

ADC 失调校准

由于制造工艺的偏差以及电路结构的固有特性，会造成 ADC 内部比较器电路产生不同程度失调误差。因此对失调电压进行补偿，对于产生高精度的 ADC 转换结构非常关键。LGT8FX8P 芯片内部的 ADC 支持失调电压测试相关接口，可以在软件的配合下完成失调的测量和校准。

失调校准的原理：

失调校准主要是通过改变内部比较器的输入极性，在正、反两个方向测试 ADC 转换结果。由于正反两个方向失调电压也是表现为两种极性，通过这两次转换结果相减，可以得到一个中间的失调误差值。正常应用时，将转换结果根据这个失调电压进行相应的调整即可。

失调校准流程：

1. 配置 VDS 模块，将 VDS 输入源选择为模拟电源(AVCC)
2. ADC 的参考电压选择为模拟电源(AVCC)
3. ADCSRC[SPN] = 0, ADC 读取 4/5VDD0 通道，转换值记录为 PVAL
4. ADCSRC[SPN] = 1, ADC 读取 4/5VDD0 通道，转换值记录位 NVAL
5. 将值(NVAL - PVAL) >>1 存储到 OFR0 寄存器
6. ADCSRC[SPN] = 1, ADC 读取 1/5VDD0 通道，转换结果记录为 NVAL
7. ADCSRC[SPN] = 0, ADC 读取 1/5VDD0 通道，转换结果记录位 PVAL
8. 将值(NVAL - PVAL) >> 1 存储到 OFR1 寄存器
9. 设置 ADCSRC[OFEN]=1 使能失调补偿功能

特别注意：由于失调误差有正负方向，以上数据以及运算都为有符号操作。

失调校准过程中需要改变 ADC 相关配置，因此建议失调校准在正常使用的配置之前完成。为了提高校准精度，建议 ADC 读取通道转换时采样多次滤波。

失调校准 OFR0/1 配置完成后，通过 OFEN 位使能自动失调补偿。以后的正常转换后，ADC 控制将根据 ADC 转化结果，自动使用 OFR0/1 进行补偿。

ADC 动态校准

上面介绍的失调校准方法，基于在一个测试环境和测试输入下的失调。当系统环境改变后，ADC 的失调也会随之变化。因此如果能够实现实时的校准补偿，对于克服器件随工作环境变化而导致的性能差异，提高 ADC 测量精度，非常重要。

这里提供一种建议使用的算法，基于失调校准算法的原理，可以实现动态补偿工作环境带来的失调误差，获得一致准确的测试结果。

这种方法无需计算失调电压，也不用使能失调补偿[OFEN]。算法只需要通过 SPN 控制 ADC 转换的极性，在不同 SPN 下采样两个测量结果，两个结果中由于失调引入的误差表现为正负两种方向，因此我们可以简单的通过相加求平均的方法抵消失调产生的误差。

我们假设当在 ADC 转换时，失调引入的测试误差为 VOFS，因此控制 SPN 进行连续两次 ADC 转换，所得到的 ADC 转换结果可以表示为：

$$\text{SPN} = 1 \text{ 时, } V_{\text{ADC1}} = V_{\text{REL}} + V_{\text{OFS1}}$$

$$\text{SPN} = 0 \text{ 时, } V_{\text{ADC0}} = V_{\text{REL}} - V_{\text{OFS0}}$$

我们将两次测量结果相加，即可消除掉 VOFS 对实际采样输入 VREL 产生的影响。由于电路的匹配特性，VOFS1 和 VOFS0 可能不会完全相同，但总体上仍然可以实现补偿失调误差的效果。

动态失调补偿算法流程：

1. 根据应用需要初始化 ADC 转换参数