

激光显示技术中行扫描同步的新方案*

胡居广¹, 董志彪¹, 孙秀泉²

(1 深圳大学师范学院, 深圳 518060)

(2 深圳大学工程技术学院, 深圳 518060)

摘要: 讨论了激光显示系统的基本原理, 分析了传统的行扫描同步中增量式编码器的优缺点, 提出了利用转镜实时定位系统代替增量式编码器的新方案, 此方案具有实时准确、对电机无负载、成本低等优点。

关键词: 激光显示系统; 同步扫描; 增量式编码器; 实时定位系统

中图分类号: TN911.74

文献标识码: A

文章编号: 1004-4213(2007)01-0018-3

0 引言

随着新材料及技术的出现, 显示技术发展日新月异, 20 世纪初期, CRT 的出现带来了第一次显示技术革命, 而平板显示 (PTF) 的出现带来了第二次革命, 平板显示主要包括: 液晶显示 (LCD)、彩色等离子显示 (PDP)、发光管阵列 (LED) 以及真空微电子显示 (FED) 等, 激光显示技术是一种新型显示技术^[1-6], 最先使用的光源是气体激光器, 如: He-Ne、氩离子、氦离子和铜蒸气激光器等^[1], 分别辐射红、蓝、绿色激光实现全彩色激光投影显示, 但气体激光器有效率低, 体积大等缺点, 激光二极管泵浦的全固态激光器通过频率变换也可获得红、绿、蓝光辐射, 输出功率可达数十瓦, 甚至数百瓦, 全固态激光器效率高, 稳定性好, 结构紧凑, 这些优点极有利于投影显示, 激光技术的不断发展, 为人们研究和开发激光显示技术奠定了基础。

激光显示技术之所以越来越受到人们的重视, 主要是由于激光的特点所决定的, 激光的色彩饱和度高、分辨率高、方向性好便于用计算机控制, 能显示出应时景的主题内容和艳丽奇特的效果魅力, 其应用的场合非常广泛, 如城市建设、舞台灯光、运动场、广告业以及军事领域等。

显示系统中扫描的同步问题是系统的关键^[7], 利用机械反射镜进行激光扫描时, 同步问题尤其重要, 本文在分析了传统的用增量式编码器^[8]进行同步的基础上, 提出了利用转镜实时定位系统代替增量式编码器的新方案。

1 激光显示原理

目前, 激光显示系统一般由视频信号处理系统、

转镜-振镜扫描系统、激光光源以及光强调制器等构成, 如图 1 为激光显示系统的结构示意图。

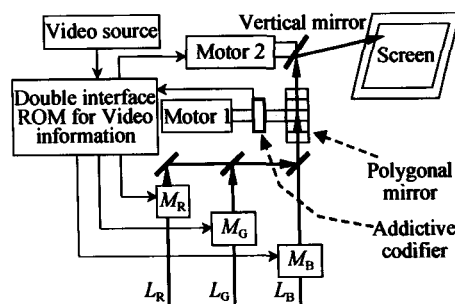


图 1 激光显示系统结构

Fig. 1 Schematic diagram of laser display system

首先, 视频信号进入双口 ROM 视频信号缓存系统中被储存起来, 电机 1 在转动的过程中, 通过增量式编码器确定转镜的棱的位置, 对应每条棱产生一个脉冲, 脉冲序列被输送到视频缓存处理系统, 系统在脉冲的触发下发出两套指令, 一套指令传递给振镜电机 2 驱动振镜摆动, 一套指令传递给红 (L_R)、绿 (L_G)、蓝 (L_B) 三束激光光路中的调制器 M_R 、 M_G 、 M_B , 对光强进行调制, 最后通过转镜和振镜的两次反射进行二维扫描, 在屏幕上显示出图像^[1-2]。这就是激光投影显示的基本原理, 下面详细讨论激光在转镜-振镜扫描系统中被反射的情况, 示意图如图 2。

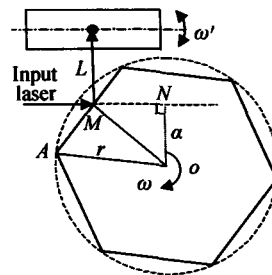


图 2 转镜-振镜二维扫描系统

Fig. 2 Schematic diagram of polygonal mirror and vertical mirror two-dimension scanner system

* 深圳大学科研启动基金 (200532) 资助

Tel: 0755-26536053 Email: hujuguang@sina.com

收稿日期: 2005-08-30

在图 2 中,转镜以正六边形代替,入射光方向与振镜的转轴平行,与振镜转轴间的距离为 L . 转镜面数为 n ,半径 $AO=r$. 转镜以转速 ω 绕垂直纸面过 O 点的转轴旋转,转镜各面将入射的激光束反射到振镜上,即光斑在振镜上高速来回移动,从而实现水平扫描,同时振镜绕其转轴往复摆动以实现垂直扫描,图中,虚线圆为多边形的外接圆, a 为光线方向到轴心 O 的距离, a 的大小可通过调整光束位置高低来改变. 当光线在转镜镜面中心 M 点被反射,反射光线和入射方向垂直,也就是和振镜的转轴垂直时,系统的空间布局比较简单,此时三角形 MNO 为等腰直角三角形,可得

$$a = [r \cdot \cos(180^\circ/n)]/\sqrt{2} \quad (1)$$

PAL 电视制式中,行频为 15625Hz,由此可得转镜的转速 ω 与面数 n 间的关系为

$$\omega = \frac{15625 \times 60}{n} (\text{rpm}) \quad (2)$$

其中 $n \geq 3$. 可见面数越少转速越高,但过高的转速对电机的要求高,对所用材料的机械强度的要求也高,同时由于棱角小,风阻大,会造成“啸叫”等问题,所以实际使用的转镜一般都多于 6 个反射面,转镜的每个反射面长度为: $l = 2r \sin\pi/n$. 可见如果半径确定,面数越多转镜反射面长度就越短,然而面数增多会增加加工难度,而且反射面尺寸也不能太小,否则入射光束直径也必须很小,就增加了光束整形的难度,使系统变得复杂,以上两方面情况表明多面体的面数必须选择适当,才能达到最好的效果^[6]. 本文选择了 40 个面的转镜来研究.

2 转镜扫描的同步

2.1 增量式编码器

传统方法是用增量式编码器来确定当前反射面位置的. 所谓增量式编码器,是一种测量设备转动的传感器,它与一些机械转换设备如齿轮传动等设备配合实现测量,增量式编码器同样也能用于测量线形位移,编码器根据位置的变化产生表示位移增量的编码器脉冲信号.

根据检测原理增量式编码器还可分为光学式、磁式、感应式和电容式. 由于光电编码器具有分辨率高、响应速度快和输出稳定等特点,所以在电机伺服系统中得到了广泛的应用.

光电增量式编码器工作原理如图 3,在圆盘上有规则地刻有透光和不透光的线条,在圆盘两侧,安放发光元件和光敏元件,当圆盘旋转时,光敏元件接收的光通量随透光线条同步变化,光敏元件输出波形经过整形后变为脉冲,码盘上有 Z 相标志,每转

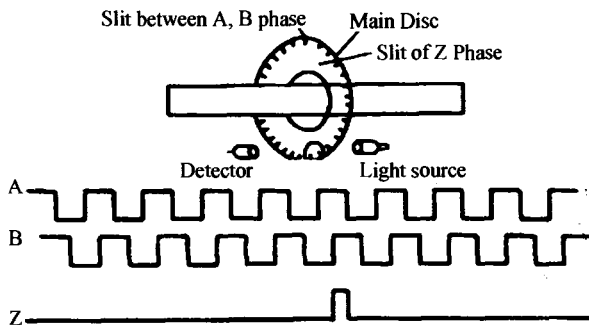


图 3 光电编码器结构示意图及输出波形
Fig. 3 Schematic diagram of structure of opto-electrical codifier and output pulse

一圈输出一个脉冲. 此外,为判断旋转方向,码盘还可提供相位相差 90° 的两路脉冲信号.

显然,每转一圈输出一个脉冲信号并不能满足需要,因为棱镜有 40 条棱,所以把每圈一个脉冲信号通过倍频成为 40 个脉冲信号,在理想情况下,每一个信号就对应一条棱的位置.

然而,实验表明这种方式有如下缺点:

- 1) 由于增量式编码器直接安置在电机上,增加了系统的转动惯量,从而增加了电机的负荷;
- 2) 更明显的缺点是,由于棱镜的加工误差等各种不可避免的因素,每一个面对应的角度不可能准确是 9° ,即 40 个棱并不是严格均匀分布在圆周上,所以,由脉冲信号进行 40 倍频的方式给出每一条棱的位置,并不是准确的位置,这样会造成扫描误差,致使图像发生畸变.

2.2 转镜实时定位系统

基于上述分析,作者提出了确定转镜棱的位置的新方案,图 4 在转镜旁边增加一束定位激光和两

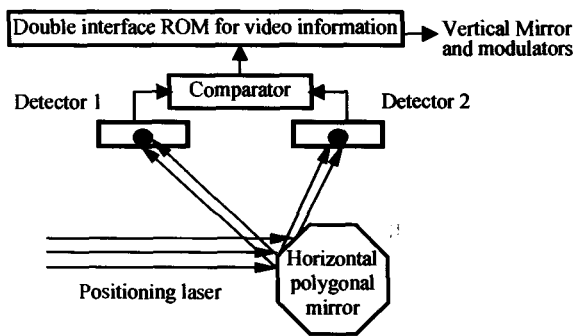


图 4 转镜实时定位系统新方案示意图
Fig. 4 Schematic diagram of real-time positional system for horizontal polygonal mirror

个光电接收器,光电接收器将光功率转化为电信号,输入到比较器. 由比较器输出的脉冲控制视频缓存信号的输出.

当激光束照射到转镜的棱角处时,由于转镜的棱角远比激光束宽度小,激光束会被转镜的棱角分成两部分,形成两个光斑,假如转镜是顺时针方向转

动,则在探测器上的左光斑的亮度的由弱变强,而右光斑则是由强变弱.当两个光电探测器显示的电压(电流)值相同时,就表明左右两个光斑的亮度相等,激光被相邻的两个反射面平分,这个时候输出的脉冲信号,就是当前棱的位置信号,也就确定了当前反射面的方位,表示行扫描的起始时刻.利用此脉冲序列读取双口ROM视频信号缓存器中存放的行频信号,来驱动RGB激光调制器实现彩色调制,同时驱动振镜摆动实现帧扫描,从而实现了图像信号与扫描系统的同步.

3 结论

本文介绍了激光显示系统的基本原理,分析了传统的行扫描同步中增量式编码器的优缺点,提出了利用转镜实时定位系统代替增量式编码器的新方案.此方案具有实时准确、对电机无负载、成本低等优点.

参考文献

- [1] HU Ju-guang. Research on the key technologies of large-area real-color laser display with all-solid state lasers [D]. *Dissertation of Tianjin University*, 2004. 胡居广. 大屏幕真彩色全固态激光显示系统关键技术研究[D]. 天津大学博士论文, 2004.
- [2] ZHU Lin-quan, ZHU Su-lei, HONG Zhi-gang. Large screen and full color laser projection technology [J]. *Journal of Basic Science and Engineering*, 2004, 12(4): 429-434. 朱林泉, 朱苏磊, 洪志刚. 大屏幕全彩色激光投影技术[J]. *应用基础与工程科学学报*, 2004, 12(4): 429-434.
- [3] YAO Ai-yun, HOU Wei, LIN XUE-chun, et al. The projection display experiment in large screen by three primary colors from all solid state laser[J]. *Physics*, 2004, 33(2): 133-136. 姚爱云, 侯玮, 林学春, 等. 全固态三基色激光大屏幕投影显示实验[J]. *物理*, 2004, 33(2): 133-136.
- [4] LU Qiong. The design and application of laser display system [J]. *Art and Technology*, 2001, 3: 8-11. 陆琼. 激光显示系统的设计与实现[J]. *艺术科技*, 2001, 3: 8-11.
- [5] MIAO Yong-ping, LIU Yong-zhi. Research on two-dimensional laser raster scanning display [J]. *Optics and Photoelectric Technology*, 2004, 2(1): 50-53. 苗永平, 刘永智. 激光二维扫描显示技术的研究[J]. *光学与光电技术*, 2004, 2(1): 50-53.
- [6] LIU Wen-xue, WANG Tao, YAO Jian-quan. Design and study on the laser television high speed scanning system [J]. *Journal of lasers*, 2003, 24(5): 75-77. 刘文学, 王涛, 姚建铨. 激光电视高速扫描系统的设计与研究[J]. *激光杂志*, 2003, 24(5): 75-77.
- [7] TANG Yun-gang, CAO Jian-zhong, LI Bian-xia, et al. The high speed synchronous camera control system [J]. *Acta Photonica Sinica*, 2004, 33(8): 1021-1024. 唐运刚, 曹剑中, 李变侠, 等. 一种高速摄影机同步控制系统[J]. *光子学报*, 2004, 33(8): 1021-1024.
- [8] LUO Chang-zhou, SUN Yan, GAO Li-ming, et al. Virtual absolute optical encoder [J]. *Acta Photonica Sinica*, 2003, 32(5): 628-631. 罗长洲, 孙岩, 高立民, 等. 准绝对式光学编码器[J]. *光子学报*, 2003, 32(5): 628-631.
- [9] LI Jing-zhen, TAN Xian-xiang, GONG Xiang-dong, et al. Studying on time information parameters of ultra-high speed framing photography with rotating mirror [J]. *Acta Photonica Sinica*, 2004, 33(7): 854-858. 李景镇, 谭显祥, 龚向东, 等. 超高速转镜分幅摄影时间信息参数测量的研究[J]. *光子学报*, 2004, 33(7): 854-858.

New Method of the Synchronization in Horizontal Scanning of Laser Display Technology

HU Ju-guang¹, DONG Zhi-biao¹, SUN Xiu-quan²

(1 Normal College, Shenzhen University, Shenzhen 518060, China)

(2 College of Engineering and Technology, Shenzhen University, Shenzhen 518060, China)

Received date: 2005-08-30

Abstract: Laser display technology (LDT) is a novel display technology. The principle of LDT is presented. The advantages and flaws of additive codifier used in traditional scanner are analyzed. New method of synchronization in horizontal scanning is presented using polygonal real-time positioning system as alternative of additive codifier. The new system has the advantages of real time, high precision, non-load to the motor and low cost, etc.

Key words: Laser display technology; Synchronous scanning; Additive codifier; Real-time positioning system

HU Ju-guang: was born in Jiangsu Province, China on July 17, 1973. He received his M. S. degree from Shandong University in 1999, and Ph. D degree from Tianjin University in 2004. Now he works in applied physics department, school of physics science, Shenzhen University. His major interests include laser technologies and their applications.