

## 32 位微控制器

# RCH 特殊频率校准方法

本产品支持芯片系列如下

|         |          |          |          |          |          |          |
|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| L<br>系列 | HC32L110 | HC32L130 | HC32L136 | HC32L072 | HC32L073 | HC32L170 |
|         | HC32L176 | HC32L190 | HC32L196 |          |          |          |
| F<br>系列 | HC32F003 | HC32F005 | HC32F030 | HC32F072 | HC32F170 | HC32F176 |
|         | HC32F190 | HC32F196 |          |          |          |          |

# 目 录

|          |                        |           |
|----------|------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>摘要</b>              | <b>3</b>  |
| <b>2</b> | <b>功能介绍</b>            | <b>3</b>  |
| <b>3</b> | <b>RCH 时钟校准简介</b>      | <b>4</b>  |
| 3.1      | RCH 时钟校准原理             | 4         |
| 3.2      | RCH 时钟校准操作步骤           | 5         |
| <b>4</b> | <b>样例介绍</b>            | <b>6</b>  |
| 4.1      | 工作流程                   | 6         |
| 4.2      | 频率校准工作原理               | 7         |
| 4.3      | 代码介绍                   | 8         |
| 4.3.1    | 三个需用户配置的宏定义            | 8         |
| 4.3.2    | 状态显示                   | 8         |
| 4.3.3    | 参考时钟输入                 | 8         |
| 4.3.4    | RCH 频率显示               | 8         |
| 4.4      | TRIM 值查找方式介绍           | 9         |
| 4.4.1    | TRIM 档位查找              | 9         |
| 4.4.2    | TRIM 精确值查找             | 9         |
| <b>5</b> | <b>总结</b>              | <b>10</b> |
| <b>6</b> | <b>其他信息</b>            | <b>10</b> |
| <b>7</b> | <b>版本信息 &amp; 联系方式</b> | <b>11</b> |

## 1 摘要

本篇应用笔记是对华大半导体 MCU\*时钟校准模块的补充，请优先使用 MCU\*用户手册介绍的“时钟校准模块（CLKTRIM）”，及其相关参考样例。只有当参考时钟频率值比较低时（RCH时钟频率与参考时钟频率的比值超过 1000 倍），才推荐使用此应用笔记介绍的 RCH 特殊频率校准方法。

本应用笔记主要包括：

- 时钟校准原理介绍
- RCH 特殊频率校准 Demo 样例介绍

注意：

- 本应用笔记为华大半导体 MCU\*的应用补充材料，不能代替用户手册，具体功能及寄存器的操作等相关事项请以用户手册为准。

## 2 功能介绍

华大半导体 MCU\*时钟校准模块（CLKTRIM），推荐参考时钟频率与 RCH 时钟频率接近，或者差距不大，当参考时钟频率值比较低时，校准时间会比较长，此时推荐此文档介绍的方式，一种在低参考时钟下快速校准 RCH 时钟的方法。

**\*支持型号见封面。**

## 3 RCH 时钟校准简介

### 3.1 RCH 时钟校准原理

华大半导体 MCU\*的内置 RCH 时钟振荡器均可通过调整 RCH 控制寄存器的 TRIM 值（M0P\_SYSCTRL->RCH\_CR\_f.TRIM）来调节其输出频率。理论上可以调节出 4MHz~24MHz 之间的任意时钟频率。

图 1 是某颗 MCU 芯片的 TRIM 值与 RCH 输出频率关系图（每颗芯片都会有一定差异），TRIM 的高两个比特位（RCH\_CR[10:9]），把 TRIM 频率曲线分成了四个区间，见图 1，从左到右对应的 RCH\_CR[10:9]数值依次为：2'b00、2'b01、2'b10、2'b11。注意当同频率下存在多个 TRIM 值时，优先选择最大的 TRIM 值。

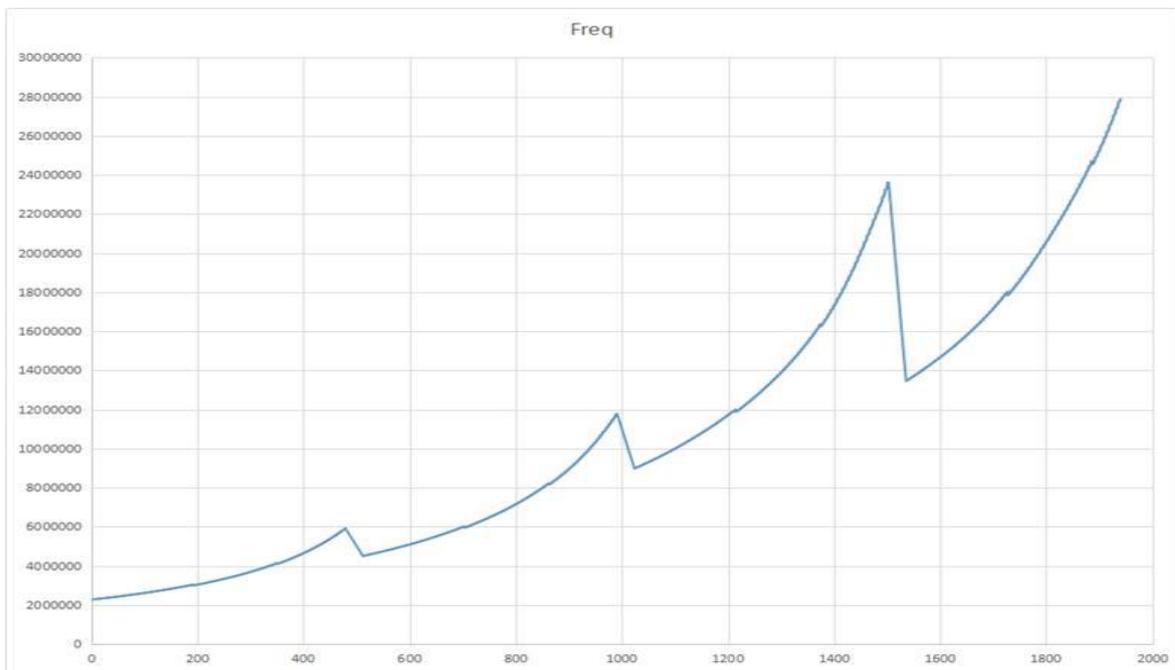


图 1: RCH TRIM 值与频率对应关系

\*支持型号见封面。

## 3.2 RCH 时钟校准操作步骤

接下来以华大半导体的 HC32LF07x-EVB 开发板为平台，介绍 demo 样例 RCH 时钟校准操作步骤：

- 1) HC32LF07x-EVB 开发板上电，下载器一端连接开发板，另一端连接 PC 电脑。
- 2) 打开此文档配套样例，下载程序到开发板。注意，如果使用 keil MDK 下载程序，需要提前把算法文件(RCHTrim\mcu\MDK\config\FIashHC32F072\_128K.FLM)添加到 keil 安装目录(Keil\_v5\ARM\FIash)中。
- 3) 按下开发板上的 SYM/RST 按键，然后松开，MCU 复位。
- 4) 准备好一个外部精准的参考时钟，频率值要求不小于 10Hz，且要求待校准 RCH 频率与参考时钟频率的比值大于等于 1000。
- 5) 把参考时钟的输出端接到 PA08，参考时钟的 GND 接到与 PA08 临近的 GND 引脚。
- 6) 按下开发板上的 K1 按键，然后松开，时钟开始自动校准。校准过程中 LED (丝印 D5) 闪烁（当校准时间很短时，也有可能看不到 LED 闪烁）。
- 7) 当看到 LED (丝印 D5) 灯常亮，表示校验成功。如果 LED 灯熄灭，则表示校验失败。
- 8) 当校验成功后，TRIM 校验值会自动存储在 flash 地址 0x0001FF00 处。
- 9) 如果校验失败或 LED 灯长时间闪烁，请仔细检查参考时钟是否连接完好。
- 10) 通过示波器连接 MCU 的 PA01 引脚可以查看校准后的 RCH 频率。

## 4 样例介绍

### 4.1 工作流程

程序初始化及配置主要在 main 函数中执行，流程图见图 2；时钟校准代码主要在 TIMER4 捕获中断中，流程图见图 3。

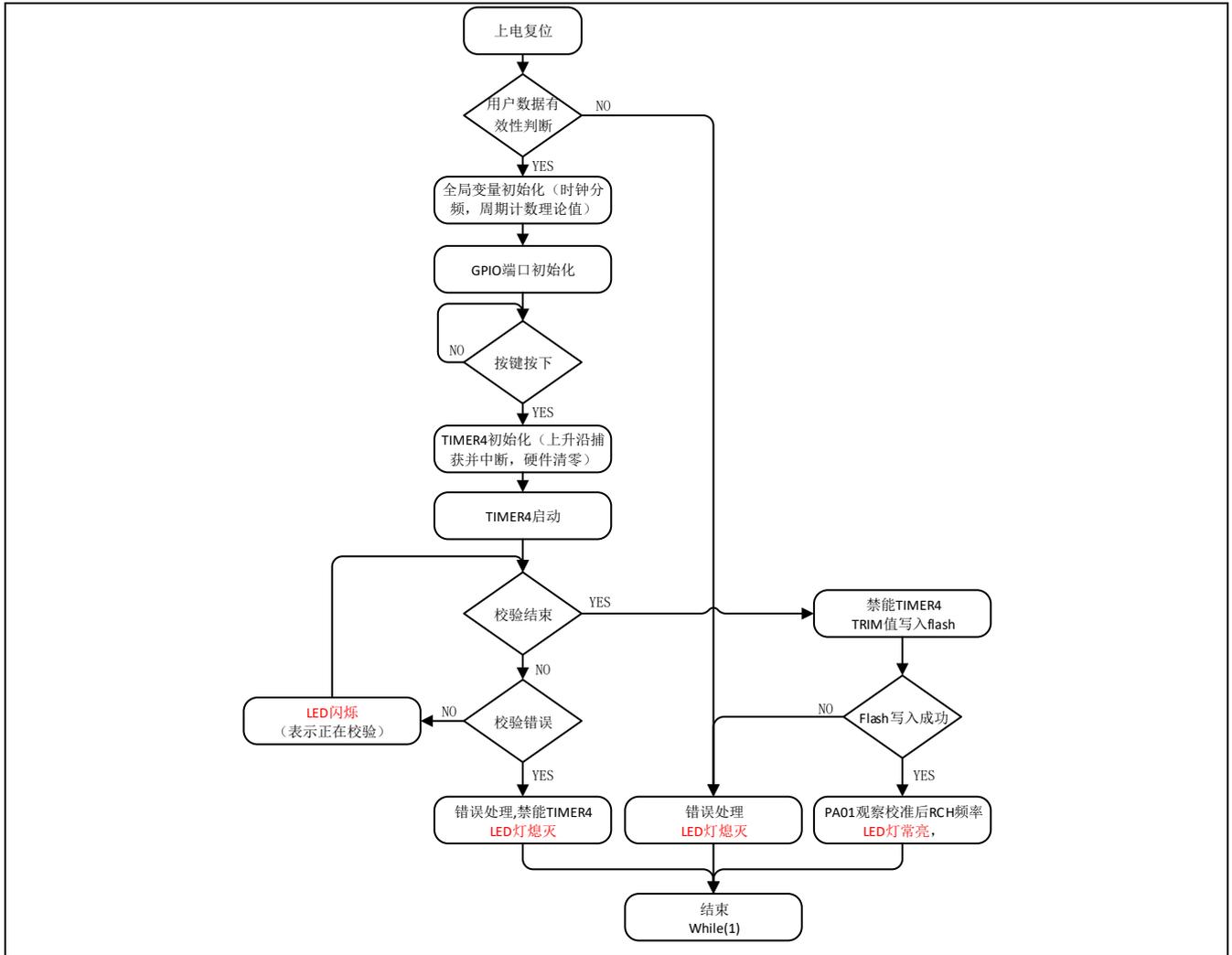


图 2：频率校准主流程图

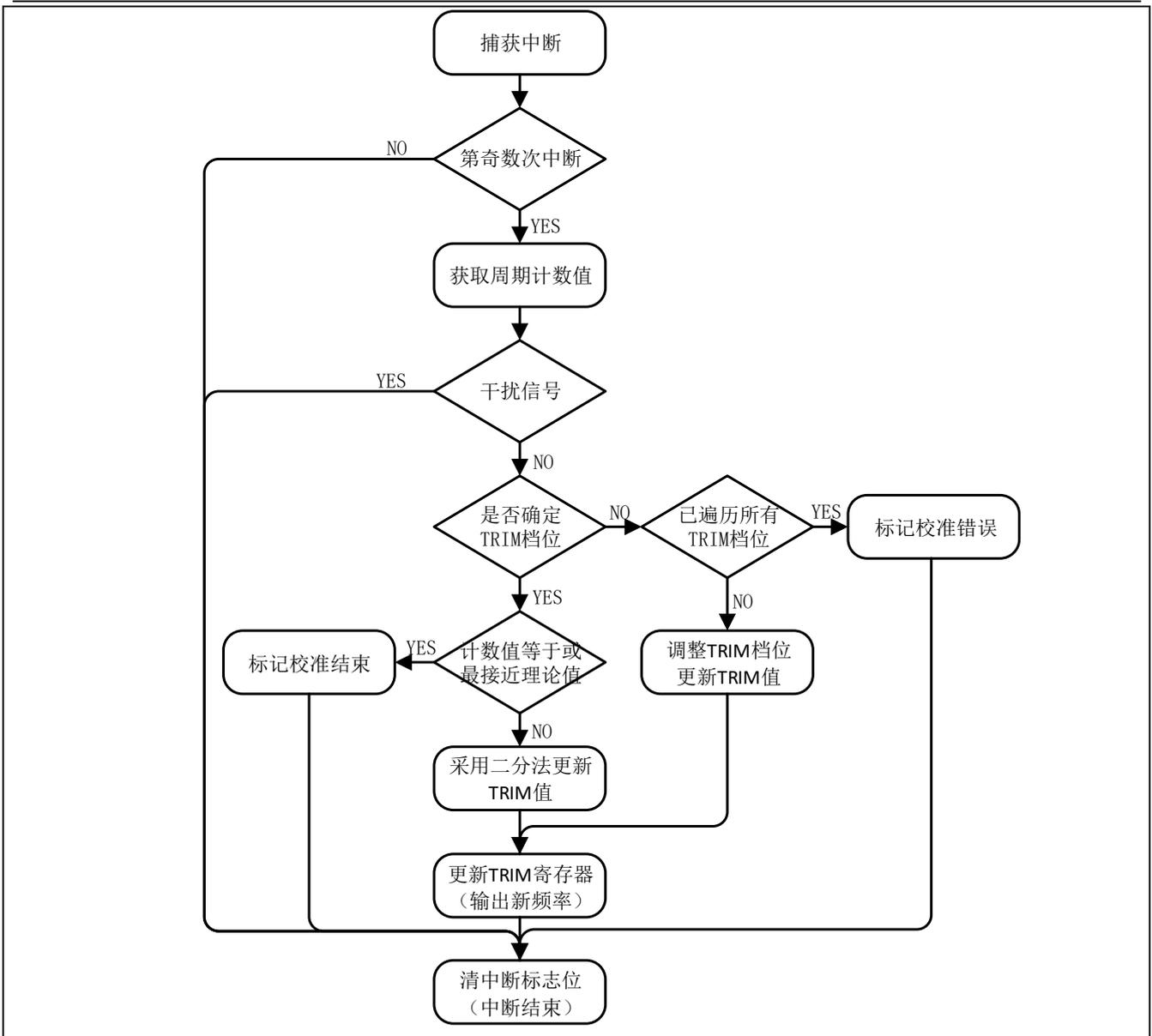


图 3: TIMER4 捕获中断中校准处理流程

## 4.2 频率校准工作原理

考虑到参考时钟频率比较低，本方案采用了 TIMER4 的捕获功能，使用 RCH 作为定时器计数时钟，捕获外部参考时钟从上升沿到上升沿（即一个周期）的计数值，并把计数值与理论计数值比较，不断调整 TRIM 值，使实际计数值与理论值相等或最接近。使用 TIMER4 模块时，需要注意以下几点：

- 为了保障校准精度，要求定时器对外部参考时钟一个周期的计数值应该在 1000 以上，即 RCH 待校准频率与外部参考时钟频率的比值应该大于 1000。

- TIMER4 是 16 位的计数器，最大值是 0xFFFF，注意周期计数时不能超过最大值，通过合理配置 HCLK 和 PCLK 的分频系数，可以有效避免。
- 捕获到一次周期计数值后 TIMER4 会产生捕获中断，中断中会比较计数值与理论值的差异，并修改 TRIM 值，从而调整 RCH 频率。注意，修改 TRIM 值后的下一次捕获中断的计数值是不准确的（期间 RCH 频率发生变化），所以要求捕获中断每间隔一次中断处理一次数据（调整 TRIM 值）。

## 4.3 代码介绍

### 4.3.1 三个需用户配置的宏定义

第一个宏定义 RCH\_CAL\_FREQ 是指待校准 RCH 时钟频率，频率范围 4MHz~24MHz。

第二个宏定义 EXT\_REF\_FREQ 是用于定义用户提供的外部参考时钟，频率范围 10Hz ~ (RCH\_CAL\_FREQ/1000)。

第三个宏定义 TRIM\_SAVE\_ADDR 用于指定 TRIM 保存地址，范围要求在 Flash 有效空间内。

### 4.3.2 状态显示

LED 指示灯接在端口 PE03 上，LED 有三种显示状态：指示灯闪烁代表当前正在校准中；指示灯常亮代表校准成功；指示灯熄灭代表校准失败。有些情况下，校验速度很快，可能不会看到指示灯闪烁，直接进入熄灭或常亮状态。

### 4.3.3 参考时钟输入

外部参考时钟接入端口 PA08，用户可以根据实际需求配置为其它端口，端口配置代码在函数 App\_PortInit() 中。

### 4.3.4 RCH 频率显示

当校验成功后，可以通过示波器连接 PA01 查看 RCH 校准后的频率。

## 4.4 TRIM 值查找方式介绍

### 4.4.1 TRIM 档位查找

首先确定当前待校验 RCH 频率在哪个 TRIM 档位，为了确保同频率优先使用右边档位，初始化时在 App\_RchCalInit()中配置 TRIM 值为最高档位的最小值，然后根据中断捕获值递减查找正确的档位。

### 4.4.2 TRIM 精确值查找

确定档位后，在该档位内，使用二分法查找，直到找到最接近标准 RCH 频率的 TRIM 值。

## 5 总结

以上章节简要介绍了华大半导体 MCU\*的 RCH 特殊频率校准方法，此方法是对时钟校准模块（CLKTRIM）的补充，在实际开发中用户可以根据自己的需要配置或者使用其它定时器模块实现此功能，也可以用同样方法实现对 RCL 特殊频率的校准。

RCH 输出频率受温度影响比较大，当使用环境温度波动比较大时，RCH 的精度可能无法满足客户的要求，可以使用如下两种方式避免：

- 采用 XTH 时钟替代内部 RCH 时钟。
- 通过 XTH 或外部标准时钟对 RCH 进行实时校准。

## 6 其他信息

技术支持信息：[www.hdsc.com.cn](http://www.hdsc.com.cn)

**\*支持型号见封面。**

## 7 版本信息 & 联系方式

| 日期         | 版本     | 修改记录    |
|------------|--------|---------|
| 2019-08-07 | Rev1.0 | 初版发布。   |
| 2020-08-27 | Rev1.1 | 调整文字描述。 |
|            |        |         |



---

如果您在购买与使用过程中有任何意见或建议，请随时与我们联系。

Email: [mcu@hdsc.com.cn](mailto:mcu@hdsc.com.cn)

网址: <http://www.hdsc.com.cn/mcu.htm>

通信地址: 上海市浦东新区张江镇中科路 1867 号 A 座 10 层

邮编: 201203

---

