# 华盛智能实验室

# 实验报告

实验类别：综合性☐　　设计性 ☑　　其他☐

实验项目：STM32F407VET6 ADC 双通道电压采集 + 串口 + OLED 显示系统设计

姓　　名：张鑫阳

实验号：

实验时间：2026.7.31

## 一、实验目的：

1.掌握 STM32F407VET6 微控制器的 ADC 模块工作原理及多通道采集配置方法。

2. 学习 DMA（直接存储器访问）循环模式在 ADC 连续采样中的应用，实现无需 CPU 干预的数据传输。

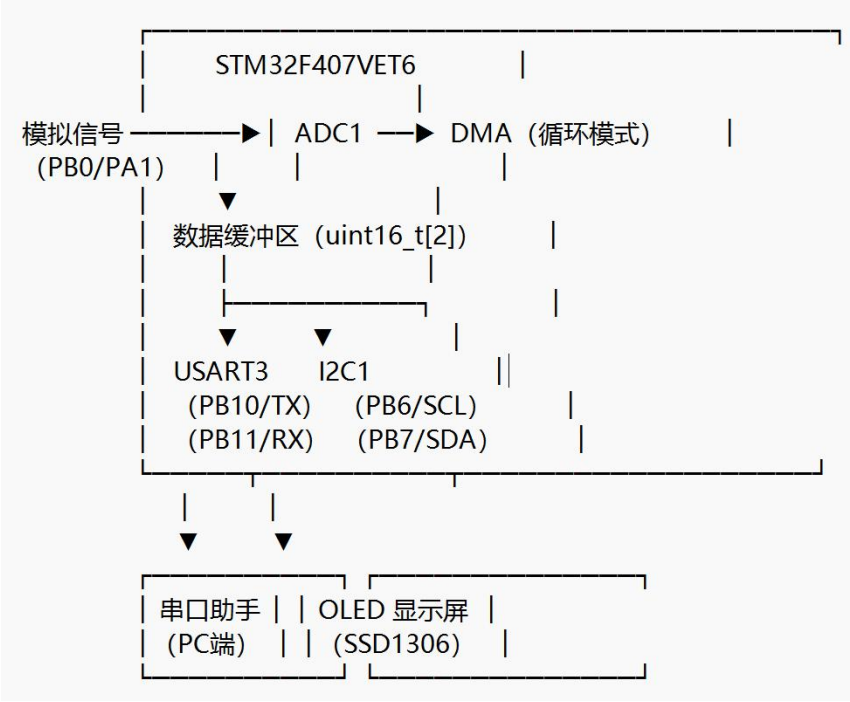
3. 掌握 USART 串口通信协议，实现采集数据的实时输出与调试信息打印。

4. 学习 SSD1306 OLED 显示屏的 I2C 驱动原理，实现采集结果的图形化显示。

5. 理解电阻分压原理及基准电压在 ADC 采集精度控制中的作用。

| 主要仪器名称 | 型　　号 | 仪器编号 |
| --- | --- | --- |
| 嵌入式开发板 | STM32F407VET6 | |
| 直流电压源 | TM-3010MS | |
| OLED 显示模块 | SSD1306 | |
| USB 转串口模块 | CH340 | |

## 三、实验原理（或设计方案）：




STM32F407 的 ADC 为 12 位逐次逼近型模数转换器，将 0~3.3V 的模拟电压映射为 0~4095 的数字量。电压与数字量的转换关系为：

$$V_{in} = \frac{ADC_Value}{4096} \times V_{REF}$$

## 四、实验步骤：

1.按照设计方案连接好后，分别用杜邦线引出 PA1 和 PB0 作为测试端口（VREF 无需设置，开发板上已自动连接 3.3V 作为基准）

2.向 PA1 和 PA2 分别输入 1V 和 2V 的直流电压(无需分压）。

3.读取屏幕上 PA1 与 PB0 端口的电压值，与电压源示数进行对比。

## 五、实验记录：

1.当 PA1 与 PB0 空载时，对应测量电压仍有数值。




是浮空引脚感应噪声导致的，将引脚与 GND 连接后示数为正常的 0V 也可以外接下拉电阻来实现。

2.电压输入后（大致 OLED 显示情况，实际上 BAT,TEST 会在下面显示的数值附近跳动）




有两种主要影响读数的原因：

（1）板载 LDO（低压差稳压器）精度不足（最可能的原因）

（2）直流恒压源有纹波，输入不稳。

3.串口输出示例（实际显示值与屏幕一致）

```
Bat: 3.825 V | Test: 1.502 V | VREF: 3.000 V | Raw: 2048 1024
Bat: 3.826 V | Test: 1.503 V | VREF: 3.000 V | Raw: 2049 1025
Bat: 3.824 V | Test: 1.501 V | VREF: 3.000 V | Raw: 2047 1023
...
```

## 六、数据处理及分析：

1.针对悬空引脚屏幕上仍有数值显示的情况，是 ADC 高阻抗输入的正常特性，一般可以通过硬件和软件两种方式来解决，硬件的话可以通过增加下拉电阻实现，软件可以通过软件阈值，但是就以往尝试来说，软件阈值效果往往不佳。

2.如果两个引脚输入为标准的 1V 和 2V，那么两个通道：

- **通道1（1V输入）**：$1.036/1.000 = 1.036$ 倍
- **通道2（2V输入）**：$2.054/2.000 = 1.027$ 倍

两者的偏差非常接近（约 +3%）。

对于 ADC 采集系统，这种固定比例（乘法）误差，99% 是由基准电压（VREF）不准确导致的。如果想要比较准确的示数，可以从两个方向着手解决：一是硬件方面解决，提高基准源的准确性，例如选用 REF3033 等专用基准芯片。这类芯片能提供高度稳定且精确的参考电压；二是软件方面解决，我们测量 VREF 的基准电压究竟是多少，可能是 2.93V 这样，去更改程序中的基准电压值，也可以对于采样的电压隔几次做一次平均，以求一个比较稳定的情况。但这都只能改善，由于 VREF 直连板载 3.3V，板载电压本来就会有一定波动，于是基准电压也在微弱变化，其次平均只能让误差变小，仍然没从根源解决。

综上所述，若追求高精度测量，更换外部基准芯片是从根源上解决比例误差的最可靠途径，软件补偿仅可作为辅助手段提升读数稳定性，无法替代硬件层面的根本改进。

## 七、实验总结：

本次实验成功实现了基于 STM32F407VET6 的双通道 ADC 电压采集系统，具备以下功能：

1. 双通道连续采集：通过 ADC1 的通道 8（PB0）和通道 1（PA1），结合 DMA 循环模式，实现了两路模拟信号的采样。

2. 串口实时输出：通过 USART3 以 115200bps 的波特率周期性打印电压值及原始 ADC 数据，方便调试与数据记录。

3. OLED 实时显示：通过 I2C1 驱动 SSD1306 显示屏，直观展示采集结果。

4. 本实验未使用电阻分压方案，因为两个通道输入的电压均在适用范围内，如果当测量电压过高时可以采用电阻分压方案：两个电阻 R1（上端）和 R2（下端）串联后接在待测电压 Vin 与地之间。根据欧姆定律，串联电路电流相同，电压与电阻成正比。输出电压 Vout（即 R2 上的电压）的计算公式为：

$$Vout = Vin \times [\ R2 \ / \ (R1 + R2)\ ]$$

对于电阻的阻值可以从两个方面进行考虑：电阻越小，功耗越大，但抗噪声能力越强；电阻越大，功耗越低，但易受噪声干扰。对于电池供电的低功耗设备，可考虑百 K 级的电阻。ADC 输入引脚并非理想电压表，内部有等效电阻，在采样瞬间会从外部电路抽取电流如果分压电阻太大，提供不了足够的电流，ADC 采样电容就充不满，导致测量值偏低，需要查手册找到其 ADC 允许的最大外部输入阻抗。