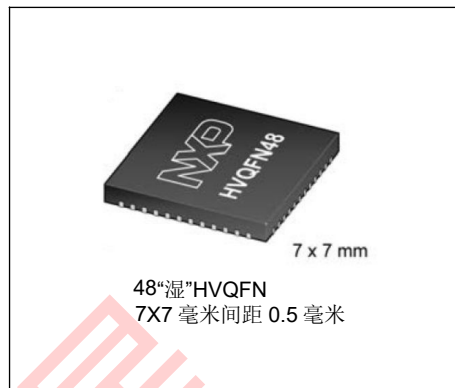


## MKW39/38/37 数据表

超低功耗、高度集成的蓝牙®低  
能源 5.0 无线微控制器

MKW39A512VFT4  
MKW38A512VFT4



- 多标准收音机**
- 符合 2.4 GHz 蓝牙低功耗（蓝牙 LE）5.0 版本，支持多达 8 个同时的硬件连接和所有可选功能，包括：
    - 高速（2M PHY）
    - 远距离
    - 广告扩展
    - 高占空比不可连接的广告
    - 通道选择算法#2
    - 典型的蓝牙 LE 接收器灵敏度
    - 蓝牙 LE 2 Mbit/s: -95.5 dBm
    - 蓝牙 LE 1 Mbit/s: -98 dBm
    - 蓝牙 LE LR 500 kbit/s: -101 dBm • 蓝牙 LE LR 125 kbit/s: -105 dBm
    - 通用 FSK 调制
    - 数据速率：250、500、1000 和 2000 kbit/s
    - 调制：GFSK BT = 0.5, MSK
    - 调制指数：0.32、0.5、0.7 和 1.0
    - 典型接收器灵敏度（250 kbit/s GFSK-BT=0.5, h=0.5） = -101 dBm
    - 可编程发射器输出功率：-30 dBm 至 +5 dBm
    - 低成本应用程序的外部组件数量低
    - 带有单端双向射频端口的片上 balun

MKW38Z512VFT4  
MKW37A512VFT4  
MKW37Z512VFT4

### 系统外围设备

- 九种 MCU 低功耗模式，根据应用要求提供功率优化？支持降压和旁路操作模式的 DC-DC 转换器
- 直接内存访问（DMA）控制器
- 计算机正常运行（COP）看门狗
- 串行线调试（SWD）接口和微跟踪缓冲器
- 位操作引擎（BME）

### 计时器

- 16 位低功耗计时器（LPTMR）
- 3 个计时器/PWM 模块（TPM）：一个 4 通道 TPM 和两个 2 通道 TPM
- 可编程中断计时器（PIT）
- 实时时钟（RTC）

### 通信接口

- 2 个串行外围接口（SPI）模块
- 2 个集成电路（I2C）模块
- 带有 LINsupport 的低功耗 UART（LPUART）模块（KW38 上的 2x LPUART）
- 载波调制定时器（CMT）
- FlexCAN 模块（CAN FD 支持高达 3.2

Mbit/s baudrate) 在 KW38 上

#### 模拟模块

- 16 位模数转换器 (ADC)
- 6 位高速模拟比较器 (CMP)
- 1.2 V 电压参考 (VREF)

#### MCU 和回忆

- 256 KB 程序闪存加 256 KB FlexNVM on KW39/38

NXP 保留根据需要更改生产细节规格的权利, 以便改进其产品的设计。

- KW37 上的 512 KB 程序闪存
- 8 KB FlexRAM 支持 EEPROM 仿真 on KW39/38
- KW37 上的 8 KB 程序加速 RAM
- 片上 64 KB SRAM
- 高达 48 MHz Arm® Cortex®-M0+ 核心

#### 低功耗

- 收发器电流 (DC-DC 降压模式, 3.6V 电源)
- 典型 Rx 电流: 6.3 mA
- 典型 Tx 电流: 5.7 mA
- 低功耗模式 (VLLS0) 电流: 266.6 nA

#### 安全

- AES-128 硬件加速器 (AES)
- 真实随机数生成器 (TRNG)
- 程序 Flash 上的高级闪存安全性
- 每个芯片的 80 位唯一识别号
- 40 位唯一媒体访问控制 (MAC) 子地址
- LE 安全连接



#### 时钟

- 蓝牙 LE 和通用 FSK 模式支持 26 和 32 MHz
- 32.768 kHz 水晶振荡器

#### 操作特性

- 电压范围: 1.71 V 至 3.6 V
- 环境温度范围: -40 至 105°C
- AEC Q100 2 级汽车资格
- 工业资格

#### 人机界面 (HMI)

- 通用输入/输出 (GPIO)

#### KW39/38/37 部件号

装置	资格等级	CAN FD	512 KB P-Flash	256 KB PFlash/256 千位 FlexNVM	第二个 LPUART 与 LIN	8 KB FlexRAM EEPROM	包裹
MKW39A512VFT4	自动 AEC-Q100 2 级	第十四个英文字母	第十四个英文字母	第 25 个字母	第十四个英文字母	第 25 个字母	7X7 毫米 48-别针 "Wettable" HVQFN
MKW38A512VFT4	自动 AEC-Q100 2 级	第 25 个字母	第十四个英文字母	第 25 个字母	第 25 个字母	第 25 个字母	
MKW38Z512VFT4	工业的	第 25 个字母	第十四个英文字母	第 25 个字母	第 25 个字母	第 25 个字母	
MKW37A512VFT4	自动 AEC-Q100 2 级	第十四个英文字母	第 25 个字母	第十四个英文字母	第十四个英文字母	第十四个英文字母	
MKW37Z512VFT4	工业的	第十四个英文字母	第 25 个字母	第十四个英文字母	第十四个英文字母	第十四个英文字母	

#### 相关资源

类型	描述
产品选择器	产品选择器可让您找到适合您设计的 Kinetis 部件。
信息一览表	概况介绍概述了产品的关键功能及其用途。
参考手册	参考手册包含对设备结构和功能 (操作) 的全面描述。
数据表	数据表包括电气特性和信号连接。

芯片 Errata	芯片掩码集 Errata 为特定设备掩码集提供附加或纠正信息。
包装图	包装尺寸在包装图纸中提供。

MKW39/38/37 数据表, 修订版 7, 2020 年 3 月 3 日

3

NXP 半导体

## 目录

1 介绍.....	5
2 功能描述.....	6
2.1 框图.....	6
2.2 广播功能.....	8
2.3 微控制器功能.....	9
2.4 系统功能.....	10
2.5 外围特征.....	12
2.6 安全功能.....	17
3 收发器描述.....	18
3.1 收发器功能.....	18
3.2 关键规格.....	19
3.3 频道地图频率计划.....	19
3.3.1 蓝牙低功耗频道计划.....	19
3.3.2 其他渠道计划.....	21
4 收发器电气特性.....	21
4.1 无线电操作条件.....	21
4.2 接收器功能摘要.....	22
4.3 传输和 PLL 功能摘要.....	26
5 系统和电源管理.....	31
5.1 电源管理.....	31
5.1.1 DC-DC 转换器.....	32
5.2 操作模式.....	32
5.2.1 电源模式.....	32
6 KW39/38/37 电气特性.....	35
6.1 交流电气特性.....	35
6.2 非开关电气规格.....	35
6.2.1 电压和电流运行要求.....	35
6.2.2 LVD 和 POR 操作要求.....	36
6.2.3 电压和电流运行行为.....	37
6.2.4 电源模式过渡操作行为.....	38
6.2.5 功耗操作行为.....	39
6.2.6 图: 典型的 IDD_RUN 操作行为	46
6.2.7 SoC 功耗.....	48
6.2.8 在设计时考虑到辐射排放.....	49
6.2.9 电容属性.....	49
6.3 开关电气规格.....	49
6.3.1 设备时钟规格.....	49
6.3.2 一般开关规格.....	50
6.4 热规格.....	51
6.4.1 热操作要求.....	51
6.4.2 热属性.....	51
6.5 外围操作要求和行为.....	52
6.5.1 核心模块.....	52
6.5.2 系统模块.....	53
6.5.3 时钟模块.....	54
6.5.4 内存和内存接口.....	57
6.5.5 安全性和完整性模块.....	61
6.5.6 模拟.....	61
6.5.7 计时器.....	68
6.5.8 通信接口.....	68
6.5.9 人机接口 (HMI).....	73
6.6 DC-DC 转换器操作要求.....	73
6.7 评级.....	75
6.7.1 热处理额定值.....	75
6.7.2 水分处理等级.....	75
6.7.3 ESD 处理评级.....	76
6.7.4 电压和电流工作额定值.....	76
7 引脚图和引脚分配.....	76
7.1 KW39/37 信号多路复用和引脚分配.....	77
7.2 KW38 信号多路复用和引脚分配.....	79
7.3 KW39/38/37 引脚.....	82
7.4 模块信号描述表.....	83
7.4.1 核心模块.....	83
7.4.2 无线电模块.....	84
7.4.3 系统模块.....	85
7.4.4 时钟模块.....	85
7.4.5 模拟模块.....	86
7.4.6 计时器模块.....	87
7.4.7 通信接口.....	87
7.4.8 人机界面 (HMI).....	89
8 包裹信息.....	89
8.1 获取包装尺寸.....	89
9 零件识别.....	90

9.1 描述.....	90
9.2 格式.....	90
9.3 字段.....	90
9.4 示例.....	91
10 修订历史.....	91

深圳市南天星

## 1 简单介绍

KW39/38/37 无线微控制器 (MCU) 包括 KW39A、KW38A/Z 和 KW37A/Z 系列设备，是高度集成的单芯片设备，可为汽车和工业嵌入式系统实现蓝牙低功耗 5.0 和通用 FSK 连接。为了满足汽车应用的严格要求，KW39/38/37 完全符合 AEC Q100 2 级汽车认证。目标应用程序以无线方式将嵌入式世界与移动设备连接起来，以增强人类界面体验，在设备和云之间共享嵌入式数据，并启用无线固件更新。领先的汽车应用程序是数字密钥，所有者可以使用智能手机作为解锁密钥 FOB 的替代品并个性化驾驶体验。对于汽车共享体验，车主可以为访问汽车提供选择性的临时授权，允许授权人员使用 Blu 使用移动设备解锁、启动和操作汽车 Etooth LE。

KW39/38/37 无线 MCU 集成了 Arm® Cortex-M0+ CPU，最高可达 512 KB 闪存和 64 KB SRAM，以及支持蓝牙 LE 5.0 和通用 FSK 调制的 2.4 GHz 无线电。蓝牙 LE 收音机在任何主/从组合中支持多达 8 个同时连接。

KW38 包括一个集成的 FlexCAN 模块，可无缝集成到车载汽车或工业 CAN 通信网络中，通过蓝牙 LE 与外部控制和传感器监控设备进行通信。FlexCAN 模块可以支持 CAN 的灵活数据速率 (CAN FD) 协议，以增加带宽和降低许多汽车应用所需的延迟。

KW39/38/37 设备可以用作“BlackBox”调制解调器，将蓝牙 LE 或通用 FSK 连接添加到现有的主机 MCU 或 MPU (微处理器)。这些设备也可以用作独立的智能无线传感器，具有嵌入式应用程序，不需要主机控制器。

KW39/38/37 的射频电路经过优化，需要很少的外部组件，在印刷电路板上实现尽可能小的射频占用空间。极长的电池寿命是通过代码执行的效率实现的 Cortex-M0+ CPU 内核和多种低功耗操作模式

KW39/38/37。对于电力关键型应用，集成的 DC-DC 转换器可以从单个纽扣电池或锂离子电池运行，并显著降低峰值接收和传输电流消耗。

## 2 功能描述

本节提供了一个简化的框图，并突出了 KW39/38/37 的功能。

## 2.1 方框图

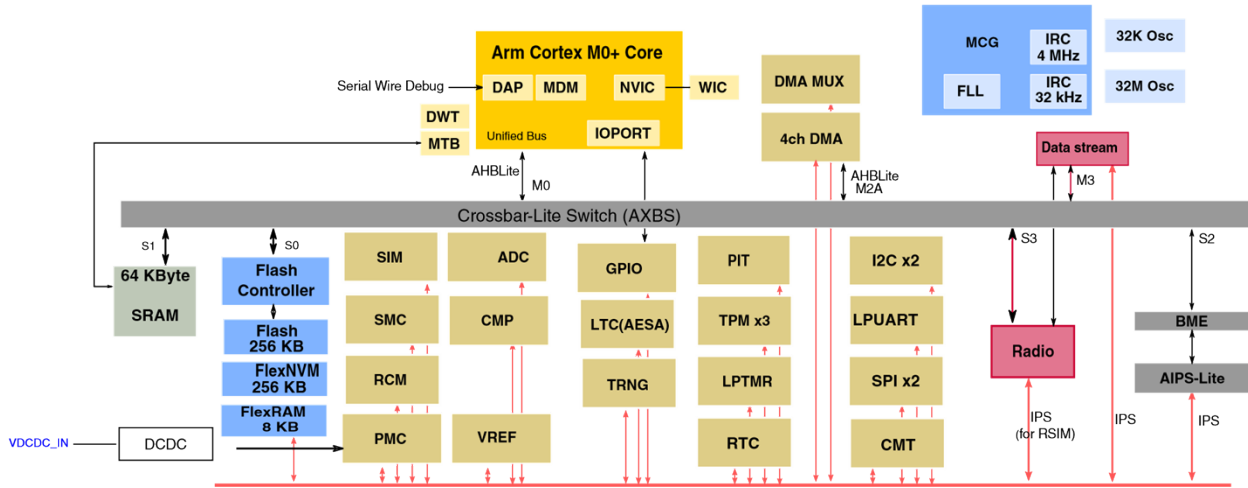


图 1。KW39 详细方框图

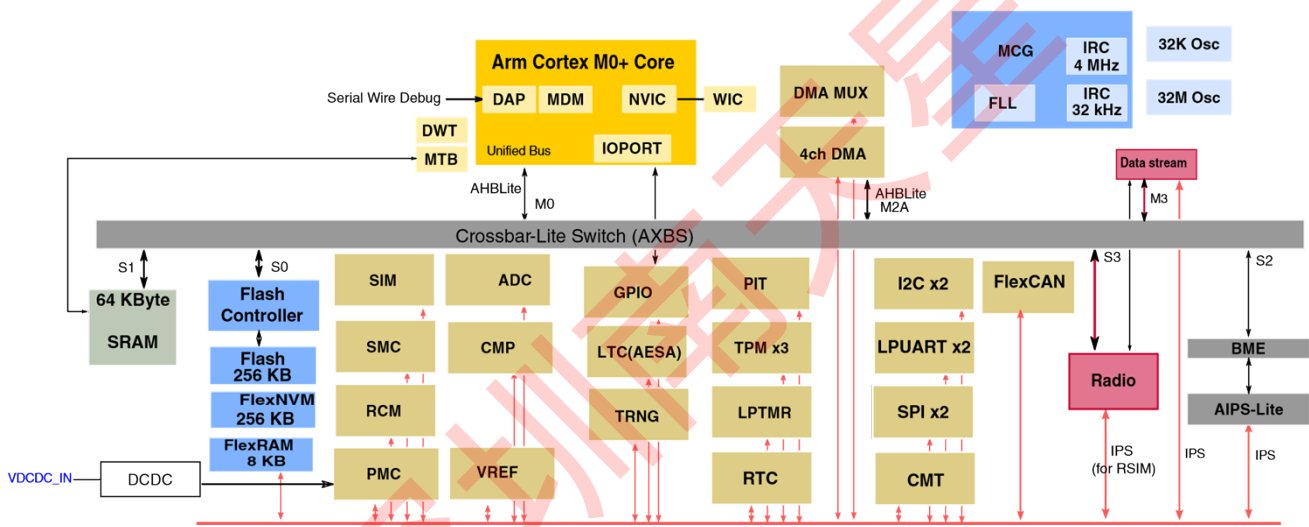


图 2。KW38 详细方框图

功能描述

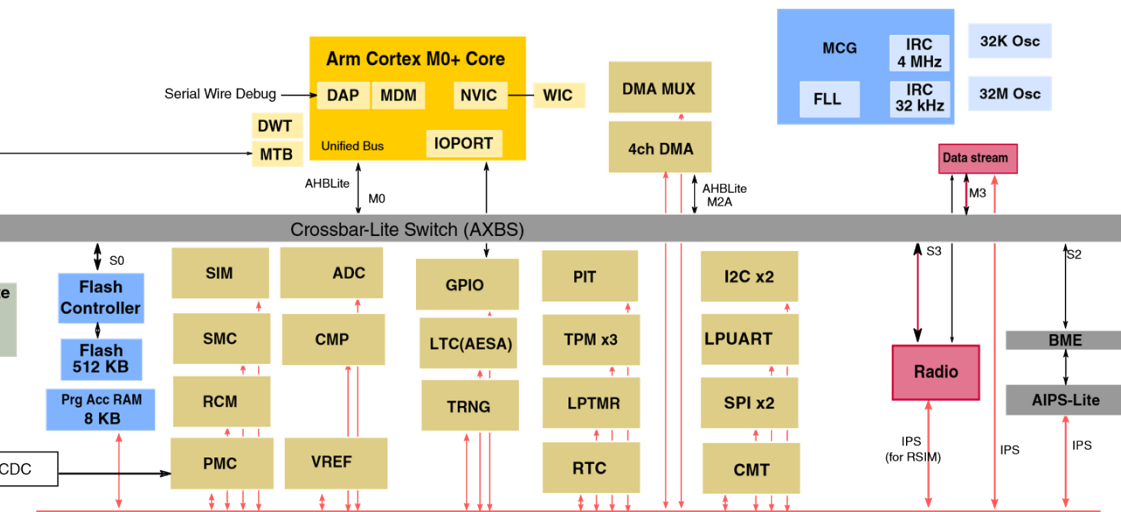


图 3。KW37 详细方框图表 1。框图中的 IP 列表

首字母缩略词	定义
	模拟到数字转换器
	高级加密标准加速器
	外围桥
	位操作引擎
	比较器
	载波调制器计时器
	调试访问端口
	直接内存访问
	直接内存访问多路复用器
	数据观察点和跟踪
	频率锁定环路
	通用输入/输出
	集成电路
	内部参考时钟
	低功耗计时器
	低功耗 UART

## Feature Descriptions

	LP 可信密码学
	多用途时钟发生器
	杂项调试模块
	微痕量缓冲器
	嵌套矢量中断控制器
	振荡器
	定期中断计时器

表格在下一页继续..

表 1. 方框图中的 IP 列表 (续)

首字母缩略词	定义
PMC	电源管理控制
港口	港口控制和中断
Prg Acc RAM	闪存编程加速 RAM
RCM	重置控制模块
RSIM	无线电系统集成模块
RTC	实时时钟
SIM 卡	系统集成模块
SMC	系统模式控制器
SPI	串行外围接口
TRNG	真正的随机数生成器
VREF	电压参考

## 2.2 广播功能

### 工作频率:

- 2.4 GHz ISM 频段 (2400-2483.5 MHz)
- 医疗身体区域网络频段 (MBAN) 2360-2400 MHz 支持的标准:
- 蓝牙低功耗 5.0 版兼容收音机支持所有强制性和可选功能, 包括:
- 蓝牙 LE 4.2 勘误表
- 2 Mbit/s 高速模式
- 远程编码 PHY (125/500 kbit/s)
- 广告扩展
- 高占空比不可连接的广告
- 通道选择算法#2

- 在任何主、从属组合中支持多达 8 个同时的蓝牙 LE 硬件连接
- 蓝牙 LE 应用程序配置文件
- 通用 FSK 调制支持 250、500、1000 和 2000 kbit/s 的数据速率**其他功能:**
- 可编程传输输出功率高达+5 dBm，功率控制动态范围大于 30 dB

功能描述

- 支持蓝牙 LE 和通用 FSK 模式的 26 MHz 和 32 MHz 晶体
- 硬件白名单支持多达 26 台设备
- 硬件中支持多达 8 个私人可解析地址
- 支持 DMA 捕获 IQ 数据和本地化应用程序的阶段
- 支持距离估计和方向查找应用程序
- 集成片上 balun
- 单端双向射频端口由发送和接收共享
- 外部组件数量低
- 支持使用外部 PA 和/或 LNA 进行收发器范围扩展

## 2.3 微控制器功能

### Arm Cortex-M0+ CPU

- 高达 48 MHz 的 CPU
- 与 Cortex-M0 相比，Cortex-M0+ 使用优化的 2 级管道微架构，以降低功耗并提高架构性能（每个指令的周期）
- 支持多达 32 个中断请求源
- 带有 Cortex-M0 核心的二进制兼容指令集架构
- 拇指指令集结合了高代码密度和 32 位性能
- 串行线调试（SWD）减少了调试所需的引脚数量
- 微跟踪缓冲区（MTB）使用系统 RAM 作为目标内存提供轻量级程序跟踪功能

### 嵌套矢量中断控制器（NVIC）

- 32 个矢量中断，4 个可编程优先级
- 包括一个不可屏蔽的中断

## 唤醒中断控制器（WIC）

- 在低功耗模式下禁用系统时钟时，支持中断处理
- 当 NVICon 正确启动进入深度睡眠时，接管并模拟 NVIC 行为
- 一个基本的中断屏蔽系统，没有优先级逻辑信号，一旦检测到非屏蔽中断，就会唤醒

## 调试控制器

- 双线串行线调试（SWD）接口
- 2 个代码地址的硬件断点单元
- 2 个数据项的硬件监视点单元
- 用于程序跟踪的微跟踪缓冲区

## 片上内存

- 高达 512 KB 的闪存
- KW39/38 包含带有 ECC 的 256 KB 程序闪存和 256 KB FlexNV 启用 EEPROM 仿真。
- KW37 包含带有 ECC 的 512 KB 程序闪存。
- Flash 实现为两个相等的块，每个 256 KB 块。代码可以从一个块执行或读取，而另一个块仅在 KW37 上被擦除或编程。
- 固件分发保护。程序闪存可以在每个扇区（8 KB）的基础上标记为仅执行，以防止第三方读取固件内容。
- 64 KB SRAM
- KW39/38 包含 8 KB FlexRAM，支持 EEPROM 仿真。
- KW37 包含 8 KB 程序加速 RAM。
- 防止通过调试器未经授权访问 RAM 和闪存内容的安全电路

## 2.4 系统功能

### 电源管理控制单元（PMC）

- 可编程节能模式
- 通过内部和外部电源从省电模式唤醒
- 集成开机重置（POR）
- 具有复位（褐发）功能的集成低压检测（LVD）

- 可选的 LVD 行程点
- 可编程低压警告 (LVW) 中断能力
- 单个外围时钟可以关闭, 以减少电流消耗
- 内部缓冲带隔参考电压
- 带袋和 LVD 的工厂编程装饰
- 1 kHz 低功率振荡器 (LPO)

## DC-DC 转换器

深圳市南天星

- 支持降压和旁路操作模式的内部开关模式电源
- 降压操作支持 2.1V 至 3.6V 的外部电压源
- 当不使用 DC-DC 时，该设备支持 1.5 V 至 3.6 V 的外部电压范围（VDD\_RF1、VDD\_RF2、VDD\_RF3 和 VDD\_1P5OUT\_PMCIN 引脚。VDD\_0、VDD\_1 和 VDDA 引脚上的 1.71 - 3.6 V）
- 需要一个外部电感来支持巴克模式
- 外部设备的 DC-DC 转换器 VDD\_1P8OUT 电流驱动器（MCUin RUN 模式，启用无线电，禁用其他外围设备）?在降压模式下高达 45 mA，VDD\_1P8OUT = 1.8 V
- 在降压模式下高达 27 毫安，VDD\_1P8OUT = 3.0 V

### 直接内存访问（DMA）控制器

- 通过双地址传输的所有数据移动：从源读取，写到目的地
- 可编程源和目标地址以及传输大小
- 支持增强的寻址模式
- 4 通道实现，以最小的干预从主机处理器执行复杂的数据传输
- 内部数据缓冲区，用作临时存储，支持 16 字节和 32 字节的传输
- 连接到横杆开关，用于总线掌握数据移动
- 传输控制描述符（TCD）组织起来支持两个深度、嵌套的传输操作
- 每个通道的 32 字节 TCD 存储在本地内存中
- 由次要字节传输计数定义的内部数据传输回路•由主要迭代计数定义的外部数据传输回路
- 通过三种方法之一激活通道：
- 显式软件启动
- 通过连续传输的通道到通道链接机制启动
- 外围有节奏的硬件请求，每个通道一个
- 固定优先权和循环通道仲裁
- 通过可选中断请求报告的通道完成
- 每个通道一个中断，在完成主要迭代计数时可选断言
- 每个通道的可选错误终止，并在逻辑上汇总在一起，形成一个中断控制器的错误中断
- 对散点/聚集 DMA 处理的可选支持

- 支持复杂的数据结构

### DMA 通道多路复用器 (DMA MUX)

- 4 个可独立选择的 DMA 通道路由器
- 2 个可用的定期触发源
- 每个通道路由器可以分配给 1 个外围 DMA 源

### COP 看门狗模块

- 独立的时钟源输入 (独立于 CPU/总线时钟)
- 在两个时钟源之间进行选择
- LPO 振荡器
- 公交车时钟

### 系统时钟

- 26 MHz 和 32 MHz 晶体参考振荡器都支持蓝牙 LE 和通用 FSK 模式
- MCU 可以从晶体参考振荡器或频率锁定回路 (FLL) 导出其时钟<sup>1</sup>
- 32.768 kHz 晶体参考振荡器, 用于在低功耗模式下保持精确的蓝牙低功耗定时
- 多用途时钟发生器 (MCG)
- 内部参考时钟—可以用作其他芯片外围设备的时钟源
- 片上 RC 振荡器范围为 31.25 kHz 至 39.0625 kHz, 全温度范围内精度为 3%
- 片上 4 MHz 振荡器, 全温度范围内精度为 11%
- 由内部或外部参考控制的频率锁定环路 (FLL)
- 20 MHz 至 48 MHz FLL 输出

### 唯一标识符

- 80 位唯一 ID 代表每个芯片的唯一标识符
- 40 位唯一的媒体访问控制 (MAC) 地址, 可用于构建独特的 48 位蓝牙低功耗 MAC 地址

## 2.5 外围特征

### 16 位模数转换器 (ADC)

- 具有 16 位分辨率的线性连续近似算法•以差分端 16 位、13 位、11 位和 9 位模式格式化的输出
- 1. 时钟选项可以根据所选的 SoC 配置进行限制。
- 输出格式化为单端 16 位、12 位、10 位和 8 位模式
- 单次或连续转换
- 可配置的采样时间和转换速度/功率
- 16 位模式下的转换率，没有平均高达~500Ksamples/秒
- 输入时钟选择
- 在低功耗模式下运行，以降低噪音运行
- 用于低噪声操作的异步时钟源
- 可选的异步硬件转换触发器
- 自动比较小于或大于或等于可编程值的中断
- 温度传感器
- 电池电压测量
- 硬件平均功能
- 可选电压崇敬
- 自我校准模式

### 高速模拟比较器 (CMP)

- 6 位 DAC 可编程参考生成器输出
- 最多八个可选的比较器输入；每个输入都可以通过任何极性序列与任何输入进行比较
- 在上升边缘、下降边缘或比较器输出的上升或下降边缘上可选择中断
- 两种性能模式：
  - 以牺牲更高功率为代价的更短的传播延迟
  - 低功耗，传播延迟更长
- 在除 VLLS0 模式外的所有 MCU 电源模式下运行

### 电压参考 (VREF1)

- 具有 0.5 mV 步数的可编程修剪寄存器，重置时自动加载出厂修剪值
- 可编程缓冲模式选择：

- 离开
- Bandgap 启用/待机（输出缓冲区禁用）
- 大功率缓冲模式（启用输出缓冲区）
- 室温下 1.2 V 输出
- VREF\_OUT 输出信号

### 低功耗计时器（LPTMR）

- 一个频道
- 作为计时器或脉冲计数器的操作
- 预缩放器/故障滤波器的可选时钟•1 kHz 内部 LPO
- 外部低功耗晶体振荡器
- 内部参考时钟
- 可配置的故障过滤器或预缩放器
- 计时器比较时产生的中断
- 在计时器比较上生成的硬件触发器
- 在所有电源模式下都具有功能

### 计时器/PWM（TPM）

- TPM0: 4 个通道, TPM1 和 TPM2: 各 2 个通道
- 可选源时钟
- 可编程预缩放器
- 支持自由运行或初始/最终值的 16 位计数器, 计数是向上或向上-向下
- 输入捕获、输出比较以及边缘对齐和中心对齐的 PWM 模式
- 输入捕获和输出比较模式
- 生成硬件触发器
- TPM1 和 TPM2: 带输入滤波器的正交解码器
- 全局时间基数模式在多个 TPM 实例中共享单个时间基数

### 可编程中断计时器（PIT）

- 最多 2 个中断计时器用于触发 ADC 转换
- 32 位计数器分辨率
- 按总线时钟频率计时

## 实时时钟 (RTC)

- 带 32 位报警的 32 位秒计数器
- 在检测篡改检测时可以失效
- 带补偿的 16 位预缩放器
- 注册写入保护
- 硬锁需要 MCU POR 来启用写入访问
- 软锁需要 POR 或软件重置才能启用写入/读取访问
- 能够从低功耗模式唤醒系统

## 集成电路 (I<sup>2</sup>C)

- 两个频道
- 与 I2C 总线标准和 SMBus 规范版本 2 功能兼容?高达 400 kHz 的运行
- 多主操作
- 可为 64 个不同串行时钟频率之一编程的软件
- 可编程从属地址和故障输入过滤器
- 中断驱动的逐字节数据传输
- 仲裁丢失中断, 自动模式从主从切换
- 呼叫地址识别中断
- 总线繁忙检测广播和 10 位地址扩展
- 当处理器处于低功耗模式时, 地址匹配会导致唤醒

## LPUART

- 一个频道 (KW38 上的 2 个频道)
- 全双工操作
- 标准标记/空格不返回零 (NRZ) 格式
- 13 位包率选择, 分数除数为 32
- 可编程 8 位或 9 位数据格式
- 可编程 1 或 2 个停止位
- 单独启用的发射器和接收器
- 可编程发射器输出极性
- 可编程接收输入极性
- 13 位中断字符选项
- 11 位中断字符检测选项

- 两种接收器唤醒方法：
- 闲置线唤醒
- 地址标记唤醒
- 接收器中的地址匹配功能，以减少地址标记唤醒 ISR 开销
- 中断或 DMA 驱动的操作
- 接收器框架错误检测
- 硬件奇偶校验生成和检查
- 可配置的过采样比，以支持 1/4 到 1/32 位时噪声检测
- 在低功耗模式下运行
- 硬件流量控制 RTS\CTS
- 停止/VLPS 模式下的功能
- 支持 LIN 的断路检测

### 串行外围接口 (SPI)

- 两个独立的 SPI 通道
- 主从模式
- 全双工、三线同步传输
- 可编程传输比特率
- 双缓冲传输和接收数据寄存器
- 串行时钟相位和极性选项
- 从属选择输出
- 在等待模式下控制 SPI 操作
- 可选的 MSB 优先或 LSB 优先换档
- 支持 DMA 的传输和接收

### 载波调制定时器 (CMT)

- 四种操作模式
- 时间；独立控制高低时间
- 基带
- 频移键 (FSK)
- CMT\_IRO 信号的直接软件控制
- 时间、基带和 FSK 模式下的扩展空间操作
- 可选的输入时钟分频器

- 周期结束时中断
- 能够禁用 CMT\_IRO 信号并用作计时器中断

### 通用输入/输出 (GPIO)

- 所有输入引脚上的滞后和可配置的上拉装置
- 独立引脚值寄存器在数字引脚上读取逻辑电平
- 所有 GPIO 引脚都可以生成 IRQ 和唤醒事件
- 一些输出引脚上可配置的驱动强度
- GPIO 可以配置为中断驱动的键盘扫描矩阵；在 48 针封装中，共有 25 个数字引脚

### FlexCAN (仅限 KW38)

- 全面实现具有灵活数据速率 (CAN FD) 协议规范和 CAN 协议规范的 CAN，版本 2.0 B
- 灵活的消息缓冲区 (MB)；共有 32 MB，每个数据长度为 8 字节，可配置为 Rx 或 Tx，都支持标准和扩展消息
- CAN 协议接口的可编程时钟源，外围时钟或振荡器时钟
- 能够在匹配过程中在邮箱和 Rx FIFO 之间选择优先级
- 强大的 Rx FIFO ID 过滤，能够将传入的 ID 与 128 个扩展、256 个标准或 512 个部分 (8 位) ID 匹配，具有多达 32 个单独的屏蔽能力
- 每个 MB 形成 16、24、40 或 72 字节，具体取决于为消息有效负载分配的数据字节数量：分别为 8、16、32 或 64 个数据字节

## 2.6 安全功能

### 高级加密标准加速器 (AES-128 加速器)

高级加密标准加速器 (AES) 模块是一个独立的硬件协处理器，能够加速 128 位高级加密标准 (AES) 加密算法。

AESA 引擎支持以下加密功能。

LTC 包括以下功能：

- 加密身份验证
- 消息身份验证代码 (MAC)

- 基于密码的 MAC (AES-CMAC)
- 扩展密码区块链消息身份验证代码 (AES-XCBC-MAC)
- 自动填充
- 完整性检查值 (ICV) 检查
- 经过身份验证的加密算法
- 带有 CBC-MAC (AES-CCM) 的计数器
- 对称密钥块密码•AES (128 位密钥)
- 密码模式：
  - AES-128 模式
  - 电子代码簿 (ECB)
  - 密码块链 (CBC)
  - 计数器 (CTR)
  - 安全扫描

### 真实随机数生成器 (TRNG)

真随机数生成器 (TRNG) 是一个硬件加速器模块，构成了高质量的熵源。

## 收发器描述

- TRNG 根据熵消耗模块的需要生成 512 位（4x128 位）熵，例如确定性随机数生成器。
- TRNG 输出可以由软件中实现的确定性伪随机数生成器（PRNG）读取和使用。
- TRNG-PRNG 组合使用 TRNG 输出作为熵源，实现符合 NIST 的真实随机性和加密强度随机数。
- 使用 TRNG 与符合 FIPS 的确定性随机数生成器和 SoC 级安全性，可以实现完全符合 FIPS 180 的解决方案。

## 闪存保护

片上闪存控制器可实现以下有用的功能：

- 程序闪存保护方案可防止意外程序或删除存储数据。
- 带有验证的自动化、内置、编程和擦除算法。
- 在另一个程序闪存块中编程或擦除数据时，可以读取一个程序闪存块。

## 3 收发器描述

- 直接转换接收器（零 IF）
- 恒定信封发射器
- 低传输和接收电流消耗
- 低物料清单（BOM）收音机

### 3.1 收发器功能

#### 收到

接收器架构为零 IF（ZIF），其中通过射频前端后接收的信号向下转换为基带信号。信号在馈送到模拟数字转换器之前被过滤和放大。然后是数字信号在数字处理、解调和传递到数据包处理/链路层处理之前，先到基带时钟频率。

发射器传输 GFSK/FSK 调制，每个用户应用程序都有功率和信道选择调整。确定操作通道后，在 Frac-N PLL 内执行粗糙和微调，以接合信号锁。信号定位后 K 建立后，调制缓冲信号被路由到多级放大器进行传输。

## 3.2 关键规格

KW39/38/37 符合或超过所有蓝牙低功耗 5.0 版性能规格。KW39/38/37 的关键规格是：

频段：

- ISM 频段：2400 至 2483.5 MHz
- MBAN 频段：2360 至 2400 MHz

完整的蓝牙低功耗版本 5.0 调制方案：

- 符号速率：未编码 PHY (1, 2 Mbit/s)，编码 PHY (125, 500 kbit/s)
  - 调制：GFSK BT=0.5, h=0.5
  - 接收器灵敏度：-98 dBm，典型适用于蓝牙 LE 1 Mbit/s，-105 dBm 适用于蓝牙 LE-LR 125 kbit/s；对于所有其他模式，请参阅[接收器功能摘要](#)。
  - 可编程发射器输出功率：-30 dBm 至 +5 dBm
- 通用 FSK 调制方案：
- 符号速率：250、500、1000 和 2000 kbit/s
  - 调制：GFSK (调制指数=0.32、0.5、0.7 和 1.0, BT=0.5)，以及 MSK
  - 接收器灵敏度：取决于模式和数据速率。-101 dBm，典型的 GFSK (r=250 kbit/s, BT = 0.5, h = 0.5)

## 3.3 频道地图频率计划

收发器描述

### 3.3.1 蓝牙低功耗通道计划

本节描述了与蓝牙低功耗的 2.4 GHz ISM 和 MBAN 频段相关的频率计划/通道。

#### 2.4 GHz ISM 通道编号:

- $F_c = 2402 + k * 2 \text{ MHz}$ ,  $k=0, \dots, 39$ 。

#### MBAN 频道编号:

- $F_c = 2360 + k \text{ (MHz)}$ , 对于  $k=0, \dots, 39$ , 其中  $k$  是通道号。

表 2. 2.4 GHz ISM 和 MBAN 频率计划和信道指定

2.4 GHz ISM <sup>1</sup>		MBAN <sup>2</sup>		2.4GHz ISM + MBAN	
沟渠	频率 (MHz)	沟渠	频率 (MHz)	沟渠	频率 (MHz)
0	2402	0	2360	28	2390
1	2404	1	2361	29	2391
2	2406	2	2362	30	2392
3	2408	3	2363	31	2393
4	2410	4	2364	32	2394
5	2412	5	2365	33	2395
6	2414	6	2366	34	2396
7	2416	7	2367	35	2397
8	2418	8	2368	36	2398
9	2420	9	2369	0	2402
10	2422	10	2370	1	2404
11	2424	11	2371	2	2406
12	2426	12	2372	3	2408
13	2428	13	2373	4	2410
14	2430	14	2374	5	2412
15	2432	15	2375	6	2414
16	2434	16	2376	7	2416
17	2436	17	2377	8	2418
18	2438	18	2378	9	2420
19	2440	19	2379	10	2422
20	2442	20	2380	11	2424
21	2444	21	2381	12	2426
22	2446	22	2382	13	2428

23	2448	23	2383	14	2430
----	------	----	------	----	------

表格在下一页继续...

深圳南天星

表 2。2.4 GHz ISM 和 MBAN 频率计划和信道指定 (续)

2.4 GHz ISM <sup>1</sup>		MBAN <sup>2</sup>		2.4GHz ISM + MBAN	
沟渠	频率 (MHz)	沟渠	频率 (MHz)	沟渠	频率 (MHz)
24	2450	24	2384	15	2432
25	2452	25	2385	16	2434
26	2454	26	2386	17	2436
27	2456	27	2387	18	2438
28	2458	28	2388	19	2440
29	2460	29	2389	20	2442
30	2462	30	2390	21	2444
31	2464	31	2391	22	2446
32	2466	32	2392	23	2448
33	2468	33	2393	24	2450
34	2470	34	2394	25	2452
35	2472	35	2395	26	2454
36	2474	36	2396	27	2456
37	2476	37	2397	37	2476
38	2478	38	2398	38	2478
39	2480	39	2399	39	2480

1. ISM 工作频率从 2400.0 MHz 到 2483.5 MHz

2. 根据 FCC 准则规则, 这些通道允许蓝牙低功耗单模式操作。

### 3.3.2 其他渠道计划

射频合成器可以配置为使用 2.36 至 2.487 GHz 之间的任何信道频率。

## 4 收发器电气特性

### 4.1 无线电操作条件

表 3。无线电操作条件

特征	标志	分钟	类型	麦克斯	单位
----	----	----	----	-----	----

输入频率	第六个罗马字母 母	2.360	—	2.480	千兆赫
------	--------------	-------	---	-------	-----

表格在下一页继续...

表 3. 无线电操作条件 (续)

特征	标志	分钟	类型	麦克斯	单位
环境温度范围	字母 T 罗马字母 的第一个字母	-40	25	105	°C
最大射频输入功率	P 最大	—	—	10	dBm
晶体参考振荡器频率 1	第六个罗马字母 文件编号	26 MHz 或 32 MHz			

1. 推荐的晶体精度为±40 ppm，包括初始精度、机械、温度和老化因素。

## 4.2 接收器功能摘要

表 4. 顶级接收器规格 (TA=25°C, 除非另有说明, 否则标称工艺)

特征 <sup>1</sup>	标志	分钟	类型	最大	单位
接收器一般规格					
在 VDD_RFx 电源上供电	我 Pdn	—	200	1000	nA
电源电流 Rx On 与 DC-DC 转换器启用 (Buck; V <sub>DCDC_IN</sub> = 3.6 V), <sup>2</sup>	我 Rxon	—	6.36	—	妈
禁用 DC-DC 转换器的电源电流 Rx On (旁路) <sup>2</sup>	我 Rxon	—	17.78	—	妈
输入射频频率	第六个罗马字母 母	2.360	—	2.4835	千兆赫
GFSK Rx 灵敏度 (250 kbit/s GFSK-BT=0.5, h=0.5)	辅币钱 <sub>GFSK</sub>	—	-101	—	dBm
最大 Rx 射频输入信号电平	网状结构在, 最大	—	—	10	dBm
最大增益模式的噪声图@典型灵敏度	NF 百克	—	7.5	—	分贝
接收器信号强度指示器范围 <sup>3</sup>	RSSI 范围	-100	—	54	dBm
接收器信号强度指示器分辨率	RSSI 网状内皮系统	—	1	—	分贝
频率上的典型 RSSI 变化		-2	—	2	分贝
典型的 RSSI 温度变化		-2	—	2	分贝
窄带 RSSI 精度 <sup>5</sup>	RSSI 帐户	-3	—	3	分贝
虚假发射<1.6 MHz 偏移 (用 100 kHz 分辨率和平均探测器测量。设备在射频通道上传输, 中心频率 fc 和在射频频率 f 下以 1 MHz 测量的虚假功率), 其中 f-fc <1.6 兆赫	—	—	-54	—	dBc

虚假发射>2.5 MHz 偏移 (用 100 kHz 分辨率和平均探测器测量。设备在射频通道上传输, 中心频率 $f_c$ 和在射频频率 $f$ 下以 1 MHz 测量的虚假功率), 其中 $ f-f_c  > 2.5$ 兆赫 <sup>6</sup>	—	—	-70	—	dBc
<b>蓝牙 LE 编码 125 kbit/s (远程, 8 倍传播)</b>					
蓝牙 LE LR 125 kbit/s 灵敏度 <sup>7</sup>	辅币钱 BLELR125	—	-105	—	dBm

表格在下一页继续...

表 4. 顶级接收器规格 (TA=25°C, 除非另有说明, 否则标称工艺) (续)

特征 <sup>1</sup>	标志	分钟。	类型。	最大。	单位
蓝牙 LE LR 125 kbit/s 共通道干扰 (在 -67 dBm 时需要信号, BER < 0.1%。测量分辨率 1 MHz)。	科塞尔 BLELR125		-2		分贝
<i>相邻备用通道性能<sup>8</sup></i>					
蓝牙 LE LR 125 kbit/s 相邻 +/-1 MHz 干扰偏移 (所需信号在 -67 dBm, BER < 0.1%。测量分辨率 1 MHz。)	SELBLELR125, 1 兆赫	—	10	—	分贝
蓝牙 LE LR 125 kbit/s 相邻 +/-2 MHz 干扰偏移 (所需信号在 -67 dBm, BER < 0.1%。测量分辨率 1 MHz。)	SELBLELR125, 2 兆赫	—	50	—	分贝
蓝牙 LE LR 125 kbit/s 备用 +/-3 MHz 干扰偏移 (所需信号在 -67 dBm, BER < 0.1%。测量分辨率 1 MHz。)	SELBLELR125, 3 兆赫	—	55	—	分贝
蓝牙 LE LR 125 kbit/s 备用 > +/-5 MHz 干扰偏移 (所需信号在 -67 dBm, BER < 0.1%。测量分辨率 1 MHz。)	SELBLELR125, 5+ 兆赫	—	60	—	分贝
<b>蓝牙 LE 编码 500 kbit/s (远程, 2 倍传播)</b>					
蓝牙 LE LR 500 kbit/s 灵敏度 <sup>7</sup>	辅币钱 BLELR500	—	-101	—	dBm
蓝牙 LE LR 500 kbit/s 共通道干扰 (在 -67 dBm 时需要信号, BER < 0.1%。测量分辨率 1 MHz)。	科塞尔 BLELR500		-4		分贝
<i>相邻备用通道性能<sup>8</sup></i>					
蓝牙 LE LR 500 kbit/s 相邻 +/-1 MHz 干扰偏移 (所需信号在 -67 dBm, BER < 0.1%。测量分辨率 1 MHz。)	SELBLELR500, 1 兆赫	—	9	—	分贝
蓝牙 LE LR 500 kbit/s 相邻 +/-2 MHz 干扰偏移 (所需信号在 -67 dBm, BER < 0.1%。测量分辨率 1 MHz。)	SELBLELR500, 2 兆赫	—	50	—	分贝
蓝牙 LE LR 500 kbit/s 备用 +/-3 MHz 干扰偏移 (所需信号在 -67 dBm, BER < 0.1%。测量分辨率 1 MHz。)	SELBLELR500, 3 兆赫	—	55	—	分贝

Transceiver Electrical Characteristics

蓝牙 LE LR 500 kbit/s 备用 > +/-5 MHz 干扰偏移 (所需信号在-67 dBm, BER<0.1%。测量分辨率 1 MHz。)	SELBLELR500, 5+ 兆赫	—	60	—	分贝
<b>蓝牙 LE 未编码 1 Mbit/s</b>					
蓝牙 LE 1 Mbit/s 灵敏度 <sup>7</sup>	辅币钱 BLE1M	—	-98	—	dBm
蓝牙 LE 1 Mbit/s 双通道干扰 (在-67 dBm 时需要信号, BER <0.1%。测量分辨率 1 MHz。)	科塞尔 BLE1M		-7		分贝
<i>相邻备用通道选择性性能<sup>8</sup></i>					
蓝牙 LE 1 Mbit/s 选择性+/-1 MHz 干扰偏移 (所需信号在-67 dBm, BER <0.1%。测量分辨率 1 MHz。)	SELBLE1M, 1 兆赫	—	0	—	分贝

表格在下一页继续..

表 4. 顶级接收器规格 (TA=25°C, 除非另有说明, 否则标称工艺) (续)

特征 <sup>1</sup>	标志	分钟。	类型。	最大。	单位
蓝牙 LE 1 Mbit/s 相邻+/-2 MHz 干扰偏移 (所需信号在-67 dBm, BER <0.1%。测量分辨率 1 MHz。)	SELBLE1M, 2 MHz	—	42	—	分贝
蓝牙 LE 1 Mbit/s 选择性+/-3 MHz 干扰偏移 (所需信号在-67 dBm, BER <0.1%。测量分辨率 1 MHz。)	SELBLE1M, 3 兆赫	—	50	—	分贝
蓝牙 LE 1 Mbit/s 备用≥+/-5 MHz 干扰偏移 (所需信号为-67 dBm, BER<0.1%。测量分辨率 1 MHz。)	SELBLE1M, 5+兆赫	—	55	—	分贝
<i>互调性能</i>					
蓝牙 LE 1 Mbit/s 互调, 连续波干扰器在±3 MHz, 调制干扰器在±6MHz (想要信号在-67 dBm, BER<0.1%)。	IM3-6BLE1M	—	-42	—	dBm
蓝牙 LE 1 Mbit/s 互调, 连续波干扰器在±5 MHz, 调制干扰器在±10 MHz (想要信号在-67 dBm, BER<0.1%)。	IM5-10BLE1M	—	-23	—	dBm
<i>阻塞性能</i>					
蓝牙 LE 1 Mbit/s 频段阻塞从 30 MHz 到 1000 MHz 和 4000 MHz 到 5000 MHz (在-67 dBm, BER<0.1%时需要信号。干扰器连续波信号。), 9, 10	—	—	3	—	dBm
蓝牙 LE 1 Mbit/s 从 1000 MHz 到 2000 MHz 和 3000 MHz 到 4000 MHz 的频段阻塞 (在-67 dBm 时需要信号, BER<0.1%。干扰器连续波信号。)	—	—	3	—	dBm
蓝牙 LE 1 Mbit/s 带外阻塞, 从 2001 MHz 到 2339 MHz 和 2484 MHz 到 2999 MHz (在-67 dBm 时需要信号, BER<0.1%。干扰器连续波信号。) <sup>10</sup>	—	—	-12	—	dBm

蓝牙 LE 1 Mbit/s 带外阻塞从 5000 MHz 至 12750 MHz (在-67 dBm 时需要信号, BER<0.1%。干扰器连续波信号。) <sup>10</sup>	—	—	5	—	dBm
<b>蓝牙 LE 未编码 2 Mbit/s (高速)</b>					
蓝牙 LE 2 Mbit/s 灵敏度 <sup>7</sup>	辅币钱 BLE2M	—	-95.5	—	dBm
蓝牙 LE 2 Mbit/s 共通道干扰 (在-67 dBm 时需要信号, BER<0.1%。测量分辨率 2 MHz)。	科塞尔 BLE2M	—	-7	—	分贝
<i>相邻备用通道性能<sup>8</sup></i>					
蓝牙 LE 2 Mbit/s 相邻+/-2 MHz 干扰偏移 (所需信号在-67 dBm, BER <0.1%。测量分辨率 2 MHz。)	SELBLE2M, 2 MHz	—	3	—	分贝
蓝牙 LE 2 Mbit/s 备用+/-4 MHz 干扰偏移 (在-67 dBm 时需要信号, BER <0.1%。测量分辨率 2 MHz。)	SELBLE2M, 4 MHz	—	42	—	分贝

表格在下一页继续...

表 4. 顶级接收器规格 (TA=25°C, 除非另有说明, 否则标称工艺) (续)

特征 <sup>1</sup>	标志	分钟。	类型。	最大。	单位
蓝牙 LE 2 Mbit/s 选择性+/-6 MHz 干扰偏移 (所需信号在-67 dBm, BER <0.1%。测量分辨率 2 MHz。)	SELBLE2M, 6 兆赫	—	50	—	分贝
蓝牙 LE 2 Mbit/s 选择性 ≥ +/-10 MHz 干扰偏移 (所需信号在-67 dBm, BER<0.1%。测量分辨率 2 MHz。)	SELBLE2M, 10+ MHz	—	55	—	分贝
<i>互调性能</i>					
蓝牙 LE 2 Mbit/s 互调, 连续波干扰器在±6 MHz, 调制干扰器在±12 MHz (想要信号在-67 dBm, BER<0.1%)。	IM6-12BLE2M	—	-23	—	dBm
蓝牙 LE 2 Mbit/s 互调, 连续波干扰器在±10 MHz, 调制干扰器在±20 MHz (想要信号在-67 dBm, BER<0.1%)。	IM10-20BLE2M	—	-24	—	dBm
<i>阻塞性能</i>					
蓝牙 LE 2 Mbit/s 从 30 MHz 到 1000 MHz 和 4000 MHz 到 5000 MHz 的频段阻塞 (在-67 dBm 时需要信号, BER<0.1%。干扰器连续波信号。) <sup>9, 10</sup>	—	—	3	—	dBm
蓝牙 LE 2 Mbit/s 外频阻断从 1000 MHz 到 2000 MHz 和 3000 MHz 到 4000 MHz (在-67 dBm 时需要信号, BER<0.1%。干扰器连续波信号。)	—	—	-6	—	dBm
蓝牙 LE 2 Mbit/s 带外阻塞, 从 2001 MHz 到 2339 MHz 和 2484 MHz 到 2999 MHz (想要信号在-67 dBm, BER<0.1%。干扰器连续波信号。) <sup>10</sup>	—	—	-12	—	dBm

蓝牙 LE 2 Mbit/s 带外阻塞从 5000 MHz 至 12750 MHz (在 -67 dBm 时需要信号, BER<0.1%。干扰器连续波信号。) <sup>10</sup>	—	—	5	—	dBm
---	---	---	---	---	-----

1. 所有 Rx 参数都在 KW39/38/37 射频引脚上测量。
2. 收发器功耗。
3. 窄带 RSSI 模式。
4. 使用 RSSI\_CTRL\_0。RSSI\_ADJ 字段校准, 以考虑天线到射频输入损耗。
5. 在频率和温度上进行单点校准。
6. 允许两倍于参考时钟频率 (fref) 倍数的例外情况。
7. 在最大增益模式和标称条件下使用 37 字节长数据包以 0.1% 的 BER 测量。
8. 蓝牙 LE 相邻和备用选择性性能通过调制干扰信号进行测量。
9. 载波频率子谐波允许例外。
10. 载波频率谐波允许例外。

表 5. 带有通用 FSK 调制的接收器规格

				相邻/备用通道选择性 (dB) <sup>1</sup>					
调制类型	数据速率 (Kb/s)	频道 BW (kHz)	典型灵敏度 (dBm)	所需的信号水平 (dBm)	干扰器在 ±1* 沟渠 BW 偏移量	干扰器在 ±2* 沟渠 BW 偏移量	干扰器在 ±3* 沟渠 BW 偏移量	干扰器在 ±4* 沟渠 BW 偏移量	共同通道
GFSK BT = 0.5, h = 0.32	2000	2000	-90.5	-67	39	48	52	54	-9
	1000	1000	-93.5	-67	36	47	50	53	-8
GFSK BT = 0.5, h = 0.5	2000	4000	-94	-67	46	56	59	60	-7
	1000	2000	-97	-67	44	56	59	60	-7
	500	1000	-98.5	-85	43	49	56	57	-6
	250	500	-100	-85	39	43	46	50	-6
GFSK, BT = 0.5, h = 0.7	2000	4000	-95	-85	44	53	56	59	-6
	1000	2000	-97.5	-85	47	55	59	61	-5
GFSK, BT = 0.5, h = 1.0	1000	1600	-96	-85	50	58	61	64	-4

1. 用非调制阻滞剂测量选择性。

### 4.3 传输和 PLL 功能摘要

- 支持 2.4 GHz ISM 和 2.36 GHz MBAN 频段的恒定包络调制
- 快速 PLL 锁定时间: <25 μs
- 参考频率:
- 支持蓝牙 LE 和通用 FSK 模式的 26 MHz 和 32 MHz 晶体

表 6. 顶级发射器规格 (TA=25°C, 除非另有说明, 否则标称工艺)

特征 <sup>1</sup>	标志	分钟。	类型。	最大。	单位
<b>发射器一般规格</b>					
在 VDD_RFx 电源上供电	我 Pdn	—	200	—	nA
用 P 供应电流 Tx On 网状结构= 0 dBm 和启用 DC-DC 转换器 (Buck; VDD <sub>DCDC_in</sub> = 3.6 V) <sup>2</sup>	我 TX0dBm	—	5.7	—	妈
用 P 供应电流 Tx On 网状结构= 0 dBm 和 DC-DC 转换器禁用 (旁路) <sup>2</sup>	我 TX0dBmb	—	16	—	妈
用 P 供应电流 Tx On 网状结构= +3.5 dBm 和启用 DC-DC 转换器 (Buck; VDD <sub>DCDC_in</sub> = 3.6 V) <sup>2</sup>	我 TX3.5dBm	—	6.9	—	妈
用 P 供应电流 Tx On 网状结构= +3.5 dBm 和 DC-DC 转换器禁用 (旁路) <sup>2</sup>	我 TX3.5dBmb	—	19	—	妈

表格在下一页继续...

表 6. 顶级发射器规格 (TA=25°C, 除非另有说明, 否则标称工艺) (续)

特征 <sup>1</sup>	标志	分钟。	类型。	最大。	单位
用 P 供应电流 Tx On 网状结构= +5 dBm 和 DC-DC 转换器启用 (Buck; VDD <sub>DCDC_in</sub> = 3.6 V, LDO-HF 碰撞) <sup>2</sup>	我 TX5dBm	—	8.0	—	妈
用 P 供应电流 Tx On 网状结构= +5 dBm 和 DC-DC 转换器禁用 (旁路, LDO-HF 碰撞) <sup>2</sup>	我 TX5dBmb	—	21	—	妈
输出射频频率	第六个罗马字母 RFout	2.360	—	2.4835	千兆赫
最大射频输出功率; LDO-HF 碰撞 <sup>3</sup>	P 射频, 最大 V	—	+5	—	dBm
最大射频输出功率, 标称电源 <sup>4</sup>	P 射频, maxn	—	+3.5	—	dBm
最小射频输出功率, 标称电源 <sup>4</sup>	PRF, minn	—	-30	—	dBm
射频输出功率控制范围	PRFCR	—	35	—	分贝
蓝牙 LE 中心频率的最大偏差 <sup>5</sup>	第六个罗马字母 cdev, BLE	—	±3	—	千赫
蓝牙 LE 跳频支持			是		
传输载波频率的第二个谐波 (P <sub>在外面</sub> = PRF, 最大值) <sup>6</sup>	TXH2	—	-46	—	dBm/MHz
传输载波频率的第三个谐波 (P <sub>在外面</sub> = PRF, 最大值) <sup>6</sup>	TXH3	—	-50	—	dBm/MHz
<b>蓝牙 LE 未编码 1 Mbit/s/编码 125 kbit/s/编码 500 kbit/s</b>					
蓝牙 LE 1 Mbit/s Tx 输出频谱 20dB BW	TXBWBLE1M	1.0		—	兆赫
使用 00001111 调制序列的蓝牙 LE 1 Mbit/s 平均频率偏差	Δf1 平均, BLE1M		250		千赫
蓝牙 LE 1 Mbit/s 平均频率偏差, 使用 01010101 调制序列	Δf2 平均, BLE1M		220		千赫

## Transceiver Electrical Characteristics

蓝牙 LE 1 Mbit/s RMS FSK 错误	FSK <sub>err</sub> , BLE1M		3%		
蓝牙 LE 1 Mbit/s 相邻信道传输功率为 2 MHz 偏移 <sup>7</sup>	PRF2MHz, BLE1M	—	—	-53	dBm
蓝牙 LE 1 Mbit/s 相邻信道在 ≥ 3 MHz 偏移时传输功率 <sup>7</sup>	PRF3MHz, BLE1M	—	—	-59	dBm
<b>蓝牙 LE 未编码 2 Mbit/s</b>					
蓝牙 LE 2 Mbit/s Tx 输出频谱 20dB BW	TXBW <sub>BLE2M</sub>	2.2		—	兆赫
使用 00001111 调制序列的蓝牙 LE 2 Mbit/s 平均频率偏差	Δf <sub>1</sub> 平均, BLE2M		500		千赫
使用 0101010 调制序列的蓝牙 LE 2 Mbit/s 平均频率偏差	Δf <sub>2</sub> 平均, BLE2M		420		千赫
蓝牙 LE RMS FSK 错误	FSK <sub>err</sub> , BLE2M		4%		
蓝牙 LE 2 Mbit/s 相邻通道传输功率为 4 MHz 偏移 <sup>7</sup>	PRF2MHz, BLE2M	—	—	-57	dBm
蓝牙 LE 2 Mbit/s 相邻通道传输功率 ≥ 6 MHz 偏移 <sup>7</sup>	PRF3MHz, BLE2M	—	—	-60	dBm

1. 所有 Tx 参数都在测试硬件 SMA 连接器上测量。
2. 收发器功耗。
3. 以 KW39/38/37 射频引脚测量, V<sub>dd</sub>\_RFx 超过 1.44 V, 并假设平均 T<sub>英语字母中的第二十四字母</sub> 占空比 ≤ 24%。对于 T<sub>英语字母中的第二十四字母</sub> 输出超过 +3.5 dBm, 供电 V<sub>dd</sub>\_RFx 必须高于 1.44 V。
4. 在 KW39/38/37 射频引脚处测量。
5. 在具有标称 32 MHz 参考晶体的蓝牙 LE 数据包期间, PLL 的载波频率的最大漂移。
6. 基于推荐的 2 个组件匹配的谐波水平。传输谐波水平取决于匹配组件的质量。可以使用第三个匹配组件 (1x 分流电容器) 进行额外的谐波裕度。
7. 在 P 测量<sub>在外面</sub> = +5 dBm 和推荐的 Tx 匹配。

在 IC 引脚处测量时, 作为 PA\_POWER[5:0]字段的函数传输 PA 驱动器输出如下:

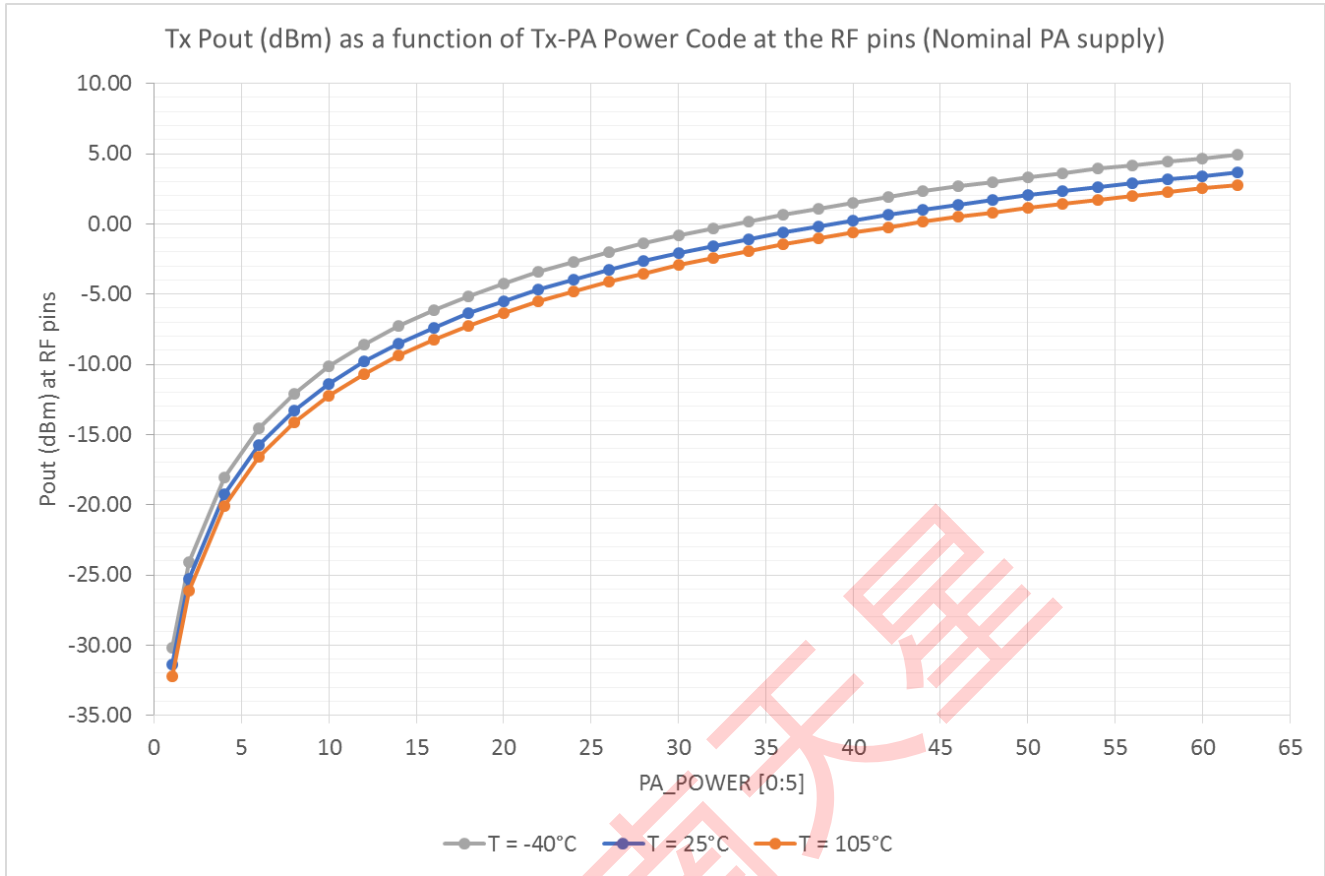


图 4. TX Pout (dBm) 作为功能 TX-PA 电源代码在射频引脚表 7。传输输出功率作为 PA\_POWER 的函数[5:0]

PA_POWER[5:0]	TX Pout (dBm) <sup>1</sup>		
	T = -40 °C	T = 25°C	T = 105 °C
1	-30.15	-31.38	-32.25
2	-24.05	-25.25	-26.09
4	-18.06	-19.26	-20.11
6	-14.56	-15.76	-16.61
8	-12.08	-13.29	-14.15

表格在下一页继续...

表 7. 传输输出功率作为 PA\_POWER 的函数[5:0] (续)

PA_POWER[5:0]	TX Pout (dBm) <sup>1</sup>		
	T = -40 °C	T = 25°C	T = 105 °C
10	-10.16	-11.39	-12.24
12	-8.59	-9.82	-10.67
14	-7.27	-8.50	-9.36

## Transceiver Electrical Characteristics

16	-6.16	-7.39	-8.24
18	-5.15	-6.38	-7.24
20	-4.25	-5.48	-6.34
22	-3.44	-4.67	-5.53
24	-2.70	-3.94	-4.81
26	-2.02	-3.26	-4.14
28	-1.39	-2.64	-3.52
30	-0.81	-2.06	-2.95
32	-0.34	-1.58	-2.45
34	0.18	-1.07	-1.95
36	0.66	-0.59	-1.48
38	1.10	-0.15	-1.04
40	1.52	0.27	-0.64
42	1.92	0.65	-0.24
44	2.30	1.03	0.14
46	2.67	1.39	0.49
48	2.99	1.71	0.80
50	3.32	2.04	1.14
52	3.63	2.35	1.44
54	3.92	2.64	1.74
56	4.19	2.91	2.00
58	4.44	3.17	2.27
60	4.68	3.41	2.51
62	4.90	3.64	2.74

1.射频引脚处的 Tx 连续波功率输出，建议的匹配组件安装在 PCB 上。

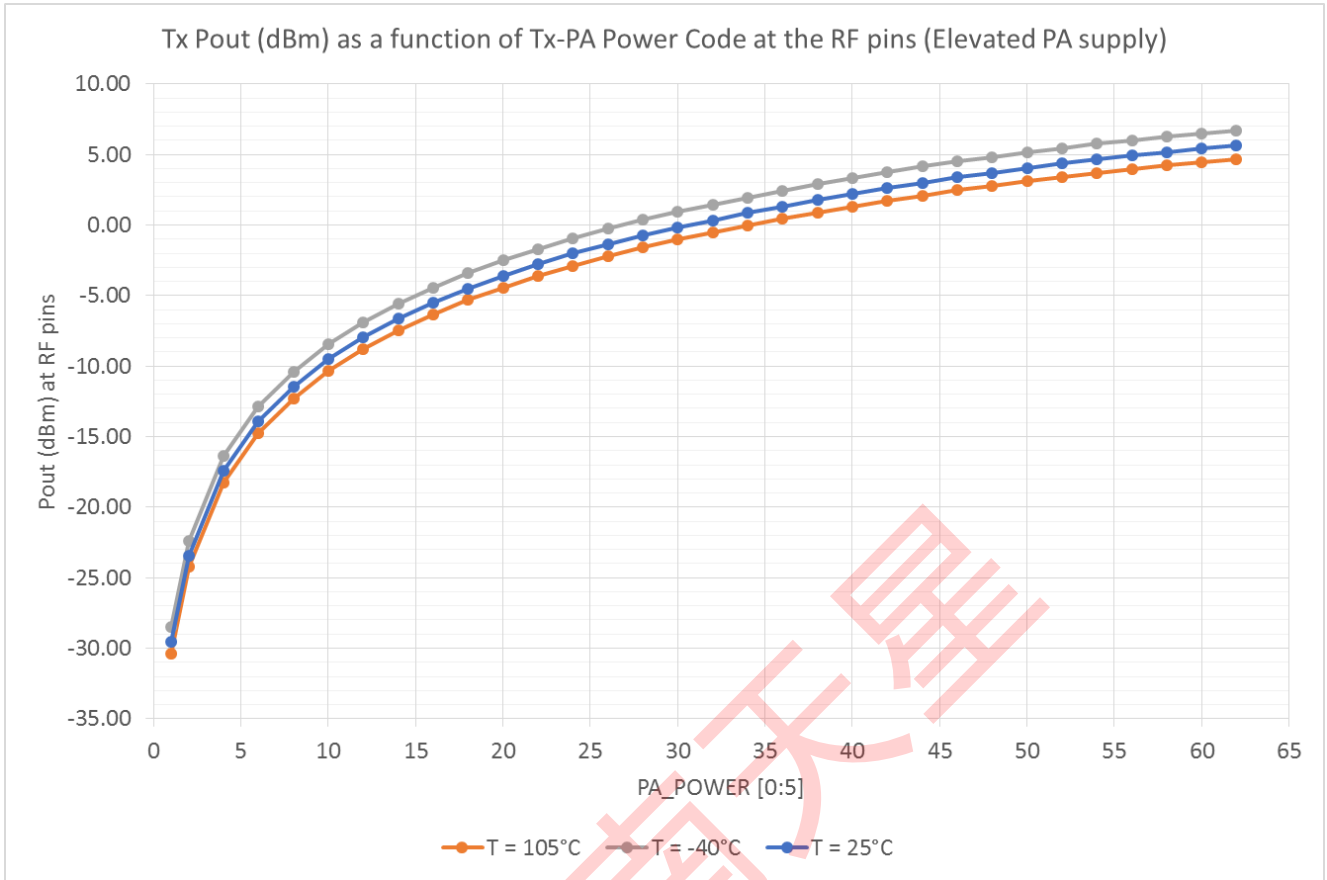


图 5。TX Pout (dBm) 作为功能 TX-PA 电源代码在射频引脚 (LDO-HF 碰撞) 表 8。在升高的 PA 电源下, 作为 PA\_POWER[5:0]的函数传输输出功率

PA_POWER[5:0]	TX Pout (dBm) <sup>1</sup>		
	T = -40 °C	T = 25°C	T = 105 °C
1	-28.48	-29.55	-30.38
2	-22.37	-23.43	-24.23
4	-16.39	-17.45	-18.26
6	-12.88	-13.94	-14.75
8	-10.38	-11.45	-12.27
10	-8.46	-9.53	-10.36
12	-6.89	-7.96	-8.79
14	-5.56	-6.63	-7.47
16	-4.43	-5.50	-6.34
18	-3.41	-4.49	-5.33
20	-2.51	-3.59	-4.43
22	-1.69	-2.77	-3.62

## Transceiver Electrical Characteristics

24	-0.94	-2.03	-2.89
----	-------	-------	-------

表格在下一页继续...

深圳南天星

表 8。在升高的 PA 电源下，作为 PA\_POWER[5:0]的函数传输输出功率（续）

PA_POWER[5:0]	TX Pout (dBm) <sup>1</sup>		
	T = -40 °C	T = 25°C	T = 105 °C
26	-0.26	-1.35	-2.22
28	0.36	-0.72	-1.60
30	0.96	-0.14	-1.03
32	1.44	0.34	-0.54
34	1.95	0.85	-0.04
36	2.42	1.32	0.44
38	2.88	1.77	0.88
40	3.32	2.20	1.31
42	3.74	2.62	1.71
44	4.14	3.01	2.09
46	4.50	3.38	2.45
48	4.83	3.71	2.78
50	5.16	4.04	3.11
52	5.46	4.35	3.41
54	5.75	4.64	3.70
56	6.02	4.91	3.96
58	6.26	5.16	4.22
60	6.49	5.40	4.45
62	6.71	5.62	4.67

1.射频引脚处的 Tx 连续波功率输出，建议的匹配组件安装在 PCB 上。

## 5 系统和电源管理

### 5.1 电源管理

KW39/38/37 包括可用于控制用电量的内部电源管理功能。KW39/38/37 的电源管理包括电源管理控制器（PMC）和可以以一美元运行的 DC-DC 转换器或旁

路配置。PMC 的设计使射频无线电保持状态，而核心处于各种停止模式。它确保设备可以保持低电流消耗模式，而射频无线电可以足够快地唤醒进行通信。

### 5.1.1 DC-DC 转换器

DC-DC 转换器的功能包括以下内容：

- 单个电感器，多个输出。
- 降压模式（引脚可选；CFG=VDCDC\_IN）。
- 连续或脉冲操作（硬件/软件可配置）。
- 电源开关输入允许外部控制电源，并选择 DC-DC 旁路模式，其中所有 SoC 电源（见表 4）是外部提供的。
- 输出信号表示功率稳定。目的是将芯片的其余部分用作 POR。
- 适合 SAR ADC 利用的缩放电池输出电压。
- 当参考振荡器不存在时，支持内部振荡器。

## 5.2 操作模式

KW39/38/37 中的 Arm Cortex-M0+核心有三种主要操作模式：运行、等待和停止模式。对于每种运行模式，都有相应的等待和停止模式。等待模式类似于手臂睡眠模式。停止模式类似于手臂深度睡眠模式。当不需要最大总线频率来处理应用程序需求时，极低功耗运行（VLPR）操作模式可以大幅降低运行时功率。

WFI 指令调用等待和停止模式。主要模式以多种方式增强，以根据应用需求提供更高的功率。

### 5.2.1 电源模式

电源管理控制器（PMC）提供多种电源选项，允许用户根据所需的功能水平优化功耗。

根据用户应用程序的停止要求，可以使用各种停止模式，提供某些逻辑和/或内存的状态保留、部分断电或完全断电。I/O 状态在所有操作模式中都保持。以下 t 能够比较各种可用的电源模式。

对于每种运行模式，都有相应的等待和停止模式。等待模式类似于手臂睡眠模式。停止模式（VLPS，STOP）类似于手臂深度睡眠模式。极低功耗运行（VLPR）操作模式可以大幅降低运行时功率，当处理应用程序需求不需要最大总线频率。

三种主要操作模式是运行、等待和停止。WFI 指令根据 Cortex-M0+ 系统控制寄存器中的 SLEEPDEEP 位调用等待或停止。主要模式以多种方式增强，以根据应用需求提供更低的功率。

表 9。功率模式（在 25 deg C 时）

电源模式	描述	CPU 恢复方法	无线电广播
正常运行（所有外围设备都打卡关闭）	允许芯片的最大性能。	—	收音机可以激活
正常等待-通过 WFI	允许外围设备正常工作，同时允许 CPU 进入睡眠状态，降低功耗。	打断	
正常停止-通过 WFI	将芯片置于静态状态。最低功率模式，保留所有寄存器，同时保持 LVD 保护。	打断	
PStop2（部分停止 2）	核心和系统时钟是门控的。公交车时钟保持活动状态。由总线时钟计时的主人和奴隶仍处于运行或 VLPRun 模式。MCG 中的时钟发生器和 PMC 中的片上调节器也保持在运行或 VLPRun 模式。	打断	
PStop1（部分停止 1）	核心、系统时钟和总线时钟是封闭的。所有公交车主人和奴隶都进入停止模式。MCG 中的时钟发生器和 PMC 中的片上调节器也保持在运行或 VLPRun 模式。	打断	
VLPR（非常低功耗运行）（所有外围设备关闭）	降低频率（1 MHz）闪存访问模式，低功耗模式下的调节器，LVD 关闭。内部振荡器可以为核心提供低功耗的 4 MHz 源。（值@2 MHz 核心/1 MHz 总线和闪存，模块关闭，从闪存执行）。 当 DC-DC 在 VLPR/W 中配置为连续模式时，偏置被禁用	—	只有当 DC-DC 是配置为连续模式。 <sup>1</sup> 然而，可能有用 4 的 MIPS 不足 MHz MCU 支持很多以无线电操作的方式。
VLPW（非常低功耗等待）-通过 WFI（所有外围设备关闭）	类似于 VLPR，CPU 处于睡眠状态，以进一步降低功率。（值@4 MHz 核心/1 MHz 总线，模块关闭） 当 DC-DC 在 VLPR/W 中配置为连续模式时，偏置被禁用	打断	
通过 WFI 的 VLPS（非常低功耗停止）	在关闭 LVD 操作的情况下，将 MCU 置于静态状态。具有 ADC 和所有引脚中断功能的最低功率模式。LPTMR、RTC、CMP 可以运行。	打断	

表格在下一页继续...

#### 系统和电源管理

表 9. 电源模式（在 25°C）（续）

电源模式	描述	CPU 恢复方法	无线电广播
	当 DC-DC 在 VLPS 中配置连续模式时，偏置将被禁用。		
LLS3（低泄漏止损）	状态保留功率模式。LLWU、LPTMR、RTC、CMP 可以运行。所有无线电盖茨之海（SOG）逻辑都处于状态保留状态。	醒醒 打断	Radio SOG 在 LLSx 中处于状态保留状态。足够的蓝牙 LE/通用 FSK
LLS2（低泄漏停止）	状态保留功率模式。LLWU、LPTMR、RTC、CMP 可以运行。可以打开 16 KB 或 32 KB 的可编程 RAM。所有无线电 SOG 逻辑都处于状态保留状态。	醒醒 打断	DSM <sup>2</sup> 逻辑可以使用 32 kHz 时钟激活
VLLS3（非常低的泄漏停止 3）	完全 SRAM 保留。LLWU、LPTMR、RTC、CMP 可以运行。Radio SoG 逻辑是电源门控的，Radio Tx/Rx RAM 保持状态保留。	唤醒重置	Radio SoG 是电源门控的 VLLS3/2。无线电 Tx/Rx RAM 保持状态保留
VLLS2（非常低的泄漏停止 2）	部分 SRAM 保留。可以打开 16 KB 或 32 KB 的可编程 RAM。LLWU、LPTMR、RTC、CMP 可以运行。所有 Radio SoG 逻辑都是电源门控的。无线电 Tx/Rx SRAM 可以配置电源门控。	唤醒重置	VLLS3，可以在 VLLS2 中配置电源门控。蓝牙 LE/通用 FSK DSM 逻辑可以使用 32 KHz 时钟激活。
VLLS1（非常低泄漏停止 1）与 RTC + 32 kHz OSC	所有 SRAM 都关机了。32 字节的系统寄存器文件仍然为客户关键数据供电。LLWU、LPTMR、RTC、CMP 可以运行。无线电逻辑是电源门控的。	唤醒重置	不支持无线电操作。Radio SOG 在 VLLS1 中是电源门控的。
VLLS1（非常低泄漏停止 1）与 LPTMR + LPO	所有 SRAM 都关机了。32 字节的系统寄存器文件仍然为客户关键数据供电。LLWU、LPTMR、RTC、CMP 可以运行。	唤醒重置	无线电状态在 VLLS1 和低功率状态下丢失。
VLLS0（非常低泄漏停止 0）与褐出检测	DC-DC 不支持 VLLS0。 32 字节的系统寄存器文件仍然为客户关键数据供电。禁用 PMC 中的所有模拟模块，并保留 I/O 状态和 DGO 状态。LPO 已禁用，POR 褐出检测已启用，仅引脚中断。无线电逻辑是电源门控的。	唤醒重置	不支持无线电操作。无线电数字在 VLLS0 中是电源门控的。
VLLS0（非常低泄漏停止 0）没有停机察觉	DC-DC 降压配置不支持 VLLS0，但支持旁路配置。 32 字节的系统寄存器文件仍然为客户关键数据供电。禁用 PMC 中的所有模拟模块，并保留 I/O 状态和 DGO 状态。禁用 LPO，禁用 POR 褐出检测，仅引脚中断。无线电逻辑是电源门控的。	唤醒重置	

1. 偏置已禁用，但 Flash 处于 VLPx 的低功耗模式，因此这种配置可以通过使用运行/等待/停止实现一些省电。

2. DSM 指的是收音机的深度睡眠模式。DSM 不是指手臂深度睡眠模式。

## 6 KW39/38/37 电气特性

### 6.1 交流电气特性

除非另有说明，否则传播延迟从 50%到 50%点测量，上升和下降时间在 20%和 80%点测量，如下图所示。

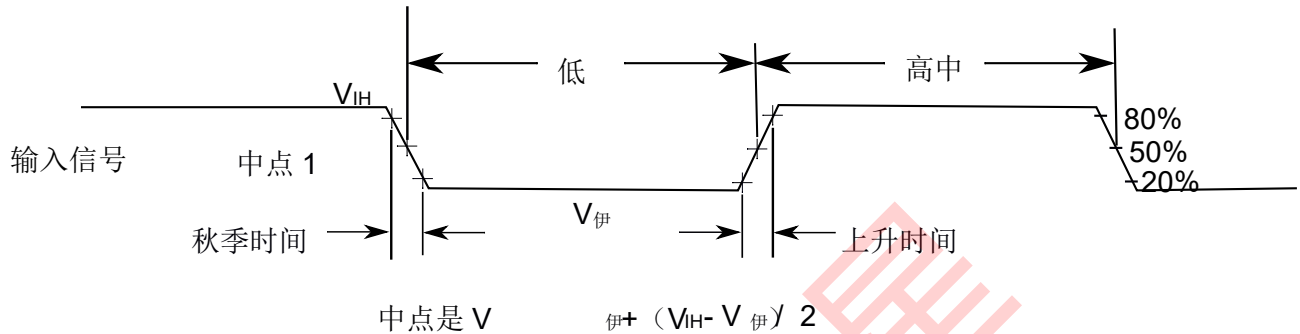


图 6. 输入信号测量参考

除非另有说明，否则所有数字 I/O 交换特性均假定输出引脚具有以下特性。

- 字母 C<sub>字母 I</sub> = 30 pF 负载
- 拆分率被禁用
- 正常驱动强度

### 6.2 非开关电气规格

#### 6.2.1 电压和电流运行要求

表 10. 电压和电流运行要求

标志	描述	分钟。	最大。	单位	笔记
V <sub>女儿</sub>	电源电压	1.71	3.6	V	
VDD_1P5	DCDC V <sub>DD_1P5</sub> 输出引脚	1.425	3.6	V	1
VDDA	模拟电源电压	1.71	3.6	V	
V <sub>女儿</sub> - VDDA	V <sub>女儿</sub> 到 -VDDA 差分电压	-0.1	0.1	V	
V <sub>纳粹党卫军</sub> - VSSA	V <sub>纳粹党卫军</sub> 到 -VSSA 差分电压	-0.1	0.1	V	

表格在下一页继续...

表 10. 电压和电流运行要求 (续)

标志	描述	分钟。	最大。	单位	笔记
VIH	输入高压 • $2.7\text{ V} \leq V_{\text{女儿}} \leq 3.6\text{ V}$ • $1.7\text{ V} \leq V_{\text{女儿}} \leq 2.7\text{ V}$	$0.7 \times V_{\text{女儿}}$	—	V	
		$0.75 \times V_{\text{女儿}}$	—	V	
V 伊利诺伊州	输入低电压 • $2.7\text{ V} \leq V_{\text{女儿}} \leq 3.6\text{ V}$ • $1.7\text{ V} \leq V_{\text{女儿}} \leq 2.7\text{ V}$	—	$0.35 \times V_{\text{女儿}}$	V	
		—	$0.3 \times V_{\text{女儿}}$	V	
VHYS	输入滞后	$0.06 \times V_{\text{女儿}}$	—	V	
我 ICIO	IO 引脚负直流注入电流-单引脚 • $V_{\text{钨}} < V_{\text{纳粹党卫军}} - 0.3\text{V}$	-3	—	妈	2
我 ICcont	连续引脚直流注入电流-区域极限, 包括 16 个连续引脚的负注入电流的总和 • 负电流注入	-25	—	妈	
VODPU	开放式漏极管上拉电压水平	$V_{\text{女儿}}$	$V_{\text{女儿}}$	V	3
V 公羊	$V_{\text{女儿}}$ 保留 RAM 所需的电压	1.2	—	V	

- 此限制适用于任何 DCDC 模式。
- 所有 I/O 引脚都内部夹紧到  $V_{\text{纳粹党卫军}}$  通过 ESD 保护二极管。没有与  $V_{\text{钨}}$  的二极管连接  $V_{\text{女儿}}$ 。如果  $V_{\text{钨}}$  大于  $V_{\text{IO\_MIN}}$  ( $= V_{\text{纳粹党卫军}} - 0.3\text{ V}$ ) 被观察到, 则无需在垫片上提供限流电阻。如果无法观察到此极限, 则需要电流极限电阻。负直流注入限流电阻计算为  $R = (V_{\text{IO\_MIN}} - V_{\text{钨}}) / |我 ICIO|$ 。
- 开放式排水管输出必须拉到  $V_{\text{女儿}}$ 。

## 6.2.2 LVD 和 POR 操作要求

表 11.  $V_{\text{女儿}}$  供应 LVD 和 POR 运营要求

标志	描述	分钟。	类型。	最大。	单位	笔记
V 波尔	坠落 $V_{\text{女儿}}$ POR 检测电压	0.8	1.1	1.5	V	
VPOR_VDD_1P5	$V_{\text{DD\_1P5}}$ POR 阈值	1.25	1.31	1.37	V	
VLVDH	下降的低压检测阈值——高范围 (LVDV = 01)	2.48	2.56	2.64	V	

VLVW1HVLV W2H VLVW3H VLVW4H	低压警告阈值-高范围					1
	• 1级下降 (LVWV = 00)	2.62	2.70	2.78	V	
	• 2级下降 (LVWV = 01)	2.72	2.80	2.88	V	
	• 3级下降 (LVWV = 10)	2.82	2.90	2.98	V	
	• 4级下降 (LVWV = 11)	2.92	3.00	3.08	V	

表格在下一页继续...

表 11。V<sub>女儿</sub>供应 LVD 和 POR 运营要求 (续)

标志	描述	分钟。	类型。	最大。	单位	笔记
VHYSH	低压抑制复位/恢复滞后-高范围	—	±60	—	毫伏	
VLVDL	下降低压检测阈值-低范围 (LVDV=00)	1.54	1.60	1.66	V	
VLVW1LVL VW2LVLVW 3L VLVW4L	低压警告阈值-低范围					1
	• 1级下降 (LVWV = 00)	1.74	1.80	1.86	V	
	• 2级下降 (LVWV = 01)	1.84	1.90	1.96	V	
	• 3级下降 (LVWV = 10)	1.94	2.00	2.06	V	
	• 4级下降 (LVWV = 11)	2.04	2.10	2.16	V	
VHYSL	低压抑制复位/恢复滞后-低范围	—	±40	—	毫伏	
VBG	带差距电压参考	0.97	1.00	1.03	V	
字母 TLPO	内部低功率振荡器周期-工厂修剪	900	1000	1100	微秒	

1.上升阈值正在下降阈值+滞后电压

## 6.2.3 电压和电流运行行为

表 12。电压和电流运行行为

标志	描述	分钟。	最大。	单位	笔记
V <sub>啊</sub>	输出高压—普通驱动垫 (除外重置_b)				1, 2
	• $2.7\text{ V} \leq V_{\text{女儿}} \leq 3.6\text{ V}$ , $I_{\text{啊}} = -5\text{ 毫安}$	$V_{\text{女儿}} - 0.5$	—	V	
	• $1.71\text{ V} \leq V_{\text{女儿}} \leq 2.7\text{ V}$ , $I_{\text{啊}} = -2.5\text{ 毫安}$	$V_{\text{女儿}} - 0.5$	—	V	
	• $1.71\text{ V} \leq V_{\text{女儿}} \leq 2.7\text{ V}$ , $I_{\text{啊}} = -1\text{ mA}$	$V_{\text{女儿}} - 0.35$	—	V	

V <sub>OH</sub>	输出高压—高驱动垫（除外重置_b） • $2.7\text{ V} \leq V_{\text{女儿}} \leq 3.6\text{ V}$ , $I_{\text{OH}} = -20\text{ mA}$ • $1.71\text{ V} \leq V_{\text{女儿}} \leq 2.7\text{ V}$ , $I_{\text{OH}} = -10\text{ mA}$	$V_{\text{女儿}} - 0.5$ $V_{\text{女儿}} - 0.5$	— —	V V	1, 2
I <sub>OHT</sub>	所有端口的输出高电流总计	—	100	妈	
V <sub>OL</sub>	输出低压—普通驱动垫 • $2.7\text{ V} \leq V_{\text{女儿}} \leq 3.6\text{ V}$ , $I_{\text{OL}} = 5\text{ 毫安}$ • $1.71\text{ V} \leq V_{\text{女儿}} \leq 2.7\text{ V}$ , $I_{\text{OL}} = 2.5\text{ 毫安}$	— —	0.5 0.5	V V	1
V <sub>OL</sub>	输出低压—高驱动垫	—	0.5	V	1

表格在下一页继续...

表 12. 电压和电流操作行为（续）

标志	描述	分钟。	最大。	单位	笔记
	• $2.7\text{ V} \leq V_{\text{女儿}} \leq 3.6\text{ V}$ , $I_{\text{OL}} = 20\text{ 毫安}$ • $1.71\text{ V} \leq V_{\text{女儿}} \leq 2.7\text{ V}$ , $I_{\text{OL}} = 10\text{ 毫安}$	—	0.5	V	
我奥尔特	所有端口的输出低电流总计	—	100	妈	
我钢	全温度范围内的输入泄漏电流（每针）	—	500	nA	3
我钢	25°C 时的输入泄漏电流（每针）	—	0.025	微亚	3
我钢	全温度范围内的输入泄漏电流（总计所有引脚）	—	5	微亚	3
字母 RPU	内部上拉电阻	20	50	kΩ	4

- PTB0-1、PTC1-4、PTC6-7、PTC16-19 I/O 具有由相关 PTx\_PCRn[DSE]控制位选择的高驱动器和正常驱动器能力。所有其他 GPIO 仅为正常驱动器。
- 当配置为 RESET 信号或 GPIO 时，重置引脚仅包含活动上拉设备。当配置为 GPIO 输出时，它充当伪开漏输出。
- 在 V 处测量  $V_{\text{女儿}} = 3.6\text{ V}$ 。
- 在 V 处测量  $V_{\text{女儿}}$  电源电压 =  $V_{\text{女儿 min}}$  和  $V_{\text{输入的信息}} = V_{\text{纳粹党卫军}}$ 。

## 6.2.4 电源模式过渡操作行为

除 t 以外的所有规格  $t_{\text{波尔}}$  和  $V_{\text{LLSx}}$  → 下表中的运行恢复时间假设此时钟配置：

- CPU 和系统时钟 = 48 MHz
- 总线和闪存时钟 = 24 MHz
- FEI 时钟模式

POR 和 VLLSx→RUN 恢复使用 FEI 时钟模式，默认 CPU 和系统频率为 21 MHz，总线和闪存时钟频率为 10.5 MHz。

表 13. 电源模式过渡操作行为

标志	描述	最大。	单位	笔记
字母 T 波尔	POR 事件后，从 V 点开始的时间在芯片的工作温度范围内执行第一个指令时达到 1.8V。	300	微秒	1
	• VLLS0→跑步	169.0	微秒	
	• VLLS1→跑步	168.9	微秒	
	• VLLS2→跑步	97.3	微秒	

表格在下一页继续...

表 13. 电源模式过渡操作行为 (续)

标志	描述	最大。	单位	笔记
	• VLLS3→跑步	97.3	微秒	
	• LLS→跑步	6.3	微秒	
	• VLPS→跑步	6.2	微秒	
	• 停止→跑步	6.2	微秒	

1. 正常启动 (FTFA\_FOPT[LPBOOT]=11)。当 DC-DC 转换器处于旁路模式时，当 1) VDD\_1P5 在 25°C 和 125°C 时 < 1.6V 时，TPOR 将不符合 300μs 规格。2) 1.5V ≤ VDD\_1P5 ≤ 1.8 V。对于 VDD\_1P5 = VDD\_1P8 的旁路模式特殊情况，TPOR 没有当供应速率 ≤ 100 V/s 时，满足 300 μs 的最大规格。

## 6.2.5 功耗操作行为

表 14. 功耗操作行为-旁路模式

模式#	标志	描述	类型。	最大。	单位	笔记
0	我 DDA	模拟供应电流	—	见注释	妈	1
1	我 DD_RUNCO_CM	计算操作中的运行模式电流-48 MHz 核心/24 MHz 闪存/总线禁用，LPTMR 使用 LPO 时钟在 1kHz 运行，CoreMark 基准代码在 3.0V 时从闪存执行	6.73	9.94	妈	2, 3

2	我 DD_RUNCO	计算操作中的运行模式电流-48 MHz 核心/24 MHz 闪存/总线时钟禁用, 在 3.0V 下从闪存执行的 while (1) 循环代码	3.84	6.95	妈	3, 4
3	我 DD_RUN_CM	运行模式电流-48 MHz 核心/24 MHz 总线和闪存, 所有外围时钟被禁用, CoreMark 基准代码在 3.0V 下从闪存执行	6.72	9.93	妈	2, 3
4	我 DD_RUN	运行模式电流-48 MHz 核心/24 MHz 总线和闪存, 所有外围时钟被禁用, 从 3.0 V 的闪存执行 while (1) 循环代码	4.46	7.50	妈	3, 4
5	我 DD_RUN	运行模式电流-48 MHz 核心/24 MHz 总线和闪存, 启用所有外围时钟, 代码在 3.0 V, 25°C, 70°C, 105°C, 从闪存执行 while (1) 循环	5.59 5.72 6.22	6.03 6.96 8.60	mA mA mA	3, 4, 5

表格在下一页继续...

表 14. 功耗操作行为-旁路模式 (续)

模式#	标志	描述	类型。	最大。	单位	笔记
6	我 DD_等待	等待模式电流-核心禁用/48 MHz 系统/24 MHz 总线/闪光灯禁用 (启用闪光灯小火), 所有外围时钟在 3.0 V 下禁用	2.48	5.70	妈	4
7	我 DD_等待	等待模式电流-核心禁用/24 MHz 系统/24 MHz 总线/闪光灯禁用 (启用闪光灯小火), 所有外围时钟在 3.0 V 下禁用	1.95	5.20	妈	4
8	我 DD_PSTOP2	带有部分停止 2 时钟选项的停止模式电流-核心和系统禁用/3.0 V 时的 10.5 MHz 总线	2.31	5.60	妈	4
9	我 DD_VLPRCO_CM	计算操作中的超低功耗运行模式电流-4 MHz 核心/0.8 MHz 闪存/总线时钟被禁用, LPTMR 使用 LPO 时钟在 1 kHz 参考时钟下运行, CoreMark 基准代码在 3.0 V 下从闪存执行	750.90	2162.15	微亚	6
10	我 DD_VLPRCO	计算操作中的极低功耗运行模式电流-4 MHz 核心/0.8 MHz 闪存/总线时钟禁用, 在 3.0 V 下从闪存执行 while (1) 循环的代码	157.56	1197.82	微亚	7
11	我 DD_VLPR_CM	极低功耗运行模式电流-4 MHz 核心/0.8 MHz 总线和闪存, 所有外围时钟被禁用, CoreMark 基准代码在 3.0 V 下从闪存执行	749.12	2169.25	微亚	7

12	我 DD_VLPR	极低功耗运行模式电流-4 MHz 核心/0.8 MHz 总线和闪存, 所有外围时钟被禁用, 在 3.0 V 下从闪存执行的 while (1) 循环代码	176.75	1217.35	微亚	7
13	我 DD_VLPR	极低功耗运行模式电流-4 MHz 核心/ 0.8 MHz 总线和闪存, 启用所有外围时钟, 在 3.0 V 时从闪存执行 while (1) 循环的代码	225.92	1261.85	微亚	5, 7
14	我 DD_VLPW	极低功耗等待模式电流-核心禁用/4 MHz 系统 /0.8 MHz 总线/闪存禁用 (启用闪存小睡), 在 3.0 V 时禁用所有外围时钟	115.97	988.58	微亚	7
15	我 DD_停止	停止模式电流在 3.0 V, 25°C, 70°C, 105°C	233.19 334.36 714.91	395.00 1238.67 2854.74	μA μA μA	
16	我 DD_VLPS	超低功率停止模式电流在旁路模式 (3.0 V), 在 25°C 下, 70°C 在 105°C 下	5.99 44.41 181.39	37.86 239.01 740.69	μA μA μA	

表格在下一页继续...

表 14. 功耗操作行为-旁路模式 (续)

模式#	标志	描述	类型。	最大。	单位	笔记
17	我 DD_LLS3	低泄漏停止模式 3 电流在旁路模式 (3.0 V), 在 25°C 在 70°C 在 105°C	3.04 16.27 61.37	7.96 54.57 185.22	 μA μA μA	
18	我 DD_LLS2	低泄漏停止模式 2 电流在旁路模式 (3.0 V), 在 25°C 下, 70°C 在 105°C 下	2.67 13.39 50.32	6.17 49.00 142.43	 μA μA μA	
19	我 DD_VLLS3	极低泄漏停止模式 3 电流在旁路模式 (3.0 V), 25°C, 70°C, 105°C	2.23 12.14 46.73	5.35 46.10 126.37	 μA μA μA	
20	我 DD_VLLS2_16KB	极低泄漏停止模式 2 电流在旁路模式 (3.0 V), 25°C, 70°C, 105°C	1.67 6.58 25.32	2.53 25.82 57.92	 μA μA μA	
21	我 DD_VLLS2_32KB	极低泄漏停止模式 2 电流在旁路模式 (3.0 V) (设置 SMC_STOPCTRL[RAM2PO]=1 基于 IDD_VLLS2_16KB 配置), 在 25°C 下在 70°C 下在 105°C 下	1.84 8.10 29.47	— — —	 μA μA μA	
22	我 DD_VLLS2_16KB_RF_Tx_RAM	极低泄漏停止模式 2 电流在旁路模式 (3.0 V) (设置 RSIM_CONTROL[TXRAMPO]=1 基于 IDD_VLLS2_16KB 配置), 在 25°C 下, 70°C, 在 105°C 下	1.75 7.83 28.32	— — —	 μA μA μA	

23	我 DD_VLLS2_16KB _RF_Rx_RAM	极低泄漏停止模式 2 电流在 旁路模式 (3.0 V) (设置 RSIM_CONTROL[RXRAMPO]=1 基于 IDD_VLLS2_16KB 配置), 在 25°C 下, 70°C, 在 105°C 下	1.75	—	μA μA μA	
			7.65	—		
			27.73	—		

表格在下一页继续...

表 14. 功耗操作行为-旁路模式 (续)

模式#	标志	描述	类型。	最大。	单位	笔记
24	我 DD_VLLS1	极低泄漏停止模式 1 电流 旁路模式 (3.0 V), 25°C, 70°C, 105°C	917.42	1355.71	nA μA μA	
			3.24	13.32		
			15.62	32.08		
25	我 DD_VLLS0	极低泄漏停止模式 0 电流 (SMC_STOPCTRL[PORPO] = 0) 在 3.0 V 在 25°C 时在 70°C 在 105 °C	467.55	998.32	nA μA μA	
			2.78	13.05		
			15.11	31.48		
26	我 DD_VLLS0	极低泄漏停止模式 0 电流 (SMC_STOPCTRL[PORPO] = 1) 在 3.0 V 在 25°C 下在 70°C 在 105°C	266.64	737.22	nA μA μA	8
			2.54	13.02		
			14.78	31.12		

1. 模拟电源电流是设备上每个模拟模块的有源或禁用电流的总和。请参阅每个模块的规格，了解其供应电流。
2. MCG 配置为 FEI 模式。使用 IAR 7.70 编译的 CoreMark 基准，优化级别高，优化平衡。
3. 收音机关了。
4. MCG 配置为 FEI 模式。
5. 不包括外围活动的增量电流消耗。
6. MCG 配置为 BLPI 模式。使用 IAR 7.70 编译的 CoreMark 基准，优化级别高，优化平衡。
7. MCG 配置为 BLPI 模式。
8. 没有停电。

表 15. 功耗操作行为-降压模式

模式#	标志	描述	类型。	最大。	单位	笔记
0	我 DDA	模拟供应电流	—	见注释	妈	1
1	我 DD_RUNCO_CM	计算操作中的运行模式电流-48 MHz 核心/24 MHz 闪存/总线时钟禁用， LPTMR 使用 1 kHz 的 LPO 时钟运行， CoreMark 基准代码在 3.0 V 的闪存执行	4.97	—	妈	2, 3

2	我 DD_RUNCO	计算操作中的运行模式电流-48 MHz 核心/24 MHz 闪存/总线时钟禁用, while (1) 循环代码在 3.0 V 时从闪存执行	3.13	—	妈	2, 3
3	我 DD_RUN_CM	运行模式电流-48 MHz 核心/24 MHz 总线和闪存, 所有外围时钟被禁用, CoreMark 基准代码在 3.0V 下从闪存执行	4.88	—	妈	2, 3

表格在下一页继续...

表 15. 功耗操作行为-降压模式 (续)

模式#	标志	描述	类型。	最大。	单位	笔记
4	我 DD_RUN	运行模式电流-48 MHz 核心/24 MHz 总线和闪存, 所有外围时钟被禁用, 从 3.0 V 的闪存执行 while (1) 循环代码	3.37	—	妈	2, 3
5	我 DD_RUN	运行模式电流-48 MHz 核心/24 MHz 总线和闪存, 启用所有外围时钟, 代码在 3.0 V, 25°C, 70°C, 105°C, 从闪存执行 while (1) 循环	4.09 4.22 4.60	— — —	mA mA mA	2, 3, 4
6	我 DD_等待	等待模式电流-核心禁用/48 MHz 系统/24 MHz 总线/闪光灯禁用 (启用闪光灯小火), 所有外围时钟在 3.0 V 下禁用	2.36	—	妈	2
7	我 DD_等待	等待模式电流-核心禁用/24 MHz 系统/24 MHz 总线/闪光灯禁用 (启用闪光灯小火), 所有外围时钟在 3.0 V 下禁用	2.09	—	妈	2
8	我 DD_PSTOP2	带有部分停止 2 时钟选项的停止模式电流-核心和系统禁用/3.0 V 时的 10.5 MHz 总线	2.32	—	妈	2
9	我 DD_VLPRCO_C 罗马字母的第十三个字母	计算操作中的超低功耗运行模式电流-4 MHz 核心/0.8 MHz 闪存/总线时钟禁用, CoreMark 基准代码在 3.0 V 下从闪存执行	563.18	—	微亚	5
10	我 DD_VLPRCO	计算操作中的极低功耗运行模式电流-4 MHz 核心/0.8 MHz 闪存/总线时钟禁用, 在 3.0 V 下从闪存执行 while (1) 循环的代码	152.88	—	微亚	5
11	我 DD_VLPR_CM	极低功耗运行模式电流-4 MHz 核心/0.8 MHz 总线和闪存, 所有外围时钟被禁用, CoreMark 基准代码在 3.0 V 下从闪存执行	558.88	—	微亚	5
12	我 DD_VLPR	极低功耗运行模式电流-4 MHz 核心/0.8 MHz 总线和闪存, 所有外围时钟被禁用, 在 3.0 V 下从闪存执行的 while (1) 循环代码	150.33	—	微亚	5

13	我 DD_VLPR	极低功耗运行模式电流-4 MHz 核心/ 0.8 MHz 总线和闪存, 启用所有外围时钟, 在 3.0 V 时从闪存执行 while (1) 循环的代码	207.02	—	微亚	4, 5
14	我 DD_VLPW	极低功耗等待模式电流-核心禁用/4 MHz 系统/0.8 MHz 总线/闪存禁用 (启用闪存小睡), 在 3.0 V 时禁用所有外围时钟	113.53	—	微亚	5
15	我 DD_停止	停止模式电流在 3.0 V, 25°C, 70°C, 105°C	1.65 1.82 2.15	2.712 4.728 7.686	mA mA mA	

表格在下一页继续...

表 15. 功耗操作行为-降压模式 (续)

模式#	标志	描述	类型。	最大。	单位	笔记
16	我 DD_VLPS	极低功率停止模式电流在巴克模式 (3.0 V), 在 25°C 在 70°C 在 105°C	7.34 58.34 276.96	39.203 252.935 836.252	 μA μA μA	
17	我 DD_LLS3	低泄漏停止模式 3 电流在巴克模式 (3.0 V), 在 25°C 在 70°C 在 105°C	2.95 20.42 86.84	7.547 58.722 210.696	 μA μA μA	
18	我 DD_LLS2	低泄漏停止模式 2 电流在降压模式 (3.0 V), 在 25°C 时在 70°C 在 105°C	2.61 13.90 47.87	5.975 49.512 139.983	 μA μA μA	
19	我 DD_VLLS3	极低泄漏停止模式 3 电流在降压模式 (3.0 V), 在 25°C 在 70°C 在 105°C	2.17 11.14 40.37	5.283 45.099 120.006	 μA μA μA	
20	我 DD_VLLS2_16KB	极低泄漏停止模式 2 电流在巴克模式 (3.0 V), 在 25°C 下, 70°C, 在 105°C	1.41 5.69 21.24	2.236 24.923 53.843	 μA μA μA	

21	我 DD_VLLS2_32KB	极低泄漏停止模式 2 电流在降压模式 (3.0 V) (设置 SMC_STOPCTRL[RAM2PO]=1 基于 IDD_VLLS2_16KB 配置), 在 25°C 下在 70°C 下在 105°C 下	1.85	—	μA μA μA	
			7.92	—		
			28.84	—		
22	我 DD_VLLS2_16KB _RF_Tx_RAM	极低泄漏停止模式 2 电流在降压模式 (3.0 V) (设置 RSIM_CONTROL[TXRAMPO]=1 基于 IDD_VLLS2_16KB 配置), 在 25°C 下, 70°C, 在 105°C 下	1.68	—	μA μA μA	
			7.56	—		
			27.97	—		

表格在下一页继续...

表 15. 功耗操作行为-降压模式 (续)

模式#	标志	描述	类型。	最大。	单位	笔记
23	我 DD_VLLS2_16KB _RF_Rx_RAM	极低泄漏停止模式 2 电流在降压模式 (3.0 V) (设置 RSIM_CONTROL[RXRAMPO]=1 基于 IDD_VLLS2_16KB 配置), 在 25°C 下, 70°C, 在 105°C 下	1.91	—	μA μA μA	
			6.81	—		
			25.64	—		
24	我 DD_VLLS1	极低泄漏停止模式 1 电流在巴克模式 (3.0 V), 在 25°C 在 70°C 在 105°C	976.17	1414.459	nA μA μA	
			2.98	13.053		
			13.18	29.640		

1. 模拟电源电流是设备上每个模拟模块的有源或禁用电流的总和。  
有关其供应电流, 请参阅每个模块的规格。
2. MCG 配置为 FEI 模式。
3. 收音机关了。
4. 不包括外围活动的增量电流消耗。
5. MCG 配置为 BLPI 模式。

表 16. 低功耗模式外围加色器——典型值 (旁路模式)

加号#	标志	描述	温度 (°C)					单位
			-40	25	50	70	85	
1	我 IREFSTEN4MHZ	4 MHz 内部参考时钟 (IRC) 加法器。 通过进入启用 4 MHz IRC 的 STOP 或 VLPS 模式进行测量。	47.50	47.50	47.51	47.39	47.12	μA

2	我 IREFSTEN32KHz	32 kHz 内部参考时钟 (IRC) 加法器。通过在启用 32 kHz IRC 的情况下进入 STOP 模式进行测量。	92.82	92.82	92.61	91.89	91.91	μA
3	我 EREFSTEN32KHz	通过 RTC 位的外部 32 kHz 晶体时钟加法器。通过在启用晶体的情况下进入所有模式来测量。 VLLS1 VLLS2 VLLS3 LLS2 LLS3	1.24 1.23 1.22 1.22 1.21	1.23 1.22 1.22 1.21 1.21	1.25 1.23 1.12 1.12 1.22	1.29 1.16 1.16 1.28 1.32	1.25 1.26 1.21 1.30 1.26	微亚
4	我 CMP	CMP 外围加法器通过将设备置于 VLLS1 模式来测量，并使用 6 位 DAC 和单个外部输入进行比较启用 CMP。包括 6 位 DAC 功耗。	21.15	21.15	21.39	21.55	21.76	μA

表格在下一页继续...

表 16。低功耗模式外围加法器—典型值 (旁路模式) (续)

加号#	标志	描述	温度 (°C)					单位
			-40	25	50	70	85	
5	我 RTC	RTC 外围加法器通过将设备置于 VLLS1 模式来测量，外部 32 kHz 晶体通过 RTC_CR[OSCE]位和 RTC ALARM 设置为 1 分钟。包括 ERCLK32K (32 kHz 外部晶体) 功耗。	1.25	1.24	1.25	1.32	1.31	μA
6	我 LPUART	LPUART 外围加法器通过将设备置于 STOP 或 VLPS 模式进行测量，选定的时钟源以 115200 波特率等待 Rx 数据。包括选定的时钟源功耗。 MCGIRCLK (4 MHz 内部参考时钟)	58.73	58.73	59.13	59.32	59.67	μA
7	我 LPTMR	通过将设备置于 VLLS1 模式，使用 LPO 启用 LPTMR 来测量 LPTMR 外围加法器。	31.32	31.30	34.49	65.73	100.58	nA

8	我 TPM	TPM 外围加法器通过将设备置于 STOP 或 VLPS 模式来测量，选定的时钟源配置为输出比较，生成 100 赫兹时钟信号。生成时钟信号的 I/O 没有负载。包括选定的时钟源和 I/O 开关电流。  MCGIRCLK (4 MHz 内部参考时钟)	56.93	56.92	56.99	56.92	56.84	μA
9	我 BG	当设置 BGEN 位并且设备处于 VLPx、LLS 或 VLLSx 模式时，Bandgap 加法器。	90.49	90.48	91.85	91.74	88.16	μA
10	我 ADC	ADC 外设加剂结合了 V 的测量值 <sub>女儿</sub> 和 V <sub>DDA</sub> 通过将设备置于 STOP 或 VLPS 模式。ADC 使用内部时钟和连续转换配置为低功耗模式。	347.96	347.96	346.12	347.88	346.43	μA

### 6.2.6 图：典型的 IDD\_RUN 操作行为

以下数据是在这些条件下从具有相同 MCU 内核 (Arm® Cortex-M0+) 的旧设备中测量的：

- 没有切换 GPIO
- 在启用缓存的情况下从闪存执行代码
- 对于 ALLOFF 曲线，除 FTFA 外，所有外围时钟都被禁用

#### 笔记

以下图表中的结果是使用旁路模式下的设备获得的。

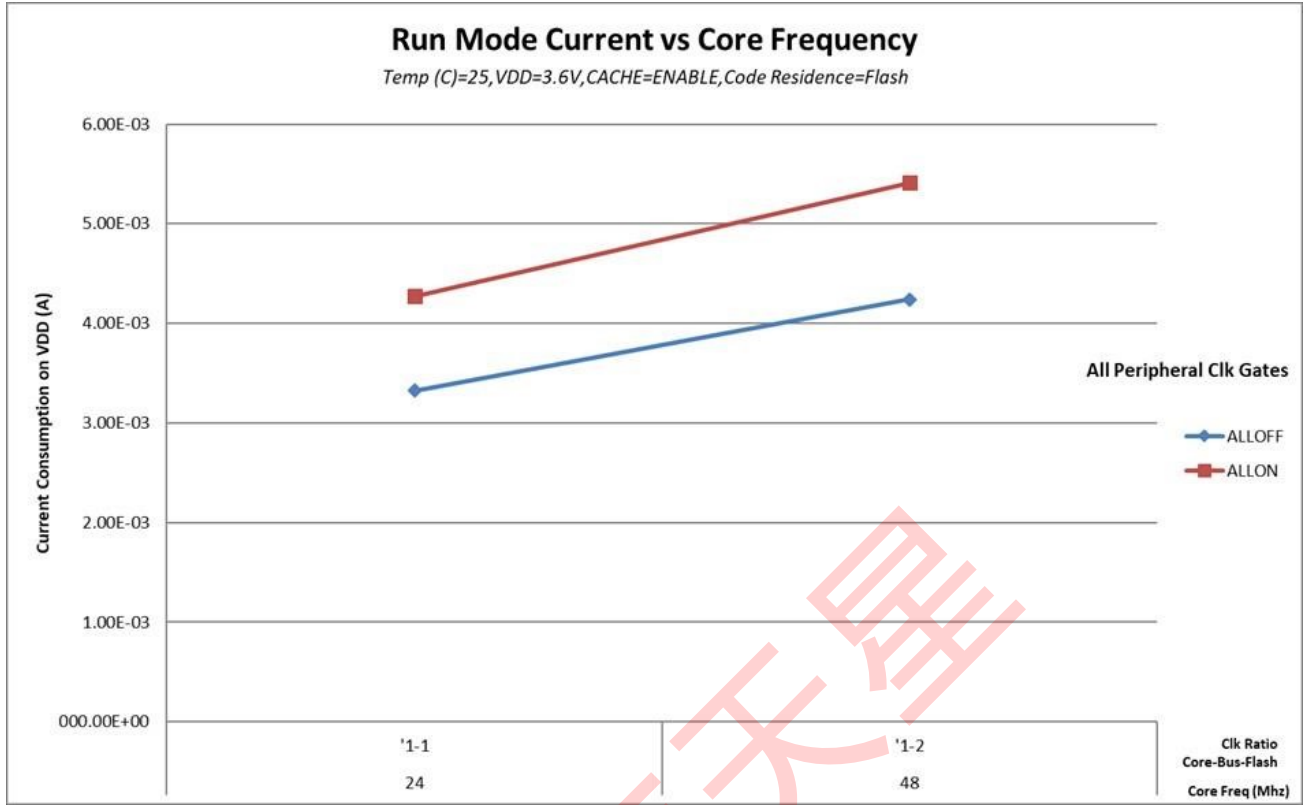


图 7。运行模式电源电流与核心频率

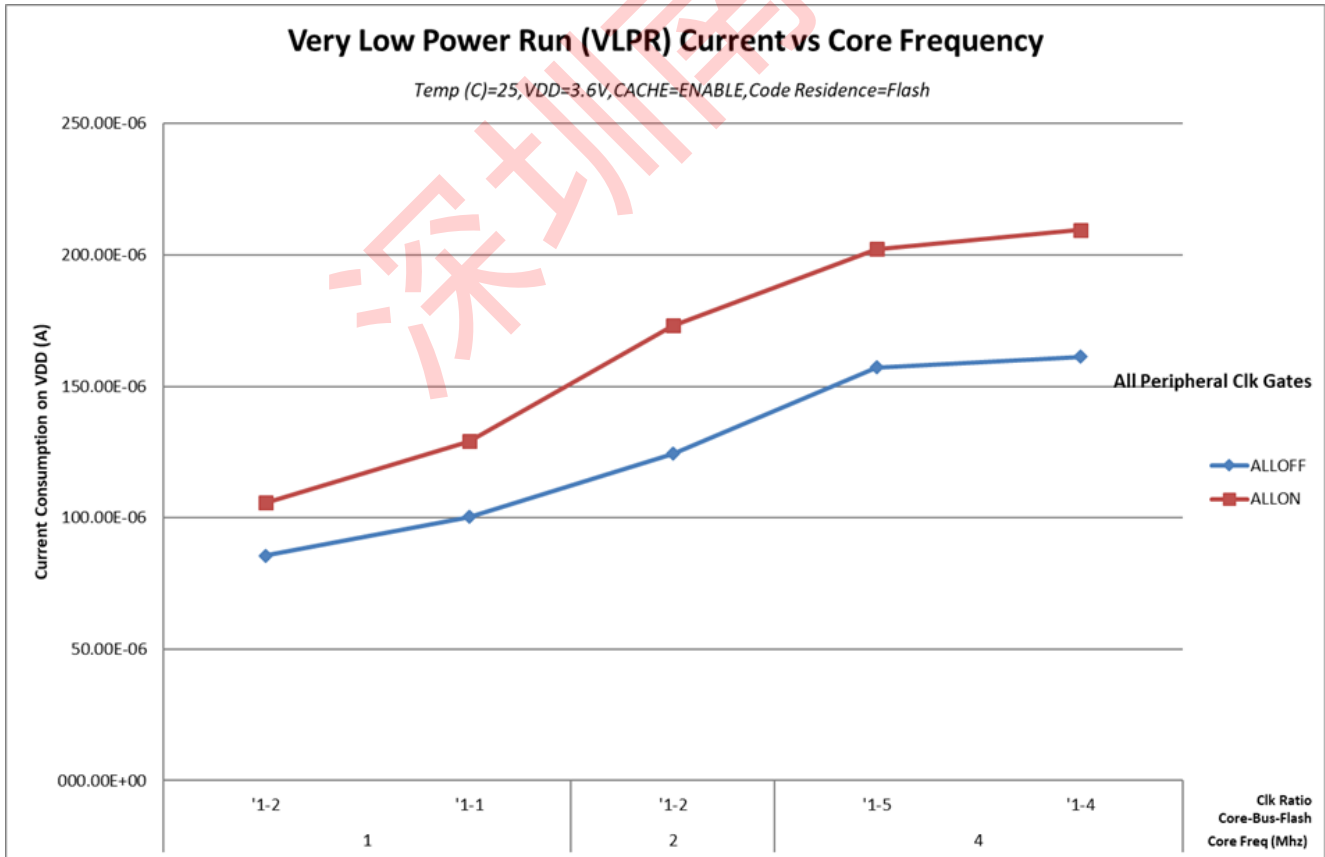


图 8. VLPR 模式电流与核心频率

## 6.2.7 SoC 功耗

全 KW39/38/37 片上系统 (SoC) 功耗是 MCU 平台及其外围设备 (包括 2.4 GHz 无线电和 DC-DC 转换器) 可能的许多配置的功能。一些测量的 SoC 配置如下:

表 17. SoC 功耗

MCU 州	闪光状态	电台国家	DC-DC 州	典型的平均 IC 电流	单位
阻止	打瞌睡	Rx	巴克 ( $V_{DCDC\_IN}=3.6\text{ V}$ )	8.5	妈
阻止	打瞌睡	Tx (在 0 dBm 时)	巴克 ( $V_{DCDC\_IN}=3.6\text{ V}$ )	7.8	妈
阻止	打瞌睡	Tx (在 +3.5 dBm 时)	巴克 ( $V_{DCDC\_IN}=3.6\text{ V}$ )	9.2	妈
阻止	打瞌睡	Tx (在 +5 dBm 时) <sup>1</sup>	巴克 ( $V_{DCDC\_IN}=3.6\text{ V}$ )	10.3	妈
跑步	启用	Rx	巴克 ( $V_{DCDC\_IN}=3.6\text{ V}$ )	10.4	妈
跑步	启用	Tx (在 0 dBm 时)	巴克 ( $V_{DCDC\_IN}=3.6\text{ V}$ )	9.9	妈

表格在下一页继续...

表 17. SoC 功耗 (续)

MCU 州	闪光状态	电台国家	DC-DC 州	典型的平均 IC 电流	单位
跑步	启用	Tx (在 +3.5 dBm 时)	巴克 ( $V_{DCDC\_IN}=3.6\text{ V}$ )	11.7	妈
跑步	启用	Tx (在 +5 dBm 时) <sup>1</sup>	巴克 ( $V_{DCDC\_IN}=3.6\text{ V}$ )	12.8	妈
阻止	打瞌睡	Rx	禁用/旁路	17.3	妈
阻止	打瞌睡	Tx (在 0 dBm 时)	禁用/旁路	15.9	妈
阻止	打瞌睡	Tx (在 +3.5 dBm 时)	禁用/旁路	18.3	妈
阻止	打瞌睡	Tx (在 +5 dBm 时) <sup>1</sup>	禁用/旁路	20.3	妈
跑步	启用	Rx	禁用/旁路	21.5	妈
跑步	启用	Tx (在 0 dBm 时)	禁用/旁路	19.9	妈
跑步	启用	Tx (在 +3.5 dBm 时)	禁用/旁路	22.4	妈

跑步	启用	Tx (在+5 dBm 时) <sup>1</sup>	禁用/旁路	24.4	妈
----	----	-----------------------------	-------	------	---

1.MCU 配置为使用基于 FLL 的 20 MHz 时钟。

## 6.2.8 设计时考虑到辐射排放

要查找为设计系统以尽量减少辐射排放干扰提供指导的应用说明：

1. 访问 [www.nxp.com](http://www.nxp.com)
2. 执行“KW38，硬件指南，射频系统评估”的关键字搜索。

## 6.2.9 电容属性

表 18。电容属性

标志	描述	分钟。	最大。	单位
字母 C 铜	输入电容	—	7	pF

## 6.3 开关电气规格

### 6.3.1 设备时钟规格

表 19。设备时钟规格

标志	描述	分钟。	最大。	单位
正常运行模式				
第六个罗马字母 SYS	系统和核心时钟	—	48	兆赫
第六个罗马字母公共汽车	公交车时钟	—	24	兆赫
第六个罗马字母闪光灯	闪光时钟	—	24	兆赫
第六个罗马字母 LPTMR	LPTMR 时钟	—	24	兆赫
VLPR 和 VLPS 模式 <sup>1</sup>				
第六个罗马字母 SYS	系统和核心时钟	—	4	兆赫
第六个罗马字母公共汽车	公交车时钟	—	1	兆赫
第六个罗马字母闪光灯	闪光时钟	—	1	兆赫
第六个罗马字母 LPTMR	LPTMR 时钟 <sup>2</sup>	—	24	兆赫

第六个罗马字母 ERCLK	外部参考时钟	—	16	兆赫
第六个罗马字母 LPTMR_ERCLK	LPTMR 外部参考时钟	—	16	兆赫
第六个罗马字母 TPM	TPM 异步时钟	—	8	兆赫
第六个罗马字母 LPUART0	LPUART0 异步时钟	—	12	兆赫

1. 这里的 VLPR 和 VLPS 模式的频率限制覆盖了任何其他模块的时序规范中列出的任何频率规范。这些相同的频率限制适用于 VLPS，无论是从 RUN 还是从 VLPR 输入的 VLPS。
2. 只有当源是外部引脚时，LPTMR 才能在 VLPR 或 VLPS 中以这种速度计时。

### 6.3.2 一般开关规格

这些通用规范适用于为 GPIO、LPUART、CAN（仅适用于 KW38）、CMT 和 I 配置的所有信号<sup>2</sup>C 信号。

表 20。一般开关规格

描述	分钟。	最大。	单位	笔记
GPIO 引脚中断脉冲宽度（禁用数字故障滤波器）—同步路径	1.5	—	公交车时钟周期	1, 2
NMI_b 引脚中断脉冲宽度（启用模拟滤波器）—异步路径	200	—	Ns	3
GPIO 引脚中断脉冲宽度（禁用数字故障滤波器，禁用模拟滤波器）—异步路径	20	—	Ns	3
外部 RESET_b 输入脉冲宽度（禁用数字故障滤波器）	100	—	Ns	
港口上升和下降时间（高驱动强度）				4, 5
• 启用了 Slew	—	25	Ns	
	—	16	ns	

表格在下一页继续...

表 20。一般开关规格（续）

描述	分钟。	最大。	单位	笔记
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>1.71 \leq VDD \leq 2.7 V</math></li> <li>• <math>2.7 \leq VDD \leq 3.6 V</math></li> <li>• Slew 禁用</li> <li>• <math>1.71 \leq VDD \leq 2.7 V</math></li> <li>• <math>2.7 \leq VDD \leq 3.6 V</math></li> </ul>	—	8	Ns	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>1.71 \leq VDD \leq 2.7 V</math></li> <li>• <math>2.7 \leq VDD \leq 3.6 V</math></li> <li>• Slew 禁用</li> <li>• <math>1.71 \leq VDD \leq 2.7 V</math></li> <li>• <math>2.7 \leq VDD \leq 3.6 V</math></li> </ul>	—	6	ns	
端口上升和下降时间（低驱动强度）				6, 7
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 启用了 Slew</li> <li>• <math>1.71 \leq VDD \leq 2.7 V</math></li> <li>• <math>2.7 \leq VDD \leq 3.6 V</math></li> <li>• Slew 禁用</li> <li>• <math>1.71 \leq VDD \leq 2.7 V</math></li> <li>• <math>2.7 \leq VDD \leq 3.6 V</math></li> </ul>	—	24	Ns	
	—	16	ns	
	—	10	ns	
	—	6	ns	

1. 这是保证在运行模式下通过引脚同步电路的最小脉冲宽度。
2. 必须满足较大的同步和异步时序。
3. 这是保证被识别的最小脉冲宽度。
4. PTB0, PTB1, PTC1, PTC2, PTC3, PTC4, PTC6, PTC7, PTC16, PTC17, PTC18, PTC19。
5. 75 pF 负载。
6. 端口 A、B 和 C。
7. 25 pF 负载。

## 6.4 热规格

### 6.4.1 热操作要求

表 21。热操作要求

标志	描述	分钟。	最大。	单位	笔记
字母 T <sub>第十个英文字母 J</sub>	模具结温度	-40	125	°C	
字母 T <sub>罗马字母的第一个字母</sub>	环境温度	-40	105	°C	1

1. 最大 T<sub>罗马字母的第一个字母</sub> 只有当用户确保 T<sub>第十个英文字母 J</sub> 时，才能超过 T<sub>第十个英文字母 J</sub> 不超过最大值。确定 T<sub>第十个英文字母 J</sub> 的最简单方法 T<sub>第十个英文字母 J</sub> 是：  
 $T_{第十个英文字母 J} = T_{罗马字母的第一个字母} + R_{\theta JA} \times \text{芯片功率耗散}$ 。

### 6.4.2 热属性

表 22。热属性

电路板类型	标志	描述	48 针 "Wettable" HVQFN	单位	笔记

四层 (2s2p)	字母 R <sub>θJA</sub>	热阻, 与环境的连接 (自然对流)	21.4	°C/W	1, 2
—	Ψ <sub>JT</sub>	热表征参数, 连接到封装顶部 (自然对流)	0.2	°C/W	1, 3

1. 接点温度是模具尺寸、片上功耗、封装热阻、安装部位 (板) 温度、环境温度、气流、板上其他组件的功耗和板结构的函数。
2. 根据 JEDEC 标准 JESD51-2A 确定。
3. 热表征参数根据 JEDEC JESD51-2A 指示包装顶部和结温度之间的温度差。

热表征参数 (Ψ<sub>JT</sub>) 用于确定结温度, 并使用以下方程测量包装箱顶部的温度:

字母 T<sub>第十个英文字母 J</sub> = T<sub>字母 T</sub> + Ψ<sub>JT</sub> × 芯片功耗, 其中 T<sub>字母 T</sub> 是包装顶部的热电偶温度。

## 6.5 外围操作要求和行为

### 6.5.1 核心模块

#### 6.5.1.1 SWD 电气

表 23. SWD 全电压范围电气

标志	描述	分钟。	最大。	单位
	工作电压	1.71	3.6	V
J1	SWD_CLK 操作频率 • 串行电线调试	0	25	兆赫
J2	SWD_CLK 周期	1/J1	—	Ns
J3	SWD_CLK 时钟脉冲宽度 • 串行电线调试	20	—	Ns
J4	SWD_CLK 上升和下降时间	—	3	Ns

表格在下一页继续...

表 23. SWD 全电压范围电气 (续)

标志	描述	分钟。	最大。	单位
J9	SWD_DIO 输入数据设置时间到 SWD_CLK 上升	10	—	Ns
J10	SWD_CLK 上升后的 SWD_DIO 输入数据保留时间	0	—	Ns
J11	SWD_CLK 高到 SWD_DIO 数据有效	—	32	Ns

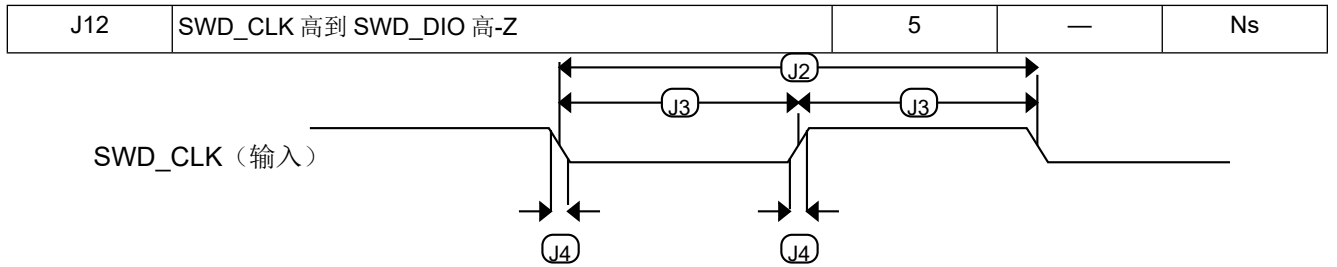


图 9。串行线时钟输入时序

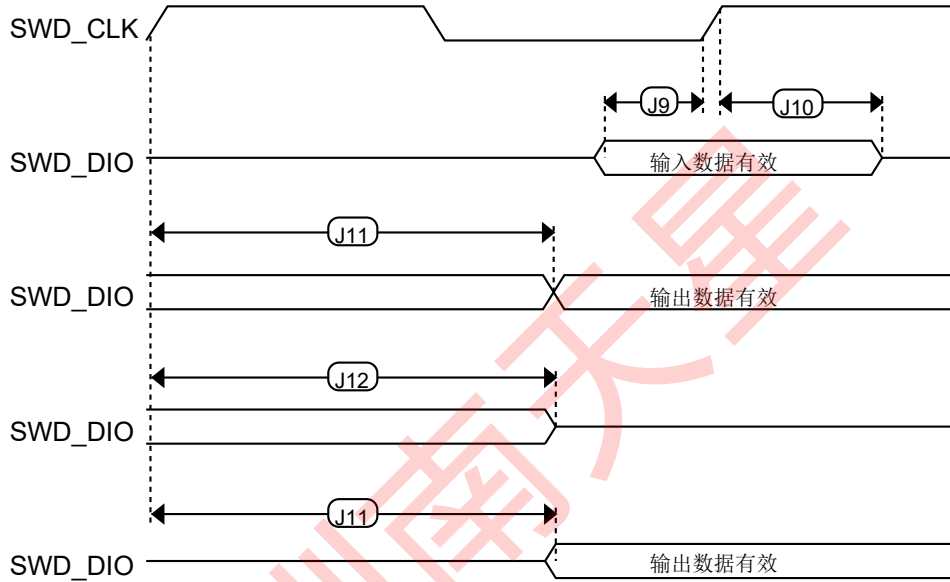


图 10。串行电线数据计时

### 6.5.2 系统模块

设备的系统模块没有必要的规格。

### 6.5.3 时钟模块

#### 6.5.3.1 MCG 规格

表 24。MCG 规格

标志	描述	分钟。	类型。	最大。	单位	笔记
第六个罗马字母 Ints_ft	内部参考频率（慢时钟）—工厂以标称 V 修剪 儿和 25°C	—	32.768	—	千赫	

KW39/38/37 Electrical Characteristics

第六个罗马字母 Ints_t	内部参考频率（慢时钟）-用户修剪	31.25	—	39.0625	千赫		
$\Delta$ Fdco_res_t	固定电压和温度下修剪平均 DCO 输出频率的分辨率——使用 C3[SCTRIM]和 C4[SCFTRIM]	—	$\pm 0.3$	$\pm 0.6$	%FDco	1	
$\Delta$ 第六个罗马字母 Dco_t	修剪的平均 DCO 输出频率与电压和温度的总偏差	—	+0.5/-0.7	$\pm 3$	%FDco	1, 2	
$\Delta$ 第六个罗马字母 Dco_t	在 0-70°C 的固定电压和温度范围内，修剪的平均 DCO 输出频率的总偏差	—	$\pm 0.4$	$\pm 1.5$	%FDco	1, 2	
第六个罗马字母 Intf_ft	内部参考频率（快速时钟）-工厂以标称 V 修剪 <sub>女儿</sub> 和 25°C	—	4	—	兆赫		
$\Delta$ 第六个罗马字母 Intf_ft	内部参考时钟（快速时钟）相对于温度和电压的频率偏差——工厂以标称 V 修剪 <sub>女儿</sub> 和 25°C	—	+1/-2	$\pm 11$	%Fintf_ft	2	
第六个罗马字母 Intf_t	内部参考频率（快速时钟）-用户以标称 V 修剪 <sub>女儿</sub> 和 25°C	3	—	5	兆赫		
第六个罗马字母 Loc_low	外部时钟最小频率的损失-范围 = 00	$(3/5) \times f_{\text{Ints}_t}$	—	—	千赫		
第六个罗马字母 Loc_high	外部时钟最小频率的损失——范围=01、10 或 11	$(16/5) \times f_{\text{Ints}_t}$	—	—	千赫		
FLL							
第六个罗马字母 Fll_ref	FLL 参考频率范围	31.25	—	39.0625	千赫		
第六个罗马字母 Dco	DCO 输出频率范围	低范围（DRS = 00） $640 \times f_{\text{Fll\_ref}}$	20	20.97	25	兆赫	3, 4
		中档（DRS = 01） $1280 \times f_{\text{Fll\_ref}}$	40	41.94	48	兆赫	
第六个罗马字母 dco_t_DMx3 2	DCO 输出频率	低范围（DRS = 00） $732 \times f_{\text{Fll\_ref}}$	—	23.99	—	兆赫	5, 6
		中档（DRS = 01） $1464 \times f_{\text{Fll\_ref}}$	—	47.97	—	兆赫	
第十个英文字母 Jcyc_fll	FLL 周期抖动 • $f_{\text{VCO}} = 48$ 兆赫	—	180	—	后记	7	
字母 TFll_acquire	FLL 目标频率采集时间	—	—	1	女士	8	

1. 此参数使用内部参考（慢时钟）作为 FLL（FEI 时钟模式）的参考来测量。

2. 偏差与标称 V 时的工厂修剪频率有关  $f_{\text{ints\_ft}}$  和  $25^{\circ}\text{C}$ 。
3. 列出的这些典型值是使用工厂修剪和  $\text{DMX32} = 0$  的慢速内部参考时钟 (FEI)。
4. 由此产生的系统时钟频率不得超过其最大指定值。DCO 频率偏差 ( $\Delta$  第六个罗马字母  $\text{Dco}_t$ ) 必须考虑过压和温度。
5. 列出的这些典型值是使用工厂装饰和  $\text{DMX32} = 1$  的慢速内部参考时钟 (FEI)。
6. 由此产生的时钟频率不得超过设备的最大指定时钟频率。
7. 本规范基于周期或频率的标准差 (RMS)。
8. 本规范适用于以下任何时间的更改: FLL 参考源或参考分频器、修剪值、DMX32 位、DRS 位或 FLL 禁用 (BLPE、BLPI) 到启用 FLL (FEI、FEE、FBE、FBI)。如果使用晶体/谐振器作为参考, S 规范假设它已经在运行。

### 6.5.3.2 参考振荡器规格

KW39/38/37 旨在满足零件使用寿命内频率误差的目标标准规格, 包括温度、机械和老化效应。

下表列出了推荐的晶体规格。请注意, 这些只是建议, 可能允许偏差。然而, 偏差可能会导致射频性能下降, 或者可能无法达到射频协议认证标准。设计师必须确保他们使用的晶体符合其应用的要求。

表 25. 推荐的水晶和振荡器规格

标志	描述	F0 = 32.0 MHz			F0 = 26.0 MHz			单位	笔记
		分钟	类型	麦克斯	分钟	类型	麦克斯		
字母 T 罗马字母的第一个字母	营业的温度	-40	—	105	-40	—	105	$^{\circ}\text{C}$	1
	晶体初始频率公差	-10	—	10	-10	—	10	Ppm	2, 3
	晶体频率稳定性和老化	-25	—	25	-25	—	24	Ppm	2, 4
	振荡器变化	-12	—	15	-12	—	16	Ppm	5
	蓝牙 LE 应用的总参考振荡器公差	-50	—	50	-50	—	50	Ppm	6
字母 C 字母 l	负载电容	7	10	13	7	10	13	pF	2, 7
字母 C <sub>0</sub>	分流电容	0.469	0.67	0.871	0.42	0.6	0.78	pF	2, 7
厘米 1	运动电容	1.435	2.05	2.665	1.435	2.05	2.665	fF	2, 7
Lm1	运动电感	8.47	12.1	15.73	12.81	18.3	23.79	毫赫	2, 7

表格在下一页继续...

表 25. 推荐的晶体和振荡器规格 (续)

标志	描述	F0 = 32.0 MHz	F0 = 26.0 MHz	单位	笔记
----	----	---------------	---------------	----	----

		分钟	类型	麦克斯	分钟	类型	麦克斯		
Rm1	运动阻力	—	25	50	—	35	50	为女王/ 国王陛 下效劳	2
红细胞沉降率	等效串联电阻	—	—	60	—	—	60	为女王/ 国王陛 下效劳	2, 8
P <sub>D</sub>	最大水晶驱动器	—	10	200	—	10	200	uW	2
字母 T 罗马字母的第十九个	修剪灵敏度	6.30	9.00	11.70	6.39	9.12	11.86	ppm/pF	2, 7
字母 T <sub>osc</sub>	振荡器启动时间	—	500	—	—	500	—	微秒	9

1. 该设备的全温度范围。可以选择缩小范围来满足应用程序需求。
2. 推荐的晶体规格。
3. 在 25°C 下测量。
4. 所需温度范围内的频率稳定性变化和因系统所需寿命的老化而导致的频率变化相结合。
5. 由于 MCU 的温度、工艺和老化而引起的变化。
6. 晶体初始频率公差、晶体频率稳定性和老化、振荡器变化和 PCB 制造变化的总和不得超过此值。
7. 典型的是目标。显示 30% 的公差。
8.  $ESR = Rm1 * (1 + [C_0/C_{字母I}])^2$ 。
9. 从振荡器到时钟的时间可以准备就绪。取决于振荡器的完整硬件配置。

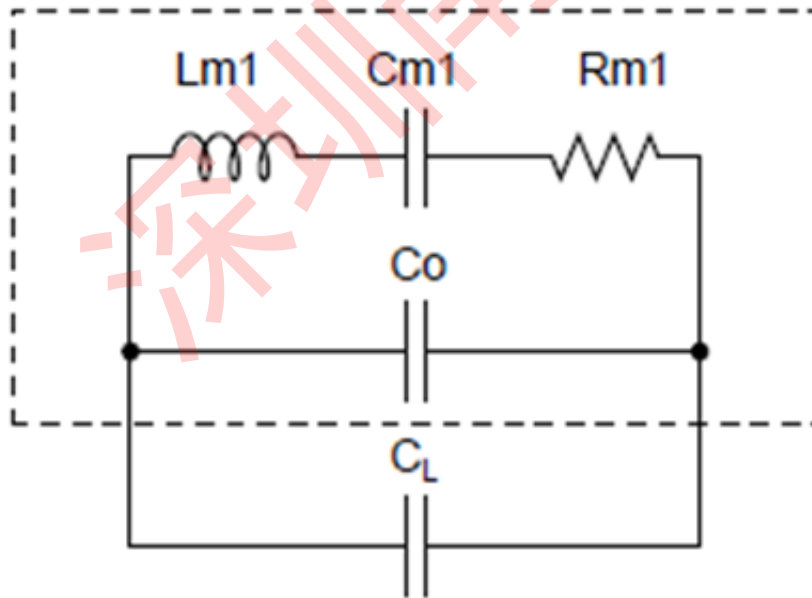


图 11。水晶电气模型

### 6.5.3.3 32 kHz 振荡器频率规格

表 26. 32 kHz 晶体和振荡器规格

标志	描述	分钟。	类型。	最大。	单位	笔记
第六个罗马字母 Osc_lo	晶体频率	—	32.768	—	千赫	
字母 T 罗马字母的第一个字母	工作温度	-40	—	105	°C	1
	总晶体频率公差	-500	—	500	Ppm	2, 3
字母 C 字母 I	负载电容	—	12.5	—	pF	2
红细胞沉降率	等效串联电阻	—	—	80	kOhms	2
字母 T 开始	水晶启动时间	—	1000	—	女士	4
第六个罗马字母 Ec_extal32	外部输入时钟频率	—	32.768	—	千赫	5
VEc_extal32	外部输入时钟振幅	0.7	—	V 女儿	V	6

1. 该设备的全温度范围。可以选择缩小范围来满足应用程序需求。
2. 推荐的晶体规格。
3. 晶体供应商给出的晶体初始频率公差、晶体频率稳定性和老化公差的总和。
4. 从振荡器到时钟稳定的时间。取决于振荡器的完整硬件配置。
5. 连接到 EXTAL32K 的外部振荡器。XTAL32K 必须断开连接。
6. 指定的参数是峰值到峰值值和  $V_{IH}$  和  $V_{IL}$  规格不适用。应用时钟的电压必须在 VSS 到 VDD 的范围内。

## 6.5.4 记忆和内存接口

### 6.5.4.1 闪光灯 (FTFE) 电气规格

本节介绍 FTFE 模块的电气特性。

#### 6.5.4.1.1 闪存定时规范—命令

表 27. 闪存命令定时规范

标志	描述 <sup>1</sup>	分钟。	类型。	最大。	单位	笔记
字母 TRd1blk256k	读取 1s 块执行时间•256 KB 程序 / 数据闪存	—	—	2	女士	

字母 TRd1sec2k	读取 1s 部分执行时间 (2 KB 闪存)	—	—	75	微秒	
字母 TPgmchk	程序检查执行时间	—	—	95	微秒	

表格在下一页继续...

表 27. 闪存命令定时规范 (续)

标志	描述 1	分钟。	类型。	最大。	单位	笔记
字母 TRdrsrc	读取资源执行时间	—	—	40	微秒	
字母 TPgm8	程序短语执行时间	—	90	225	微秒	
字母 TErsblk256k	擦除 Flash 块执行时间 • 256 KB 程序/数据闪存	—	125	2125	女士	2
字母 TErsscr	擦除闪存扇区执行时间	—	12	130	女士	2
字母 TPgmsec2k	程序部分执行时间 (2 KB 闪存)	—	10	—	女士	
字母 TRd1allx	阅读 1s 所有块的执行时间	—	—	3.5	女士	
字母 TRd1alln	• FlexNVM 设备 • 仅程序闪存设备	—	—	3.5	女士	
字母 TRdonce	阅读一次执行时间	—	—	30	微秒	
字母 TPgmonce	程序一旦执行时间	—	90	—	微秒	
字母 TErsall	擦除所有块执行时间	—	262	4380	女士	2
字母 TVfykey	验证后门访问密钥执行时间	—	—	35	微秒	
字母 TErsallu	擦除所有块不安全的执行时间	—	262	4380	女士	2
字母 T 交换 x01 字母 T 掉期 x02 字 母 T 交换 x04 字母 T 交换 x08 字 母 T 交换 x10	掉期控制执行时间 • 控制代码 0x01 • 控制代码 0x02 • 控制代码 0x04 • 控制代码 0x08 • 控制代码 0x10	—	280	—	Ms	
		—	100	235	µs	
		—	100	235	µs	
		—	—	35	µs	
		—	100	235	µs	
字母 TPgmpart32k 字母 TPgmpart256 k	EEPROM 执行时间的程序分区 • 32 KB EEPROM 备份 • 256 KB EEPROM 备份	—	252	—	女士	
		—	262	—	女士	

字母 TSetramff	设置 FlexRAM 函数执行时间: • 控制代码 0xFF • 32 KB EEPROM 备份	—	115	—	Ms ms	
字母 TSetram32k	• 256 KB EEPROM 备份	—	0.8	1.2	ms	
字母 TSetram256k		—	4.5	6.1		
字母 TEewr8b32k	字节写入 FlexRAM 执行时间: • 32 KB EEPROM 备份	—	385	1700	Ms	3
字母 TEewr8b256k	• 256 KB EEPROM 备份	—	1015	3800	$\mu$ s	
字母 TEewr16b32k	16 位写入 FlexRAM 执行时间: • 32 KB EEPROM 备份	—	385	1700	Ms	3
字母 TEewr16b256k	• 256 KB EEPROM 备份	—	1015	3800	$\mu$ s	
字母 TEewr32bers	32 位写入擦除的 FlexRAM 位置执行时间	—	360	2000	微秒	3

表格在下一页继续...

表 27. 闪存命令定时规范 (续)

标志	描述 1	分钟。	类型。	最大。	单位	笔记
字母 TEewr32b32k	32 位写入 FlexRAM 执行时间: • 32 KB EEPROM 备份	—	630	2000	Ms	3
字母 TEewr32b256k	• 256 KB EEPROM 备份	—	1890	4100	$\mu$ s	

1. 所有命令时间均假定为 25 MHz 或更高的闪存时钟频率 (用于内部/外部时钟之间的同步时间)。
2. 基于循环报废期预期的擦除参数的最大时间。
3. 在重置或 SETRAM 命令后首次写入 EERAM 可能会对 EEE 清理产生额外的开销, 导致显示的时间高达 2 倍。

### 笔记

在某些情况下, 写入 FlexRAM 的最大时间可能会超过。  
在这种情况下, 用户或应用程序可能会等待, 或断言重置到 FTFE 模块以停止操作。

#### 6.5.4.1.2 可靠性规格 (汽车)

表 28. NVM 可靠性规范

标志	描述	分钟。	类型。	最大。	单位	笔记
程序和数据闪存						

字母 TNvmret1k	长达 1K 周期后的数据保留	20	—	—	寿命	1
第十四个 英文字母 Nvmcyc	骑行耐力	1 K	—	—	周期	2
FlexRAM 作为模拟 EEPROM						
字母 TNvmreteee	数据保留	5	—	—	寿命	1, 3
第十四个英 文字母 Nvmwree16 第十四个英 文字母 Nvmwree256	写耐力 • EEPROM 备份到 FlexRAM 使用率=16 • EEPROM 备份到 FlexRAM 使用比率=256	100 K 1.6 米	— —	— —	写写	4, 5, 6

1. 每个块的数据保留期从初始用户出厂编程或每次后续擦除后开始。
2. 整个产品温度规格都支持程序和擦除。骑行耐力是每个闪光扇区。
3. 正常使用 FlexRAM 期间的后台维护操作将有效的数据保留寿命延长到 5 年以上。
4. 为 16 位和/或 32 位写入 FlexRAM 指定的 FlexMemory 写入续航能力，并支持整个产品温度规格。通过更大的 EEPROM 备份与 FlexRAM 的比率，可以实现更高的写入耐久性。
5. 对于除 FlexMemory 功能以外的任何 EEE 驱动程序的使用，耐力规格会回落到数据闪存的耐力值 1K。
6. FlexMemory 计算器工具可在 NXP 网站上获得帮助，以估计在特定 EEPROM/FlexRAM 比率下可实现的最大写入耐久性。在线计算器的“规格”部分是指数据表的 NVM 可靠性规格部分。这个 c 计算器仅适用于 Kinetis FlexMemory 功能。

## 6.5.4.1.3

## 可靠性规格（工业）

表 29。NVM 可靠性规范

标志	描述	分钟。	类型。 <sup>1</sup>	最大。	单位	笔记
程序 Flash						
字母 TNvmretp10k	长达 10K 个周期后的数据保留	5	50	—	寿命	
字母 TNvmretp1k	长达 1K 周期后的数据保留	20	100	—	寿命	
第十四个 英文字母 Nvmcycp	骑行耐力	10 K	50K	—	周期	2
数据闪存						
字母 TNvmretd10k	长达 10K 个周期后的数据保留	5	50	—	寿命	
字母 TNvmretd1k	长达 1K 周期后的数据保留	20	100	—	寿命	
第十四个 英文字母 Nvmcycd	骑行耐力	10 K	50K	—	周期	2
FlexRAM 作为 EEPROM						

字母 TNvmretee10	数据保留高达 100%的写入耐久性	5	50	—	寿命	
字母 TNvmretee10	数据保留率高达 10%的写入耐力	20	100	—	寿命	
第十四个 英文字母 Nvmcycee	EEPROM 备份的骑行耐力	20 K	50K	—	周期	2
第十四个 英文字母 Nvmwree16 第十四个英 文字母 Nvmwree128 第十四个英 文字母 Nvmwree512 第十四个英 文字母 Nvmwree2k	写耐力  • EEPROM 备份到 FlexRAM 比率=16 • EEPROM 备份到 FlexRAM 比率= 128 • EEPROM 备份到 FlexRAM 的比率=512 • EEPROM 备份到 FlexRAM 比率= 2,048	140 K 1.26 米 5 米 20 米	400 K 3.2 米 12.8 米 50 米	— — — —	写写写 写写	3

1. 典型的数据保留值基于在高温下加速的测量响应，并降级到恒定的 25°C 使用配置文件。工程公告 EB618 不适用于这项技术。工程公告 EB619 中定义的典型耐力。
2. 循环耐力代表  $-40^{\circ}\text{C} \leq T$  时的程序/擦除循环次数<sub>第十个英文字母</sub>  $J \leq 125^{\circ}\text{C}$ 。
3. 写入耐久性表示在  $-40^{\circ}\text{C} \leq T_j \leq 125^{\circ}\text{C}$  下对每个 FlexRAM 位置的写入次数，受 FlexNVM 的循环耐力和分配的 EEPROM 备份的影响。最小值和典型值假设所有 16 位或 32 位写入 FlexRAM；all 8 位写入导致耐力降低 50%。

#### 6.5.4.1.4 为 EEPROM 写入 FlexRAM 的耐力

当 FlexNVM 分区代码未设置为完全数据闪存时，EEPROM 数据集大小可以设置为几个非零值中的任何一个。

未通过 FlexNVM 分区代码分配给数据闪存的字节由

FTFE 为 EEPROM 数据获得有效的耐力增加。内置的 EEPROM 记录管理系统通过在更大的 EEPROM NVM 存储空间中循环 EEPROM 数据，增加了在设备磨损之前可以实现的程序/擦除周期的数量。

虽然 FlexNVM 的不同分区可用，但其目的是在给定应用程序的整个生命周期内使用 FlexNVM 分区代码和 EEPROM 数据集大小的单一选择。

## 6.5.5 安全性和完整性模块

设备的安全性和完整性模块没有必要的规范。

## 6.5.6 模拟

### 6.5.6.1 ADC 电气规格

所有其他 ADC 通道都符合 13 位差分/12 位单端精度规范。以下规范由在旁路模式下运行的 DC-DC 转换器定义。

#### 6.5.6.1.1 16 位 ADC 运行条件

表 30. 16 位 ADC 运行条件

标志	描述	情景	分钟。	类型。 <sup>1</sup>	最大。	单位	笔记
VDDA	电源电压	绝对的	1.71	—	3.6	V	
$\Delta V_{DDA}$	电源电压	三角洲到 $V_{\text{女儿}}$ ( $V_{\text{女儿}} - V_{\text{DDA}}$ )	-100	0	+100	毫伏	2
$\Delta V_{SSA}$	接地电压	三角洲到 $V_{\text{纳粹党卫军}}$ ( $V_{\text{纳粹党卫军}} - V_{\text{SSA}}$ )	-100	0	+100	毫伏	2
VREFH	ADC 参考电压高		1.13	VDDA	VDDA	V	3
VREFL	ADC 参考电压低		VSSA	VSSA	VSSA	V	3
VADIN	输入电压	<ul style="list-style-type: none"> <li>16 位差分模式</li> <li>所有其他模式</li> </ul>	VSSA VSSA	— —	31/32 × VREFH VREFH	V	
字母 CADIN	输入电容	<ul style="list-style-type: none"> <li>16 位模式</li> <li>8 位/10 位/12 位模式</li> </ul>	— —	8 4	10 5	pF	
字母 RADIN	输入串联电阻		—	2	5	kΩ	
字母 R 神	模拟源电阻 (外部)	13 位/12 位模式 $f_{\text{ADCK}} < 4$ 兆赫	—	—	5	kΩ	4

第六个罗马字母 ADCK	ADC 转换时钟频率	≤ 13 位模式	1.0	—	18.0	兆赫	5
--------------	------------	----------	-----	---	------	----	---

表格在下一页继续...

表 30. 16 位 ADC 工作条件 (续)

标志	描述	情景	分钟。	类型。 <sup>1</sup>	最大。	单位	笔记
第六个罗马字母 ADCK	ADC 转换时钟频率	16 位模式	2.0	—	12.0	兆赫	5
字母 C 率	ADC 转换率	≤ 13 位模式 没有 ADC 硬件平均 启用连续转换, 后续转换时间	20.000	—	818.330	kS/s	6
字母 C 率	ADC 转换率	16 位模式 没有 ADC 硬件平均 启用连续转换, 后续转换时间	37.037	—	461.467	kS/s	6

1. 典型值假设  $V_{DDA} = 3.0\text{ V}$ , 温度 =  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $f_{ADCK} = 1.0\text{ MHz}$ , 除非另有说明。典型值仅供参考, 未在生产中进行测试。
2. 直流电位差。
3. 对于没有专用  $V_{REFH}$  和  $V_{REFL}$  引脚的软件包,  $V_{REFH}$  在内部与  $V_{DDA}$  绑定, 和  $V_{REFL}$  在内部与  $V_{SSA}$  绑定。
4. 这种阻力是 MCU 之外的。为了获得最佳效果, 必须尽可能保持尽可能低的模拟源电阻。本数据表中的结果来自一个具有  $<8\Omega$  模拟源电阻的系统。  $R_{\text{瞬}}/C_{\text{瞬}}$  时间常数应保持在  $<1\text{ ns}$ 。
5. 要使用最大 ADC 转换时钟频率, 必须设置  $\text{CFG2}[\text{ADHSC}]$ , 并且  $\text{CFG1}[\text{ADLPC}]$  必须清晰。
6. 有关转换率计算的指南和示例, 请下载 [ADC 计算器工具](#)。

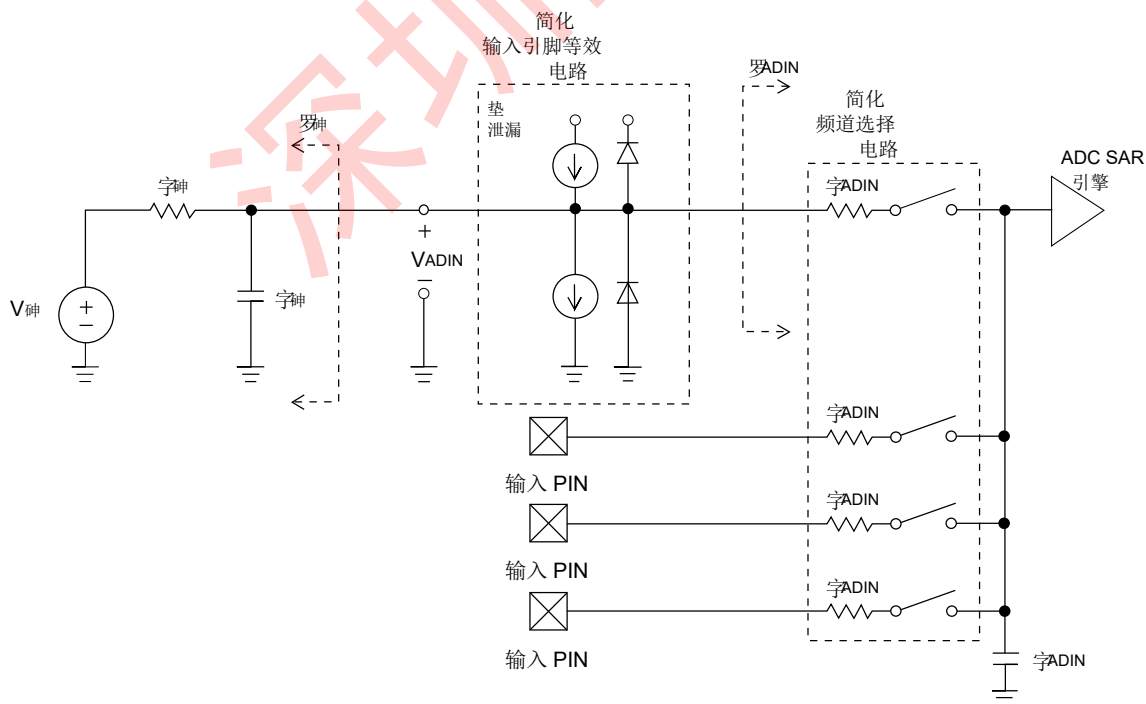


图 12。ADC 输入阻抗等效图

## 6.5.6.1.2

## 16 位 ADC 电气特性

表 31. 16 位 ADC 特性 ( $V_{REFH} = V_{DDA}$ ,  $V_{REFL} = V_{SSA}$ )

标志	描述	情景 <sup>1</sup>	分钟。	类型。 <sup>2</sup>	最大。	单位	笔记
我 DDA_ADC	供应电流		0.215	—	1.7	妈	3
第六个 罗马字 母阿扎克	ADC 异步时钟源	• ADLPC=1, ADHSC=0	1.2	2.4	3.9	兆赫	字母 T 阿 扎克= 1/f 阿 扎克
		• ADLPC=1, ADHSC=1	2.4	4.0	6.1		
		• ADLPC=0, ADHSC=0	3.0	5.2	7.3		
		• ADLPC=0, ADHSC=1	4.4	6.2	9.5		
	采样时间	有关示例时间, 请参阅参考手册一章					
星期二	总未调整错误	• 12 位模式 • <12 位模式	— —	±4 ±1.4	±6.8 ±2.1	LSB <sup>4</sup>	5
DNL	微分非线性	• 12 位模式; BuckMode <sup>6</sup>	—	±0.7	-1.1 到+1.9	LSB <sup>4</sup>	5
		• 12 位模式; 旁路模式	—	±0.5	-1.1 到+1.9		
INL	积分非线性	• 12 位模式; BuckMode <sup>6</sup>	—	±1.0	-2.7 到+1.9	LSB <sup>4</sup>	5
		• 12 位模式; 旁路模式	—	±0.6	-2.7 到+1.9		
EFS	全面错误	• 12 位模式 • <12 位模式	— —	-4 – 1.4	-5.4 -1.8	LSB <sup>4</sup>	VADIN= VDDA <sup>5</sup>
EQ	量化错误	• 16 位模式	—	-1 到 0	—	LSB <sup>4</sup>	
		• ≤13 位模式	—	—	±0.5		

ENOB	有效位数	16 位差分模式：巴克形式 <sup>6</sup>				碎片	7
			• 平均 = 32	12	12.75		
		• 平均 = 4	11.25	11.75	—		
		16 位单端模式：降压模式 <sup>6</sup>					
			• 平均 = 32	11	11.5		
		• 平均 = 4	9.5	10.5	—		
		16 位差分模式：旁路模式					
			• 平均 = 32	12.5	13		
		• 平均 = 4	11.25	12	—		
		16 位单端模式：旁路模式					
				11	11.75		

表格在下一页继续...

表 31. 16 位 ADC 特性 ( $V_{REFH} = V_{DDA}$ ,  $V_{REFL} = V_{SSA}$ ) (续)

标志	描述	情景 <sup>1</sup>	分钟。	类型。 <sup>2</sup>	最大。	单位	笔记
		• 平均 = 32 • 平均 = 4	10	10.5	—		
西纳德	信号到噪声加失真	参见 ENOB			$0.02 \times \text{ENOB} + 1.76$	分贝	
THD	完全谐波失真	16 位差分模式：巴克形式 <sup>6</sup>				分贝	8
		• 平均 = 32	—	-90	—		
		16 位单端模式：降压模式 <sup>6</sup>					
		• 平均 = 32	—	-88	—		
		16 位差分模式：旁路模式					
• 平均 = 32	—	-89	—				
16 位单端模式：旁路模式							
• 平均 = 32	—	-87	—				
西纳德	信号到噪声加失真	参见 ENOB			$0.02 \times \text{ENOB} + 1.76$	分贝	

SFDR	虚假的自由动态范围失真	16 位差分模式; 巴克形式 <sup>6</sup>	85	89	—	分贝	8
		• 平均 = 32					
		16 位单端模式; 降压模式 <sup>6</sup>	85	87	—		
		• 平均 = 32					
		16 位差分模式; 旁路模式	87	94	—		
		• 平均 = 32					
		16 位单端模式; 旁路模式	85	88	—		
		• 平均 = 32					
E 伊利诺伊州	输入泄漏错误		我铜× R 神			毫伏	我铜= 泄漏电流 (见电压和电流运营评级)
	温度传感器斜率	跨越设备的整个温度范围	1.67	1.74	1.81	mV/°字母 C	9

表格在下一页继续...

表 31. 16 位 ADC 特性 ( $V_{REFH} = V_{DDA}$ ,  $V_{REFL} = V_{SSA}$ ) (续)

标志	描述	情景 <sup>1</sup>	分钟。	类型。 <sup>2</sup>	最大。	单位	笔记
VTEMP25	温度传感器电压	25°C	706	716	726	毫伏	9

- 所有精度数字都假设 ADC 是用 V 校准的  $V_{REFH} = V_{DDA}$ 。
- 典型值假设  $V_{DDA} = 3.0\text{ V}$ , 温度 = 25 °C,  $f_{ADCK} = 2.0\text{ MHz}$ , 除非另有说明。典型值仅供参考, 未在生产中进行测试。
- ADC 电源电流取决于 ADC 转换时钟速度、转换率和 ADC\_CFG1[ADLPC] (低功率)。对于最低功率操作, 必须设置 ADC\_CFG1[ADLPC], ADC\_CFG2[ADHSC]位必须以 1 MHz ADC 转换时钟速度清除。
- 1 LSB =  $(V_{REFH} - V_{REFL}) / 2$  第十四个英文字母。
- ADC 转换时钟 < 16 MHz, 最大硬件平均 (AVGE = %1, AVGS = %11)。
- $V_{REFH}$  = 电压参考输出 (VREF)。
- 输入数据为 100 赫兹正弦波。ADC 转换时钟 < 12 MHz。
- 输入数据为 1 kHz 正弦波。ADC 转换时钟 < 12 MHz。
- ADC 转换时钟 < 3 MHz。

## 6.5.6.2

## 电压参考电气规格

表 32. VREF 全方位操作要求

标志	描述	分钟。	最大。	单位	笔记
VDDA	电源电压	1.71	3.6	V	
字母 T 罗马字母的第一个字母	温度	-40 到 105		°C	
字母 C 字母 I	输出负载电容	100		nF	1, 2

1. 字母 C 字母 I 如果 VREF\_OUT 功能用于内部或外部参考，则必须连接到 VREF\_OUT。
2. 负载电容不应超过标称指定 C 的 +/-25% 字母 I 设备工作温度范围内的值。

表 33. VREF 全范围操作行为

标志	描述	分钟。	类型。	最大。	单位	笔记
V 在外面	标称 V 时出厂修剪的电压参考输出 DDA 温度 =25°C	1.190	1.1950	1.2	V	1
V 在外面	用户修剪在标称 V 时的电压参考输出 DDA 温度 =25°C	1.1945	1.1950	1.1955	V	1
V 跨步	电压参考修剪步骤	—	0.5	—	毫伏	1
V 漂流	温度漂移 (V <sub>最大</sub> -V <sub>分钟</sub> 在整个温度范围内)	—	—	20	毫伏	1
我 Bg	Bandgap 仅当前	—	—	80	μA	
我 Lp	低功耗缓冲电流	—	—	360	uA	1
我惠普	大功率缓冲电流	—	—	1	妈	1
ΔV 供电量	负载调节				μV	1, 2

表格在下一页继续...

表 33. VREF 全方位操作行为 (续)

标志	描述	分钟。	类型。	最大。	单位	笔记
	• 电流 = ±1.0 毫安	—	200	—		
字母 T 响树	缓冲区启动时间	—	—	100	Ms	
字母 TChop_osc_s t up	启用印章振荡器的内部带隔启动延迟	—	—	35	女士	
Vvdrift	电压漂移 (V <sub>最大</sub> -V <sub>分钟</sub> 跨越整个电压范围)	—	2	—	毫伏	1

1. 有关 VREF 状态和控制寄存器的适当设置，请参阅芯片的参考手册。
2. 负载调节电压是无负载的 VREF\_OUT 电压与定义负载的电压之间的差值

表 34。VREF 有限范围操作要求

标志	描述	分钟。	最大。	单位	笔记
字母 T 罗马字母的第一个字母	温度	0	70	°C	

罗马字母的第十九个

表 35。VREF 有限范围操作行为

标志	描述	分钟。	最大。	单位	笔记
V 漂流	温度漂移 ( $V_{\text{最大}} - V_{\text{分钟}}$ 跨越有限的温度范围)	—	15	毫伏	

## 6.5.6.3 CMP 和 6 位 DAC 电气规格

表 36。比较器和 6 位 DAC 电气规格

标志	描述	分钟。	类型。	最大。	单位
V 女儿	电源电压	1.71	—	3.6	V
我 DDHS	电源电流, 高速模式 (EN=1, PMODE=1)	—	—	200	微亚
我 DDLS	电源电流, 低速模式 (EN=1, PMODE=0)	—	—	20	微亚
VAIN	模拟输入电压	$V_{\text{纳粹党卫军}} - 0.3$	—	V 女儿	V
VAIO	模拟输入偏移电压	—	—	20	毫伏
VH	模拟比较器滞后 <sup>1</sup> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CR0[HYSTCTR] = 00</li> <li>• CR0[HYSTCTR] = 01</li> <li>• CR0[HYSTCTR] = 10</li> <li>• CR0[HYSTCTR] = 11</li> </ul>	— — — —	5 10 20 30	— — — —	mV mV mV mV
VCMP 哦	产量高	$V_{\text{女儿}} - 0.5$	—	—	V
VCMPOI	输出低	—	—	0.5	V

表格在下一页继续...

表 36。比较器和 6 位 DAC 电气规格 (续)

标志	描述	分钟。	类型。	最大。	单位
----	----	-----	-----	-----	----

字母 T 国土安全部	传播延迟, 高速模式 (EN=1, PMODE=1)	20	50	200	Ns
字母 TdLS	传播延迟, 低速模式 (EN=1, PMODE=0)	80	250	600	Ns
	模拟比较器初始化延迟 <sup>2</sup>	—	—	40	微秒
我 DAC6b	6 位 DAC 电流加号 (启用)	—	7	—	微亚
INL	6 位 DAC 积分非线性	-0.5	—	0.5	LSB <sup>3</sup>
DNL	6 位 DAC 差分非线性	-0.3	—	0.3	LSB

- 典型的滞后测量的输入电压范围限制为 0.6 到  $V_{\text{女儿}} - 0.6 \text{ V}$ 。
- 比较器初始化延迟被定义为软件写入更改控制输入之间的时间 (写入到 CMP\_DACCR[DACEN], CMP\_DACCR[VRSEL], CMP\_DACCR[VOSEL], CMP\_MUXCR[PSEL], 以及 CMP\_MUXCR[MSEL]) 和比较器输出稳定到稳定水平。3.1 LSB =  $V_{\text{参考}}/64$

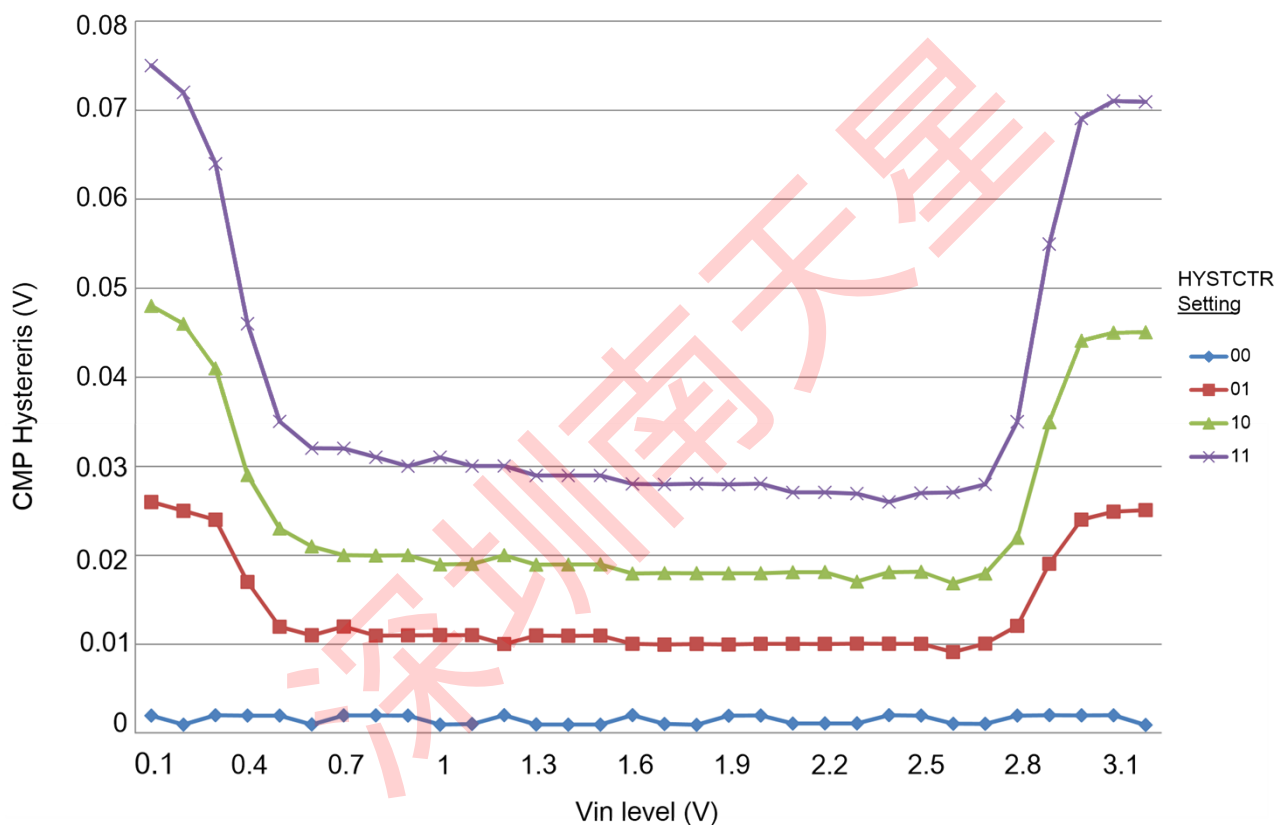


图 13。典型的滞后与 Vin 水平 (VDD = 3.3 V, PMODE = 0)

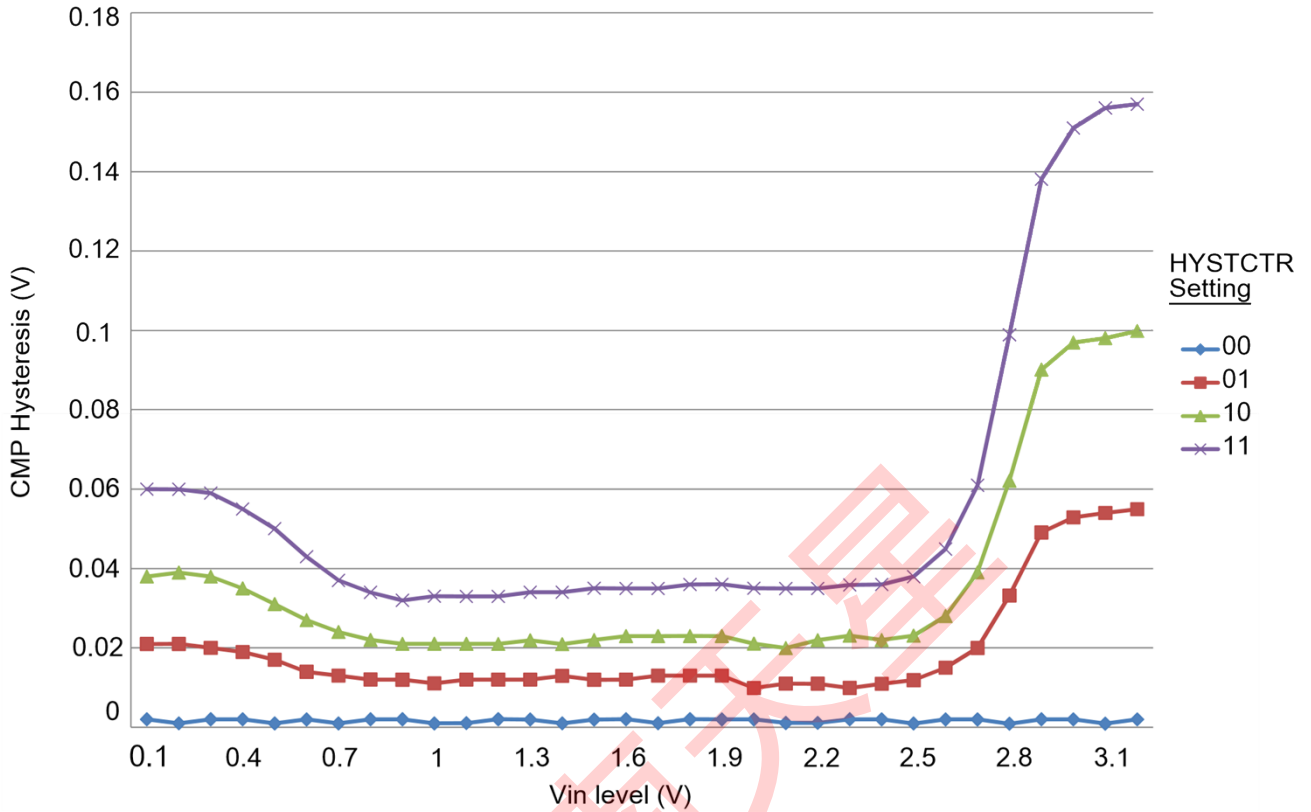


图 14。典型的滞后与 Vin 水平 (VDD = 3.3 V, PMODE = 1)

## 6.5.7 计时器

看见一般开关规格。

## 6.5.8 通信接口

### 6.5.8.1 CAN 切换规格

看见一般开关规格。

### 6.5.8.2 DSPI 开关规格（有限电压范围）

DMA 串行外围接口（DSPI）提供具有主从操作的同步串行总线。许多传输属性是可编程的。下表提供了经典 SPI 定时模式的 DSPI 定时特性。查看 DSPI 参考手册一章，了解用于与较慢的外围设备通信的修改传输格式的信息。

表 37. 主模式 DSPI 定时（有限电压范围）

全国矿工联盟	描述	分钟。	最大。	单位	笔记
	工作电压	2.7	3.6	V	
	操作频率	—	12	兆赫	
DS1	DSPI_SCK 输出周期时间	$2 \times t_{公共汽车}$	—	Ns	
DS2	DSPI_SCK 输出高/低时间	$(T_{SCK}/2) - 2$	$(T_{SCK}/2) + 2$	Ns	
DS3	DSPI_PCS 第十四个英文字母对 DSPI_SCK 延迟有效	$(T_{公共汽车} \times 2) - 2$	—	Ns	1
DS4	DSPI_SCK 到 DSPI_PCS 第十四个英文字母无效延迟	$(T_{公共汽车} \times 2) - 2$	—	Ns	2
DS5	DSPI_SCK 到 DSPI_SOUT 有效	—	8.5	Ns	
DS6	DSPI_SCK 到 DSPI_SOUT 无效	-2	—	Ns	
DS7	DSPI_SIN 到 DSPI_SCK 输入设置	16.2	—	Ns	
DS8	DSPI_SCK 到 DSPI_SIN 输入保持	0	—	Ns	

1. 延迟可以在 SPIx\_CTARn[PCSSCK]和 SPIx\_CTARn[CSSCK]中编程。
2. 延迟可以在 SPIx\_CTARn[PASC]和 SPIx\_CTARn[ASC]中编程。

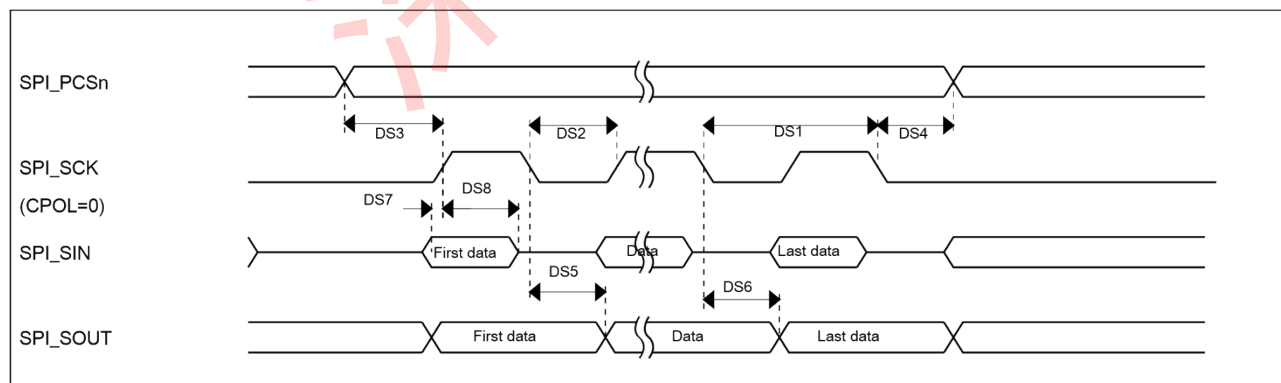


图 15。DSPI 经典 SPI 定时-主模式表 38。从属模式 DSPI 定时（有限电压范围）

全国矿工联盟	描述	分钟。	最大。	单位
	工作电压	2.7	3.6	V
	操作频率		6	兆赫

表格在下一页继续...

表 38。从模式 DSPI 定时（有限电压范围）（续）

全国矿工联盟	描述	分钟。	最大。	单位
DS9	DSPI_SCK 输入周期时间	4 x t 公共汽车	—	Ns
DS10	DSPI_SCK 输入高/低时间	$(T_{SCK}/2) - 2$	$(T_{SCK}/2) + 2$	Ns
DS11	DSPI_SCK 到 DSPI_SOUT 有效	—	21.4	Ns
DS12	DSPI_SCK 到 DSPI_SOUT 无效	0	—	Ns
DS13	DSPI_SIN 到 DSPI_SCK 输入设置	2.6	—	Ns
DS14	DSPI_SCK 到 DSPI_SIN 输入保持	7.0	—	Ns
DS15	DSPI_SS 活动到 DSPI_SOUT 驱动	—	14	Ns
DS16	DSPI_SS 不活动到 DSPI_SOUT 未驱动	—	14	Ns

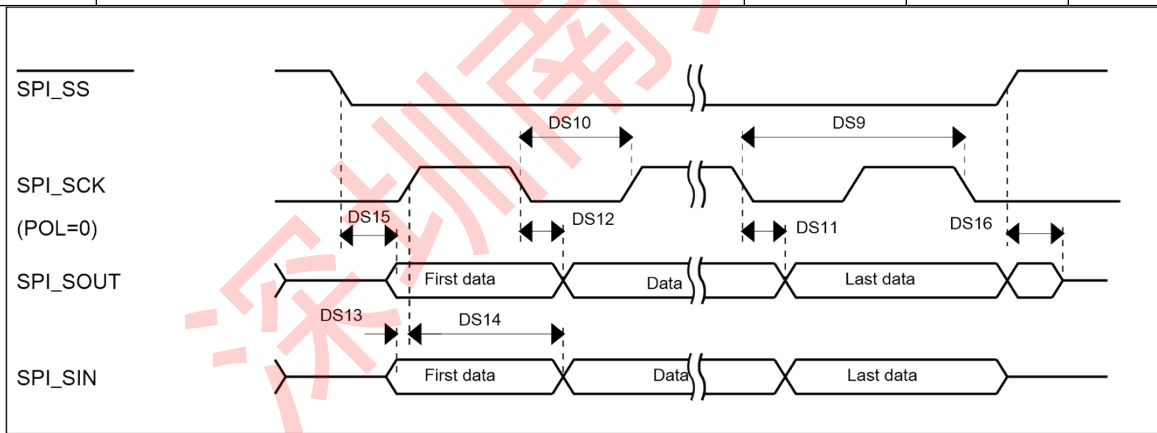


图 16。DSPI 经典 SPI 定时-从模式

### 6.5.8.3 DSPI 开关规格（全电压范围）

DMA 串行外围接口（DSPI）提供具有主从操作的同步串行总线。许多传输属性是可编程的。下表提供了经典 SPI 定时模式的 DSPI 定时特性。查看 DSPI 参考手册一章，了解用于与较慢的外围设备通信的修改传输格式的信息。

表 39。主模式 DSPI 定时 (全电压范围)

全国矿工联盟	描述	分钟。	最大。	单位	笔记
	工作电压	1.71	3.6	V	1
	操作频率	—	12	兆赫	
DS1	DSPI_SCK 输出周期时间	2 x t 公共汽车	—	Ns	
DS2	DSPI_SCK 输出高/低时间	$(T_{SCK/2}) - 4$	$(T_{SCK/2}) + 4$	Ns	

表格在下一页继续...

深圳南天星

表 39。主模式 DSPI 定时 (全电压范围) (续)

全国矿工联盟	描述	分钟。	最大。	单位	笔记
DS3	DSPI_PCS 第十四个英文字母对 DSPI_SCK 延迟有效	$(T_{\text{公共汽车}} \times 2) - 4$	—	Ns	2
DS4	DSPI_SCK 到 DSPI_PCS 第十四个英文字母无效延迟	$(T_{\text{公共汽车}} \times 2) - 4$	—	Ns	3
DS5	DSPI_SCK 到 DSPI_SOUT 有效	—	10	Ns	
DS6	DSPI_SCK 到 DSPI_SOUT 无效	-1.2	—	Ns	
DS7	DSPI_SIN 到 DSPI_SCK 输入设置	23.3	—	Ns	
DS8	DSPI_SCK 到 DSPI_SIN 输入保持	0	—	Ns	

1. DSPI 模块可以在处理器的整个工作电压上运行, 但要在整个电压范围内运行, 最大工作频率会降低。
2. 延迟可以在 SPIx\_CTARn[PCSSCK]和 SPIx\_CTARn[CSSCK]中编程。
3. 延迟可以在 SPIx\_CTARn[PASC]和 SPIx\_CTARn[ASC]中编程。

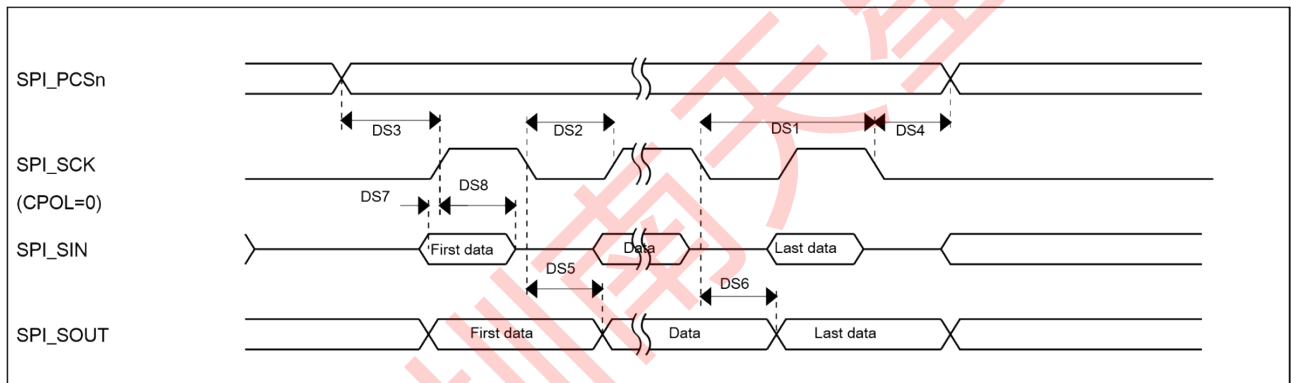


图 17。DSPI 经典 SPI 计时-主模式表 40。从属模式 DSPI 定时 (全电压范围)

全国矿工联盟	描述	分钟。	最大。	单位
	工作电压	1.71	3.6	V
	操作频率	—	6	兆赫
DS9	DSPI_SCK 输入周期时间	$4 \times t_{\text{公共汽车}}$	—	Ns
DS10	DSPI_SCK 输入高/低时间	$(T_{\text{SCK}/2}) - 4$	$(T_{\text{SCK}/2}) + 4$	Ns
DS11	DSPI_SCK 到 DSPI_SOUT 有效	—	29.1	Ns
DS12	DSPI_SCK 到 DSPI_SOUT 无效	0	—	Ns
DS13	DSPI_SIN 到 DSPI_SCK 输入设置	3.2	—	Ns
DS14	DSPI_SCK 到 DSPI_SIN 输入保持	7.0	—	Ns
DS15	DSPI_SS 活动到 DSPI_SOUT 驱动	—	25	Ns
DS16	DSPI_SS 不活动到 DSPI_SOUT 未驱动	—	25	Ns

KW39/38/37 电气特性

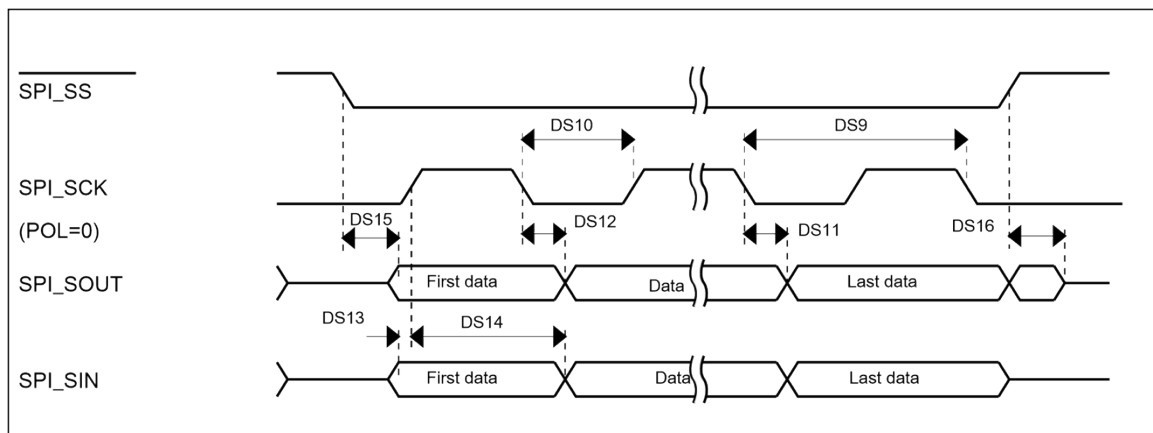


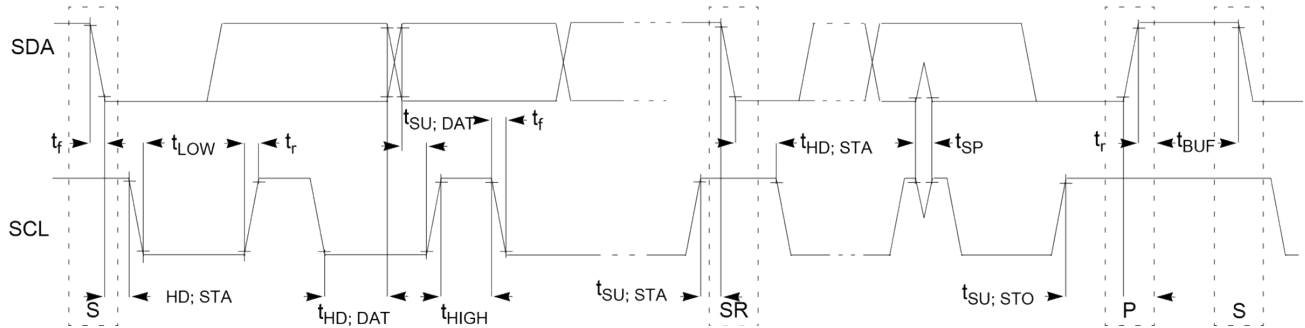
图 18. DSPI 经典 SPI 定时-从模式

#### 6.5.8.4 集成电路接口 (I<sup>2</sup>C) 时间表 41. 我<sup>2</sup>C 计时

特征	标志	标准模式		快速模式		单位
		最小值	最大程度	最小值	最大程度	
SCL 时钟频率	第六个罗马字母 SCL	0	100	0	400	千赫
保留时间 (重复) 开始条件。这段时间过后, 会产生第一个时钟脉冲。	字母 T <sub>高</sub> 清; STA	4	—	0.6	—	Ms
SCL 时钟的低周期	字母 T <sub>低</sub>	4.7	—	1.3	—	Ms
SCL 时钟的高周期	字母 T <sub>高中</sub>	4	—	0.6	—	Ms
重复 START 条件的设置时间	字母 T <sub>苏</sub> ; STA	4.7	—	0.6	—	Ms
I 的数据保留时间 <sup>2</sup> C 总线设备	字母 T <sub>高</sub> 清; DAT	0 <sup>1</sup>	3.45 <sup>2</sup>	0 <sup>3</sup>	0.9 <sup>1</sup>	Ms
数据设置时间	字母 T <sub>苏</sub> ; DAT	250 <sup>4</sup>	—	100 <sup>2, 5</sup>	—	Ns
SDA 和 SCL 信号的上升时间	字母 T <sub>字母 R</sub>	—	1000	20 + 0.1C <sub>字</sub> 母 b <sup>5, 6</sup>	300	Ns
SDA 和 SCL 信号的下降时间	字母 T <sub>第六个罗马字母</sub>	—	300	20 + 0.1C <sub>字</sub> 母 b <sup>5, 6</sup>	300	Ns
STOP 条件的设置时间	字母 T <sub>苏</sub> ; STO	4	—	0.6	—	Ms
STOP 和 START 条件之间的巴士空闲时间	字母 T <sub>BUF</sub>	4.7	—	1.3	—	Ms
必须被输入滤波器抑制的尖峰的脉冲宽度	字母 T <sub>SP</sub>	不适用的	不适用的	0	50	Ns

1. 主模式 I<sup>2</sup>C 与 SCL 的下降边缘同时断开地址字节的 ACK。如果没有从属器承认此地址字节, 则可能会导致负保留时间, 具体取决于 SDA 和 SCL 行的边缘速率。
2. 最大 t<sub>高</sub>; 只有当设备不延长 LOW 周期时, 才能满足 DAT (t<sub>低</sub>) 的 SCL 信号。
3. 输入信号 Slew = 10 ns, 输出负载 = 50 pF。

4. 如果 TX FIFO 为空，则从属发射器模式下的设置时间为 1 个 IP 总线时钟周期。
5. 快速模式 I<sup>2</sup>C 总线设备可以在标准模式 I 中使用 I<sup>2</sup>C 总线系统，但要求  $t_{SU; DAT}$  然后必须满足  $\geq 250$  ns。如果设备没有延长 SCL 信号的低周期，则自动出现这种情况。如果这样的设备确实拉伸了 SCL 信号的 LOW 周期，那么它必须将下一个数据位输出到 SDA 线  $t_{Rmax} + t_{SU; DAT} = 1000 + 250 = 1250$  ns（根据标准模式 I<sup>2</sup>C 总线规范）在 SCL 线路发布之前。
6.  $C_b$  = total capacitance of the one bus line in pF.

图 19。I 上快速和标准模式设备的定时定义 I<sup>2</sup>C 巴士

### 6.5.8.5 LPUART

看见一般开关规格。

## 6.5.9 人机接口 (HMI)

### 6.5.9.1 GPIO

PTC0/1/2/3 的最大输入电压为  $VDD+0.3V$ 。有关 GPIO 规范的其余部分，请参阅一般开关规格。

## 6.6 DC-DC 转换器操作要求

表 42。DC-DC 转换器工作条件

特征	标志	分钟	类型	麦克斯	单位
旁路模式电源电压（射频和模拟）	$VDD_{RF1}$ , $VDD_{RF2}$ , $VDD_{RF3}$ , $VDD_{1P5}$	1.425	—	3.6	Vdc
旁路模式电源电压（数字）	$VDD$ 英语字母中的 第二十四字母， $VDCDC\_IN$ , $VDD$ 罗马字母的第一个字母	1.71	—	3.6	Vdc
降压模式电源电压 <sup>1, 2</sup>	$VDCDC\_IN$	2.1	—	3.6	Vdc

DC-DC 电感器					
价值		—	10	—	微赫

表格在下一页继续...

## KW39/38/37 电气特性

表 42. DC-DC 转换器运行条件 (续)

特征	标志	分钟	类型	麦克斯	单位
红细胞沉降率		—	<0.2	<0.5	为女王/ 国王陛下 效劳

- 在降压模式下，DC-DC 转换器至少需要 2.1V 才能启动，DC-DC 转换器稳定后，电源可以下降到 1.8V。
- 在巴克模式下，DC-DC 转换器在 VDD\_1P8OUT 时产生 1.8V，在 VDD\_1P5OUT\_PMCIN 引脚时产生 1.5V。  
VDD\_1P8OUT 应该供应给 VDD<sub>1</sub>，VDD<sub>2</sub> 和 VDD 罗马字母的第一个字母。VDD\_1P5OUT\_PMCIN 应供应给 VDD\_RF<sub>1</sub> 和 VDD\_RF<sub>2</sub>。VDD\_RF<sub>3</sub> 可以提供 1.5V 或 1.8V。

表 43. DC-DC 转换器规格

特点	情景	标志	分钟	类型	麦克斯	单位
DC-DC 转换器输出功率 (总功率输出 1p8V 和 1p5V)	V <sub>DCDC_IN</sub> 超过 2.7 V	Pdcdc_out1	—	—	195 <sup>1</sup>	兆瓦特
	V <sub>DCDC_IN</sub> 低于 2.7 V	Pdcdc_out2	—	—	140 <sup>1</sup>	兆瓦特
开关频率 <sup>2</sup>		DCDC_FREQ	—	2	—	兆赫
半 FET 阈值		I_half_FET	—	5	—	妈
双 FET 阈值		I_double_FET	—	40	—	妈
巴克模式						
DC-DC 转换效率		DCDC_EFF_buck	—	90%	—	—
1.8 V 输出电压		VDD_1P8_buck	1.71	—	分钟 (VDCDC_IN_buck, 3.5) <sup>3, 4</sup>	Vdc
1.8 V 输出电流 <sup>5, 6</sup>	VDD_1P8 = 3.0 V 1.5 V ≤ VDC_1P5 ≤ 1.7 V V <sub>DCDC_IN</sub> = 3.1 V	IDD_1P8_buck1	—	—	39	妈
	VDD_1P8 = 2.65 V 1.5 V ≤ VDC_1P5 ≤ 1.7 V V <sub>DCDC_IN</sub> = 2.7 V	IDD_1P8_buck2	—	—	45	妈

	VDD_1P8 = 1.8 V 1.5 V ≤ VDC_1P5 ≤ 1.7 V V <sub>DCDC_IN</sub> = 2.1 V	IDD_1P8_buck3	—	—	35	妈
1.5 V 输出电压	被收音机消耗	VDD_1P5_buck	1.5	— <sup>7</sup>	1.8	V <sub>dc</sub>
1.5 V 输出电流 <sup>5, 8</sup>		IDD_1P5_buck	—	—	45	妈
DC-DC 过渡操作行为	LSS → 跑步	t_DCDCbuck_LSS → 联合国	—	50	—	微秒
DC-DC 开机时间		字母 T <sub>DCDC_ON</sub>	—	2.2 <sup>9</sup>	—	女士
增加电压的 DC-DC 固定时间		字母 T <sub>DCDC_SETTLE_buck</sub>	—	3.11	—	毫 秒 /V

表格在下一页继续...

表 43. DC-DC 转换器规格 (续)

特点	情景	标志	分钟	类型	麦克斯	单位
降低电压的 DC-DC 结算时间	C = 连接到 DC 的电 容- 直流 V1P8 输出导 轨。  V1 = DC-DC 的初始 输出电压  V2 = DC-DC 的最终 输出电压  I2 = 以安培表示的 DC-DC 输出的负载。	字母 T <sub>DCDC_SETTLE_buck</sub>	—	(C* (V1- V2) / I2	—	罗马 字母的 第十 九个

1. 这是稳态直流输出功率。来自外部设备的过量瞬态电流负载将导致 1P8V 和 1P5 输出电压暂时不受调节。
2. 这是在 LN 和 LP 引脚上观察到的频率。
3. 电压输出电平可以通过在 DCDC\_REG3 中编程 DCDC\_VDD1P8CTRL\_TRG 字段来控制。
4. 在巴克模式下，最大 VDD\_1P8 输出是 VDCDC\_IN\_BUCK 减去 50 mV 或 3.5 V 的最小值。例如，如果 VDCDC\_IN = 2.1 V，最大 VDD\_1P8 为 2.05 V。如果 VDCDC\_IN = 3.6 V，最大 VDD\_1P8 为 3.5 V。
5. 降压模式下的输出电流规格表示 DC-DC 转换器可以提供的最大电流。不排除 KW39/38/37 无线电和 MCU 块电流消耗。当 V 时，DC-DC 转换器的最大输出功率为 140 mW<sub>DCDC\_IN</sub> 当 V 时低于 2.7V 和 195 mW<sub>DCDC\_IN</sub> 高于 2.7V。外部设备的可用电源电流取决于 KW39/38/37 内部外围设备消耗的能源。
6. 在低功耗模式（脉冲模式）下使用 DC-DC 时，电流负载必须小于 1 mA。
7. 用户需要在 DCDC\_REG3 寄存器中编程 DCDC\_VDD1P5CTRL\_TRG\_BUCK 字段，以确保最坏情况下最低 1.5V 可用为 VDD\_1P5\_buck。VDD\_1P5 的编程不得高于 VDD\_1P8。
8. 1.5 V 旨在为 KW39/38/37 供电。它不是为外部设备供电而设计的。
9. 开机时间从应用电源（到 DCDC\_IN）到设置 DCDC\_REG0[DCDC\_STS\_DC\_OK]位。代码执行可以在设置 DCDC\_REG0[DCDC\_STS\_DC\_OK]位之前开始。在位设置之前，不能保证完整的设备规格。

## 6.7 评级

### 6.7.1 热处理等级

表 44。热处理等级

标志	描述	分钟。	最大。	单位	笔记
字母 TSTG	储存温度	-55	150	°C	1
字母 TSDR	焊接温度, 无铅	—	260	°C	2

1. 根据 JEDEC 标准 JESD22-A103 确定, 高温存储寿命。
2. 根据 IPC/JEDEC 标准 J-STD-020 确定, 非密封固态表面贴装设备的水分/回流灵敏度分类。

深圳南天星

## 6.7.2 水分处理评级

表 45. 水分处理评级

标志	描述	分钟。	最大。	单位	笔记
MSL	水分敏感度	—	3	—	1

1. 根据 IPC/JEDEC 标准 J-STD-020 确定，非密封固态表面贴装设备的水分/回流灵敏度分类。

## 6.7.3 ESD 处理评级

表 46. ESD 处理评级

标志	描述	分钟。	最大。	单位	笔记
VHBM	静电放电电压，人体模型	-2000	+2000	V	1
VCDM	静电放电电压，带电设备模型				2
	除角落别针外，所有别针	-500	500	V	
	仅限角别针	-750	750	V	
我 LAT	环境温度为 105°C 的闩锁电流	-100	+100	妈	3

1. 根据 JEDEC 标准 JS001 确定，静电放电 (ESD) 灵敏度测试人体模型 (HBM)。
2. 根据 JEDEC 标准 JS002 确定，微电子元件静电放电耐阈值的现场感应带电设备模型测试方法。
3. 根据 JEDEC 标准 JESD78 确定，IC 闩锁测试。

## 6.7.4 电压和电流工作额定值

表 47. 电压和电流工作额定值

标志	描述	分钟。	最大。	单位
V 女儿	数字电源电压	-0.3	3.8	V
我女儿	数字供应电流	—	120	妈
V 木星的第一卫星	IO 引脚输入电压	-0.3	V 女儿 + 0.3	V
我 D	瞬时最大当前单引脚限制 (适用于所有端口引脚)	-25	25	妈
VDDA	模拟电源电压	V 女儿 - 0.3	V 女儿 + 0.3	V
VIO_DCDC	DC-DC 电压域中的 IO 引脚 (DCDC_CFG 和 PSWITCH)	GND	VDCDC	V

## 7 引脚图和引脚分配

引脚图和引脚分配

## 7.1 KW39/37 信号多路复用和引脚分配

下表显示了每个引脚上的可用信号，以及这些引脚在本文档支持的设备上的位置。端口控制和中断模块用于选择每个 GPIO 引脚的功能。ALT0 保留给一些 GPIO 引脚上的模拟功能。ALT1 – ALT9 分配给每个 GPIO 引脚上的可用数字功能。默认为“禁用”的 GPIO 引脚在重置后具有高阻抗-其输入和输出缓冲区被禁用。

48 "Wet table" HVQ FN	大头针名称	默认选项	ALT0	ALT1	ALT2	ALT3	ALT4	ALT5	ALT6	ALT7
1	PTA0	SWD_DIO		PTA0/ RF_活动	SPI0_PCS1			TPM1_CH0		SWD_DIO
2	PTA1	SWD_CLK		PTA1/ RF_ 地位	SPI1_PCS0			TPM1_CH1		SWD_CLK
3	PTA2	重置_b		PTA2				TPM0_CH3		重置_b
4	PTA16	有残疾的		PTA16/ LLWU_P4	SPI1_SOUT			TPM0_CH0		
5	PTA17	有残疾的		PTA17/ LLWU_P5	SPI1_SIN			TPM_ CLKIN1		
6	PTA18	有残疾的		PTA18/ LLWU_P6	SPI1_SCK			TPM2_CH0		
7	PTA19	ADC0_SE5	ADC0_SE5	PTA19/ LLWU_P7	SPI1_PCS0			TPM2_CH1		
8	PSWITCH	PSWITCH	PSWITCH							
9	DCDC_ CFG/ VDCDC_IN	DCDC_ CFG/ VDCDC_IN	DCDC_ CFG/ VDCDC_IN							
10	DCDC_LP	DCDC_LP	DCDC_LP							
11	DCDC_GND	DCDC_GND	DCDC_GND							
12	DCDC_LN	DCDC_LN	DCDC_LN							
13	VDD_ 1P8OUT	VDD_ 1P8OUT	VDD_ 1P8OUT							
14	DCDC_LN	DCDC_LN	DCDC_LN							
15	VDD_ 1P5OUT_ PM CIN	VDD_ 1P5OUT_ PM CIN	VDD_ 1P5OUT_ PM CIN							

16	PTB0	有残疾的		PTB0/ LLWU_P8/ RF_ RFOSC_EN		I2C0_SCL	CMP0_OUT	TPM0_CH1		CLKOUT
----	------	------	--	--------------------------------------	--	----------	----------	----------	--	--------

48 "We tt able " HV Q FN	大头针名称	默认选项	ALT0	ALT1	ALT2	ALT3	ALT4	ALT5	ALT6	ALT7	ALT8	ALT9
17	PTB1	ADC0_S E1/ CMP0_IN 5	ADC0_S E1/ CMP0_IN 5	PTB1/ RF_ 优先地位	DTM_ RX	I2C0_SD A	LPTMR0 _ALT1	TPM0_C H2		CMT_I RO		
18	PTB2	ADC0_S E3/ CMP0_IN 3	ADC0_S E3/ CMP0_IN 3	PTB2/ RF_非_ 允许/ LLWU_P 9		DTM_TX	TPM0_C H0	TPM1_C H0			TPM2_C H0	
19	PTB3	ADC0_S E2/ CMP0_IN 4	ADC0_S E2/ CMP0_IN 4	PTB3/ ERCLK32 K/ RF_活动		TPM0_C H1	CLKOUT	TPM1_C H1		RTC_ CLKOU T	TPM2_C H1	
20	VDD_0	VDD_0	VDD_0									
21	PTB16	EXTAL32 K	EXTAL32 K	PTB16		I2C1_SC L		TPM2_C H0				
22	PTB17	XTAL32K	XTAL32K	PTB17		I2C1_SD A		TPM2_C H1				
23	PTB18	NMI_b	ADC0_S E4/ CMP0_IN 2	PTB18		I2C1_SC L	TPM_CL KIN0	TPM0_C H0		NMI_b		
24	ADC0_D P0	ADC0_D P0/ CMP0_IN 0	ADC0_D P0/ CMP0_IN 0									
25	ADC0_D M0	ADC0_D M0/ CMP0_IN 1	ADC0_D M0/ CMP0_IN 1									
26	VREFL/V SSA	VREFL/V SSA	VREFL/V SSA									
27	VREFH/ VREF_O UT	VREFH/ VREF_O UT	VREFH/ VREF_O UT									
28	VDDA	VDDA	VDDA									
29	XTAL_O UT	XTAL_O UT	XTAL_O UT									

### Pin Diagrams and Pin Assignments

30	极端的	极端的	极端的									
31	XTAL	XTAL	XTAL									
32	VDD_RF3	VDD_RF3	VDD_RF3									
33	蚂蚁	蚂蚁	蚂蚁									
34	甘特	甘特	甘特									
35	VDD_RF2	VDD_RF2	VDD_RF2									
36	VDD_RF1	VDD_RF1	VDD_RF1									
37	PTC1	有残疾的		PTC1/ RF_早期_警告	ANT_B	I2C0_SDA	LPUART0_RTS_b	TPM0_CH2			SPI1_SCK	
38	PTC2	有残疾的		PTC2/ LLWU_P10	德克萨斯州_开关	I2C1_SCL	LPUART0_RX	CMT_IRO	DTM_RX		SPI1_SOUT	
39	PTC3	有残疾的		PTC3/ LLWU_P11	RX_开关	I2C1_SDA	LPUART0_TX	TPM0_CH1	DTM_TX		SPI1_SIN	
40	PTC4	有残疾的		PTC4/ LLWU_P12/ RF_活动	ANT_A	EXTRG_IN	LPUART0_CTS_b	TPM1_CH0	I2C0_SCL		SPI1_PCS0	

引脚图和引脚分配

48 "Wettable" HVQFN	大头针名称	默认选项	ALTO	ALT1	ALT2	ALT3	ALT4	ALT5	ALT6	ALT7	ALT8	ALT9
41	PTC5	有残疾的		PTC5/ LLWU_P13/ RF_非_允许/ RF_优先地位		LPTMR0_ALT2	LPUART0_RTS_b	TPM1_CH1				
42	PTC6	有残疾的		PTC6/ LLWU_P14/ RF_RFOSC_EN		I2C1_SCL	LPUART0_RX	TPM2_CH0				
43	PTC7	有残疾的		PTC7/ LLWU_P15	SPI0_PCS2	I2C1_SDA	LPUART0_TX	TPM2_CH1				
44	VDD_1	VDD_1	VDD_1									
45	PTC16	有残疾的		PTC16/ LLWU_P0/ RF_地位	SPI0_SCK	I2C0_SDA	LPUART0_RTS_b	TPM0_CH3				

46	PTC17	有残疾的		PTC17/ LLWU_P1/ RF_EXT_ OSC_EN	SPI0_SOUT	I2C1_SCL	LPUART0 _RX				DTM_RX	
47	PTC18	有残疾的		PTC18/ LLWU_P2	SPI0_SIN	I2C1_SDA	LPUART0 _TX				DTM_TX	
48	PTC19	有残疾的		PTC19/ LLWU_P3/ RF_早期_ 警告	SPI0_PCS0	I2C0_SCL	LPUART0 _CTS_b					
49	地面	NA										

## 7.2 KW38 信号多路复用和引脚分配

下表显示了每个引脚上的可用信号，以及这些引脚在本文档支持的设备上的位置。端口控制和中断模块用于选择每个 GPIO 引脚的功能。ALT0 保留给一些 GPIO 引脚上的模拟功能。ALT1 – ALT9 分配给每个 GPIO 引脚上的可用数字功能。默认为“禁用”的 GPIO 引脚在重置后具有高阻抗-其输入和输出缓冲区被禁用。

48 "We tt abl e" HV Q FN	大头针名称	默认选项	ALT0	ALT1	ALT2	ALT3	ALT4	ALT5	ALT6	ALT7	ALT8	ALT9
1	PTA0	SWD_DIO		PTA0/ RF_活动	SPI0_PCS1			TPM1_C H0		SWD_D IO		
2	PTA1	SWD_CLK		PTA1/ RF_状态	SPI1_PCS0			TPM1_C H1		SWD_C LK		
3	PTA2	重置_b		PTA2				TPM0_C H3		重置_b		
4	PTA16	有残疾的		PTA16/ LLWU_P 4	SPI1_SO UT	LPUART 1_RTS_ b		TPM0_C H0				
5	PTA17	有残疾的		PTA17/ LLWU_P 5	SPI1_SI N	LPUART 1_RX	CAN0_T X	TPM_ CLKIN1				
6	PTA18	有残疾的		PTA18/ LLWU_P 6	SPI1_SC K	LPUART 1_TX	CAN0_R X	TPM2_C H0				
7	PTA19	ADC0_S E5	ADC0_S E5	PTA19/ LLWU_P 7	SPI1_PCS0	LPUART 1_ CTS_b		TPM2_C H1				
8	PSWITCH	PSWITCH	PSWITCH									

### Pin Diagrams and Pin Assignments

9	DCDC_C FG/ VDCDC_I N	DCDC_C FG/ VDCDC_I N	DCDC_C FG/ VDCDC_I N									
10	DCDC_L P	DCDC_L P	DCDC_L P									
11	DCDC_G ND	DCDC_G ND	DCDC_G ND									
12	DCDC_L N	DCDC_L N	DCDC_L N									
13	VDD_ 1P8OUT	VDD_ 1P8OUT	VDD_ 1P8OUT									
14	DCDC_L N	DCDC_L N	DCDC_L N									
15	VDD_ 1P5OUT_ PMCIN	VDD_ 1P5OUT_ PMCIN	VDD_ 1P5OUT_ PMCIN									
16	PTB0	有残疾的		PTB0/ LLWU_P 8/ RF_ RFOSC_ EN		I2C0_S CL	CMP0_O UT	TPM0_C H1		CLKOU T	CAN0_T X	
17	PTB1	ADC0_S E1/ CMP0_IN 5	ADC0_S E1/ CMP0_IN 5	PTB1/ RF_ 优先地位	DTM_RX	I2C0_S DA	LPTMR0 _ALT1	TPM0_C H2		CMT_I RO	CAN0_R X	
18	PTB2	ADC0_S E3/ CMP0_IN 3	ADC0_S E3/ CMP0_IN 3	PTB2/ RF_非_ 允许/ LLWU_P 9		DTM_T X	TPM0_C H0	TPM1_C H0			TPM2_C H0	
19	PTB3	ADC0_S E2/ CMP0_IN 4	ADC0_S E2/ CMP0_IN 4	PTB3/ ERCLK3 2K/ RF_活动	LPUART 1_RTS_ b	TPM0_C H1	CLKOUT	TPM1_C H1		RTC_ CLKOU T	TPM2_C H1	
20	VDD_0	VDD_0	VDD_0									
21	PTB16	EXTAL32 K	EXTAL32 K	PTB16	LPUART 1_RX	I2C1_S CL		TPM2_C H0				
22	PTB17	XTAL32K	XTAL32K	PTB17	LPUART 1_TX	I2C1_S DA		TPM2_C H1				

48 "Wet table" HVQ FN	大头针名称	默认选项	ALT0	ALT1	ALT2	ALT3	ALT4	ALT5	ALT 6	ALT7
23	PTB18	NMI_b	ADC0_SE4/ CMP0_IN2	PTB18	LPUART1_ CTS_b	I2C1_SCL	TPM_CLKI N0	TPM0_CH0		NMI_b
24	ADC0_DP0	ADC0_DP0/ CMP0_IN0	ADC0_DP0/ CMP0_IN0							
25	ADC0_DM0	ADC0_DM0/ CMP0_IN1	ADC0_DM0/ CMP0_IN1							
26	VREFL/VS SA	VREFL/VSS A	VREFL/VSS A							
27	VREFH/ VREF_OUT	VREFH/ VREF_OUT	VREFH/ VREF_OUT							
28	VDDA	VDDA	VDDA							
29	XTAL_OUT	XTAL_OUT	XTAL_OUT							
30	极端的	极端的	极端的							
31	XTAL	XTAL	XTAL							
32	VDD_RF3	VDD_RF3	VDD_RF3							
33	蚂蚁	蚂蚁	蚂蚁							
34	甘特	甘特	甘特							
35	VDD_RF2	VDD_RF2	VDD_RF2							
36	VDD_RF1	VDD_RF1	VDD_RF1							
37	PTC1	有残疾的		PTC1/ RF_早期_ 警告	ANT_B	I2C0_SDA	LPUART0 _RTS_b	TPM0_CH2		
38	PTC2	有残疾的		PTC2/ LLWU_P10	TX_SWITCH	I2C1_SCL	LPUART0 _RX	CMT_IRO		DTM_RX
39	PTC3	有残疾的		PTC3/ LLWU_P11	RX_ 开关	I2C1_SDA	LPUART0 _TX	TPM0_CH1		DTM_TX
40	PTC4	有残疾的		PTC4/ LLWU_P12/ RF_活动	ANT_A	EXTRG_IN	LPUART0 _CTS_b	TPM1_CH0		I2C0_SC

## Pin Diagrams and Pin Assignments

41	PTC5	有残疾的		PTC5/ LLWU_P13/ RF_非_ 允许/ RF_ 优先地位		LPTMR0_ ALT2	LPUART0 _RTS_b	TPM1_CH1		
42	PTC6	有残疾的		PTC6/ LLWU_P14/ RF_ RFOSC_EN		I2C1_SCL	LPUART0 _RX	TPM2_CH0		
43	PTC7	有残疾的		PTC7/ LLWU_P15	SPI0_PCS2	I2C1_SDA	LPUART0 _TX	TPM2_CH1		
44	VDD_1	VDD_1	VDD_1							
<b>48</b> "Wet table" HVQ FN	大头针名称	默认选项	<b>ALT0</b>	<b>ALT1</b>	<b>ALT2</b>	<b>ALT3</b>	<b>ALT4</b>	<b>ALT5</b>	<b>ALT 6</b>	<b>ALT7</b>
45	PTC16	有残疾的		PTC16/ LLWU_P0/ RF_状态	SPI0_SCK	I2C0_SDA	LPUART0 _RTS_b	TPM0_CH3		
46	PTC17	有残疾的		PTC17/ LLWU_P1/ RF_EXT_ OSC_EN	SPI0_SOUT	I2C1_SCL	LPUART0 _RX			DTM_RX
47	PTC18	有残疾的		PTC18/ LLWU_P2	SPI0_SIN	I2C1_SDA	LPUART0 _TX			DTM_TX
48	PTC19	有残疾的		PTC19/ LLWU_P3/ RF_早期_ 警告	SPI0_PCS0	I2C0_SCL	LPUART0 _CTS_b			
49	地面	NA								

### 7.3 KW39/38/37 引脚

KW39/38/37 设备引脚如下图所示。

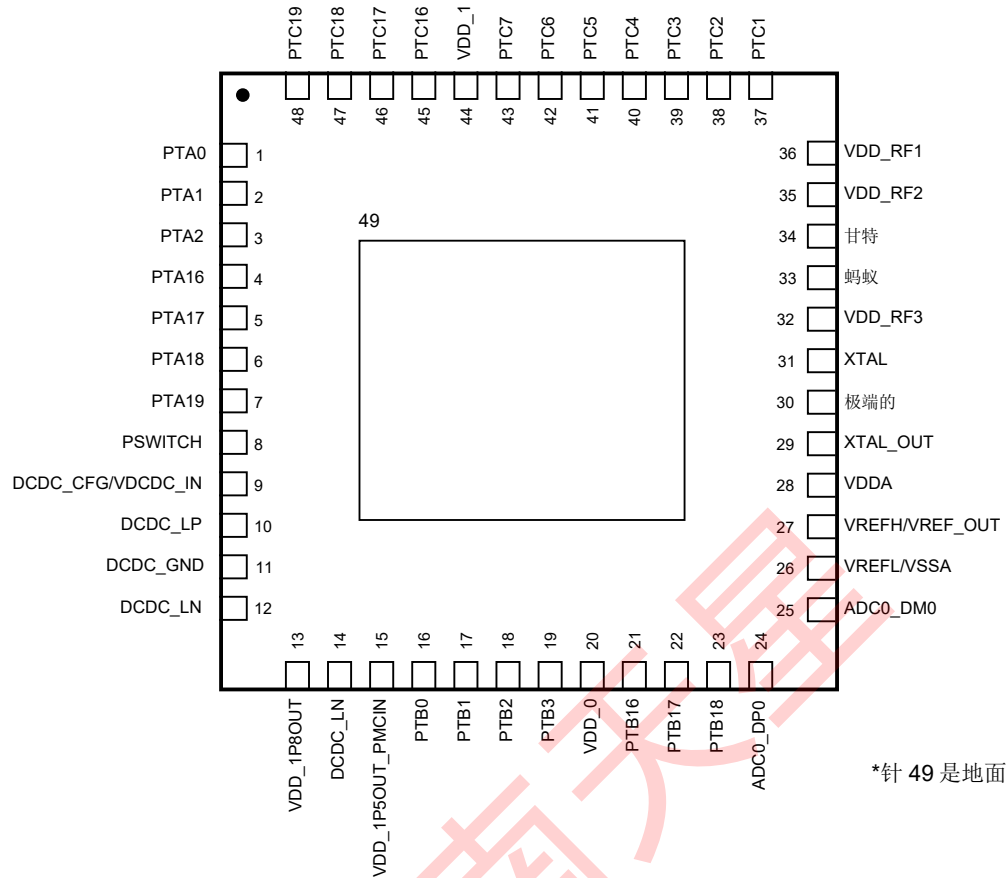


图 20.48 针“可湿”HVQFN 引脚图

## 7.4 模块信号描述表

以下各节将芯片级信号名称与模块一章中使用的信号名称相关联。他们还简要描述了信号功能和方向。

### 7.4.1 核心模块

本节包含描述核心模块信号描述的表格。

表 48. SWD 模块信号描述

SoC 信号名称	模块信号名称	描述	I/O
----------	--------	----	-----

SWD_DIO	SWD_DIO	串行电线调试数据输入/输出 1	I/O
SWD_CLK	SWD_CLK	串行线时钟 2	我

1. 默认情况下在内部调出
2. 默认情况下在内部下拉

## 7.4.2 无线电模块

本节包含描述无线电信号的表格。

表 49. 无线电模块信号描述

模块信号名称	引脚方向	大头针名称	引脚描述
蚂蚁	字母 O	蚂蚁	天线
ANT_A	字母 O	ANT_A	前端模块支持的天线选择 A
ANT_B	字母 O	ANT_B	前端模块支持的天线选择 B
RF_活动	字母 O	RF_活动	在任何无线电事件之前断言的输出，并在事件期间保持断言。
DTM_RX	我	DTM_RX	直接测试模式接收
DTM_TX	字母 O	DTM_TX	直接测试模式传输
甘特	我	甘特	天线接地
RF_状态	字母 O	RF_状态	指示无线电何时处于 Rx 或 Tx 事件的输出；软件也可以直接控制此信号。
RF_优先级	字母 O	RF_优先级	向外部 WiFi 设备指示无线电事件是高优先级的输出，它需要访问 2.4 GHz 天线。
RF_EARLY_警告	字母 O	RF_EARLY_警告	蓝牙 LE LL 生成的信号，可用于唤醒外部传感器，在蓝牙 LE 事件之前进行测量。
RF_不允许	我	RF_不允许	导致内部无线电停止无线电活动的外部信号。
RF_TX_CONF	我	RF_TX_CONF	来自外部无线电的信号，指示 2.4 GHz 天线对内部无线电的可用性。 <b>注意：</b> 这是一个 GPIO，而不是一个专用的 PIN 码。
RX_SWITCH	字母 O	RX_SWITCH	前端模块接收模式信号。
TX_SWITCH	字母 O	TX_SWITCH	前端模块传输模式信号。

表 50. 无线电模块杂项引脚描述

大头针名称	垫方向	大头针名称	引脚描述
-------	-----	-------	------

RF_INT_OSC_EN	我	RF_RFOSC_EN	外部请求打开收音机的内部射频振荡器。
RF_EXT_OSC_EN	字母 O	RF_EXT_OSC_EN	内部请求打开外部振荡器供内部无线电使用。如果使用射频振荡器作为时钟，则请求也可以来自 SoC。

### 7.4.3 系统模块

本节包含描述系统信号的表格。

表 51。系统模块信号描述

SoC 信号名称	模块信号名称	描述	I/O
NMI_b	—	不可屏蔽的中断	我
重置_b	—	重置双向信号	I/O
VDD_[1:0]	VDD	电源	我
地面	VSS	地面	我
VDD_RF[3:1]	VDD_RF	无线电电源	我
VDCDC_IN	VDCDC_IN	VDCDC_IN	我
VDD_1P8OUT	VDD_1P8	DC-DC 1.8 V 调节输出/旁路输入	I/O
VDD_1P5OUT_PMCIN	VDD_1P5/VDD_PMC	DC-DC 1.5 V 调节输出/旁路中的 PMC 输入	I/O
PSWITCH	PSWITCH	DC-DC 启用开关	我
DCDC_CFG	DCDC_CFG	DC-DC 开关模式选择	我
DCDC_LP	DCDC_LP	DC-DC 电感器输入正	I/O
DCDC_LN	DCDC_LN	DC-DC 电感器输入负	I/O
DCDC_GND	DCDC_GND	DC-DC 接地	我

表 52。LLWU 模块信号描述

SoC 信号名称	模块信号名称	描述	I/O
LLWU_P[15:0]	LLWU_P[15:0]	唤醒输入	我

## 7.4.4 时钟模块

本节包含时钟信号描述的表格。

表 53。时钟模块信号描述

SoC 信号名称	模块信号名称	描述	I/O
极端的	极端的	26 MHz/32 MHz 外部时钟/振荡器输入	我
XTAL	XTAL	26 MHz/32 MHz 振荡器输入	我
XTAL_OUT	XTAL_OUT	26 MHz/32 MHz 时钟输出	字母 O
XTAL_OUT_EN	XTAL_OUT_启用	26 MHz/32 MHz 时钟输出启用 XTAL_OUT	我
EXTAL32K	EXTAL32K	32 kHz 外部时钟/振荡器输入	我
XTAL32K	XTAL32K	32 kHz 振荡器输入	我
CLKOUT	CLKOUT	内部时钟监视器	字母 O

## 7.4.5 模拟模块

本节包含模拟信号描述的表格。

表 54。ADC0 信号描述

SoC 信号名称	模块信号名称	描述	I/O
ADC0_DM0	DADM0	ADC 通道 0 差分输入负	我
ADC0_DP0	DADP0	ADC 通道 0 差分输入正	我
ADC0_SE[5:1]	AD[5:1]	ADC 通道 0 单端输入 n	我
VREFH	VREFSH	电压参考选择高	我
VDDA	VDDA	模拟电源	我
VSSA	VSSA	模拟地面	我

表 55。CMP0 信号描述

SoC 信号名称	模块信号名称	描述	I/O
CMP0_IN[5:0]	在[5:0]	模拟电压输入	我

CMP0_OUT	CMP0	比较器输出	字母 O
----------	------	-------	------

表 56。VREF 信号描述

SoC 信号名称	模块信号名称	描述	I/O
VREF_OUT	VREF_OUT	内部产生的电压参考输出	字母 O

## 7.4.6 计时器模块

本节包含描述计时器模块信号的表格。

表 57。TPM0 模块信号描述

SoC 信号名称	模块信号名称	描述	I/O
TPM_CLKIN[1:0]	TPM_EXTCLK	外部时钟	我
TPM0_CH[3:0]	TPM_CH[3:0]	TPM 频道	I/O

表 58。TPM1 模块信号描述

SoC 信号名称	模块信号名称	描述	I/O
TPM_CLKIN[1:0]	TPM_EXTCLK	外部时钟	我
TPM1_CH[1:0]	TPM_CH[1:0]	TPM 频道	I/O

表 59。TPM2 模块信号描述

SoC 信号名称	模块信号名称	描述	I/O
TPM_CLKIN[1:0]	TPM_EXTCLK	外部时钟	我
TPM2_CH[1:0]	TPM_CH[1:0]	TPM 频道	I/O

表 60。LPTMR0 模块信号描述

SoC 信号名称	模块信号名称	描述	I/O
LPTMR0_ALT[2:1]	LPTMR0_ALT[2:1]	脉冲计数器输入销	我

表 61。RTC 模块信号描述

SoC 信号名称	模块信号名称	描述	I/O
RTC_CLKOUT	RTC_CLKOUT	1 赫兹方波输出	字母 O

## 7.4.7 通信接口

本节包含通信模块信号描述的表格。

**表 62。SPI0 模块信号描述**

SoC 信号名称	模块信号名称	描述	I/O
SPI0_PCS0	PCS0/SS	芯片选择/从选择	I/O
SPI0_PCS[2:1]	PCS[2:1]	芯片选择	字母 O
SPI0_SCK	SCK	串行时钟	I/O
SPI0_SIN	过失	数据在	我
SPI0_SOUT	苏	数据输出	字母 O

**表 63。SPI1 模块信号描述**

SoC 信号名称	模块信号名称	描述	I/O
SPI1_PCS0	SPI1_PCS0	芯片选择/从选择	I/O
SPI1_SCK	SCK	串行时钟	I/O
SPI1_SIN	过失	数据在	我
SPI1_SOUT	苏	数据输出	字母 O

**表 64。I2C0 模块信号描述**

SoC 信号名称	模块信号名称	描述	I/O
I2C0_SCL	SCL	I2C 串行时钟线	I/O
I2C0_SDA	SDA	I2C 串行数据线	I/O

**表 65。I2C1 模块信号描述**

SoC 信号名称	模块信号名称	描述	I/O
I2C1_SCL	SCL	I2C 串行时钟线	I/O
I2C1_SDA	SDA	I2C 串行数据线	I/O

**表 66。CAN0 信号描述（仅限 KW38）**

SoC 信号名称	模块信号名称	描述	I/O
CAN0_RX	CAN RX	可以接收大头针	我

CAN0_TX	CAN TX	CAN 传输引脚	字母 O
---------	--------	----------	------

深圳南天星

表 67。LPUART0 模块信号描述

SoC 信号名称	模块信号名称	描述	I/O
LPUART0_CTS_b	LPUART CTS	清除发送	我
LPUART0_RTS_b	LPUART RTS	请求发送	字母 O
LPUART0_RX	LPUART RxD	接收数据	我
LPUART0_TX	LPUART TxD	传输数据 <sup>1</sup>	I/O

1.此引脚通常是一个输出，但每当发射器被禁用或传输方向被配置为接收数据时，该引脚都是单线模式下的输入（tristated）

表 68。LPUART1 模块信号描述（仅限 KW38）

SoC 信号名称	模块信号名称	描述	I/O
LPUART1_CTS_b	LPUART CTS	清除发送	我
LPUART1_RTS_b	LPUART RTS	请求发送	字母 O
LPUART1_RX	LPUART RxD	接收数据	我
LPUART1_TX	LPUART TxD	传输数据 <sup>1</sup>	I/O

1.此引脚通常是一个输出，但每当发射器被禁用或传输方向被配置为接收数据时，该引脚都是单线模式下的输入（tristated）

## 7.4.8 人机界面（HMI）

本节包含描述 HMI 信号的表格。

表 69。GPIO 模块信号描述

SoC 信号名称	模块信号名称	描述	I/O
PTA[19:16][2:0]	PORTA19-16, 2-0	通用输入/输出	I/O
PTB[18:16][3:0]	PORTB18-16, 3-0	通用输入/输出	I/O
PTC[19:16][7:1]	PORTC19-16, 7-1	通用输入/输出	I/O

## 8 包裹信息

零件识别

### 8.1 获取包装尺寸

包装尺寸在包装图纸中提供。

要查找包装图，请访问 [Nxp.com](http://Nxp.com) 并对图纸的文档编号进行关键字搜索：

表 70。包装尺寸

如果你想要这个包裹的图纸	然后使用此文档编号
48 针“可湿”HVQFN (7x7)	98ASA01307D

## 9 零件识别

### 9.1 描述

芯片的部件号有标识特定部件的字段。您可以使用这些字段的值来确定您收到的特定部分。

### 9.2 格式化

此设备的部件号具有以下格式：Q KW## A FFF R T PP CC

N

### 9.3 字段

此表列出了部件号中每个字段的可能值（并非所有组合都有效）：

表 71。部件号字段描述

字段	描述	评价
Q	资格状态	<ul style="list-style-type: none"><li>• M = 完全合格，一般市场流量</li><li>• P = 资格预审</li></ul>
KW##	Kinetis 无线系列	<ul style="list-style-type: none"><li>• KW39•KW38</li><li>• KW37</li></ul>

表格在下一页继续...

深圳南天星

表 71。部件号字段描述（续）

字段	描述	评价
罗马字母的第一个字母	关键属性	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A = 汽车资格</li> <li>• Z = 工业资格</li> </ul>
FFF	程序闪存大小	• 512 = 512 KB
字母 T	温度范围 (°C)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• V = -40 到 105</li> <li>• C = -40 到 85</li> </ul>
代表	包裹标识符	• FT = 48“湿”HVQFN (7 毫米 x7 毫米)
立方厘米	最大 CPU 频率 (MHz)	• 4 = 48 MHz
第十四个英文字母	包装类型	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (空白) = 托盘</li> <li>• R = 磁带和卷轴</li> </ul>

## 9.4 事例

这是一个部件号示例：

**MKW38A512VFT410 修**

## 订历史

表 72。修订历史

修订号	日期	实质性变化
修订版 7	2020 年 3 月	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 将 VDD_XTAL 替换为 VDD_RF3。</li> <li>• 前面的 Tx 输出功率值，5 dBm，带有加号“+”。</li> <li>• 在第五列名称中添加了“256 KB P-Flash”<b>KW39/38/37 部件号</b>桌子。</li> <li>• 更正图 3 显示 Prg Acc RAM 8 KB 代替 FlexRAM 8 KB。还添加了“Prg Acc RAM”条目表 1。</li> <li>• 将片上 4 MHz 振荡器的精度百分比校正为 11%系统时钟。</li> <li>• 更新了最小值和典型值表 4- 顶级接收器规格。</li> <li>• 更新了最大值和典型值表 6- 顶级发射器规格。还更新了脚注 3 如下：“在 KW39/38/37 射频引脚下测量，Vdd_RFx 超过 1.44 V，并假设平均 T 英语字母中的第二十四字母 占比&lt;=24%。对于 T 英语字母中的第二十四字母 输出超过+3.5 dBm，供电 Vdd_RFx 必须高于 1.44 V。”</li> <li>• 添加 VDD_1P5 规格在电压和电流运行要求。</li> <li>• 添加 VPOR_VDD_1P5 规格在 LVD 和 POR 操作要求。</li> <li>• 将内部参考时钟频率偏差的最大值更新为±11 英寸 MCG 规格。</li> <li>• 钢功耗操作行为冒号：</li> <li>• 删除了以下注释：“下表中指定的最大值表示等于均值加标准差（均值+3 西格数）三倍的特征结果。”</li> <li>• 更新了功耗操作行为的最大值-旁路和 Buck 模式表 14 和表 15。</li> </ul>

表格在下一页继续...

## 修订历史

表 72. 修订历史 (续)

修订号	日期	实质性变化
		<ul style="list-style-type: none"> <li>添加 <math>V_{DD\_1P5}</math> 符号为“旁路模式电源电压 (射频和模拟)”<b>DCDC 转换器运行条件</b>。</li> <li>将最小值更新为 1.5 V, 并删除了“1.5 V VoltageOutput”中的典型值表 43。还更新了相应的脚注, 正确值为 1.5 V。</li> </ul>
修订版 6	2020 年 1 月	<ul style="list-style-type: none"> <li>在“低功耗”部分的首页功能中, 将低功耗模式 (VLLS0) 电流值更新为 266.6 nA。</li> <li>通过蓝牙 LE 接收器灵敏度 (2 Mbit/s 和 1Mbit/s) 的典型值分别更新到-95.5 dBm 和-98 dBm。</li> <li>更新了顶级接收器规格的典型值表 4。</li> <li>更新了典型值和最大值表 14 和表 15。</li> <li>更新了 STOP 和 RUN MCU 状态的 Tx (在 5 dBm) 无线电状态的典型值 SoC 功耗。</li> <li>更新的 <math>V_{CDM}</math> 评分在 <b>ESD 处理评级</b>。还将 JEDEC 标准更新为 JS001 和 JS002。</li> </ul>
修订版 5	2019 年 12 月	<ul style="list-style-type: none"> <li>编辑修复。</li> <li>在数据表的首页功能中将 Rx 电流的典型值指定为 6.3 mA (下低功耗部分)。还添加了 <b>256 KB FlexNVM</b> 列在 <b>KW39/38/37 部件号</b> 桌子。</li> <li>额外的表 1。</li> <li>将 RC 振荡器和片上 4 MHz 振荡器的精度百分比分别更正为 3%和 6%<b>系统时钟</b>。</li> <li>将接收器灵敏度值更新为-101 dBm in <b>关键规格</b>。</li> <li>在第 4.2 节中-<b>接收器功能摘要</b>冒号:</li> <li>I 的指定典型值 <math>R_{xon}</math> 关于 DC-DC 转换器降压和旁路模式表 4。</li> <li>更新了带有通用 FSK 调制的接收器规格表 5。</li> <li>更新的 <math>V_{啊}</math>- 普通驱动垫 <b>电压和电流运行行为</b> 包括-1 mA 的输出高压。</li> <li>将以下段落添加到<b>功耗操作行为</b>: “下表中指定的最大值表示等价于均值加标准差 (均值+3 西格玛) 的三倍的特征结果。”还更新了 I 的单元 <math>DD\_VLLS1</math> 典型值在表 15。</li> <li>更新了最大值表 14 和表 15。还将模式#20 和 21、IDD_VLLS2 和 <b>IDD_VLLS2_16KB_16KB</b> 更新为 <b>IDD_VLLS2_16KB</b> 和 <b>IDD_VLLS2_32KB</b>。</li> <li>更新了运行模式提供电流/VLPR 模式电流与核心频率图像图: <b>典型的 IDD_RUN 操作行为</b>。</li> <li>更新表 26 包括工作温度 (<math>T_{罗马字母的第一个字母}</math>), 负载电容 (<math>C_{字母l}</math>) 和 ESR 规格。</li> <li>V 的更新值 <math>DCDC\_IN</math> 在 1.8V 输出当前行中, <b>IDD_1P8_buck3</b> 为 2.1V 表 43。</li> </ul>
修订版 4	2019 年 8 月	<ul style="list-style-type: none"> <li>将典型接收器灵敏度值更新为-101 dBm。</li> <li>更正了无线电块 <b>KW39 详细方框图</b>。M1 端口 (从 AXBS 连接到数据流) 也更正为 M3。</li> <li>添加了新项目 (“每个 <b>MB</b> 由 16、24、...组成。”) 到 FlexCAN 部分的功能列表<b>外围特征</b>。</li> <li>更新了典型值<b>接收器功能摘要</b>。</li> <li><b>铜传输和 PLL 功能摘要</b>冒号:</li> <li>指定了“蓝牙 LE 2 Mbit/s 相邻信道传输功率为 4 MHz 和 <math>\geq 6</math> MHz 偏移”的典型值。</li> <li>更新了图 4。TX Pout (dBm) 作为射频引脚的功能 TX-PA 电源代码。</li> </ul>

表格在下一页继续...

表 72. 修订历史 (续)

修订号	日期	实质性变化
		<ul style="list-style-type: none"> <li>更新了“传输输出功率作为 PA_POWER[5:0]的函数”的数字表 7 和表 8。</li> <li>添加了图 5. TX Pout (dBm) 作为 RF 引脚 (LDO-HFbumped) 的功能 TX-PA 电源代码。</li> <li>更新的数字表 16。</li> <li>将“EMC 设计”替换为“KW38, 硬件指南, 射频系统评估”设计时考虑到辐射排放。</li> <li>更新了最大值 Δ 第六个罗马字母 Intf_ft 到 ±6 英寸 MCG 规格。</li> <li>更新表 43 具有以下内容:             <ul style="list-style-type: none"> <li>添加条件, V<sub>DCDC_IN</sub> 高于 2.7V 和低于 2.7V, 在第一行, “DC-DC 转换器输出功率”。</li> <li>更新了“1.8 V 输出电流”行中的条件。还在行中添加了 IDD_1P8_buck3condition 并更新了最大值。</li> <li>将“1.5 V 输出电流”最大值更新为 45 mA。</li> <li>脚注 5 更新如下: “降压模式下的输出电流规格表示.....请注意, 当 V 时, DC-DC 转换器的最大输出功率为 140 mW<sub>DCDC_IN</sub> 当 V 时低于 2.7V 和 195mW<sub>DCDC_IN</sub> 高于 2.7 V.....”。</li> </ul> </li> </ul>
修订版 3	2019 年 6 月	<ul style="list-style-type: none"> <li>从中删除了“输入电压高/低”行无线电操作条件。</li> <li>从中删除了以下脚注表 14-“通过预定义的深度睡眠模式的连接软件支持”。还更新了典型值表 14 和表 15。</li> <li>删除了“闪存时序规范-程序和擦除”和“闪存高压电流行为”表。</li> <li>更新了 48 针“可湿”HVQFN 引脚图-在图中添加了接地引脚 49。</li> </ul>
修订版 2	2019 年 4 月	<ul style="list-style-type: none"> <li>更新了蓝牙 LE 接收器灵敏度在 2 Mbit/s 时的典型值, 从 -94 到 -95 dBm。</li> <li>更新了引脚包图。</li> <li>将低功耗模式 (VLLS0) 电流值更新为 252 nA, Txcurrent 典型值为 5.7 mA。</li> <li>添加了“512 KB P-Flash”列到这张桌子。还将列名从 8 KB EEPROM 修改为“8 KB FlexRAM EEPROM”。</li> <li>将“Prg Acc RAM 8 KB”替换为“FlexRAM 8 KB”KW37 详细方框图。</li> <li>从中删除了 LTC 的“伽罗瓦计数器模式 (AES-GCM)”和“DES 模式”功能安全功能。</li> <li>更新了典型值接收器功能摘要。还在“蓝牙 LE 未编码 2 Mbit/s (高速)”部分中将测量分辨率从 1 MHz 更新到 2 MHz。</li> <li>更新了典型值表 5。</li> <li>更新了 I 的典型值 TX0dBm, 我 TX0dBmb, 我 TX3.5dBm, 我 TX3.5dBmb, 我 TX5dBm, 还有我 TX5dBmb。还更新了 TXBW 的最小值 BLE2M 到 2.2 MHz 表 6。</li> <li>从中删除了 48 针 LQFN 封装热属性以及 HVQFN48 的指定值。还在脚注中用 JESD51-2A 取代了 JESD51-2 标准。</li> <li>铜表 14 和表 15 冒号:</li> <li>添加了“模式#”列。</li> <li>添加了以下测量——IDD_RUN_CM、IDD_VLPR_CM、IDD_VLLS2_16KB_16KB、IDD_VLLS2_16KB_RF_Tx_RAM、IDD_VLLS2_16KB_RF_Rx_RAM。</li> <li>更新了典型值。</li> <li>添加了“Adder#”列到表 16。</li> <li>更新了“1.5 V 输出电压”的最小值和最大值表 43。还将条件指定为“由无线电消耗”。</li> <li>删除了对 DIAG1-3 信号的支持, 并更新了“DEFAULT”列, 以更正信号多路复用和引脚分配表中 PTA19、PTB1/2/3 引脚名称的“禁用”状态。</li> </ul>

表格在下一页继续...

## 修订历史

表 72. 修订历史 (续)

修订号	日期	实质性变化
修订版 1	2018 年 12 月	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 首页上更新的功能列表:</li> <li>• 更新了 BLE LR 500 kbit/s 的典型接收器灵敏度值从-99 更新到-101dBm。</li> <li>• 在通用 FSK 调制指数中添加了 0.7。</li> <li>• 更新的主题广播功能。</li> <li>• 重组的第 3 节收发器描述。</li> <li>• 更新了全蓝牙低功耗版本 5.0 调制和通用 FSK 调制值关键规格。</li> <li>• 更新表 4, 表 5, 和表 6。额外的表 8。</li> <li>• 添加了以下脚注: “在射频引脚处的 Tx 连续波功率输出, 建议在 PCB 上安装匹配组件。”</li> </ul>
修订版 1 草稿	2018 年 11 月	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 删除了以下部件号: MKW38A512VHT4、MKW38Z512VHT4 和 MKW37Z512VHT4。</li> <li>• 添加了以下部件号: MKW38Z512VFT4 和 MKW37Z512VFT4。</li> <li>• 删除了 48 针 LQFN 封装。</li> <li>• 通篇将 48 个“Wettable”QFN 更改为 48 个“Wettable”HVQFN。</li> <li>• 应用新的 NXP 蓝牙低功耗品牌指南。删除了 BLE 的引用, 并替换为蓝牙 LE。</li> <li>• 首页上更新的功能列表:</li> <li>• 将 BLE LR 500 kbit/s 的典型接收器灵敏度值从-100.5 更正为-99dBm。</li> <li>• 更正了典型接收器灵敏度 (250 kbit/s GFSK-BT=0.5, h=0.5) 从-100 到-103 dBm。</li> <li>• 在 MCU 和内存部分添加了 KW37 上的 8 KB 程序加速 RAM。</li> <li>• 更新了主题 2.2 广播功能。</li> <li>• 更新了“片上内存”部分中的主题 2.3 微控制器功能, 以包括对 EEPROM 仿真的支持。</li> <li>• 更新了 VDD_1P8OUT=1.8 V 和 VDD_1P8OUT=3.0 V 到 45 mA 和 27 mA 的值。</li> <li>• 将可编程发射器输出功率的最大值更新为 5 dBm。</li> <li>• 在表 5 中将射频输出功率控制范围的典型值更新为 35 分贝。顶级发射器规格。</li> <li>• 从表 71 中删除了硅修订 (R) 字段。部件号字段描述。</li> </ul>
修订版 0	2018 年 9 月	初始内部发布

## 如何联系我们:

主页: [Nxp.com](http://Nxp.com)

## 网络支持:

[Nxp.com/support](http://Nxp.com/support)

本文档中的信息仅用于使系统和软件实施者能够使用 NXP 产品。本协议不授予任何明示或暗示的版权许可, 以根据本文件中的信息设计或制造任何集成电路。NXP 保留对此处任何产品进行更改的权利, 恕不另行通知。

NXP 对其产品适合任何特定用途不作任何保证、陈述或保证, NXP 也不承担因应用或使用任何产品或电路而产生的任何责任, 并特别否认任何和所有责任, 包括但不限于间接或附带损害。NXP 数据表和/或规格中可能提供的“典型”参数可以而且确实不同的应用中有不同, 实际性能可能会随着时间的推移而变化。所有操作消除参数, 包括“典型值”, 必须由客户的技术专家为每个客户应用程序进行验证。NXP 不根据其专利权或他人权利转让任何许可。

NXP 根据标准条款和 c 销售产品销售条件, 可在以下地址找到:

[nxp.com/SalesTermsandConditions](http://nxp.com/SalesTermsandConditions)

虽然 NXP 已经实现了高级安全功能, 但所有产品都可能受到不明漏洞的影响。客户负责

其应用程序和产品的设计和操作, 以减少这些漏洞对 cu 的影响 stomer 的应用程序和产品, 以及 NXP 对发现的任何漏洞不承担任何责任。客户应实施适当的设计和操作系统保障, 以尽量减少与其应用程序和产品相关的风险。

NXP, NXP 徽标, NXP 安全连接更智能的世界, COOLFLUX,

拥抱, GREENCHIP, HITAG, ICODE, JCOP, 生活氛围, MIFARE, MIFARE CLASSIC,

MIFARE DESFire, MIFARE PLUS, MIFARE FLEX, MANTIS, MIFARE ULTRALIGHT,

MIFARE4MOBILE, MIGLO, NTAG, ROADLINK, SMARTLX, SMARTMX, STARPLUG, TOPFET,

TRENCHMOS, UCODE, Freescale, the Freescale logo, Altivec, CodeWarrior, ColdFire, ColdFire+,

the Energy Efficient Solutions logo, Kinetis, Layerscape, MagniV, mobileGT, PEG, PowerQUICC, 处理器专家, QoriQ, QoriQ Qonverge, SafeAssure, SafeAssure 徽标, StarCore, Symphony,

VortiQa, Vybrid, Airfast, BeeKit, BeeStack, CoreNet, Flexis, MXC, Platform in a Package,

QUICC Engine, Tower, TurboLink, EdgeScale, EdgeLock, eIQ 和 Immersive3D 是 NXP 的商标

B.V.所有其他产品或服务名称均为其各自所有者的财产。AMBA, 手臂,

Arm7, Arm7TDMI, Arm9, Arm11, Artisan, big.LITTLE, Cordio, CoreLink, CoreSight, Cortex,

DesignStart, DynamIQ, Jazelle, Keil, Mali, Mbed, Mbed Enabled, NEON, POP, RealView, SecurCore,

苏格拉底, 拇指, TrustZone, ULINK, ULINK2, ULINK-ME, ULINK-PLUS, ULINKpro, µVision,

Versatile 是 Arm Limited (或其子公司) 在美国和/或其他地方的商标或注册商标。相关技术可能受到任何或所有专利、版权、设计和商业秘密的保护。保留所有权利。甲骨文和 Java 是甲骨文和/或其附属公司的注册商标。Power Architecture 和 Power.org 文字标记以及 Power 和 Power.org 徽标和相关标记

是 Power.org 许可的商标和服务标记。

© 2018-2020 NXP B.V.

© 2018-2020 NXP B.V.

文件编号 MKW39A512 修订版  
7, 2020 年 3 月

