

# 多个三维物体的彩虹全息假彩色编码

金伟民·王 辉

(浙江师范大学信息光学研究所, 金华 321004)

**提要** 提出了一种新的假彩色编码技术,对单个三维物体赋以同种颜色,不同物体不同的颜色,前后物体的遮蔽效果以不同的颜色加以体现,增强了立体感,并给出了实验结果。

**关键词** 彩虹全息术,假彩色编码

## 1 引 言

文献[1~4]对二维物体的彩虹全息假彩色编码进行了研究。文献[5,6]报道了三维物体的彩虹全息假彩色编码技术,是对单个三维物体的不同部分赋以不同的颜色。本文提出对多个互相之间有遮蔽的三维物体进行假彩色编码的方法。对单个物体赋以同种颜色,而不同物体的颜色是不同的。在移动眼睛位置时,前后物体有遮蔽效果以不同颜色来体现。这样,不仅起到了假彩色编码的作用,而且,全息再现像的立体效果得以充分体现,具有强烈的艺术效果。

## 2 记录方法

我们采用二步法制作彩虹全息图。如果三维物体间没有互相遮蔽,则只要按文献[2]的方法,记录一张多狭缝面积分割的主全息图,即可进行假彩色编码。这不是我们要讨论的,我们要研究各物体间有前后遮蔽的情况。

为了便于说明问题,我们先讨论两个三维物体的情况,然后推广到多个物体。

设有两个三维物体 $O_1$ 和 $O_2$ , $O_1$ 在前, $O_2$ 在后。记录步骤如下:

(1) 如图 1(a) 所示,以平行光  $R_1$  作参考光,记录  $O_2$  的非涅耳全息图  $H_1$ ;

(2) 以共轭参考光  $R_1^*$  照明  $H_1$ ,再现  $O_2$  的实像  $O_2'$ 。以  $O_2'$  为物记录非涅耳全息图  $H_2$ ,平行光  $R_2$  作参考光,如图 1(b) 所示。值得注意,实际上  $H_1$  也被记录下来。

(3) 以共轭参考光  $R_2^*$  照明  $H_2$ ,再现  $O_2$  的实像  $O_2'$ 。放上  $O_1$ ,全息干板  $H_3$  置于  $H_1$  的再现实像处, $H_3$  前放一狭缝  $S$ ,记录一张被  $O_1$  遮挡的物  $O_2$  的条形非涅耳全息图  $H_3$ 。参考光为平行光  $R_3$ ,如图 1(c) 所示。

(4) 取走  $H_2$ ,并挡住  $R_2^*$  光。以激光照亮  $O_1$ 。移动狭缝  $S$  一定距离,记录  $O_1$  的条形非涅耳全息图。如图 1(d) 所示。

(5) 如图 1(e) 所示。以  $R_3^*$  照明  $H_3$ ,再现  $O_1$  和  $O_2$  的实像  $O_1'$  和  $O_2'$ 。全息干板  $H_4$  置于  $O_1$  和

$O_2$  附近适当位置,以平行光  $R_1$  作参考光,记录彩虹全息图  $H_1$ 。

再现  $H_1$  时,用白光以  $R_1'$  方向照明。两狭缝再现像在空间将按彩虹色序排列。只要两狭缝间距选取适当,在不同颜色狭缝像的重叠处将同时看到  $O_1$  和  $O_2$  不同颜色的再现像。人眼左右移动时, $O_1$  与  $O_2$  再现像的遮蔽效果以不同颜色来体现,立体感特别强烈,上下移动人眼,再现像颜色将发生变化。

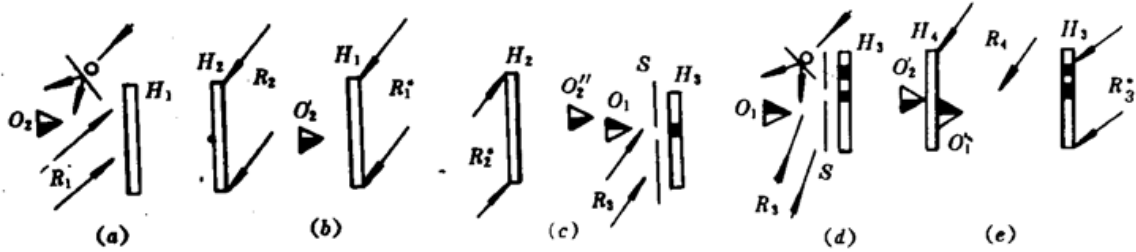


Fig. 1 Steps of recording

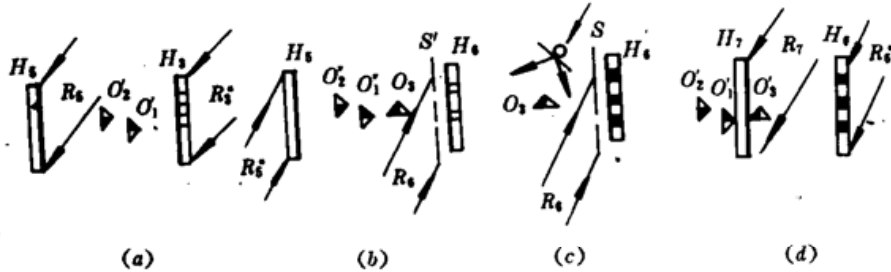


Fig. 2 Steps of recording

如果有三个物体  $O_1, O_2$  和  $O_3$ 。设  $O_3$  在最前,对  $O_1$  和  $O_2$  都有遮挡。 $O_1$  次之,对  $O_2$  有遮挡。先按上述步骤 1, 2, 3, 4 记录  $O_1$  和  $O_2$  的条形菲涅耳全息图  $H_3$ 。然后按以下步骤进行:

(1) 如图 2(a) 所示,以  $R_5$  照明  $H_3$ ,再现  $O_1$  和  $O_2$  的实像  $O_1'$  和  $O_2'$ ,以平行光  $R_5$  为参考光,记录菲涅耳全息图  $H_5$ 。

(2) 如图 2(b) 所示,以  $R_6$  照明  $H_5$ ,再现  $O_1$  和  $O_2$  的实像  $O_1'$  和  $O_2'$ ,同时也再现  $H_3$  的实像  $H_3'$ (图中未画出)。放上  $O_3$ ,将全息干板  $H_6$  置于  $H_3'$  处,在  $H_6$  前放一双狭缝挡板  $s'$ ,其狭缝间距同  $O_1$  和  $O_2$  的条形菲涅耳全息图相对应。以平行光  $R_6$  作参考光,记录  $O_1$  和  $O_2$  在  $O_3$  遮挡情况下的条形菲涅耳全息图  $H_6$ 。

(3) 如图 2(c) 所示。取走  $H_5$ ,用激光照明  $O_3$ ,将狭缝  $S$  放在  $H_6$  前适当位置,记录  $O_3$  的条形菲涅耳全息图。

(4) 如图 2(d) 所示。以  $R_8$  照明  $H_6$ ,再现  $O_1, O_2$  和  $O_3$  的实像  $O_1', O_2'$  和  $O_3'$ 。将全息干板  $H_7$  置于三个实像处适当位置,以平行光  $R_7$  作参考光,记录彩虹全息图  $H_7$ 。

如有三个以上物体,则拍摄方法依次类推。考虑到彩虹全息图的再现像景深不大,物体的数目不易太多。

彩虹全息图再现像的颜色组合取决于拍摄时狭缝的间距。狭缝间距的确定同文献[2]一样。

### 3 实验与结果

我们的拍摄目标是三个“士兵”。为了简化实验步骤,后面两个“士兵”之间没有遮挡,只同

前面一个之间有遮挡。实验步骤与两个物体的情况一样,只是相当于有两个  $O_2$  物体,  $O_2$  物体的拍摄步骤都要重复一次。

为了便于照相机拍摄,尽量增大狭缝与全息图之间的距离,我们取为 500 mm。以 He-Ne 激光器为光源,参物夹角约为  $27^\circ$ 。设想白光再现下,三个“士兵”不同颜色所对应的中心波长为  $0.65 \mu\text{m}$ ,  $0.54 \mu\text{m}$  和  $0.48 \mu\text{m}$ ,两边狭缝与中间狭缝的间距依次为 43 mm 和 32 mm。

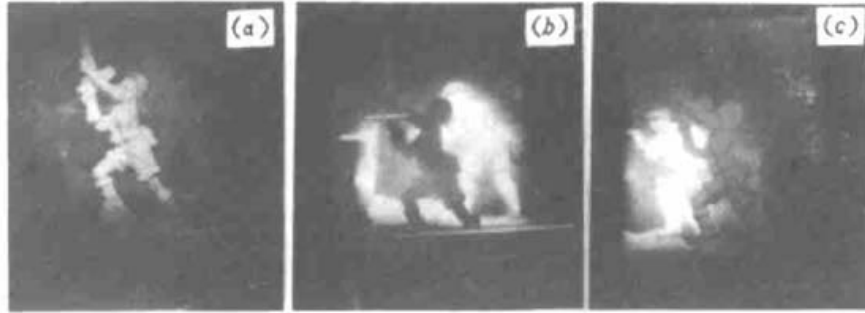


Fig. 3 Color photographs of the white light reconstructed image of the hologram

图 3(a) 为白光再现下编码彩虹全息图的彩色照片,左中右三个“士兵”的颜色依次为红、绿和蓝。当眼睛上下移动时,“士兵”颜色发生改变。分别如图 3(b)、图 3(c) 所示。

当拍摄物体较多时,拍摄过程中菲涅耳全息图的多次再现及复制,会降低信噪比,所以,应尽可能增大参物比,以提高信噪比,提高全息图的质量。

### 参 考 文 献

- 1 刘 守,张向苏. 空间滤波的假彩色像面彩虹全息成像方法. 中国激光, 1988, 15(4): 214~215, 230
- 2 陈利永, 蔡坚勇, 杨文琴等. 彩虹全息假彩色编码的面积分割法. 中国激光, 1990, 17(10): 619~622
- 3 C. Fan, C. C. Jiang, L. R. Guo. Color coding reproduction of two-dimensional objects with rainbow holography. *Opt. Eng.*, 1991, 30(10): 1624~1628
- 4 杨耕兴, 杨正名. 全息假彩色编码. 光电子·激光, 1991, 2(5): 252~254
- 5 P. N. Tamura. Pseudocolor encoding of holographic images using a single wavelength. *Appl. Opt.*, 1978, 17(16): 2532~2536
- 6 A. Tai, F. T. S. Yu, H. Chen. Multislit one-step rainbow holographic interferometry. *Appl. Opt.*, 1979, 18(1): 6~7

## Pseudocolor Encoding of Three-dimensional Objectes with Rainbow Holography

Jin Weimin Wang Hui

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

**Abstract** A new pseudocolor encoding method for rainbow holography is introduced by giving a single three-dimensional object one color, and different objects different colors. The shelter effect is produced with different colors so that it increases stereo sense. The experimental result is presented.

**Key words** rainbow holography, pseudocolor encoding