



北京杏林睿光科技有限公司（RealLight®）

数字式激光电子散斑测量平台

RLE-GC05

实 验 讲 义

版本：2018

发布日期：2018 年 01 月

前 言

随着人们对复杂物体面内形变以及对物体表面微小振动检测的研究,又进一步推动了对离面位移测量方法的探究,测量离面位移的方法也越来越多。现阶段常用的测量离面位移的方法主要有:全息干涉法、电子散斑干涉法、数字剪切散斑干涉法、散斑照相等,本实验介绍电子散斑干涉法和数字剪切散斑干涉法来测量物体的离面微位移。

数字散斑干涉技术(DSPI)是一种全场光测量技术,具有非接触、实时测量、高精度以及高灵敏度等特点,广泛应用于无损检测、生物医学检测、精密机械制造、振动测量和变形测量等领域。

数字剪切散斑干涉术理论和方法的发展,使其在工程上的应用也随之得到了发展,目前已在三维位移空间梯度测量、应变测量、无损检测、振动测量和表面斜率曲率测量等领域得到广泛应用,成为重要的光学测试技术。尤其在无损检测领域的应用最为普及,已出现一批商业仪器,用于航空航天和军事飞行器复合材料的缺陷检测。

目 录

前 言	II
实验一 数字散斑干涉物体离面位移测量实验	1
1.1 引言	1
1.2 实验目的	1
1.3 实验原理	1
1.4 仪器清单	3
1.5 实验步骤	4
1.6 实验报告	5
实验二 数字剪切散斑干涉物体离面位移测量实验	6
2.1 引言	6
2.2 实验目的	6
2.3 实验原理	6
2.4 仪器清单	11
2.5 实验步骤	11
2.6 实验报告	13
参考文献	14

实验一 数字散斑干涉物体离面位移测量实验

1.1 引言

当用相干光照射漫反射表面时，在空间会形成随机分布的亮斑和暗斑，这种现象称为散斑现象，散斑现象很早就被发现，但直至十九世纪六十年代，激光这种高相干性的光源出现后，散斑现象才得到重视，散斑干涉术是一种通过对散斑干涉条纹进行分析而获得测量结果的干涉测量方法，可测量物体变形过程中的离面位移和面内位移。

1.2 实验目的

- 1、了解数字散斑干涉技术原理；
- 2、学会搭建数字散斑干涉光路测量物体离面位移。

1.3 实验原理

自 1970 年首次提出利用干涉的方式来记录光学粗糙表面信息的新检测方法以来，这种检测方法现在已应用于多个领域，该检测方法在当时被称为散斑干涉计量散斑干涉计量过程中对光学粗糙表面的信息记录与全息干涉法对光学粗糙表面的信息记录极为相似，而散斑干涉计量在使用过程中却更为灵活。散斑干涉计量现阶段主要用途是对物体应变和振动的检测。同时还可以用于对物体表面微小形变的离面位移以及其内部应变与面内位移的测量，可以很好地解决物体微小振动和瞬变问题。在利用散斑干涉计量法进行测量或者检测时，首先利用全息干板记录一幅从被测物体表面散射出带有光场信息的散斑干涉图像，再对记录了散斑干涉信息的全息干板进行显影、定影等湿处理，最后对处理后得到的全息干板利用激光再现，获得包含相位信息的散斑干涉条纹图。前面已阐述对全息干板的处理过程是极为繁琐复杂地，所以散斑干涉计量法也很难应用于工程现场。

散斑干涉计量利用电子学方法实现后就是电子散斑干涉术。早期电子散斑干涉术的散斑条纹是通过电视监视器直接来显示，散斑干涉条纹的光强是通过电视监视器接收到的信号相减或相加来确定的。现阶段，在测量过程中使用的散斑干涉术一般都是数字散斑干涉术，它是在早期电子散斑干涉术的基础上发展而来的，但出于习惯，数字散斑干涉术有时仍被称为电子散斑干涉术。数字散斑干涉术综合了激光技术、视频技术和数字图像处理技术等三大技术。数字散斑干涉术用于测量物体表面微小形变的离面位移时，通常先利用或来记录散斑干涉图像，获得散斑干涉图像后通过图像采集卡将其保存到计算机中，计算机进行处理后，可以直接观察到物体表面微小形变的散斑条纹图。这里，散斑条纹是表示离面位移导数的等值线，通过对散斑条纹的解调处理，得到物体形变的相位分布。在这个过程中，不需要像早期电子散斑干涉术那样对全息干板进行显影定影等复杂繁琐的湿处理，使得操作过程非常简便，该技术更容易在工程现场中应用和推广。

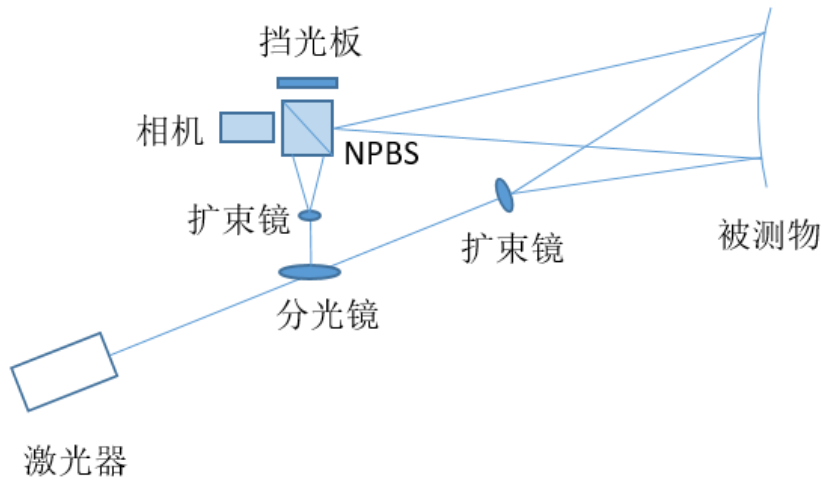


图 1-1 数字散斑干涉物体离面位移测量示意图

在图 1-1 所示光路中，从激光器射出的激光被分光光楔分为物光和参考光，物光经过凹透镜扩束后照射到被测物的表面，其漫反射光通过 NPBS 和成像透镜照射到数字相机表面上。参考光通过扩束镜和毛玻璃被 NPBS 反射到数字相机表面上。物光和参考光在数字相机表面产生干涉，通过数字相机即可记录数字散斑干涉图并保存至计算机，进行进一步的处理和运算。

假设物光波前为 $U_o = a_o \exp(i\phi_o)$ ，参考光波前为 $U_r = a_r \exp(i\phi_r)$ 。数字相机采集到的物体变形前的散斑图强度为：

$$I = (U_o + U_r)(U_o + U_r)^* = a_o^2 + a_r^2 + 2a_o a_r \cos(\phi_o - \phi_r) \quad (1-1)$$

将物光与参考光的相位差定义为 $\Delta = \phi_o - \phi_r$ ，式(1-1)可改写为：

$$I = I_o(1 + \gamma \cos \Delta) \quad (1-2)$$

其中： $I_o = a_o^2 + a_r^2$ 为背景光， $\gamma = \frac{2a_o a_r}{a_o^2 + a_r^2}$ 为对比度。

物体变形后数字相机采集到的散斑图光强为：

$$I' = I_o[1 + \gamma \cos(\Delta + \delta)] \quad (1-3)$$

式中 $\delta = (\phi_o' - \phi_r') - (\phi_o - \phi_r) = (\phi_o' - \phi_o) - (\phi_r' - \phi_r)$ 是由物体变形引起的相位变化量。由于变形前后参考光未发生改变，所以 $\delta = \phi_o' - \phi_o$ 。相位变化量 δ 与物体的变形量间的关系为：

$$\delta = \frac{2\pi}{\lambda} d \cdot s = \frac{2\pi}{\lambda} (A\mu + B\nu + C\omega) \quad (1-4)$$

其中：灵敏度矢量 $s = (A, B, C)^T = k_i - k_o$ ， k_i 和 k_o 分别为入射光照明方向矢量和观察方向矢量。变形矢量 $d = (\mu, \nu, \omega)$ ，其中， μ 和 ν 为面内变形量， ω 为离面变形量。

在该实验系统中测量的是物体离面位移，如果数字相机和激光光源在 xoz 平面，入射光与观察方向夹角为 α ，则灵敏度矢量 $s = (\sin \alpha, 0, 1 + \cos \alpha)$ ，公式（1-4）可以表示为

$$\delta = \frac{2\pi}{\lambda} [\mu \sin \alpha + \omega(1 + \cos \alpha)] \quad (1-5)$$

如果数字相机和激光光源在 yoZ 平面，则公式（1-4）可以表示为

$$\delta = \frac{2\pi}{\lambda} [\nu \sin \alpha + \omega(1 + \cos \alpha)] \quad (1-6)$$

当入射角度 α 非常小，接近于垂直入射时， α 近似为 0，相位变化量表示为：

$$\delta = \frac{4\pi}{\lambda} \omega \quad (1-7)$$

由相位变化量即可求得物体的面外变形量 ω 。

1.4 仪器清单

产品编号	产品名称	规格	数量
1.106.1.07.408	散斑实验被测物	中心高 170mm，总高 235mm，直径 130mm	1
1.301.0.19	调节套筒	L76mm	12
1.301.0.21	支杆	L76mm，双头阳螺纹	12
1.301.0.47	相机转接底板		1
1.301.1.01	透镜/反射镜支架	Φ45mm 的内孔，可装 Φ20, Φ25.4, Φ30, Φ40mm 的镜片	1
1.301.1.02	干板夹	外形 60×26×24mm	1
1.301.1.03	镜圈	外径 Φ45mm，装 Φ40mm 镜片	1
1.301.1.04	激光管夹持器	Φ25~Φ50mm，V 型	1
1.301.1.09	透镜/反射镜座	外径 Φ36，厚 8，装 Φ20 镜片，底部带 M4 螺纹孔	1
1.301.1.15	透镜/反射镜座	外径 Φ41.5，厚 8，装 Φ25.4 镜片，底部带 M4 螺纹孔	3
1.301.2.03	磁性表座	61mmX51mmX55mm，吸力 45kg	8
1.301.2.12	磁性表座	35mmX30mmX35mm	4
1.301.2.04	可变光阑	通光 Φ2~Φ28mm，外径 Φ50mm	1

1.302.0.30	氦氖内腔激光器成品	JT-HN20,腔长 250mm,633nm, >1.5mW,TEM00 模	1
1.302.3.11	CMOS 相机	130 万像素, 黑白, 1/1.8", C 接口	1
1.303.1.01	圆形可调衰减器/分光镜	OD0.0~3.0	1
1.303.2.7.84	十字叉丝板 (挡光板)	90X70, 2mm 厚, 发黑, 丝网印刻度线, 中心 $\phi 1$ 小孔	1
2.01.01.02.0002	平凹透镜	焦距-50.8mm, 直径 25.4mm	1
2.01.01.05.004	双凹透镜	焦距-6.3mm, 直径 6.3mm	2
2.01.06.03.0001	宽带消偏振分光棱镜	25.4×25.4×25.4mm, 450~650nm	1
2.01.06.06.0002	分光光楔	材料 K9,外形 $\phi 40$ 上厚度 4mm, 2 度 9: 1, @450~650	1
2.01.03.01.0007	窗口	双面毛, 材料 K9, 直径 22, 厚度 1.5	1
2.03.06.0027	USB 线	mini A 公口转 B 公口	1
	棱镜支架	24*24mm	1
	透镜卡具	连接双凹透镜和 25.4 镜座	2
	CCTV 镜头	Computer,25mm	1

1.5 实验步骤

1、根据数字散斑干涉物体离面位移测量实验装配图安装所有的配件，如下图 1-2 所示。

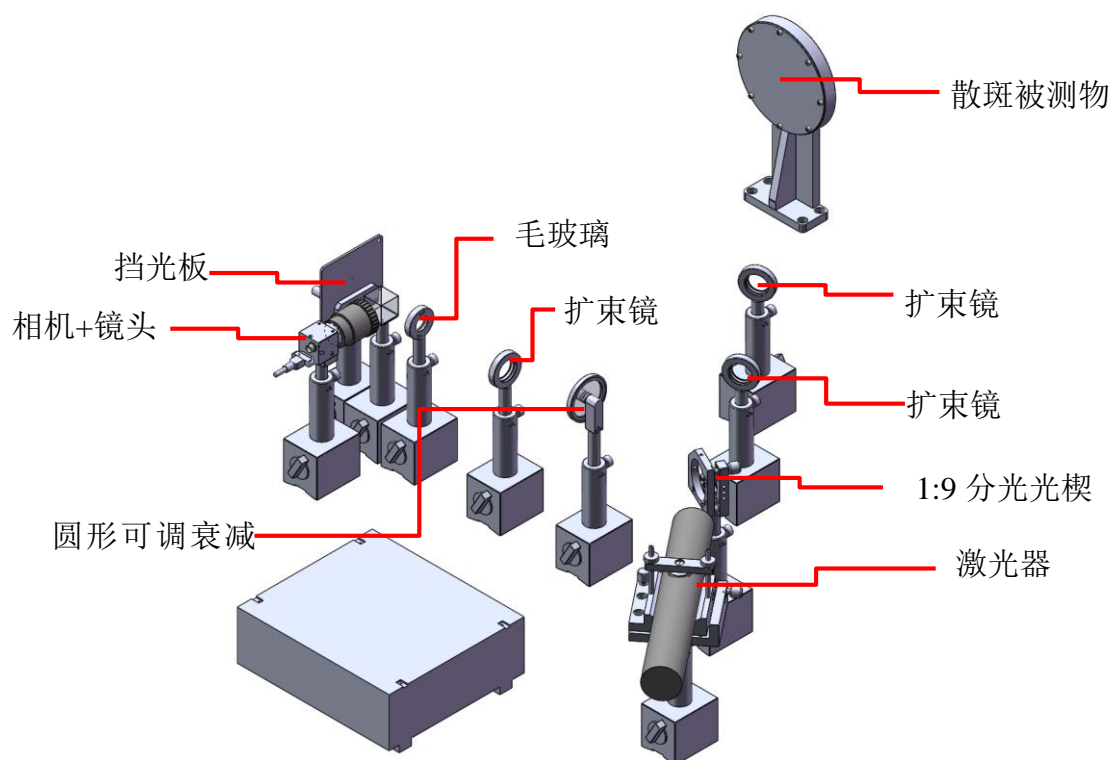


图 1-2 数字散斑干涉物体离面位移测量实验装配图

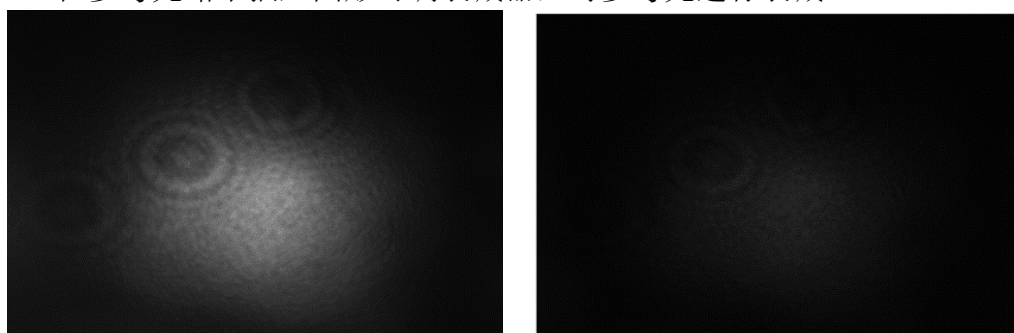
2、首先在光学平台上安装并固定带宽消偏振分光棱镜，在其右侧，距离 25cm 的地方固定散斑实验被测物。

3、固定可变光阑的高度和孔径，安装激光器，调节激光器的高度，使其刚好打在被测物中心，同时调整激光管夹持器的俯仰旋钮，使出射光在近处和远处都能通过可变光阑。注：固定可变光阑高度，此可变光阑将在以下实验步骤中作为光路调整高度标尺。

4、在激光器后插入分光光楔，且通过分光光楔反射的光垂直入射宽带消偏振分光棱镜，在透射光中安装扩束镜，使光斑覆盖被测物的直径为 50mm。

5、按照装配图安装相机、挡光板，打开数字散斑及剪切散斑位移测量实验软件，打开相机采集程序“Live image”按钮，在反射光路中安装扩束镜及毛玻璃，调节高低，使物光和参考光重合。

6、在参考光路中插入圆形可调衰减器，对参考光进行衰减。



(a) 物光光强

(b) 参考光光强

图 1-3 光强对比图

7、调节相机镜头的光圈和焦距，使被测物表面清晰成像，

8、点击“Fringe”按钮，推动散斑被测物后的千分丝杆，结果如下图所示：

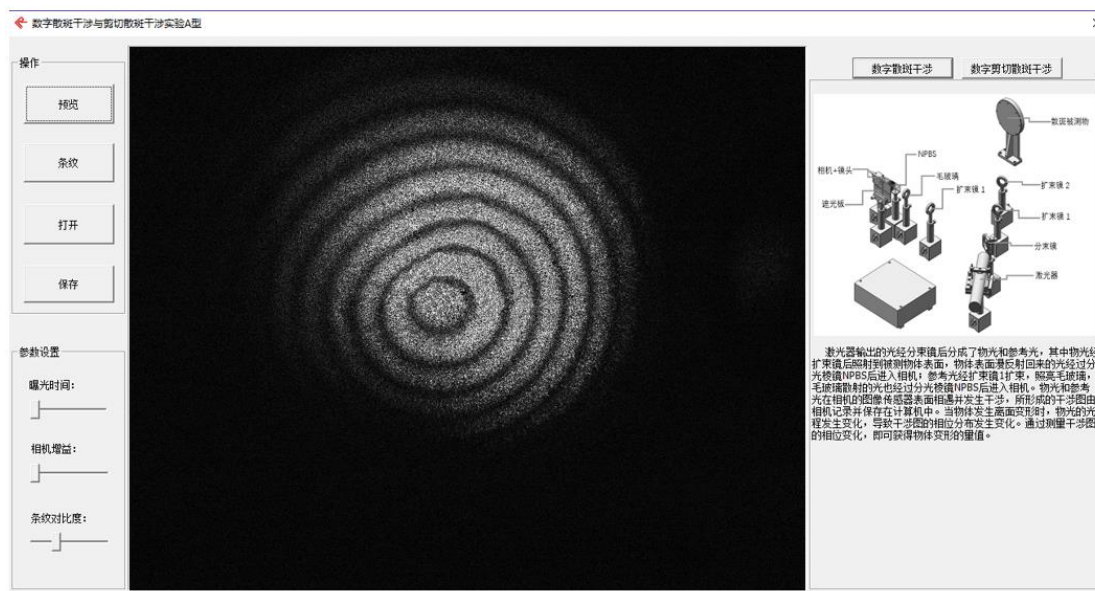


图 1-4 数字散斑干涉物体离面位移测量效果图

1.6 实验报告

截图并打印实验结果图存档。

实验二 数字剪切散斑干涉物体离面位移测量实验

2.1 引言

数字剪切散斑干涉术是继电子散斑干涉术后发展起来的又一综合了电子光学、计算机技术的新光电子计量技术。为了减小物体表面微小形变的离面位移导数在微分过程中引入的误差，香港城市大学的 Y.Y.Hung 首次提出错位散斑照相术，用于测量离面位移导数。其后又提出将错位技术引入数字散斑，同时给出数字剪切散斑干涉术的概念。国内，天津大学秦玉文教授在 20 世纪 80 年代末，先从理论上分析了电子错位散斑实现的可行性，并提出了将沃拉斯顿棱镜用于散斑图像的错位，之后引入计算机技术以及图像处理技术，形成了数字剪切散斑干涉术。

2.2 实验目的

- 1、了解数字剪切散斑干涉技术原理；
- 2、学会搭建迈克尔逊剪切干涉光路；
- 3、学会测量并分析被测物体相位变化量。

2.3 实验原理

根据形成机制的不同，散斑可以分成客观散斑和主观散斑，客观散斑可直接由接收器记录，主观散斑则需经过透镜成像后才能接收。数字剪切散斑干涉术利用主观散斑进行测量，散斑场经过剪切装置后成像于数字相机图像传感器表面。剪切装置将散斑场分成两个有小幅横向错位的场分布，使它们重叠并发生干涉，形成具有随机相位分布的剪切散斑干涉图，然后由数字相机记录。当被测目标表面受到应力作用而发生微小变形时，剪切散斑干涉图的相位分布也随之发生变化。将变形前后分别得到的两个剪切散斑干涉图直接进行减法运算或者应用相移技术后进行相减，会形成有规律变化的散斑条纹图案。条纹的形状和分布与被测目标的变形有关，据此可以分析被测目标表面的变形。

数字剪切散斑干涉关键的装置为剪切装置。目前已经有多种剪切装置应用在数字剪切散斑干涉术中，本实验采用的是迈克尔逊结构，因为其是应用最广泛的剪切装置，其具有容易调整剪切方向和剪切量、结构简单、成本低等优点。

数字剪切散斑干涉术通过剪切装置使被测目标表面相邻两点所散射的光线在成像器件表面形成干涉，然后通过测量干涉信号的相位变化来确定相邻两点的位移变化差。因为两相邻点之间的距离较短，所以位移变化差和距离之间的比值可以转换为位移的空间梯度，即位移的差分可以转换为位移的微分。基于此原理，数字剪切散斑干涉术可以实现位移空间梯度的测量。

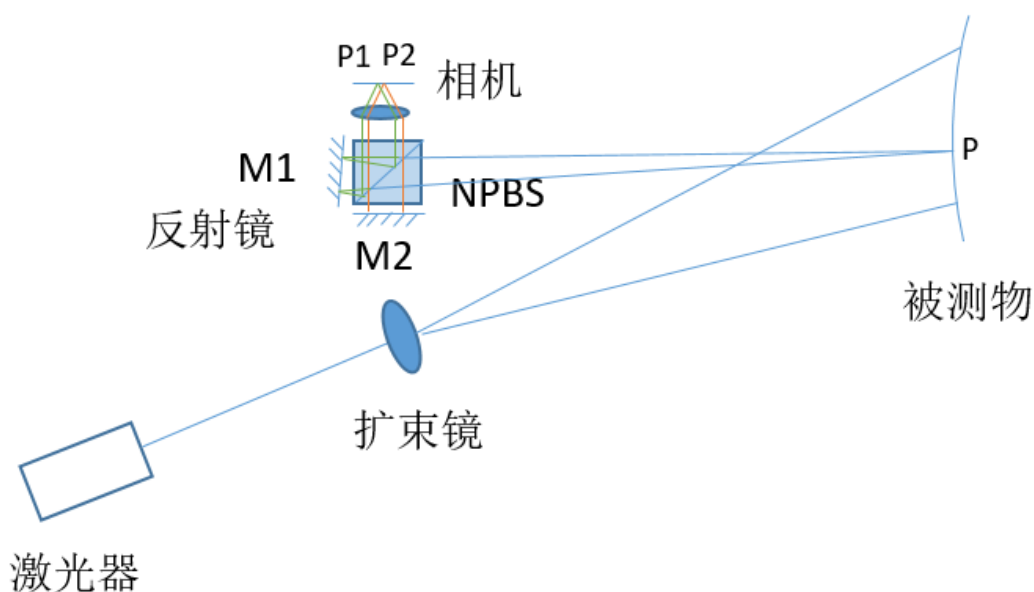


图 2-1 横向错位图像示意图

如图 2-1 所示，具有光学粗糙表面的被测物由激光照射，所产生的散射光经过剪切装置后被数字相机（由成像透镜和阵列组成）记录并保存在计算机里。实验中所用的激光为氦氖激光器，出射光斑为点光源，经过扩束镜后形成了扩散光照射在被测物表面。数字剪切散斑干涉仪关键的部件为剪切装置，即图中的迈克尔逊结构。该结构由一个分光棱镜和两个平面反射镜组成，其中平面镜 M1 不垂直于光轴，而是存在一个微小角度 α ，使从被测物表面 P 点所发出的光经过反射镜 M1 和反射镜 M2 后分别聚焦于像面上的 P1 点和 P2 点，如图所示。因此，迈克尔逊结构可以将一幅图像分成两幅存在横向错位的重叠图像。即实现了剪切成像，如图 2-1 所示。则物方剪切量 Δx_0 为：

$$\Delta x_0 = \tan(2\alpha) (l + \Delta) \quad (2-1)$$

其中， α 为两个平面反射镜法方向的夹角， l 为物面到像面的距离。

由于是 α 一很小的角，因此有

$$\Delta = x \tan(\alpha) \approx x\alpha \ll l \quad (2-2)$$

所以物方剪切量 Δx_0 可近似为

$$\Delta x_0 = \tan(2\alpha)l \approx 2\alpha l \quad (2-3)$$

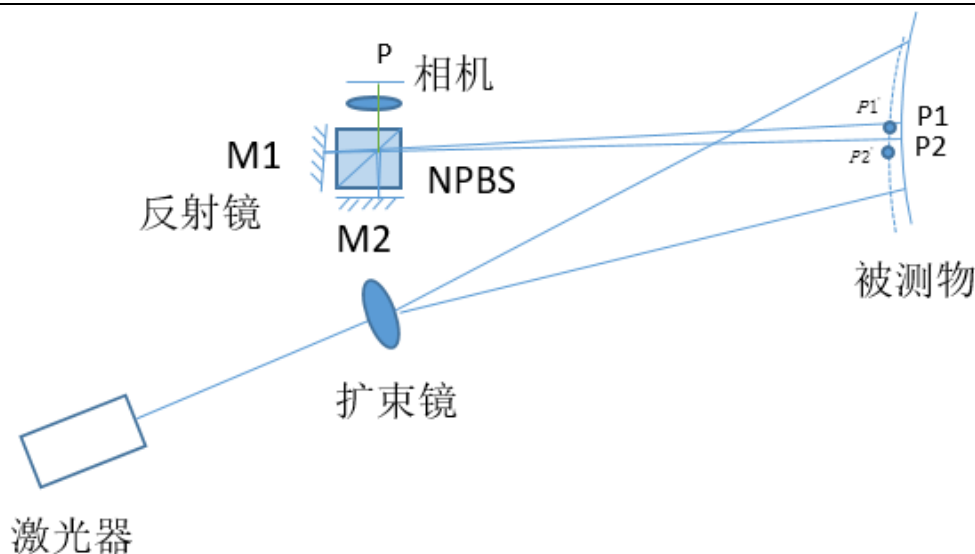


图 2-2 相邻点干涉示意图

如图 2-2，从另一个角度来看，迈克尔逊结构可以将被测物表面相邻两点 P1 点和 P2 点的反射光会聚到数字相机上的同一点（P 点），并形成干涉（如图 2-2 所示）。当被测物变形时，P1 点和 P2 点分别移动 P1' 点和 P2' 点。由于这两点的位移不一致，因此光程差发生改变，在 P 点的干涉信号的相位也随之发生改变。通过测量干涉信号相位的变化，可获得相邻两点在变形过程中的位移变化差。因为发生干涉的两点之间的距离很小，所以位移的变化差可以近似等于位移的空间梯度，这就使位移变化差的测量转换成位移空间梯度的测量。

当两束光干涉时，其相位由下式决定：

$$\phi = \frac{2\pi}{\lambda} n L \beta \quad (2-4)$$

其中 λ 为光源波长， n 为介质折射率， L 为两光束之间的几何路径差， β 为相位常量。

对上式求导可得：

$$\Delta = \frac{\partial \phi}{\partial \lambda} \delta \lambda + \frac{\partial \phi}{\partial n} \delta n + \frac{\partial \phi}{\partial L} \delta L = \frac{2\pi n L}{\lambda^2} \delta \lambda - \frac{2\pi n L}{\lambda} \delta n + \frac{2\pi n}{\lambda} \delta L \quad (2-5)$$

其中 $\Delta = \delta \phi$ 表示相位的变化量， $\delta \lambda$ 、 δn 和 δL 分别表示光源波长、介质折射率和几何路径差的变化量。

由上式可知，三个变量 λ 、 n 和 L 中任意一个发生变化都会引起相位的改变。一般情况下，光源的波长保持不变，且光线所经过的介质都为空气（ $n=1$ ），因此上式可以简化为：

$$\Delta = \frac{2\pi}{\lambda} \delta L = \frac{2\pi}{\lambda} (A\delta u + B\delta v + C\delta w) \quad (2-6)$$

其中 δu 、 δv 和 δw 是位移矢量在三个方向上的分量，A、B 和 C 对应于由几何关系决定的位移敏感因子。

公式 (2-6) 还可以写成：

$$\Delta = \frac{2\pi \delta x}{\lambda} \left(A \frac{\delta u}{\delta x} + B \frac{\delta v}{\delta x} + C \frac{\delta w}{\delta x} \right) \quad (2-7)$$

其中 δx 指被测目标表面发生干涉的相邻两点之间的距离，即 x 方向上的剪切量。

由于剪切量比较小，公式 (2-7) 中的差分项 $\delta u/\delta x$ 、 $\delta v/\delta x$ 和 $\delta w/\delta x$ 可以用微分来表示，因此得到：

$$\Delta = \frac{2\pi \delta x}{\lambda} \left(A \frac{\partial u}{\partial x} + B \frac{\partial v}{\partial x} + C \frac{\partial w}{\partial x} \right) \quad (2-8)$$

其中 $\delta u/\delta x$ 、 $\delta v/\delta x$ 和 $\delta w/\delta x$ 分别表示位移分量 u、v 和 w 在 x 方向上的偏导数，即位移分量在 x 方向上的空间梯度。

公式 (2-8) 成立的前提条件是剪切方向在 x 轴上；当剪切方向在 y 轴上时，相应得到：

$$\Delta = \frac{2\pi \delta y}{\lambda} \left(A \frac{\partial u}{\partial y} + B \frac{\partial v}{\partial y} + C \frac{\partial w}{\partial y} \right) \quad (2-9)$$

其中 δy 指的是 y 方向上的剪切量， $\partial u/\partial y$ 、 $\partial v/\partial y$ 和 $\partial w/\partial y$ 分别表示位移分量在 y 方向上的空间梯度。

数字剪切散斑干涉术的原理，建立了相位差和位移空间梯度之间的关系，所以数字剪切散斑干涉术可以通过确定剪切散斑干涉条纹的相位差分布来测量全场的位移空间梯度。相位差的测量包含定性测量和定量测量两种方法。定性测量通过实时相减法来获得散斑干涉条纹，定量测量则通过相移法来实现。本实验是对相位差进行定性的分析，采用的方法为实时相减法。

数字剪切散斑干涉术的实时相减法类似于传统剪切散斑干涉术的双曝光法。不同于双曝光法将两幅剪切散斑干涉图进行加法运算，实时相减法采用减法运算，从而消除了加法运算所带来的低频背景光问题。实时相减法因为背景光在相减的过程中可以消除，所以不需要对剪切散斑干涉图进行低频滤波，可以实现实时测量。以下讨论实时相减法的工作原理。

当两束相干光相遇时，其干涉光强为：

$$I = I_0(1 + \mu \cos \phi) \quad (2-10)$$

其中 I_0 是背景光强， μ 是调制度， ϕ 是相位角。

剪切散斑干涉图的强度分布由两幅具有相对横向错位的散斑图干涉而成，可表示为：

$$I_a(x, y) = I_0(x, y) [1 + \mu(x, y) \cos \phi(x, y)] \quad (2-11)$$

其中 (x, y) 指的是图像的笛卡尔坐标系的坐标值。由于被测目标的表面是粗糙表面，所以公式中 $\phi(x, y)$ 表现为一个随机值的分布，使剪切散斑干涉图上只有随机的散斑分布，并不呈现条纹的分布。

将被测目标变形前后各自所对应的剪切散斑干涉图进行相减，即可得到剪切散斑干涉条纹。如前面的讨论，被测目标的变形引起了干涉信号相位的变化。如果用公式（2-11）来表达变形前的剪切散斑干涉图，那么变形后的剪切散斑干涉图可表示为：

$$I_b(x, y) = I_0(x, y) [1 + \mu(x, y) \cos [\phi(x, y) + \Delta(x, y)]] \quad (2-12)$$

其中 $\Delta(x, y)$ 表示被测目标变形所引起的相位变化分布。两幅剪切散斑干涉图强度分布的差为：

$$\begin{aligned} |I_d(x, y)| &= |I_a(x, y) - I_b(x, y)| \\ &= 2\mu(x, y)I_0(x, y) \left| \sin[\phi(x, y) + \frac{1}{2}\Delta(x, y)] \sin[\frac{1}{2}\Delta(x, y)] \right| \end{aligned} \quad (2-13)$$

上式中 $\sin[\phi(x, y) + \frac{1}{2}\Delta(x, y)]$ 由于包含了随机变化信号 $\phi(x, y)$ 因此在公式中被认为是一个高频项，在散斑图中则呈现为随机散斑的形式。因为相位变化对应于被测目标的变形，相对于 $\phi(x, y)$ 变化较慢，所以在公式中 $\sin[\frac{1}{2}\Delta(x, y)]$ 可以被认为是一个低频项，在散斑图中则呈现为条纹的形式。当 $\Delta(x, y) = 2n\pi, n = 0, 1, 2, 3, \dots$ 时，显示为暗条纹；当 $\Delta(x, y) = (2n + 1)\pi, n = 0, 1, 2, 3, \dots$ 时，显示为亮条纹。所以，物体表面某个点在 x 方向上的位移 Δx 可以用 $\Delta x = N\lambda / 2$ ，其中 N 为相对条纹数。

实时相减法根据条纹的级次来确定相位差的分布，暗条纹处代表相位变化了和亮条纹之间的值可以用插值法进行估算。实时相减法只能确定整数个周期的相

位差，分辨率比较低，在实际应用中基本上不用于定量测量相位差的分布。但是由于实时相减法的测量速度快，可以实现与数字相机帧率同步的实时显示，而且条纹的对比度好、抗干扰能力强，因此经常被用于相位差的定性分析，可以通过观察剪切散斑干涉条纹的形状来判断相位差分布是否异常。

2.4 仪器清单

产品编号	产品名称	规格	数量
1.106.1.07.408	散斑实验被测物	中心高 170mm, 总高 235mm, 直径 130mm	1
1.301.0.19	调节套筒	L76mm	12
1.301.0.21	支杆	L76mm, 双头阳螺纹	12
1.301.0.47	相机转接底板		1
1.301.1.02	干板夹	外形 60×26×24mm	1
1.301.1.04	激光管夹持器	Φ25~Φ50mm, V 型	1
1.301.1.15	透镜/反射镜座	外径 Φ41.5, 厚 8, 装 Φ25.4 镜片, 底部带 M4 螺纹孔	3
1.301.2.03	磁性表座	61mmX51mmX55mm, 吸力 45kg	8
1.301.2.12	磁性表座	35mmX30mmX35mm	4
1.301.2.04	可变光阑	通光 Φ2~Φ28mm, 外径 Φ50mm	1
1.302.0.30	氦氛内腔激光器成品	JT-HN20,腔长 250mm,633nm, >1.5mW,TEM00 模	1
1.302.3.11	CMOS 相机	130 万像素, 黑白, 1/1.8", C 接口	1
1.303.1.01	圆形可调衰减器/分光镜	OD0.0~3.0	1
2.01.01.02.0002	平凹透镜	焦距—50.8mm, 直径 25.4mm	1
2.01.01.05.004	双凹透镜	焦距—6.3mm, 直径 6.3mm	2
2.01.04.02.0003	加强铝反射镜	Φ 25.4mm Tc=4mm,装在 Φ25.4 的镜架上	2
2.01.06.03.0001	宽带消偏振分光棱镜	25.4×25.4×25.4mm, 450~650nm	1
2.03.06.0027	USB 线	mini A 公口转 B 公口	1
1.970.968	小型透镜/反射镜架	可装 Φ25.4 的镜片	2
	棱镜支架	24*24mm	1
	透镜卡具	连接双凹透镜和 25.4 镜座	2
	CCTV 镜头	Computer,25mm	1

2.5 实验步骤

1、根据数字剪切散斑干涉物体离面位移测量实验装配图安装所有的配件，如下图 2-3 所示。

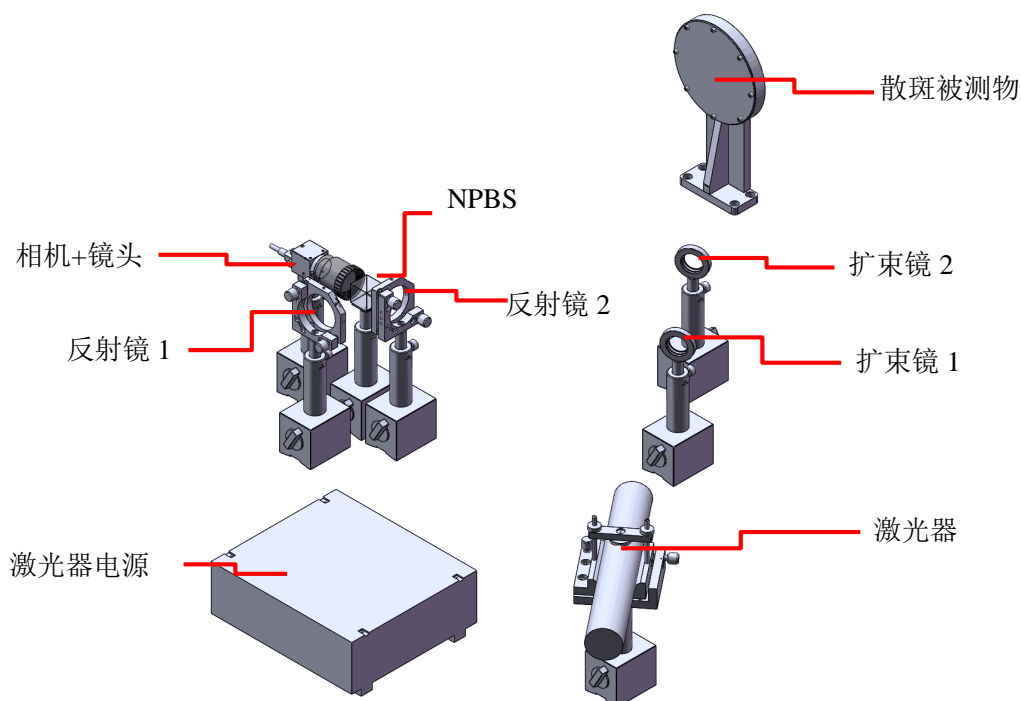


图 2-3 数字散斑干涉物体离面位移测量实验装配图

2、首先在光学平台上安装并固定带宽消偏振分光棱镜,在其右侧,距离 25cm 的地方固定散斑实验被测物。

3、固定可变光阑的高度和孔径,安装激光器,调节激光器的高度,使其刚好打在被测物中心,同时调整激光管夹持器的俯仰旋钮,使出射光在近处和远处都能通过可变光阑。注:固定可变光阑高度,此可变光阑将在以下实验步骤中作为光路调整高度标尺。

4、在激光器后安装扩束镜,使光斑覆盖被测物的直径为 50mm。

5、按照装配图安装相机、反射镜,打开数字散斑及剪切散斑位移测量实验软件,打开相机采集程序“Live image”按钮,调节相机镜头的光圈和焦距,使被测物表面清晰成像。

6、调节反射镜的俯仰偏摆旋钮,使在散斑被测物表面观察到剪切像,水平方向的剪切量为 3-5mm。

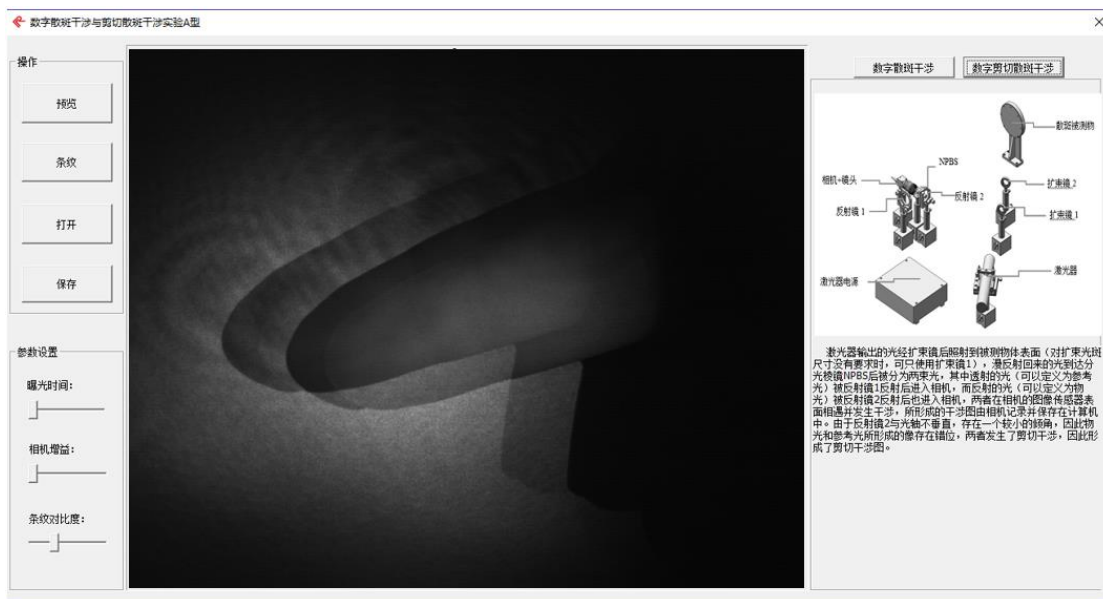


图 2-4 剪切像

7、点击“Fringe”按钮，推动散斑被测物后的千分丝杆，结果如下图所示：

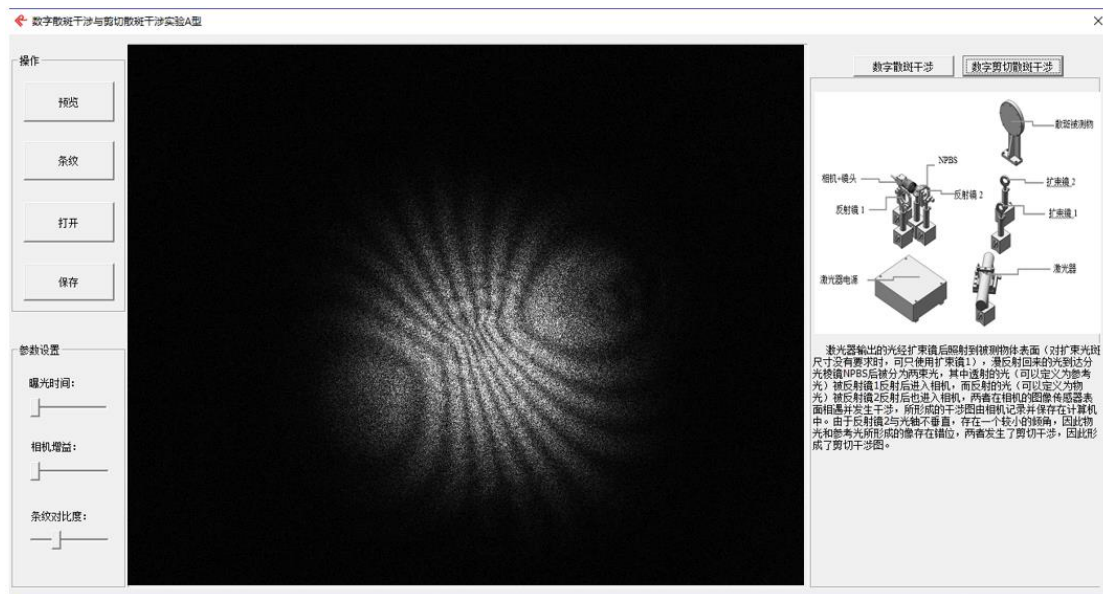


图 2-5 数字剪切散斑干涉物体离面位移测量效果图

2.6 实验报告

截图并打印实验结果图存档。

参考文献

- [1] 高燕, 吴思进等. 基于数字散斑干涉技术的物体面内和面外变形测量[J]. 仪器仪表学报. 36 卷. 2015 年 10 月。
- [2] 吴思进. 新型迈克尔逊型数字剪切散斑干涉涉术的研究[D]. 北京交通大学. 2012 年 6 月。
- [3] 丁效红. 基于数字剪切散斑定量计算离面位移的方法研究[D]. 昆明理工大学. 2014 年 5 月。

版权声明:

本手册中所提及的软硬件产品的商标与名称,都属于相应公司所有。

本手册的版权属于北京杏林睿光科技有限公司所有。未得到本公司的正式许可,任何组织或个人均不得以任何手段和形式对本手册内容进行复制或传播。

本手册的内容若有任何修改,恕不另行通知。

北京杏林睿光科技有限公司联系方式:

电话: 010-67889536/67887073/67872350

邮箱: Sales@real-light.com

传真:010-67889536/67887073/67872350 转 872

网址: www.real-light.com