基于LGTSDK Builder

LGT8F690A 快速开发系列教程

第九篇：ADC的使用

本篇为系列教程的第九篇。如果需要了解教程相关的软件硬件环境，请参考本系列教程的第一篇：《LGT8F690A快速开发系列教程第一篇_急速上手》

LGT8F690A内部集成一个12位的逐次逼近型模数转换器(ADC)。支持最高2MHz采样速率。模拟输入通道支持来自外部的AN0~AN7，以及来自内部其他外设的模拟输出。 ADC的参考电压也有多种选择，可以选择内部参考电压， 也可以选择来自系统电源或者外部参考输入(RA7)。

下面为LGT8F690A内置ADC的功能以及相关参数：

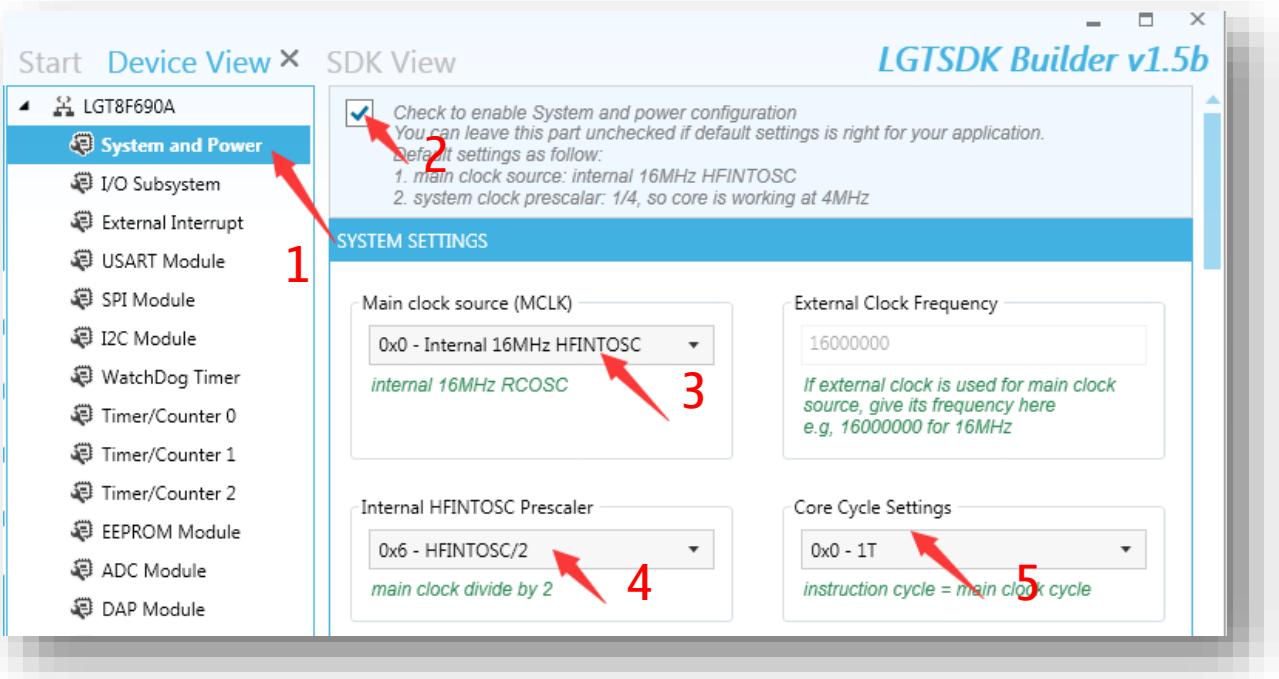
ADC功能/参数	功能描述
工作电压	2.5V ~ 5.5V
参考电压源	1. 来自系统电源电压(VCC) 2. 来自外部参考电压(AVREF/RA7) 3. 来自内部1.5V±1%基准电压源 4. 来自内部2.56V±1%基准电压源， 需要工作电压在3.0V以上
输入通道	8路外部输入通道(AN0 ~ AN7) 内部通道支持： 1. 来自内部6位DAC的输出 2. 来自内部差分放大器(DAP)的输出 3. 来自内部1/5分压电路的输出 4. 来自内部参考电压源(1.5V/2.56V) 5. 来自系统地(GND)
采样速率	最高2MHz ADC的转换速率选择与当前ADC输入通道的输入驱动电流有关。 对应高阻抗的输入源，由于输入电流较小，请选择较低的采样速率。
失调校准	LGT8F690A内部ADC支持失调校准。 校准后，可在全量程内达到5mV内的测量误差精度。
自动触发	ADC支持来自内部、外部事件的自动触发转换： 1. 来自TIMER1的通道3比较匹配事件 2. 来自TIMER2的通道4比较匹配事件 3. 来自外部RA1引脚的上升沿 4. 来自外部RB3引脚的上升沿
自动通道监控	LGT8F690A内置ADC可以自动实时监控一个通道的电压，当输入电压低于或者高于预设值的阀值时，将会触发溢出事件。

ADC的转换精度除了依赖ADC本身的性能外，还依赖于参考电压的精度。LGT8F690A内置1%可校准参考电压源，可以配置为1.50V/2.56V两档电压输出。

由于早期提供的工程片参考电压没有校准，因此可能会带来比较大的测试误差。为了能够更好的完成本篇校准，我们会先用测试电源电压的方式，校准内部参考。校准的原理也非常简单，我们动态的改变内部参考的校准，然后通过串口输出ADC测量得到的当前电源电压。根据已知供电电压的情况下，我们从串口的打印信息，可以找到内部参考的校准值。

下面我们就以LGTSDK Builder为例，使用ADC来校准内部参考，这里我们选择1.5V的内部参考。
首先，启动LGTSDK Builder，新建一个工程，选择目标芯片，工程名称：lgt8f690a_adc

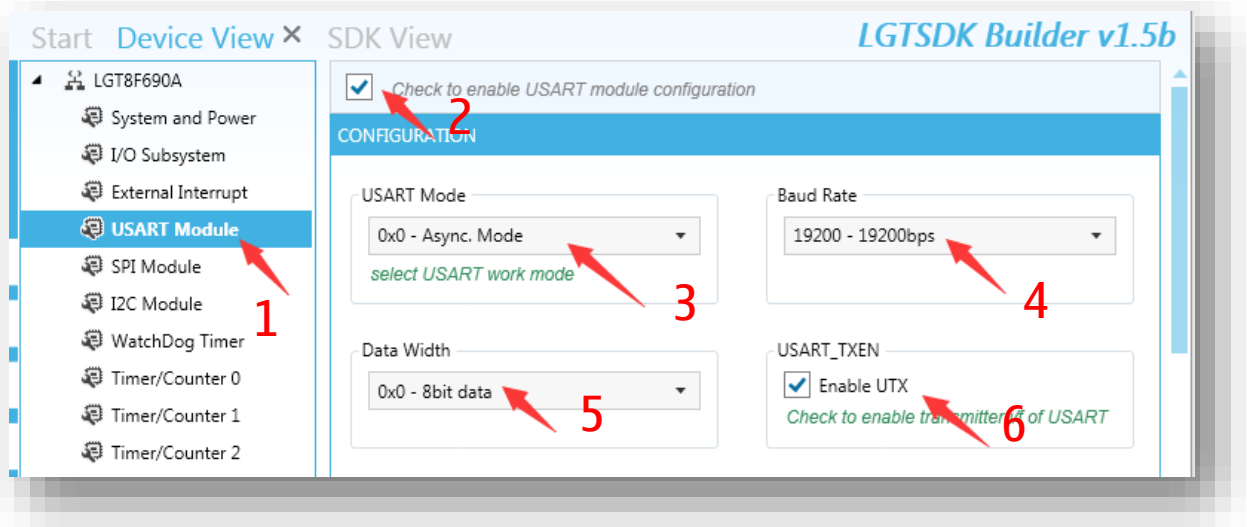
接下来是配置我们将要用到的外设资源：
因为我们要使用串口，我们需要告知SDK当前的时钟配置，以便SDK可以准确的计算波特率。因此我们需要首先配置[System and Power]中的系统时钟相关部分：



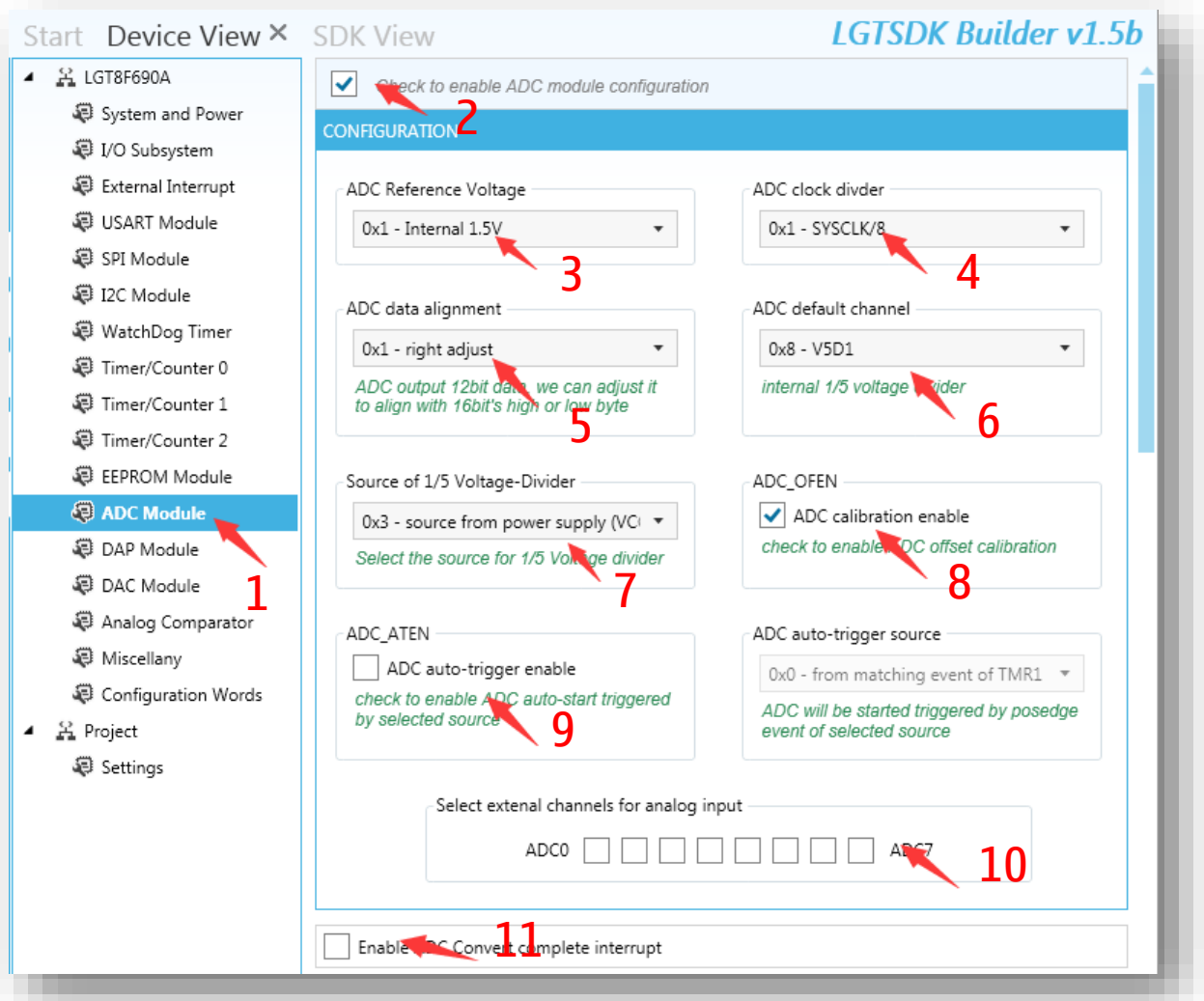
配置说明：
3：主时钟源选择使用内部16MHz RC振荡器；
4：这里我们选择时钟源的2分频，得到最终8MHz的系统运行时钟；
5：因为后面有些电压转换的计算，我们这里让内核跑1T；

主时钟的配置没有固定要求，可以根据自己的应用情况灵活调整！

下面是串口相关的配置，这里只用于和PC通讯，我们选择比较常规的配置：



最后是ADC相关的配置， 这里我们将会详细说明下：



ADC相关配置说明：
3：选择ADC的参考电压源， 这里我们选择使用1.5V内部参考，后面我们会先校准它；
4：ADC的采样时钟， 使用系统时钟的分频产生。我们已经配置了8MHz的系统时钟， 这里我们选择使用系统时钟的8分频(SYSCLK/8), 也就是ADC将用作于1MHz的采样速率；
5：ADC转换数据的对齐方式，这里我们选择的是常用的右对齐，低位在低字节；
6：ADC的默认选择的通道， 这里选择ADC初始化是的选择通道。大部分情况下，我们是使用SDK中ADC转换接口函数的参数指定转换通道，因此这里不是必须的。 但是，我们需要使用内部内部1/5分压电路测量内部电源，这里需要选择内部1/5分压通道，然后我们才能够选择1/5分压电路的输入源。
7：上一步选择内部1/5分压通道后， 这里被使能。 我们选择1/5分压源为芯片的电源(VCC)；
8：使能芯片的系统校准。 勾选此项后，ADC将在初始化时，执行失调校准。
9：ADC自动触发转换功能，我们这里不用。
10：这里是选择将要作为模拟输入的外部通道， 这里的选择是让SDK标注我们的引脚使用情况，并不会影响最终ADC的输入功能， 因此这里是可选的。通常可以不用选择。
11：ADC的转换完成中断， 我们不使用中断功能， 此处不用勾选。

ADC的配置完成。 最后， 通常我们也勾选下[Miscellany]配置页， 把一些辅助函数包含进来！

所有的配置完成后，点[Device View] 下的 [Build]， 生产SDK工程。

然后是代码实现部分， 我们首先实现的代码是要完成内部参考的校准。 代码逻辑如下：
内部参考可以通过VRTUNE寄存器设置， 我们首先将VRTUNE设置到一个最低值，然后在这个参考校准值下， 使用ADC转换测量电源电压的1/5通道， 然后转换成电源电压，通过串口打印到PC；然后逐次增加VRTUNE的值， 同样进行ADC测量和打印。 这样在PC端的串口接收程序里， 我们就可以看到每个VRTUNE下，ADC测量到的电源电压值。 我们从中选择最合适。

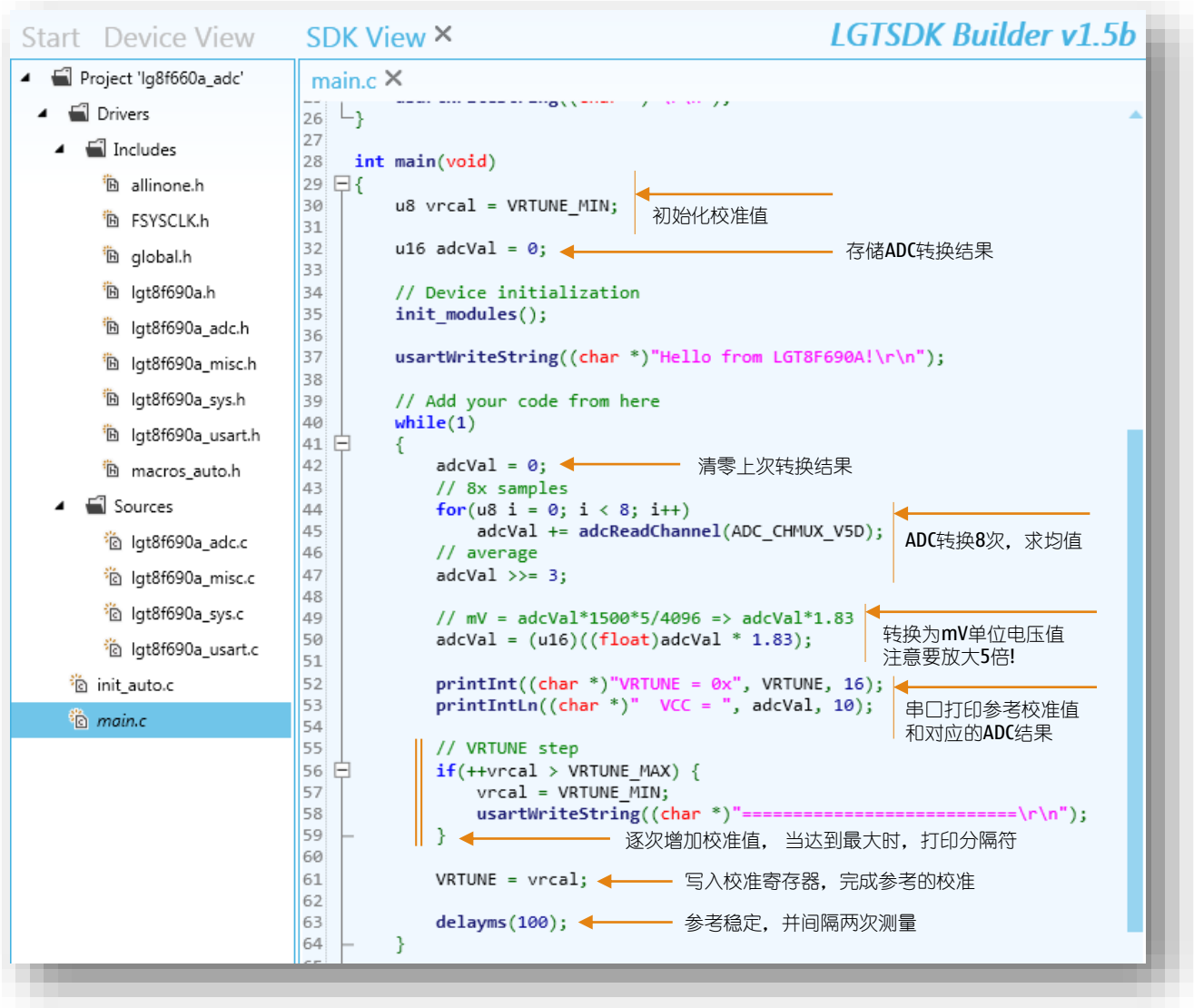
下面先简单介绍我们将要使用的SDK函数接口。 这里我们将会用的ADC转换的函数。 在SDK代码编辑器内， 输入adc, 或者analog，也可以在日志窗口中，看到所有ADC相关的接口函数：

函数名称	功能描述	使用方法
adcEnable()	使能ADC模块	adcEnable()
adcDisable()	禁用ADC模块	adcDisable()
adcSetReference()	设置ADC的参考电压源	adcSetReference(ADC_REFS_1D50) 设置参考电压为内部1.5V adcSetReference(ADC_REFS_2D56) 设置参考电压位内部2.56V
adcSetChannel()	设置ADC当前的转换通道	adcSetChannel(ADC_CHMUX_AN0) 设置当前转换通道为外部输入AN0
adcRead()	启动ADC转换当前通道	Value = adcRead()
adcReadChannel()	启动ADC转换指定通道	Value = adcReadChannel(ADC_CHMUX_V5D) 启动ADC转换内部1/5分压通道的输入电压

下面是代码部分， 根据目前芯片的特性， 内部1.5V内部参考， 只需要在0x18 ~ 0x38之间即可。因此我们定义VRTUNE变化的范围是在0x18 ~ 0x38之间。

为了方便打印输出， 我们定义了两个辅助的打印函数printInt/printIntLn，两个函数都是将一个整形数据转换成字符后，送串口输出；区别是后者可以会打印换行符。

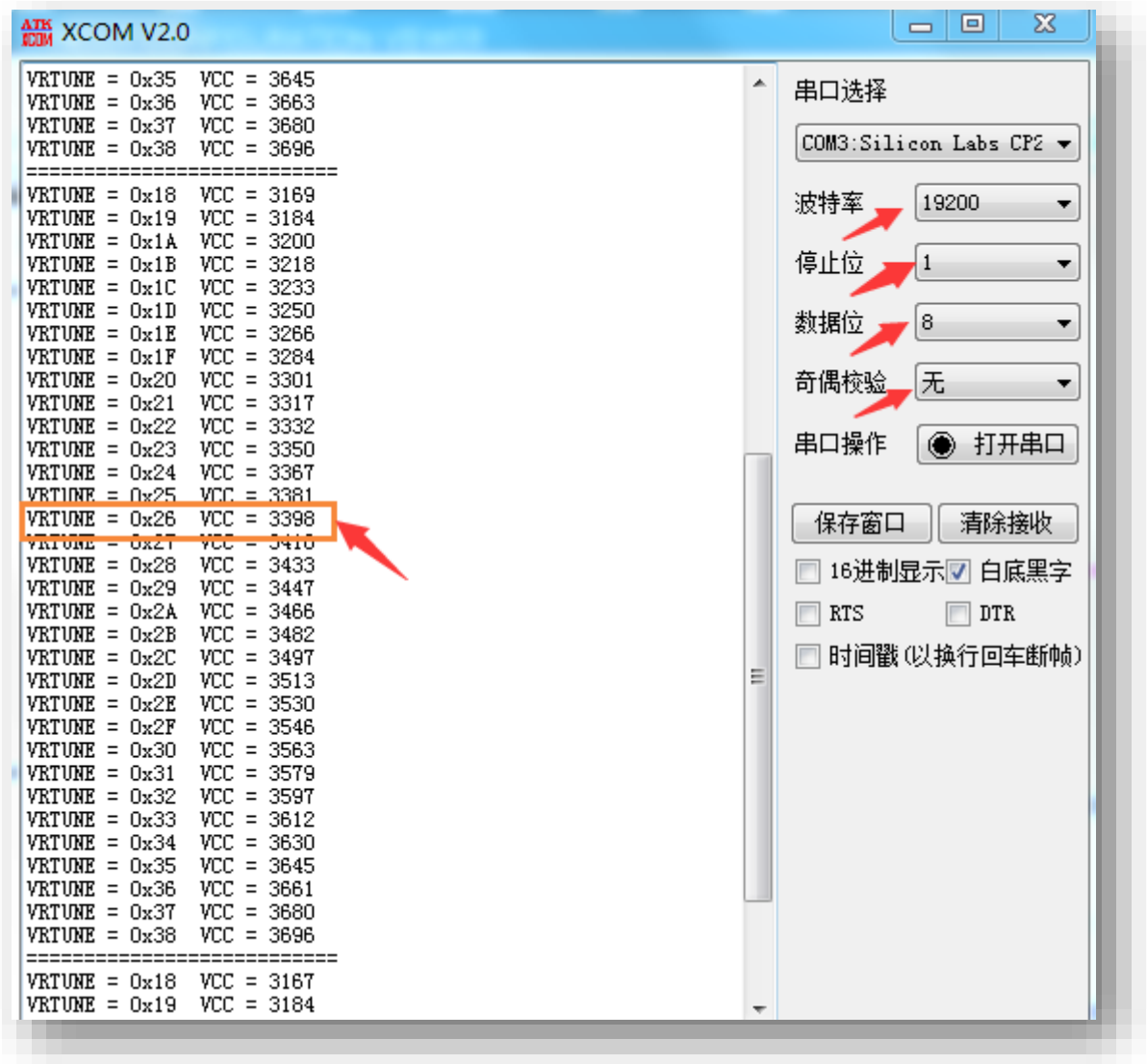
下面是主程序部分：



代码完成， 编译成功后， 下载到最小测试。

将最小板上的串口通过串口转换接口连接PC， 在PC上启动串口工具：

以上基准过程， 仅仅作为针对内部参考没有校准的工程样片。
量产版本的芯片，可以不用执行此过程！



以我的测试环境为例， 芯片工作时， 测量VCC的电压是3.400V。从串口的输出中， 找到与3.400V最近的电压测量输出。如上图， 此时对应的参考校准值为： 0x26。

这样， 我们就找到了参考的校准值！ 以后，在代码初始化时， 执行 VRTUNE = 0x26; 即可完成对内部1.5V参考电压的校准。

如果你使用的是2.56V参考来测试， 可以根据输出情况， 调整VRTUNE_MIN/MAX。

注意事项： 请准确的确认芯片工作时的工作电压， 这将影响校准的结果！

ADC的使用

内部参考的校准已经完成， 下面我已一个正常使用的应用， 示例ADC的使用！

例程将使用内部1.5V参考电压， ADC通过内部1/5分压电路监控芯片的电源电压。同时我们还将用ADC分时采样另外一路外部输入AN0/RB0的输入电压。并将实时采样到的两路电压转换为mV电压值，通过串口发送的PC上显示。

AN0/RB0的外部输入电压， 可以来自外部的其他输入源。为了方便测试， 我们将使用LGT8F690A内部的6位的DAC产生的电压输出， 作为AN0/RB0的输入。 LGT8F690A内部的DAC的电压，可以输出到芯片的RA5引脚上， 这个引脚并非ADC的输入通道， 但是RA5傍边的RB0是ADC的外部输入通道0，我们可以使用跳线将RA5与RB0短接起来。 这样就可以通过调整DAC的输出， 给AN0提供一个测试源。

这里， DAC的输出，我们也将做成一个可通过串口调整的。 通过串口想芯片发送一个字节的HEX数据，芯片收到这个数据后， 用这个数据调整DAC的输出电压。

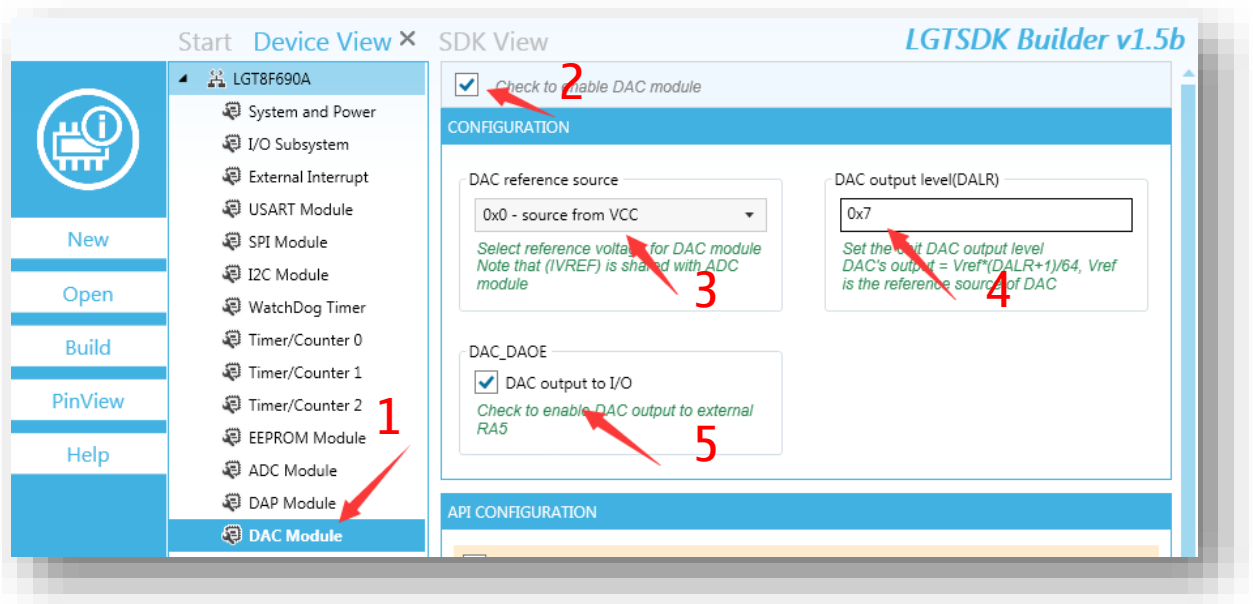
例程中，我们将会使用到一个新的读串口数据的接口函数，usartGetCharAsync()， 这是一个异步实现。该函数并不会等待串口接收到一个字节。如果函数执行时串口接收到有效数据，函数将数据存储到参数地址的地址，并返回数据有效状态；如果串口没有数据， 直接范围数据无效状态！

函数名称	功能描述	使用方法

usartGetCharAsync()	如果串口有数据，将数据保存到指定的地址，返回1；
	否则直接返回0
		if(usartGetCharAsync(&data) == TRUE)
		{
		// data in valid now
		}

dacSetLevel()	设置DAC的输出电压值	dacSetLevel(0x7) DAC的输出将为： VDAC * (0x7 + 1)/64 其中， VDAC为DAC的参考电源

因为我们要用到DAC， 我们在SDKBuilder上回到[Device View]配置页，来增加DAC相关的设置.
下面是LGT8F690A的DAC配置页设置：



简单介绍下DAC相关配置：

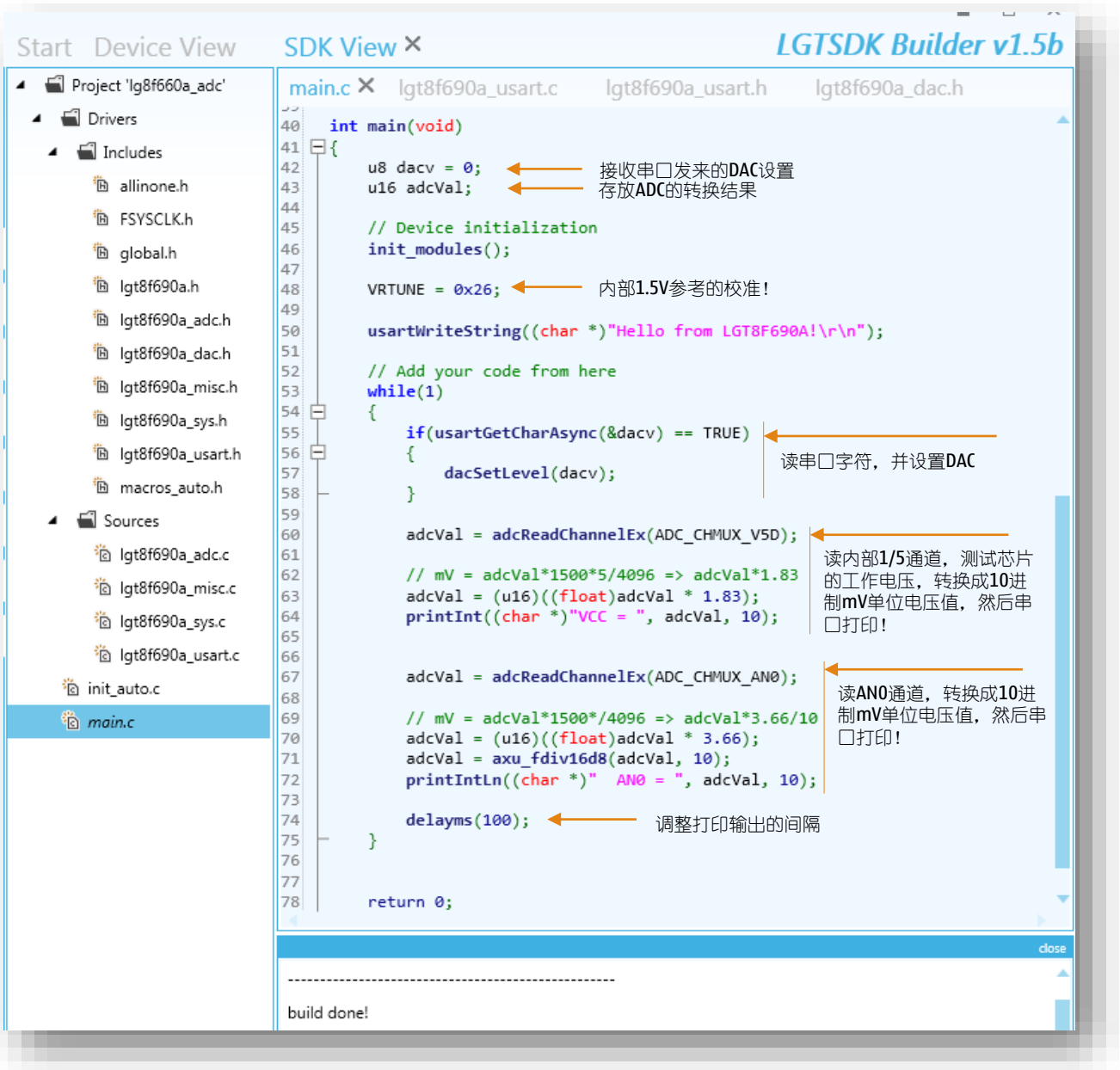
3： 选择DAC的参考电压源， 这里我们选择VCC， 即芯片的工作电源电压。

4： DAC的电压值设置寄存器， 这个值将决定DAC的输出电压值。 因为我们将会用串口调整这个值，这里只有随便给一个电压值就可以了。 但需要注意， 我们的ADC是用1.5V的内部参考， 当DAC的输出电压大于1.5V时， ADC的转换结果将会满偏。6位的DAC， 这值的范围是0x00 ~ 0x3F;

5： 勾选此处， DAC的输出与RA5连接。

DAC的配置完成， 在[Device View]视图中，点[Build]， 重新生产SDK代码， 回到SDK View中。

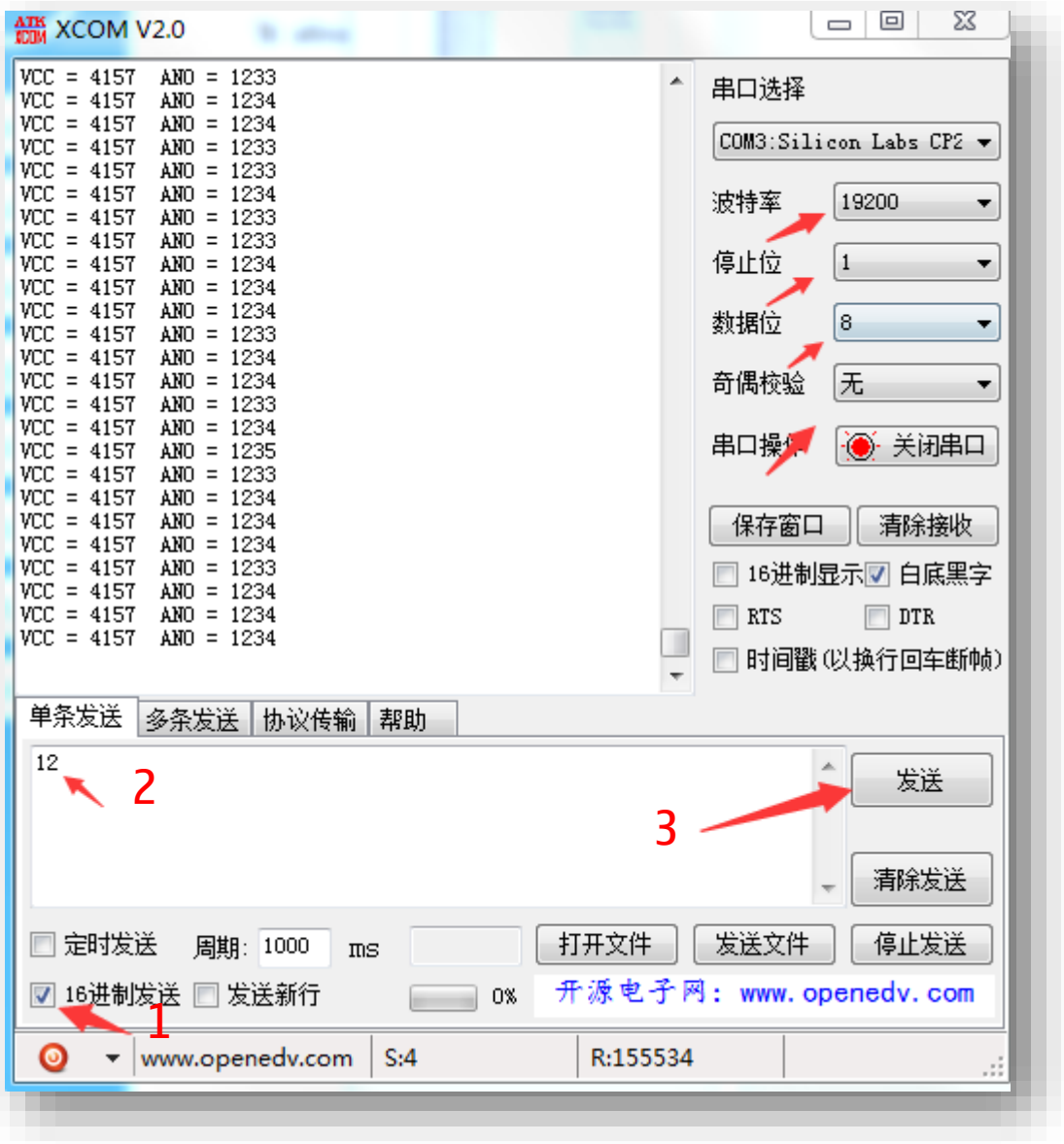
下面是代码部分：



代码中需要注意， 采样AN0通道没有经过内部1/5通道， 因此转化到输入源时， 不用放大5倍。

代码编写完成， 编译通过后， 启动LGTMix_ISP, 将生成的HEX下载到最小板上测试!

测试前， 先使用跳线帽将最小开发板上的RB0引脚与其旁边的RA5引脚短接， 然后将最小板的串口与PC串口连接， PC上打开串口助手工具。



可以单独， 串口上输出了当前的VCC和AN0通道的电压值！

下面说明如何通过串口控制DAC的输出， 进而改变AN0的输入电压：
在串口助手上， 一般都有HEX模式发送数据的功能， 比如上面的XCOM
1： 勾选此处的16机制发送功能；
2： 这里填发送的数据， 我们填写12， 就是发送一个字节的数据0x12
3： 点击这里的“发送”按键，即可将数据发送出去。

数据发送后， 然后就可以从串口的输出上看到， AN0的采样数据发送了变化。同时可以用万用表测量RA5或者RB0，这里是当前DAC的输出值， 应该可以和串口打印的AN0一致！