

免调试固体激光器在军用激光测距系统中的应用

程 勇 王晓兵 孙 斌

(武汉军械士官学校光学教研室,武汉 430064)

毛少卿

(华中理工大学激光技术国家重点实验室,武汉 430074)

摘要:将 IJL88-200 型激光测距机中的激光器改装成“免调试激光器”,并对改装前后的激光器及测距机的性能进行对比试验,取得了理想的结果。

关键词:定向棱镜谐振腔 免调试固体激光器 激光测距机

Adjustfree solid-state laser used in military laser rangefinder

Cheng Yong ,Wang Xiaobing ,Sun Bin

(Wuhan Ordnance Noncommissioned Officers School , Wuhan 430064)

Mao Shaoqing

(National Laboratory of Laser Technology ,HUST ,Wuhan 430074)

Abstract : Laser device in IJL88-200 laser rangefinder is refitted by adjustfree one. Comparative tests are made between them ,the results are ideal.

Key words : directional prism cavity adjustfree solid-state laser laser rangefinder

引 言

随着激光测距系统在军事领域的广泛应用,激光器作为系统的核心,其自身的脆弱性逐渐显露出来,表现在抗机械稳定性、热稳定性差,难以适应恶劣环境下使用,装调困难、易失调,不便维护,部队条件下无法开展激光器的维修,光场模式不均匀、发散角大,易出现测距盲区。改善光束质量,提高军用激光器的机械稳定性、热稳定性是激光测距系统中亟待解决的技术难题之一。针对这一课题,国内外进行了大量的研究。美军曾设计并采用了波罗谐振腔来解决激光器因振动、温度变化等引起的失调问题^[1~3],并已用在 AN-AVQ-25 型机载激光测距机装备中,在军事应用上受到重视。但波罗腔仍存在着装调困难、结构复杂、维修不便的弊端。目前,国内外解决激光器抗失调问题普遍采用的方法是通过粘接、固化、封装构成固体组件^[1],但这种固体组件需预先校准、固定,工艺复杂,且为一次性使用,可维修性差。我们采用的免调试固体激光器不但从根本上解决了激光器腔镜失调造成的不稳定性,而且使光束质量得到改善,在技术上取得了突破性进展^[4],应用在军用激光测距机上,取得了显著效果。

1 免调试固体激光器的功能和特性

免调试固体激光器^[5]由激光棒、泵灯、聚光腔、光学谐振腔、Q 开关、电源等构成,其特征是激光棒一端放置定向棱镜(M_1)作为全反镜,另一端直接镀透反膜作为输出镜(M_2)构成免调试谐振腔。其装置结构如图 1 所示。

免调试功能 定向棱镜谐振腔可实现激光器安装后不经调试即可正常运转的独特功能,便于部队条件下换件修理。

高稳定性 定向棱镜具有非常强的抗失调能力,允许失调角高达 $\pm 20^\circ$,棱镜中心轴可偏离腔轴 $D/4$ (D 为棒轴直径)。这种结果是现有其它结构的激光腔从未达到的,它完全克服了激光腔容易失调而导致激光器失效的缺陷,可实现激光测距系统在强烈振动、温度突变等恶劣环境下稳定、可靠的工作。

高光束质量 定向棱镜具有全内平行反射和准相位共轭镜特性,对激光棒内增益的不均匀性起到了均匀化或补偿的作用,提高了激光模式质量;定向棱镜具有角向选模作用^[1,6]压缩了发散角,增大了低阶模输出。从而使激光输出的方向性更好,光场更均匀,增大了激光传输距离和分辨率。

高峰值功率 普通腔光场分布不匀、局部功率密度过高易造成激光损伤。而定向棱镜配备 $\text{Cr}^{4+}:\text{YAG}$ 调 Q 元件在高重复频率(100Hz)条件下有独特的优越性,激光输出稳定,单脉冲能量高,光束质量好,激光晶体及调 Q 元件激光损伤阈值提高,在重频激光测距系统中有重要的应用价值。

便于推广 该激光器结构简单、安装方便、性能可靠、便于维修保养、成本低,可制成标准化、组件化产品。

2 IJL88-200 型激光测距机改装试验及应用

改装的原则 为了使该项新技术及时推广应用于我军现装备的各种固体激光测距系统中,我们选用了装备量较大的 IJL88-200 型激光测距机进行改装试验,改装时,遵循了如下原则(1)不改变或降低原装备的性能指标和电路结构(2)尽量采用现装备中原有激光器的结构和主要元器件(3)降低改装成本,使改装成本尽可能控制在装备维修费中(4)将备件制成标准件,便于备件筹措和换件修理。

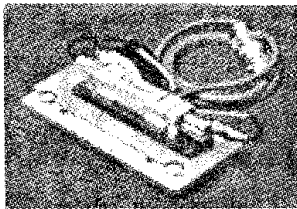


Fig. 2 IJL88-200 type solid state laser

改装试验 将原激光测距机中的平-平腔激光器的全反镜及球形调节机构卸掉,将定向棱镜标准件旋接在本体上,并将 $T_0 = 33\% \sim 35\%$ BDN1.06 染料片插入镜套狭缝中,取样孔正好对准硅光电二极管光敏面,其结构如图 2 所示。

在不做任何光路调试的情况下,检查改装后激光器的各项参数并与原激光器(装全反镜,需做光路严格调试)的性能作比较(见表 1),然后将免调试固体激光器装在激光测距机内,进行测距能力和角分辨率对比试验,试验数据见表 2。

由于免调试固体激光器的允许失调角达 $\pm 20^\circ$,而振动及温度应力造成的激光器光路失调角远远小于 $\pm 20^\circ$ 的界限,故未做环境应力试验。

试验结果 改装后的激光测距机经工厂和部队试用表明(1)该激光器结构简单(与国外的玻罗棱镜谐振腔相比)(2)装配方便(不取下测距机上的激光器即可将原来的全反镜换成定向棱镜)(3)抗失调能力强(棱镜转动允许的失调量为 $\pm 20^\circ$,棱镜平移允许失调量为 $D/4$);

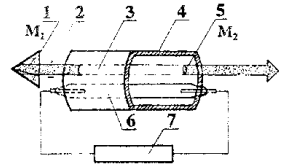


Fig. 1 Innovate directional solid state laser

- 1— M_1 directional prism reflector
2—Q-switch 3—laser rod 4—convergent light cavity 5— M_2 output mirror 6—pump lamp 7—power supply

(4)单脉冲坪区电压增宽 15V 左右 (5)远场光束质量有改善,束散角减小,对测程、角分辨率和准测率均有改善 (6)近场光斑有贯通的现象(由定向棱镜的 3 条棱边形成),但由于远场光束质量的改善^[5]对目标测距无影响 (7)动态出光阈值升高 5~10V,但由于单脉冲坪区加宽,因此,阈值电压的少量升高不影响正常出光。

Table 1 Performance comparison of laser device

test items	military specification requirement	plano-plano cavity laser device	adjustfree laser device
allowable maladjustment angle(mrad)		3.33	349
energy output(mJ)	16 ~ 21	20.8	20.1
beam divergenc(mrad)	< 5	3.4	2.2
single pulse operating voltage rang(V)	≥ 90	90	103
threshold voltage(V)	< 750	625	630

Table 2 Comparison of main performance for laser device

contents	original laser rangefinder	novel laser rangefinder
angular resolution	1015/1065	1015/1065
multi-target gated ranging	1065/1455/1540	1065/1455/1540
maximum ranging distance (3m × 4m target plate)	5685m(visibility 2km ,measuring 10 times missing the target 3 times) 7850m(visibility 4km ,measuring 10 times missing the target 2 times)	5680m(visibility 2km ,measuring 10 times missing the target 0 times) 7850m(visibility 4km ,measuring 10 times missing the target 2 times)
small target ranging distance(ø20mm)	930m (measuring 20 times missing the target 2 times)	925m (measuring 20 times missing the target 0 times)
blind range	150m	150m

3 结 论

鉴于改装试验和试用结果,我们认为该项新技术有重大推广应用的价值,适用于改造我军现装备的各种固体激光测距机并推广到待生产的激光测距机中,尤其适用于舰载、机载重频激光测距系统和对人眼安全的新一代激光测距机,提高测距机的测距性能,减少今后的激光器维修工作量,并可实现部队野战条件下对激光装备的换件修理,产生重大的军事效益。

参 考 文 献

- 1 张承铨. 国外军用激光仪器手册. 北京:兵器工业出版社,1989:9~48
- 2 Woodbury E J. USP 3464026,1969
- 3 George. USP 337376,1968
- 4 本刊通信员. 激光技术,1998,22(6):11
- 5 程 勇,毛少卿. 激光技术,1999,23(2):68~70
- 6 Giordmaine J A, Kaiser W. J A P,1964,35(12)

作者简介 程 勇,男,1961 年出生。高级讲师。主要从事军用激光技术的研究工作。
毛少卿,男,1936 年出生。教授。主要从事激光物理与器件的研究。

4 Natoli J Y ,Pommies P ,Albrand G *et al* .SPIE ,1997 ;3244 :76 ~ 85

5 Hariharan P. Journal of Modern Optics ,1994 ;41(11) :2197 ~ 2201

6 De Groot P ,Deck L. Journal of Modern Optics ,1995 ;42(2) :389 ~ 401

*

*

*

作者简介 :高志山 ,男 ,1966 年 10 月出生。讲师 ,在读博士。主要从事光电智能测试新原理、仪器研制工作 ,尤其侧重于光干涉计量测试的研究工作。

陈进榜 ,男 ,1936 年 11 月出生。教授 ,博士生导师。现从事光学计量测试的研究工作。

收稿日期 :1999-06-01

收到修改稿日期 :1999-07-06

万方数据