

# 基于虚拟仪器的音视频处理板通用自动测试系统

作者：曹凌  
 职务：工程师  
 公司：TCL王牌电器（惠州）有限公司

**应用领域：** 产品测试

**挑战：** 将多种类型和格式的视频信号源、数据采集、仪器控制和信号切换等功能高度集成，通过软件对视频及其它信号进行分析和判断，大幅度提升测试效率，实现复杂测试过程的自动化、并行化和通用化。

**应用方案：** 使用NI公司的PXI平台和硬件模块，进行信号的产生、采集、切换和控制，使用NI的图形化编程软件LabVIEW进行测试过程的控制、数据的分析判断和用户界面的编写，配合可编程电源和并行测试方法，达成了灵活、自动化的测试系统。

**使用的产品：**

- LabVIEW 8.0
- PXI-1042 机箱
- PXI-8196 嵌入式控制器
- PXI-6541 数字波形发生器/分析仪
- PXI-5112 数字化仪
- PXI-2530 多路复用器/矩阵开关
- PXI-6259 M系列数据采集卡
- PXI-6515 工业数字I/O

**介绍：**

对于CRT电视音视频信号处理板，过去采用的传统仪器测试模式随着电视技术的发展，暴露出了效率低、可靠性差和检出率低等问题，因此急需设计一种新的测试系统来改善这些问题。新的测试系统利用NI虚拟仪器平台，选择适当的硬件模块对各种输入信号进行采集、对各种输出信号进行模拟；利用LabVIEW开发软件、对测试过程和步骤进行自动化控制、对测量数据进行分析 and 自动判断；最终显著地提高了测试效率、可靠性和检出率。

**正文：**

## 1. 音视频信号处理板的工作原理及测试系统要求

音视频信号处理板是CRT电视的小信号处理模块（下文简称为小信号板）。某型号的小信号板原理如图1所示。它对TV射频信号和各种类型的视频信号进行解码和处理，转换为适合显像管扫描的图像和同步信号；它提供一路Video Out视频输出信号供外部视频设备使用；它对音频输入信号进行切换和音效处理，送给扬声器和Audio Out音频输出接口。MCU通过I<sup>2</sup>C总线对各个模块进行控制，并通过遥控（IR）和按键（KEY）接口接收用户的操作指令。

根据小信号板的工作原理，对测试系统的基本要求如下：

- 1) 提供多路直流稳压电源，为小信号板提供工作电源。
- 2) 提供TV射频信号；提供Video, S-Video, YUV, VGA等模拟视频信号；提供HDMI数字音视频信号；提供模拟立体声音频信号。
- 3) 可模拟遥控和按键信号，对小信号板进行控制。

号板进行控制。

4) 提供行、场反馈信号，使小信号板工作于正常状态。

5) 可以采集多路直流信号和低频交流信号；可以采集和输出开关信号。

6) 可以同时采集3路视频信号。

## 2. 方案设计

根据原有测试系统的情况，希望新的测试方案能达到如下效果：

- 1) 高集成度，尽量减少占用空间。
- 2) 自动化，尽量减少人工因素的影响。
- 3) 通用性，可适应不同型号的小信号板，减少重复开发工作。
- 4) 高效率，单板测试时间尽可能的短，以适应生产节拍要求。
- 5) 高检出率，对关心的中间参数也可以进行测试，提高覆盖率。

通过测试要求分析，虚拟仪器技术十分符合方案要求，并且能够较好地达到方案预期的效果。NI公司有着丰富的虚拟仪器测试测量产品线，可以给我们提供较大的选择空间，LabVIEW是一个易学易用的软件，可以利用它快速地开

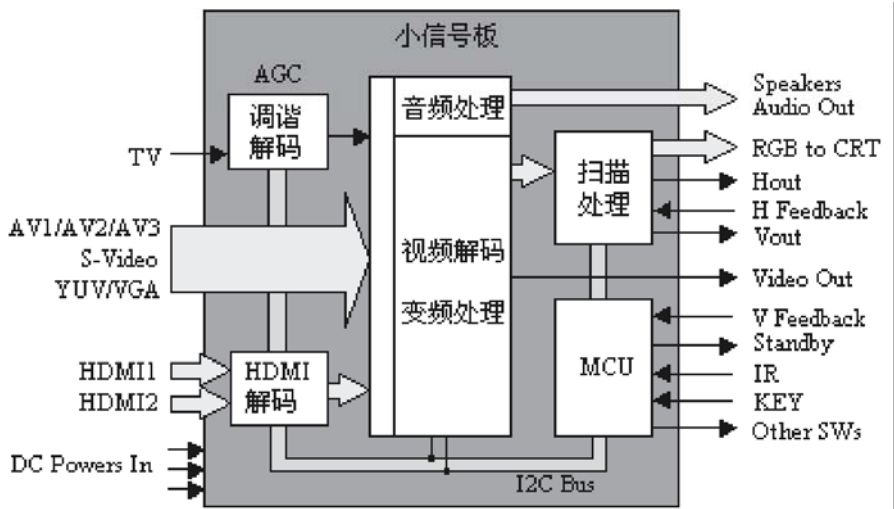


图1 小信号板工作原理

发出复杂、并行、有效并且易于操作的测试系统。因此我们决定选择NI公司的软硬件平台开发新的测试系统。总体方案设计如图2所示，其中：

可编程多路电源是在我公司之前开发的数控电源基础上重新设计而来，具3路可编程和3路固定电压输出，将这6路电压输出分配成两个独立的通道，可同时为两块小信号板供电。电源功率达到2X6X25W。输出电压范围为1.5-50V。另外增加了串口，可通过计算机对其编程，使其可为不同型号的小信号板提供电源。

TV射频信号由中央信号系统提供，模拟视频信号的产生由PXI-6541高速数字I/O和外围简单的编码电路构成。HDMI信号采用我公司现有的USB-HDMI模块，重新设计成具有4路输出的HDMI信号发生器，可同时供两块小信号板使用。

遥控信号由M系列DAQ卡PXI-6259的数字输出DO产生，按键信号由6259的模拟输出AO产生。

行反馈信号由6259的计数器Counter产生；场反馈信号则由场输出锯齿波整形后直接反馈回去。

对于直流、低频、开关信号等，都由6259来进行采集或产生处理。

3路视频采集由2块PXI-5112数字化仪来完成。

工业数字I/O模块PXI-6515完成电源通断和保护继电器的动作控制；继电器模块PXI-2530完成视频同步信号及其它信号的切换。

信号调理电路进行信号范围的变换，信号的保护、缓冲和接口转换等工作。

利用PXI-8196控制器提供的USB口连接扫描仪。利用串口对可编程电源的电压进行设置，利用网络接口连接局域网。

由于希望能够通用多种型号的小信号板，我们设计了一种通用的测试针床底座，通过插座将底座和针床的信号连接起来，当测试其它型号的小信号板时，只需要更换针床和调用相应的软件配置就可以了。

为了大幅提高测试效率，这里采用

了并行工作的思路，两块小信号板被同时测试，仅在测试RGB和Video时，由于数字化仪的数量限制，而采用了分步测试。

### 3. 关键模块软硬件的实现

1) 小信号板的驱动：要使小信号板进入正常工作状态，需要为其提供行、场反馈信号。

行输出是33K-34K的方波，行反馈信号是跟随其频率，且相位和占空比可调的方波。利用NI的M系列数据采集卡PXI-6259的计数器所具有的可重触发(retriggerable)特性，可以方便地生成行反馈信号。行输出信号作为触发信号对Counter进行触发，使之连续产生与触发

信号频率相同的脉冲信号，其前面板和程序如图3和图4所示。通过High ticks、low ticks和Idle Status的调整，可对脉冲波形的占空比和相位进行调整，从而实现了需要的行反馈信号。

因为小信号板对场反馈没有严格的相位和占空比要求，将场输出锯齿波经过简单的整形后即可作为场反馈信号使用。

2) 各种类型和格式的视频信号产生

对于PCB模块级的生产测试，不需要对图像参数进行调试，只需要简单的图像作为测试信号，例如彩条、方格和灰度等，这里我们采用彩条作为测试信号。

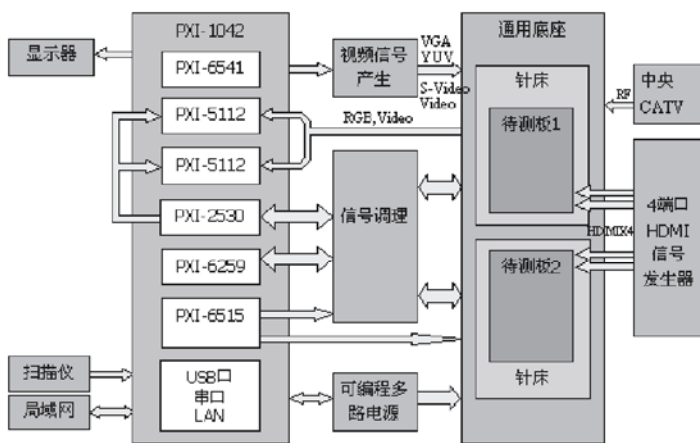


图2 总体方案框图

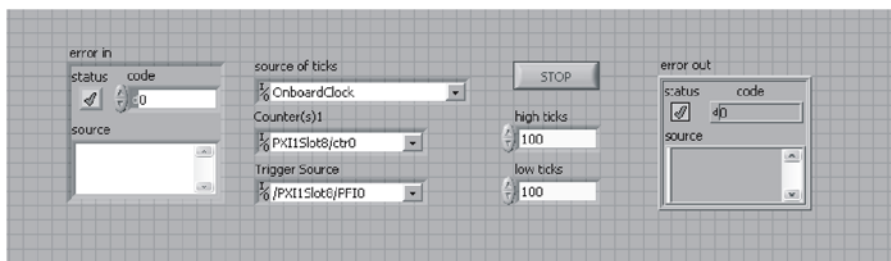


图3 行反馈产生前面板

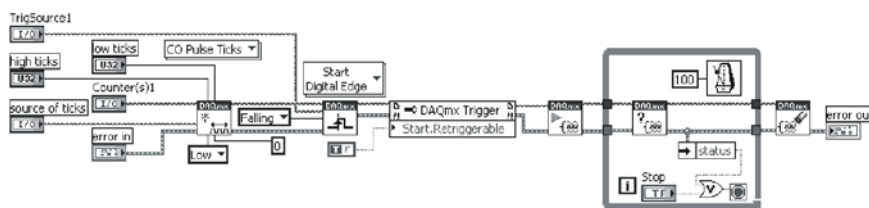


图4 行反馈产生程序图

使用NI的50M的32通道高速数字I/O(PXI-6541)配合简单的外围视频编码电路,就可以实现各种类型和格式的彩条信号。VGA信号的产生:RGB和行场信号由数字I/O直接经过缓冲得到,可实现VGA, SVGA, XGA, SXGA格式的彩条信号。YUV信号的产生: 6541产生RGB信号和同步信号, RGB和同步信号经过运算网络转换为YUV信号, 实现了支持480i-1080p全部格式的YUV彩条信号。Video ( CVBS) 信号的产生: 6541产生RGB和复合同步信号, 通过视频编码芯片产生标准的Video信号和S-Video信号。

用画图软件画出与信号类型分辨率对应的BMP彩条图像, 再由图5所示子程序将其转换为适于PXI-6541发送的数字波形。

HDMI信号由USB-HDMI模块改造而来, 将4个模块集成并集中控制, 实现了低成本, 高集成度的HDMI信号源, 可支

持480i-1080P格式, 支持数字音频。

经过实际应用表明, 产生的信号质量完全符合测试要求。

3) 视频信号的采集与分析

小信号板将各种输入的视频信号进行解码和变频处理, 产生驱动显像管的RGB信号, 以及给外部设备使用的标准Video信号, 因此我们用两块NI PXI-5112完成对RGB信号和Video信号的采集。PXI-5112是2通道同步采样、100 MS/s实时采样率的数字化仪。因为采用了彩条作为测试信号, RGB信号的带宽<1M, Video信号的带宽<4.5M, 为减少数据处理量, RGB采集时设置5112的采样率为10M; 而视频输出采用50M采样率。5112没有视频触发功能, 为了减少运算, 我们使用了外置的同步分离电路, RGB和视频信号经过场同步触发, 每次采集一场信号进行分析处理。

利用LabVIEW丰富的信号处理、测量和分析函数对信号进行处理, 对信号

幅度, 同步的幅度、脉宽、频率, 波形的过冲、预冲以及副载波的幅度, 频率等参数进行测量。另外, 通过对齐比较算出其与标准波形的差异率, 从而判断出信号是否合格。视频分析子程序见图6。

4) 遥控码和按键的模拟

小信号板直接接收已解调的遥控命令, 我们只需要模拟未调制的遥控码。它是TTL电平的脉冲串, 可由6259的数字输出DO来模拟。DO的时钟需要借用AI/O等内部时钟或其它外时钟, 但AI/O和遥控码工作不能同步, 而两个Counter已被占用, 因此只能采用其它外部时钟。遥控码的发送只在小信号板正常工作时才启用, 我们正好借助Counter输出的行反馈信号34K方波来作为遥控码的时钟。一旦小信号板正常工作, 行反馈信号十分稳定, 用它作为时钟可以达到精度要求。另外, 6259的DO可连续输出2047个脉冲, 可以连续发送大约10组遥控命令, 符合测试要求。

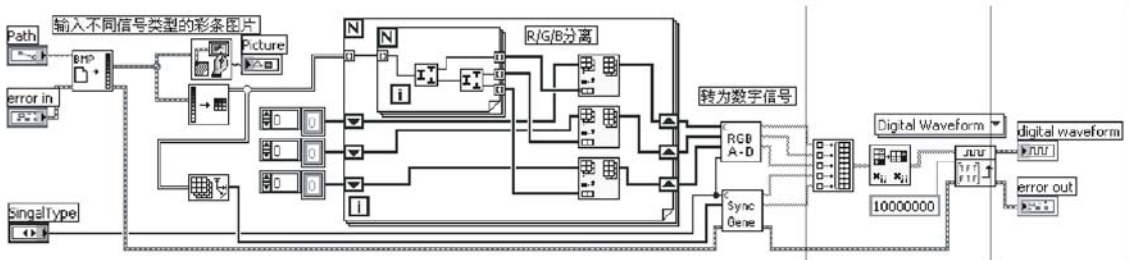


图5 产生彩条信号数字波形的子程序

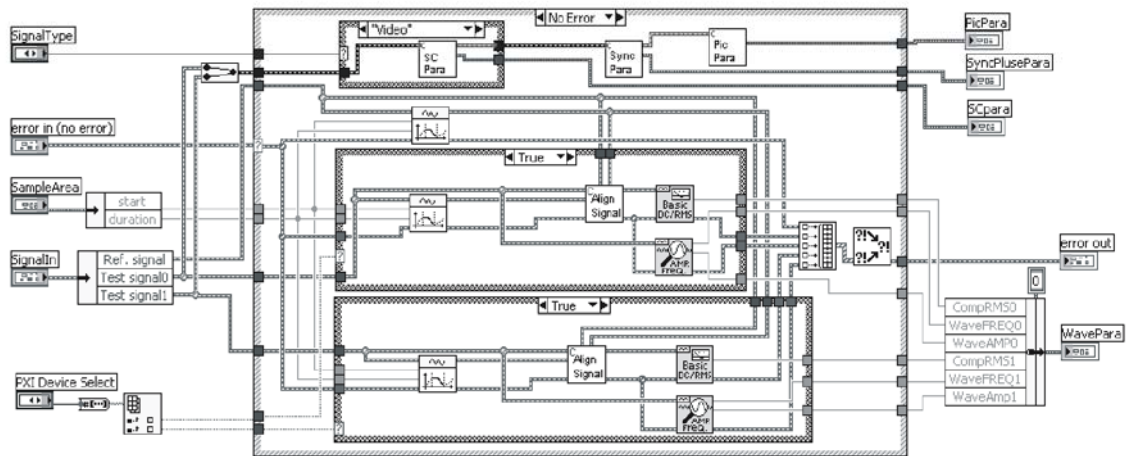


图6 视频分析子程序