$f(\cdot), g(\cdot), h(\cdot)$.

(H_3) 当 n 充分大时，$W_{ni}(\cdot)$ 满足

(i) $\max\limits_{1\le i\le n}\sum\limits_{j=1}^{n}|W_{nj}(t_i)| = O(1)$,

$\max\limits_{\substack{1\le i\le n\\1\le j\le n}}|W_{nj}(t_i)| = o(n^{-1/2})$,

(ii) $\max\limits_{1\le i\le n}\left|\sum\limits_{j=1}^{n}W_{nj}(t_i)-1\right| = o(n^{-\frac{1}{4}})$,

(iii) $\max\limits_{1\le i\le n}\sum\limits_{j=1}^{n}|W_{nj}(t_i)|I(|t_i-t_j| > n^{-\frac{1}{4}}) = o(n^{-\frac{1}{4}})$;

(iv) $\max\limits_{1\le i\le n}\left|\sum\limits_{j=1}^{n}W_{nj}(t_i)v_j\right| = o(n^{-\frac{1}{4}})$.

(H_4) (i) $\hat{W}_{ni}(\cdot)$ 满足 (H_3) 的 (ii)(iii)，此时 t_i 换为 u_i；

(ii) 存在绝对常数 M_2, $M_3>0$ 使得关于 $d\in[0,1]$ 一致地有

$\sum\limits_{i=1}^{n}|\widetilde{W}_{ni}(d)|\le M_2$,

$\max\limits_{1\le i\le n}|\widetilde{W}_{ni}(d)|\cdot n^{2/3}\le M_3$

对充分大的 n 成立；

(iii) 存在绝对常数 $M_4>0$ 使得对所有 $d_1, d_2\in[0,1]$ 及 $n\ge 1$ 均有

$\max\limits_{1\le i\le n}|\widetilde{W}_{ni}(d_1)-\widetilde{W}_{ni}(d_2)|\le M_4|d_1-d_2|$,

其中 $\widetilde{W}_{ni}(\cdot) = W_{ni}(\cdot), \hat{W}_{ni}(\cdot)$.

定理 1 若(H_1),(H_2),(H_3) (ii)—(H_4) (iii) 均满足，且还有 $Ee_1^4<\infty$. 那么

$$\sqrt{n}(\hat{\beta}_n-\beta)\xrightarrow{\mathscr{D}}N(0,\Sigma_1^{-1}),\quad n\to\infty, \tag{8}$$

其中 $0<\Sigma_2=\lim\limits_{n\to\infty}\frac{1}{n}\sum\limits_{i=1}^{n}a_iv_i^2<\infty$, $a_i=\frac{1}{f(u_i)}$.

当 $\sigma_i^2=f(u_i)\equiv\sigma^2$ (未知参数)时，有

定理 2 (i) 若 (H_1),(H_3) 均满足，且 $g(\cdot)$ 和 $h(\cdot)$ 满足 (H_2) (ii)，那么当 $n\to\infty$ 时有

$$(n/\hat{\sigma}_n^2)^{1/2}(\hat{\beta}_n-\beta)\xrightarrow{\mathscr{D}}N(0,\Sigma_0^{-1});\tag{9a}$$

(ii) 若除去 (i) 中假设外，还有

$0<\Sigma_3=\sigma^4(Ee_1^4-1)<\infty$,

那么当 $n\to\infty$ 时有

$$\sqrt{n}(\hat{\sigma}_n^2-\sigma^2)\xrightarrow{\mathscr{D}}N(0,\Sigma_3),\tag{9b}$$

其中 $\hat{\sigma}_n^2=\frac{1}{n}\sum\limits_{i=1}^{n}(\tilde{y}_i-\tilde{x}_i\hat{\beta}_n)^2$, $\hat{\beta}_n$ 及 Σ_0 分别由 (3) 和 (7b) 式所定义.

高集体　陈希孺　赵林城

(中国科学技术大学数学系，合肥 230026)

自参考光彩虹全息术

自参考光全息的最大优点是记录系统抗干扰能力强[1]. 本文提出一种自参考光一步彩虹记录系统，如图 1 所示. 表面散射的物体 O_1 被发散的激光束以较小的入射角照射，在 O_1 的前方安置透镜 L_1，在透镜侧面放置一平面反射镜 M，使物体散射光的一部分反射到物体象 O 的附近，作为参考光. 在透镜附近放置一可调狭缝 S，用来调节参物光束比. 在此系统中参考光源是一个与物体 O_1 同大小，并且以 M 反射镜与物体成镜象关系的散射光源 O_1' 作参考光源.

按照统计光学的处理方法[2]，物光波在向前传播的过程将形成一种正态散斑，当用它作为记录全息图的参考光时，只有在散斑强度不为零的地方才能记录下物体的信息. 设物面为半径等于 r_0 的圆，则在记录平面上散斑的平均直径近似为

$$\delta_r = 1.22\lambda l_R\cos i_R/r_0.$$

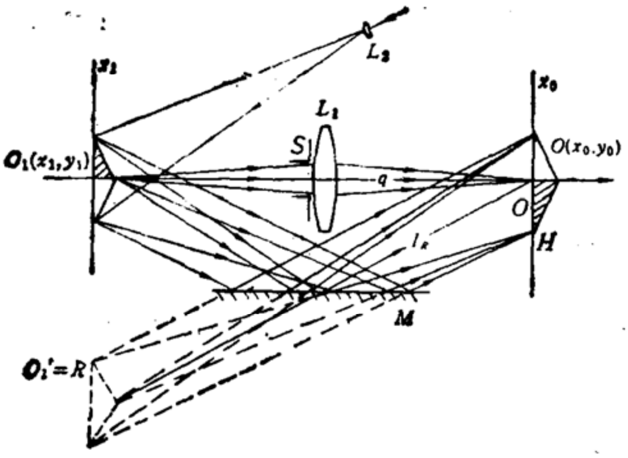

图 1 自参考彩虹全息记录系统

设物体上任一点的位置用 $O_1(x_1,y_1,z_1)$ 表示，在理想光学系统成象的情况下，对应的几何象的位置为 $O(x_0,y_0,z_0)$，有 $x_0=Mx_1$，$y_0=My_1$，$z_0=Lz_1$，其中M为系统的横向放大率，L为纵向放大率．根据相干光成象理论，物点的衍射光斑大小为

$$\delta_x=2q\lambda/A,\ \delta_y=2q\lambda/D,$$

式中D为透镜的口径，A为狭缝的宽度．要求 $\delta_x\leqslant\varepsilon$，$\varepsilon$ 为物体的最分辨距离．

通过以上分析，可见所记录的全息图是在记录面上的物光波 $O(x_0,y_0)$ 与参考光源在记录面上形成的散斑场相干涉的结果，即只有散斑场强度不为零的地方才能记录物体的信息．从记录材料的利用率来说是降低了，但不影响再现象的质量与性质．

实验按以下三种情况进行：(1) 整个系统在全息防震台上；(2) 物体放在一般桌子上；(3) 条件同 (2)，但人在桌子附近走动．曝光时间 2min，三种情况所得再现全息象基本相同．另外一个实验是物在桌上（同(2))，按一般记录方法加一束参考光，则完全没有再现象．实验证明本方法可行．

参 考 文 献

[1] 于美文、王民草，仪器仪表学报，11 (1990)，1：99—101．
[2] 刘培森，散斑统计光学基础，科学出版社，北京，1987，3—40．

王民草　于美文　张存林
（北京理工大学，北京 100081）