

# 利用激光闪烁遥感风速

宋正方 顾慰渝 韩守春 戚福弟 丁强 刘晓春

(中国科学院安徽光学精密机械研究所)

近年来横向风速的遥感显得日益重要,因为许多场合下遥感是唯一可能使用的方法。已经提出、且演示的遥感风速的方法有许多,其中之一是应用相关技术的光学闪烁法。本文的目的在于从理论和实验上讨论这种方法。

对数振幅起伏的延时协方差为

$$B_x(\rho, \tau) = 4\pi^2 k^2 \int_0^L dz \int_0^\infty dK K \Phi_n(K, z) \sin^2 \left[ \frac{K^2 z(L-z)}{2kL} \right] J_0 \left[ K \left| \frac{\rho z}{L} - V(z) \tau \right| \right], \quad (1)$$

其中  $\rho$  为两个探测器之间的间距,  $V(z)$  为横穿过光束的风速。此方程适用于球面, 波其波长  $\lambda = 2\pi/k$ , 沿  $z$  方向传播到  $z=L$ 。利用折射率谱的普遍表达式, 归一化协方差函数在零延迟时刻的斜率为

$$S \equiv \frac{B_x(\rho, \tau)}{B_x(0, 0)} = \int_0^1 du C_n^2(u) V(u) W(u) / \int_0^1 du C_n^2(u) [u(1-u)]^{\frac{p}{2}-1} \quad (2)$$

在水平传播的均匀光程情况下, 折射率结构函数  $C_n^2(u)$  为常数, 于是

$$S = A(\beta)(\lambda L)^{-\frac{1}{2}} \bar{V}, \quad (3)$$

当  $p=11/3$  时,  $A(\beta)$  可变为

$$A(\beta) = 45.23 \beta^{2/3} \int_0^1 du u^{2/3} \left\{ 1 - 0.169 \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\Gamma(n+1/6)}{n!(n+1)!} \cos \frac{\pi(6n-1)}{12} \left[ \frac{\pi \beta^2 n}{2(1-n)} \right]^{n+(1/6)} \right\} \quad (4)$$

方程(3)和(4)是风速遥感的基础,其精度受风和  $C_n^2$  沿光程起伏、系统的噪声以及湍流微结构的影响。我们对这些因素根据实际所能遇到的情况公式化地作了讨论。结果表明这些因素的影响不大,误差大约在 10% 以下。

作者建立了一套横向风速遥感装置,基本部件是一台不带 A/D 转换器的单板计算机,实验中使用一台单横 He-Ne 激光器( $\lambda=0.6328\mu\text{m}$ ),光束传播距离为 300m,光程离平坦草地的高度为 1.7m。同时用了杯形风速表测风以便比较。用这两种方法在 11 小时中测得的平均风速为例,给出了两者的比较。以最小二乘法拟合数据给出的直线其斜率为 0.94,两者之间的相关系数大于 0.93。

总之,明显地看出用相关斜率法遥感风速是可行的。