

32 位 MCU
ES32H0584

数 据 手 册

- ☐ 产品简介
- ☒ 数据手册
- ☐ 参考手册

上海东软载波微电子有限公司

2025-11-20

基于ARM Cortex-M0 的ES32H0584 系列微控制器

内核

- ARM 32 位 Cortex-M0 架构
 - 最高频率可达 80MHz (w/o ECC)
 - 最高频率可达 72MHz (w/i ECC)
 - 系统效能评分 68.5 DMIPS @80MHz (Dhrystone 2.1)

存储

- 最大 256K Bytes FLASH 存储器
- 最大 24K Bytes SRAM 数据存储

电源、复位

- 芯片工作电压范围:
 - $2.2V \leq VDD \leq 5.5V$
- POR, BOR (支持 7 个阈值选择), LVD

时钟

- 外部晶体振荡器: 32KHz 或 4~20MHz
- 内部高速频率 RC 振荡器: 48MHz
(-10°C~60°C 范围内频率精度为 $\pm 1\%$)
- 内部低速 RC 振荡器: 31.25KHz (常温频率精度为 $\pm 5\%$)
- PLL: 支持 48MHz~80MHz 频率可配

低功耗模式

- 支持以下低功耗模式
 - SLEEP
 - STOP (功耗 3.8uA @ 常温, VDD=5V)

系统外设

- 调试: SWD 串口调试协议
- 调试配置控制模块 (DBGCC)
- DMA: 支持 7 个多路复用通道
- PIS: 支持 8 个外设互联通道
- 看门狗定时器: IWDG 和 WWDG

接口资源

- 多达 46 个通用 IO 端口, 驱动能力可配

安全及运算加速单元

- CRC-8、CRC-16、CCITT、CRC-32
- CALC: 32 位平方根、除法、反正切加速运算
- SVA: SVPWM、Clarke/Park 正逆变换
- PI: 2 路独立比例积分运算加速器
- MCA: FOC 运算硬件加速器

模拟

- 1 路 12 位 ADC: 速率最高 2.2MSPS, 支持 26 个外部模拟通道、1 路内部 1.2V 基准电压、1 路 OPA 输出电压
- 3 路模拟比较器
- 1 路采样相电流的 OPA
- 1 路 256 档分压器 VDDSCALAR

定时器

- 1 路 16 位高级定时器 AD16C6T: 16 位递增、递减、递增/递减自动重载计数器, 支持 4 个输入捕捉/6 个输出比较通道, 支持 4 组死区可编程 PWM 互补输出通道, 支持刹车功能
- 3 路 16 位通用定时器 GP16C4T: 16 位递增、递减、递增/递减自动重载计数器, 支持 4 路独立的输入捕捉和输出比较通道
- 1 路低功耗定时器 LP16T
- 2 路 16 位基本定时器 BS16T

通信接口

- 2 路 I2C 接口: 支持多主机模式、SMBus
- 2 路 SPI 接口, 支持波特率最高 $F_{PCLK}/2$
- 5 路 UART: 1 个 EUART, 4 个 CUART

产品系列代码	产品代号
ES32H0584	ES32H0584LQE
	ES32H0584LKE

目 录

基于 ARM Cortex-M0 的 ES32H0584 系列微控制器	2
第 1 章 简介	7
第 2 章 概述	8
2.1 器件资源	8
2.2 器件资源概述	10
2.2.1.1 ARM Cortex-M0 core	10
2.2.1.2 嵌套向量中断控制器 (NVIC)	10
2.2.1.3 系统节拍定时器 (SysTick)	10
2.2.1.4 串行线调试 (SWD)	10
2.2.2 存储器	11
2.2.2.1 闪存 (FLASH)	11
2.2.2.2 静态随机存取存储器 (SRAM)	11
2.2.2.3 存储器保护	11
2.2.2.4 启动方式	11
2.2.3 系统管理	12
2.2.3.1 电源	12
2.2.3.2 电源监视	12
2.2.3.3 低功耗模式	12
2.2.3.4 时钟管理	12
2.2.3.5 直接存储器访问 (DMA)	13
2.2.3.6 外设互联 (PIS)	13
2.2.3.7 看门狗定时器 (WDT)	13
2.2.4 外部接口	14
2.2.4.1 通用端口 (GPIO)	14
2.2.5 安全管理及运算加速	14
2.2.5.1 运算加速器 (CALC)	14
2.2.5.2 空间向量运算加速器 (SVA)	14
2.2.5.3 比例积分加速器 (PI)	14
2.2.5.4 电机控制加速器 (MCA)	14
2.2.5.5 循环冗余校验 (CRC)	14
2.2.6 定时器	15
2.2.6.1 高级定时器 (AD16C6T)	15
2.2.6.2 通用定时器 (GP16C4T)	16
2.2.6.3 低功耗定时器 (LP16T)	16
2.2.6.4 基本定时器 (BS16T)	16
2.2.7 通信	17
2.2.7.1 内部集成电路总线 (I2C)	17
2.2.7.2 串行外设接口 (SPI)	17
2.2.7.3 通用异步收发器 (UART)	17
2.2.8 模拟	18
2.2.8.1 模数转换器 (ADC)	18
2.2.8.2 电源分压器 (VDDSCALAR)	18

	2.2.8.3 模拟比较器 (ACMP)	18
	2.2.8.4 运算放大器 (OPA)	18
第3章	管脚说明	19
3.1	管脚图	19
3.1.1	LQFP48	19
3.1.2	LQFP32	20
3.2	管脚功能定义	21
3.2.1	ES32H0584LQE 管脚功能定义	21
3.2.2	ES32H0584LKE 管脚功能定义	23
3.3	管脚功能说明	25
第4章	存储器映射图	27
第5章	电气特性	28
5.1	芯片电源	28
5.2	电流测量	28
5.3	芯片极限参数	29
5.3.1	电压参数	29
5.3.2	电流参数	29
5.3.3	热参数	29
5.4	运行条件	30
5.4.1	运行条件	30
5.4.2	上电和掉电参数条件	30
5.4.3	复位和电源管理模块电气参数	30
5.4.4	电流特性	31
5.4.5	外部时钟源电气参数	32
5.4.6	内部时钟源电气参数	34
5.4.7	锁相环电气参数	35
5.4.8	存储器电气参数	35
5.4.9	电磁兼容性	36
5.4.9.1	电磁敏感性	36
5.4.10	静电防护特性	36
5.4.10.1	静电释放	36
5.4.10.2	静态门锁	36
5.4.11	I/O 端口电气特性	37
5.4.11.1	I/O 端口输入特性图	38
5.4.11.2	I/O 端口输出特性图	39
5.4.12	MRST 电气特性	47
5.4.13	定时器特性参数	49
5.4.14	通信特性参数	49
5.4.14.1	内部集成电路总线 (I2C) 特性参数	49
5.4.14.2	串行外设接口 (SPI) 特性参数	50
5.4.15	低功耗模式转换特性参数	52
5.4.16	模数转换器特性参数	53
5.4.17	ADC 内部参考电压特性参数	54
5.4.18	模拟比较器特性参数	54

	5. 4. 19 VDD 分压器特性参数	55
	5. 4. 20 运算放大器 OPA 特性参数	55
第 6 章	封装信息	56
6. 1	LQFP48 封装尺寸图	56
6. 2	LQFP32 封装尺寸图	57
第 7 章	修订历史	58

图目录

图 2-1 ES32H0584 系列系统框图.....	9
图 3-1 ES32H0584LQE LQFP48 顶视图.....	19
图 3-2 ES32H0584LKE LQFP32 顶视图	20
图 4-1 存储器映射	27
图 5-1 芯片电源.....	28
图 5-2 电流测量.....	28
图 5-3 外部振荡器连接图	33
图 5-4 晶体振荡器等效电路示意图	33
图 5-5 MRST 应用电路 1	47
图 5-6 MRST 应用电路 2	47
图 5-7 MRST 应用电路 3	48
图 5-8 MRST 应用电路 4	48
图 5-9 I2C 时序图.....	49
图 5-10 SPI 时序图（从模式，CPHA = 0）	51
图 5-11 SPI 时序图（从模式，CPHA = 1）	51
图 5-12 SPI 时序图（主模式）	52

表目录

表 2-1	器件资源列表	8
表 2-2	定时器功能	15
表 2-3	UART0~4 具体功能配置	17
表 3-1	ES32H0584LQE 管脚功能定义	22
表 3-2	ES32H0584LKE 管脚功能定义	24
表 5-1	极限电压参数	29
表 5-2	极限电流参数	29
表 5-3	极限热参数	29
表 5-4	芯片通常运行条件	30
表 5-5	芯片在上电和掉电时的参数条件	30
表 5-6	复位和电源管理模块电气参数	31
表 5-7	RUN/SLEEP 模式电流特性（程序在 FLASH 中运行）	31
表 5-8	STOP 模式电流特性	31
表 5-9	外部高速振荡时钟特性参数	32
表 5-10	外部低速振荡时钟特性参数	32
表 5-11	内部高速 HRC 振荡器特性	34
表 5-12	内部低速 LRC 振荡器特性	34
表 5-13	PLL 电气参数	35
表 5-14	存储器特性参数	35
表 5-15	EMS 参数	36
表 5-16	ESD 最大额定值	36
表 5-17	LU 最大额定值	36
表 5-18	I/O 端口 DC 电气特性表	37
表 5-19	MRST 电气特性	47
表 5-20	定时器特性参数	49
表 5-21	内部集成电路总线 I2C 特性参数	49
表 5-22	SPI 特性参数	50
表 5-23	低功耗模式唤醒特性	52
表 5-24	ADC 特性参数	53
表 5-25	ADC 精度特性 1	53
表 5-26	ADC 精度特性 2	54
表 5-27	ADC 内部参考电压特性参数	54
表 5-28	ACMP 特性参数	54
表 5-29	VDD 分压器特性参数	55
表 5-30	OPA 特性参数	55

第1章 简介

该数据手册为 ES32H0584 系列微控制器提供订单信息以及器件物理特性。阅读数据手册时请配合用户手册（ES32H05x4 参考手册）一起使用。

关于 Cortex-M0 可参考《Cortex-M0 技术参考手册》，可从 ARM 官网（<http://infocenter.arm.com>）获得。

第2章 概述

ES32H0584 微控制器是一系列集成了高性能低功耗 32 位 ARM Cortex-M0 内核的微控制器。该芯片的最高工作频率为 72MHz（非 Flash ECC 模式最高为 80MHz），具有 256 Kbytes Flash 和 24Kbytes SRAM 嵌入式存储器。提供广泛且高效的功能模块，以及符合标准的通讯接口，包含 2 个 I2C，2 个 SPI，5 个 UART，1 个高级 6 通道 16 位定时器（AD16C6T），3 个通用 4 通道 16 位定时器（GP16C4T），1 个低功耗 16 位定时器（LP16T），2 个基本 16 位定时器（BS16T），1 个 12 位高速 ADC，3 个模拟比较器 ACMP，1 个运放 OPA。

ES32H0584 微控制器的工作电压和温度分别为 2.2V~5.5V 和 -40°C~105°C。

ES32H0584 微控制器适用于广泛的应用，如白色家电、工业控制、智能家电、电机控制等。

2.1 器件资源

		ES32H0584LQE	ES32H0584LKE
Flash 存储 (KBytes)		256	256
SRAM (KBytes)		24	24
GPIO		46	30
12-bit ADC Channel		23	14
模拟比较器		3	3
运算放大器		1	1
定时器	高级定时器 AD16C6T	1	1
	通用定时器 GP16C4T	3	3
	低功耗定时器 LP16T	1	1
	基本定时器 BS16T	2	2
通信	I2C	2	2
	SPI	2	2
	UART	1+4	1+4
内核最高运行频率		80/72MHz	80/72MHz
工作电压范围		2.2V~5.5V	2.2V~5.5V
封装		LQFP48	LQFP32

表 2-1 器件资源列表

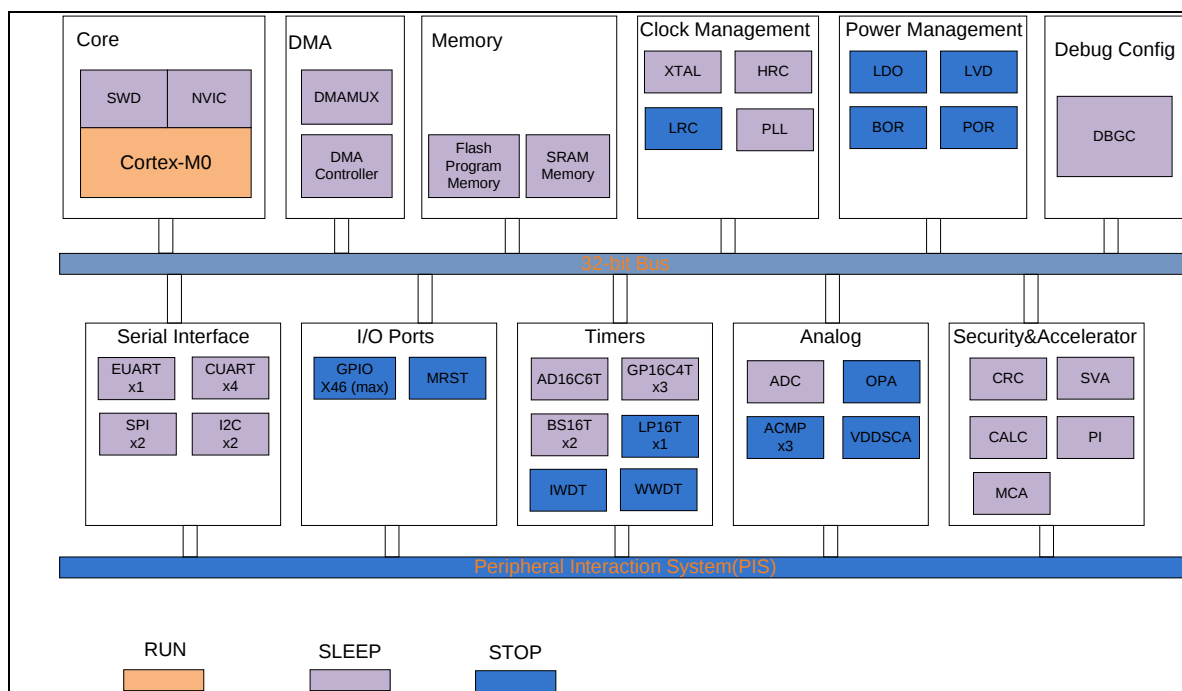


图 2-1 ES32H0584 系列系统框图

2.2 器件资源概述

2.2.1.1 ARM Cortex-M0 core

ARM Cortex-M0 提供了高性能，低功耗，低成本的平台来满足微控制器的实现要求。具备出色的计算性能，并能够快速响应中断。

2.2.1.2 嵌套向量中断控制器（NVIC）

ES32H0584 系列微控制器的嵌套向量中断控制器 NVIC（Nested Vectored Interrupt Controller）可支持 4 个优先级设定。并具备以下特性：

- ◇ NVIC 与内核紧密配合支持快速中断响应时间
- ◇ 中断向量表直接传递至内核
- ◇ 支持中断嵌套，咬尾和迟来

2.2.1.3 系统节拍定时器（SysTick）

SysTick 定时器被捆绑在 NVIC 中，用于产生 SysTick 中断。

2.2.1.4 串行线调试（SWD）

支持标准 SWD（Serial Wire Debug）协议的调试接口。系统时钟不低于 24MHz 时，支持调试的最大通信速率可达 5MHz。

2.2.2 存储器

2.2.2.1 闪存 (FLASH)

最大 256 KBytes FLASH 存储空间用于存放程序数据，支持 ECC 纠错（64 位数据+8 位纠错码），可纠正 1 位错误。

（FLASH ECC 模式下 Flash 容量最大支持 224KB）

2.2.2.2 静态随机存取存储器 (SRAM)

最大 24 KBytes SRAM，支持单周期访问，支持 ECC 纠错（8 位数据+4 位纠错码），可纠正 1 位错误。

（SRAM ECC 模式下 SRAM 容量最大支持 16KB）

2.2.2.3 存储器保护

用户可通过读写保护配置字选择相应的读保护或写保护模式。

◇ 全局读保护

- Level 0: 无保护
- Level1: FLASH 无法通过调试接口读出，也无法通过运行在 SRAM 中的程序读出
- Level2: 所有调试接口访问（包括擦除）被禁止，也无法通过运行在 SRAM 中的程序读出

◇ 私有代码读出保护

- 可配置 FLASH 某一块连续的区域为私有代码读出保护区，用户无法通过调试接口读出，也无法通过运行在该区域外的程序读出

◇ FLASH 写保护

- 可配置 FLASH 某一块连续的区域为写保护区，用户无法对该区域进行页擦除和编程操作。

2.2.2.4 启动方式

在芯片上电之后，通过芯片配置字中的 BOOT 配置，选择以下 2 种方式启动：

◇ 从用户程序启动（地址为 0x00000000）

◇ 从用户 Boot 启动（地址为 0x0003E000，FLASH 地址 4KB 对齐，Boot 程序运行的主频需在 48MHz 以内，即不能超过 48MHz）

2.2.3 系统管理

2.2.3.1 电源

VDD: 芯片主电源, 通过管脚 VDD 为所有 IO 及内部稳压器供电, 接 2.2V~5.5V 电源。

2.2.3.2 电源监视

- ◇ 上电复位 (POR): 当 VDD 低于 VPOR/VPDR 时, 器件处于复位状态。
- ◇ 欠压复位 (BOR): 上电期间, 欠压复位 (BOR) 将使器件保持复位状态, 直到电源电压达到所配置的 VBOR 阈值。芯片支持 7 个 VBOR 阈值可选, 当电源电压 VDD 降至所选 VBOR 阈值以下时, 将使器件复位。
- ◇ 低电压监测 (LVD): LVD 可用于监视 VDD 电源, 通过设置 LVDEN 使能 LVD, 将 VDD 电压和 LVDS 所选择的电压阈值进行比较, 可产生 LVD 中断。

2.2.3.3 低功耗模式

ES32H0584 系列微控制器支持以下低功耗模式来实现低功耗, 快速唤醒时间以及可支持唤醒源的组合选择。

◇ SLEEP 模式

在 SLEEP 模式下, 内核时钟被关闭。所有外设可以继续工作并通过中断或事件唤醒内核。

◇ STOP 模式

在 STOP 模式下, 内核和大部分外设时钟被关闭, HOSC 和 HRC 可通过软件分别配置为使能。只有低功耗外设 IWDG、WWDG、LVD、GPIO、LPTIM、ACMP1 等还能继续工作, 并通过中断唤醒芯片。可配置稳压器 LDO 在 STOP 时进入低功耗模式。

2.2.3.4 时钟管理

时钟控制器可对内核和外设分配不同的时钟源, 同时管理外设总时钟门控以及低功耗模式的时钟门控。

◇ 时钟分频

通过权衡系统的运行速度和功耗, 可以调整内核和外设的时钟分频比, 选择合适的时钟频率。

◇ 时钟安全控制

HOSM (HOSC Security Management) 可以实时监测 HOSC 时钟的工作情况, 当发生时钟停止时, 可自动为其切换为 HRC48M 三分频后的 16MHz 时钟。

◇ 时钟门控

内核、部分外设和存储器时钟都可被单独门控, 可减少功耗消耗。

◇ 时钟源

- 32K、4~20MHz 外部高速晶体振荡器 (LOSC、HOSC)
- 一个独立内部高速 RC 振荡器 (HRC48M)
- 31.25KHz 内部低速振 RC 荡器 (LRC)

- 48MHz~80MHz PLL 倍频时钟

2.2.3.5 直接存储器访问 (DMA)

DMA (Direct Memory Access) 控制器能够独立于内核进行内存操作, 以降低功耗和内核的工作负载。支持 7 通道, 每个 DMA 通道分别对应一个 DMA 多路复用器。多路复用器可选择片上所有的 DMA 请求源。DMA 控制器可支持存储器到存储器、存储器到外设、外设到存储器、外设到外设之间的数据传输。

注: DMA 控制器工作在外设到外设模式时, 需将仲裁前的 DMA 传输次数设置为 1, 即设置 DMA_CONn 寄存器的 MAX_BURST<3:0>=0, 并且对所涉及的每个外设, 只能使能该外设的一个 DMA 请求功能。

2.2.3.6 外设互联 (PIS)

PIS (Peripheral Interaction System) 在微控制器中作为外设互联的桥接口使用, 利用 PIS 可实现外设之间的相互触发、控制及自动化工作, 提高系统的实时性和快速响应能力, 可避免占用过多的内核工作负载并简化软件工作, 为各种应用扩展提供便捷。送出信号的外设模块被称为生产端, PIS 把这些信号传递到被称为消费端的外设进行使用。PIS 信号可以是电平或脉冲的形式, 并支持异步触发信号。

2.2.3.7 看门狗定时器 (WDT)

◇ 独立看门狗定时器 (IWDT)

IWDT (Independent Watchdog), 当使用芯片配置字使能 IWDT 时, 时钟强制为 31.25KHz LRC 时钟, 可用于检测软件和硬件异常, 如主时钟停振, 程序跑飞等。

在调试模式下, 定时器可被冻结。

◇ 窗口看门狗定时器 (WWDT)

WWDT (Window Watchdog), 使用系统时钟 PCLK 作为计数时钟, 对于过早或过晚喂狗都将产生 WWDT 复位, 可用于检测软件没有喂狗或过早的喂狗行为, 防止程序跑至不可控状态。

在调试模式下, 定时器可被冻结。

2.2.4 外部接口

2.2.4.1 通用端口 (GPIO)

通用端口 (GPIO) 分为 PA, PB, PC 和 PD 四组, 每组通用端口包含最多 16 个独立的引脚。这些引脚可单独配置为输入或输出。每个引脚有独立的开漏输出控制, 驱动能力选择控制, 上拉或下拉选择, CMOS/TTL 输入选择以及输入滤波使能控制。大部分端口可以与模拟功能及其他数字外设功能复用。每个端口可分别支持中断, 分为 4 组, 分别映射到 4 个中断向量。另外, 每个端口还可支持触发 DMA 数据传输的功能。

2.2.5 安全管理及运算加速

2.2.5.1 运算加速器(CALC)

运算加速器(CALC)可执行平方根、带符号除法以及反正切的硬件运算加速。

2.2.5.2 空间向量运算加速器 (SVA)

SVA (Space Vector Accelerator) 是对无刷直流电机的 FOC (Field Orientated Control) 应用中的常用运算提供加速功能, 并计算出对应结果以提供 Timer 产生对应的 PWM 输出。

- ◇ SVPWM
- ◇ Clarke 正逆转换
- ◇ Park 正逆转换
- ◇ 输入输出使用有符号 16 位定点数表示
- ◇ 使用 AHB 时钟作为运算时钟
- ◇ 运算结束产生 DMA 请求
- ◇ 运算结束产生中断

2.2.5.3 比例积分加速器 (PI)

PI 提供一个乘法与积分运算的加速单元, 有独立的 2 组运算单元。

2.2.5.4 电机控制加速器 (MCA)

MCA 用来控制 SVA、PI 等模块自动完成部分或全部 FOC 运算, 提升控制效率。

- ◇ 支持使用 DMA 读/写数据执行运算操作
- ◇ 支持 FOC 运算过程暂停或跳过控制

2.2.5.5 循环冗余校验 (CRC)

CRC (Cyclic Redundancy Check) 发生器可以执行带可编程多项式设定的 CRC 计算。

支持四个常用的多项式: CRC-CCITT, CRC-8, CRC-16 和 CRC-32

- ◇ CRC-CCITT: $X^{16} + X^{12} + X^5 + 1$
- ◇ CRC-8: $X^8 + X^2 + X + 1$
- ◇ CRC-16: $X^{16} + X^{15} + X^2 + 1$
- ◇ CRC-32: $X^{32} + X^{26} + X^{23} + X^{22} + X^{16} + X^{12} + X^{11} + X^{10} + X^8 + X^7 + X^5 + X^4 + X^2 + X + 1$

2.2.6 定时器

ES32H0584 系列微控制器包含了 1 个高级定时器、3 个通用 4 通道定时器、1 个低功耗定时器和 2 个基本定时器。功能比较如下表所示：

定时器类别	定数器 计数位宽度	计数 类型	预分频比	DMA 请求	ADC 触发	输入捕捉/输出 比较通道 PWM	互补 输出	数量
高级控制定时器 (AD16C6T)	16 位	向上 向下 上下	1 ~ 65536	支持	支持	4 / 6	4	1
通用定时器 (GP16C4T)	16 位	向上 向下 上下	1 ~ 65536	支持	支持	4	不支持	3
低功耗定时器 (LP16T)	16 位	向上	1 ~ 65536	支持	支持	1	不支持	1
基本定时器 (BS16T)	16 位	向上	1 ~ 65536	支持	支持	x	不支持	2

表 2-2 定时器功能

2.2.6.1 高级定时器（AD16C6T）

ES32H0584 系列微控制器带 1 路高级定时器（AD16C6T），具备以下功能：

- ◇ 16 位递增，递减，递增/递减自动加载计数器
- ◇ 16 位可编程预分频器，可在定时器运行中对计数器工作时钟进行 1~65536 之间的任意分频
- ◇ 带有 4 个独立通道，每个通道支持以下功能
 - 输入捕获
 - 输出比较
 - PWM 产生(边沿与中央对齐模式)
 - 单脉冲输出
- ◇ 通道 1~4 支持互补输出，死区时间可配
- ◇ 同步电路用于外部信号控制定时器及内部互联多个定时器
- ◇ 支持重复计数器，用于在给定数目的计数周期后更新定时器寄存器
- ◇ 支持刹车功能，并可设置刹车后定时器输出状态
- ◇ 支持中断/DMA：
 - 更新事件：计数器上溢/下溢，计数器初始化（通过软件或内/外部触发）
 - 触发事件：计数器启动、停止、初始化或通过内部与外部触发计数
 - 换向事件（COM）
 - 输入捕获
 - 输出比较
 - 刹车输入

- ◇ 支持增量（正交）编码及霍尔电路进行定位
- ◇ 外部时钟输入触发计数器
- ◇ 在调试模式下，定时器可被冻结。

2.2.6.2 通用定时器（GP16C4T）

ES32H0584 系列微控制器带 3 路通用定时器（GP16C4T0, GP16C4T1, GP16C4T2），具备以下功能：

- ◇ 16 位递增、递减、递增/递减自动重载计数器
- ◇ 16 位可编程预分频器，用于对计数器时钟频率进行分频，分频系数介于 1~65536 之间
- ◇ 多达 4 个独立通道，可用于：
 - 输入捕获
 - 输出比较
 - PWM 生成（边沿和中心对齐模式）
 - 单脉冲输出模式
- ◇ 使用外部信号控制定时器且可实现多个定时器互联的同步电路
- ◇ 重复计数器，用于仅在给定数目的计数器周期后更新定时器寄存器
- ◇ 发生如下事件时生成中断/DMA 请求：
 - 更新：计数器上溢/下溢、计数器初始化（通过软件或内部/外部触发）
 - 触发事件：计数器启动、停止、初始化或通过内部/外部触发计数
 - 输入捕获
 - 输出比较
- ◇ 支持增量（正交）编码器和霍尔传感器电路进行定位
- ◇ 外部时钟触发输入
- ◇ 在调试模式下，定时器可被冻结。

2.2.6.3 低功耗定时器（LP16T）

支持 1 路低功耗定时器（LP16T）。在低功耗模式（SLEEP, STOP）下，通过配置合适的时钟源，可满足低功耗的基本应用，如 16 位计数，以及 PWM 输出，脉冲输出等。

在调试模式下，定时器可被冻结。

2.2.6.4 基本定时器（BS16T）

ES32H0584 系列微控制器带 2 路基本定时器（BS16T0, BS16T1），具备以下功能：

- ◇ 16 位自动加载递增计数器
- ◇ 16 位可编程预分频器，可在定时器运行中对计数器工作时钟进行 1~65536 之间的任意分频
- ◇ 计数上溢更新事件产生中断请求
- ◇ 在调试模式下，定时器可被冻结。

2.2.7 通信

2.2.7.1 内部集成电路总线 (I2C)

支持 2 路 I2C (I2C0、I2C1)。I2C (Inter-Integrated Circuit) 总线接口用作微控制器和 I2C 串行总线之间的接口。支持多主模式功能, 可以控制所有 I2C 总线特定的序列、协议、仲裁和时序。支持标准和快速模式。与 SMBus2.0 兼容。可以用于多种用途, 包括 CRC 生成和验证、SMBus (系统管理总线) 以及 PMBus (电源管理总线)。

I2C 支持 DMA 对所发送和接收数据进行传输。

2.2.7.2 串行外设接口 (SPI)

支持 2 路 SPI 接口 (SPI0、SPI1)。SPI (Serial Peripheral Interface) 可与外部器件进行半双工/全双工的同步串行通信。该接口可配置为主模式, 在这种情况下, 可为外部从器件提供通信时钟 (SCK)。该接口还能够多主模式配置下工作。可用于多种用途, 包括基于双线的单工同步传输, 其中一条可作为双向数据线, 或使用 CRC 校验实现可靠通信。

SPI 支持 DMA 对所发送和接收数据进行传输。

2.2.7.3 通用异步收发器(UART)

支持 5 路 UART 接口 (UART0~4, 其中 UART0 是增强型 EUART, UART1~4 是普通型 CUART)。通用异步收发器 (UART) 提供了一个灵活的方式, 使 MCU 可以与外部设备通过工业标准 NRZ 的形式实现全双工异步串行数据通讯。UART 可以使用小数波特率发生器, 提供了超宽的波特率设置范围。

UART 支持异步通讯模式和半双工单线通讯, 也支持 LIN (本地互连网络)、智能卡协议、IrDA (红外数据协会) SIR ENDEC 规范和 modem 流控操作 (CTS/RTS), 同时还支持多机通讯方式。

支持使用 DMA 实现多缓冲区设置, 从而能够支持高速数据通讯。

UART 模式/特性	UART0 (增强型)	UART1/2/3/4 (普通型)
Modem 的硬件控制	√	√
使用 DMA 实现连续通讯	√	√
多机通讯模式	√	√
智能卡模式	√	—
单线半双工模式	√	—
IrDA SIR 模式	√	—
LIN 模式	√	—
超时检测功能	√	√
Modbus 通讯	√	√
自动波特率检测模式	√	√
RS485 的驱动使能信号	√	√
Modem 的硬件控制	5, 6, 7, 8, 9	

表 2-3 UART0~4 具体功能配置

2.2.8 模拟

2.2.8.1 模数转换器 (ADC)

支持 1 路高速模数转换器 (ADC)。ADC (Analog to Digital Converter) 是 12 位分辨率的逐次逼近型模数转换器。具有多达 28 个复用通道, 可测量从管脚输入的 26 个外部信号、2 个内部信号 (包括 1 路内部 VREF 1.2V 和 1 路 OPA 输出电压)。这些通道的模数转换可在单次、连续、扫描或不连续采样模式下进行。ADC 的结果存储在一个左对齐或右对齐的 16 位数据寄存器中。

ADC 模块具有模拟看门狗特性, 允许应用检测输入电压是否超过了用户自定义的阈值上限或下限。

ADC 支持标准模式或插入模式下触发 DMA 数据传输的功能。

2.2.8.2 电源分压器 (VDDSCALAR)

支持 1 路 256 档电源分压器 (VDDSCALAR), 输出电压可用于模拟比较器负参考电压。

2.2.8.3 模拟比较器 (ACMP)

支持 3 路模拟比较器 (ACMP0, ACMP1, ACMP2)。ACMP (Analog Comparator) 用于比较两个模拟信号电压的大小。当正极输入大于负极输入时比较器输出逻辑 1, 否则输出 0。当比较器输出值有变化时, 两个比较器都可以配置产生中断。

ACMP 支持响应时间可设置, 支持迟滞电压可选择, 支持消隐功能。

ACMP1 可在 STOP 模式下工作, 并可唤醒 STOP 模式。

2.2.8.4 运算放大器 (OPA)

支持 1 个高带宽运算放大器 (OPA), 输入输出可连接到外部引脚, 根据应用需求, 其工作模式可配置为独立模式、跟随模式、内部增益放大模式。

第3章 管脚说明

3.1 管脚图

3.1.1 LQFP48

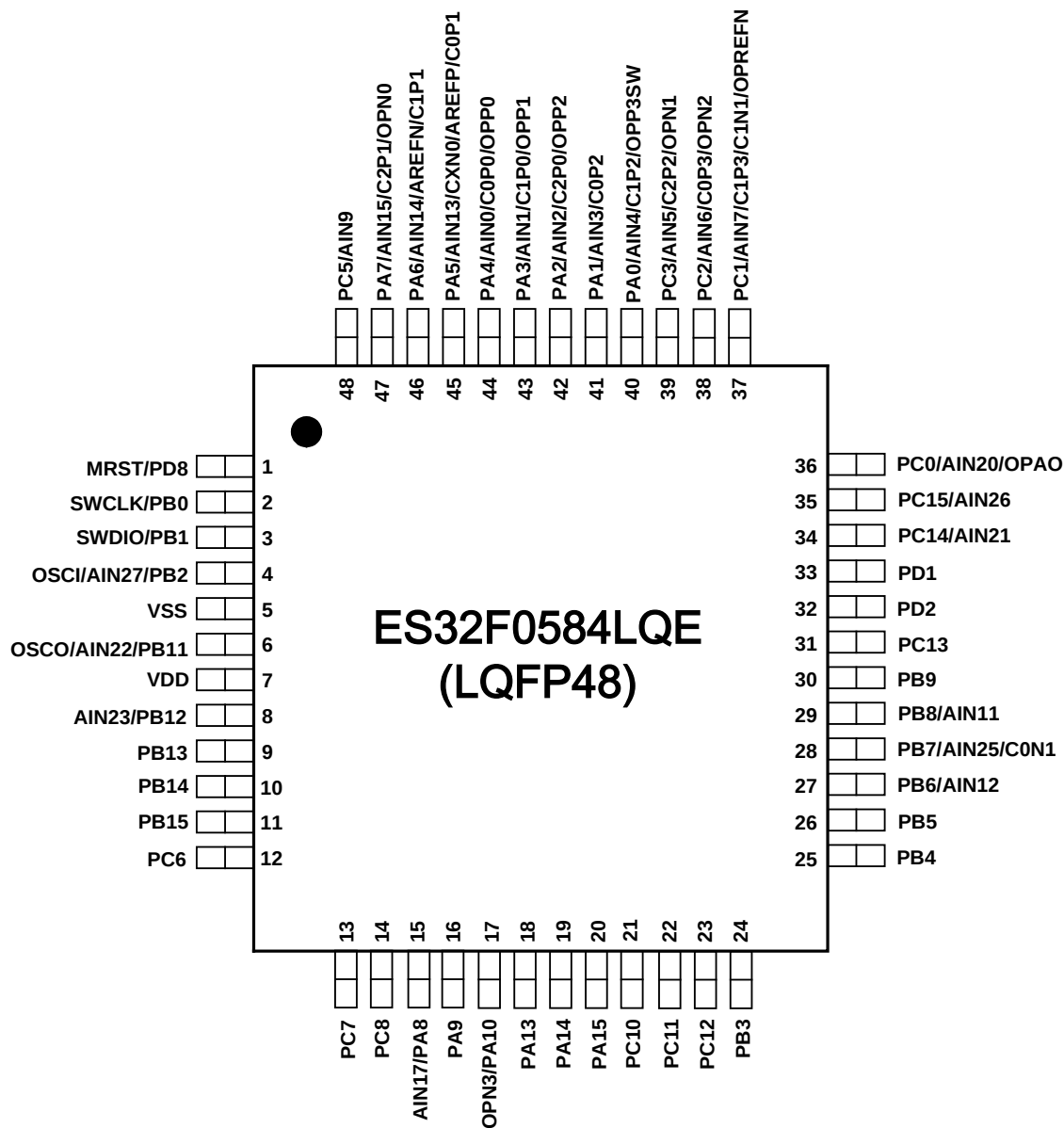


图 3-1 ES32H0584LQE LQFP48 顶视图

3.1.2 LQFP32

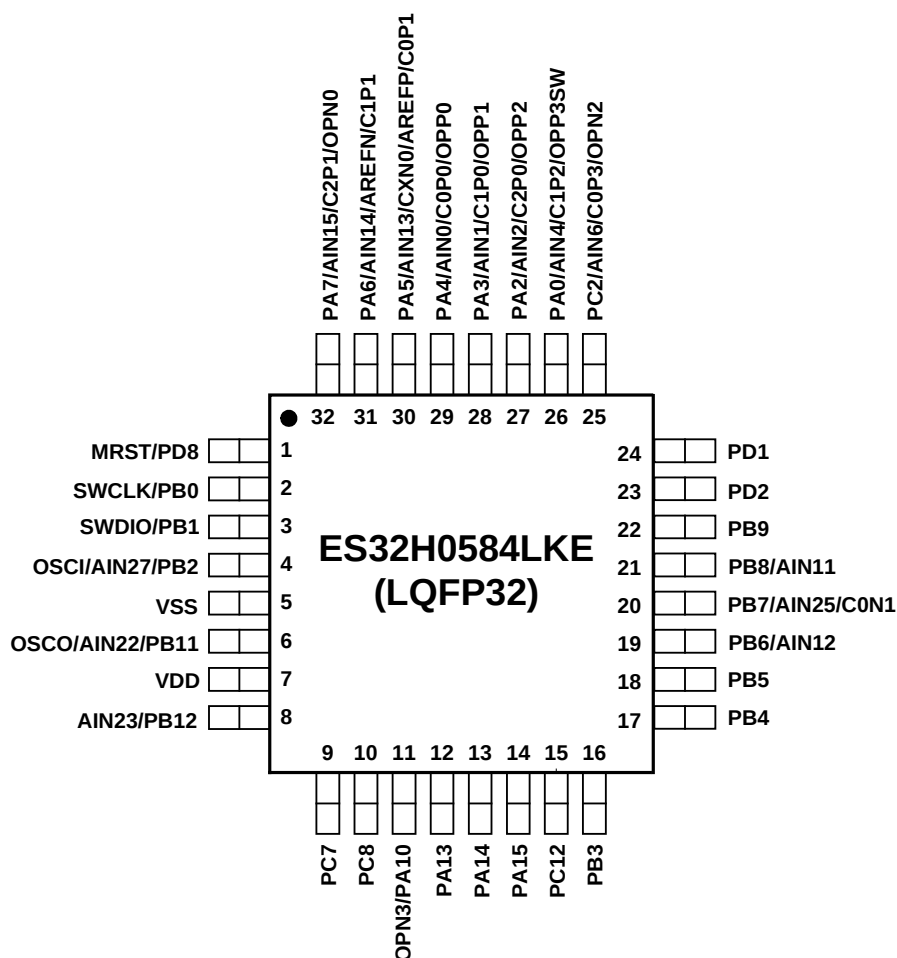


图 3-2 ES32H0584LKE LQFP32 顶视图

注 1: 编程/调试接口共用 5 线接口配置, 即电源 VDD、地 VSS、复位线 MRST、时钟线 SWCLK 和数据线 SWDIO。

注 2: 若需支持 4 线编程/调试使用, 需将用户配置字 MRST_DLY 位配置使能至少 15ms 的上电延时, 此时 4 线接口配置包括电源线 VDD、地线 VSS、时钟线 SWCLK 和数据线 SWDIO (即省去 MRST 复位线)。

注 3: 未使用的 I/O 管脚 (包括产品封装引脚数小于最大引脚数时, 未引出的 I/O 管脚) 都需设置为输出低电平并禁止内部弱上下拉, 否则芯片功耗可能会出现异常, 芯片工作稳定性也容易因外界干扰而降低。

ES32H0584LQE 未引出的 I/O 包括 PA11~12, PB10, PC4, PC9, PD0, PD3~7, PD9~11;

ES32H0584LKE 未引出的 I/O 包括 PA1, PA8~9, PA11~12, PB10, PB13~15, PC0~1, PC3~6, PC9~11, PC13~15, PD0, PD3~7, PD9~11。

注 4: 外部复位与 GPIO 复用同一个管脚, 默认为外部复位 MRST 功能, 内部集成了约 55K 欧姆的上拉电阻, 用户可通过芯片配置字 CFG_WORD 的 MRST_DLY 位将其设为 GPIO 功能, 当用作 GPIO 功能时, 对芯片复位可靠性没有影响, 对该管脚按与其他 GPIO 管脚一样的方式使用即可。

注 5: 本数据手册所述资源为本产品所属产品系列资源最大化描述。文中所述 (包括管脚、寄存器、芯片配置字等) 不为本产品所有的资源, 请将其保持在正确设置值状态。如有其它需求, 请与我司 FAE 部门联系!

3.2 管脚功能定义

3.2.1 ES32H0584LQE管脚功能定义

PIN NO.	PIN NAME (FUNC1)	FUNC2	FUNC3	FUNC4	FUNC5	FUNC6	FUNC7	FUNC0 (Default)
1	PD8/MRST	HSCO	CUART3_RX	GP16C4T0_CH2	AD16C6T_CH3N	PIS_CH0	CUART2_RTS	/
2	PB0/SWCLK	GP16C4T1_CH3	CUART0_RX	I2C0_SCL	AD16C6T_CH2N	PIS_CH0	GP16C4T2_ETR	/
3	PB1/SWDIO	GP16C4T1_CH4	CUART0_TX	I2C0_SDA	AD16C6T_CH3N	PIS_CH1	EUART0_RX	/
4	PB2/OSCI	GP16C4T0_CH1	EUART0_RX	CUART3_TX	AD16C6T_CH1N	PIS_CH2	EUART0_TX	AIN27/OSCI
5	VSS	/	/	/	/	/	/	/
6	PB11/OSCO	I2C1_SDA	CUART2_RX	GP16C4T0_CH4	AD16C6T_CH4N	PIS_CH3	I2C1_SMBA	AIN22/OSCO
7	VDD	/	/	/	/	/	/	/
8	PB12	SPI1_NSS	AD16C6T_BKIN1	EUART0_RX	AD16C6T_CH4N	PIS_CH4	AD16C6T_BKIN2	AIN23
9	PB13	SPI1_SCK	EUART0_TX	BUZ	AD16C6T_CH1N	PIS_CH5	SPI0_NSS	/
10	PB14	SPI1_MISO	EUART0_RX	GP16C4T2_CH1	AD16C6T_CH2N	PIS_CH6	SPI0_MISO	/
11	PB15	SPI1_MOSI	EUART0_RX	GP16C4T2_CH2	AD16C6T_CH3N	PIS_CH7	SPI0_SCK	/
12	PC6	SPI0_MOSI	EUART0_TX	GP16C4T1_CH1	AD16C6T_CH1	PIS_CH6	LP16T_OUT	/
13	PC7	SPI0_MISO	EUART0_RX	GP16C4T1_CH2	AD16C6T_CH2	PIS_CH7	CUART3_RX	/
14	PC8	SPI0_MOSI	EUART0_TX	GP16C4T1_CH3	AD16C6T_CH3	PIS_CH0	CUART3_TX	/
15	PA8	EUART0_CK	CUART0_RX	HSCO	AD16C6T_CH1	PIS_CH0	AD16C6T_CH5	AIN17
16	PA9	CUART0_TX	I2C0_SDA	GP16C4T0_ETR	AD16C6T_CH2	PIS_CH1	/	/
17	PA10	CUART0_RX	I2C0_SCL	GP16C4T1_ETR	AD16C6T_CH3	PIS_CH2	SPI1_SCK	OPN3
18	PA13	CUART1_TX	CUART0_RX	GP16C4T0_CH2	AD16C6T_CH1N	PIS_CH5	SPI1_MOSI	/
19	PA14	CUART1_RX	CUART0_TX	GP16C4T0_CH3	AD16C6T_CH2N	PIS_CH6	SPI1_MISO	/
20	PA15	GP16C4T0_CH1	EUART0_TX	HSCO	AD16C6T_CH3N	PIS_CH7	CUART0_TX	/
21	PC10	SPI1_SCK	GP16C4T0_CH1	CUART2_TX	AD16C6T_CH1N	PIS_CH2	AD16C6T_BKIN2	/
22	PC11	SPI1_MISO	GP16C4T0_CH2	CUART0_TX	AD16C6T_CH2N	PIS_CH3	AD16C6T_CH5	/

23	PC12	SPI1_MOSI	GP16C4T0_CH3	CUART0_RX	AD16C6T_CH3N	PIS_CH4	SPI1_NSS	/
24	PB3	GP16C4T0_CH2	SPI0_SCK	CUART2_TX	AD16C6T_CH2N	PIS_CH3	SPI1_SCK	/
25	PB4	GP16C4T1_CH1	SPI0_MISO	CUART2_RX	AD16C6T_CH1	PIS_CH4	EUART0_RX	C2N1
26	PB5	I2C0_SMBA	GP16C4T1_CH2	SPI0_MOSI	AD16C6T_CH2	PIS_CH5	EUART0_TX	/
27	PB6	I2C0_SCL	GP16C4T2_CH1	CUART1_TX	AD16C6T_CH3	PIS_CH6	BUZ	AIN12
28	PB7	I2C0_SDA	GP16C4T2_CH2	CUART1_RX	AD16C6T_CH1N	PIS_CH7	LSCO	AIN25/CON1
29	PB8	GP16C4T2_CH3	I2C0_SCL	EUART0_RX	AD16C6T_CH2N	PIS_CH0	AD16C6T_BKIN1	AIN11
30	PB9	GP16C4T2_CH4	I2C0_SDA	EUART0_TX	AD16C6T_CH3N	PIS_CH1	AD16C6T_ETR	/
31	PC13	CUART3_RX	GP16C4T0_CH4	SPI1_SCK	AD16C6T_CH4N	PIS_CH5	LSCO	/
32	PD2	GP16C4T1_ETR	CUART2_RX	GP16C4T2_CH4	AD16C6T_CH4N	PIS_CH2	LP16T_ETR	/
33	PD1	I2C1_SDA	CUART2_TX	GP16C4T2_CH3	AD16C6T_CH4	PIS_CH1	AD16C6T_BKIN1	AIN10
34	PC14	CUART0_RX	CUART1_RX	SPI1_MISO	AD16C6T_CH1	PIS_CH6	ACMPO0	AIN21
35	PC15	CUART0_TX	CUART1_TX	SPI1_MOSI	AD16C6T_CH2	PIS_CH7	ACMPO1	AIN26
36	PC0	CUART1_TX	SPI0_NSS	I2C1_SDA	AD16C6T_CH4	PIS_CH0	ACMPO2	AIN20/OPAO
37	PC1	CUART1_RX	SPI0_SCK	I2C1_SCL	AD16C6T_CH1	PIS_CH1	LP16T_ETR	AIN7/C1P3/C1N1/OPREFN
38	PC2	CUART2_TX	SPI0_MISO	GP16C4T2_CH1	AD16C6T_CH2	PIS_CH2	LP16T_OUT	AIN6/COP3/OPN2
39	PC3	CUART2_RX	SPI0_MOSI	GP16C4T2_CH2	AD16C6T_CH3	PIS_CH3	/	AIN5/C2P2/OPN1
40	PA0	CUART2_TX	GP16C4T0_CH1	GP16C4T0_ETR	AD16C6T_CH1	PIS_CH0	LP16T_ETR	AIN4/C1P2/OPP3
41	PA1	CUART2_RX	GP16C4T0_CH2	SPI0_SCK	AD16C6T_CH2	PIS_CH1	LP16T_OUT	AIN3/COP2
42	PA2	CUART1_TX	GP16C4T0_CH3	SPI0_MISO	AD16C6T_CH3	PIS_CH2	CUART0_TX	AIN2/C2P0/OPP2
43	PA3	CUART1_RX	GP16C4T0_CH4	SPI0_MOSI	AD16C6T_CH4	PIS_CH3	CUART0_RX	AIN1/C1P0/OPP1
44	PA4	SPI0_NSS	CUART2_TX	GP16C4T1_CH3	AD16C6T_CH1N	PIS_CH4	AD16C6T_BKIN2	AIN0/COP0/OPP0
45	PA5	SPI0_SCK	CUART2_RX	GP16C4T1_CH4	AD16C6T_CH2N	PIS_CH5	I2C1_SCL	AIN13/CXN0/AREFP/COP1
46	PA6	SPI0_MISO	CUART3_TX	GP16C4T1_CH1	AD16C6T_CH1	PIS_CH6	I2C1_SDA	AIN14/AREFN/C1P1
47	PA7	SPI0_MOSI	CUART3_RX	GP16C4T1_CH2	AD16C6T_CH1N	PIS_CH7	I2C1_SMBA	AIN15/OPN0/C2P1
48	PC5	CUART3_TX	I2C0_SDA	GP16C4T1_ETR	AD16C6T_CH4N	PIS_CH5	AD16C6T_CH6	AIN9

表 3-1 ES32H0584LQE 管脚功能定义

3.2.2 ES32H0584LKE管脚功能定义

PIN NO.	PIN NAME (FUNC1)	FUNC2	FUNC3	FUNC4	FUNC5	FUNC6	FUNC7	FUNC0 (Default)
1	PD8/MRST	HSCO	CUART3_RX	GP16C4T0_CH2	AD16C6T_CH3N	PIS_CH0	CUART2_RTS	/
2	PB0/SWCLK	GP16C4T1_CH3	CUART0_RX	I2C0_SCL	AD16C6T_CH2N	PIS_CH0	GP16C4T2_ETR	/
3	PB1/SWDIO	GP16C4T1_CH4	CUART0_TX	I2C0_SDA	AD16C6T_CH3N	PIS_CH1	EUART0_RX	/
4	PB2/OSCI	GP16C4T0_CH1	EUART0_RX	CUART3_TX	AD16C6T_CH1N	PIS_CH2	EUART0_TX	AIN27/OSCI
5	VSS	/	/	/	/	/	/	/
6	PB11/OSCO	I2C1_SDA	CUART2_RX	GP16C4T0_CH4	AD16C6T_CH4N	PIS_CH3	I2C1_SMBA	AIN22/OSCO
7	VDD	/	/	/	/	/	/	/
8	PB12	SPI1_NSS	AD16C6T_BKIN1	EUART0_RX	AD16C6T_CH4N	PIS_CH4	AD16C6T_BKIN2	AIN23
9	PC7	SPI0_MISO	EUART0_RX	GP16C4T1_CH2	AD16C6T_CH2	PIS_CH7	CUART3_RX	/
10	PC8	SPI0_MOSI	EUART0_TX	GP16C4T1_CH3	AD16C6T_CH3	PIS_CH0	CUART3_TX	/
11	PA10	CUART0_RX	I2C0_SCL	GP16C4T1_ETR	AD16C6T_CH3	PIS_CH2	SPI1_SCK	OPN3
12	PA13	CUART1_TX	CUART0_RX	GP16C4T0_CH2	AD16C6T_CH1N	PIS_CH5	SPI1_MOSI	/
13	PA14	CUART1_RX	CUART0_TX	GP16C4T0_CH3	AD16C6T_CH2N	PIS_CH6	SPI1_MISO	/
14	PA15	GP16C4T0_CH1	EUART0_TX	HSCO	AD16C6T_CH3N	PIS_CH7	CUART0_TX	/
15	PC12	SPI1_MOSI	GP16C4T0_CH3	CUART0_RX	AD16C6T_CH3N	PIS_CH4	SPI1_NSS	/
16	PB3	GP16C4T0_CH2	SPI0_SCK	CUART2_TX	AD16C6T_CH2N	PIS_CH3	SPI1_SCK	/
17	PB4	GP16C4T1_CH1	SPI0_MISO	CUART2_RX	AD16C6T_CH1	PIS_CH4	EUART0_RX	C2N1
18	PB5	I2C0_SMBA	GP16C4T1_CH2	SPI0_MOSI	AD16C6T_CH2	PIS_CH5	EUART0_TX	/
19	PB6	I2C0_SCL	GP16C4T2_CH1	CUART1_TX	AD16C6T_CH3	PIS_CH6	BUZ	AIN12
20	PB7	I2C0_SDA	GP16C4T2_CH2	CUART1_RX	AD16C6T_CH1N	PIS_CH7	LSCO	AIN25/CON1
21	PB8	GP16C4T2_CH3	I2C0_SCL	EUART0_RX	AD16C6T_CH2N	PIS_CH0	AD16C6T_BKIN1	AIN11
22	PB9	GP16C4T2_CH4	I2C0_SDA	EUART0_TX	AD16C6T_CH3N	PIS_CH1	AD16C6T_ETR	/
23	PD2	GP16C4T1_ETR	CUART2_RX	GP16C4T2_CH4	AD16C6T_CH4N	PIS_CH2	LP16T_ETR	/

24	PD1	I2C1_SDA	CUART2_TX	GP16C4T2_CH3	AD16C6T_CH4	PIS_CH1	AD16C6T_BKIN1	AIN10
25	PC2	CUART2_TX	SPI0_MISO	GP16C4T2_CH1	AD16C6T_CH2	PIS_CH2	LP16T_OUT	AIN6/COP3/OPN2
26	PA0	CUART2_TX	GP16C4T0_CH1	GP16C4T0_ETR	AD16C6T_CH1	PIS_CH0	LP16T_ETR	AIN4/C1P2/OPP3
27	PA2	CUART1_TX	GP16C4T0_CH3	SPI0_MISO	AD16C6T_CH3	PIS_CH2	CUART0_TX	AIN2/C2P0/OPP2
28	PA3	CUART1_RX	GP16C4T0_CH4	SPI0_MOSI	AD16C6T_CH4	PIS_CH3	CUART0_RX	AIN1/C1P0/OPP1
29	PA4	SPI0_NSS	CUART2_TX	GP16C4T1_CH3	AD16C6T_CH1N	PIS_CH4	AD16C6T_BKIN2	AIN0/COP0/OPP0
30	PA5	SPI0_SCK	CUART2_RX	GP16C4T1_CH4	AD16C6T_CH2N	PIS_CH5	I2C1_SCL	AIN13/CXN0/AREFP/COP1
31	PA6	SPI0_MISO	CUART3_TX	GP16C4T1_CH1	AD16C6T_CH1	PIS_CH6	I2C1_SDA	AIN14/AREFN/C1P1
32	PA7	SPI0_MOSI	CUART3_RX	GP16C4T1_CH2	AD16C6T_CH1N	PIS_CH7	I2C1_SMBA	AIN15/OPN0/C2P1

表 3-2 ES32H0584LKE 管脚功能定义

注 1: 复位管脚 MRST 为低有效, 即 MRST 管脚为低电平时芯片复位。

注 2: 当芯片有多个 VSS 地管脚时, 需在外部将所有 VSS 地管脚连接在一起。

注 3: 上表中 PA5 管脚 FUNC0 一栏的标识符 CXN0, 表示该管脚可复用为模拟比较器 ACMP0~2 的负输入端 0。

3.3 管脚功能说明

管脚名称	A/D	管脚说明
PA0~PA15	D	通用 I/O 端口
PB0~PB15	D	通用 I/O 端口
PC0~PC15	D	通用 I/O 端口
PD0~PD11	D	通用 I/O 端口
SWCLK	D	编程/调试串行时钟端口
SWDIO	D	编程/调试串行数据端口
MRST	D	芯片主复位，低电平有效
SPIx_SCK	D	SPI 时钟输入端口
SPIx_NSS	D	SPI 片选端口
SPIx_MISO	D	SPI 主控输入/从机输出端口
SPIx_MOSI	D	SPI 主控输出/从机输入端口
I2Cx_SCL	D	I2C 时钟输入/输出端口
I2Cx_SDA	D	I2C 数据输入/输出端口
I2Cx_SMBA	D	系统管理总线 SMBA 片选端口
EUART0_TX	D	EUART 发送输出端口
EUART0_RX	D	EUART 接收输入端口
EUART0_RTS	D	EUART RTS 输出端口
EUART0_CTS	D	EUART CTS 输入端口
EUART0_CK	D	EUART 智能卡模式时钟输出端口
CUARTx_TX	D	CUART 发送输出端口
CUARTx_RX	D	CUART 接收输入端口
CUARTx_RTS	D	CUART RTS 输出端口
CUARTx_CTS	D	CUART CTS 输入端口
AD16C6T_CHx	D	AD16C6T 通道 x
AD16C6T_CHxN	D	AD16C6T 互补通道 x
AD16C6T_BKIN1	D	AD16C6T 刹车 (BRK) 输入端口
AD16C6T_BKIN2	D	AD16C6T 刹车 2 (BRK2) 输入端口
AD16C6T_ETR	D	AD16C6T 外部触发输入端口
AD16C6T_BKOUTx	D	AD16C6T 刹车动作输出端口
GP16C4Ty_CHx	D	GP16C4T 通道 x
GP16C4Ty_ETR	D	GP16C4T 外部触发输入端口
LP16T_OUT	D	LP16T 输出端口
LP16T_ETR	D	LP16T 外部时钟输入端口
BUZ	D	BUZZ 时钟信号输出端口
HSCO	D	高速时钟输出端口
LSCO	D	低速时钟输出端口
PIS_CHx	D	PIS 通道
AREFP	A	ADC 外部正向参考电压输入端口

管脚名称	A/D	管脚说明
AREFN	A	ADC 外部负向参考电压输入端口
AIN0~AIN15, AIN17, AIN19~AIN27	A	ADC 模拟通道 0~17,19~27
OPNx	A	OPA 负输入端口 x
OPPx	A	OPA 正输入端口 x
OPAO	A	OPA 输出端口
OPREFN	A	OPA 外部负参考电压端口
CyPx	A	ACMPy 正输入端口 x
CyN1	A	ACMPy 负输入端口 1
CXN0	A	ACMP0~ACMP2 负输入端口 0
ACMPOx	D	ACMP0~ACMP2 输出端口
OSCI	A	外部晶体振荡器端口
OSCO	A	
VDD	P	系统主电源
VSS	P	系统地

表 3-3 ES32H0584 系列的管脚功能说明

注：A 为模拟端口，D 为数字端口，P 为电源/地。

第4章 存储器映射图

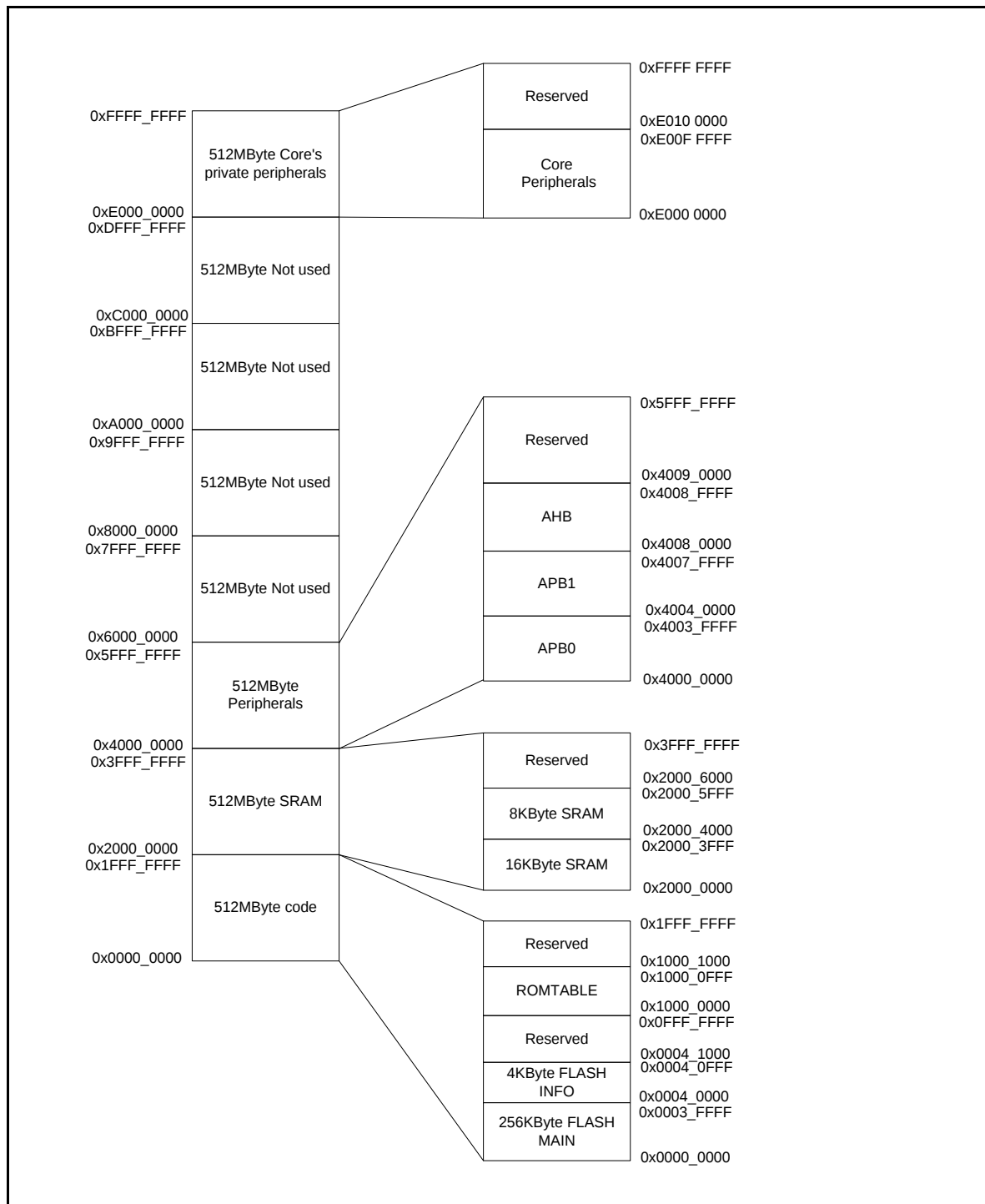


图 4-1 存储器映射

第5章 电气特性

5.1 芯片电源

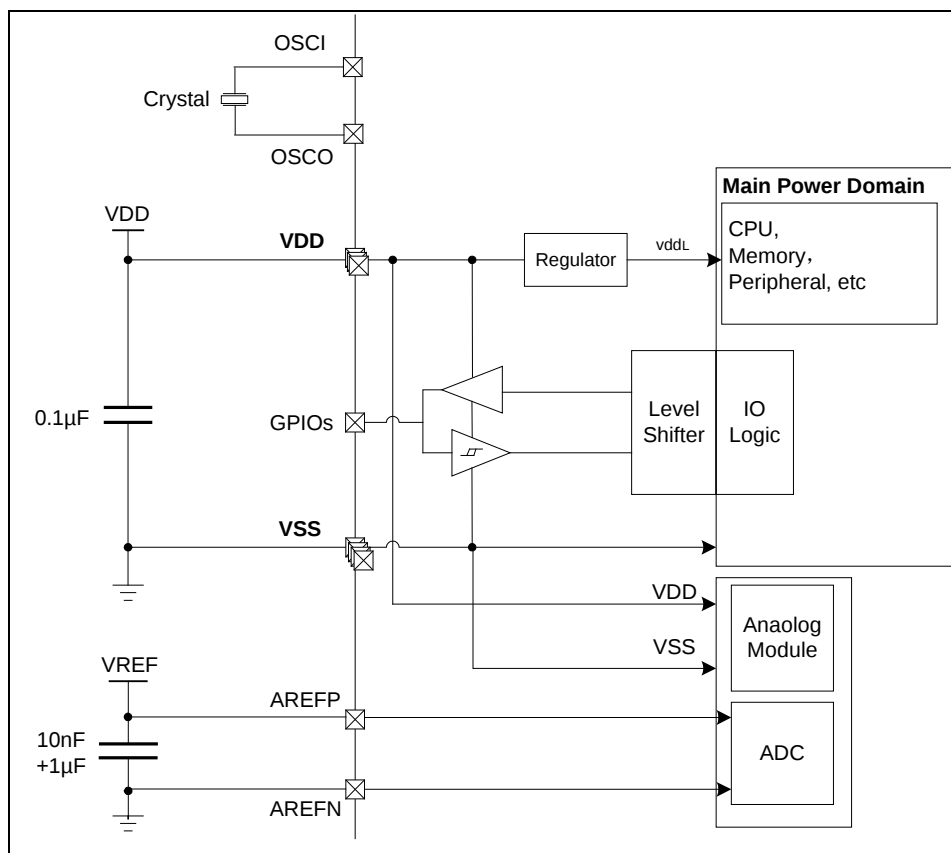


图 5-1 芯片电源

注 1: 电源必须连接如图所示的耦合电容。这些电容必须尽可能地靠近芯片的相应管脚, 才能保证芯片的运行性能。
注 2: VREFP 管脚在复用为 ADC 外部参考时需要外接电容。

5.2 电流测量

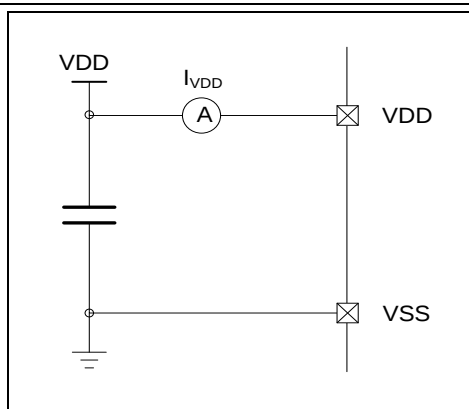


图 5-2 电流测量

5.3 芯片极限参数

以下表格为芯片耐受的极限电气参数值，超过范围可能导致芯片永久性破坏。

5.3.1 电压参数

标号	参数	条件	最小值	最大值	单位
VDD	芯片主电源	-	-0.3	6.25	V
VIN	端口输入电压	-	-0.3	VDD+0.3	V

表 5-1 极限电压参数

5.3.2 电流参数

标号	参数	条件	最小值	最大值	单位
I_{VDD}	流经 VDD 的总电流	-	-	100	mA
I_{VSS}	流经 VSS 的总电流	-	-	100	mA
I_{IO}	拉电流（输出高）	VDD=5V	-	50	mA
	灌电流（输出低）	VDD=5V	-	50	mA

表 5-2 极限电流参数

5.3.3 热参数

标号	参数	条件	最小值	最大值	单位
T_{STG}	储存温度	-	-55	150	°C
T_J	结温	-	-	150	°C

表 5-3 极限热参数

5.4 运行条件

5.4.1 运行条件

标号	参数	条件	最小值	最大值	单位
f_{HCLK}	内部 AHB 总线时钟频率（使用 Flash ECC 功能）	-	-	72	MHz
	内部 AHB 总线时钟频率（不使用 Flash ECC 功能）	-	-	80	
f_{PCLK}	内部 APB 总线时钟频率（使用 Flash ECC 功能）	-	-	72	MHz
	内部 APB 总线时钟频率（不使用 Flash ECC 功能）	-	-	80	
VDD	电源电压	-	2.2	5.5	V
T_A	环境温度	-	-40	105	°C
T_J	工作结温	-	-40	125	°C

表 5-4 芯片通常运行条件

5.4.2 上电和掉电参数条件

标号	参数	条件	最小值	最大值	单位
t_{VDD}	VDD 上升速率	-	10	∞	us/V
	VDD 下降速率	-	20	∞	us/V

表 5-5 芯片在上电和掉电时的参数条件

5.4.3 复位和电源管理模块电气参数

标号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{POR}	上电复位阈值	上电	-	1.95	-	V
$V_{PORHYST}$	V_{POR} 电压迟滞	-	-	50	-	mV
V_{BOR}	V_{BOR} 电压档位选择(用户配置字设置)	BORVS=000	4.45	4.6	4.75	V
		BORVS=001	3.85	4.0	4.15	
		BORVS=010	3.45	3.6	3.75	
		BORVS=011	2.95	3.1	3.25	
		BORVS=100	2.65	2.8	2.95	
		BORVS=101	2.35	2.5	2.65	
		BORVS=110	1.95	2.1	2.25	
$V_{BORHYST}$	V_{BOR} 电压迟滞	-	-	20	-	mV
V_{LVD}	LVD 电压阈值选择	LVDS=000	2.05	2.2	2.45	V
		LVDS=001	2.25	2.4	2.65	
		LVDS=010	2.45	2.6	2.85	
		LVDS=011	2.65	2.8	3.05	
		LVDS=100	2.85	3.0	3.25	
		LVDS=101	3.45	3.6	3.85	

标号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
		LVDS=110	3.85	4.0	4.25	
		LVDS=111	4.45	4.6	4.85	
V _{LVDHYST}	V _{LVD} 电压迟滞	-	-	90	-	mV
I _{LVD}	LVD 模块电流	25°C, VDD = 5V	-	0.3	-	uA

表 5-6 复位和电源管理模块电气参数

5.4.4 电流特性

芯片消耗的电流与电源电压，环境温度，端口负载，器件软件配置，运行频率和模式等有关。电流值在以下条件下测得：

- ◇ 所有 I/O 处于关闭状态或者输入状态（固定电平输入），无负载
- ◇ FLASH 的访问为 3 个周期（2 个等待周期）
- ◇ 当外设时钟使能时， $f_{PCLK}=f_{HCLK}$

标号	参数	系统时钟	f _{HCLK}	典型值	单位
				T _A =25°C, VDD=5V	
I _{VDD}	RUN 模式电流 (所有外设时钟使能, 外设模块处于工作状态)	PLL80M 时钟源	80MHz	24	mA
		PLL72M 时钟源	72MHz	22.5	
		PLL64M 时钟源	64MHz	21	
		HRC48M 时钟源	48MHz	17	
		HOSC20M 时钟源	20MHz	7	
	SLEEP 模式电流 (所有外设时钟禁止, 外设模块不使能)	PLL80M 时钟源	80MHz	2.6	
		PLL72M 时钟源	72MHz	2.4	
		PLL64M 时钟源	64MHz	2.3	
		HRC48M 时钟源	48MHz	1.8	
		HOSC20M 时钟源	20MHz	4	
		LRC 时钟源	31.25KHz	1.2	

表 5-7 RUN/SLEEP 模式电流特性（程序在 FLASH 中运行）

标号	参数	条件	典型值 (T _A =25°C)			最大值	单位
			VDD=2.5V	VDD=3.5V	VDD=5.0V	T _A =105°C	
I _{VDD}	STOP 模式电流	PMU_CR 寄存器的 FSTOP=1, LPSTOP=1, VROSCEN=0, STPRTNEN=1; ADC_CCR 寄存器的 IREFEN=0	2.8	3.0	3.8	20	uA

表 5-8 STOP 模式电流特性

5.4.5 外部时钟源电气参数

◆ 外部高速振荡时钟

外部高速振荡时钟可由 4MHz 到 20MHz 范围的晶体或陶瓷振荡器提供。

标号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$f_{\text{HOSC_IN}}$	外部高速振荡时钟频率	-	4	-	20	MHz
C_L	建议根据晶体自身的电阻值，采用相应的电容负载	-	-	15	-	pF
$t_{\text{START_HOSC}}$	振荡器启动时间	25°C, VDD = 5V 20MHz 晶振	-	4	-	ms
		25°C, VDD = 5V 4MHz 晶振	-	4	-	ms
I_{HOSC}	外部时钟模块电流	25°C, VDD = 5V	-	1.7	-	mA

表 5-9 外部高速振荡时钟特性参数

◆ 外部低速振荡时钟

外部低速振荡时钟可由 32.768KHz 的晶体或陶瓷振荡器提供。

标号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$f_{\text{HOSC_IN}}$	外部低速振荡时钟频率	-	-	32.768	-	KHz
C_L	建议根据晶体自身的电阻值，采用相应的电容负载	-	-	12	-	pF
$t_{\text{START_HOSC}}$	振荡器启动时间	25°C, VDD = 5V	-	3	-	s
I_{HOSC}	外部时钟模块电流	25°C, VDD = 5V	-	20	-	uA

表 5-10 外部低速振荡时钟特性参数

注 1: 在应用中，振荡器与负载电容的距离必须放置得尽可能近，以使输出信号失真和起振稳定时间最小。

注 2: $t_{\text{START_OSC}}$ 是振荡器的起振稳定时间，指的是从软件使能振荡器到稳定输出某一频率时钟这段时间。该值会因晶体或陶瓷的制造规格不同而显著改变。

注 3: 外接振荡器参数请参考晶体或陶瓷振荡器规格。

下图为外部振荡器的典型应用连接：

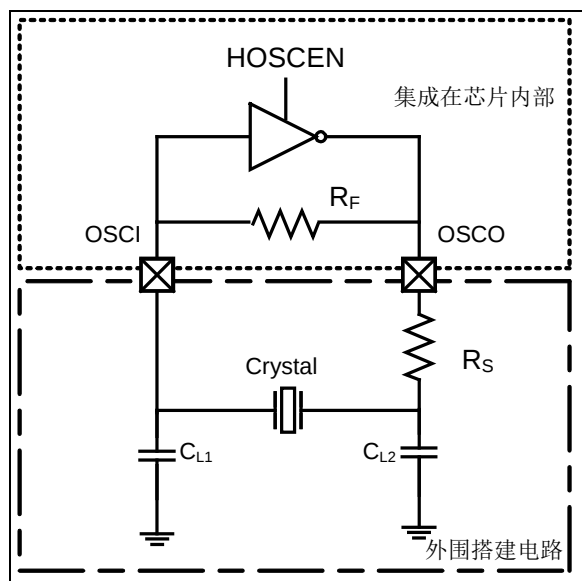


图 5-3 外部振荡器连接图

注 1: R_S 阻值取决于晶振自身特性，为可选配置。

注 2: C_{L1} 和 C_{L2} 为晶振匹配电容，根据所使用的晶振，电容参考取值范围为 10~20pF，建议 4~20MHz 晶振匹配 15pF 电容，32.768KHz 晶振匹配 12pF 电容，具体电容值需根据外接晶振的参数需求确定。

晶体振荡器的等效电路如下图所示：

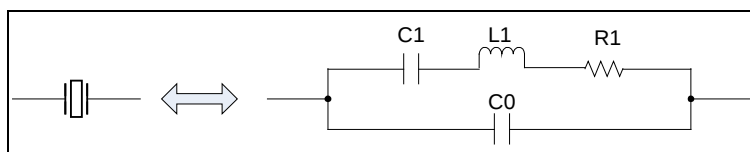


图 5-4 晶体振荡器等效电路示意图

注 1: $C1$: 动态电容; $L1$: 动态电感; $R1$ 动态电阻; $C0$: 静电容; 等效串联电阻 $ESR=R1 \times (1+C0/C1)^2$, C_L 为负载电容。

注 2: 晶体振荡器与芯片配合使用时，为达到理想的晶振起振和稳定工作状态，对 4~8MHz 晶振参数选型时，推荐 $ESR \leq 200 \Omega$, $C_L \leq 16pF$ (晶振的负载电容参数 $\leq 16pF$); 对 9~20MHz 晶振参数选型时，推荐 $ESR \leq 50 \Omega$, $C_L \leq 16pF$ (晶振的负载电容参数 $\leq 16pF$); 对 32.768KHz 晶振参数选型时，推荐 $ESR \leq 40K \Omega$ 。

5.4.6 内部时钟源电气参数

◆ 内部高速 HRC 振荡器 (48MHz)

标号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
f_{HRC}	频率	-	-	48	-	MHz
Duty	占空比	-	49	50	51	%
ACC_{HRC48M}	HRC 48MHz 精度	$T_A=25^{\circ}C$	-0.6	-	0.6	%
		$T_A=-20$ to $85^{\circ}C$	-1.0	-	1.0	%
		$T_A=-40$ to $105^{\circ}C$	-2.0	-	2.0	%
t_{START_HRC}	起振稳定时间	-	-	30	-	us
I_{HRC}	HRC 电流	-	-	480	-	uA

表 5-11 内部高速 HRC 振荡器特性

◆ 内部低速 LRC 振荡器 (31.25KHz)

标号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
f_{LRC}	频率	-	-	31.25	-	KHz
ACC_{LRC}	LRC 精度	$T_A=25^{\circ}C$	-5.0	-	5.0	%
		$T_A=-40$ to $105^{\circ}C$	-10.0	-	10.0	%
t_{START_LRC}	起振稳定时间	-	-	300	-	us
I_{LRC}	LRC 电流	-	-	0.2	-	uA

表 5-12 内部低速 LRC 振荡器特性

注：上表中 HRC 和 LRC 振荡器在不同温度范围内的时钟频率特性参数，是基于电路设计和抽样测试结果进行描述，批量生产时不做测试。

5.4.7 锁相环电气参数

标号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$f_{\text{PLL_IN}}$	PLL 输入时钟	$T_A = -40 \text{ to } 105^\circ\text{C}$	3.6	4	4.4	MHz
	PLL 输入时钟占空比	$T_A = -40 \text{ to } 105^\circ\text{C}$	45	50	55	%
$f_{\text{PLL_OUT}}$	PLL 倍频输出时钟	$T_A = -40 \text{ to } 105^\circ\text{C}$	48	-	80	MHz
t_{LOCK}	PLL 锁定时间	$T_A = 25^\circ\text{C}$	-	80	300	μs
I_{PLL}	PLL 电流	$T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_{\text{DD}} = 5\text{V}$	-	300	-	μA

表 5-13 PLL 电气参数

5.4.8 存储器电气参数

标号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
t_{PROG}	字编程时间	$T_A = -40 \text{ to } 105^\circ\text{C}$	-	25	-	μs
t_{ERASE}	页擦除时间	$T_A = -40 \text{ to } 105^\circ\text{C}$	-	2	-	ms
t_{ME}	全擦除	$T_A = -40 \text{ to } 105^\circ\text{C}$	-	8	-	ms
I_{DD}	消耗电流	读取模式 72MHz, $V_{\text{DD}} = 5\text{V}$	-	7.5	-	mA
		编程模式, $V_{\text{DD}} = 5\text{V}$	-	2	-	mA
		页擦除模式, $V_{\text{DD}} = 5\text{V}$	-	1.5	-	mA
		掉电模式	-	1	-	μA
N_{END}	擦除/编程次数	-	100K	-	-	Cycles
t_{RET}	数据保持时间	$T_{\text{RET}} = -40 \text{ to } 105^\circ\text{C}$	10	-	-	Years

表 5-14 存储器特性参数

5.4.9 电磁兼容性

5.4.9.1 电磁敏感性

标号	参数	条件	等级
V _{EFT}	电快速瞬变脉冲群	VDD=5V, T _A =25°C, f _{HCLK} =48MHz, 遵循标准 IEC 61000-4-4	4A

表 5-15 EMS 参数

注：上述电磁敏感特性参数值是基于理论设计值和被测样品的测试值，不是批量产品测试值，仅供芯片应用时参考。

5.4.10 静电防护特性

5.4.10.1 静电释放

标号	参数	条件	等级	最大值	单位
V _{ESDHBM}	静电释放电压（人体模型）	T _A =25°C, 遵循标准 MIL-STD-883J	3A	6000	V
V _{ESDCDM}	静电释放电压（充电器件模型）	T _A =25°C, 遵循标准 JEDEC JS-002-2014	C3	2000	V

表 5-16 ESD 最大额定值

注：上述静电放电特性参数值是基于理论设计值和被测样品的测试值，不是批量产品测试值，仅供芯片应用时参考。

5.4.10.2 静态门锁

标号	参数	条件	等级
LU	静态门锁等级	T _A =25°C, 遵循标准 JESD78E	Class I Level A

表 5-17 LU 最大额定值

注：上述静态门锁特性参数值是基于理论设计值和被测样品的测试值，不是批量产品测试值，仅供芯片应用时参考。

5.4.11 I/O端口电气特性

标号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{IL}	I/O 输入低电平电压 (CMOS)	$T_A=-40$ to 105°C $2.2\text{V}\leq V_{DD}\leq 5.5\text{V}$	-	-	$0.2*V_{DD}$	V
	I/O 输入低电平电压 (TTL)	$T_A=-40$ to 105°C $2.2\text{V}\leq V_{DD}\leq 5.5\text{V}$	-	-	$0.15*V_{DD}$	V
V_{IH}	I/O 输入高电平电压 (CMOS)	$T_A=-40$ to 105°C $2.2\text{V}\leq V_{DD}\leq 5.5\text{V}$	$0.8*V_{DD}$	-	-	V
	I/O 输入高电平电压 (TTL)	$T_A=-40$ to 105°C $2.2\text{V}\leq V_{DD}\leq 5.5\text{V}$	$0.6*V_{DD}$	-	-	V
I_{OL1}	I/O 输出低电平 (PA0~PA15, PB0~PB15, PC0~PC15, PD0~PD11, 其中 PD0~PD8 仅支持普通驱动)	$V_{DD}=5\text{V}$, $V_{OL}=0.6\text{V}$ 普通驱动	-	10	-	mA
		$V_{DD}=5\text{V}$, $V_{OL}=0.6\text{V}$ 强驱动	-	22	-	
		$V_{DD}=5\text{V}$, $V_{OL}=1.4\text{V}$ 强驱动	-	40	-	
I_{OH1}	I/O 输出高电平 (PA0~PA15, PB0~PB15, PD0~PD11, 其中 PD0~PD8 仅支持普通驱动)	$V_{DD}=5\text{V}$, $V_{OH}=4.4\text{V}$ 普通驱动	-	7	-	mA
		$V_{DD}=5\text{V}$, $V_{OH}=4.4\text{V}$ 强驱动	-	13	-	
I_{OH2}	I/O 输出高电平 (PC0~PC15)	$V_{DD}=5\text{V}$, $V_{OH}=4.4\text{V}$ 普通驱动	-	9	-	mA
		$V_{DD}=5\text{V}$, $V_{OH}=4.4\text{V}$ 强驱动	-	16	-	
V_{HYST}	I/O 输入施密特迟滞窗口 (CMOS)	$T_A=25^{\circ}\text{C}$ $V_{DD}=5\text{V}$	—	1.3	—	V
	I/O 输入施密特迟滞窗口 (TTL)	$T_A=25^{\circ}\text{C}$ $V_{DD}=5\text{V}$	—	0.4	—	V
I_{IOLEAK}	端口漏电流	I/O 处于输入态, 接 VDD 或 VSS	-	-	± 1	μA
R_{PU}	I/O 上拉电阻	$T_A=25^{\circ}\text{C}$, $V_{DD}=5\text{V}$	45	55	65	K Ω
R_{PD}	I/O 下拉电阻	$T_A=25^{\circ}\text{C}$, $V_{DD}=5\text{V}$	45	55	65	K Ω
$t_{IOGLITCH}$	I/O 输入滤波脉宽	-	-	20	-	ns

表 5-18 I/O 端口 DC 电气特性表

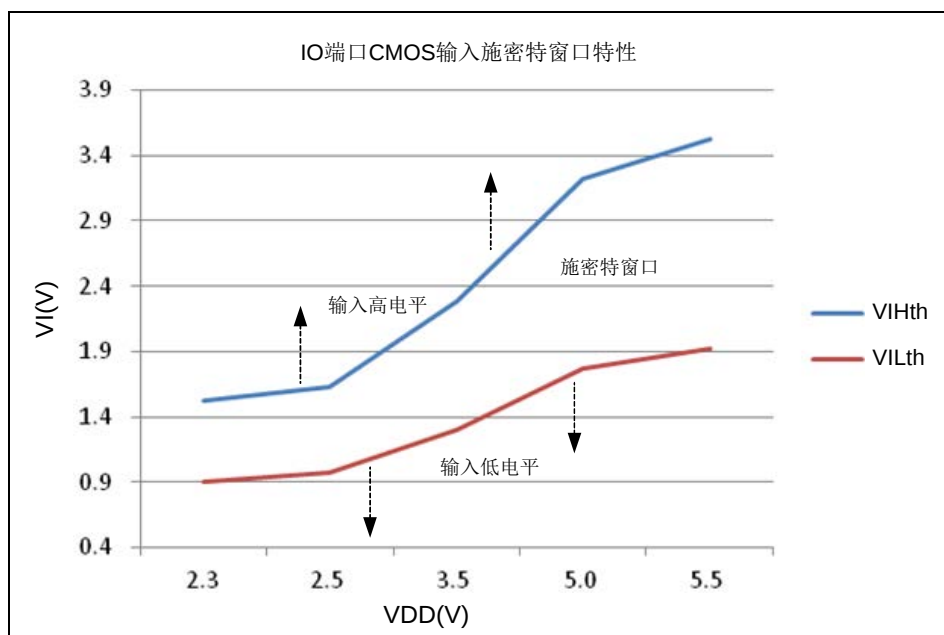
注 1: PD0~PD8 端口输出仅支持普通驱动模式, 不支持强驱动模式。

注 2: I/O 端口拉电流 I_{OH} 和灌电流 I_{OL} 的驱动能力随温度降低而增大。

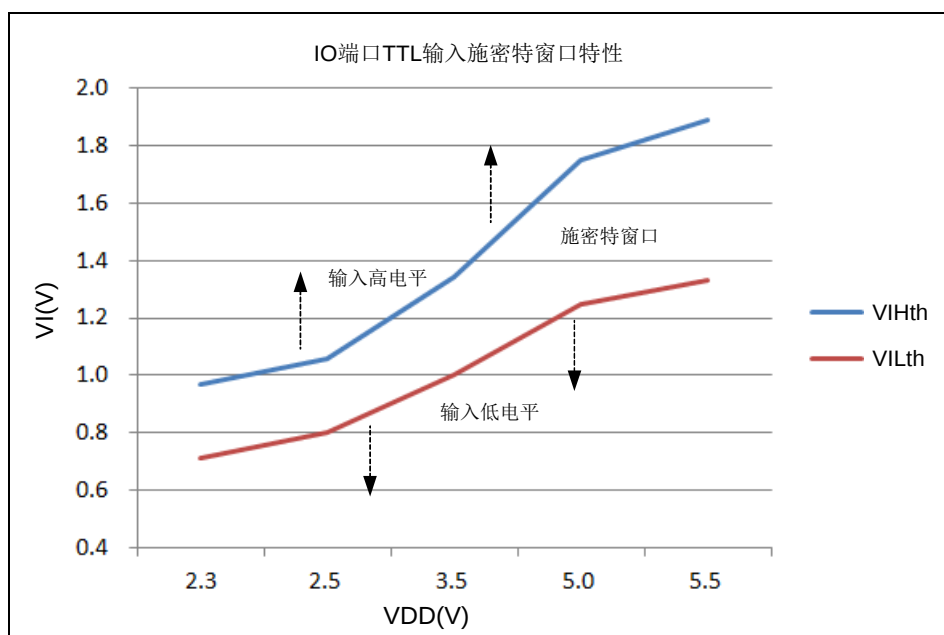
注 3: I/O 端口弱上拉和弱下拉电阻, 在全温度范围内 ($-40\sim 105^{\circ}\text{C}$), 相对于常温的变化量在 $\pm 10\%$ 以内。

5.4.11.1 I/O端口输入特性图

◆ 芯片 I/O 端口 CMOS 输入特性（室温 25℃）



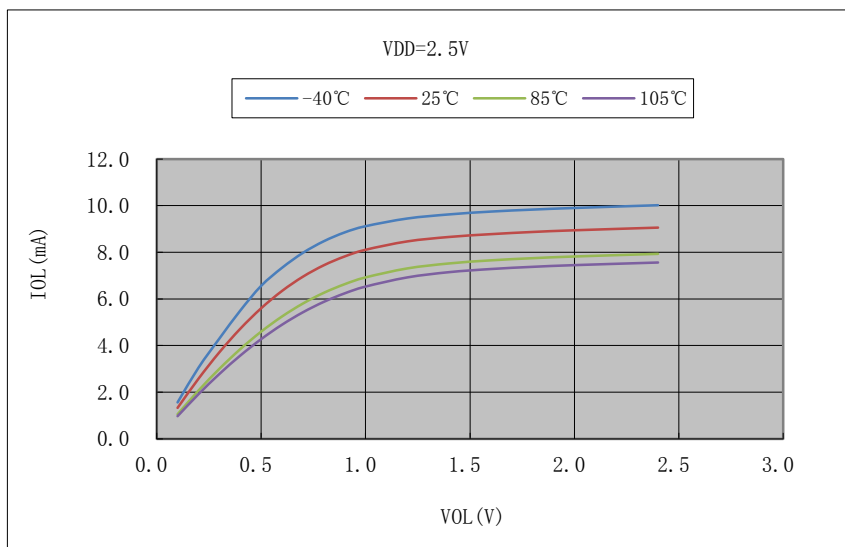
◆ 芯片 I/O 端口 TTL 输入特性（室温 25℃）



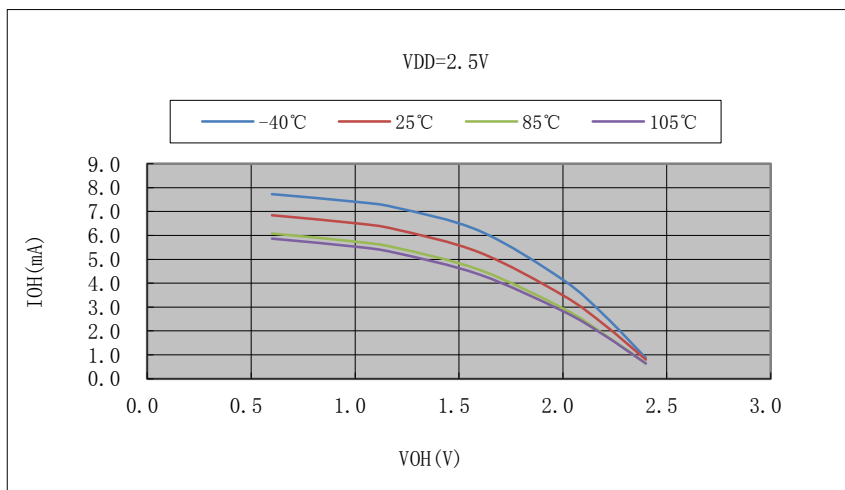
5.4.11.2 I/O端口输出特性图

◆ 芯片 I/O 端口输出特性（普通驱动）

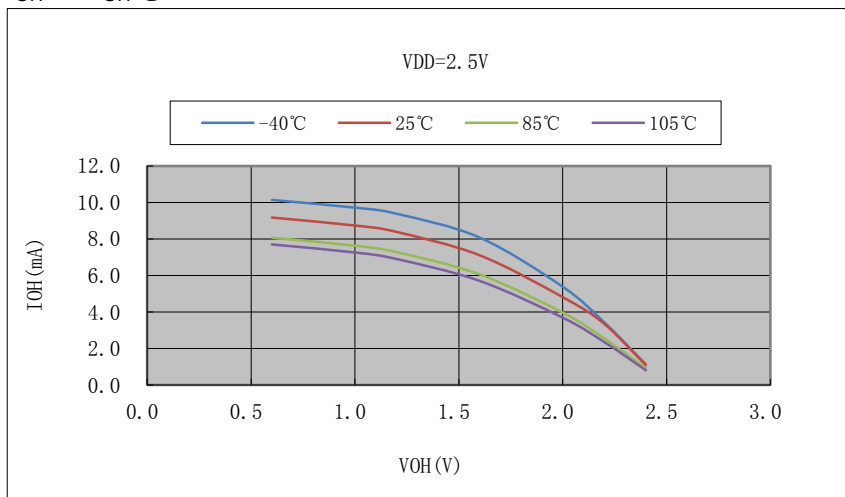
◇ I_{OL} vs V_{OL} @VDD=2.5V（普通驱动）



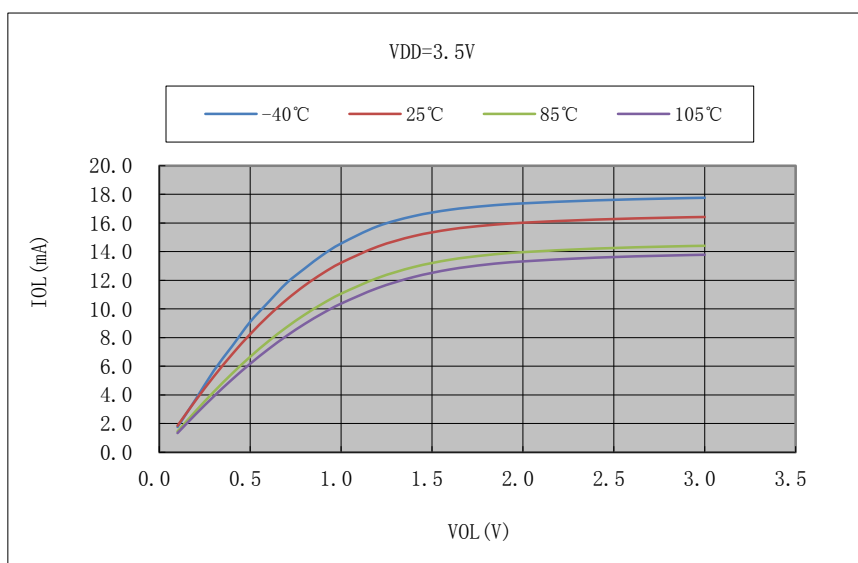
◇ I_{OH} vs V_{OH} @VDD=2.5V（普通驱动，PC0~PC15 除外）



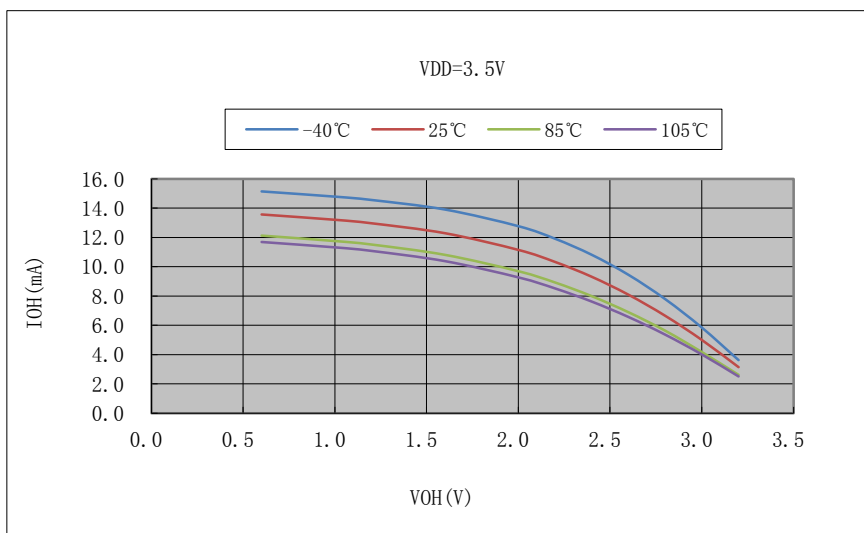
◇ I_{OH} vs V_{OH} @VDD=2.5V（普通驱动，PC0~PC15）



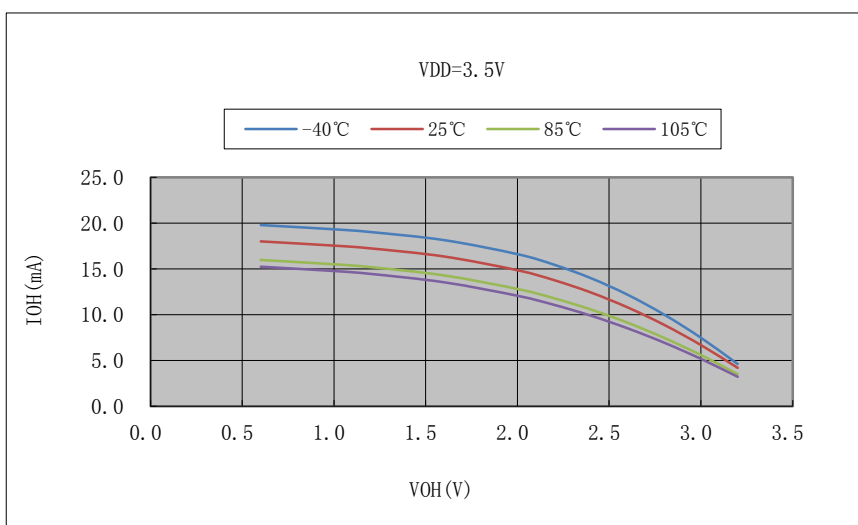
◇ I_{OL} vs V_{OL} @VDD=3.5V (普通驱动)



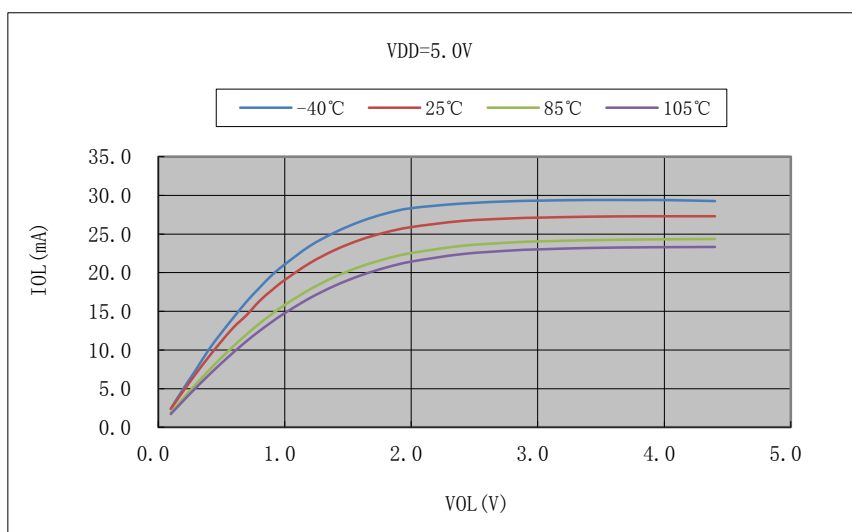
◇ I_{OH} vs V_{OH} @VDD=3.5V (普通驱动, PC0~PC15 除外)



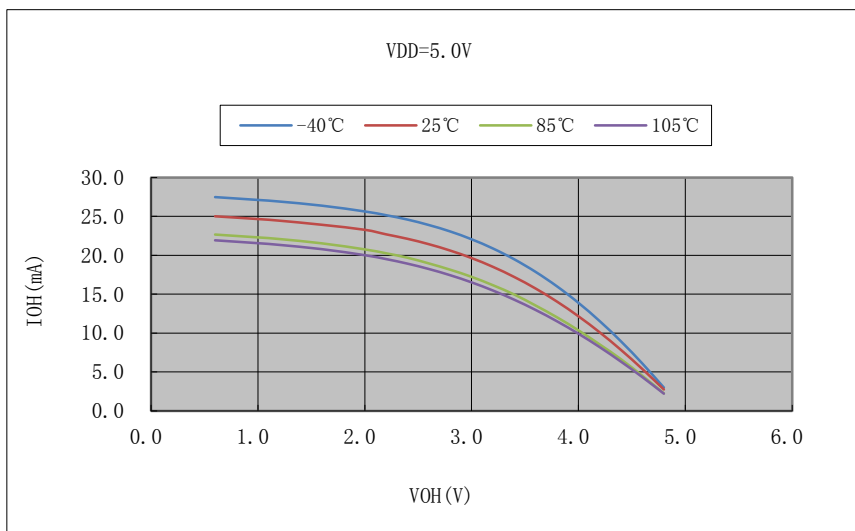
◇ I_{OH} vs V_{OH} @VDD=3.5V (普通驱动, PC0~PC15)



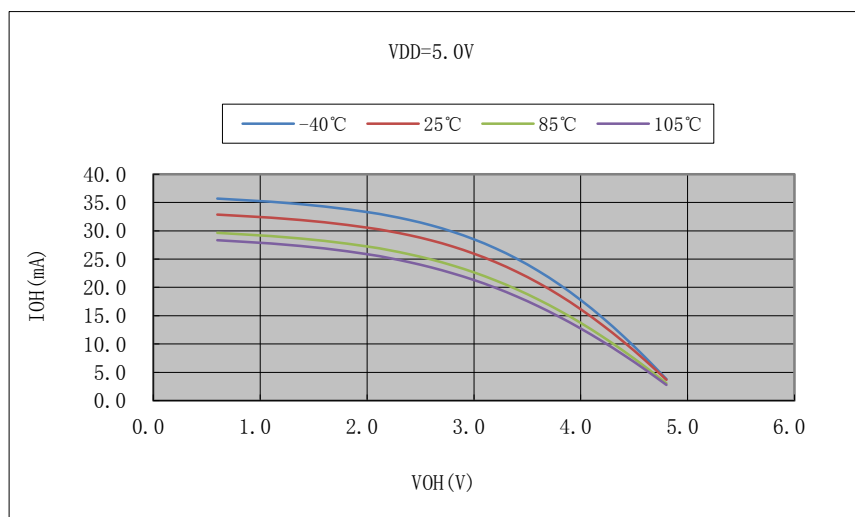
◇ I_{OL} vs V_{OL} @VDD=5.0V (普通驱动)



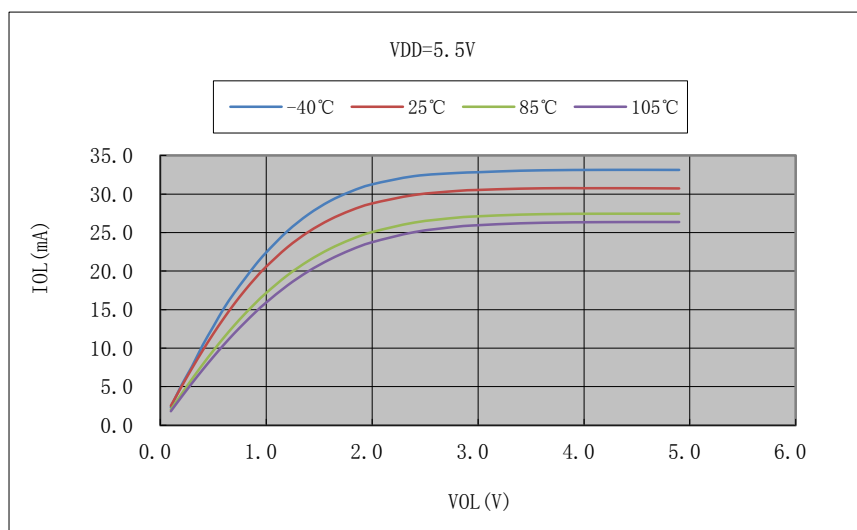
◇ I_{OH} vs V_{OH} @VDD=5.0V (普通驱动, PC0~PC15 除外)



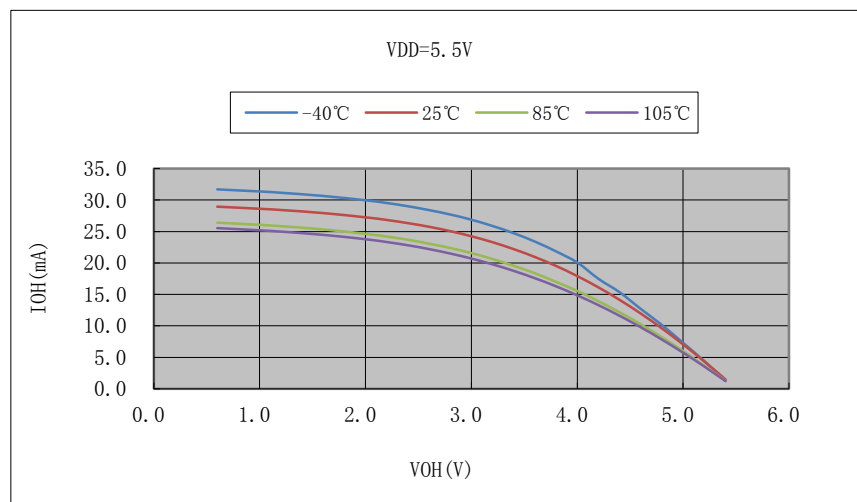
◇ I_{OH} vs V_{OH} @VDD=5.0V (普通驱动, PC0~PC15)



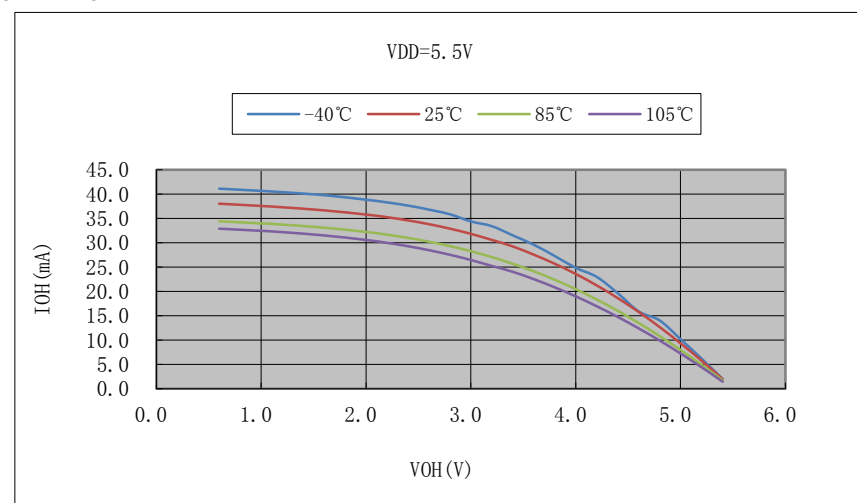
◇ I_{OL} vs V_{OL} @VDD=5.5V (普通驱动)



◇ I_{OH} vs V_{OH} @VDD=5.5V (普通驱动, PC0~PC15 除外)

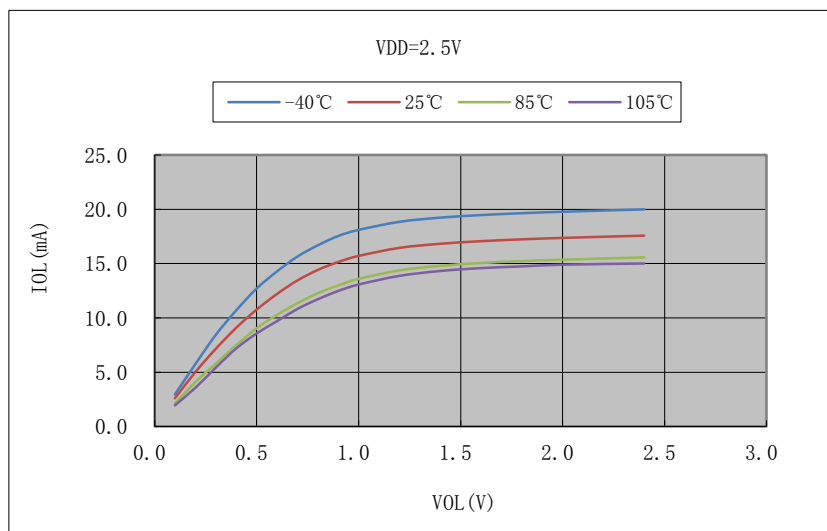


◇ I_{OH} vs V_{OH} @VDD=5.5V (普通驱动, PC0~PC15)

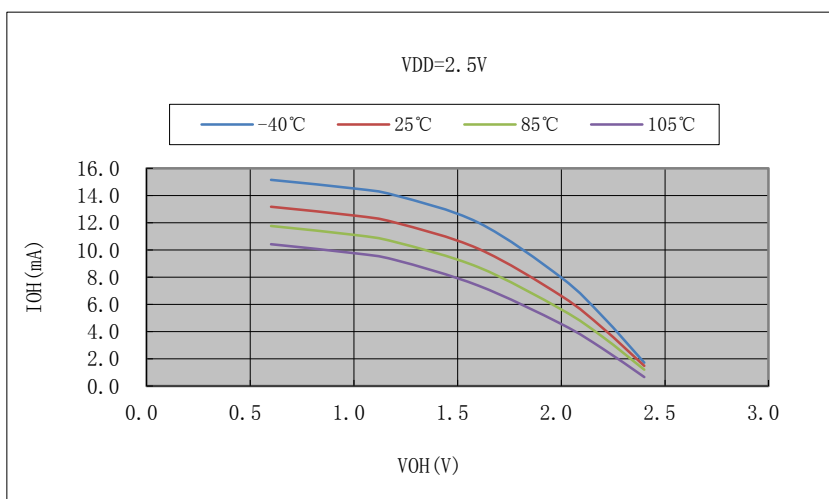


◆ 芯片 I/O 端口输出特性（强驱动）

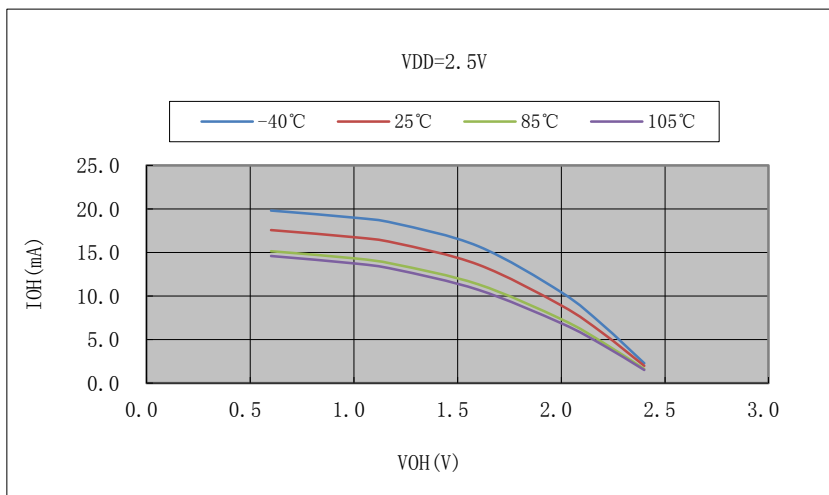
◇ I_{OL} vs V_{OL} @VDD=2.5V（强驱动）



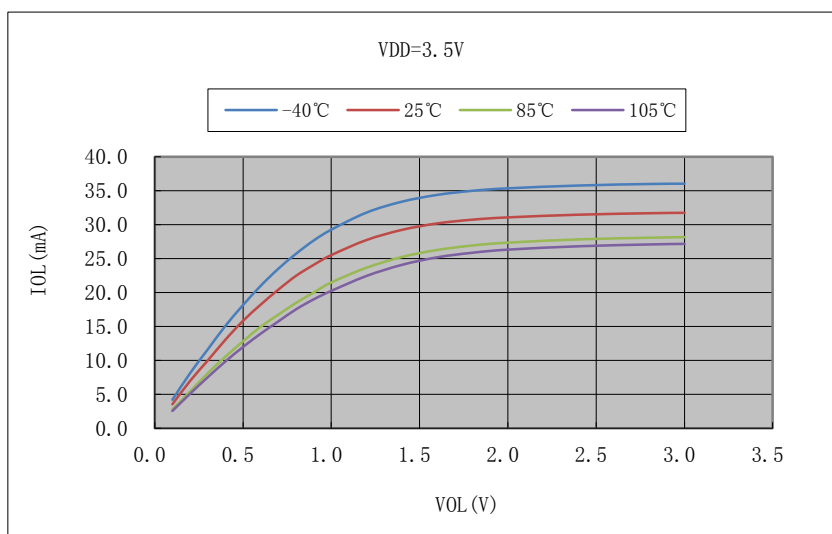
◇ I_{OH} vs V_{OH} @VDD=2.5V（强驱动，PC0~PC15 除外）



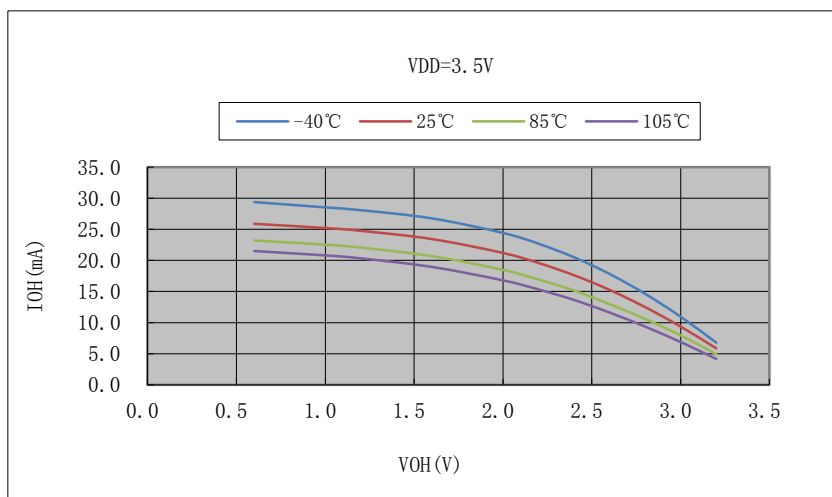
◇ I_{OH} vs V_{OH} @VDD=2.5V（强驱动，PC0~PC15）



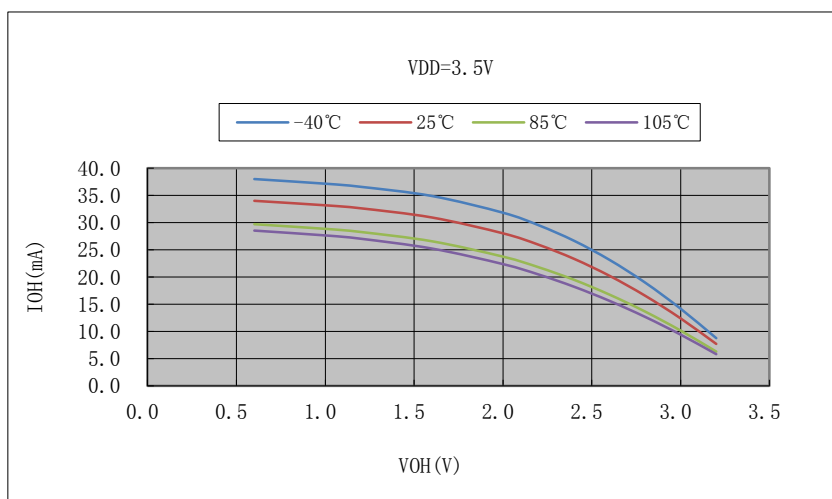
◇ I_{OL} vs V_{OL} @VDD=3.5V (强驱动)



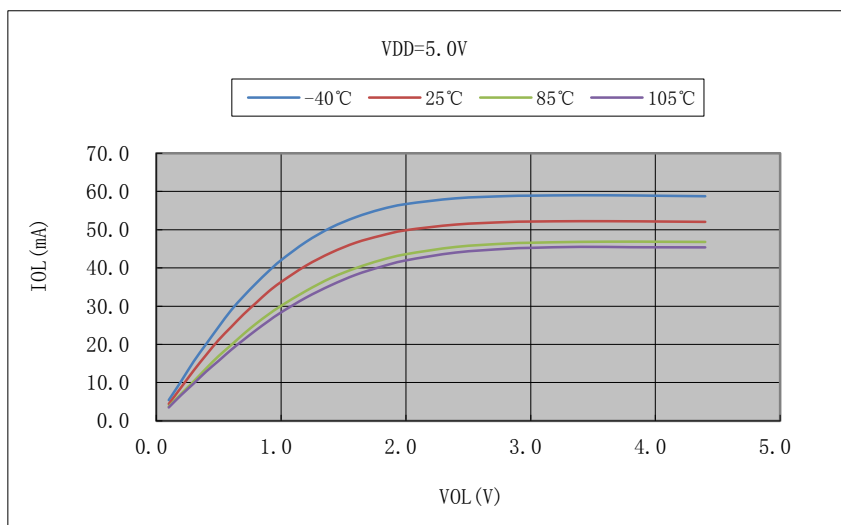
◇ I_{OH} vs V_{OH} @VDD=3.5V (强驱动, PC0~PC15 除外)



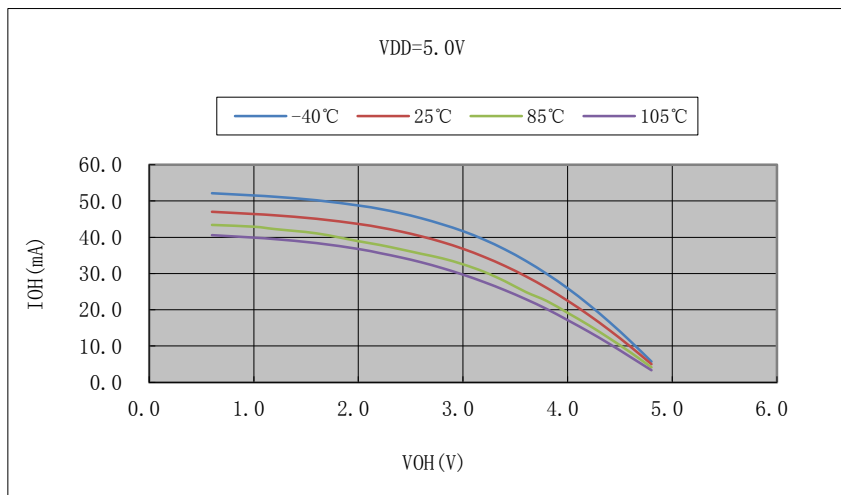
◇ I_{OH} vs V_{OH} @VDD=3.5V (强驱动, PC0~PC15)



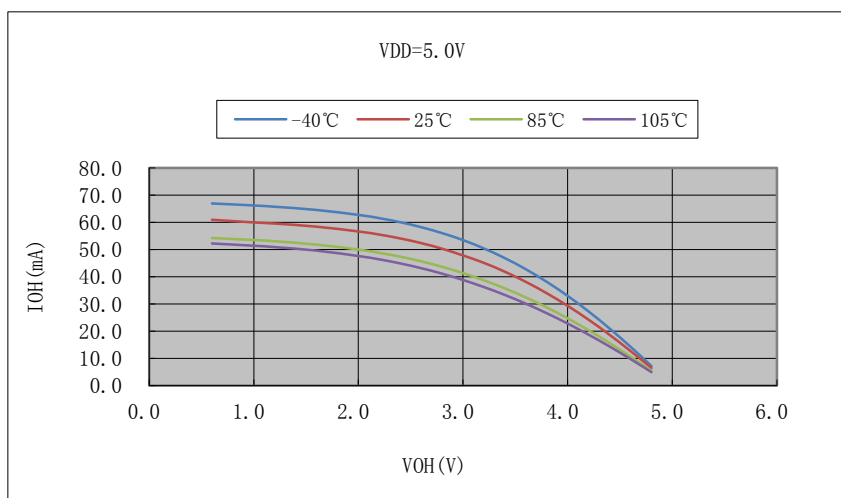
◇ I_{OL} vs V_{OL} @VDD=5.0V (强驱动)



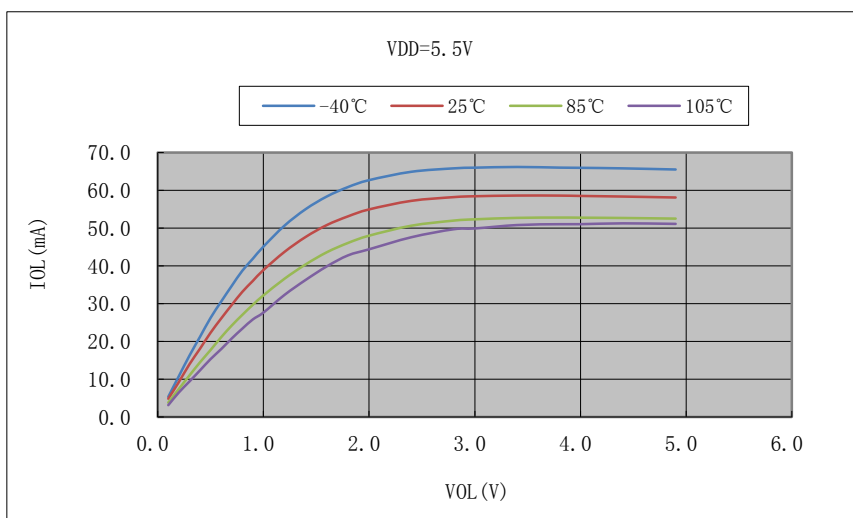
◇ I_{OH} vs V_{OH} @VDD=5.0V (强驱动, PC0~PC15 除外)



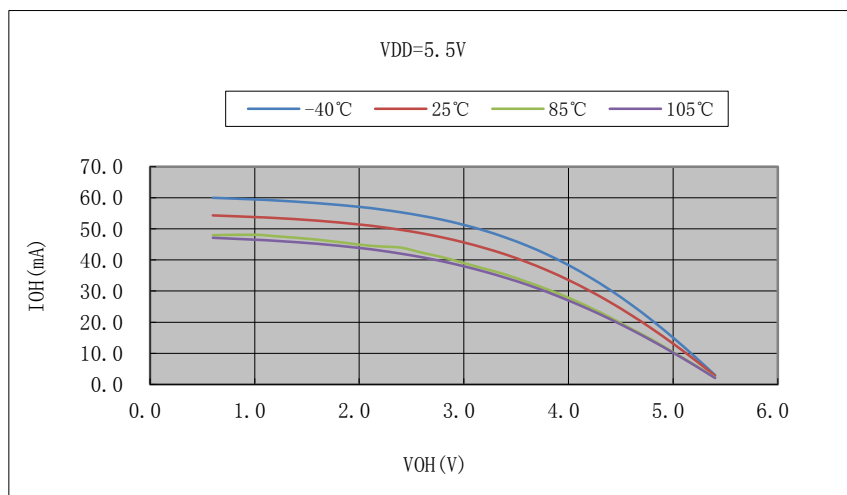
◇ I_{OH} vs V_{OH} @VDD=5.0V (强驱动, PC0~PC15)



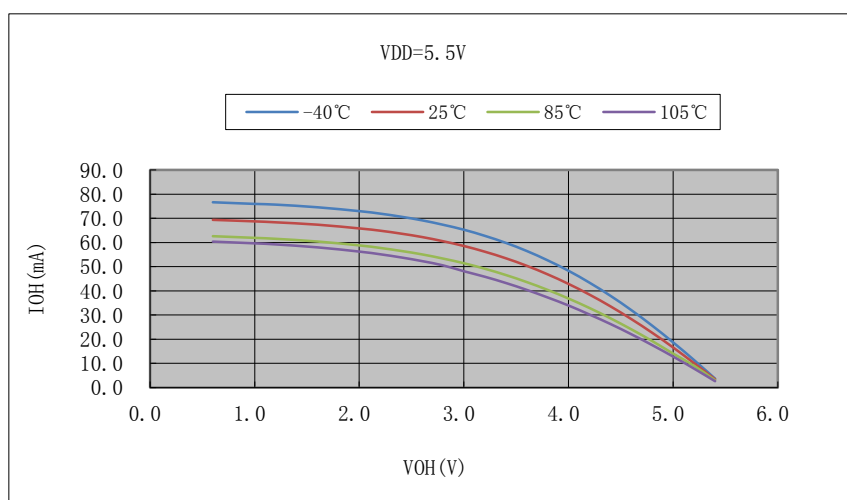
◇ I_{OL} vs V_{OL} @VDD=5.5V (强驱动)



◇ I_{OH} vs V_{OH} @VDD=5.5V (强驱动, PC0~PC15 除外)



◇ I_{OH} vs V_{OH} @VDD=5.5V (强驱动, PC0~PC15)



5.4.12 MRST电气特性

标号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{ILMRST}	MRST 输入低电平电压	-	0	-	$0.2 \cdot VDD$	V
V_{IHMRST}	MRST 输入高电平电压	-	$0.8 \cdot VDD$	-	VDD	V
R_{PU}	MRST 上拉电阻	-	45	55	65	K Ω
V_{HSTMRS}	MRST 迟滞电压	-	-	1.3	-	V
$t_{PULSEMRST}$	MRST 有效低电平宽度	-	0.3	-	-	ms

表 5-19 MRST 电气特性

以下为 MRST 参考应用电路：

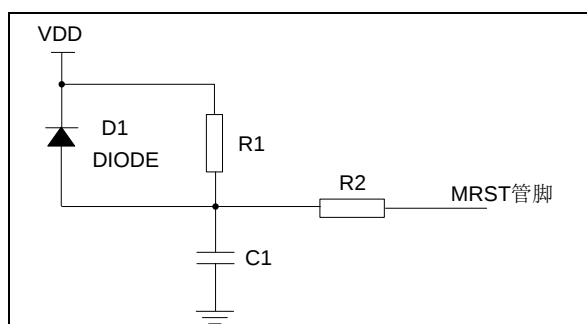


图 5-5 MRST 应用电路 1

注 1：采用 RC 复位，其中 $47K\Omega \leq R1 \leq 100K\Omega$ ，电容 $C1=0.1\mu F$ ， $R2$ 为限流电阻， $0.1K\Omega \leq R2 \leq 1K\Omega$ 。

注 2：对 MRST 复位管脚，芯片内部固定集成了约 55K 欧姆的上拉电阻。

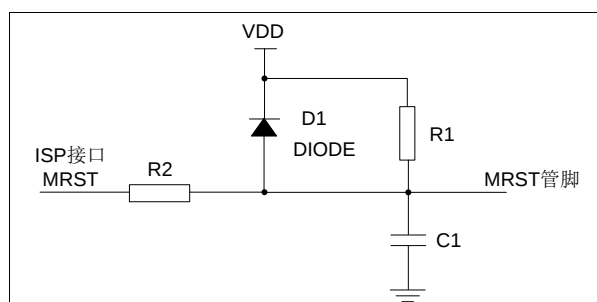


图 5-6 MRST 应用电路 2

注 1：采用 RC 复位，其中 $47K\Omega \leq R1 \leq 100K\Omega$ ，电容 $C1=0.1\mu F$ ， $R2$ 为限流电阻， $0.1K\Omega \leq R2 \leq 1K\Omega$ 。

注 2：如果应用系统中的 ISP 编程接口与芯片管脚之间连线较长，且应用环境中存在较强干扰，则推荐按上图方式在 ISP 接口 MRST 和芯片的 MRST 管脚之间添加电阻 $R2$ 。

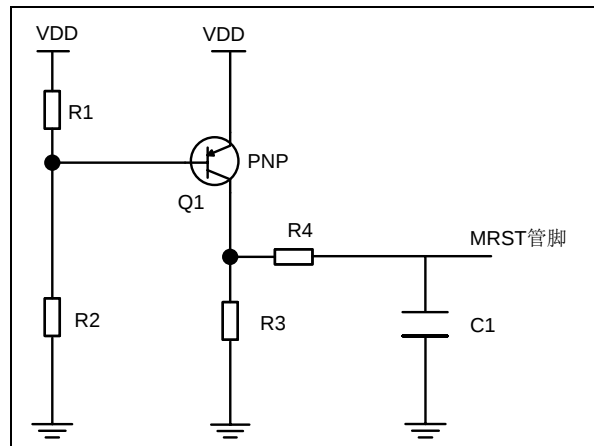


图 5-7 MRST 应用电路 3

注：采用 PNP 三极管复位，通过 R1（2KΩ）和 R2（10KΩ）分压作为基极输入，发射极接 VDD，集电极一路通过 R3（20KΩ）接地，另一路通过 R4（1KΩ）和 C1（0.1μF）接地，C1 另一端作为 MRST 输入。

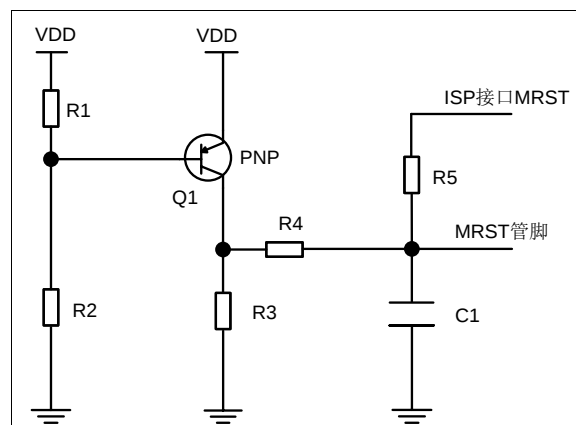


图 5-8 MRST 应用电路 4

注 1：采用 PNP 三极管复位，通过 R1（2KΩ）和 R2（10KΩ）分压作为基极输入，发射极接 VDD，集电极一路通过 R3（20KΩ）接地，另一路通过 R4 和 C1（0.1μF）接地，C1 另一端作为 MRSTN 输入。

注 2：如果应用系统中的 ISP 编程接口与芯片管脚之间连线较长，且应用环境中存在较强干扰，则推荐按上图方式添加电阻 R5， $0.1K\Omega \leq R5 \leq 1K\Omega$ ，同时选择电阻 R4 的阻值为 $47K\Omega \leq R4 \leq 100K\Omega$ 。

5.4.13 定时器特性参数

标号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
f_{TIMEXT}	定时器外部输入时钟频率	-	-	$f_{\text{TIMER_CLK}}/2$	25	MHz

表 5-20 定时器特性参数

5.4.14 通信特性参数

5.4.14.1 内部集成电路总线（I2C）特性参数

标号	参数	标准模式		快速模式		单位
		最小值	最大值	最小值	最大值	
t_{WSCLL}	SCL 时钟低电平时间	4.7	-	1.3	-	μs
t_{WSCLH}	SCL 时钟高电平时间	4.0	-	0.6	-	μs
t_{SUSDA}	SDA 数据建立时间	250	-	100	-	ns
t_{HSDA}	SDA 数据保持时间	-	3450	-	900	ns
$t_{\text{RSDA}}, t_{\text{RSCL}}$	SDA 和 SCL 信号上升时间	-	1000	-	300	ns
$t_{\text{FSDA}}, t_{\text{FSCL}}$	SDA 和 SCL 信号下降时间	-	300	-	300	ns
t_{HSTA}	（重复）START 条件的保持时间	4.0	-	0.6	-	μs
t_{SUSTA}	（重复）START 条件的建立时间	4.7	-	0.6	-	μs
t_{SUSTO}	STOP 条件的建立时间	4.0	-	0.6	-	μs
t_{WSTOSTA}	STOP 至 START 条件之间的总线空闲时间	4.7	-	1.3	-	μs
C_{BUS}	总线电容负载（注意：SCL 和 SDA 电容负载应尽量保持一致）	-	400	-	400	pF

表 5-21 内部集成电路总线 I2C 特性参数

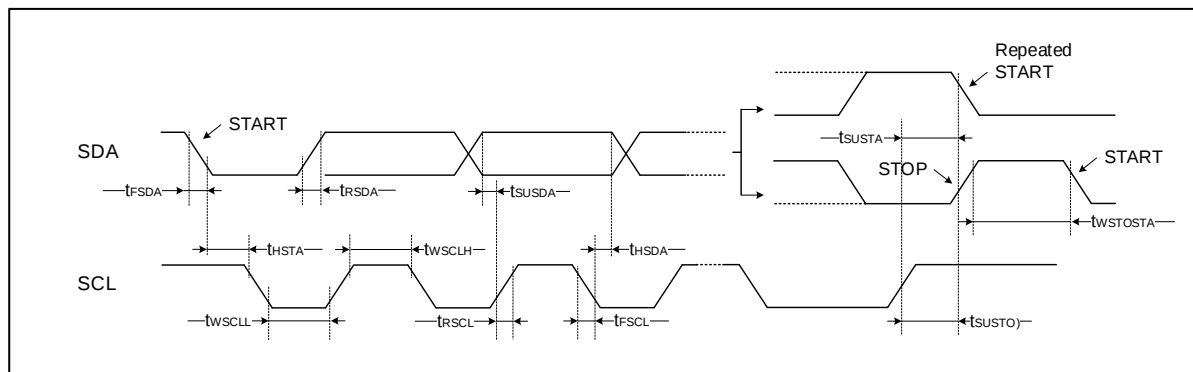


图 5-9 I2C 时序图

5.4.14.2 串行外设接口（SPI）特性参数

标号	参数	条件	最小值	最大值	单位
f_{SCK}	SPI 时钟频率	主模式	-	40	MHz
		从模式	-	12	
$DUTY_{SCK}$	SPI 输入时钟占空比	从模式	30	70	%
t_{SUNSS}	NSS 建立时间	从模式	10	-	ns
t_{HNSS}	NSS 保持时间	从模式	10	-	ns
t_{WSCKH} t_{WSCKL}	SCK 高电平和低电平时间	主模式	$t_{SCK}/2-2$	$t_{SCK}/2+2$	ns
t_{SUMI}	输入数据建立时间	主模式	10	-	ns
t_{SUSI}		从模式	5	-	ns
t_{HMI}	输入数据保持时间	主模式	5	-	ns
t_{HSI}		从模式	5	-	ns
t_{ASO}	输出数据访问时间	从模式	0	$3t_{PCLK}$	ns
t_{DISO}	输出数据禁止时间	从模式	0	10	ns
t_{VSO}	输出数据有效时间	从模式	-	8	ns
t_{VMO}		主模式	-	8	ns
t_{HSO}	输出数据保持时间	从模式	1	-	ns
t_{HMO}		主模式	1	-	ns

表 5-22 SPI 特性参数

注：上述特性参数在测试时，SPI 通信管脚负载电容约 30pF，SPI 时钟和数据管脚均设置为输出高电平为强电流驱动，输出低电平为普通电流驱动。在应用中为优化 SPI 高速通信时的输出信号占空比，推荐设置 SPI 时钟和数据管脚所对应寄存器 GPIO_ODRV 的 ODRV_{y<1:0>}=01。

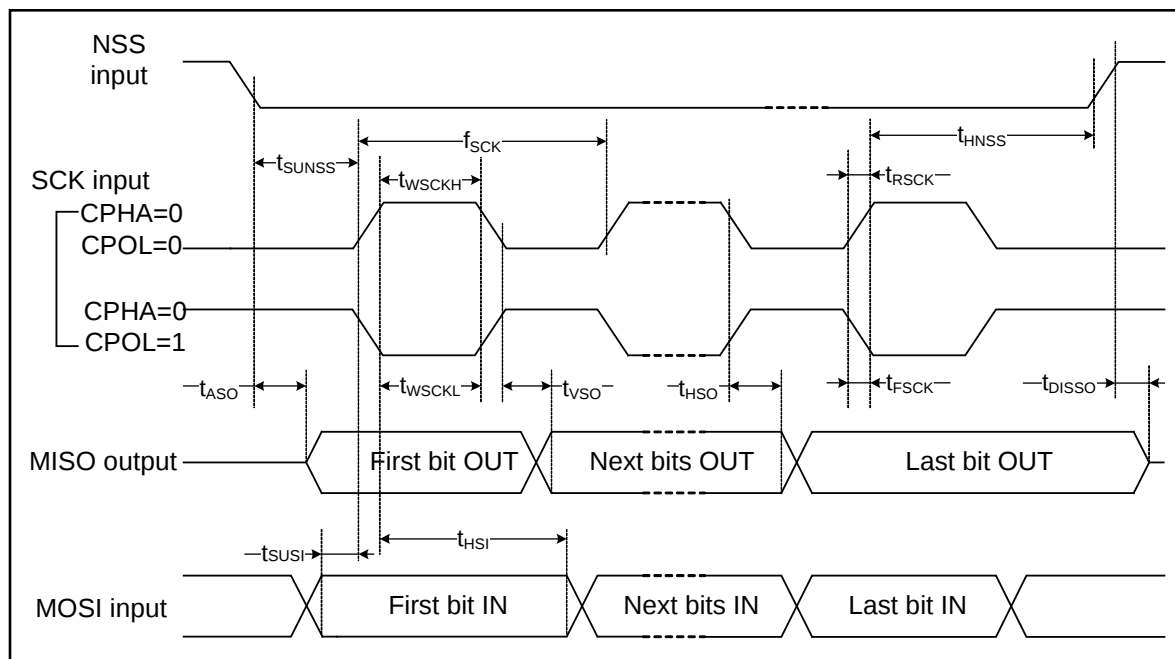


图 5-10 SPI 时序图（从模式，CPHA = 0）

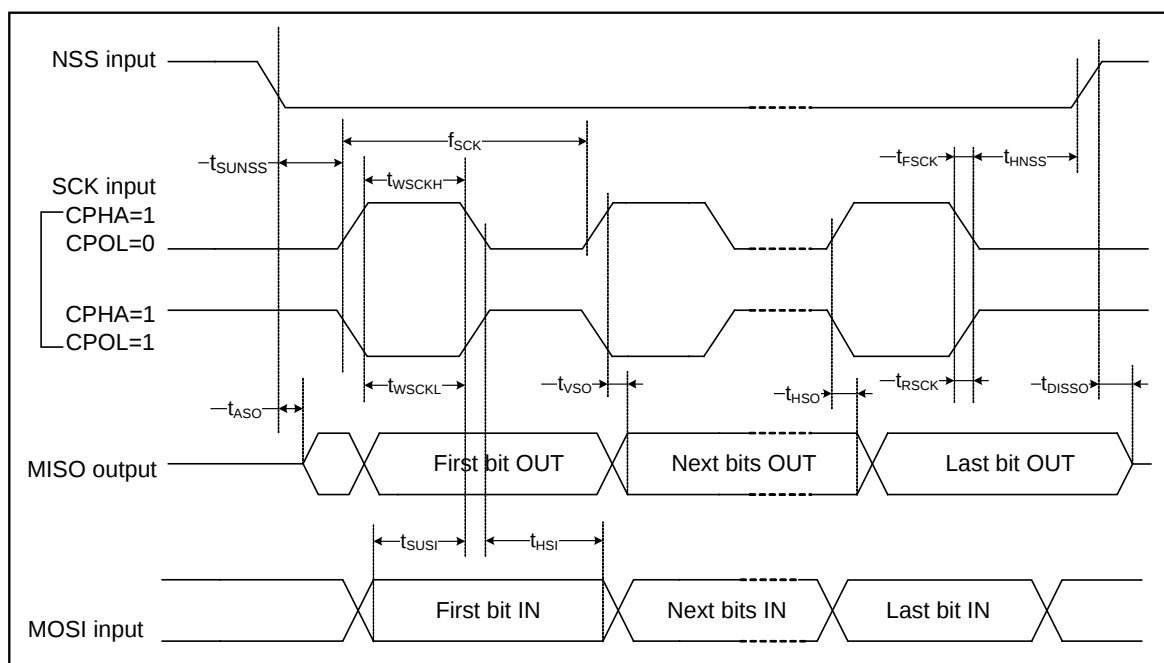


图 5-11 SPI 时序图（从模式，CPHA = 1）

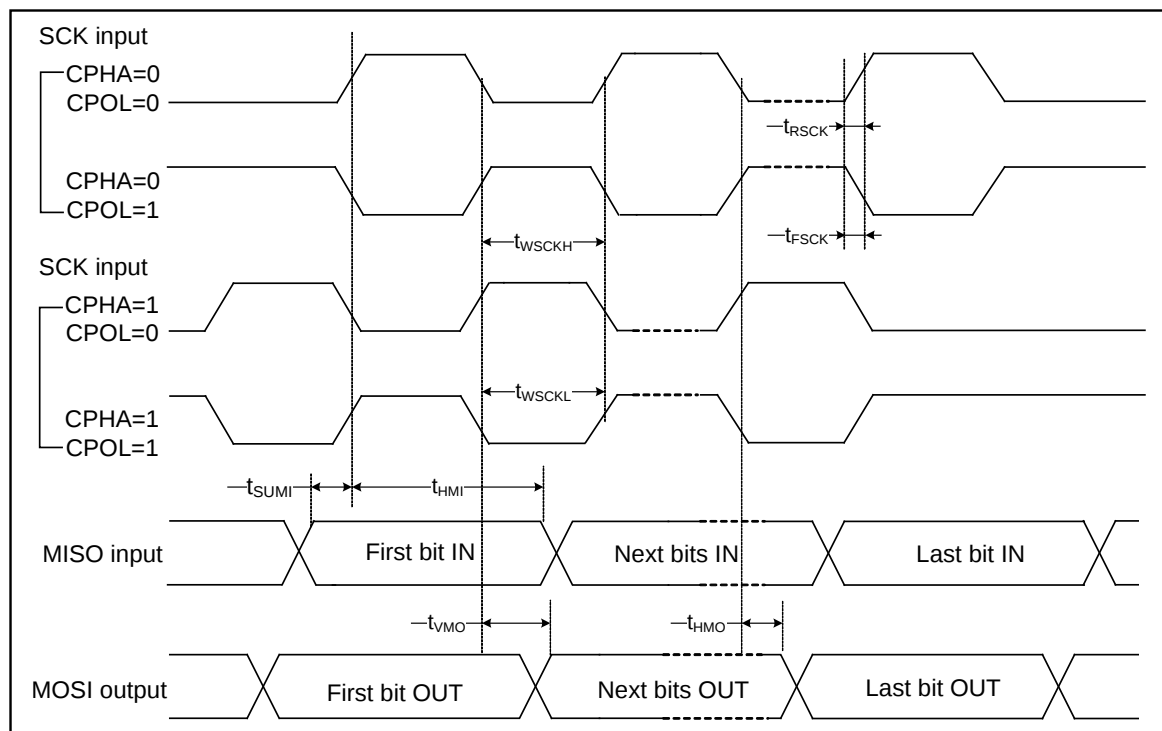


图 5-12 SPI 时序图（主模式）

5.4.15 低功耗模式转换特性参数

◆ 从低功耗模式恢复的时间

标号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$t_{WUSLEEP}$	SLEEP 模式唤醒时间	$f_{HCLK}=72\text{MHz}$, 唤醒时间选择位 $TWU=0x000$	-	1	-	us
t_{WUSTOP}	STOP 模式唤醒时间	$f_{HCLK}=72\text{MHz}$, PLL 参考时钟源为 HRC48M, 唤醒时间选择位 $TWU=0xFFFF$	-	380	-	us
		$f_{HCLK}=48\text{MHz}$, 系统时钟为 HRC48M, 唤醒时间选择位 $TWU=0xFFFF$	-	400	-	us

表 5-23 低功耗模式唤醒特性

5.4.16 模数转换器特性参数

标号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
RES	分辨率	-	-	-	12	bit
V _{DD}	工作电压范围	-	2.5	5	5.5	V
V _{REFP}	正端参考电压	-	2.5	-	V _{DD}	V
V _{REFN}	负端参考电压	-	0	0	-	V
f _{ADC}	ADC 时钟频率	VDD=4~5.5V	-	-	40	MHz
		VDD=2.5~5.5V	-	-	20	
f _{SAMPLING}	采样率	VDD=5V	-	-	2.2	MSPS
		VDD=3.3V	-	-	1.1	
f _{TRIG}	外部触发频率	-	-	-	2.2	MHz
V _{AIN}	转换电压范围	-	0	-	V _{REFP}	V
R _{AIN}	外部输入阻抗	t _{SAMPLING} =0.1us	-	-	0.1	KΩ
		t _{SAMPLING} =0.2us	-	-	0.3	
		t _{SAMPLING} =0.4us	-	-	3	
		t _{SAMPLING} =0.8us	-	-	7	
		t _{SAMPLING} =1.6us	-	-	12	
R _{ADC}	采样开关电阻	-	-	1.0	-	KΩ
C _{ADC}	内部采样保持电容	-	-	3.9	-	pF
t _{SAMPLING}	采样时间	-	2	4	16	ADC 时钟周期数
t _{PWRUP}	ADC 上电稳定时间	参考电压稳定时间	1	25	-	us
t _{CONV}	总转换时间(包括采样时间)	-	-	t _{SAMPLING} +14	-	ADC 时钟周期数
I _{ADC}	动态电流	高速模式, ADC 时钟频率 40MHz	-	4.5	-	mA

表 5-24 ADC 特性参数

注 1: V_{REFP} 与 V_{REFN} 的差值不可小于 2.5V。

注 2: 当参考电压为 5V 时, ADCCLK 最高为 40MHz, 采样时间选择为 4Tadclk 时, 采样率可达 2.2Msps; 当参考电压为 3.3V 时, ADCCLK 最高为 20MHz, 采样时间选择为 4Tadclk 时, 采样率可达 1.1Msps。

注 3: ADC 输入转换信号 V_{AIN} 需避免高频噪声 (1MHz 以上), 否则可能会导致 ADC 转换结果异常, 建议模拟输入通道接 0.01uF 电容进行滤波。

注 4: 建议对可能有负电流注入的模拟端口增加对地的肖特基二极管, 因为负注入电流会明显降低 ADC 的转换精度。

注 5: 设置足够的采样时间有利于 ADC 采样稳定, 从而提高 ADC 转换结果精确度, 需根据应用系统中的模拟输入信号情况, 设置合适的采样时间。

标号	参数	条件	典型值	最大值	单位
ERR _{OFFSET}	失调误差	f _{ADC} =40MHz, R _{AIN} <0.1KΩ 高速模式, T _A =25°C VREFP=VDD=5V	±4	-	LSB
ERR _{DNL}	差分线性误差		±2	-	LSB
ERR _{INL}	积分线性误差		±4	-	LSB

表 5-25 ADC 精度特性 1

标号	参数	条件	典型值	最大值	单位
ERR _{OFFSET}	失调误差	f _{ADC} =20MHz, R _{AIN} <0.3KΩ 高速模式, T _A =25℃ VREFP=VDD=5V	±4	-	LSB
ERR _{DNL}	差分线性误差		±2	-	LSB
ERR _{INL}	积分线性误差		±4	-	LSB

表 5-26 ADC 精度特性 2

5.4.17 ADC内部参考电压特性参数

标号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V _{REFINT}	ADC 内部参考电压	T _A =25℃, VDD=5.0V	1.185	1.20	1.215	V
t _{SVREFINT}	ADC 采样内部参考电压时间	ADC 时钟为 5MHz, 采样周期 16T _{adclk}	3	—	—	μs

表 5-27 ADC 内部参考电压特性参数

注 1: ADC 内部参考电压 V_{REFINT} 在全温度范围内 (-40℃~105℃) 相对于常温条件下的偏差范围约±1%。

注 2: 使用 ADC 内部参考电压 V_{REFINT} 作为模拟通道 18 时, ADC 时钟频率需不超过 5MHz, 采样时间需设为大于 3μs。

5.4.18 模拟比较器特性参数

标号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V _{DD}	工作电压范围	-	3.5	5	5.5	V
V _{IN}	输入电压范围	-	0	-	V _{DD}	V
I _{ACMP}	动态电流	低速模式, VDD=5.0V	-	4	-	μA
		高速模式, VDD=5.0V	-	140	-	
V _{OFFSET}	失调电压	低速模式, VDD=5.0V	-	±5	±15	mV
		高速模式, VDD=5.0V	-	±10	±30	
t _{START}	模拟比较器的稳定时间	低速模式, VDD=5.0V	-	7	12	μs
		高速模式, VDD=5.0V	-	0.6	1.5	
t _{DELAY}	比较响应时间	低速模式, VDD=5.0V, 输入比较电压为 0.1V	-	8	14	μs
		高速模式, VDD=5.0V, 输入比较电压为 0.1V	-	0.1	0.2	
V _{HYST}	模拟比较器迟滞	VDD=5.0V, T _A =25℃, 输入比较电压为 1.0V	HYSTSEL=000	-	10	mV
			HYSTSEL=001	-	25	
			HYSTSEL=010	-	35	
			HYSTSEL=011	-	45	
			HYSTSEL=100	-	55	
			HYSTSEL=101	-	65	
			HYSTSEL=110	-	75	
			HYSTSEL=111	-	85	

表 5-28 ACMP 特性参数

5.4.19 VDD分压器特性参数

标号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V _{DDSCAL}	输出电压误差	VDD=5.0V, 输出电压档位为 0x00~0x3F 和 0xC0~0xFF	—	±50	—	mv
		VDD=5.0V, 输出电压档位为 0x40~0xBF	—	±25	—	mv
I _{SCAL}	消耗电流	—	—	55	—	μA

表 5-29 VDD 分压器特性参数

5.4.20 运算放大器OPA特性参数

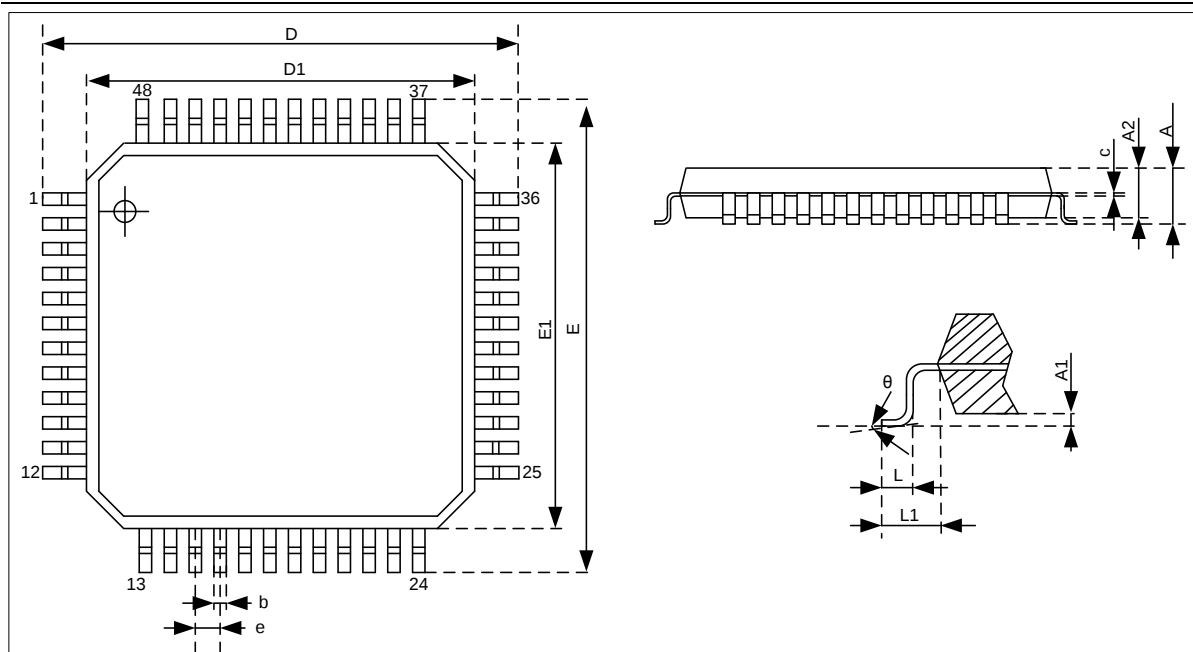
标号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V _{DD}	工作电压范围	—	3.5	5	5.5	V
V _{OUT}	输出电压范围	—	0.1	—	0.9*V _{DD}	V
V _{IN}	输入电压范围	—	0.1	—	0.9*V _{DD}	V
I _{OPA}	消耗电流	—	—	650	—	μA
GBW	单位增益带宽	普通模式 (HSM=00)	—	—	15	MHz
		高速模式 (HSM=10)	—	—	20	MHz
C _{LOAD}	输出电容最大负载	—	—	—	6	pF
SR	回转率 (Slew Rate)	普通模式 (HSM=00)	8	—	—	V/μs
		高速模式 (HSM=10)	13	—	—	V/μs
I _{LOAD}	输出电流负载	—	—	—	100	μA
V _{OS}	输入失调电压	—	—	±6	—	mV
ERR _{GAIN}	增益误差	负端偏置电压端口为 VINN3, VREFN_IO 或 VSS, 输入电压为 150mV~500mV, T _A =25℃	—	±1.0	±2.5	%
		负端偏置电压端口为 VINN3, VREFN_IO 或 VSS, 输入电压为 100mV~150mV, T _A =25℃	—	±1.0	±3.5	%
		负端偏置电压端口为 VINN0~VINN2, 输入电压为 100mV~500mV, T _A =25℃	—	±2.5	±4.0	%
t _{START}	启动时间	—	—	—	5	μs

表 5-30 OPA 特性参数

注：OPA 作为内部增益放大器使用时，输入电压范围推荐为 100mV~500mV，以降低增益误差。

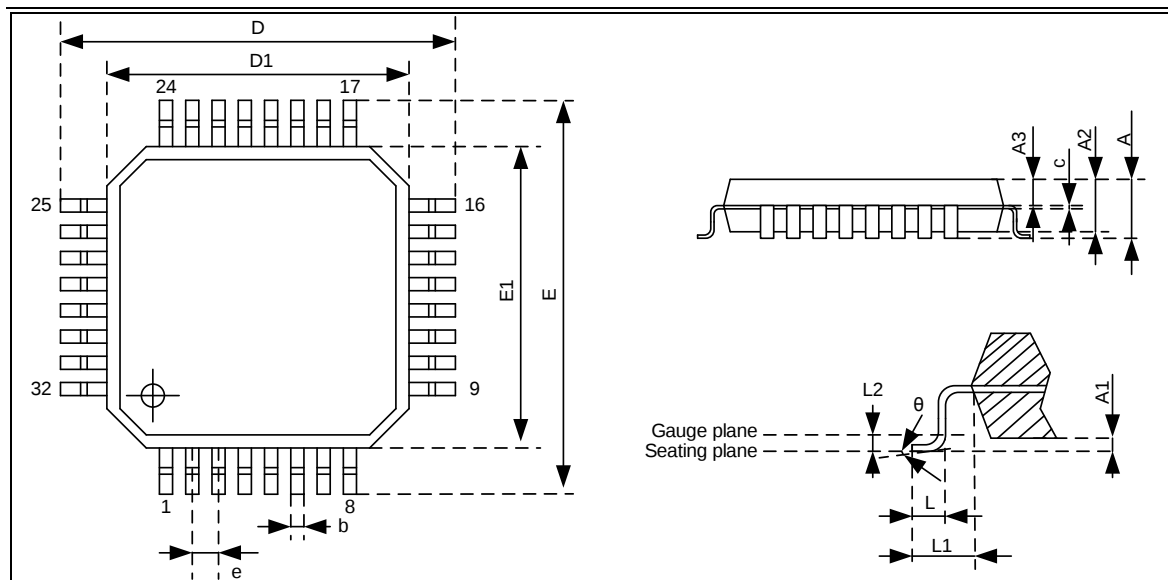
第6章 封装信息

6.1 LQFP48 封装尺寸图



标号	公制 (mm)		
	MIN	NOM	MAX
A	-	-	1.60
A1	0.05	-	0.15
A2	1.35	1.40	1.45
c	0.13	-	0.18
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
b	0.17	0.22	0.27
e	0.50BSC		
L	0.45	0.60	0.75
L1	1.00REF		
θ	0°	3.5°	7°

6.2 LQFP32 封装尺寸图



标号	公制 (mm)		
	MIN	NOM	MAX
A	—	—	1.60
A1	0.05	—	0.15
A2	1.35	1.40	1.45
A3	0.59	0.64	0.69
c	0.13	—	0.18
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
b	0.32	—	0.43
e	—	0.80 BSC	—
L	0.40	0.60	0.75
L1	—	1.00 REF	—
θ	0°	3.5°	7°

第7章 修订历史

版本	修订日期	修订内容
V1.0	2025-11-20	初版发布