

# 基于MSP430的信号产生与分析装置

队 员：于宁 杨玉婷 张悦  
指导老师：汪小燕

# 设计目标

## 基本功能

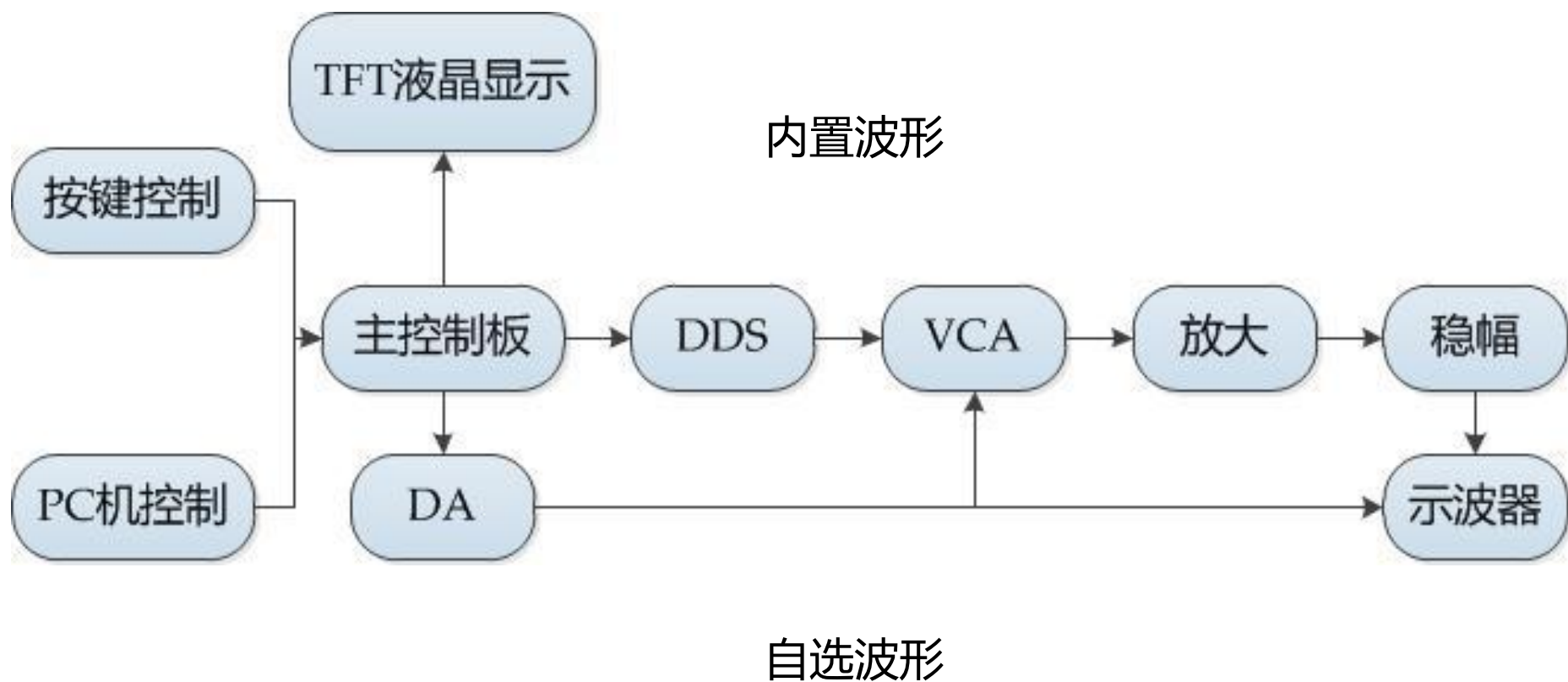
- 具有产生正弦波、方波、三角波三种基本周期性波形的功能；
- 输出波形的频率范围为100Hz-20KHz（非正弦波频率按10次谐波计算）；重复频率可调，频率步进间隔 $\leq 100\text{Hz}$ ；
- 输出波形幅度范围0-3V（峰峰值），可按步进0.1V（峰峰值）调整。
- 由外界按键输入选择产生波形的种类、频率与峰峰值；
- 界面显示输出波形的类型、重复频率（周期）和幅度。

# 设计目标(Cont.)

## 扩展功能

- 输出波形频率范围扩展至5Hz~1MHz；
- 用键盘或其它输入装置产生任意波形；
- 增加稳幅输出功能，当负载变化时，输出电压幅度变化不大于 $\pm 3\%$ （负载电阻变化范围： $100\Omega$ ）；
- 增加扫频功能，扫频范围和输出波形频率范围一致

# 方案设计——系统框图



# 方案设计——器件选型

- 微控制器芯片采用MSP430F2619开发板，产生DDS的控制字，提供键盘和LCD显示屏模块。
- DDS芯片采用AD9833，接收控制字，输出正弦波、三角波和方波。
- 幅度控制模块采用压控调幅器件VCA810，用430输出信号通过DA转换后的电平信号控制。
- THS3001用于后级功率放大。
- 运算放大器采用NE5532。

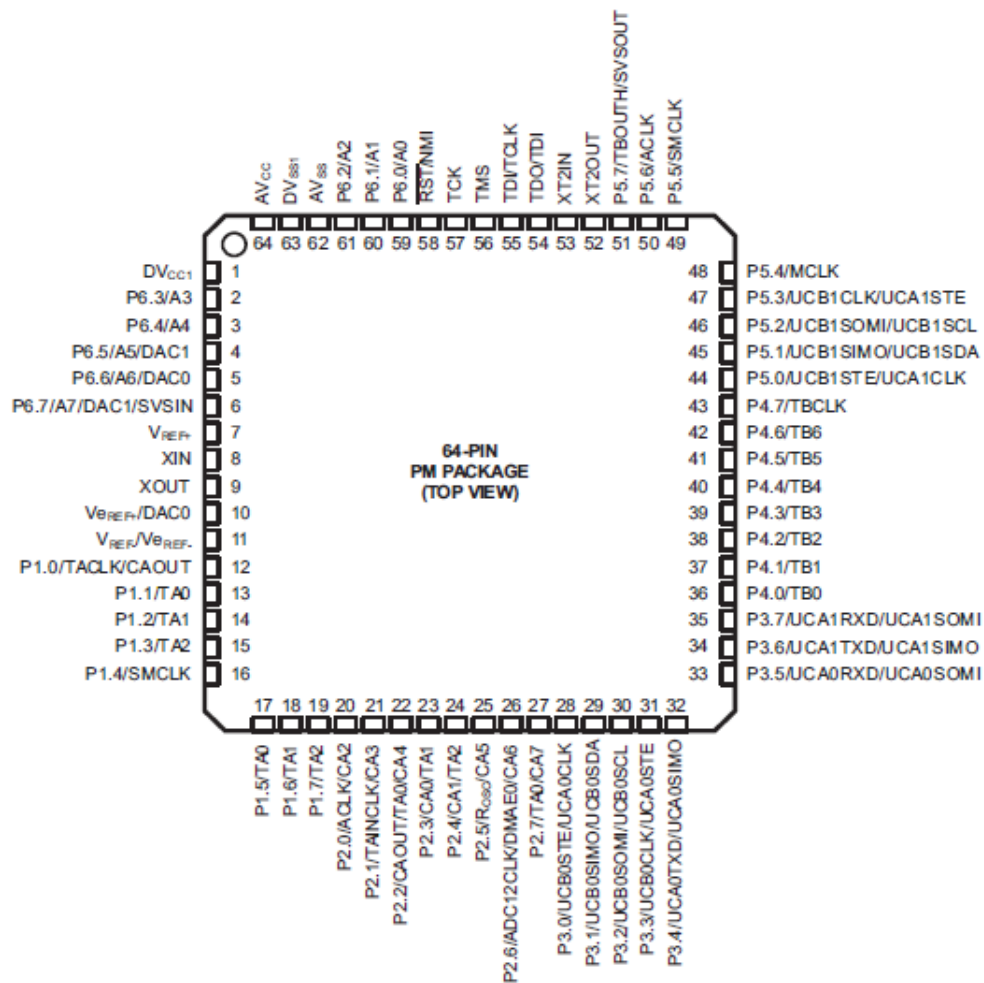


# 基本原理——MSP430F2619

Device Pinout, MSP430F261x, 64-Pin PM Package

MSP430F2619

- 16位超低功耗MCU
- 116KB闪存
- 8KB RAM
- 12位ADC双路
- 12位DAC双路
- 2个 USCI
- HW乘法器和DMA



# 基本原理——MSP430F2619

表一 MSP430F2619 通用 I/O 管脚分配

GPIO/Px.x	是否占用	功能
P1.0~P1.7	Y	矩阵键盘中断
P2.0~P2.2	Y	独立键盘 UP、DOWN、LEFT 中断
P2.3~P2.4		
P2.5	Y	独立键盘 ENTER 中断
P2.6~P2.7		
P3.0		
P3.1~P3.3	Y	AD9833 SPI 接口
P3.4~P3.5	Y	UART (Tx/D/RxD)
P3.6~P3.7		
P4.0		
P4.1	Y	UART 电源
P4.2~P4.7		
P5.0~P5.3		
P5.4	Y	时钟输出 (MCLK)
P5.5~P5.7		
P6.0~P6.5		
P6.6	Y	VCA810 控制电压 ( $V_c$ ) (DAC12_0)
P6.7	Y	任意波形输出 (DAC12_1)
P7	Y	LCD 显示屏数据输出
P7.0~P7.2	Y	LCD SPI 总线
P8.0~P8.3		
P8.4	Y	LCD SPI 总线
P8.5~P8.7		

# 基本原理——DDS: AD9833

## AD9833

- 频率寄存器为28位（在16MHz开发板时钟下，精度为0.06Hz）（ $16\text{MHz}/2^{28}$ ）
- 输出频率范围为0~8MHz
- 可选择性输出正弦波、三角波和方波
- 2.5~5.5V的宽范围电源电压
- 无需外围电路
- 3线SPI接口

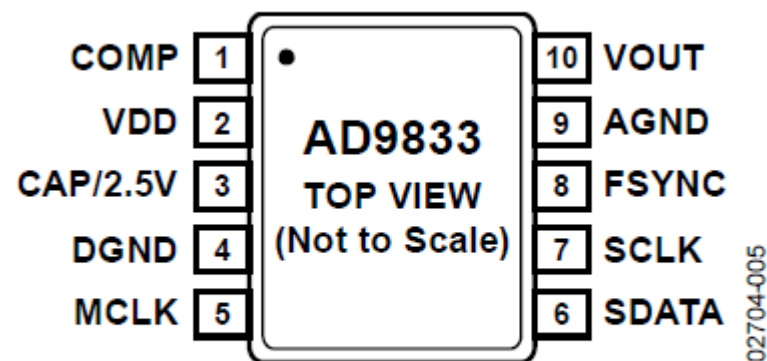


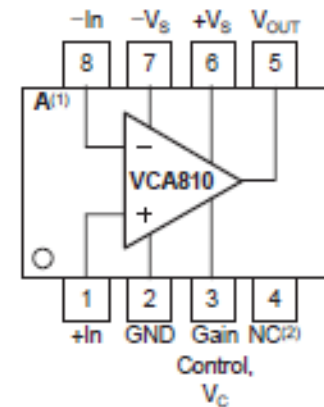
Figure 5. Pin Configuration



# 基本原理——VCA810

## VCA810

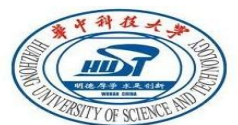
- 增益连续可控，可调范围80dB
- 信号带宽25MHz
- 精密的可调dB/V增益特性（dB线性）
- 0~-2V控制电压



NOTES: (1) High Grade Indicator. (2) NC = Not Connected.

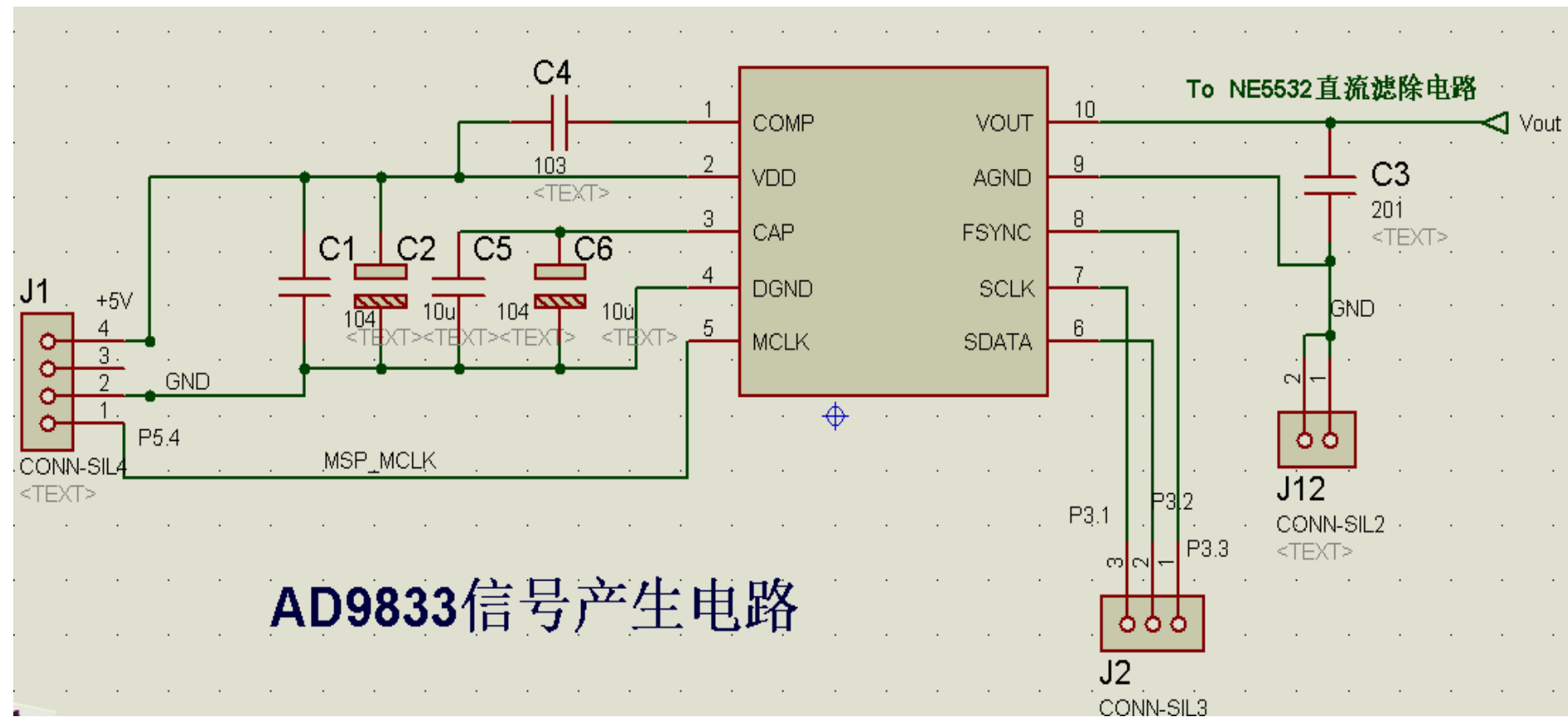
# 硬件电路设计

- AD9833 SPI串行通信 程控频率
- 内部DAC和VCA810 模拟直流电压控制运放增益 程控幅值
- THS3001电流型运放输出 增强带负载能力
- RS232串口通信 借助PC机界面绘制任意波形



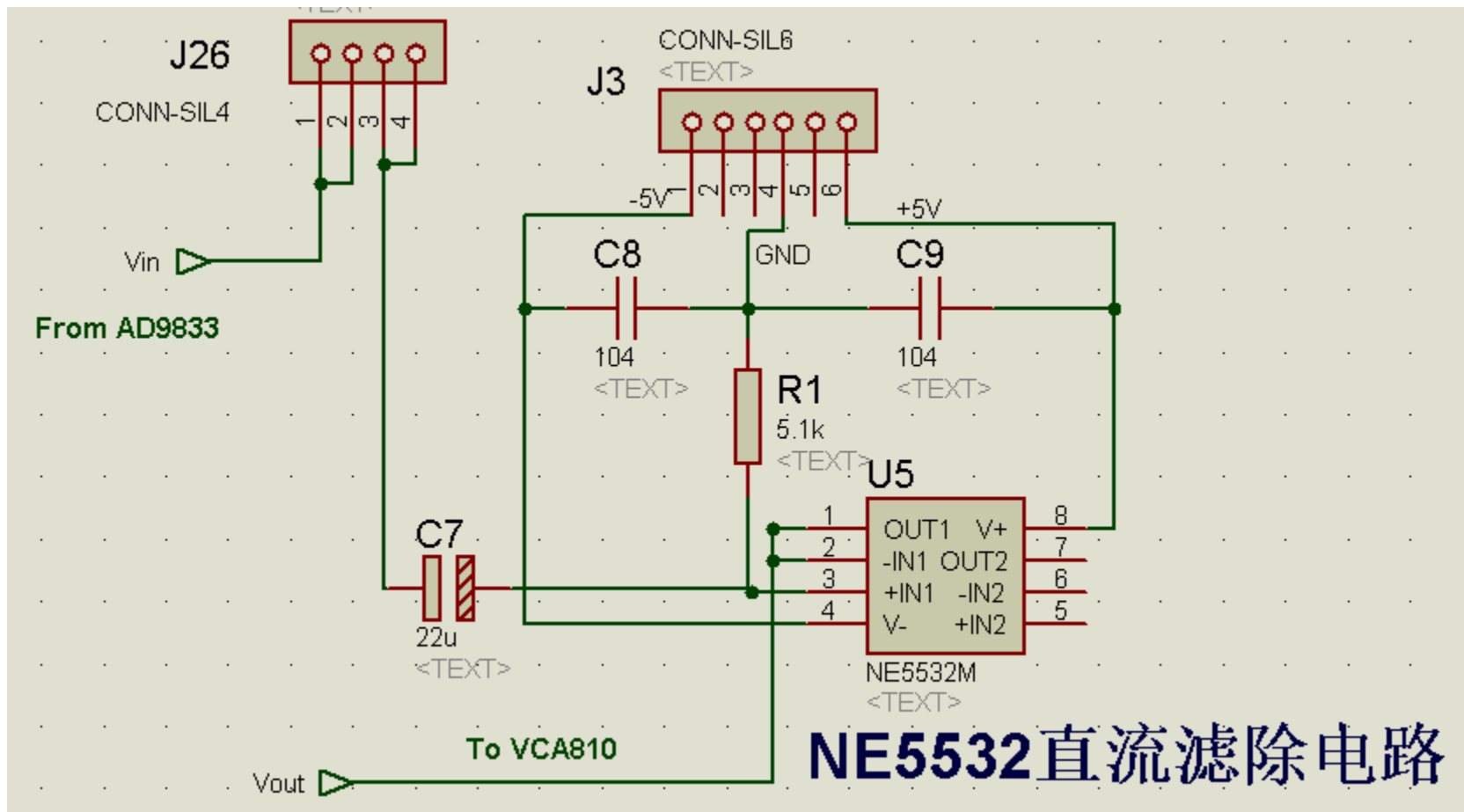
# 硬件电路设计(Cont.)

## 单元电路图——AD9833信号产生电路



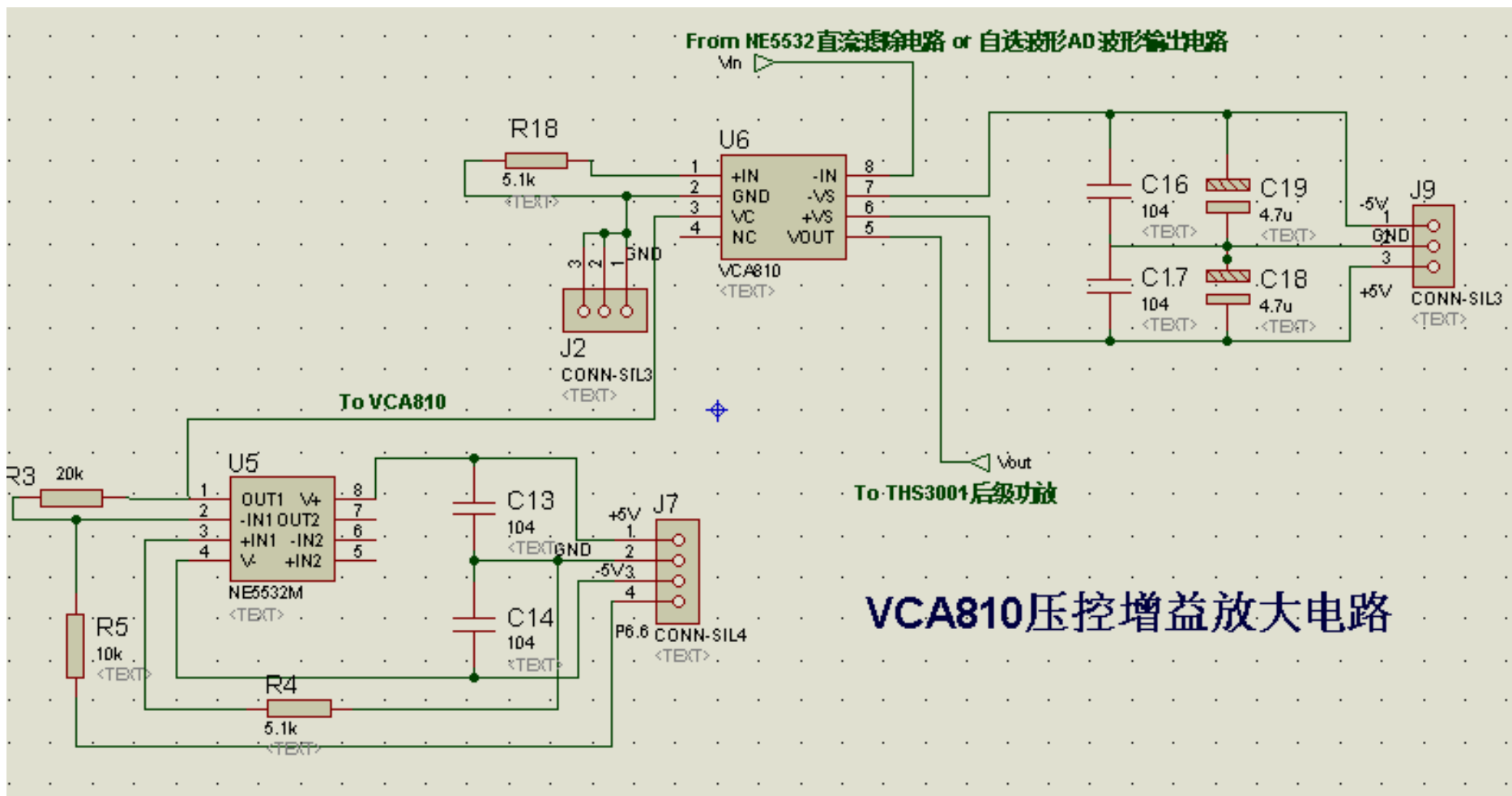
# 硬件电路设计(Cont.)

## 单元电路图——NE5532直流滤除电路



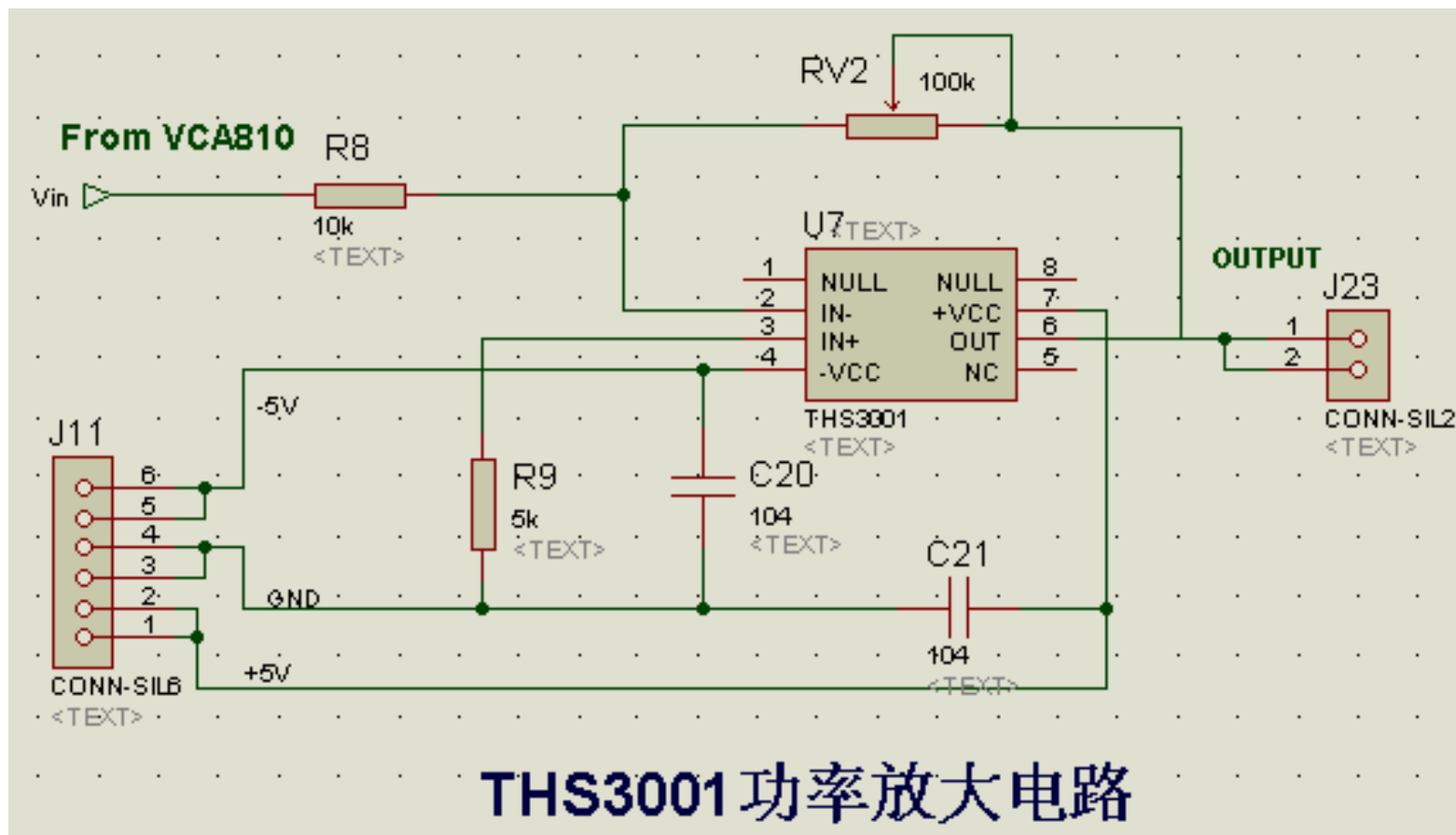
# 硬件电路设计(Cont.)

## 单元电路图——VCA810压控增益放大电路



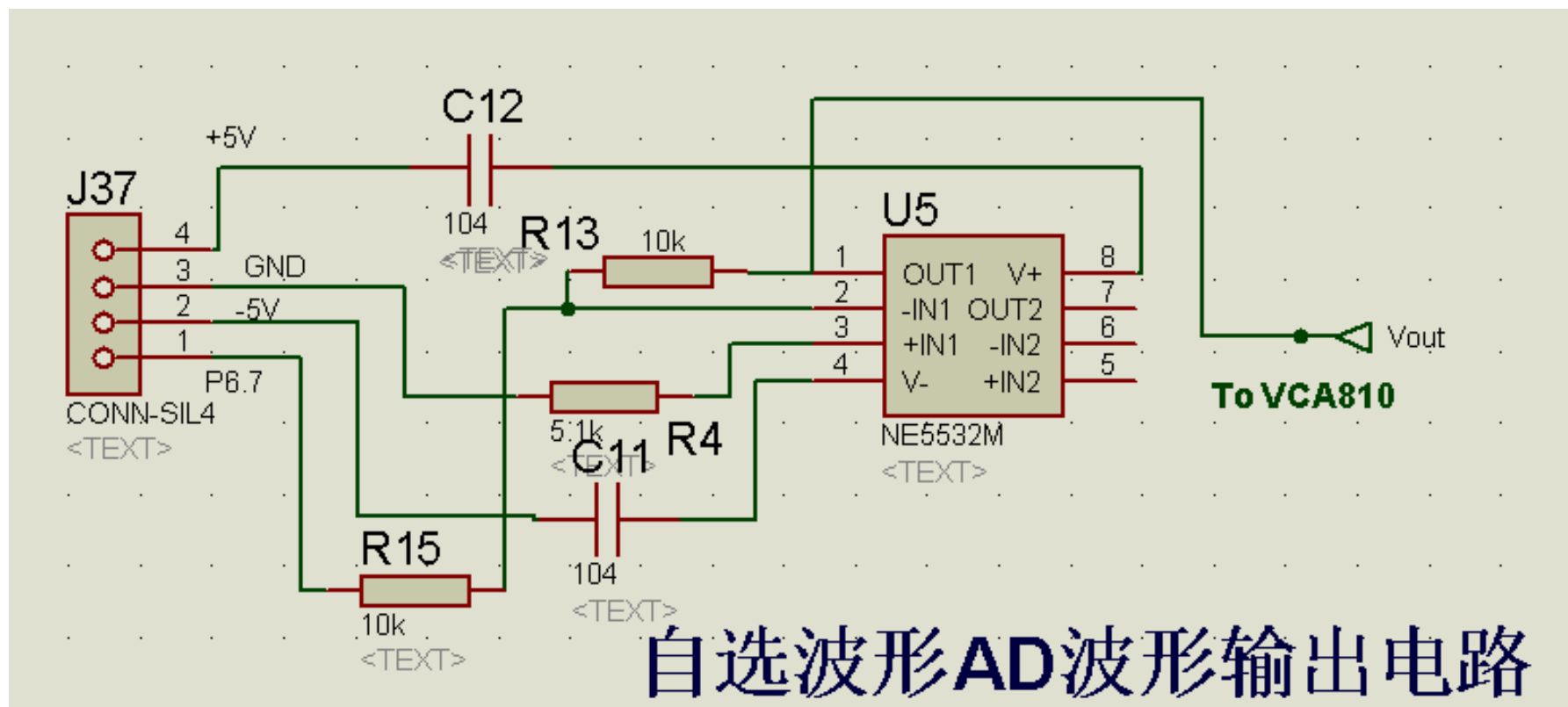
# 硬件电路设计(Cont.)

## 单元电路图——THS3001后级功放电路



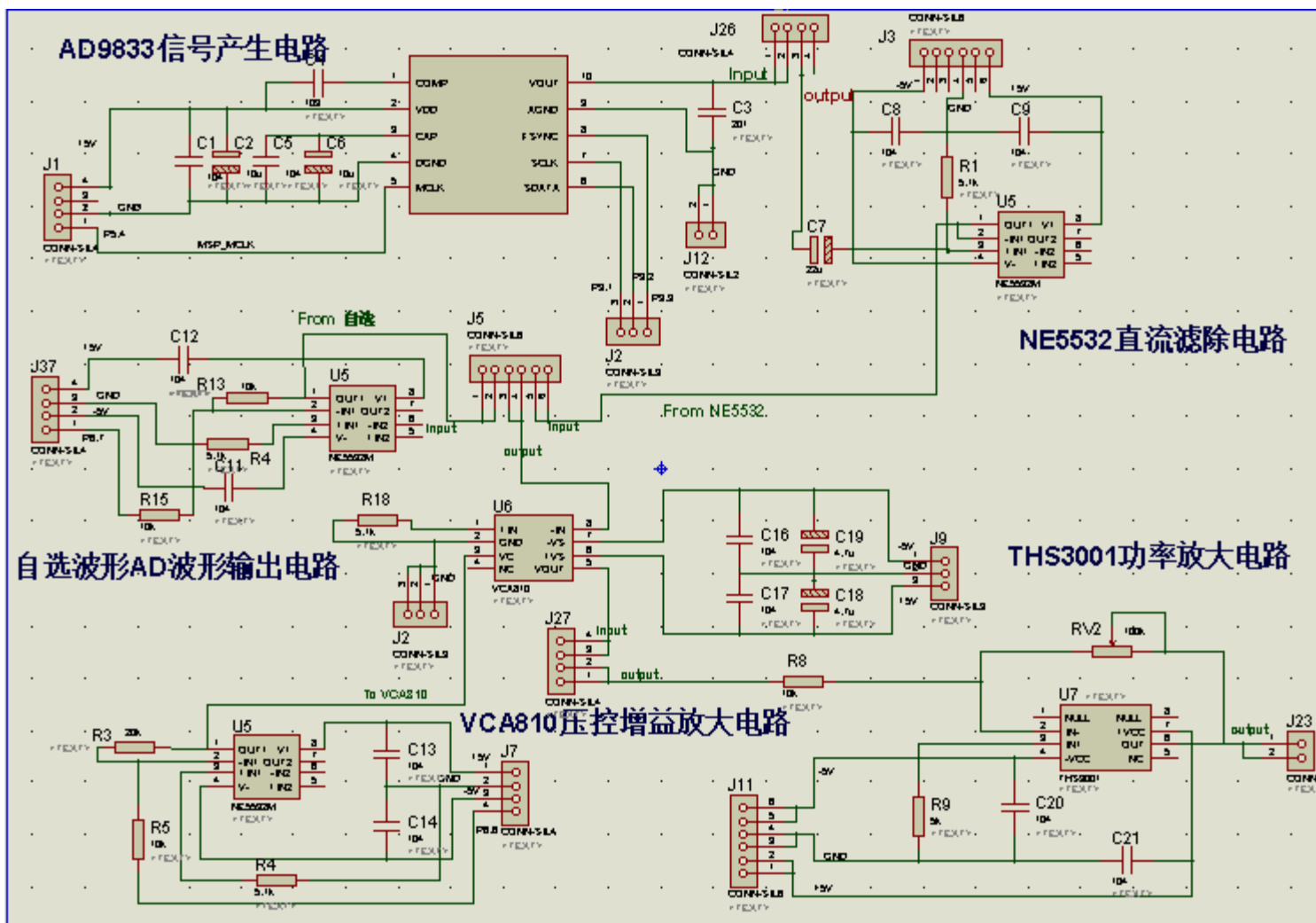
# 硬件电路设计(Cont.)

单元电路图——自选波形AD波形输出电路



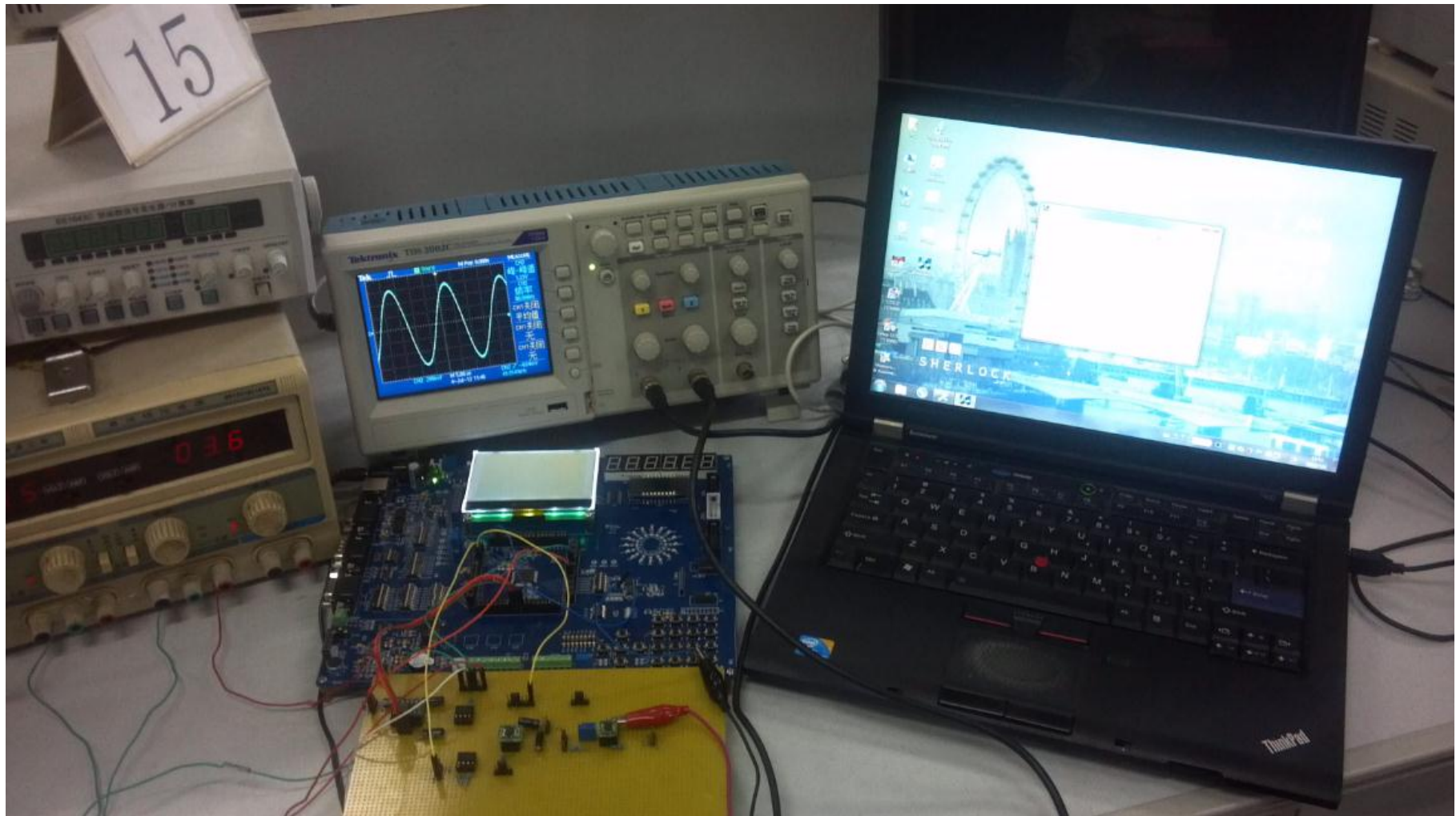
# 硬件电路设计(Cont.)

## 整机电路图



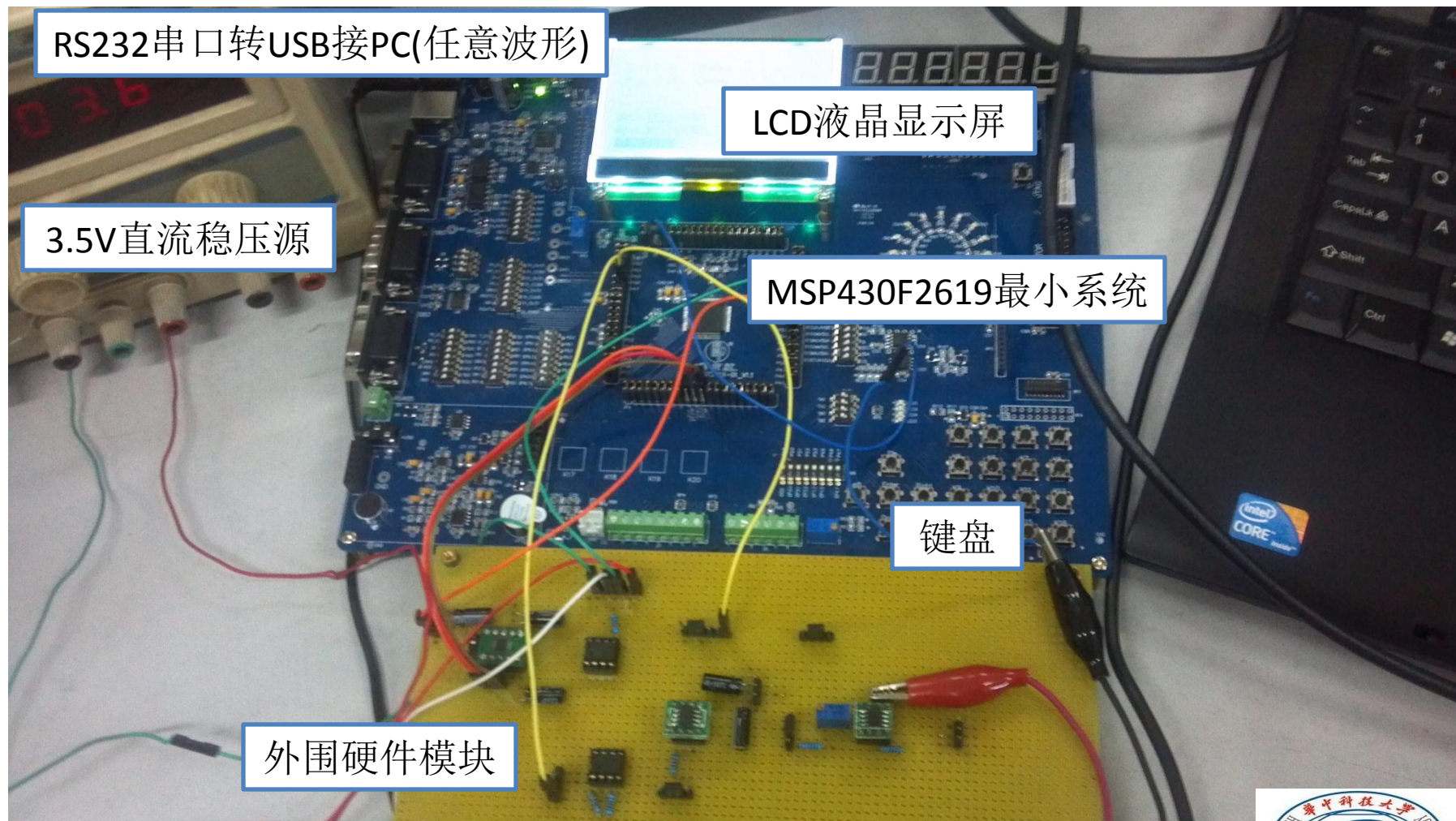


# 硬件电路设计(Cont.)



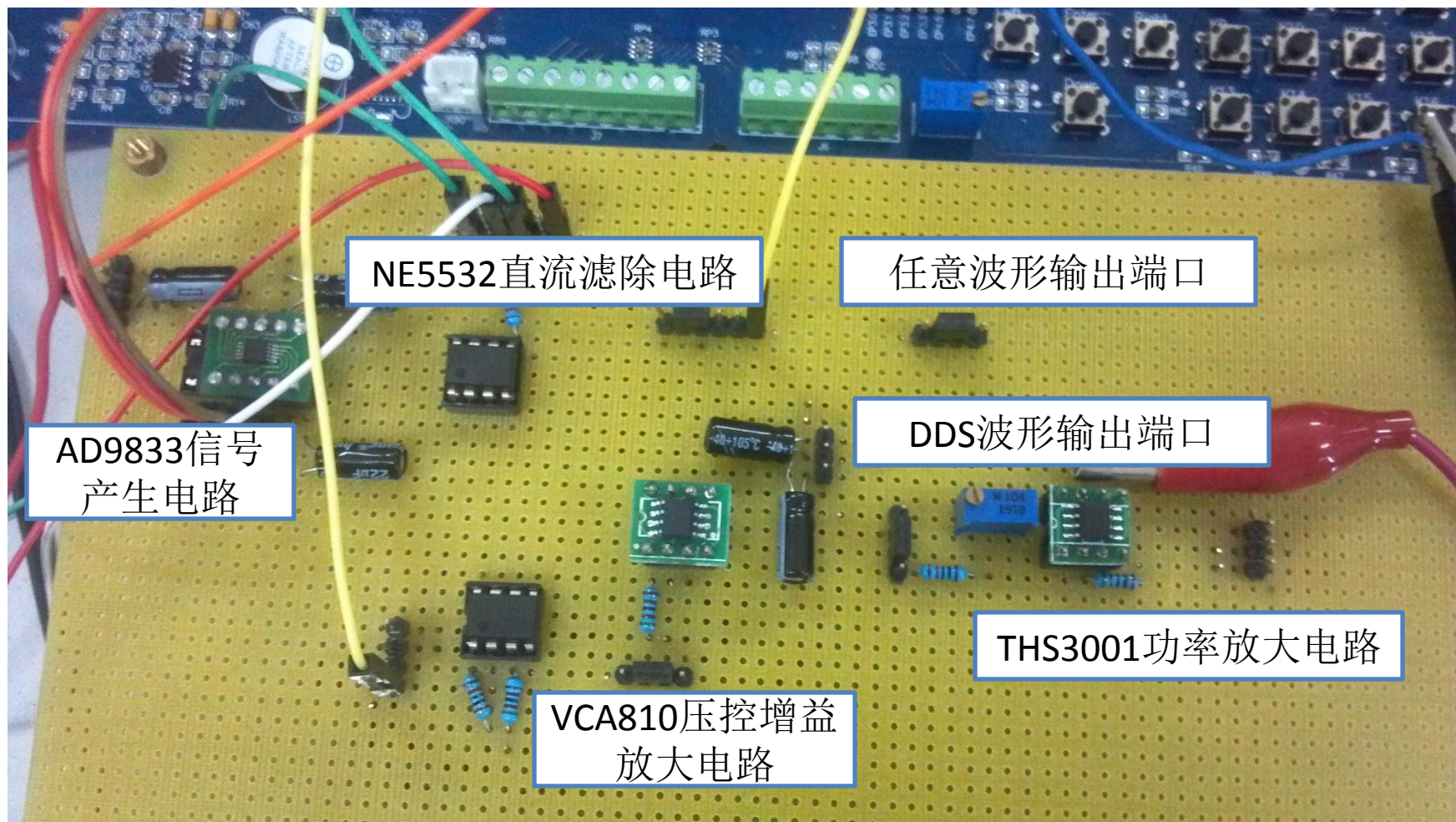
# 硬件电路设计(Cont.)

## 硬件部分实体展示



# 硬件电路设计(Cont.)

## 硬件部分实体展示



# 软件设计

- 平台——IAR
- 显示
- AD9833控制
- DA和VCA控制电压

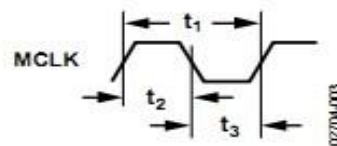
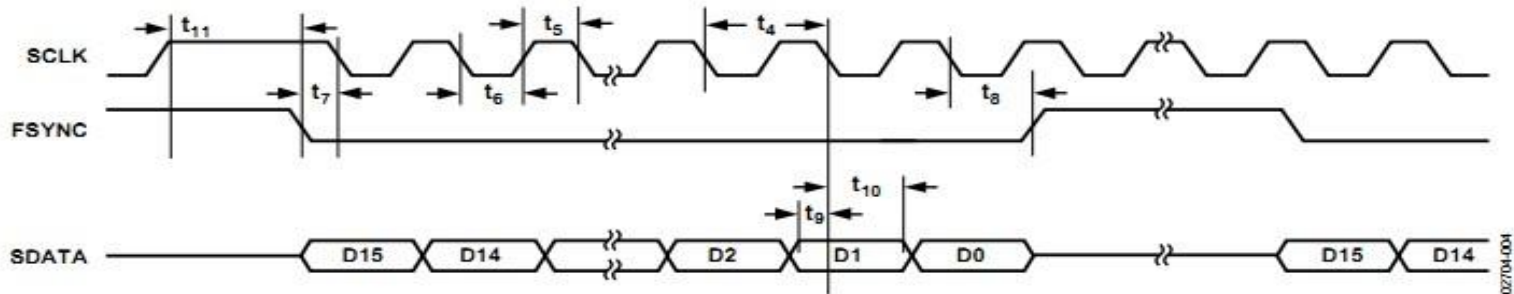
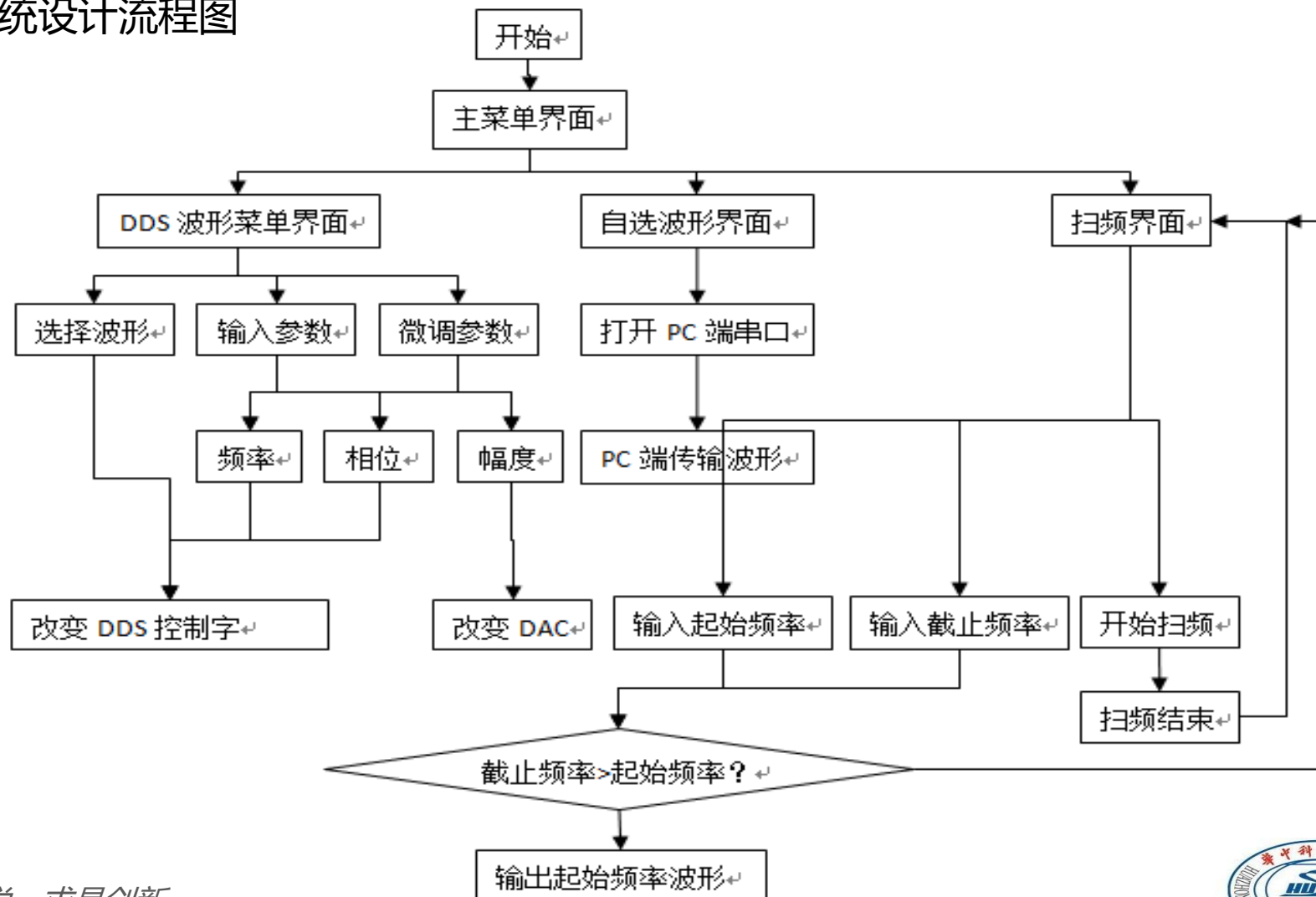


Figure 3. Master Clock



# 软件设计(Cont.)

软件系统设计流程图



# 系统测试及目标实现情况

## 基本功能：全部实现

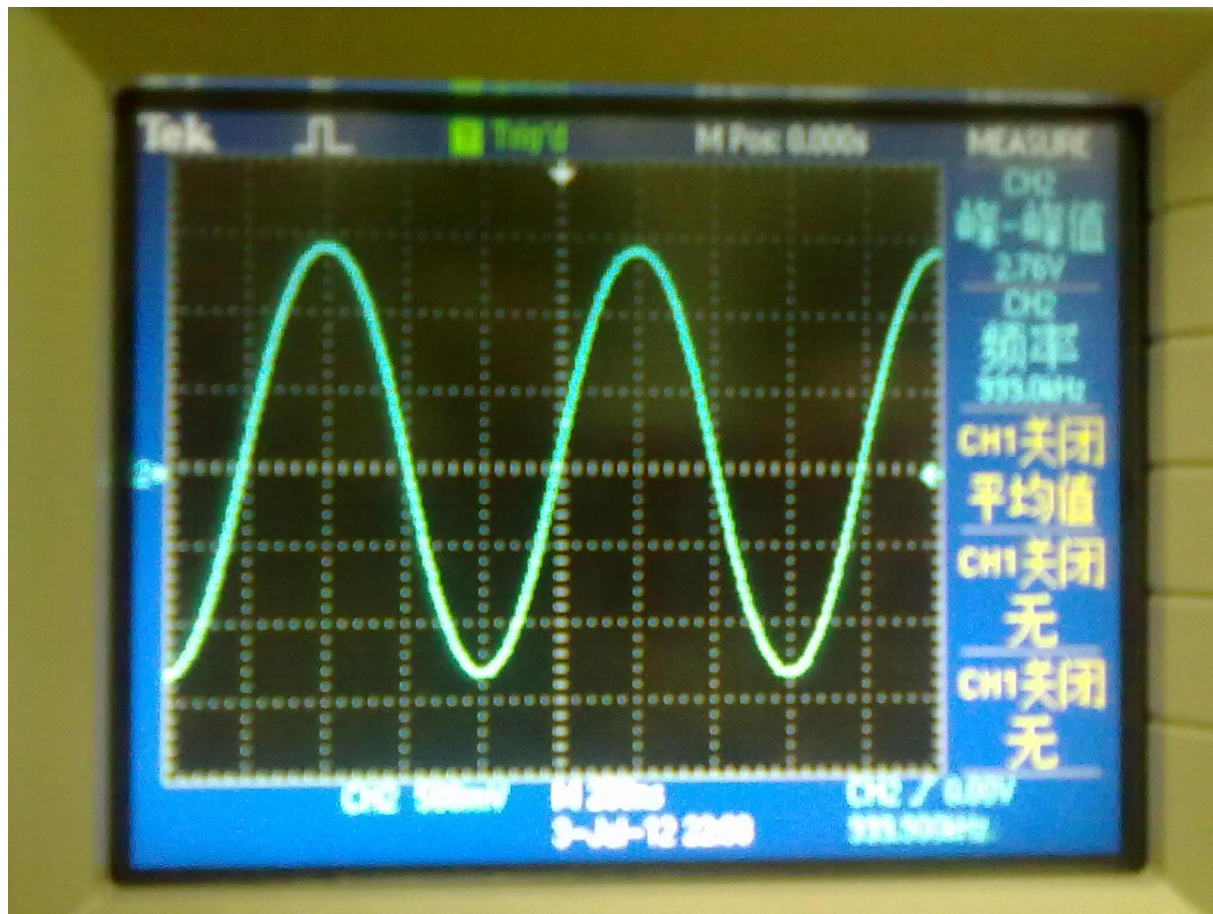
- 正弦波，方波和三角波
- 100Hz~10KHz
- 频率精确可控，幅度可以预置

## 扩展功能

- 5Hz~1MHz
- 任意波形可实现（PC端绘制波形，串口传送）
- 增加稳幅输出功能，当负载变化时，输出电压幅度变化不大于 $\pm 3\%$ （负载电阻变化范围：100 $\Omega$ ）；
- 输出频率全范围连续扫频

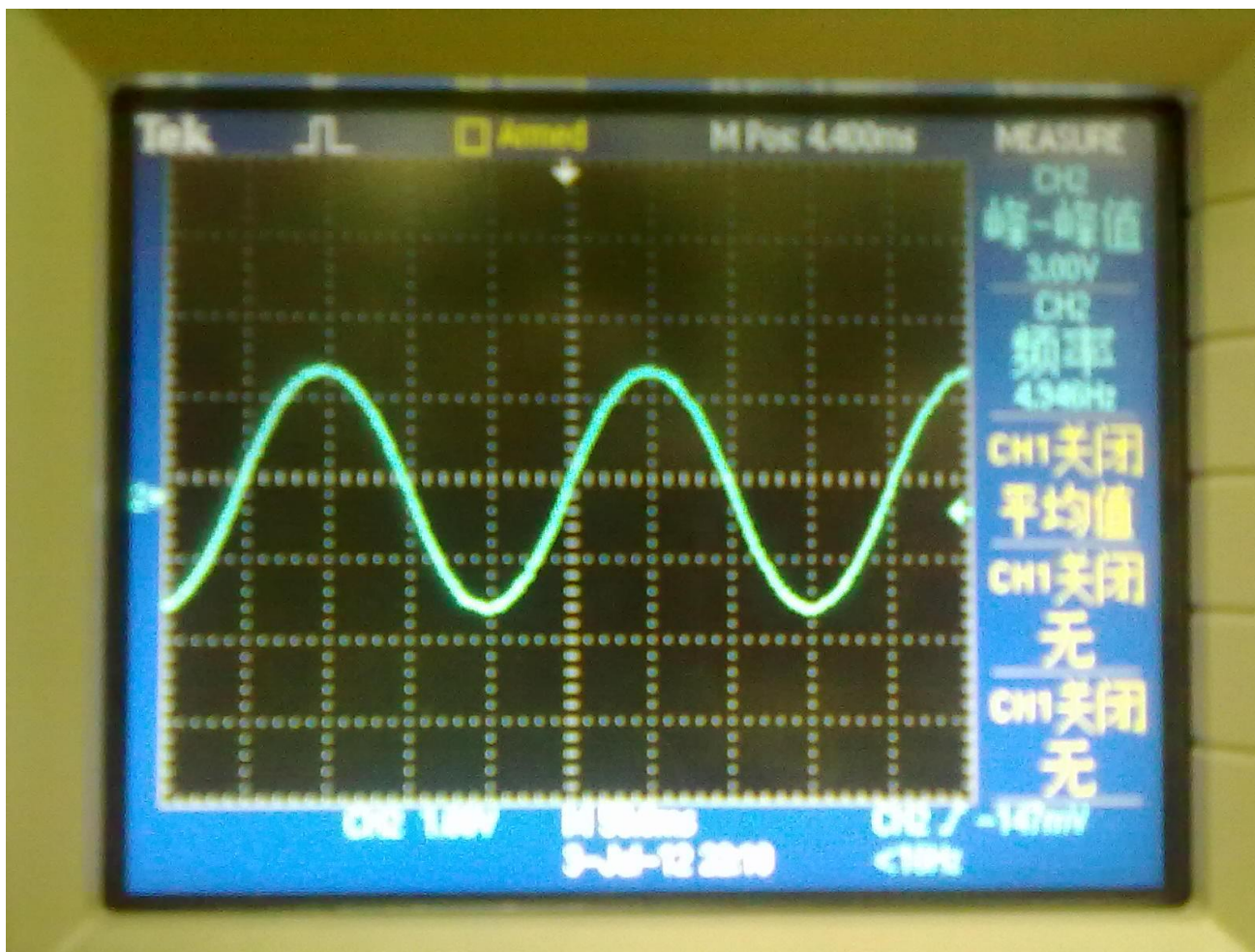
# 系统测试及目标实现情况(Cont.)

- 正弦波 1MHz (频率上限)



# 系统测试及目标实现情况(Cont.)

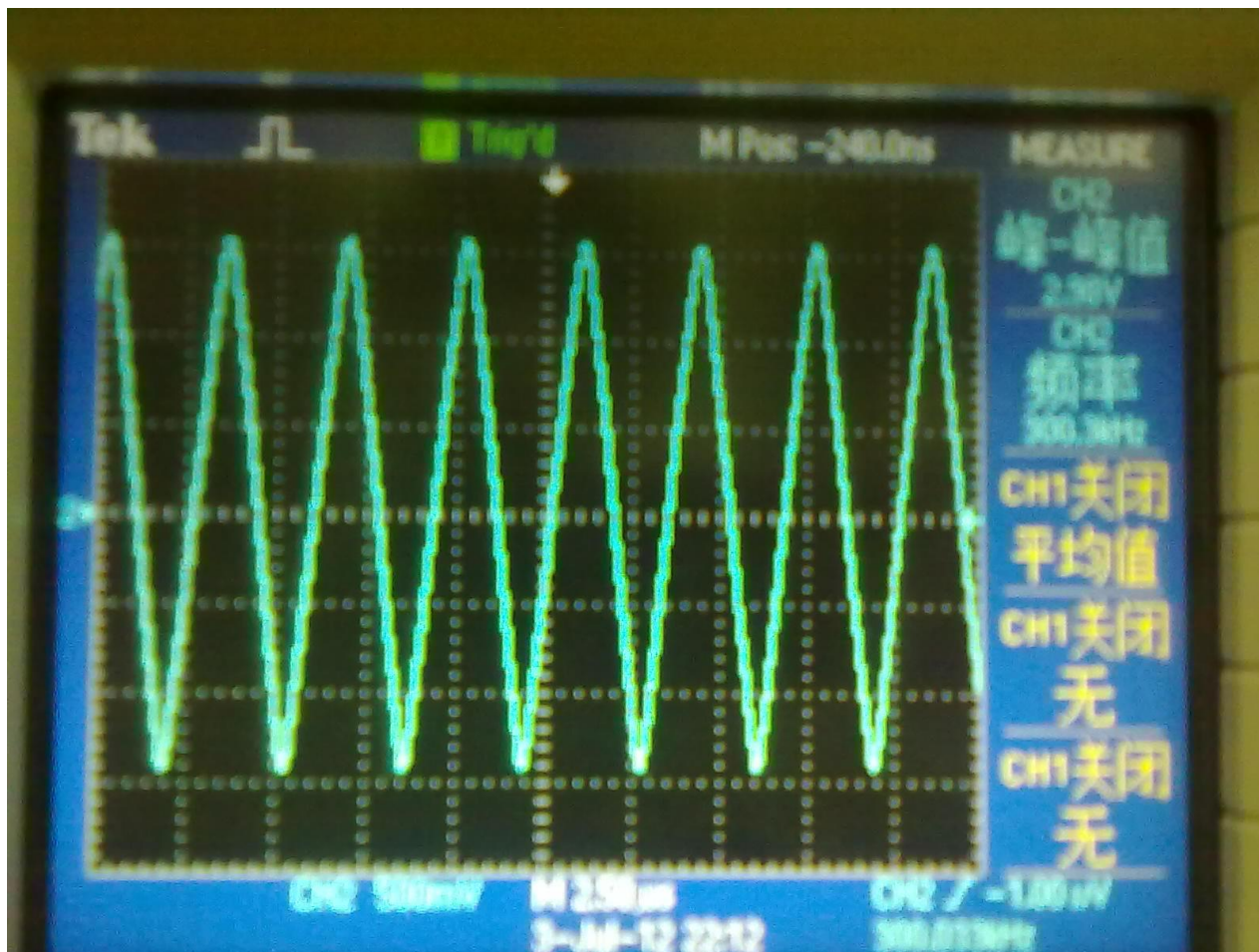
- 正弦波 5Hz ( 频率下限 )





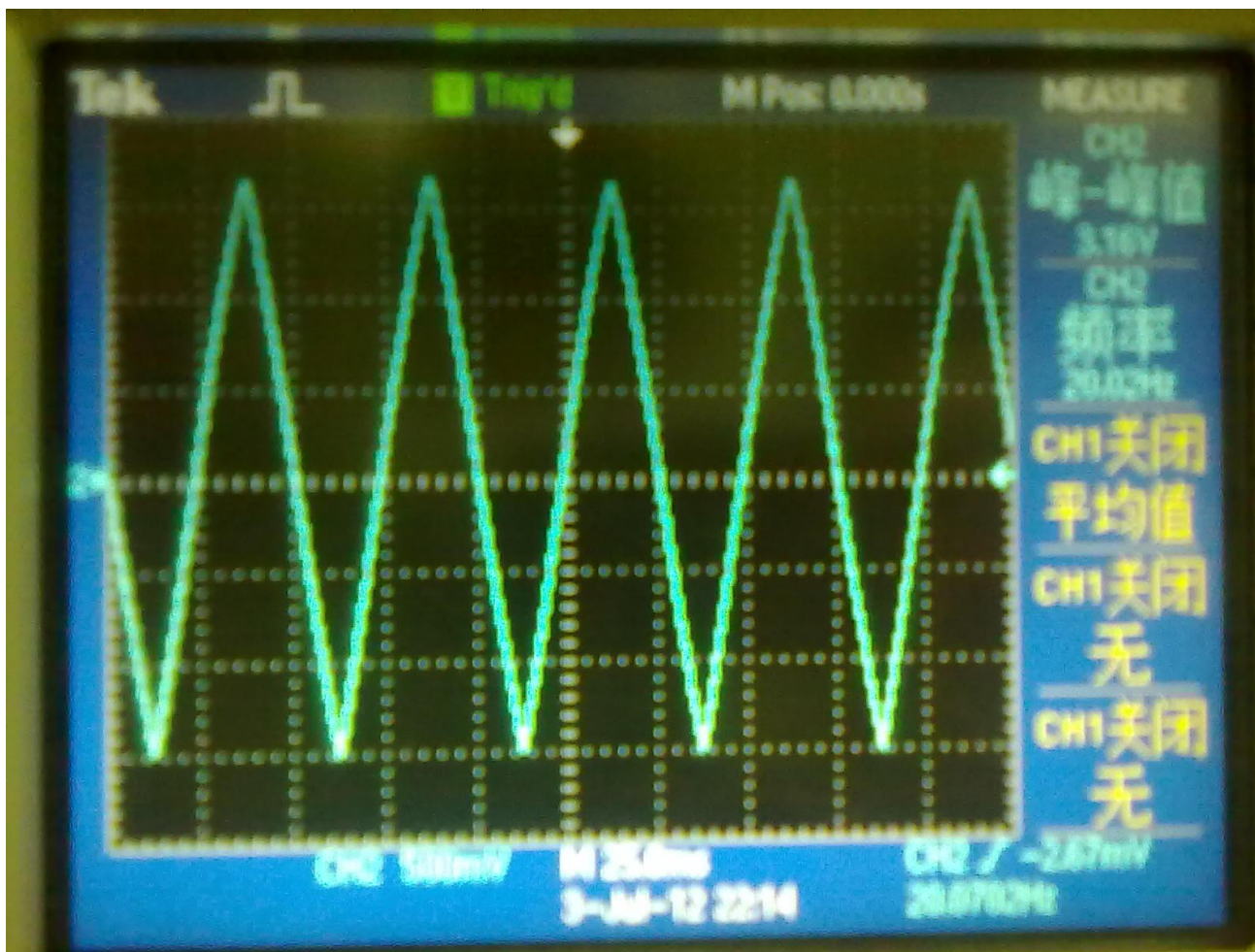
# 系统测试及目标实现情况(Cont.)

- 三角波 300KHz ( 频率上限 )



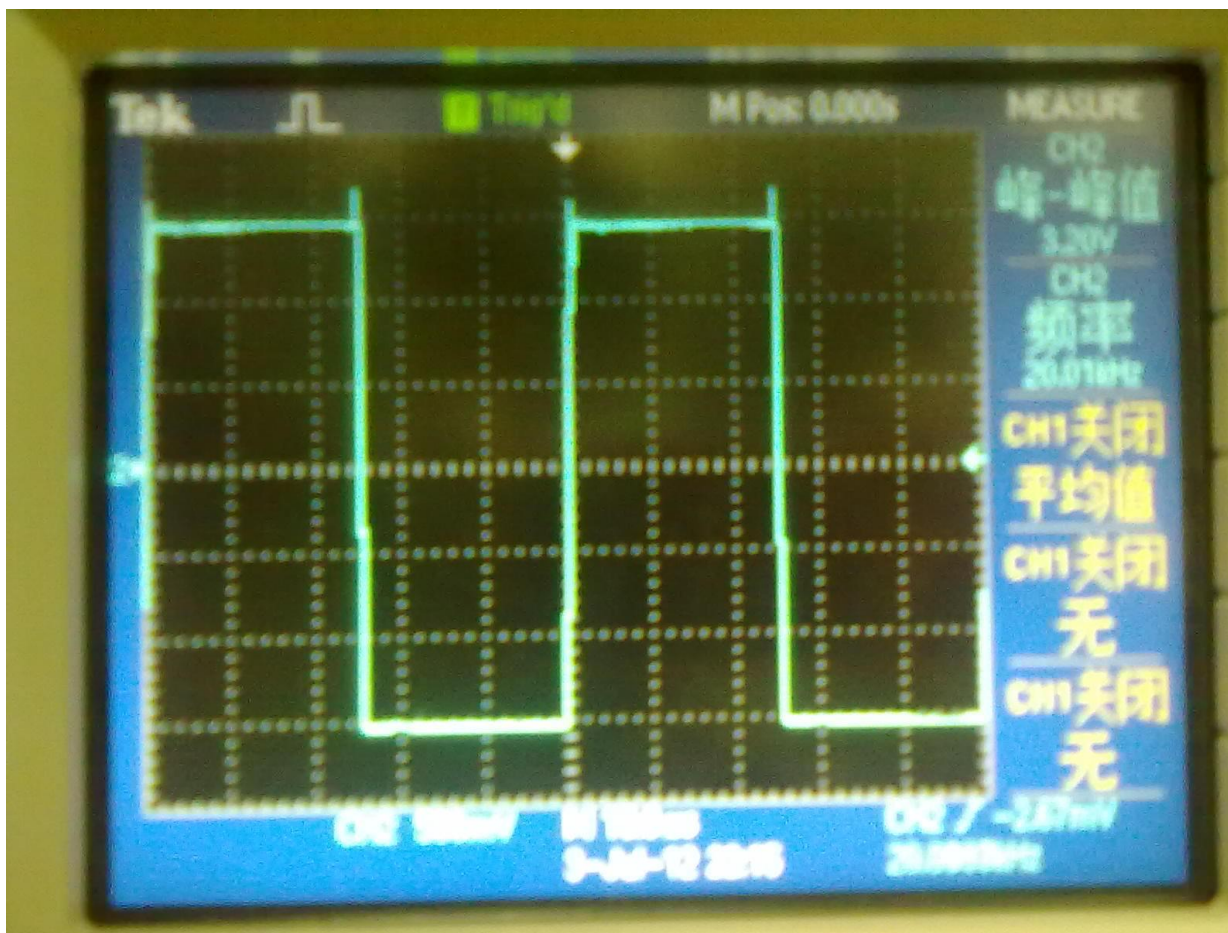
# 系统测试及目标实现情况(Cont.)

- 三角波 20Hz ( 频率下限 )



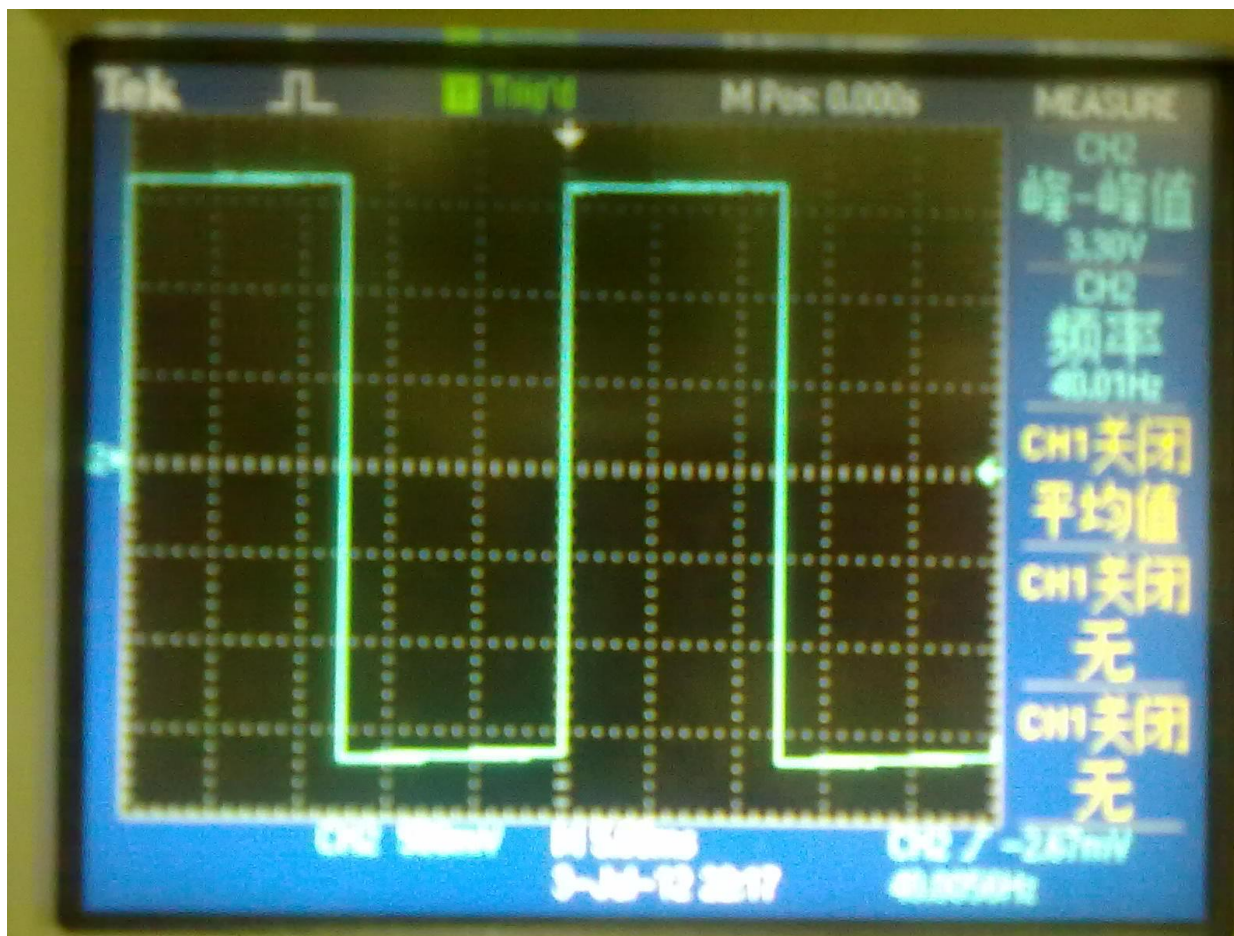
# 系统测试及目标实现情况(Cont.)

- 方波 20KHz ( 频率上限 )



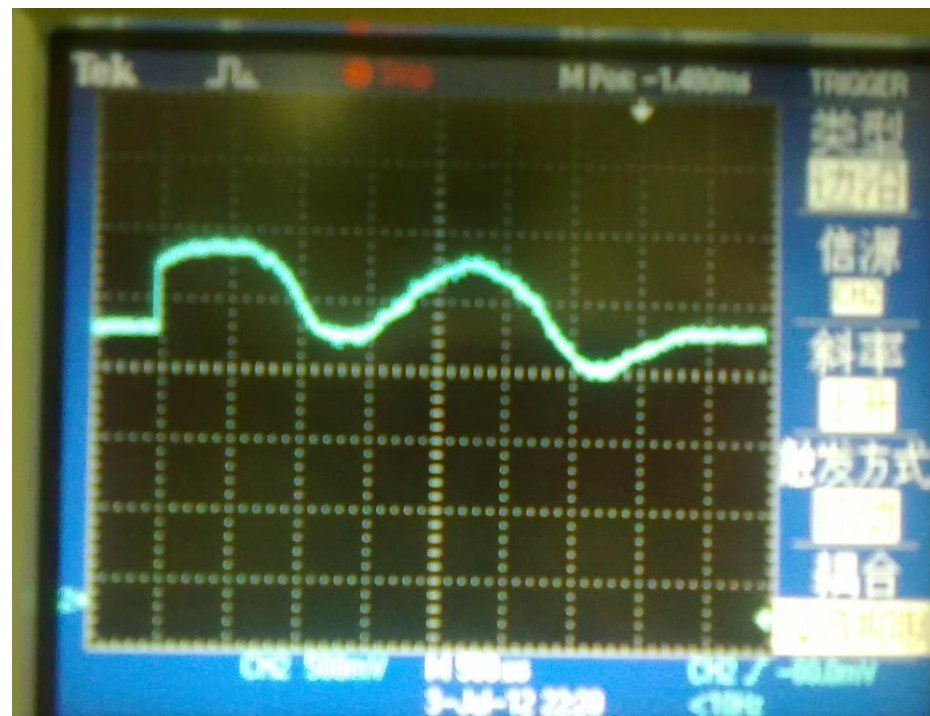
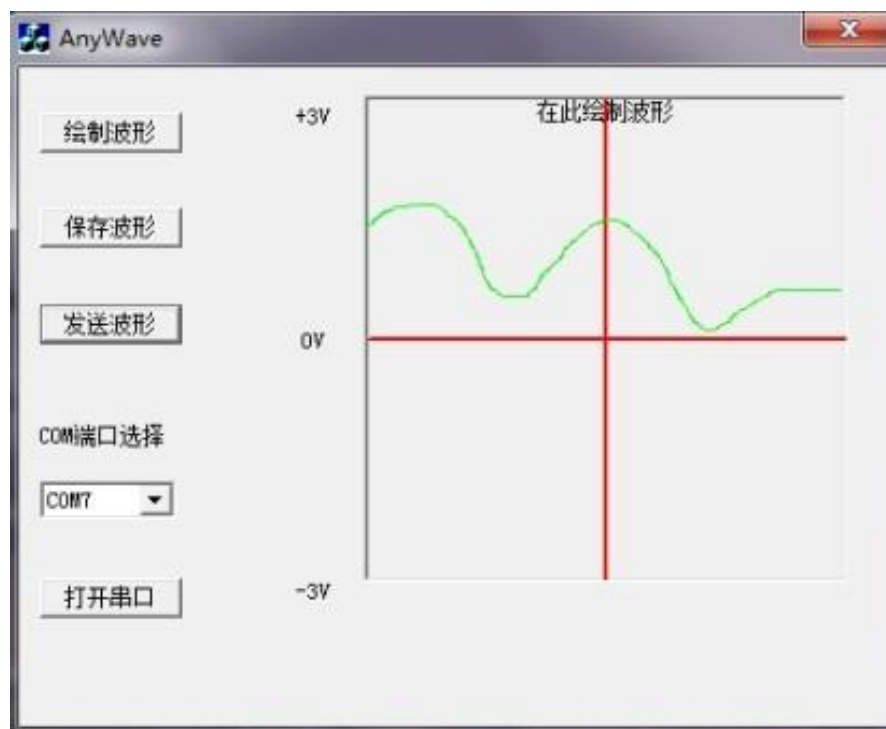
# 系统测试及目标实现情况(Cont.)

- 方波 40Hz ( 频率下限 )



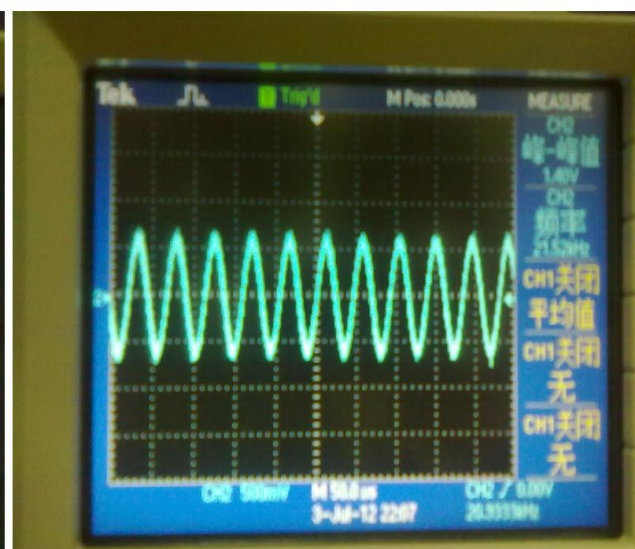
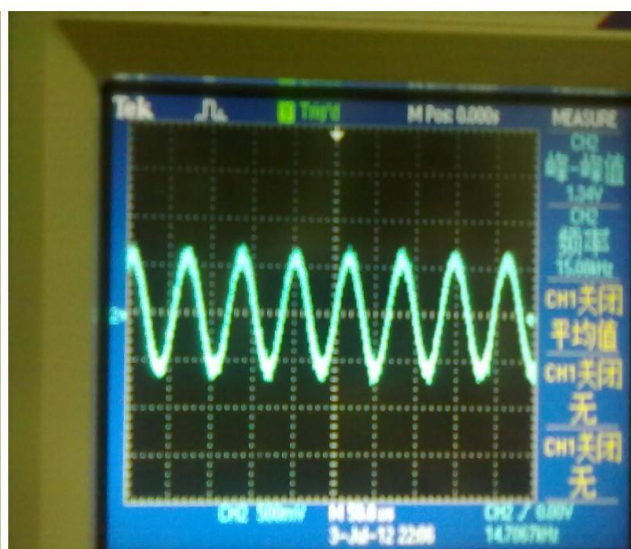
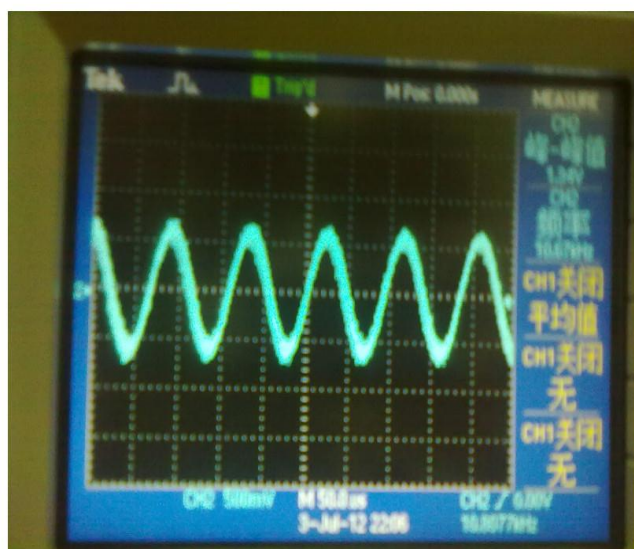
# 系统测试及目标实现情况(Cont.)

- 任意波形——绘制界面及波形



# 系统测试及目标实现情况(Cont.)

- 扫频功能——5Hz~1MHz



# 心得体会

- 货比三家选择器件
- 尽早备齐硬件芯片及工具材料，尽早熟悉芯片特性及引脚分配
- 尽早熟悉开发板及相关模块，尽早掌握适用于开发板的编程环境
- 焊板子前，按照设计好的电路图预先在面包板上调试通过，拆焊是件劳民伤财的事
- 尽早焊好板子测试性能，只有焊好的板子才是最稳定可靠的
- 在接通电路之前一定要测试电源电位，尤其是芯片接正负电源和接地的引脚电位，以免烧毁芯片，造成不必要的麻烦
- 先进行单元测试，再逐级联调，最终再进行整机测试
- 吉米便当常伴左右。无论做什么事情，勤奋和努力是最不可少的。



# 参考资料

- 电子线路设计•实验•测试，罗杰 谢自美，电子工业出版社，2008
- 电子技术基础•模拟部分(第五版)，康华光，高等教育出版社，2006
- 微机原理、汇编与接口技术(第二版)，朱定华，清华大学出版社，2005
- MSP430系列16位超低功耗单片机原理与应用，沈建华 杨艳琴，清华大学出版社
- Datasheet ( MSP430 etc. )
- 互联网资料





*Thank you~~~!*

*Q & A*

