

作者: 38hot 坛友 lwtlwt    support@star-itech.com

Mobile:13811157080    如有建议, 欢迎与我联系

# 安捷伦

## 5462x/5464x 系列

### 示波器数字化视频

### 传输解决方案

Lwt    VER: 0.1

2016/3/10

# 目 录

一、适合对象 .....	3
二、安全及免责声明 .....	3
三、概述 .....	3
1. 前言 .....	3
2. 示波器视频信号分析 .....	4
3. 视频信号定义 .....	4
4. 信号波形图 .....	4
5. 视频信号格式 .....	5
6. 其它参数 .....	6
四、视频采集卡 .....	6
1. 采集卡改造 .....	7
五、采集卡与示波器连接方法 .....	8
六、视频采集软件的使用与设置 .....	11
七、如何获得最佳的图像质量? .....	16
八、目前存在的不足 .....	17
九、后续改进与展望 .....	17

## 一、适合对象

安捷伦示波器，包括：54621A、54622A、54622D、54641A、54641D、54642A、54642D。

## 二、安全及免责声明

- 本文内容仅适合于具备一定电子技能的人员，操作中需注意安全，所有操作均应在移除交流电源线的前提下进行，以避免由于地电位差而产生的交流泄漏电流通过接口而损坏计算机、示波器或视频采集卡，基于相同的原因，在采集卡与计算机 USB 接口连线之前，必需先移除示波器电源线，而不是仅关断电源开关。
- 不当的操作，有设备损坏和人身伤害的风险。
- 本文描述的内容，均经过本人长时间测试并使用，证明其安全可靠，但本人不对本文描述的内容做任何形式的保证，请自行评估。

## 三、概述

### 1. 前言

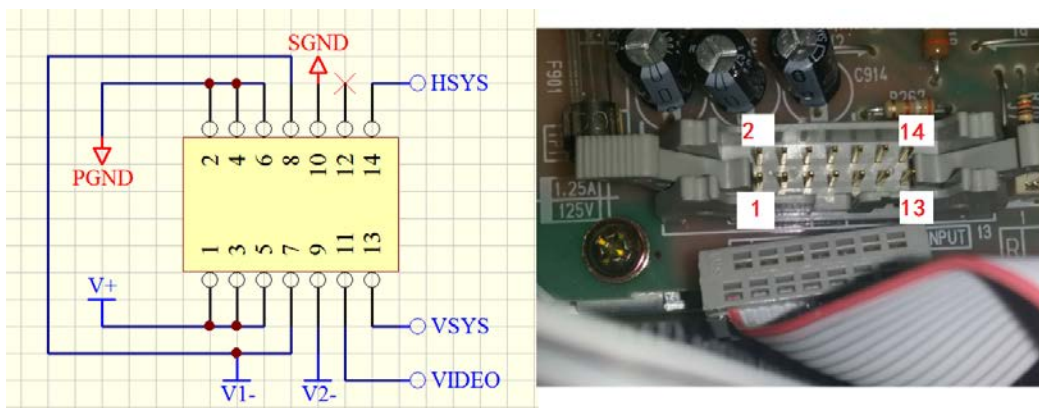
安捷伦公司出品的 5462x/5464x 系列，以其出众的综合性能，深受研发工程师的喜爱，但该系列机型也存在屏幕尺寸小、显示内容拥挤、图像传送速度慢且分辨率低、无法外接 VGA 显示器的缺点，尤其是带逻辑分析通道的型号，显示屏非常拥挤，观察困难。此系列机型的图像水平分辨率可达 1000 点，但通过安捷伦公司的上位机软件，仅能获得 320x240 的压缩图像。我出于对该系列示波器的喜爱和好奇心，研究了该系列示波器的视频图像显示系统，达到了将图像实时动态地传送至计算机的目的，便于在研发设计工作中，对波形进行存档和分析。由于工作繁忙，本文内容仅包括具体改造方案和必要的原理说明。按照本文介绍的内容，注意使用合适的线材并正确连接，仔细调整视频采集参数，可获得理想的图像质量。

## 2. 示波器视频信号分析

由于无法从厂商获得必要的设计资料，因此必需自行研究，当时手里只有一台 54622A 示波器，利用示波器自己测量自己的方法，找到了该示波器的视频信号，如下图：



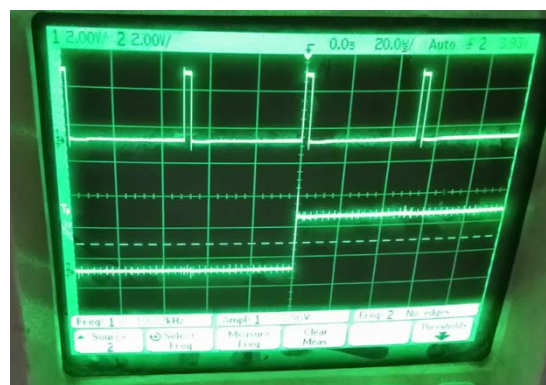
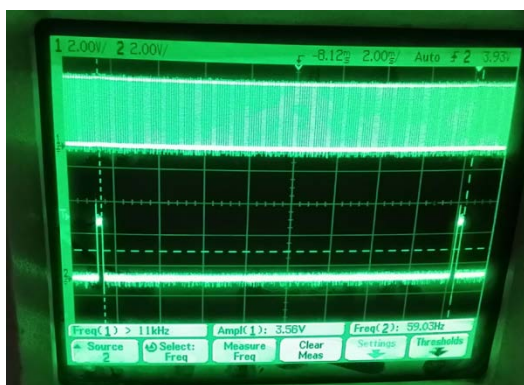
## 3. 视频信号定义



以下仅描述与视频相关的信号定义：

- SGND: 视频信号地(与电源地 PGND 电气上相连, 为降低噪声, 不能用 PGND 替代)
- HSYS: 行同步信号, 行频: 19.7KHZ
- VSYS: 帧同步信号, 帧频: 59HZ
- VIDEO: 视频信号

## 4. 信号波形图



同步信号：CH1: HSYS    CH2: VSYN



视频信号。红色方框部分为当前屏幕显示的 Y 光标线部分对应的视频信号。

这里需要解释一下为什么要提到 Y 光标线：

行场同步信号容易确定，但视频信号相对麻烦一些，虽然凭经验目测基本可以确定视频信号，但我仍然希望证实它，考虑到 Y 光标是一条垂直线，这意味着基本（因为是虚线）上每一行视频信号都会出现，并且出现的位置相同（水位位置），最关键的是，Y 光标的位置可以手工调整，由于行频已知，根据 Y 坐标在当前屏幕中的位置，可以计算出它与行同步信号的相位关系，然后调节示波器的时基水平位置至这个时间点，再微调 Y 光标位置，即可观察到 Y 光标在示波器上对应的视频信号（一部分），如上图所示，从而间接证实了这是视频信号。

## 5. 视频信号格式

行频：19.7KHZ

帧频：59HZ

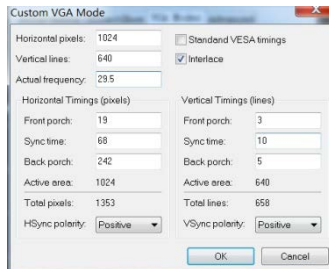
同步信号极性： 正极性

扫描方式： 隔行扫描（很失望不是逐行扫描，但传输到计算机后就没有区别了）

水平分辨率： 1024（波形区域有效像素为 1000 点）

垂直分辨率： 640（隔行扫描，由奇偶两帧合成）

## 6. 其它参数



总结：该视频信号不符合 VESA(视频电子标准协会)中关于 VGA 显示器的标准，因此，无法直接连接到 VGA 显示器，唯一办法是自行开发视频采集卡，或者使用可自定义配置视频采集参数的采集卡。

## 四、视频采集卡

由于时间预算仅一天，也为了方便网友 DIY，因此先行采用购买采集卡的方法，通过网上搜索，找到一款外观小巧的 VGA 采集卡，此采集卡为国外一公司所开发，taobao 有多家销售"兼容"产品，价格仅 120 元，可以直接使用其驱动程序和应用程序，最关键的是，该采集卡具有其它产品少有的、可完整自定义视频参数的功能。





我购买的网店地址：

[https://item.taobao.com/item.htm?spm=a1z09.2.0.0.WZcASY&id=23752572320&\\_u=ag53jd92f5](https://item.taobao.com/item.htm?spm=a1z09.2.0.0.WZcASY&id=23752572320&_u=ag53jd92f5)

关键词：VGA2USB

## 1. 采集卡改造

由于此采集卡为 RGB 三路视频信号输入，而示波器仅有灰度输出，为了获得黑白灰度图像，以及较高的图像亮度，需将采集卡三路视频输入并联，连接到示波器的视频信号，但这会导致采集卡的输入阻抗从 75 欧降至  $(75//75//75)$ ，导致视频信号严重衰减，因此，需要对采集卡进行改造，改造的方法就是去除多余的两个 75 阻抗匹配电阻，只保留一个，如下图所示：





也可以不修改采集卡, 将视频信号接入 VGA 中的 R、G、B 任意一路, 然后设置采集软件, 使其工作在灰度模式下, 但亮度较低, 不如并联效果好。

## 五、采集卡与示波器连接方法

以下内容以我近期购买的 54641D 为例进行说明。

移除图 1 所示的两颗螺丝, 如果安装有 GPIB 模块, 请先移除。





图 1

注意：必需在操作台上放置如海绵之类的防护材料，避免损坏前面板旋钮。



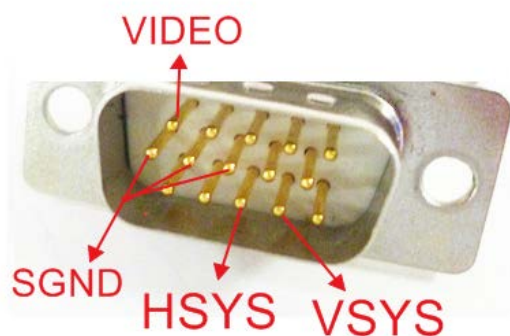
图 2



图 3

图 3 红框中的连接线为主板至显示驱动板的信号线（包含电源），将其移除。

参考下图，并结合 3.3 章节中的信号定义，将示波器视频信号连接到采集卡。

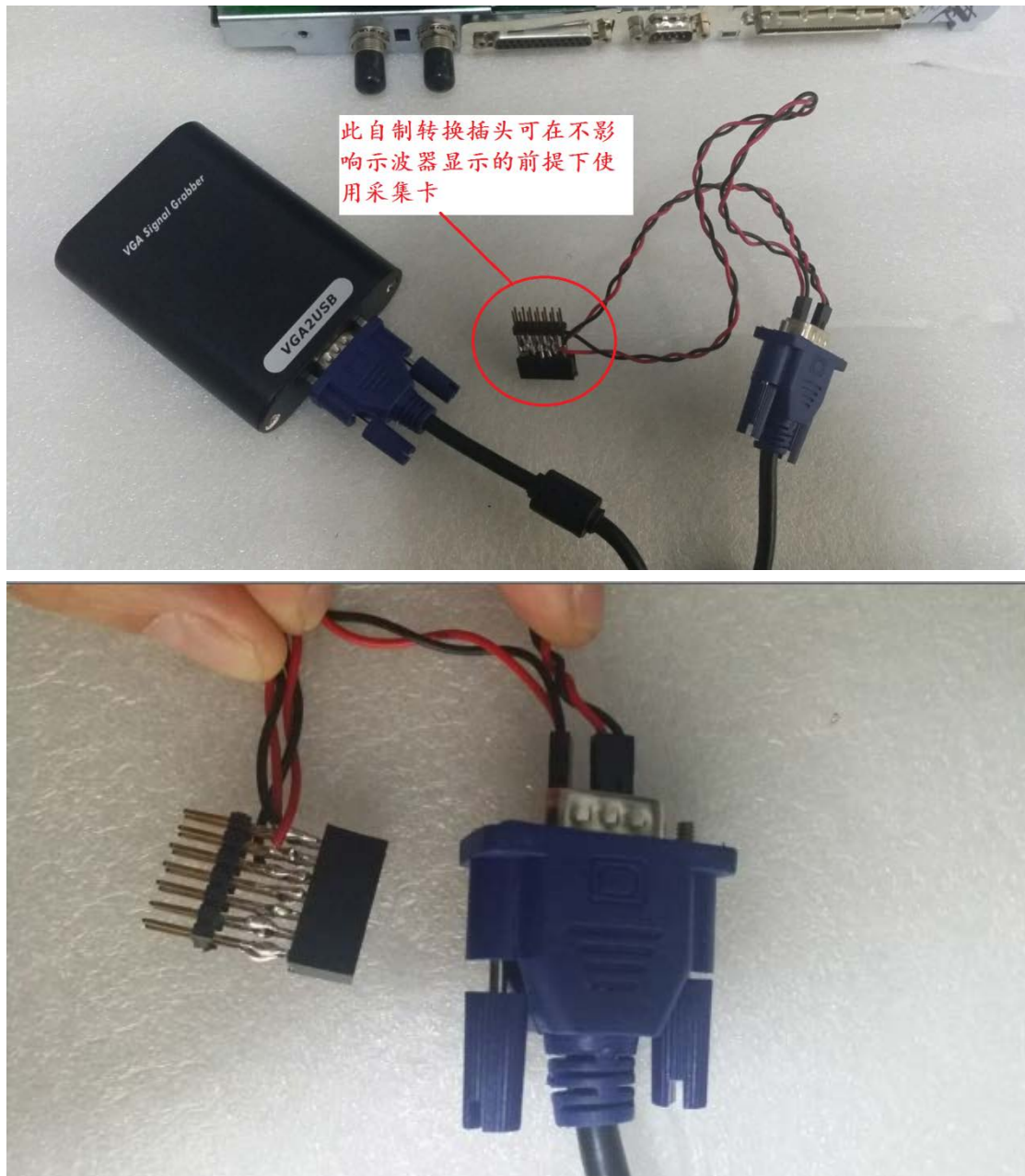


此为所购的 VGA 采集卡配套的连接线

备注：

- 由于示波器显示驱动板没有数字地，因此，同步信号的地与视频模拟地共用。
- VGA 针脚中的 R\_GND, G\_GND, B\_GND 并联在一起，以减少地线噪声。

下图是我临时自制的转换头，由于没有合适的线材，使用杜邦线替代，虽然也获得了理想的效果，但不建议网友这么做。



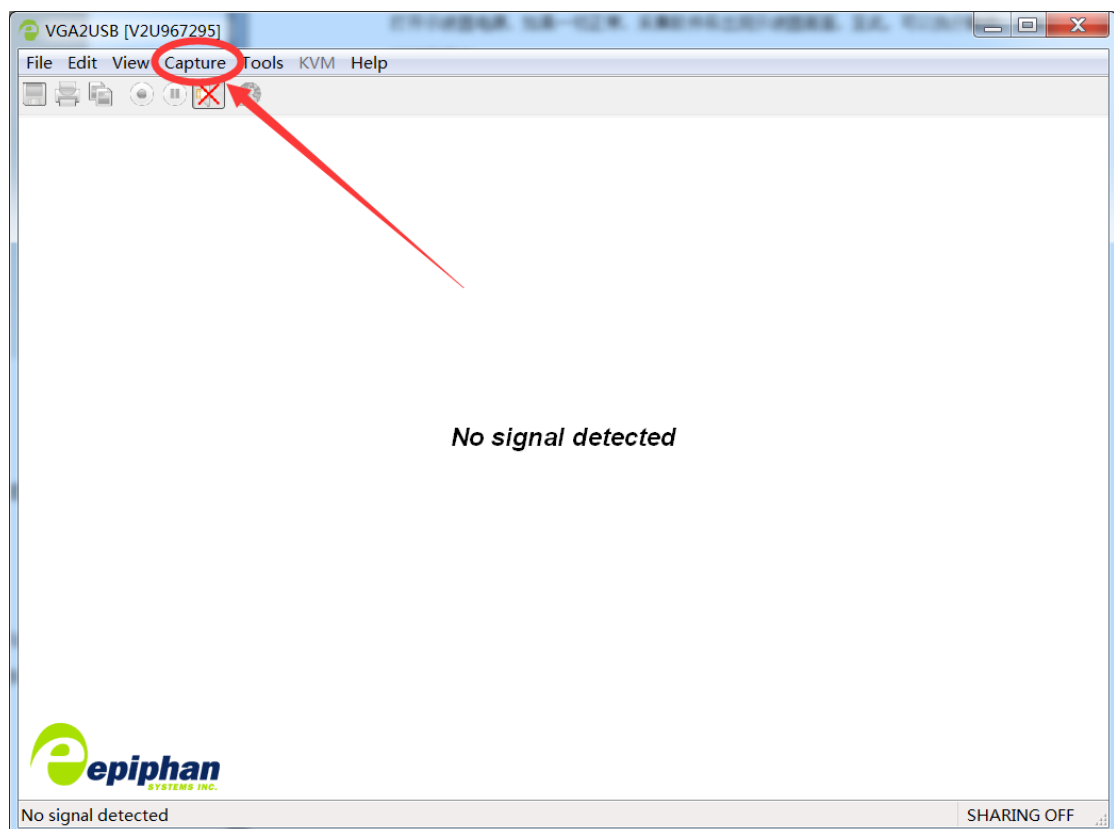
注意事项：

2. 错误的连接会损坏采集卡或示波器，连接完成后请仔细测试检查。

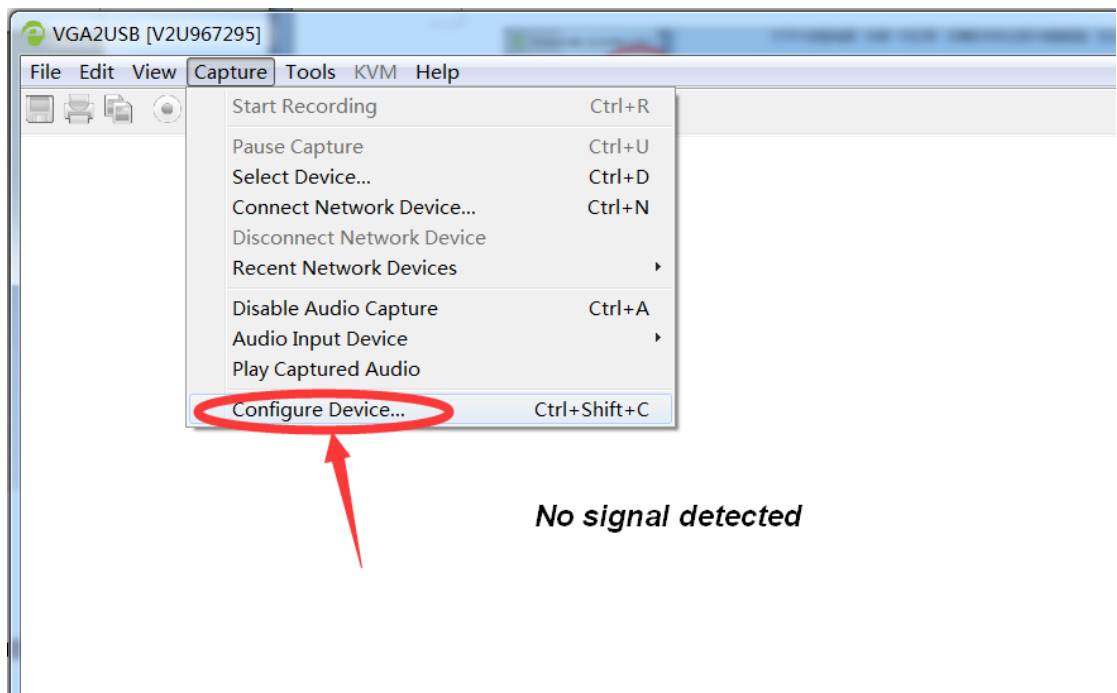
3. 尽可能使用同轴电缆连接，以减少信号反射和相位延迟，可获得最为理想的图像质量，包括同步信号也尽可能使用同轴信号线，同轴信号线的 GND 连接到 SGND。
4. 连接线越短越好。
5. 可同时连接到示波器图像驱动板和采集卡，两者可同时显示。
6. 将示波器和采集卡连接好后，先将采集卡连接到计算机 USB 接口，再接入示波器电源线，这个通电顺序可以减少由于地线电位不一至而产生的市电感应电流，以免损坏计算机 USB 接口、USB 采集卡或示波器视频接口电路。

## 六、视频采集软件的使用与设置

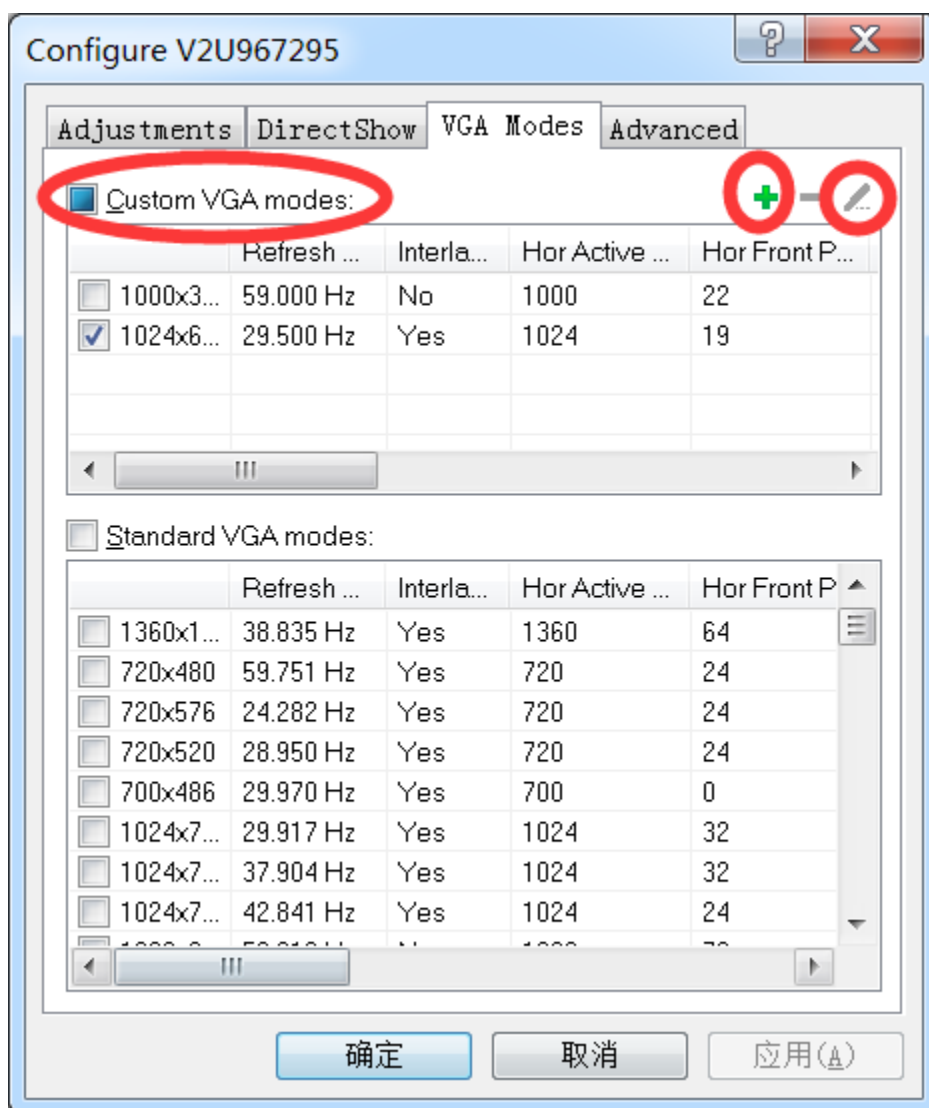
- 运行视频采集软件





- 点击“Capture”菜单

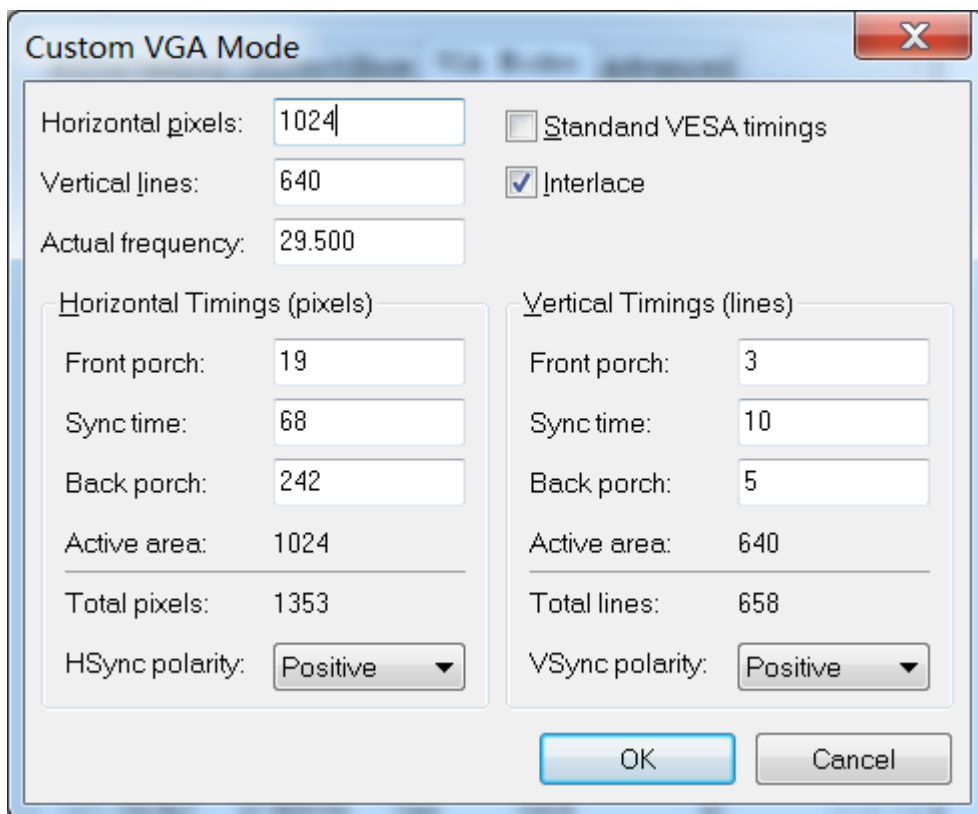


- 点击 “Configure Device”



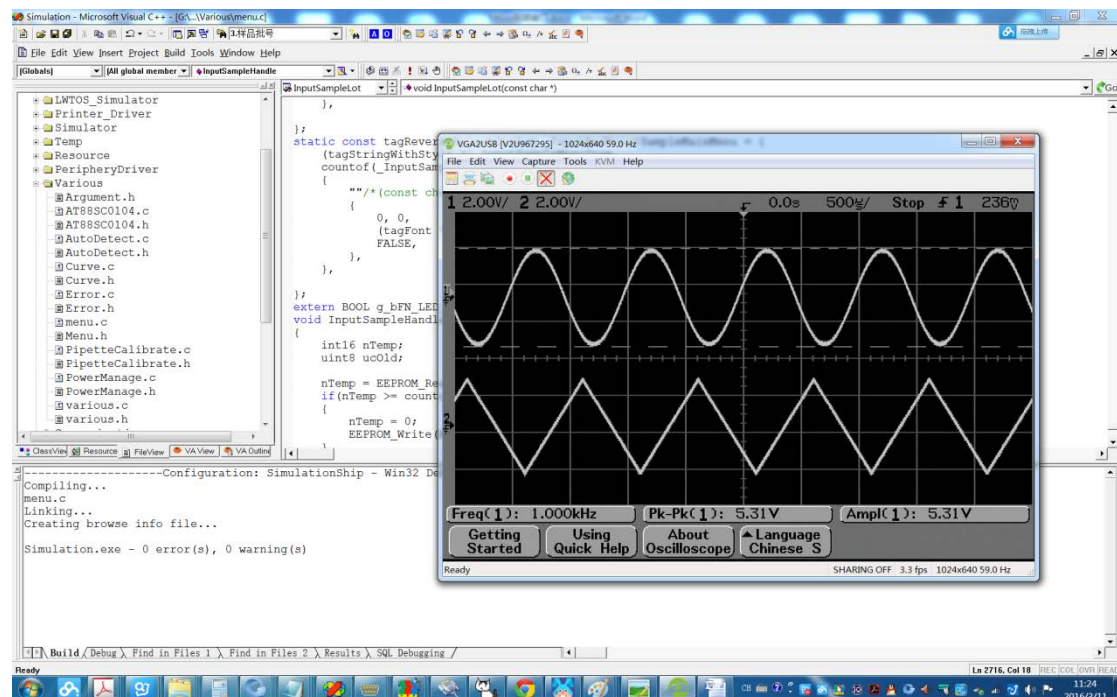
- 选中“Custom VGA modes”，然后点击“”添加一种模式，再点击编辑它
- 按照下图设置参数：



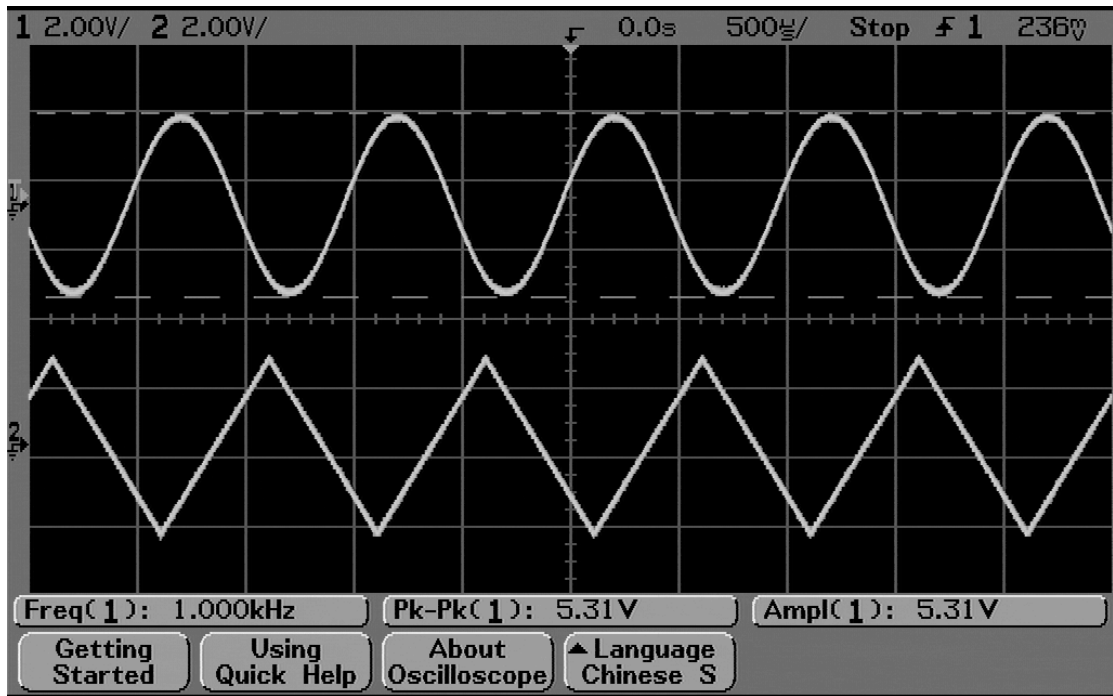


- 点击 OK，返回到主界面

打开示波器电源，如果一切正常，采集软件将出现示波器画面，如下图：

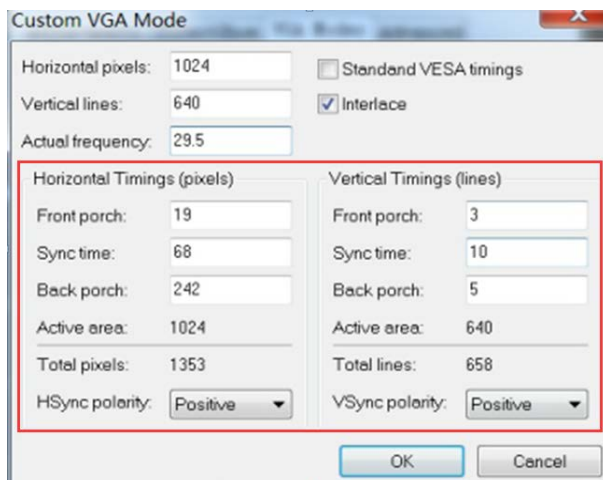


至此，可以执行截图、录制视频等操作。下图是我截取的图像，虽然经过了示波器内部数字转模拟，再由采集卡转成数字，但仍然获得了商业级的图像质量。



注意事项:

- 由于此采集卡属于克隆产品，价格较低，并且使用了较早的固件，在我的测试中，有发生过偶然的蓝屏现象，但之后就没发现这个问题，咨询商家，回复说新的固件比较稳定，但由于原厂更新了加密算法，不能更新固件，否则会导致无法工作并且无法恢复。
- 此采集卡在自定义模式下，如果你只修改了下图红框中的某些非核心参数：  
(例如想调整图像清晰度)，采集卡并不会立即更新，你需要修改一下例如 **Actual frequency**，将其改成最为接近的值，如 29，使之前的参数更新一次，然后再改回 29.5，这是上位机软件的一个 Bug。



- 此采集卡有时会出现图像抖动等现象，这是由于在自定义 VGA 模式下，采集卡内部的

锁相环无法良好跟踪所致，此时可按照上述步骤，修改一下场频，例如从 29.5 修改成 29，或者从 29 修改成 29.5，让采集卡重新同步一次即可。

- 不正确的参数，可能会导致采集卡无法工作，此时请改回本文提供的默认参数，待图像恢复正常后，再仔细调整。
- 受采集卡传输带宽的影响，帧频较慢，此时如果波形变化较快，会有滞后的现象。

## 七、如何获得最佳的图像质量？

### 1、微调视频 A/D 转换器内部锁相环

要获得最佳的图像质量，采集卡内部视频 A/D 转换器的采样时序必需与视频信号相位严格一致，视频 A/D 转换器内部用于产生 A/D 采样时钟的锁相环时钟电路就是为此目的而设计的。锁相环以视频信号中的行同步信号为基准频率，根据水平分辨率，产生高频采样频率，用于产生 A/D 采样时钟。例如行频为 20K 的信号，如果水平分辨率为 1024 点，则锁相环产生的频率=行频 x 水平分辨率，当然，这里没有考虑行逆程时间以及视频中的前肩和后肩。

为了获得最清晰的图像，锁相环输出的采样时钟，必需严格与视频信号中对应的像素点的相位一致，通俗地说：A/D 转换器启动一个像素转换时，必需刚好对应着视频信号中一个像素点的开始位置，如果相位不一致，会导致转换结果产生混叠，即前一个像素转换结果中包含了下一个像素的部分内容，相邻像素产生混叠，表现为图像“发虚”，不清晰。

对于有 VGA 模拟输入的 LCD 显示器，都有一个 AUTO-SET 功能，它的实际作用就是自动微调锁相环的相位，使其与视频信号严格同步，得到最为清晰的效果。

由于此系列示波器属于非标准视频信号，无法使用采集卡的自动调节功能，因此，必需手动设置参数，达到最佳的清晰度，本文给出的参数是我反复调整过了，已经处于最佳状态，但换一台示波器或采集卡，可能仍然需要微调，调节最终的结果是保证图像中的每一个像素清晰，无混叠。

### 2、示波器视频接口与采集卡之间的连接线：连接线对视频质量的影响也很明显，要求连接

线对视频信号与同步信号的传输特性必需尽可能一致，以减少由于传输延迟不一致，导致图像质量下降，例如：视频信号采用了同轴电缆，而同步信号却使用双绞线，视频信号先于同步信号到达采集卡，由于同步信号用于 A/D 采集的时钟基准，这会导致 A/D 采集的相位滞后，导致图像产生混叠，清晰度下降；同理，信号线的长度不一致，也会产生同样的后果。

- 3、**示波器视频接口与采集卡输入的阻抗匹配：**阻抗差异会产生信号发生反射或振铃，除了信号产生失真，还表现在视频中较早的信号会混叠在后续信号之中，并呈现逐步衰减，导致图像清晰度下降。为确保阻抗匹配，请务必按照前述内容改造采集卡，使采集卡呈现 75 欧的输入阻抗。理论上，如果不移除示波器显示驱动板信号，即采集卡与显示驱动板并联，也会影响阻抗，通过分析显示驱动板电路，其视频输入端带有射极跟随器，实际影响很小，为了不影响示波器使用，可以与采集卡并联使用。

## 八、目前存在的不足

- 此采集卡采用 USB2.0 高速接口通信，并且由于驱动和固件并不是很优秀，实际通信带宽远未达到，因此，视频传输速度较慢。
- 此采集卡虽然也支持灰度，但实际仍然传输 5(R)+6(G)+5(B)的数据，即一个像素需要两个字节，这也影响了视频速度。
- 此采集卡不带有 ESD 及过流保护电路，使用中需要注意，良好的操作习惯可以确保设备安全，例如插拔连接线前，先断开示波器电源线，可确保安全。

## 九、后续改进与展望

- 由于支持自定义视频采集参数的高速采集卡很少见，价格也很高，因此，有必要自行设计一块视频采集卡，并通过无损压缩算法，以较低的成本，实现与示波器完全同频的视频实时传输。
- 在此基础之上，实现两台或多台 546xx 示波器并联，构成 4 通道（或 6、8 通道）；通过触摸屏操作示波器旋钮，实现时基的水平缩放、平移，垂直幅度缩放、平移等操作。