



Gowin APB RTC IP 用户指南

IPUG1214-1.0, 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 资源使用	4
3 信号描述	5
4 界面配置	6
5 编程模型	8
5.1 寄存器	8
5.1.1 寄存器概述	8
5.1.2 ID 和修订寄存器（0x00）	9
5.1.3 计数寄存器（0x10）	9
5.1.4 报警寄存器（0x14）	9
5.1.5 控制寄存器（0x18）	10
5.1.6 状态寄存器（0x1C）	10
5.1.7 数字微调寄存器（0x20）	11
5.2 驱动函数.....	12
5.2.1 驱动函数概述	12
5.2.2 apb_rtc_initialize	12
5.2.3 apb_rtc_uninitialize	13
5.2.4 apb_rtc_power_control	13
5.2.5 apb_rtc_set_time	13
5.2.6 apb_rtc_get_time	14
5.2.7 apb_rtc_set_alarm	14

5.2.8 apb_rtc_get_alarm	14
5.2.9 apb_rtc_control	14
5.2.10 apb_rtc_get_status	15
5.2.11 apb_rtc_period_irq_handler	15
5.2.12 apb_rtc_alarm_irq_handler	16
6 编程序列	17
6.1 按小时调整时间和中断	17
6.2 在特定时间触发报警中断	17
6.3 在特定时间触发报警唤醒信号	17
6.4 硬件数字微调	18
6.4.1 通过测量频率确定微调值	19
6.4.2 通过观察时间偏差确定微调值	20
6.4.3 微调能力	21
7 参考设计	22

图目录

图 2-1 结构框图	4
图 4-1 界面配置	6

表目录

表 1-1 术语、缩略语	2
表 2-1 Gowin APB RTC IP 概述	3
表 2-2 资源使用情况	4
表 3-1 信号描述	5
表 5-1 寄存器定义	8
表 5-2 ID 和修订寄存器	9
表 5-3 计数寄存器	9
表 5-4 报警寄存器	9
表 5-5 控制寄存器	10
表 5-6 状态寄存器	10
表 5-7 数据寄存器	11
表 5-8 驱动函数定义	12
表 5-9 apb_rtc_initialize 函数定义	12
表 5-10 apb_rtc_uninitialize 函数定义	13
表 5-11 apb_rtc_power_control 函数定义	13
表 5-12 apb_rtc_set_time 函数定义	13
表 5-13 apb_rtc_get_time 函数定义	14
表 5-14 apb_rtc_set_alarm 函数定义	14
表 5-15 apb_rtc_get_alarm 函数定义	14
表 5-16 apb_rtc_control 函数定义	14
表 5-17 Control Settings or Operations	15
表 5-18 apb_rtc_get_status 函数定义	15
表 5-19 apb_rtc_period_irq_handler 函数定义	15
表 5-20 apb_rtc_alarm_irq_handler 函数定义	16
表 6-1 微调能力	21

1 关于本手册

1.1 手册内容

Gowin APB RTC IP 用户指南主要包含功能特性、结构框图、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 RTC 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 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
AMBA	Advanced Microcontroller Bus Architecture	高级微控制器总线架构
APB	Advanced Peripheral Bus	高级外围总线
FPGA	Field Programmable Gate Array	现场可编程门阵列
IP	Intellectual Property	知识产权
RTC	Real Time Clock	实时时钟

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

E-mail：support@gowinsemi.com

Tel: +86 755 8262 0391

2概述

2.1 介绍

Gowin APB RTC IP 是一个低功耗实时时钟，用于跟踪当前时间信息，并提供周期性中断和报警中断。

表 2-1 Gowin APB RTC IP 概述

Gowin APB RTC IP	
逻辑资源	参见表 2-2
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

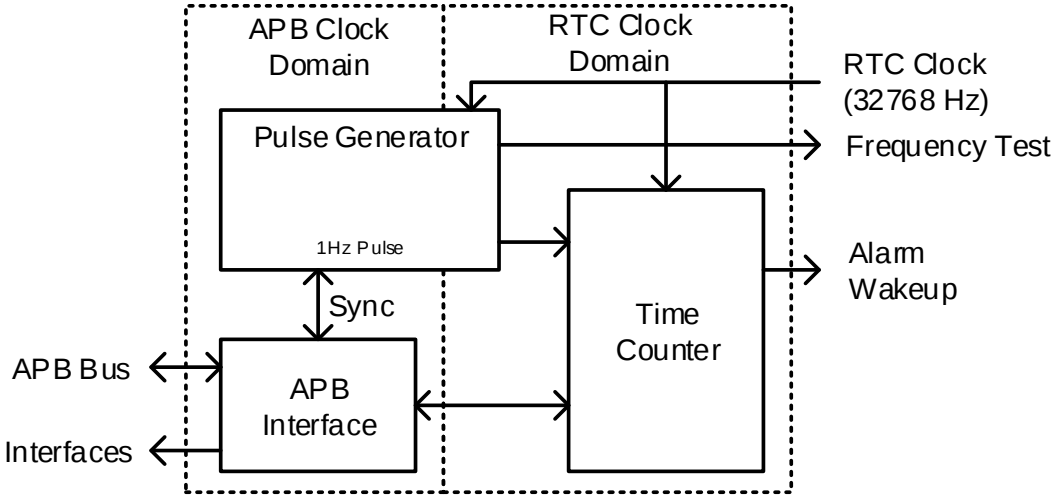
Gowin APB RTC IP 主要包含以下功能特性：

- 用于寄存器访问的 AMBA 2.0 APB 接口
- 可配置的计数器大小
- 周期性中断：半秒、秒、分钟、小时和日
- 可编程报警中断
- 硬件数字微调，以补偿外部时钟源的不准确性

2.3 结构框图

Gowin APB RTC IP 结构框图如图 2-1 所示。

图 2-1 结构框图



2.4 资源使用

通过 Verilog 语言实现 Gowin APB RTC 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，APB RTC IP 资源使用情况如表 2-2 所示。

表 2-2 资源使用情况

器件系列	资源	资源使用	配置
GW5AT	Logic	464	Day Counter Size: 9 Half-second Interrupt Support
	Register	196	
	BSRAM	0	

3 信号描述

Gowin APB RTC IP 的信号描述如表 3-1 所示。

表 3-1 信号描述

Signal Name	I/O	Width	Description
pclk	input	1	APB clock
presetn	input	1	APB reset signal (Active-Low)
paddr	input	[5:2]	APB address bus
penable	input	1	APB enable signal
prdata	output	[31:0]	APB read data bus
psel	input	1	APB slave select signal from APB decoder
pwdata	input	[31:0]	APB write data bus
pwrite	input	1	APB transfer direction signal. This signal indicates a write access when driven as HIGH and a read access when driven as LOW.
pready	output	1	APB ready signal
pslverr	output	1	APB slave error signal
rtc_int_alarm	output	1	Alarm interrupt signal
rtc_int_day	output	1	Day interrupt signal
rtc_int_hour	output	1	Hour interrupt signal
rtc_int_min	output	1	Minute interrupt signal
rtc_int_sec	output	1	Second interrupt signal
rtc_int_hsec	output	1	Half-second interrupt signal
rtc_clk	input	1	RTC clock source, 32.768 kHz
rtc_rstn	input	1	RTC reset (Active-Low)
alarm_wakeup	output	1	Alarm wakeup signal
freq_test_en	output	1	Frequency test output enable signal, to be connected to the output enable port of the output pad for the frequency test pin
freq_test_out	output	1	512Hz frequency test output signal

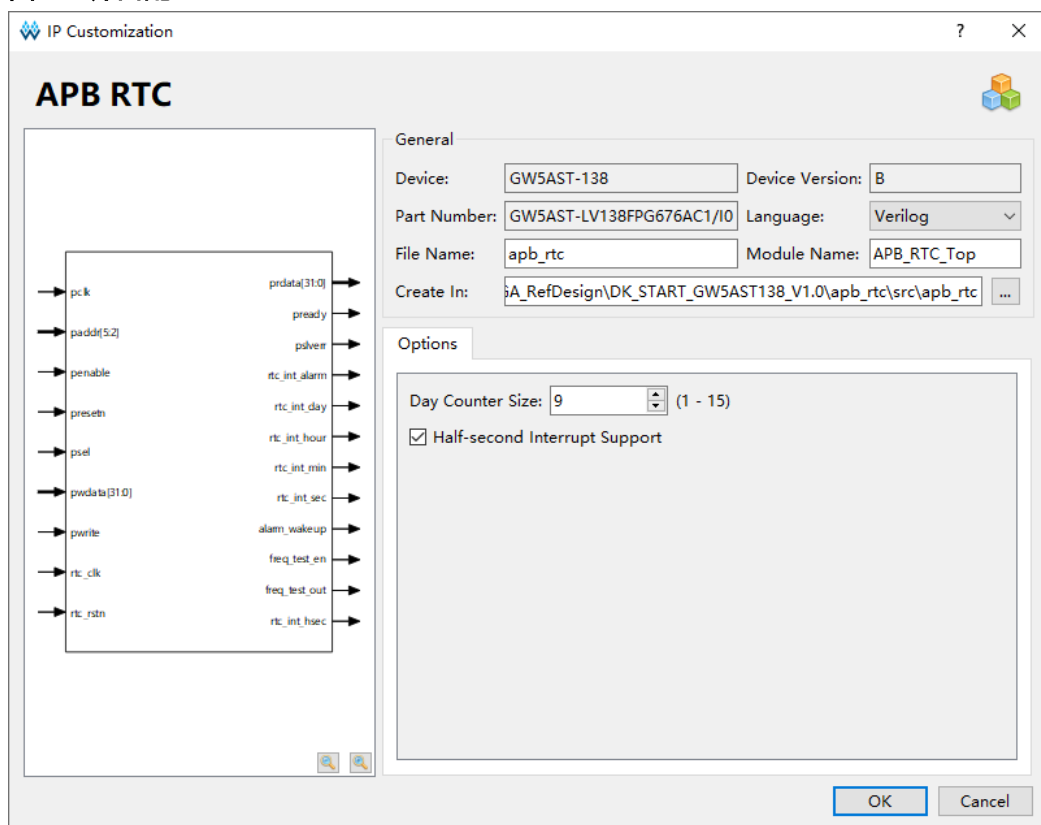
4 界面配置

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 RTC 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 RTC 1.0。

Gowin APB RTC IP 界面配置，如图 4-1 所示。

图 4-1 界面配置



Gowin APB RTC IP 选项配置描述如下：

- **Day Counter Size:** 用于配置日计数器的位数，取值范围为 1~15，默认值为 9。例如，如果定义为 9 时，计数上限为 $29 = 512$ 日。

- **Half-second Interrupt Support:** Gowin APB RTC 是否支持半秒中断，可以勾选或不勾选，默认勾选。

5编程模型

5.1 寄存器

5.1.1 寄存器概述

Gowin APB RTC 的寄存器定义如表 5-1 所示。Gowin APB RTC 寄存器定义，位于...\lib\driver\apb_rtc.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	CNTR	计数寄存器
0x14	ALARM	报警寄存器
0x18	CTRL	控制寄存器
0x1C	STATUS	状态寄存器
0x20	TRIM	数字微调寄存器

以下各节详细描述 APB RTC 寄存器定义。

寄存器类型缩略语概括如下：

- RO: Read-only
- WO: Write-only (read as zero)
- 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	31:8	RO	ID number for RTC	0x000008
Major	7:4	RO	Major revision number	Revision Dependent
Minor	3:0	RO	Minor revision number	Revision Dependent

5.1.3 计数寄存器（0x10）

计数寄存器，记录当前时间。

计数寄存器定义如表 5-3 所示。

表 5-3 计数寄存器

Name	Bit	Type	Description	Reset
Day	31:17	R/W	Day passed after RTC enabled	0x0
Hour	16:12	R/W	Hour field of current time; range: 0~23	0x0
Min	11:6	R/W	Minute field of current time; range: 0~23	0x0
Sec	5:0	R/W	Second field of current time; range: 0~59	0x0

5.1.4 报警寄存器（0x14）

当计数寄存器的值与报警寄存器的值匹配时，将触发报警中断或报警唤醒信号。

控制寄存器的“Alarm_Int”和“Alarm_Wakeup”位，控制报警中断和报警唤醒信号。

报警寄存器定义如表 5-4 所示。

表 5-4 报警寄存器

Name	Bit	Type	Description	Reset
Hour	16:12	R/W	Hour field of alarm setting; range: 0~23	0x0
Min	11:6	R/W	Minute of field of alarm settings; range: 0~59	0x0
Sec	5:0	R/W	Second field of alarm settings; range: 0~59	0x0

5.1.5 控制寄存器（0x18）

控制寄存器，控制 APB RTC 的启用和中断。

控制寄存器定义如表 5-5 所示。

表 5-5 控制寄存器

Name	Bit	Type	Description	Reset
Freq_Test_En	8	R/W	Enable the 512 Hz frequency test output	0x0
Hsec	7	R/W	Enable half-second interrupt; half-second interrupt is generated when half a second passed	0x0
Sec	6	R/W	Enable second interrupt; second interrupt is generated when one second passed	0x0
Min	5	R/W	Enable minute interrupt; minute interrupt is generated when the seconds of RTC time changes from 59 to 0	0x0
Hour	4	R/W	Enable hour interrupt; hour interrupt is generated when the minutes of RTC time changes from 59 to 0	0x0
Day	3	R/W	Enable day interrupt; day interrupt is generated when the hours of RTC time changes from 23 to 0	0x0
Alarm_Int	2	R/W	Enable alarm interrupt	0x0
Alarm_Wakeup	1	R/W	Enable alarm wakeup signal	0x0
RTC_En	0	R/W	Enable RTC	0x0

5.1.6 状态寄存器（0x1C）

状态寄存器，记录中断状态和 APB RTC 寄存器的更新同步状态。

状态寄存器定义如表 5-6 所示。

表 5-6 状态寄存器

Name	Bit	Type	Description	Reset
WriteDone	16	RO	This bit indicates the synchronization progress of RTC register updates. This bit becomes zero when any of RTC control registers (the Counter, Alarm and Control registers) are updated. It returns to one when all prior updates to these three registers have been successfully synchronized to the RTC clock domain. While an RTC register update is being synchronized to the RTC clock domain, a second update to the same register may be dropped. Each of the RTC registers is synchronized independently while their synchronization status is lumped into this single bit. Thus writes to different RTC registers can be done in a batch before checking this bit. Since the frequency of the RTC clock is quite	1

Name	Bit	Type	Description	Reset
			slow when compared to the typical frequency of the APB clock, the synchronization period can be pretty long. The APB clock domain should not be shut down while the synchronization is still in progress.	
-	15:8	-	Reserved	-
Hsec	7	W1C	Half-second interrupt status; write 1 to clear	0x0
Sec	6	W1C	Second interrupt status	0x0
Min	5	W1C	Minute interrupt status	0x0
Hour	4	W1C	Hour interrupt status	0x0
Day	3	W1C	Day interrupt status	0x0
Alarm_Int	2	W1C	Alarm interrupt status	0x0

5.1.7 数字微调寄存器（0x20）

数字微调寄存器，保存每个 APB RTC 时间周期的微调系数和方向。当关闭 APB RTC 后，该寄存器可以继续编程。

数字微调寄存器定义如表 5-7 所示。

表 5-7 数据寄存器

Name	Bit	Type	Description	Reset
Day_Sign	31	R/W	Sign bit for the trimming value for the second on the day boundary: 1: Slow down the timer. 0: Speed up the timer.	0x0
-	30:29	-	Reserved	-
Day_Trim	28:24	R/W	Digital trimming value for the second on the day boundary.	0x0
Hour_Sign	23	R/W	Sign bit for the trimming value for the second on the hour boundary: 1: Slow down the timer. 0: Speed up the timer.	0x0
-	22:21	-	Reserved	-
Hour_Trim	20:16	R/W	Digital trimming value for the second on the hour boundary.	0x0
Min_Sign	15	R/W	Sign bit for the trimming value for the second on the minute boundary: 1: Slow down the timer. 0: Speed up the timer.	0x0
-	14:13	-	Reserved	-
Min_Trim	12:8	R/W	Digital trimming value for the second on the minute boundary.	0x0
Sec_Sign	7	R/W	Sign bit for the trimming value for the rest of seconds: 1: Slow down the timer. 0: Speed up the timer.	0x0

Name	Bit	Type	Description	Reset
-	6:5	-	Reserved	-
Sec_Trim	4:0	R/W	Digital trimming value for the rest of seconds	0x0

5.2 驱动函数

5.2.1 驱动函数概述

Gowin APB RTC 驱动函数定义如表 5-8 所示。Gowin APB RTC 驱动函数定义，位于...\\lib\\driver\\apb_rtc_driver.h 和 apb_rtc_driver.c。

表 5-8 驱动函数定义

驱动函数	描述
apb_rtc_initialize	初始化 APB RTC 接口
apb_rtc_uninitialize	卸载 APB RTC 接口
apb_rtc_power_control	指定 APB RTC 接口的功耗模式
apb_rtc_set_time	调整当前的硬件时钟计数器
apb_rtc_get_time	从当前的硬件时钟计数器获取时间
apb_rtc_set_alarm	调整当前的硬件报警计数器
apb_rtc_get_alarm	从当前的硬件报警计数器查询闹钟时间
apb_rtc_control	配置 APB RTC 接口的设置，执行指定的操作
apb_rtc_get_status	获取 APB RTC 接口的状态
apb_rtc_period_irq_handler	APB RTC 的周期性中断处理程序
apb_rtc_alarm_irq_handler	APB RTC 的报警中断处理程序

以下各节详细描述 APB RTC 的驱动函数定义。

5.2.2 apb_rtc_initialize

apb_rtc_initialize 函数定义如表 5-9 所示。

表 5-9 apb_rtc_initialize 函数定义

原型	int apb_rtc_initialize(APB_RTC_SignalEvent_t cb_event, APB_RTC_RESOURCES* rtc)
描述	初始化 APB RTC 接口
参数	cb_event: 指向 APB_RTC_SignalEvent 回调函数的指针 rtc: 指向 APB_RTC_RESOURCES 结构体的指针
返回值	如果发生执行错误，返回一个负值

5.2.3 apb_rtc_uninitialize

apb_rtc_uninitialize 函数定义如表 5-10 所示。

表 5-10 apb_rtc_uninitialize 函数定义

原型	int apb_rtc_uninitialize(APB_RTC_RESOURCES* rtc)
描述	卸载 APB RTC 接口
参数	rtc: 指向 APB_RTC_RESOURCES 结构体的指针
返回值	如果发生执行错误, 返回一个负值

5.2.4 apb_rtc_power_control

apb_rtc_power_control 函数定义如表 5-11 所示。

表 5-11 apb_rtc_power_control 函数定义

原型	int apb_rtc_power_control(APB_RTC_POWER_STATE state, APB_RTC_RESOURCES* rtc)
描述	指定 APB RTC 接口的功耗模式
参数	rtc: 指向 APB_RTC_RESOURCES 结构体的指针 state: APB RTC 接口功耗模式, 包括: APB_RTC_POWER_FULL: to set up peripherals for data transfers, enable interrupts APB_RTC_POWER_LOW: to enable power-saving APB_RTC_POWER_OFF: to terminate pending data transfers and disable peripherals, related interrupts
返回值	如果发生执行错误, 返回一个负值

5.2.5 apb_rtc_set_time

apb_rtc_set_time 函数定义如表 5-12 所示。

表 5-12 apb_rtc_set_time 函数定义

原型	int apb_rtc_set_time(APB_RTC_TIME* stime, APB_RTC_RESOURCES* rtc)
描述	调整当前的硬件时钟计数器
参数	stime: 为当前硬件时钟计数器设置的时间 rtc: 指向 APB_RTC_RESOURCES 结构体的指针
返回值	如果发生执行错误, 返回一个负值

5.2.6 apb_rtc_get_time

apb_rtc_get_time 函数定义如表 5-13 所示。

表 5-13 apb_rtc_get_time 函数定义

原型	int apb_rtc_get_time(APB_RTC_TIME* stime, APB_RTC_RESOURCES* rtc)
描述	从当前的硬件时钟计数器获取时间
参数	stime: 从当前硬件时钟计数器查询的时间 rtc: 指向 APB_RTC_RESOURCES 结构体的指针
返回值	如果发生执行错误, 返回一个负值

5.2.7 apb_rtc_set_alarm

apb_rtc_set_alarm 函数定义如表 5-14 所示。

表 5-14 apb_rtc_set_alarm 函数定义

原型	int apb_rtc_set_alarm(APB_RTC_ALARM* salarm, APB_RTC_RESOURCES* rtc)
描述	调整当前的硬件报警计数器
参数	salarm: 为当前硬件报警计数器设置的报警时间 rtc: 指向 APB_RTC_RESOURCES 结构体的指针
返回值	如果发生执行错误, 返回一个负值

5.2.8 apb_rtc_get_alarm

apb_rtc_get_alarm 函数定义如表 5-15 所示。

表 5-15 apb_rtc_get_alarm 函数定义

原型	int apb_rtc_get_alarm(APB_RTC_ALARM* salarm, APB_RTC_RESOURCES* rtc)
描述	从当前的硬件报警计数器查询报警时间
参数	salarm: 从当前硬件报警计数器查询的报警时间 rtc: 指向 APB_RTC_RESOURCES 结构体的指针
返回值	如果发生执行错误, 返回一个负值

5.2.9 apb_rtc_control

apb_rtc_control 函数定义如表 5-16 所示。

表 5-16 apb_rtc_control 函数定义

原型	int apb_rtc_control(unsigned int control, unsigned int arg, APB_RTC_RESOURCES* rtc)
描述	配置 APB RTC 接口的设置, 执行指定的操作
参数	control: APB RTC 驱动接口的一种设置或执行的一种操作 arg: 指定设置或操作的附加信息 rtc: 指向 APB_RTC_RESOURCES 结构体的指针
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 5-17 所示。

表 5-17 Control Settings or Operations

Options for control	arg specifies	Settings or operations
(Bits: 0 ~ 7)		
APB_RTC_CTRL_EN	On/Off	Enables or disables RTC
APB_RTC_CTRL_ALARM_WAKEUP		Enables or disables the alarm wakeup signal
APB_RTC_CTRL_ALARM_INT		Enables or disables the alarm interrupt
APB_RTC_CTRL_DAY_INT		Enables or disables the day interrupt
APB_RTC_CTRL_HOUR_INT		Enables or disables the hour interrupt
APB_RTC_CTRL_MIN_INT		Enables or disables the minute interrupt
APB_RTC_CTRL_SEC_INT		Enables or disables the second interrupt
APB_RTC_CTRL_HSEC_INT		Enables or disables the half second interrupt

5.2.10 apb_rtc_get_status

apb_rtc_get_status 函数定义如表 5-18 所示。

表 5-18 apb_rtc_get_status 函数定义

原型	APB_RTC_STATUS apb_rtc_get_status(APB_RTC_RESOURCES* rtc)
描述	获取 APB RTC 接口的状态
参数	rtc: 指向 APB_RTC_RESOURCES 结构体的指针
返回值	APB RTC 接口的当前状态

5.2.11 apb_rtc_period_irq_handler

apb_rtc_period_irq_handler 函数定义如表 5-19 所示。

表 5-19 apb_rtc_period_irq_handler 函数定义

原型	void apb_rtc_period_irq_handler(APB_RTC_RESOURCES* rtc)
描述	APB RTC 的周期性中断处理程序
参数	rtc: 指向 APB_RTC_RESOURCES 结构体的指针
返回值	无

5.2.12 apb_rtc_alarm_irq_handler

apb_rtc_alarm_irq_handler 函数定义如表 5-20 所示。

表 5-20 apb_rtc_alarm_irq_handler 函数定义

原型	void apb_rtc_alarm_irq_handler(APB_RTC_RESOURCES* rtc)
描述	APB RTC 的报警中断处理程序
参数	rtc: 指向 APB_RTC_RESOURCES 结构体的指针
返回值	无

6 编程序列

6.1 按小时调整时间和中断

1. 等待状态寄存器的 WriteDone 字段等于 1。
2. 将计数寄存器设置为当前时间；同时将 Day 字段设为 0，从第 0 日开始计数。
3. 使能 RTC 及每小时中断：将控制寄存器设置为 0x11。

6.2 在特定时间触发报警中断

1. 等待状态寄存器的 WriteDone 字段等于 1。
2. 将报警寄存器设置为将要触发报警的时间。
3. 使能 RTC 及报警中断：将控制寄存器设置为 0x5。

6.3 在特定时间触发报警唤醒信号

报警唤醒信号与报警中断的行为基本相同，唯一区别如下：

- 报警中断保持高电平，直到对状态寄存器的 Alarm_Int 字段写入 1；而报警唤醒信号为一个宽度为 1/32768 秒的脉冲。
- 报警中断属于 APB 时钟域信号，而报警唤醒信号属于 RTC 时钟域信号。当 APB 时钟域关闭时，报警中断信号会被禁用，但报警唤醒信号不受影响。

以下步骤展示了如何在特定时间触发报警唤醒信号：

1. 等待状态寄存器的 WriteDone 字段等于 1。
2. 将报警寄存器设置为希望唤醒系统的时间。
3. 使能 RTC 及报警唤醒：将控制寄存器设置为 0x3。

6.4 硬件数字微调

Gowin APB RTC 主要由外部 32768 Hz 时钟源驱动，其脉冲发生器生成内部 1Hz 脉冲，用于递增其时间计数器。该 1Hz 脉冲是通过计数外部时钟源的时钟周期数产生的。默认情况下，脉冲发生器每经过 32768 个时钟周期输出一个宽度为一个时钟周期的脉冲。因此，如果外部时钟源恰好为 32768 Hz，则 1Hz 脉冲的周期为一秒，秒计数器每秒递增一次；但如果外部时钟源的周期不够精确，生成的脉冲周期就不会正好是一秒。提供的数字微调功能可以通过增加或减少脉冲周期来补偿这些不准确性，从而生成准确的 1Hz 脉冲。

可以指定一个调整值，并且每秒进行一次调整；此外，还可以根据当前是否处于分钟、小时或日的边界，指定备用的调整值。每个调整值由数字微调寄存器（地址 0x20）中的微调值和微调符号位组成：

- 数字微调值
 - 表示用于调整生成 1Hz 脉冲的时钟周期数。
 - 当该值不为零时，即启用微调功能。
- 微调值的符号位
 - 指示数字微调的方向。
 - 1：通过增加微调值，使 1Hz 脉冲周期变长，从而使时钟变慢。
 - 0：通过减少微调值，使 1Hz 脉冲周期变短，从而使时钟变快。

如果没有指定其他微调值，则每秒均使用第二个微调值（Sec_Trim）。如果设置了任一分钟、小时或日的微调值（Min_Trim、Hour_Trim 或 Day_Trim），则在相应的分钟、小时或日的边界时，采用指定的微调值进行调整。在多个时间周期边界同时存在时，较长周期的微调值具有优先权。例如，如果同时设置了 Sec_Trim 和 Min_Trim，则前 59 秒的 1Hz 脉冲周期使用 Sec_Trim 进行调整，而一分钟的最后一秒则使用 Min_Trim；如果 Hour_Trim 也被设置，则它会在一小时中最后一分钟的最后一秒被使用。

Gowin APB RTC 支持多种微调值，从而实现对时钟源的更精确校准。第二微调值可能会对时钟源进行过度或不足的微调，而较长周期的微调值则可通过对各自周期内累积误差进行调整来补偿这种偏差。

确定微调值有两种方法：

- 直接测量 512Hz 输出信号的频率，并计算其与理想频率之间的偏差。
- 观察经过校准的挂钟时间段内获得或损失的时间量。

6.4.1 通过测量频率确定微调值

以下步骤展示了如何通过测量 512Hz 测试频率输出，确定微调值和符号位：

1. 等待状态寄存器中的 WriteDone 字段变为 1。
2. 将数字微调寄存器设置为全零（默认值）。
3. 配置芯片的引脚复用，将 RTC 频率测试输出驱动至测试引脚。
4. 启用 RTC 及频率测试输出：将控制寄存器设置为 0x81。
5. 使用校准工具测量频率测试输出引脚的输出频率。
6. 根据每秒钟的时钟频率偏差计算微调值，计算公式如下：

$$\text{微调值} = 32768 \times (F_{\text{measured}} - F_{\text{ideal}}) / F_{\text{ideal}}$$

其中：F_{measured} 为从 freq_test_out 引脚测得的频率；F_{ideal} 为理想频率，即 512 Hz。

- 如果计算得到的“微调值”为正，则表示测得频率高于理想频率，此时需要将微调符号位设置（即，使能延长 1Hz 脉冲周期，使时钟变慢）。
- 如果计算得到的“微调值”为负，则表示测得频率低于理想频率，此时需要清除微调符号位（即，缩短 1Hz 脉冲周期，使时钟变快）。

以下步骤为更新微调设置：

1. 禁用 RTC，将控制寄存器设置为 0x0。
2. 等待状态寄存器中的 WriteDone 字段变为 1。
3. 将数字微调寄存器中的 Sec_Trim 和 Sec_Sign 字段设置为计算得到的微调值和相应的符号位。
4. 启用 RTC，将控制寄存器设置为 0x1。

6.4.2 通过观察时间偏差确定微调值

以下步骤展示了如何通过观察一段时间内的偏差来确定微调值及其符号位。

1. 等待状态寄存器中的 WriteDone 字段变为 1。
2. 将数字微调寄存器设置为全零（默认值）。
3. 启用 RTC，将控制寄存器设置为 0x1。
4. 将 RTC 计时器的经过时间与校准后的挂钟进行比较。
5. 根据时间周期偏差计算微调值，计算公式如下所示：

$$SEC_{dev} = SEC_{measured} - SEC_{ideal}$$

$$PPM_{dev} = (SEC_{dev} / SEC_{measured}) \times 10^6$$

其中：SEC_{ideal} 表示以秒为单位观测到的理想时间周期；SEC_{measured} 表示在 SEC_{ideal} 时间内，根据 APB RTC 计得的 RTC 秒数；SEC_{dev} 表示在 SEC_{ideal} 内多获得或少失去的秒数。

- 如果 PPM_{dev} 为正，则说明 APB RTC 的计数速度快于理想时钟，此时需要设置微调符号位。
- 如果 PPM_{dev} 为负，则说明 APB RTC 的计数速度慢于理想时钟，此时需要清除微调符号位。

微调值的计算公式为：

$$\text{微调值} = (PPM_{dev} \times 32768) / 10^6$$

接下来更新微调设置的步骤如下：

1. 禁用 RTC，将控制寄存器设置为 0x0。
2. 等待状态寄存器中的 WriteDone 字段变为 1。
3. 将数字微调寄存器中的 Sec_Trim 和 Sec_Sign 字段设置为计算得到的微调值和相应的符号位。
4. 启用 RTC，将控制寄存器设置为 0x1。

注！

延长观察时间可以提高测量的准确性。

6.4.3 微调能力

Gowin APB RTC 支持的所有微调值的微调能力，如表 6-1 所示。这些能力表示在其他微调值均设为零的情况下，各个微调值单独能够校正外部时钟源偏差的幅度。

表 6-1 微调能力

微调值	微调能力（PPM）
Second	+/- 30.5 ~ 946
Minute	+/- 0.508 ~ 15.77
Hour	+/- 0.008 ~ 0.262
Day	+/- 0.000353 ~ 0.0109

微调能力是通过将最小和最大微调值除以相应时间范围内的理想时钟计数来计算的。

对于秒微调值，范围为 1 到 31，因此秒微调值的能力为：

$$\text{Capability}_{\text{MAX}}(\text{Sec_Trim}) = \text{Sec_Trim}_{\text{MAX}} / 32768 = 31 / 32768 = 946 \times 10^{-6}$$

$$\text{Capability}_{\text{MIN}}(\text{Sec_Trim}) = \text{Sec_Trim}_{\text{MIN}} / 32768 = 1 / 32768 = 30.56 \times 10^{-6}$$

分钟微调值的能力为：

$$\text{Capability}_{\text{MAX}}(\text{Min_Trim}) = \text{Min_Trim}_{\text{MAX}} / (32768 \times 60) = 31 / (32768 \times 60) = 15.77 \times 10^{-6}$$

$$\text{Capability}_{\text{MIN}}(\text{Min_Trim}) = \text{Min_Trim}_{\text{MIN}} / (32768 \times 60) = 1 / (32768 \times 60) = 0.508 \times 10^{-6}$$

同样地，小时和日微调值的微调能力也可以通过类似的方法计算。

7 参考设计

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

- 硬件参考设计：

···\ref_design\FPGA_RefDesign\DK_START_GW5AST138_V1.0\apb_rtc

- 软件参考设计：

···\ref_design\MCU_RefDesign\apb_rtc

