

反射体运动、变形及波长变化时波场强度的变化

李志超 伍小平 何世平

(中国科学技术大学)

本文讨论反射体有运动和变形,或光波长发生变化时,空间波场强度分布的变化。即研究反射体表面发生几何的仿射变换,或波长发生变化时,空间强度分布所发生的仿射变换。

用 Fresnel-Kirchhoff 衍射积分,给出反射表面一个小面积无 Σ , 在空间一点 P 处造成的场 $U(P)$ 。

如果物体发生变形和波长发生变化都是微小的,可以认为 P 点保持着原来的强度,移动到 P' 点,在 P' 的场是 $U(P')$ 。

对具有同样仿射变换的、由各种各样的表面特征函数描述的物面,取集合平均、再经过运算,得到下述描述波场强度分布变化的基本方程组,

$$\begin{cases} \delta l_s + \delta l_p + (l_s + l_p) \frac{\partial u}{\partial X} + (m_s + m_p) \frac{\partial v}{\partial X} - (l_s + l_p) \frac{\delta \lambda}{\lambda} = 0 \\ \delta m_s + \delta m_p + (l_s + l_p) \frac{\partial u}{\partial Y} + (m_s + m_p) \frac{\partial v}{\partial Y} - (m_s + m_p) \frac{\delta \lambda}{\lambda} = 0 \\ \delta \left(\frac{1}{\rho_{so}} \right) + \delta \left(\frac{1}{\rho_{po}} \right) + \left(\frac{1}{\rho_{so}} + \frac{1}{\rho_{po}} \right) \left(\frac{\partial u}{\partial X} + \frac{\partial v}{\partial Y} \right) - \left(\frac{1}{\rho_{so}} + \frac{1}{\rho_{po}} \right) \frac{\delta \lambda}{\lambda} = 0 \end{cases}$$

这三个方程的物理意义是:前二式是微分形式的广义光栅方程,后一式是微分形式的广义成像公式。它们以微分的形式概括了光学中描述反射波场强度分布的各具体公式。这些方程的特点是反映了反射面变形的效应,表征了光学系统的动态特性。这对动态光学(如自适应光学)的研究,将是有益的。

由这些微分方程,还给出了波场强度分布发生仿射变换时,各点的位移公式。如果是漫反射物面,这公式就正是物面发生运动、变形以及波长变化时,空间散斑的运动公式。这在光力学的研究中,特别有意义。