



Gowin APB PIT IP

## 用户指南

IPUG1212-1.0, 2025/04/30

版权所有 © 2025 广东高云半导体科技股份有限公司

**GOWIN**高云, , Gowin 以及高云均为广东高云半导体科技股份有限公司注册商标, 本手册中提到的其他任何商标, 其所有权利属其拥有者所有。未经本公司书面许可, 任何单位和个人都不得擅自摘抄、复制、翻译本文档内容的部分或全部, 并不得以任何形式传播。

## 免责声明

本文档并未授予任何知识产权的许可, 并未以明示或暗示, 或以禁止反言或其它方式授予任何知识产权许可。除高云半导体在其产品的销售条款和条件中声明的责任之外, 高云半导体概不承担任何法律或非法律责任。高云半导体对高云半导体产品的销售和 / 或使用不作任何明示或暗示的担保, 包括对产品的特定用途适用性、适销性或对任何专利权、版权或其它知识产权的侵权责任等, 均不作担保。高云半导体对文档中包含的文字、图片及其它内容的准确性和完整性不承担任何法律或非法律责任, 高云半导体保留修改文档中任何内容的权利, 恕不另行通知。高云半导体不承诺对这些文档进行适时的更新。

版本信息

| 日期         | 版本  | 说明    |
|------------|-----|-------|
| 2025/04/30 | 1.0 | 初始版本。 |

# 目录

- 目录 ..... i
- 图目录..... iii
- 表目录..... iv
- 1 关于本手册 ..... 1**
  - 1.1 手册内容 ..... 1
  - 1.2 相关文档..... 1
  - 1.3 术语、缩略语 ..... 2
  - 1.4 技术支持与反馈..... 2
- 2 概述..... 3**
  - 2.1 介绍 ..... 3
  - 2.2 功能特性..... 3
  - 2.3 结构框图 ..... 4
  - 2.4 功能描述..... 4
  - 2.5 资源使用..... 5
- 3 信号描述 ..... 6**
- 4 界面配置 ..... 7**
- 5 编程模型 ..... 9**
  - 5.1 寄存器 ..... 9
    - 5.1.1 寄存器概述 ..... 9
    - 5.1.2 ID 和修订寄存器（0x00） ..... 10
    - 5.1.3 配置寄存器（0x10） ..... 10
    - 5.1.4 中断使能寄存器（0x14） ..... 10
    - 5.1.5 中断状态寄存器（0x18） ..... 11
    - 5.1.6 通道使能寄存器（0x1C） ..... 12
    - 5.1.7 通道 n 控制寄存器（0x20 + n \* 0x10） ..... 13
    - 5.1.8 通道 n 重载寄存器（0x24 + n \* 0x10） ..... 13
    - 5.1.9 通道 n 计数器寄存器（0x28 + n \* 0x10） ..... 14
  - 5.2 PWM 驱动函数..... 15

|                                      |           |
|--------------------------------------|-----------|
| 5.2.1 驱动函数概述 .....                   | 15        |
| 5.2.2 apb_pwm_get_capabilities ..... | 15        |
| 5.2.3 apb_pwm_initialize .....       | 15        |
| 5.2.4 apb_pwm_uninitialize .....     | 16        |
| 5.2.5 apb_pwm_power_control .....    | 16        |
| 5.2.6 apb_pwm_control .....          | 16        |
| 5.2.7 apb_pwm_set_freq .....         | 17        |
| 5.2.8 apb_pwm_output .....           | 17        |
| 5.2.9 apb_pwm_get_status .....       | 17        |
| 5.3 PIT 驱动函数 .....                   | 17        |
| 5.3.1 驱动函数概述 .....                   | 17        |
| 5.3.2 apb_pit_init .....             | 18        |
| 5.3.3 apb_pit_read .....             | 18        |
| 5.3.4 apb_pit_control .....          | 18        |
| 5.3.5 apb_pit_set_period .....       | 19        |
| 5.3.6 apb_pit_get_status .....       | 19        |
| 5.3.7 apb_pit_get_tick .....         | 19        |
| <b>6 编程序列 .....</b>                  | <b>20</b> |
| 6.1 使用通道 0 生成 2 个周期性中断 .....         | 20        |
| 6.2 生成 2 个对齐的 PMW 输出 .....           | 20        |
| 6.3 更改 PIT 模式 .....                  | 21        |
| <b>7 参考设计 .....</b>                  | <b>22</b> |

# 图目录

图 2-1 结构框图 ..... 4

图 4-1 界面配置 ..... 7

# 表目录

|                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------|----|
| 表 1-1 术语、缩略语 .....                                                        | 2  |
| 表 2-1 Gowin APB PIT IP 概述 .....                                           | 3  |
| 表 2-2 各种通道模式的有效设备 .....                                                   | 4  |
| 表 2-3 资源使用情况 .....                                                        | 5  |
| 表 3-1 信号描述 .....                                                          | 6  |
| 表 5-1 寄存器定义 .....                                                         | 9  |
| 表 5-2 ID 和修订寄存器 .....                                                     | 10 |
| 表 5-3 配置寄存器 .....                                                         | 10 |
| 表 5-4 中断使能寄存器 .....                                                       | 10 |
| 表 5-5 中断状态寄存器 .....                                                       | 11 |
| 表 5-6 通道使能寄存器 .....                                                       | 12 |
| 表 5-7 通道 0~3 控制寄存器 .....                                                  | 13 |
| 表 5-8 Reload Register for 32-bit Timer Mode (ChMode = 1) .....            | 13 |
| 表 5-9 Reload Register for 16-bit Timers Mode (ChMode = 2) .....           | 13 |
| 表 5-10 Reload Register for 8-bit Timers Mode (ChMode = 3) .....           | 14 |
| 表 5-11 Reload Register for PWM Mode (ChMode = 4) .....                    | 14 |
| 表 5-12 Reload Register for Mixed PWM/16-bit Timer Mode (ChMode = 6) ..... | 14 |
| 表 5-13 Reload Register for Mixed PWM/8-bit Timers Mode (ChMode = 7) ..... | 14 |
| 表 5-14 计数器寄存器 .....                                                       | 14 |
| 表 5-15 驱动函数定义 .....                                                       | 15 |
| 表 5-16 apb_pwm_get_capabilities 函数定义 .....                                | 15 |
| 表 5-17 apb_pwm_initialize 函数定义 .....                                      | 15 |
| 表 5-18 apb_pwm_uninitialize 函数定义 .....                                    | 16 |
| 表 5-19 apb_pwm_power_control 函数定义 .....                                   | 16 |
| 表 5-20 apb_pwm_control 函数定义 .....                                         | 16 |
| 表 5-21 Control Settings or Operations .....                               | 16 |
| 表 5-22 apb_pwm_set_freq 函数定义 .....                                        | 17 |
| 表 5-23 apb_pwm_output 函数定义 .....                                          | 17 |
| 表 5-24 apb_pwm_set_status 函数定义 .....                                      | 17 |

|                                          |    |
|------------------------------------------|----|
| 表 5-25 驱动函数定义 .....                      | 17 |
| 表 5-26 apb_pit_init 函数定义 .....           | 18 |
| 表 5-27 apb_pit_read 函数定义 .....           | 18 |
| 表 5-28 apb_pit_control 函数定义 .....        | 18 |
| 表 5-29 Mode Settings or Operations ..... | 18 |
| 表 5-30 apb_pit_set_period 函数定义 .....     | 19 |
| 表 5-31 apb_pit_get_status 函数定义 .....     | 19 |
| 表 5-32 apb_pit_get_tick 函数定义 .....       | 19 |
| 表 5-33 Mode Settings or Operations ..... | 19 |



# 1 关于本手册

## 1.1 手册内容

Gowin APB PIT IP 用户指南主要包含功能特性、结构框图、功能描述、信号描述、参数描述、界面配置、编程模型、编程序列、参考设计等内容，旨在帮助用户快速了解 APB PIT IP 的特性和使用方法。本手册中的软件界面截图参考的是 1.9.11.02 (64-bit) 版本，因软件版本升级，部分信息可能会略有差异，具体以用户软件版本的信息为准。

## 1.2 相关文档

通过登录高云半导体网站 [www.gowinsemi.com](http://www.gowinsemi.com) 可以下载、查看以下相关文档：

- [DS100, GW1N 系列 FPGA 产品数据手册](#)
- [DS117, GW1NR 系列 FPGA 产品数据手册](#)
- [DS821, GW1NS 系列 FPGA 产品数据手册](#)
- [DS861, GW1NSR 系列 FPGA 产品数据手册](#)
- [DS841, GW1NZ 系列 FPGA 产品数据手册](#)
- [DS961, GW2ANR 系列 FPGA 产品数据手册](#)
- [DS102, GW2A 系列 FPGA 产品数据手册](#)
- [DS226, GW2AR 系列 FPGA 产品数据手册](#)
- [DS971, GW2AN-18X & 9X 器件数据手册](#)
- [DS976, GW2AN-55 器件数据手册](#)
- [DS981, GW5AT 系列 FPGA 产品数据手册](#)
- [DS1103, GW5A 系列 FPGA 产品数据手册](#)
- [DS1239, GW5AST 系列 FPGA 产品数据手册](#)
- [DS1105, GW5AS 系列 FPGA 产品数据手册](#)
- [DS1108, GW5AR 系列 FPGA 产品数据手册](#)

- [DS1118, GW5ART 系列 FPGA 产品数据手册](#)
- [SUG100, Gowin 云源软件用户指南](#)

## 1.3 术语、缩略语

本手册中出现的相关术语、缩略语及相关释义如表 1-1 所示。

表 1-1 术语、缩略语

| 术语、缩略语 | 全称                                        | 含义         |
|--------|-------------------------------------------|------------|
| APB    | Advanced Peripheral Bus                   | 高级外围总线     |
| PIT    | Programmable Interval Timer               | 可编程间隔定时器   |
| PWM    | Pulse Width Modulators                    | 脉冲宽度调制器    |
| AMBA   | Advanced Microcontroller Bus Architecture | 高级微控制器总线架构 |
| FPGA   | Field Programmable Gate Array             | 现场可编程门阵列   |
| IP     | Intellectual Property                     | 知识产权       |

## 1.4 技术支持与反馈

高云半导体提供全方位技术支持，在使用过程中如有任何疑问，可直接与公司联系：

网址：[www.gowinsemi.com.cn](http://www.gowinsemi.com.cn)

E-mail: [support@gowinsemi.com](mailto:support@gowinsemi.com)

Tel: +86 755 8262 0391

# 2 概述

## 2.1 介绍

Gowin APB PIT IP 是一组紧凑型多功能定时器，既可以用作 PWM，也可以作为简单的定时器。

**表 2-1 Gowin APB PIT IP 概述**

| Gowin APB PIT IP |                                |
|------------------|--------------------------------|
| 逻辑资源             | 参见表 2-3                        |
| 交付文件             |                                |
| 设计文件             | Verilog(encrypted)             |
| 参考设计             | Verilog                        |
| TestBench        | Verilog                        |
| 测试设计流程           |                                |
| 综合软件             | GowinSynthesis                 |
| 应用软件             | Gowin Software（V1.9.11.02 及以上） |

注！

可登录[高云半导体网站](#)查看芯片支持信息。

## 2.2 功能特性

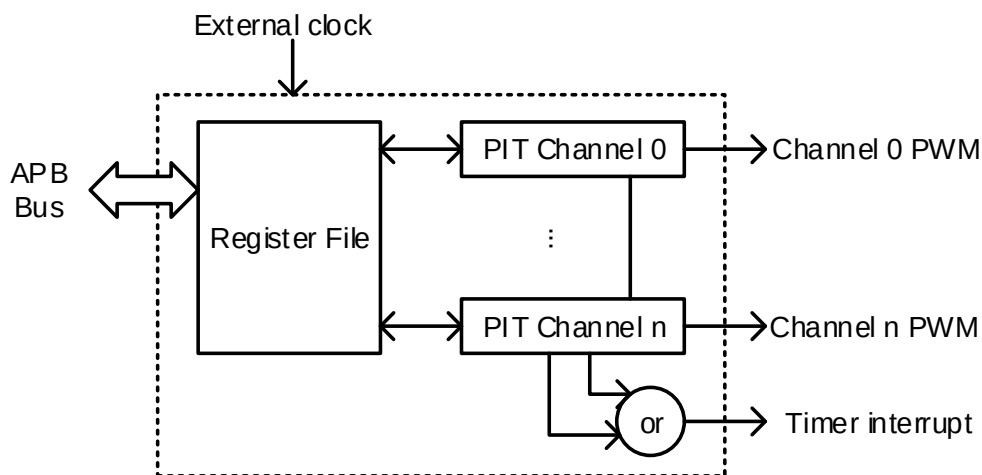
Gowin APB PIT IP 主要包含以下功能特性：

- 支持 AMBA 2.0 APB 总线协议规范
- 支持多达 4 个多功能定时器
- 每个多功能定时器可以提供 6 种应用场景（定时器和 PWM 的组合）
- 可编程的定时器时钟源
- 定时器可以外部暂停

## 2.3 结构框图

Gowin APB PIT IP 结构框图如图 2-1 所示。

图 2-1 结构框图



## 2.4 功能描述

Gowin APB PIT IP 支持多达 4 个 PIT 通道, 每个 PIT 通道都是一个多功能的定时器, 可以提供 6 种应用场景:

- 1 个 32-bit 定时器
- 2 个 16-bit 定时器
- 4 个 8-bit 定时器
- 1 个 16-bit PWM
- 1 个 16-bit 定时器和 1 个 8-bit PWM
- 2 个 8-bit 定时器和 1 个 8-bit PWM

一个 n-bit 定时器表示该定时器包含一个 n-bit 计数器, 用于产生周期性中断。一个 n-bit PWM 表示 PWM 包含两个 n-bit 计数器, 用于产生具有可编程占空比的周期性方波。计数器的位数越多, 支持的周期就越长。

各种相应通道模式的有效设备如表 2-2 所示。

表 2-2 各种通道模式的有效设备

| Channel Mode | 32-bit Timer   | 16-bit Timers  | 8-bit Timers  | PWM | Mixed PWM/16-bit Timer | Mixed PWM/8-bit Timers |
|--------------|----------------|----------------|---------------|-----|------------------------|------------------------|
| -            | 32-bit Timer 0 | 16-bit Timer 0 | 8-bit Timer 0 | -   | 16-bit Timer 0         | 8-bit Timer 0          |
| -            | -              | 16-bit Timer 1 | 8-bit Timer 1 | -   | -                      | 8-bit Timer 1          |
| -            | -              | -              | 8-bit Timer 2 | -   | -                      | -                      |
| -            | -              | -              | 8-bit Timer 3 | -   | -                      | -                      |

| Channel Mode | 32-bit Timer | 16-bit Timers | 8-bit Timers | PWM        | Mixed PWM/16-bit Timer | Mixed PWM/8-bit Timers |
|--------------|--------------|---------------|--------------|------------|------------------------|------------------------|
| -            | -            | -             | -            | 16-bit PWM | 8-bit PWM              | 8-bit PWM              |

## 2.5 资源使用

通过 Verilog 语言实现 Gowin APB PIT IP。因使用器件的密度、速度和等级不同，其性能和资源使用情况可能不同。以高云 GW5AT 系列 FPGA 为例，Gowin APB PIT IP 资源使用情况如表 2-3 所示。

表 2-3 资源使用情况

| 器件系列  | 资源       | 资源使用 | 配置                    |
|-------|----------|------|-----------------------|
| GW5AT | Logic    | 764  | PIT Channel Number: 4 |
|       | Register | 333  |                       |
|       | BSRAM    | 0    |                       |

# 3 信号描述

Gowin APB PIT IP 的信号描述如表 3-1 所示。

表 3-1 信号描述

| 信号        | 方向     | 位宽     | 描述                                                                                                                                                        |
|-----------|--------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ch0_pwm   | output | 1      | Channel 0 PWM output                                                                                                                                      |
| ch0_pwmoe | output | 1      | Channel 0 PWM output enable                                                                                                                               |
| ch1_pwm   | output | 1      | Channel 1 PWM output                                                                                                                                      |
| ch1_pwmoe | output | 1      | Channel 1 PWM output enable                                                                                                                               |
| ch2_pwm   | output | 1      | Channel 2 PWM output                                                                                                                                      |
| ch2_pwmoe | output | 1      | Channel 2 PWM output enable                                                                                                                               |
| ch3_pwm   | output | 1      | Channel 3 PWM output                                                                                                                                      |
| ch3_pwmoe | output | 1      | Channel 3 PWM output enable                                                                                                                               |
| extclk    | input  | 1      | External counting reference signal<br>extclk frequency must be 3 times slower than pclk                                                                   |
| pit_pause | input  | 1      | Timer pause<br>This signal pauses timers and suspends all timer/PWM activities.                                                                           |
| pit_intr  | output | 1      | Timer interrupt                                                                                                                                           |
| paddr     | input  | [6:2]  | APB address bus                                                                                                                                           |
| pclk      | input  | 1      | APB clock, used to time all the bus transfers                                                                                                             |
| penable   | input  | 1      | APB enable signal                                                                                                                                         |
| presetn   | input  | 1      | APB reset signal (Active-Low)                                                                                                                             |
| psel      | input  | 1      | APB select signal<br>When set to 1, this signal indicates that the slave device has been selected by the APB bridge and that a data transfer is required. |
| pwdata    | input  | [31:0] | APB write data bus                                                                                                                                        |
| pwrite    | input  | 1      | APB transfer direction signal<br>This signal indicates a write access when high and a read access when low.                                               |
| prdata    | output | [31:0] | APB read data bus                                                                                                                                         |
| pready    | output | 1      | APB ready signal                                                                                                                                          |
| pslverr   | output | 1      | APB slave error signal                                                                                                                                    |

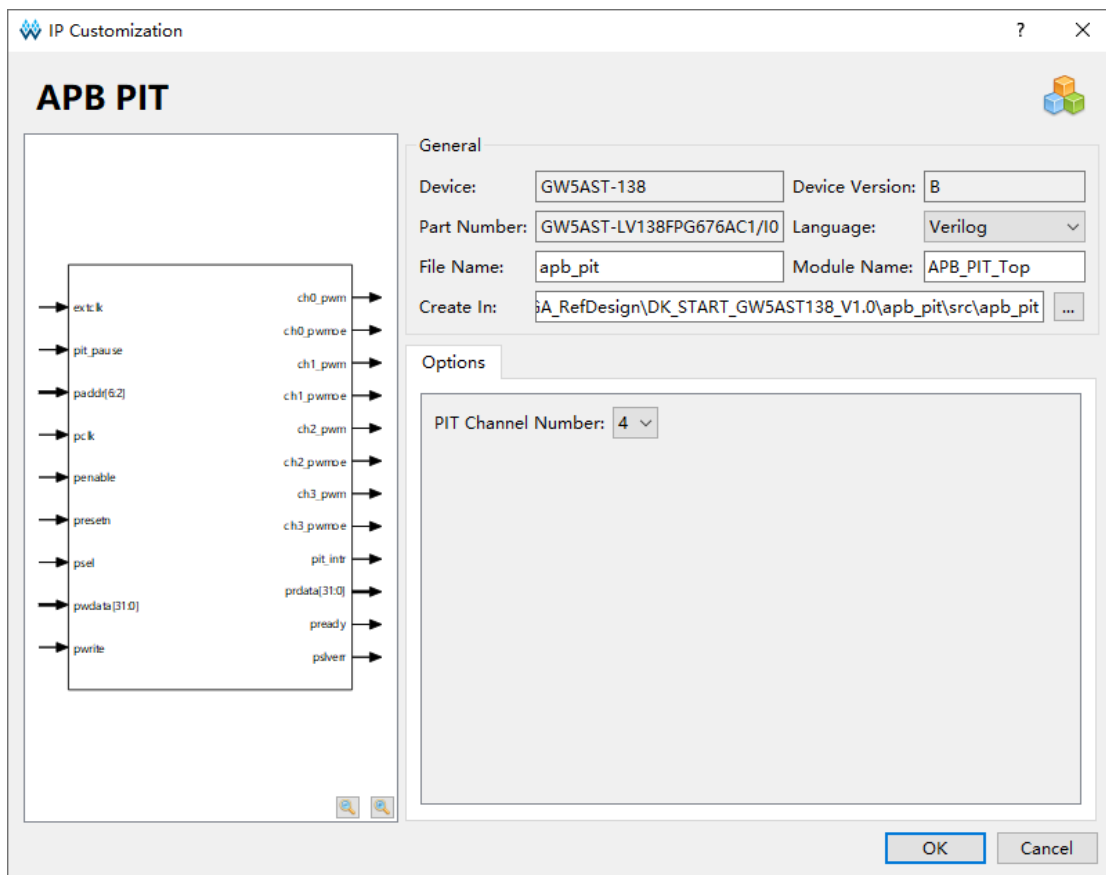
# 4 界面配置

用户可以在高云半导体云源软件的 IP Core Generator 工具，调用并配置 APB PIT IP。

选择菜单栏“Tool > IP Core Generator”或工具栏“”，打开“IP Core Generator”，IP 列表中选择“Soft IP Core > Microprocessor System > Peripheral > APB PIT 1.0”。

Gowin APB PIT IP 界面配置如图 4-1 所示。

图 4-1 界面配置



Gowin APB PIT IP 选项配置描述如下：

- 5.1.1 PIT Channel Number: Gowin APB PIT 通道的数量, 取值范围为 1 - 4, 默认值为 4。



# 5编程模型

## 5.1 寄存器

### 5.1.1 寄存器概述

Gowin APB PIT 的寄存器定义如表 5-1 所示。Gowin APB PIT 寄存器定义位于...\lib\driver\apb\_pit.h。

表 5-1 寄存器定义

| 地址偏移      | 名称        | 描述          |
|-----------|-----------|-------------|
| 0x00      | IDREV     | ID 和修订寄存器   |
| 0x04~0x0C | -         | 保留          |
| 0x10      | CFG       | 配置寄存器       |
| 0x14      | INTEN     | 中断使能寄存器     |
| 0x18      | INTST     | 中断状态寄存器     |
| 0x1C      | CHNEN     | 通道使能寄存器     |
| 0x20      | Ch0Ctrl   | 通道 0 控制寄存器  |
| 0x24      | Ch0Reload | 通道 0 重载寄存器  |
| 0x28      | Ch0Cntr   | 通道 0 计数器寄存器 |
| 0x2C      | -         | 保留          |
| 0x30      | Ch1Ctrl   | 通道 1 控制寄存器  |
| 0x34      | Ch1Reload | 通道 1 重载寄存器  |
| 0x38      | Ch1Cntr   | 通道 1 计数器寄存器 |
| 0x3C      | -         | 保留          |
| 0x40      | Ch2Ctrl   | 通道 2 控制寄存器  |
| 0x44      | Ch2Reload | 通道 2 重载寄存器  |
| 0x48      | Ch2Cntr   | 通道 2 计数器寄存器 |
| 0x4C      | -         | 保留          |
| 0x50      | Ch3Ctrl   | 通道 3 控制寄存器  |
| 0x54      | Ch3Reload | 通道 3 重载寄存器  |
| 0x58      | Ch3Cntr   | 通道 3 计数器寄存器 |

| 地址偏移 | 名称 | 描述 |
|------|----|----|
| 0x5C | -  | 保留 |

以下各节详细描述 Gowin APB PIT IP 寄存器定义。

寄存器类型缩略语概括如下：

- RO: Read-only
- R/W: Readable and writable
- W1C: Write 1 to clear

### 5.1.2 ID 和修订寄存器（0x00）

ID 和修订寄存器用于保存 ID 和修订编号，初始值依赖于所用版本。ID 和修订寄存器定义如表 5-2 所示。

表 5-2 ID 和修订寄存器

| Name     | Bit   | Type | Description           | Reset              |
|----------|-------|------|-----------------------|--------------------|
| ID       | 31:12 | RO   | ID number for PIT     | 0x00004            |
| RevMajor | 11:4  | RO   | Major revision number | Revision Dependent |
| RevMinor | 3:0   | RO   | Minor revision number | Revision Dependent |

### 5.1.3 配置寄存器（0x10）

配置寄存器定义如表 5-3 所示。

表 5-3 配置寄存器

| Name  | Bit  | Type | Description            | Reset                   |
|-------|------|------|------------------------|-------------------------|
| -     | 31:3 | -    | Reserved               | -                       |
| NumCh | 2:0  | RO   | Number of PIT channels | Configuration dependent |

### 5.1.4 中断使能寄存器（0x14）

中断使能寄存器定义如表 5-4 所示。

表 5-4 中断使能寄存器

| Name      | Bit   | Type | Description                        | Reset |
|-----------|-------|------|------------------------------------|-------|
| -         | 31:16 | -    | Reserved                           | -     |
| Ch3Int3En | 15    | R/W  | Channel 3 Timer 3 interrupt enable | 0x0   |
| Ch3Int2En | 14    | R/W  | Channel 3 Timer 2 interrupt enable | 0x0   |
| Ch3Int1En | 13    | R/W  | Channel 3 Timer 1 interrupt enable | 0x0   |
| Ch3Int0En | 12    | R/W  | Channel 3 Timer 0 interrupt enable | 0x0   |
| Ch2Int3En | 11    | R/W  | Channel 2 Timer 3 interrupt enable | 0x0   |
| Ch2Int2En | 10    | R/W  | Channel 2 Timer 2 interrupt enable | 0x0   |
| Ch2Int1En | 9     | R/W  | Channel 2 Timer 1 interrupt enable | 0x0   |
| Ch2Int0En | 8     | R/W  | Channel 2 Timer 0 interrupt enable | 0x0   |

| Name      | Bit | Type | Description                                                   | Reset |
|-----------|-----|------|---------------------------------------------------------------|-------|
| Ch1Int3En | 7   | R/W  | Channel 1 Timer 3 interrupt enable                            | 0x0   |
| Ch1Int2En | 6   | R/W  | Channel 1 Timer 2 interrupt enable                            | 0x0   |
| Ch1Int1En | 5   | R/W  | Channel 1 Timer 1 interrupt enable                            | 0x0   |
| Ch1Int0En | 4   | R/W  | Channel 1 Timer 0 interrupt enable                            | 0x0   |
| Ch0Int3En | 3   | R/W  | Channel 0 Timer 3 interrupt enable                            | 0x0   |
| Ch0Int2En | 2   | R/W  | Channel 0 Timer 2 interrupt enable                            | 0x0   |
| Ch0Int1En | 1   | R/W  | Channel 0 Timer 1 interrupt enable                            | 0x0   |
| Ch0Int0En | 0   | R/W  | Channel 0 Timer 0 interrupt enable<br>0: Disable<br>1: Enable | 0x0   |

### 5.1.5 中断状态寄存器（0x18）

中断状态寄存器定义如表 5-5 所示。

表 5-5 中断状态寄存器

| Name    | Bit   | Type | Description                                                              | Reset |
|---------|-------|------|--------------------------------------------------------------------------|-------|
| -       | 31:16 | -    | Reserved                                                                 | -     |
| Ch3Int3 | 15    | W1C  | Channel 3 Timer 3 interrupt status                                       | 0x0   |
| Ch3Int2 | 14    | W1C  | Channel 3 Timer 2 interrupt status                                       | 0x0   |
| Ch3Int1 | 13    | W1C  | Channel 3 Timer 1 interrupt status                                       | 0x0   |
| Ch3Int0 | 12    | W1C  | Channel 3 Timer 0 interrupt status                                       | 0x0   |
| Ch2Int3 | 11    | W1C  | Channel 2 Timer 3 interrupt status                                       | 0x0   |
| Ch2Int2 | 10    | W1C  | Channel 2 Timer 2 interrupt status                                       | 0x0   |
| Ch2Int1 | 9     | W1C  | Channel 2 Timer 1 interrupt status                                       | 0x0   |
| Ch2Int0 | 8     | W1C  | Channel 2 Timer 0 interrupt status                                       | 0x0   |
| Ch1Int3 | 7     | W1C  | Channel 1 Timer 3 interrupt status                                       | 0x0   |
| Ch1Int2 | 6     | W1C  | Channel 1 Timer 2 interrupt status                                       | 0x0   |
| Ch1Int1 | 5     | W1C  | Channel 1 Timer 1 interrupt status                                       | 0x0   |
| Ch1Int0 | 4     | W1C  | Channel 1 Timer 0 interrupt status                                       | 0x0   |
| Ch0Int3 | 3     | W1C  | Channel 0 Timer 3 interrupt status<br>0: No effect<br>1: Timer 3 time up | 0x0   |
| Ch0Int2 | 2     | W1C  | Channel 0 Timer 2 interrupt status<br>0: No effect<br>1: Timer 2 time up | 0x0   |
| Ch0Int1 | 1     | W1C  | Channel 0 Timer 1 interrupt status<br>0: No effect<br>1: Timer 1 time up | 0x0   |
| Ch0Int0 | 0     | W1C  | Channel 0 Timer 0 interrupt status<br>0: No effect<br>1: Timer 0 time up | 0x0   |

## 5.1.6 通道使能寄存器 (0x1C)

通道使能寄存器定义如表 5-6 所示。

表 5-6 通道使能寄存器

| Name                | Bit   | Type | Description                                                                              | Reset |
|---------------------|-------|------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| -                   | 31:16 | -    | Reserved                                                                                 | -     |
| Ch3TMR3En/Ch3PWMEEn | 15    | R/W  | ChMode = 1, 2, 3<br>Channel 3 Timer 3 enable<br>ChMode = 4, 6, 7<br>Channel 3 PWM enable | 0x0   |
| Ch3TMR2En           | 14    | R/W  | Channel 3 Timer 2 enable                                                                 | 0x0   |
| Ch3TMR1En           | 13    | R/W  | Channel 3 Timer 1 enable                                                                 | 0x0   |
| Ch3TMR0En           | 12    | R/W  | Channel 3 Timer 0 enable                                                                 | 0x0   |
| Ch2TMR3En/Ch2PWMEEn | 11    | R/W  | ChMode = 1, 2, 3<br>Channel 2 Timer 3 enable<br>ChMode = 4, 6, 7<br>Channel 2 PWM enable | 0x0   |
| Ch2TMR2En           | 10    | R/W  | Channel 2 Timer 2 enable                                                                 | 0x0   |
| Ch2TMR1En           | 9     | R/W  | Channel 2 Timer 1 enable                                                                 | 0x0   |
| Ch2TMR0En           | 8     | R/W  | Channel 2 Timer 0 enable                                                                 | 0x0   |
| Ch1TMR3En/Ch1PWMEEn | 7     | R/W  | ChMode = 1, 2, 3<br>Channel 1 Timer 3 enable<br>ChMode = 4, 6, 7<br>Channel 1 PWM enable | 0x0   |
| Ch1TMR2En           | 6     | R/W  | Channel 1 Timer 2 enable                                                                 | 0x0   |
| Ch1TMR1En           | 5     | R/W  | Channel 1 Timer 1 enable                                                                 | 0x0   |
| Ch1TMR0En           | 4     | R/W  | Channel 1 Timer 0 enable                                                                 | 0x0   |
| Ch0TMR3En/Ch0PWMEEn | 3     | R/W  | ChMode = 1, 2, 3<br>Channel 0 Timer 3 enable<br>ChMode = 4, 6, 7<br>Channel 0 PWM enable | 0x0   |
| Ch0TMR2En           | 2     | R/W  | Channel 0 Timer 2 enable                                                                 | 0x0   |
| Ch0TMR1En           | 1     | R/W  | Channel 0 Timer 1 enable                                                                 | 0x0   |
| Ch0TMR0En           | 0     | R/W  | Channel 0 Timer 0 enable<br>0: Disable<br>1: Enable                                      | 0x0   |

注！

如果对应的通道不存在或不是该通道模式下的有效设备，则定时器或 PWM 不能启用。例如，当通道 0 设置为 32 位定时器模式时，通道 0 的定时器 1 不能启用。

### 5.1.7 通道 n 控制寄存器 (0x20 + n \* 0x10)

通道 0~3 控制寄存器定义如表 5-7 所示。

表 5-7 通道 0~3 控制寄存器

| Name    | Bit  | Type | Description                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Reset |
|---------|------|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| -       | 31:5 | -    | Reserved                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | -     |
| PWMPark | 4    | R/W  | PWM park value. When this channel is disabled, this bit reflects the output of PWM and writing to it will change the output of PWM. The value of this bit also governs how the PWM waveform is generated when this channel is enabled.<br>0: the PWM output is LOW when the channel is disabled; the low-period PWM counter will be counted first before toggling the output to HIGH and counting the high-period PWM counter when this channel is enabled.<br>1: the PWM output is HIGH when the channel is disabled; the high-period PWM counter will be counted first before toggling the output to LOW and counting the low-period PWM counter when this channel is enabled. | 0x0   |
| ChClk   | 3    | R/W  | Channel clock source:<br>0: External clock<br>1: APB clock                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 0x0   |
| ChMode  | 2:0  | R/W  | Channel mode:<br>0: Reserved<br>1: 32-bit timer<br>2: 16-bit timers<br>3: 8-bit timers<br>4: PWM<br>5: Reserved<br>6: Mixed PWM/16-bit timer<br>7: Mixed PWM/8-bit timers                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 0x0   |

### 5.1.8 通道 n 重载寄存器 (0x24 + n \* 0x10)

重载寄存器，用于保存 PWM/定时器的计数器初始/重载的值，依赖于通道模式。PWM/定时器的周期等于重载的值加 1，例如 32 位定时器模式，每 (TMR32\_0 + 1) 周期产生一次定时中断。PWM 模式，最高周期为 (PWM16\_Hi + 1) 周期，最低周期为 (PWM16\_Lo + 1) 周期。

表 5-8、表 5-9、表 5-10、表 5-11、表 5-12、表 5-13 描述了重载寄存器的定义。

表 5-8 Reload Register for 32-bit Timer Mode (ChMode = 1)

| Name    | Bit  | Type | Description                     | Reset |
|---------|------|------|---------------------------------|-------|
| TMR32_0 | 31:0 | R/W  | Reload value for 32-bit Timer 0 | 0x0   |

表 5-9 Reload Register for 16-bit Timers Mode (ChMode = 2)

| Name    | Bit   | Type | Description                     | Reset |
|---------|-------|------|---------------------------------|-------|
| TMR16_1 | 31:16 | R/W  | Reload value for 16-bit Timer 1 | 0x0   |

| Name    | Bit  | Type | Description                     | Reset |
|---------|------|------|---------------------------------|-------|
| TMR16_0 | 15:0 | R/W  | Reload value for 16-bit Timer 0 | 0x0   |

表 5-10 Reload Register for 8-bit Timers Mode (ChMode = 3)

| Name   | Bit   | Type | Description                    | Reset |
|--------|-------|------|--------------------------------|-------|
| TMR8_3 | 31:24 | R/W  | Reload value for 8-bit Timer 3 | 0x0   |
| TMR8_2 | 23:16 | R/W  | Reload value for 8-bit Timer 2 | 0x0   |
| TMR8_1 | 15:8  | R/W  | Reload value for 8-bit Timer 1 | 0x0   |
| TMR8_0 | 7:0   | R/W  | Reload value for 8-bit Timer 0 | 0x0   |

表 5-11 Reload Register for PWM Mode (ChMode = 4)

| Name     | Bit   | Type | Description                      | Reset |
|----------|-------|------|----------------------------------|-------|
| PWM16_Hi | 31:16 | R/W  | Reload value for PWM high period | 0x0   |
| PWM16_Lo | 15:0  | R/W  | Reload value for PWM low period  | 0x0   |

表 5-12 Reload Register for Mixed PWM/16-bit Timer Mode (ChMode = 6)

| Name    | Bit   | Type | Description                      | Reset |
|---------|-------|------|----------------------------------|-------|
| PWM8_Hi | 31:24 | R/W  | Reload value for PWM high period | 0x0   |
| PWM8_Lo | 23:16 | R/W  | Reload value for PWM low period  | 0x0   |
| TMR16_0 | 15:0  | R/W  | Reload value for 16-bit Timer 0  | 0x0   |

表 5-13 Reload Register for Mixed PWM/8-bit Timers Mode (ChMode = 7)

| Name    | Bit   | Type | Description                      | Reset |
|---------|-------|------|----------------------------------|-------|
| PWM8_Hi | 31:24 | R/W  | Reload value for PWM high period | 0x0   |
| PWM8_Lo | 23:16 | R/W  | Reload value for PWM low period  | 0x0   |
| TMR8_1  | 15:8  | R/W  | Reload value for 8-bit Timer 1   | 0x0   |
| TMR8_0  | 7:0   | R/W  | Reload value for 8-bit Timer 0   | 0x0   |

### 5.1.9 通道 n 计数器寄存器 (0x28 + n \* 0x10)

通道 n 计数器寄存器, 指示下一个定时器中断或 PWM 翻转的剩余周期。与重载寄存器类似, 计数器寄存器的位定义也是根据通道模式而不同。

通道 n 计数器寄存器定义如表 5-14 所示。

表 5-14 计数器寄存器

| Name    | Bit  | Type | Description                                                                                                                              | Reset |
|---------|------|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Counter | 31:0 | RO   | The counter for the counting of Timer/PWM<br>Refer to table 6-8 ~ table 6-13 for the field definitions with respect to the channel mode. | 0x0   |

## 5.2 PWM 驱动函数

### 5.2.1 驱动函数概述

PWM 驱动函数定义如表 5-15 所示。PWM 驱动函数定义位于...\\lib\\driver\\apb\_pwm\_driver.h 和 apb\_pwm\_driver.c。

**表 5-15 驱动函数定义**

| 驱动函数                     | 描述                   |
|--------------------------|----------------------|
| apb_pwm_get_capabilities | 获取 PWM 驱动的功能信息       |
| apb_pwm_initialize       | 初始化 PWM 接口           |
| apb_pwm_uninitialize     | 卸载 PWM 接口            |
| apb_pwm_power_control    | 指定 PWM 接口的功耗模式       |
| apb_pwm_control          | 配置 PWM 接口的设置，执行指定的操作 |
| apb_pwm_set_freq         | 设置 PWM 频率            |
| apb_pwm_output           | 根据设定的占空比开启 PWM 输出    |
| apb_pwm_get_status       | 获取 PWM 接口的状态         |

以下各节详细描述 PWM 的驱动函数定义。

### 5.2.2 apb\_pwm\_get\_capabilities

apb\_pwm\_get\_capabilities 函数定义表 5-16 所示。

**表 5-16 apb\_pwm\_get\_capabilities 函数定义**

|     |                                                     |
|-----|-----------------------------------------------------|
| 原型  | APB_PWM_CAPABILITIES apb_pwm_get_capabilities(void) |
| 描述  | 获取 PWM 驱动的功能信息                                      |
| 参数  | 无                                                   |
| 返回值 | PWM 驱动的功能信息                                         |

### 5.2.3 apb\_pwm\_initialize

apb\_pwm\_initialize 函数定义如表 5-17 所示。

**表 5-17 apb\_pwm\_initialize 函数定义**

|     |                                                        |
|-----|--------------------------------------------------------|
| 原型  | int apb_pwm_initialize(APB_PWM_SignalEvent_t cb_event) |
| 描述  | 初始化 PWM 接口                                             |
| 参数  | cb_event: 指向 APB_PWM_SignalEvent 回调函数的指针               |
| 返回值 | 如果发生执行错误，返回一个负值                                        |

## 5.2.4 apb\_pwm\_uninitialize

apb\_pwm\_uninitialize 函数定义如表 5-18 所示。

表 5-18 apb\_pwm\_uninitialize 函数定义

|     |                                |
|-----|--------------------------------|
| 原型  | int apb_pwm_uninitialize(void) |
| 描述  | 卸载 PWM 接口                      |
| 参数  | 无                              |
| 返回值 | 如果发生执行错误，返回一个负值                |

## 5.2.5 apb\_pwm\_power\_control

apb\_pwm\_power\_control 函数定义如表 5-19 所示。

表 5-19 apb\_pwm\_power\_control 函数定义

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 原型  | int apb_pwm_power_control(APB_PWM_POWER_STATE state)                                                                                                                                                                                                                        |
| 描述  | 指定 PWM 接口的功耗模式                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 参数  | state: PWM 接口功耗模式，包括：<br>APB_PWM_POWER_FULL: to set up peripherals for data transfers, enable interrupts and DMA<br>APB_PWM_POWER_LOW: to enable power-saving<br>APB_PWM_POWER_OFF: to terminate pending data transfers and disable peripherals, related interrupts and DMA |
| 返回值 | 如果发生执行错误，返回一个负值                                                                                                                                                                                                                                                             |

## 5.2.6 apb\_pwm\_control

apb\_pwm\_control 函数定义如表 5-20 所示。

表 5-20 apb\_pwm\_control 函数定义

|     |                                                             |
|-----|-------------------------------------------------------------|
| 原型  | int apb_pwm_control(unsigned int control, unsigned int arg) |
| 描述  | 配置 PWM 接口的设置，执行指定的操作                                        |
| 参数  | control: PWM 驱动接口的一种设置或执行的一种操作<br>arg: PWM 输出通道             |
| 返回值 | 如果发生执行错误，返回一个负值                                             |

“control” 和 “arg” 设置与操作如表 5-21 所示。

表 5-21 Control Settings or Operations

| Options for <b>control</b> | <b>arg</b> specifies | Settings or operations          |
|----------------------------|----------------------|---------------------------------|
| APB_PWM_ACTIVE_CONFIGURE   | PWM output channel   | Activates PWM                   |
| APB_PWM_PARK_LOW           |                      | Sets the PWM park value to low  |
| APB_PWM_PARK_HIGH          |                      | Sets the PWM park value to high |
| APB_PWM_CLKSRC_SYSTEM      |                      | Selects a system clock source   |



| Options for <a href="#">control</a> | <a href="#">arg</a> specifies | Settings or operations           |
|-------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| APB_PWM_CLKSRC_EXTERNAL             |                               | Selects an external clock source |

5.2.7 apb\_pwm\_set\_freq

apb\_pwm\_set\_freq 函数定义如表 5-22 所示。

表 5-22 apb\_pwm\_set\_freq 函数定义

|     |                                                               |
|-----|---------------------------------------------------------------|
| 原型  | int apb_pwm_set_freq(unsigned char ch_num, unsigned int freq) |
| 描述  | 设置 PWM 频率                                                     |
| 参数  | ch_num: PWM 输出通道号<br>freq: PWM 输出频率                           |
| 返回值 | 如果发生执行错误，返回一个负值                                               |

5.2.8 apb\_pwm\_output

apb\_pwm\_output 函数定义如表 5-23 所示。

表 5-23 apb\_pwm\_output 函数定义

|     |                                                              |
|-----|--------------------------------------------------------------|
| 原型  | int apb_pwm_output(unsigned char ch_num, unsigned char duty) |
| 描述  | 根据设定的占空比开启 PWM 输出                                            |
| 参数  | ch_num: PWM 输出通道号<br>duty: PWM 输出的占空比                        |
| 返回值 | 如果发生执行错误，返回一个负值                                              |

5.2.9 apb\_pwm\_get\_status

apb\_pwm\_set\_status 函数定义如表 5-24 所示。

表 5-24 apb\_pwm\_set\_status 函数定义

|     |                                          |
|-----|------------------------------------------|
| 原型  | APB_PWM_STATUS apb_pwm_get_status (void) |
| 描述  | 获取 PWM 接口的状态                             |
| 参数  | 无                                        |
| 返回值 | PWM 接口的当前状态                              |

5.3 PIT 驱动函数

5.3.1 驱动函数概述

PIT 驱动函数定义如表 5-25 所示。PIT 驱动函数定义位于...\\lib\\driver\\apb\_pit\_driver.h 和 apb\_pit\_driver.c。

表 5-25 驱动函数定义

| 驱动函数            | 描述                   |
|-----------------|----------------------|
| apb_pit_init    | 初始化 PIT 接口           |
| apb_pit_read    | 读取 PIT 时间戳           |
| apb_pit_control | 配置 PIT 接口的设置，执行指定的操作 |

| 驱动函数               | 描述                |
|--------------------|-------------------|
| apb_pit_set_period | 设置 PIT 周期         |
| apb_pit_get_status | 获取 PIT 接口的状态      |
| apb_pit_get_tick   | 获取 PIT 的时间单位 tick |

以下各节详细描述 PIT 的驱动函数定义。

5.3.2 apb\_pit\_init

apb\_pit\_init 函数定义如表 5-26 所示。

表 5-26 apb\_pit\_init 函数定义

|     |                        |
|-----|------------------------|
| 原型  | int apb_pit_init(void) |
| 描述  | 初始化 PIT 接口             |
| 参数  | 无                      |
| 返回值 | 如果发生执行错误，返回一个负值        |

5.3.3 apb\_pit\_read

apb\_pit\_read 函数定义如表 5-27 所示。

表 5-27 apb\_pit\_read 函数定义

|     |                                             |
|-----|---------------------------------------------|
| 原型  | unsigned int apb_pit_read(unsigned int tmr) |
| 描述  | 读取 PIT 时间戳                                  |
| 参数  | tmr: PIT 通道号                                |
| 返回值 | PIT 的时间戳                                    |

5.3.4 apb\_pit\_control

apb\_pit\_control 函数定义如表 5-28 所示。

表 5-28 apb\_pit\_control 函数定义

|     |                                                          |
|-----|----------------------------------------------------------|
| 原型  | int apb_pit_control(unsigned int mode, unsigned int tmr) |
| 描述  | 配置 PIT 接口的设置，执行指定的操作                                     |
| 参数  | mode: PIT 驱动接口的一种设置或执行的一种操作<br>tmr: PIT 通道号              |
| 返回值 | 如果发生执行错误，返回一个负值                                          |

“mode” 和 “tmr” 设置与操作如表 5-29 所示。

表 5-29 Mode Settings or Operations

| Options for mode           | tmr specifies | Settings or operations         |
|----------------------------|---------------|--------------------------------|
| APB_PIT_TIMER_START        | PIT channel   | Start simple timer             |
| APB_PIT_TIMER_STOP         |               | Stop simple timer              |
| APB_PIT_TIMER_INTR_ENABLE  |               | Enable simple timer interrupt  |
| APB_PIT_TIMER_INTR_DISABLE |               | Disable simple timer interrupt |

| Options for mode          | tmr specifies | Settings or operations       |
|---------------------------|---------------|------------------------------|
| APB_PIT_TIMER_INTER_CLEAR |               | Clear simple timer interrupt |

5.3.5 apb\_pit\_set\_period

apb\_pit\_set\_period 函数定义如表 5-30 所示。

表 5-30 apb\_pit\_set\_period 函数定义

|     |                                                               |
|-----|---------------------------------------------------------------|
| 原型  | int apb_pit_set_period(unsigned int tmr, unsigned int period) |
| 描述  | 设置 PIT 周期                                                     |
| 参数  | period: PIT 周期<br>tmr: PIT 通道号                                |
| 返回值 | 如果发生执行错误，返回一个负值                                               |

5.3.6 apb\_pit\_get\_status

apb\_pit\_get\_status 函数定义如表 5-31 所示。

表 5-31 apb\_pit\_get\_status 函数定义

|     |                                                   |
|-----|---------------------------------------------------|
| 原型  | unsigned int apb_pit_get_status(unsigned int tmr) |
| 描述  | 获取 PIT 接口的状态                                      |
| 参数  | tmr: PIT 通道号                                      |
| 返回值 | PIT 接口的当前状态                                       |

5.3.7 apb\_pit\_get\_tick

apb\_pit\_get\_tick 函数定义如表 5-32 所示。

表 5-32 apb\_pit\_get\_tick 函数定义

|     |                                                                    |
|-----|--------------------------------------------------------------------|
| 原型  | unsigned int apb_pit_get_tick(unsigned int mode, unsigned int sec) |
| 描述  | 获取 PIT 的时间单位 tick                                                  |
| 参数  | mode: PIT 驱动接口设置或执行的一种操作<br>sec: 时间单位 tick                         |
| 返回值 | PIT 的秒或微秒的时间单位 tick                                                |

“mode” 设置与操作如表 5-33 所示。

表 5-33 Mode Settings or Operations

| Options for mode        | Settings or operations         |
|-------------------------|--------------------------------|
| APB_PIT_TIMER_SEC_TICK  | Get second time unit tick      |
| APB_PIT_TIMER_MSEC_TICK | Get microsecond time unit tick |

# 6 编程序列

每个 PIT 通道可以选择 APB 时钟或外部时钟作为其时钟源, PIT 控制寄存器中的 ChClk 位决定了时钟源的选择。

以下部分提供了一些使用示例。

## 6.1 使用通道 0 生成 2 个周期性中断

使用通道 0 生成 2 个中断: 一个每 1000 个 APB 时钟周期触发, 另一个每 3000 个 APB 时钟周期触发。

1. 设置通道 0 控制寄存器:
  - ChMode = 2 (16-bit Timers)
  - ChClk = 1 (APB clock)
2. 设置通道 0 重载寄存器:
  - TMR16\_0 = 999
  - TMR16\_1 = 2999
3. 设置中断使能寄存器, 启用中断:
  - Ch0Int0En = 1
  - Ch0Int1En = 1
4. 启用通道 0 的定时器 0 和定时器 1:
  - Ch0TMR0En = 1
  - Ch0TMR1En = 1

## 6.2 生成 2 个对齐的 PMW 输出

生成如下所示的波形:

- PWM0: 周期 = 30 个外部时钟周期, 占空比 = 1/3
- PWM1: 周期 = 60 个外部时钟周期, 占空比 = 1/3

这两个 PWM 在上升沿对齐。

1. 设置控制寄存器：
  - Channel 0: ChMode = 4 (PWM), ChClk = 0 (External Clock), PWMPark = 1
  - Channel 1: ChMode = 4 (PWM), ChClk = 0 (External Clock), PWMPark = 1
2. 设置重载寄存器：
  - Channel 0: PWM16\_Hi = 9, PWM16\_Lo = 19
  - Channel 1: PWM16\_Hi = 19, PWM16\_Lo = 39
3. 启用 PWM，设置通道使能寄存器：
  - Ch0PWMEEn = 1
  - Ch1PWMEEn = 1

## 6.3 更改 PIT 模式

想要更改当前工作中的 PIT 通道模式，必须首先禁用该通道，然后将通道设置为新模式并启用它。

# 7 参考设计

详细信息请参见高云半导体网站 Gowin APB PIT IP 相关[参考设计](#)：

- 硬件参考设计：

...\ref\_design\FPGA\_RefDesign\DK\_START\_GW5AST138\_V1.0\apb\_pit

- 软件参考设计：

...\ref\_design\MCU\_RefDesign\apb\_pit

