

32 位微控制器

TIM3 逐波限流功能

应用笔记

Rev1.00 2025 年 1 月

适用对象

产品系列	产品型号	产品系列	产品型号
L 系列	HC32L130	F 系列	HC32F030
	HC32L136		HC32F072
	HC32L072		HC32F170
	HC32L073		HC32F176
	HC32L170		HC32F190
	HC32L176		HC32F196
	HC32L190		HC32F002
	HC32L196		HC32F052
	HC32L166		HC32F420
	HC32L186		

声 明

- ★ 小华半导体有限公司（以下简称：“XHSC”）保留随时更改、更正、增强、修改小华半导体产品和/或本档的权利，恕不另行通知。用户可在下单前获取最新相关信息。XHSC 产品依据购销基本合同中载明的销售条款和条件进行销售。
- ★ 客户应针对您的应用选择合适的 XHSC 产品，并设计、验证和测试您的应用，以确保您的应用满足相应标准以及任何安全、安保或其它要求。客户应对此独自承担全部责任。
- ★ XHSC 在此确认未以明示或暗示方式授予任何知识产权许可。
- ★ XHSC 产品的转售，若其条款与此处规定不同，XHSC 对此类产品的任何保修承诺无效。
- ★ 任何带有“®”或“™”标识的图形或字样是 XHSC 的商标。所有其他在 XHSC 产品上显示的产品或服务名称均为其各自所有者的财产。
- ★ 本通知中的信息取代并替换先前版本中的信息。

©2025 小华半导体有限公司 保留所有权利

目 录

适用对象	2
声 明	3
目 录	4
1 概述	5
2 TIM3 定时器的逐波限流功能	6
2.1 TIM3 定时器 PWM 的保护措施	6
2.2 逐波限流功能	6
2.3 逐波限流功能的配置	7
2.4 间隔周期为 0 的逐波限流	7
2.5 间隔周期为 1 的逐波限流	9
2.6 TIM012 的逐波限流功能	11
3 总结	12
4 参考样例及驱动	13
版本修订记录	14

1 概述

本文档主要介绍小华半导体的特定型号系列 MCU 的定时器 TIM3（ATIM3）的逐波限流（限压）功能。

2 TIM3 定时器的逐波限流功能

2.1 TIM3 定时器 PWM 的保护措施

TIM3 可以输出独立或互补的 PWM，当输出的 PWM 用于调制电流（电压）等电源应用，或控制电机驱动时，控制电路中会有紧急情况下关断 PWM（使定时器 PWM 引脚输出指定电平、改为高阻态等）的保护措施的需求。

根据紧急情况下关断 PWM 程度的不同，TIM3 的保护措施有两种：刹车和逐波限流（限压）。本文主要就逐波限流（限压）功能进行一些介绍。

2.2 逐波限流功能

所谓逐波限流，是指在电源或电机驱动电路的工作过程中，对电感电流或功率管桥驱电路进行实时监测，一旦电流超过设定的阈值，则在当前 PWM 周期内立即关闭 PWM 信号，直到下个事件更新 UEV 后再自动使能 PWM 输出，若电流信号一直超过阈值，则一直关闭 PWM 信号，直到被监测的电流恢复到阈值之下，则在下一个事件更新 UEV 后，PWM 重新恢复输出。如图 1 所示：

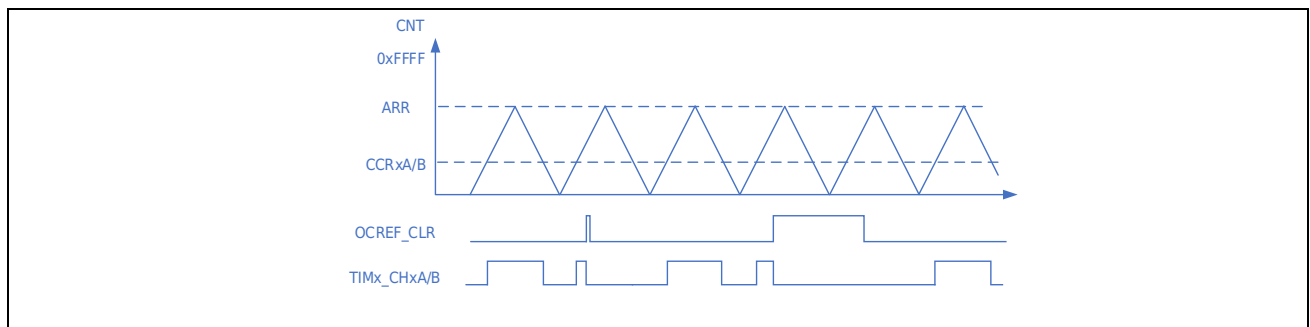


图 1 逐波限流原理

2.3 逐波限流功能的配置

TIM3 可以接收监测电路信号：

- VC 比较器输出的 REFCLR
- ETP 引脚的经滤波和相位选择之后的信号 ETFP

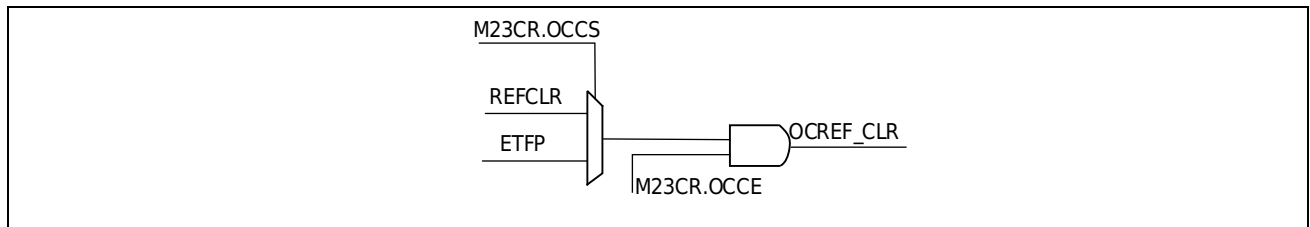


图 2 逐波限流信号

当监测到电流超过设定的阈值时，监测电路输出信号给 TIM3 的逐波限流功能接收端口，TIM3 会给出 OCREF_CLR 信号，当逐波限流功能使能时，当前周期的 PWM 输出被关闭，直到下个事件更新 UEV 后 PWM 开始恢复输出。

VC 的 OUT_CFG.TIM3RCLR 设置是否使能 REFCLR 信号到 TIM3。

OUT_CFG.INV_TIMER 决定 REFCLR 信号高电平有效 (OUT_CFG.INV_TIMER=0) 还是低电平有效 (OUT_CFG.INV_TIMER=1)。

FLTR.ETP 设置输入 ETR 端口输入的电平是高电平有效 (FLTR.ETP=0) 还是低电平有效 (FLTR.ETP=1)，FLTR.FLTET 设置 ETR 的滤波时间。

当 DTR.AOE=0, DTR.MOE=1 时，CR.OCCE 使能后，有效的 OCREF_CLR 信号可以将当前的 OCREFxy (x=0/1/2, y=A/B) 信号清零 (该清零动作在 FLTR.OCMyx>1 (x=0/1/2, y=A/B) 时有效)，OCREFxy 被清零后，相应的 PWM 输出也就被关闭，而 DTR.MOE 不会被清零。当 OCREF_CLR 信号失效后，下一个事件更新 UEV 后 PWM 继续输出。

一个事件更新 UEV 周期可以是一个 TIM3 定时器周期，或数个 TIM3 定时器周期，根据有效周期寄存器的配置而决定。

2.4 间隔周期为 0 的逐波限流

TIM3 输出独立或互补 PWM 时，都可以使用逐波限流功能。

以以下图示 1 号黄色通道和 2 号蓝色通道分别为 TIM3_CH0A 和 TIM3_CH0B, 3 号红色通道为 TIM3_ETR 引脚上的输入信号。程序中设置 OCREF_CLR 来自 ETFP，且为高有效，TIM3 为三角波模式。

当 TIM3 输出的独立 PWM 时，ETR 引脚上出现高电平脉冲时，TIM3_CH0A 和 TIM3_CH0B 在当前 PWM 周期内都被关闭，随后在下一个 PWM 周期自动恢复输出 (RCR 寄存器配置间隔周期为 0)。如图所示：

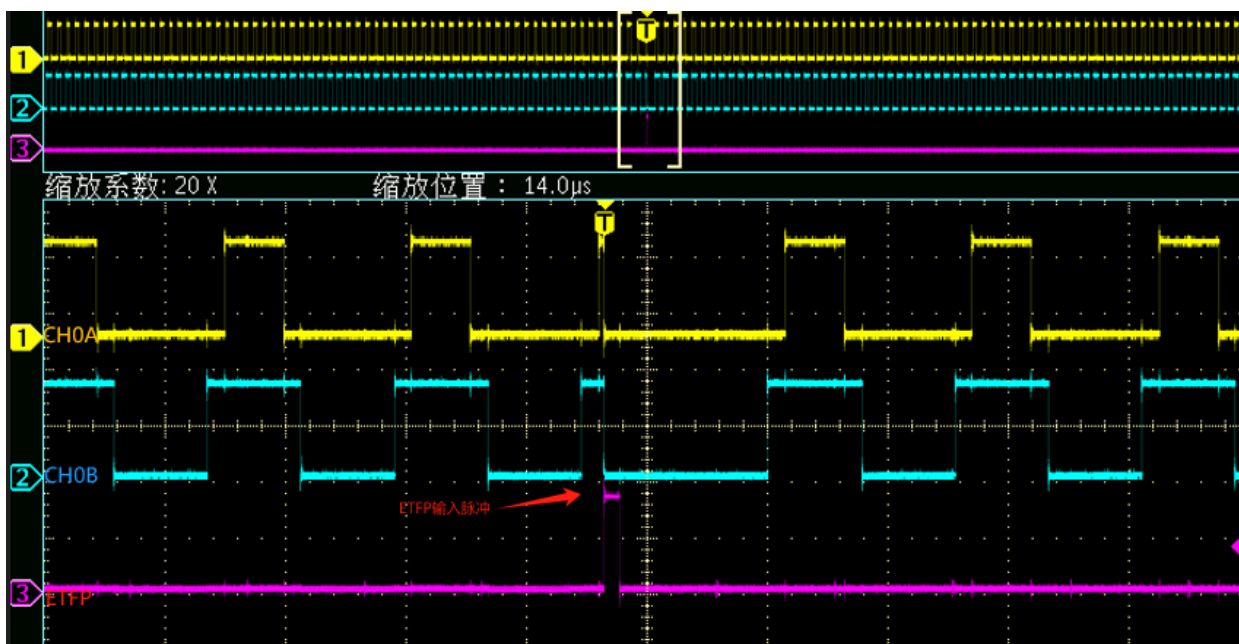


图 3 独立 PWM 的逐波限流

当 TIM3 配置为输出互补带死区的 PWM (高电平有效) 时, ETR 引脚上出现高电平脉冲时, TIM3_CH0A 输出 PWM 被关断输出低, TIM3_CH0B 输出 PWM 输出高电平。需要注意的是 TIM3_CH0A 因为 ETRP 高电平脉冲而关闭的同时, TIM3_CH0B 没有立即输出高电平, 而是等配置的死区时间之后输出高电平。

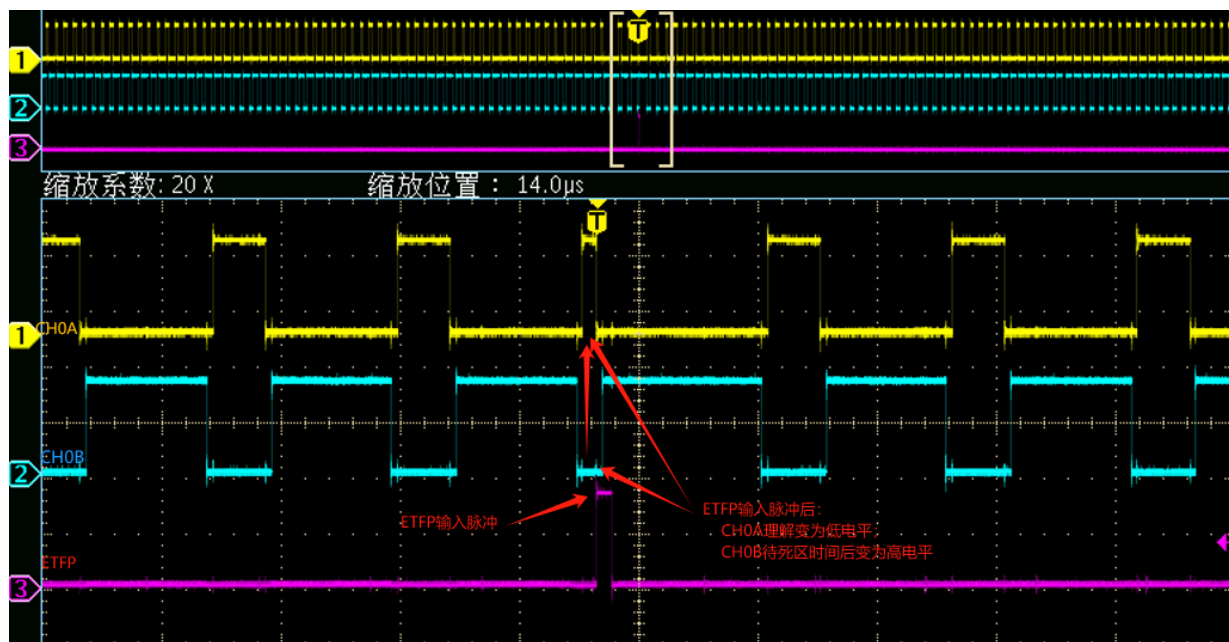


图 4 死区互补 PWM 的逐波限流

2.5 间隔周期为 1 的逐波限流

当 RCR 寄存器配置间隔周期为 1 时，事件更新 UEV 每 2 个定时器周期发生一次。由于各路输出的比较值设置了缓存功能，PWM 的占空比更改在事件更新 UEV 之后生效，因此 PWM 占空比的调制也变为每隔两个定时器周期。

如图 5 所示，TIM3_CH0A 的占空比原本为两两相同。当 ETFP 脉冲发生在第一个周期时，TIM3_CH0A 的输出即被关断，随后 TIM3_CH0B 输出高电平。TIM3_CH0A 关断的时间持续到第二个周期结束，直到发生下个事件更新 UEV 之后，PWM 恢复输出。

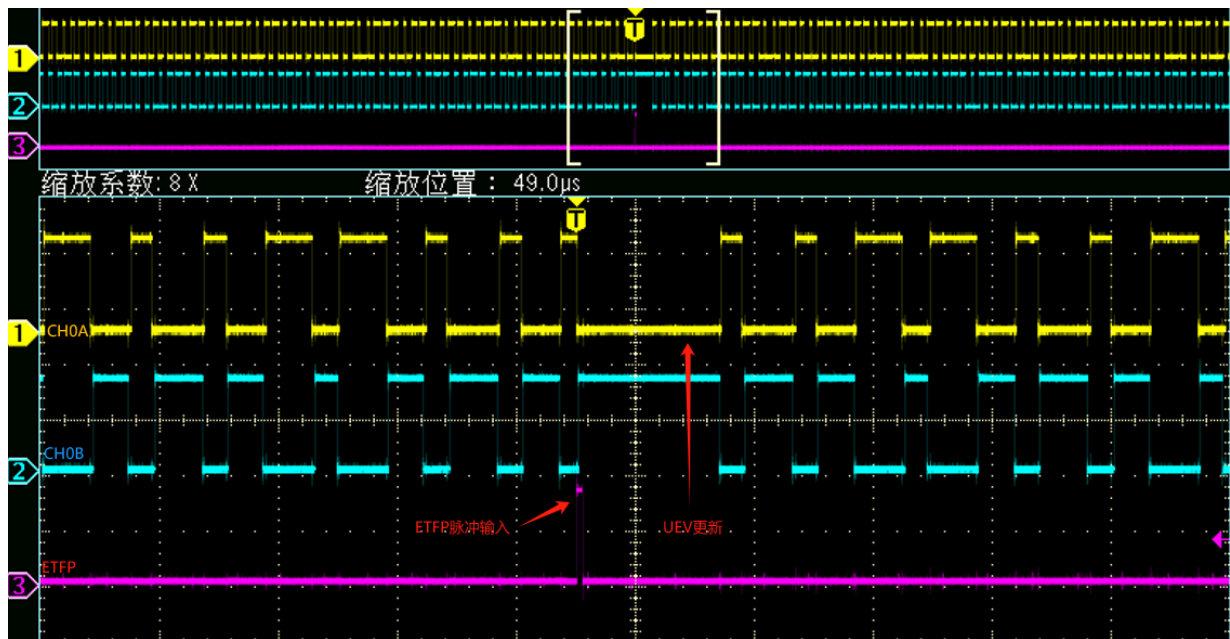


图 5 间隔周期为 1 的逐波限流 (1)

如果 ETFP 的脉冲发生在第二个定时器周期时，同样 TIM3_CH0A 的输出即被关断，随后 TIM3_CH0B 输出高电平。TIM3_CH0A 的关断时间持续到下一个事件更新 UEV，因为图 6 所示的关断时间明显要少于图 5。

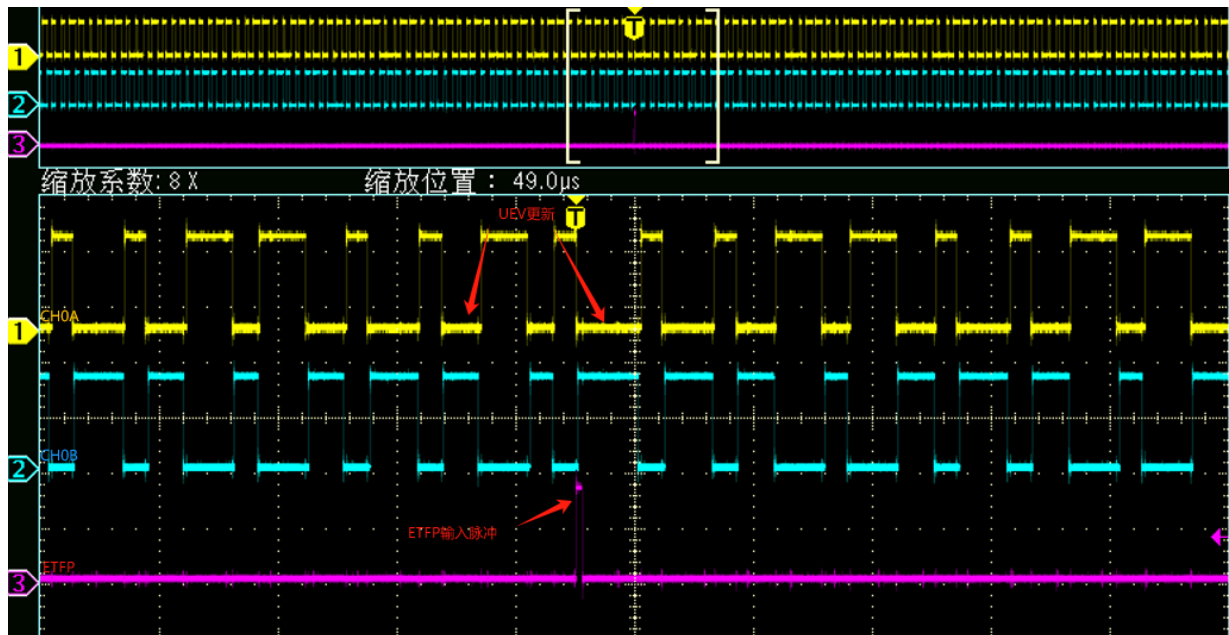


图 5 间隔周期为 1 的逐波限流 (2)

如果 ETFP 脉冲发生在第二个定时器周期末尾的 TIM3_CH0A 关闭期间，此时若 ETFP 的脉冲电平时间少于 TIM3_CH0A 的关闭时间，那么 PWM 在接下来的事件更新 UEV 之后恢复输出，从波形上观察似乎没 TIM3_CH0A 没有被关断。如图 6 所示：

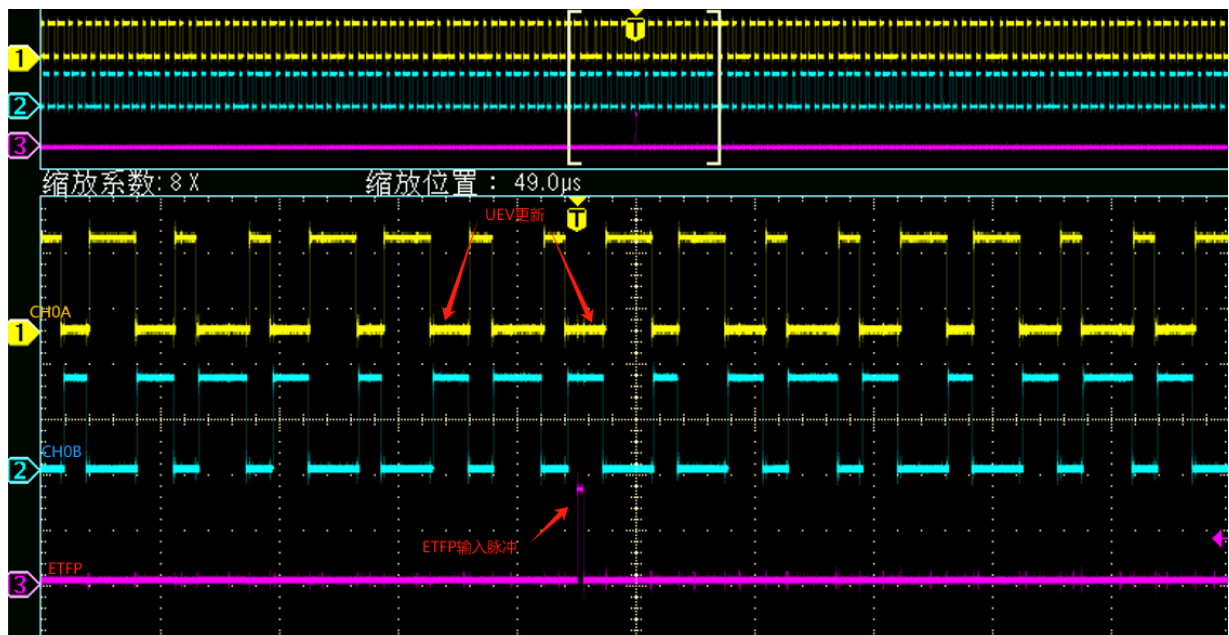


图 6 间隔周期为 1 的逐波限流 (3)

若 OCREF_CLR 的信号宽度跨越多个周期，那么 CHxA 的 PWM 信号会被关闭相同周期数，直到下一个事件更新 UEV 之后恢复输出。

2.6 TIM012 的逐波限流功能

TIM0/1/2 与 TIM3 相同，同样具有逐波限流功能。实现方式参考以上描述。

3 总结

以上章节简要介绍了小华半导体 MCU*的逐波限流功能的一些介绍。用户在实际的应用开发过程中，如果需要更深一步了解该模块的使用方法 & 操作事项，应以相应的用户手册为准。本章中提到的样例及驱动库，既可以作为用户进一步的实验 & 学习，也可以在实际开发中参考应用。

4 参考样例及驱动

相关 TIM3 模块最新的驱动和样例，请参考官网的对应 MCU 型号驱动库样例。

版本修订记录

版本号	修订日期	修订内容
Rev1.00	2025-1-20	初版发布。