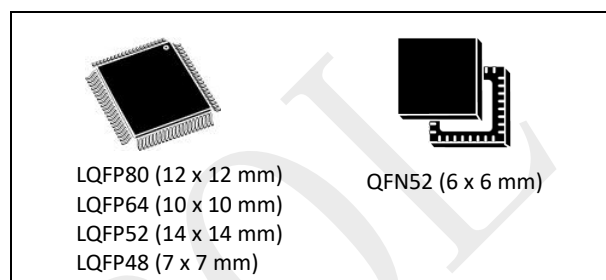


基于双核 Cortex-M4 的 MCU，内置 16 通道 PWM，20 通道 14 位 ADC 和 6 路带比较器的可编程增益放大器

特性

- 双 ARM® 32 位 Cortex-M4 CPU 内核
 - 单精度浮点运算单元 (FPU)
 - 主核和 CAU 控制加速单元
 - 双核通信邮箱
 - 最高 200MHz 主频
- 片上存储
 - 多达 512KB Flash
 - 512 字节 OTP Flash
 - 多达 80KB 片上 SRAM(包含 16KB XIP-Cache)
- 时钟，复位和供电管理
 - 3.3 V 单电源供电
 - 支持上电复位 POR 和欠压/过压检测 BOD
 - 支持 1~66MHz 外部晶振接入
 - 内置 2 个 32MHz 出厂校准振荡器
 - 内置锁相环 (PLL) 时钟
- 6 通道 DMA 控制器
- 14 位模数转换器 (多达 20 通道)
 - 转换时间低至 140ns
 - 转换范围: 0~3.65V
 - 差分采样
 - 3 路采样保持电路
 - 开路/短路检测
 - 温度传感器
- 可编程增益运放 (PGA)
 - 内置 6 路 PGA
 - 可编程增益范围
 - 单端模式: 1, 2, 4, 8, 12, 16, 24, 32
 - 差分模式: 2, 4, 8, 16, 24, 32, 48, 64



- 模拟比较器
 - 16 路高速比较器
 - 输出自带数字毛刺滤波器
 - 6 个 DAC 参考源
 - 过压保护
 - 相位比较功能
- 脉宽调制模块 (PWM)
 - 8 个增强型 PWM 模块
 - 16 路 PWM 输出
 - 支持相位超前和延后设置的波形输出
 - 所有事件均可触发 ADC 转换
- 多达 61 个 GPIO 引脚
 - 上拉/下拉电阻可配置
 - 可编程输入数字滤波
- 增强型捕获模块 (ECAP)
 - 捕获输入引脚可选
 - 4 个 32 位捕获寄存器
 - 可选捕获或 APWM 模式
- 调试模式
 - SWD 和 JTAG 接口
- 7 个定时器
 - 3 个 32 位通用定时器
 - 2 个 32 位看门狗定时器
 - 2 个 24 位系统滴答定时器

- 通信接口
 - UART x 1, SPI x 1, I2C x 1
 - 3 个 SIO 模块
- 安全模块
 - 1 个 CRC、1 个 AES 和 64 位唯一的设备识别号
- 工作温度
 - 结温: -40 ~ +125 °C
 - 环境温度: -40 ~ +105 °C

表 1-1: SPC2168 器件特性和外设数量

外设	SPC2168(L/Z)APE80	SPC2168(L)APE64	SPC2168APE52	SPC2168APE48	SPC2168API52
Flash	512KB 256KB (L) 128KB (Z)	512KB 256KB (L)	512KB	512KB	512KB
OTP Flash	512 字节	512 字节	512 字节	512 字节	512 字节
SRAM	80KB	80KB	80KB	80KB	80KB
DMA 通道数	1 6 通道	1 6 通道	1 6 通道	1 6 通道	1 6 通道
GPIOs ^[1]	61	49	42	38	40
14 位 ADC 通道数	1 20 通道	1 17 通道	1 16 通道	1 14 通道	1 18 通道
PGA	6	6	6	6	6
COMP	16	16	16	16	16
DAC	6	6	6	6	6
PWM 通道数	8 16 路	8 16 路	8 12 路	8 12 路	8 10 路
ECAP	1	1	1	1	1
GPT	3	3	3	3	3
WDT	2	2	2	2	2
AES	1	1	1	1	1
CRC	1	1	1	1	1
UART	1	1	1	1	1
SPI	1	1	1	1	1
I2C	1	1	1	1	1
SIO	3	3	3	3	3
最高 f_{CPU}	200MHz	200MHz	200MHz	200MHz	200MHz

[1] 未包含 GPIO47 (BOOT) 引脚。

重要声明和免责条款

本文档信息仅与旋智电子科技有限公司（以下简称“本公司”）产品配套提供。本公司及子公司保留随时对产品和/或本文档进行更改、更正、增强、修改的权利，恕不另行通知。用户在下单前应获取最新版本的文档，以确保所使用的信息和数据为最新有效版本。本文档内容将替代此前提供的所有信息。

本公司致力于提供准确、完整、最新的信息，但本文档及其内容均基于“现状”和“现有”提供。在法律允许的最大范围内，本公司不就本文档及其内容作出任何明示或默示保证，包括但不限于对完整性、真实性、准确性、适销性、特定用途适用性或不侵犯第三方知识产权等任何默示保证。

本文档中提供的任何示例、提示或典型数值，以及有关产品应用的任何信息，均不构成对产品条件或特性的任何保证。本公司对此不承担任何形式的保证和责任，包括但不限于不侵犯任何第三方知识产权的保证。

本文档所载资源仅供熟悉本公司产品设计的熟练技术人员使用。用户将独自承担以下全部责任：（1）针对自身应用选择合适的产品；（2）设计、验证并测试其应用；（3）确保其应用符合相关标准及安全、合规等全部要求。用户的技术部门应自行评估产品对目标应用的适配性，以及本文档信息对该应用的完整性与适用性。否则，给本公司及其相关方造成任何索赔、损害、成本、损失或债务，用户应承担全额赔偿责任，本公司不承担任何相关责任。

本公司提供上述资源不会扩展或以其他方式改变本公司针对产品发布的适用保证或保证免责声明。除经本公司授权代表签署的书面文件明确批准外，本公司产品不得用于任何可合理预见产品故障或其使用后果会导致人身伤害的应用场景。

本公司的商标和其他产品或服务名称的所有权归其各自所有者所有。本文档未以明示或暗示方式授予任何知识产权许可。

如需了解更多技术、交货条款及价格信息，请咨询本公司销售人员、技术支持或至官网查询（<https://www.spintrol.com>）。

目录

特性	1
重要声明和免责条款	3
目录	4
图片列表	7
表格列表	8
版本历史	10
1 器件概述	14
2 功能描述	16
2.1 带 FPU 的双 ARM® Cortex-M4 内核	16
2.2 嵌入式 SRAM	16
2.3 嵌入式 Flash 存储	16
2.4 嵌套矢量中断控制器 (NVIC)	16
2.5 外部中断/事件控制器	16
2.6 电源管理和复位	17
2.7 欠压/过压检测	17
2.8 时钟	17
2.9 启动模式	18
2.10 通用输入/输出 (GPIO)	18
2.11 直接存储器访问控制器 (DMAC)	18
2.12 信箱	19
2.13 定时器和看门狗	19
2.14 通用异步收发器 (UART)	20
2.15 内部集成电路总线 (I ² C)	20
2.16 串行外设接口 (SPI)	20
2.17 模数转换器 (ADC)	21
2.18 温度传感器	21
2.19 可编程增益放大器 (PGA)	21
2.20 模拟比较器	21

2.21	脉宽调制模块 (PWM)	22
2.22	增强型捕获模块 (ECAP)	22
2.23	循环冗余校验 (CRC)	23
2.24	高级加密标准引擎 (AES)	23
2.25	串行线 JTAG 调试端口 (SWJ-DP)	23
2.26	预编程 IO 模块 (SIO)	23
2.26.1	双路通用异步收发器 (SIUQUARTA)	23
2.26.2	串行外设接口主机 (SIOSPISTA)	25
3	引脚排列和引脚说明	27
3.1	LQFP80	27
3.2	LQFP64	34
3.3	LQFP52	40
3.4	LQFP48	45
3.5	QFN52	50
3.6	PGA 输入通道选择	55
3.7	GPIO 引脚复位后的功能和状态	56
4	存储器映射	58
5	电气特性	62
5.1	绝对最大额定值	62
5.2	推荐工作条件	62
5.3	I/O 电气特性	63
5.4	电源功耗	63
5.5	内部 1.2 V 稳压器特性	67
5.6	过压/欠压检测器 (BOD) 特性	68
5.7	振荡器时钟 (RCO) 特性	68
5.8	锁相环时钟 (PLL) 特性	68
5.9	外部时钟 (XO) 特性	68
5.10	14 位模数转换器特性	73
5.11	可编程增益放大器特性	74
5.12	模拟比较器特性	75
5.13	内部 10 位数模转换器特性	75

5.14	数模转换器缓冲器特性.....	76
5.15	Flash 存储器特性	76
5.16	电气敏感性特性.....	77
5.17	湿度敏感性特性.....	77
5.18	热阻特性	77
5.19	SPI 特性	79
6	封装信息.....	80
6.1	LQFP80	80
6.2	LQFP64	82
6.3	LQFP52	84
6.4	LQFP48	86
6.5	QFN52	88
7	订购信息.....	90
7.1	订购编码规则	90

图片列表

图 1-1: SPC2168 功能框图	14
图 1-2: Main CPU 与 CAU 可访问资源	15
图 2-1: 时钟树	17
图 3-1: SPC2168 LQFP80 引脚排列	27
图 3-2: SPC2168 LQFP64 引脚排列	34
图 3-3: SPC2168 LQFP52 引脚排列	40
图 3-4: SPC2168 LQFP48 引脚排列	45
图 3-5: SPC2168 QFN52 引脚排列	50
图 4-1: SPC2168 在 Cache 禁用且 CAU 停用下的存储器映射 (单核模式)	58
图 4-2: SPC2168 在 Cache 使能且 CAU 停用下的存储器映射 (单核模式)	59
图 4-3: SPC2168 在 Cache 禁用且 CAU 运行下的存储器映射 (双核模式)	60
图 4-4: SPC2168 在 Cache 使能且 CAU 运行下的存储器映射 (双核模式)	61
图 5-1: 典型工作电流随频率变化关系	65
图 5-2: 内部 1.2V 稳压器负载调节率 ($T_A = 25^{\circ}\text{C}$)	67
图 5-3: 内部 1.2V 稳压器负载调节率随温度变化情况	67
图 5-4: 内部晶振负阻值 (50°C)	69
图 5-5: 内部晶振负阻值 (85°C)	70
图 5-6: 内部晶振负阻值 (100°C)	71
图 5-7: 内部晶振负阻值 (125°C)	72
图 5-8: 数模转换器缓冲器偏移电压随输入电压变化关系	76
图 6-1: LQFP80–80 脚, 12 x 12 mm 薄型正方扁平封装图	80
图 6-2: LQFP80–80 脚, 12 x 12 mm 薄型正方扁平封装建议焊垫尺寸	81
图 6-3: LQFP64–64 脚, 10 x 10 mm 薄型正方扁平封装图	82
图 6-4: LQFP64–64 脚, 10 x 10 mm 薄型正方扁平封装建议焊垫尺寸	83
图 6-5: LQFP52–52 脚, 14 x 14 mm 薄型正方扁平封装图	84
图 6-6: LQFP52–52 脚, 14 x 14 mm 薄型正方扁平封装建议焊垫尺寸	85
图 6-7: LQFP48–48 脚, 7 x 7 mm 薄型正方扁平封装图	86
图 6-8: LQFP48–48 脚, 7 x 7 mm 薄型正方扁平封装建议焊垫尺寸	87
图 6-9: QFN52–52 脚, 6 x 6 mm 方形扁平无引脚封装图	88
图 6-10: QFN52–52 脚, 6 x 6 mm 方形扁平无引脚建议焊垫尺寸	89
图 7-1: 订购编码规则	90

表格列表

表 1-1: SPC2168 器件特性和外设数量	2
表 2-1: SIOUARTA 引脚分配	24
表 2-2: SIOSPIMSTA 引脚分配	25
表 3-1: SPC2168 LQFP80 引脚定义	27
表 3-2: SPC2168 LQFP64 引脚定义	34
表 3-3: SPC2168 LQFP52 引脚定义	40
表 3-4: SPC2168 LQFP48 引脚定义	46
表 3-5: SPC2168 QFN52 引脚定义	50
表 3-6: PGA0/1/2 输入通道选择	55
表 3-7: PGA3/4/5 输入通道选择	55
表 3-8: GPIO 引脚复位后的功能和状态	56
表 5-1: 绝对最大额定值 ^{[1][2]}	62
表 5-2: 推荐工作条件	62
表 5-3: I/O 电气特性	63
表 5-4: SPC2168 典型电流消耗（在 FLASH 中运行）	64
表 5-5: SPC2168 典型电流消耗（在 RAM 中运行）	65
表 5-6: 外设电流消耗	66
表 5-7: 内部 1.2 V 稳压器特性	67
表 5-8: BOD 特性	68
表 5-9: RCO 特性	68
表 5-10: PLL 特性	68
表 5-11: XO 特性	68
表 5-12: 模数转换器特性	73
表 5-13: 可编程增益放大器特性	74
表 5-14: 比较器特性	75
表 5-15: 数模转换器特性	75
表 5-16: 数模转换器缓冲器特性	76
表 5-17: Flash 存储器特性	76
表 5-18: ESD 绝对最大值	77
表 5-19: 电气敏感性	77
表 5-20: 湿度敏感性特性	77
表 5-21: 热阻特性（LQFP80 封装）	77
表 5-22: 热阻特性（LQFP64 封装）	77
表 5-23: 热阻特性（LQFP52 封装）	78
表 5-24: 热阻特性（LQFP48 封装）	78
表 5-25: 热阻特性（QFN52 封装）	78
表 5-26: SPI 特性	79
表 6-1: LQFP80–80 脚，12 x 12 mm 薄型正方扁平封装机械数据	81
表 6-2: LQFP64–64 脚，10 x 10 mm 薄型正方扁平封装机械数据	82
表 6-3: LQFP52–52 脚，14 x 14 mm 薄型正方扁平封装机械数据	84

表 6-4: LQFP48–48 脚, 7 x 7 mm 薄型正方扁平封装机械数据	86
表 6-5: QFN52–52 脚, 6 x 6 mm 方形扁平无引脚封装机械数据	88
表 7-1: 订购信息	90

SPIN TROL

版本历史

版本	日期	作者	状态	变更
1	2019-04-01	—	已过期	1. 初始版本。
2	2019-08-16	—	已过期	1. 在表 3-1 中修改 JTAG 引脚描述。
3	2019-12-20	—	已过期	1. 增加表 5-18。 2. 增加表 5-19。
4	2020-05-12	—	已过期	1. 更新章节 2.9，修改启动模式说明。 2. 更新章节 2.16，修改 SPI 最大传输速度。 3. 更新表 5-3。 4. 更新表 5-7。 5. 更新图 5-2。 6. 增加表 5-8。 7. 增加表 5-9。 8. 增加表 5-10。 9. 增加表 5-11。 10. 增加表 5-12。 11. 增加表 5-21。 12. 增加表 5-26。
5	2020-05-22	—	已过期	1. 修改章节 2.20，增加相位比较器说明。 2. 增加图 3-2。 3. 增加表 3-2。 4. 增加图 3-5。 5. 增加表 3-5。 6. 增加图 6-3。 7. 增加表 6-2。 8. 增加图 6-4。 9. 增加图 6-9。 10. 增加表 6-5。 11. 增加表 7-1。
6	2020-07-06	—	已过期	1. 更新章节 2.9，修改启动模式的说明。 2. 更新章节 2.14 中的 UART 功能。 3. 更新章节 2.23 中的 CRC 功能。 4. 更新表 5-13，修改参数 R_{IN} 的值。
7	2020-07-31	—	已过期	1. 增加图 5-3。 2. 更新表 5-13。 3. 更新表 5-17。
8	2020-10-08	—	已过期	1. 更新表 5-3。 2. 增加环境温度 T_A 特性参数。 3. 更新章节 2.14 中的 UART 功能。 4. 更新表 5-13。
9	2021-03-28	—	已过期	1. 更新表 5-4、表 5-5 和表 5-6，添加高低温条件下的电流值。

版本	日期	作者	状态	变更
				2. 增加图 6-10。 3. 增加 LQFP52 引脚描述和封装信息。 4. 增加 LQFP48 引脚描述和封装信息。 5. 更新图 3-2。 6. 更新章节 2.15 中的功能描述。 7. 更新表 3-1 ~ 表 3-5 中的 COMP 引脚描述。 8. 增加表 3-6 和表 3-7。 9. 增加表 3-8。 10. 为表 5-4 增加注释。 11. 为表 5-5 增加注释。 12. 更新表 5-6。 13. 更新通信接口特性。 14. 更新图 3-1 以及注释。 15. 更新图 3-2 以及注释。 16. 更新图 3-3 以及注释。 17. 更新图 3-4 以及注释。 18. 更新图 3-5 以及注释。
10	2021-11-27	—	已过期	1. 增加表 1-1。 2. 增加表 5-20。 3. 更新表 3-6。 4. 更新章节 2.11。 5. 更新表 5-14。 6. 增加图 5-4。 7. 增加图 5-5。 8. 增加图 5-6。 9. 增加图 5-7。 10. 更新表 3-1, 修改 debug 引脚的说明。 11. 更新表 3-2, 修改 debug 引脚的说明。 12. 更新表 3-3, 修改 debug 引脚的说明。 13. 更新表 3-4, 修改 debug 引脚的说明。 14. 更新表 3-5, 修改 debug 引脚的说明。 15. 更新表 5-4, 修改深度睡眠的电流消耗值。
11	2022-11-21	—	已过期	1. PWM “跳闸” 修改为 “封锁”。 2. 更新章节 2.23。 3. 更新表 5-3, 删除参数 I_{OZ} 。 4. 更新表 1-1 和表 7-1。 5. 更新章节 2.9 和章节 2.10。 6. 更新表 3-2。 7. 更新表 5-3 中参数 R_{PU} 和 R_{PD} 的测试条件。 8. 更新表 3-6。 9. 更新表 3-7。 10. 更新章节 2.6。

版本	日期	作者	状态	变更
				11. 更新表 5-4 和表 5-5 中的频率参数符号。
C/0	2024-08-09	J. Zhou	已过期	- 更新文档样式。 - 更新章节 2.14。 - 更新图 3-4 引脚排布。 - 更新表 3-4 引脚定义。
C/1	2024-10-30	J. Zhou	已过期	- 更新图 4-1、图 4-2。 - 增加不同封装热阻特性。 - 增加对 DAC 产生波形的性能说明。
C/2	2025-05-20	J. Zhou	已过期	- 更新表 5-9 中 RCO 频率。 - 更新图 4-1 和图 4-2。
C/3	2025-09-23	J. Zhou	已过期	- 增加图 1-2，说明双核对资源的访问权限。 - 增加章节 4 中对 SRAM 地址分配的说明。 - 更正章节 2.15 中高速模式速率。 - 更新表 5-9。
C/4	2026-07-10	J. Zhou	已发布	- 更新预编程 IO 模块的功能说明，修改引脚说明。 - 增加重要声明和免责条款。 - 在章节 2.8 增加图 2-1。 - 增加章节 7.1。

术语或缩写

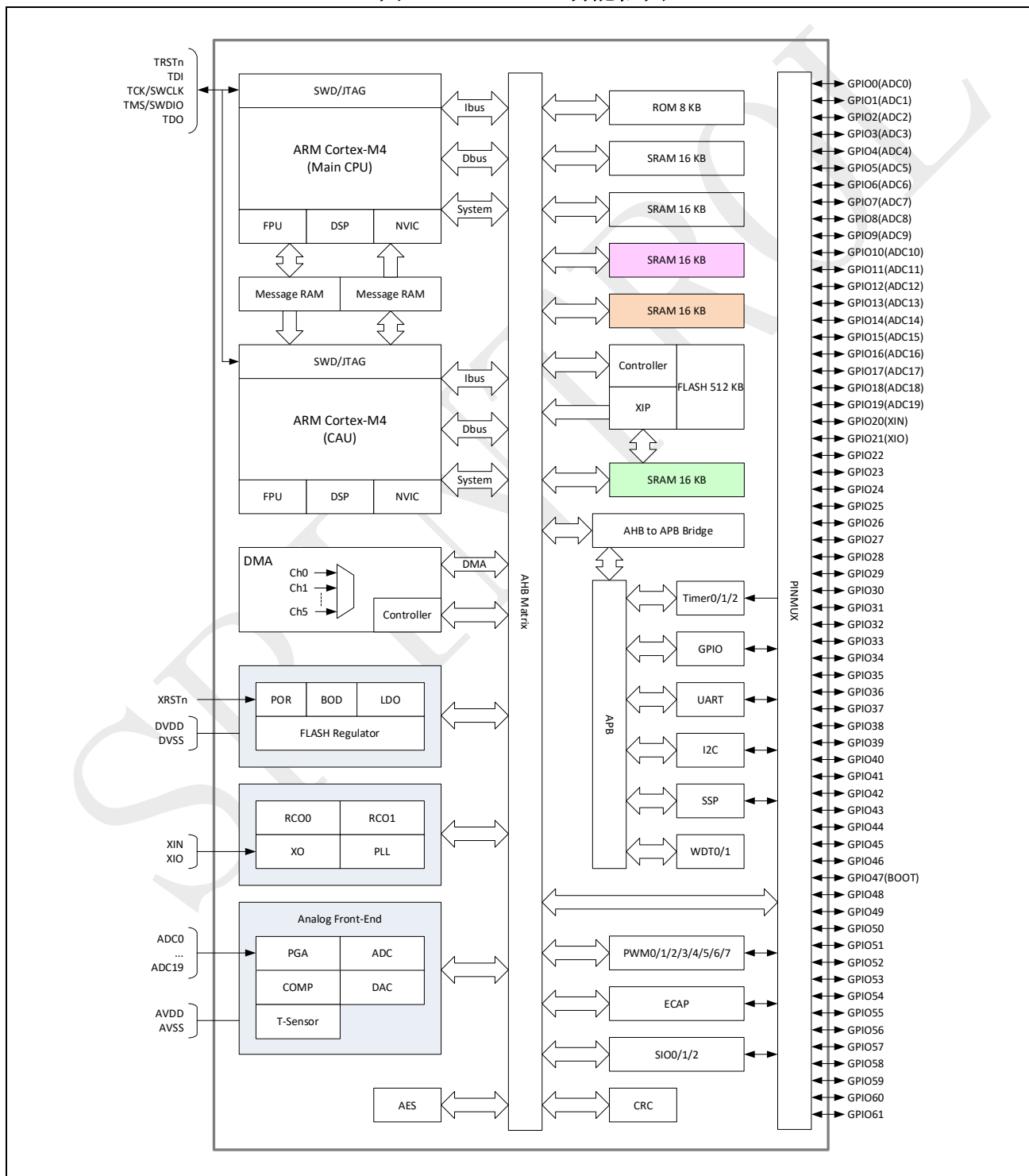
术语或缩写	描述
MCU	Microcontroller Unit, 微控制器单元
SWD	Serial Wire Debug, 串行线调试
AHB	Advanced High Performance Bus, 先进高性能总线
XIP	Execution In Place, 就地执行
PLL	Phase Locked Loop, 锁相环
BOD	Brownout Detector, 过压/欠压检测器
PFD	Phase Frequency Detector, 鉴频鉴相器
NVIC	Nested Vectored Interrupt Controller, 嵌套向量中断控制器
UART	Universal Asynchronous Receiver-Transmitter, 通用异步收发器
ADC	Analog-to-Digital Converter, 模数转换器
DAC	Digital-to-Analog Converter, 数模转换器
PGA	Programmable-Gain Amplifier, 可编程增益放大器
CRC	Cyclic Redundancy Check, 循环冗余校验
AES	Advanced Encryption Standard, 高级加密标准

1 器件概述

SPC2168 是一颗双核高性能和高集成度的片上系统 (SoC) 微控制器。SPC2168 内置 2 个 32 位高性能 ARM® Cortex-M4 内核, 最高 200MHz 的软件可编程时钟频率, 80KB SRAM, 512KB 嵌入式 FLASH, 丰富的增强型 I/O 和外设资源。

图 1-1 为 SPC2168 功能框图。

图 1-1: SPC2168 功能框图



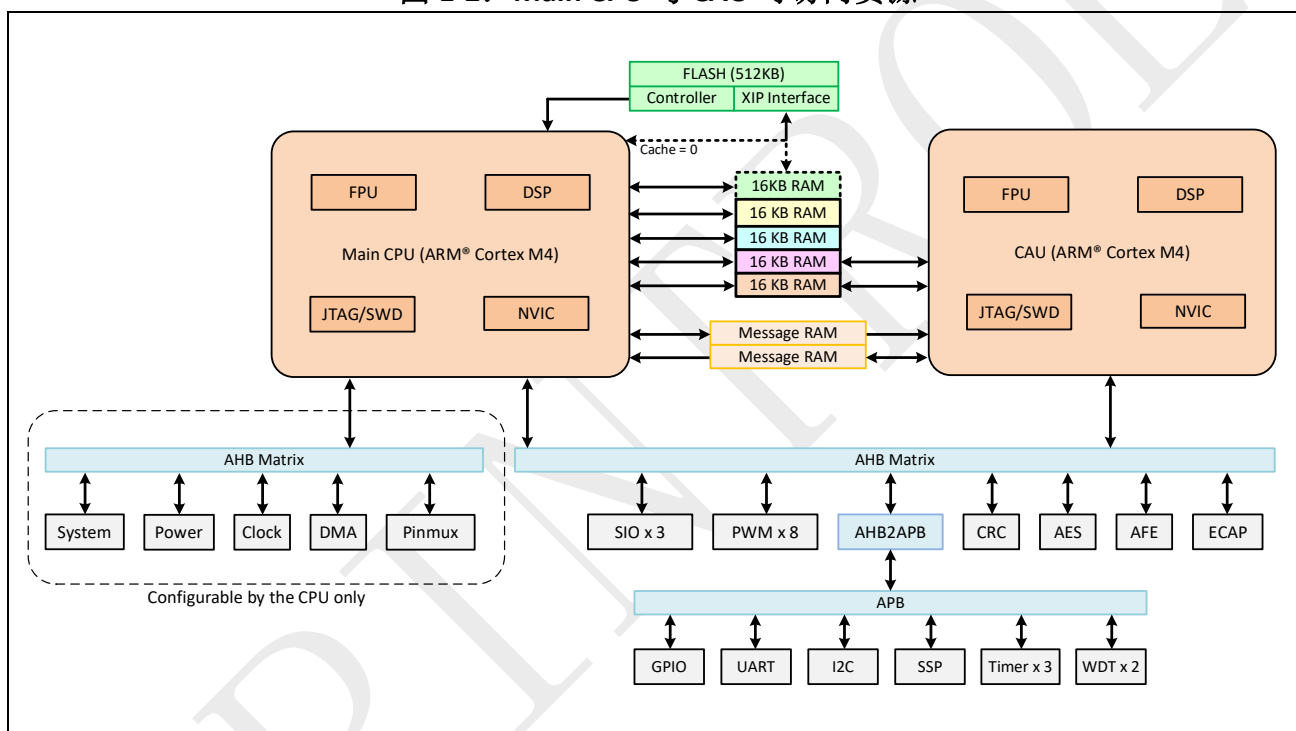
SPC2168 基于邮箱来完成主 CPU 和控制加速单元 CAU 的通信。主 CPU 通过中断来发送消息给 CAU，当 CAU 成功接收消息后，通过中断发送一个确认信息给主 CPU，反之亦然。

直接存储器访问控制器（DMAC）用于为外设和存储器之间，或者存储器和存储器之间提供快速的数据传输。即便没有 CPU 的介入，数据也可由 DMAC 实现快速搬移，解放了 CPU 的资源用于其他操作。

SPC2168 器件内置 14 位 ADC，6 路可编程增益运放，8 个增强型 PWM 模块，3 个通用 32 位定时器以及 UART，I2C，SPI 等通信接口，是电机控制应用的理想平台。

SPC2168 支持 2.97~3.63 V 单电源供电，工作结温支持-40℃~+125℃，封装可以为 80 脚的 LQFP、64 脚的 LQFP、48 脚的 LQFP 或者 52 脚的 LQFP/QFN。

图 1-2: Main CPU 与 CAU 可访问资源



如图 1-2 所示，存在一些只能被 Main CPU 访问、CAU 无法访问的区域，即 Flash，部分 RAM，以及对 System、Power、Clock、DMA、Pinmux 寄存器的写操作。双核对 RAM 的访问信息详见章节 4。

2 功能描述

2.1 带 FPU 的双 ARM® Cortex-M4 内核

SPC2168 集成了 2 颗全功能的 ARM® Cortex-M4 内核，带浮点处理单元（FPU），最高主频 200MHz，兼容所有的 ARM® 工具和软件。主 CPU 控制器负责整颗芯片的电源、复位和启动管理。根据处理器线程的负载特点，CAU 可以处理指定的电机控制任务，提高了系统的实时性和安全性。

2.2 嵌入式 SRAM

SPC2168 器件具有 80KB 的嵌入式 SRAM 用于存储代码和数据，支持以 CPU 时钟速率进行零等待的读和写操作。其中 16KB 的存储单元可以用作 XIP Cache 或者 SRAM。

2.3 嵌入式 Flash 存储

多达 512KB 的嵌入式 Flash 用于代码和数据的存放。

2.4 嵌套矢量中断控制器（NVIC）

SPC2168 器件内置有嵌套矢量中断控制器，可处理多达 63 个可屏蔽中断通道（不包含 16 个 Cortex-M4 的中断线）和 16 个可编程的优先级。

- 紧耦合的 NVIC 使得中断响应更快。
- 直接向内核传递中断入口向量表地址。
- 处理后到但优先级较高的中断。
- 支持中断咬尾功能。
- 自动保存处理器状态。
- 退出中断时自动恢复现场，无需指令开销。

2.5 外部中断/事件控制器

SPC2168 器件提供了灵活的外部引脚中断或事件触发机制。任意 GPIO 引脚可以被编程作为外部中断或事件触发源。另外，任意 GPIO 中断可以被配置为边沿触发或电平触发。

2.6 电源管理和复位

SPC2168 器件支持 3.3V 单电源，为 IO、内部调压器和片上模拟电路供电，电源升压速率小于等于 0.015V/ μ s。

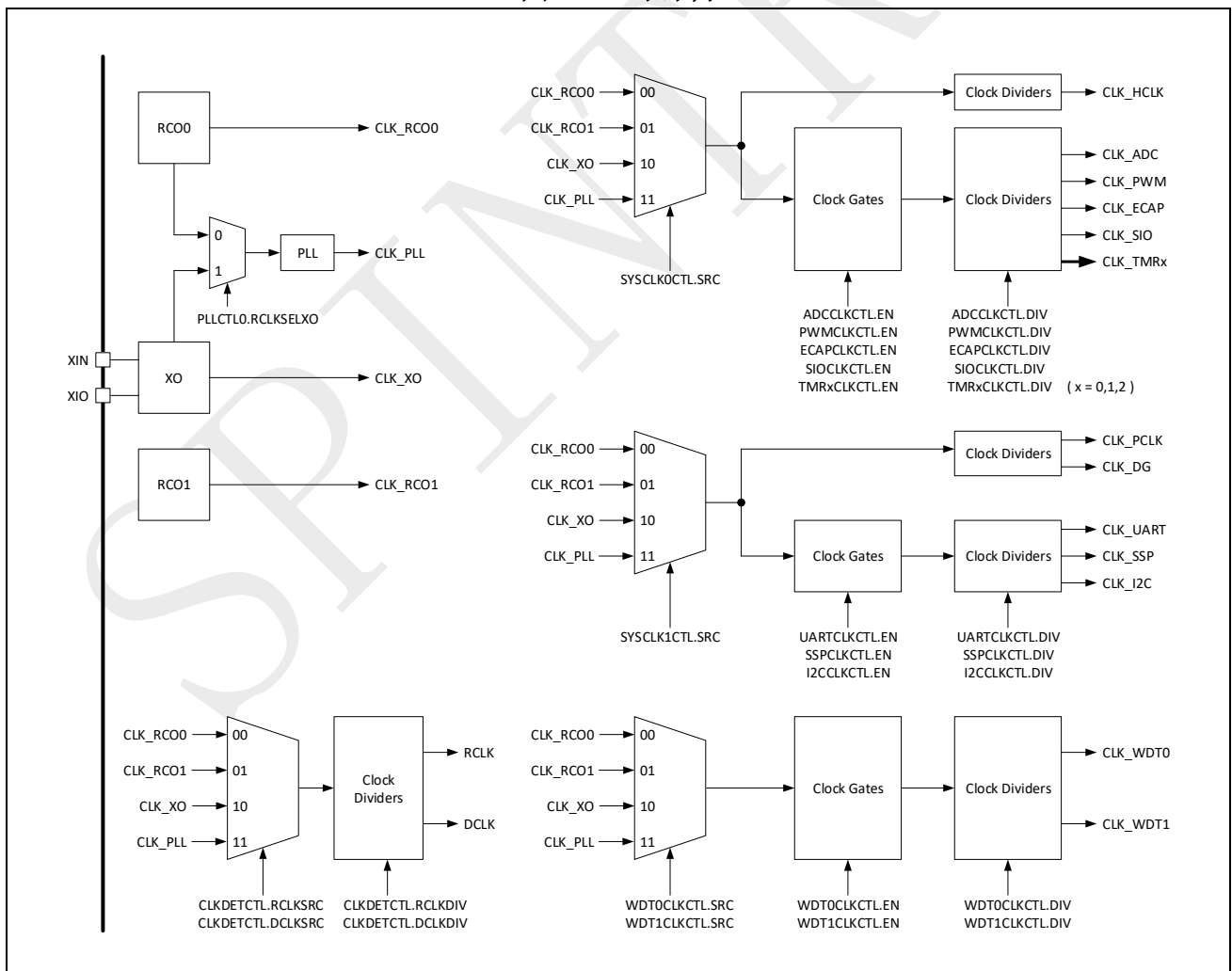
SPC2168 器件内置有全局复位管脚以及上电复位（POR）电路。上电复位电路保证了所有的上电复位时序要求，方便使用。

2.7 欠压/过压检测

器件内置欠压/过压检测（BOD），用于监视 3.3V/1.2V 的电源域，并与预先设定的值进行比较。当电压高于或者低于阈值时，产生中断或者复位。中断服务例程随后产生一个警告消息并将微控制器导入安全状态。欠压/过压检测可通过软件使能。

2.8 时钟

图 2-1：时钟树



在启动时执行系统时钟选择，但复位时会选择内部 32MHz 出厂已校准的振荡器作为默认时钟。用户也可选择外部 1 ~ 66MHz 振荡器作为时钟。

器件内置有锁相环（PLL）用于产生高频的时钟信号。锁相环可以把内置 32MHz 振荡器或者外部时钟作为输入参考时钟，产生 25~200MHz 的时钟信号。

可通过多个时钟分频器来配置 AHB、APB 和外设的频率。AHB 最大频率 200MHz，APB 最大频率 50MHz。更多关于时钟树的细节可参考图 2-1。

2.9 启动模式

启动程序位于片上 ROM。复位后，ARM®处理器从 ROM 开始执行程序。通过 BOOT 引脚和 TRSTn 引脚来选择两种启动模式：

- Flash 启动（BOOT 引脚 = 1，TRSTn 引脚 = X）：启动加载器跳转至嵌入式 Flash 并从地址 0x1000 0000 开始执行。
- ISP 启动（BOOT 引脚 = 0，TRSTn 引脚 = 0）：启动加载器通过 UART 对嵌入式 Flash 进行重新编程。在这个过程中，对于封装类型为 LQFP48 或者 QFN52 的芯片，GPIO38 被配置为 UART_TXD 功能；GPIO39 被配置为 UART_RXD 功能；对于其他封装类型的芯片，GPIO44 被配置为 UART_TXD 功能；GPIO45 被配置为 UART_RXD 功能。

注意：

- 当芯片正常运行时，BOOT 引脚应当一直保持为高。
- 推荐设置 TRSTn 引脚为低。
- 当 TRSTn 引脚为高时，相关的 Debug 接口引脚（GPIO48 ~ GPIO51）不得用作 GPIO 功能。

2.10 通用输入/输出（GPIO）

SPC2168 器件可支持多达 61 个多用途的通用输入输出引脚。每个输入输出引脚可以由软件配置为输入、输出或外设复用功能。其功能如下：

- 每个 GPIO 引脚含有可配置的内置上拉和下拉电阻。
- 每个 GPIO 引脚含有可编程的数字输入去毛刺滤波器。

2.11 直接存储器访问控制器（DMAC）

SPC2168 内部的 DMA 控制器总共有 6 个通道，用以管理来自一个或多个外设的存储器访问请求。它有一个仲裁器来处理 DMA 请求之间的优先级。DMA 控制器通过 AHB 总线矩阵与 DRAM 互联，通过 AHB-to-APB 桥与 APB 外设（UART 和 SSP）互联。其特性如下：

- 6 个独立的可配置通道，每个通道的 FIFO 深度是 16 x 32 比特。
- 每个通道支持传输类型可编程：存储器到存储器，存储器到外设以及外设到存储器。
- 可编程的源地址和目的地址：地址递增、递减或不变。
- 支持可配置的多达 4095 个字（32 比特）的单区块传输。

- 4 个可配置的硬件握手接口。

2.12 信箱

主 CPU 和 CAU 通过信箱来完成通信。信箱包含 2 个消息 RAM 和 2 个中断触发单元。消息 RAM 是映射到主 CPU 和 CAU 的存储器空间，可以字节、半字和字的大小进行访问。每个消息 RAM 的大小是 64 x 32 比特。

- CAU 到主 CPU 消息 RAM

CAU 可以使用此块存储器向主 CPU 传递数据。该存储器块支持 CAU 读写，主 CPU 读，但不支持主 CPU 写。

- 主 CPU 到 CAU 消息 RAM

主 CPU 使用该块存储器向 CAU 传递数据。该存储器块支持主 CPU 读写，CAU 读，但不支持 CAU 写。

中断触发单元被作为主 CPU 和 CAU 之间的事件指示使用。

2.13 定时器和看门狗

SPC2168 器件含有 3 个通用定时器，2 个看门口定时器和 2 个系统滴答定时器（每个 CPU 一个）。

通用定时器

SPC2168 器件含有 3 个完全相同的 32 位通用定时器，每个定时器由一个 32 位的自动重载递减计数器构成，使能后，当计数器减至零时将产生一个中断。当计数器减到零时，在使能的情况下，定时器还能够产生一个 ADCSOC 事件或者 PWMSYNC 事件。通用定时器的时钟可以选择内部 RC 振荡器、外部振荡器或者锁相环时钟。此外，每个通用定时器可以捕获外部的信号输入作为定时器时钟或者使能信号。

看门狗

SPC2168 器件内置 2 个完全相同的看门狗。每个看门狗由一个 32 位的递减计数器构成，其时钟可以选择内部 RC 振荡器、外部振荡器或者锁相环时钟。当计数器值到达设定的超时值时，将产生一个中断或者复位。在调试模式下，看门狗计数器可以被冻结或者自由运行。

系统滴答定时器

该定时器专门为操作系统使用，但也可作为标准的递减计数器使用，功能如下：

- 24 位递减计数器。
- 自动重载功能。
- 计数器归零时产生可屏蔽的系统中断。

2.14 通用异步收发器 (UART)

SPC2168 器件含有 1 个 UART 模块，功能如下：

- 支持在串行数据中增加或删除标准异步通信位（开始，停止和奇偶）。
- 5 - 8 个数据位。
- 偶，奇或无奇偶检测。
- 支持 1 个、1.5 个以及 2 个停止位生成。
- 高达 12.5 Mbps 的波特率。
- 64 字节发送和接收先入先出缓存（FIFO）。
- 自动波特率检测。

2.15 内部集成电路总线 (I²C)

I²C 总线接口与通用的 I2C 协议兼容。功能如下：

- 3 种速率：标准模式（100 Kb/s）、快速模式（400 Kb/s）和高速模式（2 Mb/s）。
- 时钟同步。
- 主或从模式。
- 7 位或 10 位寻址模式。
- 7 位或 10 位组合格式传输。
- 发送和接收各有 16 x 32 位深度的缓存。

2.16 串行外设接口 (SPI)

SPI 支持单/双工，同步和串行通信模式。功能如下：

- 全双工同步传输。
- 主或从操作。
- 1 到 32 位传输帧格式选择。
- 最高 50 Mbps 通信速率。
- 数据流顺序为最高有效位优先。
- 可编程时钟极性和相位。
- 发送和接收先入先出队列。

2.17 模数转换器（ADC）

SPC2168 内置 1 个多达 16 通道的 14 位模数转换器。温度传感器、内部电源和可编程增益运放输出可以通过多路复用作为模数转换器的输入。该模数转换器内核含有 3 路独立的采样保持电路，每个采样保持电路有 2 路输入通道，适用于差分采样。

由通用定时器产生的事件以及脉宽调制输出均可触发模数转换器启动。

- 14 位分辨率。
- 最小 140 ns 转换时间和独立的可配置采样时间。
- 差分采样。
- 3 路采样保持。
- 支持同步采样和串行采样。
- 模拟信号输入范围：0 V ~ 3.65V。
- 可选择内部或外部参考电压。
- 输入开路和短路检测。

关于 ADC 的更多特性，请参考表 5-12。

2.18 温度传感器

该温度传感器产生一个随温度线性变化的电压。内部连接到模数转换器的输入端，可直接将传感器的输出转换为数字值。

2.19 可编程增益放大器（PGA）

SPC2168 内置 6 个灵活的可编程增益放大器，共享多达 20 个通道。内部的温度传感器和 1.2 V 电源可通过多路复用器作为可编程增益放大器的输入，每个可编程增益放大器的输出均连接到模数转换器的输入通道。

- 可编程增益
 - 差分模式：2、4、8、16、24、32、48、64；
 - 单端模式：1、2、4、8、12、16、24、32。
- 建立时间：400ns 到 800ns。

关于可编程增益放大器的更多特性，请参考表 5-13。

2.20 模拟比较器

SPC2168 内置 16 个高速比较器。每个比较器使用内部的数模转换器（DAC）作为参考来监视可编程增益放大器的输入或输出是否超出阈值。DAC 可用来产生静态电压作为比较器的阈

值，但不保证动态改变码值产生波形的性能。每个可编程增益放大器对应两个比较器，一个用来监视电压是否过高，另一个用来监视电压是否过低。除了用于可编程增益放大器的 6 对比较器外，额外的两对比较器预留给其他的应用所使用。比较器的输出连接到脉宽调制的 Trip-Zone 模块。另外，每个比较器都可以实现相位比较的功能，可用于电机换向的检测。具体的通道选择细节请参考芯片的技术参考手册。

- 50 ns 典型响应时间。
- 可编程迟滞。
- 输出带数字毛刺滤波器。
- 相位比较功能。

关于模拟比较器和数字模拟转换器特性的更多细节，请参考[表 5-14](#)和[表 5-15](#)。

2.21 脉宽调制模块（PWM）

SPC2168 集成 8 个脉宽调制 PWM 模块，支持 16 路 PWM 输出。该 PWM 模块可以自行生成复杂的脉宽波形，而不需要处理器内核的参与。

每个 PWM 模块功能如下：

- 专用的 16 位计时器，支持周期和频率控制。
- 每个 PWM 模块产生两路输出，支持单边沿操作、双边沿对称操作或双边沿非对称操作。
- 所有事件均可触发 CPU 中断和 ADC 启动转换。
- 相对其他 PWM 模块，支持可编程的相位控制，包括延后或提前。
- 支持独立的上升沿和下降沿延时控制的死区生成。
- 支持逐周期或单次的封锁设置。
- 封锁条件可以在 PWM 输出端强制保持高、低或高阻抗状态逻辑电平。
- 比较器输出和封锁输入能够生成事件，过滤的事件或者封锁触发条件。

2.22 增强型捕获模块（ECAP）

在一个重视外部事件准确时序的系统里，增强型捕获模块（ECAP）是必备的。SPC2168 器件内置的 ECAP 模块具有下面的功能：

- 灵活的输入捕获引脚：任意 GPIO 均可被配置为捕获引脚。
- 基于 32 位定时器的计数器。
- 4 个 32 位时间标签捕获寄存器。
- 与外部事件同步的 4 级序列器。

- 4 个事件均可独立选择边沿极性（上升/下降沿）。
- 4 个事件均可支持中断。

2.23 循环冗余校验（CRC）

SPC2168 器件含有硬件 CRC 计算单元。该 CRC 模块用于验证数据传输或存储的完整性，功能如下：

- 32 位并行数据流输入，最高 32 位 CRC 输出。
- 支持多达 2^{32} 个字节长度的 CRC 计算。
- 支持 5 个 CRC 标准多项式。

2.24 高级加密标准引擎（AES）

该 AES 模块提供快速硬件加密和解密服务，主要特点如下：

- 支持多达 6 种块加密模式：ECB、CBC、CTR、CCM*、MMO 和 Bypass。
- 支持 128 位、192 位和 256 位密钥。
- 每种块加密模式均有错误提示。
- 独立的 4 x 32 位输入和输出先入先出队列。

2.25 串行线 JTAG 调试端口（SWJ-DP）

内置的 ARM® SWJ-DP 接口由 JTAG 和串行线调试端口组合而成。基于 SWJ-DP 接口，可以使用串行线调试探头或 JTAG 探头连接到目标上。当 SPC2168 使能某些安全功能时，调试端口可以被禁用。支持双 SWD 接口来方便主 CPU 和 CAU 的联合调试。

2.26 预编程 IO 模块（SIO）

SPC2168 内置有 3 个 SIO 模块，其最高时钟频率为 100MHz，通过预编程可以配置为如下模块。

注意： - 如下模块只能使用已经定义的引脚和功能。不支持更换为其他引脚。

2.26.1 双路通用异步收发器（SIOUARTA）

SIOUARTA 主要特点如下：

- 包含 UART0 和 UART1 两个子模块，可独立使能
- 共用帧格式配置：

- 数据位为 8 位
- 停止位支持 1 个或 2 个位
- 校验位支持偶校验、奇校验或者无校验
- 共用波特率配置：
 - 使能两个 UART，波特率最高可配置为 500kbps
 - 使能一个 UART，波特率最高可配置为 1Mbps
- 各有 8 字节的发送 FIFO 和 8 字节的接收 FIFO
- 支持如表 2-1 所示的引脚配置

表 2-1: SIOUARTA 引脚分配

配置选项	模块	引脚功能	引脚名称
0	SIOUARTA0 ^[1]	UART0 发送数据输出: TXD0	GPIO20
		UART0 接收数据输入: RXD0	GPIO21
		UART1 发送数据输出: TXD1	GPIO24
		UART1 接收数据输入: RXD1	GPIO25
	SIOUARTA1 ^[2]	UART0 发送数据输出: TXD0	GPIO28
		UART0 接收数据输入: RXD0	GPIO29
		UART1 发送数据输出: TXD1	GPIO32
		UART1 接收数据输入: RXD1	GPIO33
	SIOUARTA2 ^[3]	UART0 发送数据输出: TXD0	GPIO46
		UART0 接收数据输入: RXD0	GPIO47
		UART1 发送数据输出: TXD1	GPIO50
		UART1 接收数据输入: RXD1	GPIO51
1	SIOUARTA0 ^[4]	UART0 发送数据输出: TXD0	GPIO18
		UART0 接收数据输入: RXD0	GPIO21
		UART1 发送数据输出: TXD1	GPIO8
		UART1 接收数据输入: RXD1	GPIO9
	SIOUARTA1 ^[5]	UART0 发送数据输出: TXD0	GPIO26
		UART0 接收数据输入: RXD0	GPIO29
		UART1 发送数据输出: TXD1	GPIO34
		UART1 接收数据输入: RXD1	GPIO35
	SIOUARTA2 ^[6]	UART0 发送数据输出: TXD0	GPIO44
		UART0 接收数据输入: RXD0	GPIO47
		UART1 发送数据输出: TXD1	GPIO52
		UART1 接收数据输入: RXD1	GPIO53

[1] 配置 0 中 SIOUARTA0 仅适用于封装 LQFP80、LQFP64、LQFP52、LQFP48、QFN52。

[2] 配置 0 中 SIOUARTA1 仅适用于封装 LQFP80、LQFP64。

[3] 配置 0 中 SIOUARTA2 仅适用于封装 LQFP80。

[4] 配置 1 中 SIOUARTA0 仅适用于封装 LQFP80、LQFP64、QFN52。

[5] 配置 1 中 SIOUARTA1 仅适用于封装 LQFP80、LQFP64。

[6] 配置 1 中 SIOUARTA2 仅适用于封装 LQFP80。

2.26.2 串行外设接口主机（SIOSPIMSTA）

SIOSPIMSTA 主要特点如下：

- 仅支持 SPI 主机模式，通信速率最高 30Mbps
- 支持 4 种标准的 SCLK 时钟模式：
 - 模式 0：SCLK 极性 CPOL=0，SCLK 相位 CPHA=0
 - 模式 1：SCLK 极性 CPOL=0，SCLK 相位 CPHA=1
 - 模式 2：SCLK 极性 CPOL=1，SCLK 相位 CPHA=0
 - 模式 3：SCLK 极性 CPOL=1，SCLK 相位 CPHA=1
- SFRM 低电平有效
- 从数据最高位开始传输
- 单帧数据以字节为单位，支持配置单帧数据长度为 1~30 字节
- 可通过软件配置，实现多帧数据拼接
- 支持如表 2-2 所示的引脚配置

表 2-2：SIOSPIMSTA 引脚分配

配置选项	模块	引脚功能	引脚名称
0	SIOSPIMSTA0 ^[1]	主机片选输出：SFRM	GPIO18
		主机时钟输出：SCLK	GPIO19
		主机数据输出：MOSI	GPIO20
		主机数据输入：MISO	GPIO21
	SIOSPIMSTA1 ^[2]	主机片选输出：SFRM	GPIO26
		主机时钟输出：SCLK	GPIO27
		主机数据输出：MOSI	GPIO28
		主机数据输入：MISO	GPIO29
	SIOSPIMSTA2 ^[3]	主机片选输出：SFRM	GPIO44
		主机时钟输出：SCLK	GPIO45
		主机数据输出：MOSI	GPIO46
		主机数据输入：MISO	GPIO47
1	SIOSPIMSTA0 ^[4]	主机片选输出：SFRM	GPIO13
		主机时钟输出：SCLK	GPIO14
		主机数据输出：MOSI	GPIO15
		主机数据输入：MISO	GPIO16
	SIOSPIMSTA1 ^[5]	主机片选输出：SFRM	GPIO39
		主机时钟输出：SCLK	GPIO40
		主机数据输出：MOSI	GPIO41
		主机数据输入：MISO	GPIO42
	SIOSPIMSTA2 ^[6]	主机片选输出：SFRM	GPIO57
		主机时钟输出：SCLK	GPIO58

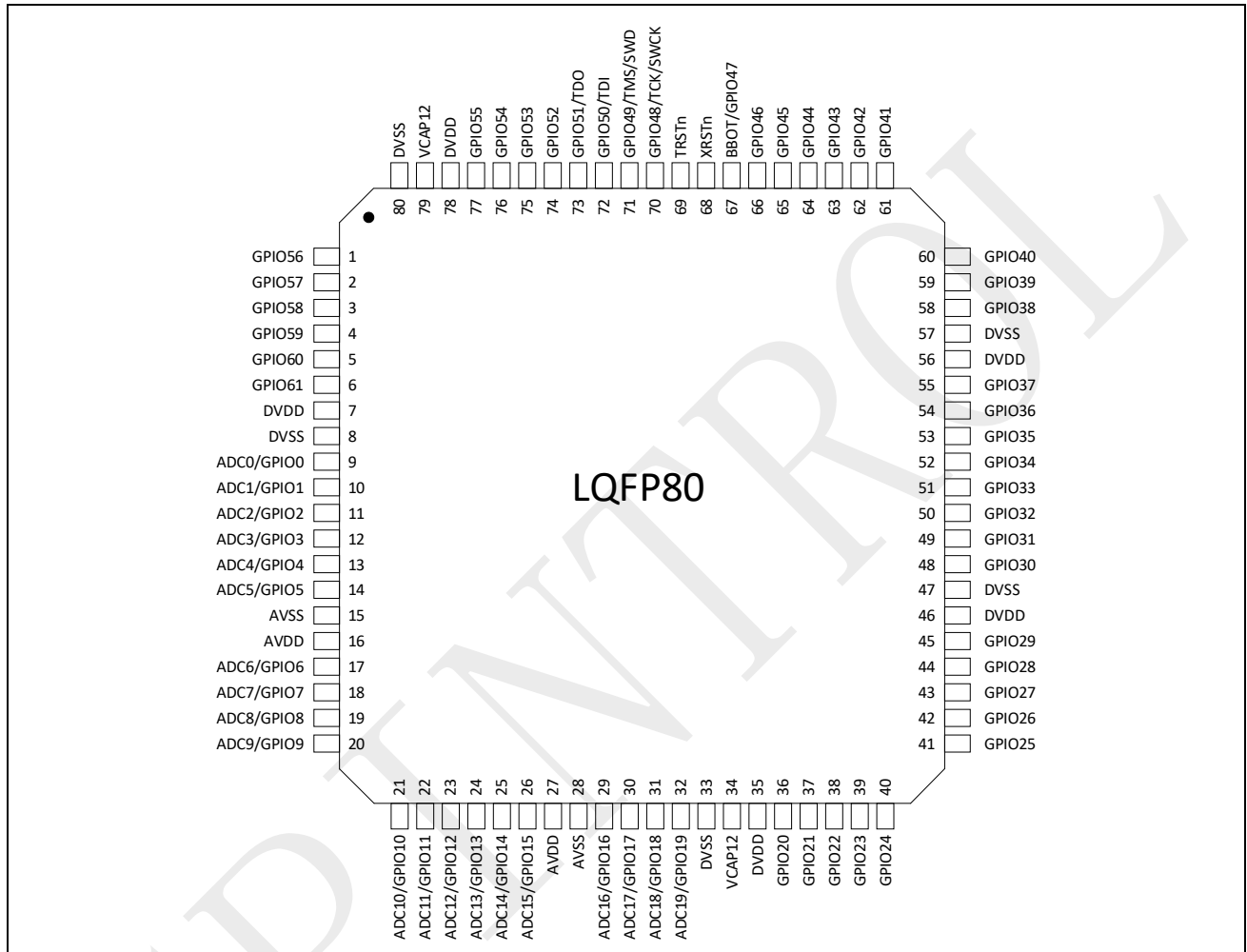
配置选项	模块	引脚功能	引脚名称
		主机数据输出: MOSI	GPIO59
		主机数据输入: MISO	GPIO60

- [1] 配置 0 中 SIOSPISTA0 仅适用于封装 LQFP80、QFN52。
- [2] 配置 0 中 SIOSPISTA1 仅适用于封装 LQFP80、LQFP64、LQFP52、LQFP48、QFN52。
- [3] 配置 0 中 SIOSPISTA2 仅适用于封装 LQFP80。
- [4] 配置 1 中 SIOSPISTA0 仅适用于封装 LQFP80、LQFP64、QFN52。
- [5] 配置 1 中 SIOSPISTA1 仅适用于封装 LQFP80、LQFP64、LQFP52、LQFP48、QFN52。
- [6] 配置 1 中 SIOSPISTA2 仅适用于封装 LQFP80、LQFP64。

3 引脚排列和引脚说明

3.1 LQFP80

图 3-1: SPC2168 LQFP80 引脚排列



- [1] 上图为封装俯视图。
- [2] 注意：在 PCB 板上，不需要将芯片的两个 VCAP12 引脚连接在一起。
- [3] 注意：TRSTn 引脚为高电平时，GPIO48~GPIO51 引脚作为 Debug 接口使用，不可再配置为其他功能。

表 3-1: SPC2168 LQFP80 引脚定义

引脚	信号	类型 ^[1]	描述
1	GPIO56	I/O	通用输入/输出 56
	PWM4A	O	PWM4 输出 A
2	GPIO57	I/O	通用输入/输出 57
	PWM5A	O	PWM5 输出 A
	PWM4B	O	PWM4 输出 B
3	GPIO58	I/O	通用输入/输出 58
	PWM6A	O	PWM6 输出 A
	PWM5A	O	PWM5 输出 A
4	GPIO59	I/O	通用输入/输出 59

引脚	信号	类型 ^[1]	描述
	PWM4B	O	PWM4 输出 B
	PWM5B	O	PWM5 输出 B
5	GPIO60	I/O	通用输入/输出 60
	PWM5B	O	PWM5 输出 B
	PWM6A	O	PWM6 输出 A
6	GPIO61	I/O	通用输入/输出 61
	PWM6B	O	PWM6 输出 B
7	DVDD	S	数字电源, 增加 0.1uF 旁路陶瓷电容到 DVSS
8	DVSS	S	数字地
9	GPIO0	I/O	通用输入/输出 0
	ADC0	AI	ADC 通道 0 输入
	COMP0H	O	比较器 COMP0H 结果输出
10	GPIO1	I/O	通用输入/输出 1
	ADC1	AI	ADC 通道 1 输入
	COMP0L	O	比较器 COMP0L 结果输出
11	GPIO2	I/O	通用输入/输出 2
	ADC2	AI	ADC 通道 2 输入
	COMP1H	O	比较器 COMP1H 结果输出
12	GPIO3	I/O	通用输入/输出 3
	ADC3	AI	ADC 通道 3 输入
	COMP1L	O	比较器 COMP1L 结果输出
13	GPIO4	I/O	通用输入/输出 4
	ADC4	AI	ADC 通道 4 输入
	COMP2H	O	比较器 COMP2H 结果输出
14	GPIO5	I/O	通用输入/输出 5
	ADC5	AI	ADC 通道 5 输入
	COMP2L	O	比较器 COMP2L 结果输出
15	AVSS	S	模拟地
16	AVDD	S	模拟电源, 增加 4.7uF 和 0.1uF 旁路电容到 AVSS
17	GPIO6	I/O	通用输入/输出 6
	ADC6	AI	ADC 通道 6 输入
18	GPIO7	I/O	通用输入/输出 7
	ADC7	AI	ADC 通道 7 输入
19	GPIO8	I/O	通用输入/输出 8
	ADC8	AI	ADC 通道 8 输入
20	GPIO9	I/O	通用输入/输出 9
	ADC9	AI	ADC 通道 9 输入
21	GPIO10	I/O	通用输入/输出 10
	ADC10	AI	ADC 通道 10 输入
	COMP3H	O	比较器 COMP3H 结果输出
22	GPIO11	I/O	通用输入/输出 11

引脚	信号	类型 ^[1]	描述
	ADC11	AI	ADC 通道 11 输入
	COMP3L	O	比较器 COMP3L 结果输出
	DCLK	O	来自 CLKDET 模块用于监视的时钟输出
23	GPIO12	I/O	通用输入/输出 12
	ADC12	AI	ADC 通道 12 输入
	COMP4H	O	比较器 COMP4H 结果输出
24	GPIO13	I/O	通用输入/输出 13
	ADC13	AI	ADC 通道 13 输入
	COMP4L	O	比较器 COMP4L 结果输出
25	GPIO14	I/O	通用输入/输出 14
	ADC14	AI	ADC 通道 14 输入
	COMP5H	O	比较器 COMP5H 结果输出
26	GPIO15	I/O	通用输入/输出 15
	ADC15	AI	ADC 通道 15 输入
	COMP5L	O	比较器 COMP5L 结果输出
27	AVDD	S	模拟电源，增加 4.7uF 和 0.1uF 旁路陶瓷电容到 AVSS
28	AVSS	S	模拟地
29	GPIO16	I/O	通用输入/输出 16
	ADC16	AI	ADC 通道 16 输入
	COMP6H	O	比较器 COMP6H 结果输出
30	GPIO17	I/O	通用输入/输出 17
	ADC17	AI	ADC 通道 17 输入
	COMP6L	O	比较器 COMP6L 结果输出
31	GPIO18	I/O	通用输入/输出 18
	ADC18	AI	ADC 通道 18 输入
	COMP7H	O	比较器 COMP7H 结果输出
32	GPIO19	I/O	通用输入/输出 19
	ADC19	AI	ADC 通道 19 输入
	COMP7L	O	比较器 COMP7L 结果输出
33	DVSS	S	数字地
34	VCAP12	S	1.2 V 电源，增加 4.7uF 旁路陶瓷电容到 DVSS
35	DVDD	S	数字电源，增加 4.7uF 和 0.1uF 陶瓷电容到 DVSS
36	GPIO20	I/O	通用输入/输出 20
	XIN	AI	外部振荡器输入
	SPI_SCLK	I/O	SPI 时钟输入/输出
	I2C_SCL	I/O	I2C 时钟
	UART_TXD	O	UART 发送数据
	PWMSYNCO	O	PWMSYNCO 用于监视的信号输出
37	GPIO21	I/O	通用输入/输出 21
	XIO	AI/O	外部振荡器输入或输出
	SPI_SFRM	I/O	SPI 片选信号

引脚	信号	类型 ^[1]	描述
	I2C_SDA	I/O	I ² C 数据
	UART_RXD	I	UART 接收数据
	PWMSOC ^[2]	O	PWM SOC 用于监视的信号输出
38	GPIO22	I/O	通用输入/输出 22
	SPI_MOSI	I/O	SPI 主输出, 从输入
	SPI_MISO	I/O	SPI 主输入, 从输出
39	GPIO23	I/O	通用输入/输出 23
	SPI_MISO	I/O	SPI 主输入, 从输出
	SPI_MOSI	I/O	SPI 主输出, 从输入
40	GPIO24	I/O	通用输入/输出 24
	COMP0H	O	比较器 COMP0H 结果输出
	PWM1A	O	PWM1 输出 A
41	GPIO25	I/O	通用输入/输出 25
	COMP0L	O	比较器 COMP0L 结果输出
	PWM2A	O	PWM2 输出 A
	PWM1B	O	PWM1 输出 B
42	GPIO26	I/O	通用输入/输出 26
	COMP1H	O	比较器 COMP1H 结果输出
	PWM3A	O	PWM3 输出 A
	PWM2A	O	PWM2 输出 A
43	GPIO27	I/O	通用输入/输出 27
	COMP1L	O	比较器 COMP1L 结果输出
	PWM1B	O	PWM1 输出 B
	PWM2B	O	PWM2 输出 B
44	GPIO28	I/O	通用输入/输出 28
	COMP2H	O	比较器 COMP2H 结果输出
	PWM2B	O	PWM2 输出 B
	PWM3A	O	PWM3 输出 A
45	GPIO29	I/O	通用输入/输出 29
	COMP2L	O	比较器 COMP2L 结果输出
	PWM3B	O	PWM3 输出 B
46	DVDD	S	数字电源, 增加 0.1uF 旁路陶瓷电容到 DVSS
47	DVSS	S	数字地
48	GPIO30	I/O	通用输入/输出 30
	I2C_SCL	I/O	I ² C 时钟
49	GPIO31	I/O	通用输入/输出 31
	I2C_SDA	I/O	I ² C 数据
50	GPIO32	I/O	通用输入/输出 32
	COMP3H	O	比较器 COMP3H 结果输出
	PWM4A	O	PWM4 输出 A
	PWMSYNCO	O	PWMSYNCO 用于监视的信号输出

引脚	信号	类型 ^[1]	描述
51	GPIO33	I/O	通用输入/输出 33
	COMP3L	O	比较器 COMP3L 结果输出
	PWM5A	O	PWM5 输出 A
	PWM4B	O	PWM4 输出 B
	PWMSOC ^[2]	O	PWM SOC 用于监视的信号输出
52	GPIO34	I/O	通用输入/输出 34
	COMP4H	O	比较器 4 高电压输出
	PWM0A	O	PWM0 输出 A
	PWM6A	O	PWM6 输出 A
	PWM5A	O	PWM5 输出 A
53	GPIO35	I/O	通用输入/输出 35
	COMP4L	O	比较器 COMP4L 结果输出
	PWM0B	O	PWM0 输出 B
	PWM4B	O	PWM4 输出 B
	PWM5B	O	PWM5 输出 B
54	GPIO36	I/O	通用输入/输出 36
	COMP5H	O	比较器 COMP5H 结果输出
	PWM7A	O	PWM7 输出 A
	PWM5B	O	PWM5 输出 B
	PWM6A	O	PWM6 输出 A
55	GPIO37	I/O	通用输入/输出 37
	COMP5L	O	比较器 COMP5L 结果输出
	PWM7B	O	PWM7 输出 B
	PWM6B	O	PWM6 输出 B
56	DVDD	S	数字电源，增加 0.1uF 旁路陶瓷电容到 DVSS
57	DVSS	S	数字地
58	GPIO38	I/O	通用输入/输出 38
	SPI_SCLK	I/O	SPI 时钟输入/输出
	UART_TXD	O	UART 发送数据
	UART_RXD	I	UART 接收数据
	PWMSOCA	O	PWM SOCA 用于监视的信号输出
59	GPIO39	I/O	通用输入/输出 39
	SPI_SFRM	I/O	SPI 片选信号
	UART_RXD	I	UART 接收数据
	UART_TXD	O	UART 发送数据
	PWMSOCB	O	PWM SOCB 用于监视的信号输出
60	GPIO40	I/O	通用输入/输出 40
	SPI_MOSI	I/O	SPI 主输出，从输入
	SPI_MISO	I/O	SPI 主输入，从输出
	I2C_SCL	I/O	I ² C 时钟
	PWMSOCC	O	PWM SOCC 用于监视的信号输出

引脚	信号	类型 ^[1]	描述
61	GPIO41	I/O	通用输入/输出 41
	SPI_MISO	I/O	SPI 主输入，从输出
	SPI_MOSI	I/O	SPI 主输出，从输入
	I2C_SDA	I/O	I ² C 数据
	PWMSYNCO	O	PWMSYNCO 用于监视的信号输出
62	GPIO42	I/O	通用输入/输出 42
	I2C_SCL	I/O	I ² C 时钟
	COMP6H	O	比较器 COMP6H 结果输出
	SPI_SCLK	I/O	SPI 时钟输入/输出
63	GPIO43	I/O	通用输入/输出 43
	I2C_SDA	I/O	I ² C 数据
	COMP6L	O	比较器 COMP6L 结果输出
	SPI_SFRM	I/O	SPI 片选信号
64	GPIO44	I/O	通用输入/输出 44
	UART_TXD	O	UART 发送数据
	UART_RXD	I	UART 接收数据
	COMP7H	O	比较器 COMP7H 结果输出
	SPI_MOSI	I/O	SPI 主输出，从输入
	SPI_MISO	I/O	SPI 主输入，从输出
65	GPIO45	I/O	通用输入/输出 45
	UART_RXD	I	UART 接收数据
	UART_TXD	O	UART 发送数据
	COMP7L	O	比较器 COMP7L 结果输出
	SPI_MISO	I/O	SPI 主输入，从输出
	SPI_MOSI	I/O	SPI 主 输出，从输入
66	GPIO46	I/O	通用输入/输出 46
67	BOOT (GPIO47)	I/O	启动引脚 (通用输入/输出 47)
68	XRSTn	I	器件复位引脚，低电平有效
69	TRSTn	I	JTAG 复位引脚，低电平有效
70	GPIO48	I/O	通用输入/输出 48
	TCK/SWCK	I	JTAG 时钟或 SWD 时钟
	COMP0H	O	比较器 COMP0H 结果输出
	COMP3H	O	比较器 COMP3H 结果输出
	注意：TRSTn 为高时，该引脚始终作为 TCK/SWCK 使用，不能被配置为其他功能		
71	GPIO49	I/O	通用输入/输出 49
	TMS/SWD	I/O	JTAG 模式选择或 SWD 数据
	COMP0L	O	比较器 COMP0L 结果输出
	COMP3L	O	比较器 COMP3L 结果输出
	注意：TRSTn 为高时，该引脚始终作为 TMS/SWD 使用，不能被配置为其他功能		
72	GPIO50	I/O	通用输入/输出 50
	TDI	I	JTAG 数据输入

引脚	信号	类型 ^[1]	描述
	SWCK (CAU)	I	CAU 的 SWD 时钟
	COMP1H	O	比较器 COMP1H 结果输出
	COMP4H	O	比较器 COMP4H 结果输出
	注意: TRSTn 为高时, 该引脚始终作为 TDI 或者 SWCK (CAU) 使用, 不能被配置为其他功能		
73	GPIO51	I/O	通用输入/输出 51
	TDO	O	JTAG 数据输出
	SWD(CAU)	I/O	CAU 的 SWD 数据
	COMP1L	O	比较器 COMP1L 结果输出
	COMP4L	O	比较器 COMP4L 结果输出
	注意: TRSTn 为高时, 该引脚始终作为 TDO 或者 SWD (CAU) 使用, 不能被配置为其他功能		
74	GPIO52	I/O	通用输入/输出 52
	PWM0A	O	PWM0 输出 A
	COMP2H	O	比较器 COMP2H 结果输出
	COMP5H	O	比较器 COMP5H 结果输出
75	GPIO53	I/O	通用输入/输出 53
	PWM0B	O	PWM0 输出 B
	COMP2L	O	比较器 COMP2L 结果输出
	COMP5L	O	比较器 COMP5L 结果输出
76	GPIO54	I/O	通用输入/输出 54
	PWM7A	O	PWM7 输出 A
	PWM4A	O	PWM4 输出 A
77	GPIO55	I/O	通用输入/输出 55
	PWM7B	O	PWM7 输出 B
	PWM5A	O	PWM5 输出 A
	PWM4B	O	PWM4 输出 B
78	DVDD	S	数字电源, 增加 0.1uF 旁路陶瓷电容到 DVSS
79	VCAP12	S	1.2 V 电源, 增加 0.1uF 旁路陶瓷电容到 DVSS
80	DVSS	S	数字地

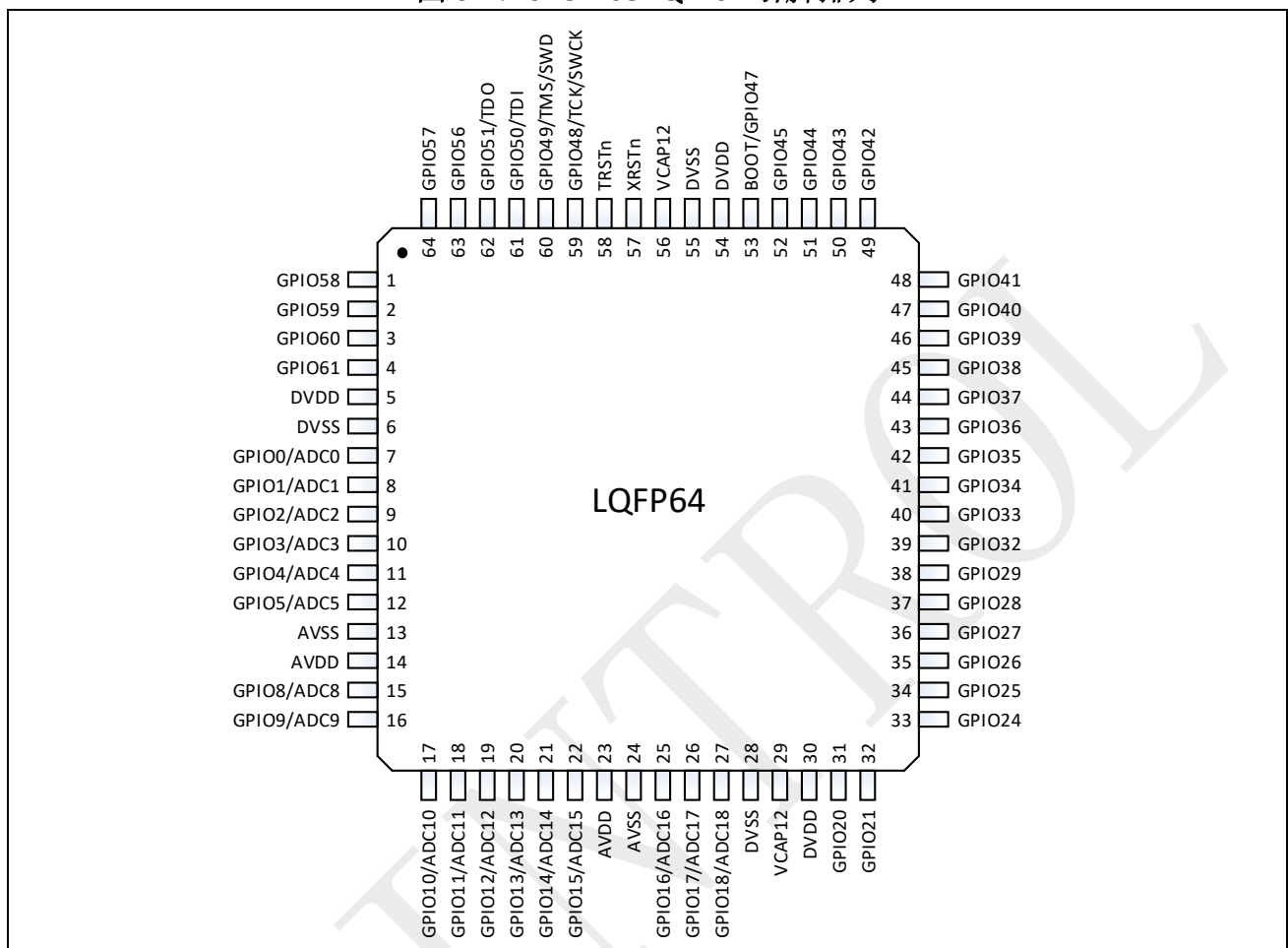
[1] I = 数字输入, O = 数字输出, AI = 模拟输入, AO = 模拟输出, S = 电源。

[2] PWMSOC 信号是 PWMSOCA, PWMSOCB 和 PWMSOCC 信号的逻辑或。

[3] 可配置任意 GPIO 引脚作为 ECAP 输入或输出。

3.2 LQFP64

图 3-2: SPC2168 LQFP64 引脚排列



- [1] 上图为封装俯视图。
- [2] 注意：在 PCB 板上，不需要将芯片的两个 VCAP12 引脚连接在一起。
- [3] 注意：TRSTn 引脚为高电平时，GPIO48~GPIO51 引脚作为 Debug 接口使用，不可再配置为其他功能。

表 3-2: SPC2168 LQFP64 引脚定义

引脚	信号	类型 ^[1]	描述
1	GPIO58	I/O	通用输入/输出 58
	PWM6A	O	PWM6 输出 A
	PWM5A	O	PWM5 输出 A
2	GPIO59	I/O	通用输入/输出 59
	PWM4B	O	PWM4 输出 B
	PWM5B	O	PWM5 输出 B
3	GPIO60	I/O	通用输入/输出 60
	PWM5B	O	PWM5 输出 B
	PWM6A	O	PWM6 输出 A
4	GPIO61	I/O	通用输入/输出 61
	PWM6B	O	PWM6 输出 B
5	DVDD	S	数字电源，增加 0.1uF 旁路陶瓷电容到 DVSS

引脚	信号	类型 ^[1]	描述
6	DVSS	S	数字地
7	GPIO0	I/O	通用输入/输出 0
	ADC0	AI	ADC 通道 0 输入
	COMP0H	O	比较器 COMP0H 结果输出
8	GPIO1	I/O	通用输入/输出 1
	ADC1	AI	ADC 通道 1 输入
	COMP0L	O	比较器 COMP0L 结果输出
9	GPIO2	I/O	通用输入/输出 2
	ADC2	AI	ADC 通道 2 输入
	COMP1H	O	比较器 COMP1H 结果输出
10	GPIO3	I/O	通用输入/输出 3
	ADC3	AI	ADC 通道 3 输入
	COMP1L	O	比较器 COMP1L 结果输出
11	GPIO4	I/O	通用输入/输出 4
	ADC4	AI	ADC 通道 4 输入
	COMP2H	O	比较器 COMP2H 结果输出
12	GPIO5	I/O	通用输入/输出 5
	ADC5	AI	ADC 通道 5 输入
	COMP2L	O	比较器 COMP2L 结果输出
13	AVSS	S	模拟地
14	AVDD	S	模拟电源，增加 4.7uF 和 0.1uF 旁路电容到 AVSS
15	GPIO8	I/O	通用输入/输出 8
	ADC8	AI	ADC 通道 8 输入
16	GPIO9	I/O	通用输入/输出 9
	ADC9	AI	ADC 通道 9 输入
17	GPIO10	I/O	通用输入/输出 10
	ADC10	AI	ADC 通道 10 输入
	COMP3H	O	比较器 COMP3H 结果输出
18	GPIO11	I/O	通用输入/输出 11
	ADC11	AI	ADC 通道 11 输入
	COMP3L	O	比较器 COMP3L 结果输出
	DCLK	O	来自 CLKDET 模块用于监视的时钟输出
19	GPIO12	I/O	通用输入/输出 12
	ADC12	AI	ADC 通道 12 输入
	COMP4H	O	比较器 COMP4H 结果输出
20	GPIO13	I/O	通用输入/输出 13
	ADC13	AI	ADC 通道 13 输入
	COMP4L	O	比较器 COMP4L 结果输出
21	GPIO14	I/O	通用输入/输出 14
	ADC14	AI	ADC 通道 14 输入
	COMP5H	O	比较器 COMP5H 结果输出

引脚	信号	类型 ^[1]	描述
22	GPIO15	I/O	通用输入/输出 15
	ADC15	AI	ADC 通道 15 输入
	COMP5L	O	比较器 COMP5L 结果输出
23	AVDD	S	模拟电源, 增加 4.7uF 和 0.1uF 旁路陶瓷电容到 AVSS
24	AVSS	S	模拟地
25	GPIO16	I/O	通用输入/输出 16
	ADC16	AI	ADC 通道 16 输入
	COMP6H	O	比较器 COMP6H 结果输出
26	GPIO17	I/O	通用输入/输出 17
	ADC17	AI	ADC 通道 17 输入
	COMP6L	O	比较器 COMP6L 结果输出
27	GPIO18	I/O	通用输入/输出 18
	ADC18	AI	ADC 通道 18 输入
	COMP7H	O	比较器 7 高电压输出
28	DVSS	S	数字地
29	VCAP12	S	1.2 V 电源, 增加 4.7uF 旁路陶瓷电容到 DVSS
30	DVDD	S	数字电源, 增加 4.7uF 和 0.1uF 陶瓷电容到 DVSS
31	GPIO20	I/O	通用输入/输出 20
	XIN	AI	外部振荡器输入
	SPI_SCLK	I/O	SPI 时钟输入/输出
	I2C_SCL	I/O	I ² C 时钟
	UART_TXD	O	UART 发送数据
	PWMSYNCO	O	PWMSYNCO 用于监视的信号输出
32	GPIO21	I/O	通用输入/输出 21
	XIO	AI/O	外部振荡器输入或输出
	SPI_SFRM	I/O	SPI 片选信号
	I2C_SDA	I/O	I ² C 数据
	UART_RXD	I	UART 接收数据
	PWMSOC ^[2]	O	PWM SOC 用于监视的信号输出
33	GPIO24	I/O	通用输入/输出 24
	COMP0H	O	比较器 COMP0H 结果输出
	PWM1A	O	PWM1 输出 A
34	GPIO25	I/O	通用输入/输出 25
	COMP0L	O	比较器 COMP0L 结果输出
	PWM2A	O	PWM2 输出 A
	PWM1B	O	PWM1 输出 B
35	GPIO26	I/O	通用输入/输出 26
	COMP1H	O	比较器 COMP1H 结果输出
	PWM3A	O	PWM3 输出 A
	PWM2A	O	PWM2 输出 A
36	GPIO27	I/O	通用输入/输出 27

引脚	信号	类型 ^[1]	描述
	COMP1L	O	比较器 COMP1L 结果输出
	PWM1B	O	PWM1 输出 B
	PWM2B	O	PWM2 输出 B
37	GPIO28	I/O	通用输入/输出 28
	COMP2H	O	比较器 COMP2H 结果输出
	PWM2B	O	PWM2 输出 B
	PWM3A	O	PWM3 输出 A
38	GPIO29	I/O	通用输入/输出 29
	COMP2L	O	比较器 COMP2L 结果输出
	PWM3B	O	PWM3 输出 B
39	GPIO32	I/O	通用输入/输出 32
	COMP3H	O	比较器 COMP3H 结果输出
	PWM4A	O	PWM4 输出 A
	PWMSYNCO	O	PWMSYNCO 用于监视的信号输出
40	GPIO33	I/O	通用输入/输出 33
	COMP3L	O	比较器 COMP3L 结果输出
	PWM5A	O	PWM5 输出 A
	PWM4B	O	PWM4 输出 B
	PWMSOC ^[2]	O	PWM SOC 用于监视的信号输出
41	GPIO34	I/O	通用输入/输出 34
	COMP4H	O	比较器 4 高电压输出
	PWM0A	O	PWM0 输出 A
	PWM6A	O	PWM6 输出 A
	PWM5A	O	PWM5 输出 A
42	GPIO35	I/O	通用输入/输出 35
	COMP4L	O	比较器 COMP4L 结果输出
	PWM0B	O	PWM0 输出 B
	PWM4B	O	PWM4 输出 B
	PWM5B	O	PWM5 输出 B
43	GPIO36	I/O	通用输入/输出 36
	COMP5H	O	比较器 COMP5H 结果输出
	PWM7A	O	PWM7 输出 A
	PWM5B	O	PWM5 输出 B
	PWM6A	O	PWM6 输出 A
44	GPIO37	I/O	通用输入/输出 37
	COMP5L	O	比较器 COMP5L 结果输出
	PWM7B	O	PWM7 输出 B
	PWM6B	O	PWM6 输出 B
45	GPIO38	I/O	通用输入/输出 38
	SPI_SCLK	I/O	SPI 时钟输入/输出
	UART_TXD	O	UART 发送数据

引脚	信号	类型 ^[1]	描述
	UART_RXD	I	UART 接收数据
	PWMSOCA	O	PWM SOCA 用于监视的信号输出
46	GPIO39	I/O	通用输入/输出 39
	SPI_SFRM	I/O	SPI 片选信号
	UART_RXD	I	UART 接收数据
	UART_TXD	O	UART 发送数据
	PWMSOCB	O	PWM SOCB 用于监视的信号输出
47	GPIO40	I/O	通用输入/输出 40
	SPI_MOSI	I/O	SPI 主输出，从输入
	SPI_MISO	I/O	SPI 主输入，从输出
	I2C_SCL	I/O	I ² C 时钟
	PWMSOCC	O	PWM SOCC 用于监视的信号输出
48	GPIO41	I/O	通用输入/输出 41
	SPI_MISO	I/O	SPI 主输入，从输出
	SPI_MOSI	I/O	SPI 主输出，从输入
	I2C_SDA	I/O	I ² C 数据
	PWMSYNCO	O	PWMSYNCO 用于监视的信号输出
49	GPIO42	I/O	通用输入/输出 42
	I2C_SCL	I/O	I ² C 时钟
	COMP6H	O	比较器 COMP6H 结果输出
	SPI_SCLK	I/O	SPI 时钟输入/输出
50	GPIO43	I/O	通用输入/输出 43
	I2C_SDA	I/O	I ² C 数据
	COMP6L	O	比较器 COMP6L 结果输出
	SPI_SFRM	I/O	SPI 片选信号
51	GPIO44	I/O	通用输入/输出 44
	UART_TXD	O	UART 发送数据
	UART_RXD	I	UART 接收数据
	COMP7H	O	比较器 COMP7H 结果输出
	SPI_MOSI	I/O	SPI 主输出，从输入
	SPI_MISO	I/O	SPI 主输入，从输出
52	GPIO45	I/O	通用输入/输出 45
	UART_RXD	I	UART 接收数据
	UART_TXD	O	UART 发送数据
	COMP7L	O	比较器 COMP7L 结果输出
	SPI_MISO	I/O	SPI 主输入，从输出
	SPI_MOSI	I/O	SPI 主 输出，从输入
53	BOOT(GPIO47)	I/O	启动引脚（通用输入/输出 40）
54	DVDD	S	数字电源，增加 0.1uF 旁路陶瓷电容到 DVSS
55	DVSS	S	数字地
56	VCAP12	S	1.2 V 电源，增加 0.1uF 旁路陶瓷电容到 DVSS

引脚	信号	类型 ^[1]	描述
57	XRSTn	I	器件复位引脚，低电平有效
58	TRSTn	I	JTAG 复位引脚，低电平有效
59	GPIO48	I/O	通用输入/输出 48
	TCK/SWCK	I	JTAG 时钟或 SWD 时钟
	COMP0H	O	比较器 COMP0H 结果输出
	COMP3H	O	比较器 COMP3H 结果输出
	注意：TRSTn 为高时，该引脚始终作为 TCK/SWCK 使用，不能被配置为其他功能		
60	GPIO49	I/O	通用输入/输出 49
	TMS/SWD	I/O	JTAG 模式选择或 SWD 数据
	COMP0L	O	比较器 COMP0L 结果输出
	COMP3L	O	比较器 COMP3L 结果输出
	注意：TRSTn 为高时，该引脚始终作为 TMS/SWD 使用，不能被配置为其他功能		
61	GPIO50	I/O	通用输入/输出 50
	TDI	I	JTAG 数据输入
	SWCK(CAU)	I	CAU 的 SWD 时钟
	COMP1H	O	比较器 COMP1H 结果输出
	COMP4H	O	比较器 COMP4H 结果输出
	注意：TRSTn 为高时，该引脚始终作为 TDI 或者 SWCK（CAU）使用，不能被配置为其他功能		
62	GPIO51	I/O	通用输入/输出 51
	TDO	O	JTAG 数据输出
	SWD(CAU)	I/O	CAU 的 SWD 数据
	COMP1L	O	比较器 COMP1L 结果输出
	COMP4L	O	比较器 COMP4L 结果输出
	注意：TRSTn 为高时，该引脚始终作为 TDO 或者 SWD（CAU）使用，不能被配置为其他功能		
63	GPIO56	I/O	通用输入/输出 56
	PWM4A	O	PWM4 输出 A
64	GPIO57	I/O	通用输入/输出 57
	PWM5A	O	PWM5 输出 A
	PWM4B	O	PWM4 输出 B

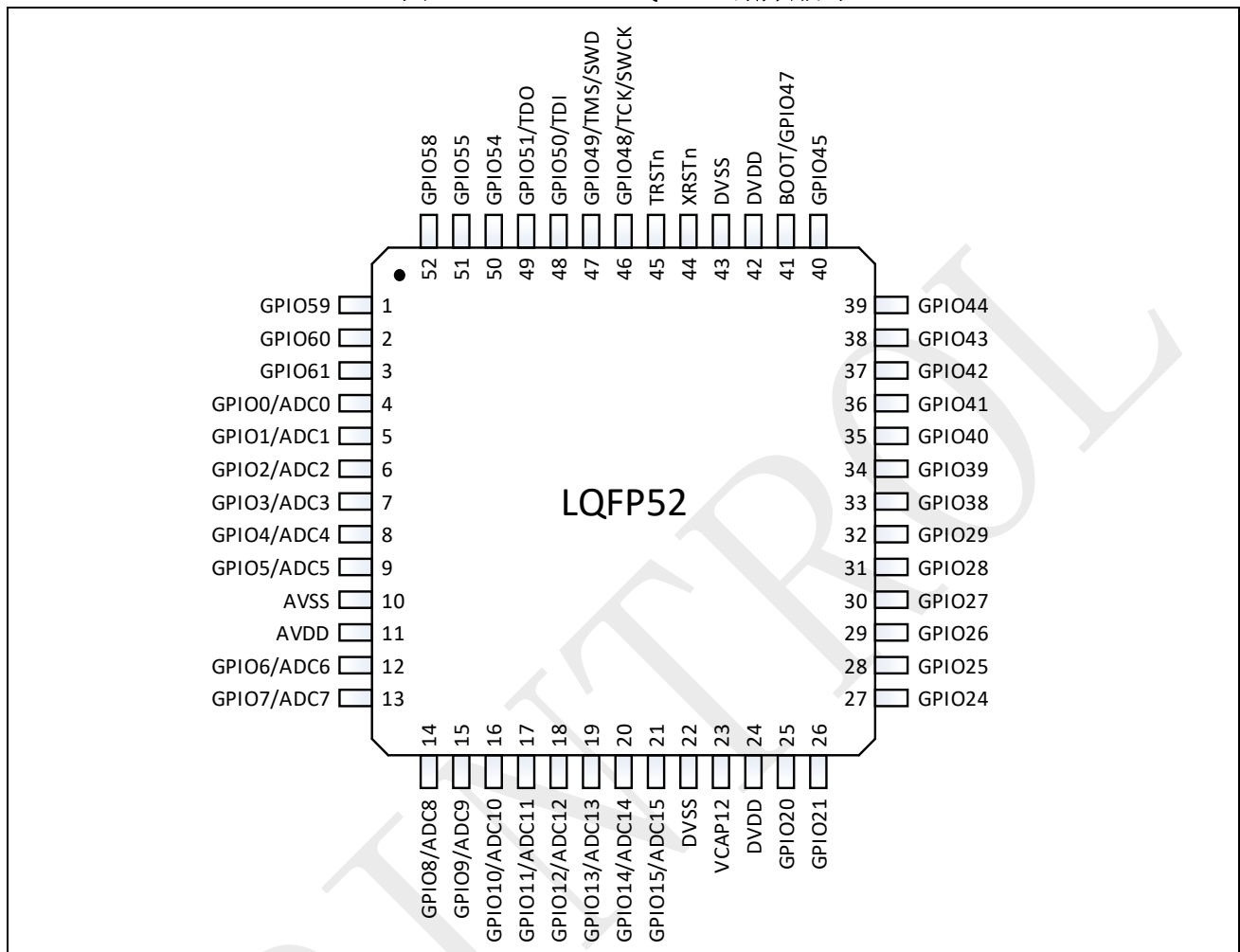
[1] I = 数字输入，O = 数字输出，AI = 模拟输入，AO = 模拟输出，S = 电源。

[2] PWMSOC 信号是 PWMSOCA，PWMSOCB 和 PWMSOCC 信号的逻辑或。

[3] 可配置任意 GPIO 引脚作为 ECAP 输入或输出。

3.3 LQFP52

图 3-3: SPC2168 LQFP52 引脚排列



- [1] 上图为封装俯视图。
- [2] 注意：在 PCB 板上，不需要将芯片的两个 VCAP12 引脚连接在一起。
- [3] 注意：TRStn 引脚为高电平时，GPIO48~GPIO51 引脚作为 Debug 接口使用，不可再配置为其他功能。

表 3-3: SPC2168 LQFP52 引脚定义

引脚	信号	类型 ^[1]	描述
1	GPIO59	I/O	通用输入/输出 59
	PWM4B	O	PWM4 输出 B
	PWM5B	O	PWM5 输出 B
2	GPIO60	I/O	通用输入/输出 60
	PWM5B	O	PWM5 输出 B
	PWM6A	O	PWM6 输出 A
3	GPIO61	I/O	通用输入/输出 61
	PWM6B	O	PWM6 输出 B
4	GPIO0	I/O	通用输入/输出 0
	ADC0	AI	ADC 通道 0 输入
	COMP0H	O	比较器 COMP0H 结果输出

引脚	信号	类型 ^[1]	描述
5	GPIO1	I/O	通用输入/输出 1
	ADC1	AI	ADC 通道 1 输入
	COMP0L	O	比较器 COMP0L 结果输出
6	GPIO2	I/O	通用输入/输出 2
	ADC2	AI	ADC 通道 2 输入
	COMP1H	O	比较器 COMP1H 结果输出
7	GPIO3	I/O	通用输入/输出 3
	ADC3	AI	ADC 通道 3 输入
	COMP1L	O	比较器 COMP1L 结果输出
8	GPIO4	I/O	通用输入/输出 4
	ADC4	AI	ADC 通道 4 输入
	COMP2H	O	比较器 COMP2H 结果输出
9	GPIO5	I/O	通用输入/输出 5
	ADC5	AI	ADC 通道 5 输入
	COMP2L	O	比较器 COMP2L 结果输出
10	AVSS	S	模拟地
11	AVDD	S	模拟电源，增加 4.7uF 和 0.1uF 旁路电容到 AVSS
12	GPIO6	I/O	通用输入/输出 6
	ADC6	AI	ADC 通道 6 输入
13	GPIO7	I/O	通用输入/输出 7
	ADC7	AI	ADC 通道 7 输入
14	GPIO8	I/O	通用输入/输出 8
	ADC8	AI	ADC 通道 8 输入
15	GPIO9	I/O	通用输入/输出 9
	ADC9	AI	ADC 通道 9 输入
16	GPIO10	I/O	通用输入/输出 10
	ADC10	AI	ADC 通道 10 输入
	COMP3H	O	比较器 COMP3H 结果输出
17	GPIO11	I/O	通用输入/输出 11
	ADC11	AI	ADC 通道 11 输入
	COMP3L	O	比较器 COMP3L 结果输出
	DCLK	O	来自 CLKDET 模块用于监视的时钟输出
18	GPIO12	I/O	通用输入/输出 12
	ADC12	AI	ADC 通道 12 输入
	COMP4H	O	比较器 COMP4H 结果输出
19	GPIO13	I/O	通用输入/输出 13
	ADC13	AI	ADC 通道 13 输入
	COMP4L	O	比较器 COMP4L 结果输出
20	GPIO14	I/O	通用输入/输出 14
	ADC14	AI	ADC 通道 14 输入
	COMP5H	O	比较器 COMP5H 结果输出

引脚	信号	类型 ^[1]	描述
21	GPIO15	I/O	通用输入/输出 15
	ADC15	AI	ADC 通道 15 输入
	COMP5L	O	比较器 COMP5L 结果输出
22	DVSS	S	数字地
23	VCAP12	S	1.2 V 电源，增加 4.7uF 旁路陶瓷电容到 DVSS
24	DVDD	S	数字电源，增加 4.7uF 和 0.1uF 陶瓷电容到 DVSS
25	GPIO20	I/O	通用输入/输出 20
	XIN	AI	外部振荡器输入
	SPI_SCLK	I/O	SPI 时钟输入/输出
	I2C_SCL	I/O	I ² C 时钟
	UART_TXD	O	UART 发送数据
	PWMSYNCO	O	PWMSYNCO 用于监视的信号输出
26	GPIO21	I/O	通用输入/输出 21
	XIO	AI/O	外部振荡器输入或输出
	SPI_SFRM	I/O	SPI 片选信号
	I2C_SDA	I/O	I ² C 数据
	UART_RXD	I	UART 接收数据
	PWMSOC ^[2]	O	PWM SOC 用于监视的信号输出
27	GPIO24	I/O	通用输入/输出 24
	COMP0H	O	比较器 COMP0H 结果输出
	PWM1A	O	PWM1 输出 A
28	GPIO25	I/O	通用输入/输出 25
	COMP0L	O	比较器 COMP0L 结果输出
	PWM2A	O	PWM2 输出 A
	PWM1B	O	PWM1 输出 B
29	GPIO26	I/O	通用输入/输出 26
	COMP1H	O	比较器 COMP1H 结果输出
	PWM3A	O	PWM3 输出 A
	PWM2A	O	PWM2 输出 A
30	GPIO27	I/O	通用输入/输出 27
	COMP1L	O	比较器 COMP1L 结果输出
	PWM1B	O	PWM1 输出 B
	PWM2B	O	PWM2 输出 B
31	GPIO28	I/O	通用输入/输出 28
	COMP2H	O	比较器 COMP2H 结果输出
	PWM2B	O	PWM2 输出 B
	PWM3A	O	PWM3 输出 A
32	GPIO29	I/O	通用输入/输出 29
	COMP2L	O	比较器 COMP2L 结果输出
	PWM3B	O	PWM3 输出 B
33	GPIO38	I/O	通用输入/输出 38

引脚	信号	类型 ^[1]	描述
	SPI_SCLK	I/O	SPI 时钟输入/输出
	UART_TXD	O	UART 发送数据
	UART_RXD	I	UART 接收数据
	PWMSOCA	O	PWM SOCA 用于监视的信号输出
34	GPIO39	I/O	通用输入/输出 39
	SPI_SFRM	I/O	SPI 片选信号
	UART_RXD	I	UART 接收数据
	UART_TXD	O	UART 发送数据
	PWMSOCB	O	PWM SOCB 用于监视的信号输出
35	GPIO40	I/O	通用输入/输出 40
	SPI_MOSI	I/O	SPI 主输出，从输入
	SPI_MISO	I/O	SPI 主输入，从输出
	I2C_SCL	I/O	I ² C 时钟
	PWMSOCC	O	PWM SOCC 用于监视的信号输出
36	GPIO41	I/O	通用输入/输出 41
	SPI_MISO	I/O	SPI 主输入，从输出
	SPI_MOSI	I/O	SPI 主输出，从输入
	I2C_SDA	I/O	I ² C 数据
	PWMSYNCO	O	PWMSYNCO 用于监视的信号输出
37	GPIO42	I/O	通用输入/输出 42
	I2C_SCL	I/O	I ² C 时钟
	COMP6H	O	比较器 COMP6H 结果输出
	SPI_SCLK	I/O	SPI 时钟输入/输出
38	GPIO43	I/O	通用输入/输出 43
	I2C_SDA	I/O	I ² C 数据
	COMP6L	O	比较器 COMP6L 结果输出
	SPI_SFRM	I/O	SPI 片选信号
39	GPIO44	I/O	通用输入/输出 44
	UART_TXD	O	UART 发送数据
	UART_RXD	I	UART 接收数据
	COMP7H	O	比较器 COMP7H 结果输出
	SPI_MOSI	I/O	SPI 主输出，从输入
	SPI_MISO	I/O	SPI 主输入，从输出
40	GPIO45	I/O	通用输入/输出 45
	UART_RXD	I	UART 接收数据
	UART_TXD	O	UART 发送数据
	COMP7L	O	比较器 COMP7L 结果输出
	SPI_MISO	I/O	SPI 主输入，从输出
	SPI_MOSI	I/O	SPI 主 输出，从输入
41	BOOT (GPIO47)	I/O	启动引脚（通用输入/输出 47）

引脚	信号	类型 ^[1]	描述
42	DVDD	S	数字电源，增加 0.1uF 旁路陶瓷电容到 DVSS
43	DVSS	S	数字地
44	XRSTn	I	器件复位引脚，低电平有效
45	TRSTn	I	JTAG 复位引脚，低电平有效
46	GPIO48	I/O	通用输入/输出 48
	TCK/SWCK	I	JTAG 时钟或 SWD 时钟
	COMP0H	O	比较器 COMP0H 结果输出
	COMP3H	O	比较器 COMP3H 结果输出
	注意：TRSTn 为高时，该引脚始终作为 TCK/SWCK 使用，不能被配置为其他功能		
47	GPIO49	I/O	通用输入/输出 49
	TMS/SWD	I/O	JTAG 模式选择或 SWD 数据
	COMP0L	O	比较器 COMP0L 结果输出
	COMP3L	O	比较器 COMP3L 结果输出
	注意：TRSTn 为高时，该引脚始终作为 TMS/SWD 使用，不能被配置为其他功能		
48	GPIO50	I/O	通用输入/输出 50
	TDI	I	JTAG 数据输入
	SWCK(CAU)	I	CAU 的 SWD 时钟
	COMP1H	O	比较器 COMP1H 结果输出
	COMP4H	O	比较器 COMP4H 结果输出
	注意：TRSTn 为高时，该引脚始终作为 TDI 或者 SWCK (CAU) 使用，不能被配置为其他功能		
49	GPIO51	I/O	通用输入/输出 51
	TDO	O	JTAG 数据输出
	SWD(CAU)	I/O	CAU 的 SWD 数据
	COMP1L	O	比较器 COMP1L 结果输出
	COMP4L	O	比较器 COMP4L 结果输出
	注意：TRSTn 为高时，该引脚始终作为 TDO 或者 SWD (CAU) 使用，不能被配置为其他功能		
50	GPIO54	I/O	通用输入/输出 54
	PWM7A	O	PWM7 输出 A
	PWM4A	O	PWM4 输出 A
51	GPIO55	I/O	通用输入/输出 55
	PWM7B	O	PWM7 输出 B
	PWM5A	O	PWM5 输出 A
	PWM4B	O	PWM4 输出 B
52	GPIO58	I/O	通用输入/输出 58
	PWM6A	O	PWM6 输出 A
	PWM5A	O	PWM5 输出 A

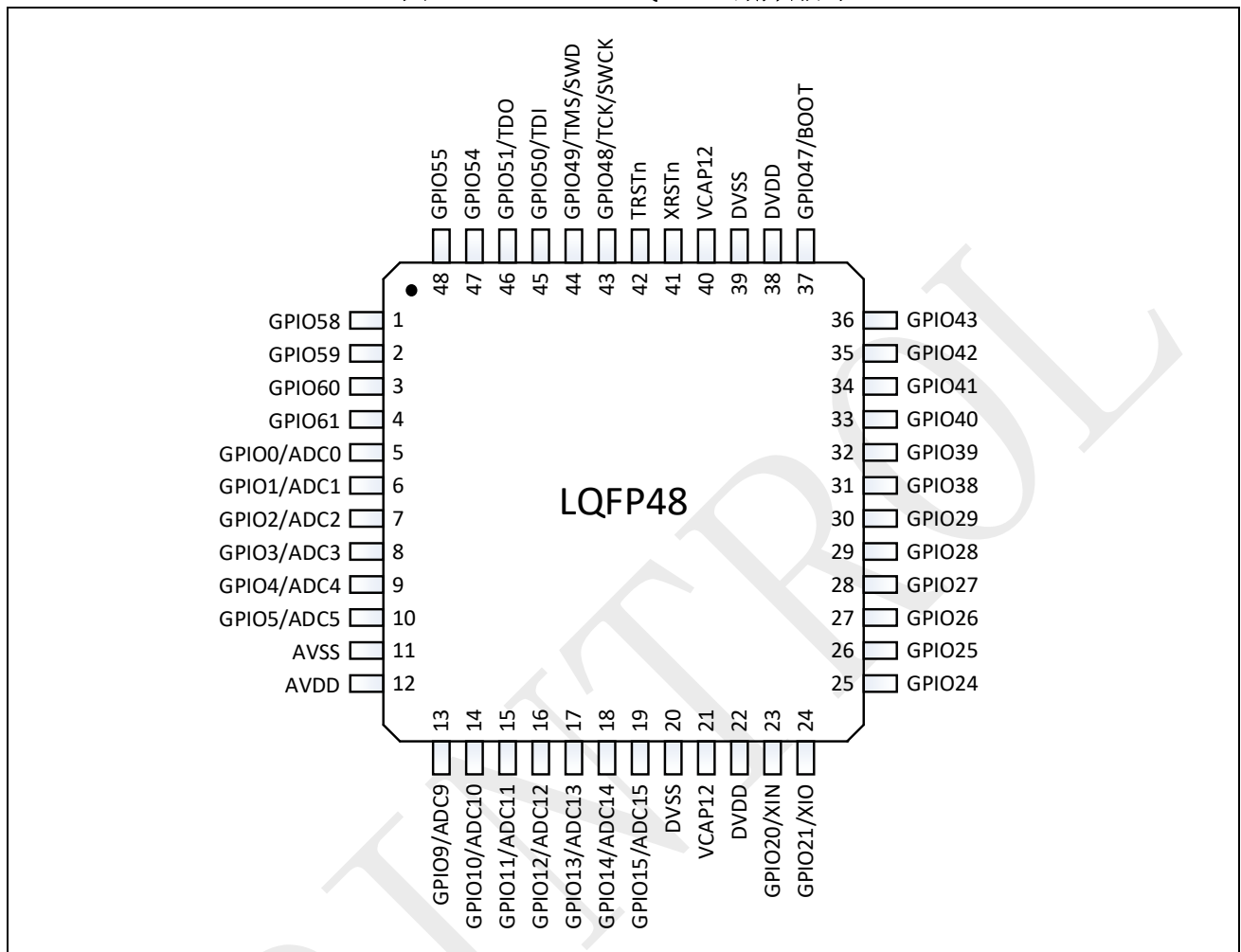
[1] I = 数字输入，O = 数字输出，AI = 模拟输入，AO = 模拟输出，S = 电源。

[2] PWMSOC 信号是 PWMSOCA，PWMSOCB 和 PWMSOCC 信号的逻辑或。

[3] 可配置任意 GPIO 引脚作为 ECAP 输入或输出。

3.4 LQFP48

图 3-4： SPC2168 LQFP48 引脚排列



- [1] 上图为封装俯视图。
- [2] 注意：在 PCB 板上，不需要将芯片的两个 VCAP12 引脚连接在一起。
- [3] 注意：TRSTn 引脚为高电平时，GPIO48~GPIO51 引脚作为 Debug 接口使用，不可再配置为其他功能。

表 3-4: SPC2168 LQFP48 引脚定义

引脚	信号	类型 ^[1]	描述
1	GPIO58	I/O	通用输入/输出 58
	PWM6A	O	PWM6 输出 A
	PWM5A	O	PWM5 输出 A
2	GPIO59	I/O	通用输入/输出 59
	PWM4B	O	PWM4 输出 B
	PWM5B	O	PWM5 输出 B
3	GPIO60	I/O	通用输入/输出 60
	PWM5B	O	PWM5 输出 B
	PWM6A	O	PWM6 输出 A
4	GPIO61	I/O	通用输入/输出 61
	PWM6B	O	PWM6 输出 B
5	GPIO0	I/O	通用输入/输出 0
	ADC0	AI	ADC 通道 0 输入
	COMP0H	O	比较器 COMP0H 结果输出
6	GPIO1	I/O	通用输入/输出 1
	ADC1	AI	ADC 通道 1 输入
	COMP0L	O	比较器 COMP0L 结果输出
7	GPIO2	I/O	通用输入/输出 2
	ADC2	AI	ADC 通道 2 输入
	COMP1H	O	比较器 COMP1H 结果输出
8	GPIO3	I/O	通用输入/输出 3
	ADC3	AI	ADC 通道 3 输入
	COMP1L	O	比较器 COMP1L 结果输出
9	GPIO4	I/O	通用输入/输出 4
	ADC4	AI	ADC 通道 4 输入
	COMP2H	O	比较器 COMP2H 结果输出
10	GPIO5	I/O	通用输入/输出 5
	ADC5	AI	ADC 通道 5 输入
	COMP2L	O	比较器 COMP2L 结果输出
11	AVSS	S	模拟地
12	AVDD	S	模拟电源, 增加 4.7uF 和 0.1uF 旁路电容到 AVSS
13	GPIO9	I/O	通用输入/输出 9
	ADC9	AI	ADC 通道 9 输入
14	GPIO10	I/O	通用输入/输出 10
	ADC10	AI	ADC 通道 10 输入
	COMP3H	O	比较器 COMP3H 结果输出
15	GPIO11	I/O	通用输入/输出 11
	ADC11	AI	ADC 通道 11 输入
	COMP3L	O	比较器 COMP3L 结果输出
	DCLK	O	来自 CLKDET 模块用于监视的时钟输出

引脚	信号	类型 ^[1]	描述
16	GPIO12	I/O	通用输入/输出 12
	ADC12	AI	ADC 通道 12 输入
	COMP4H	O	比较器 COMP4H 结果输出
17	GPIO13	I/O	通用输入/输出 13
	ADC13	AI	ADC 通道 13 输入
	COMP4L	O	比较器 COMP4L 结果输出
18	GPIO14	I/O	通用输入/输出 14
	ADC14	AI	ADC 通道 14 输入
	COMP5H	O	比较器 COMP5H 结果输出
19	GPIO15	I/O	通用输入/输出 15
	ADC15	AI	ADC 通道 15 输入
	COMP5L	O	比较器 COMP5L 结果输出
20	DVSS	S	数字地
21	VCAP12	S	1.2 V 电源, 增加 4.7uF 旁路陶瓷电容到 DVSS
22	DVDD	S	数字电源, 增加 4.7uF 和 0.1uF 陶瓷电容到 DVSS
23	GPIO20	I/O	通用输入/输出 20
	XIN	AI	外部振荡器输入
	SPI_SCLK	I/O	SPI 时钟输入/输出
	I2C_SCL	I/O	I ² C 时钟
	UART_TXD	O	UART 发送数据
	PWMSYNCO	O	PWMSYNCO 用于监视的信号输出
24	GPIO21	I/O	通用输入/输出 21
	XIO	AI/O	外部振荡器输入或输出
	SPI_SFRM	I/O	SPI 片选信号
	I2C_SDA	I/O	I ² C 数据
	UART_RXD	I	UART 接收数据
	PWMSOC ^[2]	O	PWM SOC 用于监视的信号输出
25	GPIO24	I/O	通用输入/输出 24
	COMP0H	O	比较器 COMP0H 结果输出
	PWM1A	O	PWM1 输出 A
26	GPIO25	I/O	通用输入/输出 25
	COMP0L	O	比较器 COMP0L 结果输出
	PWM2A	O	PWM2 输出 A
	PWM1B	O	PWM1 输出 B
27	GPIO26	I/O	通用输入/输出 26
	COMP1H	O	比较器 COMP1H 结果输出
	PWM3A	O	PWM3 输出 A
	PWM2A	O	PWM2 输出 A
28	GPIO27	I/O	通用输入/输出 27
	COMP1L	O	比较器 COMP1L 结果输出
	PWM1B	O	PWM1 输出 B

引脚	信号	类型 ^[1]	描述
	PWM2B	O	PWM2 输出 B
29	GPIO28	I/O	通用输入/输出 28
	COMP2H	O	比较器 COMP2H 结果输出
	PWM2B	O	PWM2 输出 B
	PWM3A	O	PWM3 输出 A
30	GPIO29	I/O	通用输入/输出 29
	COMP2L	O	比较器 COMP2L 结果输出
	PWM3B	O	PWM3 输出 B
31	GPIO38	I/O	通用输入/输出 38
	SPI_SCLK	I/O	SPI 时钟输入/输出
	UART_TXD	O	UART 发送数据
	UART_RXD	I	UART 接收数据
	PWMSOCA	O	PWM SOCA 用于监视的信号输出
32	GPIO39	I/O	通用输入/输出 39
	SPI_SFRM	I/O	SPI 片选信号
	UART_RXD	I	UART 接收数据
	UART_TXD	O	UART 发送数据
	PWMSOCB	O	PWM SOCB 用于监视的信号输出
33	GPIO40	I/O	通用输入/输出 40
	SPI_MOSI	I/O	SPI 主输出, 从输入
	SPI_MISO	I/O	SPI 主输入, 从输出
	I2C_SCL	I/O	I ² C 时钟
	PWMSOCC	O	PWM SOCC 用于监视的信号输出
34	GPIO41	I/O	通用输入/输出 41
	SPI_MISO	I/O	SPI 主输入, 从输出
	SPI_MOSI	I/O	SPI 主输出, 从输入
	I2C_SDA	I/O	I ² C 数据
	PWMSYNCO	O	PWMSYNCO 用于监视的信号输出
35	GPIO42	I/O	通用输入/输出 42
	I2C_SCL	I/O	I ² C 时钟
	COMP6H	O	比较器 COMP6H 结果输出
	SPI_SCLK	I/O	SPI 时钟输入/输出
36	GPIO43	I/O	通用输入/输出 43
	I2C_SDA	I/O	I ² C 数据
	COMP6L	O	比较器 COMP6L 结果输出
	SPI_SFRM	I/O	SPI 片选信号
37	BOOT (GPIO47)	I/O	启动引脚 (通用输入/输出 47)
38	DVDD	S	数字电源, 增加 0.1uF 旁路陶瓷电容到 DVSS
39	DVSS	S	数字地
40	VCAP12	S	1.2 V 电源, 增加 4.7uF 旁路陶瓷电容到 DVSS
41	XRSTn	I	器件复位引脚, 低电平有效

引脚	信号	类型 ^[1]	描述
42	TRSTn	I	JTAG 复位引脚，低电平有效
43	GPIO48	I/O	通用输入/输出 48
	TCK/SWCK	I	JTAG 时钟或 SWD 时钟
	COMP0H	O	比较器 COMP0H 结果输出
	COMP3H	O	比较器 COMP3H 结果输出
	注意：TRSTn 为高时，该引脚始终作为 TCK/SWCK 使用，不能被配置为其他功能		
44	GPIO49	I/O	通用输入/输出 49
	TMS/SWD	I/O	JTAG 模式选择或 SWD 数据
	COMP0L	O	比较器 COMP0L 结果输出
	COMP3L	O	比较器 COMP3L 结果输出
	注意：TRSTn 为高时，该引脚始终作为 TMS/SWD 使用，不能被配置为其他功能		
45	GPIO50	I/O	通用输入/输出 50
	TDI	I	JTAG 数据输入
	SWCK(CAU)	I	CAU 的 SWD 时钟
	COMP1H	O	比较器 COMP1H 结果输出
	COMP4H	O	比较器 COMP4H 结果输出
	注意：TRSTn 为高时，该引脚始终作为 TDI 或者 SWCK (CAU) 使用，不能被配置为其他功能		
46	GPIO51	I/O	通用输入/输出 51
	TDO	O	JTAG 数据输出
	SWD(CAU)	I/O	CAU 的 SWD 数据
	COMP1L	O	比较器 COMP1L 结果输出
	COMP4L	O	比较器 COMP4L 结果输出
	注意：TRSTn 为高时，该引脚始终作为 TDO 或者 SWD (CAU) 使用，不能被配置为其他功能		
47	GPIO54	I/O	通用输入/输出 54
	PWM7A	O	PWM7 输出 A
	PWM4A	O	PWM4 输出 A
48	GPIO55	I/O	通用输入/输出 55
	PWM7B	O	PWM7 输出 B
	PWM5A	O	PWM5 输出 A
	PWM4B	O	PWM4 输出 B

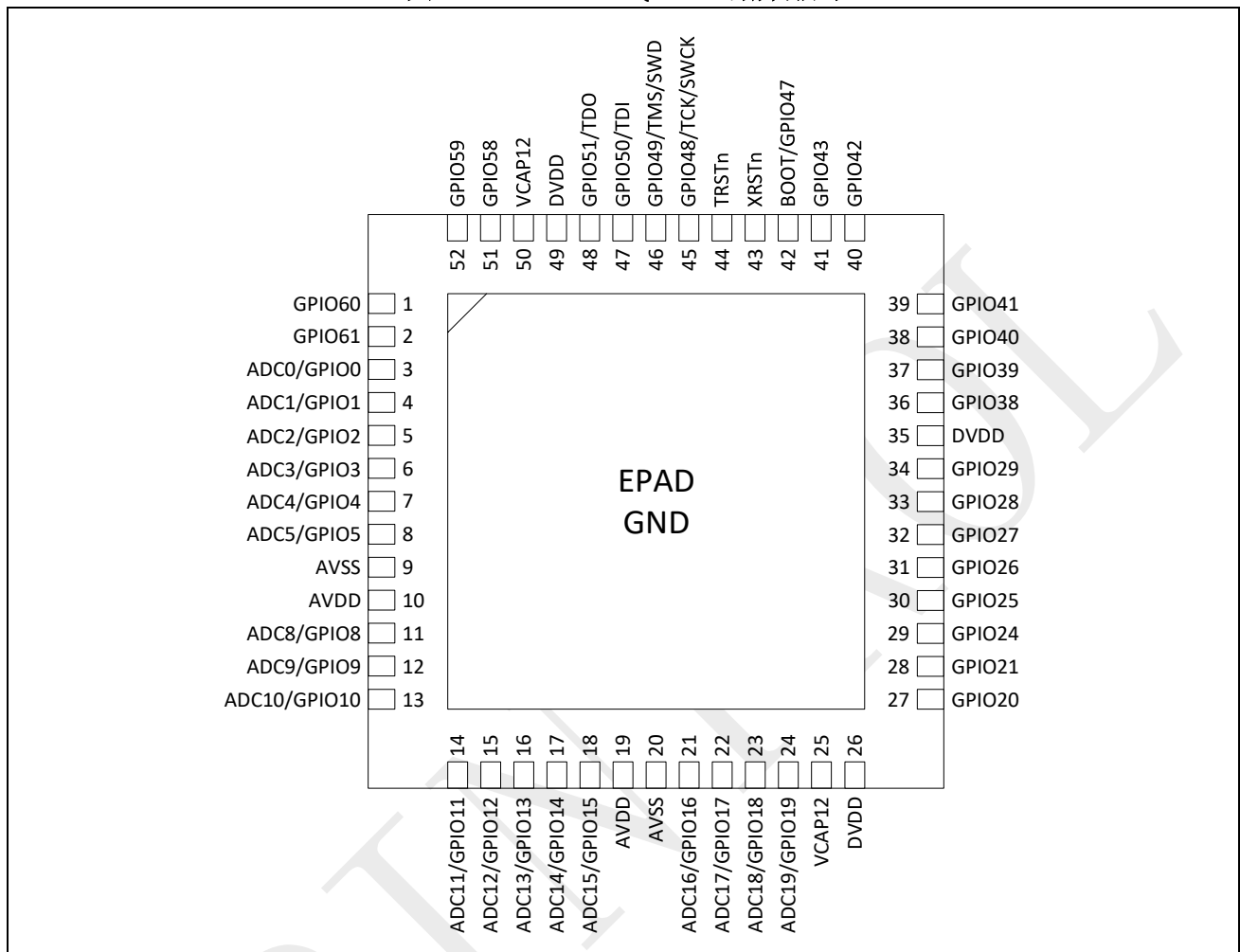
[1] I = 数字输入，O = 数字输出，AI = 模拟输入，AO = 模拟输出，S = 电源。

[2] PWMSOC 信号是 PWMSOCA，PWMSOCB 和 PWMSOCC 信号的逻辑或。

[3] 可配置任意 GPIO 引脚作为 ECAP 输入或输出。

3.5 QFN52

图 3-5: SPC2168 QFN52 引脚排列



- [1] 上图为封装俯视图。
- [2] 注意：在 PCB 板上，不需要将芯片的两个 VCAP12 引脚连接在一起。
- [3] 注意：TRSTn 引脚为高电平时，GPIO48~GPIO51 引脚作为 Debug 接口使用，不可再配置为其他功能。

表 3-5: SPC2168 QFN52 引脚定义

引脚	信号	类型 ^[1]	描述
1	GPIO60	I/O	通用输入/输出 60
	PWM5B	O	PWM5 输出 B
	PWM6A	O	PWM6 输出 A
2	GPIO61	I/O	通用输入/输出 61
	PWM6B	O	PWM6 输出 B
3	GPIO0	I/O	通用输入/输出 0
	ADC0	AI	ADC 通道 0 输入
	COMP0H	O	比较器 COMP0H 结果输出
4	GPIO1	I/O	通用输入/输出 1
	ADC1	AI	ADC 通道 1 输入
	COMP0L	O	比较器 COMP0L 结果输出

引脚	信号	类型 ^[1]	描述
5	GPIO2	I/O	通用输入/输出 2
	ADC2	AI	ADC 通道 2 输入
	COMP1H	O	比较器 COMP1H 结果输出
6	GPIO3	I/O	通用输入/输出 3
	ADC3	AI	ADC 通道 3 输入
	COMP1L	O	比较器 COMP1L 结果输出
7	GPIO4	I/O	通用输入/输出 4
	ADC4	AI	ADC 通道 4 输入
	COMP2H	O	比较器 COMP2H 结果输出
8	GPIO5	I/O	通用输入/输出 5
	ADC5	AI	ADC 通道 5 输入
	COMP2L	O	比较器 COMP2L 结果输出
9	AVSS	S	模拟地
10	AVDD	S	模拟电源, 增加 4.7uF 和 0.1uF 旁路电容到 AVSS
11	GPIO8	I/O	通用输入/输出 8
	ADC8	AI	ADC 通道 8 输入
12	GPIO9	I/O	通用输入/输出 9
	ADC9	AI	ADC 通道 9 输入
13	GPIO10	I/O	通用输入/输出 10
	ADC10	AI	ADC 通道 10 输入
	COMP3H	O	比较器 COMP3H 结果输出
14	GPIO11	I/O	通用输入/输出 11
	ADC11	AI	ADC 通道 11 输入
	COMP3L	O	比较器 COMP3L 结果输出
	DCLK	O	来自 CLKDET 模块用于监视的时钟输出
15	GPIO12	I/O	通用输入/输出 12
	ADC12	AI	ADC 通道 12 输入
	COMP4H	O	比较器 COMP4H 结果输出
16	GPIO13	I/O	通用输入/输出 13
	ADC13	AI	ADC 通道 13 输入
	COMP4L	O	比较器 COMP4L 结果输出
17	GPIO14	I/O	通用输入/输出 14
	ADC14	AI	ADC 通道 14 输入
	COMP5H	O	比较器 COMP5H 结果输出
18	GPIO15	I/O	通用输入/输出 15
	ADC15	AI	ADC 通道 15 输入
	COMP5L	O	比较器 COMP5L 结果输出
19	AVDD	S	模拟电源, 增加 4.7uF 和 0.1uF 旁路陶瓷电容到 AVSS
20	AVSS	S	模拟地
21	GPIO16	I/O	通用输入/输出 16
	ADC16	AI	ADC 通道 16 输入

引脚	信号	类型 ^[1]	描述
	COMP6H	O	比较器 COMP6H 结果输出
22	GPIO17	I/O	通用输入/输出 17
	ADC17	AI	ADC 通道 17 输入
	COMP6L	O	比较器 COMP6L 结果输出
23	GPIO18	I/O	通用输入/输出 18
	ADC18	AI	ADC 通道 18 输入
	COMP7H	O	比较器 COMP7H 结果输出
24	GPIO19	I/O	通用输入/输出 19
	ADC19	AI	ADC 通道 19 输入
	COMP7L	O	比较器 COMP7L 结果输出
25	VCAP12	S	1.2 V 电源, 增加 4.7uF 旁路陶瓷电容到 DVSS
26	DVDD	S	数字电源, 增加 4.7uF 和 0.1uF 陶瓷电容到 DVSS
27	GPIO20	I/O	通用输入/输出 20
	XIN	AI	外部振荡器输入
	SPI_SCLK	I/O	SPI 时钟输入/输出
	I2C_SCL	I/O	I ² C 时钟
	UART_TXD	O	UART 发送数据
	PWMSYNCO	O	PWMSYNCO 用于监视的信号输出
28	GPIO21	I/O	通用输入/输出 21
	XIO	AI/O	外部振荡器输入或输出
	SPI_SFRM	I/O	SPI 片选信号
	I2C_SDA	I/O	I ² C 数据
	UART_RXD	I	UART 接收数据
	PWMSOC ^[2]	O	PWM SOC 用于监视的信号输出
29	GPIO24	I/O	通用输入/输出 24
	COMP0H	O	比较器 COMP0H 结果输出
	PWM1A	O	PWM1 输出 A
30	GPIO25	I/O	通用输入/输出 25
	COMP0L	O	比较器 COMP0L 结果输出
	PWM2A	O	PWM2 输出 A
	PWM1B	O	PWM1 输出 B
31	GPIO26	I/O	通用输入/输出 26
	COMP1H	O	比较器 COMP1H 结果输出
	PWM3A	O	PWM3 输出 A
	PWM2A	O	PWM2 输出 A
32	GPIO27	I/O	通用输入/输出 27
	COMP1L	O	比较器 COMP1L 结果输出
	PWM1B	O	PWM1 输出 B
	PWM2B	O	PWM2 输出 B
33	GPIO28	I/O	通用输入/输出 28
	COMP2H	O	比较器 COMP2H 结果输出

引脚	信号	类型 ^[1]	描述
	PWM2B	O	PWM2 输出 B
	PWM3A	O	PWM3 输出 A
34	GPIO29	I/O	通用输入/输出 29
	COMP2L	O	比较器 COMP2L 结果输出
	PWM3B	O	PWM3 输出 B
35	DVDD	S	数字电源，增加 0.1uF 旁路陶瓷电容到 DVSS
36	GPIO38	I/O	通用输入/输出 38
	SPI_SCLK	I/O	SPI 时钟输入/输出
	UART_TXD	O	UART 发送数据
	UART_RXD	I	UART 接收数据
	PWMSOCA	O	PWM SOCA 用于监视的信号输出
37	GPIO39	I/O	通用输入/输出 39
	SPI_SFRM	I/O	SPI 片选信号
	UART_RXD	I	UART 接收数据
	UART_TXD	O	UART 发送数据
	PWMSOCB	O	PWM SOCB 用于监视的信号输出
38	GPIO40	I/O	通用输入/输出 40
	SPI_MOSI	I/O	SPI 主输出，从输入
	SPI_MISO	I/O	SPI 主输入，从输出
	I2C_SCL	I/O	I ² C 时钟
	PWMSOCC	O	PWM SOCC 用于监视的信号输出
39	GPIO41	I/O	通用输入/输出 41
	SPI_MISO	I/O	SPI 主输入，从输出
	SPI_MOSI	I/O	SPI 主输出，从输入
	I2C_SDA	I/O	I ² C 数据
	PWMSYNCO	O	PWMSYNCO 用于监视的信号输出
40	GPIO42	I/O	通用输入/输出 42
	I2C_SCL	I/O	I ² C 时钟
	COMP6H	O	比较器 COMP6H 结果输出
	SPI_SCLK	I/O	SPI 时钟输入/输出
41	GPIO43	I/O	通用输入/输出 43
	I2C_SDA	I/O	I ² C 数据
	COMP6L	O	比较器 COMP6L 结果输出
	SPI_SFRM	I/O	SPI 片选信号
42	BOOT(GPIO47)	I/O	启动引脚（通用输入/输出 47）
43	XRSTn	I	器件复位引脚，低电平有效
44	TRSTn	I	JTAG 复位引脚，低电平有效
45	GPIO48	I/O	通用输入/输出 48
	TCK/SWCK	I	JTAG 时钟或 SWD 时钟
	COMP0H	O	比较器 COMP0H 结果输出
	COMP3H	O	比较器 COMP3H 结果输出

引脚	信号	类型 ^[1]	描述
	注意: TRSTn 为高时, 该引脚始终作为 TCK/SWCK 使用, 不能被配置为其他功能		
46	GPIO49	I/O	通用输入/输出 49
	TMS/SWD	I/O	JTAG 模式选择或 SWD 数据
	COMP0L	O	比较器 COMP0L 结果输出
	COMP3L	O	比较器 COMP3L 结果输出
	注意: TRSTn 为高时, 该引脚始终作为 TMS/SWD 使用, 不能被配置为其他功能		
47	GPIO50	I/O	通用输入/输出 50
	TDI	I	JTAG 数据输入
	SWCK(CAU)	I	CAU 的 SWD 时钟
	COMP1H	O	比较器 COMP1H 结果输出
	COMP4H	O	比较器 COMP4H 结果输出
	注意: TRSTn 为高时, 该引脚始终作为 TDI 或者 SWCK (CAU) 使用, 不能被配置为其他功能		
48	GPIO51	I/O	通用输入/输出 51
	TDO	O	JTAG 数据输出
	SWD(CAU)	I/O	CAU 的 SWD 数据
	COMP1L	O	比较器 COMP1L 结果输出
	COMP4L	O	比较器 COMP4L 结果输出
	注意: TRSTn 为高时, 该引脚始终作为 TDO 或者 SWD (CAU) 使用, 不能被配置为其他功能		
49	DVDD	S	数字电源, 增加 0.1uF 旁路陶瓷电容到 DVSS
50	VCAP12	S	1.2 V 电源, 增加 0.1uF 旁路陶瓷电容到 DVSS
51	GPIO58	I/O	通用输入/输出 58
	PWM6A	O	PWM6 输出 A
	PWM5A	O	PWM5 输出 A
52	GPIO59	I/O	通用输入/输出 59
	PWM4B	O	PWM4 输出 B
	PWM5B	O	PWM5 输出 B

[1] I = 数字输入, O = 数字输出, AI = 模拟输入, AO = 模拟输出, S = 电源。

[2] EPWRTZO 信号是 EPWRTZ0O 信号和 EPWRTZ1O 信号的逻辑或。

[3] 可配置任意 GPIO 引脚作为 ECAP 输入或输出。

3.6 PGA 输入通道选择

对于 6 个 MCU 单元内的 PGA 来说，每个 PGA 都有两个 8 选 1 的多路选择器（MUX）来选择输入通道，一个用来选择正端输入（PGA_x_P, x = 0~5），另一个用来选择负端输入（PGA_x_N, x = 0~5）。输入通道的选择如下表所示。

表 3-6: PGA0/1/2 输入通道选择

MUX 值	PGA0_P	PGA0_N	PGA1_P	PGA1_N	PGA2_P	PGA2_N
0	GND	GND	GND	GND	GND	GND
1	DAC0	DAC0	DAC0	DAC0	DAC0	DAC0
2	DAC2	DAC3	ATEST	VREF12	ADC10	VDD12
3	ADC0	ADC1	ADC0	ADC2	ADC0	ADC3
4	ADC2	ADC3	ADC2	ADC3	ADC2	ADC1
5	ADC4	ADC5	ADC4	ADC5	ADC4	ADC5
6	ADC6	ADC7	ADC6	ADC7	ADC6	ADC7
7	ADC8	ADC9	ADC8	ADC9	ADC8	ADC9

表 3-7: PGA3/4/5 输入通道选择

MUX 值	PGA3_P	PGA3_N	PGA4_P	PGA4_N	PGA5_P	PGA5_N
0	GND	GND	GND	GND	GND	GND
1	DAC1	DAC1	DAC1	DAC1	DAC1	DAC1
2	DAC4	DAC5	ADC11	ADC0	TSEN1	TSEN0
3	ADC10	ADC11	ADC10	ADC12	ADC10	ADC13
4	ADC12	ADC13	ADC12	ADC13	ADC12	ADC11
5	ADC14	ADC15	ADC14	ADC15	ADC14	ADC15
6	ADC16	ADC17	ADC16	ADC17	ADC16	ADC17
7	ADC18	ADC19	ADC18	ADC19	ADC18	ADC19

[1] TSEN0 是温度传感器的输出端 0；TSEN1 是温度传感器的输出端 1。

3.7 GPIO 引脚复位后的功能和状态

表 3-8: GPIO 引脚复位后的功能和状态

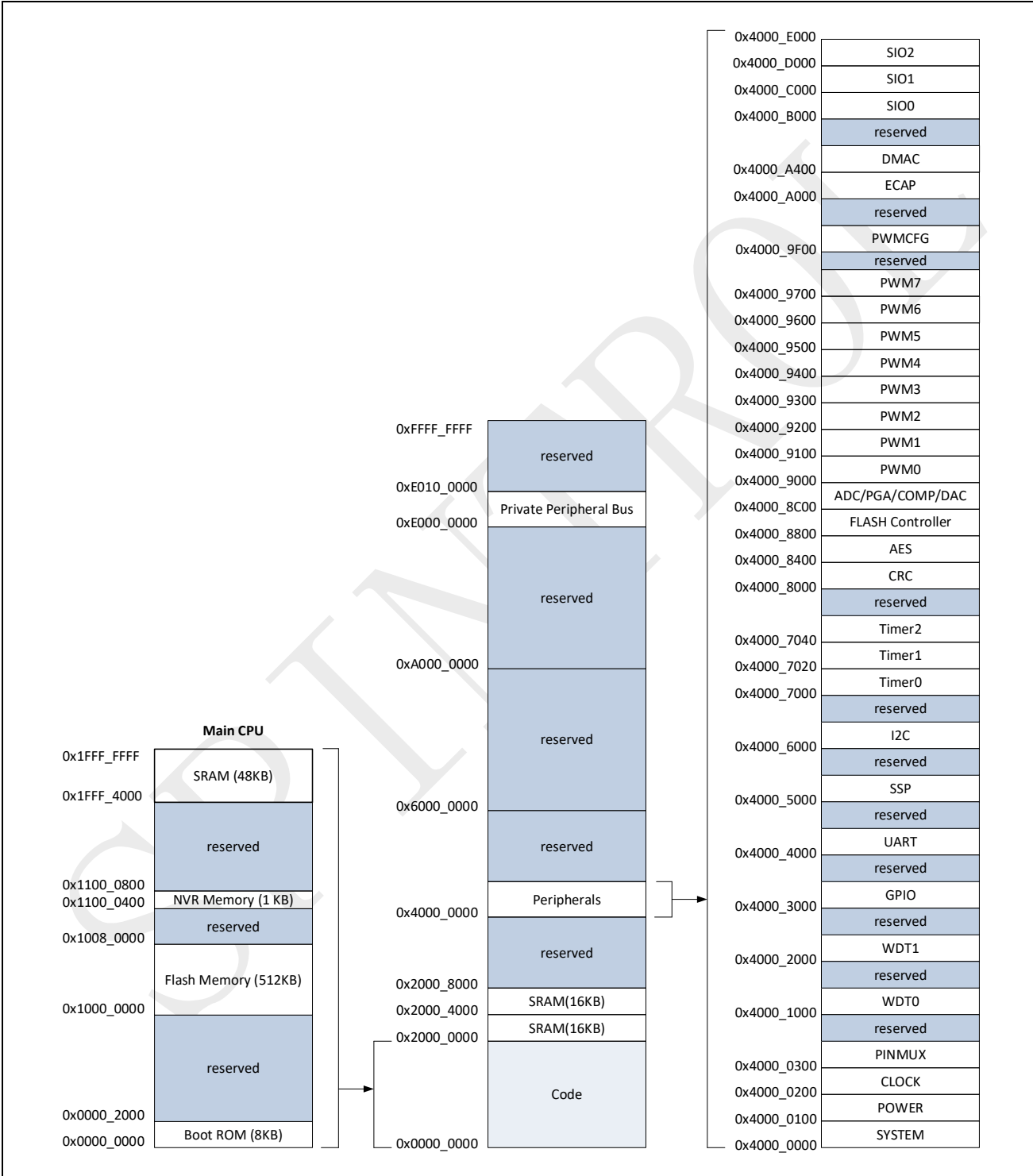
引脚名称	默认功能	默认状态
GPIO0	ADC0	浮空
GPIO1	ADC1	浮空
GPIO2	ADC2	浮空
GPIO3	ADC3	浮空
GPIO4	ADC4	浮空
GPIO5	ADC5	浮空
GPIO6	ADC6	浮空
GPIO7	ADC7	浮空
GPIO8	ADC8	浮空
GPIO9	ADC9	浮空
GPIO10	ADC10	浮空
GPIO11	ADC11	浮空
GPIO12	ADC12	浮空
GPIO13	ADC13	浮空
GPIO14	ADC14	浮空
GPIO15	ADC15	浮空
GPIO16	ADC16	浮空
GPIO17	ADC17	浮空
GPIO18	ADC18	浮空
GPIO19	ADC19	浮空
GPIO20	GPIO20	上拉
GPIO21	GPIO21	上拉
GPIO22	GPIO22	上拉
GPIO23	GPIO23	上拉
GPIO24	GPIO24	浮空
GPIO25	GPIO25	浮空
GPIO26	GPIO26	浮空
GPIO27	GPIO27	浮空
GPIO28	GPIO28	浮空
GPIO29	GPIO29	浮空
GPIO30	GPIO30	上拉
GPIO31	GPIO31	上拉
GPIO32	GPIO32	浮空
GPIO33	GPIO33	浮空
GPIO34	GPIO34	浮空
GPIO35	GPIO35	浮空
GPIO36	GPIO36	浮空
GPIO37	GPIO37	浮空

引脚名称	默认功能	默认状态
GPIO38	GPIO38	上拉
GPIO39	GPIO39	上拉
GPIO40	GPIO40	上拉
GPIO41	GPIO41	上拉
GPIO42	GPIO42	上拉
GPIO43	GPIO43	上拉
GPIO44	GPIO44	上拉
GPIO45	GPIO45	上拉
GPIO46	GPIO46	上拉
GPIO47	GPIO47	上拉
GPIO48	GPIO48	上拉
GPIO49	GPIO49	上拉
GPIO50	GPIO50	上拉
GPIO51	GPIO51	上拉
GPIO52	GPIO52	浮空
GPIO53	GPIO53	浮空
GPIO54	GPIO54	浮空
GPIO55	GPIO55	浮空
GPIO56	GPIO56	浮空
GPIO57	GPIO57	浮空
GPIO58	GPIO58	浮空
GPIO59	GPIO59	浮空
GPIO60	GPIO60	浮空
GPIO61	GPIO61	浮空

4 存储器映射

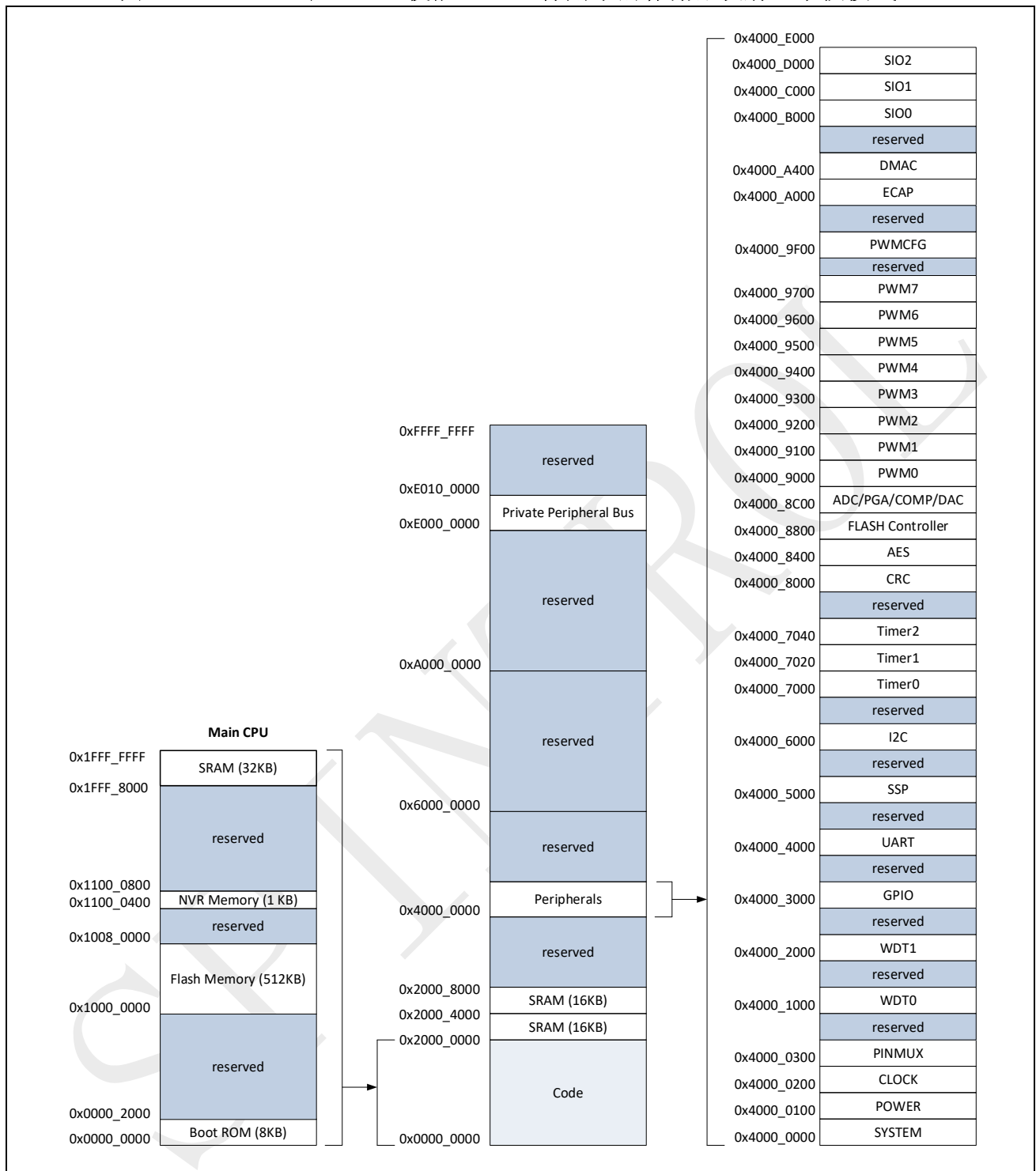
SPC2168 的存储映射如图 4-1 到图 4-4 所示。

图 4-1: SPC2168 在 Cache 禁用且 CAU 停用下的存储器映射（单核模式）



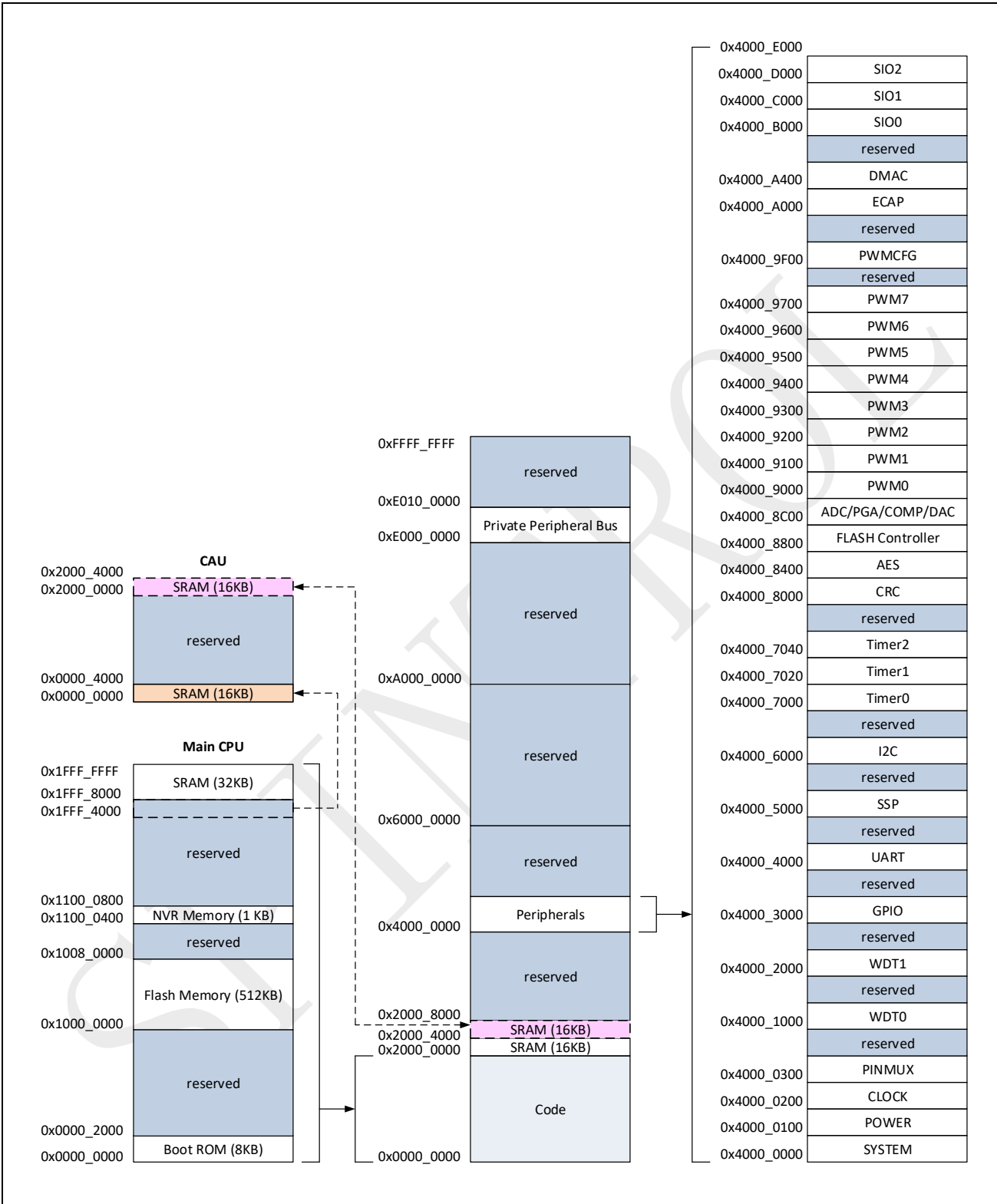
XIP 缓存禁用，CAU 禁用在此情形下，整个 80KB 都可被 Main CPU 访问，访问地址为 0x1FFF4000 ~ 0x20007FFF。

图 4-2: SPC2168 在 Cache 使能且 CAU 停用下的存储器映射（单核模式）



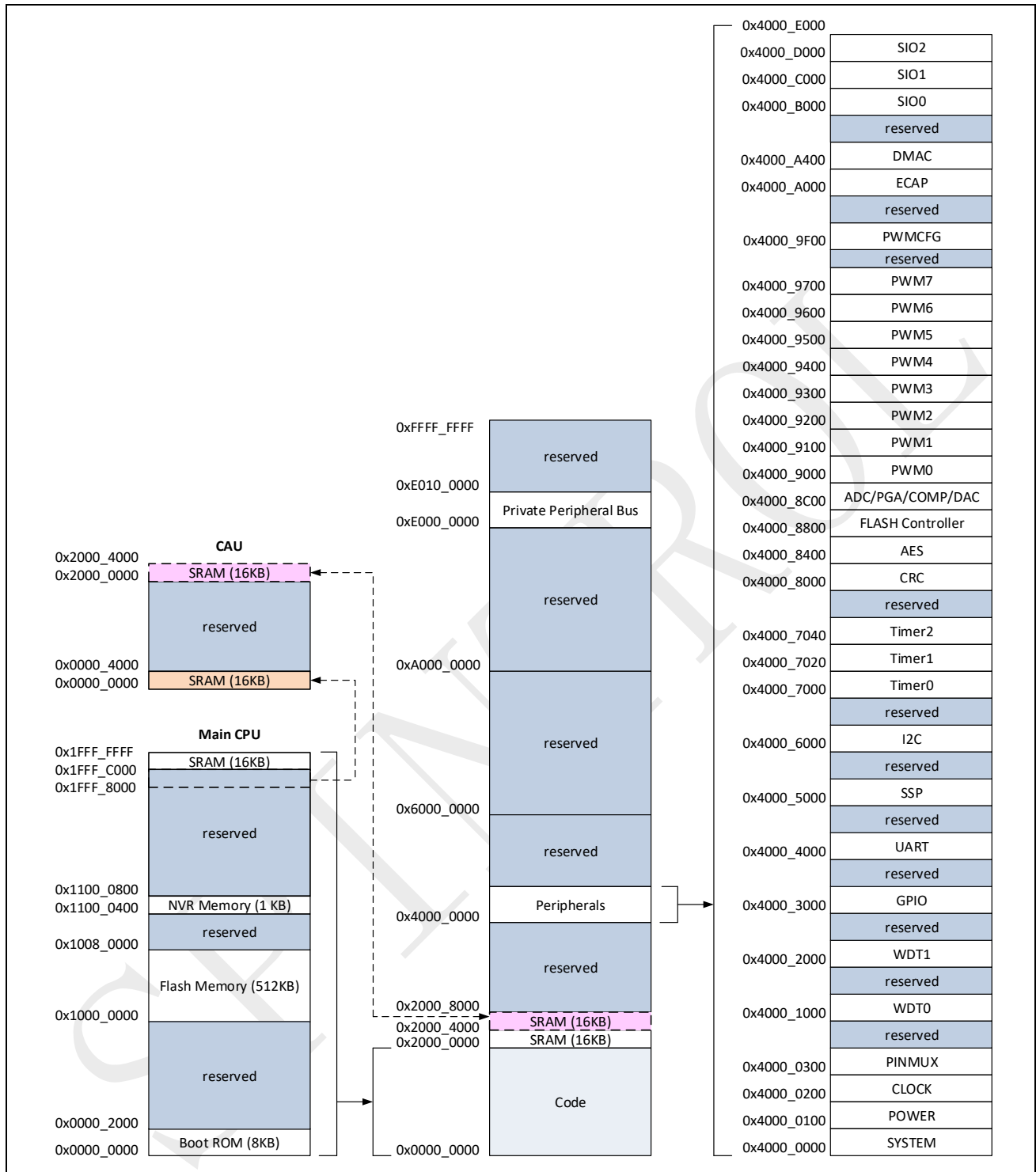
XIP 缓存使能，CAU 禁用。在此情形下，16KB SRAM 被用作 XIP 缓存；其他的 64KB 被分配给 Main CPU，可访问的地址为 0x1FFF8000 ~ 0x20007FFF。

图 4-3：SPC2168 在 Cache 禁用且 CAU 运行下的存储器映射（双核模式）



XIP 缓存禁用，CAU 使能。在此情形下，48KB SRAM 被分配给 Main CPU，访问地址为 0x1FFF8000 ~ 0x20003FFF。另一个 16KB SRAM 既可以被 Main CPU 访问，访问地址为 0x20004000 ~ 0x20007FFF；也可以被 CAU 访问，访问地址为 0x20000000 ~ 0x20003FFF。剩下的 16KB SRAM，原本可以被 Main CPU 按照地址 0x1FFF4000 ~ 0x1FFF7FFF 进行访问，用于初始化 CAU 代码；现在被分配给 CAU 作为代码 RAM，并且 CAU 可以按照地址 0x0000 ~ 0x3FFF 进行访问。

图 4-4: SPC2168 在 Cache 使能且 CAU 运行下的存储器映射（双核模式）



XIP 缓存使能，CAU 使能。在这种情形下，16KB SRAM 被用作 XIP 缓存。32KB SRAM 被分配给 Main CPU，访问地址为 0x1FFFC000 ~ 0x20003FFF。另一个 16KB SRAM 既可以被 Main CPU 按照地址 0x20004000 ~ 0x20007FFF 进行访问，也可以被 CAU 按照地址 0x20000000 ~ 0x20003FFF 进行访问。剩下的 16KB SRAM，原本可以被 Main CPU 按照地址 0x1FFF8000 ~ 0x1FFFBFFF 进行访问，用于初始化 CAU 代码；现在被分配给 CAU 作为代码 RAM，并且 CAU 可以按照地址 0x0000 ~ 0x3FFF 进行访问。

5 电气特性

5.1 绝对最大额定值

表 5-1: 绝对最大额定值^{[1][2]}

符号	参数	最小值	最大值	单位
V _{VDD}	供电电压, 以 V _{VSS} 为基准	-0.3	4.6	V
V _{VDDA}	模拟电压, 以 V _{VSSA} 为基准	-0.3	4.6	V
V _{IN}	输入电压 (V _{VDD} = 3.3 V)	-0.3	4.6	V
V _O	输出电压	-0.3	4.6	V
I _{IC}	输入钳位电流	-20	+20	mA
I _{OC}	输出钳位电流	-20	+20	mA
T _J	结温 ^[3]	-40	+125	°C
T _A	环境温度 ^[3]	-40	+105	°C
T _{stg}	存储温度 ^[3]	-65	+150	°C

[1] 超出绝对最大额定值范围的应力可能对器件造成永久性损坏。这些数值只是额定应力, 并不意味着器件在这些条件下功能正常。

[2] 若无另行说明, 所有电压都是 V_{VSS} 为基准。

[3] 长期的高温存储或在最大温度条件下的使用可能会减小器件的寿命。

5.2 推荐工作条件

表 5-2: 推荐工作条件

符号	参数	条件	最小值	正常值	最大值	单位
V _{VDD}	供电电压	—	2.97	3.3	3.63	V
V _{VSS}	电源地	—	—	0	—	V
V _{VDDA}	模拟供电电压	—	2.97	3.3	3.63	V
V _{VCAP12}	输出电压	—	1.08	1.2	1.32	V
V _{VSSA}	模拟地	—	—	0	—	V
V _{IH}	高电平输入电压	V _{VDD} = 3.3V	2.0	—	V _{VDD} + 0.3	V
V _{IL}	低电平输入电压	V _{VDD} = 3.3V	V _{VSS} - 0.3	—	0.8	V
T _J	结温	—	-40	—	+125	°C
T _A	环境温度	—	-40	—	+105	°C

5.3 I/O 电气特性

表 5-3: I/O 电气特性

符号	参数	条件	最小	典型	最大	单位
V_{OH}	高电平输出电压	$I_{OH} = I_{OH\ MAX}$	$V_{VDD}-0.4$	—	—	V
V_{OL}	低电平输出电压	$I_{OL} = I_{OL\ MAX}$	—	—	0.4	V
V_{IH}	高电平输入电压	$V_{VDD} = 3.3V$	2.0	—	$V_{VDD}+0.3$	V
V_{IL}	低电平输入电压	$V_{VDD} = 3.3V$	$V_{VSS}-0.3$	—	0.8	V
I_{OH}	当 $V_{OH} = V_{OH(MIN)}$ ，高电平输出，源电流	STRENGTH=0 STRENGTH=1 STRENGTH=2 STRENGTH=3	—	—	5 10 15 20	mA
I_{OL}	当 $V_{OL} = V_{OL(MAX)}$ ，低电平输出，灌电流	STRENGTH=0 STRENGTH=1 STRENGTH=2 STRENGTH=3	—	—	5 10 15 20	mA
I_{IL}	低电平输入电流 (引脚上拉和下拉禁用)	$V_{VDD} = 3.3V$ $V_{IH} = 0V$	—	—	2	μA
I_{IH}	高电平输入电流 (引脚上拉和下拉禁用)	$V_{VDD} = 3.3V$ $V_{IH} = V_{VDD}$	—	—	2	μA
$\sum I_{OH}$	每组 I/O 输出源电流总和 ^[1]	—	—	—	80	mA
$\sum I_{OL}$	每组 I/O 输入灌电流总和 ^[1]	—	—	—	80	mA
R_{PU}	输入上拉电阻	$V_{IO} = 0V$	—	41	—	k Ω
R_{PD}	输入下拉电阻	$V_{IO} = V_{VDD}$	—	42	—	k Ω

[1] 相邻两个 3.3V 电源引脚间的 I/O 为一组。

5.4 电源功耗

典型电流消耗

在工作模式下，SPC2168 处于以下状态：

- 所有的输入/输出引脚处于输入模式并保持断开；
- 所有外设（包括模拟模块）处于使能状态，除了 SIO 模块；
- 所有外设时钟均和 HCLK（分频为 1）一样快，除了 SSP（最大 50MHz），I2C（最大 50MHz），PCLK（最大 50MHz）和 DGCLK（最大 50MHz）；
- 所有时钟模块处于使能状态；
- 系统时钟源为 PLL 时钟。

在空闲模式下，SPC2168 处于以下状态：

- 所有的输入/输出引脚处于输入模式并保持断开；

- 所有的外设（包括模拟模块）没有时钟输入或被禁用；
- 时钟模块（PLL，RCO1 和 XO）被禁用；
- 系统时钟源为 RCO0，使能低频率模式。

在深度睡眠模式下，SPC2168 处于以下状态：

- 所有的输入/输出引脚处于输入模式并保持断开；
- 所有外设（包括模拟模块）没有时钟输入或被禁用；
- 时钟模块（PLL，RCO1 和 XO）被禁用；
- 1.2V LDO 被关断到 0V。

SPC2168 从 V_{DD} 测量的典型电流消耗如表 5-4 和表 5-5 所示。不同 HCLK 频率下的工作电流消耗如图 5-1 所示。

表 5-4：SPC2168 典型电流消耗（在 FLASH 中运行）

模式	条件			-40°C	25°C	125°C	单位
	f_{HCLK}	f_{PCLK}	f_{PLL}				
工作	200MHz ^[2]	50MHz	200MHz	114.35	136.71	160.43	mA
	175MHz ^[2]	43.75MHz	175MHz	102.02	126.86	150.96	mA
	168MHz ^[2]	42MHz	168MHz	100.01	124.02	147.59	mA
	150MHz ^[2]	50MHz	150MHz	93.624	117.24	142.93	mA
	125MHz ^[2]	41.67MHz	125MHz	83.743	107.54	131.23	mA
	100MHz	50MHz	100MHz	76.192	97.895	120.52	mA
	75MHz	37.5MHz	75MHz	66.135	88.168	110.21	mA
	50MHz	50MHz	50MHz	57.331	78.785	99.493	mA
	32MHz	32MHz	32MHz	50.233	71.735	92.334	mA
	25MHz	25MHz	25MHz	48.797	68.729	88.642	mA
空闲	110 Hz	110 Hz	—	6.7231	9.6037	13.484	mA
睡眠	—	—	—	10	10	10	uA

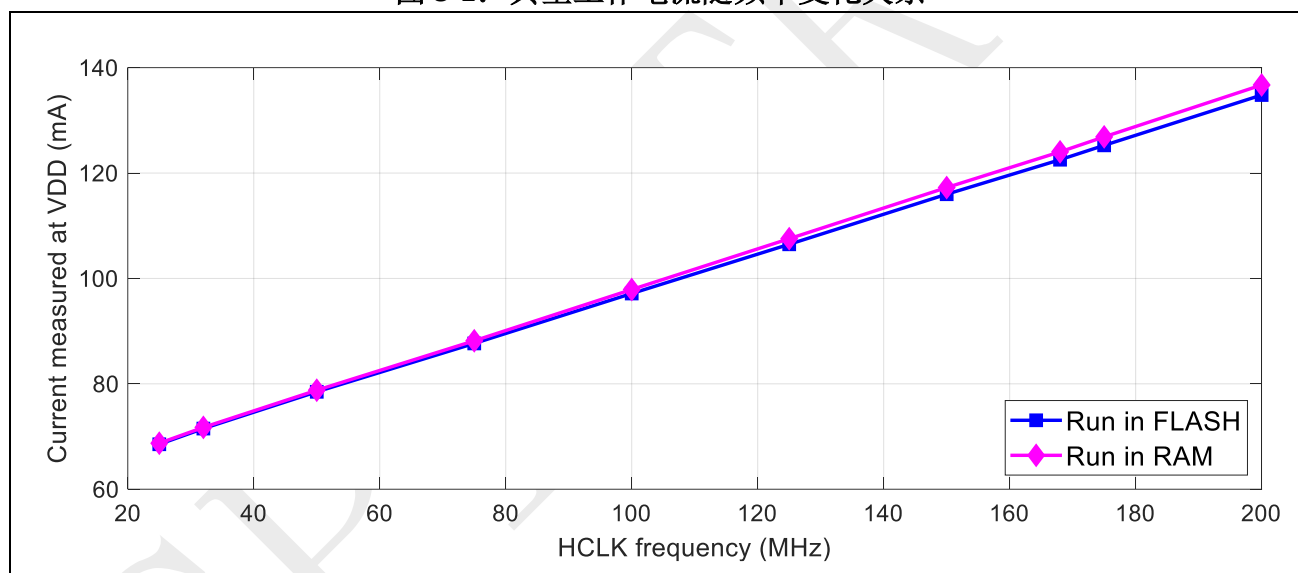
[1] 测量条件是 $V_{DD} = 3.3\text{ V}$ 。

表 5-5: SPC2168 典型电流消耗（在 RAM 中运行）

模式	条件			-40°C	25 °C	125°C	单位
	f_{HCLK}	f_{PCLK}	f_{PLL}				
工作	200MHz ^[2]	50MHz	200MHz	113.45	134.80	159.24	mA
	175MHz ^[2]	43.75MHz	175MHz	100.95	125.25	149.77	mA
	168MHz ^[2]	42MHz	168MHz	98.743	122.53	146.23	mA
	150MHz ^[2]	50MHz	150MHz	92.433	115.98	140.84	mA
	125MHz ^[2]	41.67MHz	125MHz	82.558	106.47	130.01	mA
	100MHz	50MHz	100MHz	74.996	97.137	119.02	mA
	75MHz	37.5MHz	75MHz	64.932	87.666	108.98	mA
	50MHz	50MHz	50MHz	56.001	78.487	98.102	mA
	32MHz	32MHz	32MHz	48.983	71.509	91.019	mA
	25MHz	25MHz	25MHz	47.522	68.530	87.333	mA
空闲	110 Hz	110 Hz	—	6.6432	9.5224	13.421	mA

[1] 典型值的测量条件是 $T_A = 25\text{ °C}$, $V_{DD} = 3.3\text{ V}$ 。

图 5-1: 典型工作电流随频率变化关系



片上外设电流消耗

片上外设的电流消耗如表 5-6 所示。该 MCU 处于以下的状态：

- 所有输入/输出引脚处于输入模式并保持断开；
- 所有外设（包括模拟外设，RC00 和 XO）无另行说明，均被禁用；
- 给定值是由测量的电流消耗计算得出
- 所有外设时钟被禁用
- 只有一个外设被使能

表 5-6: 外设电流消耗

外设 ^[1]		条件	-40°C	25°C	125°C	单位
BOD		RCO0 为系统时钟源 所有其他外设处于默认状态 禁用或使能 BOD 模块后，关闭 PLL，XO，RCO1 和 RCO0	0.1	0.1	0.1	mA
模数转 换器	模拟 ^[3]	锁相环时钟为系统时钟源 所有外设时钟与 HCLK 一样快 $f_{\text{HCLK}} = 128\text{MHz}$ $f_{\text{PCLK}} = 32\text{MHz}$ $f_{\text{PLL}} = 128\text{MHz}$	15.99	16.52	17.05	mA
	数字		2.12	2.31	2.55	mA
温度传感器			0.16	0.16	0.16	mA
可编程增益放大器 ⁽⁴⁾			4.10	4.10	4.10	mA
数模转换器			0.18	0.18	0.18	mA
比较器			0.08	0.08	0.08	mA
CAU		200MHz	6.001	6.263	6.612	mA
UART		UART 时钟 200MHz，256000bps	0.416	0.456	0.901	mA
I2C		I2C 时钟 50MHz，2Mbps	0.288	0.312	0.344	mA
SSP		SSP 时钟 50MHz，50Mbps	0.321	0.356	0.391	mA
PWM		PWM 时钟 200MHz	1.065	1.184	1.314	mA
ECAP		ECAP 时钟 200MHz	0.349	0.360	0.372	mA
看门狗		WDT 时钟 200MHz	0.187	0.235	0.286	mA
定时器		TMR 时钟 200MHz	0.301	0.337	0.374	mA
SIO		SIO 时钟 100MHz	5.193	5.733	6.225	mA
FLASH		HCLK 时钟 200MHz	0.662	0.716	0.771	mA
XO		RCO0 作为 200MHz PLL 输入	0.561	0.624	0.681	mA
RCO0		XO 作为 200MHz PLL 输入	0.145	0.157	0.169	mA
RCO1		XO 作为 200MHz PLL 输入	0.108	0.114	0.121	mA
PLL		XO 用作 HCLK， $f_{\text{PLL}} = 32\text{MHz}$	1.812	1.961	2.132	mA

[1] 当外设不止一个模块时, 上述的电流值为单个模块的消耗。例如, 可编程增益放大器的电流值 4.10mA 是单个 PGA 模块的消耗, 6 个 PGA 模块的总电流消耗是 24.60mA。

[2] 测量条件是 $V_{DD} = 3.3\text{V}$ 。

[3] 模数转换器的模拟电流损耗包含了 ADC 的模拟模块, 带隙和 ADC 参考缓冲器。

[4] 当使能 ADC (模拟部分), 温度传感器, 可编程增益放大器, 数模转换器和比较器时, 带隙必须使能。

5.5 内部 1.2 V 稳压器特性

表 5-7: 内部 1.2 V 稳压器特性

符号	参数	条件	最小	典型	最大	单位
V _{VDD}	供电电源	—	2.97	3.3	3.63	V
V _{VCAP12}	输出电压	负载电流 = 50mA	1.18	1.20	1.22	V
ΔV _{VCAP12}	负载调节率	VCAP12 (负载为 50mA) - VCAP12 (负载为 200mA)	—	—	30	mV

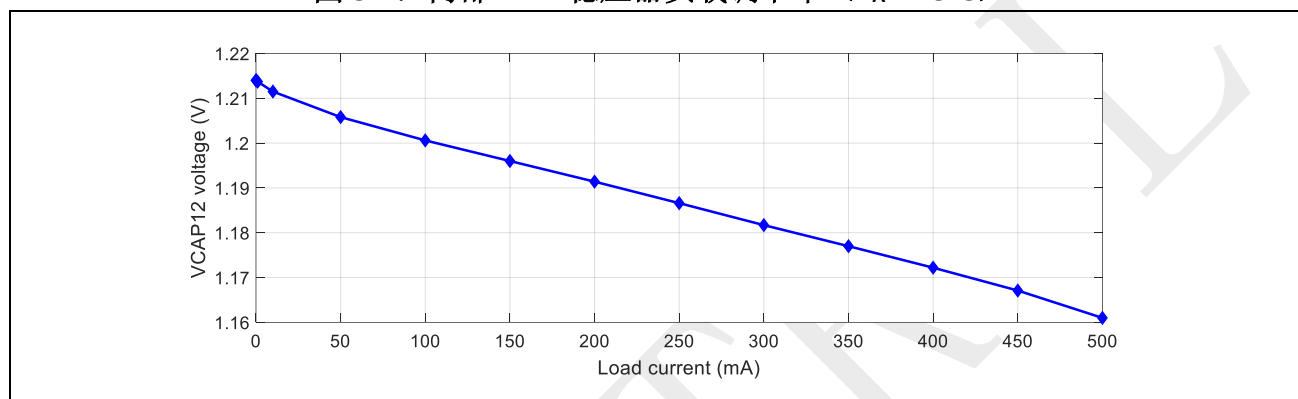
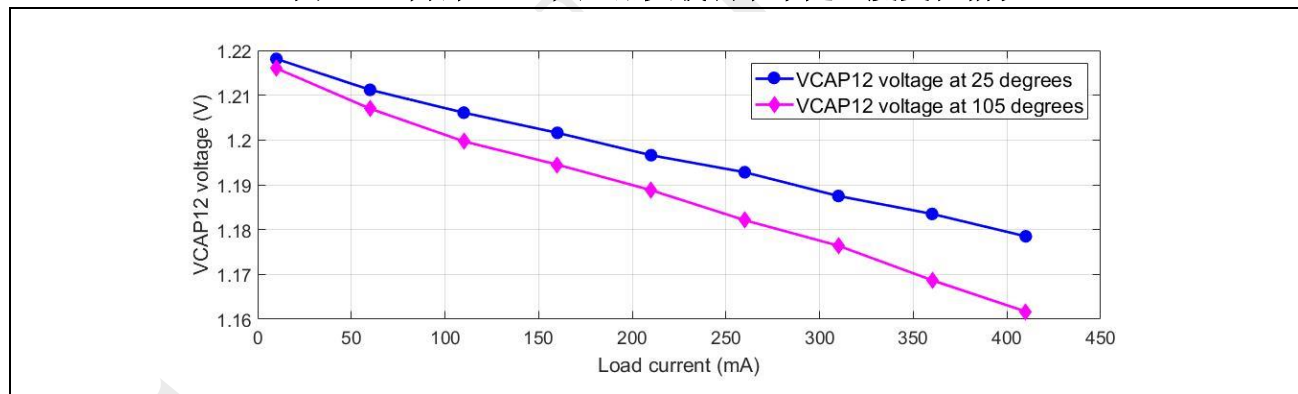
图 5-2: 内部 1.2V 稳压器负载调节率 (T_A = 25°C)

图 5-3: 内部 1.2V 稳压器负载调节率随温度变化情况



5.6 过压/欠压检测器（BOD）特性

表 5-8: BOD 特性

符号	参数	条件	最小	典型	最大	单位
V _{VDDA}	供电电压	—	2.97	3.3	3.63	V
V _{VDD33H_Asset}	VDD33 过压触发阈值	—	—	3.42	—	V
V _{VDD33H_Deasset}	VDD33 过压撤销阈值	—	—	3.31	—	V
V _{VDD33L_Asset}	VDD33 欠压触发阈值	—	—	2.58	—	V
V _{VDD33L_Deasset}	VDD33 欠压撤销阈值	—	—	2.65	—	V
V _{VDD12H_Asset}	VDD12 过压触发阈值	—	—	1.33	—	V
V _{VDD12H_Deasset}	VDD12 过压撤销阈值	—	—	1.31	—	V
V _{VDD12L_Asset}	VDD12 欠压触发阈值 ^[1]	—	—	0.94	—	V
V _{VDD12L_Deasset}	VDD12 欠压撤销阈值 ^[1]	—	—	0.97	—	V

[1] VDD12 欠压 0 和 VDD12 欠压 1 的特性是相同的。

5.7 振荡器时钟（RCO）特性

表 5-9: RCO 特性

符号	参数	条件	最小	典型	最大	单位
V _{VDDA}	供电电压	—	2.97	3.3	3.63	V
f _{RCO}	RCO 时钟频率（室温条件下）	T _J = 25 °C	—	32	—	MHz
ACC _{RCO}	RCO 时钟频率精度（RCO 时钟频率随温度的变化）	T _J = -40~125 °C	-1	—	1	%

5.8 锁相环时钟（PLL）特性

表 5-10: PLL 特性

符号	参数	条件	最小	典型	最大	单位
V _{VDDA}	供电电压	—	2.97	3.3	3.63	V
f _{VCO}	VCO 频率	—	400	500	600	MHz
f _{pfd}	鉴频鉴相器（PFD）输入频率	—	4	—	8	MHz
t _{lock}	锁定时间	—	—	—	15	us

5.9 外部时钟（XO）特性

表 5-11: XO 特性

符号	参数	条件	最小	典型	最大	单位
V _{VDDA}	供电电压	—	2.97	3.3	3.63	V
f _{XO}	外部时钟频率	—	1	—	66	MHz

图 5-4~图 5-7 显示了不同温度下的内部晶振的负阻值。其中，负载电容 CL_{eff} 为内部晶振看到的等效电容值。

图 5-4: 内部晶振负阻值 (50°C)

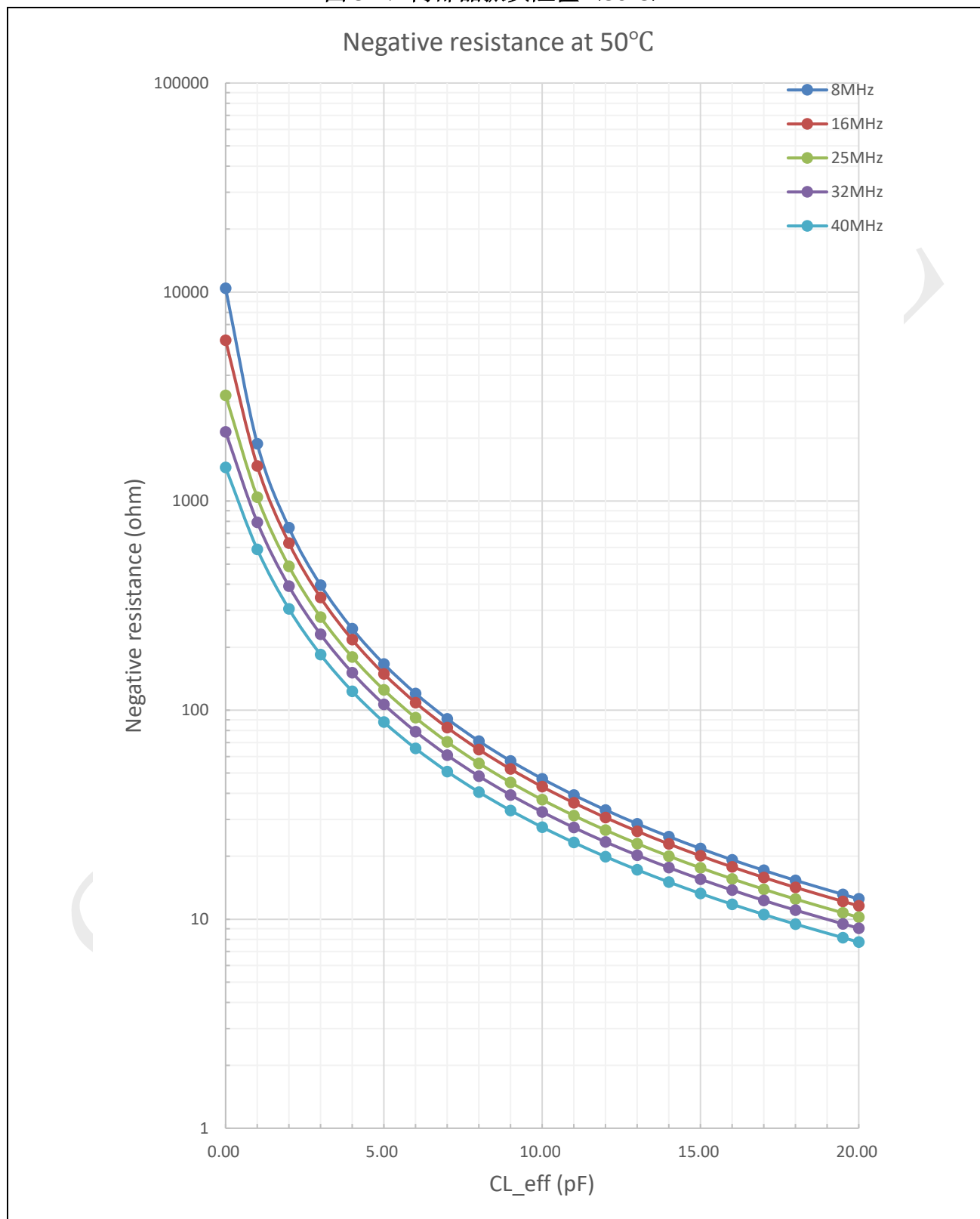


图 5-5：内部晶振负阻值（85℃）

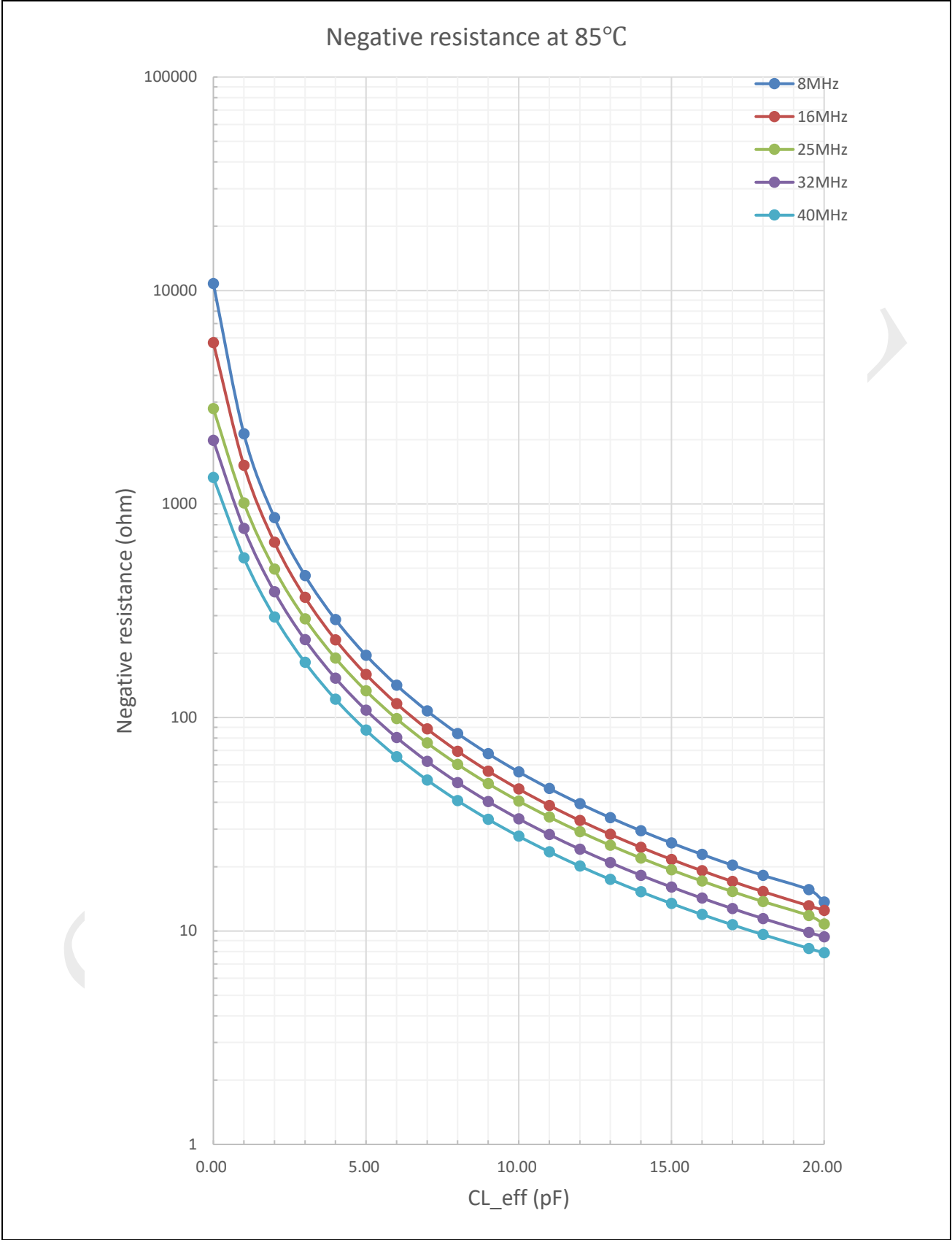


图 5-6: 内部晶振负阻值 (100°C)

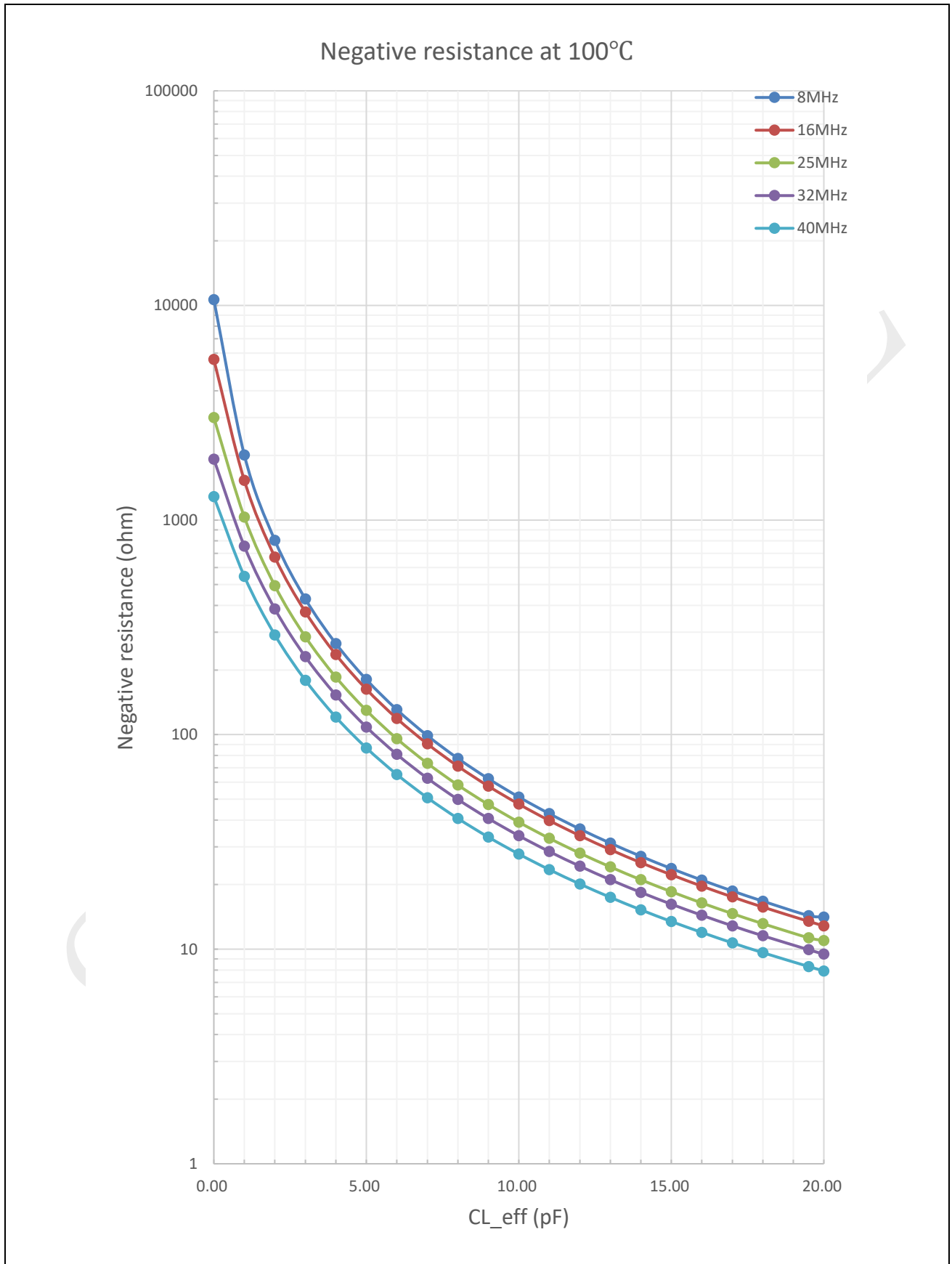
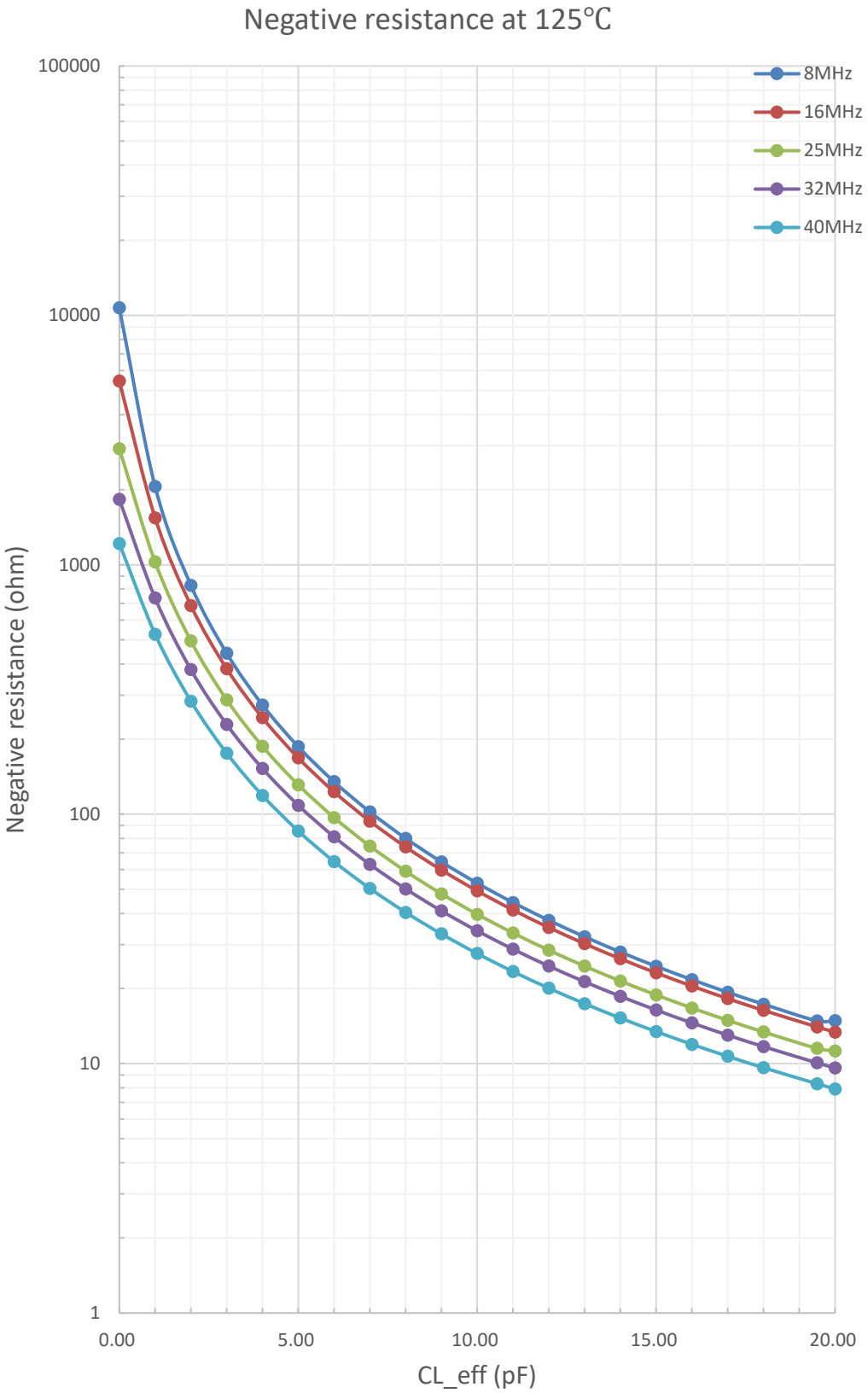


图 5-7：内部晶振负阻值（125°C）



5.10 14 位模数转换器特性

表 5-12: 模数转换器特性

符号	参数	条件	最小	典型	最大	单位
V_{VDDA}	模拟供电电压	—	2.97	3.3	3.63	V
N_R	分辨率	单调, 无失码	14	—	—	bit
F_S	转换速度 ^[1]	—	—	—	4	MSPS
V_{AIN}	输入电压范围	—	0	—	V_{VDDA}	V
V_{REF}	参考电压	—	1.194	1.2	1.206	V
I_{PAD}	工作电流	$V_{VDDA} = 3.3\text{ V}$	—	17.1	21	mA
INL	积分线性误差	—	-3.0	—	3.0	LSB
DNL	微分线性误差	—	-1.0	—	1.0	LSB
E_{OFF}	偏移误差 ^[2]	已校准	-2	—	2	LSB
E_{GAIN}	增益误差 ^[2]	已校准	-4	—	4	LSB
E_{OFF2}	通道间偏移误差	—	-3	—	3	LSB
E_{GAIN2}	通道间增益误差	—	-5	—	5	LSB
T_{COEF}	基于内部参考的 ADC 温度系数	—	—	26	—	ppm/°C
t_{PWRUP}	启动时间	—	—	—	200	us
$ENOB_{DC}$	有效位数 (直流输入)	—	—	12.0	—	bits
SNR	信噪比	$f_{in} = 100\text{kHz}$ $Amp = 0.94F_S$ $N = 8192$	—	75.5	—	dB
THD	总谐波失真		—	-85.0	—	dB
ENOB	有效位数		—	12.2	—	bits
SFDR	无杂散动态范围		—	86.0	—	dB
T_{SLOPE}	ADC 输出码值每增加 1LSB, 对应的温度值变化	—	—	1.904 ^[3]	—	°C/LSB
T_{OFFSET}	温度传感器 25 °C 时 ADC 输出	—	—	162.138	—	LSB

[1] 采样时间 = 110ns, 转换时间 = 140ns

[2] 偏移和增益可通过硬件自动校准。

[3] 可通过 PGA 减小到 0.24 °C/LSB。

5.11 可编程增益放大器特性

表 5-13: 可编程增益放大器特性

符号	参数	条件	最小	典型	最大	单位
V _{VDDA}	供电电源	—	2.97	3.3	3.63	V
V _{AIN}	输入电压范围	—	0	—	V _{VDDA}	V
V _{OUT}	输出电压范围	—	0.3	—	V _{VDDA} - 0.3	V
R _{IN}	输入阻抗	—	—	10	—	MΩ
G	增益	单端模式	1, 2, 4, 8, 12, 16, 24, 32			—
		差分模式	2, 4, 8, 16, 24, 32, 48, 64			—
E _{GAIN}	增益误差	差分增益 = 2	-0.5	—	0.5	%
		差分增益 = 64	-3	—	3	%
V _{OS}	偏移	—	-5	—	5	mV
T _{OFFSET}	偏移温漂	—	—	5	—	μV/°C
SR	压摆率	单端模式, 负载为 ADC 的采样电容	—	20	—	V/μs
		差分模式, 负载为 ADC 的采样电容	—	40	—	V/μs
GBW	单位增益带宽	单端增益 = 1	—	40	—	MHz
		单端增益 = 8	—	6.8	—	MHz
		单端增益 = 32	—	1.7	—	MHz
		差分增益 = 2	—	20	—	MHz
		差分增益 = 16	—	3.4	—	MHz
		差分增益 = 64	—	0.8	—	MHz
t _{SETTLE}	建立时间	差分增益 = 2	—	170 ^[1]	220	ns
		差分增益 = 16	—	400	600	ns
		差分增益 = 64	—	1600	2200	ns
SNR	信噪比	差分增益 = 2	—	74.0	—	dB
THD	总谐波失真	F _{in} = 10kHz	—	-78.0	—	dB
ENOB	有效位	Amp = 0.94F _s	—	11.6	—	bit
SFDR	无杂散动态范围	N = 8192	—	82.0	—	dB
SNR	信噪比	差分增益 = 64	—	58.0	—	dB
THD	总谐波失真	f _{in} = 10 kHz	—	-80.0	—	dB
ENOB	有效位	Amp = 0.94 F _s	—	9.4	—	bit
SFDR	无杂散动态范围	N = 8192	—	63.0	—	dB
I	电流消耗	单个 PGA	—	4.16	5.20	mA

[1] 建立时间的测量是基于阶跃输入, 差分输出从-2.7V 到 2.7V (V_{VDDA} = 3.3V), 输出建立起 1 LSB (446μV) 的时间, 由设计所保证。

5.12 模拟比较器特性

表 5-14: 比较器特性

符号	参数	条件	最小	典型	最大	单位
V _{VDDA}	供电电压	—	2.97	3.3	3.63	V
V _{OFFSET}	失调电压（迟滞电压=0）	共模输入电压 1.65V	-10	—	10	mV
V _{HYST}	迟滞电压（12mV）	—	—	13	—	mV
	迟滞电压（24mV）	—	—	26	—	mV
	迟滞电压（36mV）	—	—	42	—	mV
t _D	延迟时间-比较器反应时间到 PWM 关断（异步）	—	—	50	—	ns

5.13 内部 10 位数模转换器特性

表 5-15: 数模转换器特性

符号	参数	条件	最小	典型	最大	单位
V _{VDDA}	供电电压	—	2.97	3.3	3.63	V
N	分辨率	单调	10	—	—	bit
V _{FS}	满量程值	—	0	—	V _{VDDA}	V
DNL	微分非线性误差	—	-0.5	—	0.5	LSB
INL	积分非线性误差	—	-1	—	1	LSB
E _{OFF}	偏移误差	—	—	5	—	mV
t _{SETTLE}	DAC 建立时间	设计保证	—	—	1	μs

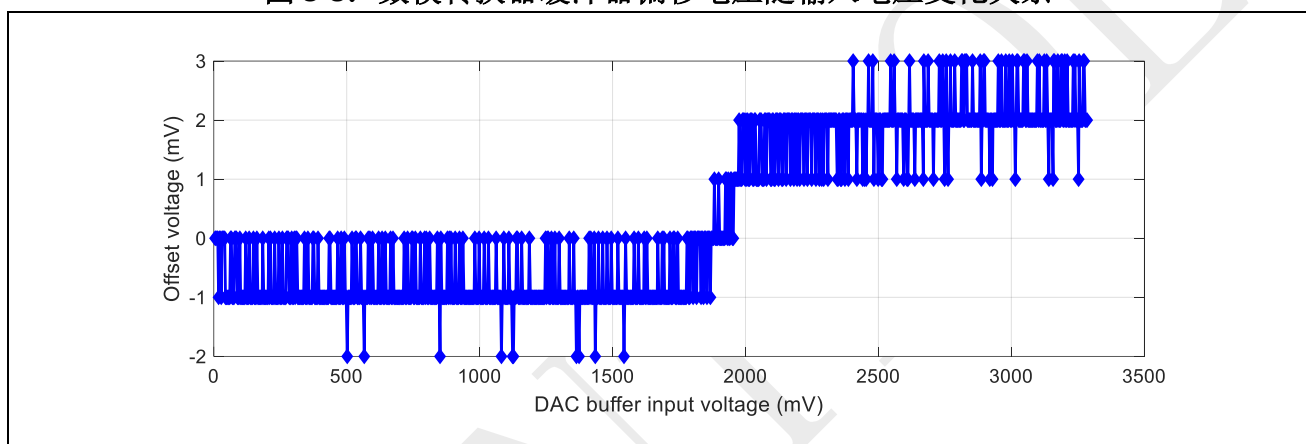
[1] DAC 用来产生静态电压作为比较器的阈值，不保证动态改变码值产生波形的性能。

5.14 数模转换器缓冲器特性

表 5-16: 数模转换器缓冲器特性

符号	参数	条件	最小	典型	最大	单位
V_{DDA}	供电电压	—	2.97	3.3	3.63	V
V_{OUT}	输出电压范围	—	0.3	—	$V_{DDA}-0.3$	V
t_{SETTLE}	建立时间	设计保证	—	1	—	us
E_{OFF}	偏移误差	—	—	3	—	mV
C_L	容性负载	—	—	—	50	pF
R_L	阻性负载	—	1	—	—	Ω

图 5-8: 数模转换器缓冲器偏移电压随输入电压变化关系



5.15 Flash 存储器特性

除非特别说明，否则所有特性均在 $T_J = -40$ to 125°C 条件下测得。

表 5-17: Flash 存储器特性

符号	参数	条件	最小	最大	单位
t_{RD}	读操作时间	—	40	—	ns
t_{PROG}	字 (32 位) 编程时间	—	8	10	us
t_{SE}	扇区擦除时间	—	0.8	4	ms
t_{CE}	整体擦除时间	—	8	10	ms
N_{END}	可擦写次数	$T_J = 85^\circ\text{C}$	100,000	—	次数
t_{RET}	数据保存期限	$T_J = 85^\circ\text{C}$	10	—	年

5.16 电气敏感性特性

表 5-18: ESD 绝对最大值

符号	参数	条件		最大	单位
V _{ESD(HBM)}	静电放电电压（人体模型）	环境温度 T _A = 25℃		2000	V
V _{ESD(CDM)}	静电放电电压（带电设备模型）	环境温度 T _A = 25℃	—	500	V
			拐角管脚	750	V

表 5-19: 电气敏感性

符号	参数	条件	最大	单位
LU	静态门锁	环境温度 $T_A = 85^{\circ}\text{C}$, $V_{DD} = 3.63\text{V}$, $V_{V_{CAP12}} = 1.32\text{V}$	100	mA

5.17 湿度敏感性特性

表 5-20: 湿度敏感性特性

符号	参数	条件	等级	单位
MSL	湿度敏感性等级	—	3 级	—

5.18 热阻特性

表 5-21: 热阻特性（LQFP80 封装）

符号	参数	条件	典型值	单位
θ_{JC}	芯片的热源结到封装外壳的热阻	—	9.82	$^{\circ}\text{C}/\text{W}$
θ_{JA}	芯片的热源结到周围冷却空气的热阻	单层 PCB 板 PCB 含铜量: 20%	57.58	$^{\circ}\text{C}/\text{W}$
		4 层 PCB 板 PCB 含铜量: 顶层 20%, 二/三层 100%, 底层 5%	41.84	$^{\circ}\text{C}/\text{W}$

[1] PCB 测试板的尺寸为 76.2mm x 114.3mm x 1.6mm。

表 5-22: 热阻特性（LQFP64 封装）

符号	参数	条件	典型值	单位
θ_{JC}	芯片的热源结到封装外壳的热阻	—	19.03	$^{\circ}\text{C}/\text{W}$
θ_{JA}	芯片的热源结到周围冷却空气的热阻	单层 PCB 板 PCB 含铜量: 20%	76.52	$^{\circ}\text{C}/\text{W}$
		4 层 PCB 板 PCB 含铜量: 顶层 20%, 二/三层 100%, 底层 5%	58.81	$^{\circ}\text{C}/\text{W}$

[1] PCB 测试板的尺寸为 76.2mm x 114.3mm x 1.6mm。

表 5-23：热阻特性（LQFP52 封装）

符号	参数	条件	典型值	单位
θ_{JC}	芯片的热源结到封装外壳的热阻	—	18.69	°C/W
θ_{JA}	芯片的热源结到周围冷却空气的热阻	单层 PCB 板 PCB 含铜量：20%	68.42	°C/W
		4 层 PCB 板 PCB 含铜量：顶层 20%，二/三层 100%，底层 5%	54.61	°C/W

[1] PCB 测试板的尺寸为 76.2mm x 114.3mm x 1.6mm。

表 5-24：热阻特性（LQFP48 封装）

符号	参数	条件	典型值	单位
θ_{JC}	芯片的热源结到封装外壳的热阻	—	16.84	°C/W
θ_{JA}	芯片的热源结到周围冷却空气的热阻	单层 PCB 板 PCB 含铜量：20%	72.15	°C/W
		4 层 PCB 板 PCB 含铜量：顶层 20%，二/三层 100%，底层 5%	52.37	°C/W

[1] PCB 测试板的尺寸为 76.2mm x 114.3mm x 1.6mm。

表 5-25：热阻特性（QFN52 封装）

符号	参数	条件	典型值	单位
θ_{JC}	芯片的热源结到封装外壳的热阻	—	10.03	°C/W
θ_{JA}	芯片的热源结到周围冷却空气的热阻	单层 PCB 板 PCB 含铜量：20%	57.93	°C/W
		4 层 PCB 板 PCB 含铜量：顶层 20%，二/三层 100%，底层 5%	34.49	°C/W

[1] PCB 测试板的尺寸为 76.2mm x 114.3mm x 1.6mm。

5.19 SPI 特性

表 5-26: SPI 特性

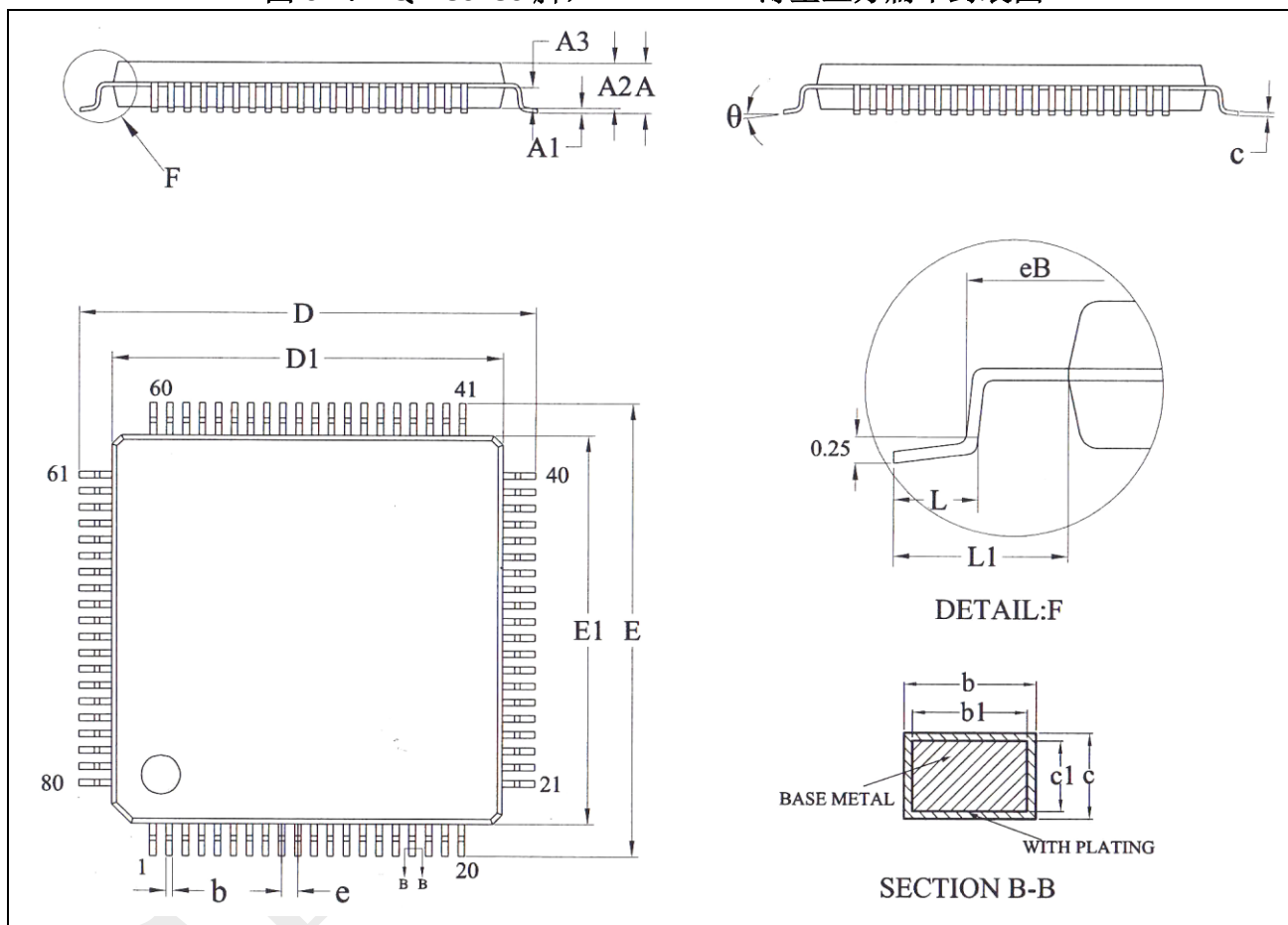
符号	参数	条件	最小	典型	最大	单位
f_{SCLK}	SCLK 时钟频率	—	—	—	50	MHz
$t_{\text{SCLK(H)}}$	SCLK 时钟高电平时间	—	10	—	—	ns
$t_{\text{SCLK(L)}}$	SCLK 时钟低电平时间	—	10	—	—	ns
SPI 主机模式						
$t_{\text{V(MO)}}$	数据输出有效时间	—	—	—	9.5	ns
$t_{\text{H(MO)}}$	数据输出保持时间	—	3.9	—	—	ns
$t_{\text{SU(MI)}}$	数据输入建立时间	—	6	—	—	ns
$t_{\text{H(MI)}}$	数据输入保持时间	—	2	—	—	ns
SPI 从机模式						
$t_{\text{SU(SFRM)}}$	SFRM 使能建立时间	—	5.6	—	—	ns
$t_{\text{H(SFRM)}}$	SFRM 使能保持时间	—	1.5	—	—	ns
$t_{\text{A(SO)}}$	数据输出访问时间	—	4	—	10	ns
$t_{\text{DIS(SO)}}$	数据输出禁能时间	—	4	—	10	ns
$t_{\text{V(SO)}}$	数据输出有效时间	—	—	—	9.5	ns
$t_{\text{H(SO)}}$	数据输出保持时间	—	3.9	—	—	ns
$t_{\text{SU(SI)}}$	数据输入建立时间	—	6	—	—	ns
$t_{\text{H(SI)}}$	数据输入保持时间	—	2	—	—	ns

6 封装信息

SPC2168 的封装类型可以是 80 脚薄型正方扁平封装 (LQFP80)、64 脚薄型正方扁平封装 (LQFP64)、52 脚薄型正方扁平封装 (LQFP52)、48 脚薄型正方扁平封装 (LQFP48) 或者 52 脚方形扁平无引脚封装 (QFN52)。具体信息如下:

6.1 LQFP80

图 6-1: LQFP80-80 脚, 12 x 12 mm 薄型正方扁平封装图



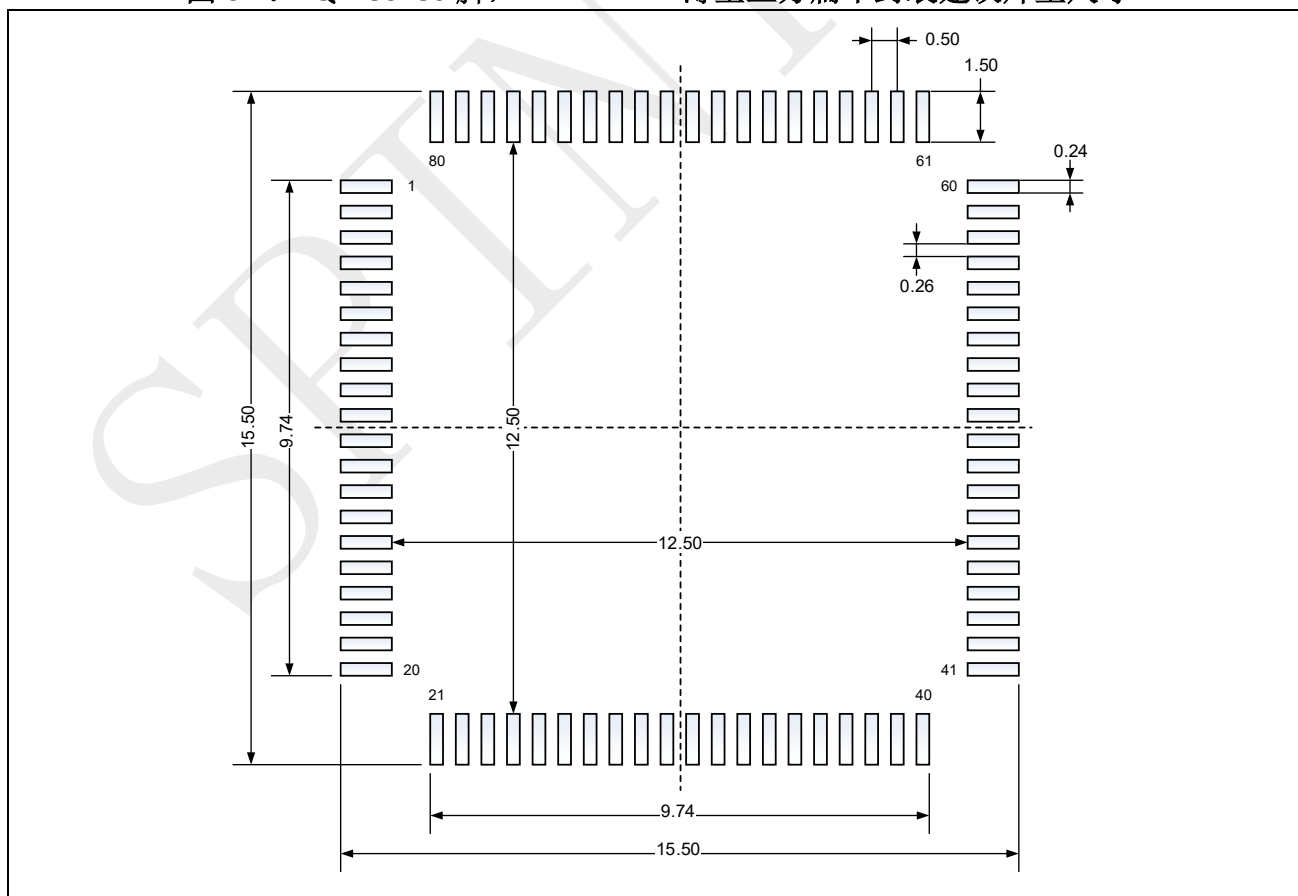
[1] 图纸未按比例绘制。

表 6-1: LQFP80-80 脚, 12 x 12 mm 薄型正方扁平封装机械数据

符号	毫米		
	最小	典型	最大
A	—	—	1.60
A1	0.05	—	0.15
A2	1.35	1.40	1.45
A3	0.59	0.64	0.69
b	0.18	—	0.26
b1	0.17	0.20	0.23
c	0.13	—	0.17
c1	0.12	0.13	0.14
D	13.80	14.00	14.20
D1	11.90	12.00	12.10
E	13.80	14.00	14.20
E1	11.90	12.00	12.10
eB	13.05	—	13.25
e	—	0.50	—
L	0.45	0.60	0.75
L1	—	1.00REF	—
θ	0	—	7°

[1] 英寸值由毫米值换算而来, 四舍五入至 4 位小数。

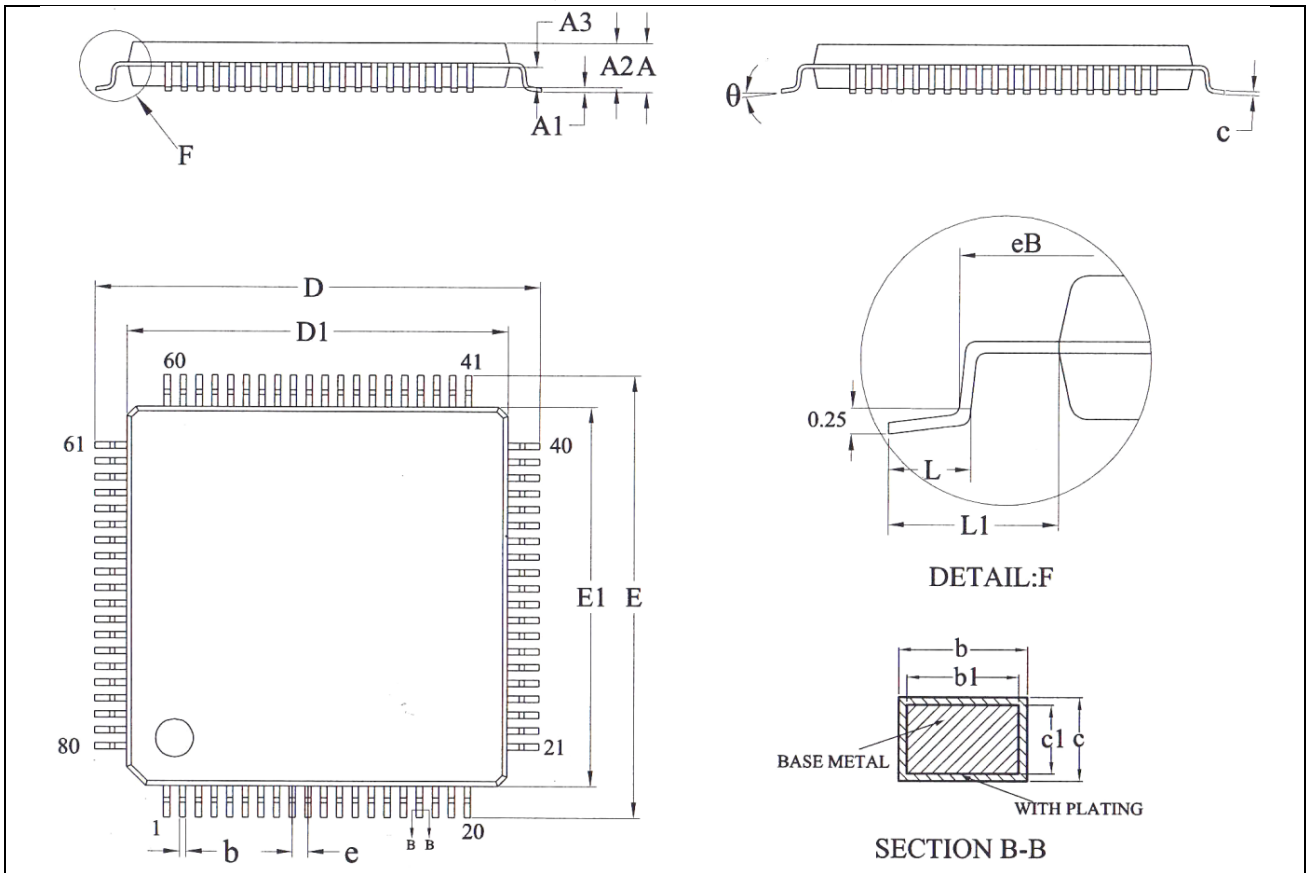
图 6-2: LQFP80-80 脚, 12 x 12 mm 薄型正方扁平封装建议焊垫尺寸



[1] 单位是毫米。

6.2 LQFP64

图 6-3: LQFP64-64 脚, 10 x 10 mm 薄型正方扁平封装图

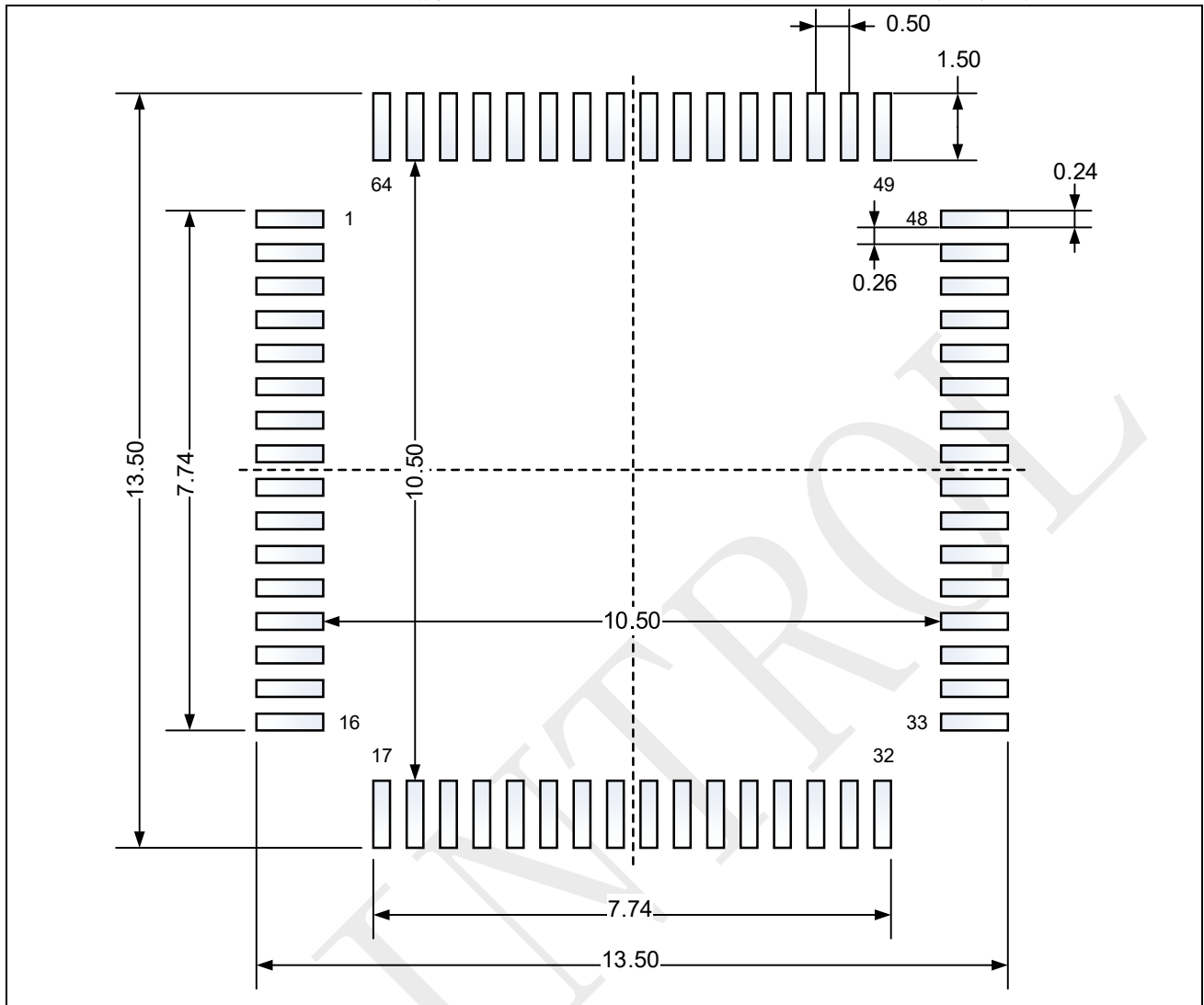


[1] 图纸未按比例绘制。

表 6-2: LQFP64-64 脚, 10 x 10 mm 薄型正方扁平封装机械数据

符号	毫米		
	最小	典型	最大
A	—	—	1.60
A1	0.05	—	0.15
A2	1.35	1.40	1.45
A3	0.59	0.64	0.69
b	0.18	—	0.26
b1	0.17	0.20	0.23
c	0.13	—	0.17
c1	0.12	0.13	0.14
D	11.80	12.00	12.20
D1	9.90	10.00	10.10
E	11.80	12.00	12.20
E1	9.90	10.00	10.10
eB	11.05	—	11.25
e	—	0.50	—
L	0.45	0.60	0.75
L1	—	1.00REF	—
θ	0	—	7°

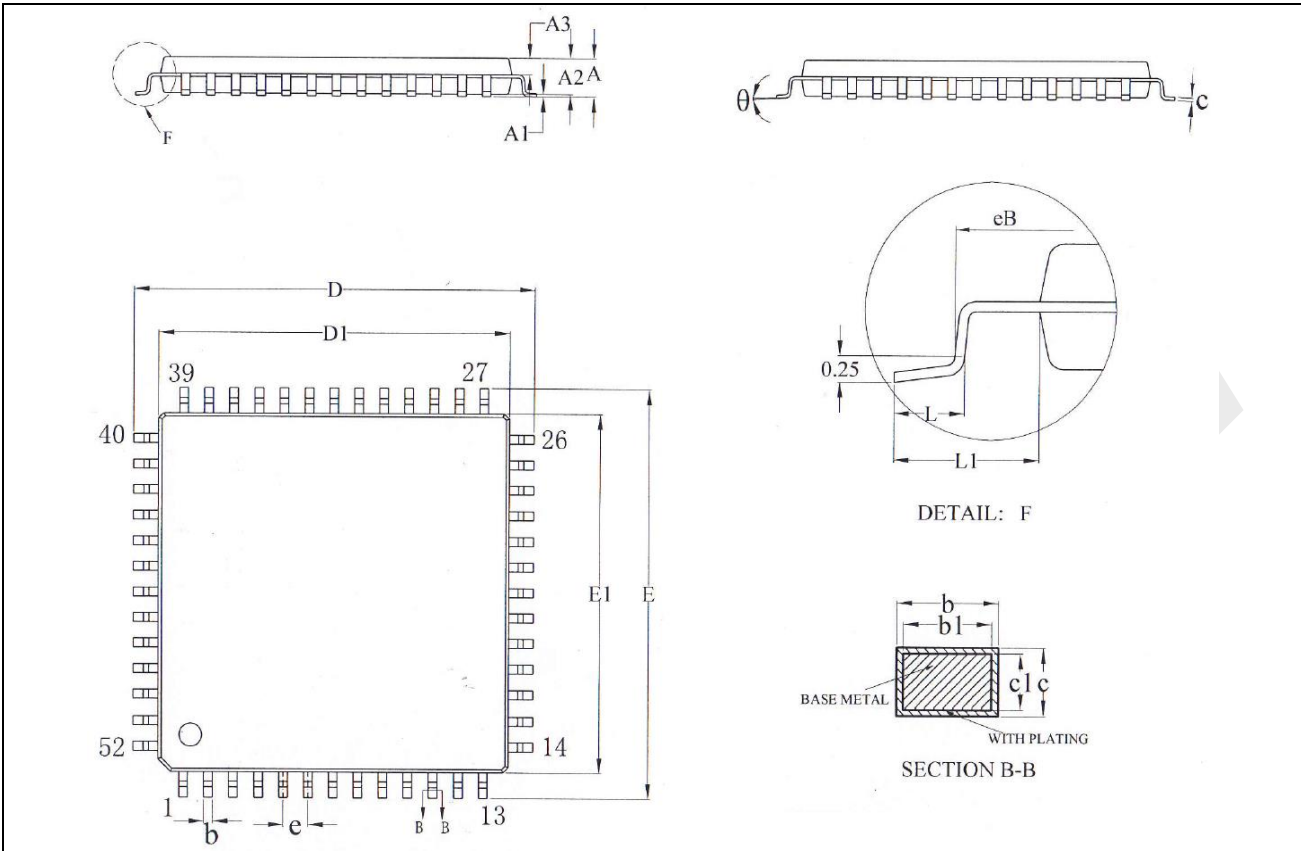
图 6-4: LQFP64-64 脚, 10 x 10 mm 薄型正方扁平封装建议焊垫尺寸



[1] 单位是毫米。

6.3 LQFP52

图 6-5: LQFP52-52 脚, 14 x 14 mm 薄型正方扁平封装图

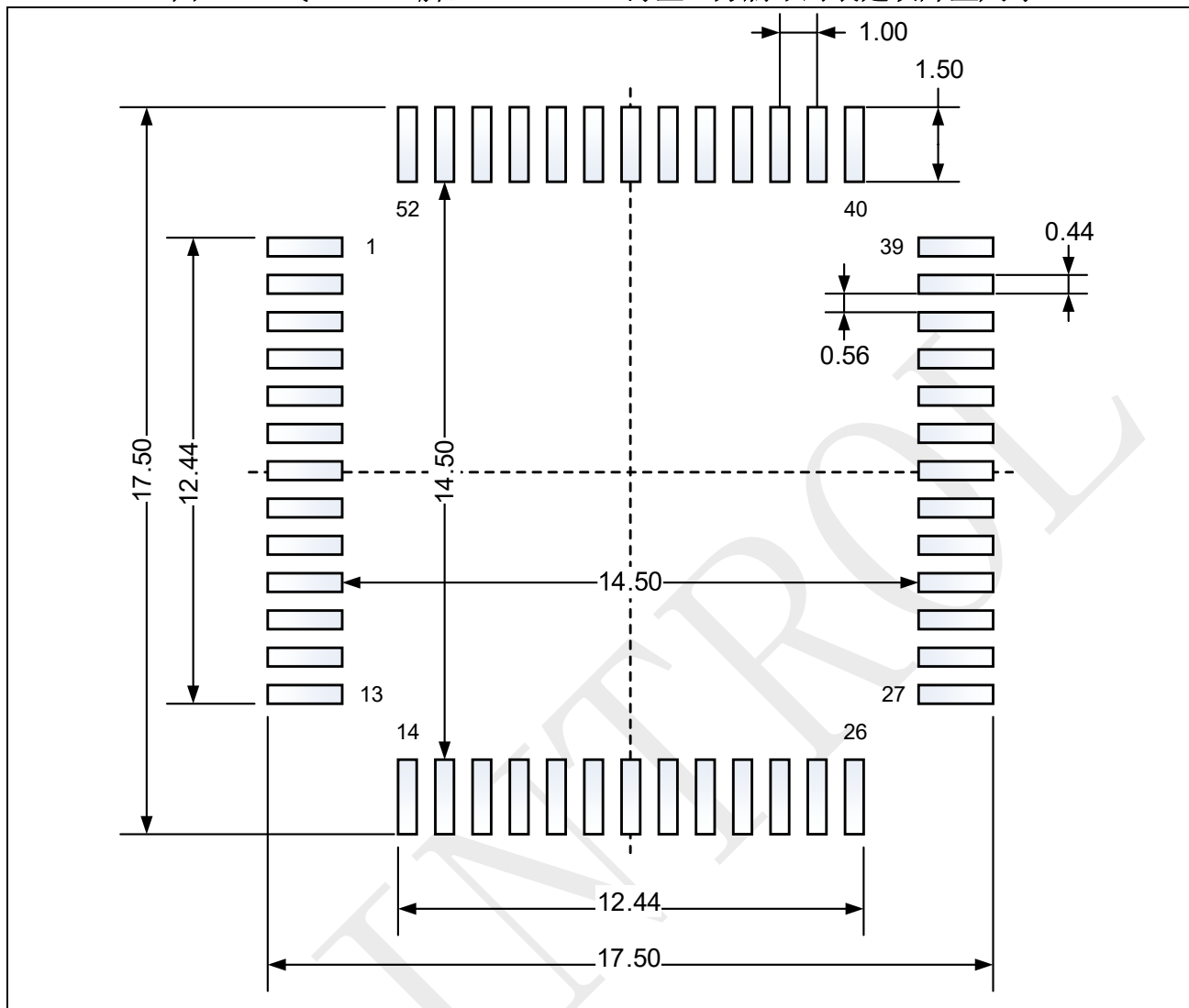


[1] 图纸未按比例绘制。

表 6-3: LQFP52-52 脚, 14 x 14 mm 薄型正方扁平封装机械数据

符号	毫米		
	最小	典型	最大
A	—	—	1.60
A1	0.05	—	0.15
A2	1.35	1.40	1.45
A3	0.59	0.64	0.69
b	0.38	—	0.46
b1	0.37	0.40	0.43
c	0.13	—	0.17
c1	0.12	0.13	0.14
D	15.80	16.00	16.20
D1	13.90	14.00	14.10
E	15.80	16.00	16.20
E1	13.90	14.00	14.10
eB	15.05	—	15.35
e	—	1.00	—
L	0.45	—	0.75
L1	—	1.00REF	—
θ	0	—	7°

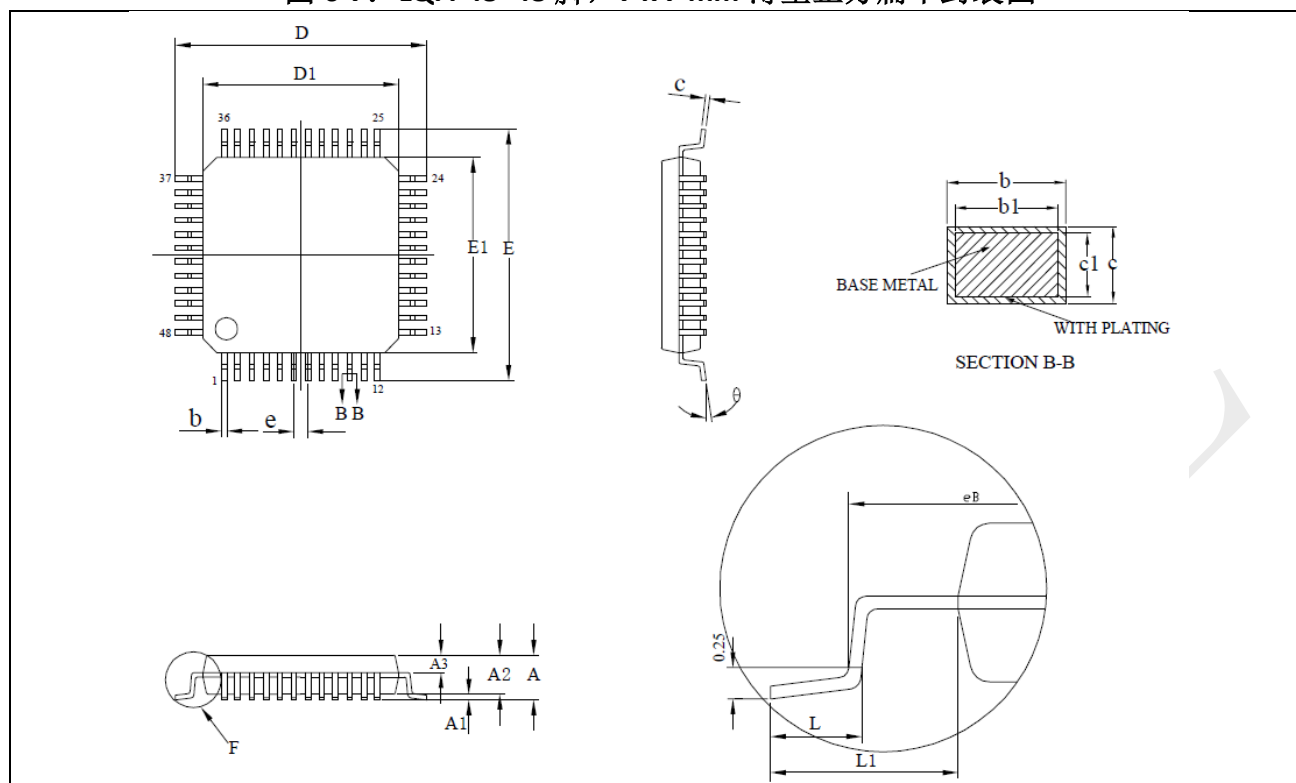
图 6-6: LQFP52-52 脚, 14 x 14 mm 薄型正方扁平封装建议焊垫尺寸



[1] 单位是毫米。

6.4 LQFP48

图 6-7: LQFP48-48 脚, 7 x 7 mm 薄型正方扁平封装图

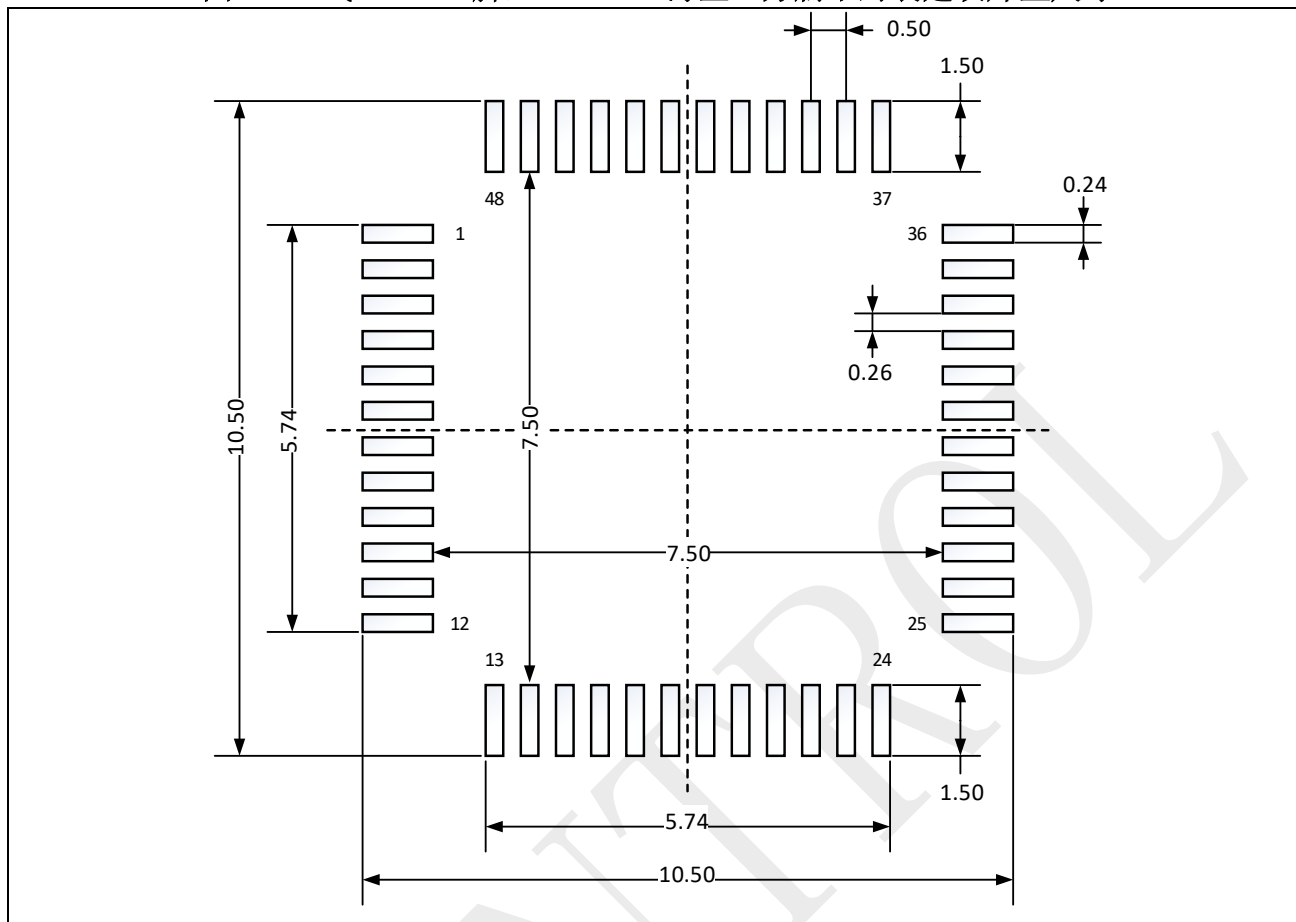


[1] 图纸未按比例绘制。

表 6-4: LQFP48-48 脚, 7 x 7 mm 薄型正方扁平封装机械数据

符号	毫米		
	最小	典型	最大
A	—	—	1.60
A1	0.05	—	0.15
A2	1.35	1.40	1.45
A3	0.59	0.64	0.69
b	0.19	—	0.27
b1	0.18	0.20	0.23
c	0.13	—	0.18
c1	0.12	0.13	0.14
D	8.80	9.00	9.20
D1	6.90	7.00	7.10
E	8.80	9.00	9.20
E1	6.90	7.00	7.10
eB	8.10	—	8.25
e	—	0.5	—
L	0.4	—	0.75
L1	—	1.00	—
θ	0	—	7°

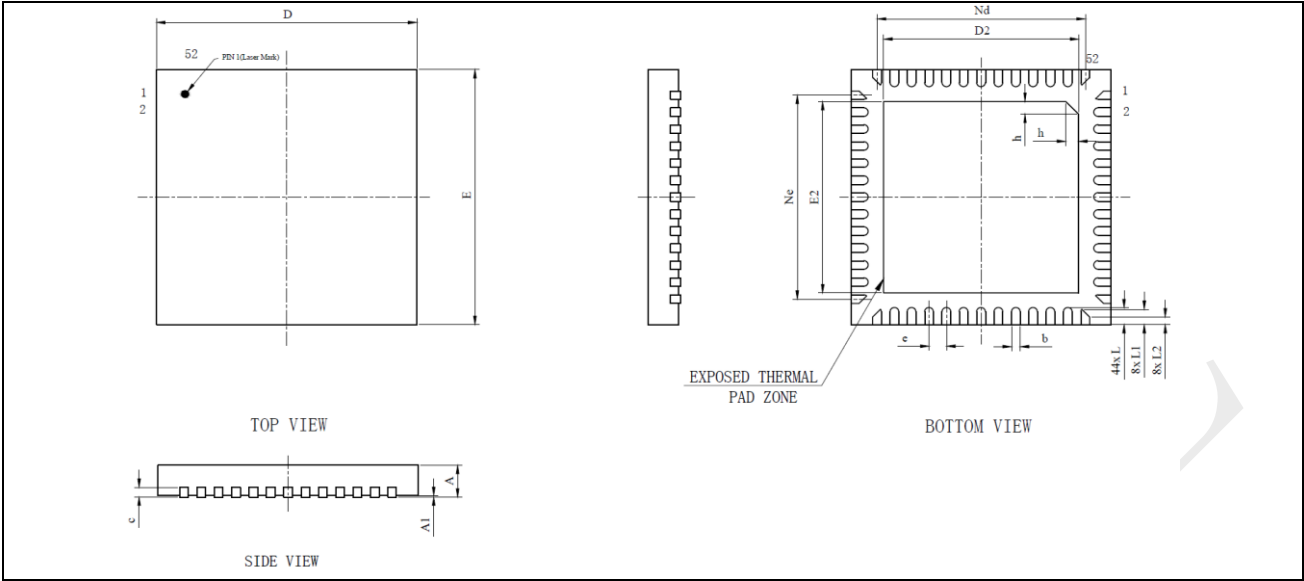
图 6-8: LQFP48—48 脚, 7 x 7 mm 薄型正方扁平封装建议焊垫尺寸



[1] 单位是毫米。

6.5 QFN52

图 6-9: QFN52 - 52 脚，6 x 6 mm 方形扁平无引脚封装图

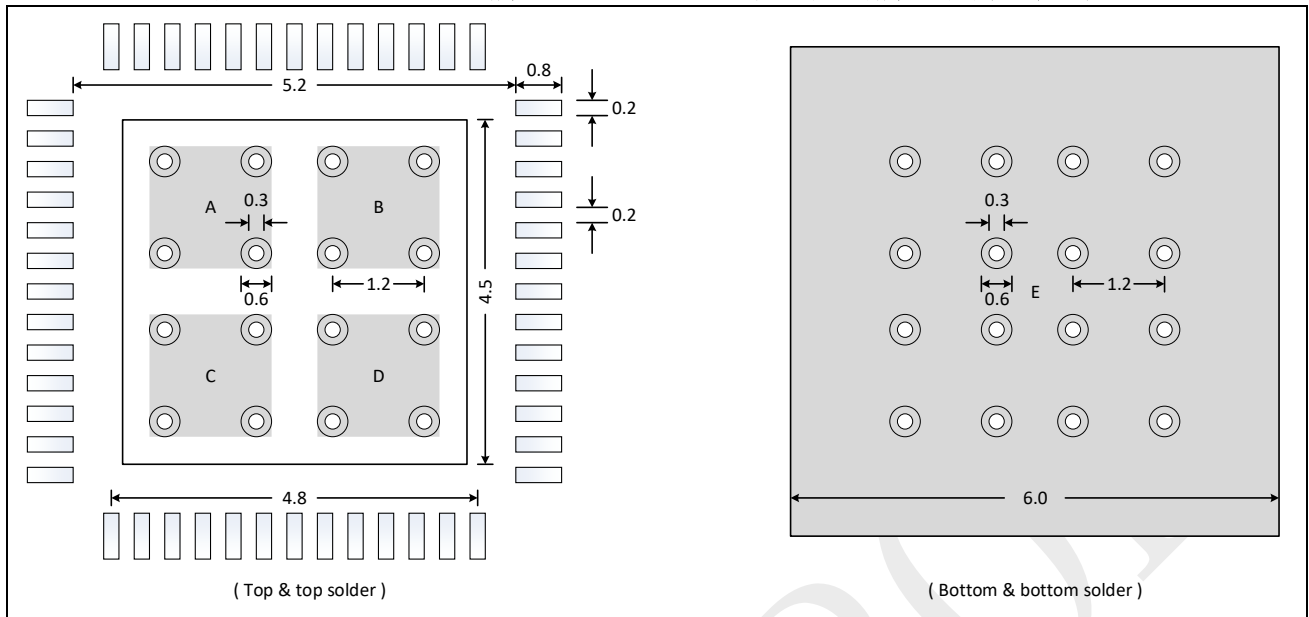


[1] 图纸未按比例绘制。

表 6-5: QFN52 - 52 脚，6 x 6 mm 方形扁平无引脚封装机械数据

符号	毫米		
	最小	典型	最大
A	0.70	0.75	0.80
A1	-	0.035	0.05
b	0.15	0.20	0.25
c	0.18	0.20	0.25
D	5.90	6.00	6.10
D2	4.40	4.50	4.60
e	0.40		
Nd	4.80		
E	5.90	6.00	6.10
E2	4.40	4.50	4.60
Ne	4.80		
L	0.35	0.40	0.45
L1	0.31	0.36	0.41
L2	0.13	0.18	0.23
h	0.25	0.30	0.35

图 6-10: QFN52-52 脚, 6 x 6 mm 方形扁平无引脚建议焊垫尺寸



[1] 单位是毫米。

[2] 上层的 A, B, C, D 是个区域需要刷焊锡膏；下层的 E 区域可以刷焊锡膏，也可以不刷。

7 订购信息

表 7-1: 订购信息

订购编码	Flash	SRAM	最大 f_{CPU}	封装	温度范围	SPQ ^[1]	包装类型
SPC2168APE80	512KB	80KB	200MHz	LQFP80	工业级 -40 °C ~ +125 °C	1190	托盘
SPC2168LAPE80	256KB	80KB	200MHz	LQFP80	工业级 -40 °C ~ +125 °C	1190	托盘
SPC2168ZAPE80	128KB	80KB	200MHz	LQFP80	工业级 -40 °C ~ +125 °C	1190	托盘
SPC2168APE64	512KB	80KB	200MHz	LQFP64	工业级 -40 °C ~ +125 °C	1600	托盘
SPC2168LAPE64	256KB	80KB	200MHz	LQFP64	工业级 -40 °C ~ +125 °C	1600	托盘
SPC2168APE52 ^[2]	512KB	80KB	200MHz	LQFP52	工业级 -40 °C ~ +125 °C	900	托盘
SPC2168APE48 ^[3]	512KB	80KB	200MHz	LQFP48	工业级 -40 °C ~ +125 °C	2500	托盘
SPC2168API52	512KB	80KB	200MHz	QFN52	工业级 -40 °C ~ +125 °C	4900	托盘

[1] SPQ = Standard Pack Quantity, 标准包装数。

[2] 目前, SPC2168APE52 还不是官方的产品线, 可能存在变动。

[3] 目前, SPC2168APE48 还不是官方的产品线, 可能存在变动。

7.1 订购编码规则

图 7-1: 订购编码规则

