

文章序号: 1001-2486 (2000) 02-0046-04

通用图像显示控制技术研究*

余理富, 胡亚华, 卢力

(国防科技大学电子科学与工程学院, 长沙, 410073)

摘要: 通用图像显示控制技术的任务是完成信息管理与显示。本文分析了原有设备的不足之处, 提出了新型显示控制台的功能与技术指标及其系统结构, 重点对视频带宽和隔离度展开了详细地讨论, 最后对新一代图象显示技术的研究目标进行了预测。

关键词: 图象显控; 带宽; 隔离度; 视频

中国分类号: TN40.57 **文献标识码:** A

The Research on Technology of the Universal Console Displaying Image

YU Li-fu, HU Ya-hua, LU Li

(College of Electronic Science and Engineering, National Univ. of Defense Technology, Changsha 410073, China)

Abstract: The universal console of image displaying (UCID) is used to manage and display information. The functions, specifications and system configure of a new UCID are designed after analyzing the limits of primary console. Moreover, the video bandwidth and crosstalk isolation are described in detail. Finally, the goal of the research on a generation of UCID is forecasted.

Key words: Console Displaying image (CDI); Bandwidth; Cross-Talk Isolation; Video

笔者在本刊 1995 年第一期曾发表了《视频综合控制台设计》^[1]。该控制台的视频开关矩阵容量为 8×4 , 视频通道带宽 120MHz, 抗交叉串扰隔离度 -50 dB (100 MHz), 显示器行频自动跟踪范围 15KHz ~ 66KHz。此项技术在当时是先进的, 在指挥控制、办公自动化等领域获得了较好的应用。

随着技术的进步, 使用要求不断提高, 上述技术已不能适应。主要体现在切换矩阵指标低; 无计算机接口; 不能分组切换和程序切换。显示器同步范围也不够, 低端 15 KHz ~ 30 KHz 的低分辨率信号现在一般都不使用, 而 66KHz 以上的高分辨率信号又不能同步。矩阵开关采用继电器, 电路采用分立元件, 可靠性不高。此外, 没有电磁兼容措施, 安全性也不好。

为了适应我国现代化建设的需要, 提高航空航天、指挥控制、通信、铁路交通等领域的自动化指挥决策水平, 我们开展了通用图像显示控制技术研究。下面对通用显示控制台(以下简称显控台)的技术性能、系统结构、关键技术等问题进行详细叙述。

1 系统功能与技术指标

考虑到系统的通用性, 显控台应具有以下功能:

- (1) 图像显示: 显示标准电视图像和计算机、工作站产生的视频信号。
- (2) 图像处理: 图像编辑、字幕与台标迭加、数据压缩/解压缩、音像合成、记录/放送、扫描转换和多画面综合显示等。
- (3) 切换控制: 从众多的视频信息源中有选择地输出给各个显示设备。
- (4) 循环监视: 对输入和输出信号按顺序循环显示; 循环顺序可修改定义; 循环时间 1 ~ 99s 可选; 无效输入自动跳过。

* 收稿日期: 1999-09-19
基金项目: 航天国家重点工程项目资助
作者简介: 余理富 (1945-), 男, 教授。

(5) 系统监控: 定时报告系统工作状态; 实时查询工作情况。

(6) 其他功能: 通过网络实现互联互通;
经过标准接口实现声控、光控、云台控制等功能。

上述功能中, (1) 和 (3) 项是显控台的基本功能, 其余几项可作为选件、按需要选择相应的模块集成在系统中。

系统的主要技术指标如下:

- (1) 信号类型: 标准电视 (PAL、NTSC、SECAM) 视频信号;
计算机、工作站生成的 RGBHV/RGBS/RGSB 信号。
- (2) 显示器: 显示屏幕 51cm 对角线、彩色、0.28 mm 点距、防眩;
分辨率 1280 × 1024 (逐行);
同步范围 水平扫描频率 30 kHz ~ 82 kHz, 自动跟踪;
垂直扫描频率 45 Hz ~ 110 Hz, 自动跟踪。
视频带宽 110 MHz (-3 db)
- (3) 切换器: 容量 4 × 2、8 × 4、8 × 8、16 × 8
切换信号 RGBHV/RGBS/RGSB/VIDEO&AUDIO
切换方式 人工面板切换、计算机键盘切换、程序自动切换、远程切换、分组切换、循环切换
- I/O 重构 视频输入/输出端口可定义, 即一个 $i \times j$ 矩阵可重新定义为 $(i \pm m) \times (j \pm m)$ 矩阵, 其中 $m < \max(i, j)$ 。
- 级联 多个 8 × 8 通用矩阵加上输入分配器和输出选择器可级联成 (16 ~ 32) × 8、8 × (16 ~ 32) 不同容量的矩阵。
- 视频带宽 180 MHz (-3 dB)
隔离度 -50 dB (100 MHz)
可靠性 MTBF 20000 h
控制接口 RS-232 RS-422
电磁兼容 符合 GJB151 A3 类标准。

2 系统结构

显控台基本功能部分的系统结构如图 1 所示。信息源包括音视频 (Audio & Video, 简记为 AV) 信号和来自工作站、微计算机的 RGBHV/RGBS/RGSB 信号。显示器有投影大屏幕、台式 CRT、发光二极管矩阵屏和液晶显示器 (LCD) 等, 视不同的应用场合可配置几台到几十台。各种视频信息通过视频控制与切换传送到各个显示器上, 提供给指挥员、调度员、参谋人员或观众。系统控制既可在操作面板界面上实现, 也可在控制微机的屏幕上进行, 或通过远程接口实现远距离控制。其他功能按实际需要选择相应的软件和硬件功能模块, 集成在控制微机中实现。

例如系统监控通过控制微机的标准串行接口与监控台相连, 在监控软件模块的支持下, 完成查询和报告功能; 又如在控制微机中装入适当的图像采集卡, 配以相应的非线性编辑软件包, 即可完成许多图像处理与编辑功能; 等等。

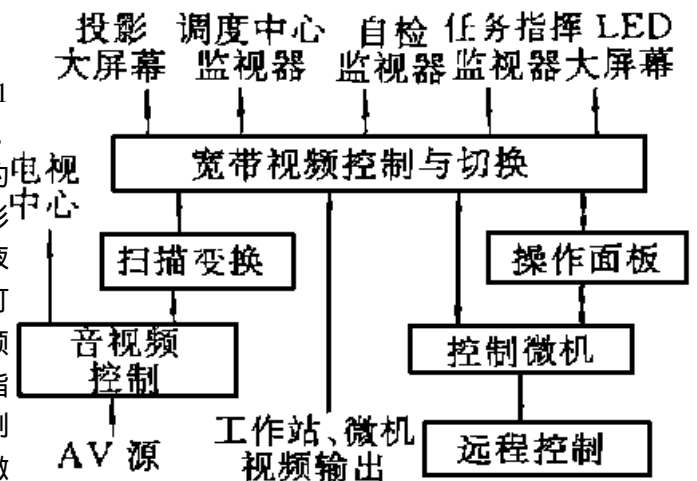


图 1 显控台系统基本结构框图

Fig. 1 The system configuration of the console displaying image

由于选用的显示器行频同步范围在 30 kHz 以上, 电视信号 (行频 15.625/15.75 KHz) 直接送给显示器不能同步。为此本系统设计了扫描转换器, 完成标准电视信号的解码和行频倍频, 将 PAL/NTSC/SECAM 视频信号变换成 31.25/31.5 kHz 的 RGBHV 信号后, 再送给宽带切换器, 与计算机、工作站的视频信号一起统一切换, 最后才送到显示器显示。这种方案的好处是: 便于选用流行的显示器; 行频加倍相当于图像清晰度得以提高; 消除了隔行扫描固有的行间闪烁和扰动等缺陷, 图像质量达到增强清晰度电视 (EDTV) 的水平。

图 1 只是一个显控台体系结构简图, 具体实现时还要根据不同场合接入一些分配器、选择器、长线驱动器等部件, 以适应各种应用系统的要求, 并保证最终显示的图像质量。

3 关键技术

图像显示控制系统的关键技术包括: 宽带视频切换与控制、扫描转换、长线驱动、电磁兼容和系统软件等。本文仅就带宽和隔离度两项最重要的技术指标来说明宽带视频切换与控制技术。

简单地说, 带宽就是一个频率范围, 准确地说是由半功率点 (-3 dB 点) 定义的上限和下限之间的频率带。无线电、声音、视频图像等信号都有一定的工作频率范围, 也就是说, 这些信号具有一定的带宽。对收音机和音视频设备而言, 通过信号的通路也有一定的工作频率范围, 这就是设备的通道带宽。频率在通道带宽范围内的信号可以通过, 频率在通道带宽范围外的信号被抑制。因此, 在设计这些设备的时候, 必须考虑哪些频率应当通过, 哪些频率要抑制。对显控台来说, 如果视频通道带宽过窄, 视频信号的高频成份被抑制, 使显示的字符、图形模糊或不稳定, 严重时不能识别和观看。但追求过高的带宽指标, 会使成本上升, 处理不好还会引起电路自激, 或者让不希望的干扰信号也串进来。

使用扫频仪或频谱分析仪可精确地测定信号与设备的带宽。对于视频系统而言, 更多的情况下是要估算各种扫描格式下视频信号的带宽, 从而确定系统设备的通道带宽要求。许多文献给出了在不同要求的条件下, 显示视频信号带宽的计算方法, 本文介绍三种常见的算法。

设系统输入的视频信号最高分辨率为 1280×1024 , 行频 $f_H = 64 \text{ kHz}$, 帧频 $f_v = 60 \text{ Hz}$, 像素点频 $P_m = 110 \text{ MHz}$, 显示一个点的时钟周期 $T_d = 9.1 \text{ ns}$ 。

第一种方法是以视频信号的最高频率来计算其带宽, 如图 2 所示^[2], 显示一明一暗的竖线条时视频信号的频率为最高。很容易求得 $f_{\max} = 55 \text{ MHz}$, 即这种信号的带宽 $BW = 55 \text{ MHz}$ 。考虑到系统中除切换器而外, 还要连入分配器、选择器、显示器以及电缆等等, 经过每一个部件后信号的带宽都有一定的损失, 最后系统输出信号的带宽可按下式精确求得:

$$\frac{1}{f_{\text{out}}^2} = \frac{1}{f_{\text{in}}^2} + \frac{1}{f_1^2} + \frac{1}{f_2^2} + \dots + \frac{1}{f_n^2} \quad (1)$$

式中, f_{in} 和 f_{out} 分别为输入和输出信号的带宽 (或最高频率); f_1, f_2, \dots, f_n 为系统中每个设备的通道带宽。

公式 (1) 的计算显得麻烦, 工程上估算视频设备通道带宽的经验法则^[3]是: 使通道带宽为所控制信号带宽的 2~3 倍。故切换器的 RGB 通道带宽应大于 110 MHz。这是最低要求, 满足此要求的视频设备基本上可以使用。

由于视频信号具有脉冲特性, 所以第二种方法就是按脉冲信号的上升/下降时间 τ 值, 用下面的经典公式来计算信号的带宽 (BW):

$$BW = 0.35 / \tau \quad (2)$$

对于显示信号, 要求扫描时电子束中心达到象素点中心位置时, 视频信号的幅值达到规定的电平, 如图 2 所示。由图 2 显然有 $\tau = T_d / 2$, 于是可求得这一信号的带宽为

$$BW = 0.35 / (T_d / 2) = 77 \text{ MHz}$$

再按经验法则得到切换器 RGB 通道带宽应大于 150 MHz。

第三种方法^[3]是按下面的近似公式计算带宽:

$$BW = [(T_P \times V_i) / 2] 3 \quad (3)$$

式中, T_P 为显示像素总数, 在已知显示分辨率时, T_P 就是水平显示点数与垂直显示点数的乘积; V_i 为垂直扫描频率。

用式 (3) 计算上例信号的带宽约为 120 MHz。按经验法则切换器的带宽应达 240 MHz 以上。这是最高要求, 目前满足此要求的设备很少, 其价格相当高。

综上所述, 根据我国国情, 确定 180 MHz 的视频通道带宽是合理的, 并推荐以第二种方法来计算视频显示控制设备的带宽。

在系统设计时应注意连入系统的各个设备中, 带宽最窄的设备就是系统的“瓶颈”, 必须慎重选择。不能满足要求时应在分配器、选择器等设备中采用“峰化”电路或“提升”措施以减少信号通过系统时的带宽损失。

隔离度是宽带切换器的另一个重要指标, 用来表示系统抗御交叉串扰的能力。研究表明, 在同一显示屏上, 人眼视觉可觉察到 3% 的亮度差异, 相当于 -30 dB 的隔离度, 而 -45 dB 的隔离度相当于 0.56% 的噪音 (或串扰), 远低于 3%, 并有足够的余量, 因而人眼感觉不到串扰光点。

隔离度指标与串扰信号的频率有很大的关系, 20 MHz 以下很容易做到 50 dB 以上。常见的音视频切换器在 5~6 MHz 下可达 -70 dB ~ -90 dB。而宽带切换器控制的计算机视频信号一般都在 20 MHz 以上, 高分辨率显示信号可达 100 MHz 以上。加上输入信号又多, 每路信号又包含 RGB 和同步 (S/HV) 多种信号, 这些信号彼此之间都互为干扰源。采用集成开关元件时, 集成单元器件本身的高频隔离度就有限。尤其是具有 I/O 重构和循环监视功能的切换器, 在印制电路板布线时极易发生输入、输出信号线的交错, 产生它路输出信号返回来干扰本路输入信号的现象, 进一步增加了隔离度指标的实现难度。作者在查阅大量文献资料的基础上, 在电路设计和工艺上提出了一套高隔离度的设计方法, 例如所有视频信号线都按传输线设计并实现终端匹配、模拟和数字电源线及地线分离、限制印制线间距、避免过长的平行走线和线路过孔、实验了四层至七层印制板等等, 经过反复实验分析, 最后达到了 -45dB (100 MHz) 的隔离度指标。在无 I/O 重构和循环监视功能的切换器中达到了 -50dB (100MHz)。

4 结束语

随着技术的进步, 根据我国国情确定研制设备的功能与技术指标, 是系统设计者应当遵循的一个原则, 本文分析了通用图像显示控制台的功能性能、体系结构及其关键技术, 着重论述了带宽和隔离度两项指标, 并设计成功了通用显示控制台。该系统已在实验指挥、办公自动化和航空航天等领域使用。

图像显控的根本任务是完成信息管理和显示, 通过显示器来最大限度地传感器和处理器的信息传送给人们。因此, 图像显控技术的进一步发展将是研究人体科学、生理学、生物学、行为科学以及生物工程学的基础上, 开发新一代的人机接口, 即综合声、眼、脑、触觉等混合形态的接口, 以提高人的情况感知、生存能力和工作效能, 代替目前由显示器和控制板组装起来的显控台。这将是图像显控技术领域今后的研究目标。

参考文献

- [1] 余理富, 何智勇. 视频综合控制台设计. 国防科技大学学报, 1995. 3. Vol. 17 NO. 1.
- [2] 余理富, 孙茂印, 陈楚材. 计算机图形显示原理 (硬件). 国防科技大学出版社, 1991.
- [3] Extorn Electronics International Product Catalog, 1997/1998.

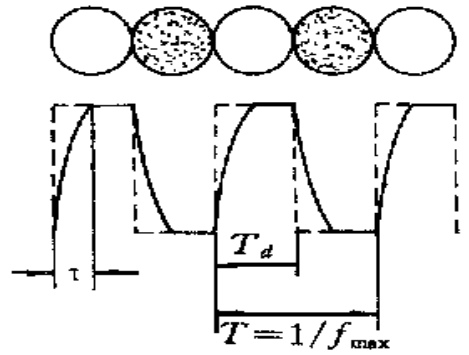


图 2 信号带宽计算示意图

Fig. 2 The figure about the bandwidth of the visev signal