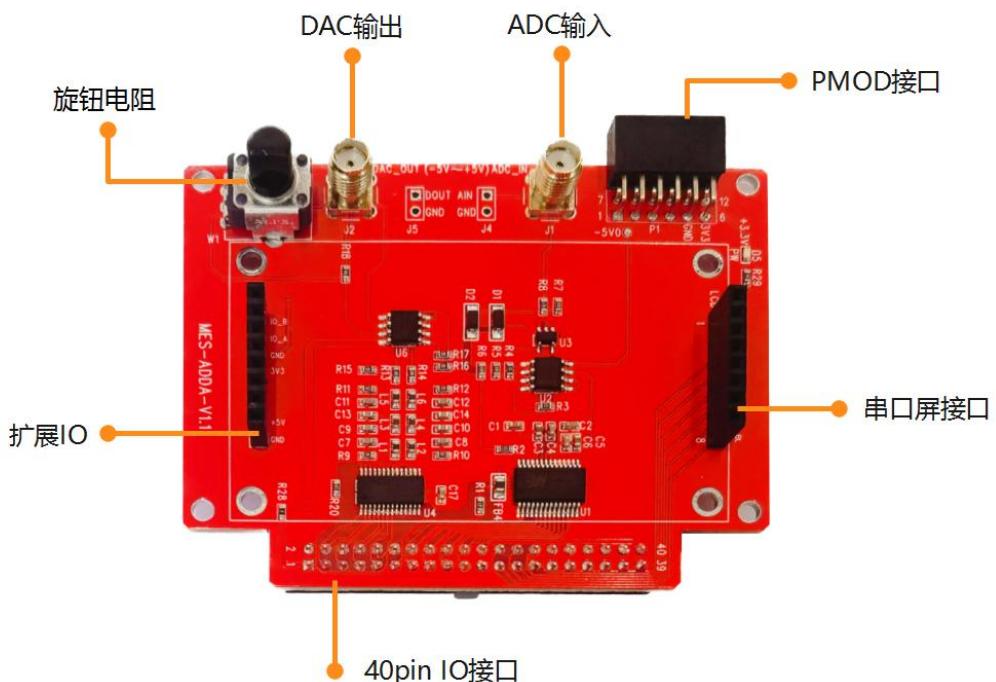


# MES-ADDA 模组硬件说明

## 1、简介

MES-ADDA 是“小眼睛科技”开发的一组 ADDA 功能模组，模组共有三种功能，其一为将 FPGA 发送的数字信号数据转换为模拟信号发出，其二为将模组接收到的模拟信号转换为数字信号数据提供给 FPGA 处理，其三为可接 SPI 串口屏，进行屏幕显示，另外 ADDA 模组扩展一路 PMOD 接口。

MES-ADDA 模组上的采用的数模转换与模数转换芯片型号分别是 MS9708 与 MS9280。MS9708 是一款 8bit 高速、低功耗 D/A 转换器，采样率高达 125MSPS；MS9280 是一款 10bit、采样率可达 35MSPS 的 A/D 转换器，MS9708 内部采用多级差分流水线架构，在 35MSPS 数据采样率下，全温度范围内无失码。（模组使用 MS9280 高 8bit 数据进行数据传输）。



MS9708 芯片参数：

- 8bit 分辨率(MS9708), 10bit 分辨率(MS9710), 14bit 分辨率(MS9714)
- 更新速率：125MSPS
- 功耗：175mW @ 5V 到 45mW @ 3V
- 掉电模式：20mW @ 5V
- 内部基准：1.2V
- 边沿触发锁存器
- TSSOP28 封装

MS9280 芯片参数：

- 10 bit、35 MSPS 流水线 ADC (只使用高 8bit 数据输入)
- 低功耗：90mV (3V 电源下)
- 宽工作范围：2.7V 到 5.5V
- 高线性度: DNL : 0.2 LSB
- 低功耗控制模式
- 三态门输出
- 量化范围检测
- 内建钳位功能
- 高精度可编程基准电源

## 2、模组功能详解

MES-ADDA 模组通过 40pin 扩展口与 FPGA 进行连接, MES-ADDA 数码转换时钟与模数转换时钟均由 FPGA 提供。模组模拟信号输出电压幅值可由板卡上电阻旋钮控制，输出下模拟信号电压幅值范围为 -5V~+5V；同样，模组能够接收外部模拟信号的电压幅值范围也同样为 -5V~+5V。

## 2.1 数模转换功能详解

MES-ADDA 模组采用的 D/A 芯片 MS9708 将 FPGA 提供的数字信号数据转换为模拟信号，但仍需要一些处理，首先需要经过一系列的低通滤波进行降噪处理，然后再经过两级运放进行幅值调节等处理，最后才能将模拟信号输出。

需注意的是，两级运放均采用的是负反馈的方式，并且第一级运放的反向输入端连接的为 D/A 芯片的互补输出端，因此实际输出的模拟信号与输入的数字信号数据对应的波形在相位上相差  $180^\circ$ 。

数模转换功能流程图如下：

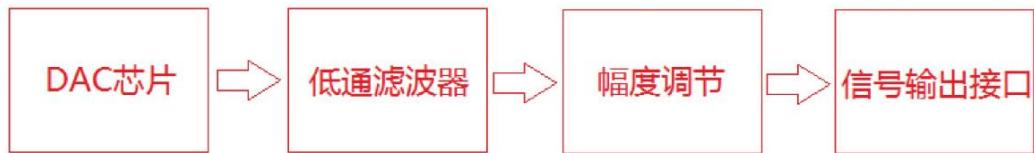


图 3 DAC 转换流程

### 2.1.1、DAC 芯片

DAC 芯片将数字信号转换为模拟信号，内部包含了一个 PMOD 电流源阵列，最大可产生  $20\text{mA}$  电流，芯片输出两路信号，DAC 电流输出  $I_{\text{OUTA}}$ 、互补 DAC 电流输出  $I_{\text{OUTB}}$ ，信号转换的计算方式如下，具体内容请参考 MS9708 数据手册。

$$I_{\text{OUTA}} = (\text{DAC CODE}/256) \times I_{\text{OUTFS}} \quad (1)$$

$$I_{\text{OUTB}} = (255 - \text{DAC CODE})/256 \times I_{\text{OUTFS}} \quad (2)$$

$$I_{\text{OUTFS}} = 32 \times I_{\text{REF}} \quad (3)$$

$$I_{\text{REF}} = V_{\text{REFIO}} / R_{\text{SET}} \quad (4)$$

注： $R_{\text{SET}}$  对应原理图中 R19，REFIO 管脚接地，使用的是内部  $1.2\text{V}$  为基准， $V_{\text{REFIO}}$  为  $1.2\text{V}$ 。

DAC 芯片原理图如下图所示，详情请参考 MES-ADDA 原理图。

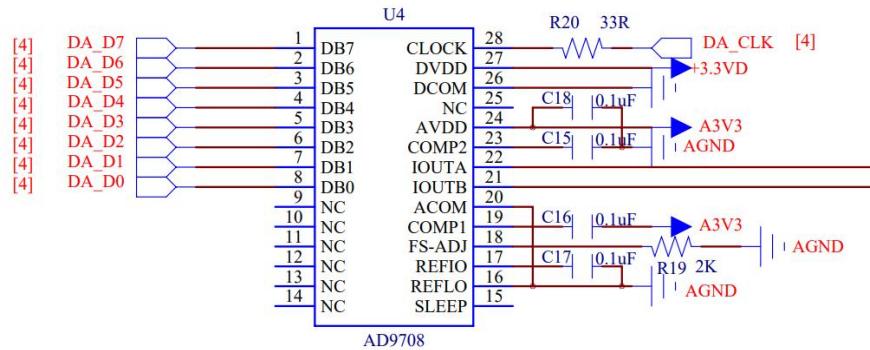


图 4 DAC 芯片

### 2.1.2、低通滤波电路

低通滤波电路主要用于滤波去噪，使输出波形更加圆滑，电路图如下图所示：

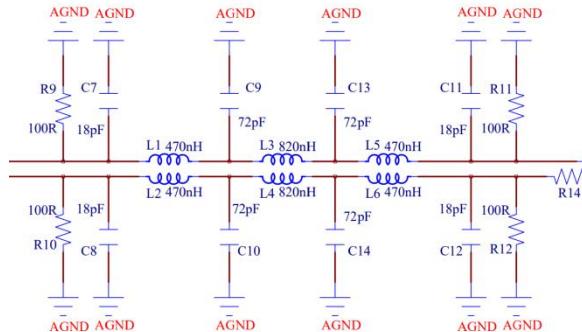


图 5 低通滤波电路

### 2.1.3、运算放大器

第一级负运算放大器主要将输出电流信号进行减法运算，并且转换为电压信号，输出电压幅值范围： $-1V \sim +1V$ 。需注意的是第一级运算放大器采用负反馈的方式，因此运放输出与 DAC 互补输出信号相位相差  $180^\circ$ 。

电路如下图所示：

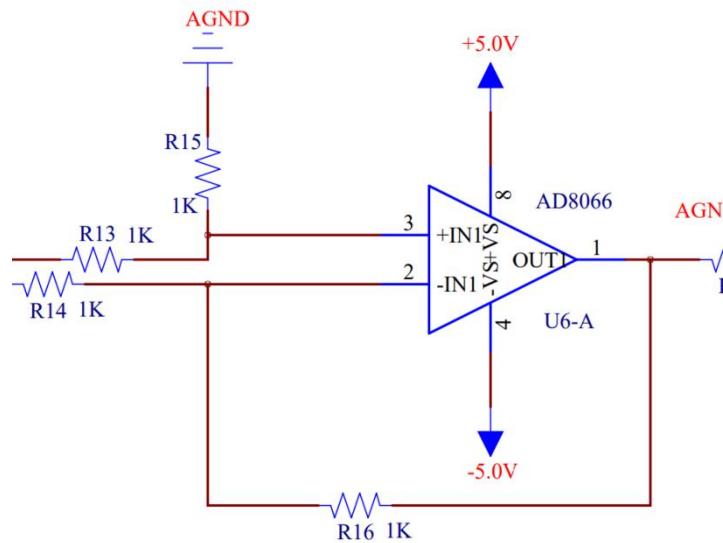


图 6 第一级放大电路

第二级运算放大器可以通过对 W1 旋钮电阻的调节控制放大倍数。测试显示  
第二级放大电路输出电压控制在 -4.7V ~ +4.7V 范围内，输出波形不失真。  
须注意的是第二级运放仍采用负反馈的方式，运放输出与输入相位仍相差  
180°。

设 W1 的阻值为 Rf，输出电压 Vout，输入电压 Vin，它们的关系如下：

$$V_{out} = - (R_f / R_{17}) * V_{in} ;$$

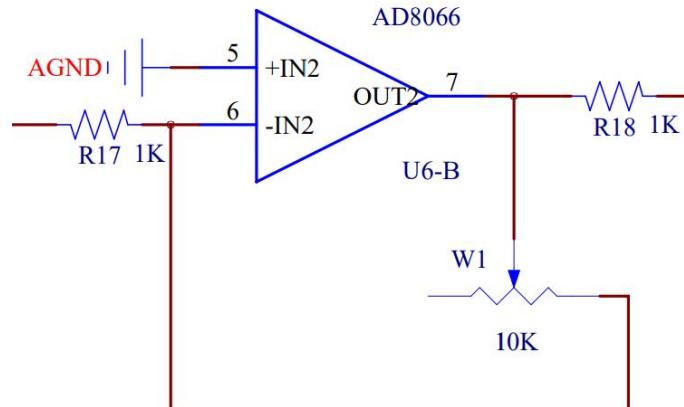


图 7 第二级负反馈放大电路

### 2.1.4、信号输出接口

DAC 模拟信号输出可连接 SMA 接口或测试点接口，位置如下图所示：



## 2.2 模数转换功能详解

由于 ADC 芯片的电气特性，输入的模拟信号需要先经过衰减电路后才能输入到 ADC 芯片中。

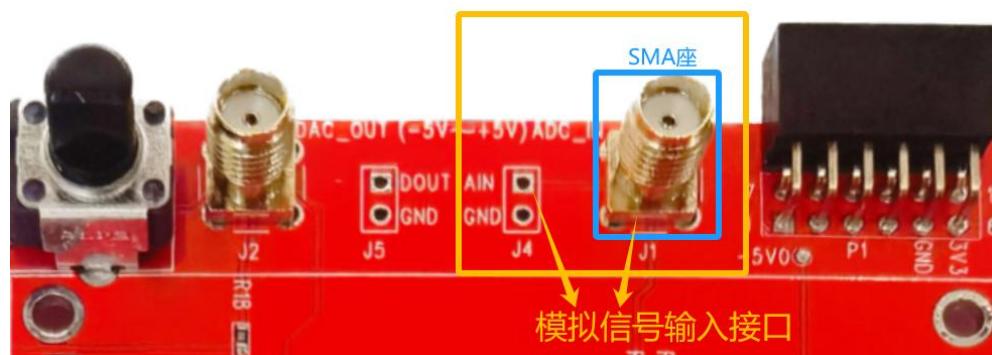
模数转换功能流程图如下：



图 8 ADC 转换流程

### 2.2.1、模拟信号输入接口

MES-ADDA 模组上的模拟信号输入接口可连接 SMA 接口或测试点接口，具体位置如下图所示：



## 2.2.2、衰减电路

衰减电路的电路图如下图所示，详细内容请参考 MES-ADDA 原理图：

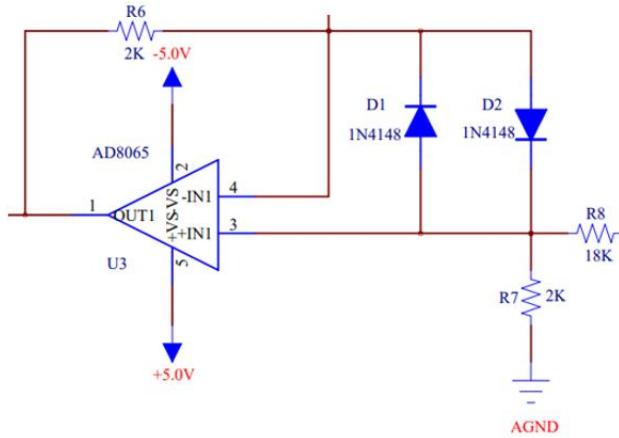


图 9 衰减电路

## 2.2.3、ADC 芯片

ADC 芯片用于将模拟信号转换为数字信号，MES-ADDA 模组使用 ADC 芯片输出数字信号的高八位传输给 FPGA，电路图示如下图所示：

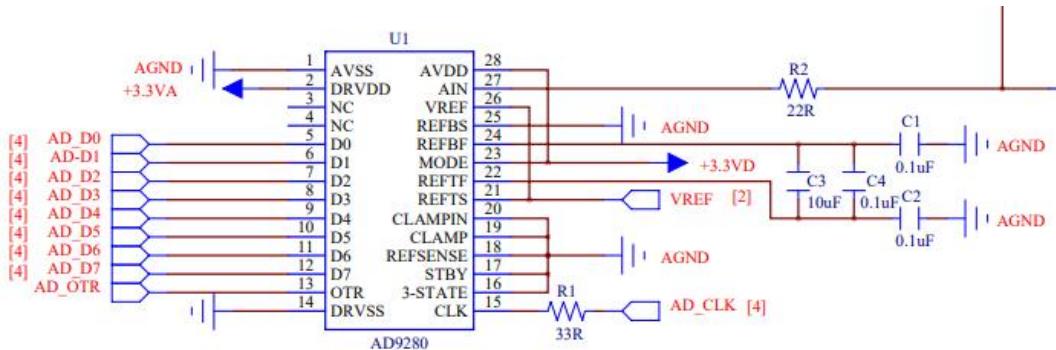
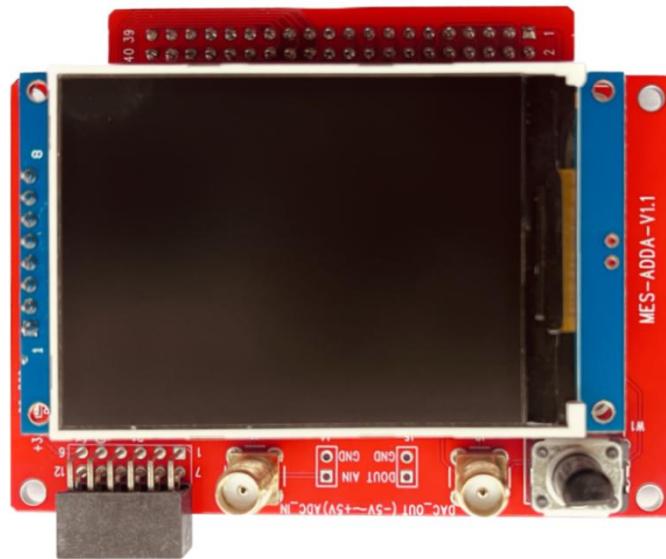


图 10 ADC 芯片

## 2.3 SPI 显示屏接口（选配）

MES-ADDA 模组预留了一组 SPI 串口屏接口，用户可选配显示屏连接在 MES-ADDA 模组上，通过 FPGA 对屏幕进行编程。图中 MES-ADDA 模组连接的是一款 2.4 寸 240x320TFT 液晶显示屏，相应的 TFT 液晶显示模块在“小眼睛半导

体”淘宝店铺均有售卖。



上图所用 TFT 液晶显示屏接入 MES-ADDA 模块共有 8 个信号，如下表所示，具体内容 TFT 液晶显示屏资料包。

信号	描述
BL	背光电源
CS	片选信号
A0	指令信号
RST	复位信号
MOSI	SPI 数据
CLK	SPI 时钟
3V3	电源
GND	地

## 2.4 外接接口

### 2.4.1 40pin 扩展 IO

MES-ADDA 模组通过 40pin IO 接口与主板连接，主板通过该接口发送 DA 信号和接收 AD 信号并且连接 SPI 串口屏接口和扩展 PMOD 接口，接口连接线序

如图 11 所示：

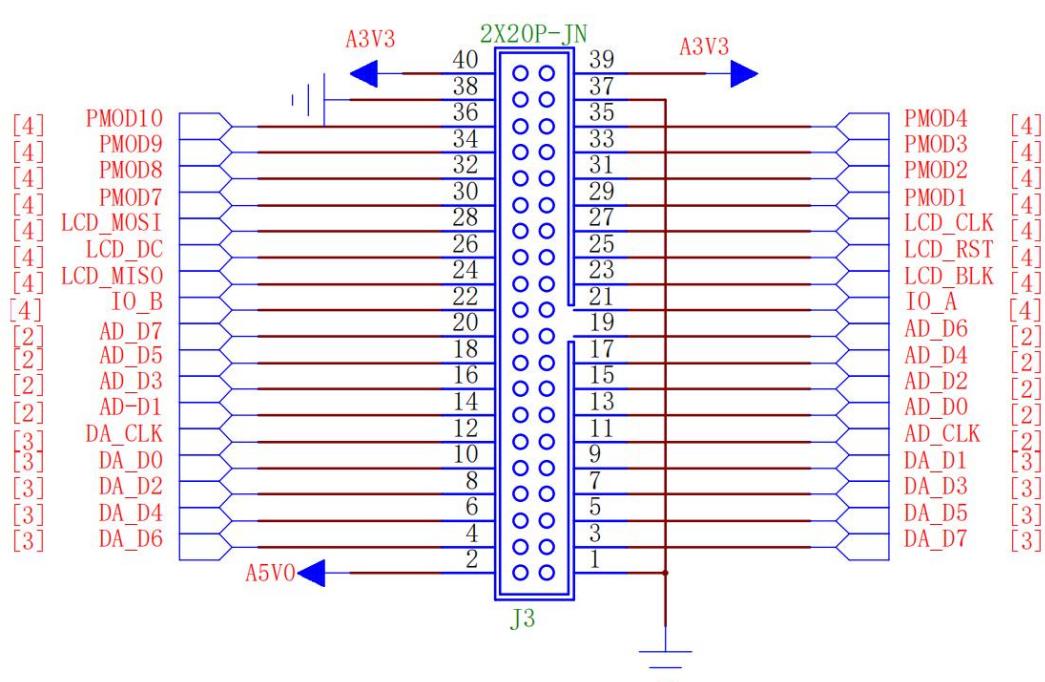


图 11 40pin IO 连接线序

### 2.4.2 PMOD 接口

MES-ADDA 模组预留了一个 12 针 2.54mm 间距的 PMOD 接口用于连接外部模块或电路。PMOD 接口的原理图如下图所示

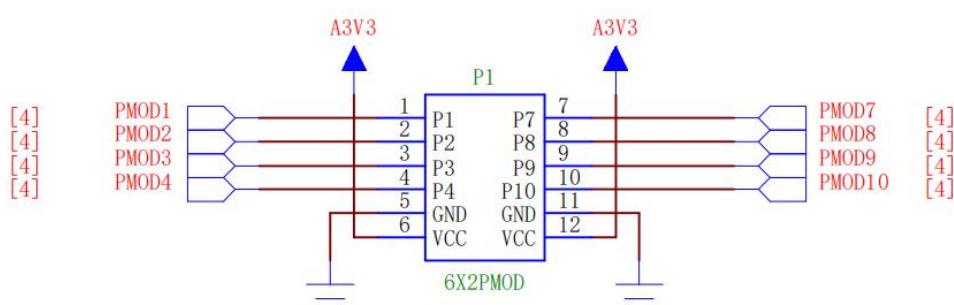


图 12 PMOD 接口原理图