

Lierda NB86-G

OpenCPU_ADC 应用笔记

版本：Rev1.0

日期：2019-04-03



法律声明

若接收浙江利尔达物联网技术有限公司（以下称为“利尔达”）的此份文档，即表示您已经同意以下条款。若不同意以下条款，请停止使用本文档。

本文档版权所有浙江利尔达物联网技术有限公司，保留任何未在本文档中明示授予的权利。文档中涉及利尔达的专有信息。未经利尔达事先书面许可，任何单位和个人不得复制、传递、分发、使用和泄漏该文档以及该文档包含的任何图片、表格、数据及其他信息。

本产品符合有关环境保护和人身安全方面的设计要求，产品的存放、使用和弃置应遵照产品手册、相关合同或者相关法律、法规的要求进行。

本公司保留在不预先通知的情况下，对此手册中描述的产品进行修改和改进的权利；同时保留随时修订或收回本手册的权利。

文件修订历史

版本	修订日期	修订日志
1.0	2018-12-05	新建文档

--

安全须知

用户有责任遵循其他国家关于无线通信模块及设备的相关规定和具体的使用环境法规。通过遵循以下安全原则，可确保个人安全并有助于保护产品和工作环境免遭潜在损坏。我司不承担因客户未能遵循这些规定导致的相关损失。



道路行驶安全第一！当您开车时，请勿使用手持移动终端设备，除非其有免提功能。请停车，再打电话！



登机前请关闭移动终端设备。移动终端的无线功能在飞机上禁止开启以防止对飞机通讯系统的干扰。忽略该提示项可能会导致飞行安全，甚至触犯法律。



当在医院或健康看护场所，注意是否有移动终端设备使用限制。RF 干扰会导致医疗设备运行失常，因此可能需要关闭移动终端设备。



移动终端设备并不保障任何情况下都能进行有效连接，例如在移动终端设备没有花费或 SIM 无效。当您在紧急情况下遇见以上情况，请记住使用紧急呼叫，同时保证您的设备开机并且处于信号强度足够的区域。



您的移动终端设备在开机时会接收和发射射频信号，当靠近电视，收音机电脑或者其它电子设备时都会产生射频干扰。



请将移动终端设备远离易燃气体。当您靠近加油站，油库，化工厂或爆炸作业场所，请关闭移动终端设备。在任何有潜在爆炸危险场所操作电子设备都有安全隐患。

目 录

法律声明.....	2
文件修订历史.....	3
安全须知.....	4
目 录.....	5
1. 引言.....	6
2. 特性概述.....	6
2.1. NB86-G 模组 AIO 说明.....	6
2.2. ADC 特性说明	7
3. 硬件参考设计.....	7
3.1. Vbat 电压大于 3.8V	7
3.2. Vbat 电压小于 3.8V 时	8
4. 软件参考设计.....	8
4.1. ADC 初始化	8
4.2. ADC 电压校准	8
4.3. 获取 Vbat 脚电压及环境温度.....	8
4.4. 获取 AIO 引脚电压.....	8
5. 测试样例.....	9
5.1. 样例概述.....	9
5.2. 代码详解.....	9
5.2.1. ADC 初始化	9
5.2.2. 电压的校准.....	9
5.2.3. Vbat 电压获取及环境温度采集.....	10
5.2.4. AIO 引脚电压获取.....	10
5.2.5. 样例测试结果.....	11
6. 设计要点.....	13
7. 相关文档及术语缩写.....	14

1. 引言

本文旨在帮助基于使用 Lierda NB86-G 模组进行 OpenCPU 开发的用户，让其能快速使用模组本身的各种硬件资源（I2C、GPIO、UART）和 LiteOS 操作系统（创建、删除、挂起、恢复线程。创建、删除、启动、停止软件定时器），文章概述了 openCPU 释放的 ADC 的特性、软硬件参考设计、样例说明以及设计要点。

2. 特性概述

2.1. NB86-G 模组 AIO 说明

如图 2-1.红色框起来的标号 34 和 35 即为 AIO0 和 AIO1。

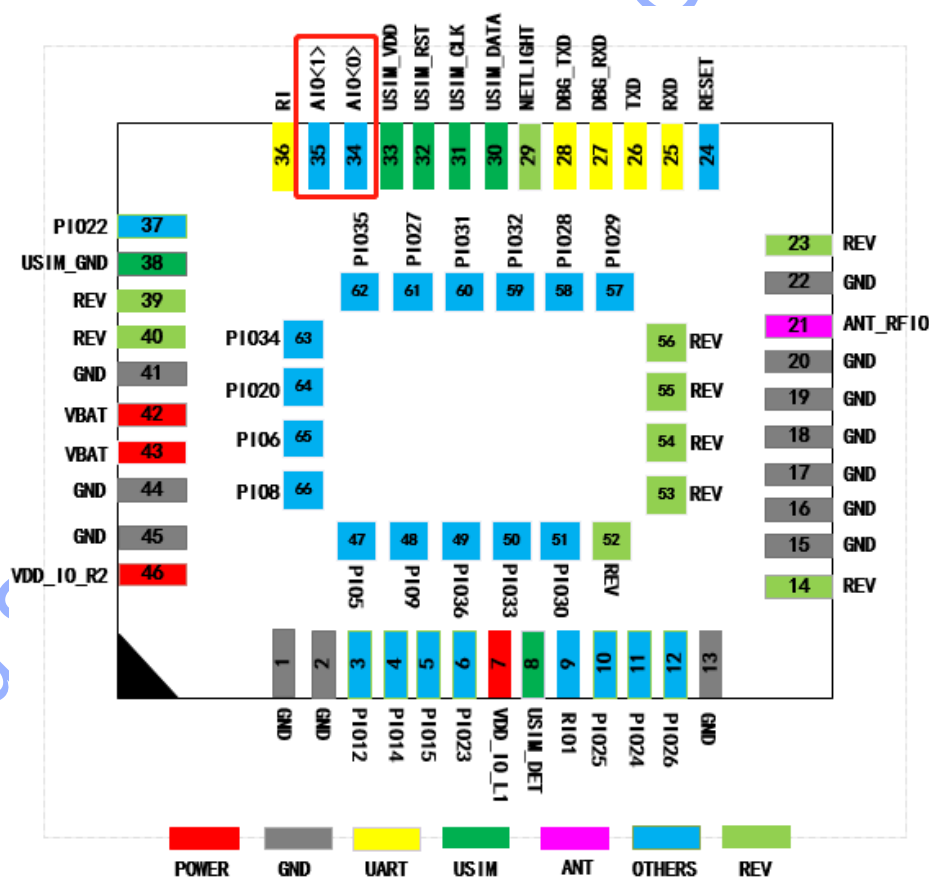


图 2-1 AIO 引脚说明

2.2. ADC 特性说明

10 位模数转换器.此 ADC 可在深度睡眠模式下运行，也可以在活动和待机模式下运行，并可通过 AIO<0,1>引脚访问。可编程增益输入缓冲器提供 6 个 ADC 灵敏度设置，如表 2-1 所示。ADC 能够以可编程采样率执行单次测量和连续采样。

ADC 外围设备与协议核共用。它不应该用于长时间的连续采样，因为连续采样将使协议核不可用，影响设备性能。

表 2-1 ADC 特性

PMU ADC Characteristics	Min	Typ	Max	Unit
ADC Full-Scale Range (FSR):				
Gain = 0		1.45		V
Gain = 1		2.0		
Gain = 2		2.5		
Gain = 3		3.0		
Gain = 4		3.5		
Gain = 5		4.0		
Sampling frequency	0		5	MHz
Input impedance	100			MΩ
Supply current (from VBAT)		350		uA
INL			2	lsb
Offset	-10		10	mV
Overall accuracy (Note 1)	-2.5	0	+2.5	%

3. 硬件参考设计

ADC 采样电路应该遵循如下两点设计：

3.1. Vbat 电压大于 3.8V

因为 ADC 实测采样最高值为 3.8V，如 Vbat 脚电压为 4.2V，采样电压也为 3.8V，在设计时需要通过合适的分压电路加以保证，避免采样电压大于 3.8V，否则会造成异常甚至烧毁，分压电阻取值不宜选取过大，过大会使温漂增大，分压电阻总值应在 100K 之内。

3.2. Vbat 电压小于 3.8V 时

在设计时需要通过合适的分压电路加以保证，避免采样电压超过 Vbat 电压，如 Vbat 电压为 3.6V，那么采样电压不应该超过 3.6V，否则会造成异常甚至烧毁，分压电阻取值不宜选取过大，过大会使温漂增大，分压电阻总值应在 100K 之内。

4. 软件参考设计

4.1. ADC 初始化

ADC 初始化函数：LIERDA_ADC_RET lierdaADCInit(void);

ADC 初始化调用此函数即可。

4.2. ADC 电压校准

ADC 电压校准函数：AIO_FUNC_RET lierdaAIOCalibrateADC(void);

ADC 电压校准调用此函数即可，使用 ADC 获取 AIO 和 Vbat 引脚电压之前需调用此 API 进行校准。

4.3. 获取 Vbat 脚电压及环境温度

获取 Vbat 脚电压及环境温度函数：AIO_FUNC_RET lierdaAIOTempVolt(int16 *temp,uint32 *voltage);

温度：获取的温度前需要发 AT 指令进行温度校准，否则获取的温度有误差。

Vbat 电压：获取的 Vbat 引脚电压为 Vbat 引脚的真实电压，单位为：mV。

此函数自带释放函数，获取完 Vbat 引脚和温度电压后就立即释放 ADC 总线，不影响 PSM 功耗。

4.4. 获取 AIO 引脚电压

获取 AIO 引脚电压函数：AIO_FUNC_RET lierdaReadAIOPin(uint32 *voltage, uint8 aio_pin_number);

参数描述：*voltage：读取 AIO 电压的数值

aio_pin_number：要读取的 AIO 引脚（AIO0，AIO1）

此函数自带释放函数，获取完 Vbat 引脚和温度电压后就立即释放 ADC 总线，不影响 PSM 功耗。

5. 测试样例

5.1. 样例概述

样例创建一个测试线程，对 ADC 初始化、校准后开始对 Vbat 脚和 AIO0 引脚电压和环境温度进行采集。

5.2. 代码详解

5.2.1. ADC 初始化

```
static void lierda_App_task(void *param)
{
    UNUSED(param);
    osDelay(500); //等待模组初始化完成
    lierdaLog("DBG_INFO:ADC测试线程"); //通过AT指令串口打印Log测试
    lierdaADCInit();//ADC初始化
    lierdaAIOCalibrateADC();//用于电压的校准。
    for(;;)
    {
        lierda_ADCTest();
        osDelay(60000);
    }
}
```

5.2.2. 电压的校准

NOTE: 调用 ADC 获取 AIO 和 Vbat 电压前需使用此函数进行电压校准。

```
static void lierda_App_task(void *param)
{
    UNUSED(param);
    osDelay(500); //等待模组初始化完成
    lierdaLog("DBG_INFO:ADC测试线程"); //通过AT指令串口打印Log测试
    lierdaADCInit();//ADC初始化
    lierdaAIOCalibrateADC();//用于电压的校准。
    for(;;)
    {
        lierda_ADCTest();
        osDelay(60000);
    }
}
```

5.2.3. Vbat 电压获取及环境温度采集

NOTE: 使用前需调用电压校准函数进行校准

```
static void lierda_ADCTest(void)
{
    int16 Temp = 0;
    uint32 Vbat_V = 0, VIO_V = 0;
    if (lierdaAIOTempVolt(&Temp, &Vbat_V) == AIO_FUNC_RET_OK)    //Vbat引脚电压和
    环境温度获取

        lierdaLog("DBG_INFO:温度: %d °C  Vbat电压: %d mV", Temp, Vbat_V);
    else
        lierdaLog("DBG_INFO:温度、Vbat电压读取失败");
    if (lierdaReadAIOPin(&VIO_V, VOI0) == AIO_FUNC_RET_OK)    //AIO0引脚电压获取
        lierdaLog("DBG_INFO: VOI0电压: %d mV", VIO_V);
    else
        lierdaLog("DBG_INFO:VOI0电压读取失败");
}
```

采集的 Vbat 脚电压为真实的 Vbat 脚电压，单位是 mV；采集的温度需要校准，校准温度 AT 指令：AT+NCAITEMPSENSOR=XX。XX：环境实际温度，单位：°C。

5.2.4. AIO 引脚电压获取

NOTE: 使用前需调用电压校准函数进行校准.

```
static void lierda_ADCTest(void)
{
    int16 Temp = 0;
    uint32 Vbat_V = 0, VIO_V = 0;
    if (lierdaAIOTempVolt(&Temp, &Vbat_V) == AIO_FUNC_RET_OK)    //Vbat引脚电压和
    环境温度获取

        lierdaLog("DBG_INFO:温度: %d °C  Vbat电压: %d mV", Temp, Vbat_V);
    else
        lierdaLog("DBG_INFO:温度、Vbat电压读取失败");
    if (lierdaReadAIOPin(&VIO_V, VOI0) == AIO_FUNC_RET_OK)    //AIO0引脚电压获取
        lierdaLog("DBG_INFO: VOI0电压: %d mV", VIO_V);
    else
        lierdaLog("DBG_INFO:VOI0电压读取失败");
}
```

说明：获取的电压为 AIO 引脚的真实电压，单位：mV。ADC 初始化时初始化测量电压范围为：0~4V。

5.2.5. 样例测试结果

1、Vbat 电压：3.3V 测试引脚：AIO0 测试函数：lierdaReadAIOpin()

测试 AIO0 引脚电压参数及结果如表 5-1。

表 5-1 ADC 测试数据

序号	AIO0 脚输入电压 (V)	采集值 (mV)
1	0	11
2	0.5	505
3	1	1004
4	1.5	1516
5	2	2017
6	2.5	2514
7	3	3014
8	3.1	3111
9	3.2	3215
10	3.3	3296

测试读取 Vbat 脚电压和环境温度如图 5-5。

```
[11:51:15.463]收←◆
DBG_INFO:温度: 27 °C  Vbat电压: 3332 mV
DBG_INFO: VOIO电压: 3292 mV
[11:51:16.523]收←◆
DBG_INFO:温度: 27 °C  Vbat电压: 3334 mV
DBG_INFO: VOIO电压: 3292 mV
[11:51:17.584]收←◆
DBG_INFO:温度: 27 °C  Vbat电压: 3330 mV
DBG_INFO: VOIO电压: 3294 mV
```

图 5-1 Vbat 脚电压和温度测试

2、Vbat 电压：4.0V 测试引脚：AIO0 测试函数：lierdaReadAIOpin()

测试 AIO0 引脚电压参数及结果如表 5-2。

表 5-2 ADC 测试数据

序号	AIO0 脚输入电压 (V)	采集值 (mV)
----	----------------	----------

1	0	20
2	1	1010
3	1.5	1510
4	2	2026
5	2.5	2515
6	2.8	2820
7	3.0	3021
8	3.3	3323
9	3.6	3616
10	3.8	3815

测试读取 Vbat 脚电压和环境温度如图 5-6.

```
[15:48:45.938]收←◆
DBG_INFO:温度: 31 °C Vbat电压: 4020 mV
DBG_INFO: VOIO电压: 3818 mV

[15:48:50.998]收←◆
DBG_INFO:温度: 30 °C Vbat电压: 4020 mV
DBG_INFO: VOIO电压: 3814 mV

[15:48:56.056]收←◆
DBG_INFO:温度: 30 °C Vbat电压: 4018 mV
DBG_INFO: VOIO电压: 3814 mV
```

图 5-2 Vbat 脚电压和温度测试

3、功耗测试

ADC 采样 Vbat 和 VIO 引脚时平均功耗: 3.16mA 具体功耗如图 5-7.

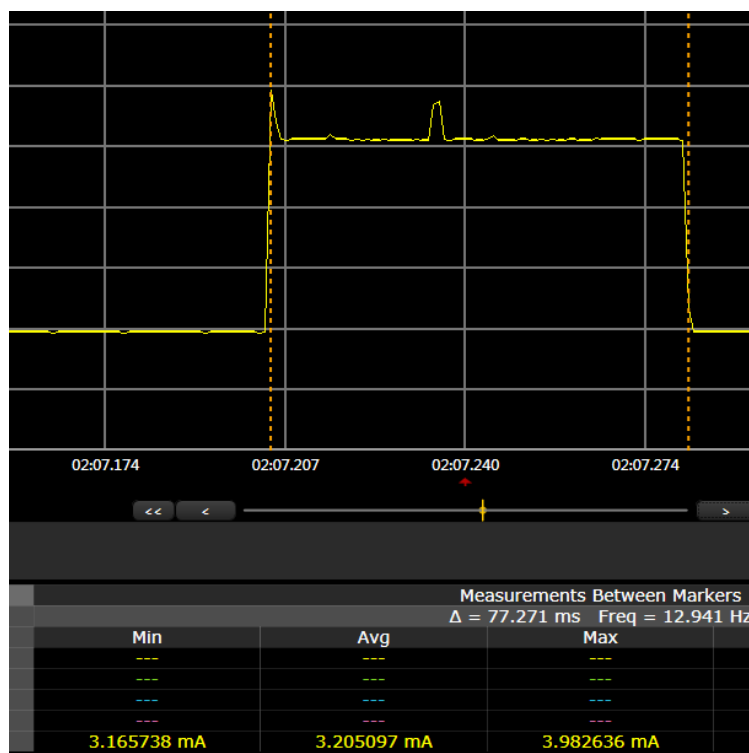


图 5-3 ADC 采样功耗

采样后功耗能恢复到 PSM 正常功耗（3.5 μ A 左右）具体功耗如图 5-8.

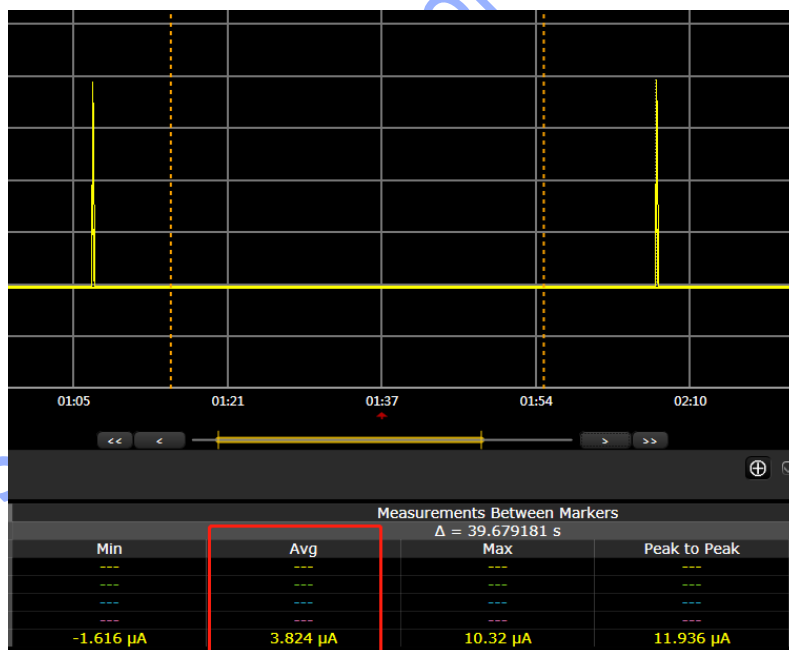


图 5-4 ADC 采样后进入 PSM 功耗

6. 设计要点

- 获取 AIO 引脚电压前需要调用电压校准函数进行校准。
- 获取的 AIO 引脚电压值不能超过 Vbat 引脚电压。

- AIO 连续采样会导致协议核工作不正常，可能导致模组产生异常。
- ADC 采样函数采样结束后内部自动释放 ADC 总线，用户不用再反初始化，不会影响 PSM 状态功耗。
- 同时使用 ADC 和 DAC 时注意以下几点：
 1. 当 DAC 占用 AIO 0 引脚时，ADC 不可用；
 2. 当 DAC 占用 AIO 1 引脚时，ADC 可用引脚：AIO0；
 3. 当不使用 DAC 时，ADC 可用引脚：AIO0,AIO1。

7. 相关文档及术语缩写

以下相关文档提供了文档的名称，版本请以最新发布的为准。

表格 7-1 相关文档

序号	文档名称	注释
[1]	NB86-G硬件应用手册	
[2]	Lierda NB Module V150_AT CommandSet_B300SP2	
[3]	Lierda NB86-EVK测试终端固件烧写教程	
[4]	Lierda NB-IoT模组API使用文档	
[5]	Lierda NB-IoT模组DEMO说明文档	
[6]	Lierda NB-IoT模组V150 OpenCPU开发环境搭建指南	
[7]	Lierda NB86-EVK操作使用手册	