

激光测距仪原理及应用

王建波

(洛阳有色金属加工设计研究院 装备所, 河南 洛阳 471039)

[摘要] 介绍相位式激光测距仪的测距原理, 以及在板带冷轧机和铝箔轧机上的应用。

[关键词] 激光; 测距; 相位; 脉冲

[中图分类号] TG334.9

[文献标识码] B

[文章编号] 1003-8884(2002)06-0015-02

0 概述^[1]

激光测距仪无论在军事应用方面, 还是在科学技术、生产建设方面, 都起着重要作用。由于激光波长单一, 测量精度高, 且激光测距仪结构小巧, 安装调整方便, 故激光测距仪是目前高精度测距最理想的仪器。

激光器与普通光源有显著的区别, 它利用受激发射原理和激光腔的滤波效应, 使所发光束具有一系列新的特点:

①激光有小的光束发散角, 即所谓的方向性好或准直性好。

②激光的单色性好, 或者说相干性好, 普通灯源或太阳光都是非相干光。

③激光的输出功率虽然有限度, 但光束细, 所以功率密度很高, 一般的激光亮度远比太阳表面的亮度大。

1 相位式激光测距仪原理^[2]

激光测距仪的测距原理是: 由激光器对被测目标发射一个光信号, 然后接受目标反射回来的光信号, 通过测量光信号往返经过的时间, 计算出目标的距离。

设目标的距离为 L , 光信号往返所走过的距离即为 $2L$,

$$\text{则: } t = 2L/c$$

$$\text{即: } L = ct/2 \quad (1)$$

式中 c —光在空气中的传播速度 $c \approx 3 \times 10^8$ m/s;

t —光信号往返所经过的时间, s;

L —检测目标的距离, m。

测距仪由激光器发出按某一频率 f_0 变化的正弦调制光波, 光波的强度变化规律与光源的驱动电源的变化完全相同, 发出的光波到达被测目标, 通常这种测距仪都配置了被称为合作目标的反射镜, 这块反射镜能把入射光束反射回去, 而且保证反射光的方向与入射光方向完全一致。在仪器的接收端获得调制光波的回波, 经鉴相和光电转换后, 得到与接受到的光波调制频率相位完全相同的电信号, 此电信号放大后与光源的驱动电压相比较, 测得两个正弦电压的相位差, 根据所测相位差就可算得所测距离。

假设正弦调制光波往返后相位延迟一个 φ 角, 又令激光调制频率为 ω_0 , 则光波在被测距离上往返一次所需时间 t 为:

$$t = \varphi / \omega_0$$

把上式代入测距公式(1)中, 得到:

$$L = c\varphi / 2\omega_0$$

而 $\varphi = N \times 2\pi + \Delta\varphi$, 所以被测距离 L 为:

$$L = c(N \times 2\pi + \Delta\varphi) / 2\omega_0$$

$$= L_0(N + \Delta\varphi / 2\pi)$$

$$= L_0(N + \Delta N)$$

式中 L_0 —光尺, $L_0 = c/2f_0$;

$$\Delta N = \Delta\varphi / 2\pi。$$

显然, 只要能够测量出发射和接收光波之间的相位差, 就可确定出距离 L 的数值。但目前任何测量交变信号相位的方法, 都不能确定出相位的整周期数 N , 只能测定不是 2π 的尾数 $\Delta\varphi$, 由于 N 值不确定, 故距离 L 就成为多值解。

既然相位测量可以确定被测量的尾数, 那么, 利用两种光尺同时测量同一个量, 则可以解决多值问

题。系统中用两把精度都是 1% 的光尺, 其中一把光尺的 $L_{01}=0.1\text{ m}$, 另一把光尺的 $L_{02}=10\text{ m}$, 分别测量同一距离, 然后把测得的结果, 相互组合起来即可。

比如: 距离为 2.047 m, 用 L_{01} 光尺测量得到不足 0.1 的尾数 0.047 m, 用 L_{02} 光尺测量得到不足 10 m 的尾数为 2 m, 把两个光尺相加起来的读数为 2.047 m。

2 相位式激光测距仪的应用

在板带和铝箔轧机的控制系统中, 对卷取机张力的控制, 一般采用间接张力控制的方法, 即通过计算卷取机的电流调节器的给定值, 来实现张力控制。其张力矩模型为:

$$M = TD/2i\eta \quad (2)$$

式中 T —给定张力;

D —卷径;

i —电机轴到卷筒的传动比;

η —电机效率。

其中, 卷径的计算是根据偏导辊的线速度和卷筒上卷材的线速度相等求得, 即:

$$\begin{aligned} D \times n &= D_0 \times n_0 \\ D &= D_0 \times n_0 / n \end{aligned} \quad (3)$$

式中 D_0 —偏导辊直径;

D —卷径;

n_0 —卷筒转速;

n —偏导辊转速。

其中, 偏导辊的转速由偏导辊上所装的光电编码器测得, 由于偏导辊和带材之间不可避免地存在打滑问题, 使得偏导辊上的光电编码器所计脉冲数不准, 从而引起带材卷径测量不准, 造成张力控制不准确。

我们采用的激光测距仪, 可以直接测量带材的卷径。在安装时, 将激光光斑调整到对准卷筒中间

和轧机的轧制中心线交合点, 使得漫反射率可达 90% 以上。在轧机工作中, 开始时, 卷取机卷径最小, 此时激光测距仪的光斑离带材距离最远, 其输出的电流为最小, 在轧制过程中, 随着卷取机卷径的增加, 激光测距仪的光斑到带材的距离逐渐缩小, 其输出电流逐渐增大, 卷径的变化与输出电流之间呈线性关系。将激光测距仪的输出信号作为卷径变化的信号, 直接代入公式(2)中, 使得张力控制准确而稳定。

我们所用卷筒直径为 $\Phi 505\text{ mm}$, 卷材最大外径为 $\Phi 1700\text{ mm}$, 而激光测距仪的测距范围为 100~2047 mm, 完全满足系统的需要。

3 结论

我们目前在板带或铝箔轧机上采用的是德国 Sick 公司生产的 DME2000 型激光测距仪。该激光测距仪是采用相位式测量方法, 没有配置被称为合作目标的反射镜, 而是靠带材的漫反射。在激光光斑对准后, 一般反射率可以达到 90% 以上。该仪器测量范围为 100~2047 mm, 测量重复度和分辨率均达到 1 mm, 测量的准确度为 $\pm 5\text{ mm}$ 。采用可见红光光束, 调整方便, 光斑尺寸为 2~3 mm, 工作电压为 18~30 V DC, 其模拟量输出电流为 0~20 mA。

在常熟铝箔厂 1400 铝箔轧机和新疆众和股份有限公司两台 800 铝箔轧机的使用中, 发现该激光测距仪不仅重量轻、体积小、安装调整方便, 而且工作稳定、抗干扰能力强, 适合于轧机旁的恶劣环境。如果能降低价格, 将可逐渐推广应用到拉弯矫直机组和其他机组。

[参考文献]

- [1] 高雅允, 高 岳. 光电检测技术[M]. 北京: 国防工业出版社, 1997.
- [2] 罗先和, 张广军, 骆 飞, 等. 光电检测技术[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 1996.

焦作万方铝业、黄河铝业电力集团将扩产

为满足国内市场需求, 中国焦作万方铝业股份有限公司计划明年扩大铝锭生产能力, 预计产量超过 20 万 t, 2004 年底前再提高至 30 万 t。今年公司预计生产 18 万 t 铝锭, 其中上半年生产了 5.58 万 t 铝锭, 较去年同期增加 4.5%。

位于河南省渑池县的黄河铝业电力集团, 2002 年计划生产 5 万 t 铝锭; 并于 2003 年底完成将铝产能由目前的 5 万 t/年提升到 12 万 t/年的扩产计划。

[中图分类号] F403.5 [文献标识码] D (江志辉)