

PAN1070 ADC Sample Application Note

PAN-CLT-VER-B0, Rev 0.3

PanchipMicroelectronics

www.panchip.com

修订历史

版本	修订日期	描述
V0.1	2023-10-10	初始版本创建
V0.2	2024-01-05	更新一些测试用例
V0.3	2025-08-19	a) 更新 ADC Convert Test b) 更新一些测试用例的 ADC 通道

目录

第 1 章 例程演示内容	4
1.1 测试内容	4
1.2 环境配置	4
1.2.1 软件环境	4
1.2.1.1 待测代码	4
1.2.1.2 软件工具	4
1.2.2 硬件环境	4
第 2 章 例程演示流程	6
2.1 环境说明	6
2.2 通过串口测试 ADC	6
2.2.1 UART 初始化	6
2.2.2 基本功能验证	6
2.2.2.1 ADC 寄存器状态确认 ADC_Register();	6
2.2.2.2 ADC 单次转换 ADC_Convert_test()	7
2.2.2.3 ADC 外部触发模式 ADC_Externaltrigger_test()	7
2.2.2.4 比较功能 ADC_Compare_test()	8
2.2.2.5 PWM 连续模式 ADC_PWMSequential_test()	9
2.2.2.6 温度采集 ADC_Convert_Temp_test()	9
2.2.2.7 ADC 单通道连续模式	10
2.2.2.8 数据偏差计算及左移	10
2.2.2.9 ADC 内部通道 VBG 转换 adc_convert_test_ch_vbg ()	12
2.2.2.10 ADC 内部通道 VDD/4 转换 adc_convert_test_ch_vdd_4 ()	13
第 3 章 ADC 相关注意事项	14

第1章 例程演示内容

1.1 测试内容

- a) 相关寄存器
- b) Band gap 校准 (ADC Calibration)
- c) 功能模式
 - 1. ADC 转换功能(包含内部通道) (ADC Convert)
 - 2. 外部触发输入采样功能 (External Trigger)
 - 3. 比较模式监视功能 (Compare Mode Function)
 - 4. PWM 2 通道连续模式 (PWM Sequential)
 - 5. PWM 单通道连续触发 (PWM Sequential one channel)
 - 6. 数据移位及偏差计算 (Data Left Shift & Bias)
 - 7. ADC 高压档自动校准 (Automatic calibration)
- d) 模拟相关测试

1.2 环境配置

1.2.1 软件环境

1.2.1.1 待测代码

测试工程文件:

<PAN1070-DK>\03_MCU\mcu_samples\ADC\keil\ADC.uvprojx

测试源文件目录:

<PAN1070-DK>\03_MCU\mcu_samples\ADC\src

1.2.1.2 软件工具

- 1、SecureCRT (用于显示 PC 与 COB 的交互过程, 打印 log 等)
- 2、KingstVIS (逻辑分析仪 LA1010 配套软件)

1.2.2 硬件环境

- 1. PAN1070 开发板 1 块
 - a) UART0 (测试交互接口, TX: P16, RX: P17, 波特率: 921600)
 - b) ADC (待测模块)

ADC_CH1 - P23

ADC_CH2 - P22

ADC_CH3 - P12

PWM0_CH0 - P22 (用于 PWM 触发 ADC 采样)

2. 逻辑分析仪（波形抓取工具）
3. JLink（SWD 调试与烧录工具）
4. 稳压电源

第2章 例程演示流程

2.1 环境说明

打开例程工程文件，编译烧录后，将 P16（TX）和 P17（RX）与对应串口连接，并通过 app 配置好串口，通过输入测试命令观察对应的输出。

ADC 的电压换算方法（理想公式）：

低压档（0~1.2V）： $N = V / 1.2 * 4096$

高压档（0~VDD）： $N = V / VDD * 4096$

其中 N 为 ADC 输出 Code，V 为 ADC 采样电压。

ADC 的电压换算方法（拟合校准公式）：

低压档（0~1.2V）： $V = k_ft_low * N + b_ft_low$

高压档（0~VDD）： $V = k_ft_high * N + b_ft_high$

其中 N 为 ADC 输出 Code，V 为 ADC 采样电压， $k_ft_low/b_ft_low/k_ft_high/b_ft_high$ 均为芯片的出厂校准参数。

2.2 通过串口测试 ADC

2.2.1 UART 初始化

根据串口说明连接好串口，初始化成功后输出：

1. CPU 频率；
2. 测试命令对应的测试函数及需要连接操作。

2.2.2 基本功能验证

2.2.2.1 ADC 寄存器状态确认 ADC_Register();

输入 ‘0’ 命令：

测试目的：

查看所有 ADC 相关寄存器复位 Default 值和 ADC 起始寄存器地址。

测试预期：

未进行 ADC 模块寄存器配置，寄存器默认值应和 PAN107 TRM ADC 模块默认值一致。

测试现象：

```
0
ADC->EXTSMPT expect:00000200,current:00000008
ADC->CTL2      expect:75520a00,current:77722500
```

测试结果:

默认值出现差异是因为初始化时程序赋值，测试正常

2.2.2.2 ADC 单次转换 ADC_Convert_test()

输入‘1’命令:

测试目的:

检测 ADC 单次转换功能是否 OK，转换结果是否有偏差。

测试预期:

EVB 供电 3.3V，ADC CH3 (P12) 输入恒定电压 800mV，串口输出多次 ADC 采样后的平均值转换后的输出电压。

测试现象:

```
1
Select ADC Internal Reference Voltage (ADC Vref):
a: ADC Vref = ADC VBG (1.2v)
b: ADC Vref = SoC Vbat
a
ADC code result = 2718
ADC voltage result = 800.3 mV
```

测试分析:

输入子命令选择 ADC 内部参考电压（当输入电压小于 1.2v 的时候，参考电压选择任意一种都可以，但若选择 ADC VBG (1.2v) 则输出结果会更精确），串口输出 ADC 转换结果，计算结果与预期值相符。

2.2.2.3 ADC 外部触发模式 ADC_Externaltrigger_test()

输入‘2’命令:

测试目的:

验证 ADC 外部触发功能是否正确。

测试预期:

通过 P22 和 P05 相连，同时 ADC CH3 通道 (P12) 输入恒定电压 2.5V，下降沿来临时，串口输出 code3103。

测试现象:

```
+-----+
2
3092,3092,3091,3091,3091,3091,3091,3091,3091,3093,
3091,3091,3091,3093,3091,3091,3093,3091,3091,3091,
3091,3091,3091,3093,3091,3091,3091,3091,3091,3091,
3091,3091,3091,3093,3091,3091,3091,3091,3091,3091,
3092,3092,3091,3091,3091,3091,3091,3091,3091,3092,
3091,3091,3091,3093,3091,3091,3091,3090,3091,3091,
3091,3091,3091,3091,3091,3091,3091,3092,3091,3091,
3091,3091,3091,3091,3091,3092,3091,3091,3091,3092,
3091,3093,3091,3091,3091,3091,3091,3092,3092,3093,
3091,3093,3090,3091,3091,3091,3091,3091,3091,3091,
```

测试分析:

输出结果与预期值基本符合。

2.2.2.4 比较功能 ADC_Compare_test()

输入‘3’命令:

测试目的:

验证 ADC 两组比较器功能是否正确。

测试预期:

在 ADC CH3 通道(P12)输入恒定电压,电压大于 1.61V,串口输出“Channel 1 input >= 2000”;如果输入电压小于 1.61V,串口会持续输出“Channel 1 input < 2000”。实际电压可能会与预期的临界电压值有偏差。

测试现象:

当 ADC CH3 通道 (P12) 输入恒定电压 1.2V 时。

```
+-----+
3
Channel 1 input < 2000
Compare AdcResult :1492
```

当 ADC CH5 通道输入恒定电压大于 2.5V 时(选择 2.5v)

```
+-----+
3
Channel 1 input >= 2000
Compare AdcResult :3079
```

测试分析:

ADC 比较功能正常,临界电压值与预期值基本符合。

2.2.2.5 PWM 连续模式 ADC_PWMSequential_test()

输入‘4’命令：

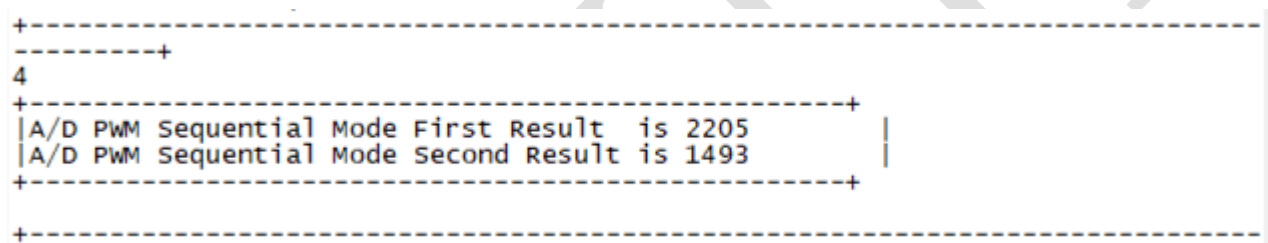
测试目的：

验证 ADC PWM 连续采集功能是否正常

测试预期：

在 ADC 1 通道(P23)输入恒定电压 1.8V，ADC 2 通道(P22)输入 1.2V，串口输出“A/D PWM Sequential Mode First Result is 2234”和“A/D PWM Sequential Mode First Result is 1489”。

测试现象：



```
A/D PWM Sequential Mode First Result is 2205
A/D PWM Sequential Mode Second Result is 1493
```

测试分析：

单次中断对两个通道同时采样正常，结果与预期值基本符合。

2.2.2.6 温度采集 ADC_Convert_Temp_test()

输入‘5’命令：

测试目的：

验证 ADC 温度采集功能是否正常。

测试预期：

常温下可以输出较为稳定的温度值，改变温度后输出温度也随之变化。

测试结果：

常温下，可看到每隔 1s 输出一次温度，共 10 次后停止：

```
5
Temperature = 23.60 C
Temperature = 23.40 C
Temperature = 23.44 C
Temperature = 23.63 C
Temperature = 23.62 C
Temperature = 23.54 C
Temperature = 23.46 C
Temperature = 23.44 C
Temperature = 23.36 C
Temperature = 23.47 C
```

测试分析:

常温下可看到采样的温度基本是固定值，符合预期。

2.2.2.7 ADC 单通道连续模式

输入‘6’命令:

测试目的:

验证 ADC 单通道连续采样并通过 dma 传输。

测试预期:

ADC CH3 (P12) 输入电压 1.2V，输出预期 1489，输出 100 次 adc code 值。

测试结果:

```
+-----+
+-----+
6
1493 1493 1493 1493 1493 1493 1493 1494 1493 1493
1493 1493 1493 1493 1493 1494 1493 1493 1493 1493
1493 1493 1493 1493 1493 1493 1493 1494 1493 1493
1493 1493 1493 1493 1493 1494 1493 1493 1493 1493
1493 1494 1494 1493 1493 1494 1493 1493 1492 1493
1492 1489 1489 1493 1493 1493 1493 1492 1493 1493
1493 1493 1494 1493 1493 1493 1494 1492 1493 1493
1493 1493 1493 1493 1493 1493 1493 1493 1493 1493
1493 1493 1493 1492 1493 1493 1494 1494 1493 1493
1492 1493 1493 1493 1494 1494 1493 1494 1493 1493
```

测试分析:

输出正常，功能正确

2.2.2.8 数据偏差计算及左移

输入‘7’命令:

测试目的:

验证 ADC 单通道连续采样的 code 值增加偏差计算和左移计算的结果。

测试预期:

ADC CH3 (P12) 输入电压 2.8v, code 应为 3496(0xDA8)左右, 偏差值设置为 0x888。

左移功能使能, 偏置不使能情况下, 16bit code 值为 $0xDA8 \ll 4 = 0xD9BDA80$ 。

左移功能不使能, 偏置使能情况下, 15bit code 值为 $0xDA8 - 0X888 = 0x520$ 。

左移功能使能, 偏置使能情况下, 15bit code 值为 $(0xD9B - 0X888) \ll 3 = 0x2900$ 。

测试结果:

左移功能使能, 偏置不使能情况

```
[16:34:39.744]发->◇7□
[16:34:39.751]收<-◆
Press key to set left shift or not
Press 0 to set left shift
Press 1 to set 0x888 bias
Press 2 to set left shift and 0x888 bias

[16:34:42.719]发->◇0□
[16:34:42.812]收<-◆dab0 da80 da70 daa0 da70 da70 daa0 daa0 da70 da60
da70 da90 da70 da90 da70 daa0 da60 da70 da90 dab0
daa0 da70 da70 daa0 da80 da80 da90 da90 da90 da80
da90 daa0 da70 da70 dab0 da80 daa0 da80 daa0 da90
da70 daa0 da70 daa0 da90 dab0 da90 da90 da70 daa0
da70 da80 da90 dab0 daa0 daa0 da70 daa0 da90 da90
da70 da70 da60 daa0 dab0 dab0 da90 da60 dab0 da70
da90 daa0 da90 da90 da60 daa0 da70 da80 da90 da80
da90 da70 dab0 da70 da70 daa0 da90 da70 daa0 da80
daa0 dab0 dab0 da70 da60 da70 dab0 da70 da80 da70
```

左移功能不使能, 偏置使能情况

```
[16:34:44.347]发->◇7□
[16:34:44.353]收<-◆
Press key to set left shift or not
Press 0 to set left shift
Press 1 to set 0x888 bias
Press 2 to set left shift and 0x888 bias

[16:34:45.344]发->◇1□
[16:34:45.433]收<-◆520 523 522 523 521 521 520 51f 522 521
51d 51e 51f 521 522 523 51f 523 521 522
523 522 523 520 521 520 521 51f 521 523
523 522 51f 51f 51f 521 51f 523 51f 520
51f 521 51f 522 51f 51f 520 522 521 523
522 520 522 521 522 51f 524 522 522 521
520 521 520 51f 520 523 522 521 521 521
521 51f 521 520 521 523 51f 51f 520 51f
51f 521 522 51f 523 51f 521 51f 520 51f
522 523 51f 523 51f 522 521 520 51f 521
```

左移功能使能, 偏置使能情况

```
[16:34:47.159]发->◇7□
[16:34:47.167]收<-◆
Press key to set left shift or not
Press 0 to set left shift
Press 1 to set 0x888 bias
Press 2 to set left shift and 0x888 bias

[16:34:48.306]发->◇2□
[16:34:48.394]收<-◆2908 2918 2900 2910 2900 28f8 2910 2910 2910 28f8
2910 28f8 28e8 2910 28f0 28f8 2908 2918 2908 2900
2910 2908 2920 2908 2908 2910 2910 28f8 2918 28f8
2910 28f8 2918 2910 28f8 28f8 2910 2910 2918 2900
2910 28f8 2920 2908 2900 2910 2910 28f8 2908 2918
28f8 2900 2910 2908 2900 2918 2900 2910 28f8 28f8
28f8 28f0 2910 28f8 28f8 2910 2910 2910 2908 2910
28f8 28f8 2928 28f8 2900 2918 2908 28f8 2918 2908
28f8 2910 2908 28f0 2910 28e8 2900 28f8 28f8 2910
28f8 2918 28f8 2908 2908 2918 28f8 2918 28f8 28f8
```

测试分析:

输出正常, 功能正确

2.2.2.9 ADC 内部通道 VBG 转换 adc_convert_test_ch_vbg ()

输入‘8’命令:

测试目的:

检测 ADC 内部 VBG 通道单次转换功能是否 OK, 转换结果是否有偏差。

测试预期:

EVB 供电 3.3V, VBG 理论值为 1.2V, 串口输出 100 次采样 code 值, 理论值 code1489, 因未进行 ADC 校准结果可能有偏差。

测试现象:

```
+-----+
8
1471 1471 1471 1472 1472 1471 1471 1471 1471 1471
1471 1471 1471 1471 1471 1471 1471 1471 1471 1471
1471 1471 1471 1473 1471 1471 1471 1471 1469 1471 1471
1471 1471 1471 1471 1471 1471 1471 1471 1471 1471
1470 1471 1471 1471 1471 1471 1471 1467 1472 1472
1471 1471 1472 1471 1471 1472 1473 1471 1471 1471
1471 1472 1471 1471 1471 1471 1472 1471 1471 1470
1471 1471 1471 1471 1470 1471 1471 1471 1472 1472
1471 1471 1471 1472 1472 1473 1469 1471 1471 1471
1471 1471 1471 1471 1471 1472 1471 1472 1471 1472
ADC convert test finish
+-----+
```

测试分析:

输入指令, 串口输出 ADC 转换结果, 多次采样结果与预期值基本符合。

2.2.2.10 ADC 内部通道 VDD/4 转换 `adc_convert_test_ch_vdd_4 ()`

输入‘9’命令：

测试目的：

检测 ADC 内部 VDD/4 通道单次转换功能是否 OK，转换结果是否有偏差。

测试预期：

EVb 供电 3.3V，VDD/4 理论值为 0.825V，使用 ADC 低压档位（0~1.2）采样计算可正确获取芯片 VDD 电压。

测试现象：

可看到每隔 1s 输出一次 VDD 电压，共 10 次后停止：

```
9
SoC VDD = 3302 mV
SoC VDD = 3302 mV
SoC VDD = 3303 mV
SoC VDD = 3303 mV
SoC VDD = 3302 mV
SoC VDD = 3303 mV
SoC VDD = 3301 mV
SoC VDD = 3302 mV
SoC VDD = 3304 mV
SoC VDD = 3303 mV
```

测试分析：

输入指令，串口输出 ADC 采样的 VDD 电压结果，符合预期。

第3章 ADC相关注意事项

- 1、ADC使能时，不能同时使能多个通道，如有此操作，默认使能序号最低的通道。
- 2、将 SEQTYPE (ADC_SEQCTL[1])设置为 low，则只在第一次转换之前插入 ADC 延迟时间。第一次转换完成后立即开始第二次转换。(2/3-分流型)，如果将 SEQTYPE (ADC_SEQCTL[1])设置为高，则每次转换前插入 ADC 延迟时间。设置为 high 模式由于设计有误无法使用。
- 3、ADC 采样时间不能设为 0，设为 0 会导致 adc 关闭
- 4、ADC 单通道连续模式下多次调用需要注意 pwm flag 的清除，最简洁的方式直接 forcestop pwm。
- 5、ADC 计算偏差值及移位时，数据最终从 data_sub 寄存器读取，但操作之前需要从 pop_data 读取才能操作偏差移位等功能