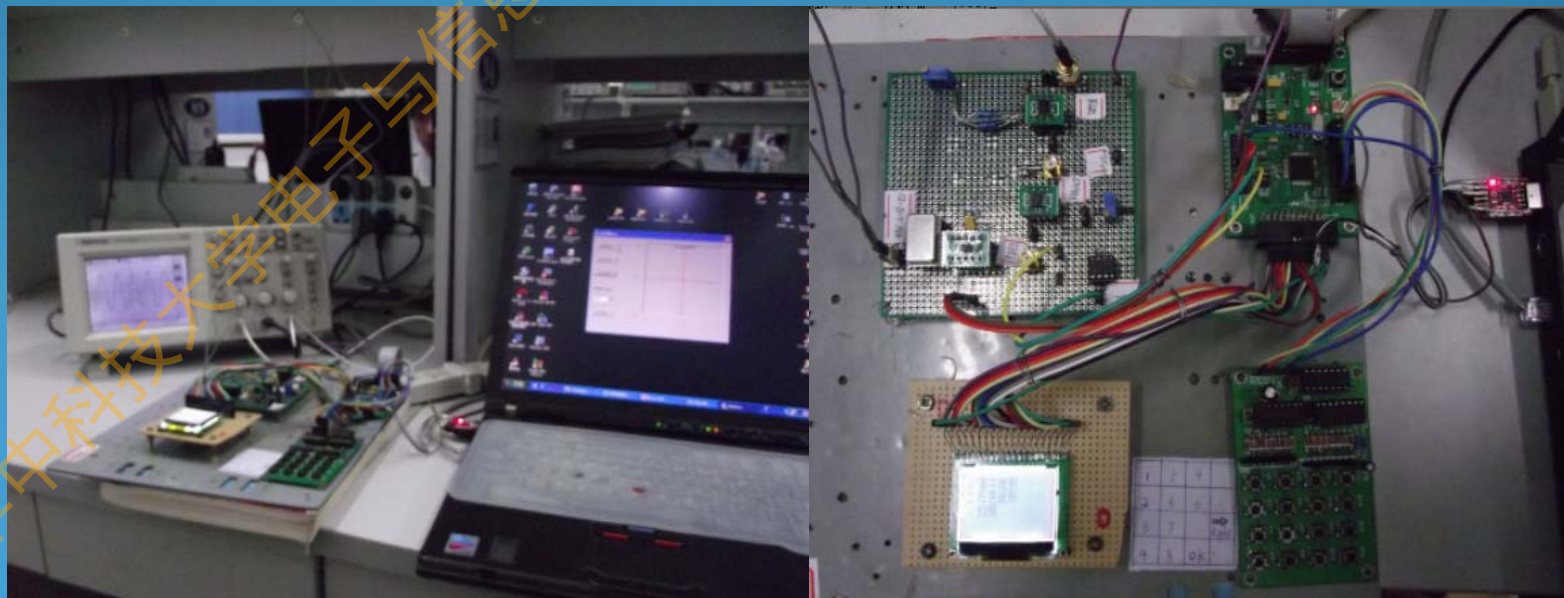


华中科技大学2011年TI杯 电子设计竞赛 ——波形发生器设计

黎伟
沈衍
石建峰
杨斌
周保建

指导老师：陈林



设计目标

1. 实现所有基本功能，包括：

- ① 具有产生正弦波、方波、三角波三种周期性波形的功能。
- ② 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 $\leq 100\text{Hz}$ 。
- ③ 输出波形幅度范围0-5V（峰峰值），可按步进0.1V（峰峰值）调整。
- ④ 由外界按键输入选择产生波形的种类、频率与峰峰值。
- ⑤ 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.)

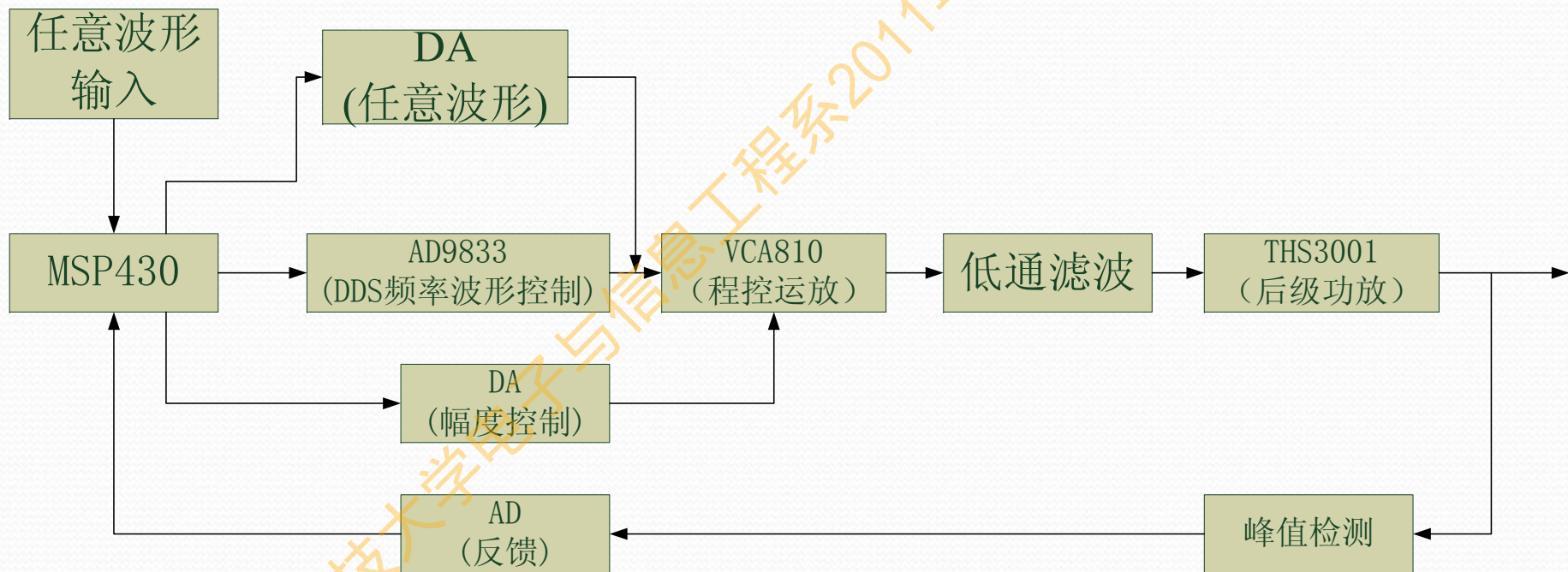
2. 实现部分扩展功能，包括：

- ① 输出波形频率范围扩展至100Hz-200KHz。
- ② 通过PC机输入任意波形，经串口写到MSP430中，然后再由MSP430输出该波形。
- ③ 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： $100\ \Omega$ ）。
- ④ 实现扫频输出的功能。

方案和器件选择

- MSP430作单片机控制核心
- DDS芯片AD9833输出频率精确可控的正弦波、方波、三角波
- 压控增益放大器VCA810实现精确幅度控制
- THS3001功放级

方案选择一系统框图 (Cont.)



基本原理

- MSP430(GPIO, 中断, 定时器, AD/DA)
- DDS 9833
- VCA810

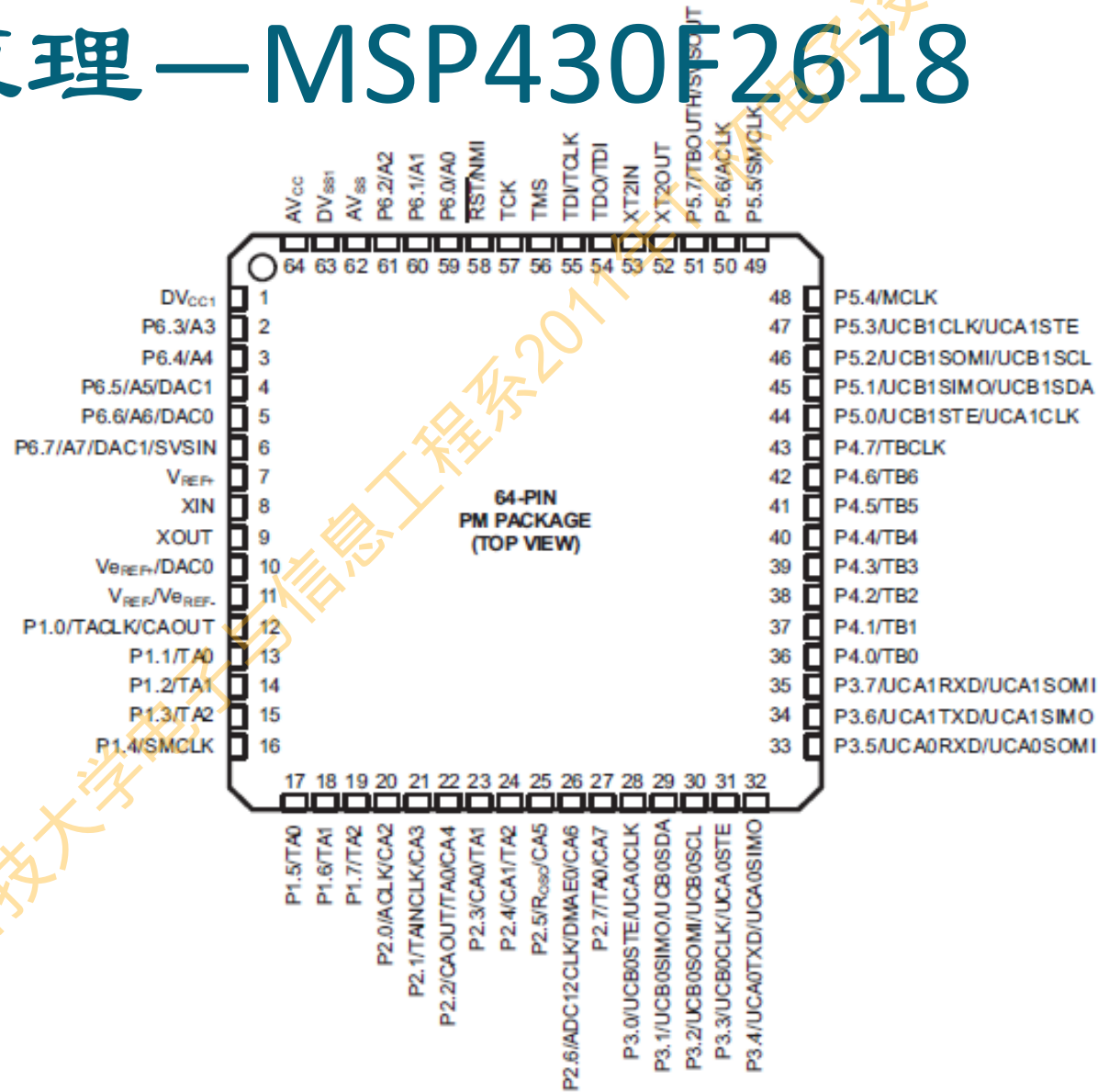
华中科技大学电子与信息工程系2011年电子设计大赛

基本原理—MSP430

- MSP430(GPIO, 中断, 定时器, AD/DA)
- MSP430F2618
 - 16 位超低功耗 MCU
 - 116KB 闪存
 - 8KB RAM
 - 12 位 ADC双路
 - DAC
 - 2 个 USCI
 - HW 乘法器和 DMA

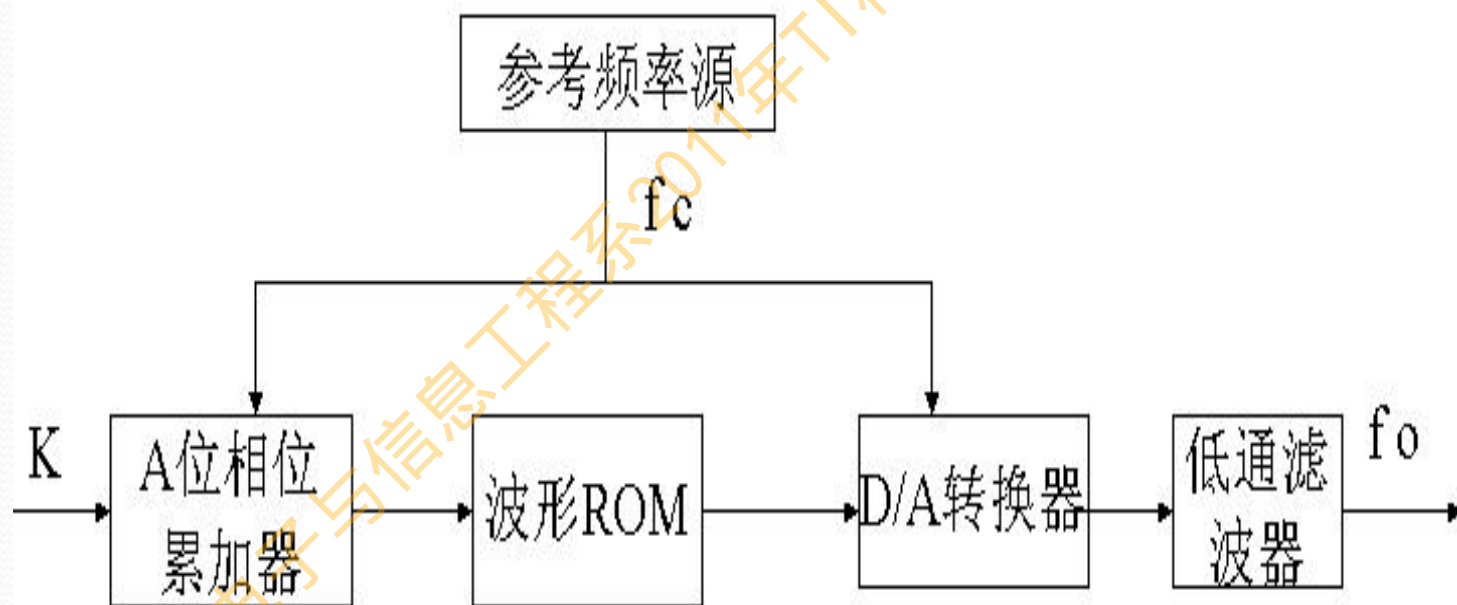
Device Pinout, MSP430F261x, 64-Pin PM Package

基本原理—MSP430F2618



基本原理—DDS:AD9833

- DDS



基本原理—DDS:AD9833

- 频率寄存器为28位（在25MHz的参考时钟下,精度为0.1Hz）（ $25\text{MHz}/2^{28}$ ）；
- 输出频率范围为0MHz—12.5MHz；
- 可选择正弦波、三角波、方波输出；
- 2.3V-5.5的宽范围电源电压；
- 无需外围电路；
- 3线SPI接口；

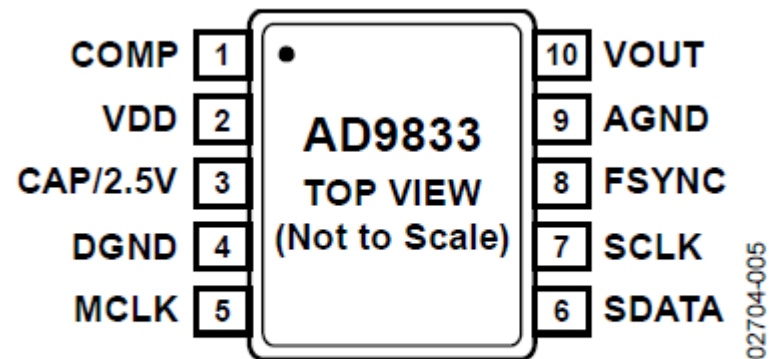
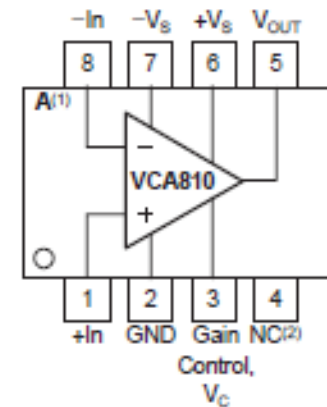


Figure 5. Pin Configuration

基本原理—VCA810

- 增益连续可控, 可调范围80dB
- 信号带宽35MHz
- 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

- 键盘（并转串键盘）（中断方式）
- 液晶驱动
- AD9833 SPI控制
- 内部DA和VCA810可控增益放大
- THS3001电流型运放输出

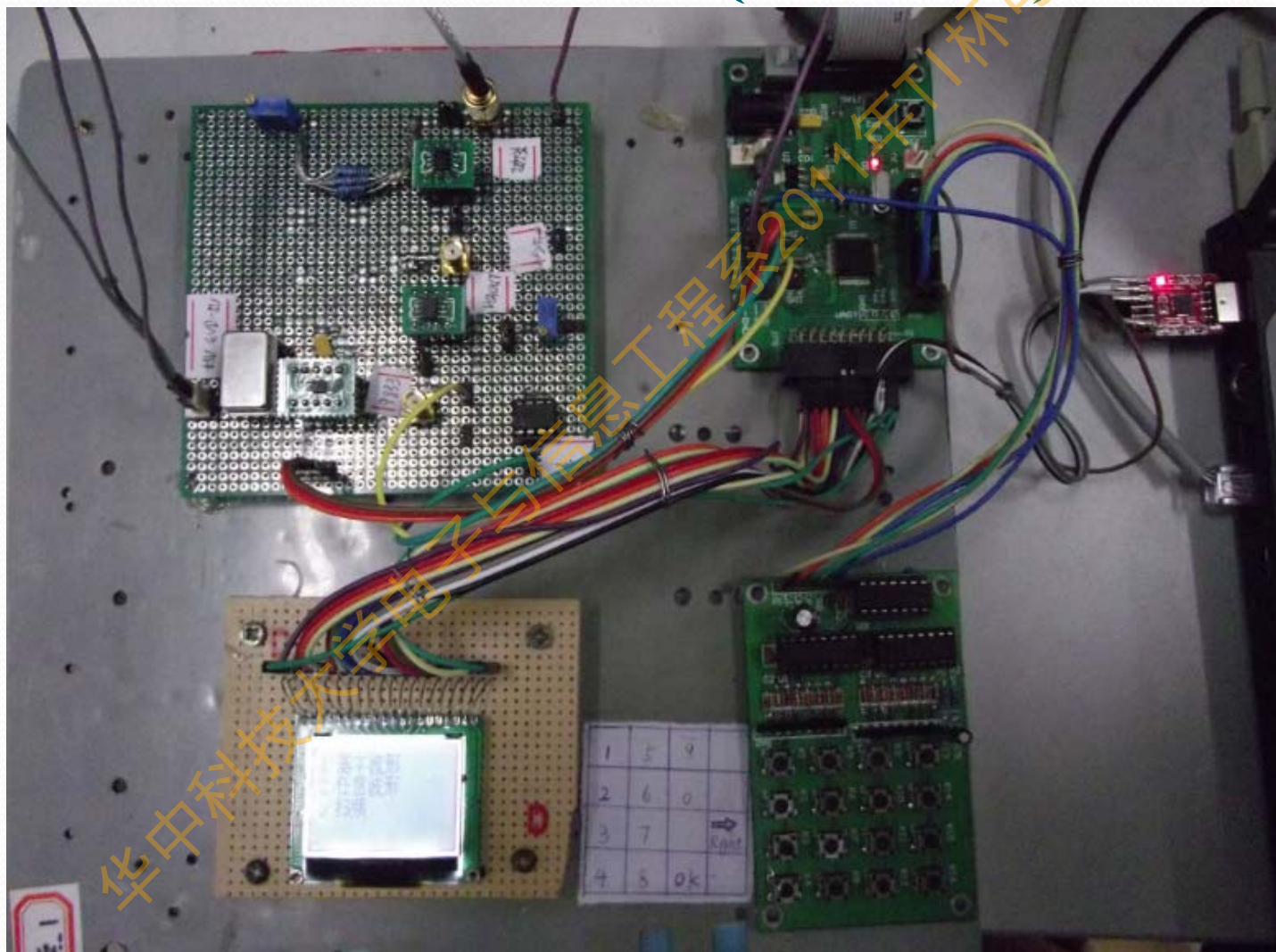
华中科技大学电子与信息工程系2011年I杯电子设计大赛

硬件电路设计 (Cont.)

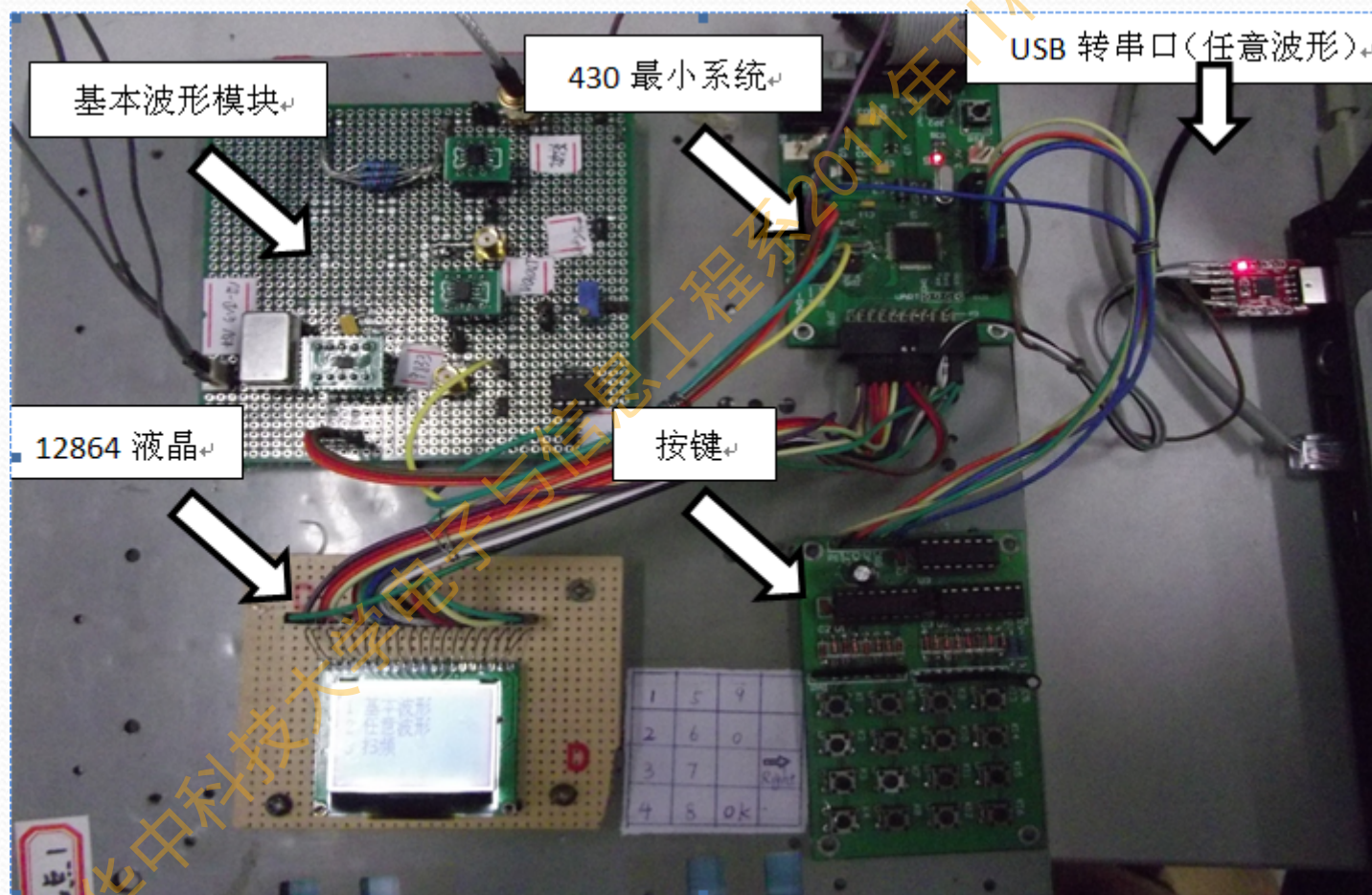
表 1 MSP430F2618 通用 I/O 管脚分配

GPIO/Px.x	是否占用	功能
P1.0	Y	键盘中断
P1.1~P1.7	↔	↔
P2	↔	液晶
P3.0~P3.4	Y	液晶
P3.5	↔	↔
P3.6~3.7	Y	UART (TxD/RxD)
P4	↔	↔
P5.0	↔	↔
P5.1~P5.3	Y	键盘接口 (DA/CK/LD)
P5.4~P5.7	↔	↔
P6.0	↔	↔
P6.1~P6.3	Y	AD9833 SPI 接口
P6.4~P6.5	↔	↔
P6.6	Y	VCA810 控制电压 (Vc) (DAC12_0)
P6.7	Y	任意波形输出 (DAC12_1)

硬件电路设计 (Cont.)



硬件电路设计 (Cont.)



软件设计

- 显示
- 键盘
- 9833控制
- DA和VCA控制电压

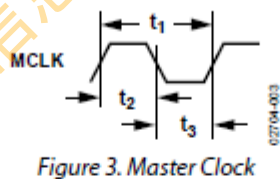


Figure 3. Master Clock

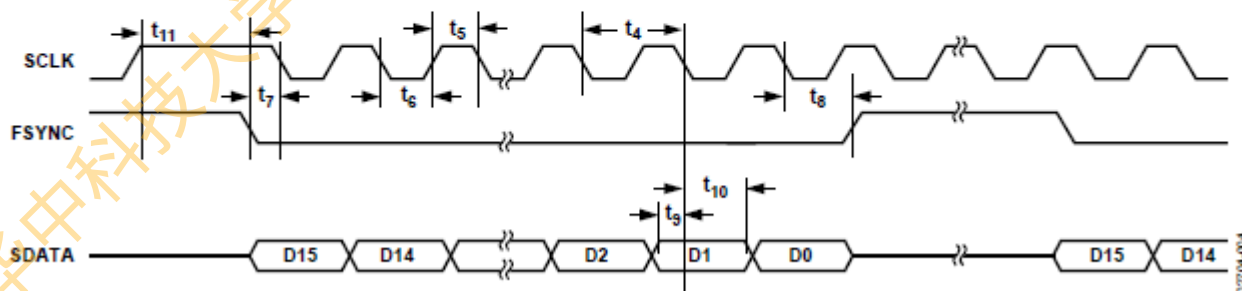
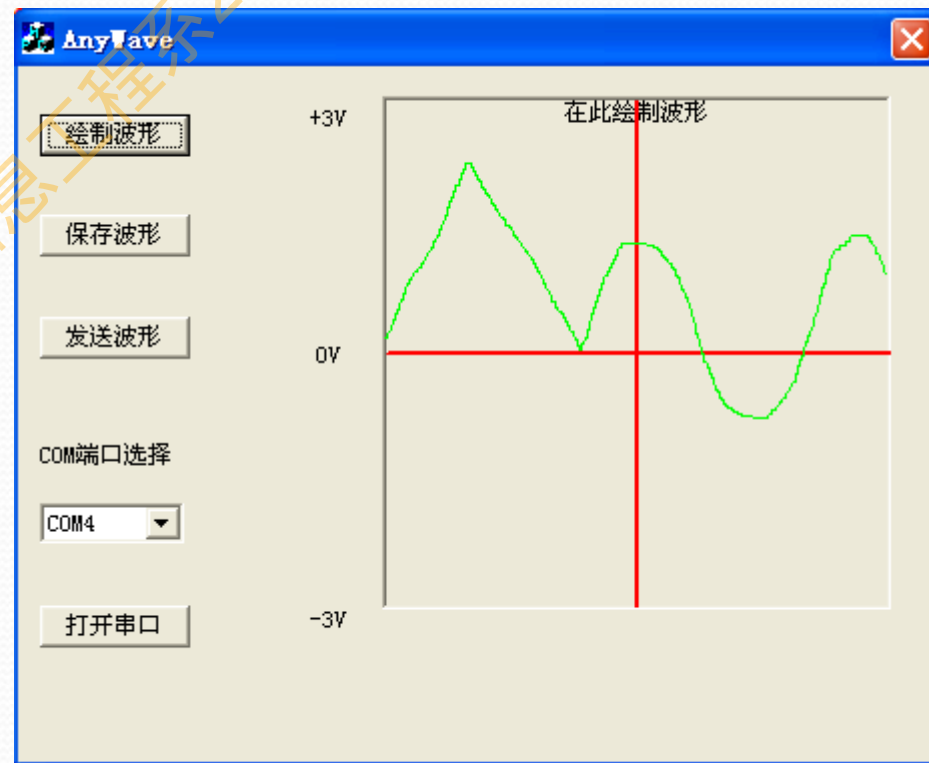
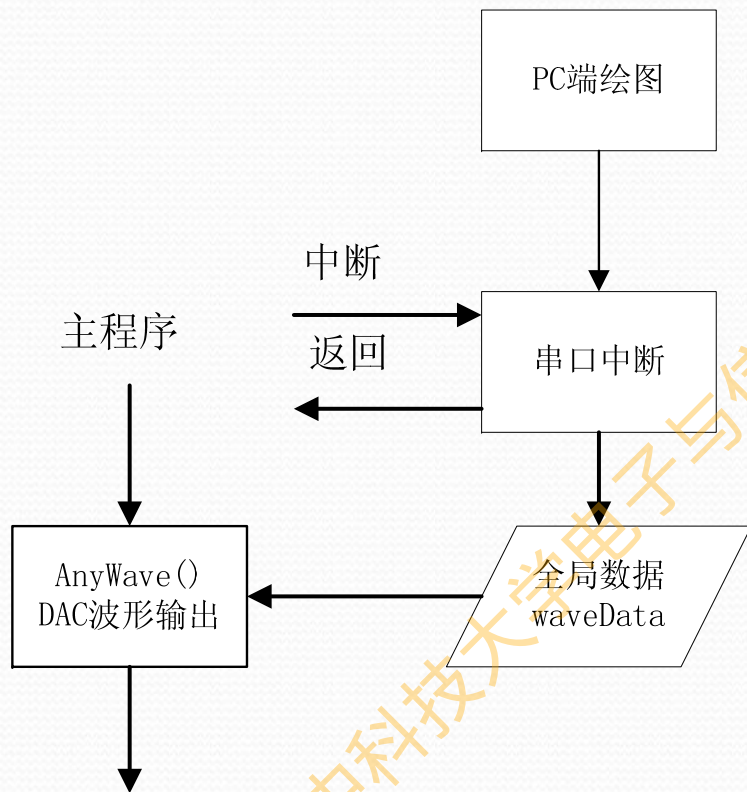


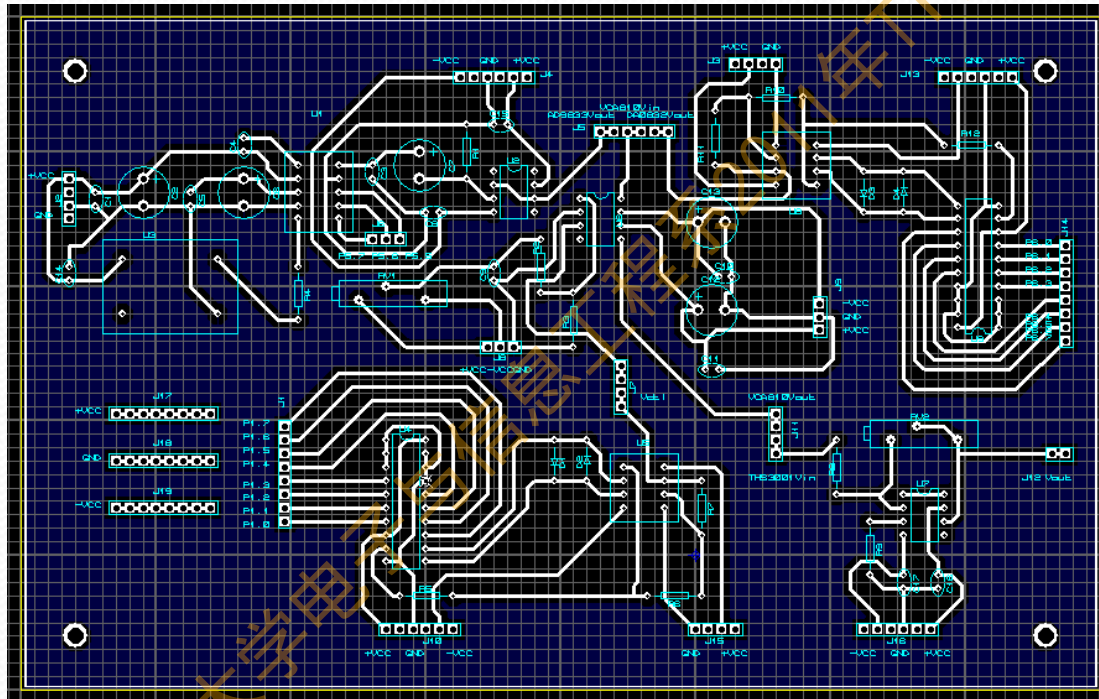
Figure 4. Serial Timing

软件设计—任意波形 (Cont.)

PC端任意波形绘制



PCB设计和制作

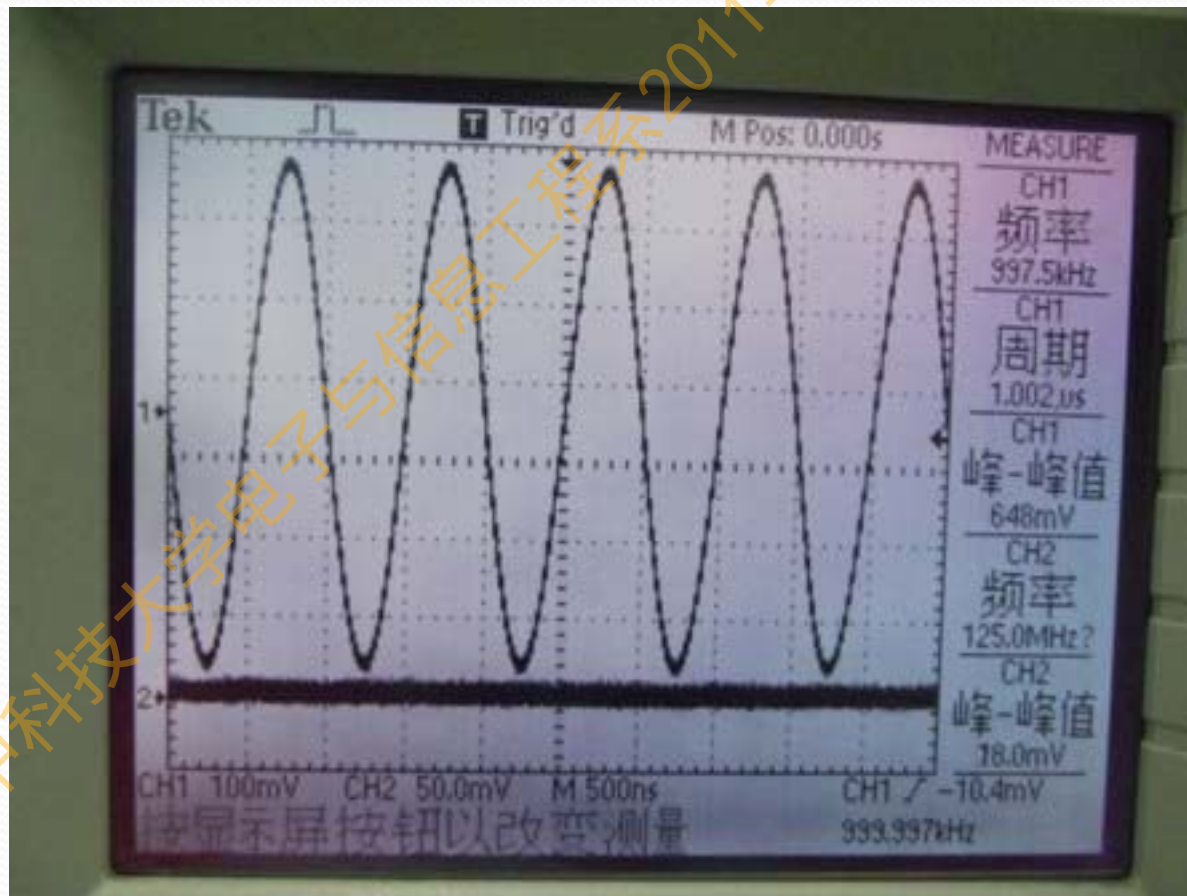


系统测试及目标实现情况

- 基本功能全部实现
 - 3种波形
 - 100Hz~10KHz
 - $V_{ppmax}=5.24V > 5V$
 - 频率精确可控，幅度可预置
- 扩展功能
 - 5Hz~1MHz(正弦波)
 - 扫频100Hz~500KHz
 - 任意波形(PC端绘制波形，串口传送)
 - 带载能力，输出峰峰值波动 $<3\%$ ($900\Omega + 100\Omega$)

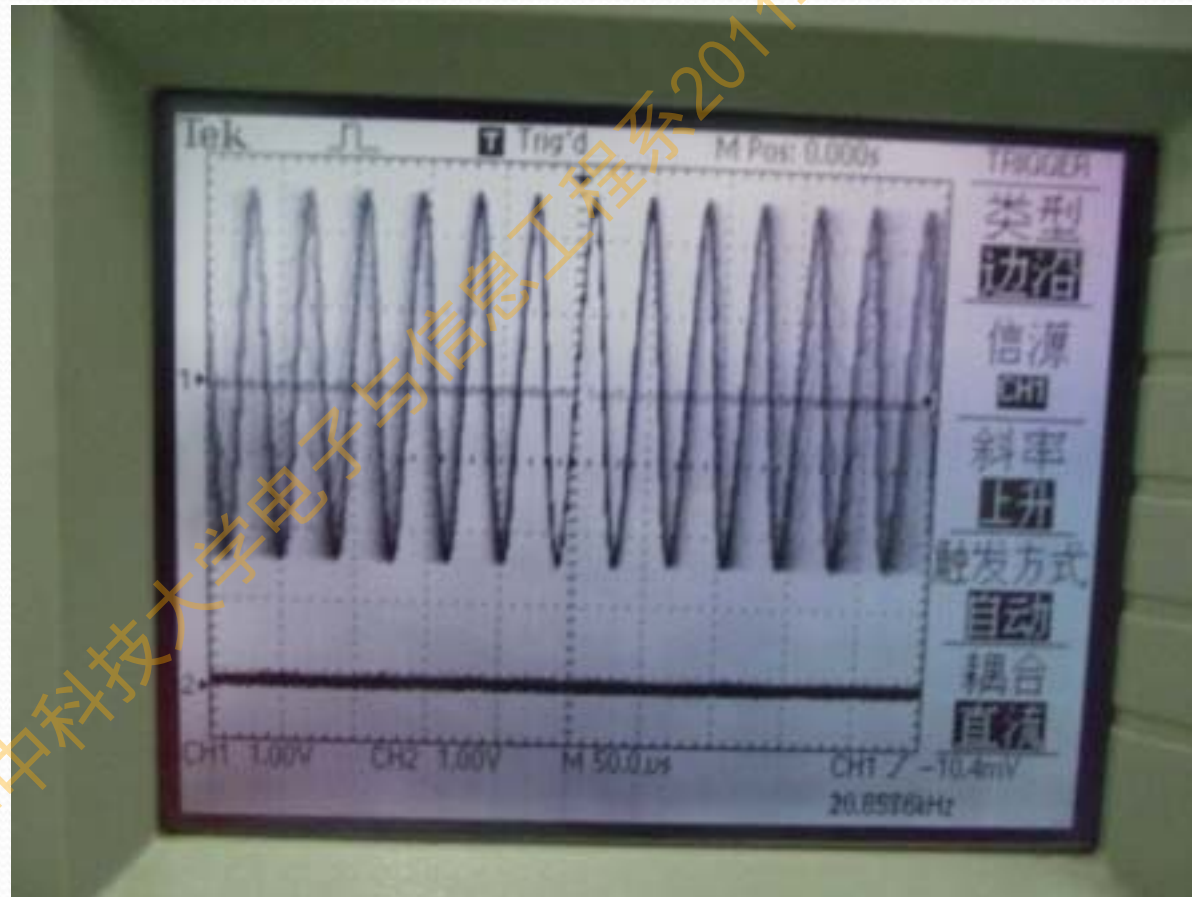
系统测试及目标实现情况(Cont.)

1MHz正弦波



系统测试及目标实现情况(Cont.)

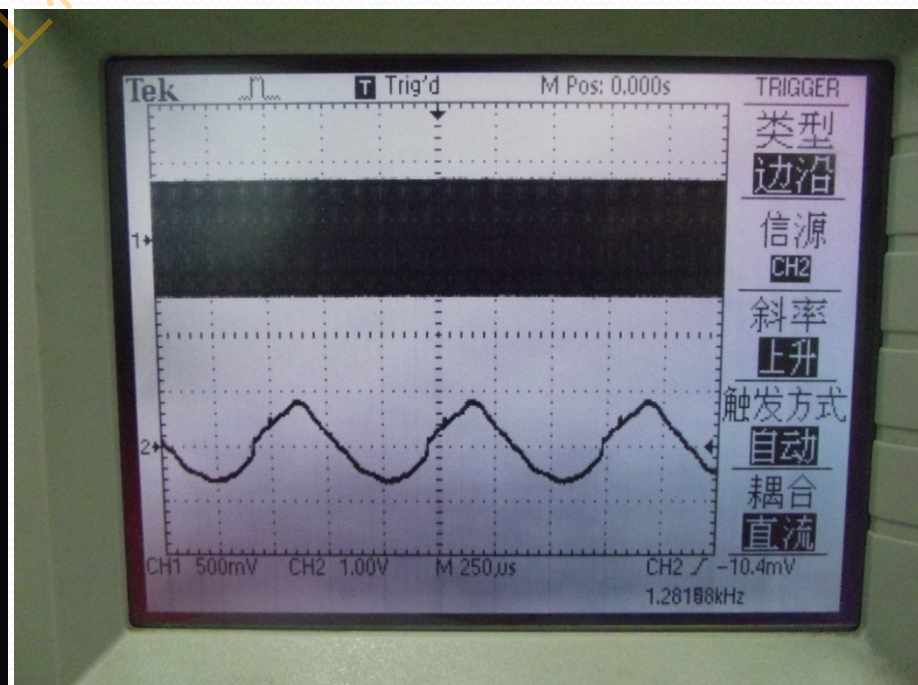
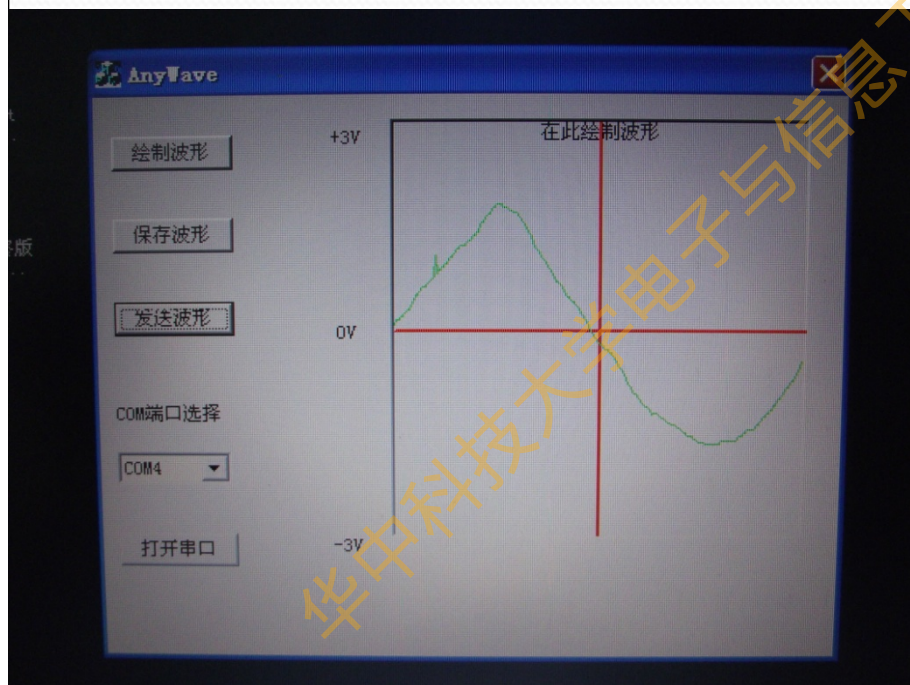
扫频100Hz~500KHz



系统测试及目标实现情况(Cont.)

在PC端绘制任意波形

任意波形输出



项目总结

- 基本功能全部实现，扩展功能除掉电存储外全部实现
- 基础知识：MSP430/模电、数电、微机原理
- 阅读资料、获取信息（Datasheet, Google）
- 团队协作



Thank You!

Any Questions?

华中科技大学电子与信息工程系2011年I杯电子设计大赛