

微机控制实现检测数据的彩色图象显示

解京昌

(中国科学院力学研究所)

提要 计算机控制实现探测数据的彩色图象显示是一种新型的显示技术。在如压力、温度、速度等大面积物理参数的自动探测与彩图显示方面都有广泛应用。做为这种技术的一个应用实例,本文介绍了黑白图象伪彩色编码的实验工作,对实验所采用的方法、设备的特点以及在流动显示等其它方面的应用进行了讨论。

关键词 伪彩色编码, 数字图象处理。

1 前言

检测数据的彩色图象显示,其基本原理是通过检测元件把测量到的物理参数的变化分布按一定的编码规律以彩色图象显示出来。这种技术可以实现物理参数的等值彩色显示,在如温度、速度、压力、光强等物理参数分布的自动检测显示方面有许多应用。特别是在流动显示方面,由于这种技术不象传统方法那样显示示踪物质的图象,而是可以直接显示流动参数的分布,所显示的彩色图象可由探测元件在流场中实时扫描获得,所以对于流动参数不随时间改变的“定常流场”可以反映出“实际的流动情况。”^[1-5]因此,这种技术引起人们的很大兴趣。作为这一技术的应用,本文介绍了黑白照片按灰度级加彩色的实验工作。实验中,用光纤、光电管作为检测元件,测量照象底片的光密度分布。采用单板机完成过程控制和信息处理,实现检测数据的等值光纤彩色图象显示。寻求实用简单的方法,采用经济的仪器设备是这一技术在应用中的一个重要方面。通过这一实验工作,以期对探测数据彩图显示技术本身以及这一技术在流动显示和其它方面的应用进行探讨。

2 实验装置及工作原理

实验原理框图如图1所示。

黑白图象由幻灯机打出。光线经透镜 L 准直后成为平行光,投射到探测平面上,使入射光与探测平面垂直。光探头可使用光电二极管,直接完成光探测及光电转换。要求光电管的接收窗口线度较小,以获得较高的空间分辨率。同时光电管应有较好线性输出特性和较高的灵敏度,并对入射光线有很好的方向选择性,以便使其只对经 L 准直后垂直入射的光线响应,抑

1987年5月21日收到。

制非垂直入射光线的干扰。由于对高空间分辨率的获得，探测元件的线度大小起很大作用，

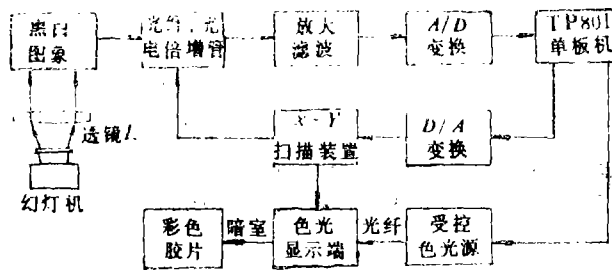


图 1

因此，为进一步减小探头尺寸对高分辨率的影响，应采用直径较小的光导纤维作为探针，后接高灵敏度的光电倍增管完成光探测及光电转换。

全场的探测扫描是由单板机控制驱动、X-Y 两维扫描装置完成的。X-Y 扫描装置的结构、尺寸可根据不同探测对象而选择。扫描执行的过程是：首先

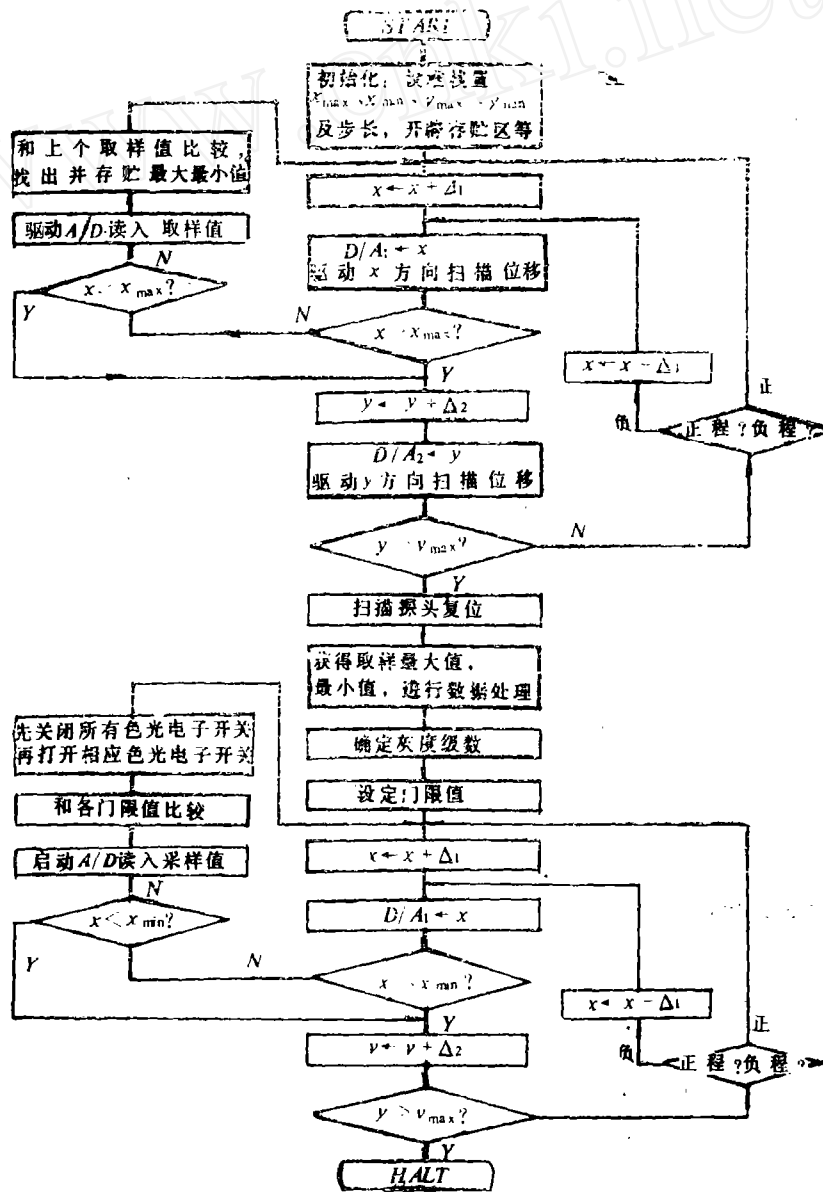


图 2

根据黑白图象的大小尺寸,在软件中设定 X 、 Y 两维上的扫描范围,再根据分辨率的要求设定扫描步长。要求高分辨率时,可减小扫描步长;反之,分辨率下降。扫描范围及步长一经设定,即确定了一帧图象的扫描行数及每行的取样点数,亦即确定了一帧的像素个数。光探针——细光纤装在 X - Y 扫描装置的扫描端头上,在单板机的控制驱动下,对黑白图象进行逐点全场扫描探测。测量到的数据,经过放大、模数转换后读入计算机。数据经分析处理后,微机一方面发出控制信号,开启或切断色光源的电子开关;一方面给出指令,确定新的坐标,驱动扫描装置。色光源发出的色光,经光导纤维导光后在色光显示端给出色光,色光显示端与光探针固定在同一臂杆上,使探测与色光显示得以同步,再现的彩色图象与原黑白图象相对应。当探针不断扫描光场时,不同光密度值所对应的色光便在处于暗室中的彩色底片上逐点连续曝光,全场扫描完毕后,便得到一幅彩色图象。不同的色彩既定,又定量地表征着不同的光密度,标出了图象上的等密度区域。由于使用了单板计算机实现扫描控制驱动,一帧的取样点数可以方便地由软件改变,从而获得不同的空间分辨率。

在程序的安排上,首先对整个黑白图象进行一次全场探测,找出并记存探测数据的最大值、最小值以确定采样信号的变化幅度,然后确定扫描范围,及 X 、 Y 方向各自的扫描步长。根据黑白图象的反差,复杂程度及需要保留和删除部分的具体要求,确定灰度级数和各级门限值。完成上面工作后,使探头复位,进行第二次全场扫描。在这次扫描探测过程中,探头每移动一个步长,便读入一个采样值。立即和各门限值比较后,先关闭所有色光的开关,再开启该采样值所对应的色光源,给出相应的色光。同时判断 X 、 Y 方向的扫描范围是否已达到,如未达到,给出位移增量,进行下一次取样及后序过程。直至全场扫描完成,得到一幅彩色图象。单板机的执行程序用 $Z-80$ 汇编语言编写,图2是程序流程框图。

采用光纤导光,不仅损耗小,且可以弯曲,使得色光源可不装在扫描装置上。安装使用十分便利。使用光纤还可以进行不同单色光的混色,使色彩更丰富。光纤的一端做为显示端,其直径可以选得很小,以提高再现彩色图象的分辨率。同软件延时的方法,可以控制彩色底片的感光时间,以获得最佳效果。

3 实验结果分析

图3(a)、(b)分别是双曝光全息黑白照片及实时全息干涉黑白照片加彩后的结果。照片显示的是热肋片周围的温度场。图3(c)是高超音速风洞内模型流场的黑白纹影照片加彩后的图象。从三张照片可以比较出,图3(b)虽然比(a)、(c)“粗”些。这是由于在加彩过程中三张照片其它条件均相同,而选择的扫描步长不同所致。图3(b)所用步长比(a)、(c)的大。根据前述的加彩原理,图3(b)的空间分辨率较(a)、(c)要低。从(b)中可以看出许多垂直于干涉条纹的细条纹,两条细条纹的间距反映了步长。由于步长太大,使一行行的扫描间隔在图象中很明显。通过这三张照片的比较,可以看到如前面所提到的那样,通过软件设定不同的扫描步长,可以方便地获得不同的分辨率。

4 讨论

综合上面介绍的加彩方法和使用的设备,可以看到下面几个特点:

- 1) 由于单板计算机的使用,对完成数据采集和处理,驱动扫描及给出色光等都十分便

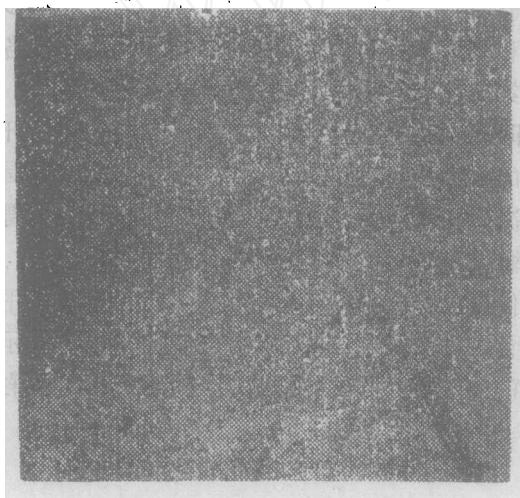
利。且设备简单，便宜。扫描范围、步长、灰度级数、门限值的选取、曝光时间选择、控制等都可以在程序中方便地进行调整、改动。



(a)

2) 为获得高分辨率，所选用的各种探针传感器的线度及作为色光显示端的光纤直径要很小，同时要减小扫描步长。具体到黑白底片的加彩，加大黑白图象的投影亦可提高分辨率。对于同样大小的探测面，根据不同的要求，通过改变扫描步长的大小，就可获得不同的空间分辨率。这些对于摄像机—计算机—TV 监视器等分辨率一定的系统是不具备的。

3) 采用逐点扫描探测采样，同时逐点给出相应色光的方法，对计算机的存贮量几乎没有要求。



(b)



(c)

图 3

4) TP801 单板机使用汇编语言编程，不适合进行复杂的数学计算处理。由于单板机的存贮量小，不可能把全场探测到的数据存贮保留，反复使用。解决这一点就需要大存贮量及高级语言支持的计算机，但同时大大增加了设备的费用。

5) 黑白图象按灰度级进行伪彩色编码的实验工作，只是探测数据彩图显示的一个应用例子。这种方法相当于“等密度寻迹器”的作用。不同的是，这种方法不只是找出一条或几条等密度曲线，而是按灰度级把一整幅图象的等密度区域用不同的色彩定性或定量地标出。色彩与黑白图象所显示的某一物理量的关系，由获得黑白照片的光学显示方法决定。有些光学显示方法可从底片上光密度的变化分布定量地得出某物理参数的变化分布，但许多光学方法都存在困难。然而，由于人眼对色彩的辨别能力强于对灰度变化的分辨能力，并且伪彩色编码使图象不仅色彩醒目，而且对图象还起到“加强”作用，因此，这种处理方法有许多应用。如对 X 光照象底片进行伪彩色编码，对于判读底片，做出诊断的均有较高的实用价

值。在本实验中,探测元件使用光纤和光电管,当探测元件换用不同的探针传感器,如热线探针,皮托管,压力探针,单通道激光流速计等,这种方法便可用于流场中流动参数的扫描探测及彩色图象图示。彩图上的色彩可直接对应某一流动参数的变化分布,是一种新型的流动显示方法。因此,这种方法在力学实验与研究及工业上自动测量、显示等诸方面都可有广泛应用。

参 考 文 献

- [1] Winkelmann, A.E., Tsao, C.P., Flow Visualization using computer generated color video displays of flow field survey data, Third International Symposium on Flow Visualization, Sep. 6—9, 1983.
- [2] Balint, J.L., Ayrault, M., Schon, J.P., Quantitative investigation of the velocity and concentration fields of turbulent flows Combining visualization and image processing, *ibid.*
- [3] Sakata, K., Shindoh, S., Yanagi, R., Experiment flow analysis with computer graphics, *ibid.*
- [4] 邵传和, 陈峰, 邱玉鑫, 4米×3米低速风洞流场压力彩色图象显示技术, 第二届全国流动显示学术会议论文集, 1986年10月。
- [5] 李秉业, 计算机形成彩色图象流动显示技术, 第二届全国流动显示学术会议论文集, 1986年10月。

Computer Aid Color Video Displays of Survey Data

Xie Jingchang

(Institute of Mechanics)

Abstract Being a new technique, the computer aid color video display has its wide application. It can be used in automatic measurements and to display the experimental data such as pressure, temperature, velocity etc. As an example, the experiment on black and white image pseudo color coding is described. The experimental method and instruments used are discussed. In addition, applications of this technique in flow visualization and other fields are also presented.

Key words pseudo color coding, digital pattern processing, color video display.