

室外自然场景体视彩虹全息图的制作方法研究*

金伟民 毛和法 王 辉

(浙江师范大学信息光学研究所, 浙江, 金华 321004)

摘要 本文介绍了一种用连续激光制作室外自然场景体视彩虹全息技术. 先用自制的透镜线阵照相机拍摄室外自然场景经透镜所成像的初级体视图, 然后用连续激光照明初级体视图, 原光路返回, 透镜线阵此时不仅起到成像作用, 而且起到了彩虹全息术中的狭缝作用. 这种技术也适用于室外动态物体. 本文制作了室外自然场景的体视彩虹全息图, 并给出了实验结果.

关键词 体视彩虹全息; 自然场景; 透镜线阵; 体视图

中图分类号 TB877 **文献标识码** A

0 引言

用连续激光直接拍摄室外自然场景的全息图, 是做不到的. 要实现室外景物全息图的制作, 有两种方法. 一种是先用照相机拍摄, 获得室外景物的胶片, 然后以该胶片作为物体, 制作其全息图. 这种全息图的再现像是二维的, 缺乏立体感, 应用价值不大. 另一种方法是先用照相机从不同角度拍摄室外景物的多个侧面的照片, 然后在全息室合成, 制作成合成全息图^[1,2], 或利用 LCD 液晶屏制作合成全息^[3]. 这种全息图可以白光再现, 立体感强, 视角也大, 甚至可制作成 360° 合成全息^[4]. 其不足之处是制作手续麻烦、费时, 且不适用于室外动态物体. 为了简化制作手续和缩短制作周期, 本文提出用自制的透镜线阵照相机^[5] 制作室外景物的体视彩虹全息技术, 该技术也可以制作室外动态物体的体视彩虹全息图. 如果用光刻胶版作记录材料, 并采用有效的方法^[6,7], 可以制作出室外景物的高质量体视模压全息图. 文中分析了制作过程, 并给出了实验结果.

1 制作方法

1.2 制作过程

制作过程分为两步: 第一步是初级体视图的拍摄. 如图 1 所示, O 是室外景物, 被成像透镜 L 成像为 O'. LR 是透镜线阵, 记录胶片 F 放置在 O' 经 LR 所成像处, 控制曝光时间, 经显影、定影等暗房处理, 即可得到记录有室外景物体视信息的照相负片. 用拷贝机拷贝一次, 得到记录有室外景物体视信息的照相正片, 此正片为下一步制作体视彩虹全息图时

提供物光所用.

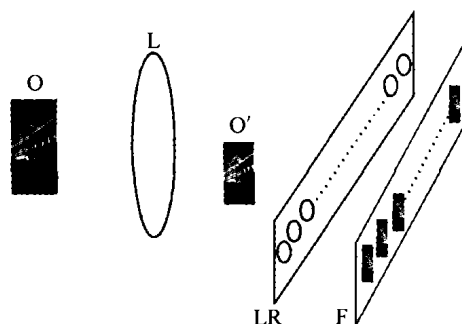


图 1 初级体视图胶片拍摄光路
Fig. 1 Optical arrangement for taking the primary stereography

第二步是体视彩虹全息图的合成. 将已记录有室外景物体视信息的胶片 F (初级体视图) 放回原处, 用漫射相干光照明 (如图 2 所示). 从透镜线阵中将出射一扁平光束, 这一光束可以综合出原室外景物的赝视实像, 这非常类似彩虹全息术, 透镜线阵此时不仅起到成像作用, 而且起到了彩虹全息术中的狭缝作用. L_1 是柱透镜, 将细光束扩展为扁平光束照明, 可充分利用光能. G 是毛玻璃, 将直射光变为散射光. F 是初级体视图, LR 是透镜线阵. 在综合出的赝视像附近放置全息干板 H, 并引入参考光即可记录赝视像的体视彩虹全息图.

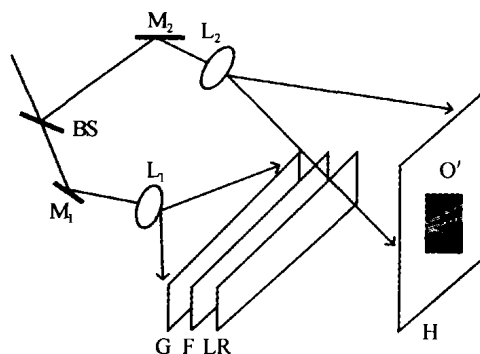


图 2 体视彩虹全息拍摄光路
Fig. 2 Optical arrangement for taking the stereo-rainbow hologram

1.2 再现

用自然光或室内照明光沿参考光的共轭方向照

*浙江省自然科学基金项目 (No. M603212) 和浙江省科技计划项目 (No. 2004C31089)
Tel: 0579-2283030 Email: jhjinwm@163.com
收稿日期: 2003-10-27

射体视彩虹全息图. 根据全息原理,再现出室外景物虚像的同时,在原放置透镜线阵的位置,将再现其实像. 该实像类似于普通彩虹全息的狭缝实像,人眼在此附近可观察到按彩虹排列的单色像.

2 实验

我们自己研制的透镜线阵照相机共排列了 24 个小透镜,透镜的选择基本满足成像质量、分辨率大小、视场和视角大小的要求^[5],透镜相邻的两侧经磨边,每个透镜的宽度约为 8 mm,透镜线阵的长度为 200mm. 按图 1 布置光路,透镜线阵要落在成像透镜的相对孔径角内,否则透镜线阵边缘的小透镜将不起作用. 如图 3 所示,透镜线阵 LR 离室外景物像的最近距离为 X ,即 B 位置. 如位于 A 处,透镜线阵边缘的小透镜不起作用. 我们使用的成像透镜

L 的孔径 $D = 135 \text{ mm}$,焦距 $F = 225 \text{ mm}$,由于室外景物离 L 很远,像距 $S \approx 225 \text{ mm}$, $\theta = 33.4^\circ$, LR 的长度 $Y = 200 \text{ mm}$. 计算得 $X = 333 \text{ mm}$. 实验时,我们将透镜线阵照相机置于离开室外物体经成像透镜 L 所成的像 1000 mm 的地方,记录底片用 135 黑白胶卷,曝光时间为 $\frac{1}{30} \text{ s}$. 图 4 是室外景物的初级体视图照片.

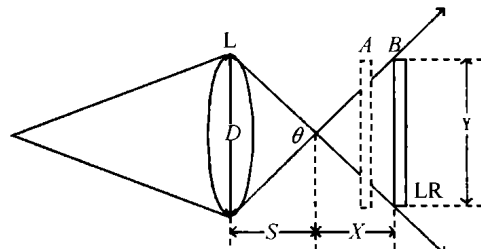


图 3 室外景物的像与透镜线阵照相机之间的位置关系
Fig. 3 The position relation of linear lens array camera and image of outdoor scenery



图 4 初级体视图照片
Fig. 4 The primary stereography

合成彩虹体视全息图时,将图 4 所示的初级体视图装于相机中,并按图 2 所示光路布置各元件,用 He-Na 激光器作光源,全息记录材料用天津 I 型全息干板,全息干板置于室外景物实像附近. 曝光后,经显影、定影等化学处理,即得到体视彩虹全息图.

用白炽灯照明全息图,观察到明亮清晰的全息图再现像,眼睛从左到右移动时,分别看到室外景物的各个侧面像,立体感非常强. 图 5(a)是室外景物的原始照片,(b)、(c)、(d)依次为左、中、右三个不同角度的体视彩虹全息图再现像照片.

3 讨论

本文介绍了用透镜线阵照相机制作室外景物的体视彩虹全息技术,实验结果证明比传统的合成全息技术具有制作手续简单、省时、省胶片等优点,特别是这种技术适用于室外动态的物体,而传统的合成全息技术很难实现. 当然,我们的实验还存在一些问题,主要是再现像清晰度不高和水平观察视角不够大. 其原因主要是初级体视图照片复位不准、线阵透镜的成像质量不高和线阵透镜的长度太短. 随着线阵透镜制作技术的改进和透镜成像质量的提高,该技术必将成为一项实用的体视合成彩虹全息技术.

参考文献

- 1 Prikryl I. Holographic maps. *Appl Opt*, 1982, 21(16): 2882 ~ 2885
- 2 Yamaguchi M, Ohyama N, Honda T. Holographic three-dimensional printer: New method. *Appl Opt*, 1992, 31(2): 217 ~ 222
- 3 杨世宁,李耀棠,王天及,等. 用 LCD 液晶屏产生动态全息图. *激光杂志*, 1999, 20(4): 16 ~ 17
Yang S N, Li Y T, Wang T J, et al. *Laser Journal*, 1999, 20(4): 16 ~ 17
- 4 于美文. 光全息学及其应用. 北京:北京理工大学出版社,1996. 489
Yu M W. *Optical Holography and Its Applications*. Beijing: Beijing Institute of Technology Press, 1996. 489

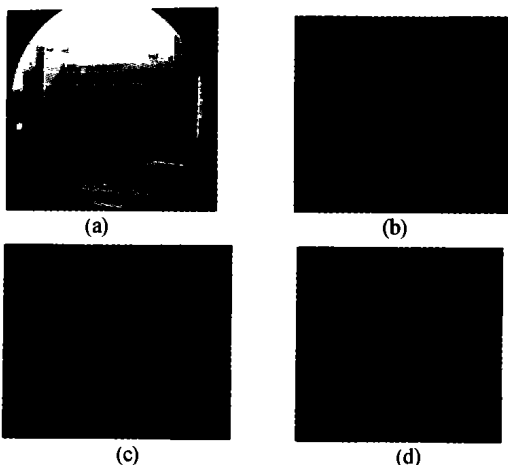


图 5 (a)是室外景物的原始照片,(b)、(c)、(d)是再现像照片
Fig. 5 (a)The photograph of outdoor scenery, (b)、(c)、(d) The reconstruction image photographs of stereo-rainbow hologram

- 5 王辉,何旭,金伟民. 体视全息照相的简化设计. 中国激光,1995,A22(1):60~64
Wang H, He X, Jin W M. *Chinese J Lasers*, 1995, A22(1):60~64
- 6 熊秉衡,张文碧,钟丽云,等. 模压全息图的衍射效率与光刻胶母版沟纹深度的关系. 光子学报,1996,25(11):993~996
Xiong B H, Zang W B, Zhong L Y, et al. *Acta Photonica Sinica*, 1996,25(11):993~996
- 7 宫爱玲,张文碧,钟丽云,等. 模压全息图母版的拍摄研究. 光子学报,1997,26(3):267~271
Gong A L, Zang W B, Zhong L Y, et al. *Acta Photonica Sinica*, 1997,26(3):267~271

A Studing Method of Making Stereo-rainbow Hologram of Outdoor Natural Scenery

Jin Weimin, Mao Hefa, Wang Hui

Information Optics Institute, Zhejiang Normal University, Zhejiang, Jinhua 321004

Received date:2003-10-27

Abstract A kind of technology making stereo-rainbow hologram is presented, which can record outdoor natural scenery by continuous laser. Firstly, the primary stereoscopic picture of outdoor natural scenery is taken with the linear lens array camera made by ourselves. Then continuous laser illuminates the primary stereoscopic picture and the stereo-rainbow hologram is fabricated. Here the linear lens array not only has imaging capability, but also acts as the slits of rainbow holography. This technology is the same with outdoor dynamic objects also. In our experiments stereo-rainbow holograms of outdoor natural scenery are fabricated. The results prove that the technique is feasible. The principle of the proposed technique and the experimental result are presented.

Keywords Stereo-rainbow hologram; Natural scenery; Linear lens array



Jin Weimin was born in Jan 1965, in Zhejiang. He gained the B. S. degree from Department of Physics, Zhongshan University in 1986. His research interesting includes optics holography and optics information processing.