

电阻式触摸屏线性抖动及飞线问题的分析

(苏州瑞阳光电有限公司 工程部 王祥 215011)

关键词：线性抖动 飞线 MTK 平台 电阻 PCBLAYOUT 去耦电容 延时

1 引言

在四线电阻式触摸屏的应用中，进行手写操作时，会出现明显的线性抖动和飞线的现象，有发生在 X 方向的，也有发生在 Y 方向的。本文通过硬件和软件两个方面进行分析线性抖动和飞线的问题，并提出一些解决方案。

2 电阻式触摸屏的工作原理及其系统组成

在触摸屏输入控制系统中，触摸屏通常安装在 LCD 显示器的表面，因此，来自 LCM 模组的噪声很容易对触摸屏造成干扰。此外，作为人机输入界面，触摸屏通过人的点击进行信号输入，机械振动也会产生噪声和寄生效应，因使用者和环境的不同产生静电效应和电磁效应等。这些噪声通常发生在在触摸屏输入控制系统的模拟输入电路中，噪声严重降低了触摸屏输入控制系统的精度和可靠性能。

2.1 系统组成原理

触摸屏输入系统由触摸屏、触摸屏控制器和微控制器三部分组成。图 1 示出了一个实际的触摸屏输入系统。

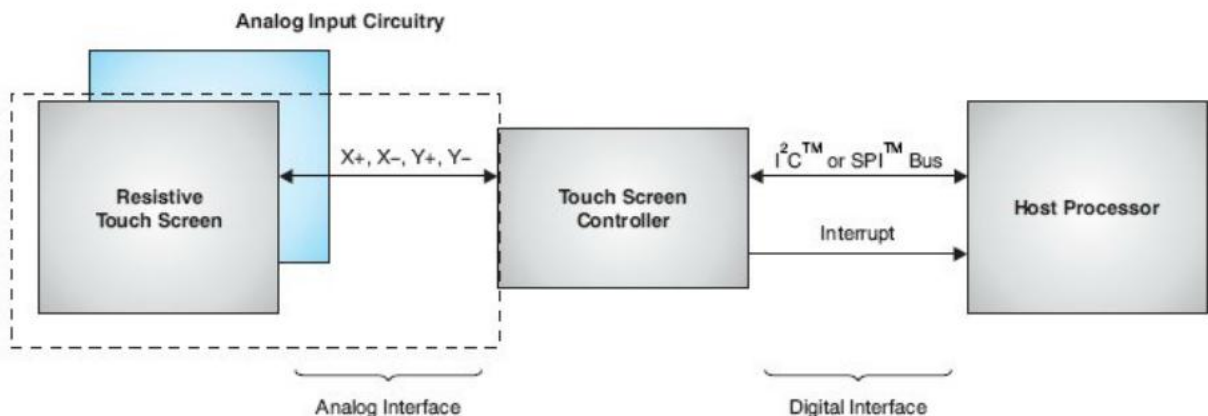


图 1 触摸屏输入控制系统

触摸屏面板与触摸控制器连接部分为模拟 I/O 接口，触摸控制器与处理器连接部分为数字 I/O 接口，通过标准的 I²C 或 SPI 接口进行连接。

2.2 触摸屏工作原理

电阻触摸屏是采用电阻模拟量技术。它以一层玻璃作为基层，上面涂有一层透明氧化金属(ITO 氧化铜)导电层，再盖有一层玻璃或是外表面硬化处理的光滑的塑料层；内表面也涂有一层 ITO 导电层。它们之间有许多细小的透明隔离点把两导电层隔开绝缘，每当有笔或是手指按下时，两导电层就相互接触。而形成回路，如图 2 所示。

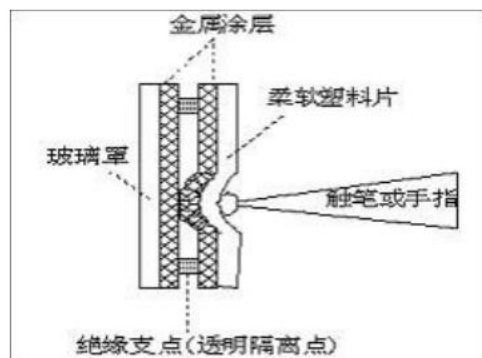


图 2 触摸屏的触摸示意图

导电层的两端都涂有一条银胶，称为该工作面的一对电极。上下两个导电层一个是水平方向，一个是竖直方向，分别用来测量 X 和 Y 的坐标位置。在水平面上的电极称为 X+电极和 X-电极，在竖直平面的电极称为 Y+电极和 Y-电极，如图 3 所示。工作时，两个电极根据测量需要提供参考电压或是作为测量端对接触点的位置进行测量。当测量接触点 X 坐标的时候，导电层上的 X+电极和 X-电极分别接上参考电压和地；Y 电极不加电压，那么 X 电极间会形成均匀的电压分布，用 Y+电极作为测量点，得到的电压值通过 A/D 转换，就可对应地判断出接触点的 X 坐标。Y 坐标亦是类似，只需改成对 Y 电极加电压而 X 电极不加电压即可。

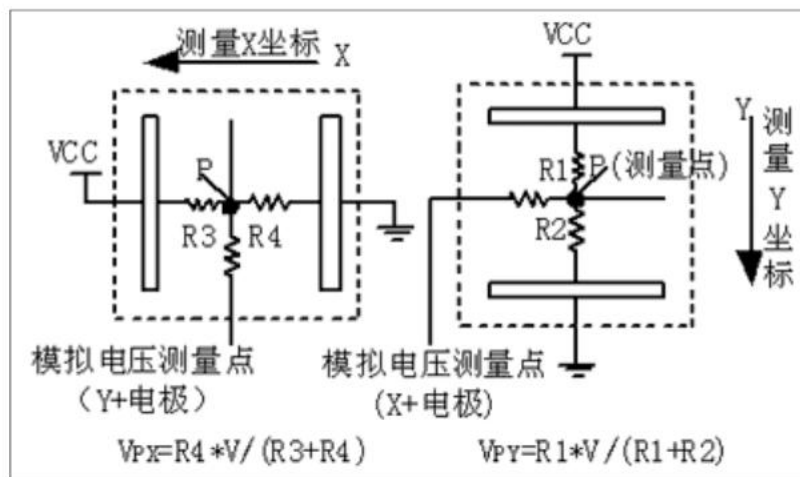


图 3 触摸屏的内部结构示意图

X 坐标和 Y 坐标的计算公式为

$$X = \frac{V_{CC}}{V_{REF}} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times 4096$$

$$Y = \frac{V_{CC}}{V_{REF}} \cdot \frac{R_4}{R_3 + R_4} \times 4096$$

其中 VREF 为加在 A/D 转换器上的参考电压，可以接 VCC 作为参考电压。

图 4 是触摸屏控制器 TSC2046 的典型应用电路图。

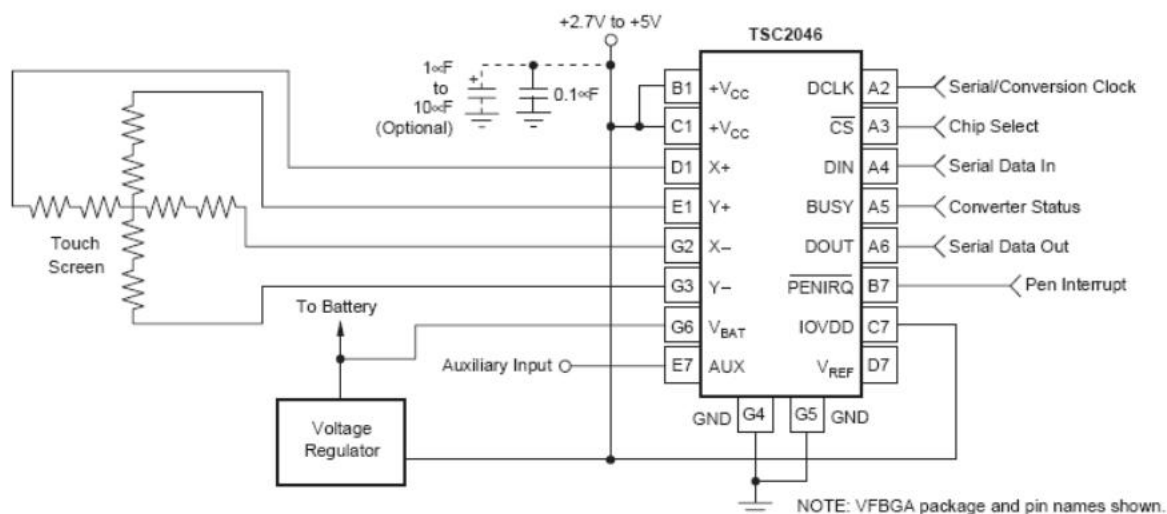
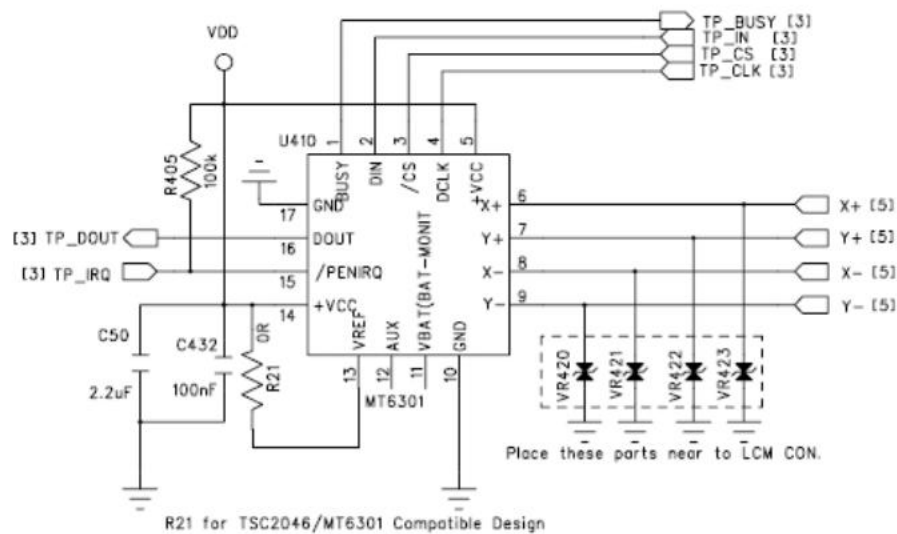


图 4 触摸屏控制器 TSC2046 的典型应用电路图。

3 问题分析

3.1 MTK 平台上触摸系统工作原理^[1]

在有故障的手机上，进行手写操作时，会出现明显的飞线现象；飞线只发生在横向（X 方向）；手机平台为 MTK6225，触摸屏控制器 MTK6301N。在 MTK 平台上，CPU 通过 SPI 接口控制触摸屏控制器 MT6301，由 MT6301 负责对触摸屏 X+X-、Y+Y-端加载电压、A/D 采样。



Touch Panel Interface

图 5 MTK 平台触摸系统硬件原理图

在检测到触摸时，由软件控制，会启动连续获取触摸点数据的过程，每获取一个点坐标数据，软件会控制 MT6301 进行两次 A/D 采样，首先将 Vdd 加到 Y+ Y-端，然后对 X+端采样，得到 Y 方向的位置数据；接着将 Vdd 加到 X+ X-端，对 Y+端采样，得到 X 方向的位置数据；获取一组数据后进行有效性判断。

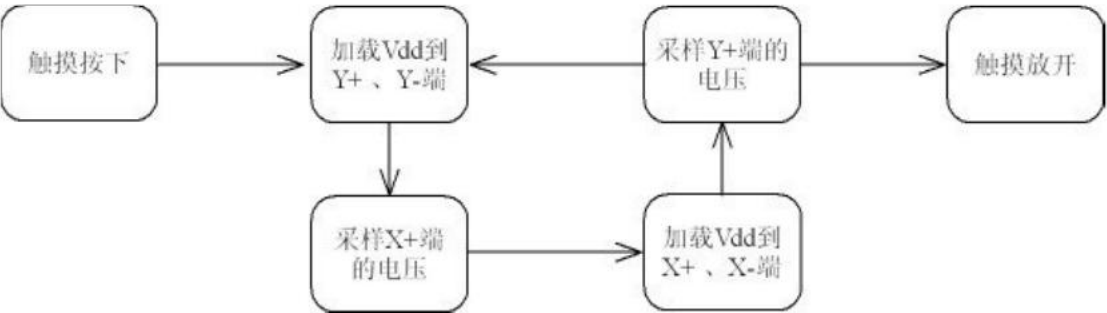


图 6 软件控制流程

3.2 实验对比结果

3.2.1 触摸屏的 X Y 接线对调

XY 按正常设计连接：只在水平向(X)发生飞线现象；+与 Y+、X-与 Y-对调连接：只在竖直方向(Y)发生飞线现象。

3.2.2 摸屏分别在故障手机主板上与另一片使用 MT6226+MT6301 的主板上进行测试

故障主板：X 向有明显的飞线



另一片 MT6225+MT6301 的手机主板：手写完全正常，无任何飞线现象



3.3 结果分析

通过几组对比实验判断分析，造成线性抖动和飞线现象的主要原因是触摸屏电阻和 PCB 电阻匹配的问题。因此，触摸屏的电阻，PCB Layout 设计的好坏是造成线性抖动和飞线现象的主要原因。

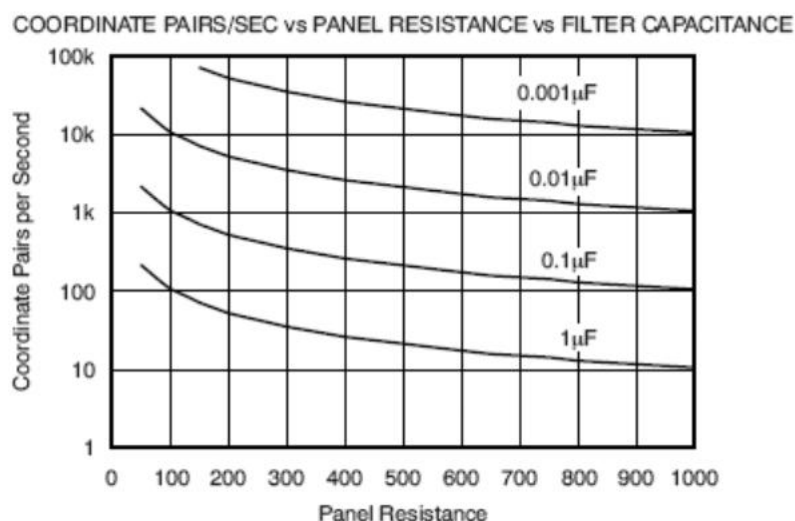
4 解决方案

4.1 触摸屏系统的电路设计

良好的 PCB Layout 设计方案能优化整个触摸系统的性能，降低设计成本和缩短产品的开发时间。在触摸屏控制系统的设计中，控制器和触摸屏的连接界面是模拟接口，因触摸屏的电阻相对来说比较低（从 $100\ \Omega \sim 1000\ \Omega$ ），因此连接线必须短而接触良好，宽松的连接使接触电阻不稳定^[2]。

在大多数的触摸屏系统中，ADC 转换器是逐次逼近型寄存器（SAR）的 ADC，通常 SAR 的结构是有良好接地高频脉冲电源支持的传感器件，数字信号的输入是在模拟比较器的信号输出关闭后进行的。因此，任何一次 SAR 比较器的信号转化，这些来自开关电源、高功率设备、数字电路等外部的强大电流脉冲都会影响到 SAR 转换器的输出结果。数字信号输出参考电压、线路排布，考虑到这些因素的影响，必须在触摸控制系统的电源接地之间加入旁路电容，这些旁路电容尽可能放置在触摸控制器附近。触摸控制器的所有接地必须是模拟接地，模拟接地和微控制器或是数字信号处理器的接地须单独分开。

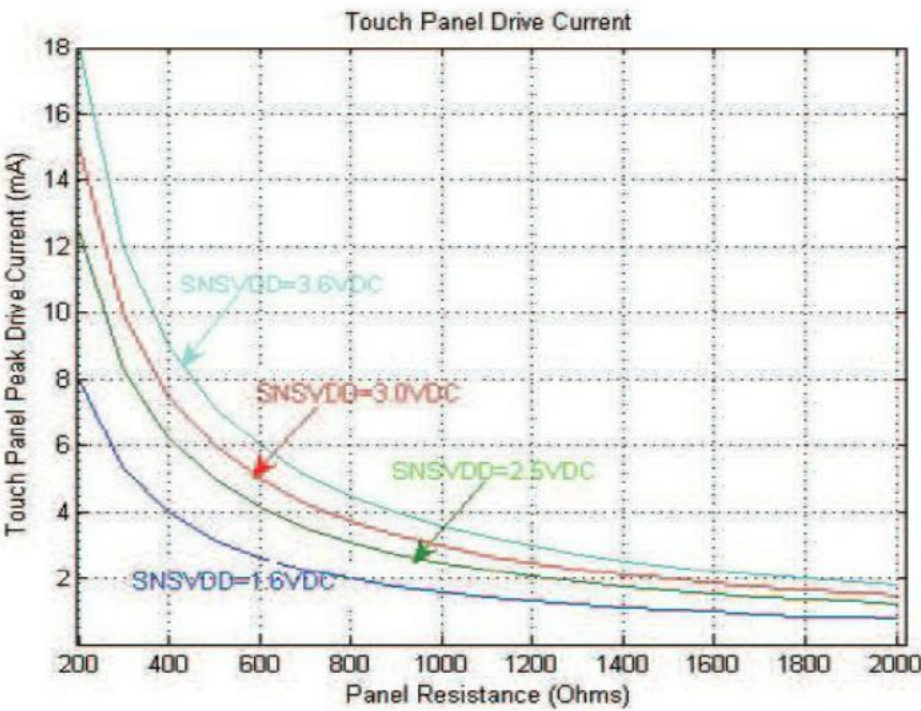
噪声是造成触摸屏线性抖动和飞线的主要原因。电磁干扰从 LCM 模组上传到触摸屏上，从而引起 ADC 转换信号的不稳定。消除这种干扰可以考虑在触摸屏和 LCM 模组之间做屏蔽处理，如做金属屏蔽网。此外，在触摸屏的 X+、X-、Y+、Y- 的接地线之间加上去藕电容，降低模拟信号输入的噪声。但是，去藕电容增大了触摸屏的响应时间和延长了电源的稳定时间。图表 1 为加在触摸屏控制器输入线路上的去藕电容、取样频率和触摸屏电阻的相互关系。设计电路时可以根据触摸屏的回路电阻，触摸屏控制器的取样频率选择合适的去藕电容^[2]。



图表 1 取样频率、去藕电容和触摸屏电阻的关系

4.2 触摸屏电阻的影响

在电阻式触摸屏控制系统中，触摸屏的工作电流由触摸屏控制器通过模拟接口提供，功耗对整个触摸屏系统有很大的影响。触摸屏的电阻和触摸屏控制器提供给触摸屏的电压决定了触摸屏的功耗。图表 2 给出了它们之间的关系。触摸屏控制器通过驱动电压（SNSVDD）驱动触摸屏进行工作，触摸屏的电阻决定了工作电流的大小。



图表 2 触摸屏的功耗与触摸屏的电阻及工作电流的关系

图表 2 是在触摸屏控制系统的外围电阻可忽略不计的理想状态下得出来的，因为外围电路一般只有 5 Ω~6 Ω，相对触摸屏的回路电阻几百 Ω 到几千 Ω 可以忽略不计。在应用可以通过以下几种方式降低触摸屏控制系统的功耗：

- 1. 使用高回路电阻的触摸屏。
- 2. 触摸屏控制器使用低电压驱动。
- 3. 降低驱动定时或驱动频率。

但是，高回路电阻的触摸屏可能会导致过多的噪声干扰和过长的触摸响应时间，这些都会影响到使用者的使用。降低降低驱动时间包括设置触摸屏的定时和延时时间。表 1 给出了这些定时设置和延时时间的关系。

Settings	Location	Description	How to Effect Power
CL1~CL0	D12~D11 of CFR0	ADC Conversion Clock Control: CL1~CL0 = 00b — $f_{ADC} = f_{OSC}$ CL1~CL0 = 01b — $f_{ADC} = f_{OSC} / 2$ CL1~CL0 = 10b — $f_{ADC} = f_{OSC} / 4$	Faster f_{ADC} (CL1~CL0 = 00b) uses shorter time and thus less SNSVDD power
PV2~PV0	D10~D8 of CFR0	Panel Voltage Stabilization (PVS) Time Control: (Time between panel driver ON and starting sample) From 0 μs (PV2~PV0 = 000b) to 100 ms (PV2~PV0 = 111b)	Shorter PVS time PV2~PV0 = 000b) uses shorter driver ON time and thus less SNSVDD power

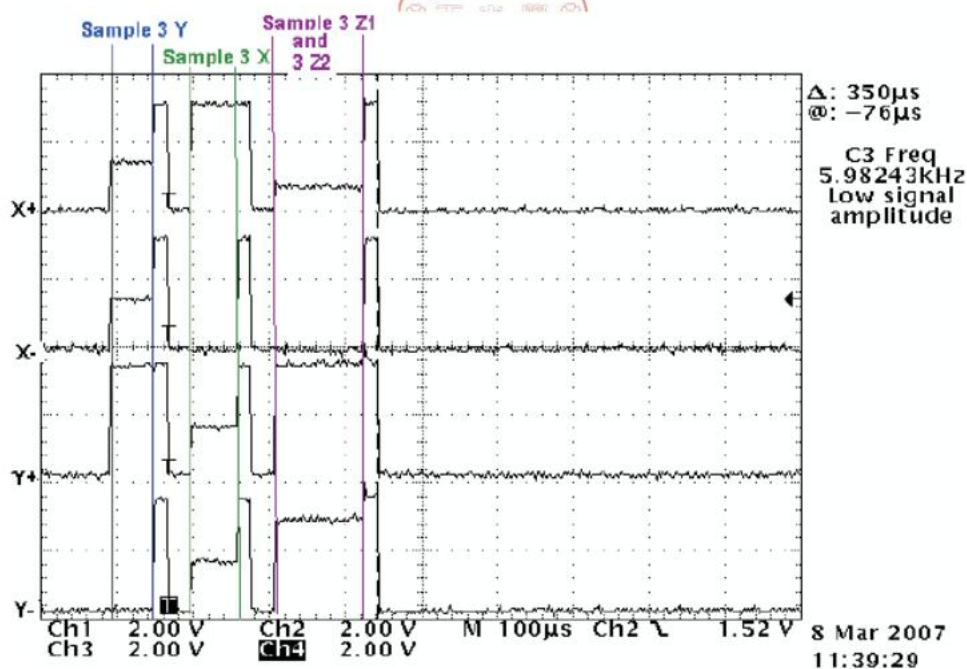
表 1 TSC2004/5/6 CFR Timing Settings

Settings	Location	Description	How to Effect Power
PR2~PR0	D7~D5 of CFR0	TSC wait-time to allow the pin's capacitance to be fully precharged From 20 μ s (PR2~PR0 = 000b) to 1.364 ms (PR2~PR0 = 111b)	Not consuming extra SNSVDD power
SN2~SN0	D4~D2 of CFR0	TSC wait-time to sense if the screen is touched after converting a touch coordinate. From 32 μ s (SN2~SN0 = 000b) to 2.656 ms (SN~SN0 = 111b)	Not consuming extra SNSVDD power
BTD2~BTD0	D2~D0 of CFR1	Batch Delay Timing	Discussed by a separate application report on TSC Operation Schemes (SLAA359)

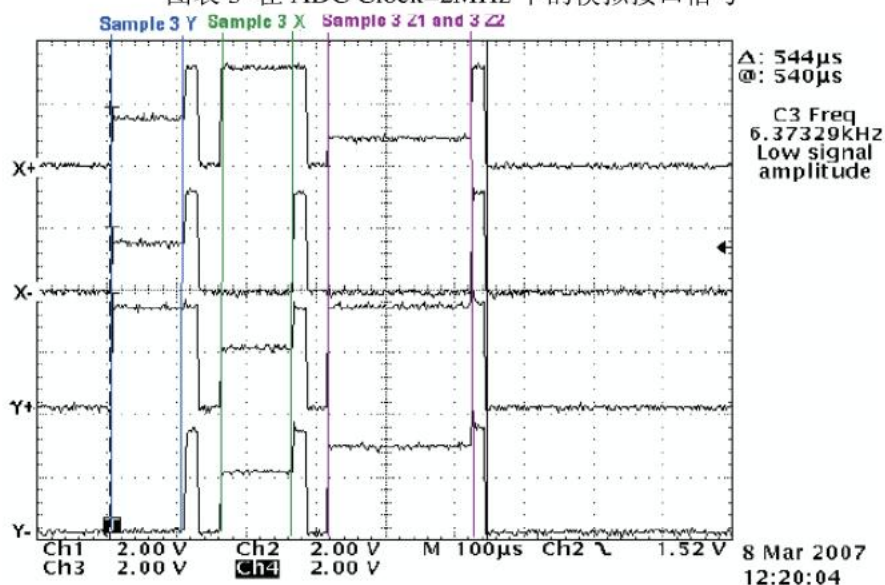
续表 1 TSC2004/5/6 CFR Timing Settings

4.3 延时设置^[3]

ADC 的时钟设置影响到触摸屏的信号读取精度，高的时钟频率会降低数据精度。图表 3、4 是在 ADC 时钟在 2MHz 和 1MHz 下的 X+、X-、Y+、Y-的信号对比。



图表 3 在 ADC Clock=2MHz 下的模拟接口信号



图表 4 在 ADC Clock=1MHz 下的模拟接口信号

触摸屏驱动电压延时时间对 X+、X-、Y+、Y-的信号读取的影响，如图表 5。

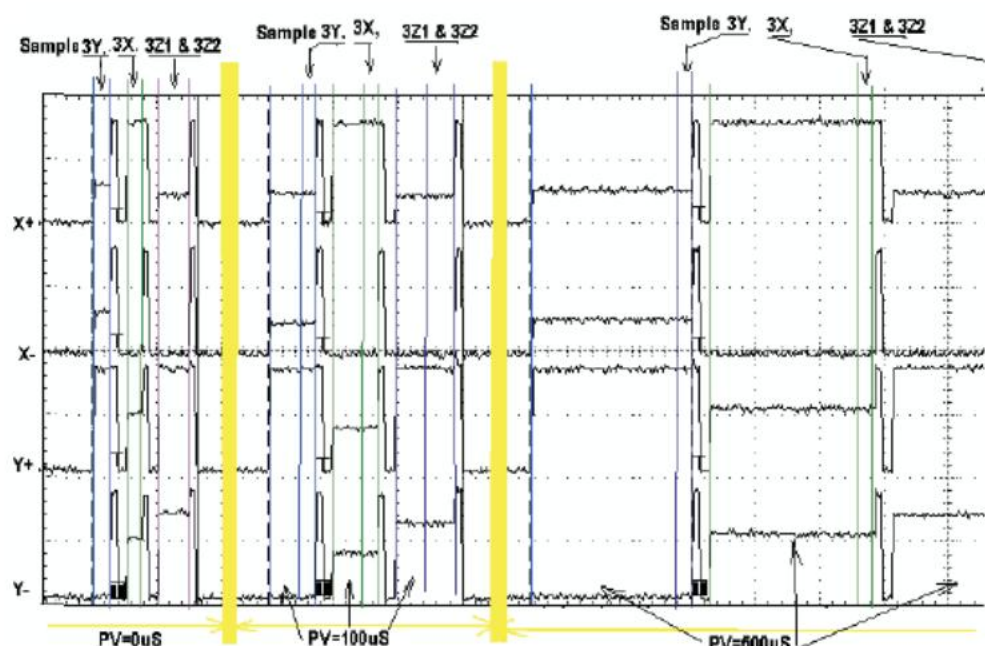


Figure 5. Panel Voltage Stabilization 0 μ s, 100 μ s, and 500 μ s

为了减少在 X+或 Y+采样时电压的波动，可以在采样前进行时间的延时的处理。

5 结束语

综上，主要从触摸屏的回路电阻、PCB Layout 设计和信号采样算法等进行分析和讨论，并提出了一些解决措施。另外，有些同行还从触摸屏的结构上提出了一些看法，主要是两层 ITO 工作面的距离，ITO Film 的鼓起引起触点的抖动，造成采样信号不稳定。触摸屏结构上的问题，目前还没有见到相关研究和论述，望同行有志之士能进行一下这方面的实验和研究，以供探讨。

参考文献

1. 郑工等，触摸屏飞线现象的原因分析及解决方案 [R]，2008
2. Wendy Fang, Reducing Analog Input Noise in Touch Screen Systems [OL], <http://focus.ti.com.cn/cn/tihome/docs/homepage.tsp>
3. Wendy Fang, Set Up and Use TSC Timings [OL], <http://focus.ti.com.cn/cn/tihome/docs/homepage.tsp>
4. 韩玺，李哲英，基于 S3C44B0 的触摸屏应用设计 [J]，北京联合大学学报，2006： 4
5. 郑建彬，刘慧敏，曾勇，基于 ADS7846 动态签名认证的数据采集和预处理[J]，单片机与嵌入式系统应用， 2004： 11