的激光脉冲运行时间;(2)测距过程。当检测设备接收到“取样”脉冲信号后,单片机控制精密延时器^[10]开始进行计时,计时结束后,单片机控制精密延时器发出一个模拟回波脉冲信号,同时,单片机发光强度控制电路控制半导体激光器发出激光脉冲的能量,使该能量相当于对应距离目标回波的能量,在激光测距机的接收通道上就可以对应测距上目标回波脉冲;(3)测距能力判断。根据激光测距机所显示结果可判断在光轴正常情况下激光测距机可否满足测距指标要求。

5 试验结果

经过多次试验,该设备的实际测量结果如下:激光接收通道口径为 $\varnothing 40\text{mm}$;发射通道口径为 $\varnothing 40\text{mm}$;模拟距离调节范围为 $1500\text{m} \sim 20000\text{m}$;测距精度为 $\pm 5\text{m}$ 。发射与接收通道调节参量:方向调节范围为 $50\text{mm} \sim 150\text{mm}$;高低调节范围为 $0\text{mm} \sim 60\text{mm}$;发射与接收通道互换性:左右通道可互换;环境试验($-5^\circ\text{C} \sim 45^\circ\text{C}$)工作正常。

6 结论

设计的新型激光测距机性能检测设备具有发射和

接收装置位置可以任意调节和互换、调整瞄准方便、检测效率和测试精度高,检测结果数字化显示等优点,可以对不同型号的激光测距机进行性能检测。该设备各项指标在国内同类仪器中达到领先水平,经试用,反映效果良好。

参考文献

- [1] YIN Z T, DUAN Zh J, LIANG J. Testing of extinction-ratio of pulse laser range finder by fiber extinction[J]. Optics & Optoelectronic Technology, 2009, 7(2): 58-61 (in Chinese).
- [2] CHEN A J, LU X D. Design and reserch of a new type military laser range syetem[J]. Laser & Infrared, 2001, 31(2): 90-92 (in Chinese).
- [3] SUN Zh W, WANG Ch Y. Design of comprehensive performance testing equipment of laser rangefinder machine based on AVR[J]. Modemelectronics Electronics Technique, 2010, 33(15): 139-140 (in Chinese).
- [4] SHEN X J, ZHOU Sh G, ZHANG Y F. Transmission characteristics of optical transmitting system in laser range finder[J]. Journal of Applied Optics, 2009, 30(1): 143-147 (in Chinese).
- [5] ZENG Ch E, WANG Q Q, CHANG G, et al. Novel method for maximum range measure of pulse laser range finder[J]. Infrared and Laser Engineering, 2005, 34(6): 664-668 (in Chinese).
- [6] WANG D, LI X Q. New progress in semiconductor lasers and their applications[J]. Optics and Precision Engineering, 2001, 9(3): 280-284 (in Chinese).
- [7] ZHANG Y, FENG G B, CHEN Zh B. The study of automatic testing on alignment of optical axes for impluse laser range finder[J]. Laser & Infrared, 2005, 35(4): 228-230 (in Chinese).
- [8] CHEN Zh B, LI Y Zh, WANG Ch Y, et al. Laser spot and it's opti-caxis collimation detection method for laser range rinder[J]. Infrared and Laser Engineering, 2007, 36(s1): 261-264 (in Chinese).
- [9] SUN B, WANG X B, LIN Y, et al. Range-finding capability of laser range finder by extinction-ratio measurement without target[J]. Laser Technology, 2004, 28(1): 82-84 (in Chinese).
- [10] CHEN X W, LIU Y. The design of programmable large frequency band-width precise delay apparatus [J]. Control & Automation, 2004, 20(9): 79-80 (in Chinese).

(上接第 772 页)

- [2] LAWRENCE J D, DAVID J P. Combat simulation in USA army training and testing[C]//Proceedings of the 1996 Winter Simulation Conference. Washington DC, USA: IEEE Computer Society, 1996: 896-902.
- [3] FU Z X. The design of 57mm anti-craft gun type 59 laser signal shooting training system [D]. Dalian: Dalian University of Technology, 2007: 4-17 (in Chinese).
- [4] ZHAO J J, HOU Y D. Design of computer simulation system for Archibald firing training[J]. Laser Technology, 2003, 27(6): 567-568 (in Chinese).
- [5] ZHU J, ZHAO Y S, ZHANG W J, et al. Design of laser simulation training system[J]. Mechanical Engineering & Automation, 2006, 4(2): 61-63 (in Chinese).
- [6] WEI Z C, XIONG Y W, MO W, et al. Analysis for refractive property of rotary dual-wedge prism system and 2-D scanning trace[J]. Journal of Applied Optics, 2009, 30(6): 939-943 (in Chinese).
- [7] DING X C, KUANG D B. Theoretic analysis of 2-D beam steering with dual-wedge[J]. Journal of Infrared and Millimeter Waves, 1992, 11(1): 53-58 (in Chinese).
- [8] HE L, YUAN J H, LI Z, et al. Design of high-precision angle generator with double optical wedges[J]. Opto-electronic Engineering, 2002, 29(2): 46-49 (in Chinese).
- [9] GAO F W, LI J X. Applied optics[M]. Beijing: People's Liberation Army Press, 1986: 5 (in Chinese).