

激光大屏幕彩色电视

上海交通大学物理教研组

一、概述

激光大屏幕彩色电视是一种激光显示技术。显示的目的,就是要将各种信号按规定的形式表现出来。对显示系统的要求,主要就是能清晰、及时地将各种复杂的信号形象如实地反映出来。随着科学技术和军事工业的发展,进一步提出了要求增大显示屏幕的尺寸,能同时容纳较多的人观看,以便于迅速正确地分析和判断出现的各种情况,可及时地采取相应措施。所以大屏幕显示技术的研究,引起了各有关方面的重视。激光大屏幕显示就是一种很重要的大屏幕显示技术。它是由激光束通过调制与偏转器直接扫描在屏幕上,因而可实现大屏幕显示,又因激光的单色性好,可以实现彩色显示。

激光大屏幕显示系统可显示各种信号,如雷达、计算机、红外探测器、工业摄象机、广播电视等各类信号,因而其应用范围较广,如可供军事战略指挥系统、机场、港口等监控指挥中心,飞机模拟试验,以及科学研究、教育等领域使用。

二、基本原理

由激光器发出的激光束,经过电光调制器(调制器受需显示的信号控制),使光束的强度随信号变化而变化,成为调制光束,再经

偏转器,将此光束扫描到显示屏上,就呈现出信号的图象。其原理图如下:

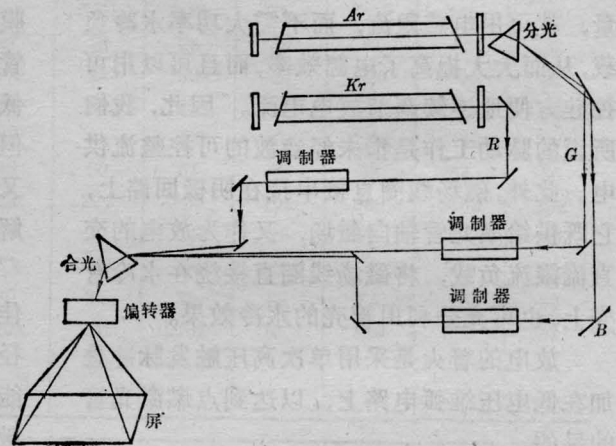


图1 激光大屏幕彩色电视光路示意图

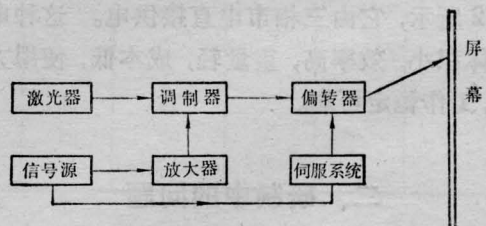


图2 激光大屏幕彩色电视原理示意图

三、主要性能指标

- 画面大小: 透射式屏幕 $2.0 \times 1.5 \text{ 米}^2$
反射式屏幕 $3.2 \times 2.4 \text{ 米}^2$
(屏幕为塑料玻璃微粒珠屏)
- 清晰度: 水平 400~450 电视线
垂直 300~350 电视线

灰 度: 8 级
总消耗功率: 35 千瓦

四、主要部件

1. 激光器

由氩离子(Ar^+)连续激光器提供 4880 埃(蓝)和 5145 埃(绿)两条谱线, 氪离子(Kr^+)连续激光器提供 6471 埃(红)谱线, 此三条谱线作为合成彩色的三基色。

放电管主要参数

类型	放电管		输出功率(瓦) ($R=1.5$ 米共焦腔, 放电电流 35 安)	光束发散角 (毫弧度)
	长 (毫米)	孔径 (毫米)		
Ar^+	800	3.5	5.5 ($R=3$ 米, ∞ 时, 输出 功率为 1 瓦左右)	在 $R=3.0$ 米, ∞ 时, ≤ 1
Kr^+	900	3.5	1.0	~ 2

激光电源: 由放电电源、磁场电源和灯丝电源等组成。

(1) 放电电源: 由三相 380 伏桥式整流得 500 伏直流电, 经阻容 π 型滤波加在激光管的二极, 放电电路见图 3, 其中电阻采用电加热器(用水冷)经组合成可变电阻, 以改变放电电流数值。气体放电采用高频高压双脉冲氩灯触发器(SFH)串接在电路中直接触发。

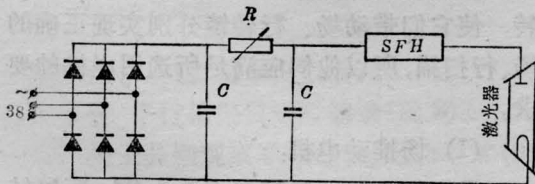


图 3 放电电路示意图

(2) 磁场电源: 直接从上述三相桥式整流电源引出, 其磁场电流和磁场大小由计算确定。

(3) 灯丝电源: 由变压器降压成 12 伏, 由于灯丝加热过程中电阻值由小变大发生变化, 所以其电流值不可能立即达到规定的 30

安要求, 现用一延时装置在灯丝温度大致稳定时, 使电流加到 30 安, 从而省去调压变压器或其他调整装置。

2. 调制器

它利用晶体的线性电光效应, 晶体的光学性质(主要是折射率)随电场强度变化而改变。在光通过电光晶体时, 由于电场作用, 产生感应电致双折射, 光束分成偏振方向相互垂直的 o 光和 e 光, 折射率 n_o 随电场大小的变化而变化, 引起 o 、 e 光束有一位相差, 在它们通过检偏振器时, 发生干涉, 其输出光强就取决于电场的大小, 从而获得了光束的振幅调制。本系统采用电场方向和通光方向垂直的横向电光调制器, 并采用二块晶体方法对自然双折射和温度进行补偿。电光晶体材料采用 KDP、KD*P、LiTaO₃。

调制器主要参数(KDP、KD*P 浸在硅油中)见表下:

名称	切割方式	长度 (毫米)	截面 (毫米 ²)	透 过 率	半 波 电 压	消 光 比	电 容 (微法)	绝 缘 电 阻
KDP	45° z 轴 切割	2×90	2.5×4	85 ? 90%	200 ? 250伏	>50:1	95	>150 兆欧
KD*P	45° z 轴 切割	2×40	2.2×3	90%	200伏	>80:1	65	>150 兆欧
LiTaO ₃	正在试验, 参数尚未测定							

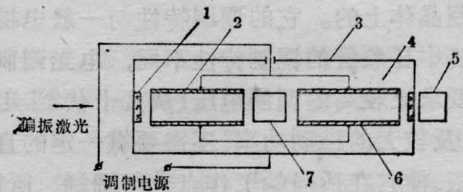


图 4 调制器结构示意图

1—窗片; 2—晶体; 3—外壳; 4—中间充硅油;
5—检偏器; 6—晶体 ; 7—半波片

3. 偏转器

光束偏转器的作用就是将经调制后的光束正确地扫描到屏幕上, 并将信号显示出来。对于激光电视, 就是将几十万个经图象信号

调制的光点(也称象元),按电视场、行扫描方式,整齐地排列形成图象。在激光显示技术中,光束偏转可通过多种技术实现,如有较成熟的旋转多面体(转镜)扫描、电流计反射镜—振镜扫描等,是属于机械偏转方法;另有声光偏转、电光偏转等属于电控偏转方法。本系统采用由同步电机驱动的旋转多面体扫描(多面体材料采用K₉玻璃,表面经抛光后,再镀铝膜层以提高反射率),为了实现电视的矩阵扫描,必须考虑模拟电视的行、场扫描制式,我国现规定行扫描频率为15625赫,场扫描频率为50赫,行、场扫描的纵横比为3:4。综合上述诸因素,本系统的场、行扫描用的多面体规格如下:

类型	面数	扫描张角	直径φ(毫米)	厚(毫米)
场	24	30°	100	40
行	16	45°	30	8

由于玻璃多面体(转镜)在加工过程中,角度分割和反射面与轴平行度总有一定误差(一般称为角差和塔差),将影响扫描光栅节距的均匀性,从而降低图象质量。经试验可引用适当的柱面透镜进行补偿,可得到显著的改善。

4. 视频处理和放大

激光显示系统中,视频信号是加在电光调制晶体上的。它的调制特性与一般电视接收机中显象管的调制特性不同,电光调制器还要求比较高的调制电压(从几十伏到几百伏)及较大的推动功率,还需要有一定的直流偏压,使它在适当的工作点进行调制。所以,需要将一般的电视信号进行处理和放大。

(1) 视频处理:包括灰度校正和黑白电平调节两部分。

因调制器的光强和调制电压的变化符合正弦平方曲线,所以在输入信号幅度较大或为了求得较大的对比度时,将应用该曲线的非线性部分,从而引起信号失真,影响灰度,

使图象层次模糊。为此须将信号进行处理即灰度校正,又因原电视信号为适应显象管而进行的灰度校正不适合激光显示系统,所以除原有校正外还需校正。

由于信号在传输过程中,容易损失直流分量,为了恢复直流分量,须加上箝位电路,利用黑白电平调节,这样就能把图象信号的幅度最大与最小分辨出来。

(2) 视频放大:一方面要保证信号有较宽的频带(6兆赫),一方面又要能推动调制器,所以要求有较大的功率输出,按上述调制器要求,放大器主要指标为:

输出电压幅度:200~250伏;频宽:≥6兆赫

输出功率:每路均大于150瓦。

考虑现有元件的性能,为满足上述要求,采用四级晶体管组成前置放大,再由4×Fu50进行功放,满足上述指标。

方框图如下:

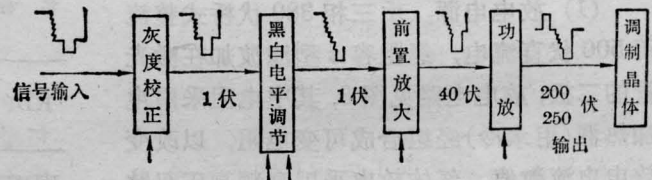


图 5

5. 场、行推动和行伺服系统

场、行推动级任务是使场、行电机正常运转,使它们带动场、行转镜分别实现正确的场、行扫描,所以他们应满足所选用电机的要求。

(1) 场推动电机:

因场频是50赫,转镜面数为24,所以转镜速度要求为 $N=125$ 转/分,转速这样低的电机较难选择,所以采用磁滞同步电机,转速为750转/分。通过齿轮变速达到上述转速(齿轮速比为6:1)。

场电机指标为: 额定电压 220 伏
频率 50 赫
额定功率 3.5 瓦

转速 750 转/分

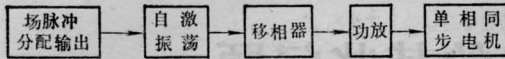


图 6 场推动电路方框图

自激振荡是在无电视信号输入时，自激振荡产生场频(稍小于 50 赫)作为场扫描的信号。

移相器是使场转镜扫描起始点与电视台扫描起始点相同，反映在图象上就是移动场消隐的位置。

(2) 行推动电机:

行电机采用磁滞同步电机，其主要指标如下:

额定电压: 三相 127 伏; 转速 6 万转/分

额定电流: 1 安; 最大同步力矩 90 克·厘米

额定功率: 50 瓦。

电源要求: 三相方波推动，输出电压 260~280 伏，频率 1000 赫。

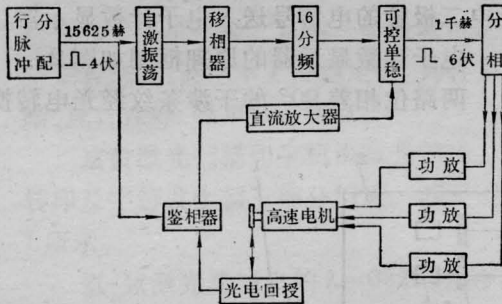


图 7 行推动电源方框图

自激振荡和移相器的作用同场推动。

16 分频是将 15625 赫行频变换成 1000 赫，以满足行转镜要求。

(3) 行伺服系统:

在实际使用中，高速电机的运转总不会完全均匀，这将使光束扫描的初位相与电视图象信号中行同步信号的位相有差异，导致图象在水平方向发生抖动，影响图象质量，所以由伺服电路来补偿此误差。光电回授装置

从行转镜上取回计数信号，将此光电计数脉冲和原有的行同步信号同时输入鉴相器，以比较它们的位相差，若无位相差，鉴相器输出为 0。若有位相差，鉴相器输出反映正、负误差的电压，送入可控单稳级，去补偿误差。例如：电机转速大了，则光电脉冲的初位相超前，鉴相器就输出负的误差电压，输入可控单稳，使它输出的 1 赫方波位相滞后，以补偿超前的数值，从而使电机转速回复正常数值。

五、结 束 语

激光大屏幕彩色电视研制是在原会战组同志努力的基础上，是在上海灯泡一厂、上海硅酸盐研究所的共同努力下，在上海光学元件厂、上海微型轴承厂、上海光学仪器修配厂等单位的大力支持下取得的，是社会主义大协作的产物。

激光大屏幕彩色电视，是激光大屏幕显示技术的一种试验，就彩色电视要求而言，还有一些差距，如图象亮度因受激光器件输出功率及光学系统效率的限制，还不能满足观众的要求；由于部分器件加工精度不够引起图象在垂直方向略有抖动(现已在进行新方案试验)；彩色合成由于时间仓促，尚未调配确当；分辨率还不够等等。就大屏幕显示技术的要求来看，也存在差距，特别是顺序扫描方式不能适应多种需要。为此，我们将开展随机扫描的研究，并提高目前的顺序扫描。激光器件寿命也不能满足要求，上灯一厂已准备进一步提高激光器件的输出功率和寿命，以提高这一显示技术的实用价值。

激光大屏幕显示技术是一个正在迅速发展的高新技术，已日益受到各方面的重视，我们将在兄弟单位的协助下，加速研制步伐，使这一新技术尽快地为我国四个现代化服务，为早日实现伟大领袖毛主席提出的宏愿贡献一分力量。