

HMC830LP6GE 寄存器编程的快速指导

概述

HMC830LP6GE 是 Hittite Microwave 公司推出的一款 25MHz 到 3GHz 的频率合成芯片。该芯片拥有宽带、超低噪声、超低杂散的特性，自从发布以来受到了广大射频工程师的好评。但是很多用户也在不断抱怨“该器件的寄存器过多，《操作指南》过长，以至于编程无从下手”。本文旨在帮助广大用户采用最简单的方法对 HMC830LP6GE 进行控制，实现常规功能。如需进一步了解这个器件的其它特殊的功能，欢迎联系 Hittite Microwave 公司寻求技术支持：china@hittite.com

小数模式的控制方法介绍

应用条件：PFD = 61.44MHz, RF Out = 2111MHz			
编程顺序	寄存器编号	寄存器值	说明
0	REG 00h	95198h	只读，用于检测SPI通信是否正常
1	REG 01h	2h	CEN由SPI程序控制
2	REG 02h	1h	R分频器
3	REG 03h	22h	N分频器的整数部分
4	REG 05h	E090h	VCO输出分频比为“1”，增益最大
5	REG 05h	898h	VCO输出为单端，仅RF_N输出
6	REG 05h	0h	必须，打开所有VCO的可用频段
7	REG 06h	30F4Ah	PFD工作在小数模式，Mode B
8	REG 07h	CCDh	锁定窗口宽度
9	REG 08h	C1BEFFh	如果参考输入频率小于200MHz，可以不写
10	REG 09h	5DF76Eh	PFD增益与CP漏电流
11	REG 0Ah	2046h	推荐
12	REG 0Bh	7C061h	推荐
13	REG 0Fh	81h	锁定指示输出
14	REG 04h	3851EB	N分频器的小数部分，必须放在最后

表 1 : HMC830LP6GE 小数模式控制方法举例

REG 00h = 95198 h，这是芯片的 ID，只读，不需要写入，用于检测 SPI 的通信是否正常，一般只是用于产品的最初调试或者故障检测中。

REG 01h = 2h, 用于指定 CEN (Chip enable) 功能只由 SPI 程序控制, 并且已经处于“打开”状态。CEN 功能也可以直接通过 HMC830LP6GE 的第 17 管脚(CEN)的高低电平实现, 这时寄存器应该设置为: REG 01h [0] = 1。这两种 CEN 实现方法, 在实际应用只能选择一种。另外要注意, 这里的 CEN 只能对 VCO 子系统之外的部分有效, 关闭之后大约节省 60mA 左右的电流, 但是 VCO 依然处于工作状态。如果关掉 VCO 的输出, 则需要通过 REG 05h 实现, 请参考后面章节的介绍。对于大多数的应用只需要对 VCO 进行打开和关断控制, 因此 CEN 功能可以始终设置在“打开”的状态。

REG 02h = 1h, 用于设定 R 分频器为 1。HMC830LP6GE 最大鉴相频率在整数模式下为 125MHz, 小数模式下为 80MHz (Mode A) 或者是 100MHz (Mode B)。但是参考源的最高允许输入频率可达 350MHz, 因此需要合理设置 R 分频器, 避免超过器件规定的最大鉴相频率。

REG 03h = 2Ah, 用于设定 N 分频器的整数部分, 计算方法是:

$$2111\text{MHz} / 61.44\text{MHz} = 34.35872 \xrightarrow{\text{取整数}} 34 \Rightarrow 22\text{h}(16\text{进制})$$

REG 05h 是用来控制 VCO 子系统的“窗口”, 有严格的格式要求: 最右边 3 位[2:0]为器件的标志位, 对于 HMC830LP6GE 来说设置为 000; 中间 4 位[6:3]为 VCO 子系统的地址位; 最高 9 位[15:7]为 VCO 子系统的地址位。控制 VCO 的各种功能就需要对 REG 05h 进行多次写入, 例如表 1 中 REG 05h 写入了 3 次。但是即便是多次写入, 也只能读出最后一次写入的内容。

REG 05h = E090h, 用于设定 VCO 输出端分频器的取值为 1, 同时 RF 输出端放大器的增益为最大值。在这个例子中的含义是:

REG 05h = E090h = 1110000010010000
⇒[2:0]=000, HMC830LP6GE
⇒[6:3]=0010, VCO_Reg02h
⇒[15:7]=[111000001], 分频器为1 射频增益最大

HMC830LP6GE 内部 VCO 的频段为 1.5GHz 到 3.0GHz。如果 RF 输出频率低于 1.5GHz，必须在 VCO_Reg 02h 中设置输出端分频器。最大分频比为 62，并且只能为偶数。另外，如果 RF 输出频率较低，VCO 应该选用更高的工作频率，对应的输出端分频比也会更高，这样有利于改善 RF 输出信号的相位噪声。例如：如果 RF 的输出频率为 500MHz，VCO 的工作频率可以是 2GHz 或者 3GHz，但推荐的设置是 3GHz，对应的输出端分频比为 6，分频器可以对 3GHz 的 VCO 相位噪声改善大约 15dB。注意，整个“闭环”系统并不包含输出端的分频器。因此，应该按照 VCO 的实际输出频率计算整数 N（REG 03h）和小数 N（REG 04h）。

REG 05h = 898h，用于设定 VCO 的输出为单端形式，对应的 VCO 子系统寄存器被设置为 VCO_Reg03h [0] = 1。注意，单端输出只能选择 RF_N（Pin # 28）；如果需要差分输出，只需将 VCO_Reg 03h [0]改为 0，对应的完整指令为 REG 05h = 818h，这时 RF_N（Pin # 28）和 RF_P（Pin # 29）为差分输出信号。

REG 05h = 0，用于打开 VCO 子系统中所有 VCO 的可用频段。只要 REG 05h 做任何改动，这一条指令必须增加在所有 REG 05h 命令行之后。

REG 06h = 30F4Ah，用于设定鉴相器为 Mode B，且工作在小数模式。当 REG 06h [7]=0，REG06h[11]=1 时，为小数模式；当 REG 06h [7]=1，REG06h[11]=0 时，为整数模式。有个重要的概念一定要分清楚：小数模式条件下的整数频点与整数模式完全不同。在小数模式时，鉴相器的 Delta-Sigma 依然保持在打开状态，与对应的整数模式频点相比，带内相位噪声会恶化 3dB。另外，Delta-Sigma 调制器设定在 Mode A 时，环路滤波器带内的相噪会有改善；如果设定在 Mode B 时，环路滤波器的带外相噪会有改善。REG 06h 的设置方法总结如下：

1. 小数模式，Mode B，PFD 频率 大于 50MHz，REG 06h = 30F4Ah；
2. 小数模式，Mode B，PFD 频率 小于等于 50MHz，REG 06h = F4Ah；
3. 小数模式，Mode A，PFD 频率 大于 50MHz，REG06h = 30F4Eh；
4. 小数模式，Mode A，PFD 频率 小于等于 50MHz，REG06h = F4Eh。

REG 07h = CCDh，设定锁定指示窗口宽度为 10.2nS。正确设置锁定窗口的宽度，不仅能够保证在全温度条件下都能够产生正确的锁定指示信号，而且能够避免在捕捉 VCO 反馈信号时出现误判为锁定的现象。

REG 08h = C1BEFFh，这是器件上电以后的缺省值。如果输入的参考信号频率小于 200MHz，可以不用写这个寄存器。如果参考输入信号大于等于 200MHz，需要把 REG 08h [21] 改为 1，对应完整的 REG 08h = E1BEFFh。

REG 09h = 5DF76Eh，设定鉴相器的输出 CP 电流为 2.2mA，CP 的漏电流为 595uA。CP 电流有正负之分，必须设定成相等的值。REG 09h[7:13]设置 CP 正电流，REG 09h[0:6]设置 CP 负电流。鉴相器要求 CP 电流输出与参考信号和 VCO 的反馈信号之间的相位差呈线性，但是，如果的两个输入信号的相位差很小，鉴相器的输入和输出之间的线性就不能满足。这时在 CP 电流上合理增加一些漏电流，不仅能够维持线性，保证可靠锁定，而且对于小数模式的杂散也有一定的优化。

REG 07h和REG 09h 在常规应用中不需要逐频点进行计算。一般在工作频段的中点计算一次就可以适用于：中心频点 $\pm 25\%$ 的频带范围。关于详细的REG 07h和REG 09h设定说明，请参考 《The Recommendations to set REG # 7 and REG # 9 of Hittite Frequency Synthesizer Updated》（作者：高峻）。

REG Ah = 2046h，用于设定 VCO 自动校准的相关参数。这条指令不能缺少。这里有一个设置需要注意一下：REG A [14:13]，用于设定 VCO 子系统自动校准和控制的时钟速率，最大为 50MHz。表 1 中，参考输入信号 61.44MHz 大于 50MHz，因此 REG A [14:13] = 01，对应的 61.44MHz 除以 4。

REG Bh = 7C061h, 这个寄存器一般多用于芯片的测试, 对于常规应用, 按照这个值写入就行。唯一要注意的是 REG B [14:12] 对于不同型号的锁相环芯片有明确定义, HMC830LP6GE 的设置是 REG B [14:12] = 100。

REG Fh = 81h, 用于设定在锁定状态下器件的 LD_LDO 管脚能够输出一个高电平 (+3.3V)。LD_SDO 管脚除了用于锁定指示以外, 还可以用作“回读”, 因此可以实现多种功能。其他 GPO 功能的实现方法请参阅《操作指南》中 REG 0F 的设置说明。另外锁定指示也可以通过回读 REG 12h[1]的状态实现, REG 12h [1] = 1 时为锁定。

REG 04h = 用于设定 N 分频器的小数部分, 一定要放在所有寄存器的最后, 用触发 VCO 子系统的自动校准。计算方法是:

$$2111\text{MHz} / 61.44\text{MHz} = 34.358723 \xrightarrow{\text{小数部分}} 0.358723 \xrightarrow{\times 2^{24}} 6018389.33$$

⇒ 5BD555h (16进制)

整数模式的控制方法介绍

应用条件: PFD = 61.44MHz, RF Out = 2580.48MHz			
编程顺序	寄存器编号	寄存器值	说明
0	REG 00h	95198h	只读, 用于检测SPI通信是否正常
1	REG 01h	2h	CEN由SPI程序控制
2	REG 02h	1h	R分频器
4	REG 05h	E090h	VCO输出分频比为“1”, 增益最大
5	REG 05h	898h	VCO输出为单端
6	REG 05h	0h	必须, 打开VCO的所有可用频段
7	REG 06h	307CAh	PFD工作在整数模式, Mode B
8	REG 07h	CCDh	锁定窗口宽度
9	REG 08h	C1BEFFh	如果参考输入频率小于200MHz, 可以不写
10	REG 09h	376Eh	PFD增益
11	REG 0Ah	2046h	推荐
12	REG 0Bh	7C061h	推荐
13	REG 0Fh	81h	锁定指示输出
14	REG 03h	2Ah	N分频器的整数部分, 必须放在最后

表 2 : HMC830LP6GE 整数模式控制方法举例

对比小数模式的控制方法，主要有以下几点重要改动：

1. 整数模式没有 N 分频器的小数部分，因此不需要控制 REG 04h。REG 03h 一定要放在所有寄存器的最后。
2. 整数模式没有 CP 漏电流，因此只需要设置鉴相器的增益。在这个例子中，CP 正负电流设置为 2.2mA。
3. 整数模式 Delta-Sigma 调制器关闭，REG 06h [7]=1，REG06h[11]=0。

常用的初始化控制方法介绍

经常有用户希望在上电初始化的过程中关掉 HMC830LP6GE，直到要求锁定输出在某一个特定频点时再唤醒。这里介绍两种“关断—唤醒”的控制方法：

1. 上电后不配置频率，直接关断整个器件，使整个器件进入到低功耗模式，直到唤醒指令到达，唤醒后按要求配置频率。

关断的过程：

REG 05h --> 8h //先关断 VCO

REG 01h --> 0h //再关断 PFD + CLOCK

唤醒的过程：

REG 01h --> 2h //先唤醒 PFD + CLOCK

REG 05h --> F88h //再唤醒 VCO

注意关断和唤醒的顺序，这是因为 SPI 控制指令从外部先经过 PFD，然后才到达 VCO 子系统。如果先关断 PFD，则 VCO 不受控制。唤醒之后就可以按照前面介绍的方法对器件进其它控制。

2. 上电后先暂时配置某一个锁定频率，然后再关断输出。唤醒后直接恢复到关断前

的频率，或者继续设置新的锁定频率。

关断的过程：

REG 05h --> 8h //关断 VCO 输出

唤醒过程：

REG 05h --> F88h //唤醒 VCO，回复初始频率

设置新频率的过程：

REG 05h --> 0h //必须，打开 VCO

REG 03h --> 整数 N

REG 04h --> 小数 N

注意这里的关断和唤醒只是针对 VCO 进行操作，因为绝大多数的应用只关心 VCO 的输出是否会干扰到整个通信链路的其他部分。关掉 VCO，大约降低功耗 125mA 左右。在这种应用场景中，由于一开始 HMC830LP6GE 已经锁定在某一个频点，因此唤醒之后只需要更改 REG 03h 和 REG 04h，其它寄存器只要不掉电，会一直保持“记忆”状态。

Soft Reset 功能介绍

很多用户喜欢在 HMC830LP6GE 程序控制的最开始通过 REG 0h [5]进行 Reset。实际上没有必要增加这条指令，因为整个 HMC830LP6GE 在上电后大约 250uS，所有的寄存器自动就被 Reset 到缺省值。除非是上电速度非常缓慢，以至于超过 250uS，那么某些寄存器有可能会进入到未知的状态，这时候应该在所有 SPI 指令之前增加一个 REG 0h [5] = 0h。另外还要注意，VCO 子系统的寄存器不受 REG 0h 控制，重置只能通过重新上下电实现。



著作说明

作者：高峻 egao@hittite.com

本文初次发布日期：2012 年 3 月 13 日

第一次修订日期：2012 年 8 月 9 日

第二次修订日期：2012 年 8 月 20 日

感谢选用 Hittite Microwave 公司器件！