

## ADF7023上的自主IR校准

作者: Liam O'Hora

### 简介

外差无线电(例如ADF7023系列收发器)利用混频器将接收到的射频(RF)信号下变频至中频(IF)。干扰信号位于镜像频率范围内,同样会向下混频至目标频率。这样做会降低接收器的灵敏度,阻塞目标通道。

理论上,采用IQ接收架构的理想收发器经配置可消除混频至目标通道上的镜像频率。该理论假设混频器正交路径的增益平衡和相位正交性完全一致。实际应用中,由于混频器不完美,会存在一些不平衡。镜像校准过程通过固件下载模块调整混频器的增益和相位,直到正交信号实现最佳

平衡,提供最大的镜像抑制能力。

本应用笔记描述用于ADF7023收发器IC的完全自主镜像抑制(IR)校准固件下载模块。该固件只需少量用户输入,便可通过完全自主的默认配置优化镜像抑制。

该下载提供IR校准扩展选项,但本应用笔记仅讨论基本操作。

ADI公司提供固件下载的二进制代码:  
[rom\\_ram\\_7023\\_2\\_2\\_IRcal\\_dragon\\_filter\\_visu.dat](#)。

## 目录

简介 .....	1	IR校准固件下载程序 .....	4
修订历史 .....	2	运行IR校准 .....	4
完全自主镜像抑制校准 .....	3	IR校准结果 .....	6
用于IR校准的寄存器 .....	3	高级操作 .....	6

## 修订历史

2014年1月—修订版0：初始版

## 完全自主镜像抑制校准

提供可供下载的ADF7023 IR校准模块，优化工作时的镜像抑制性能。校准过程完全自主。

IR校准固件控制ADF7023接收器。IMAGE\_REJECT\_CAL\_CONFIG寄存器(地址0x319)采用IR校准固件进行内部编程，无需用户设置。该固件将一个内部产生的镜像频率RF源施加到RF输入，然后监控接收信号强度指示(RSSI)输出。它通过这种方式为算法选择适当的Rx频率。注意，退出IR校准算法时不会恢复初始频率值，因此用户可以自行决定是否在IR校准之后重新载入所需的Rx频率值。

然后，固件算法反复最小化混频滤波器的正交增益和相位误差，以最大程度提高镜像抑制性能。注意，固件算法采用数据包RAM作为操作中的临时存储器，从而覆盖数据包RAM中一切原来的数据。

校准后，再将新的优化相位和增益值载入寄存器IMAGE\_REJECT\_CAL\_PHASE(地址0x118)和IMAGE\_REJECT\_CAL\_AMPLITUDE(地址0x119)。休眠模式下，BDRAM会保存这

些校准值；器件唤醒时，会自动重新应用这些值，这样所需的校准次数可降至最少。

通过重复发送IR CAL命令CMD\_IR\_CAL (0xBD)，可多次执行IR校准。校准后的结果每次都存储在0x118和0x119寄存器中。为获得可重复结果，用户应使用多次IR校准尝试的平均值，并作为设置0x118和0x119的最终结果。

一般而言，用户必须确定何时、以及在何种条件下下载并运行IR校准模块。ADI建议至少在器件上电初始化过程中执行一次IR校准。

镜像抑制性能还取决于温度。因此，为了保持最佳镜像抑制性能，还建议只要温度变化超过10°C，就应启动校准程序。ADF7023片内温度传感器可以用来确定温度变化何时超过此限值。

注意，在表1中，运行IR校准算法时，这些数据包RAM的位置将供新功能使用。未运行IR校准时，它们将返回器件数据手册中的默认定义。

### 用于IR校准的寄存器

表1. IR校准算法配置寄存器

地址(十六进制)	寄存器	数值	说明
0x010	IR_CAL_CTRL1	0xC0	默认IR校准控制值
0x011	IR_CAL_CTRL2	0x04	默认IR校准控制值

表2. 地址0x118: IMAGE\_REJECT\_CAL\_PHASE

位	名称	R/W	说明
[7]	保留	R/W	置0
[6:0]	IMAGE_REJECT_CAL_PHASE	R/W	设置IQ相位调节

表3. 地址0x119: IMAGE\_REJECT\_CAL\_AMPLITUDE

位	名称	R/W	说明
[7]	保留	R/W	置0
[6:0]	IMAGE_REJECT_CAL_AMPLITUDE	R/W	设置IQ幅度调节

## IR校准固件下载程序

ADI公司提供从其网站下载固件的二进制代码：  
[rom\\_ram\\_7023\\_2\\_2\\_IRcal\\_dragon\\_filter\\_visu.dat](#)。

IR校准固件模块必须存储在程序RAM (PRAM)中，从地址0x0000开始。

程序RAM只能利用存储器块写入命令写入。应将SPI\_MEM\_WR设为0x1E。

将固件模块写入程序RAM的操作序列如下：

1. 确保ADF7023处于PHY\_OFF状态。
2. 发出CMD\_RAM\_LOAD\_INIT命令。
3. 利用SPI存储器块写入命令将模块写入程序RAM。
4. 发出CMD\_RAM\_LOAD\_DONE命令。
5. 确认状态字表示CMD\_READY和FW\_STATE is PHY\_OFF。

固件模块现已存储到程序RAM。

程序RAM是易失性存储器，每次收发器从休眠状态唤醒时必须重新加载。

## 运行IR校准

以硬件复位下载并运行IR校准的完整序列见图1。

完成正常初始化后，IR校准固件根据IR校准固件下载程序中的序列下载。

进入PHY\_ON状态之前，确保MODE\_CONTROL寄存器(地址0x11A)中的BB\_CAL位(位6)置1，以便使能PHY\_ON状态转换过程中的中频滤波器带宽(IFBW)校准。

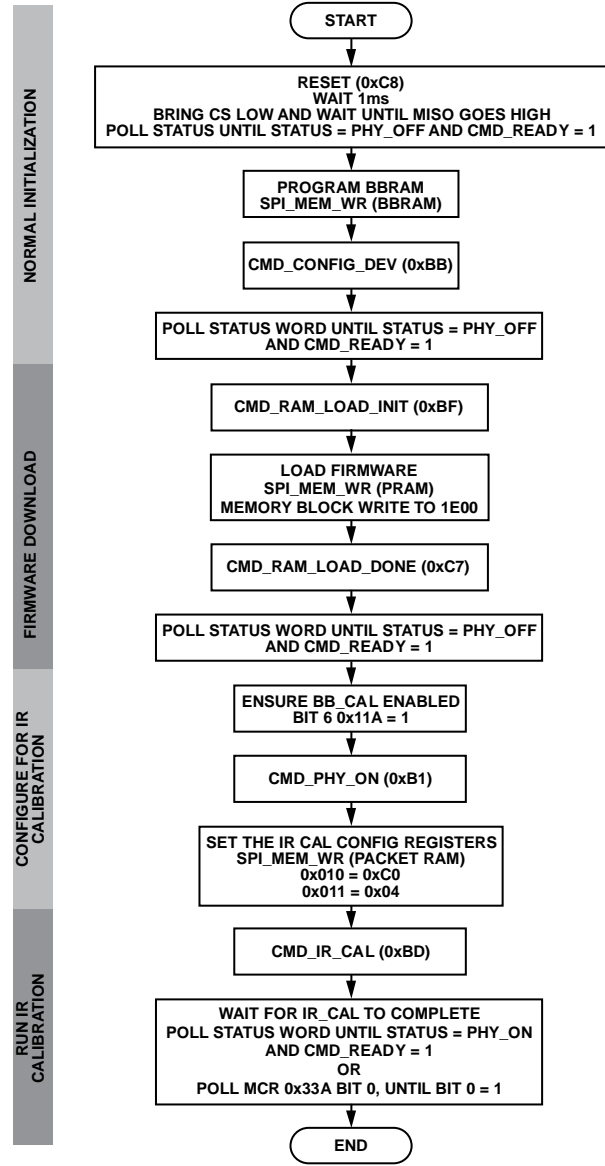
在PHY\_ON状态下，将IR校准配置参数0xC0和0x04编程设置为数据包RAM位置0x010和0x011，如表1中的定义所示。

然后，发送CMD\_IR\_CAL便可执行IR校准。

主机必须等待完成IR校准操作，然后才读取更新后的IMAGE\_REJECT\_CAL\_PHASE和IMAGE\_REJECT\_CAL\_AMPLITUDE寄存器，这很重要。无法通过检查状态字确认IR\_CAL状态。可采用下文中的任意方法确认IR\_CAL已完成。

IR\_CAL完成操作且置位CMD\_READY后，固件状态返回PHY\_ON。这可以用来表示IR校准已完成。

另外，也可以检查内部校准状态寄存器(0x33A)的位0。注意，数据手册未详细说明该功能，因为它仅在IR校准固件工作时才有意义。校准状态寄存器的详细情况如表4所示。位0表示IR校准是否完成。



11983-001

图1. IR校准配置

## 平均IR校准值

通过求均值更容易获得可重复结果。这需要主机处理器来控制。图2中的流程图显示了一个示例。

主机具有一个迭代计数器ITERATION\_CNT。它发送一个CMD\_IR\_CAL命令并重复该次数，等待完成校准，然后将结果回读并求均值。均值随后在循环结束时被编程返回至IMAGE\_REJECT\_CAL\_PHASE(地址0x118)和IMAGE\_REJECT\_CAL\_AMPLITUDE(地址0x119)中。

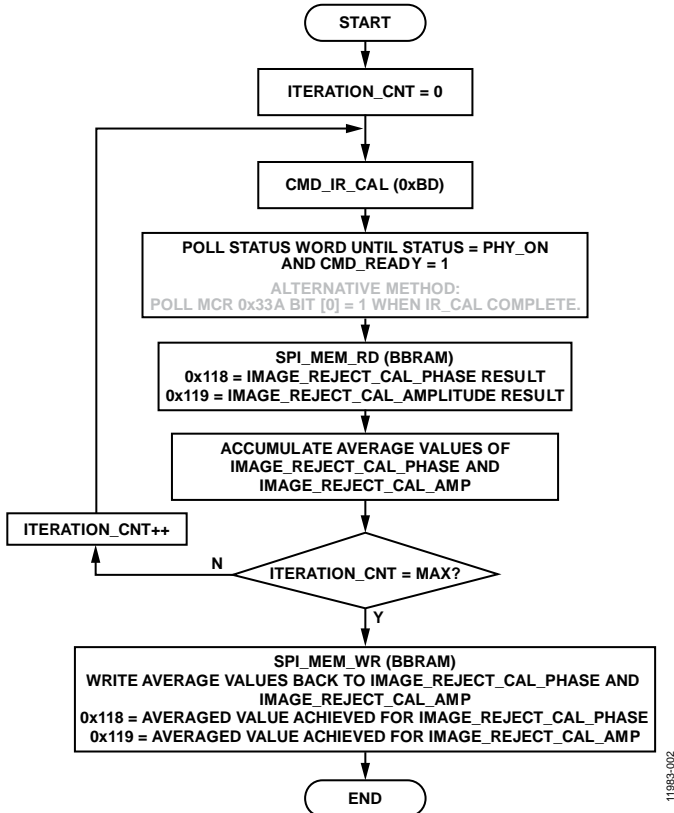


图2. 平均IR校准值主机编程示例流程图

表4. 0x33A: IR校准状态

位	名称	R/W	说明
[7:1]	保留	R	保留
[0]	MCR_IMAGE_REJECT_CALIBRATION_STATUS	R	0: IR校准未完成 1: IR校准已完成

## IR校准结果

每次IR校准的结果均存储在BBRAM寄存器IMAGE\_REJECT\_CAL\_PHASE(地址0x118)和IMAGE\_REJECT\_CAL\_AMPLITUDE(地址0x119)中，并覆盖寄存器中的任何原有数值。

如果主机保留均值(如图2中的示例)，则一旦完成求平均操作，主机便会将均值回写入地址0x118和地址0x119。

休眠模式下，BBRAM会保存这些校准值；发送CMD\_CONFIG\_DEV (0xBB)命令时，会自动重新应用这些值。

校准后，镜像衰减的典型性能改善情况如图3所示。

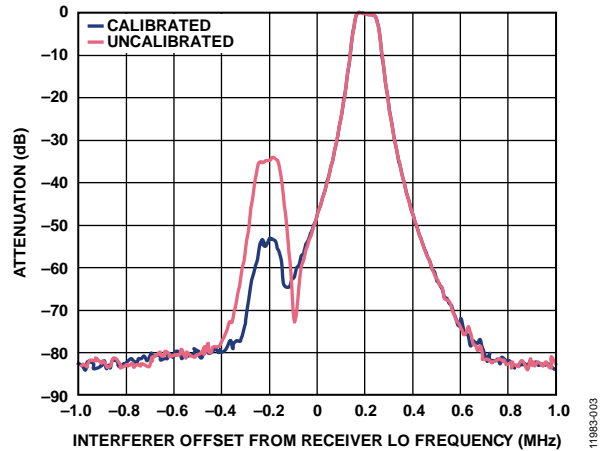


图3. 校准和未校准镜像的镜像衰减 (915 MHz, 中频滤波器带宽 = 100 kHz)

## 高级操作

本应用笔记描述IR校准固件模块的基本操作。

本文不探讨更为高级的技巧，如加快校准时间的播种算法，或者使用外部基准电压源以获得更稳定的校准码。如需使用更高级的选项，请联系ADI公司。

注释

**注释**