

我们用激光扫描代替激光扩展,用同步跟踪小视角接收系统代替一般的大视角接收系统。跟踪从光学观点来讲就是补偿的意思,而光学补偿就是接收系统的接收角(α')与补偿器产生的补偿角 $\omega(\alpha)$ 相减的概念。由激光扫描与同步光学补偿概念建立起来的光学接收机原理称激光扫描补偿原理。此原理可用下面的方程式来表示:

$$\Delta\alpha' = \alpha' - \omega(\alpha) \quad (1)$$

$\Delta\alpha'$ ——剩余补偿角,

$$\alpha' \text{ (接收角)} = \int_0^\alpha \left\{ \frac{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}{1 + \left(\frac{S_0}{l} - \operatorname{tg} \alpha \right)^2} + \frac{l \cdot S_0 \cdot \sin \theta}{\cos \alpha \cos(\alpha + \theta) \cdot [l^2 + (S_0 - l \operatorname{tg} \alpha)^2]} \right\} d\alpha$$

α ——激光扫描角,

S_0 ——接收与发射光轴的距离,

θ ——目标倾角,

l ——目标作用距离,

$\omega(\alpha)$ ——补偿角,一般用 $k\alpha$ 来表示, k 为补偿系数。

从公式(1)中可以看出 $\Delta\alpha'$ 是 α 、 l 、 S_0 、 θ 的复杂函数,补偿原理则要求 $\Delta\alpha'$ 尽量接近于零,并把剩下的补偿角 $\Delta\alpha'$ 作为接受系统的视角。

用此原理设计空间探测系统,视角可达几十度,由于接收系统实际视角仅 $1 \sim 2$ 毫弧度,与窄光带滤光片配合,采用小靶面探测器能把背景光噪声压到非常低,同时也降低了探测器的本底噪声,大大提高了能见距离。在水下近中距离观察系统中可有效克服后向散射光,使水下激光电视目前已达 5 个衰减长度的作用距离。

激光束在漫射表面上的散射——一种简化统计模型

南开大学物理系 程 路

对于随机几何起伏量(指光洁度而非平整度)在 $0 \sim \lambda$ 范围内的高光洁度工件表面,用激光束的散射光强来测其光洁度级次是一种既简便又准确的新方法^[1]。本文给出此方法的绝对定标的理论公式。所用的物理模型是将表面分为边长为 λ 的正方面元,每一面元(例如第 n 个面元)的高度 h_n 取为此处真实表面的平均高度,以此台块式表面代替真实表面。认为诸随机变量 h_n 互相统计无关,且概率分布皆相同,为:

$$P(t) = \begin{cases} e^{-\beta|t|}, & \text{当 } |t| \leq h; \\ 0, & \text{当 } |t| > h. \end{cases}$$

其中 h 为诸 h_n 取值的上限,它与光洁度级次相对应,激光波射在表面上之后,每一台块作为次波源,于是问题化为诸元波的多光束干涉,此问题是一个概率论中特定的“行走问题”,引进合理的近似简化,导出了简明的光强分布表达式,表达式与实验在定量和定性方面都符合得相当好。

上述模型同样可用来处理下述的随机扰动波场的传播:在一个参考几何曲面上,波场的位相随机起伏(非缓变起伏)量之上限为 0 到 2π 的任何值。

本文对平面一维随机道痕与二维随机起伏分别进行了推导。并指出:散射光强的分布公式只与工件表面的光洁度级次有关,而与表面的宏观几何形状无关,因而公式可用于任何形状的表面。

最后,推导了高斯波面族的包络面方程,用此包络面作外沿设计了可对任何半径的凹球面进行测量的简便而又准确的工件放置台。

参 考 资 料

[1] 天津动力机厂计量室和南开大学物理系,“激光测量表面光洁度”,《物理》,1976, No. 6.