

Lauchpad口袋实验平台

—— MSP430F5529

1、口袋实验板硬件介绍

MSP430F5529 口袋板硬件 — 正面

H桥驱动 DRV8837

麦克风

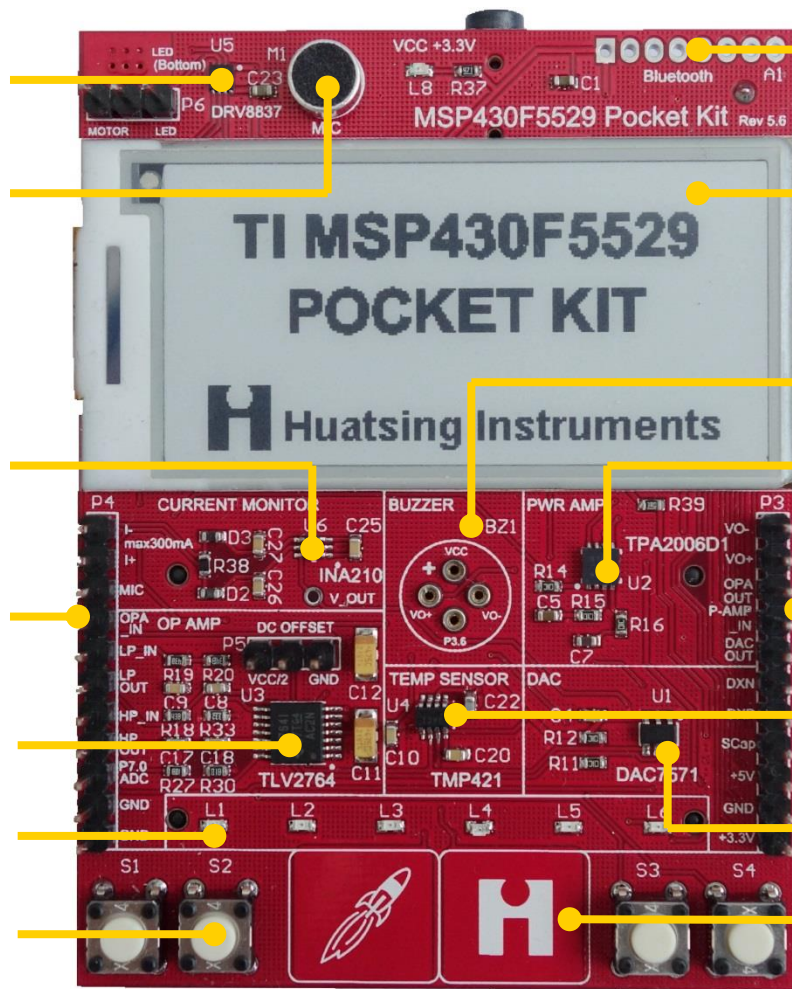
电流检测 INA210

左侧扩展插针

4运放 TLV2764

6× LED指示灯

4× 机械按键



无线模块接口

电子纸屏幕

扬声器/蜂鸣器插座

D类功放 TPA2006D1

右侧扩展插针

温度传感器 TMP421

DAC DAC7571

电容触摸按键 ×2

MSP430F5529 口袋板硬件 — 背面

耳机插座

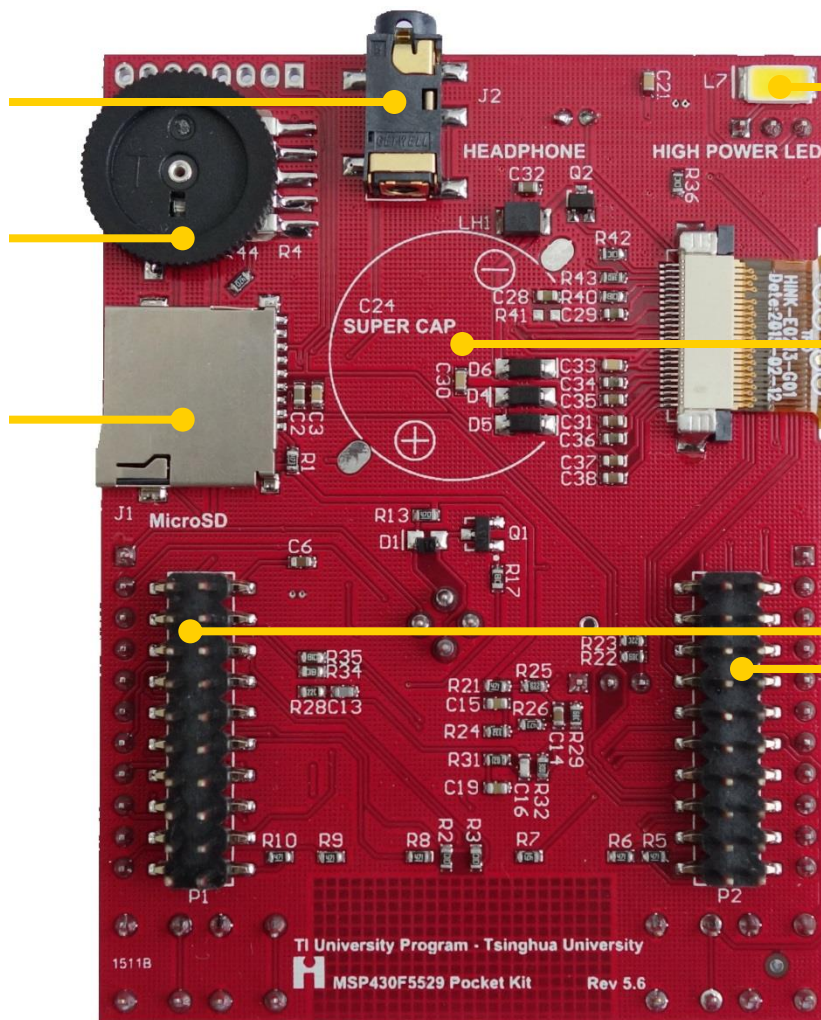
拨盘电位器

SD卡座

高功率LED

法拉电容焊盘

BoostPack插针



1.1 电子墨水屏

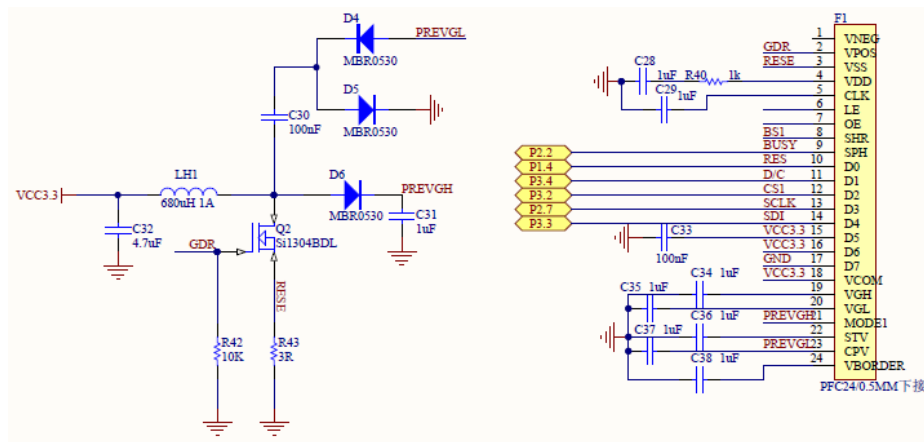
2.1英寸的电子纸屏幕（电子墨水屏），分辨率**250×122**，**SPI**接口

超级省电—只有在屏幕刷新时消耗电能，维持显示无需供电

易阅读性—反射环境光来显示图案，强烈的阳光下依然清晰可视，视角几乎达到

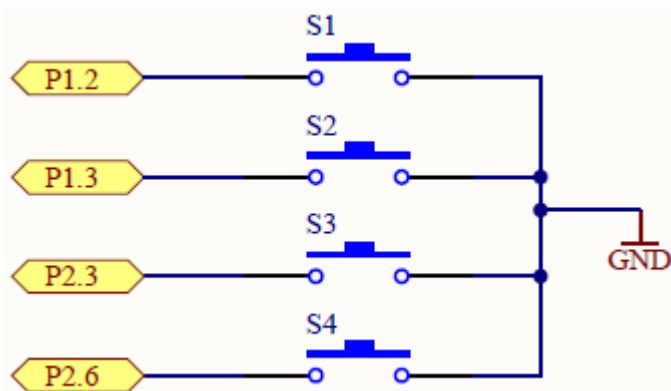
180°，具有传统印刷品显示效果

轻薄灵活—最薄可以做到0.1mm，和纸张的厚度差不多，可制成可弯曲型屏幕

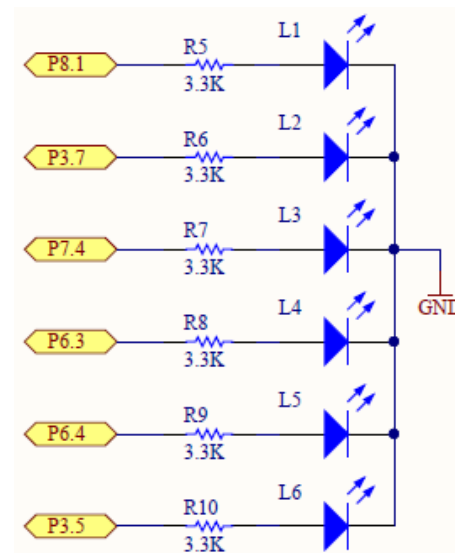


1.2 按键及LED灯

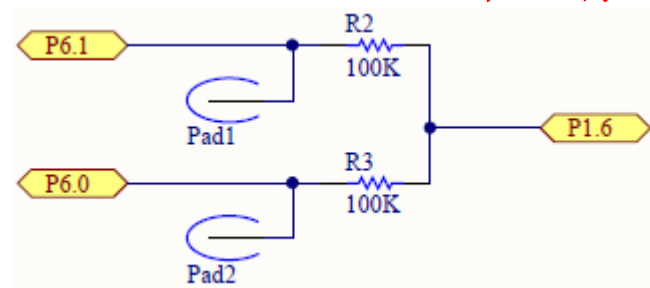
口袋板正面设置了6个LED指示灯（LED1—LED6），4个机械按键（S1—S4）
2个电容触摸按键（Pad—Pad2）供学习MSP430单片机基本GPIO的应用



4个机械按键



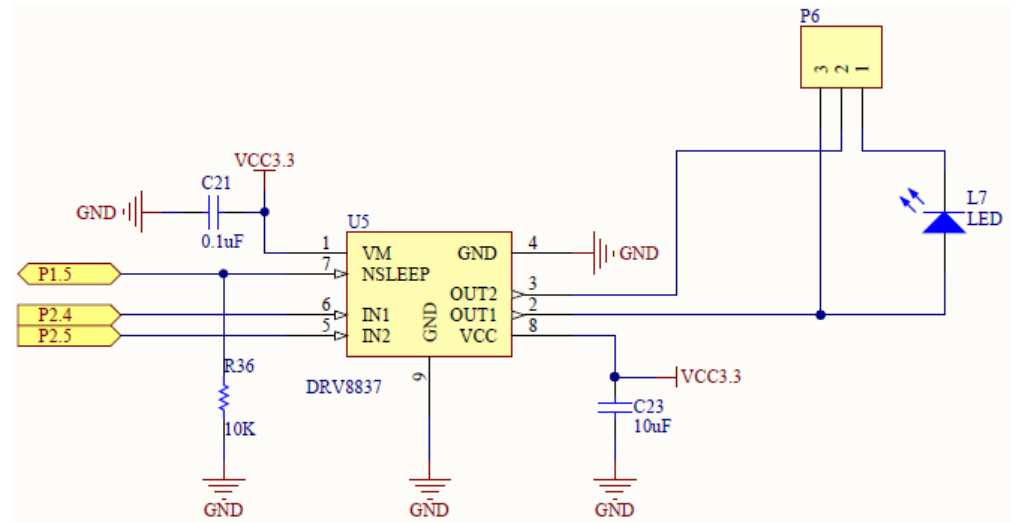
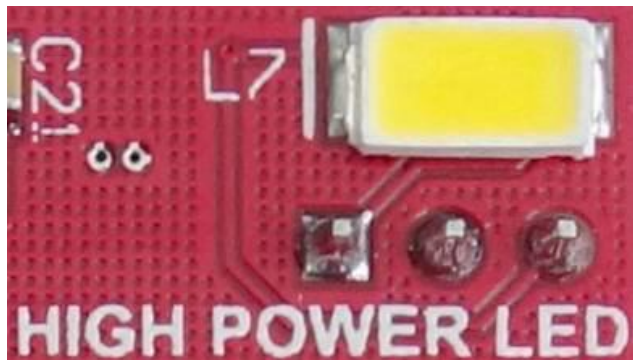
6个LED灯



2个触摸按键

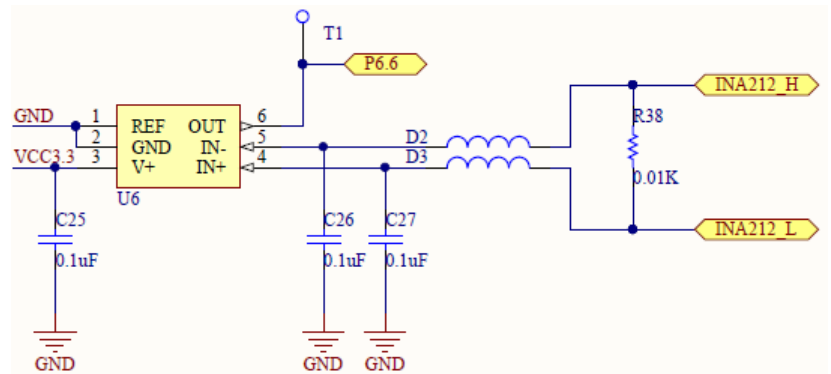
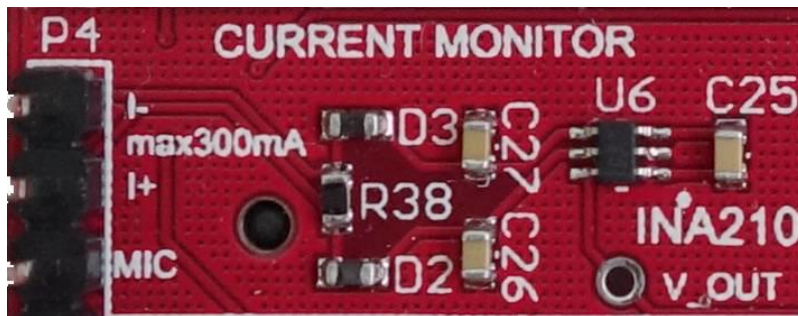
1.3 H桥驱动与高功率LED

低压H桥驱动器DRV8837，驱动口袋板背面的高功率LED（L7），同时预留出电机接口，可以用来驱动扩展的电机模块



1.4 电流测量单元

选用电压输出型电流检测芯片INA210，实现电流测量；输入电流与输出电流(INA210输入引脚-IN和+IN)分别接入左侧扩展插针P4.2 (I+) 与P4.1 (I-) 端，本实验时采用INA210单项测量方式（REF管脚接地），INA210能够测量从一个方向流经一个阻性分路的电流。

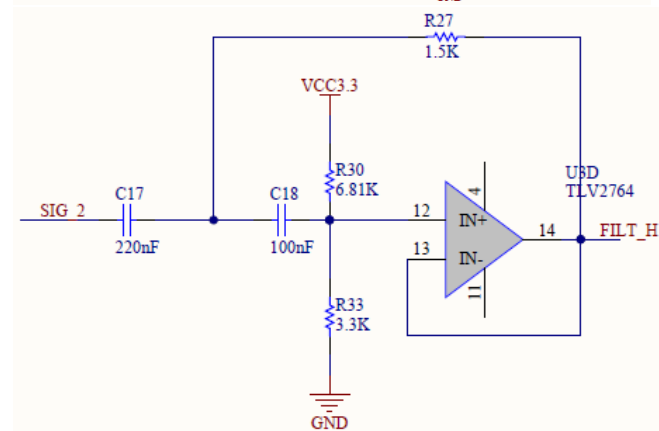
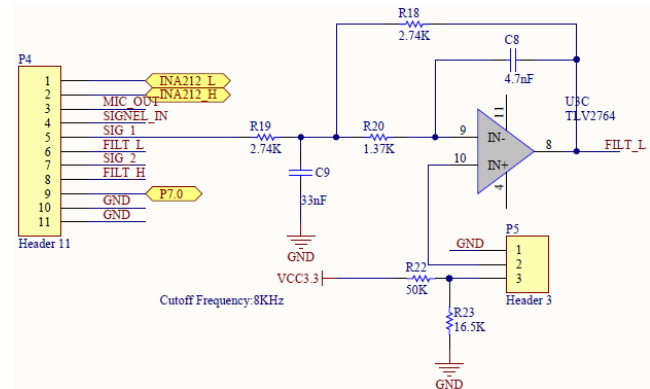
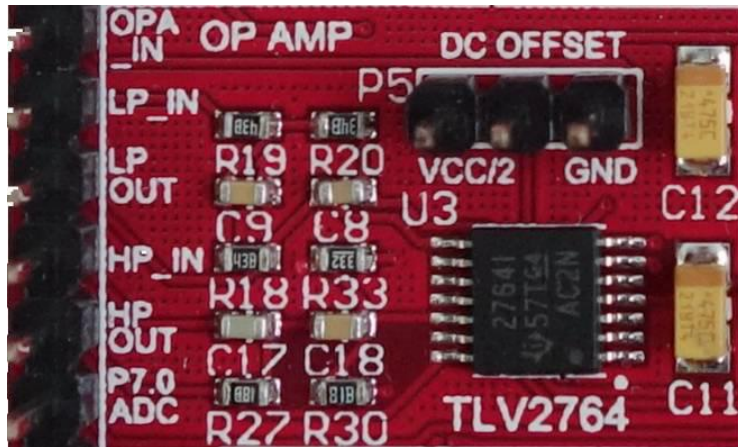


1.5 滤波器与前置放大单元

选择TLV2764，该芯片内部集成了4个独立的运算放大器，搭建一个二阶有源低通滤波器和一个二阶有源高通滤波器

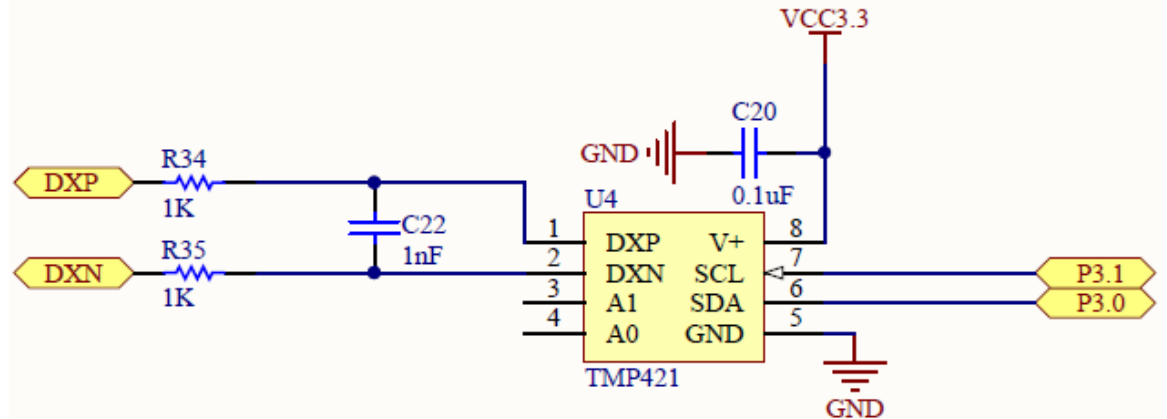
低通滤波器拓扑采用的是多重反馈型（multi-feedback）型二阶低通滤波器

高通滤波器采用的是Sallen-Key结构，截止频率500Hz



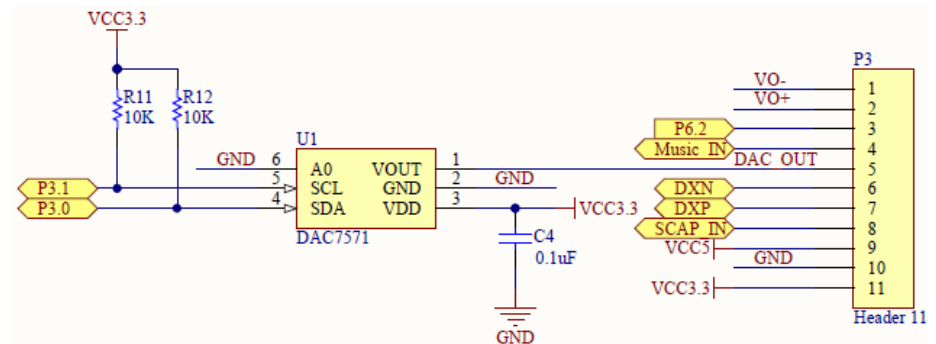
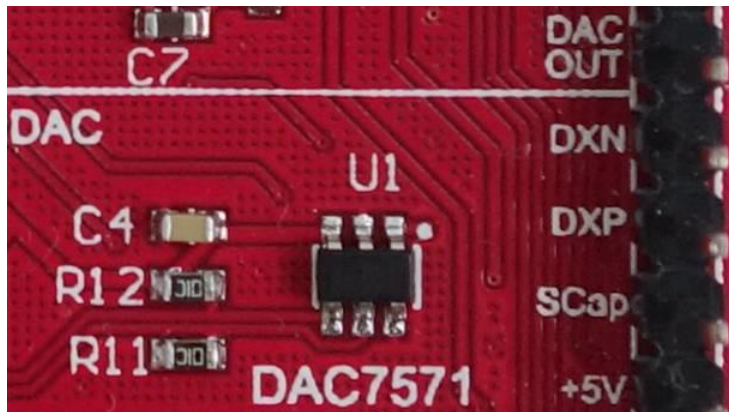
1.6 温度传感器单元

I2C总线的双温区数字温度传感器芯片TMP421，该芯片能够测量本地（Local）温度（芯片端的温度）与远程（Remote）温度，测量远程温度需要将一段2-pin等长的杜邦线一端连接在右侧扩展接口P3.6（DXN）与P3.7（DXP）上，另一端按一定规则连接一个指定型号的三极管，三极管端的文度即为远程温度



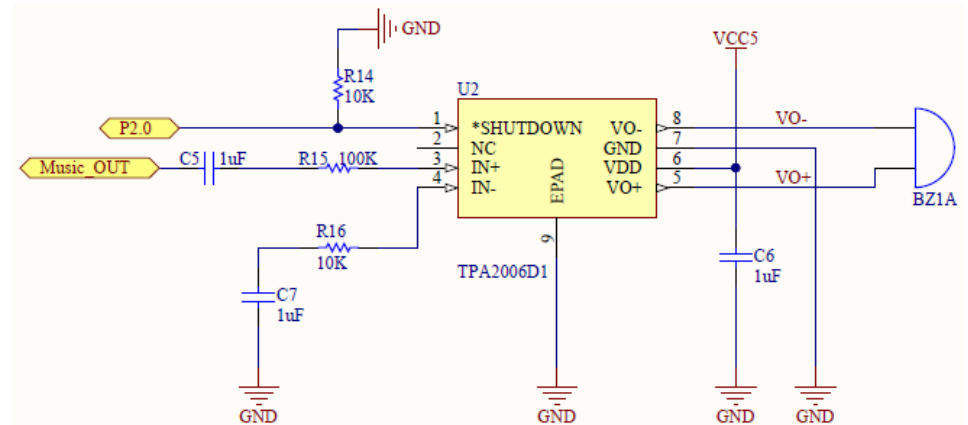
1.7 DAC 单元

DAC7571是低功耗,单通道12位DA转换器, I2C接口, 时钟的最高速度为3.4Mbps
利用DAC7571可实现音频信号播放



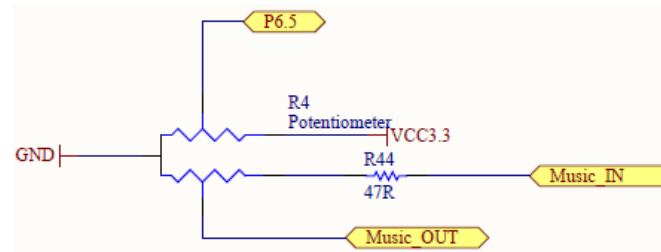
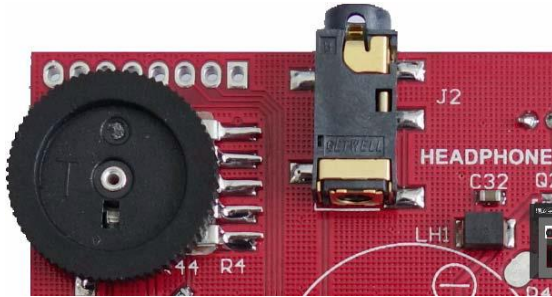
1.8 音频功放单元

利用TPA2006 D类功放，可与前级放大电路，低通、高通滤波器，DAC单元配合，实现音频信号的处理和放大流程

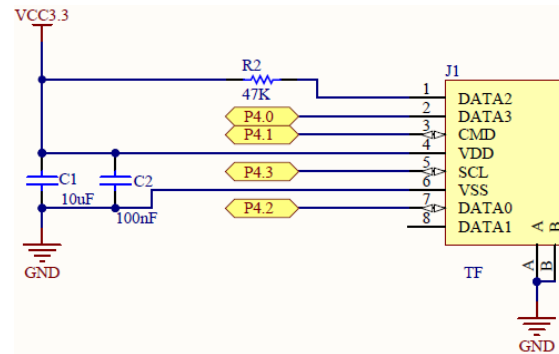
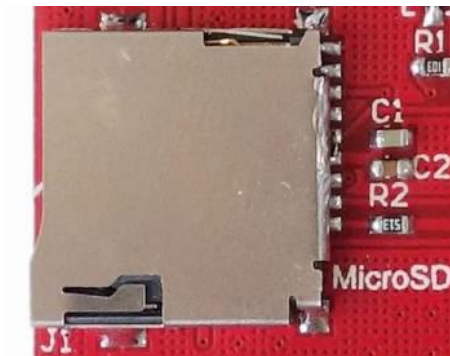


1.9 拨盘电位器/耳机插座/SD卡座

- 双路50KΩ的拨盘电位器，一路连接到到了F5529的ADC端（P6.5），另路抽头连接到TPA2006D1芯片的输入端，同时也连接到耳机插座的输出端，起到对信号的衰减作用
- 耳机插座可以连接标准3.5mm耳机插头，由于整个信号链路都是单声道的，因此将左右声道并接到了一起。该插座也可以做Line Out接口使用，输出的信号电压受拨盘电位器控制

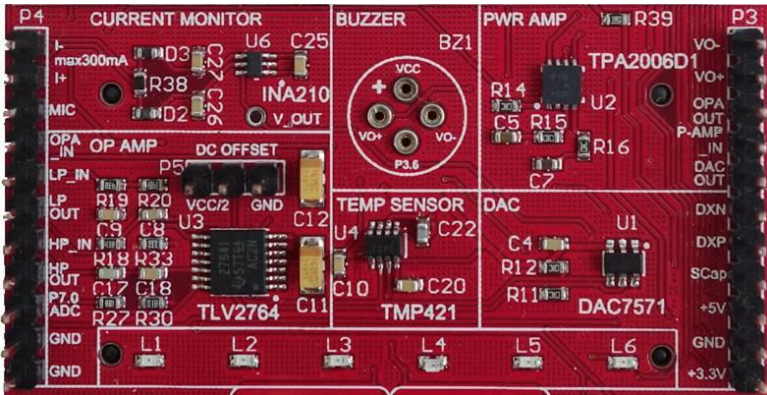


- 1个MicroSD卡座，我们可以在SD卡中存放音频或图像文件，然后通过口袋板进行播放或显示



1.10 口袋板信号接口说明

- 口袋板中间两侧有两列单排插针作为一些信号端口使用，我们可以通过杜邦线将信号引入或引出。其中左侧插针主要是滤波器输入端与输出端；右侧信号是DAC模块输出端，功放模块输入端以及电源



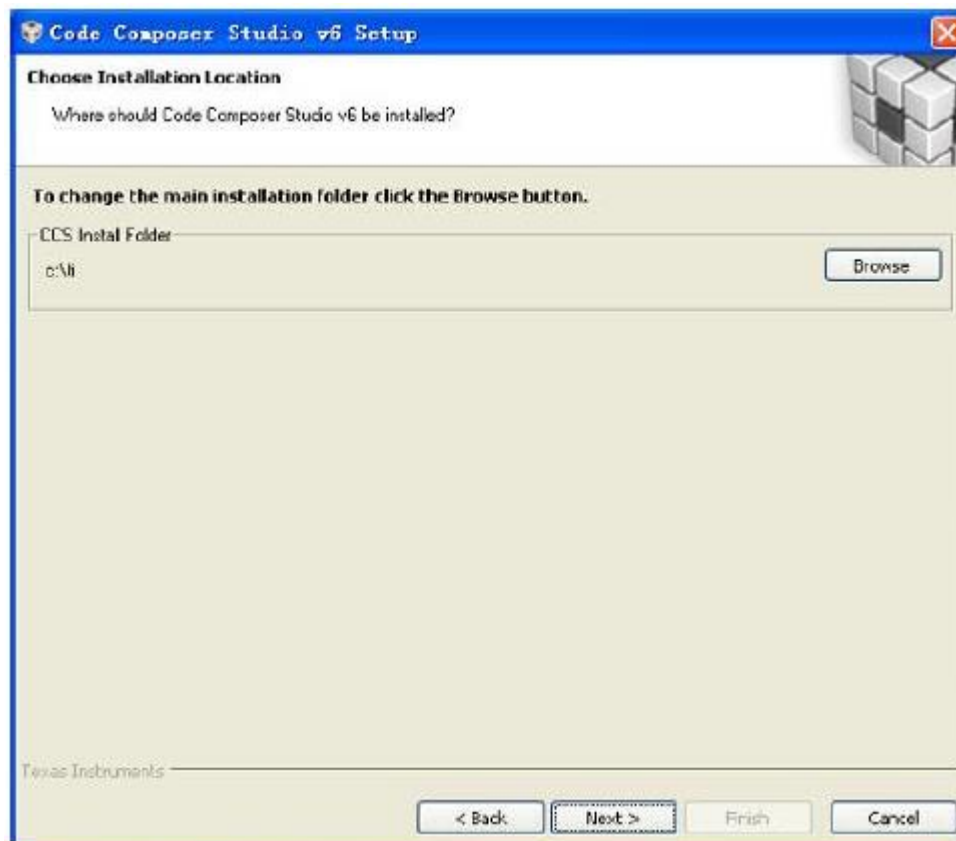
位置	序号	定义	说明
P4 (左侧)	1	I-	电流测试输入负端与正端，最大允许通过电流300mA
	2	I+	
	3	MIC	麦克风输出信号
	4	OPA_IN	前级放大器输入信号
	5	LP_IN	低通滤波器输入端
	6	LP_OUT	低通滤波器输出端
	7	HP_IN	高通滤波器输入端
	8	HP_OUT	高通滤波器输出端
	9	P7.0/ADC	ADC 输入端，最大允许输入电压 3.3V
	10	GND	地信号，可以作为跳线帽收纳端子使用
	11	GND	
P3 (右侧)	1	VO-	功放芯片 BTL 输出负端
	2	VO+	功放芯片 BTL 输出正端
	3	OPA OUT	前级放大器输出端
	4	P-AMP_IN	功率放大器输入端
	5	DAC OUT	DAC 输出端
	6	DXN	远程温度信号连接端
	7	DXP	远程温度信号连接端
	8	SCap	法拉电容正极
	9	+5V	+5V 信号
	10	GND	地信号
	11	+3.3V	+3.3V 信号

2、CCS 编程软件基础

2.1 安装CCS

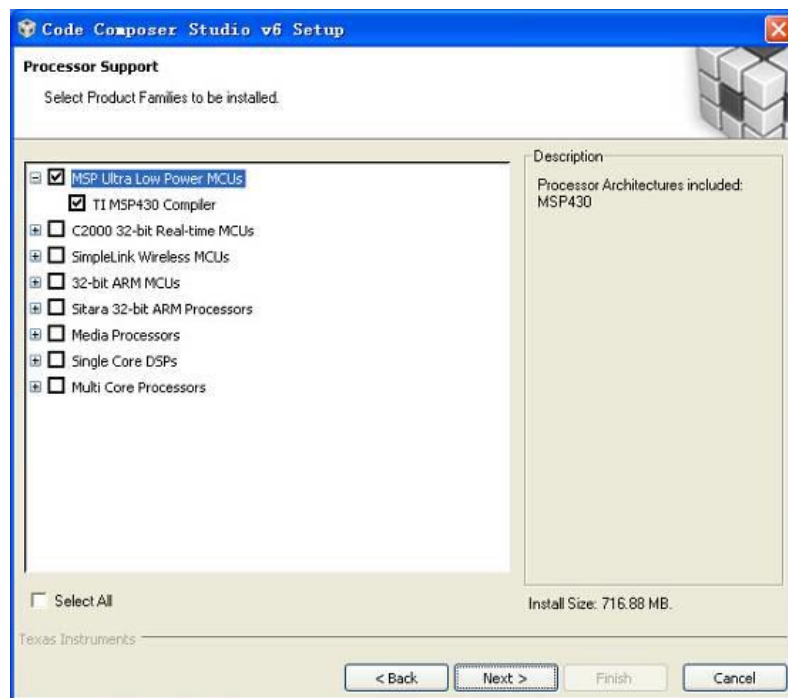
1、运行下载的安装程序ccs_setup_xxx.exe（xxx代表CCS版本号），当运行到如图处时，选择CCS安装路径，默认路径是c:\ti，但如果C盘装有还原卡或是空间很小，请选择安装到其他硬盘分区。

2、不要使用中文路径



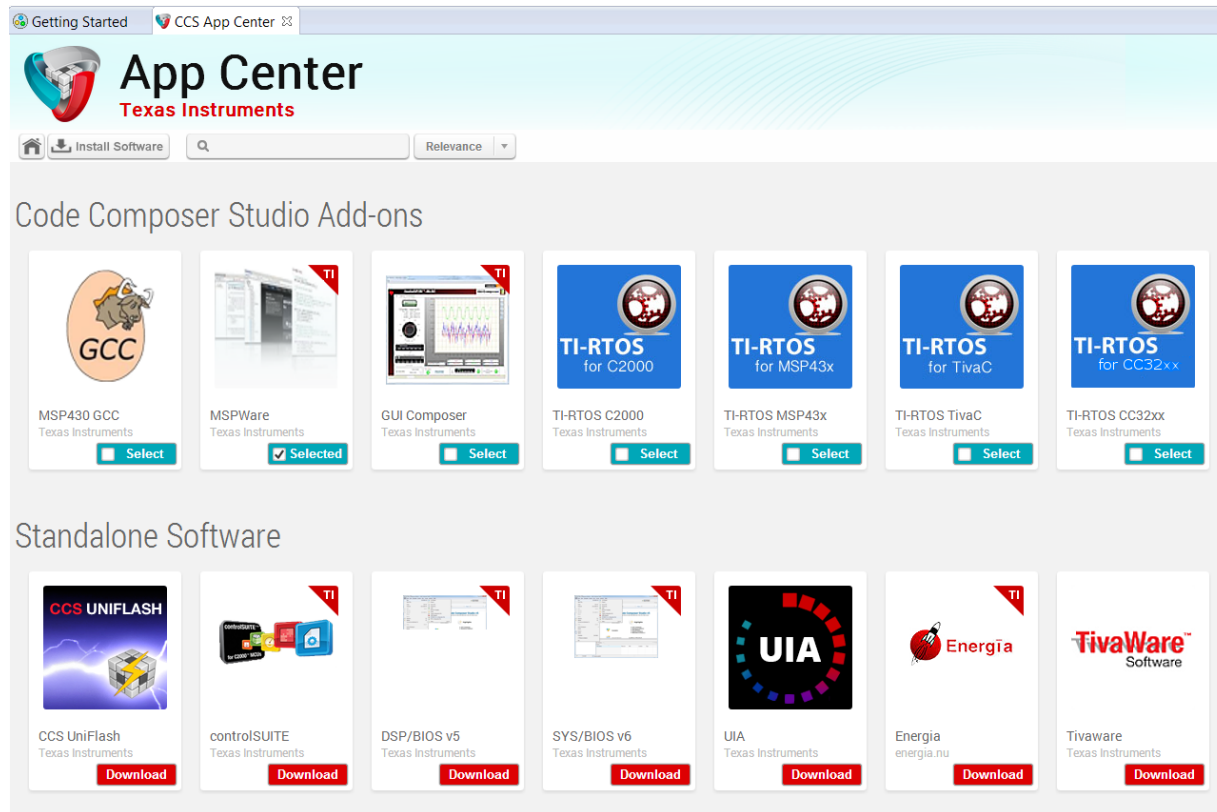
2.2 安装CCS

1. 单击Next得到如图所示的窗口，为了安装快捷，在此只选择支持MSP430 Ultra Low Power MCUs的选项即可。单击Next，继续安装。



2.3 App Center

1. 在APP Center中有众多应用，比如MSP Ware（原430Ware）、TI-RTOS（嵌入式操作系统）等等。这样资源都在服务器端（安装CCS时如果勾选了APP Center另当别论），需要连接网络，才可以下载到本地来使用。

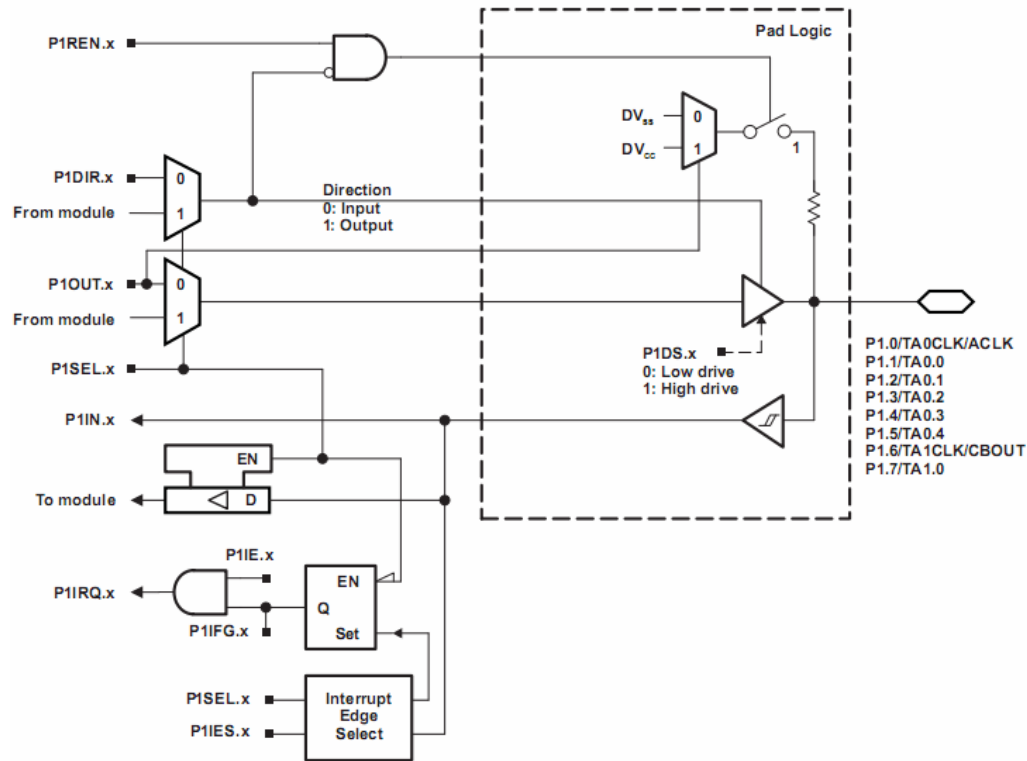


3、实验一 基本GPIO

3.1 MSP430 GPIO — 单片机最基本单元

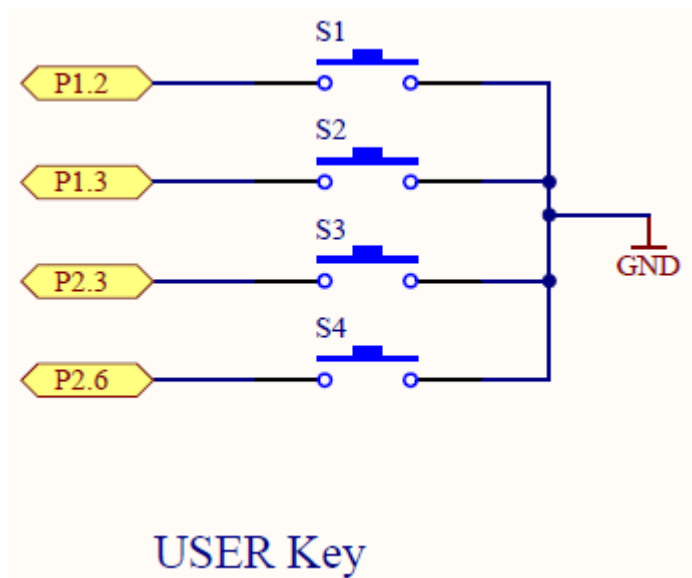
- GPIO是MCU与外界交互的重要途径，它具有如下的特性：
- 可以独立控制每个GPIO口的方向（输入/输出模式）
- 可以独立设置每个GPIO的输出状态（高/低电平）
- 所有GPIO口在复位后都有个默认方向（输入/输出）

Port P1, P1.0 to P1.7, Input/Output With Schmitt Trigger

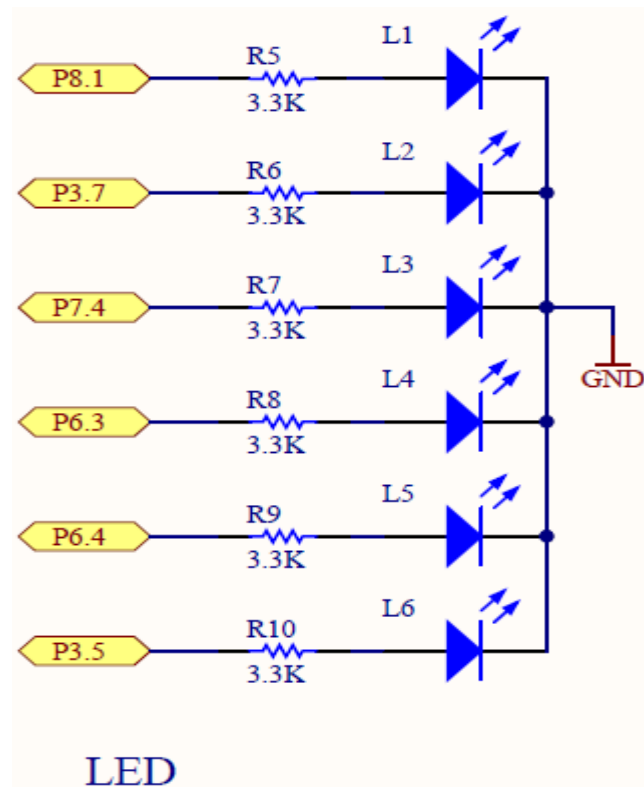


3.2 实验一 基本GPIO口操作实验

按键模块原理图与LED灯原理图





按键：按下为低电平，不按为高电平



LED灯：高电平点亮，低电平不亮

3.3 实验一 基本GPIO口操作实验

1. 将PC 和板载仿真器通过USB 线相连;
2. 打开CCS 集成开发工具, 选择Project->Import Existing CCS Eclipse Project,分别导入所建程序文件夹中命名为如下的工程;

 EX1-1 GPIO	4/13/2016 2:30 PM	File folder
 EX1-2 GPIO	4/13/2016 2:30 PM	File folder

3. 按下口袋板上机械按键S1后, LED1熄灭, 松开后恢复点亮。

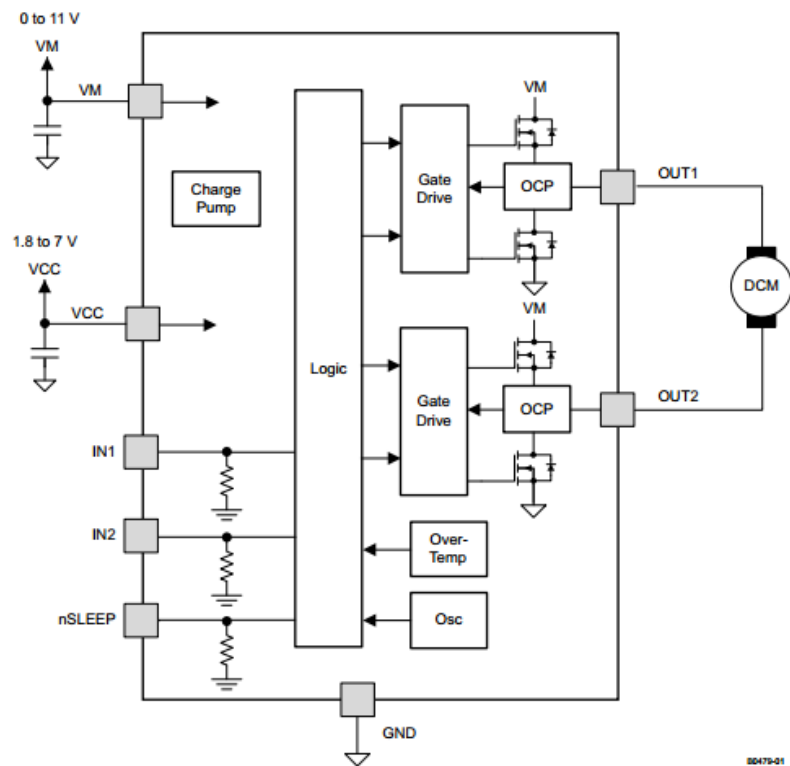
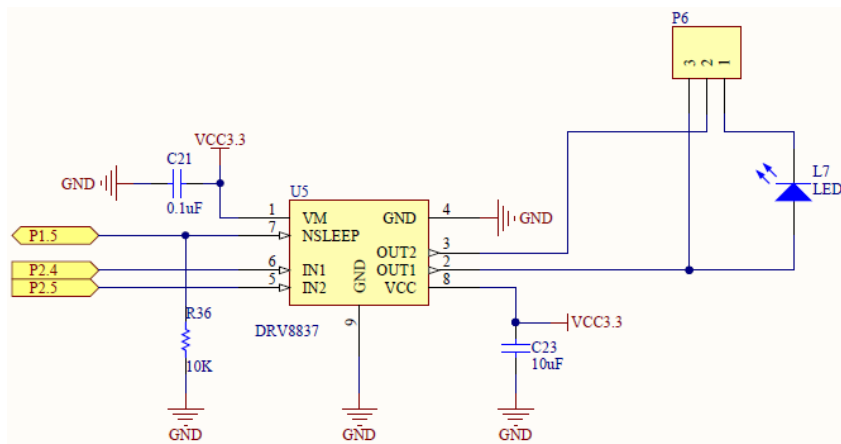
```
int main(void) {  
  
    WDTCTL = WDTPW | WDTHOLD; // Stop watchdog timer  
    P8DIR |= BIT1;           //设置P8.1口为输出模式  
    P8OUT &=~ BIT1;  
    P1REN |= BIT2;           //使能P1.2上下拉电阻功能  
    P1OUT |= BIT2;           //置P1.2为上拉电阻方式  
  
    initClock();  
    PaperIO_Int();  
    INIT_SSD1673();  
    Init_buff();  
    DIS_IMG(2);  
  
    while(1)  
    {  
        if (!(P1IN & BIT2)) //判断是否按下键, S2按键按下P1.2=0, 抬起P1.2=1  
            P8OUT ^= BIT1; //P8.1输出高(LED1点亮)  
        __delay_cycles(SMCLK_FREQ);  
    }  
}
```

4、实验二 H桥驱动与电流检测实验

4.1 实验二 H桥驱动与电流检测实验

低压H桥控制器DRV8837

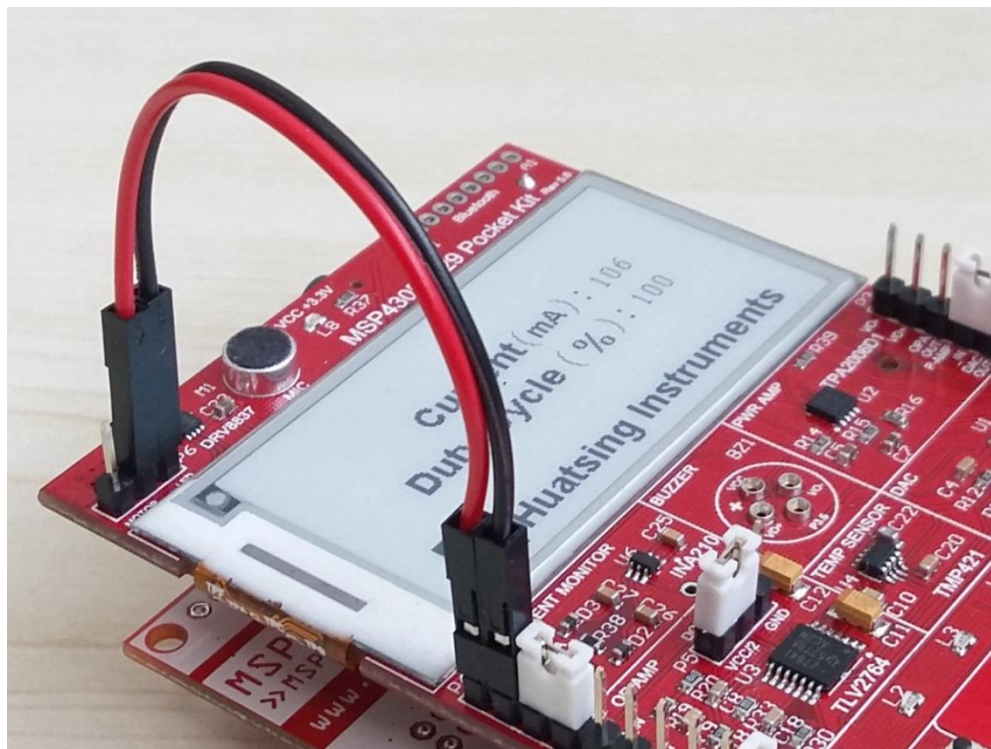
- LED正常供电的情况下功率固定，发光也是固定的，我们想要降低它的平均功率，可以通过周期性开断供电电源的方式来调低LED的功率。
- 我们利用单片机PWM可以控制H桥的打开和关断，从而实现对LED功率的控制。
- DRV8837有个控制引脚NSLEEP，把该引脚置高驱动电路生效，把该引脚置低，驱动电路失效。我们把PWM信号输出引脚接到NSLEEP引脚上，就可以随意调节功耗了。



4.3 实验二 H桥驱动与电流检测实验

实验步骤：

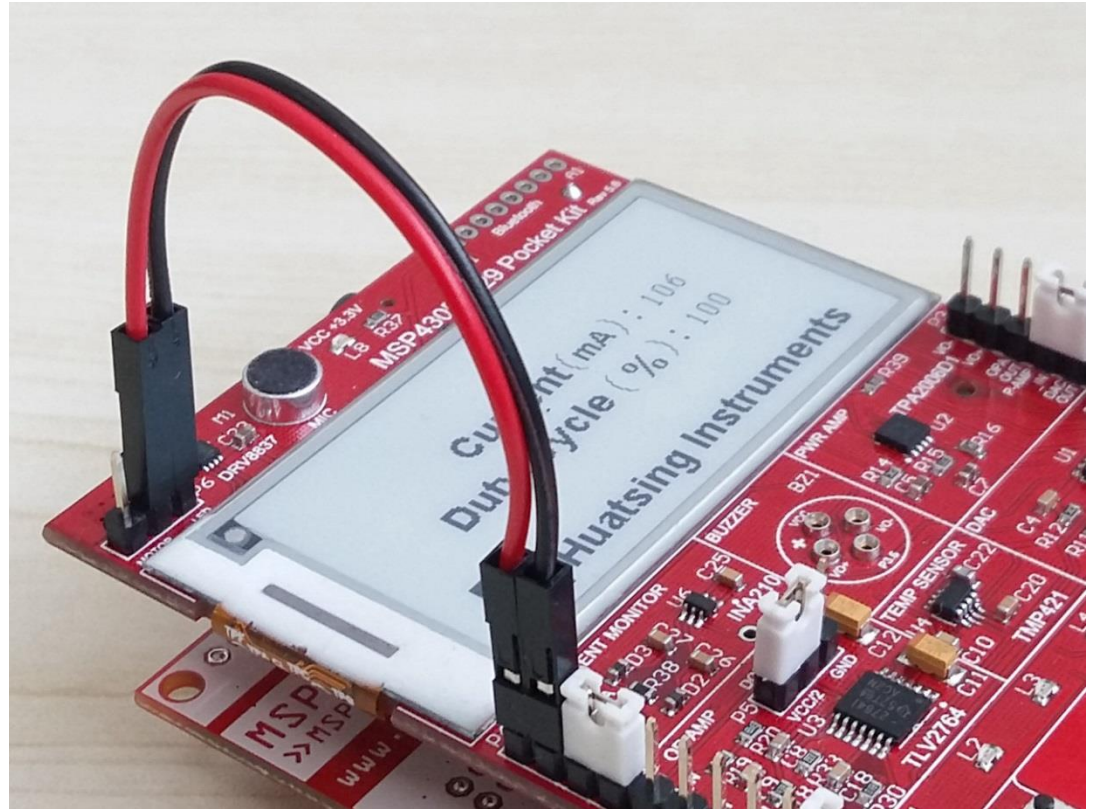
- 将P6.2（中心脚）与P4.1（I-）连接，P6.3（LED）与P4.2（I+）连接—这是将INA210芯片串接入高亮LED驱动电路
- 分别下载如下程序
 - EX2-1 INA210_8837
 - EX2-2 INA210-8837
- 高亮LED点亮，屏幕显示流经LED的电流值（mA）
- 不要让高亮LED长时间点亮；不要触摸高亮LED；不要直视高亮LED



4.4 实验二 H桥驱动与电流检测实验

实验步骤：

- 下载新程序，高亮LED以30%亮度，60%亮度，90%亮度循环点亮
- 屏幕显示当前电流值（mA）与PWM波占空比（%）



5、实验三 温度传感器实验

5.1 实验三 温度传感器实验

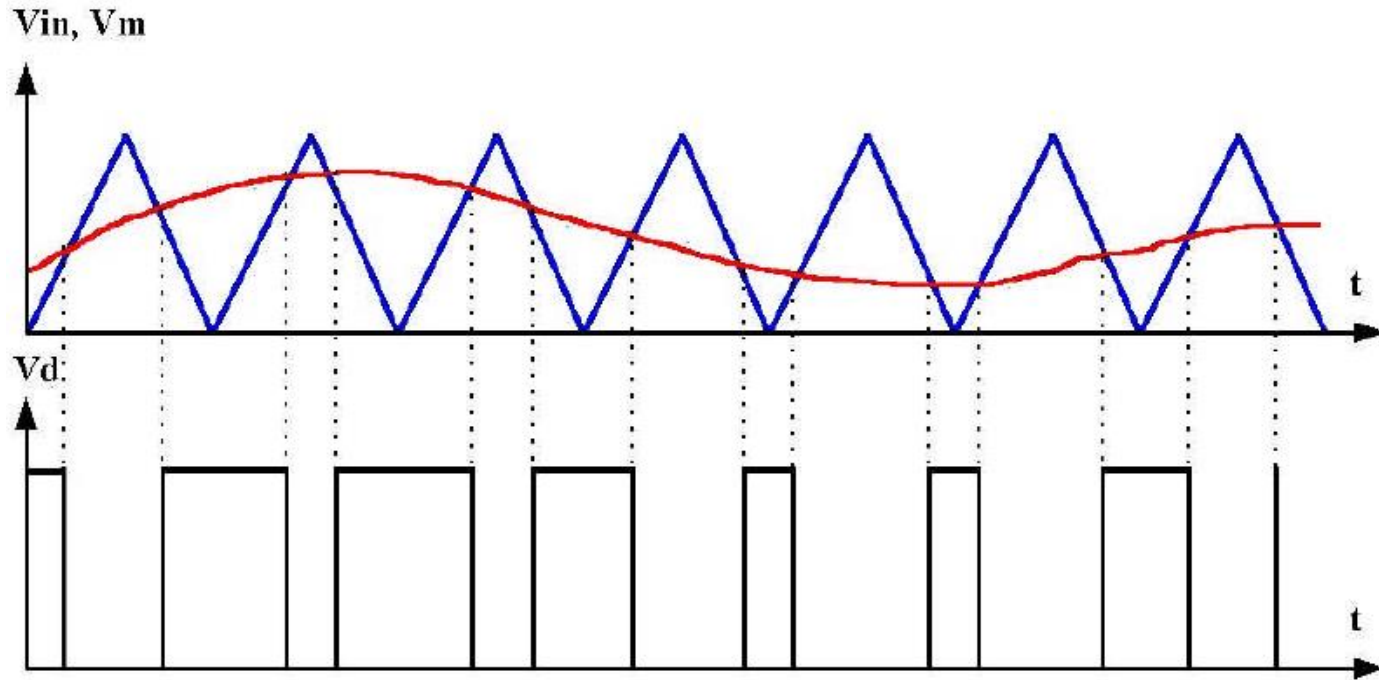
实验步骤：

- 将温度探头连接到P3.6 (DXN) 与P3.7 (DXP) —这是TMP421芯片的远程温度引脚
- 下载程序，屏幕显示本地温度 (Local Temp, 芯片温度) 与远程温度 (Remote Temp, 探头温度) 数值
- 5秒钟测量一次温度，并显示刷新



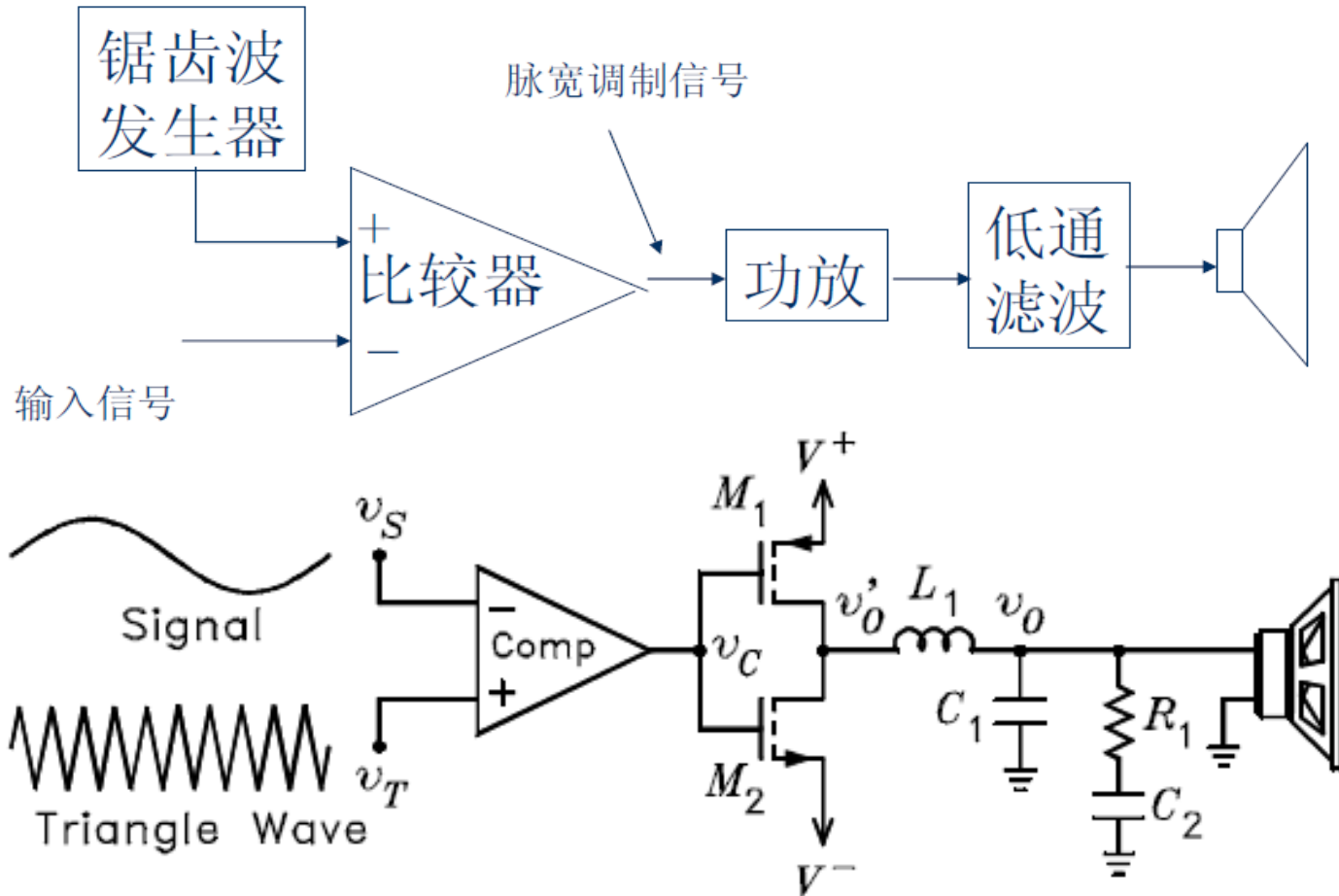
6、实验五 音频处理及放大

6.1 Class D类功放准备知识



将音频信号（正弦波）调制到载波（锯齿波）上去，得到脉宽调整信号（PWM）

6.2 数字功放（D类）工作原理



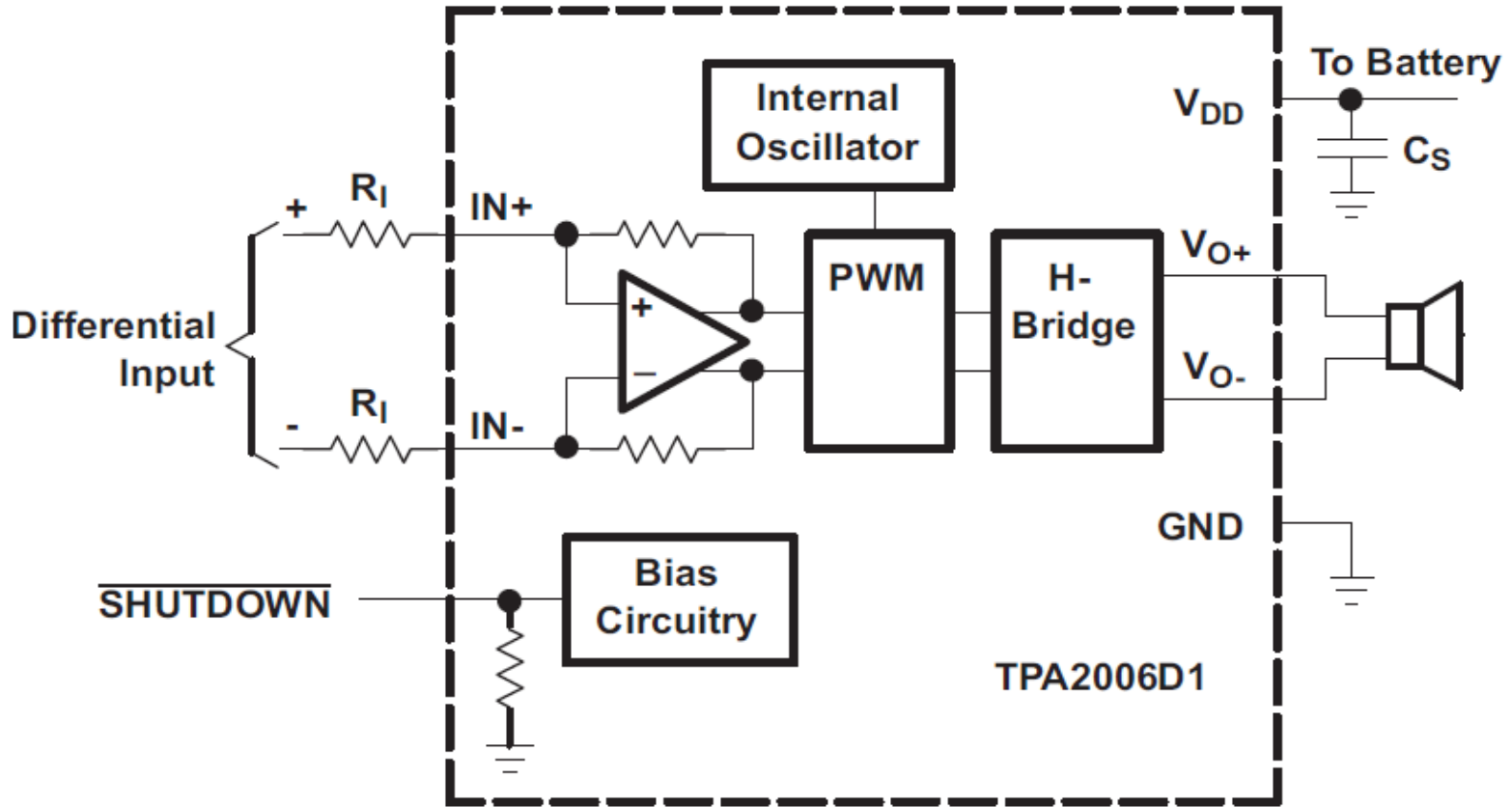
6.3 数字功放（D类）效率

播放正弦波、语音、音乐信号时峰值功率和平均功率之比

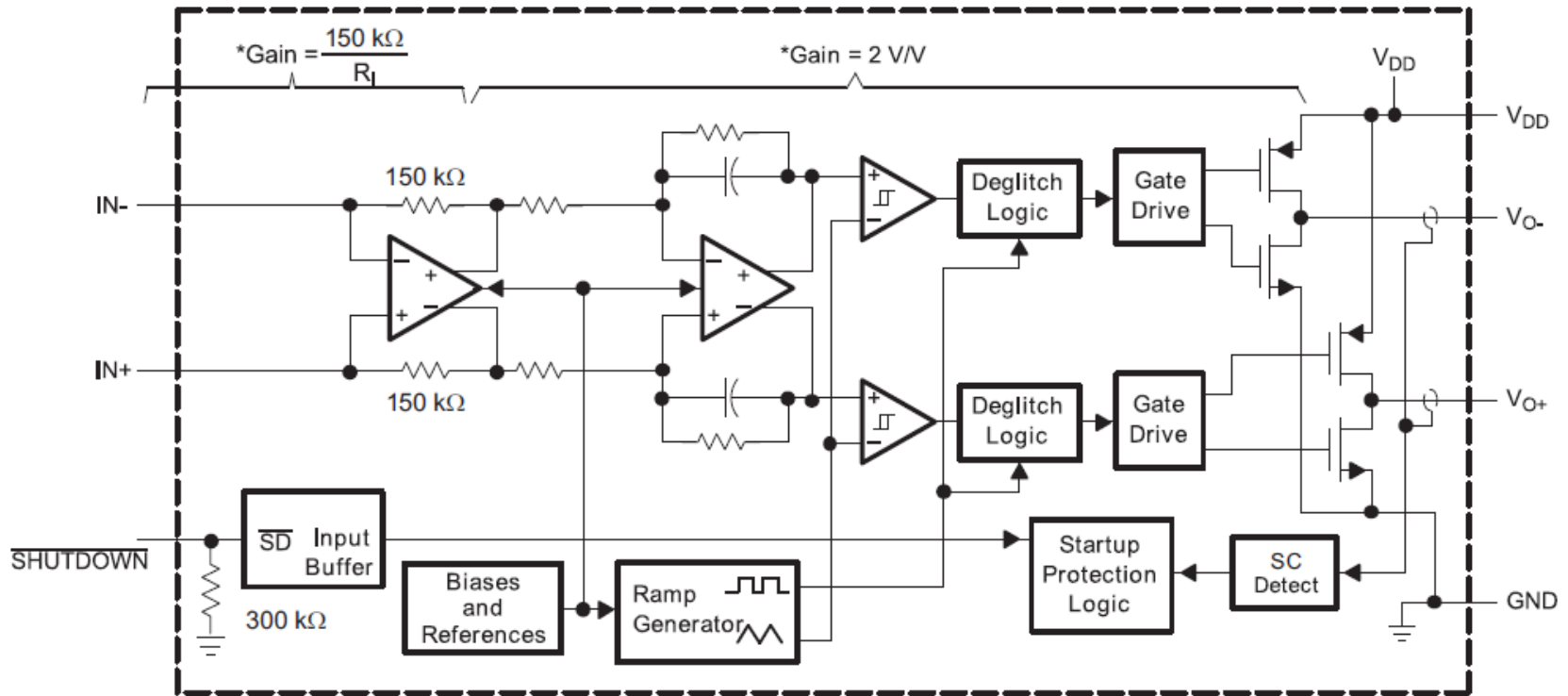
音频信号源	峰值因素 (dB)	实际平均输出 功率 (瓦)	效率 (%)	
			AB类放大器	D类放大器
正弦波	3	1	45	80
语音信号	9	0.25	24	80
音乐信号	15	0.063	12	75



6.4 TI TPA2006D1芯片原理框图

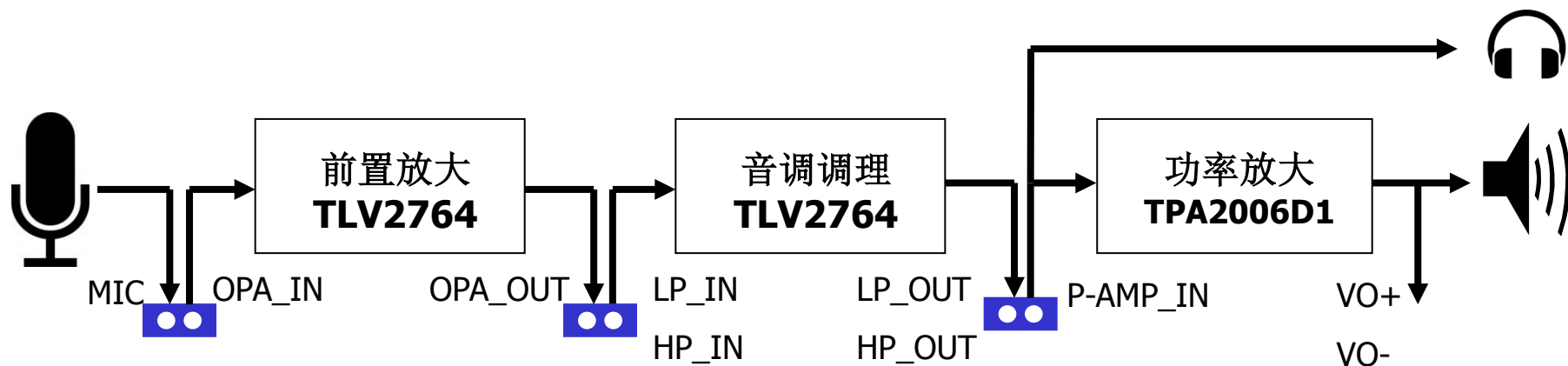


6.5 TI TPA2006D1芯片内部构成

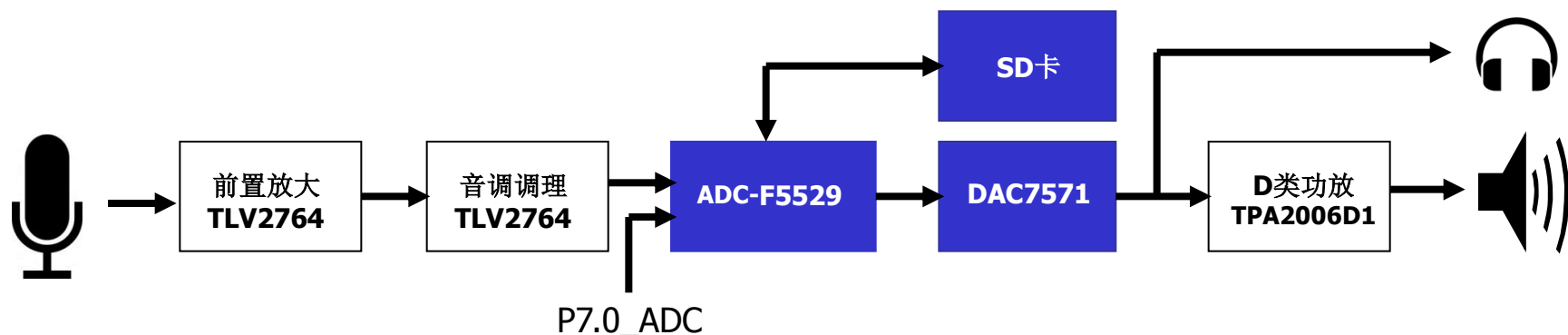


TPA2006采用BTL（桥接式）输出，驱动能力是单端式输出的4倍

6.6 F5529口袋板音频信号处理流程

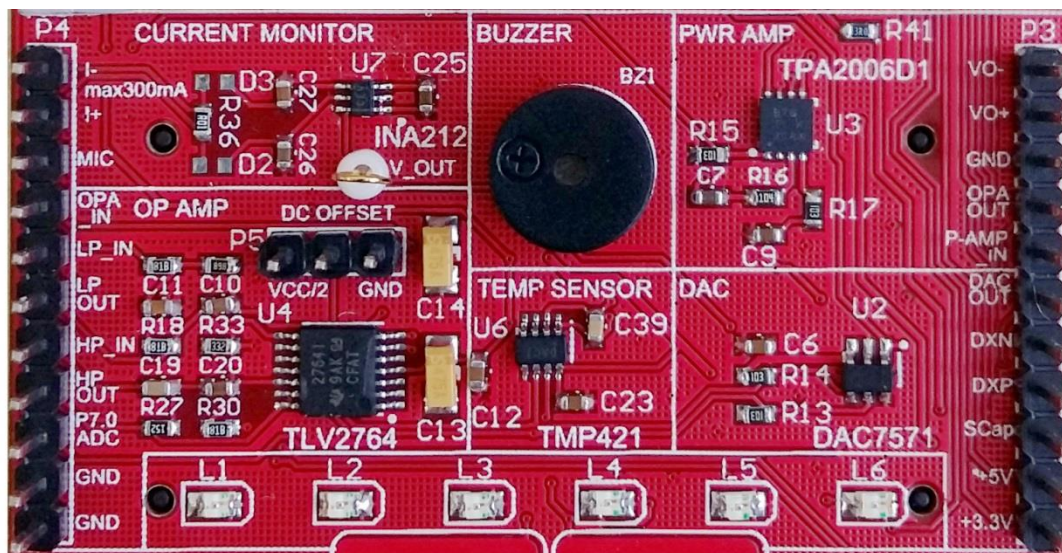
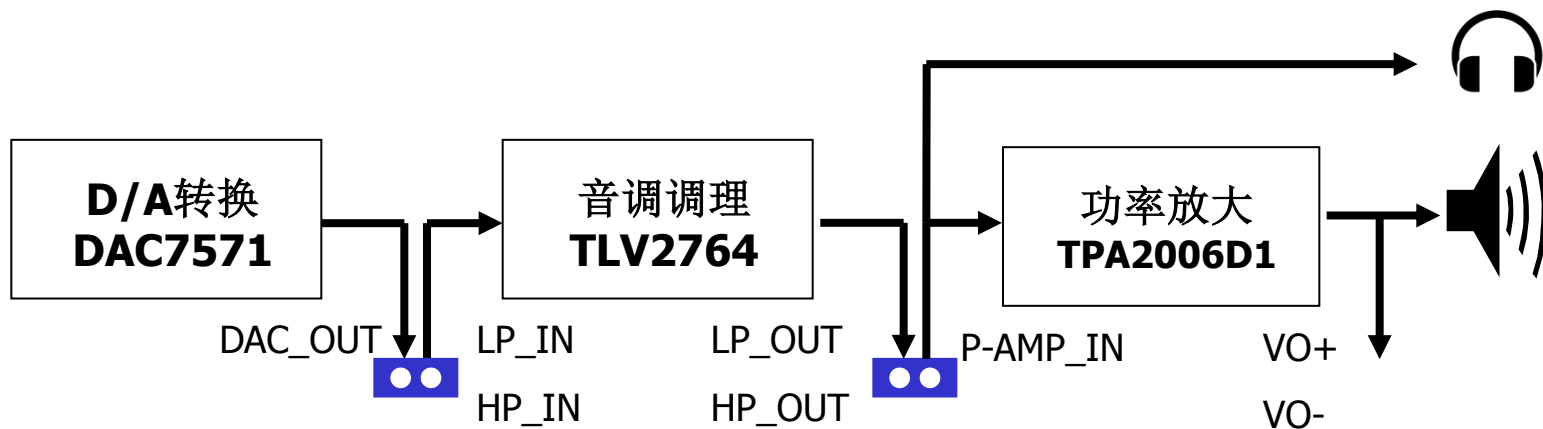


模式1：纯模拟处理



模式2：模拟+数字混合处理

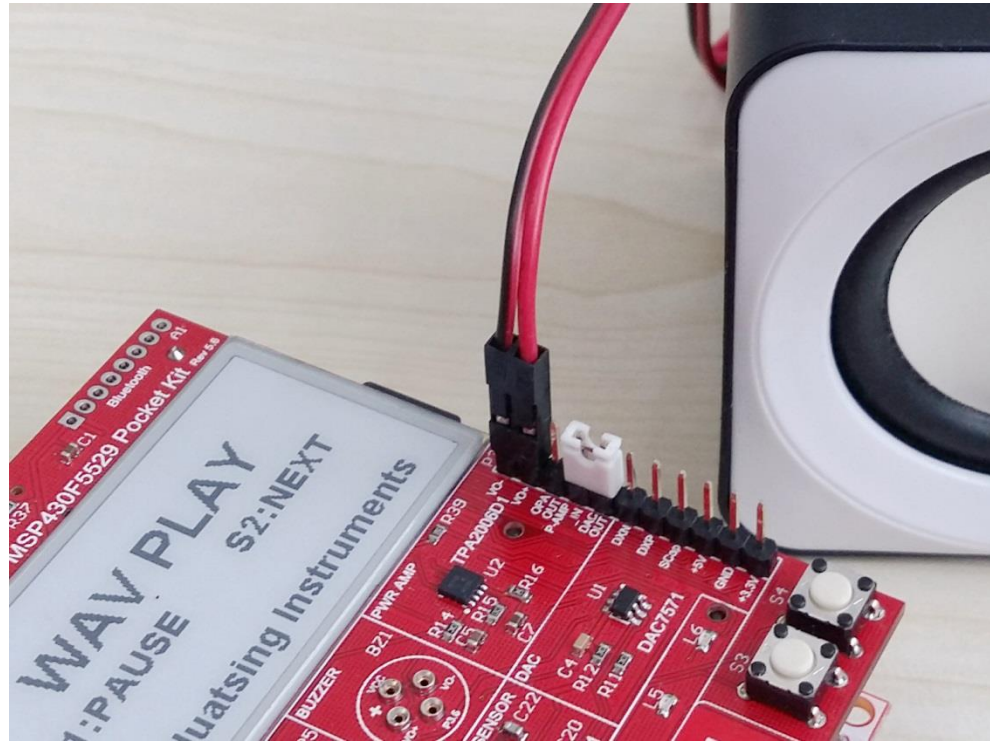
6.7 WAV_PLAY实验音频处理流程



6.7 WAV_PLAY (WAV音频播放实验)

实验步骤：

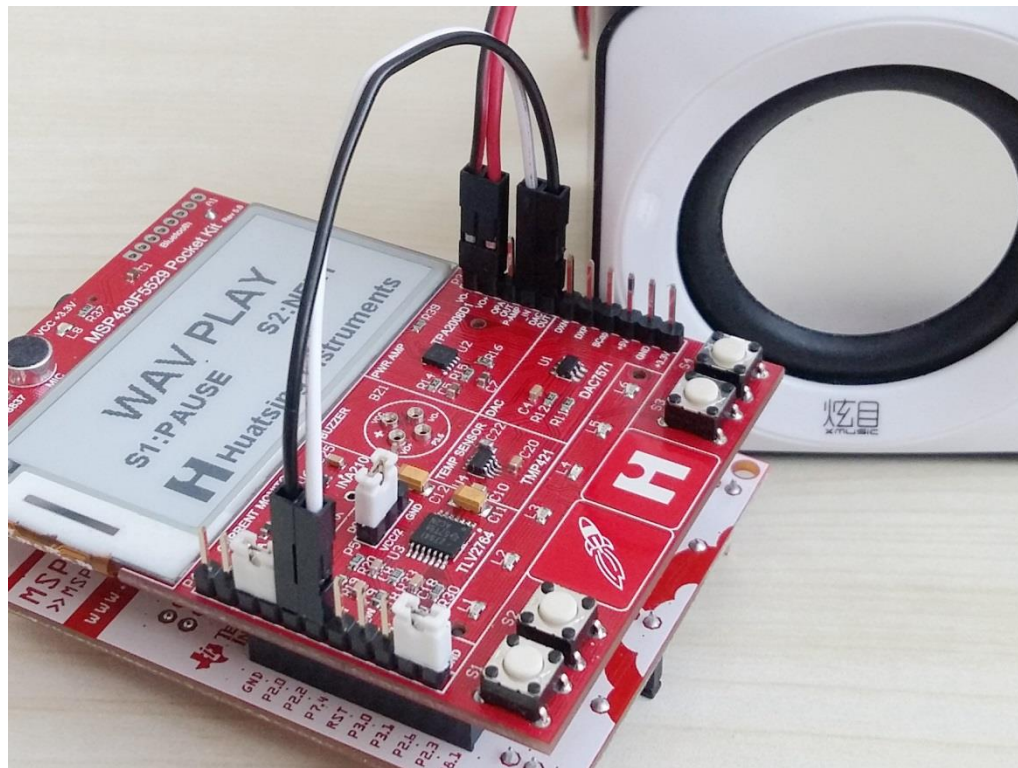
- 音箱连接到P3.1 (VO-) 与P3.2 (VO+) —这是TPA2006芯片的输出引脚
- P3.4 (P-AMP_IN) 与P3.5 (DAC OUT) 引脚跳线短接—这是将DAC输出的信号与TPA2006芯片的输入端连接
- 下载程序，按屏幕提示完成实验



6.8 WAV_PLAY (低通滤波器实验)

实验步骤：

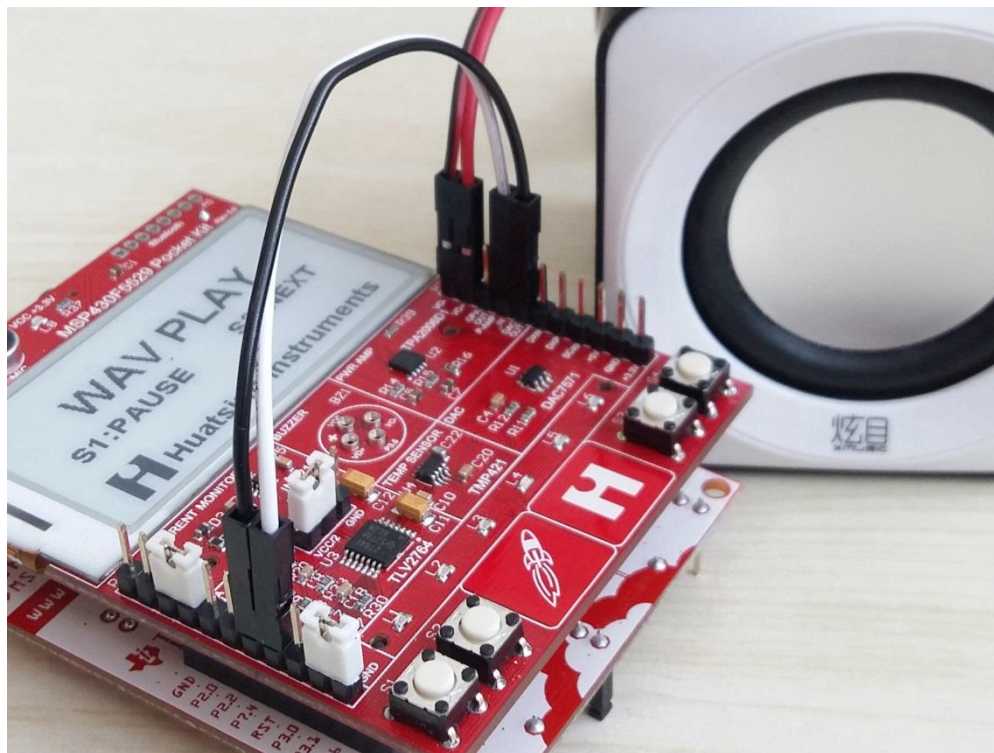
- P3.4与P3.5引脚间跳线拔掉
- 用杜邦线将P3.5与P4.5 (LP_IN) 连接, P3.4与P4.6 (LP_OUT) 连接——这是将DAC输出的信号经TLV2764构建的低通滤波器后再送入TPA2006芯片做放大
- 低通滤波器截止频率：8KHz, 我们能够听到播放的音乐高频噪声(嘶嘶声)少了



6.9 WAV_PLAY (高通滤波器实验)

实验步骤：

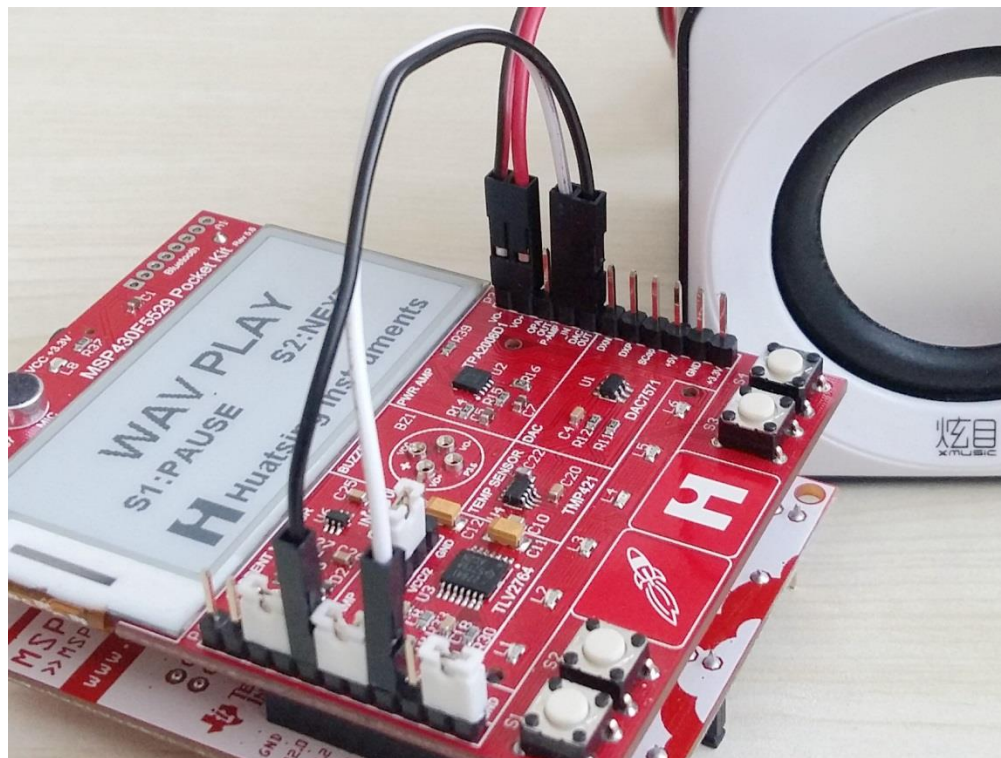
- P3.4与P3.5引脚间跳线拔掉
- 用杜邦线将P3.5与P4.7 (HP_IN) 连接, P3.4与P4.6 (HP_OUT) 连接——这是将DAC输出的信号经TLV2764构建的高通滤波器后再送入TPA2006芯片做放大
- 高通滤波器截止频率：500Hz, 我们能够听到播放的音乐声音明显变尖细了



6.9 WAV_PLAY (带通滤波器实验)

实验步骤：

- 用杜邦线将P3.5与P4. (LP_IN) 连接，P3.4与P4.8 (HP OUT) 连接
- 将P4.6 (LP OUT) 与P4.7 (HP_IN) 引脚用跳线短接——这是将低通滤波器的输出端与高通滤波器的输入端连接
- 带通滤波器通带范围：500~8KHz，播放的音乐声音频带变窄，音量变小



7、 选做实验： TMP421 （低功耗实验）

实验步骤：

- 将法拉电容正负极连接到P3.9（+5V），P3.10（GND）—不可反接
- 用+5V电源适配器连接F5529LaunchPad为法拉电容充电—不可使用电脑USB端口充电
- 5秒钟即可完成充电，EX3 TMP421程序中启用了低功耗模式，法拉电容可支持系统工作1小时

