

# 激光跟踪测距中的测量检测技术

汤正兴

( 电子工业部第 27 所, 郑州, 450052)

摘要: 介绍了利用半导体光源可达秒级的激光跟踪误差斜率曲线测量系统。阵列式激光光束光强分布测试仪和与激光跟踪测距接收机数据采集与处理的接口和打印、I/O 接口等。成为激光跟踪测量设备装配检验和测量的依托手段, 给出误差斜率曲线的测试结果。

关键词: 半导体光源 误差斜率曲线测量 激光跟踪

## Measurement and test technology of laser tracking and ranging

Tang Zhengxing

( The 27th Research Institute, Ministry of Electronics Industry, Zhengzhou, 450052)

**Abstract:** This paper describes a error slope curve measurement system for laser tracking. The system is composed of a semiconductor laser source, an array laser beam intensity distribution measurement instrument and a interface for data collecting and processing of laser tracking and ranging etc. The measurement accuracy of the system is high up to second grade. So, it becomes a main support method for measurement and test of laser tracking and ranging equipment assembly, and give out the results of error slope curve.

**Key words:** semiconductor light source error slope curve measurement laser tracking

### 引 言

激光跟踪中的测量与检验, 是激光跟踪应用的一个难新课题, 完成这个新课题要解决的问题很多。当然, 核心是跟踪误差斜率曲线的测量, 还有跟踪精度的光斑模式、光斑均匀性、激光的发散角等测量问题。要搞清这方面的内涵, 必须要有一整套这方面的测量设备。这种高精度设备多数靠研制解决, 任务新, 难度大, 时间紧, 经费紧, 还涉及到光、机、电等方面的专业知识, 经过查阅国内外的有关资料, 广泛地征求有关专家意见, 相继研制成功, 该系统在激光跟踪测距设备研制中, 发挥了重要作用。

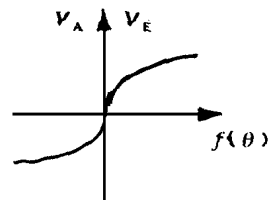
### 二、测量的目的及原理

激光跟踪测距中的测量, 最重要的一个环节, 就是跟踪误差斜率测量, 这关系到设备能否跟踪目标, 实现对目标精度跟踪的关键。

根据 
$$V_A = f_A(\theta) \tag{1}$$

$$V_E = f_E(\theta) \tag{2}$$

得出右图:



围绕着误差斜率这一环节的测量, 就是要得出如上所示的在设备系统视场范围内的跟踪误差斜率。要得出合乎指标要求的跟踪误差斜率, 涉及到四象限探测器四路隔离度, 串扰, 四路不一致性的测量, 激光器发射的光斑

跟踪误差斜率, 涉及到四象限探测器四路隔离度, 串扰, 四路不一致性的测量, 激光器发射的光斑

(D) 大小, 激光器的发散角的大小, 光斑均匀度的测量, 设备灵敏度的测量, 还涉及到  $1.064\mu\text{m}$  波长半导体光源的测量等等, 不再赘述。

### 三、测量设备构成及其工作原理

构成非标测量系统主要由四部分组成: (1)  $1.064\mu\text{m}$  半导体光源, (2) 可达秒级的误差斜率曲线测量设备, (3) 阵列式激光光束光强分布测试仪, (4) 数据采集、处理、打印、I/O 接口等。下面对前三项分别给予介绍。

#### 1. $1.064\mu\text{m}$ 半导体点光源系统

(1) 原理及组成框图 被测试激光跟踪测距系统中, 采用的是  $1.064\mu\text{m}$  波长的 YAG 激光器, 为测量四象限雪崩光电探测器 ( $D = 1.5\text{mm}$ ,  $r = 0.75\text{mm}$ ,

$s = 1.766\text{mm}^2$ ) 四个象限的一致性和相互之间的串扰, 有必要模拟一个小于一个象限 (约  $0.44\text{mm}^2$ ) 的光斑, 即要求一个准直性良好的光源, 此光源也可做平行光源, 在光学三轴调整时使用。本光源采用石家庄 13 所生产的发光二极管, 脉冲激励方式。用阵列式激光光束光强分布测试仪, 可测量出此光源光斑的尺寸, 场强分布, 高斯曲线拟合等 (而我们做的指标:  $S = 0.0314\text{mm}^2$ ,  $D = 0.2\text{mm}$ ,  $r = 0.1$ ), 经过应用, 完全能够满足测量要求。

(2) 功能  $1.064\mu\text{m}$  波长的光源; 可作为点光源, 也可作为平行光源。

(3) 应用 测量四象限四路的不一致性; 测量四象限四路之间的串扰; 可做为光学三轴调整光源。这里的关键技术有三点: A.  $1.064\mu\text{m}$  波长的发光器件; B. 尽可能的均匀光; C. 要产生面积  $S \leq 0.44\text{mm}^2$  点光源。

#### 2. 可达秒级的误差斜率曲线测量设备

被测试激光跟踪测距设备, 要求视场  $2\text{mrad}$ , 测偏精度  $10''$ , 这里的关键是做一个精度可达秒级的方位, 俯仰旋转盘, 经过查阅资料, 利用西德进口的分度头, 经过改造、架装可以胜任此项工作。

此套设备, 精度在  $2\pi$  弧度内可达  $6''$ , 分度值  $3''$ , 范围  $0 \sim 360^\circ$ 。

功能: 可旋转、俯仰。方位定位精度可达秒级; 发射和接收, 光轴可调整; 测量误差斜率曲线; 四象限四路隔离度、串扰测量; 四路不一致测量。

#### 3. 阵列式激光光束光强分布测试仪

我们知道, 激光跟踪测距设备, 激光器是一个重要的部分。尤其在激光跟踪设备中, 激光器的各项技术指标直接关系到测距和跟踪的性能问题, 尤其是跟踪问题, 过去测量激光器光斑大都用照相相纸, 然后用卡尺量, 而在此, 对激光器是什么模式的光, 光斑的均匀度, 场强的分布, 发散角的大小等, 就要提出更高的要求。

原理及组成框图如图 2。

设备参数: (1) 探测器, CCD 面阵摄像机, 象素  $604 \times 588$ ; 灵敏度:  $0.05\text{Lux}$ ; 靶面尺寸:  $1/$

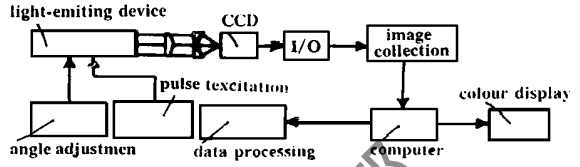


Fig. 1 Block diagram of light source spot

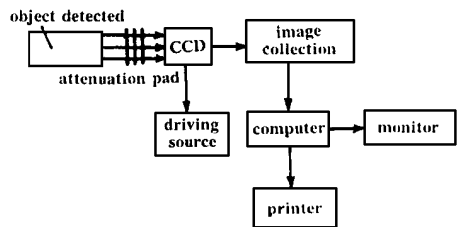


Fig. 2 Block diagram of laser beam light intensity distribution tester

2in; (2) 图象采集和贮存器: 采集速率: 10M 8bit A/D; 贮存容量:  $512 \times 512 \times 8$  bit; (3) 图象监视器:  $9in$  B/W; (4) 微机:  $600 \times 800$  彩显, VGA 卡, 24 针打印机; (5) 软件功能: A. 图象功能: 空间噪音消除, 背景消除, 图象增强, 光斑密度分布(直方图)。B. 图形功能: 3-D 光强分布图, 光强分布假彩色编码, 剖面光强分布, 打印图形。C. 微机功能: 光斑直径( $1/e, 1/e^2$ ), 光斑强度积分, 剖面光强曲线拟合。

测量的主要功能: (1) 光斑  $D$  (利用象元), (2) 发散角的测量, (3) 光斑模式, 均匀度测量, (4) 光斑强度拟合参数, (5) 高斯曲线拟合, (6) 打印(把光斑图形打印出来)。

这一套设备使用起来就比较直观, 方便, 用伪彩色显示光斑大小, 发散角, 场强分布等, 一目了然。

### 四、构成各项测量的方框图

主要是应用以上三个系统, 进行了以下各项技术指标的测量。

1. 激光器指标测量(如图 3 所示), 2. 接收光斑调整(如图 4 所示), 3. 串扰隔离度测量(如图 5 所示), 4. 误差斜率曲线测量: (1) 测量误差斜率曲线(如图 6 所示), (2) 目标实测(如图 7 所示), 5. 灵敏度的测量(如图 8 所示)。

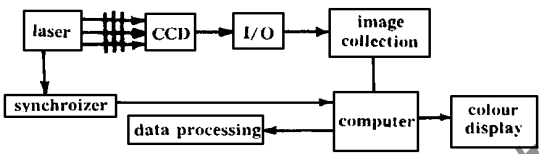


Fig. 3 Block diagram of laser quota

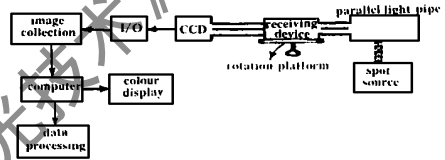


Fig. 4 Block diagram of receiving spot adjustment

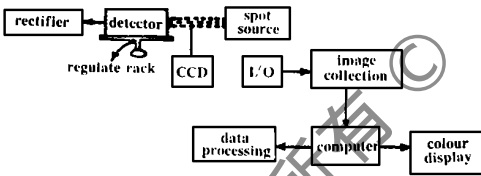


Fig. 5 Block diagram of measuring quota

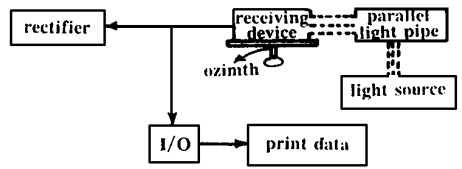


Fig. 6 Block diagram of measuring error slop curve

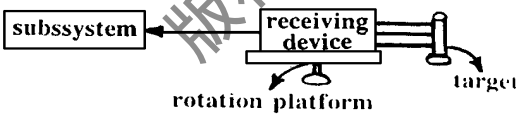


Fig. 7 Block diagram of real measurement

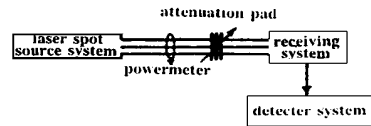


Fig. 8 Block diagram of measurement sensibility

### 五、测量的数据及结果

1. 点光源光斑(如图 9 所示), 2. 某设备误差斜率曲线(如图 10 所示)。

从上面的(某项激光跟踪测距工程)测量结果可以看出, 该测量检测技术, 在激光跟踪、测距设备系统应用中是可行的, 并在以后的工程中还将发挥重要作用。比如: 在激光雷达、通讯、测量等方面都可得到广泛的应用。

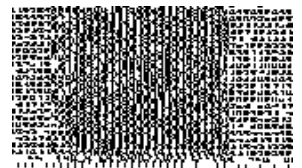


Fig. 9 Spot of spotlight

# 调 Q Nd YAG 脉冲激光在 LiIO<sub>3</sub> 中 倍频的应力波

曾传相 周业为 刘训章

(四川联合大学光电科学技术系,成都, 610064)

摘要: 当调 Q Nd YAG 脉冲激光通过 LiIO<sub>3</sub> 晶体时, 由于晶体弱吸收激光而在其内激起应力波。在激光倍频时这种波得到增强, 并随倍频的位相失配角变化。研究表明, 这是因为激光倍频时部分 1.064 $\mu$ m 的基频激光转换成 0.532 $\mu$ m 的倍频光, 并且 LiIO<sub>3</sub> 晶体吸收倍频光比吸收基频光更强。

关键词: 调 Q 脉冲激光 倍频 应力波

## Stress wave in LiIO<sub>3</sub> crystal induced by Q-switched Nd: YAG laser pulse radiation

Zeng Chuanxiang, Zhou Yewei, Liu Xunzhang

(Department of Optoelectric Science and Technology, Sichuan United University, Chengdu, 610064)

**Abstract:** When Q-switched Nd YAG laser radiation goes through a LiIO<sub>3</sub> crystal, the stress wave will be induced for the laser radiation weak absorption of the crystal. In SHG of 1064nm laser radiation, the stress wave are enhanced and vary with the variation of phase mismatching angle. In this process, there exist the 1064nm fundamental laser radiation and 532nm SHG radiation in LiIO<sub>3</sub> crystal, and the absorption to 532nm laser radiation is more serious than to 1064nm laser radiation.

**Key words:** Q-switched pulse laser radiation second-harmonic generation(SHG) stress waves

综上所述, 激光系统与设备的测量与检验工作, 是光电子专业的薄弱环节, 需要花大力气开展研究工作。经过我们的努力探索, 在某项工程中发挥了重要作用, 获得好评。在本设备系统测量中, 采用了北京光电所生产的阵列式激光光束光强分布测试仪, 在此表示感谢。

### 参 考 文 献

- 1 周晨波. 光学工程, 1988; (1): 48~ 57
- 2 张纯玉, 王廷福. 中国激光, 1992; 19(1): 43~ 45

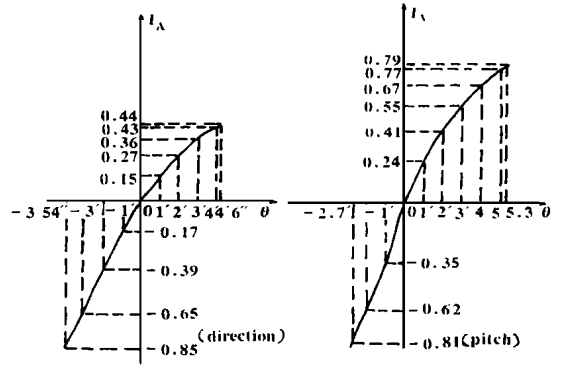


Fig. 10 Measuring error slop curve

作者简介: 汤正兴, 男, 1950 年 2 月出生。工程师。长期从事光电接收方面的工作。

收稿日期: 1996-03-18 收到修改稿日期: 1996-11-05