

一种激光雷达系统测定热表面轮廓的方法

黄作明

梁 艳

(南京理工大学, 南京, 210094) (本溪冶金高等专科学校, 本溪, 117022)

摘要: 基于 Max. E. Bair 的相位测距原理^[1], 给出一种无合作目标的激光雷达系统, 测定热表面轮廓的方法^[2,3]。详细分析了高温炉内耐火绝热层的测量条件, 论述了激光雷达相位测距仪原理, 给出了原理图和光学系统结构图。

关键词: 激光 激光测距 激光雷达

Measurement method for high temperature surface profiling using laser radar system

Huang Zhuoming

(Nanjing University of Science and Technology, Nanjing, 210094)

Liang Yan

(Benxi Metallurgy Higher Training School, Benxi, 117022)

Abstract: In general, the measurement of surface profile of a high temperature body is a difficult problem. We employed a laser radar system, including a laser phase rangefinder, to measure the surface profile of a hot body, and achieved the better measurement precision of 1 cm. In order to achieve higher SNR, we used the view field matching technology of laser emission and receiving, the technologies of laser beam intensity modulation, phase discrimination, and high sensitive APD detector.

Key words: laser laser rangefinder laser radar

引 言

本文根据 Max. E. Bair 提出的相位测距原理, 针对大型炼钢炉, 给出一种无合作目标的漫反射激光雷达系统, 实现不接触测长, 测宽, 该系统具有速度快, 测量精度高的优点。

大型炼钢炉内耐火墙的厚度为 50~100cm, 耐火墙在每次炼钢中都要损耗。为避免耐火墙烧穿, 一般定期停产修炉。利用该系统测定炉体内耐火绝热层的损耗情况, 以决策修炉时间, 可减少大修次数和停产带来的经济损失。

一、信号和噪声

测定目标为炼钢炉耐火绝热层, 只能在炼钢两炉间隙时间测量, 为不使炉内温度下降太多造成能源浪费, 必需在 10min 内完成测量工作, 每个点的测定时间为 1s。由于被测炉体内温度为 1100℃~1400℃, 测量难度很大。首先, 高温导致背景噪声, 降低了 SNR 和单点测量分辨率, 增加了测量时间。其次, 光速随空气的折射率变化而变化, 而高温炉体内空气的折射率是温度的函数, 当炉体内空气温度变化时折射率的变化可能改变激光传输时间。在激光光路上, 可能的温度梯度场也会引起折射率微小变化, 引起误差。再次, 从高温耐火绝热墙到激光器, 空气温度逐渐下降, 如果以一个角度测量耐火墙表面, 激光光束因为折射率的变化而发生

折射,以不同的角度测量,可能导致测量结果的非线性。大量雾气和尘埃也是产生误差的重要原因。所以为减少上述因素的影响,发射系统应采用幅度调制信号。接收系统采用高灵敏度的光电接收元件雪崩二极管,将接收的光信号变为电信号。在计算机结果处理时,引入系统修正常量 D_0 ,用以修正系统误差。

二、激光雷达相位测距仪原理

激光雷达可以看作一无合作目标漫反射激光相位测距仪,通过在发射端加上经纬仪,对目标各点扫描测距,经计算机图形处理系统,得到目标轮廓。激光测距仪框图如图 1 所示。

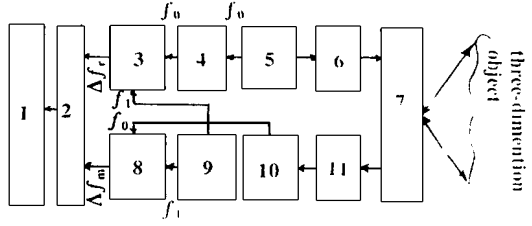


Fig. 1 The principle block diagram of experimental arrangement

图中 1 为计算机图形处理系统, 2 为鉴相器, 3 为基波混频, 4 为主振, 5 为调制激光, 6 为发射系统, 7 为被测物体, 8 为回波信号混频, 9 为本振, 10 为信号放大, 11 为接收系统。

由主振频率 f_m 的信号经半导体激光器产生振幅调制光束, 入射到高炉耐火绝热层表面, 经漫反射后, 带有目标距离等信息的漫反射调制激光经接收系统(高灵敏光电接收元件), 将接收光束变为目标信息的电信号, 经放大混频后产生带有目标信息的差频信号 Δf_m , 与直接由本振信号混频产生的基准差频信号 Δf_r , 得到对应每个目标点的相位差 $\Delta\varphi = 2\pi w \Delta f$ (其中 $\Delta f = \Delta f_m - \Delta f_r$), 按照相位测距原理由微机处理系统自动算出该点的距离。

当把测距仪和经纬仪结合起来, 测出炉体耐火绝热层各点的距离, 利用计算机图形学即可描出炉体内绝热层的轮廓, 和未炼钢时炉体内情况比较, 即可以得到炉体内壁的耗损情况。

三、相位测距原理

相位测距的基本方程为:

$$D = c/(2f_m)[N + \Delta\varphi/(2\pi)] + D_0 = (\lambda/2)[N + \Delta\varphi/(2\pi)] + D_0 = L_s(N + \Delta N) + D_0$$

式中, c 为空气中光速, D_0 为仪器常数, 是作者针对电路和光路延迟引入的系统修正常量。用该系统对一个已知的准确长度测量, 测量值与已知长度值之差即为 D_0 , D_0 只与系统有关。 λ 和 f_m 分别为调制波长和频率。 $L_s = \lambda/2$ 是相位差为 180° 所对应的距离, 称为调制波半波长, 是相位测距中一个重要长度, 称测量仪尺长。 N 对应整数倍尺长, ΔN 为不足整尺的小数部分, 对应相差为 $\Delta\varphi - 2\pi\Delta N$ 。由测距方程可得, 在 $\Delta\varphi$ 为 $0 \sim 2\pi$ 区间内 D 随 $\Delta\varphi$ 呈线性变化, 每经一测量仪尺长的距离或 2π 相位发生一次变化。由于鉴相器只能识别 $0 \sim 360^\circ$ 相位差 $\Delta\varphi$, 而不能确定整相位 2π 的个数 N , 所以为解决问题方便, 选择激光器到炉体目标最远距离为尺长, 我们选择 $L_s = 20m$, 故主振频率为

$$f_m = c/(2L_s) = 7.5MHz$$

四、发射接收系统

由于半导体激光器具有小型、调制方便等优点, 所以发射系统选择半导体激光二极管, 接收装置选用灵敏度很高的雪崩二极管作光电接收器。

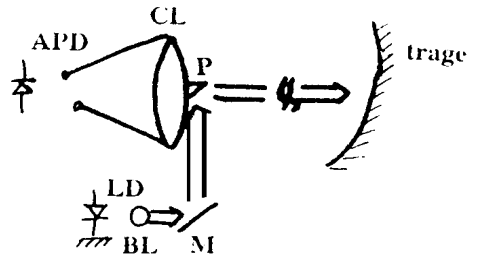


Fig. 2 A schematic diagram of the optical system

为提高接收信噪比, 本设计采用发射接收同轴光学系统如图 2 所示(图中 APD 为雪崩光电二极管, LD 为激光二极管, CL 为汇聚透镜,

火花放电辅助下激光破坏材料的研究*

曾传相 周业为 谢建

(四川联合大学光电科学技术系, 成都, 610064)

摘要: 分析了直流火花放电辅助下激光破坏金属和绝缘体的机理, 介绍了有关实验方案和结果。研究表明, 在适当的直流火花放电辅助下, 激光对材料的破坏作用大大增强, 这种方法可望在激光加工技术中得到有效的应用。

关键词: 火花放电 激光 激光加工

Investigation of laser damage of materials assisted by DC spark discharge

Zheng Chuanxiang, Zhou Yewei, Xie Jian

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

Abstract: This paper introduces the physical mechanism of laser damage of metal materials and isolation materials, assisted by the DC spark discharge, and discusses the relation of DC spark discharge factors and the laser parameters, effecting on the laser cutting and laser drilling. A experimental setup is established to analysis the electrode arrangement and spark factors and to fined the optimum match of DC discharge factors and laser parameters. The experiment results show that the quality of laser cutting and laser drilling with DC spark discharge will considerably improve and the technique can be widely used in laser processing.

Key words: spark discharge laser radiation laser processing

* 四川省科委应用基础科学基金资助。

BL 为球面镜, P 为正交棱镜, M 为反射镜。), 使目标象斑始终落在雪崩光敏面上, 提高接收效率。

五、结 语

采用本文所述方法, 可实现高温炉体耐火绝热层轮廓不接触测量, 具有实用价值。测量范围为 1~ 20m, 精度为 1cm。如果将主振频率作相应的改变, 可针对性地进行其他不接触测控。

参 考 文 献

- 1 Max E B, Robert S, David Z. SPIE Proc, 1986; 726: 364~ 374
- 2 贺安之, 罗必凯, 苗鹏程 *et al.* 光学学报, 1993; 13(7): 667~ 669
- 3 Kari M, Juha K, Risto M. Appl Opt, 1993; 32: 5334~ 5347

作者简介: 黄作明, 男, 1965 年 1 月出生。讲师, 硕士研究生。主要从事光电信息传输与处理研究。

收稿日期: 1996-04-18 收到修改稿日期: 1996-12-06