

ETA108 数据采集模块应用手册

感谢您购买英创信息技术有限公司的产品：**ETA108 数据采集模块**。

您可以访问英创公司网站或直接与英创公司联系以获得ETA108的其他相关资料。

英创信息技术有限公司联系方式如下：

地址：成都市高新区高朋大道5号博士创业园 邮编：610041

联系电话：028-86180660 传真：028-85141028

网址：<http://www.emtronix.com> 电子邮件：support@emtronix.com

1、ETA108简介

ETA108 是英创公司推出的一款低成本高性能的 AD 采集模块，相比英创公司的其他数据采集扩展模块，ETA108 的一个主要特点是支持硬件周期脉冲触发 AD 采集，因此 ETA108 非常适合应用于要求高精度采样间隔的波形数据采集。

ETA108 仅靠简单的 4 线制 SPI 接口与英创主板连接，最大限度的降低了 ETA108 的硬件成本。其外形尺寸仅为 48mm×33mm，带有坚固插针，客户可把 ETA108 作为独立模块，直接插入其应用底板上，快速构建客户整机产品。

ETA108 波形数据采集模块可广泛应用于多通道波形记录仪、电力谐波分析、故障录波、振动信号分析、瞬态信号采集、通用数据采集等多种应用领域。

ETA108 的主要性能如下：

- 8 通道单端输入或 4 通道差分输入
- 输入量程 0~4.096V
- 每通道具有独立的高阻抗增益放大器(PGA),可实现各种传感器之间的直接接口连接，并支持用户配置通道增益(Gain=1/2/4/8)
- AD 转换精度 12bit
- AD 最高采样速度 100ksps
- 可选择多种平均操作模式，使输出 AD 精度达到 14bit
- 单 5V 供电

2、接口定义与电气特性

ETA108 的硬件设计使得用户既能快速方便的对它进行评估，又能很好的融入用户自己的产品设计中。用户对 ETA108 进行评估时，可通过带线与英创评估底板的 GPIO 相连，以方便进行功能评估。在用户自己做应用底板时，ETA108 可以作为一个“器件”背插在用户的应用底板上，以获得最佳的数据传输性能。我们提供 ETA108 Protel 形式的器件 PCB 封装，以方便用户 layout，**如果用户要将 ETA108 背插在自己的应用底板上，在 PCB 布板时，需要仔细确认 ETA108 封装镜像问题，以免出错。**图 1 是 ETA108 的外观示意图。

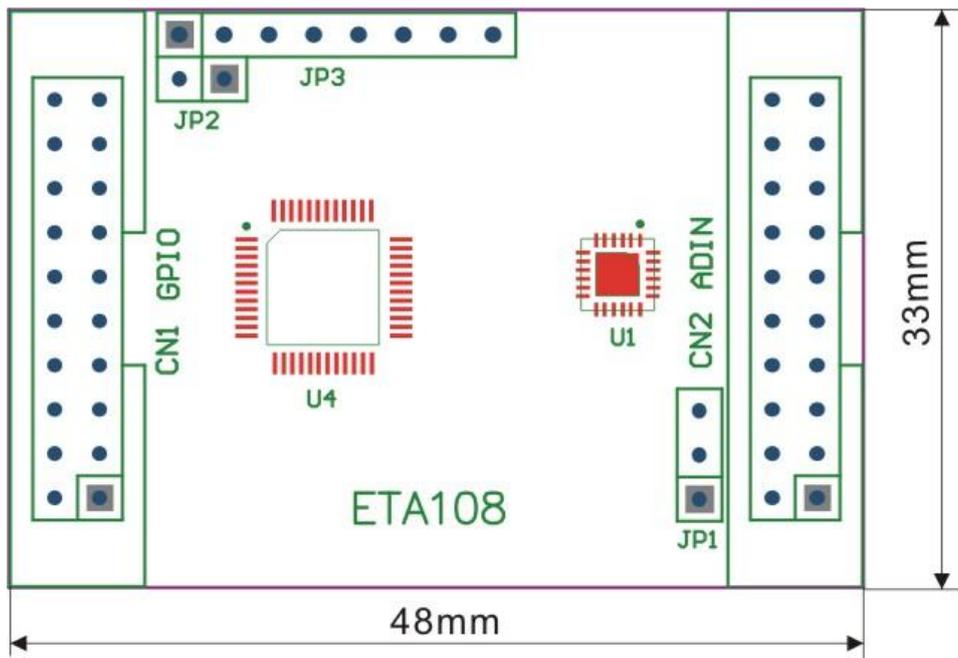


图 1: ETA108 布局图

ETA108 使用 SPI 接口与英创主板连接，CN1 与英创评估底板上的 GPIO 插座相对应，可直接与英创各系列的评估底板相连，ETA108 使用了 GPIO 中的 7 位，定义如下：（如无特殊说明，PCB 方孔为 1 脚，交错排列）

表 1: ETA108 CN1 信号定义

CN1		信号名称及简要描述	
Pin	GPIO	EM9170/EM9161	EM9160/EM9260
1	GPIO0	NC	NC
2	GPIO1	NC	NC
3	GPIO2	SPI_SCLK	NC
4	GPIO3	SPI_MOSI	NC
5	GPIO4	SPI_CS#	NC
6	GPIO5	SPI_MISO	NC
7	GPIO6	NC	NC
8	GPIO7	NC	SPI_CS#
9	GPIO8	M/S_SEL	M/S_SEL
10	GPIO9	NC	NC
11	GPIO10	RESET#	RESET#
12	GPIO11	NC	NC
13	GPIO12	NC	SPI_MISO
14	GPIO13	PWM	SPI_MOSI

15	GPIO14	NC	SPI_SCLK
16	GPIO15	NC	PWM
17/18	VCC(+5V)	VCC	VCC
19/20	GND	GND	GND

ETA108 在与 EM9170 或 EM9161 相连时，使用同一组 GPIO 位，而与 EM9160/EM9260 相连时，使用另一组 GPIO 位。表 1 中标注为 NC 的 GPIO，表示没有使用，客户可做其它用途使用。

CN2 是 ETA108 的模拟信号输入插座，其定义如下：

表 2: ETA108 CN2 信号定义

信号名称及简要描述	CN2		信号名称及简要描述
	Pin	pin	
ADCH0, 模拟通道单端输入通道 0 或差分通道 0	1	2	AGND, 模拟地
ADCH1, 模拟通道单端输入通道 1 或差分通道 0	3	4	AGND, 模拟地
ADCH2, 模拟通道单端输入通道 2 或差分通道 1	5	6	AGND, 模拟地
ADCH3, 模拟通道单端输入通道 3 或差分通道 1	7	8	AGND, 模拟地
ADCH4, 模拟通道单端输入通道 4 或差分通道 2	9	10	AGND, 模拟地
ADCH5, 模拟通道单端输入通道 5 或差分通道 2	11	12	AGND, 模拟地
ADCH6, 模拟通道单端输入通道 6 或差分通道 3	13	14	AGND, 模拟地
ADCH7, 模拟通道单端输入通道 7 或差分通道 3	15	16	AGND, 模拟地
AGND, 模拟地	17	18	AGND, 模拟地
VCCA(+5V), 模拟电源	19	20	VCCA, 模拟电源

ETA108 为单电源供电模块，实际使用时仅需要为 ETA108 CN1 的 17、18 脚提供+5V 电压即可。ETA108 主板上对电源的处理如下图：

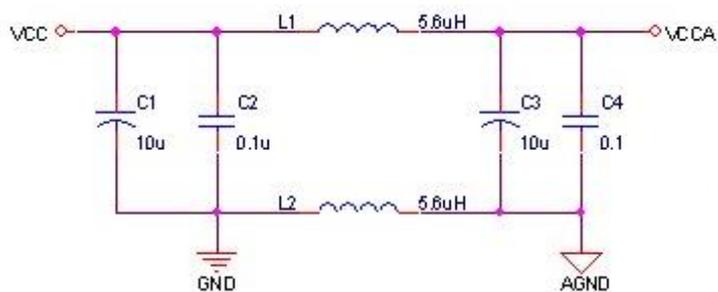


图 2:ETA108 Power

JP1: [PGA](#) 基准电压选择，定义如表 3:

表 3: ETA108 JP1 信号定义

Pin	信号名称及简要描述
1	1/2 V _{REF}
2	PGA REF
3	AGND

短接 JP1 的 1-2 脚，ETA108 为[差分输入](#)模式，短接 JP1 的 2-3 脚，可设置 ETA108 工作在[单端输入模式](#)测量模式。

JP2 是 EM108 工作模式选择跳线器，短接 JP2，表示 ETA108 与 EM9160/EM9260 相连，跳开表示 ETA108 与 EM9170 或 EM9161 相连。

3、操作原理

ETA108 是一个完整的数据采集系统，它包含了一个 8 通道多路选择器，每个通道具有一个连续的可编程增益放大器(PGA,G=1,2,4,8),并包含一个 12bit 的逐次逼近式 AD 转换器(SAR ADC)。利用其每通道独立的高阻抗增益放大器(PGA)，ETA108 可单端输入和真正意义上的差分输入，并可实现各种传感器之间的直接接口连接。

3.1 通道多路复用与可编程增益放大器 (PGA)

图 3 展示了 ETA108 的多路复用器,可编程增益放大器和 SAR ADC。PGA 的增益可设置为 1、2、4、8。需要注意的是，在配置 PGA 增益时，要确保 PGA 的输出 (PGA OUT) 在 0V 与 +REF 之间。+REF 是 ADC 参考电压，ETA108 的参考电压 V_{REF}=4.096V。

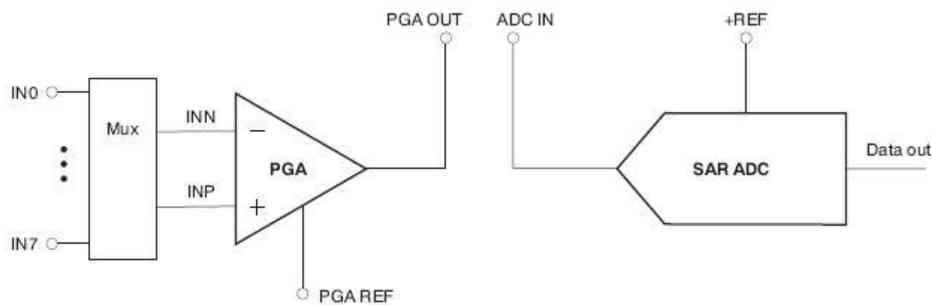


图 3: ETA108 Multiplexer、PGA、SAR ADC

3.2 单端应用

通过通道配置寄存器（ADC CCR ADDR=00h to 03H）设置 ETA108 工作在单端模式。在这种模式下，输入模拟信号被连接到内部 PGA 的 INP, PGA 的 INN 在内部连接到 AGND。PGA 的参考电压需要通过跳线器 JP1 连接到 AGND。如图 4 所示。

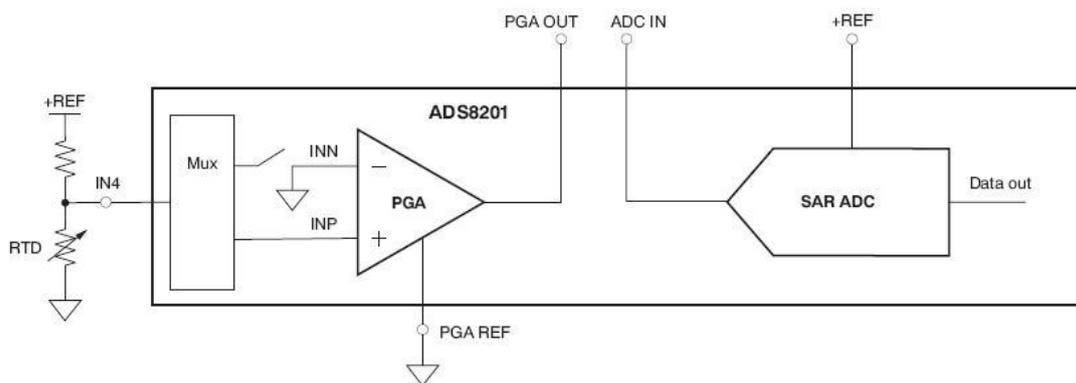


图 4: ETA108 单端应用

3.3 差分应用

同样的，可以通过通道配置寄存器（ADC CCR ADDR=00h to 03H）设置 ETA108 工作在差分模式。如图 5。CH0 与 CH1 之间的共模信号将被抑制，仅差分信号会被 PGA 放大。

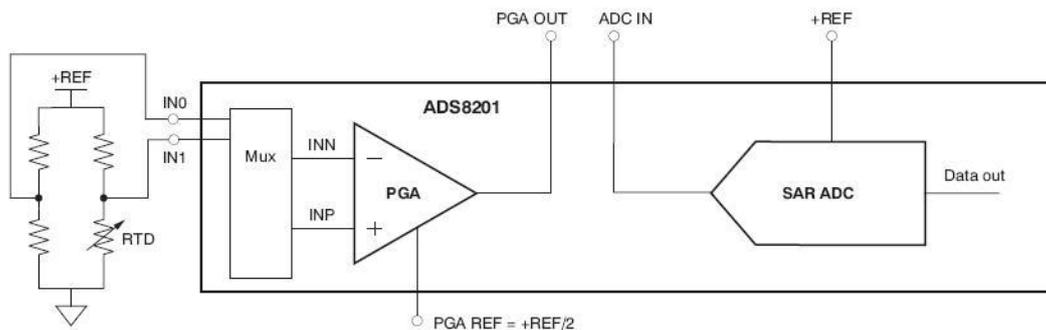


图 5: ETA108 差分应用

比如，如果在 CH0 与 CH1 之间输入如下电压，PGA OUT 将会按公式(1)输出。

$$PGA\ OUT = (INP - INN) \times PGA\ Gain + PGA\ REF \tag{公式(1)}$$

表 4

INN	INP	PGA REF	PGA Gain	PGA OUT
2.5V	2V	2V	2	1V
2V	2.1V	2V	4	2.4V
0V	0.5V	0	8	4V

另外，ETA108 作为单电源供电系统，当 $INP - INN < 0$ 时，PGA 无法输出低于地电平的电压。在这种情况下，需要设置一个合适的 PGA 参考电压，以得到正确的值，通常情况下，应设置 $PGA\ REF = +1/2V_{REF} = 2.048V$ 。在 ETA108 上通过跳线器 JP1 设置。

3.4 转换结果

调用我们提供的驱动程序，读取的转换结果是一个 32bit 的数据，其定义如下：

Always 0													Data			
bit	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
data	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	D13	D12

Data											Averaging Bits		Channel Address		SE/Diff	
bit	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
data	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0				

图 6: ETA108 转换结果

其中第 0 位是单端/差分标识位，第 1-3 位是通道地址位，第 4、5 位平均模式下增加的 2 位分

分辨率，第 6-17 为 12bit 的 AD 数据。

理想情况下，输入电压与 AD 输出的 12bit 数据定义如下：

表 5：理想情况下的 AD 转换结果

描述	模拟量输入	数字量输出	
		二进制	十六进制
满量程范围	V_{REF}	1111 1111 1111	FFFF
最小分辨率 (LSB)	$V_{REF}/4096$		
满量程	$V_{REF}-1LSB$	1000 0000 0000	8000
1/2 量程	$V_{REF}/2$	0111 1111 1111	7FFF
1/2 量程-1LSB	$V_{REF}/2-1LSB$	0000 0000 0000	0000
零	0V		

3.5 平均模式

ETA108 使用的 AD 芯片，提供了多次平均操作模式，利用这个特性，可将噪声抑制到原来的 $1/\sqrt{\text{Number of Samples}}$ ，并能得到大于 12bit 分辨率的转换结果。通过配置 ADC SCR 寄存器使用 ETA108 的平均操作功能，有快速平均和精确平均两种模式可以选择。

快速平均模式：对 4，8 或 16 次采样结果做平均，可增加 AD 分辨率到 13bit 或 14bit，快速平均模式适用于输入到 PGA 的信号比较稳定的情况。

精确平均模式：对 4，8 或 16 次采样结果做平均，可得到比快速平均模式更精确的采样结果。此模式在输入信号不太稳定的情况下适用。

3.6 配置寄存器

ETA108 包含 5 个可写寄存器：4 个通道配置寄存器(CCR)和一个 ADC 系统配置寄存器 (ADC SCR)。可通过在我们提供的驱动程序中的数据结构体 ADS_CONFIG 的 lpContrlWord 成员来设置 ETA108 的寄存器。对寄存器的写操作定义如下：

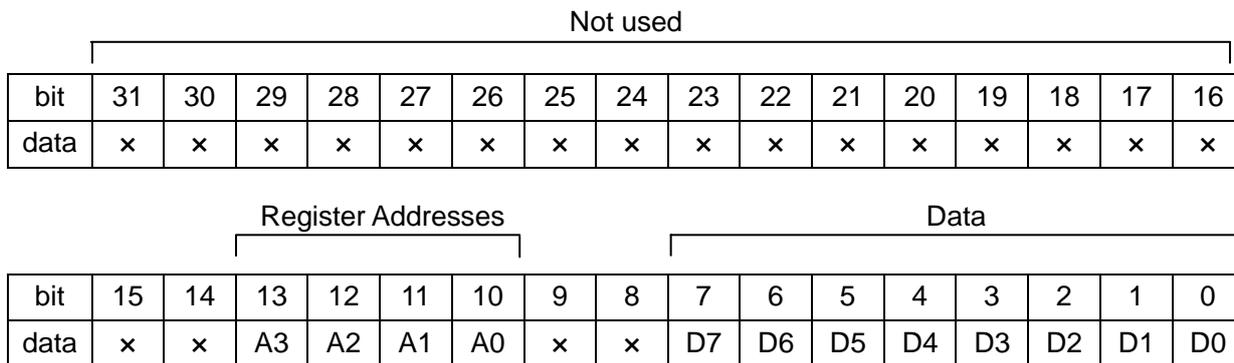


图 7: 寄存器写

表 6: 寄存器地址

REGISTER	A3	A2	A1	A0
Channel 0/1 CCR	0	0	0	0
Channel 2/3 CCR	0	0	0	1
Channel 4/5 CCR	0	0	1	0
Channel 6/7 CCR	0	0	1	1
ADC SCR	0	1	0	0

通道 0/1 CCR (Address 00h)

D[7:6]	未使用
D[5:4]	通道 1 增益单端 00: G = 1 (default) 01: G = 2 10: G = 4 11: G = 8
D[3]	通道 1 差分奇/偶极性 0: 偶 (default) 1: 奇
D[2]	通道 0/1 单端/差分选择 0: CH0/1 单端输入 (default) 1: CH0/1 差分输入
D[1:0]	通道 0 增益 00: G = 1 (default) 01: G = 2 10: G = 4 11: G = 8

通道 2/3 CCR (Address 01h)

D[7:6]	未使用
D[5:4]	通道 3 增益单端 00: G = 1 (default) 01: G = 2 10: G = 4 11: G = 8
D[3]	通道 3 差分奇/偶极性 0: 偶 (default) 1: 奇
D[2]	通道 2/3 单端/差分选择 0: CH2/3 单端输入 (default) 1: CH2/3 差分输入
D[1:0]	通道 2 增益 00: G = 1 (default) 01: G = 2 10: G = 4 11: G = 8

通道 4/5 CCR (Address 02h)

D[7:6]	未使用
D[5:4]	通道 5 增益单端 00: G = 1 (default) 01: G = 2 10: G = 4 11: G = 8
D[3]	通道 5 差分奇/偶极性 0: 偶 (default) 1: 奇
D[2]	通道 4/5 单端/差分选择 0: CH4/5 单端输入 (default) 1: CH4/5 差分输入
D[1:0]	通道 4 增益 00: G = 1 (default) 01: G = 2 10: G = 4 11: G = 8

通道 6/7 CCR (Address 03h)

D[7:6]	未使用
D[5:4]	通道 7 增益单端 00: G = 1 (default)

	01: G = 2 10: G = 4 11: G = 8
D[3]	通道 7 差分奇/偶极性 0: 偶 (default) 1: 奇
D[2]	通道 6/7 单端/差分选择 0: CH6/7 单端输入 (default) 1: CH6/7 差分输入
D[1:0]	通道 6 增益 00: G = 1 (default) 01: G = 2 10: G = 4 11: G = 8

ADC SCR (Address 04h)

D[7:5]	平均模式选择 000: 不平均 (default) 001: 快速平均, 4 次采样 010: 快速平均, 8 次采样 011: 快速平均, 16 次采样 100: 不平均 101: 精确平均, 4 次采样 110: 精确平均, 8 次采样 111: 精确平均, 16 次采样
D[4:0]	未使用

4、软件接口

4.1 驱动程序

在使用 ETA108 之前, 需要在系统中先安装 ETA108 的驱动程序。我们以 CAB 包的形式提供了 ETA108 在 EM9170 下的驱动程序。CAB 包的安装, 可以参考[《WinCE 第三方驱动安装之二——CAB 安装包制作》](#)一文。



Entronix ETA108_EM9170.cab

为了实现 ETA108 的高速数据采集, 在其驱动程序中, 充分利用了 EM9170 的高性能 DMA 技术, 从而保证了 ETA108 与 EM9170 主板之间仅靠简单的 4 线制 SPI 接口就实现了硬件连接, 同时, DMA 技术的引入, 也将数据采集对系统性能的影响降到最低。考虑到实际应用, EM9170 ETA108

驱动程序支持单次采样模式和连续采样模式。在讨论两种采样模式之前，先说明一下驱动程序中的 ADSConfig 结构体。

ADSConfig 结构体是 ETA108 的配置数据结构体，包含了采样率，采样长度，采样通道设置，通道寄存器配置等参数。其定义如下：

```
typedef struct
{
    DWORD dwSamplingRate;
    DWORD dwSamplingLength;
    DWORD dwSamplingChannel;
    LPVOID lpContrlWord;
    DWORD dwContrlWordLength;
} ADS_CONFIG, *PADS_CONFIG;
```

在我们提供的驱动程序中，ADS_CONFIG 结构体即可用为函数的输入参考，也可作为输出参数使用，其结构体成员含义说明如下：

表 7: ADS_CONFIG 结构体定义

成员	定义	
	输入参数	输出参数
dwSamplingRate	设置每个 AD 通道的采样率	返回总的采样率 (=每通道采样率*采样通道数)
dwSamplingLength	设置每个 AD 通道的采样长度 >0: 单次采样 =0: 连续采样	返回总的采样长度 (=每通道采长度*采样通道数)
dwSamplingChannel*	设置需要采样的通道	返回采样的通道数
lpContrlWord	指向 AD 通道配置的 buffer，此参数用于设置 ETA108 的寄存器 ，lpContrlWord =NULL 时，系统将使用默认配置	
dwContrlWordLength	lpContrlWord 指向 buffer 的长度	

*dwSamplingChannel 的低 8bit (bit0~bit7) 依次对应 AD 通道 0~通道 7，如果要采集某个通道的数据，需要将其对应的位置为 1。比如要采集通道 0、通道 1 和通道 7 的数据，则应设置

dwSamplingChannel=0x83。

4.2 单次采样

设置 dwSamplingLength>0 时，ETA108 工作在单次采样模式。此模式下，启动一次 AD 采集，当采集完指定长度的数据后（每通道采长度*采样通道数），驱动程序将自动停止 AD 转换，此时可调用 Read 函数将转换结果读出。

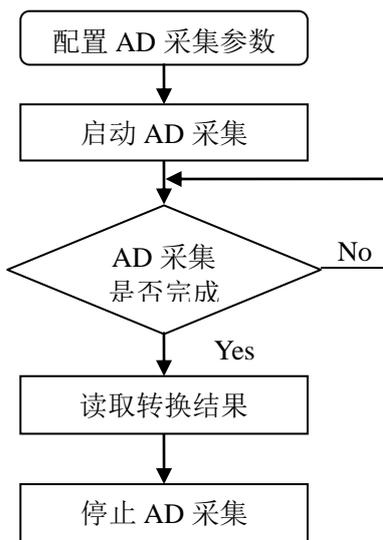


图 8: 单次采样处理流程

4.3 连续采样

设置 dwSamplingLength=0 时，ETA108 工作在连续采样模式。在连续采样模式下，驱动程序连续不断的进行数据采集，并大约每隔 250ms 通知一次应用程序(如果总采样频率大于 50K，驱动程序每隔 125ms 通知一次应用程序)，以便应用程序可将数据从驱动缓存中读出。应用程序可从 Setup 函数的输出参数：ADS_CONFIG 结构体的 dwSamplingLength 成员，得到每次可以读取的数据总长度。

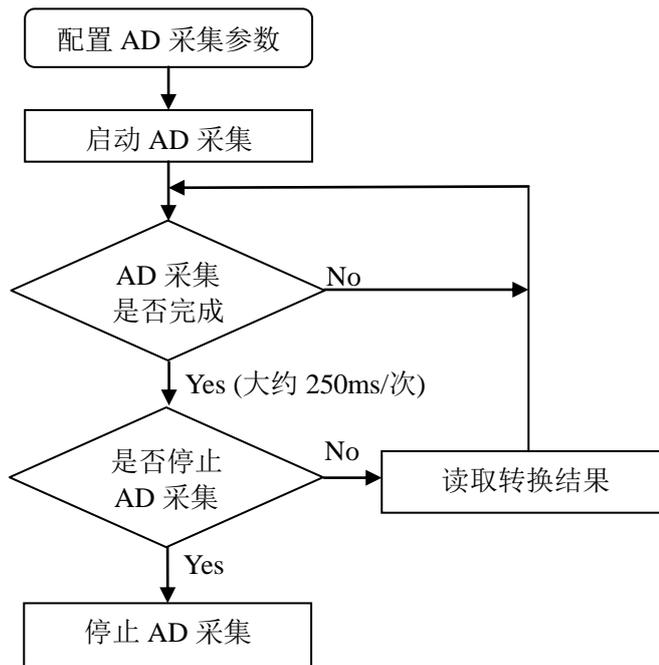


图 9: 连续采样处理流程

多通道连续采样模式下，应用程序从驱动中读得的 AD 数据是按通道依次存放的，比如应用程序同时连续采集 CH1,CH2,CH5 三个通道，调用在 Setup () 函数初始化 ETA108 时，返回的 dwSamplingLength=300，则应用程序调用 Read () 函数读得的 AD 数据存放如下：

表 8: 多通道连续采样 AD 数据存放顺序

对应通道	CH1 数据	CH2 数据	CH5 数据
缓存	0~99	100~199	200~299

4.4 接口函数

在应用程序中通过调用 ActivateDeviceEx 函数加载 ETA108 的驱动程序，相应的，通过 DeactivateDevice 函数卸载 ETA108 驱动程序。

//加载 ETA108 驱动程序

```
HANDLE hETA108Device = ActivateDeviceEx( TEXT("Drivers\\ETA108"), NULL, 0, NULL );
```

//卸载 ETA108 驱动程序

```
DeactivateDevice (hETA108Device) ;
```

ETA108 驱动程序提供的接口函数说明如下：

(1) BOOL ETA108Open()

功能描述：调用 CreateFile 函数，打开 ETA108 驱动程序。

返回值: =TRUE: 打开 ETA108 成功。

= FALSE: 打开失败。

(2) **BOOL Setup(PADS_CONFIG pADSConfig, PADS_CONFIG pADSConfigOut)**

功能描述: 设置 AD 采集相关参数, 采集通道, 采样长度等。

输入参数: pADSConfig 配置参数结构体指针

输出参数: pADSConfigOut (详见 4.1 ADSConfig 结构体定义)

返回值: =TRUE: 参数设置成功。

=FALSE: 参数设置失败。

(3) **BOOL Start()**

功能描述: 启动 AD 采集。

返回值: =TRUE 开始 AD 采集

=FALSE 启动 AD 采集

(4) **BOOL WaitDataReady(DWORD dwTimeOut)**

功能描述: 等待 AD 采集完成

输入参数: dwTimeOut 等待超时时间 (ms), 设置 dwTimeOut=0 时, 驱动程序将自动计算一个合适的等待时间。连续采样模式下, 此函数大约 250ms 返回一次。

返回值: =TRUE AD 采集完成, 接下来可读取采集数据

=FALSE 等待超时, AD 采集存在错误

(5) **DWORD Read(LPVOID pBuf, DWORD dwReadLength)**

功能描述: 读取采集数据

输入参数: pBuf 用于存放数据的 buffer。

dwReadLength 要读取的数据个数 (以字节计数)

返回值: >0 实际读取的字节数

=0 无采集数据

=-1 函数执行失败

(6) **BOOL Stop()**

功能描述: 结束当前 AD 采集, 此函数应与 Start() 函数成对出现, 否则将造成内存泄露。

返回值: =TRUE 函数执行成功

=FALSE 函数执行失败

(7) **void ETA108Close ()**

功能描述：关闭 **ETA108**，释放相关资源