

## 1 总体描述

SC32L14T/14G 是一系列基于 Arm Cortex-M0+内核的工业级超低功耗 Flash 微控制器，专为高性能、低功耗及高可靠性应用而设计。该系列微控制器运行频率高达 48MHz，内核采用 32 位精简指令集（RISC），严格遵循 CMSIS 标准，具备卓越的数据处理能力：其内部集成的 DMA 控制器支持高速数据传输；硬件 CRC 模块及内核自带的 32 位硬件乘法器，显著提升数据运算速度；内嵌 AES/TRNG 功能，全方位保障系统安全性。

在时钟管理方面，SC32L14T/14G 系列内置高精度高频振荡器（HIRC）和低频 32kHz 振荡器（LIRC），并额外提供两个外部晶振接口，分别是支持 2~16MHz 高频晶振（HXT）和 32.768 kHz 低频晶振（LXT）。所有内部时钟源及外部晶振均可用作系统时钟。内置的系统时钟监控模块可在系统时钟异常时将其时钟源切换至 HIRC，确保系统稳定运行。

SC32L14T/14G 系列的外设资源极为丰富：最多配备 77 个 GPIO，所有引脚在休眠模式下保持端口状态，并支持外部中断，以及在睡眠模式下唤醒 CPU 功能；此外，该系列还具备 8 个 16 位定时器、1 个低功耗计数器（LPC）、1 个低功耗的基础定时器（BTM）、8 路 16 位多功能 PWM（带故障检测功能）；6 个独立 UART（其中 UART2 具备完整 LIN 接口），支持低功耗唤醒；1 个 7816 智能卡接口；2 个多功能通信口（SPI0/1 & TWI0/1）；内置 RTC 万年历；内置片内电阻/片外电容升压型 LCD 硬件驱动；32 路高灵敏度电容式隔空触控电路；1 个模拟比较器；1 个轨到轨可变增益放大器（OP/PGA）；23 路 14 位高精度 ADC。内建独立看门狗定时器（WDT）和高可靠、可配置的低电压复位电路（LVR），进一步提升系统可靠性；三种功耗模式，为低功设计提供强大支持。

SC32L14T/14G 系列性能优异且可靠：支持 1.8-5.5V 宽工作电压，可在 -40°C~105°C 温度范围内稳定运行，具备出色的 ESD 性能及 EFT 抗干扰能力。采用领先 eFlash 制程，Flash 擦写次数超过 10 万次，常温下数据可保存 100 年。存储资源方面，提供最大 256 Kbytes ROM、16 Kbytes SRAM（支持奇偶校验，增强系统稳定性）、2 Kbytes 类 EEPROM 用户存储区和 4 Kbytes LDROM 系统存储区。内置系统存储区支持 OTA 升级，提供 ISP（In System Programming）、ICP（In Circuit Programming）和 IAP（In Application Programming）多种升级方式，支持在线及带电状态下的在板调试与程序升级。该系列内核为 Cortex-M0+，配合成熟的 Keil & IAR 调试开发软件，支持 C 语言及汇编指令。

SC32L14T/14G 系列凭借其卓越的低功耗性能，通过硬件级 AES 加密结合 TRNG 真随机数生成器构建安全环境，以及出色的抗干扰能力，可满足安全加密、低功耗运行、高可靠性触控及主控集成等多元化需求。其应用范围广泛，涵盖以下领域：消费电子（如智能家电带触控/LCD 的交互面板、PC 周边、游戏机、GPS 设备）、智能家居与物联网（如智能线控器/温控器、智能门锁、有线/无线传感器、远程燃气/水/表）、安全便携设备（如支付终端、医疗手持仪器、保健和健身设备、可视对接机）以及工业控制（如工业传感器、远程控制、带触控功能的仪器仪表及 HMI 设备）等多个领域。

凭借安全可靠、交互精准及多场景渗透的核心优势，SC32L14T/14G 系列为上述各领域提供了高性能低功耗 MCU 的一站式解决方案，助力客户实现智能化、低功耗、高可靠性的产品设计目标。

## 2 主要功能

### 工作条件

- 工作电压: 1.8V~5.5V
- 工作温度: -40 ~ +105°C

### EMS

- ESD
  - HBM: ANSI/ESDA/JEDEC JS-001-2023 Class 3A
  - CDM: ANSI/ESDA/JEDEC JS-002-2022 Class C3
- EFT
  - EN61000-4-4 Level 4

### 封装类型

- 80 PIN: LQFP80 (12X12)
- 64 PIN: LQFP64 (10X10)
- 48 PIN: LQFP48 (7X7) / QFN48 (5X5)

### 内核

- Cortex®-M0+内核
- 带 WIC (wakeup interrupt controller) 模块
- 带 MPU 模块
- 64 bits 指令预取
- 自带乘法器

### 复位

- 上电复位 POR
- 软件 RST 复位
- 通过外部 NRST 脚 (PE5) 低电平复位
- 看门狗 (WDT) 复位
- 低电压复位 (LVR)
  - 复位电压有 4 级可选: 分别是: 4.3V、3.7V、2.9V、1.7V
  - 缺省值为用户烧写 Code Option 所选值

### 总线

- 1 个 IOPORT
- 1 个 AHB
- 3 个 APB: APB0~APB2

### 低功耗技术

- Operation Mode: 典型运行功耗 150uA/MHz
- IDLE Mode, 可由任何中断唤醒
- STOP Mode:
  - 可由 INT0~15、Base Timer、TK、UART0~5、RTC、LPC 和 CMP 唤醒
  - STOP Mode 基础工作电流典型值低至  $1 \mu A @ V_{DD}=5V$
  - STOP Mode 下启动 RTC, 芯片总电流典型值 (包含 LXT 电路电流) 低至  $1.5 \mu A @ V_{DD}=5V$
  - STOP Mode 下, 开启 LCD 显示驱动 (空载) 时, 芯片整体电流典型值低至  $1.5 \mu A @ V_{DD}=5V$
  - STOP Mode 下, 唤醒时间不超过  $36 \mu s$

### 高级加密标准 (AES)

- 支持全密钥长度: 128/192/256 位
- 支持链接模式: ECB, CBC, CTR
- 支持工作模式: 加密/解密
- 采样硬件加速架构, 专用硬件协处理器实现高性能计算

### 真随机数发生器 (TRNG)

- 可产生 32 位的真随机数
- 若随机性较低可触发种子错误中断
- 提供一个随机数产生完毕中断

### 实时时钟 (RTC)

- 时钟源为 LXT
- 可在低功耗模式下运行, 支持从 STOP Mode 唤醒
- 万年历功能
  - 支持 BCD 格式时间/日期寄存器
  - 硬件自动处理闰年修正
  - 精度跟随外部 32.768K 晶振 (LXT)
- 中断系统
  - 可设闹钟中断
  - 可配置固定中断周期: 年、月、日、小时、分钟、秒或半秒 (0.5 秒)
  - 支持通过中断事件唤醒 STOP 模式
- 时间模式配置
  - 支持 24 小时制或 12 小时制时间显示模式
- 安全读写机制
  - 提供半秒标志位 (Half-Second Flag), 可规避进位过程导致的时序冲突

## 存储

### 主存储区 APROM

- 最大 256 Kbytes APROM
- 可重复写入 10 万次
- 常温 25°C 下数据可保存 100 年
- 支持硬件读保护加密
- 支持硬件写保护: 提供两段禁止 IAP 操作的区域, 用户可通过 Code Option 设置, 最小设置单位为 512 bytes (一个扇区)

### 系统存储区 LDROM

- 4 Kbytes 系统存储区, 出厂固化 BootLoader 程序

### SRAM

- 16 Kbytes Internal SRAM
- 支持奇偶校验:
  - 额外的 2K RAM 用于奇偶校验: 即 SRAM 数据总线宽度为 36 位, 其中有 4 位用于奇偶校验 (每字节 1 位)
  - 奇偶校验位在写入 SRAM 时进行计算和保存, 在读取时自动进行校验。如果某一位失败, 则将生成 NMI
  - 提供独立的 SRAM 奇偶校验错误标志 SRAMPEIF
  - 支持从 SRAM 自举

### 2 KBytes 用户存储区 (类 EEPROM)

- 分为 4 个 512 bytes 扇区
- 可重复写入 10 万次
- 常温 25°C 下数据可保存 100 年

### 96 bits unique ID

- IFB 区域提供 96bit unique ID

## BootLoader

- 硬件方式: 系统存储区: 4 Kbytes, 出厂固化 BootLoader 程序
- 软件方式: 支持中断向量表重映射, 可从 APROM 区域灵活划分出用户 BootLoader 程序运行区

## 烧写和仿真

- 烧录方式支持 ICP / ISP / IAP
- 2 线 JTAG / SWD 烧写和仿真接口
- 加密状态下不支持仿真功能

## 时钟源

### 内建高频 48MHz 高频振荡器 (HIRC)

- 可作为系统时钟源
- 系统上电默认时钟频率  $f_{SYS}$  为  $f_{HIRC}/2$
- 频率误差: 跨越 (1.8V~5.5V) 及 (-40 ~ 105°C) 应用环境, 不超过 ±1%
- 可通过 32.768kHz 外接晶振进行自动校准, 校准后 HIRC 精度可无限接近外接 32.768kHz 晶振的精度

### 内建低频 32kHz 低频振荡器 (LIRC)

- 可作为系统时钟源
- 固定为 WDT 时钟源, WDT 使能后此时钟源必开启
- 可作为 Base Timer 时钟源, 可唤醒 STOP
- 可作为 LCD 时钟源
- 频率误差: 跨越 (1.8V~5.5V) 及 25°C 应用环境, 不超过 ±4%

### 可外接 2~16MHz 高频晶振 (HXT)

- 可作为系统时钟源
- 用户可以选择外接晶振振荡频率 <12M 或 ≥12MHz

### 可外接 32.768 kHz 低频晶振 (LXT)

- 可作为系统时钟源
- 可作为 Base Timer 时钟源
- 可作为 LCD 时钟源
- 可外接 32.768kHz 振荡器
- 可通过 LXT 对 HIRC 进行自动校准

## 中断源

- SC32L14T/14G 提供 27 个中断源
- 四级中断优先级可设
- 外部中断 INT
  - 16 个 INT 中断源, 共占用 4 个中断向量
  - INT 经切换设置后可覆盖到所有的 GPIO 管脚
  - 全部可设上升沿、下降沿、双沿中断, 且均有独立对应中断标志位
  - 软件置起相应中断标志位, 可触发进入相应的中断

## 数字外围

### 最大 77 个双向可独立控制 GPIO

- 可独立设定上拉电阻
- IO 灌电流驱动能力 50mA @  $V_{PIN}=0.8V$
- IO 拉电流驱动能力 12mA @  $V_{PIN}=4.3V$

### 一个两通道输入的低功耗计数器 (LP counter)

- 可以与线性或增量编码器等设备连接, 用于获取计数、方向等信息
- 可实现 STOP 模式下计数, 减少 MCU 唤醒频率, 降低整体功耗
- 提供两个外部信号输入口 INTA 和 INTB, 可独立检测输入信号的上升/下降沿并独立计数

- 边沿检测可触发中断
- 计数值溢出可触发中断
- 可硬件判断输入信号的方向信息
  - 方向跳变可触发中断
- LPC 中断可唤醒 STOP 模式

## 看门狗 WDT

- 内置 WDT, 溢出时间 3.94~500ms 可设

## Base Timer (BTM)

- 时钟源 LXT 和 LIRC 可选
- 中断频率间隔 15.625ms~32s
- 可唤醒 STOP 并且产生中断

## 8 个 16 位定时/计数器 (TIM) Timer0~Timer7

- 16 位递增、递减、递增/递减自动重载计数器
- 支持上升沿/下降沿捕获, 可实现 PWM duty 和周期捕获
- 每个 TIM 提供两路共周期、占空比可调的 PWM (TPWMA / TPWMB) 输出
- TIM1、TIM2、TIM6 的定时器溢出及捕获事件可触发 DMA 请求
- TIM0 ~ TIM7 的 Tn 管脚支持重映射

## 8 路 16 位高级 PWM0

- 时钟源 HIRC 和 PCLK 可选
- 共用周期、占空比单独可调
- 带死区、可互补 PWM 输出
- 支持中心对齐模式
- 支持故障检测 (FLT)

## 6 个独立 UART 通信口 UART0~5

- 独立波特率发生器
- UART0~5 均支持从 STOP Mode 唤醒
- UART0~5 的信号口均有两组映射可选
  - 其中 UART3 映射在烧录口上时仅支持半双工通信
- 三种通讯模式可选:
  - 模式 0, 8 位半双工同步通信模式
  - 模式 1, 10 位全双工异步通信
  - 模式 2, 保留
  - 模式 3, 11 位全双工异步通信
- UART2 为完整的 LIN 接口:
  - 主从模式可切换
  - 支持主机模式下硬件 break 发送 (10/13bits)
  - 支持从机模式下硬件 break 检测 (10/11bits)
  - 支持从机模式下波特率同步
- UART0 和 UART1 支持 DMA 请求
- UART2~5 不支持 DMA 请求

## 7816 智能卡接口 (SC)

- 协议符合 ISO-7816-3 T=0 异步半双工传输协议标准
- 支持正向/反向电平约定 (Direct/Inverse Convention)
- 可编程时钟源频率  $f_{SC}$
- 基本时间单元 (ETU) 灵活可调
- 可配置扩展保护时间 (Extra Guard Time)
- 数据帧控制:
  - 支持可编程校验模式: 偶校验 (Even Parity) 或无校验 (No Parity)
  - 自动生成并检测校验位
  - 停止位长度 (1~2 位) 可配置
  - 错误指示信号 (Error Signal) 脉冲宽度可设
  - 支持信号口映射

## 2 个二合一通信口 SPI0/1 & TWI0/1

- SPI0/1
  - 支持 8 位或 16 位通信模式
  - 信号口共 4 组 IO 映射可选
  - SPI0/1 均支持 DMA
- TWI 0/1
  - 可配置为主模式或从模式
  - 从模式下支持时钟延展
  - 信号口共 4 组 IO 映射可选
  - TWI0/1 均支持 DMA

## 内建 CRC 校验模块

- 初始值可设，默认为 0xFFFF\_FFFF
- 多项式可编程，默认为 0x04C1\_1DB7
- 支持 8/16/32bit 数据单元

## LCD 驱动

- 时钟源 LXT 和 LIRC 可选
- 支持在 STOP 状态下显示
- LCD 驱动支持电阻型和电容型偏压产生电路
- 电阻型 LCD 驱动支持快速充电模式，LCD 电压输出口分压电阻可选：11KΩ、100KΩ、300KΩ、800KΩ
- 电容型 LCD 驱动为电容偏压模式，该模式下 LCD 电路总功耗可低至：2~3 μA @STOP 模式
- LCD 常规功能
  - 8 X 51、6 X 53、5 X 54、或 4 X 55 段 LCD 驱动
  - 两种偏置电压可选：1/3 和 1/4
  - 波形模式 Type A 和 Type B 两种可选
  - 帧频三档可选：
    - ◆ Type A 模式下帧频可选：32 Hz、64 Hz 和 128 Hz
    - ◆ Type B 模式下帧频可选：64 Hz、128 Hz 和 256 Hz

## DMA

- 2 个可独立配置的通道
- 每个 DMA 通道可向其它通道发送 DMA 请求
- 数据宽度支持字节，半字，字
- 20 个 DMA 请求源，2 个请求优先级
- 支持源/目标地址自动增加或固定
- 支持单次和批量传输方式
- 传输方向支持：内存到内存、内存到外设、外设到内存、外设到外设

## 模拟外围

### 低电压监测模块（LPD）：

- 8 档低压检测：
  - 1.85V / 2.05V / 2.25V / 2.45V / 2.65V / 2.85V / 3.05V / 3.25V
- 可产生中断

- STOP 模式下 LPD 电源关闭

## 32 路高灵敏度触控电路（TK）

- 仅 SC32L14T 系列支持
- 通道可以并联扫描
- CMOD 管脚需对地接入 103 电容
- 具有很强的抗干扰性，可通过 10V 动态 CS 测试
- 支持自电容方案和互电容模式
- 支持低功耗模式
- 支持快速唤醒 STOP Mode
- 可适应隔空按键触控、接近感应等对灵敏度要求较高的触控应用
- 全套开发支持：高灵活触控软件库，智能化调试软件

## 23 路 14 位 ADC

- 精度：14 位
- 23 路 ADC
  - 外部 20 路 ADC 采样通道与 IO 口其它功能复用
  - 内部一路 ADC 可直接测量 V<sub>DD</sub> 电压
  - 内部一路 ADC 可直接测量 OP 输出
  - 内部一路温度采样通道
- ADC 的参考电压有 4 种选择：V<sub>DD</sub> 以及内部 2.048V、1.024V 或 2.4V
- 可设 ADC 转换完成中断
- 支持单通道连续转换模式
- 支持 DMA

## 运放（OP）

- 一个 Rail-to-rail 的运放
- 可配置为 PGA 模式
  - 同相输入增益：8/16/32/64
  - 反相输入增益：7/15/31/63
- 同相输入端引出两个外部引脚：OP\_P0 或 OP\_P1
- 反相输入端引出一个外部引脚：OP\_N
- 输出端引出一个外部引脚：OP\_O
- 输出可直接接入 ADC 输入
- 输出可直接接入 CMP 正端

## 模拟比较器 CMP

- 正端输入信号五种可选：
  - 四个模拟信号正输入端 CMP0~CMP3
  - OP 输出端
- 负端输入电压可选择 CMPR 引脚或内部 V<sub>DD</sub> 分压的 15 档比较电压中的一种
- CMP 中断可唤醒 STOP Mode

## 温度传感器

- 可通过 ADC 电路测量温度传感器电压
- 以 2.4V 内部参考电压作为基准
- 每上升 1°C，ADC 转换值会增加固定值

## 产品外设资源表

型号外设	SC32L14T_ SC32L14G_						
	_M8	_R8	_C8	_M7	_R7	_C7	
GPIOs	77	61	45	77	61	45	
APROM (Kbyte)	256			128			
SRAM (Kbyte)	16						
TK	SC32L14T_(with TK) & SC32L14G_(without TK)						
SPI	2	2	2	2	2	2	
TWI	2	2	2	2	2	2	
UART	6	5	2	6	5	2	
7816 智能卡接口	1	1	0	1	1	0	
TIM	8	8	7	8	8	7	
LPC	1	1	1	1	1	1	
RTC	1	1	1	1	1	1	
PWM0	8	8	8	8	8	8	
AES	1	1	1	1	1	1	
TRNG	1	1	1	1	1	1	
OP	1	1	\	1	1	\	
CMP	1	1	\	1	1	\	
ADC Channels	23	18	16	23	18	16	
LCD COM X SEG	8X51 6X53 5X54 4X55	8X36 6X38 5X39 4X40	8X24 6X26 5X27 4X28	8X51 6X53 5X54 4X55	8X36 6X38 5X39 4X40	8X24 6X26 5X27 4X28	
CRC	YES						
DMA	YES						
LPD	YES						
温度传感器	YES						
Max. CPU frequency	48MHz						

## 产品命名规则

SC	32	L	1	4	T	M	8	P	J	R				
公司名称 SinOne														
产品家族 8=8bit 32=32bit														
产品类型 A=汽车级 F/G=通用型 L=超低功耗型 H=高性能型 W=无线型 M=电机														
CPU core 0=Cortex-M0 1=Cortex-M0+														
子系列1 0~9														
子系列2 T=TK G=GP M=Motor														
管脚个数 标识 D F E G K T H S C U R J M O 管脚个数 14 20 24 28 32 36 40 44 48 63 64 72 80 90 标识 V Q Z A I B N X 管脚个数 100 132 144 169 176 208 216 256	D	F	E	G	K	T	H	S	C	U	R	J	M	O
闪存容量 标识 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C D 容量 (KB) 1 2 4 8 16 32 64 128 256 512 1024 2048 - - 标识 E F G H J K L M N P Q R S T 容量 (KB) - - - - - - 72 96 192 384 768 1536 -	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D
封装形式 标识 D M X F T P Q K S Y H U W 封装形式 DIP SOP TSSOP QFP TQFP LQFP QFN SKDIP MSOP WLCSP BGA SOT Wafer	D	M	X	F	T	P	Q	K	S	Y	H	U	W	
温度范围 I= -40°C~85°C 工业级 J= -40°C~105°C 汽车级 G2 A= -40°C~125°C 汽车级 G1 T= -40°C~150°C 汽车级 G0	I	J	A	T										
包装形式 R Tray 托盘 T Tape and Reel 编带 U Tube 管装 B Bulk 桶装	R	T	U	B										

## 订购信息

型号	封装	包装
SC32L14TM8PJR	LQFP80	盘装
SC32L14TM7PJR	LQFP80	盘装
SC32L14GM8PJR	LQFP80	盘装
SC32L14GM7PJR	LQFP80	盘装
SC32L14TR8PJR	LQFP64	盘装
SC32L14TR7PJR	LQFP64	盘装
SC32L14GR8PJR	LQFP64	盘装
SC32L14GR7PJR	LQFP64	盘装
SC32L14TC8PJR	LQFP48	盘装
SC32L14TC7PJR	LQFP48	盘装
SC32L14GC8PJR	LQFP48	盘装
SC32L14GC7PJR	LQFP48	盘装
SC32L14TC8QJR	QFN48	盘装
SC32L14TC7QJR	QFN48	盘装
SC32L14GC8QJR	QFN48	盘装
SC32L14GC7QJR	QFN48	盘装

注：对应具体型号的量产情况，请您在开发之前，与赛元或者代理商的销售人员咨询送样和交付时间。

## 目录

1 总体描述.....	1
2 主要功能.....	2
存储 .....	2
BootLoader.....	2
烧写和仿真 .....	3
时钟源 .....	3
中断源 .....	3
数字外围 .....	3
模拟外围 .....	4
产品外设资源表 .....	5
产品命名规则 .....	6
订购信息 .....	7
目录 .....	8
3 管脚定义.....	14
3.1 管脚配置图.....	14
3.2 管脚资源列表 .....	17
4 资源框图.....	20
5 存储.....	20
5.1 概述.....	21
5.2 存储框图 .....	21
5.3 特性.....	22
5.4 APROM (主存储区) .....	22
5.5 2 Kbytes 用户存储区域 (类 EEPROM) .....	23
5.6 4 Kbytes LDROM (系统存储区) .....	23
5.6.1 BootLoader.....	23
5.7 SRAM .....	24
5.8 启动区域选择 (自举) .....	24
5.8.1 从主存储区自举.....	24
5.8.2 从系统存储器自举 .....	24
5.8.3 从嵌入式 SRAM 自举 .....	24
5.8.4 自举模式设置.....	24
5.9 96 bits Unique ID .....	25
5.10 User ID 区域 .....	25
5.11 编程.....	25
5.11.1 JTAG 专用模式 .....	25

5.11.2	常规模式 (JTAG 专用口无效) .....	26
5.12	安全加密 .....	26
5.12.1	安全加密操作权限 .....	26
5.13	In Application Programming (IAP) .....	26
5.13.1	IAP 操作相关寄存器表 .....	27
5.13.2	IAP 寄存器映射 .....	29
5.14	选项字节区域 (Customer Option) .....	29
5.14.1	Customer Option 的映射寄存器 .....	29
6	上电、复位和时钟控制 (RCC) .....	32
6.1	上电过程 .....	32
6.1.1	复位阶段 .....	32
6.1.2	调入信息阶段 .....	32
6.1.3	正常操作阶段 .....	32
6.2	复位 .....	32
6.2.1	硬件复位 .....	33
6.2.2	软件复位 .....	34
6.2.3	复位后的启动区域 .....	34
6.2.4	复位初始状态 .....	34
6.3	时钟 .....	34
6.3.1	系统时钟源 .....	34
6.3.2	内建高频 48MHz 振荡器 (HIRC) .....	35
6.3.3	内置高频晶体振荡器电路, 可外接 2~16MHz 高频振荡器 (HXT) .....	35
6.3.4	内建低频 32kHz 振荡器 (LIRC) .....	35
6.3.5	内置低频振荡电路, 可外接 32.768kHz 低频振荡器 (LXT) .....	35
6.4	寄存器访问时钟和外设时钟源 .....	36
6.4.1	寄存器访问时钟 .....	36
6.4.2	外设时钟源 .....	36
6.4.3	总线时钟 .....	36
6.4.4	外设时钟 .....	38
6.4.5	外设时钟框图 .....	39
6.4.6	外设时钟使能寄存器 .....	39
6.4.7	低功耗模式时钟 .....	40
7	中断 .....	41
7.1	外部中断 INT0~15 .....	41
7.2	中断与事件 .....	41
7.3	中断向量表 .....	41
8	省电模式 .....	44

9	低电压监测模块 (LPD) .....	45
9.1	概述.....	45
9.2	迟滞功能 .....	45
10	GPIO .....	46
10.1	时钟源 .....	46
10.2	特性.....	46
10.3	GPIO 结构图 .....	46
10.3.1	强推挽输出模式 .....	46
10.3.2	带上拉的输入模式 .....	47
10.3.3	高阻输入模式(Input only).....	47
11	模数转换器 ADC .....	48
11.1	时钟源 .....	48
11.2	特性.....	48
11.3	ADC 转换步骤.....	48
11.4	ADC 中断 .....	49
11.5	ADC 连接电路图 .....	49
12	温度传感器 .....	50
12.1	概述.....	50
12.2	温度传感器操作步骤 .....	50
13	运放及可编程增益放大器 (OP) .....	51
13.1	概述.....	51
13.2	特性.....	51
13.3	OP 端口选择 .....	51
13.3.1	OP 精度调整 .....	51
13.3.2	OP 同相端输入选择 .....	51
13.3.3	OP 反相端输入选择 .....	51
13.3.4	OP 输出选择 .....	52
13.4	OP 电路结构框图 .....	52
14	模拟比较器 CMP .....	53
14.1	特性.....	53
14.2	模拟比较器结构框图 .....	53
15	高级加密运算 (AES) .....	54
15.1	概述.....	54
15.2	时钟源 .....	54
15.3	特性.....	54
16	真随机数发生器 (TRNG) .....	55
16.1	概述.....	55

16.2 时钟源 .....	55
16.3 特性 .....	55
17 UART0~5 .....	56
17.1 时钟源 .....	56
17.2 特性 .....	56
17.3 UART2-LIN .....	57
17.3.1 LIN 帧结构 .....	57
17.3.2 LIN 主机模式 .....	57
17.3.3 LIN 从机模式 .....	57
18 智能卡接口 (SC) .....	59
18.1 概述 .....	59
18.2 时钟源 .....	59
18.3 特性 .....	59
18.4 工作模式 .....	59
18.4.1 智能卡描述 .....	59
18.5 智能卡接口基本操作流程 .....	60
19 SPI0/1 .....	61
19.1 时钟源 .....	61
19.2 SPI0/1 特性 .....	61
20 TWI0/1 .....	62
20.1 时钟源 .....	62
20.2 TWI0/1 特性 .....	62
20.3 TWI 信号描述 .....	62
21 硬件看门狗 WDT .....	63
21.1 概述 .....	63
21.2 时钟源 .....	63
22 BTM .....	64
22.1 概述 .....	64
22.2 时钟源 .....	64
22.3 特性 .....	64
23 内建 CRC 校验模块 .....	65
23.1 概述 .....	65
23.2 时钟源 .....	65
23.3 特性 .....	65
24 PWM0: 8 路 16 位多功能 PWM .....	66
24.1 概述 .....	66
24.2 时钟源 .....	66

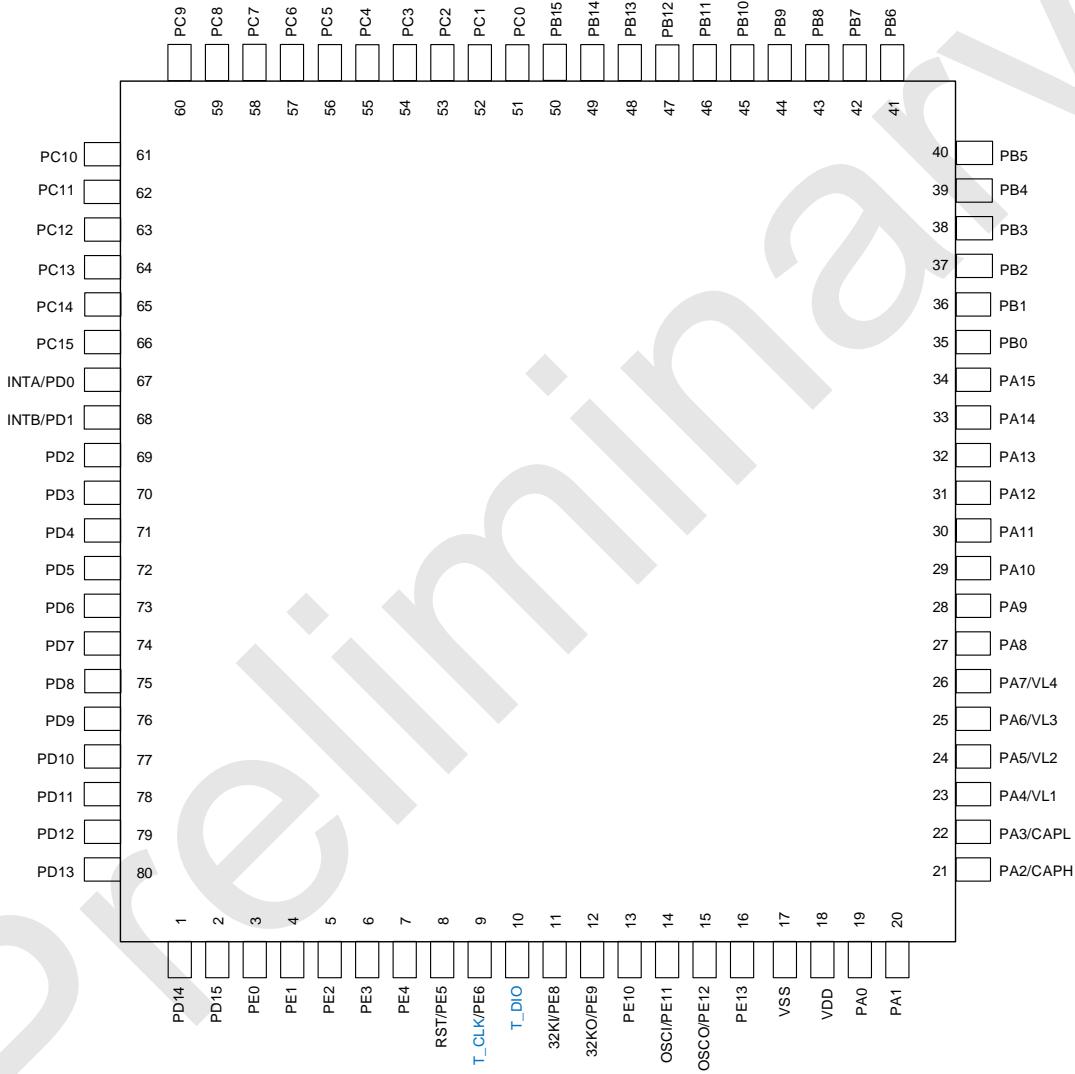
24.3 特性.....	66
24.4 PWM0 结构框图.....	67
24.5 PWM0 通用配置.....	67
24.5.1 输出模式.....	67
24.5.2 对齐类型.....	68
24.5.3 占空比变化特性.....	68
24.5.4 周期变化特性.....	68
24.5.5 周期和占空比的关系.....	68
25 32 路高灵敏度触控电路 (TK) .....	69
26 实时时钟 (RTC) .....	70
26.1 概述.....	70
26.2 时钟源.....	70
26.3 特性.....	70
26.4 结构框图 .....	71
27 低功耗计数器 (LPC) .....	72
27.1 概述.....	72
27.2 特性.....	72
27.3 LPC 框图.....	73
28 16 位定时/计数器 (TIM) TIMER0~TIMER7 .....	74
28.1 时钟源.....	74
28.2 特性.....	74
28.3 计数方式 .....	74
28.3.1 定时器模式下 TIM 计数方式 .....	74
28.3.2 PWM 输出模式下 TIM 计数方式 .....	74
28.4 定时器相关的信号口 .....	74
28.5 TIM 的中断及对应标志位 .....	75
28.6 TIM 的工作模式.....	75
29 LCD 驱动器 .....	76
29.1 时钟源.....	76
29.2 内置 8 COM x 51 SEG LCD 驱动 .....	76
29.2.1 电阻型 LCD 驱动器.....	76
29.2.2 电容偏压型 LCD 驱动器 .....	77
30 DMA 控制器 .....	78
30.1 概述.....	78
30.2 时钟源.....	78
30.3 特性.....	78

30.4 功能说明 .....	78
30.4.1 传输方向 .....	78
30.4.2 DMA 访问区域限制 .....	78
30.4.3 通道优先级 .....	78
30.4.4 单次传输和批量传输 .....	79
30.4.5 循环模式 .....	79
31 SYSTICK .....	80
31.1 时钟源 .....	80
31.2 SysTick 校准寄存器默认值 .....	80
32 电气特性 .....	81
32.1 推荐工作条件 .....	81
32.2 极限参数 .....	81
32.3 Flash ROM 参数 .....	81
32.4 运行功耗 .....	81
32.4.1 VDD = 5V, TA = +25°C, 从 APROM 启动, 除非另有说明 .....	82
32.4.2 VDD = 3.3V, TA = +25°C, 从 APROM 启动, 除非另有说明 .....	82
32.5 GPIO 参数 .....	83
32.5.1 VDD = 5V, TA = +25°C, 除非另有说明 .....	83
32.5.2 VDD = 3.3V, TA = +25°C, 除非另有说明 .....	84
32.6 交流电气特性 .....	84
32.7 TK 电气特性 .....	85
32.8 BTM 电气特性 .....	85
32.9 WDT 电气特性 .....	85
32.10 ADC 电气特性 .....	85
32.11 CMP 电气特性 .....	86
32.12 OP 电气特性 .....	86
32.13 LPD 电气特性 .....	88
33 封装信息 .....	89
34 版本记录 .....	94
35 声明 .....	95

## 3 管脚定义

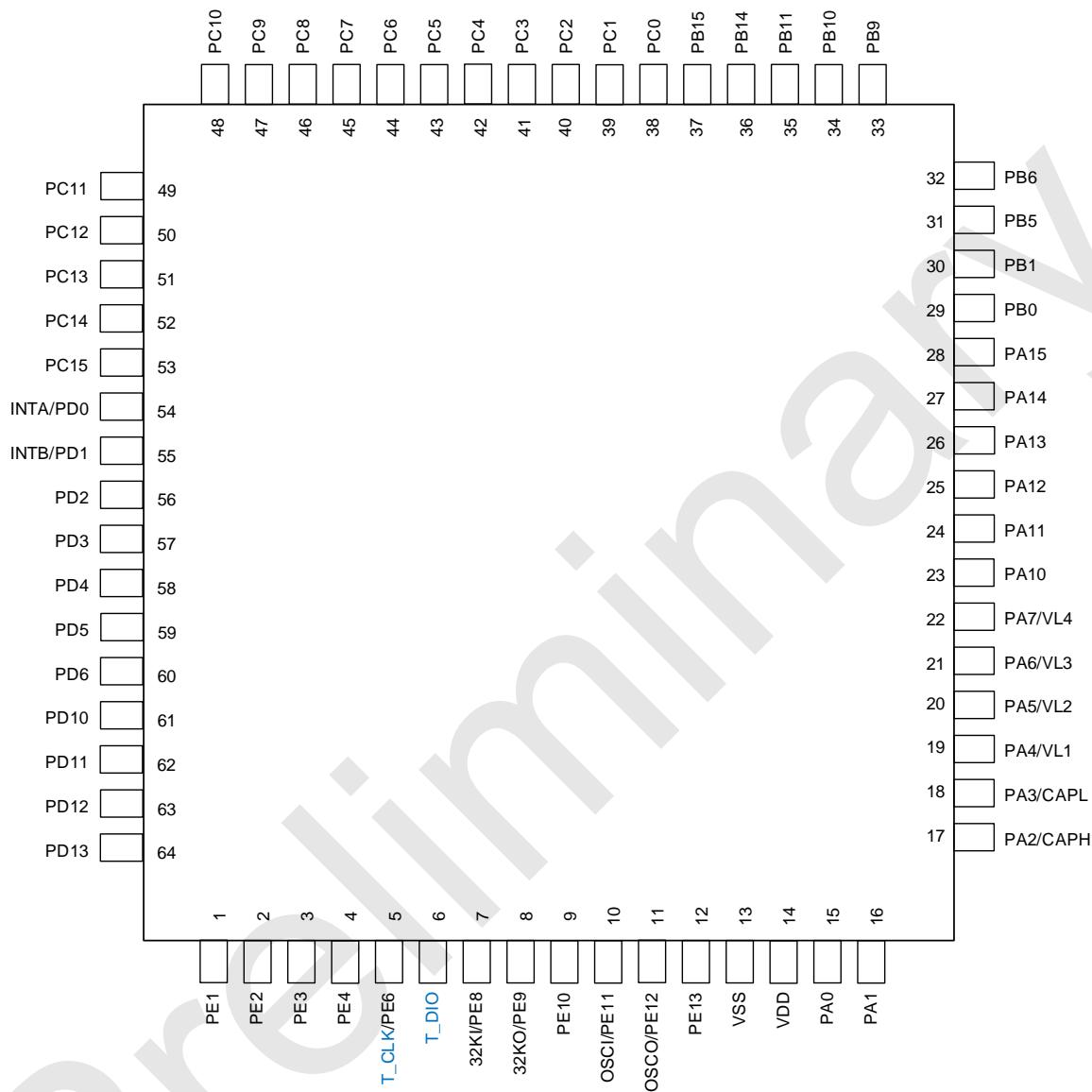
### 3.1 管脚配置图

注意：仅 SCL14T 系列支持 TK 功能

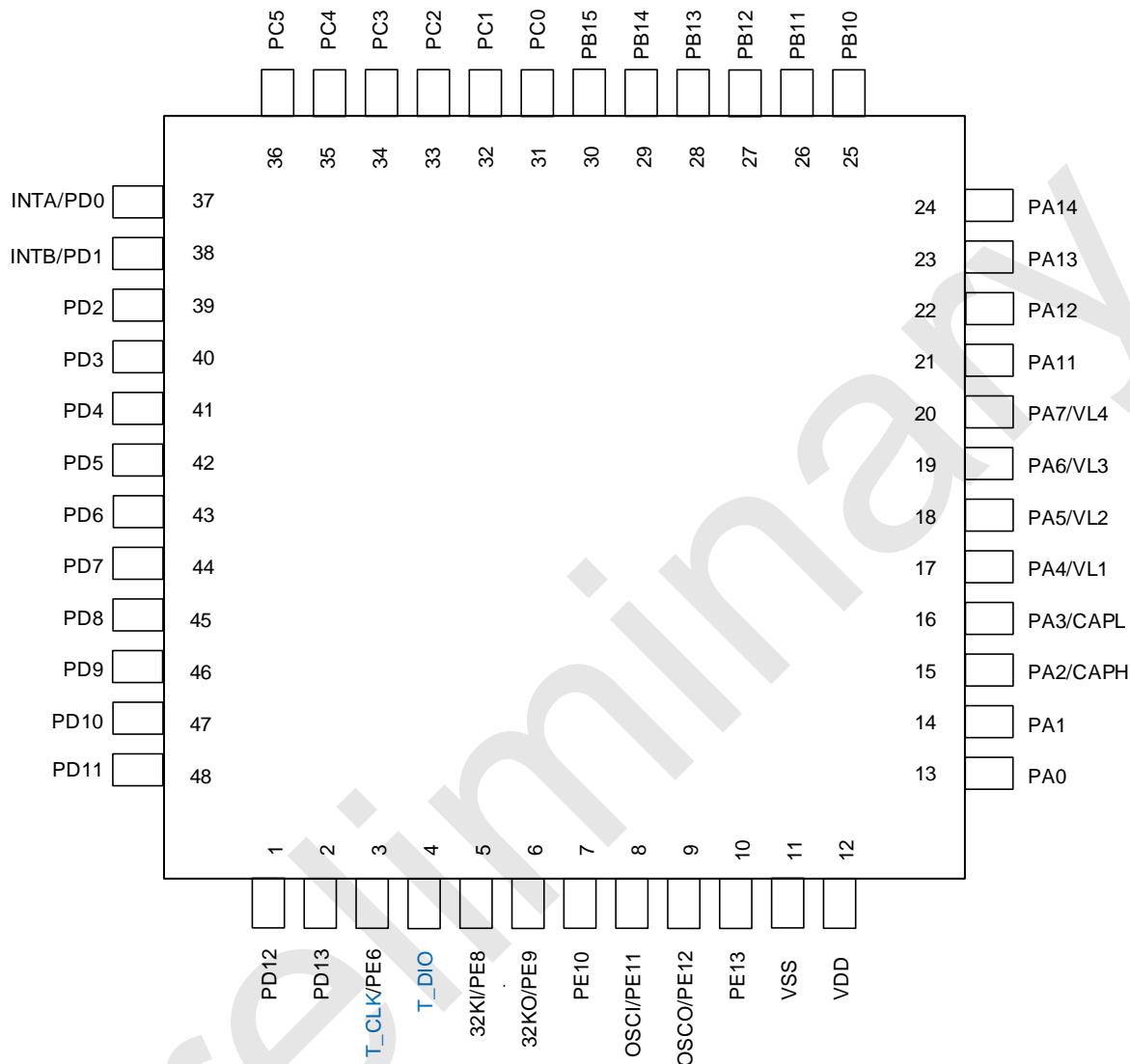


80PIN 管脚配置图

适用于 LQFP80



64PIN 管脚配置图  
适用于 LQFP64



48PIN 管脚配置图  
适用于 LQFP48、QFN48 封装

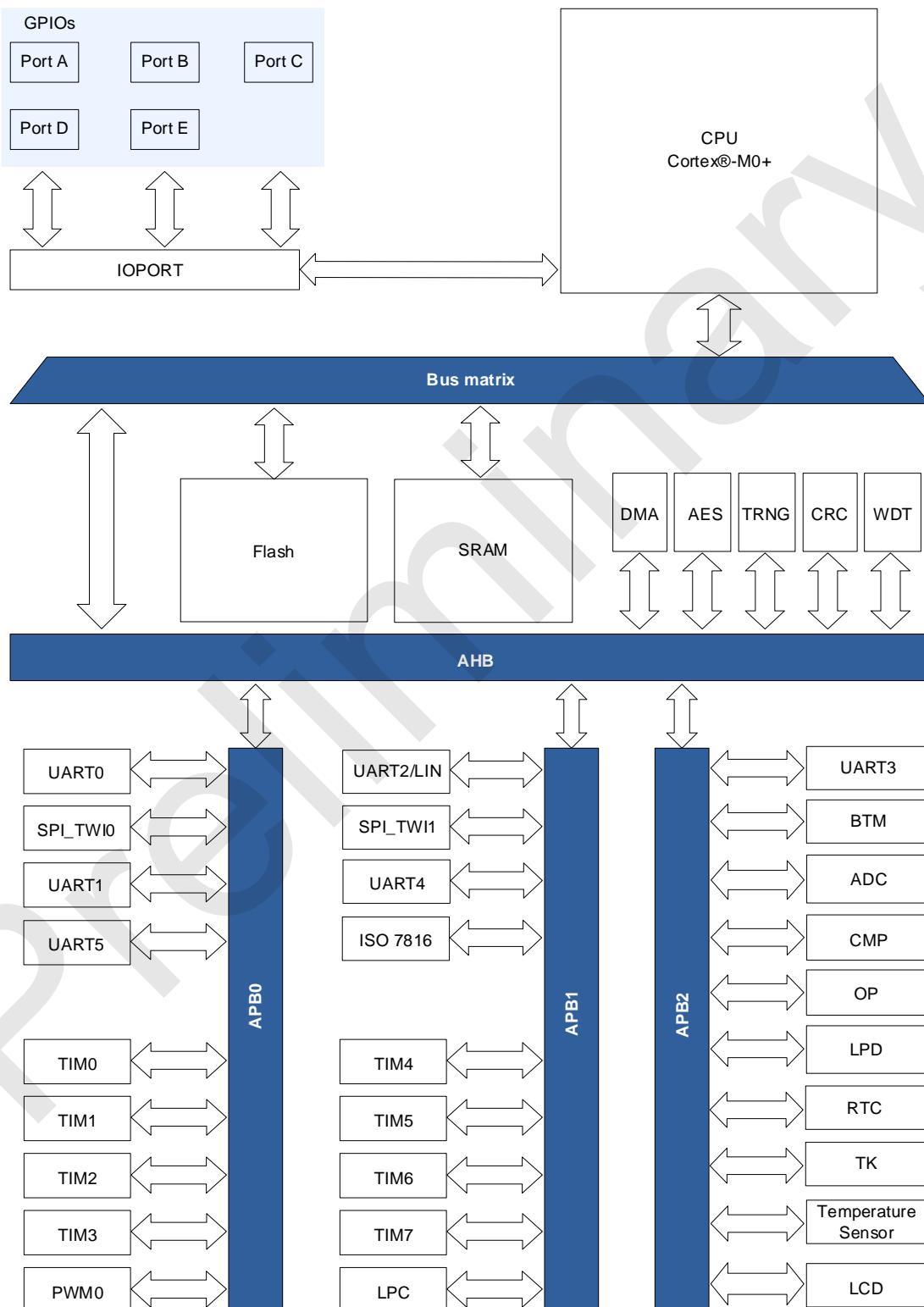
### 3.2 管脚资源列表

LQFP48/ QFN48	LQFP64	LQFP80	GPIO	特殊	UART	TWI	SPI	LCD	TK	ADC	PWM-8	PWM	TxEX/Tx	CMP	OP	INT	
-	-	1	PD14		(TxD2)		(MISO0A)	SEG30	TK0	AIN19		T7PWM1	T7EX			INT14	
-	-	2	PD15		(RxD2)	(SDA0A)	(MOSI0A)	SEG29	TK1	AIN18						INT15	
-	-	3	PE0			(SCL0A)	(SCK0A)	SEG28	TK2					CMPR		INT0	
-	1	4	PE1						TK3					CMP3	OP_N	INT1	
-	2	5	PE2			(SCL1A)	(SCK1A)		TK4					CMP2	OP_P0	INT2	
-	3	6	PE3		(RxD1)	(SDA1A)	(MOSI1A)		TK5					CMP1	OP_P1	INT3	
-	4	7	PE4		(TxD1)		(MISO1A)		TK6			T5PWM0	T5CAP/T5	CMP0	OP_0	INT4	
-	-	8	PE5	RST								(T7PWM0_7)	(T7CAP/T7)			INT5	
3	5	9	PE6	T_CLK	RxD3							(T0PWM0_0)	(T0CAP/T0)			INT6	
4	6	10	-	T_DIO	TxD3											-	
5	7	11	PE8	32KI							PWM0_3					INT8	
6	8	12	PE9	32KO							PWM0_2					INT9	
7	9	13	PE10								PWM0_1					INT10	
8	10	14	PE11	OSCI							PWM0_0					INT11	
9	11	15	PE12	OSCO												INT12	
10	12	16	PE13				(MISO0B)		CMOD							INT13	
11	13	17	VSS	VSS													
12	14	18	VDD	VDD													
13	15	19	PA0			(SDA0B)	(MOSI0B)	SEG27				(T2PWM0_2)	(T2CAP/T2)				INT0
14	16	20	PA1			(SCL0B)	(SCK0B)	SEG26				(T1PWM0_1)	(T1CAP/T1)				INT1
15	17	21	PA2	CAPH								(T3PWM0_3)	(T3CAP/T3)				INT2
16	18	22	PA3	CAPL								(T4PWM0_4)	(T4CAP/T4)				INT3
17	19	23	PA4	VL1							PWM0_4					INT4	
18	20	24	PA5	VL2							PWM0_5					INT5	
19	21	25	PA6	VL3							PWM0_6					INT6	
20	22	26	PA7	VL4							PWM0_7	(T6PWM0_6)	(T6CAP/T6)			INT7	
-	-	27	PA8		TxD1			SEG25								INT8	

LQFP48/ QFN48	LQFP64	LQFP80	GPIO	特殊	UART	TWI	SPI	LCD	TK	ADC	PWM-8	PWM	TxEX/Tx	CMP	OP	INT
-	-	28	PA9		RxD1			SEG24								INT9
-	23	29	PA10			(SCL1B)	(SCK1B)	SEG23								INT10
21	24	30	PA11			(SDA1B)	(MOSI1B)	SEG22	TK7			T1PWM0	T1CAP/T1			INT11
22	25	31	PA12				(MISO1B)	SEG21	TK8							INT12
23	26	32	PA13					SEG20	TK9			T3PWM0	T3CAP/T3			INT13
24	27	33	PA14		(RxD0)			SEG19	TK10							INT14
-	28	34	PA15		(TxD0)			SEG18	TK11							INT15
-	29	35	PB0					SEG17	TK12							INT0
-	30	36	PB1					SEG16	TK13							INT1
-	-	37	PB2					SEG15								INT2
-	-	38	PB3		RxD4			SEG14								INT3
-	-	39	PB4		TxD4			SEG13								INT4
-	31	40	PB5					SEG12			FLT					INT5
-	32	41	PB6					SEG11				T6PWM1	T6EX			INT6
-	-	42	PB7		(RxD5/SC CLK0)			SEG10				T6PWM0	T6CAP/T6			INT7
-	-	43	PB8		(TxD5/SCI O0)			SEG9				T2PWM1	T2EX			INT8
-	33	44	PB9		RxD5/SC CLK0			SEG8				T2PWM0	T2CAP/T2			INT9
25	34	45	PB10		TxD5/SCI O0			SEG7				T0PWM1	T0EX			INT10
26	35	46	PB11				(MISO1C)	SEG6				T0PWM0	T0CAP/T0			INT11
27	-	47	PB12			(SDA1C)	(MOSI1C)	SEG5								INT12
28	-	48	PB13			(SCL1C)	(SCK1C)	SEG4								INT13
29	36	49	PB14					COM7/SEG 3								INT14
30	37	50	PB15					COM6/SEG 2								INT15
31	38	51	PC0					COM5/SEG 1								INT0
32	39	52	PC1					COM4/SEG 0								INT1
33	40	53	PC2					COM3								INT2
34	41	54	PC3					COM2								INT3
35	42	55	PC4					COM1								INT4
36	43	56	PC5					COM0								INT5
-	44	57	PC6		(TxD3)		MISO0	SEG54				T1PWM1	T1EX			INT6

LQFP48/ QFN48	LQFP64	LQFP80	GPIO	特殊	UART	TWI	SPI	LCD	TK	ADC	PWM-8	PWM	TxEX/Tx	CMP	OP	INT
-	45	58	PC7		(RxD3)	SDA0	MOSI0	SEG53								INT7
-	46	59	PC8			SCL0	SCK0	SEG52								INT8
-	47	60	PC9		TxD0			SEG51								INT9
-	48	61	PC10		RxD0			SEG50								INT10
-	49	62	PC11					SEG49				T5PWM1	T5EX			INT11
-	50	63	PC12					SEG48	TK14	AIN17		(T5PWM0 )	(T5CAP/ T5)			INT12
-	51	64	PC13		TxD2		MISO1	SEG47	TK15	AIN16						INT13
-	52	65	PC14		RxD2	SDA1	MOSI1	SEG46	TK16	AIN15						INT14
-	53	66	PC15			SCL1	SCK1	SEG45	TK17	AIN14						INT15
37	54	67	PD0	INTA				SEG44	TK18	AIN13		T7PWM0	T7CAP/T7			INT0
38	55	68	PD1	INTB				SEG43	TK19	AIN12		T4PWM0	T4CAP/T4			INT1
39	56	69	PD2					SEG42	TK20	AIN11						INT2
40	57	70	PD3					SEG41	TK21	AIN10						INT3
41	58	71	PD4					SEG40	TK22	AIN9						INT4
42	59	72	PD5					SEG39	TK23	AIN8						INT5
43	60	73	PD6					SEG38	TK24	AIN7						INT6
44	-	74	PD7		(TxD4)		(MISO0C)	SEG37	TK25	AIN6						INT7
45	-	75	PD8		(RxD4)	(SDA0C )	(MOSI0C)	SEG36	TK26	AIN5						INT8
46	-	76	PD9			(SCL0C )	(SCK0C)	SEG35	TK27	AIN4						INT9
47	61	77	PD10					SEG34	TK28	AIN3		T4PWM1	T4EX			INT10
48	62	78	PD11					SEG33	TK29	AIN2		T3PWM1	T3EX			INT11
1	63	79	PD12					SEG32	TK30	AIN1						INT12
2	64	80	PD13					SEG31	TK31	AIN0						INT13

## 4 资源框图

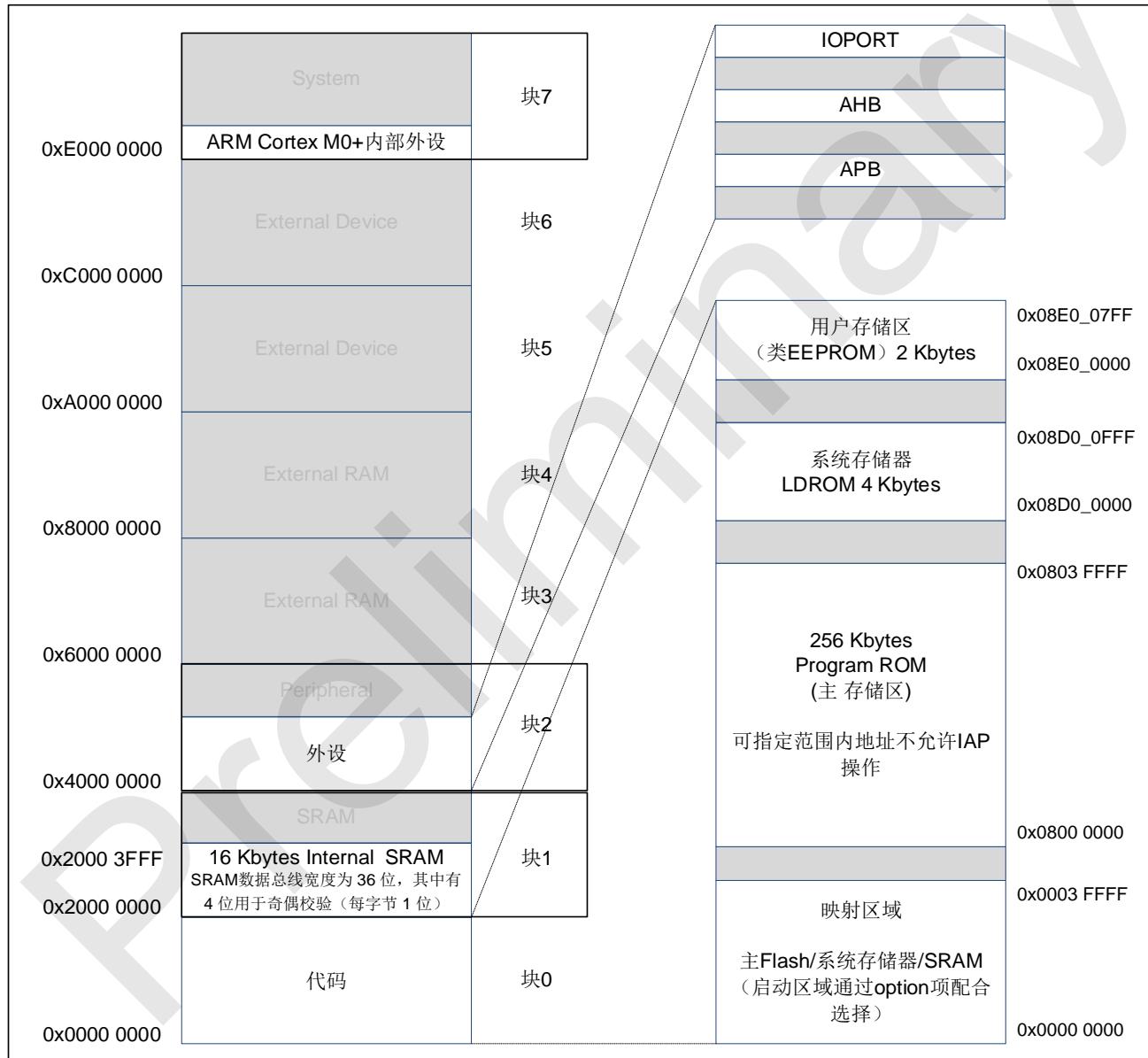


## 5 存储

## 5.1 概述

程序存储器、数据存储器、寄存器排列在同一个线性（即地址连续）的 4 GB 地址空间内。各字节按小端格式在存储器中编码。字中编号最低的字节被视为该字的最低有效字节，而编号最高的字节被视为最高有效字节。可寻址的存储空间分为 8 个主要块，每个块为 512 MB。

## 5.2 存储框图



SC32L14T/14G 存储器映射图

## 5.3 特性

- 存储 Flash 位宽为 32 bits，可反复写入 10 万次
- 常温 25°C 下数据可保存 100 年
- Flash 的组成结构如下：
  - 最大 256 Kbytes APROM (主存储区)
  - 4 Kbytes LDROM (系统存储区)
  - 2 Kbytes 用户存储区 (类 EEPROM)
  - 16 Kbytes Internal SRAM，支持奇偶校验功能
  - 96 bits Unique ID

## 5.4 APROM (主存储区)

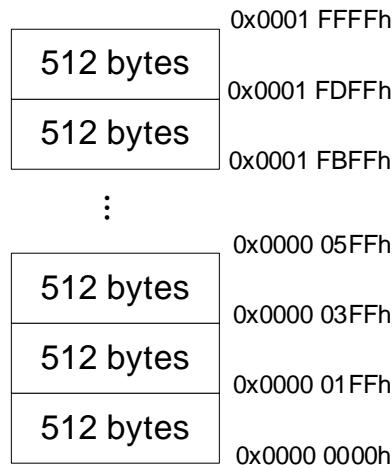
- SC32L14xx8 系列的主存储区 (APROM) 有 256 Kbytes
- SC32L14xx7 系列的主存储区 (APROM) 有 128 Kbytes
- 扇区 (sector) 大小：512 bytes
- 支持：读/写/扇区擦除/全擦除/查空
- CPU (Cortex®-M0+) 通过 AHB 总线访问 Flash
- 程序默认从主存储区启动，用户可通过 customer option OP\_BL[1:0] 选择程序从 SRAM/LDROM 等其它区域启动
- 读保护：即读取加密，读保护开启后，仅可从主存储区启动运行的程序可以读取主存储区信息，其它区域启动或第三方工具无法获取主存储区信息
- 写保护：提供两段硬件写保护区域，写保护区域中禁止 IAP 操作，用户可以根据实际需求以扇区为单位设定两段写保护区域的范围

256 Kbytes 的 Flash ROM 分为 512 个扇区 (sector)，每个 sector 为 512 bytes，烧录时目标地址所属的 Sector 都会被烧写器强制擦除，再写入数据；用户写操作时，必须先擦除，再写入数据。



SC32L14T 256 Kbytes Flash ROM Sector 分区示意

128 Kbytes 的 APROM 分为 256 个扇区 (sector)，每个 Sector 为 512 bytes，烧录时目标地址所属的 Sector 都会被烧写器强制擦除，再写入数据；用户写操作时，必须先擦除，再写入数据。



SC32L14xx7 系列 128 Kbytes APROM Sector 分区示意

## 5.5 2 Kbytes 用户存储区域（类 EEPROM）

2 Kbytes 独立 EEPROM 区域地址为 0x08E0\_0000 H~ 0x08E0\_07FF H，由 IAPADE 寄存器设定。独立 EEPROM 可反复写入 10 万次，常温下数据保存时间为 100 年以上。独立 EEPROM 支持查空、编程、校验、擦除和读取功能。

EEPROM 共有 4 个扇区（sector），每个 sector 为 512 bytes：



SC32L14T EEPROM Sector 分区示意

注意：EEPROM 擦写次数为 10 万次，用户擦写不要超过 EEPROM 的额定烧写次数，否则会出现异常！

## 5.6 4 Kbytes LDROM（系统存储区）

- 系统存储区为 4 Kbytes LDROM，出厂固化 ISP 程序，该区域用户无法改写也无法访问
- 嵌入式自举程序：固化的 ISP 程序，该指令公开，可以利用该程序通过 UART 更新程序 Flash。程序执行会等待升级命令，在 500ms 内未来接收到更新指令，则跳转到主存储区执行（0X0800\_0000）

### 5.6.1 BootLoader

支持硬件和软件两种 BootLoad 方式：

- 软件做法：直接软件划分 BootLoad 和 APP 区域，通过修改 VTOR 可轻易实现 BootLoad、APP 中断共用，各区大小可随意裁切；
- 硬件做法：**4 Kbytes** 固定“系统存储器”为专用 BootLoader 区域，用户不可读写：
  - 系统存储区作为一个固化的 BootLoader 空间，其中的程序是出厂前烧录好，用户不可读写。
  - 嵌入式自举程序：嵌入式自举程序位于系统存储器中，在生产阶段编程。固化的 ISP 程序，该指令公开，可以利用该程序通过 UART 重新编程 Flash。

## 5.7 SRAM

- Internal SRAM: 16 Kbytes，地址 0x2000\_0000 ~ 0x2000\_3FFF
- 支持奇偶校验：
  - 额外的 2 Kbytes RAM 用于奇偶校验：即 SRAM 数据总线宽度为 36 位，其中有 4 位用于奇偶校验（每字节 1 位）
  - 奇偶校验位在写入 SRAM 时进行计算和保存，在读取时自动进行校验。如果某一位失败，则将生成不可屏蔽中断（Cortex®-M0+ NMI）
  - 提供独立的 SRAM 奇偶校验错误标志 SRAMPEIF。

**注意：**当启用 **SRAM** 奇偶校验时，建议在代码开始处使用软件初始化整个 **SRAM**，以免在读取非初始化位置时出现奇偶校验错误。

- 用户可通过 customer option OP\_BL[1:0] 选择程序从 SRAM 启动
- 能够以最大系统时钟频率按字节、半字（16 位）或全字（32 位）访问，无等待状态，因此可由 CPU 和 DMA 访问。

## 5.8 启动区域选择（自举）

复位后，用户可自行设置所需的自举模式配置。

退出待机模式后，还可以对启动模式配置进行重新采样。该启动延迟结束后，CPU 将从地址 0x0000\_0000 获取栈顶值，然后从始于 0x0000\_0004 的自举存储器开始执行代码。

自举区域选择有三种：主存储区、系统存储区和 SRAM，详细描述如下：

### 5.8.1 从主存储区自举

主存储区在自举存储器空间 (0x0000\_0000) 中有别名，但也可从它原来的存储器空间 (0x0800\_0000) 访问。换句话说：程序可从地址 0x0000\_0000 或 0x0800\_0000 开始访问。

### 5.8.2 从系统存储器自举

- 系统存储区（4 Kbytes 独立 LDROM）作为一个固化的 BootLoader 空间，其中的程序是出厂前烧录好，用户不可读写。
- 嵌入式自举程序：嵌入式自举程序位于系统存储器中，在生产阶段编程。固化的 ISP 程序，该指令公开，可以利用该程序通过 UART 重新编程 Flash。

### 5.8.3 从嵌入式 SRAM 自举

SRAM 在自举存储器空间 (0x0000\_0000) 中有别名，但也可从它原来的存储器空间 (0x2000\_0000) 访问。

### 5.8.4 自举模式设置

通过寄存器控制位 BTLD[1:0] 配合软件复位 RST 控制位可实现三种自举模式，BTLD 和 RST 受 IAP\_KEY 保护：

- ① 设置 BTLD[1:0]= 00，芯片软件复位后从主存储区（APROM）启动

② 设置 BTLD[1:0]= 01，芯片软件复位后从系统存储区（LDROM）启动

③ 设置 BTLD[1:0]= 10，芯片软件复位后从嵌入式 SRAM 启动

通过 customer option 项 OP\_BL[1:0]实现芯片上电初始启动区域选择：

- ① 在 customer option 中设置 OP\_BL[1:0]= 00，芯片复位后从主存储区（APROM）启动
- ② 在 customer option 中设置 OP\_BL[1:0]= 01，芯片复位后从系统存储区（LDROM）启动
- ③ 在 customer option 中设置 OP\_BL[1:0]= 10，芯片复位后从嵌入式 SRAM 启动

## 5.9 96 bits Unique ID

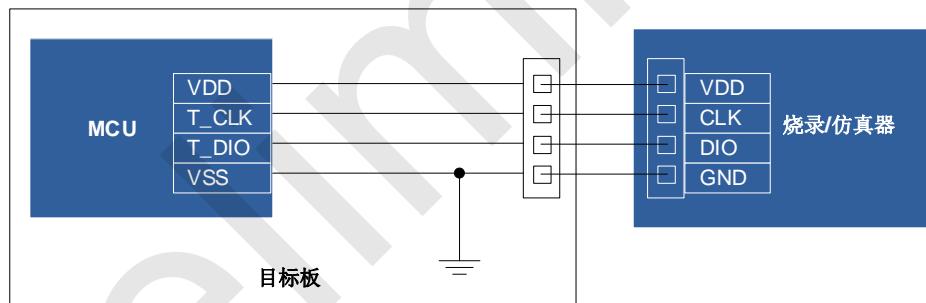
SC32L14T 提供了一个独立的 Unique ID 区域，出厂前会预烧一个 96 bits 的唯一码，用以确保该芯片的唯一性。用户获得序列号的唯一方式是通过 IAP 指令读取。

## 5.10 User ID 区域

User ID 区域，出厂时写入用户定制 ID，用户可对其进行读操作，但禁止对 User ID 区域进行写操作。

## 5.11 编程

SC32L14T/14G 的 Flash 通过 T\_DIO、T\_CLK、VDD、VSS 来进行编程，具体连接关系如下：



ICP 模式 Flash Writer 编程连接示意图

T\_DIO、T\_CLK 是 2 线 JTAG 烧写和仿真的信号线，用户在烧录时可通过 Customer Option 项配置这两端口的模式：JTAG 专用模式和常规模式（JTAG 专用口无效）。

注意：UART3 的信号引脚支持两种映射方案

- 映射 1：RXD3 / TXD3
- 映射 2：RXD3A / TXD3A

当选择映射 1 (RXD3/TXD3) 时，该组引脚与系统烧录/调试接口 (T\_CLK / T\_DIO) 复用。在此映射下，若启用全双工通信，T\_CLK / T\_DIO 可能会与 UART3 的 RXD3 接收时序产生冲突，导致通信异常。因此，选择映射 1 时必须将 UART3 配置为半双工通信模式，以避免此硬件冲突并保证通信稳定性。

如需使用全双工 UART 通信，请将管脚映射至映射 2 (RXD3A/TXD3A)。

### 5.11.1 JTAG 专用模式

JTAG 专用模式下，T\_DIO、T\_CLK 为烧写仿真专用口，与之复用的其它功能不可用。此模式一般用于在线调试阶段，方便用户仿真调试；JTAG 专用模式生效后，芯片无需重新上下电即可直接进入烧录或仿真模式。

### 5.11.2 常规模式 (JTAG 专用口无效)

常规模式下，JTAG 功能不可用，端口上与之复用的其它功能可正常使用。此模式可防止烧录口占用 MCU 管脚，方便用户最大化利用 MCU 资源。

**注意：**当 JTAG 专用口无效的配置设定成功后，芯片必须彻底下电再重新上电后才能进入烧录或仿真模式，这样就会影响到带电模式下的烧录和仿真。赛元建议用户在量产烧录时选择 JTAG 专用口无效的配置，在研发调试阶段选择 JTAG 模式。

相关 Customer Option 如下：

寄存器	读/写	说明	复位值
COPT1_CFG @0xC2	读/写	Customer Option 映射寄存器 1	0x0000_0000

7	6	5	4	3	2	1	0
ENWDT	DISJTG	DISRST	-	-	-	OP BL1:01	

位编号	位符号	说明
6	DISJTG	JTAG 口切换控制位 0: JTAG 模式使能，对应管脚只能作为 T_CLK/T_DIO 使用 1: 常规模式 (Normal)，JTAG 功能无效

## 5.12 安全加密

SC32L14T/14G 系列的安全加密功能主要是对 APROM 进行读保护加密：用户可在烧录阶段通过赛元专用烧录套件的烧录上位机的 customer option 项配置读保护加密功能，选择是否开启 flash 读保护，进入加密模式：

- 芯片默认出厂时 flash 为非加密状态
- 读保护加密功能无映射寄存器，用户只能在烧录阶段通过赛元专用烧录套件的烧录上位机的 customer option 项配置，必须经过烧录才能完成修改。
- 加密失能：可对主存储区执行读取、编程和擦除操作。也可对选项字节和备份寄存器进行所有操作。
- 加密使能：
  - 主存储区启动：在用户模式下执行的代码（从用户 APROM 自举）可对主存储区执行所有操作。
  - 调试、从 SRAM 启动以及从系统存储区启动：在调试模式下或当代码从 SRAM 或系统存储区启动时，主存储区完全不可访问。
- 取消加密使能必须先对主存储区进行全擦操作。

### 5.12.1 安全加密操作权限

启动区域/工具	解锁状态					读保护加密状态				
	读	写	块擦	全擦	操作写保护区域	读	写	块擦	全擦	操作写保护区域
从 APROM 自举	√	√	√	\	禁止	√	√	√	\	禁止
调试/从 SRAM 自举	√	√	√	√	禁止	禁止	禁止	禁止	禁止	禁止
从系统存储区自举	√	√	√	√	√	禁止	禁止	禁止	√	禁止

## 5.13 In Application Programming (IAP)

SC32L14T/14G 的 APROM 中的 IAP 区域可进行 In Application Programming (IAP) 操作，用户可以通过 IAP 操作实现远程程序更新，也可以通过 IAP 读操作获取 Unique ID 区域或 User ID 区域信息。进行 IAP 写数据操作前，用户必须对目标地址所属的 Sector 进行扇区擦除操作。

芯片默认出厂时 APROM 允许全局 IAP 操作。芯片内部提供两组 flash 写保护区域，按照扇区单位设置起始，被保护的区域禁止 IAP 操作，设置规则如下：

IAPPORx 寄存器值 (x=A 或 B)	IAPPOR 保护区域
IAPPORx_ST = IAPPORx_ED	扇区 IAPPORx
IAPPORx_ST > IAPPORx_ED	无 (不受保护)
IAPPORx_ST < IAPPORx_ED	从 IAPPORx_ST 到 IAPPORx_ED 的扇区

用户在烧录时可通过 Customer Option 项里的“Flash sectors protection”配置这两段 APROM 写保护区域。

**注意：**IAP 不支持字节/半字编程，即：IAP 写入时必须按字对齐（4 字节对齐）；若按字节/半字写入，都会自动重复写入字节补齐至字写入，例：写入 0x12，将自动补齐为 0x12121212 写入；写入 0x1234，将自动补齐为 0x12341234 写入。

### 5.13.1 IAP 操作相关寄存器表

对写保护区域之外的 APROM 进行 IAP 操作，可通过以下寄存器实现：

#### 5.13.1.1 数据保护寄存器 IAP\_KEY

寄存器	读/写	说明	复位值
IAP_KEY	读/写	数据保护寄存器	0x0000_0000

31	30	29	28	27	26	25	24
IAPKEY[31:24]							
23	22	21	20	19	18	17	16
IAPKEY[23:16]							
15	14	13	12	11	10	9	8
IAPKEY[15:8]							
7	6	5	4	3	2	1	0
IAPKEY[7:0]							

位编号	位符号	说明
31~0	IAPKEY[31:0]	数据保护锁 为防止因电气干扰等原因出现对 Flash 的意外操作，IAP_CON 寄存器执行写操作前需要通过 IAPKEY 解锁。解锁顺序如下： 1. 写入 KEY1 = 0x1234_5678 2. 写入 KEY2 = 0xA05F_05FA 如果操作顺序不正确，会锁定 IAP_CON 寄存器，直到下次系统复位才会解锁。

#### 5.13.1.2 IAP 扇区编号设置寄存器 IAP\_SNB

寄存器	读/写	说明	复位值
IAP_SN_B	读/写	IAP 扇区编号设置寄存器	0x0000_0000

31	30	29	28	27	26	25	24
IAPADE[7:0]							
23	22	21	20	19	18	17	16
-	-	-	-	-	-	-	-
15	14	13	12	11	10	9	8
-	-	-	-	-	-	IAPSNB[9]	IAPSNB[8]
7	6	5	4	3	2	1	0
IAPSNB[7:0]							

位编号	位符号	说明
31~24	IAPADE[7:0]	IAP 操作区域扩展地址 通过向 IAPADE 写入不同的值，使得 IAP 操作指向不同的操作区域： 0x00: 无效 0x4C: APROM 0x69: EEPROM 0xF1: customer option
9~0	IAPSNB[9:0]	扇擦/页擦时的 IAP 操作扇区编号设置： 实际操作扇区的起始地址 = Flash 基址 + [ IAPSNB[9:0] x 0x200 ]
23~10	-	保留

### 5.13.1.3 IAP 控制寄存器 IAP\_CON (写保护)

\*该寄存器受写保护，必须操作数据保护寄存器 IAP\_KEY 才能修改。

寄存器	读/写	说明	复位值
IAP_CON	读/写	IAP 控制寄存器	0x0000_0000

31	30	29	28	27	26	25	24
LOCK	-	-	-	-	-	-	-
23	22	21	20	19	18	17	16
-	-	-	-	-	-	-	-
15	14	13	12	11	10	9	8
-	-	-	-	-	BTLD[1:0]	RST	
7	6	5	4	3	2	1	0
ERASE	-	SERASE	PRG	-	-	CMD[1:0]	

位编号	位符号	说明
31	LOCK	对该位写 1 后，IAP_CON 寄存器被锁定。当检测到解锁序列时，由硬件将该位清 0。 如果解锁操作失败，该位仍保持置 1，直到下一次系统复位。
10~9	BTLD[1:0]	软件复位后程序启动区域选择位： 00: 芯片软件复位后从 APROM (主存储区) 启动 01: 芯片软件复位后从 LDROM (系统存储区) 启动 10: 芯片软件复位后从嵌入式 SRAM 启动 11: 保留
8	RST	软件复位控制位 0: 程序正常运行 1: 对该位写 1 后系统立刻复位
7	ERASE	全擦 (All Erase) 控制位 0: 无操作 1: 对该位写 1 后再配置 CMD[1:0]=10，则进入 APROM 全擦除操作，APROM 将全部擦除
5	SERASE	扇区擦除 (Sector Erase) 控制位 0: 无操作 1: 对该位写 1 后再配置 CMD[1:0]=10，则进入 APROM 扇区擦除操作，APROM 的指定 Sector 将被擦除
4	PRG	编程 (Program) 控制位 0: 禁止 Flash 编程 1: 使能 Flash 编程
1~0	CMD[1:0]	IAP 命令使能控制位 10: 执行擦除操作命令

位编号	位符号	说明
		其它：保留 注意： 1. 擦除操作命令位写 1 后，必须配置 CMD[1:0]=10，相应的操作才会开始执行 2. 一次只能执行 1 种 IAP 操作，所以 ERASE/SERASE 位同一时间只能有一位置 1
30~11 6 3~2	-	保留

### 5.13.2 IAP 寄存器映射

寄存器	偏移地址	读/写	说明	复位值
IAP 基地址: 0x4000_03C0				
IAP_KEY	0x00	读/写	数据保护寄存器	0x0000_0000
IAP_SN	0x04	读/写	IAP 扇区编号设置寄存器	0x0000_0000
IAP_CON	0x0C	读/写	IAP 控制寄存器	0x0000_0000

## 5.14 选项字节区域 (Customer Option)

SC32L14T/14G 有单独的一块 Flash 区域用于保存客户的上电初始值设置，此区域称为选项字节区域（Customer Option）区域。用户在烧录时可通过上位机对 Customer Option 项进行配置，在烧写过程中将配置值写入 Customer Option 区域，IC 在复位初始化阶段将调用 Customer Option 数据作为初始设置。

也可通过操作 Customer Option 的映射寄存器临时修改 Customer Option 项，但是需要注意：修改映射寄存器仅可实现临时调整，不会对 Customer Option 区域的设置值造成任何影响，芯片复位后，仍会根据烧录时用户选择的 Customer Option 参数进行初始化。

Customer Option 相关映射寄存器的操作方式如下：

Customer Option 相关 SFR 的读写操作由 OPINX 和 OPREG 两个寄存器进行控制，各 Customer Option SFR 的具体位置由 OPINX 确定，如下表所示：

寄存器	地址	说明	复位值
OPINX	0x4000_03F8	Customer Option 指针	0x0000_0000
OPREG	0x4000_03FC	Customer Option 寄存器	0x0000_0000
COPT0_CFG	0XC1 @ OPINX	Customer Option 映射寄存器 0	0x0000_0000
COPT1_CFG	0XC2 @ OPINX	Customer Option 映射寄存器 1	0x0000_0000

### 5.14.1 Customer Option 的映射寄存器

使用 OPINX 配合 OPREG 改写 IFB 映射寄存器之前，应先要打开 Customer Option 寄存器的时钟使能开关 AHB\_CFG.IFBEN：

#### 5.14.1.1 AHB 总线外设时钟使能寄存器 AHB\_CFG

寄存器	读/写	说明	复位值
AHB_CFG	读/写	AHB 总线外设时钟使能寄存器	0x0020_0000

31	30	29	28	27	26	25	24
-	-	-	-	-	-	-	-
23	22	21	20	19	18	17	16
-	CLKDIV[2:0]			-	-	-	-
15	14	13	12	11	10	9	8
-	-	-	-	-	-	-	-
7	6	5	4	3	2	1	0
-	-	-	-	-	IFBEN	CRCEN	DMAEN

位编号	位符号	说明
2	IFBEN	Customer Option 映射寄存器时钟使能位 使用 OPINX 配合 OPREG 改写 IFB 映射寄存器之前，应先要打开时钟使能。 0: 禁止 1: 使能

#### 5.14.1.2 Customer Option 映射寄存器 0 COPT0\_CFG

寄存器	地址	说明	复位值
COPT0_CFG	读/写	Customer Option 映射寄存器 0	0x0000_0000
7 6 HIRC_SDIV[1:0]	5 -	4 -	3 2 1 0 DISLVR LVRS [1:0]

位编号	位符号	说明
7~6	HIRC_SDIV[1:0]	HIRC 分频选择位 00: 当 SYSCLKSW=0 时, 系统时钟频率为 $f_{HIRC}/2$ 01: 当 SYSCLKSW=0 时, 系统时钟频率为 $f_{HIRC}/2$ 10: 当 SYSCLKSW=0 时, 系统时钟频率为 $f_{HIRC}/4$ 11: 当 SYSCLKSW=0 时, 系统时钟频率为 $f_{HIRC}/8$
2	DISLVR	LVR 开关 0: LVR 有效 1: LVR 无效
1~0	LVRS [1:0]	LVR 电压选择控制 11: 4.3V 复位 10: 3.7V 复位 01: 2.9V 复位 00: 1.7V 复位
5~3	-	保留

#### 5.14.1.3 Customer Option 映射寄存器 1 COPT1\_CFG

寄存器	读/写	说明	复位值
COPT1_CFG	读/写	Customer Option 映射寄存器 1	0x0000_0000
7 6 ENWDT	5 DISJTG	4 DISRST 3 - 2 - 1 OP_BL[1:0]	0

位编号	位符号	说明
7	ENWDT	WDT 开关 1: WDT 开始工作 0: WDT 关闭
6	DISJTG	JTAG 口切换控制位 0: JTAG 模式使能, 对应管脚只能作为 T_CLK/ T_DIO 使用 1: 常规模式 (Normal), JTAG 功能无效

位编号	位符号	说明
5	DISRST	复位信号口切换控制位 该位只读，用户不可改写。 0: RST 对应管脚当复位脚使用 1: RST 所在管脚做正常的 GPIO 管脚使用
1~0	OP_BL[1:0]	芯片复位后启动区域选择 该位只读，用户不可改写。 00: 芯片复位后从 APROM (主存储区) 启动 01: 芯片复位后从 LDROM (系统存储区) 启动 10: 芯片复位后从嵌入式 SRAM 启动 11: 保留
4~2	-	保留

## 6 上电、复位和时钟控制 (RCC)

### 6.1 上电过程

SC32L14T/14G 上电后，在客户端软件执行前，会经过以下三个阶段：

- ① 复位阶段；
- ② 调入信息阶段；
- ③ 正常操作阶段。

#### 6.1.1 复位阶段

复位阶段是指 SC32L14T/14G 持续保持在复位状态，直到供应电压超过特定的阈值，其内部时钟机制才开始有效运作。

该阶段的具体时长受外部电源电压上升速率的影响，当外部电源提供的电压达到内建 POR 电压时，复位阶段即告结束。

#### 6.1.2 调入信息阶段

在 SC32L14T/14G 内部设有一个预热计数器。复位阶段，此预热计数器持续清零，供电电压上升至 POR 后，内部 HIRC 振荡器预热计数器开始计数。该预热计数器计数到一定数值后，Flash ROM 中的 IFB（包含 Customer Option）数据将被周期性得读取至系统寄存器。所有 IFB 数据读取完毕后，预热及信息调入阶段结束，系统进入正常操作模式。

#### 6.1.3 正常操作阶段

完成信息调入后，SC32L14T/14G 从 Flash 读取指令进入正常操作阶段。此时 LVR 电压值为用户写入 Customer Option 的设置值。

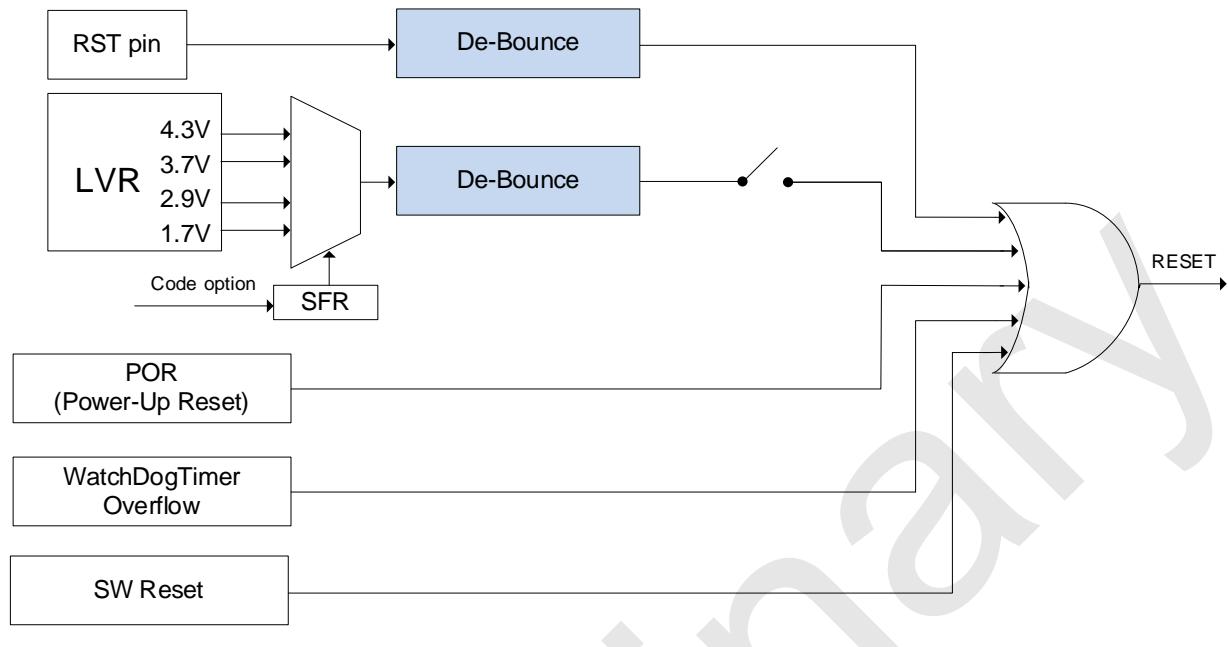
## 6.2 复位

SC32L14T/14G 有两类复位方式：硬件复位和软件复位；当复位发生后，全部寄存器都将恢复成其复位值。

SC32L14T/14G 有 5 种复位方式，前四种为硬件复位：

- ① 外部 RST 复位
- ② 低电压复位 LVR
- ③ 上电复位 POR
- ④ 看门狗 WDT 复位
- ⑤ 软件复位

SC32L14T/14G 的复位部分电路结构图如下：



SC32L14T/14G 复位电路图

## 6.2.1 硬件复位

硬件复位可通过以下四种方式完成：

- ① 外部 RST 复位
- ② 低电压复位 LVR
- ③ 上电复位 POR
- ④ 看门狗 WDT 复位

### 6.2.1.1 外部 RST 复位

SC32L14T/14G 的外部 RST 复位可通过在外部 RST 引脚上输入一个脉宽大于 18us 的低电平复位脉冲信号实现。

用户在烧录程序前可通过烧录上位机软件配置 Customer Option 项将 PE5 / NRST 管脚配置为 RST（复位脚）使用。

- 当该管脚配置为复位功能时，该管脚不能作为 GPIO 功能使用。
- 当该管脚配置为 GPIO 功能时，该管脚的复位功能不可用。

### 6.2.1.2 低电压复位 LVR

SC32L14T/14G 内建一个低电压复位电路，支持 4 种门限电压选择：4.3V、3.7V、2.9V、1.7V。出厂时，默认的门限电压值为 1.7V，用户可通过烧录时设置 Customer Option 的值来设定缺省值。当 V<sub>DD</sub> 电压低于设定的门限值，且持续时间超过约 30μs 的消抖时间 T<sub>LVR</sub> 时，芯片将被复位。

### 6.2.1.3 上电复位 POR

SC32L14T/14G 内部有上电复位电路，当 V<sub>DD</sub> 电压达到 POR 复位电压时，系统自动复位。

### 6.2.1.4 看门狗复位 WDT

SC32L14T/14G 有一个 WDT，其时钟源为内部的 32kHz 振荡器。用户可以通过编程器的 Customer Option 选择是否开启看门狗复位功能。当看门狗事件发生后，将发生看门狗复位。

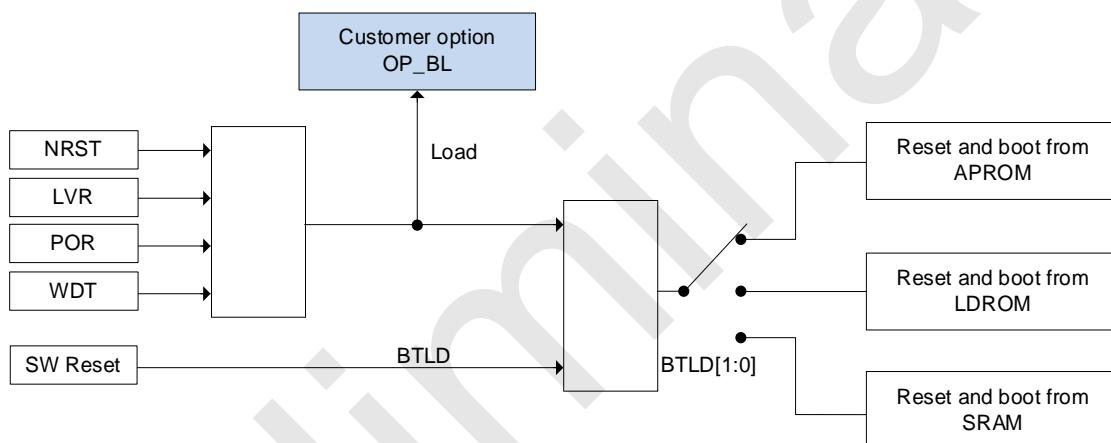
### 6.2.2 软件复位

SC32L14T/14G 提供软件复位功能，用户可将 RST (IAP\_CON.8) 位置 1 对系统立刻进行软件复位。

### 6.2.3 复位后的启动区域

外部 RST 复位、低电压复位 LVR、上电复位 POR、看门狗 WDT 这四种硬件复位后，芯片从用户 OP\_BL 设定的启动区域(APROM / LDROM / SRAM)启动。

软件复位后，芯片根据 BTLD[1:0]设定的启动区域(APROM / LDROM / SRAM)启动。



SC32L14T/14G 复位后启动区域切换示意图

### 6.2.4 复位初始状态

当 SC32L14T/14G 处于复位状态时，多数寄存器会回到其初始状态。看门狗 WDT 功能将在此阶段被禁用。

“热启动”下的 Reset (如 WDT、LVR、软件复位等) 不会对 SRAM 中的数据产生影响，因此 SRAM 将保留复位前的值。

注意：当电源电压降低到无法维持 RAM 数据保存的程度时，SRAM 中的内容将会丢失。

## 6.3 时钟

### 6.3.1 系统时钟源

系统时钟 SYSCLK 可通过四种不同的时钟源驱动：

- 内建高频 48MHz 振荡器 (HIRC)
- 内建低频 32kHz 振荡器 (LIRC)
- 外接高频晶振 (HXT)
- 外接低频晶振 (LXT)

对于每个振荡器，在未使用时可单独进行打开或关闭以降低功耗。

注意：

1. 上电默认的系统时钟源为 **HIRC**，上电默认的系统时钟频率为  $f_{\text{HIRC}}/2$ ，用户可在上电后的正常操作阶段，通过软件方式切换时钟源。切换前务必确保所选时钟源已处于稳定的工作状态；
2. 系统时钟源切换时，必须先将系统时钟源切换至 **HIRC**，再切换至目标时钟源。

### 6.3.2 内建高频 48MHz 振荡器（HIRC）

内建高频时钟 HIRC 可通过对寄存器 RCC\_CFG0 的 HIRCEN 位置 1 开启，或清 0 关闭；且用户需要先对 RCC 保护寄存器 RCC\_KEY 写入一个大于 0x40 的值后才能对 RCC\_CFG0 和 RCC\_CFG1 进行改写。

HIRC 有以下功能及特性：

- 作为系统运行时钟
- 系统上电默认时钟频率  $f_{\text{SYS}}$  为  $f_{\text{HIRC}}/2$
- 频率误差：跨越（1.8V~5.5V）及（-40 ~ 105°C）应用环境下的频率误差≤±1%
- 可通过 32.768kHz 外接晶振进行自动校准，校准后 HIRC 精度可无限接近外接 32.768kHz 晶振的精度

### 6.3.3 内置高频晶体振荡器电路，可外接 2~16MHz 高频振荡器（HXT）

外接高频晶振时钟 HXT 可通过对寄存器 RCC\_CFG0 的 HXTEN 位置 1 开启，或清 0 关闭；且用户需要先对 RCC 保护寄存器 RCC\_KEY 写入一个大于 0x40 的值后才能对 RCC\_CFG0 和 RCC\_CFG1 进行改写。

另外，用户还需根据外接高频晶振频率设置合理的 CRY\_HF 值，当外接高频晶振频率小于 12MHz 时，应对 CRY\_HF 写 0；当外接高频晶振频率大于 12MHz 时，应对 CRY\_HF 写 1.

HXT 有以下功能及特性：

- 可作为系统运行时钟
- 可外接 2~16MHz 高频振荡器

### 6.3.4 内建低频 32kHz 振荡器（LIRC）

内建低频时钟 LIRC 可通过对寄存器 RCC\_CFG0 的 LIRCEN 位置 1 开启，或清 0 关闭；且用户需要先对 RCC 保护寄存器 RCC\_KEY 写入一个大于 0x40 的值后才能对 RCC\_CFG0 和 RCC\_CFG1 进行改写。

LIRC 有以下功能及特性：

- 作为系统运行时钟
- 作为 Base Timer 的时钟源
- 固定为 WDT 时钟源，WDT 使能后此时钟源必开启
- 频率误差：跨越（1.8 ~ 5.5V）及 25°C 应用环境，经寄存器修正后频率误差不超过 ±4%

### 6.3.5 内置低频振荡电路，可外接 32.768kHz 低频振荡器（LXT）

外接低频晶振时钟 LXT 可通过对寄存器 RCC\_CFG0 的 LXTEN 位置 1 开启，或清 0 关闭；且用户需要先对 RCC 保护寄存器 RCC\_KEY 写入一个大于 0x40 的值后才能对 RCC\_CFG0 和 RCC\_CFG1 进行改写。

LXT 有以下功能及特性：

- 作为系统运行时钟
- 作为 Base Timer 时钟源
- 外接 32.768kHz 低频振荡器

- 可通过 LXT 对 HIRC 进行自动校准

## 6.4 寄存器访问时钟和外设时钟源

### 6.4.1 寄存器访问时钟

寄存器访问时钟是驱动 Cortex®-M0+内核及内部总线操作的时钟信号，该信号直接驱动指令执行流水线、寄存器组访问以及内核与总线之间的数据传输。

寄存器访问时钟与 AHB（Advanced High-performance Bus）和 APB（Advanced Peripheral Bus）总线时钟保持严格同步，确保 CPU 核心操作与外设接口在统一时序框架下协同工作。用户需通过 AHB 总线外设时钟使能寄存器（AHB\_CFG）或 APB 总线外设时钟使能寄存器（APBn\_CFG, n=0~2）进行总线时钟使能和外设时钟门控操作。仅当对应外设的总线和寄存器访问时钟位均被使能（Enable）时，方可进行该外设寄存器的读写操作，否则将触发硬件保护机制导致访问无效。

### 6.4.2 外设时钟源

外设时钟源是为特定外设模块（如 PWM、UART、ADC 等）提供独立工作节拍的时钟信号源。它可以是系统时钟的分频/倍频产物，也可以是独立的内置或外部时钟源（如内部 RC 振荡器、外部晶振等）。外设时钟源的存在使得不同外设可根据自身需求选择最优的时钟频率和稳定性。用户也可通过单独关闭未使用外设的时钟以降低功耗。

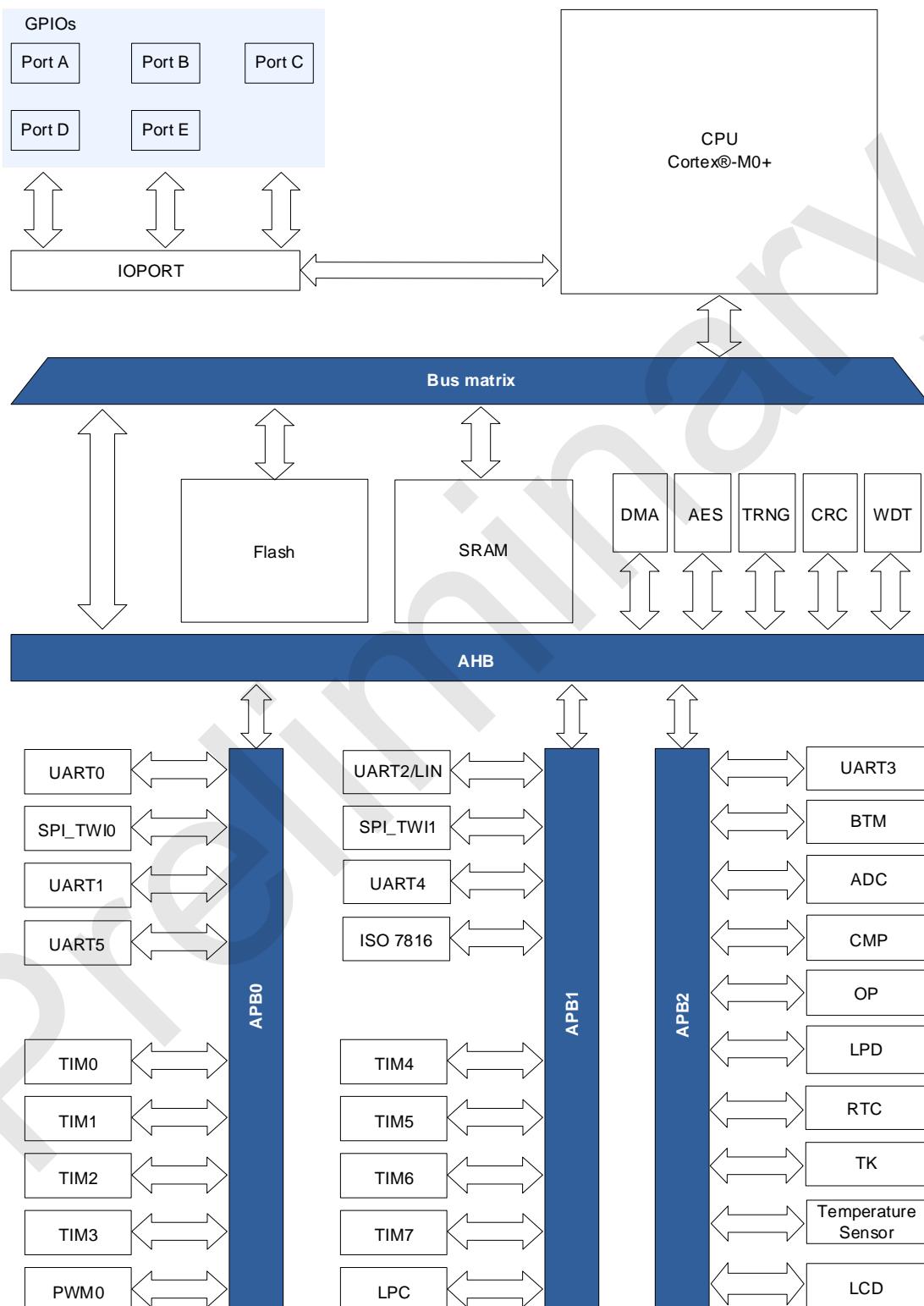
SC32L14T/14G 的部分外设提供了多种可选的时钟源，用户可通过外设时钟源选择寄存器（RCC\_CFGn, n=0~1）为外设选择适合的时钟源。

### 6.4.3 总线时钟

用户可通过多个预分频器配置 IOPORT、AHB、APB0、APB1、APB2 域的频率。

- IOPORT: GPIO 端口域主时钟，由系统时钟 SYSCLK 分频得到，最大频率是 48MHz，所有 GPIO 都由 IOPORT 驱动。
- HCLK: AHB 域主时钟，由系统时钟 SYSCLK 分频得到，最大频率是 48MHz，包括 Cortex®-M0+内核、内存、DMA 等都由 HCLK 驱动。
- PCLK0: APB0 域主时钟，由 HCLK 分频得到，最大频率是 HCLK 的频率，APB0 总线上的外设寄存器访问时钟都由 PCLK0 驱动，总线上的部分外设时钟源由 PCLK0 提供；
- PCLK1: APB1 域主时钟，由 HCLK 分频得到，最大频率是 HCLK 的频率，APB1 总线上的外设寄存器访问时钟都由 PCLK1 驱动，总线上的部分外设时钟源由 PCLK1 提供；
- PCLK2: APB2 域主时钟，由 HCLK 分频得到，最大频率是 HCLK 的频率，APB2 总线上的外设寄存器访问时钟都由 PCLK2 驱动，总线上的部分外设时钟源由 PCLK2 提供；

总线架构图如下图所示，外设寄存器读取频率取决于挂载该外设的总线频率。



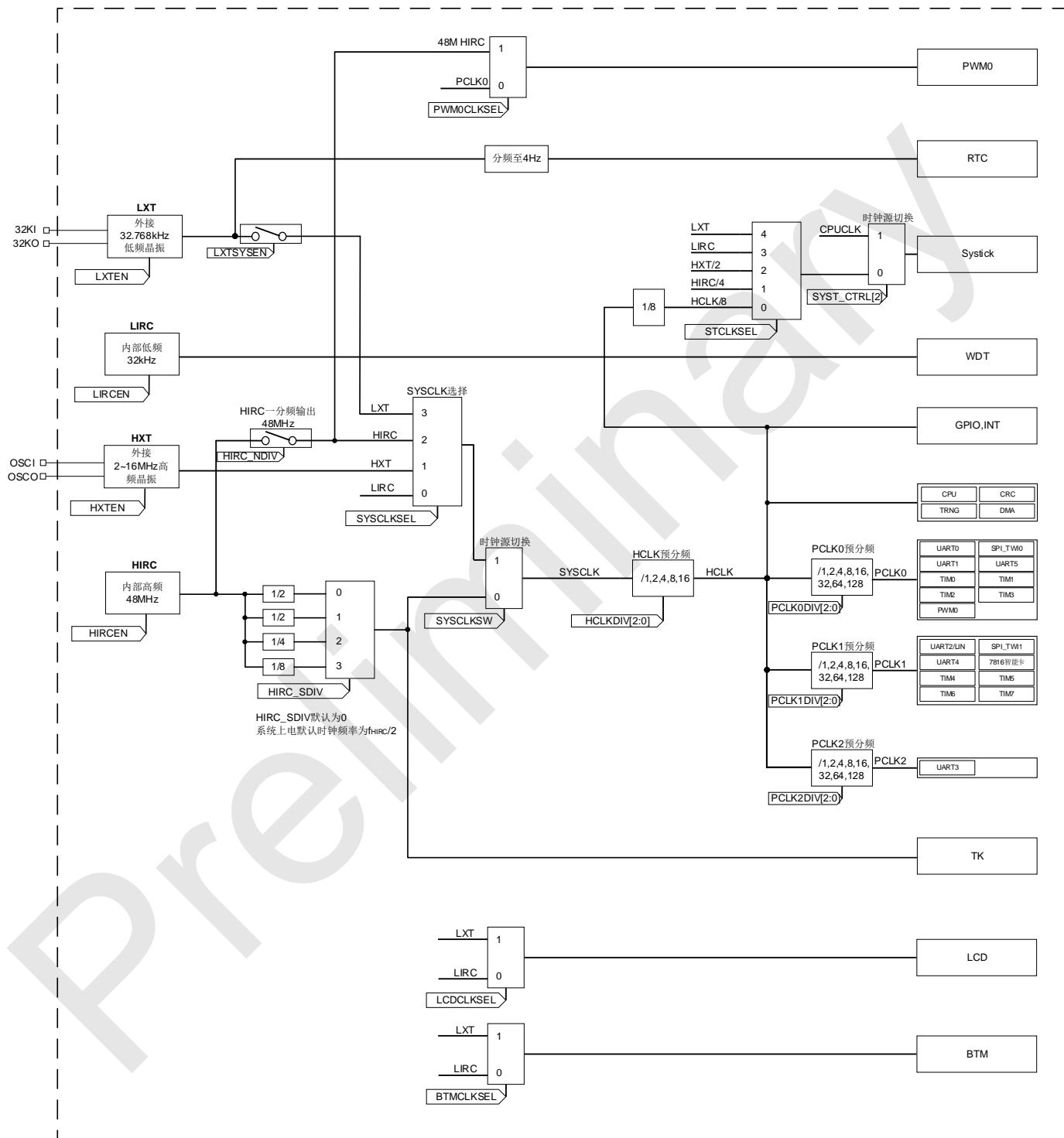
总线结构框图

#### 6.4.4 外设时钟

总线搭载的外设时钟一般由其对应的总线时钟提供，但以下外设可由其他时钟源提供时钟：

- RTC 以 LXT 分频至 4Hz 的频率作为 RTC 时钟频率
- TK 以 HIRC 经过 HIRC\_SDIV 选择的分频后频率作为 TK 时钟频率
- PWM0 有以下时钟源可供选择：
  - PCLK0, 为 PWM0 所在总线上的时钟
  - 48M HIRC, 为 HIRC 1 分频时钟
- LCD 有以下时钟源可供选择：
  - LIRC, 为内部低频时钟
  - LXT, 为外接低频晶振时钟
- BTM 有以下时钟源可选：
  - LIRC, 为内部低频时钟
  - LXT, 为外接低频晶振时钟
- WDT 时钟源固定为 LIRC，当 WDT 使能后，LIRC 会自动开启，WDT 工作的过程中 LIRC 始终保持振荡，用户无法关闭。
- Systick 有以下时钟源可选：
  - LXT, 为外接低频晶振时钟
  - LIRC, 为内部低频时钟
  - HXT/2, 为外接高频晶振时钟 2 分频后的时钟
  - HIRC/4, 为内部高频时钟 4 分频后的时钟
  - HCLK/8, 为 AHB 总线上的时钟 8 分频后的时钟
  - CPUCLK, 为内核时钟

### 6.4.5 外设时钟框图



注意：系统上电后，默认的时钟频率  $f_{SYS}$  为  $f_{HIRC}/2$ ，用户可通过修改寄存器位 SYSCLKSW 与 SYSCLKSEL 选择所需的时钟源。

### 6.4.6 外设时钟使能寄存器

每个外设时钟都可通过 AHB\_CFG 和 APBn\_CFG 寄存器的相应使能位使能，当外设时钟未激活时，不支持

外设寄存器进行读写访问。

#### 6.4.7 低功耗模式时钟

在低功耗 STOP 模式下，CPU 时钟及大部分时钟源和外设时钟都会停止，且程序停止运行。但以下时钟源在低功耗模式下仍能正常工作：

- 内建低频时钟 LIRC
- 外接低频振荡器时钟 LXT

## 7 中断

- M0+内核最多提供 32 个中断源，中断号为 0~31，SC32L14T/14G 共 27 个中断源
- 四级中断优先级可设（内核特性），中断优先级通过内核寄存器组 Interrupt priority registers 设置

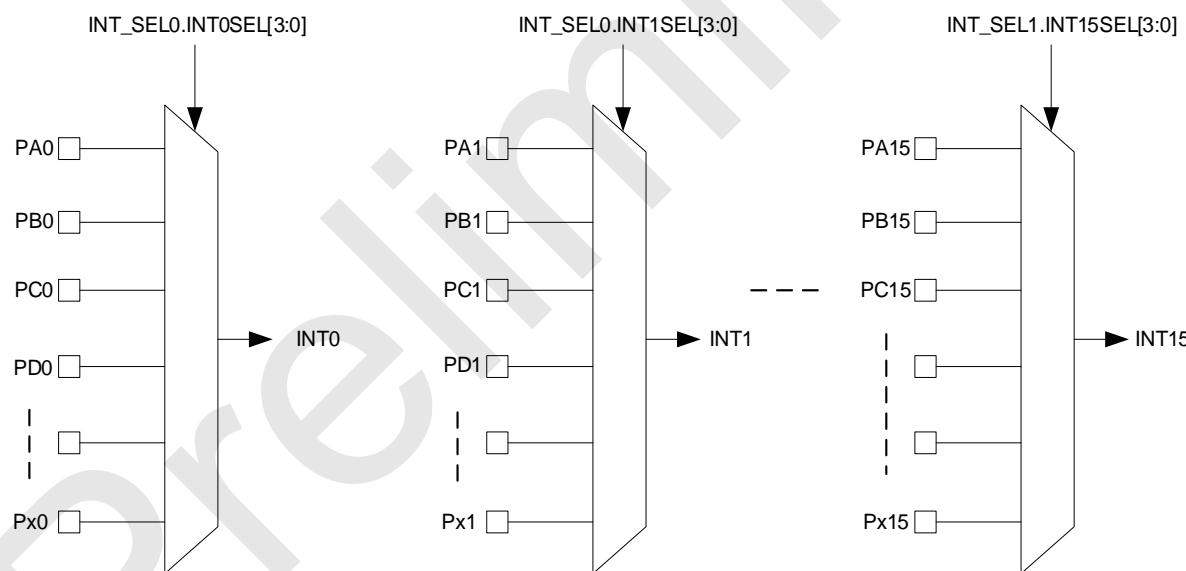
### 7.1 外部中断 INT0~15

外部中断有 16 个中断源，共占用 4 个中断向量，这 16 个外部中断源，全部可设上升沿、下降沿、双沿中断。经设置后可覆盖到所有的 GPIO 管脚，软件置起相应中断标志位（RIF/FIF 置 1），可触发进入相应的中断。

SC32L14T/14G 系列外部中断特性如下：

- 16 个 INT 中断源，共占用 4 个中断向量
- INT 经切换设置后可覆盖到所有的 GPIO 管脚
- 全部可设上升沿、下降沿、双沿中断，且均有独立对应中断标志位
- 软件置起相应中断标志位，可触发进入相应的中断

**注意：切换 INT 功能时，用户需手动将 INTn (n=0~15) 所在的 GPIO 端口设置为输入带上拉状态，端口输出状态下检测不到外部中断。**



### 7.2 中断与事件

- NVIC 关闭，中断请求屏蔽位开启，可产生事件，不产生中断
- NVIC 开启后，中断请求屏蔽位做模块内的总中断开关

### 7.3 中断向量表

中断向量号	中断号	优先级	中断向量地址	中断源	内核/NVIC 使能位	中断请求屏蔽位	中断子开关	中断标志位	唤醒 stop
0	-	-	0x0000_0000	-		-	\	\	能

中断向量号	中断号	优先级	中断向量地址	中断源	内核/NVIC 使能位	中断请求屏蔽位	中断子开关	中断标志位	唤醒 stop
1	-	固定	0x0000_0004	<b>RESET</b>	PRIMASK	SCB	\	\	能
2	-	固定	0x0000_0008	<b>NMI_Handler</b>		SCB	\	\	能
3	-	固定	0x0000_000C	<b>HardFault_Handler</b>	PRIMASK	SCB	\	\	能
4~10	-	-	0x0000_0010 ~ 0x0000_0028	-		-	\	\	能
11	-	可设		<b>SVC_Handler</b>	PRIMASK	SCB	\	\	能
12~13	-	-	0x0000_0030 ~ 0x0000_0034	-		-	\	\	能
14	-	可设	0x0000_0038	<b>PendSV_Handler</b>	PRIMASK	SCB	\	\	能
15	-	可设	0x0000_003C	<b>SysTick_Handler</b>	PRIMASK	SysTick_CTRL	\	\	不能
16	0	可设	0x0000_0040	<b>INT0</b>	NVIC->ISER[0].0	INTF_IE->ENFx, x=0 INTR_IE->ENRx	\	INTF_STS->FIFx INTR_STS->RIFx	能
17	1	可设	0x0000_0044	<b>INT1-7</b>	NVIC->ISER[0].1	INTF_IE->ENFx, x=1~7 INTR_IE->ENRx	\	INTF_STS->FIFx INTR_STS->RIFx	能
18	2	可设	0x0000_0048	<b>INT8-11</b>	NVIC->ISER[0].2	INTF_IE->ENFx, x=8~11 INTR_IE->ENRx	\	INTF_STS->FIFx INTR_STS->RIFx	能
19	3	可设	0x0000_004C	<b>INT12-15</b>	NVIC->ISER[0].3	INTF_IE->ENFx, x=12~15 INTR_IE->ENRx	\	INTF_STS->FIFx INTR_STS->RIFx	能
20	4	可设	0x0000_0050	<b>RCC 停振检测</b>	NVIC->ISER[0].4	RCC_CFG->INTEN	\	RCC_STS->CLKEIF	不能
21	5	可设	0x0000_0054	<b>LPD</b>	NVIC->ISER[0].5	LPD_IDE->INTEN	\	LPD_CON->LPDIF	不能
22	6	可设	0x0000_0058	<b>BTM</b>	NVIC->ISER[0].6	BTM_CON->INTEN	\	BTM_STS->BTMIF	能
23	7	可设	0x0000_005C	<b>UART0</b>	NVIC->ISER[0].7	UART0_IDE->INTEN	UART0_IDE->TXIE UART0_IDE->RXIE	UART0_STS->TXIF UART0_STS->RXIF	能
				<b>UART2/LIN</b>	\	UART2_IDE->INTEN	UART2_IDE->TXIE UART2_IDE->RXIE UART2_IDE->BKIE UART2_IDE->SLVHEIE	UART2_STS->TXIF UART2_STS->RXIF UART2_STS->BKIF UART2_STS->SLVHEIF	能
				<b>UART4</b>	\	UART4_IDE->INTEN	UART4_IDE->TXIE UART4_IDE->RXIE	UART4_STS->TXIF UART4_STS->RXIF	能
24	8	可设	0x0000_0060	<b>UART1</b>	NVIC->ISER[0].8	UART1_IDE->INTEN	UART1_IDE->TXIE UART1_IDE->RXIE	UART1_STS->TXIF UART1_STS->RXIF	能
				<b>UART3</b>	\	UART3_IDE->INTEN	UART3_IDE->TXIE UART3_IDE->RXIE	UART3_STS->TXIF UART3_STS->RXIF	能
				<b>UART5</b>	\	UART5_IDE->INTEN	UART5_IDE->TXIE UART5_IDE->RXIE	UART5_STS->TXIF UART5_STS->RXIF	能
				<b>7816 智能卡</b>	\	SCO_IDE->INTEN	SCO_IDE->TXIE SCO_IDE->RXIE SCO_IDE->ERRIE	SCO_STS->TC SCO_STS->RC SCO_STS->ROVF SCO_STS->FER SCO_STS->WTER SCO_STS->RPER SCO_STS->TPER	不能
25	9	可设	0x0000_0064	<b>SPI0/TWI0</b>	NVIC->ISER[0].9	TWI_SPI0_IDE->INTEN	TWI_SPI0_IDE->TBIE	TWI_SPI0_STS->CTWIF TWI_SPI0_STS->TXEIF	不能
26	10	可设	0x0000_0068	<b>SPI1/TWI1</b>	NVIC->ISER[0].10	TWI_SPI1_IDE->INTEN	TWI_SPI1_IDE->TBIE	TWI_SPI1_STS->CTWIF TWI_SPI1_STS->TXEIF	不能
27	11	可设	0x0000_006C	<b>DMA0</b>	NVIC->ISER[0].11	DMA0_CFG->INTEN	DMA0_CFG->TCIE DMA0_CFG->HTIE DMA0_CFG->TEIE	DMA0_STS->GIF DMA0_STS->TCIF DMA0_STS->HTIF DMA0_STS->TEIF	不能
28	12	可设	0x0000_0070	<b>DMA1</b>	NVIC->ISER[0].12	DMA1_CFG->INTEN	DMA1_CFG->TCIE DMA1_CFG->HTIE DMA1_CFG->TEIE	DMA1_STS->GIF DMA1_STS->TCIF DMA1_STS->HTIF DMA1_STS->TEIF	不能
29	13	预留	0x0000_0074	\	NVIC->ISER[0].13	\	\	\	
30	14	预留	0x0000_0078	\	NVIC->ISER[0].14	\	\	\	
31	15	可设	0x0000_007C	<b>TIM0</b>	NVIC->ISER[0].15	TIM0_IDE->INTEN	TIM0_IDE->TIE TIM0_IDE->EXFIE TIM0_IDE->EXRIE	TIM0_STS->TIF TIM0_STS->EXIF TIM0_STS->EXIR	不能
32	16	可设	0x0000_0080	<b>TIM1</b>	NVIC->ISER[0].16	TIM1_IDE->INTEN	TIM1_IDE->TIE TIM1_IDE->EXFIE TIM1_IDE->EXRIE	TIM1_STS->TIF TIM1_STS->EXIF TIM1_STS->EXIR	不能
33	17	可设	0x0000_0084	<b>TIM2</b>	NVIC->ISER[0].17	TIM2_IDE->INTEN	TIM2_IDE->TIE TIM2_IDE->EXFIE TIM2_IDE->EXRIE	TIM2_STS->TIF TIM2_STS->EXIF TIM2_STS->EXIR	不能

中断向量号	中断号	优先级	中断向量地址	中断源	内核/NVIC 使能位	中断请求屏蔽位	中断子开关	中断标志位	唤醒 stop
34	18	可设	0x0000_0088	TIM3	NVIC->ISER[0].18	TIM3_IDE->INTEN	TIM3_IDE->TIE TIM3_IDE->EXFIE TIM3_IDE->EXRIE	TIM3_STS->TIF TIM3_STS->EXIF TIM3_STS->EXIR	不能
35	19	可设	0x0000_008C	TIM4	NVIC->ISER[0].19	TIM4_IDE->INTEN	TIM4_IDE->TIE TIM4_IDE->EXFIE TIM4_IDE->EXRIE	TIM4_STS->TIF TIM4_STS->EXIF TIM4_STS->EXIR	不能
				TIM5	\	TIM5_IDE->INTEN	TIM5_IDE->TIE TIM5_IDE->EXFIE TIM5_IDE->EXRIE	TIM5_STS->TIF TIM5_STS->EXIF TIM5_STS->EXIR	不能
36	20	可设	0x0000_0090	TIM6	NVIC->ISER[0].20	TIM6_IDE->INTEN	TIM6_IDE->TIE TIM6_IDE->EXFIE TIM6_IDE->EXRIE	TIM6_STS->TIF TIM6_STS->EXIF TIM6_STS->EXIR	不能
				TIM7	\	TIM7_IDE->INTEN	TIM7_IDE->TIE TIM7_IDE->EXFIE TIM7_IDE->EXRIE	TIM7_STS->TIF TIM7_STS->EXIF TIM7_STS->EXIR	不能
37	21	可设	0x0000_0094	PWM0	NVIC->ISER[0].21	PWM0_CON->INTEN	\	PWM0_STS->PWMIIF	不能
38	22	预留	0x0000_0098	\	NVIC->ISER[0].22	\	\	\	
39	23	可设	0x0000_009C	TRNG	NVIC->ISER[0].23	SUB_CFG->TINTEN	SUB_CFG->DRDYIE	TRNG_STS->SEIS TRNG_STS->DRDYIF	不能
40	24	可设	0x0000_00A0	AES	NVIC->ISER[0].24	\	SUB_CFG->CCFIE	AES_STS->CCFIF	不能
41	25	可设	0x0000_00A4	RTC	NVIC->ISER[0].25	RTC_CON->INTEN	RTC_CON->WALIE RTC_CON->CT[2:0]	RTC_STS->WALIF RTC_STS->RTCCEIF	能
42	26	可设	0x0000_00A8	LPC	NVIC->ISER[0].26	LPC_IDE->INTEN	LPC_IDE->DIRIE LPC_IDE->CAIE LPC_IDE->CBIE LPC_IDE->RFAIE LPC_IDE->RFBIE	LPC_STS->DIRIF LPC_STS->CAIF LPC_STS->CBIF LPC_STS->RFAIF LPC_STS->RFBIF	能
43	27	预留	0x0000_00AC	\	\	\	\	\	
44	28	预留	0x0000_00B0	\	\	\	\	\	
45	29	可设	0x0000_00B4	ADC	NVIC->ISER[0].29	ADC_CON->INTEN	\	ADC_STS->ADCIF	不能
46	30	可设	0x0000_00B8	CMP	NVIC->ISER[0].30	CMP_CFG->CMPIM[1:0]	\	CMP_STS->CMPIF	能
47	31	可设	0x0000_00BC	TK	NVIC->ISER[0].31	TKCON->INTEN	\	TKCON->TKIF	能

## 8 省电模式

初始上电默认运行在常规模式，即 Operation Mode，额外提供三种省电模式：

- 低速模式：系统时钟源可选择 LIRC，CPU 可工作在 32kHz
- IDLE Mode，可由任何中断唤醒
- STOP Mode，可由 INT0~15、Base Timer、TK、UART0~5、RTC、LPC 和 CMP 唤醒

## 9 低电压监测模块 (LPD)

### 9.1 概述

SC32L14T/14G 内建有低电压监测电路 (LPD)，监测电源电压  $V_{DD}$ ，并将其与 LPD 门限电压  $V_{LPD}$  阈值进行比较。

当  $V_{DD}$  电压值下降至低于  $V_{LPD}$  或当  $V_{DD}$  电压值上升至高于  $V_{LPD}$ ，LPD 状态标志位 LPDOF 会有相应的改变，LPD 中断标志位 LPDIF 会置起；如果此时 LPD 中断使能，将会产生 LPD 中断。状态标志位 LPDOF 由硬件自动置“1”和清“0”，中断标志位 LPDIF 必须由软件清“0”。

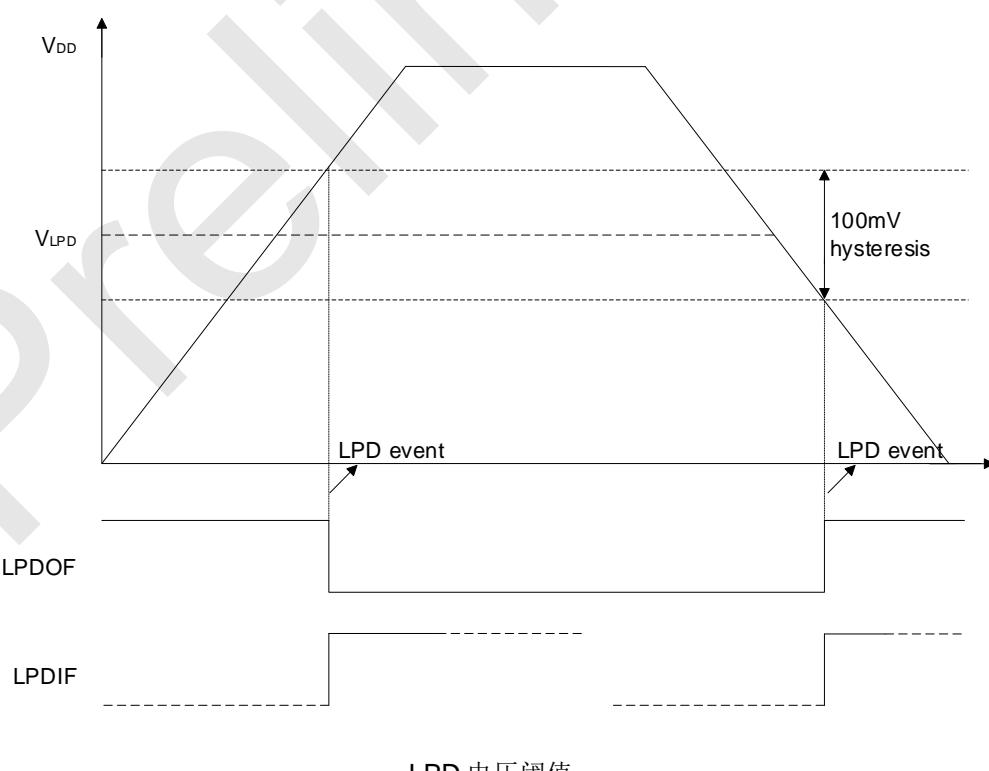
SC32L14T/14G 的 LPD 门限电压从 1.85V~3.25V，以 200mV 步进分为一档，共 8 档。用户可以通过 LPD\_CON 寄存器读取 LPD 状态、获取 LPD 中断标志、配置 LPD 门限电压档位。

**注意：**在 STOP 模式下，LPD 电源将被关闭。

### 9.2 迟滞功能

LPD 具有迟滞功能，可增强芯片的抗干扰能力。门限电压  $V_{LPD}$  具有一个约 100mv 的阈值范围，当电源电压  $V_{DD}$  高于阈值范围最大值或低于阈值范围的最小值时中断标志位 LPDIF 才会置起。

LPD 的门限阈值示意图如下：



## 10 GPIO

### 10.1 时钟源

M0+内核可通过 IOPORT 总线实现单周期访问 GPIO，数据传输效率极高。IOPORT 总线的时钟来自 HCLK。

### 10.2 特性

SC32L14T/14G 系列 GPIO 端口特性如下：

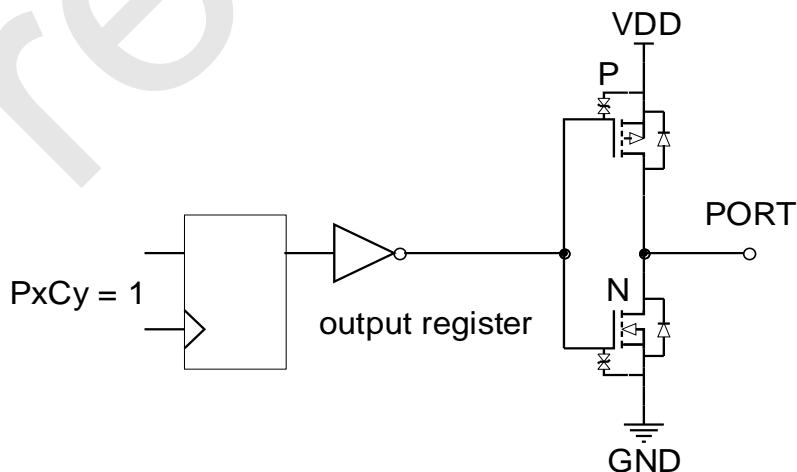
- 最大 77 个双向可独立控制的 GPIO
- CPU 可在单周期内通过 IOPORT 总线访问 GPIO 端口
- 可独立设定上拉电阻
- 所有口源驱动能力分四级控制
- 全部 GPIO 具有大灌电流驱动能力（ $50\text{mA}$  @  $V_{PIN}=0.8\text{V}$ ）
- 16 个 GPIO 一组
- I/O 端口在输入或输出状态下，从端口数据寄存器里读到的都是端口的实际状态值

注意：未使用及封装未引出的端口均要设置为强推挽输出模式。

### 10.3 GPIO 结构图

#### 10.3.1 强推挽输出模式

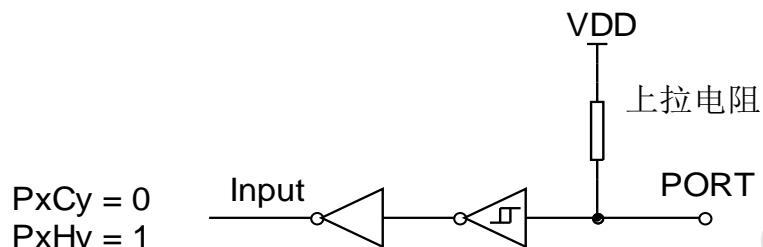
强推挽输出模式下，能够提供持续的大电流驱动：相关电气参数详见 [《GPIO 参数》](#) 章节。



强推挽输出模式的端口结构示意图

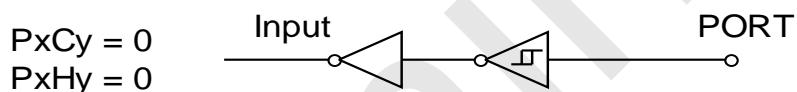
### 10.3.2 带上拉的输入模式

带上拉的输入模式下，输入口上恒定接一个上拉电阻，仅当输入口上电平被拉低时，才会检测到低电平信号。



带上拉输入模式的端口结构示意图

### 10.3.3 高阻输入模式(Input only)



高阻输入模式的端口结构示意图

## 11 模数转换器 ADC

### 11.1 时钟源

- SC32L14T/14G 系列的 ADC 的时钟源仅一种，来自 PCLK
- ADC 的转换时间约为 950ns

### 11.2 特性

- 精度：14 位
- 23 路 ADC 采样通道：
  - 外部 20 路 ADC 采样通道和 IO 口的其它功能复用
  - 内部一路 ADC 可直接测量 V<sub>DD</sub> 电压
  - 内部一路 ADC 可直接测量 OP 输出
  - 内部一路温度采样通道
- 内建 2.4V、2.048V 和 1.024V 三种基准电压
- ADC 的参考电压有 4 种选择：V<sub>DD</sub>、2.4V、2.048V、1.024V
- ADC 输入通道选择
  - 可通过设置 ADCIS[4:0]位，选择 ADC 输入通道
- 可通过软件启动转换过程
- 可设 ADC 转换完成中断
- 采样到完成转换的总时间低至 2μs
- 支持 DMA 传输：ADC 转换完成可产生 DMA 请求
- 支持单通道连续转换模式
- ADC 转换结果支持溢出标志提醒，且 OVERRUN 标志位与 ADC 转换结果在同一寄存器 ADCV，用户可一次性读取

### 11.3 ADC 转换步骤

用户实际进行 ADC 转换所需要的操作步骤如下：

- ① 设定 ADC 输入管脚；（设定 AINx 对应的位为 ADC 输入，通常 ADC 管脚会预先固定）；
- ② 设定 ADC 参考电压 Vref，设定 ADC 转换所用的频率；
- ③ ADCEN 写 1，开启 ADC 模块电源；
- ④ 选择 ADC 输入通道；(设置 ADCIS 位，选择 ADC 输入通道)；
- ⑤ 启动 ADCS，转换开始；
- ⑥ 等待 ADCIF=1，如果 ADC 中断使能，则 ADC 中断会产生，用户需要软件清 0 ADCIF 标志；
- ⑦ 从 ADCV 获得 14 位数据，一次转换完成；
- ⑧ 如不更换输入通道，可通过软件将 CONT 置 1，设定单通道连续转换模式。转换将持续进行，直到该位清零。
- ⑨ ADC 转换结果溢出时，OVERRUN 标志位置 1。
- ⑩ 可通过 DMA 传输转换数据。

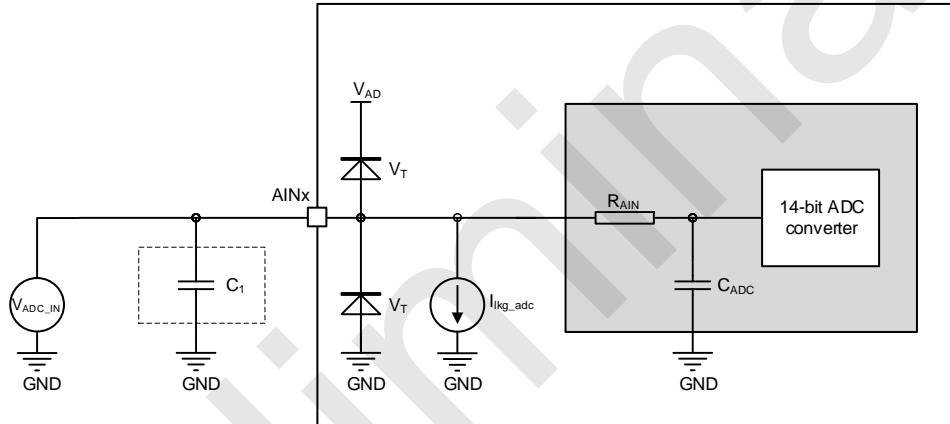
注意：在设定 **ADC\_CON[8](INTEN)** 前，使用者最好用软件先清除 **ADCIF**，并且在 **ADC** 中断服务程序执行完时，也清除该 **ADCIF**，以避免不断的产生 **ADC** 中断。

## 11.4 ADC 中断

SC32L14T/14G 系列的 ADC 在转换完成后，**ADCIF** 将置起，如果 **ADC\_CON.INTEN=1**，将产生中断。

中断事件	事件标志位	中断使能控制位
ADC 转换完成中断请求	ADCIF	ADC_CON->INTEN

## 11.5 ADC 连接电路图



说明：

- $C_1$  为外接  $0.01\mu F$  电容，建议用户增加此电容以提升 ADC 性能；
- ADC 相关电气参数详见章节 [32.10 ADC 电气特性](#)。

## 12 温度传感器

### 12.1 概述

SC32L14T/14G 内建一个温度传感器，可通过 ADC 电路测量温度传感器电压。

### 12.2 温度传感器操作步骤

使用温度传感器时，ADC 参考电压选择内部 2.4V 作为参考，温度传感器每增加 1°C，ADC 转换值会增加固定值。赛元出厂时已将每颗芯片 25°C 对应的 ADC 转换结果写入到对应地址中。

用户使用温度传感器的操作步骤如下：

- ① 设定 ADC 参考电压 Vref 为内部 2.4V 基准源，设定 ADC 采样周期，建议选择 60 个以上采样时钟，之后开启 ADC 模块电源；
- ② 选择 ADC 输入通道为温度传感器通道；
- ③ 使能温度传感器，TS\_EN 写 1；
- ④ 延时 20μs
- ⑤ TS\_CHOP 写 0，启动 ADC 转换，一次转换完成，记录转换值 ADCValue1；
- ⑥ TS\_CHOP 写 1，启动 ADC 转换，一次转换完成，记录转换值 ADCValue2；
- ⑦ 将两次转换值求平均：

$$\text{ADC}_{\text{Value}} = \frac{(\text{ADC}_{\text{Value1}} + \text{ADC}_{\text{Value2}})}{2}$$

- ⑧ 从对应地址读取出厂时写入的 25 摄氏度 ADC 转换值 ADCValueTest；

- ⑨ 代入公式计算得到当前温度：

$$\text{Temperature} = 25^{\circ}\text{C} + \frac{(\text{ADC}_{\text{Value}} - \text{ADC}_{\text{ValueTest}})}{33}$$

用户若需获取更多温度传感器相关信息，请参考《赛元 SC32L14T/14G 系列 MCU 应用指南》

## 13 运放及可编程增益放大器 (OP)

### 13.1 概述

内建一个运放及可编程增益放大器 OP，提供轨到轨运放，且 OP 可配置为 PGA 模式，有 5 个同相输入端，2 个反相输入端以及 3 个输出端，并可提供 8/16/32/64 同相增益，7/15/31/63 倍反相增益。

### 13.2 特性

内建一个可变增益放大器，此 OP 特性如下：

- 一个 Rail-to-Rail 的运放
- 可配置为 PGA 模式
  - 同相输入增益：8/16/32/64
  - 反相输入增益：7/15/31/63
- 同相输入端引出两个外部引脚：OP\_P0 或 OP\_P1
- 反相输入端引出一个外部引脚：OP\_N
- 输出端引出一个外部引脚：OP\_O
- 输出端可直接接入 ADC 输入
- 输出端可直接接入 CMP 正端
- 可通过设置 PGA 输入端 offset 调整控制位 PGAOFC=1，将 OP 模块的同相端与反相端输入短接来实现精度调整

### 13.3 OP 端口选择

#### 13.3.1 OP 精度调整

可通过设置 PGA 输入端 offset 调整控制位 PGAOFC=1，将 OP 模块的同相端与反相端输入短接来实现精度调整。其他情况下，PGAOFC 设置为 0。

#### 13.3.2 OP 同相端输入选择

OP 模块的同相端输入有五种：OP\_P0 外部引脚、OP\_P1 外部引脚、内部 VSS、内部 1.2V 基准和 VDD，可通过 OPPSEL[2:0]切换选择。

#### 13.3.3 OP 反相端输入选择

OP 模块的反相端输入有两种：OP\_N 外部引脚和内部反馈电阻。

- 选择 OP\_N 外部引脚为 OP 的反相端输入时，需设置 OP 输入控制位 OPNSEL=0，反馈电阻端连接选择位 FDBRSEL[1:0]=01。
- 选择内部反馈电阻为 OP 的反相端输入时，需设置 OPNSEL=1，FDBRSEL[1:0]=00 或 11 或 10，并通过内部增益档位选择位 PGAGAN[1:0] 进行内部增益档位选择。

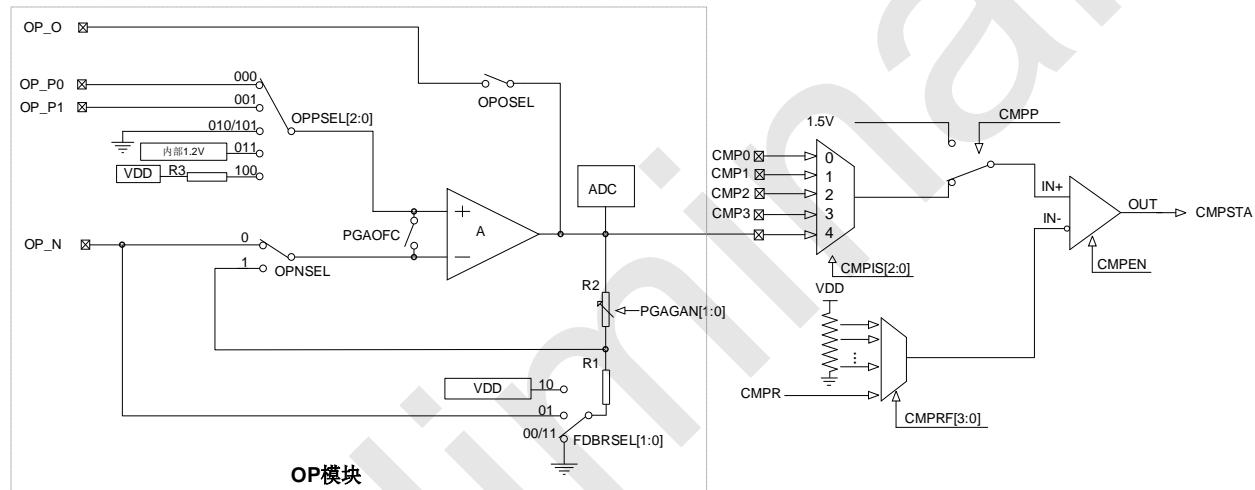
### 13.3.4 OP 输出选择

OP 模块的输出有三种：有 3 个输出端：AD 转换器的采样通道、CMP 正端输入和 OP\_O 引脚。

OP 输出用于 AD 转换器的模拟输入或者 CMP 正端的模拟输入时，具体设置方式如下：

- OP 作为 ADC 输入时，需要先设置 ENOP=1，使能 OP 模块，再设置 ADCEN=1，开启 ADC 电源，通过 ADCIS[4:0]选择 OP 输出端为 ADC 输入端，则 OP 的转换结果可直接在 ADCV 寄存器获取。
- OP 作为 CMP 正端输入时，当 OP 使能时，如果 CMP 的输入通道控制位 CMPIS[2:0]设置为 OP，则选用 OP 输出为 CMP 的正端输入。

## 13.4 OP 电路结构框图



## 14 模拟比较器 CMP

SC32L14T/14G 系列内建一个模拟比较器（CMP），CMP 中断可唤醒 STOP 模式。可用于报警器电路、电源电压监测电路、过零检测电路等。

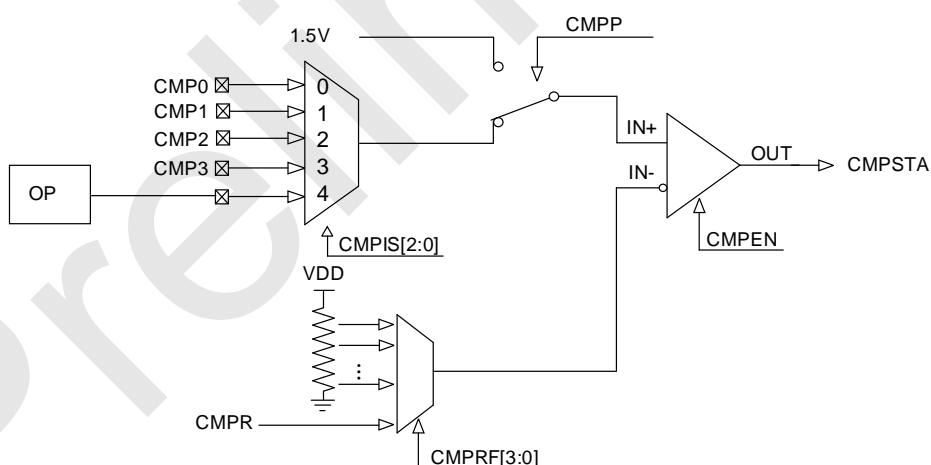
此比较器具有五个模拟信号正输入端：CMP0~3 以及 OP 输出端，可通过 CMPIS[2:0]切换选择。负输入端电压可通过 CMPRF[3:0]切换为 CMPR 脚上的外部电压或内部的 15 档比较电压中的一种。

通过 CMPIM[1:0]可以方便的设定比较器的中断模式，当 CMPIM[1:0]所设定的中断条件发生时比较器中断标志 CMPIF 会被置 1，该中断标志需要软件清除。

### 14.1 特性

- 正端输入信号五种可选：
  - 四个模拟信号正输入端 CMP0~CMP3
  - OP 输出端
- 负端输入电压可选择 CMPR 引脚或内部 V<sub>DD</sub> 分压的 15 档比较电压中的一种
- CMP 中断可唤醒 STOP Mode

### 14.2 模拟比较器结构框图



模拟比较器结构框图

## 15 高级加密运算 (AES)

### 15.1 概述

SC32L14T/14G 系列内置的高级加密运算模块 (AES) 可对数据进行加密或解密，支持多种链接模式 (ECB、CBC、CTR)，支持 128/192/256 位密钥大小。

### 15.2 时钟源

SC32L14T/14G 系列 AES 的时钟源来自 HCLK

### 15.3 特性

- 以 128 位数据为一个数据块进行处理
- 支持全密钥长度：128/192/256 位
- 支持多种链接模式的加密和解密：
  - 电子密码本模式 (ECB)
  - 密码分组链接模式 (CBC)
  - 计数器模式 (CTR)

## 16 真随机数发生器 (TRNG)

### 16.1 概述

SC32L14T/14G 系列内部集成一个真随机数发生器（简称 TRNG），可以产生 32 位的真随机数，随机数由输入时钟经过模拟熵源生成。

TRNG 真随机数发生器已按照德国 BSI AIS-31 统计测试（T0 到 T8）进行了测试。

### 16.2 时钟源

SC32L14T/14G 系列 TRNG 的时钟源仅一种：来自 HCLK

### 16.3 特性

- 可产生 32 位的真随机数
- 若随机性较低可触发种子错误中断
- 提供一个随机数产生完毕中断

## 17 UART0~5

### 17.1 时钟源

- SC32L14T/14G 系列所有 UART 的时钟源仅一种，来自 PCLK

### 17.2 特性

- 六个 UART: UART0~5
- UART2 具有完整的 LIN 接口:
  - 主从模式可切换
  - 支持主机模式下硬件 break 发送 (10/13bits)
  - 支持从机模式下硬件 break 检测 (10/11bits)
  - 支持从机模式下波特率同步
  - 提供相关中断/状态位/标志位/容错范围
- UART0~5 的信号口均有两组映射可选
- 独立波特率发生器
- SM0~1 串行通信模式控制位可选四种通讯模式:
  - 模式 0, 8 位半双工同步通信模式，在 RX 引脚上收发串行数据。TX 引脚用作发送移位时钟。每帧收发 8 位，低位先接收或发送；
  - 模式 1, 10 位全双工异步通信，由 1 个起始位，8 个数据位和 1 个停止位组成，通信波特率可变；
  - 模式 2, 保留
  - 模式 3, 11 位全双工异步通信，由 1 个起始位，8 个数据位，一个可编程的第 9 位和 1 个停止位组成，通信波特率可变。
- 发送和接收完成可产生中断并置起对应的标志位 TXIF 和 RXIF，中断标志需要软件清除
- UART0~5 均支持数据匹配功能
- UART0 和 UART1 可产生 DMA 请求
- UART2~5 不能产生 DMA 请求
- UART0~5 均支持从 STOP Mode 唤醒:
  - START 位下降沿可唤醒 STOP Mode
  - 提供对应的唤醒中断使能位 WKIE 及唤醒中断标志位 WKIF

注意: UART3 的信号引脚支持两种映射方案

- 映射 1: RXD3 / TxD3
- 映射 2: RXD3A / TxD3A

当选择映射 1 (RXD3/TxD3) 时，该组引脚与系统烧录/调试接口 (T\_CLK / T\_DIO) 复用。在此映射下，若启用全双工通信，T\_CLK / T\_DIO 可能会与 UART3 的 RXD3 接收时序产生冲突，导致通信异常。因此，选择映射 1 时必须将 UART3 配置为半双工通信模式，以避免此硬件冲突并保证通信稳定性。

如需使用全双工 UART 通信，请将管脚映射至映射 2 (RXD3A/TxD3A)。

## 17.3 UART2-LIN

UART2 支持标准的 LIN 通信协议

### 17.3.1 LIN 帧结构

根据 LIN 协议，所有的传输信息被打包为帧。一个帧由一个报头（主机任务提供）和一个紧跟其后的应答（从机任务提供）组成。报头（主机任务提供）由一个 break 域和一个 sync（同步）域再跟一个帧识别码（frame ID）组成。帧 ID 仅作为定义帧的用途。从机任务负责回应相关的帧 ID。响应由一个数据域和一个校验域组成。下图是 LIN 帧的结构



### 17.3.2 LIN 主机模式

通过设置 FUNCSEL=1, SLVEN=0 , UART 控制器支持 LIN 主机模式。在 LIN 模式，根据 LIN 的标准，每个字节由值为 0（显性）的 START 位开始，接着是 8 位数据位，没有校验位，LSB 优先，由一个值为 1（隐性）的 STOP 位结束。使能并初始化 LIN 主机模式需要如下步骤：

- ① 设置 UART\_BAUD 寄存器设定波特率.
- ② 设置 FUNCSEL=1, 选择 LIN 功能模式
- ③ 设置 SM[1:0] =01 配置 UART 为模式 1

一个完整的报头由一个 break 域和同步域再跟一个帧标识符(帧 ID)组成。UART 控制器可以选择“break 域”作为发送的报头。“同步域”和“帧 ID 域”需要用户通过软件写入，即：发送一个完整的报头到总线，软件必须依次填同步数据(0x55)和帧 ID 数据到 UART\_DAT 寄存器。

### 17.3.3 LIN 从机模式

通过设置 FUNCSEL=1, SLVEN=1, UART 控制器支持 LIN 从机模式。在 LIN 模式，根据 LIN 的标准，每一个字节域都是由一个值为 0 的显性位开始的，跟着 8 个数据位，没有校验位，最低位在前，由一个值为 1 的隐性 stop 位结束。

LIN 从机模式初始化的流程如下：

- ① 设置 UART\_BAUD 寄存器设定波特率.
- ② 设置 FUNCSEL=1, 选择 LIN 功能模式.
- ③ 设定 SM[1:0] =1 配置 UART 为模式 1
- ④ 设定 SLVEN=1, 使能 LIN 从机模式

LIN 从模式下，通过设定 LBDL 使能从机 break 域检测功能来侦测接收 “break 域”。接收到一个 break 后，BKIF 标志将被置位。如果 BKIE =1 中断将发生。为了避免比特率偏差，控制器支持自动重同步功能，避免时钟误差错误，通过设定 SLVAREN 使能该特性。

### 17.3.3.1 同步域误差错误

自动重新同步模式下，控制器将检测同步域的误差错误。误差错误检测比较当前波特率和接收到的同步域的波特率。两个检测被同步执行。

检查 1:根据同步域的第一个下降沿和最后一个下降沿的测量值

- 如果误差大于 15%，报头错误标志 SLVHEIF 将被置位
- 如果误差在 14% 和 15%之间，报头错误标志 SLVHEIF 可能被置位也可能没有被置位(取决于数据失相)

检查 2: 根据同步域的每一个下降沿的测量值.

- 如果误差大于 19%,报头错误标志 SLVHEF 将被置位
- 如果误差在 15% 和 19%之间, 报头错误标志 SLVHEIF 可能被置位也可能没有被置位(取决于数据失相)

注: 误差检测基于当前波特率时钟。因而，为了保证误差检测的正确性，建议用户在新的 **break** 域收到之前，通过软件将波特率重新加载为初始值。

## 18 智能卡接口 (SC)

### 18.1 概述

SC32L14T/14G 系列内置的智能卡接口控制器(Smart Card controller)基于 ISO/IEC 7816-3 标准，可通过两线进行八位数据的串行通信，可软件控制 GPIO 引脚作为智能卡复位功能和智能卡插入检测功能。

### 18.2 时钟源

SC32L14T/14G 系列 SC 的时钟源仅一种：来自 HCLK

### 18.3 特性

SC32L14T/14G 智能卡接口特点如下：

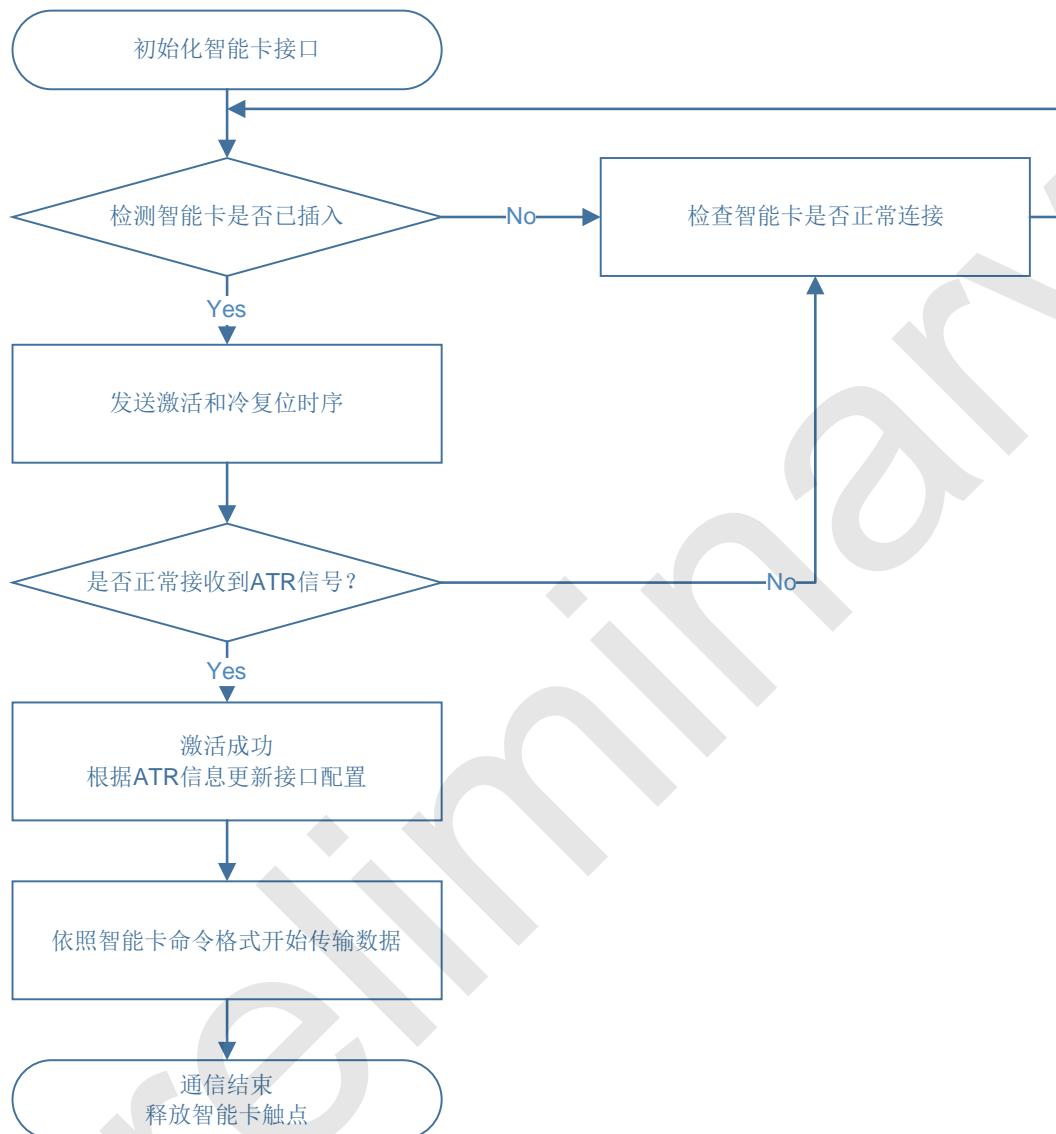
- 支持 ISO 7816-3 T = 0 异步半双工传输协议标准
- 可选择正/反向电平约定
- 可编程时钟源频率  $f_{sc}$
- 基本时间单元 (ETU) 灵活可调
- 可配置扩展保护时间
- 数据帧控制：
  - 支持可编程校验模式：偶校验 (Even Parity) 或无校验 (No Parity)
  - 自动生成并检测校验位
  - 停止位长度 (1~2 位) 可配置
  - 错误指示信号 (Error Signal) 脉冲宽度可设
- 信号口有两组映射可选

### 18.4 工作模式

#### 18.4.1 智能卡描述

智能卡接口控制器支持激活，冷复位，暖复位和释放序列，详细描述可见《SC32L14T\_14G\_TRM》。

## 18.5 智能卡接口基本操作流程



## 19 SPI0/1

### 19.1 时钟源

- SC32L14T/14G 系列的 SPI 的时钟源仅一种，来自 PCLK

### 19.2 SPI0/1 特性

- 与 SPI0/1 共用寄存器地址和信号口，但功能完全独立
- 支持 13 档 SPI 时钟预分频，用户可设置到较低频率。
- 信号口共 4 组映射可选
- 支持接收缓存溢出中断及对应标志位，及时通知异常
- 支持主机/从机模式
- SPI0 和 SPI1 都支持 DMA

## 20 TWI0/1

### 20.1 时钟源

- SC32L14T/14G 系列的 TWI 的时钟源仅一种，来自 PCLK

### 20.2 TWI0/1 特性

- 与 SPI0/1 共用寄存器地址和信号口，但功能完全独立
- 支持 11 档 TWI 时钟预分频，主机模式下 TWI 通信速率，默认为最小分频档位 ( $f_{PCLK}/4$ )
- 信号口共 4 组映射可选
- 可配置为主机模式或从机模式
- 主从机之间双向数据传输
- 可选的时钟延展
- TWI0 和 TWI1 都支持 DMA

### 20.3 TWI 信号描述

在 TWI 总线上，数据通过时钟线 SCL 和数据线 SDA 在主从机间逐一字节同步传送。每个字节数据长度是 8 位，一个 SCL 时钟脉冲传输一个数据位，数据由最高位 MSB 开始传输，每个字节传输后跟随一个应答位，每个位在 SCL 为高时采样。因此，SDA 线可能在 SCL 为低时改变，但在 SCL 为高时必须保持稳定。当 SCL 为高时，SDA 线上的跳变视为一个命令(START 或 STOP)。

- **TWI 时钟信号线 (SCL)**

该时钟信号由主机发出，连接到所有的从机。每 9 个时钟周期传送一个字节数据。前 8 个周期作数据的传送，最后一个时钟作为接收方应答时钟。空闲时应为高电平，由 SCL 线上的上拉电阻拉高。

- **TWI 数据信号线 (SDA)**

SDA 是双向信号线，空闲时应为高电平，由 SDA 线上的上拉电阻拉高。

## 21 硬件看门狗 WDT

### 21.1 概述

SC32L14T/14G 系列内建一个独立的硬件看门狗 WDT，其时钟源为内部的 32kHz 振荡器 LIRC。用户可以通过编程器的 Customer Option 中的 ENWDT 控制位选择是否开启看门狗复位功能。

硬件看门狗 WDT，具有安全性高、定时准确及使用灵活的优点。此看门狗外设可检测并解决由软件错误导致的故障，并在计数器达到给定的溢出时间时触发系统复位。

WDT 由其内部低频振荡器驱动，因此即便在主时钟发生故障时仍然保持工作状态。

### 21.2 时钟源

SC32L14T/14G 系列的 WDT 的时钟源固定为 LIRC。WDT 使能后，LIRC 会自动开启，WDT 工作的过程中 LIRC 始终保持振荡，用户无法关闭。

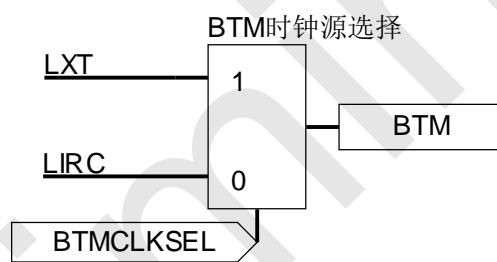
## 22 BTM

### 22.1 概述

SC32L14T/14G 系列内建一个 Base Timer (BTM)，可以按照 15.625ms ~ 32s 的间隔产生中断。32kHz LIRC 及外接 32.768kHz 晶体振荡器 LXT 都可作为 BTM 的时钟源。BTM 产生的中断可以将 CPU 从 STOP mode 唤醒。

### 22.2 时钟源

SC32L14T/14G 系列的 BTM 时钟源有两种：LXT 和 LIRC 可选



### 22.3 特性

- 时钟源 LXT 和 LIRC 可选
- 中断频率间隔 15.625ms ~ 32s 可选
- 可唤醒 STOP Mode 并且产生中断

## 23 内建 CRC 校验模块

### 23.1 概述

SC32L14T/14G 系列内建一个 CRC 校验模块，使用多项式发生器从一个 8 位/16 位/32 位的数据字中产生 CRC 码。在众多的应用中，基于 CRC 的技术还常用来验证数据传输或存储的完整性。根据功能安全标准的规定，这些技术提供了验证 Flash 完整性的方法。CRC 计算单元有助于在运行期间计算软件的签名，并将该签名与链接时生成并存储在指定存储单元的参考签名加以比较。

### 23.2 时钟源

SC32L14T/14G 系列的 CRC 时钟源来自 HCLK

### 23.3 特性

- 内建了 1 个硬件 CRC 模块
- 初始值可设，默认为 0xFFFFFFFF
- 支持 8bit/16bit/32bit 数据单元
- 多项式可编程，默认为 0x04C1\_1DB7
- 仅支持软件送数计算模式
- 支持 DMA：CRC\_DR 可作为 DMA 的目标地址，也可直接寄存器访问
- 单独一个 byte 计算 CRC 需要 1 个系统时钟。

CRC 算法名称	CRC-32/MPEG-2
多项式公式	$x^{32} + x^{26} + x^{23} + x^{22} + x^{16} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^5 + x^4 + x^2 + x + 1$
数据宽度	32bit
初始值	0xFFFF_FFFF
结果异或值	0x00000000
输入值反转	false
输出值反转	false
LSB/MSB	MSB

注意：CRCDR 写入数据和读出不是同一数据。

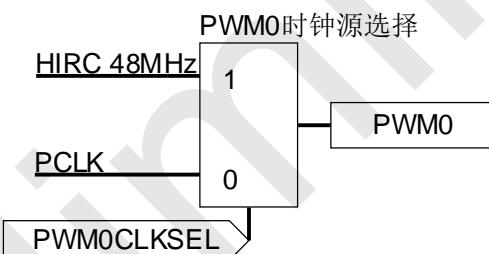
## 24 PWM0：8 路 16 位多功能 PWM

### 24.1 概述

SC32L14T/14G 系列的 PWM0 是 8 路 16 位共周期多功能 PWM。PWM0 的功能非常丰富：支持周期及占空比的调整、输出波形类型可选择中心对齐型或边沿对齐型，输出模式可选择独立模式或互补模式，支持死区功能、支持故障检测机制。寄存器 PWM0\_CON、PWM0\_STS 控制 PWM 的状态及周期，各路 PWM 的打开及输出波形、波形反相及占空比均可单独调整。

### 24.2 时钟源

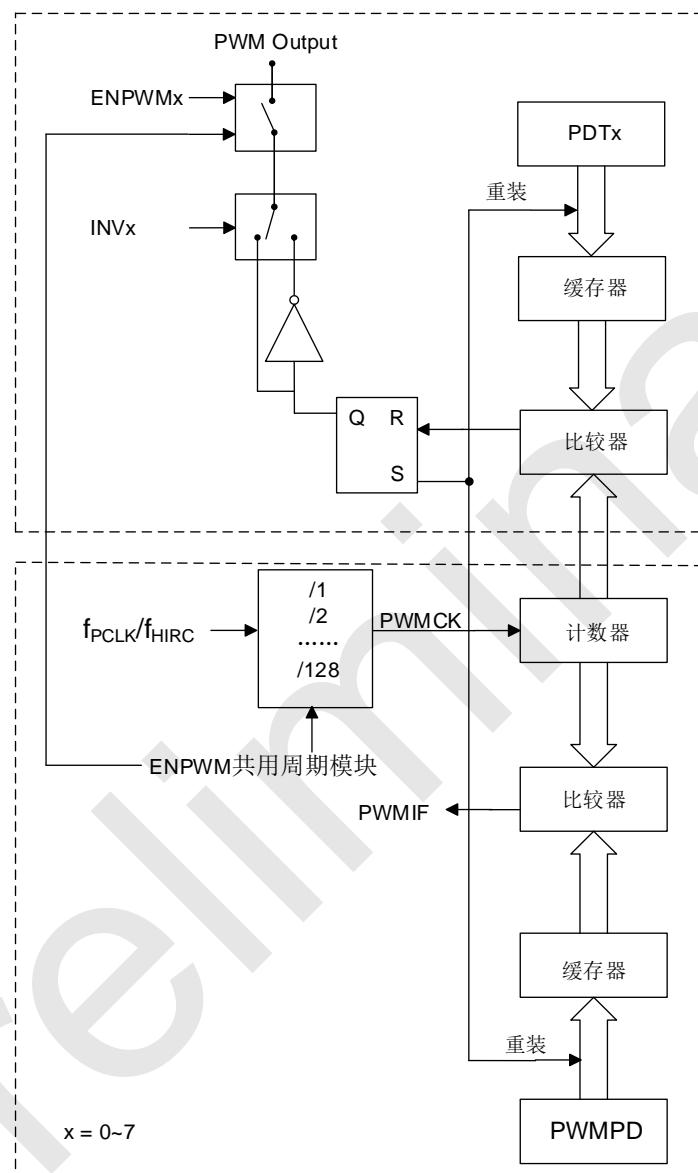
- SC32L14T/14G 系列 PWM0 的时钟源有两种：HIRC 48MHz 和 PCLK 可选
- PCLK 和 HIRC 可选
- PWM 输出频率最高可达到 HIRC



### 24.3 特性

- 8 路 16 位共周期多功能 PWM
- 输出波形可反向；
- 波形类型：可设为中心对齐型或边沿对齐型；
- PWM 模式：可设为独立模式或互补模式：
  - 独立模式下，8 路 PWM 周期相同，但每一路 PWM 的打开及输出波形占空比可单独调整
  - 互补模式下可同时输出四组互补、带死区的 PWM 波形；
- 提供 1 个 PWM 溢出的中断；
- 支持故障检测机制
- 有独立的中断请求标志位

## 24.4 PWM0 结构框图



PWM0 结构框图

## 24.5 PWM0 通用配置

### 24.5.1 输出模式

- 独立模式下 8 路 PWM 周期相同，但每一路 PWM 输出波形的占空比单独可设置。
- 互补模式下可同时输出四组共周期，互补、带死区的 PWM 波形。

### 24.5.2 对齐类型

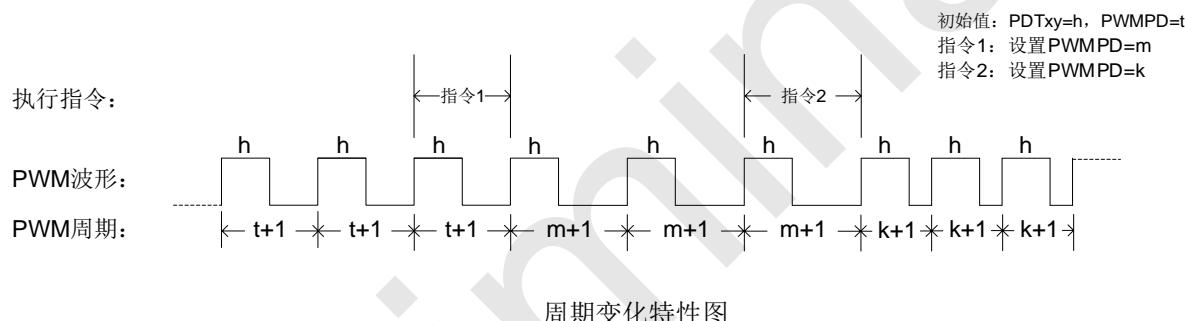
- 边沿对齐型
- 中心对齐型

### 24.5.3 占空比变化特性

当 PWMOn 输出波形时, 若需改变占空比, 可通过改变高电平设置寄存器(PDT0x)的值实现。但需要注意: 更改 PDT0x 的值, 占空比不会立即改变, 而是等待 PWM 计数器计数到 0 或向上计数至与周期设置项 PWMPD[15:0] +1 的值匹配时改变。

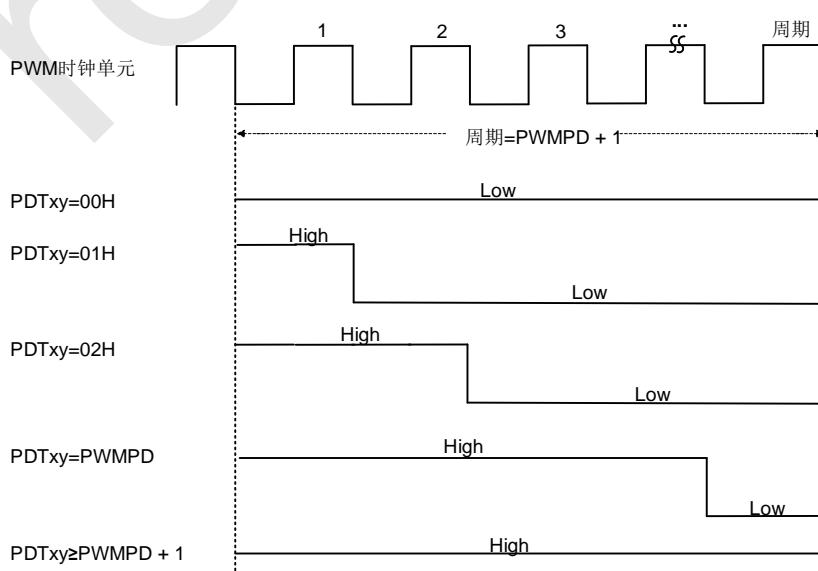
### 24.5.4 周期变化特性

当 PWM 输出波形时, 若需改变周期, 可通过改变周期设置寄存器 PWMPD 的值实现。更改 PWMPD 的值, 周期不会立即改变, 而是等待 PWM 计数器计数到 0 或向上计数至与周期设置项 PWMPD[15:0] +1 的值匹配时改变, 参考上图所示。



### 24.5.5 周期和占空比的关系

周期和占空比的关系如上图所示。该结果的前提是 PWM 输出反向控制(INVx, x=0~7)初始为 0, 若需得到相反结果, 可置 INVx 为 1。



周期与占空比关系图

## 25 32 路高灵敏度触控电路 (TK)

- 高灵敏度模式
- 可适应隔空按键触控、接近感应等对灵敏度要求较高的触控应用
- 可通过 10V 动态 CS 测试
- 通道可以并联扫描
- CMOD 管脚需对地接入 103 电容
- 支持自电容方案和互电容模式
- 支持低功耗模式
- 支持快速唤醒 STOP Mode
- 全套开发支持：高灵活触控软件库，智能化调试软件

Preliminary

## 26 实时时钟 (RTC)

### 26.1 概述

SC32L14T/14G 系列内部集成一个实时时钟模块（简称 RTC），RTC 是一个独立的 BCD 定时器/计数器，可提供具有可编程闹钟功能的日历时钟/日历。且 RTC 可以工作在正常模式、低功耗模式或复位状态中，在低功耗模式下，RTC 还可作为低功耗模式的唤醒单元。

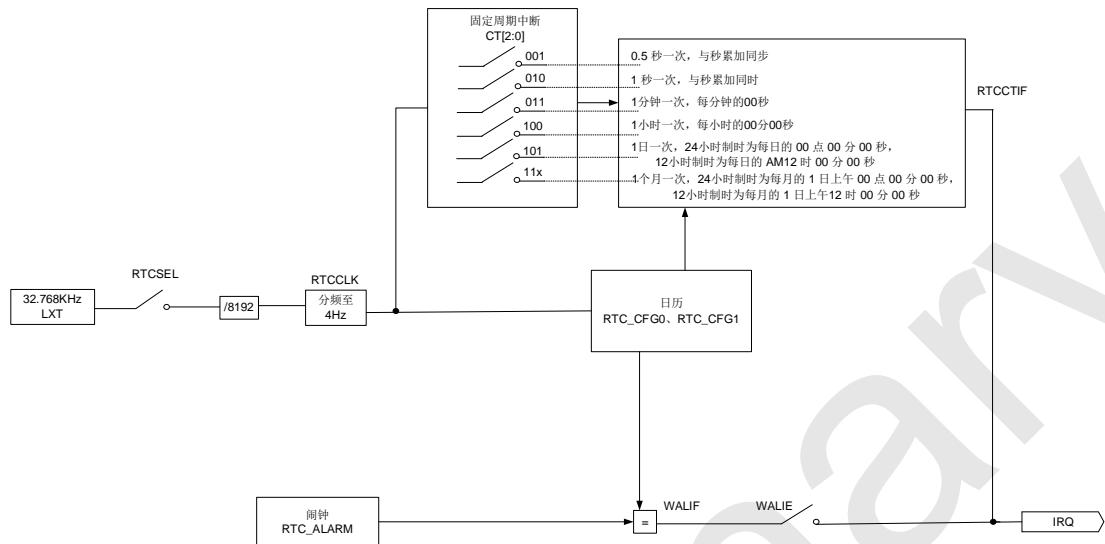
### 26.2 时钟源

SC32L14T/14G 系列 RTC 的时钟源仅一种：来自 LXT

### 26.3 特性

- 时钟源为 LXT
- 可在低功耗模式下运行，支持从 STOP Mode 唤醒
- 万年历功能
  - 支持 BCD 格式时间/日期寄存器
  - 硬件自动处理闰年修正
  - 精度跟随外部 32.768K 晶振 (LXT)
- 中断系统
  - 可设闹钟中断
  - 可配置固定中断周期：年、月、日、小时、分钟、秒或半秒（0.5 秒）
  - 支持通过中断事件唤醒 STOP 模式
- 时间模式配置
  - 支持 24 小时制或 12 小时制时间显示模式
- 安全读写机制：
  - 独立半秒标志位 (Half-Second Flag)：用户可在半秒标志置位时执行寄存器读写操作，规避进位过程导致的时序冲突
- 寄存器同步设计：写入时间数据后，读操作立即返回写入值（缓冲机制），但实际生效需 250ms 同步周期（此期间寄存器未更新）

## 26.4 结构框图



## 27 低功耗计数器 (LPC)

### 27.1 概述

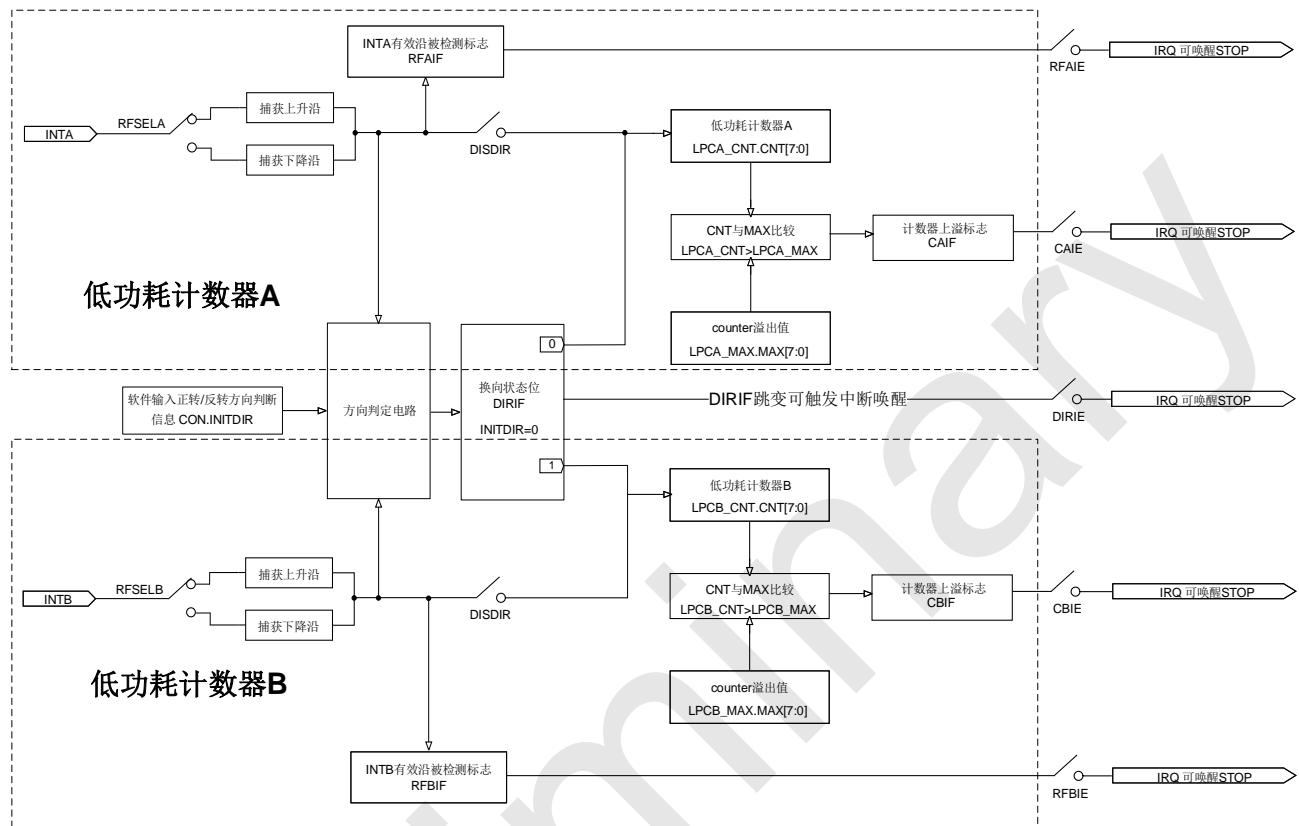
SC32L14T/14G 内部集成一组低功耗计数器（简称 LPC），可与线性/增量编码器等设备连接，用于获取计数、方向等信息。LPC 支持在 STOP 模式下计数，减少 MCU 唤醒频率，降低整体功耗。

LPC 提供两路独立边沿检测通道 INTA 和 INTB，各通道配有独立计数器，可分别设置上升/下降沿有效及计数溢出值；硬件可判断两路输入信号的方向。所有中断事件（包括两路边沿检测中断、两个计数器的溢出中断以及一个方向跳变中断）均可唤醒 STOP 模式。

### 27.2 特性

- 可以与线性或增量编码器等设备连接，用于获取计数，方向等信息
- 可实现 STOP 模式下计数，减少 MCU 唤醒频率，降低整体功耗
- 提供两个外部信号输入口 INTA 和 INTB，可独立检测输入信号的上升/下降沿并独立计数
  - 边沿检测可触发中断
  - 计数值溢出可触发中断
- 可硬件判断输入信号的方向信息
  - 方向跳变可触发中断
- LPC 中断可唤醒 STOP 模式

### 27.3 LPC 框图



## 28 16 位定时/计数器 (TIM) Timer0~Timer7

### 28.1 时钟源

- 定时模式/PWM 输出模式下，TIM 时钟源来自 PCLK
- 计数模式下，Tn 引脚为计数源输入

### 28.2 特性

- 支持 8 档 TIM 时钟预分频
- 8 个独立 16 bit 自动重载计数器 Timer0~Timer7
- 16 位递增、递减、递增/递减自动重载计数器
- 支持上升沿/下降沿捕获，可实现 PWM duty 和周期捕获
- 每个 TIM 提供两路共周期、占空比可调的 PWM (TPWMA / TPWMB) 输出
- TIM1、TIM2、TIM6 的定时器溢出及捕获事件可触发 DMA 请求
- TIM0~TIM7 的 Tn 管脚可以重映射

### 28.3 计数方式

#### 28.3.1 定时器模式下 TIM 计数方式

- 向上计数：从设定值开始向上计数，至 0xFFFF 溢出
- 向下计数：从 0xFFFF 开始向下计数至设定值

#### 28.3.2 PWM 输出模式下 TIM 计数方式

PWM 输出模式下只能选择向上计数：从 0 开始向上计数，至占空比设置项 PDT 时 PWM 输出波形切换高低电平，之后继续向上计数到设定的重载值 RLD，产生溢出并从 0 重新开始计数。

TIM 输出的 PWM 周期  $T_{PWM}$  计算公式如下：

$$T_{PWM} = \frac{RLD[15:0] + 1}{PCLK}$$

占空比 duty 计算公式：

$$duty = \frac{PDT[15:0]}{RLD[15:0] + 1}$$

### 28.4 定时器相关的信号口

- Tn/TnCAP, n=0~7
  - Tn 时钟输入/输出
  - TnCAP 上升沿/下降沿均可捕获

- 注意: Tn 和 TnCAP 为复用功能, 不可同时使用
- TnEX, n=0~7
  - 重载模式下, TnEX 引脚上的外部事件输入(下降沿)用作重载允许/禁止控制
  - 捕获模式, 当 FSEL = 1 时为下降沿捕获信号输入脚, 检测到 TnEX 引脚上一个下降沿, 产生一个捕获, EXIF 被置起, TnCNT 寄存器的值捕获到寄存器 FCAP 里
- TnPWM, n=0~7
  - Timer0~7 可通过各自的 Tn 端口提供 duty 可单独调的 PWM: TnPWMA
  - Timer0~7 可通过各自的 TnEX 端口提供 duty 可单独调的 PWM: TnPWMB
  - TnPWMA 和 TnPWMB 共周期, 时钟源随 TIM

注意: TIM 的 PWM 捕获功能与 PWM 输出功能不可同时开启

## 28.5 TIM 的中断及对应标志位

- 计数器上溢/下溢——共用中断标志位 TIF
- 捕获状态标志:
  - EXIF 外部事件输入下降沿被检测到的标志位
  - EXIR 外部事件输入上升沿被检测到的标志位
- 中断及优先级配置控制位合并至 NVIC 模块

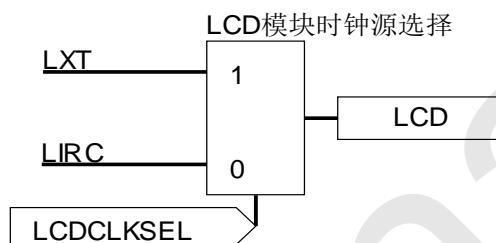
## 28.6 TIM 的工作模式

- 模式 0: 16 位捕获模式, 可实现 PWM 双沿捕获
- 模式 1: 16 位自动重载定时/计数器模式
- 模式 3: 可编程时钟输出模式
- 模式 4: PWM 输出模式

## 29 LCD 驱动器

### 29.1 时钟源

- LXT 和 LIRC 可选
- 用户可以通过 LCDCLKSEL 选择位，选择 LCD 时钟源



### 29.2 内置 8 COM x 51 SEG LCD 驱动

- 支持在 STOP Mode 下显示
- 两种 LCD 驱动模式可选
  - 电阻型 LCD 驱动：电阻型 LCD 驱动支持快速充电模式，LCD 电压输出口分压电阻可选：11KΩ、100KΩ、300KΩ、800KΩ
  - 电容型 LCD 驱动：电容型 LCD 驱动为电容偏压模式，该模式下 LCD 电路总功耗可低至：2~3 μA @STOP 模式
- Type A / Type B 波形可选
- 8 X 51、6 X 53、5 X 54、或 4 X 55 段 LCD 驱动
- LCD 显示驱动偏置电压
  - 1/4 偏置电压
  - 1/3 偏置电压
- 帧频三档可选：
  - Type A 模式下 32/64/128Hz
  - Type B 模式下 64/128/256Hz

#### 29.2.1 电阻型 LCD 驱动器

当 DDR\_CON.LCDSEL=0 时，LCD 为电阻型驱动。

电阻型 LCD 驱动的电压可通过 DDR\_CFG.VLCD[3:0]进行调节：

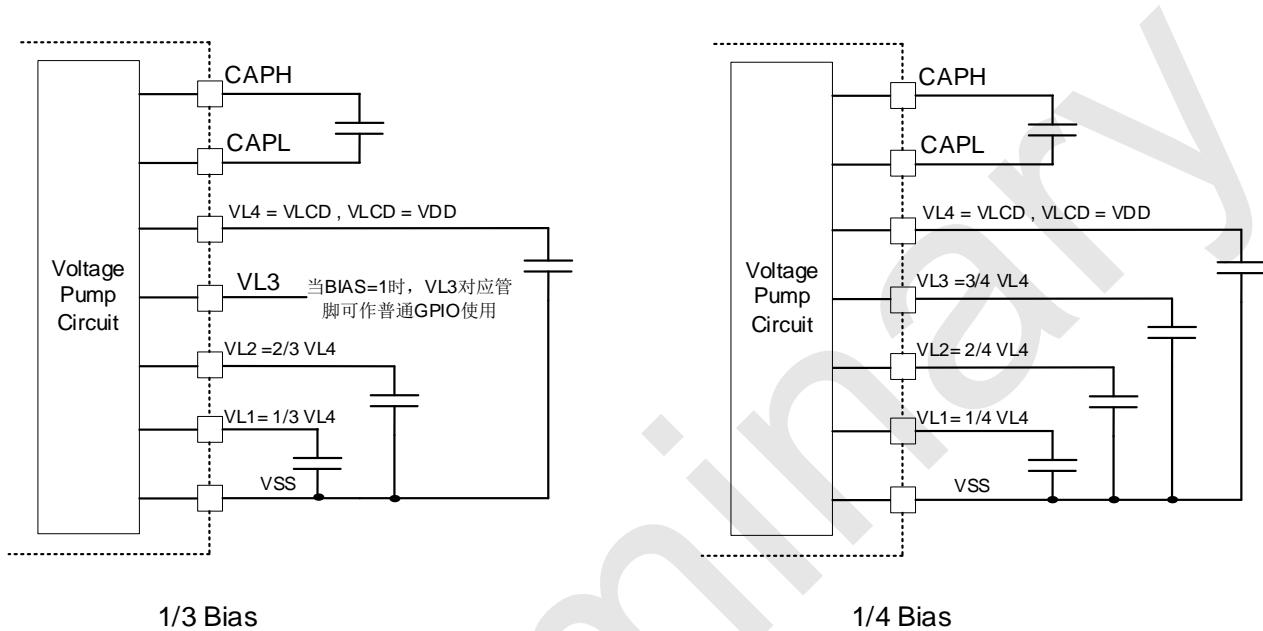
$$V_{LCD} = V_{DD} * \frac{17 + VLCD[3:0]}{32}$$

### 29.2.2 电容偏压型 LCD 驱动器

当 DDR\_CON.LCDSEL=1 时，LCD 为电容偏压型驱动。

选择电容偏压型驱动时，需同时将 DDR\_CON.PUMPON 写 1，开启 PUMP 电路，电容偏压型 LCD 才有效。

电容偏压型 LCD 驱动的电压  $V_{LCD}$  等于  $V_{DD}$ 。



注意：

1. 选择电容偏压型 LCD 驱动时，需在 CAPH 与 CAPL 之间和作为 LCD 驱动电源引脚的 VL<sub>n</sub> ( $n=1\sim4$ ) 对地接容值为  $0.47\mu F \pm 30\%$ ，漏电流尽量小的电容
2. 若 DDR\_CON.BIAS=1，设置 1/3 偏置电压，那么 VL3 对应管脚可作普通 GPIO 使用

## 30 DMA 控制器

### 30.1 概述

直接存储器访问(DMA)控制器用于高速数据传输。DMA 控制器可以从一个地址到另一个地址传输数据，无需 CPU 介入。通过 DMA 进行数据传输可减少 CPU 的工作量，将节省下的 CPU 资源做其他应用。DMA 控制器包含 2 个通道，每个通道都直接连接专用的硬件 DMA 请求，每个通道都同样支持软件触发。DMA 控制器支持 2 级通道优先级，用于处理 DMA 请求间的优先级，确保同一时刻只有一个 DMA 通道工作。DMA 控制器也支持单次传输和批量传输，请求源可以是软件请求或接口请求，内存之间的数据传输是使用软件请求。

注：对于一个双向数据传输应用，需要 2 个 DMA 通道分别完成发送和接收。

### 30.2 时钟源

DMA 的时钟源为 HCLK，通过 AHB\_CFG.DMAEN 使能 DMA 的外设时钟

### 30.3 特性

- 支持 2 个可独立配置的通道
- 支持 2 个请求优先级
- 支持 8 位，16 位，32 位数据传输
- 支持源和目标地址自动增加或者固定，数据宽度支持字节，半字，字
- 支持单次和批量传输方式
- 传输方向支持：内存到内存、内存到外设、外设到内存、外设到外设

### 30.4 功能说明

#### 30.4.1 传输方向

内存到内存	内存到外设	外设到内存	外设到外设
无限制	无限制	无限制	无限制

#### 30.4.2 DMA 访问区域限制

用户操作 DMA 时，不允许对 Flash 进行写操作，也不允许通过 DMA 操作内核，否则将产生无法预估的异常。

#### 30.4.3 通道优先级

通过寄存器 PL 可设置两个级别的优先级：

- 0：低
- 1：高

### 30.4.4 单次传输和批量传输

DMA 控制器支持单一和成组数据的传输类型，请求源可以是软件请求，接口请求，内存之间的数据传输是使用软件请求。单次传输的意思是软件或接口准备好传输一个数据（每个数据需要一次请求），批量传输的意思是软件或接口将传输多个数据（多个数据仅需一次请求）。

单次传输和批量传输模式可通过寄存器 TPTYPE (DMA<sub>n</sub>\_CFG[15]) 设定。

当 DMA 控制器运行在单次传输模式，每搬运一个数据需要一次请求，当搬运一次数据，寄存器 DMA<sub>n</sub>\_CNT[31:0]，n=0~1 会减 1，直到 DMA<sub>n</sub>\_CNT[31:0] 中的数目递减为 0，搬运才会完成。在该模式，BURSIZE(DMA<sub>n</sub>\_CFG[14:12]) 不用于控制搬运数据量大小，它的值固定为 1。

在批量搬运模式，DMA 控制器搬运 DMA<sub>n</sub>\_CNT[31:0] 个数据，仅需一次请求。当搬运 BURSIZE(DMA<sub>n</sub>\_CFG[14:12]) 数据后，DMA<sub>n</sub>\_CNT[31:0] 中的数目会减去 BURSIZE。直到 DMA<sub>n</sub>\_CNT[31:0] 中的数目递减为 0，搬运数据才完成。

### 30.4.5 循环模式

循环模式可用于处理循环缓冲区和连续数据流（例如 ADC 扫描模式）。在循环模式传输过程中，待传输数据的数目将自动重新装载为在通道配置阶段设置的初始值，并继续响应 DMA 请求。为停止循环传输，软件需要在禁止 DMA 通道前使外设停止生成 DMA 请求（例如退出 ADC 扫描模式）。软件必须在启动/使能传输前，以及在停止循环传输后，明确设定 DMACNT 值。

SC32L14T 系列的 DMA 控制器支持常规模式和循环模式，用户可根据实际需求灵活选择：

- 当 CIRC=0 (DMA 通道处于非循环模式) 时，在达到设定的待传输数据数目时，将不再接受任何 DMA 请求；
- 当 CIRC=1 (DMA 通道处于循环模式) 时，在传输完成后该通道的 DMACNT 会自动重新装载之前设定的值，等待下一次循环。

用户可以根据实际需求灵活选择。

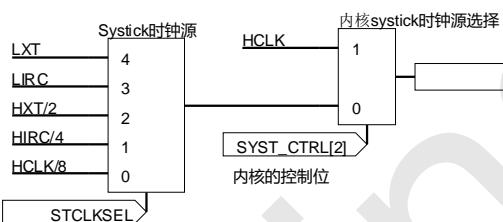
## 31 Systick

SysTick 是一个简单的、24 位写入清 0、递减、带灵活控制机制的自动装载计数器。该计数器可以用作实时操作系统（RTOS）的滴答定时器或作为一个简单的计数。

### 31.1 时钟源

SysTick（Cortex®-M0+内核系统定时器）的时钟源分为内部时钟源和外部时钟源：

- 内部时钟源即 CPU 时钟
- 外部时钟源有 5 个



SysTick 时钟源框图

### 31.2 SysTick 校准寄存器默认值

SysTick 校准寄存器校准值设置方法如下：

- 若上电默认时钟为  $f_{HCLK}/n$  (MHz)， $n$  是上电默认分频系数，上电默认时钟源为 HIRC；
- 则 SysTick 校准值初始值为  $1000 * (f_{HCLK}/n)$ ，即保证默认可产生 1ms 时间基准。

## 32 电气特性

除非另有说明，本章节电气数据均基于《推荐工作条件》小节所列工作条件。

### 32.1 推荐工作条件

符号	参数	最小值	最大值	UNIT	条件
V <sub>DD</sub>	工作电压	1.8	5.5	V	$f_{HCLK}=48MHz$ 时钟源为 HIRC
T <sub>A</sub>	工作环境温度	-40	105	°C	

### 32.2 极限参数

符号	参数	最小值	最大值	UNIT
V <sub>DD</sub>	直流供电电压	-0.3	6	V
V <sub>PIN</sub>	任一管脚输入/输出电压	-0.3	V <sub>DD</sub> +0.3	V
T <sub>A</sub>	工作环境温度	-40	105	°C
T <sub>STG</sub>	储存温度	-55	125	°C
I <sub>VDD</sub>	流过 VDD 的电流值	-	200	mA
I <sub>VSS</sub>	流过 VSS 的电流值	-	200	mA

### 32.3 Flash ROM 参数

符号	参数	最小值	典型值	最大值	UNIT	条件
N <sub>END</sub>	擦写次数	100,000	-	-	Cycles	$V_{DD}=5V$ $T_A=25^{\circ}C$
T <sub>DR</sub>	数据保存时间	100	-	-	Years	
T <sub>S-Erase</sub>	单个 Sector 擦除时间	-	2.5	-	ms	
T <sub>Erase</sub>	全擦时间	30	-	40	ms	
T <sub>Write</sub>	单个 byte 写入时间	-	150	-	μs	

### 32.4 运行功耗

### 32.4.1 $V_{DD} = 5V$ , $T_A = +25^\circ C$ , 从 APROM 启动, 除非另有说明

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件	
						系统时钟	时钟源
$I_{OP1}$	Operation Mode 工作电流	-	6.1	-	mA	$f_{HCLK}=48MHz$	时钟源为 HIRC/1 (设置条件如下: HIRC_NDIV=1 SYSCLKSEL[1:0]=10 SYSCLKSW=1)
		-	4.3	-	mA	$f_{HCLK}=24MHz$	
		-	2.8	-	mA	$f_{HCLK}=12MHz$	
		-	2.2	-	mA	$f_{HCLK}=6MHz$	
		-	1.5	-	mA	$f_{HCLK}=3MHz$	
$I_{OP2}$	Operation Mode 工作电流	-	0.2	-	mA	$f_{HCLK}=32.768kHz$	时钟源为 LXT
$I_{OP\_RTC}$	Operation Mode, RTC 使能后的总工作电流	-	0.2	-	mA		
$I_{OP\_LCD\_R}$	Operation Mode, LCD 电阻型驱动使能后的总工作电流	-	0.2	-	mA		
$I_{OP\_LCD\_C}$	Operation Mode, LCD 电容型驱动使能后的总工作电流	-	0.2	-	mA		
$I_{IDL1}$	IDLE Mode 工作电流	-	1.4	-	mA	$f_{HCLK}=24MHz$	时钟源为 HIRC/2 (上电默认时钟源)
		-	1.1	-	mA	$f_{HCLK}=12MHz$	
		-	1.0	-	mA	$f_{HCLK}=6MHz$	
		-	0.9	-	mA	$f_{HCLK}=3MHz$	
$I_{PD1}$	STOP Mode 工作电流	-	0.7	-	$\mu A$	\	\
$I_{PD\_RTC}$	STOP Mode, RTC 使能后的总工作电流	-	1.3	-	$\mu A$	$f_{HCLK}=32.768kHz$	时钟源为 LXT
$I_{OP\_LCD\_R}$	STOP Mode, LCD 电阻型驱动使能后的总工作电流	-	8	-	$\mu A$		
$I_{OP\_LCD\_C}$	STOP Mode, LCD 电容型驱动使能后的总工作电流	-	1.6	-	$\mu A$		

### 32.4.2 $V_{DD} = 3.3V$ , $T_A = +25^\circ C$ , 从 APROM 启动, 除非另有说明

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件	
						系统时钟	时钟源
$I_{OP3}$	Operation Mode 工作电流	-	6.1	-	mA	$f_{HCLK}=48MHz$	时钟源为 HIRC/1 (设置条件如下: HIRC_NDIV=1 SYSCLKSEL[1:0]=10 SYSCLKSW=1)

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件	
						系统时钟	时钟源
		-	4.3	-	mA	$f_{HCLK}=24MHz$	时钟源为 HIRC/2 (上电默认时钟源)
		-	2.8	-	mA	$f_{HCLK}=12MHz$	
		-	2.2	-	mA	$f_{HCLK}=6MHz$	
		-	1.5	-	mA	$f_{HCLK}=3MHz$	
$I_{OP4}$	Operation Mode 工作电流	-	0.2	-	mA	$f_{HCLK}=32.768kHz$	时钟源为 LXT
$I_{OP\_RTC}$	Operation Mode, RTC 使能后的总工作电流	-	0.2	-	mA		
$I_{OP\_LCD\_R}$	Operation Mode, LCD 电阻型驱动使能后的总工作电流	-	0.2	-	mA		
$I_{OP\_LCD\_C}$	Operation Mode, LCD 电容型驱动使能后的总工作电流	-	0.2	-	mA		
$I_{IDL2}$	IDLE Mode 工作电流	-	1.3	-	mA	$f_{HCLK}=24MHz$	时钟源为 HIRC/2 (上电默认时钟源)
		-	1.1	-	mA	$f_{HCLK}=12MHz$	
		-	0.9	-	mA	$f_{HCLK}=6MHz$	
		-	0.8	-	mA	$f_{HCLK}=3MHz$	
$I_{PD2}$	STOP Mode 工作电流	-	0.6	-	$\mu A$	\	\
$I_{PD\_RTC}$	STOP Mode, RTC 使能后的总工作电流	-	1.2	-	$\mu A$	$f_{HCLK}=32.768kHz$	时钟源为 LXT
$I_{OP\_LCD\_R}$	STOP Mode, LCD 电阻型驱动使能后的总工作电流	-	5.5	-	$\mu A$		
$I_{OP\_LCD\_C}$	STOP Mode, LCD 电容型驱动使能后的总工作电流	-	1.5	-	$\mu A$		

## 32.5 GPIO 参数

### 32.5.1 $V_{DD} = 5V$ , $T_A = +25^\circ C$ , 除非另有说明

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
$V_{IH1}$	输入高电压	$0.7V_{DD}$	-	$V_{DD}+0.3$	V	
$V_{IL1}$	输入低电压	-0.3	-	$0.3V_{DD}$	V	
$V_{IH2}$	施密特触发输入端口 <sup>注1</sup> 输入高电压	$0.8V_{DD}$	-	$V_{DD}$	V	
$V_{IL2}$	施密特触发输入端口 <sup>注1</sup> 输入低电压	-0.2	-	$0.2V_{DD}$	V	

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
$I_{OL}$	输出低电流	-	25	-	mA	$V_{Pin}=0.4V$
	输出低电流	-	50	-	mA	$V_{Pin}=0.8V$
$I_{OH1}$	输出高电流	-	12	-	mA	$V_{Pin}=4.3V$
$I_{OH2}$	输出高电流	-	6	-	mA	$V_{Pin}=4.7V$
$I_{Ikg1}$	输入漏电流	-1	-	1	$\mu A$	IO 为高阻输入模式 $V_{IN}=V_{DD}$ 或 $V_{SS}$
$R_{PH1}$	上拉电阻	15	30	45	k $\Omega$	$V_{IN}=V_{SS}$

注 1：施密特触发输入端口包含：NRST, T\_CLK / T\_DIO, UART 的 RX 信号口, SPI / TWI 信号输入口, INT0~INT15, PWM 故障检测口 FLT, Timer 时钟输入口 Tn 和 Timer 捕获口 TnEX

### 32.5.2 $V_{DD} = 3.3V$ , $T_A = +25^\circ C$ , 除非另有说明

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
$V_{IH3}$	输入高电压	$0.7V_{DD}$	-	$V_{DD}+0.3$	V	
$V_{IL3}$	输入低电压	-0.3	-	$0.3V_{DD}$	V	
$V_{IH4}$	施密特触发输入端口 <sup>注 1</sup> 输入高电压	$0.8V_{DD}$	-	$V_{DD}$	V	
$V_{IL4}$	施密特触发输入端口 <sup>注 1</sup> 输入低电压	-0.2	-	$0.2V_{DD}$	V	
$I_{OL3}$	输出低电流	-	20	-	mA	$V_{Pin}=0.4V$
$I_{OL4}$	输出低电流	-	35	-	mA	$V_{Pin}=0.8V$
$I_{OH3}$	输出高电流	-	3.5	-	mA	$V_{Pin}=3.0V$
$I_{Ikg2}$	输入漏电流	-1	-	1	$\mu A$	IO 为高阻输入模式 $V_{IN}=V_{DD}$ 或 $V_{SS}$
$R_{PH2}$	上拉电阻	25	50	75	k $\Omega$	$V_{IN}=V_{SS}$

注 1：施密特触发输入端口包含：NRST, T\_CLK / T\_DIO, UART 的 RX 信号口, SPI / TWI 信号输入口, INT0~INT15, PWM 故障检测口 FLT, Timer 时钟输入口 Tn 和 Timer 捕获口 TnEX

## 32.6 交流电气特性

( $V_{DD} = 2.0V \sim 5.5V$ ,  $T_A = 25^\circ C$ , 除非另有说明)

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
$T_{LXT}$	外接 32k 振荡器起振时间	-	1	-	s	外接 32k 晶振
$T_{POR}$	Power On Reset 时间	-	15	-	ms	
$T_{PDW}$	Power Down 模式唤醒时间	-	35	-	$\mu s$	
$T_{Reset}$	复位脉冲宽度	18	-	-	$\mu s$	低电平有效
$T_{LVR}$	LVR 消抖时间	-	30	-	$\mu s$	
$f_{HIRC}$	HIRC 振荡稳定性	-1	-	+1	%	$V_{DD}=1.8\sim5.5V$ $T_A=-40\sim85^\circ C$

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
		-1.5	-	+1.5	%	V <sub>DD</sub> =1.8~5.5V T <sub>A</sub> =-40~105 °C
f <sub>LIRC</sub>	LIRC 振荡稳定性	-4	-	4	%	V <sub>DD</sub> =1.8~5.5V T <sub>A</sub> =25 °C

## 32.7 TK 电气特性

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
I <sub>TK</sub>	高灵敏度 Touch Key 工作电流	-	0.9	1.3	mA	f <sub>HCLK</sub> =48MHz
		-	0.8	1.2	mA	f <sub>HCLK</sub> =48MHz

## 32.8 BTM 电气特性

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
I <sub>BTM</sub>	Base Timer 工作电流	-	1.1	3	μA	BTMCLKSEL=0 BTM 时钟源为 LIRC V <sub>DD</sub> =5V
		-	1.0	3	μA	BTMCLKSEL=0 BTM 时钟源为 LIRC V <sub>DD</sub> =3.3V

## 32.9 WDT 电气特性

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
I <sub>WDT</sub>	WDT 工作电流	-	1.1	3	μA	V <sub>DD</sub> =5V
		-	1.0	3	μA	V <sub>DD</sub> =3.3V

## 32.10 ADC 电气特性

(T<sub>A</sub> = 25°C, 除非另有说明)

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
V <sub>AD1</sub>	供电电压 1	2.7	5.0	5.5	V	V <sub>ref</sub> = 2.048V
V <sub>AD2</sub>	供电电压 2	2.0	5.0	5.5	V	V <sub>ref</sub> = 1.024V 或 V <sub>ref</sub> = V <sub>DD</sub>
V <sub>AD3</sub>	供电电压 3	2.7	5.0	5.5	V	V <sub>ref</sub> = 2.4V
V <sub>REF1</sub>	内部基准 2.048V	2.033	2.048	2.063	V	V <sub>DD</sub> = 2.7~5.5V
V <sub>REF2</sub>	内部基准 1.024V	1.004	1.024	1.044	V	V <sub>DD</sub> = 2.0~5.5V
V <sub>REF3</sub>	内部基准 2.4V	2.37	2.40	2.45	V	V <sub>DD</sub> = 2.7~5.5V
N <sub>R</sub>	精度	-	14	-	bit	GND≤V <sub>AIN</sub> ≤V <sub>DD</sub>

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
$V_{AIN}$	ADC 输入电压	GND	-	$V_{DD}$	V	
$R_{AIN}$	ADC 输入电阻	1	-		$M\Omega$	$V_{IN}=5V$
$I_{lkg\_ADC}$	ADC 输入漏电流	-1	-	1	$\mu A$	$V_{IN}=V_{AINx}$
$I_{ADC1}$	ADC 转换电流 1	-	-	2	mA	ADC 模块打开 $V_{DD}=5V$
$I_{ADC2}$	ADC 转换电流 2	-	-	1.8	mA	ADC 模块打开 $V_{DD}=3.3V$
DNL	微分非线性误差	-	-	$\pm 9$	LSB	$V_{DD}=5V$ $V_{REF}=5V$
INL	积分非线性误差	-	-	$\pm 9$	LSB	
$E_z$	偏移量误差	-	-	$\pm 12$	LSB	
$E_F$	满刻度误差	-	-	$\pm 12$	LSB	
$E_{AD}$	总绝对误差	-	-	$\pm 12$	LSB	
$T_{ADC1}$	ADC 采样+转换总时间 1	-	1.1	1.4	$\mu s$	$f_{HCLK}=24MHz$ , 时钟源为 HIRC $LOWSP[2:0]=100$
$T_{ADC2}$	ADC 采样+转换总时间 2	-	1.2	1.6	$\mu s$	$f_{HCLK}=24MHz$ , 时钟源为 HIRC $LOWSP[2:0]=101$
$T_{ADC3}$	ADC 采样+转换总时间 3	-	1.6	2.1	$\mu s$	$f_{HCLK}=24MHz$ , 时钟源为 HIRC $LOWSP[2:0]=110$
$T_{ADC4}$	ADC 采样+转换总时间 4	-	2.3	3.0	$\mu s$	$f_{HCLK}=24MHz$ , 时钟源为 HIRC $LOWSP[2:0]=111$

## 32.11 CMP 电气特性

( $V_{DD}=5V$ ,  $T_A=25^\circ C$ , 除非另有说明)

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
$V_{CM}$	输入电压范围	0	-	$V_{DD}$	V	
$V_{os}$	偏移电压	-	10	30	$mV$	
$V_{HYS}$	比较电压回差	-	40	-	$mV$	
$I_{CMP}$	比较器转换电流	-	-	100	$\mu A$	$V_{DD}=5V$
$T_{CMP}$	响应时间	-	-	2	$\mu s$	

## 32.12 OP 电气特性

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
$I_{OP}$	OP 工作电流	-	1	1.3	mA	$V_{DD}=5V$

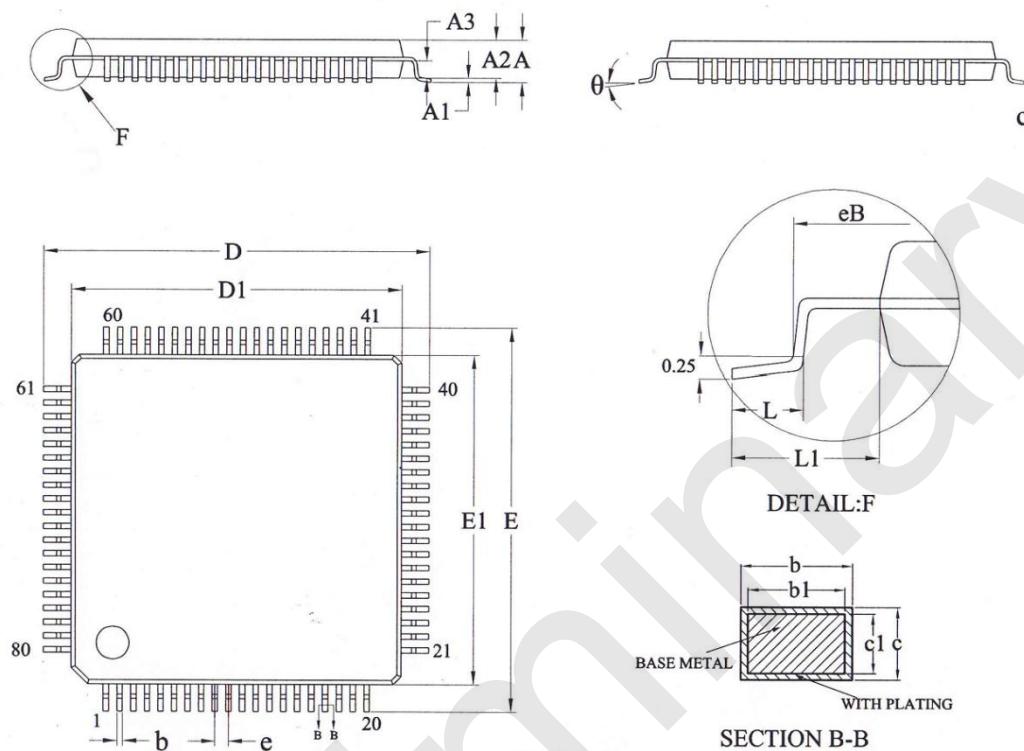
符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
$V_{OP}$	OP 工作电压	2.8	-	5.5	V	
$V_{OPO}$	OP 输出电压	$V_{SS}+0.2$	-	$V_{DD}-0.2$	V	
$V_{CMI}$	共模输入电压	0	-	$V_{DD}$	V	
$V_{OFFSET}$	失调电压	-1	-	1	mV	
$I_{LOAD}$	负载电流	-	-	600	$\mu A$	
$R_{LOAD}$	负载电阻	8	-	-	k $\Omega$	
$C_{LOAD}$	负载电容	-	-	30	pF	
CMRR	共模抑制比	-	90	-	dB	
PSRR	电源抑制比	-	75	-	dB	
GBW	增益带宽积	-	20	-	MHz	
Slew rate	摆率	-	13	-	V/ $\mu s$	
PM	相位裕度	-	60	-	°	CL = 50pF
G <sub>PGA</sub>	PGA 同相放大倍数	-5	-	5	%	同相 8 倍增益
		-5	-	5	%	同相 16 倍增益
		-5	-	5	%	同相 32 倍增益
		-5	-	5	%	同相 64 倍增益
	PGA 反相放大倍数	-5	-	5	%	反相 7 倍增益
		-5	-	5	%	反相 15 倍增益
		-5	-	5	%	反相 31 倍增益
		-5	-	5	%	反相 63 倍增益
R <sub>PGA</sub>	PGA 同相放大 R <sub>2</sub> /R <sub>1</sub> 阻值比	-	70/10	-	k $\Omega$ / k $\Omega$	同相 8 倍增益
		-	150/10	-	k $\Omega$ / k $\Omega$	同相 16 倍增益
		-	310/10	-	k $\Omega$ / k $\Omega$	同相 32 倍增益
		-	630/10	-	k $\Omega$ / k $\Omega$	同相 64 倍增益
	PGA 反相放大 R <sub>2</sub> /R <sub>1</sub> 阻值比	-	70/10	-	k $\Omega$ / k $\Omega$	反相 7 倍增益
		-	150/10	-	k $\Omega$ / k $\Omega$	反相 15 倍增益
		-	310/10	-	k $\Omega$ / k $\Omega$	反相 31 倍增益
		-	630/10	-	k $\Omega$ / k $\Omega$	反相 63 倍增益
R $\Delta$	R <sub>1</sub> 或 R <sub>2</sub> 的阻值误差	-20	-	+20	%	

### 32.13 LPD 电气特性

符号	档位	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$V_{LPD0}$	1.85V	LPD threshold 0	Falling edge	-	1.84	-	V
			Rising edge	-	1.94	-	
$V_{LPD1}$	2.05V	LPD threshold 1	Falling edge	-	2.04	-	V
			Rising edge	-	2.14	-	
$V_{LPD2}$	2.25V	LPD threshold 2	Falling edge	-	2.24	-	V
			Rising edge	-	2.34	-	
$V_{LPD3}$	2.45V	LPD threshold 3	Falling edge	-	2.44	-	V
			Rising edge	-	2.54	-	
$V_{LPD4}$	2.65V	LPD threshold 4	Falling edge	-	2.64	-	V
			Rising edge	-	2.74	-	
$V_{LPD5}$	2.85V	LPD threshold 5	Falling edge	-	2.84	-	V
			Rising edge	-	2.94	-	
$V_{LPD6}$	3.05V	LPD threshold 6	Falling edge	-	3.05	-	V
			Rising edge	-	3.15	-	
$V_{LPD7}$	3.25V	LPD threshold 7	Falling edge	-	3.25	-	V
			Rising edge	-	3.35	-	

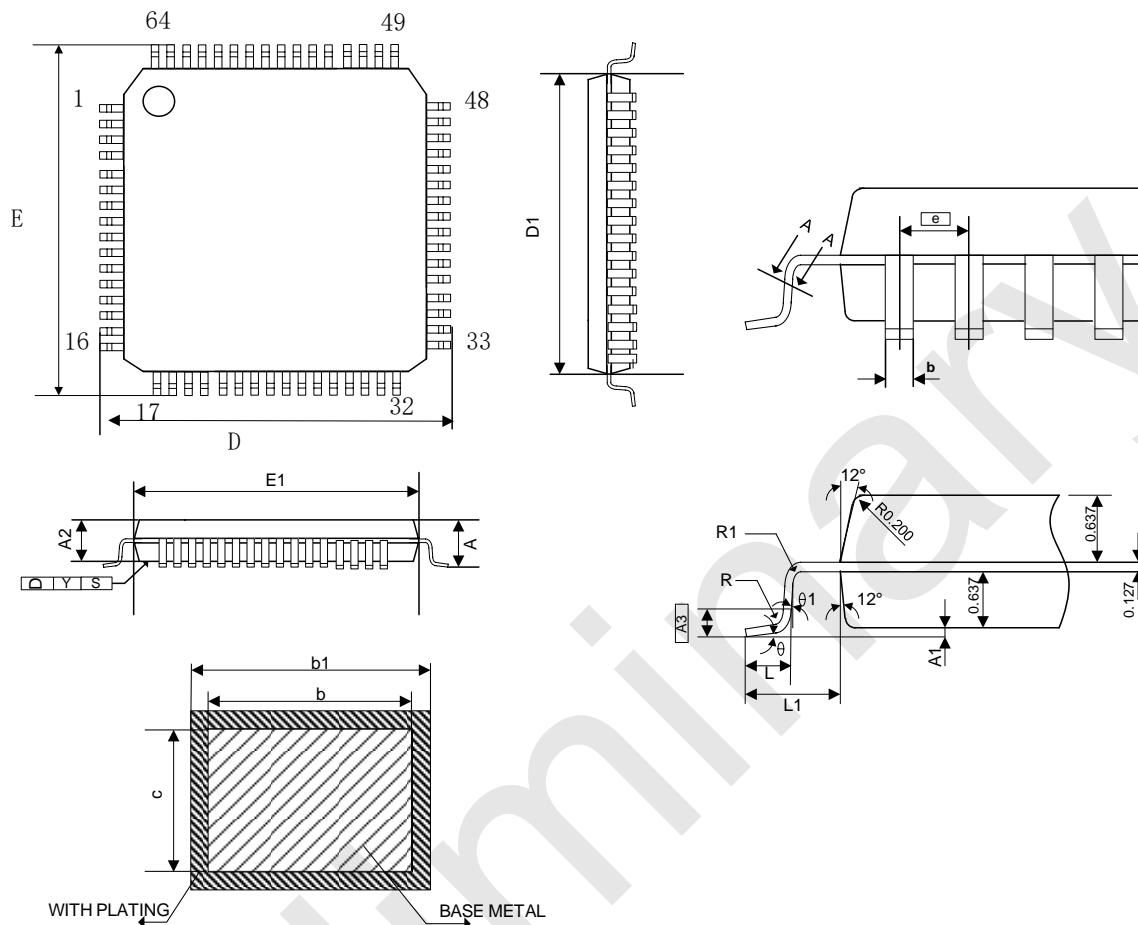
### 33 封装信息

LQFP80 (12X12) 外形尺寸 (单位: 毫米)

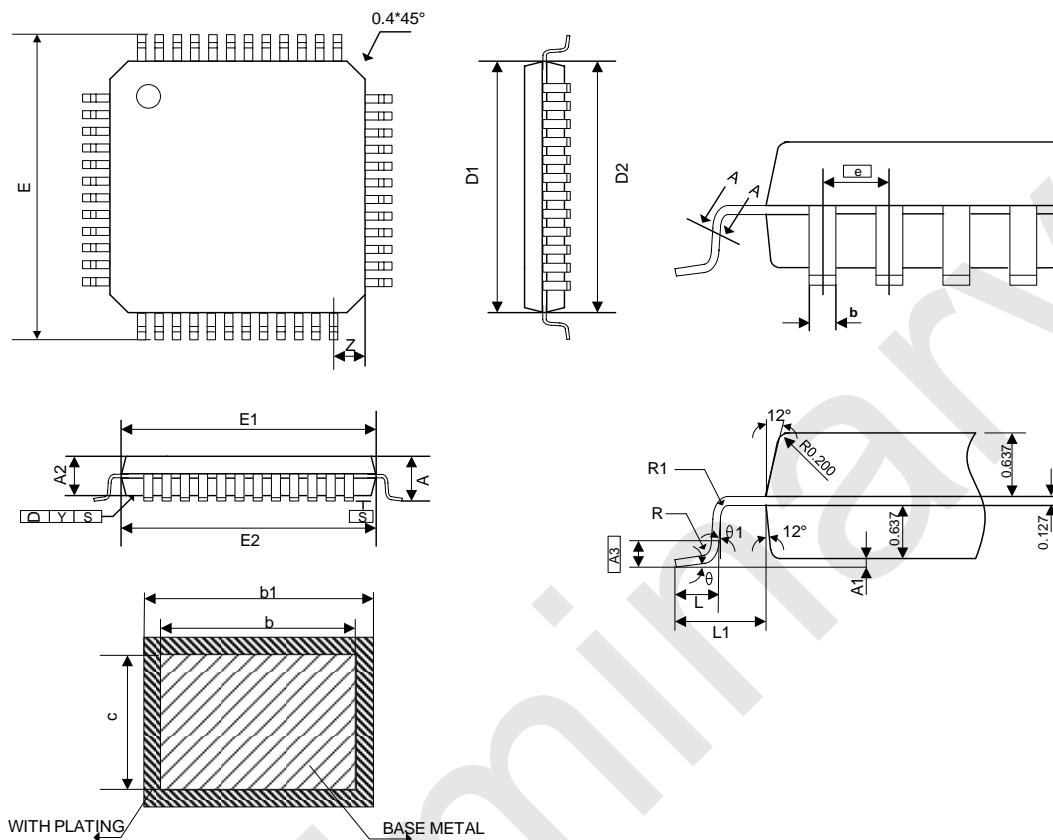


符号	mm(毫米)		
	最小	标准	最大
A	1.40	-	1.60
A1	0.05	-	0.15
A2	1.35	1.40	1.45
b	0.18	-	0.26
b1	0.17	0.2	0.26
c	0.13	-	0.17
D	13.80	14.00	14.20
D1	11.90	12.00	12.10
E	13.80	14.00	14.20
E1	11.90	12.00	12.10
e	-	0.50 BSC	-
L	0.45	0.60	0.75
L1	-	1.00REF	-
θ	0°	3.5°	7°

LQFP64 (10X10) 外形尺寸 (单位: 毫米)



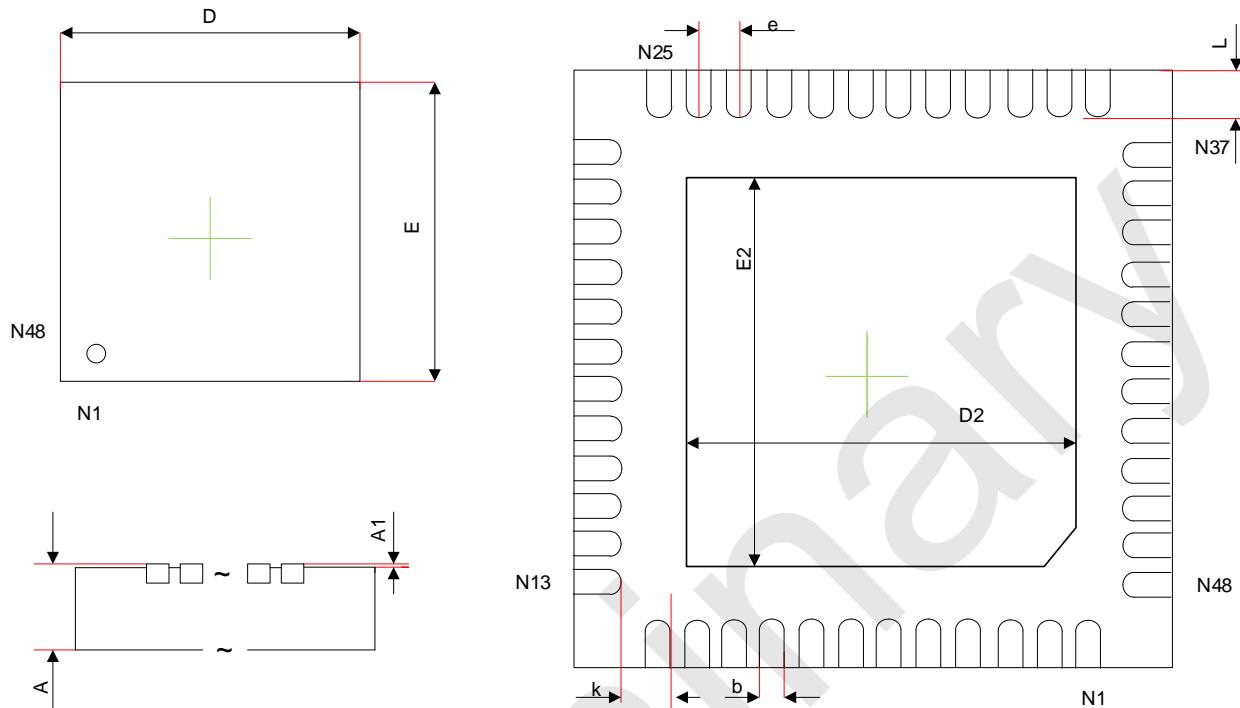
符号	mm(毫米)		
	最小	标准	最大
A	1.40	-	1.60
A1	0.05	-	0.15
A2	1.35	1.40	1.45
b	0.17	-	0.23
b1	0.17	-	0.26
c	0.12	0.13	0.14
D	11.80	12.00	12.20
D1	9.90	10.00	10.10
E	11.80	12.00	12.20
E1	9.90	10.00	10.10
e	-	0.50 BSC	-
L	0.45	-	0.75
L1	-	1.00REF	-
R	0.08	-	-
R1	0.08	-	0.20
θ	0°	3.5°	7°

**LQFP48 (7X7) 外形尺寸 (单位: 毫米)**


符号	mm(毫米)		
	最小	标准	最大
A	1.45	1.55	1.65
A1	0.01	--	0.21
A2	1.30	1.40	1.50
A3	--	0.254	--
b	0.15	0.20	0.25
b1	0.16	0.22	0.28
c	0.12	--	0.17
D1	6.85	6.95	7.05
D2	6.90	7.00	7.10
E	8.8	9.00	9.20
E1	6.85	6.95	7.05
E2	6.9	7.00	7.10
e	--	0.5	--
L	0.43	--	0.75
L1	0.90	1.0	1.10
R	0.1	--	0.25
R1	0.1	--	--
θ	0°	--	10°
θ1	0°	--	--

符号	mm(毫米)		
	最小	标准	最大
y	--	--	0.1
z	--	0.75	--

QFN48 (5X5) 外形尺寸 (单位: 毫米)



符号	mm(毫米)		
	最小	标准	最大
A	0.50	0.55	0.60
A1	0	0.02	0.05
b	0.12	--	0.23
D	4.90	5.00	5.10
D2	3.60	3.70	3.80
e	0.35 BSC.		
k	0.20	0.30	--
E	4.90	5.00	5.10
E2	3.60	3.70	3.80
L	0.30	0.35	0.40

## 34 版本记录

版本	记录	日期
V0.3	<ol style="list-style-type: none"><li>更正描述：更新电气参数中 STOP 模式下 RTC 使能后的总工作电流</li><li>补充描述：主要功能中新增 EMS 性能</li><li>更正描述：更正 ADC 章节描述“ADC 的转换时间约为 950ns”</li><li>更正描述：更正 ADC 电气参数中“ADC 转换时间”为“ADC 采样+转换总时间”</li><li>更正描述：更正 ADC 电气参数中 ADC 采样+转换总时间主频为 24MHz，时间参数同步调整</li></ol>	2025 年 11 月 27 日
V0.2	<ol style="list-style-type: none"><li>更正描述：删除 GPIO PE7 及其对应的外部中断 INT 功能</li><li>补充描述：新增 UART3 映射到烧录管脚时禁止使用全双工模式的相关说明</li><li>更正描述：LIRC 的±4%的误差温度限制在 25°C</li></ol>	2025 年 9 月 11 日
V0.1	初版	2025 年 6 月 4 日

## 35 声明

深圳市赛元微电子股份有限公司（以下简称赛元）保留随时对赛元产品、文档或服务进行变更、更正、增强、修改和改进的权利，恕不另行通知。赛元认为提供的信息是准确可信的。本文档信息于 2025 年 6 月开始使用。在实际进行生产设计时，请参阅各产品最新的数据手册等相关资料。

Preliminary