

# 现场用直接散斑法记录仪

韩金虎

(中国科学院力学研究所)

**提要** 本文提出一种实验装置,可在现场或不避光的普通实验室进行直接散斑法实验,解决了必须使用暗室才能进行直接散斑法实验的问题。文中介绍了该记录仪的结构设计,使用方法和效果等。

## 1 引言

自激光器问世以来,全息干涉法,全息云纹法和散斑法等新的光学测试技术已在实验应力分析领域内取得了巨大进展。但是,目前还面临着一个有待解决的问题,即如何从避光的实验室走向现场或普通实验室。这个问题是从事光测力学的工作者所共同关心的问题。一种光学测试技术,如果能够在简单的光学设备和普通环境条件下使用,就能得到推广,并在生产实践或科学实验中发挥作用,那将是大受欢迎的。

测量面内位移的激光散斑直接记录法<sup>[1]</sup>和白光散斑直接记录法<sup>[2]</sup>都可称为直接散斑法。它的记录设备简单和无需隔振,说明这种方法具备了推广和运用到现场或普通实验室的条件。本文作者在方法研究的基础上将它仪器化,进一步研制了现场用直接散斑法记录装置。

## 2 结构设计和使用方法

直接散斑法的记录光路图如图1所示,包括被测物体、记录介质——全息底片及光源。光路很简单,只须把记录介质紧贴在物体表面,采用无镜头成像直接记录被测物体表面的散斑场。这种散斑场,在激光照射下是物体表面各漫射子波相互干涉的结果;而在白光照射下则是物体表面精细光学结构所引起的、随机的反射光强的分布。散斑场将随着物体表面的变形而变形。用全息干板或全息软片对被测物体表面的散

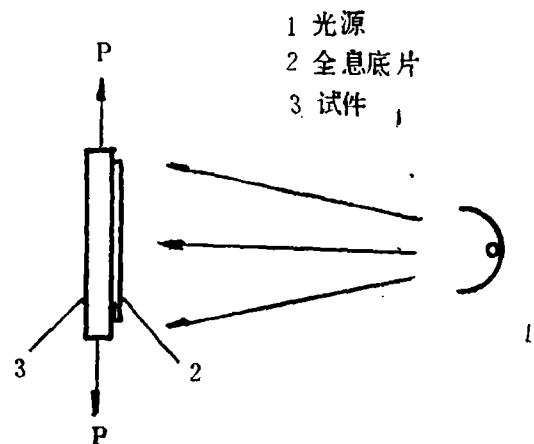


图 1

1987年1月20日收到。

斑场进行变形前后的两次曝光，即可记录被测物体表面的面内变形的信息。进而可在暗室内用付里哀光学分析法提取。这样，能否在现场或普通实验室中进行直接散斑法实验的关键是如何设计一个装置，可以把被测物体表面的变形信记录在全息底片上，为此，研制了现场用直接散斑法记录仪。结构示意图见图 2。

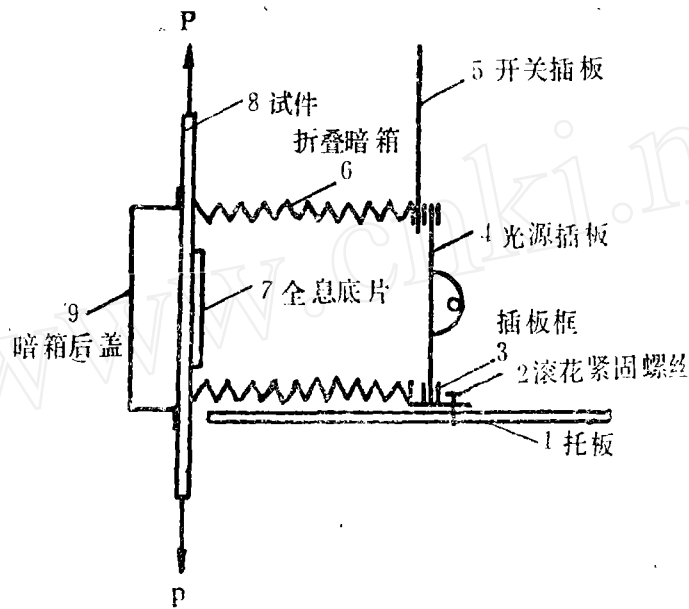


图 2

现场用直接散斑法记录仪由一个可以伸缩的折叠暗箱和附有两块插板的插板框组成。当被测物面大于折叠暗箱的横截面时，折叠暗箱开口的一端直接贴合在被测物面上；当被测物面小于折叠暗箱的横截面且试件较薄时，折叠暗箱开口的一端与暗箱后盖配合，把试件夹在中间，折叠暗箱与暗箱后盖及它们与试件的交接部分均用密封胶带封闭。折叠暗箱与插板框连接，一起安装在矩形托板上。插板框上有两组滑槽：内侧一组滑槽内装有一块开关插板，外侧一组滑槽内可以安装暗袋插板或光源插板。各插板的功能是这样的：当往试件上固定全息底片时，先把开关插板开启，在插板框的外侧滑槽装上暗袋插板，双手通过暗袋在折叠暗箱内把全息底片从包装中取出并固定在试件下，移出双手关闭开关插板，以确保全息底片不露光；然后取下暗袋插板，换上光源插板，再把开关插板开启便可进行直接散斑法实验。经过加载前后两次曝光以后，关闭开关插板，取下光源插板，换上暗袋插板，双手通过暗袋在折叠暗箱内从试件上取下全息底片并用黑纸包好后即可到暗室进行显形、定形、水洗和晾干，这样便得到一张存贮着试件变形信息的散斑底片。

现场用直散斑法记录仪的全部另件由图 3 给出。从图 3 中可以看到有两种光源插板，一种是小型扩束激光光源插板，另一种是闪光灯光源插板。作为白光光源使用的闪光灯光源插板，是由普通照相机的闪光灯和插板组成的。闪光灯光源插板的闪光控制，是由闪光灯上的闪光插座连接出来的闪光控制线及其按钮完成的。作为激光光源使用的小型扩束激光光源插板，是由小型氦氖激光器、扩束镜、光源开关(即气球快门)和插板组成的，激光的通断是

由气球快门控制的。两种光源对于全息底片进行曝光的曝光量，除了采用全息底片至光源插板之间的距离进行控制以外，对于激光光源可以采取激光的照射时间控制。对于白光光源的闪光灯，还可以在闪光灯出光窗口贴上一个一定形状和尺寸的黑纸光阑控制光通量，达到控制。由于配备了两种光源插板，使得该记录仪可用于现场或普通实验室，既适用于白光直接散斑法实验，又适用于激光直接散斑法实验。两种光源插板的尺寸相同，更换光源很方便。

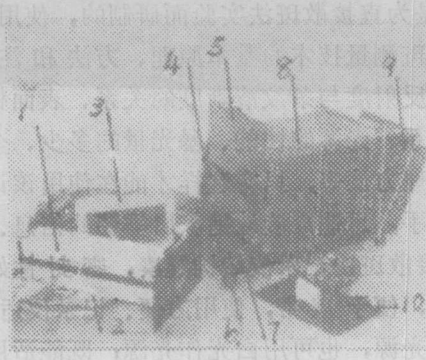


图 3

1. 激光光源—激光器插板
2. 激光光源开关（气球快门）
3. 暗袋插板
4. 插板框
5. 开关插板
6. 橡皮垫角
7. 滚花螺钉
8. 折叠暗箱
9. 暗箱后盖
10. 白光光源—闪光灯插板

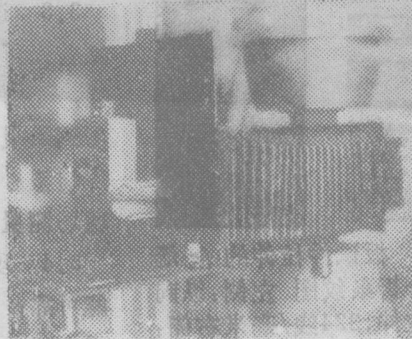


图 4

对于两种光源的使用比较，作者认为白光光源更为方便。从图 3 或图 5 还可看到有两个滚花螺钉穿过插板框下端的两个直角块和托板两侧的滑槽，可根据光源和全息底片性能选定插板框的位置，用这两个滚花螺钉把它锁紧在托板上。托板下表面装设了一个带 M10 螺纹孔的圆台，用 M10 螺纹孔把托板安装在新闻灯架上，托板的高度可以通过新闻灯架进行调节。当待测物面较低时，可以不使用新闻灯架而通过托板下面的四个橡皮垫角直接把该记录仪放在木凳或其它平台上。图 4 ~ 6 展示了使用该记录仪进行直接散斑法实验的现场情况。

应当指出，当使用激光光源时，在托板上需要加装一块接长板以供支承激光器。

### 3 结果和讨论

3.1 图 7 是用直接散斑法记录仪在普通实验室以白光为光源得到的全场分析条纹图。这是一个板状试件的单向拉伸试验，左侧的全场分析条纹图是试件纵向拉伸的等位移线分布；右侧的全场分析条纹图，是试件横向收缩的等位移线分布。从这两张全场分析条纹图不难求出试件材料的波松比。可以清楚地看出全场分析条纹图的质量与在暗室内进行直接散斑法实验时所得到的效果是完全相同的，证明用直接散斑法记录仪在现场或不避光的普通实验室进行实验是成功的。应该指出：若想获得清晰的全场分析条纹图，试件表面是需要经一定的处理方法进行处理的，这方面的论述可参阅文献 [1] 和 [3]。

3.2 光源的选取以白光光源的比较方便。在选用激光作光源时，由于扩束激光构成的照射面积有限，应仔细放置激光器插板，才能使扩束的激光照射到全息底片的整个幅面。折叠暗箱是该记录仪的主要部件，其形状和尺寸可以根据实验的要求确定。本文提出的现场

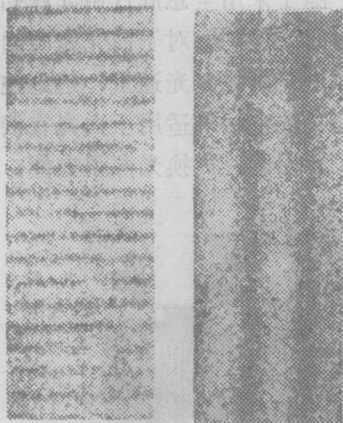


图5 板试件拉伸的全场分析条纹图 左侧:纵向拉伸,224线/毫米右侧:横向收缩 227线/毫米

用直接散斑法记录仪,配备了两种折叠暗箱:一种横截面为正方形,允许使用全息底片尺寸为18cm×18cm;另一种横截面为矩形,允许使用全息底片尺寸为9cm×12cm。这两种规格的折叠暗箱对于一般的直接散斑法实验是可以满足的。

3.3 该记录仪是为直接散斑法实验而研制的,使用者必须首先了解直接散斑测量技术的基本原理、方法和注意事项,了解被测物面反射度与条纹清晰度的关系、表面粗糙度与测量灵敏度的关系、光源的性能、曝光量的多少、全息底片的型号与显影处理等方法,只有这样才能在使用该记录仪现场测量时得心应手,迅速准确地捕获所需要的信息。

3.4 现场用直接散斑法记录仪结构紧凑,密封性好,性能可靠;可以折叠,便于携带,使用方便。记录仪适用性强:既可用激光作光源,也可用白光作光源;既能适用于平面问题的实验,也能适用于可展曲面问题的实验。记录仪的

研制成功,使得直接散斑法测试技术可以脱离暗室,走向现场,扩大了光测力学实验技术的应用领域,在工业生产和科研事业中发挥更大的效益。

#### 参 考 文 献

- [1] 韩金虎,激光散斑技术和提高直接散斑法的全场分析条纹图清晰度的技术途径,中国力学学会第三届实验应力分析学术会议论文集,1982.
- [2] 屠美容,韩金虎,吴阜肤,白光散斑的直接记录,中国力学学会第四届实验应力分析学术会议论文集,1984.
- [3] 韩金虎,散斑法在各种材料实验中的应用,中国航空学会计量测试学术会议资料,1985年,北京.

## An Recording Instrument for Objective Speckle Interferometry

Han Jinhua

(Institute of Mechanics, The Chinese Academy of Sciences)