

赛普拉斯 nvSRAM 中的实时时钟校准

作者: Shivendra Singh

相关项目: 无

相关器件系列: nvSRAM RTC

软件版本: 无

相关应用笔记: 无

AN53313 描述了赛普拉斯 nvSRAM 中的实时时钟 (RTC) 校准特性。该特性将补偿与晶振额定频率 32.768 kHz 相对的偏差, 从而保持精确的系统时间。该应用笔记还提供了用于校准调整的查找表。

简介

赛普拉斯 nvSRAM 中的实时时钟 (RTC) 由外部晶体振荡器驱动, 其额定频率为 32.768 kHz。大部分 32.768 kHz 晶振的频率偏差在 +25 °C 下为 ±20 百万分比 (parts per million, ppm)。在长周期时间内, 该频率偏差会导致时序错误。例如, 晶振额定频率的误差为 20 ppm 时, 一个月内的时钟精度偏移为 52 秒。您可以使用 nvSRAM RTC 中的校准特性来补偿偏移。

影响晶振时钟精度的另一个晶振参数是抛物线曲率常数, k 。该参数随着温度的变化而改变晶振频率。通常, 抛物线曲率常数 (k) 为 $-0.036 \text{ ppm}/^\circ\text{C}^2$ 。如果工作温度已知, 通过校准 RTC, 可以补偿温度变化所引起的 RTC 时钟频率偏移。

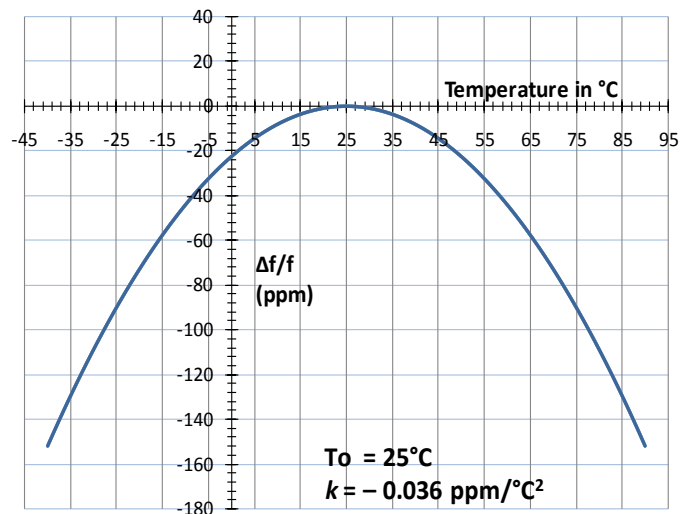
典型晶振行为

即使晶体振荡器是最精确的振荡器电路之一, 但是 RTC 的精度主要取决于晶振的精度。类似于其他常见的电气组件 (如电阻器和电容器), 晶振具有与其相关的一定偏差。额定频率在 25 °C 温度时的 32.768 kHz 的晶振, 实际上可能偏差了 ±20 ppm。晶振频率也随着温度的变化而变化。图 1 显示的是温度和晶振频率间的抛物线关系。晶振制造商使用转换温度 (T_0) 和曲率常数 (k) 来确定曲线。频率变量是 T 和 k 的函数, 如下公式所示:

$$f - f_o = kf_o(T - T_o)^2 \quad \text{公式 1}$$

曲率 k 是晶振固有的机械特性; 不同的制造商会有不同的曲率。晶振数据手册提供了曲率的典型规范。此外, 通过测试随着温度变化而变化的频率输出, 可以根据经验确定该参数。 T_0 为 $25 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$, k 为 $-0.036 \text{ ppm}/^\circ\text{C}^2 \pm 0.006 \text{ ppm}/^\circ\text{C}^2$ 。

图1. 晶振的抛物线温度曲线



校准电路通过向上或向下调整曲线, 在选中的温度下得到零、+1 或 -2 ppm 的精度。通过向振荡器分频器链增加或减少时钟周期, 实现此目的。

校准方法

赛普拉斯 nvSRAM 中的 RTC 设计采用了周期计数器纠正。数字校准电路对振荡器分频器电路增加或减去了时钟周期，如图 2 中所示。类似地，图 3 中显示的示例时钟框图描述了如何在正向校准期间中增加额外时钟周期，使时钟速度加快，或在负向校准期间中减少时钟周期，使其速度减慢。增加或减去的脉冲数量由写入校准寄存器的 5 个低位（D4 至 D0）数据决定。这些位可以表示 0 到 31 范围内的任何二进制值。D5 位是符号位，其中“1”表示正校准，“0”表示负校准。

校准周期时间为 64 分钟。在周期的前 62 分钟，每分钟一次，可能校准一秒时间。这一秒中的速度可能被加快（增加 256 个时钟周期）或减慢（减去 128 个时钟周期）。如果将二进制“1”加载到寄存器内，只能在 64 分钟周期的前两分钟进行修改；如果加载了二进制“6”，则只能在前 12 分钟内进行修改，如此类推。因此，在每个校准步骤中，将对每 125,829,120 个（64 分钟 × 60 秒/分钟 × 32,768 周期/秒）实际振荡器周期加上 512 个周期或减去 256 个周期。每 125,829,120 个周期增加 512 个周期相当于 4.068 ppm（ $(512 \text{ 周期} / 125,829,120 \text{ 周期}) \times 10^6 \text{ ppm}$ ）。同样，每 125,829,120 个周期减去 256 个周期相当于 -2.034 ppm（ $(256 \text{ 周期} / 125,829,120 \text{ 周期}) \times 10^6 \text{ ppm}$ ）。

如果将“0”值加载到校准寄存器的符号位（D5）内，表示负向校准。对位 D4 至 D0 加载二进制“1”、“2”或“3”，分别表示时钟的调整值为 -2 ppm、-4 ppm 或 -6 ppm，如此类推。最大二进制值“31”表示对时钟调整值为 -63 ppm。

位 D5（符号位）中的“0”值表示负向校准，并每百万周期中被减去的周期数量

$$= 2.034 \times \text{校准位中的加载值} > \text{ppm}$$

公式 2

同样，符号位（D5）中的“1”值表示正向校准每百万周期中被增加的周期数量

$$= 4.068 \times \text{校准位中的加载值} > \text{ppm}$$

公式 3

所以，校准寄存器位（D4 至 D0）中加载的值“1”将以 4 ppm 调整时钟；校准寄存器位（D4 至 D0）中加载的最大值“31”将以 126 ppm 调整时钟。

图 2. 振荡器分频器电路

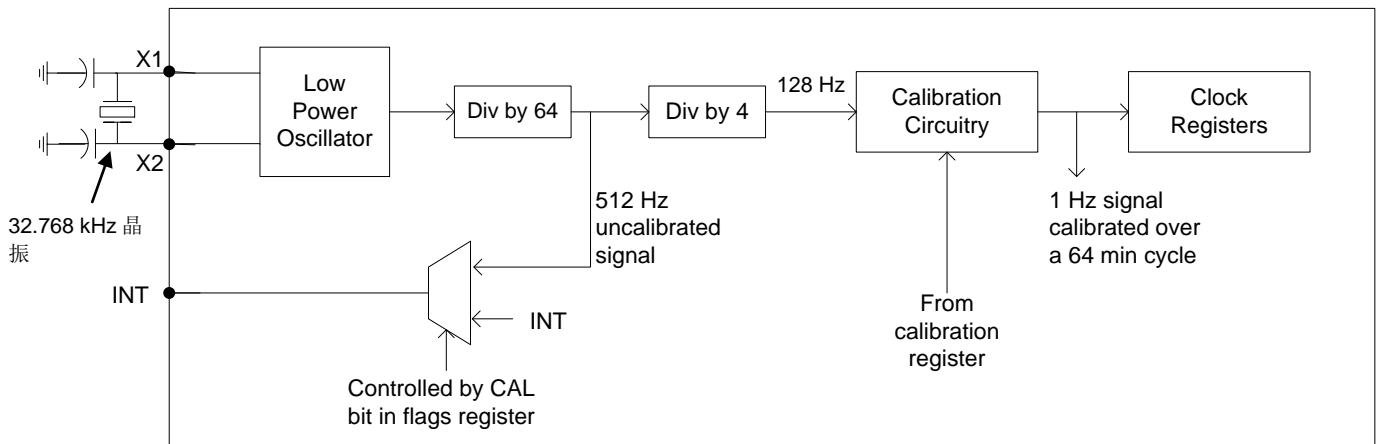
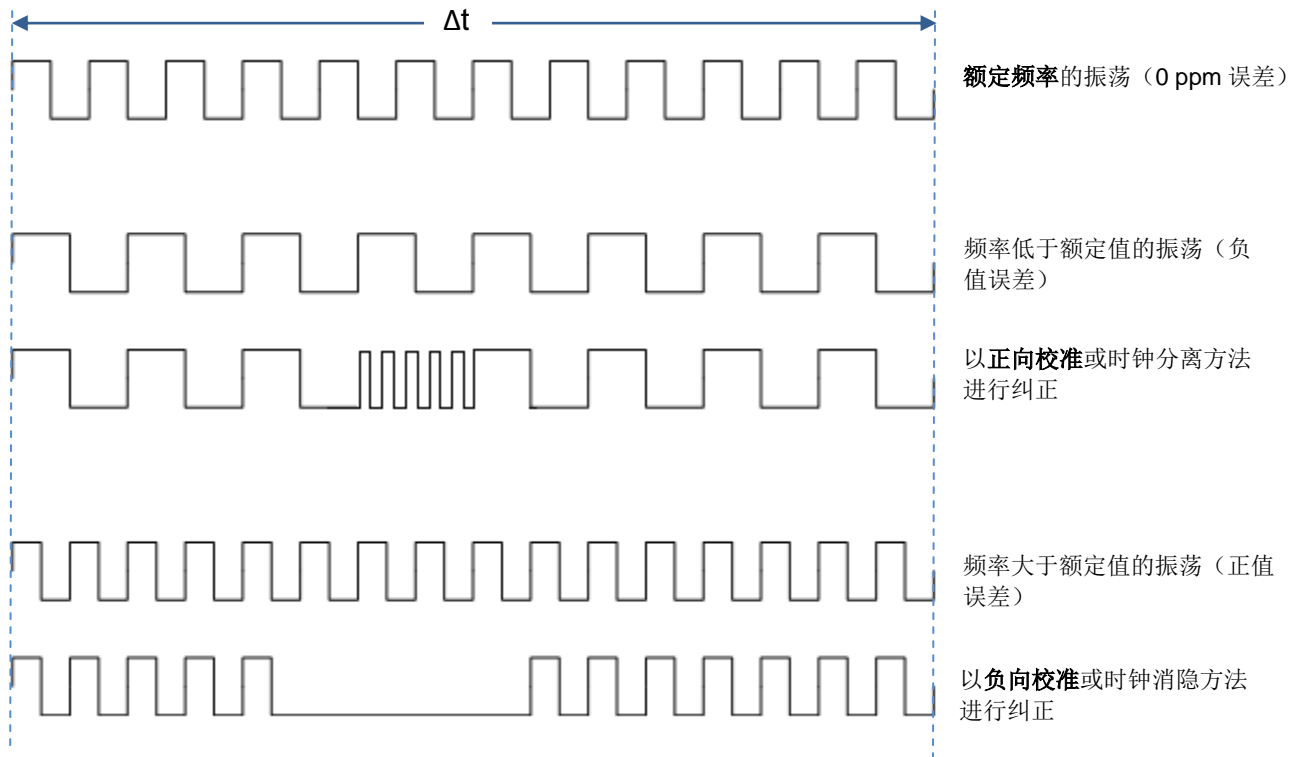


图 3. 时钟分裂和时钟消隐



设置校准

校准/控制寄存器

要想设置校准，请将合适值写入位于 RTC 寄存器映射表中的校准/控制寄存器内（请参考相关器件数据手册中的 RTC 寄存器映射表）。校准/控制寄存器的位 D7 是振荡器的使能位；仅在该位被设为 0 时，振荡器才会运行。位 D6 未使用，并被读取为 0。位 D5 是校准符号位。将校准符号位 D5 设置为 ‘1’，表示正向校准，并根据校准位[D4:D0]所指定的值向上调整。将校准符号位 D5 设置为 ‘0’，则表示负向校准，并根据校准位[D4:D0]所指定的值向下调整。位 D4 至 D0 中的二进制值介于 0 至 31 范围，用于确定要实现的校准量（如第 2 页上的公式 2 和公式 3 所示）。

表 1. 校准/控制寄存器

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
OSCN	0	校准符号	校准值				

计算时钟误差

设置校准值前，需要计算所需的校准量。当标志寄存器中的 CAL 位（位 2）被置位时，INT 引脚将输出源于 32.768 kHz 晶振的未校准 512 Hz 时钟（如第 2 页上的图 2 所示）。该时钟输出使能了应用程序，用于计算晶振输出频率与 32.768 kHz 额定频率相对的误差。通过实际频率与 512 Hz 频率相对的偏离，可以确定所需纠正的大小和方向。使用公式 4 来计算误差（单位为 ppm）：

$$Error \text{ in ppm} = \frac{(Measured \text{ frequency} - 512)Hz}{512 \text{ Hz}} \times 10^6 \text{ ppm}$$

公式 4

例如，如果设置标志寄存器中的 CAL 位后，INT 引脚输出的频率为 512.01024 Hz，表示振荡器频率误差为 20 ppm。由于所需的纠正为 -20 ppm，需要将 -10 (001010) 值加载到校准寄存器内。请注意，设置或改变校准寄存器位不会影响 INT 引脚输出的频率。第 4 页上的表 2 列出了每个校准寄存器值的校准量。

表 2.nvSRAM RTC 中的校准调整

符号	校准值	调整量 (ppm)	时间 (秒/月 ¹)	符号	校准值	调整量 (ppm)	时间 (秒/月 ¹)
0	00000	0	0	1	00000	0	0
0	00001	-2	-5	1	00001	4	11
0	00010	-4	-11	1	00010	8	21
0	00011	-6	-16	1	00011	12	32
0	00100	-8	-21	1	00100	16	42
0	00101	-10	-26	1	00101	20	53
0	00110	-12	-32	1	00110	24	63
0	00111	-14	-37	1	00111	28	74
0	01000	-16	-42	1	01000	33	87
0	01001	-18	-47	1	01001	37	97
0	01010	-20	-53	1	01010	41	108
0	01011	-22	-58	1	01011	45	118
0	01100	-24	-63	1	01100	49	129
0	01101	-26	-68	1	01101	53	139
0	01110	-28	-74	1	01110	57	150
0	01111	-31	-81	1	01111	61	160
0	10000	-33	-87	1	10000	65	171
0	10001	-35	-92	1	10001	69	181
0	10010	-37	-97	1	10010	73	192
0	10011	-39	-102	1	10011	77	202
0	10100	-41	-108	1	10100	81	213
0	10101	-43	-113	1	10101	85	223
0	10110	-45	-118	1	10110	89	234
0	10111	-47	-124	1	10111	94	247
0	11000	-49	-129	1	11000	98	258
0	11001	-51	-134	1	11001	102	268
0	11010	-53	-139	1	11010	106	279
0	11011	-55	-145	1	11011	110	289
0	11100	-57	-150	1	11100	114	300
0	11101	-59	-155	1	11101	118	310
0	11110	-61	-160	1	11110	122	321
0	11111	-63	-166	1	11111	126	331

注意 1: 一个月 = 365/12 天

总结

赛普拉斯 nvSRAM RTC 器件提供的简单校准特性改善了计时精度。该方案并不提供补偿偏差（由于环境温度变化而动态变化导致）的自动调整选项。但是，RTC 校准方法能够提高精度并补偿任何预测的温度漂移。

文档修订记录

文档标题： AN53313 — 赛普拉斯 nvSRAM 中的实时时钟校准

文档编号： 001-92143

修订版	ECN	变更者	提交日期	变更说明
**	4345936	WAHY	06/16/2014	本档版本号为 Rev**，译自英文版 001-53313 Rev*C。

全球销售和设计支持

赛普拉斯公司拥有一个由办事处、解决方案中心、工厂代表和经销商组成的全球性网络。要找到离您最近的办事处，请访问赛普拉斯所在地。

产品

汽车	cypress.com/go/automotive
时钟与缓冲器	cypress.com/go/clocks
接口	cypress.com/go/interface
照明和电源控制	cypress.com/go/powerpsoc cypress.com/go/plc
存储器	cypress.com/go/memory
PSoC	cypress.com/go/psoc
触摸感应	cypress.com/go/touch
USB 控制器	cypress.com/go/usb
无线/射频	cypress.com/go/wireless

PSoC®解决方案

psoc.cypress.com/solutions
PSoC 1 | PSoC 3 | PSoC 4 | PSoC 5LP

赛普拉斯开发者社区

[社区](#) | [论坛](#) | [博客](#) | [视频](#) | [培训](#)

技术支持

cypress.com/go/support

此处引用的所有商标或注册商标归其各自所有者所有。



赛普拉斯半导体
198 Champion Court
San Jose, CA 95134-1709
电话 : 408-943-2600
传真 : 408-943-4730
网站 : www.cypress.com

©赛普拉斯半导体公司，2009-2014。此处所包含的信息可能会随时更改，恕不另行通知。除赛普拉斯产品内嵌的电路外，赛普拉斯半导体公司不对任何其他电路的使用承担任何责任。也不根据专利或其他权利以明示或暗示的方式授予任何许可。除非与赛普拉斯签订明确的书面协议，否则赛普拉斯产品不保证能够用于或适用于医疗、生命支持、救生、关键控制或安全应用领域。此外，对于合理预计会发生运行异常和故障并对用户造成严重伤害的生命支持系统，赛普拉斯将不批准将其产品用作此类系统的关键组件。若将赛普拉斯产品用于生命支持系统，则表示制造商将承担因此类使用而招致的所有风险，并确保赛普拉斯免于因此而受到任何指控。

该源代码（软件和/或固件）均归赛普拉斯半导体公司（赛普拉斯）所有，并受全球专利法规（美国和美国以外的专利法规）、美国版权法以及国际条约规定的保护和约束。赛普拉斯据此向获许可者授予适用于个人的、非独占性、不可转让的许可，用以复制、使用、修改、创建赛普拉斯源代码的派生作品、编译赛普拉斯源代码和派生作品，并且其目的只能是创建自定义软件和/或固件，以支持获许可者仅将其获得的产品依照适用协议规定的方式与赛普拉斯集成电路配合使用。除上述指定用途外，未经赛普拉斯的明确书面许可，不得对此类源代码进行任何复制、修改、转换、编译或演示。

免责声明：赛普拉斯不针对该材料提供任何类型的明示或暗示保证，包括（但不限于）针对特定用途的适销性和适用性的暗示保证。赛普拉斯保留在不另行通知的情况下对此处所述材料进行更改的权利。赛普拉斯不对此处所述之任何产品或电路的应用或使用承担任何责任。对于合理预计可能发生运转异常和故障，并对用户造成严重伤害的生命支持系统，赛普拉斯不授权将其产品用作此类系统的关键组件。若将赛普拉斯产品用于生命支持系统，则表示制造商将承担因此类使用而导致的所有风险，并确保赛普拉斯免于因此而受到任何指控。

产品使用受适用的赛普拉斯软件许可协议限制并完全按照此协议使用。