

XMC1400 AA-Step

工业应用微控制器系列

ARM®Cortex®-M0

32位处理器内核

关于本文档

此数据手册专门针对嵌入式硬件和软件开发人员。它为读者提供了有关 XMC1400 系列设备的订购标识、可用功能、电气和物理特性的详细描述。

该文档描述了 XMC1400 系列设备超集的特性。为简单起见，本手册中使用统称 XMC1400 来指代各种设备类型。

XMC1000 系列用户文档

用户文档集包括：

- **参考手册**
 - 描述设备超集的功能。
- **数据手册**
 - 列出衍生设备的完整订购名称、可用功能和电气特性。
- **勘误表**
 - 列出与相关参考手册或数据手册中给出的规格的偏差。为设备超集提供了勘误表。

注意：请查阅文档集的所有部分以获得有关您的设备的综合知识。

用户指南和应用笔记提供了应用相关的指导。

请参阅<http://www.infineon.com/xmc1000> 以获取这些文档的最新版本。

目录

	关于本文档	1
	目录	2
1	特征描述	4
1.1	设备概述.....	7
1.2	订购信息.....	9
1.3	设备类型.....	9
1.4	芯片识别号.....	12
2	设备通用信息	16
2.1	逻辑符号.....	16
2.2	引脚配置及定义.....	21
2.2.1	封装引脚汇总.....	26
2.2.2	启动模式的端口引脚.....	30
2.2.3	端口 I/O 功能描述.....	30
2.2.4	硬件控制 I/O 功能描述	31
3	电气参数	50
3.1	常规参数.....	50
3.1.1	参数解释	50
3.1.2	绝对最大额定值.....	50
3.1.3	过载下的引脚可靠性.....	51
3.1.4	工作条件	52
3.2	直流参数.....	53
3.2.1	输入/输出特性	53
3.2.2	模数转换器 (ADC)	56
3.2.3	超出范围比较器(ORC) 特性	58
3.2.4	模拟比较器特性.....	60
3.2.5	温度传感器特性.....	61
3.2.6	振荡器引脚.....	61
3.2.7	电源电流	63
3.2.8	闪存参数.....	66
3.3	交流参数.....	67
3.3.1	测试波形	67
3.3.2	上电和电源阈值特性.....	68
3.3.3	片上振荡器特性.....	69
3.3.4	串行线调试端口 (SW-DP) 时序.....	70
3.3.5	SPD 时序要求	71
3.3.6	外设时序.....	71
3.3.6.1	同步串行接口 (USIC SSC) 定时	71
3.3.6.2	Inter-IC (IIC) 接口时序.....	74

目录

3.3.6.3 Inter-IC Sound(IIS) 接口时序..... 76

4 封装与可靠性 78

4.1 封装参数..... 78

4.1.1 散热考虑 78

4.2 封装外形..... 79

5 质量声明 83

 修订记录 84

 免责声明 85

1 特征描述

XMC1400 器件都是基于 Arm® Cortex-M0® 处理器内核的 XMC1000 系列微控制器产品。XMC1400 系列满足了电机控制和数字电源转换的实时控制需求。它还具有用于 LED 照明应用和人机界面 (HMI) 的外围设备。

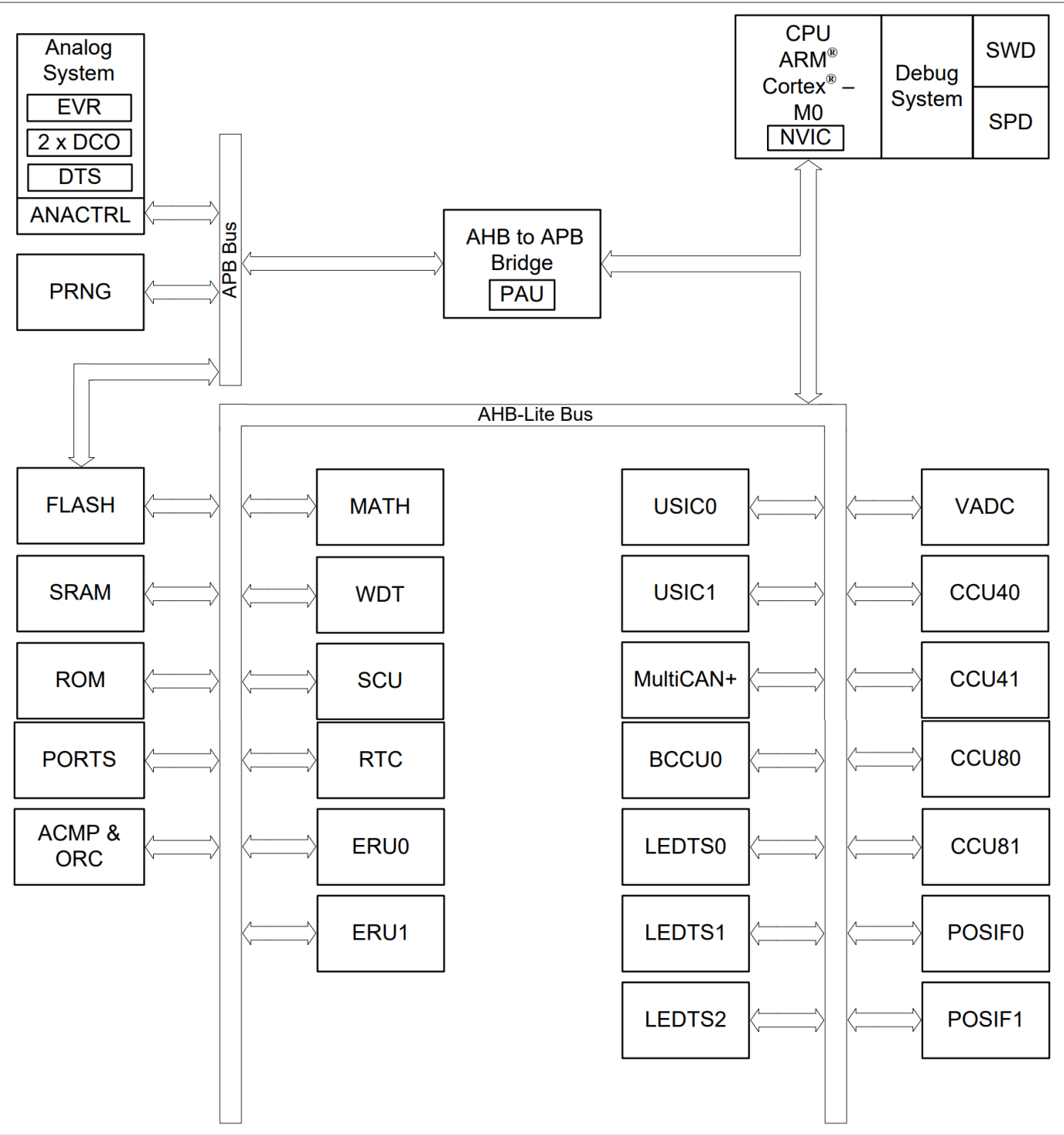


图 1 框图

1 特征描述

CPU 子系统

- 32 位 ARM Cortex-M0 CPU核
 - 48 MHz 时为 0.84 DMIPS/MHz (Dhrystone 2.1)
- 嵌套向量中断控制器(NVIC)
- 64 个中断节点
- MATH 协处理器
 - 24位三角计算 (CORDIC)
 - 32位除法运算
- 2x4 通道 ERU 用于事件互连

片上存储器

- 8 KB ROM
- 16 KB SRAM (带奇偶校验)
- 高达 200 KB 闪存 (带 ECC)

电源、复位和时钟

- 1.8 V 至 5.5 V 电源, 具有上电复位和掉电检测器
- 片上时钟监视器
- 支持外部晶体振荡器 (32 kHz 和 4 至 20 MHz)
- 无需 PLL 的内部慢速和快速振荡器

系统控制

- 窗口看门狗
- 实时时钟模块
- 伪随机数生成器

通讯外设

- 四个 USIC 通道, 可用作
 - UART (高达 12 Mb/s)
 - 单 SPI (高达 12 Mb/s)
 - 双 SPI (高达 2×12 Mb/s)
 - 四通道 SPI (高达 4×12 Mb/s)
 - IIC (高达 400 kb/s)
 - IIS (最高 12 Mb/s)
 - LIN 接口 (20 kb/s)
- 人机界面中的 LEDTS
 - 多达 24 个触摸板
 - 驱动多达 144 个 LED
- MultiCAN+, Full-CAN/Basic-CAN, 带 2 个节点、32 个消息对象 (最高 1 MBaud)

模拟前端外设

- A/D 转换器 (最多 12 个模拟输入)
 - 2 个采样保持器
 - 快速 12 位 ADC (高达 1.1 MS/s), 可调增益
 - 0 V 至 5.5 V 输入范围

1 特征描述

- 最多 8 个通道超出范围比较器
- 最多 4 个快速模拟比较器
- 温度感应器 (TSE)

工业控制外设

- 2x4 16 位 96 MHz CCU4 定时器，用于信号监控和 PWM
- 2x4 16 位 96 MHz CCU8 定时器，用于复杂 PWM、互补高/低侧开关和多相控制
- 2x POSIF 用于霍尔和正交编码器、电机位置检测
- 适用于 LED 照明应用的 9 通道 BCCU (亮度和颜色控制)

最多 56 个输入/输出端口

- 1.8 V 至 5.5 V 电压
- 最多 8 个高电流焊盘 (50 mA 电流源)

片上调试支持

- 4 个断点，2 个观察点
- ARM 串行线调试、单引脚调试接口

编程支持

- 单引脚引导加载程序
- 安全引导加载程序 SBSL (可选)

封装

- TSSOP-38 (9.7 × 6.4 mm²)
- VQFN-40/48/64 (5×5/7×7/8×8 mm²)
- LQFP-48/64 (7 × 7/12 × 12 mm²)

工具

- 免费 ModusToolbox™ 包含底层驱动程序和应用程序的工具链

设备概述

1.1

下表列出了 XMC1400 系列每种设备类型的可用功能。

表 1 XMC1400 设备类型特性¹⁾

Features		XMC 1401 -T03 8	XMC 1401 -Q04 8	XMC 1401 -F04 8	XMC 1401 -F06 4	XMC 1402 -T03 8	XMC 1402 -Q04 0	XMC 1402 -Q04 8	XMC 1402 -Q06 4	XMC 1402 -F04 8	XMC 1402 -F06 4	XMC 1403 -Q04 0	XMC 1403 -Q04 8	XMC 1403 -Q06 4	XMC 1404 -Q04 0	XMC 1404 -Q04 8	XMC 1404 -Q06 4	XMC 1404 -F04 8	XMC 1404 -F06 4
CPU frequency		48 MHz																	
Operating temperature (ambient)		-40 to 105° C	-40 to 85°C	-40 to 105° C	-40 to 85°C	-40 to 105°C													
Operating voltage		1.8 V to 5.5 V																	
Flash options (Kbytes)		64, 128, 200	64, 128 64, 128	32, 64, 128, 200	64, 128 64, 128	32, 64, 128, 200			64, 128, 200	32, 64, 128, 200	64, 128, 200								
SRAM (Kbytes)		16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
MATH		–	–	-	–	1	1	1	1	1	1	–	–	–	1	1	1	1	1
Indus trial Contr ol	CCU4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	CCU8	–	–	-	–	2	2	2	2	2	2	–	–	–	2	2	2	2	2
	POSIF	–	–	-	–	1	1	2	2	2	2	–	–	–	1	2	2	2	2
	BCCU	–	–	-	–	1	1	1	1	1	1	–	–	–	1	1	1	1	1

(表格续下页.....)

表 1 (续) XMC1400 设备类型特性¹⁾

Features		XMC 1401 -T03 8	XMC 1401 -Q04 8	XMC 1401 -F04 8	XMC 1401 -F06 4	XMC 1402 -T03 8	XMC 1402 -Q04 0	XMC 1402 -Q04 8	XMC 1402 -Q06 4	XMC 1402 -F04 8	XMC 1402 -F06 4	XMC 1403 -Q04 0	XMC 1403 -Q04 8	XMC 1403 -Q06 4	XMC 1404 -Q04 0	XMC 1404 -Q04 8	XMC 1404 -Q06 4	XMC 1404 -F04 8	XMC 1404 -F06 4
Com munic ation	USIC (mod ules/ chan nels)	2/4	2/4	2/4	2/4	2/4	2/4	2/4	2/4	2/4	2/4	2/4	2/4	2/4	2/4	2/4	2/4	2/4	2/4
	LED T S	3	3	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	3	3	3	3
	Multi CA N+ (nod es/ MOs)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2/ 32	2/ 32	2/ 32	2/ 32	2/ 32	2/ 32	2/ 32	2/ 32
Analo g	ADC (kern els/ analo g input s)	2/12	2/12	2/14	2/12	2/12	2/12	2/12	2/12	2/14	2/12	2/12	2/12	2/12	2/12	2/12	2/12	2/14	2/12
	ACM P	-	-	-	-	3	3	4	4	4	4	-	-	-	3	4	4	4	4
GPIOs		26	34	35	48	26	27	34	48	35	48	27	34	48	27	34	48	35	48
GPIs		8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Packages		TSS O P- 38	VQFN -48	LQFP -48	LQFP -64	TSS O P- 38	VQFN -40	VQFN -48	VQFN -64	LQFP -48	LQFP -64	VQFN -40	VQFN -48	VQFN -64	VQFN -40	VQFN -48	VQFN -64	LQFP -48	LQFP -64

1) 本表未包含的功能在所有衍生产品中均有提供。

1 特征描述

1.2 订购信息

英飞凌微控制器的订购代码提供了特定产品的准确参考。代码“XMC1<DDD>-<Z><PPP><T><FFFF>”标识：

- <DDD> 衍生品功能集
- <Z> 封装变体
 - T: TSSOP
 - Q: VQFN
 - F: LQFP
- <PPP> 封装引脚数
- <T> 温度范围：
 - F: -40°C至85°C
 - X: -40°C至105°C
- <FFFF> 闪存大小，单位为 K字节。

如需了解 XMC1400 的订购代码，请联系您的销售代表或当地经销商。

本文档描述了 XMC1400 系列的几种衍生产品，有些描述可能不适用于特定产品。请参见表2。

为简单起见，本文中使用术语 **XMC1400** 表示所有衍生产品。

1.3 设备类型

这些设备类型均已上市，可通过英飞凌的直销和/或分销渠道订购。

表 2 XMC1400 设备类型概要

Derivative	Package	Flash Kbytes
XMC1401-T038X0064	PG-TSSOP-38	64
XMC1401-T038X0128	PG-TSSOP-38	128
XMC1401-T038X0200	PG-TSSOP-38	200
XMC1401-Q048F0064	PG-VQFN-48	64
XMC1401-Q048F0128	PG-VQFN-48	128
XMC1401-F048X0032	PG-LQFP-48	32
XMC1401-F048X0064	PG-LQFP-48	64
XMC1401-F048X0128	PG-LQFP-48	128
XMC1401-F048X0200	PG-LQFP-48	200
XMC1401-F064F0064	PG-LQFP-64	64
XMC1401-F064F0128	PG-LQFP-64	128
XMC1402-T038X0032	PG-TSSOP-38	32
XMC1402-T038X0064	PG-TSSOP-38	64
XMC1402-T038X0128	PG-TSSOP-38	128
XMC1402-T038X0200	PG-TSSOP-38	200
XMC1402-Q040X0032	PG-VQFN-40	32

(表格续下页.....)

1 特征描述

表 2 (续) XMC1400 设备类型概要

Derivative	Package	Flash Kbytes
XMC1402-Q040X0064	PG-VQFN-40	64
XMC1402-Q040X0128	PG-VQFN-40	128
XMC1402-Q040X0200	PG-VQFN-40	200
XMC1402-Q048X0032	PG-VQFN-48	32
XMC1402-Q048X0064	PG-VQFN-48	64
XMC1402-Q048X0128	PG-VQFN-48	128
XMC1402-Q048X0200	PG-VQFN-48	200
XMC1402-Q064X0064	PG-VQFN-64	64
XMC1402-Q064X0128	PG-VQFN-64	128
XMC1402-Q064X0200	PG-VQFN-64	200
XMC1402-F048X0032	PG-LQFP-48	32
XMC1402-F048X0064	PG-LQFP-48	64
XMC1402-F048X0128	PG-LQFP-48	128
XMC1402-F048X0200	PG-LQFP-48	200
XMC1402-F064X0064	PG-LQFP-64	64
XMC1402-F064X0128	PG-LQFP-64	128
XMC1402-F064X0200	PG-LQFP-64	200
XMC1403-Q040X0064	PG-VQFN-40	64
XMC1403-Q040X0128	PG-VQFN-40	128
XMC1403-Q040X0200	PG-VQFN-40	200
XMC1403-Q048X0064	PG-VQFN-48	64
XMC1403-Q048X0128	PG-VQFN-48	128
XMC1403-Q048X0200	PG-VQFN-48	200
XMC1403-Q064X0064	PG-VQFN-64	64
XMC1403-Q064X0128	PG-VQFN-64	128
XMC1403-Q064X0200	PG-VQFN-64	200
XMC1404-Q040X0064	PG-VQFN-40	64
XMC1404-Q040X0128	PG-VQFN-40	128
XMC1404-Q040X0200	PG-VQFN-40	200
XMC1404-Q048X0064	PG-VQFN-48	64
XMC1404-Q048X0128	PG-VQFN-48	128
XMC1404-Q048X0200	PG-VQFN-48	200
XMC1404-Q064X0064	PG-VQFN-64	64

(表格续下页.....)

1 特征描述

表 2 (续) XMC1400 设备类型概要

Derivative	Package	Flash Kbytes
XMC1404-Q064X0128	PG-VQFN-64	128
XMC1404-Q064X0200	PG-VQFN-64	200
XMC1404-F048X0064	PG-LQFP-48	64
XMC1404-F048X0128	PG-LQFP-48	128
XMC1404-F048X0200	PG-LQFP-48	200
XMC1404-F064X0064	PG-LQFP-64	64
XMC1404-F064X0128	PG-LQFP-64	128
XMC1404-F064X0200	PG-LQFP-64	200

1 特征描述

1.4 芯片识别号

芯片识别号 (Chip Identification Number) 允许软件识别标记。它是一个 8 个字节的值，其中最高 7 个字节存储在闪存配置扇区 0 (CS0) 中，地址位置为：1000 0F00_H(MSB) - 1000 0F1B_H(LSB)。芯片识别号的最低有效字和最高有效字分别是寄存器 DBGROMID 和 IDCHIP 的值。

表 3 XMC1400 芯片识别号

Derivative	Value	Marking
XMC1401-T038X0064	00014013 07CF00FF 1E071FF7 20006000 00000D00 00001000 00011000 FFFFFFFF _H	AA
XMC1401-T038X0128	00014013 07CF00FF 1E071FF7 20006000 00000D00 00001000 00021000 FFFFFFFF _H	AA
XMC1401-T038X0200	00014013 07CF00FF 1E071FF7 20006000 00000D00 00001000 00033000 FFFFFFFF _H	AA
XMC1401-Q048F0064	00014082 07CF00FF 1E071FF7 20006000 00000D00 00001000 00011000 10204083 _H	AA
XMC1401-Q048F0128	00014082 07CF00FF 1E071FF7 20006000 00000D00 00001000 00021000 10204083 _H	AA
XMC1401-F048X0032	000140B3 07CF00FF 1E071FF7 20006000 00000D00 00001000 00009000 CODE1705 _H	AA
XMC1401-F048X0064	000140B3 07CF00FF 1E071FF7 20006000 00000D00 00001000 00011000 CODE1705 _H	AA
XMC1401-F048X0128	000140B3 07CF00FF 1E071FF7 20006000 00000D00 00001000 00021000 CODE1705 _H	AA
XMC1401-F048X0200	000140B3 07CF00FF 1E071FF7 20006000 00000D00 00001000 00033000 CODE1705 _H	AA
XMC1401-F064F0064	000140A2 07CF00FF 1E071FF7 20006000 00000D00 00001000 00011000 10204083 _H	AA
XMC1401-F064F0128	000140A2 07CF00FF 1E071FF7 20006000 00000D00 00001000 00021000 10204083 _H	AA
XMC1402-T038X0032	00014013 07FF00FF 1E071FF7 100F900F 00000D00 00001000 00009000 10204083 _H	AA
XMC1402-T038X0064	00014013 07FF00FF 1E071FF7 100F900F 00000D00 00001000 00011000 10204083 _H	AA
XMC1402-T038X0128	00014013 07FF00FF 1E071FF7 100F900F 00000D00 00001000 00021000 10204083 _H	AA
XMC1402-T038X0200	00014013 07FF00FF 1E071FF7 100F900F 00000D00 00001000 00033000 10204083 _H	AA
XMC1402-Q040X0032	00014043 07FF00FF 1E071FF7 000F900F 00000D00 00001000 00009000 10204083 _H	AA

(表格续下页.....)

1 特征描述

表 3 (续) **XMC1400 芯片识别号**

Derivative	Value	Marking
XMC1402-Q040X0064	00014043 07FF00FF 1E071FF7 000F900F 00000D00 00001000 00011000 10204083 _H	AA
XMC1402-Q040X0128	00014043 07FF00FF 1E071FF7 000F900F 00000D00 00001000 00021000 10204083 _H	AA
XMC1402-Q040X0200	00014043 07FF00FF 1E071FF7 000F900F 00000D00 00001000 00033000 10204083 _H	AA
XMC1402-Q048X0032	00014083 07FF00FF 1E071FF7 100F900F 00000D00 00001000 00009000 10204083 _H	AA
XMC1402-Q048X0064	00014083 07FF00FF 1E071FF7 100F900F 00000D00 00001000 00011000 10204083 _H	AA
XMC1402-Q048X0128	00014083 07FF00FF 1E071FF7 100F900F 00000D00 00001000 00021000 10204083 _H	AA
XMC1402-Q048X0200	00014083 07FF00FF 1E071FF7 100F900F 00000D00 00001000 00033000 10204083 _H	AA
XMC1402-Q064X0064	00014093 07FF00FF 1E071FF7 100F900F 00000D00 00001000 00011000 10204083 _H	AA
XMC1402-Q064X0128	00014093 07FF00FF 1E071FF7 100F900F 00000D00 00001000 00021000 10204083 _H	AA
XMC1402-Q064X0200	00014093 07FF00FF 1E071FF7 100F900F 00000D00 00001000 00033000 10204083 _H	AA
XMC1402-F048X0032	000140B3 07FF00FF 1E071FF7 100F900F 00000D00 00001000 00009000 C0DE1705 _H	AA
XMC1402-F048X0064	000140B3 07FF00FF 1E071FF7 100F900F 00000D00 00001000 00011000 C0DE1705 _H	AA
XMC1402-F048X0128	000140B3 07FF00FF 1E071FF7 100F900F 00000D00 00001000 00021000 C0DE1705 _H	AA
XMC1402-F048X0200	000140B3 07FF00FF 1E071FF7 100F900F 00000D00 00001000 00033000 C0DE1705 _H	AA
XMC1402-F064X0064	000140A3 07FF00FF 1E071FF7 100F900F 00000D00 00001000 00011000 10204083 _H	AA
XMC1402-F064X0128	000140A3 07FF00FF 1E071FF7 100F900F 00000D00 00001000 00021000 10204083 _H	AA
XMC1402-F064X0200	000140A3 07FF00FF 1E071FF7 100F900F 00000D00 00001000 00033000 10204083 _H	AA
XMC1403-Q040X0064	00014043 07CF00FF 1E071FF7 00B00000 00000D00 00001000 00011000 10204083 _H	AA

1 特征描述

表 3 (续) **XMC1400 芯片识别号**

Derivative	Value	Marking
XMC1403-Q040X0128	00014043 07CF00FF 1E071FF7 00B00000 00000D00 00001000 00021000 10204083 _H	AA
XMC1403-Q040X0200	00014043 07CF00FF 1E071FF7 00B00000 00000D00 00001000 00033000 10204083 _H	AA
XMC1403-Q048X0064	00014083 07CF00FF 1E071FF7 00B00000 00000D00 00001000 00011000 10204083 _H	AA
XMC1403-Q048X0128	00014083 07CF00FF 1E071FF7 00B00000 00000D00 00001000 00021000 10204083 _H	AA
XMC1403-Q048X0200	00014083 07CF00FF 1E071FF7 00B00000 00000D00 00001000 00033000 10204083 _H	AA
XMC1403-Q064X0064	00014093 07CF00FF 1E071FF7 00B00000 00000D00 00001000 00011000 10204083 _H	AA
XMC1403-Q064X0128	00014093 07CF00FF 1E071FF7 00B00000 00000D00 00001000 00021000 10204083 _H	AA
XMC1403-Q064X0200	00014093 07CF00FF 1E071FF7 00B00000 00000D00 00001000 00033000 10204083 _H	AA
XMC1404-Q040X0064	00014043 07FF00FF 1E071FF7 00BFF00F 00000D00 00001000 00011000 10204083 _H	AA
XMC1404-Q040X0128	00014043 07FF00FF 1E071FF7 00BFF00F 00000D00 00001000 00021000 10204083 _H	AA
XMC1404-Q040X0200	00014043 07FF00FF 1E071FF7 00BFF00F 00000D00 00001000 00033000 10204083 _H	AA
XMC1404-Q048X0064	00014083 07FF00FF 1E071FF7 30BFF00F 00000D00 00001000 00011000 10204083 _H	AA
XMC1404-Q048X0128	00014083 07FF00FF 1E071FF7 30BFF00F 00000D00 00001000 00021000 10204083 _H	AA
XMC1404-Q048X0200	00014083 07FF00FF 1E071FF7 30BFF00F 00000D00 00001000 00033000 10204083 _H	AA
XMC1404-Q064X0064	00014093 07FF00FF 1E071FF7 30BFF00F 00000D00 00001000 00011000 10204083 _H	AA
XMC1404-Q064X0128	00014093 07FF00FF 1E071FF7 30BFF00F 00000D00 00001000 00021000 10204083 _H	AA
XMC1404-Q064X0200	00014093 07FF00FF 1E071FF7 30BFF00F 00000D00 00001000 00033000 10204083 _H	AA
XMC1404-F048X0064	000140B3 07FF00FF 1E071FF7 30BFF00F 00000D00 00001000 00011000 CODE1705 _H	AA

1 特征描述

表 3 (续) XMC1400 芯片识别号

Derivative	Value	Marking
XMC1404-F048X0128	000140B3 07FF00FF 1E071FF7 30BFF00F 00000D00 00001000 00021000 C0DE1705 _H	AA
XMC1404-F048X0200	000140B3 07FF00FF 1E071FF7 30BFF00F 00000D00 00001000 00033000 C0DE1705 _H	AA
XMC1404-F064X0064	000140A3 07FF00FF 1E071FF7 30BFF00F 00000D00 00001000 00011000 10204083 _H	AA
XMC1404-F064X0128	000140A3 07FF00FF 1E071FF7 30BFF00F 00000D00 00001000 00021000 10204083 _H	AA
XMC1404-F064X0200	000140A3 07FF00FF 1E071FF7 30BFF00F 00000D00 00001000 00033000 10204083 _H	AA

2 设备通用信息

本节总结了逻辑符号和封装引脚配置，并提供了功能 I/O 映射的详细列表。

2.1 逻辑符号

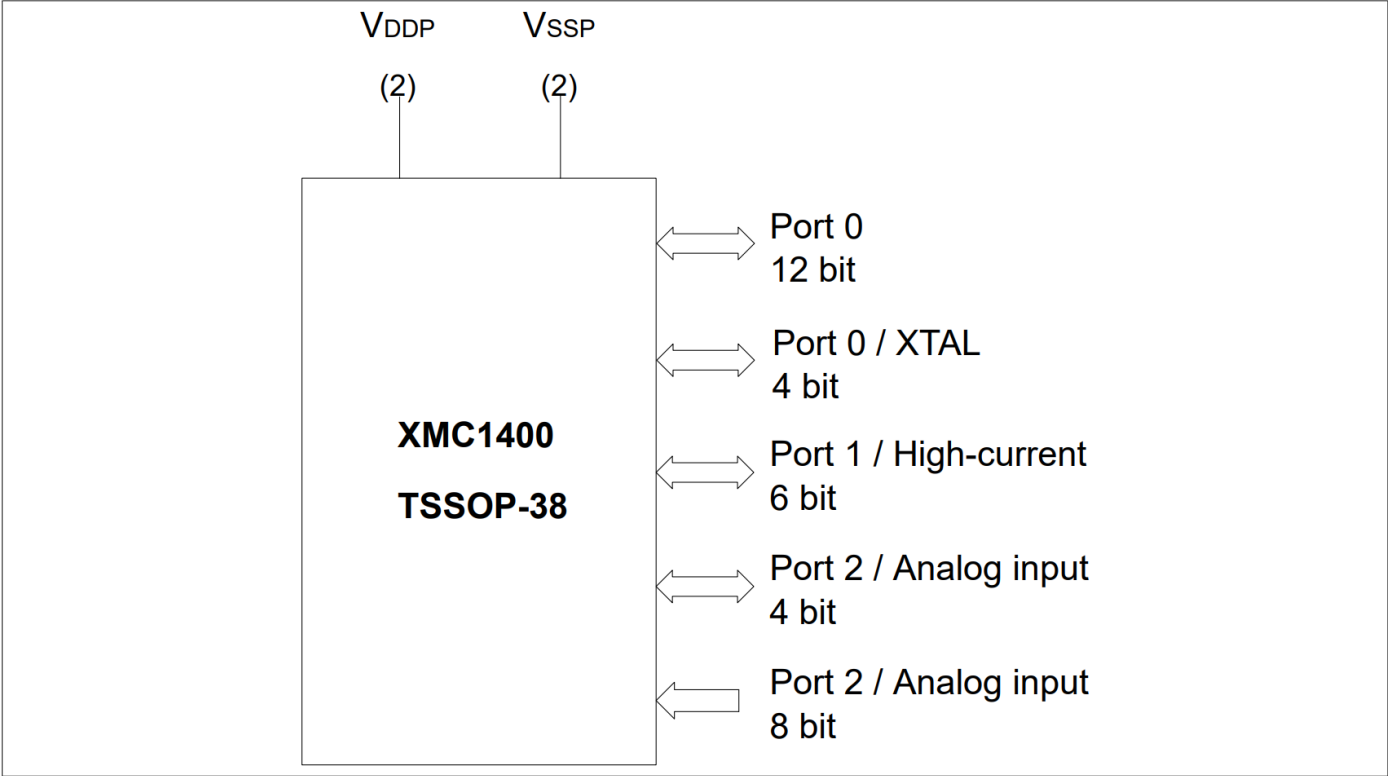


图 2 XMC1400 TSSOP-38-9 的逻辑符号

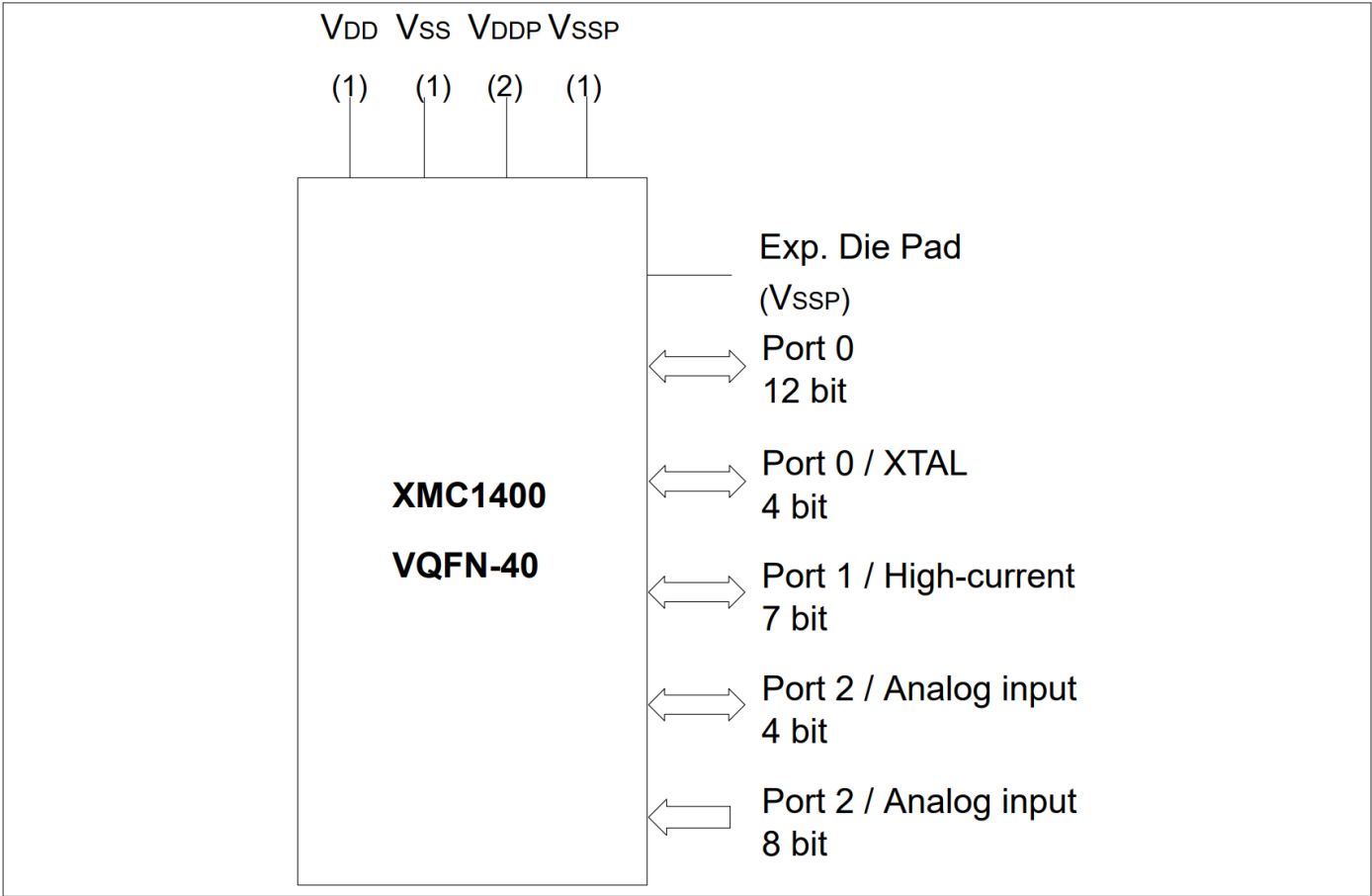


图 3 XMC1400 PG-VQFN-40-17的逻辑符号

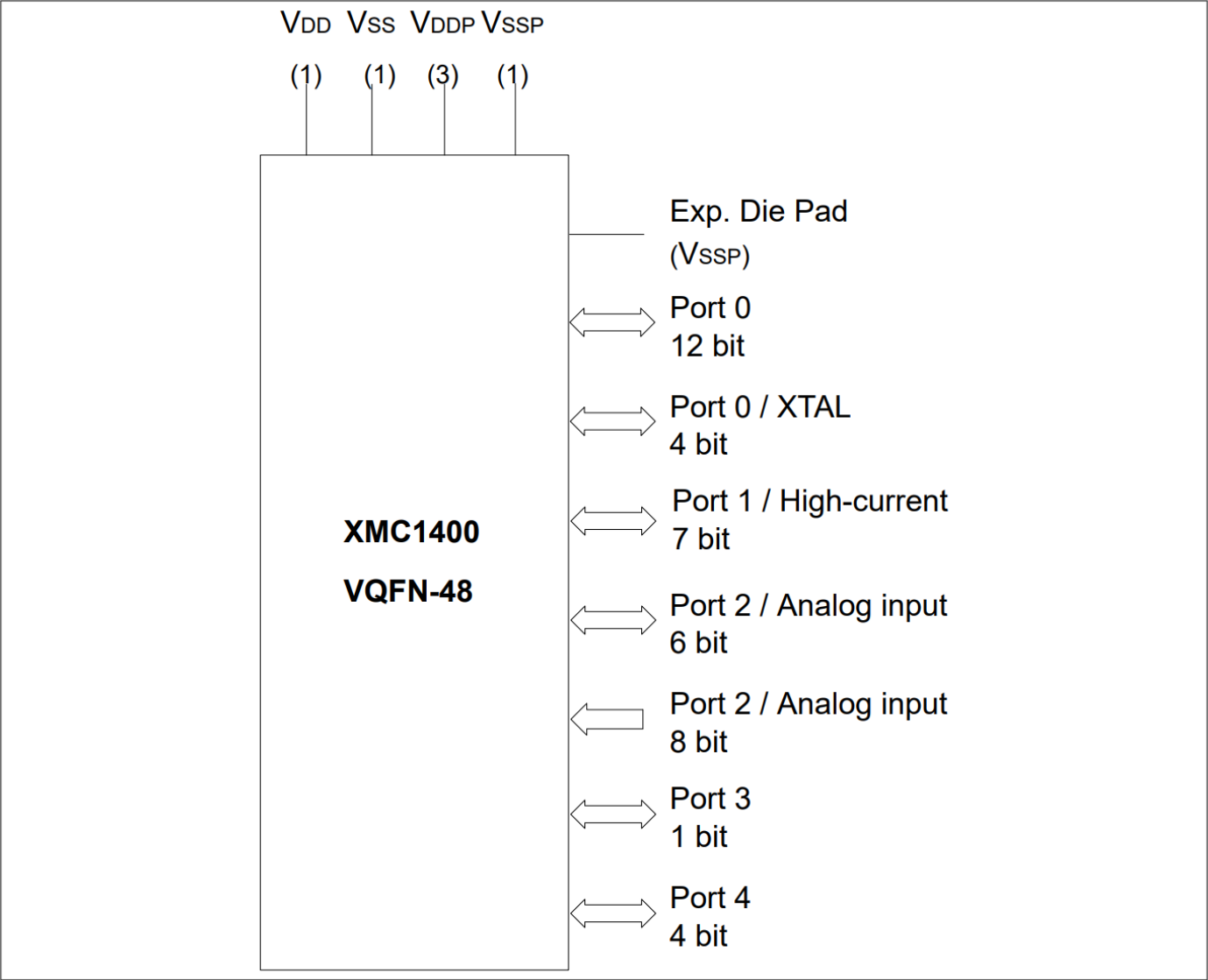


图 4 XMC1400 PG-VQFN-48-73 逻辑符号

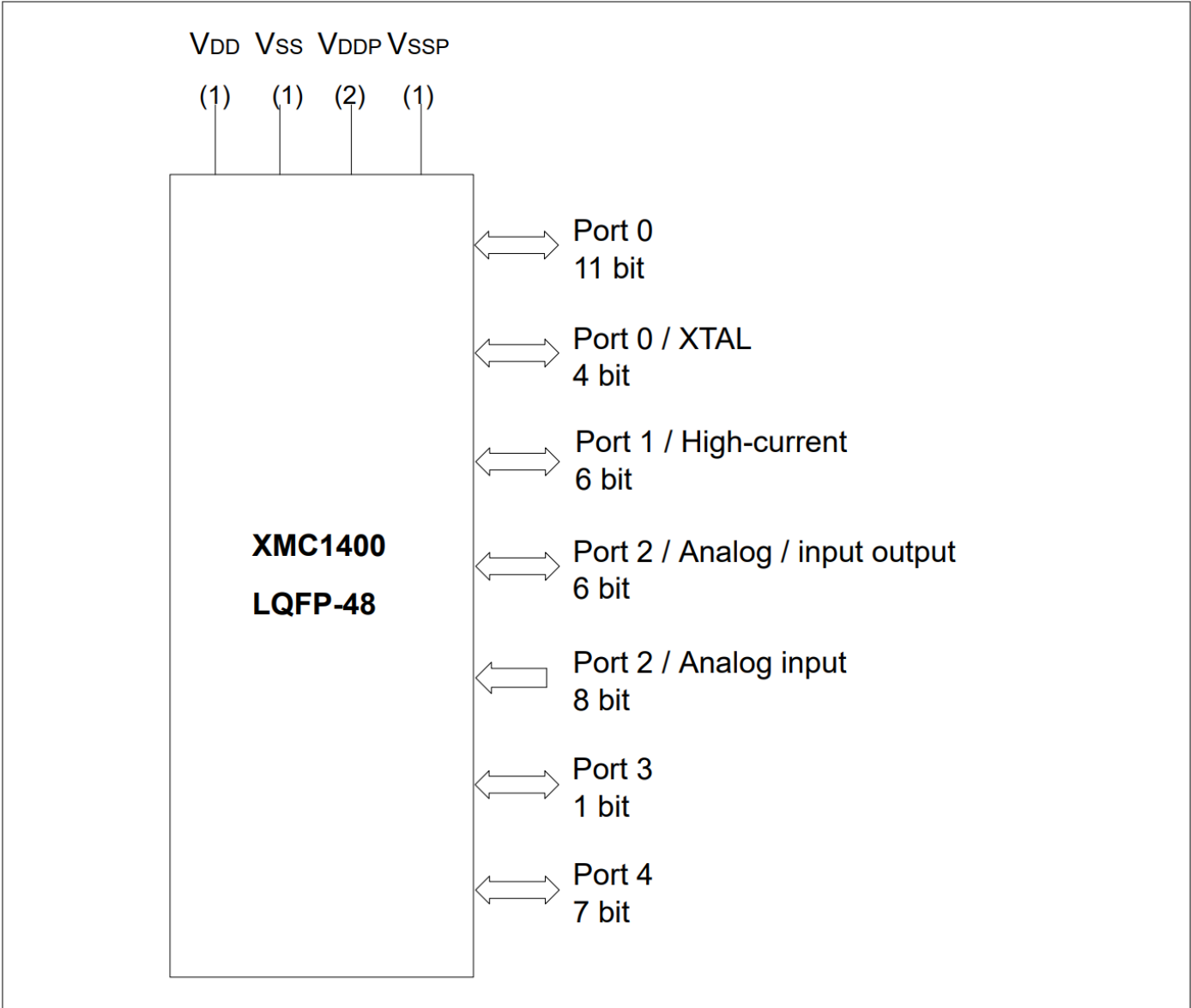


图 5 XMC1400 PG-LQFP-48-10 逻辑符号

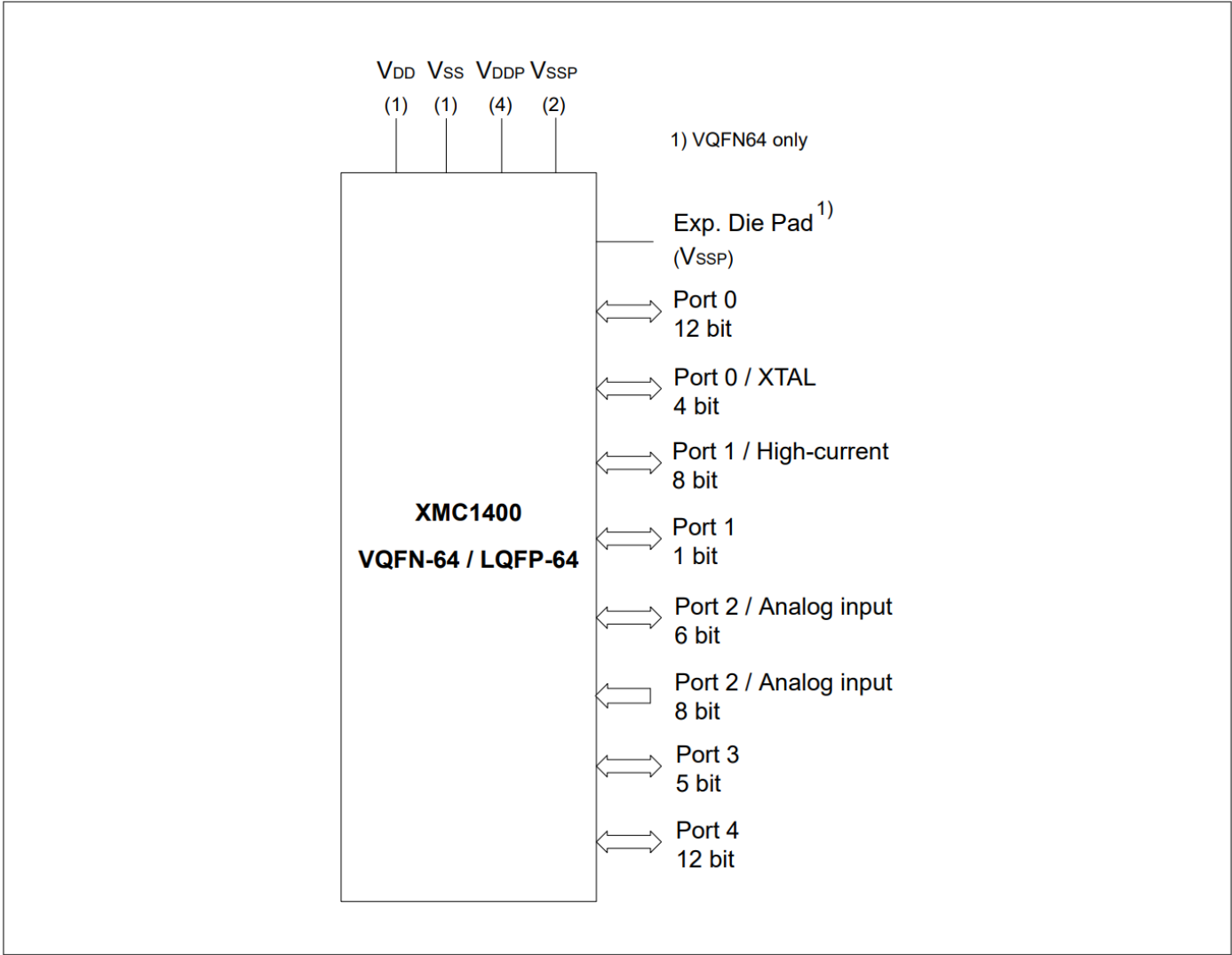


图 6 XMC1400 PG-LQFP-64-26/PG-VQFN-64-6 逻辑符号

2.2 引脚配置及定义

下图总结了所有引脚，显示了它们在不同封装的四个侧面的位置。

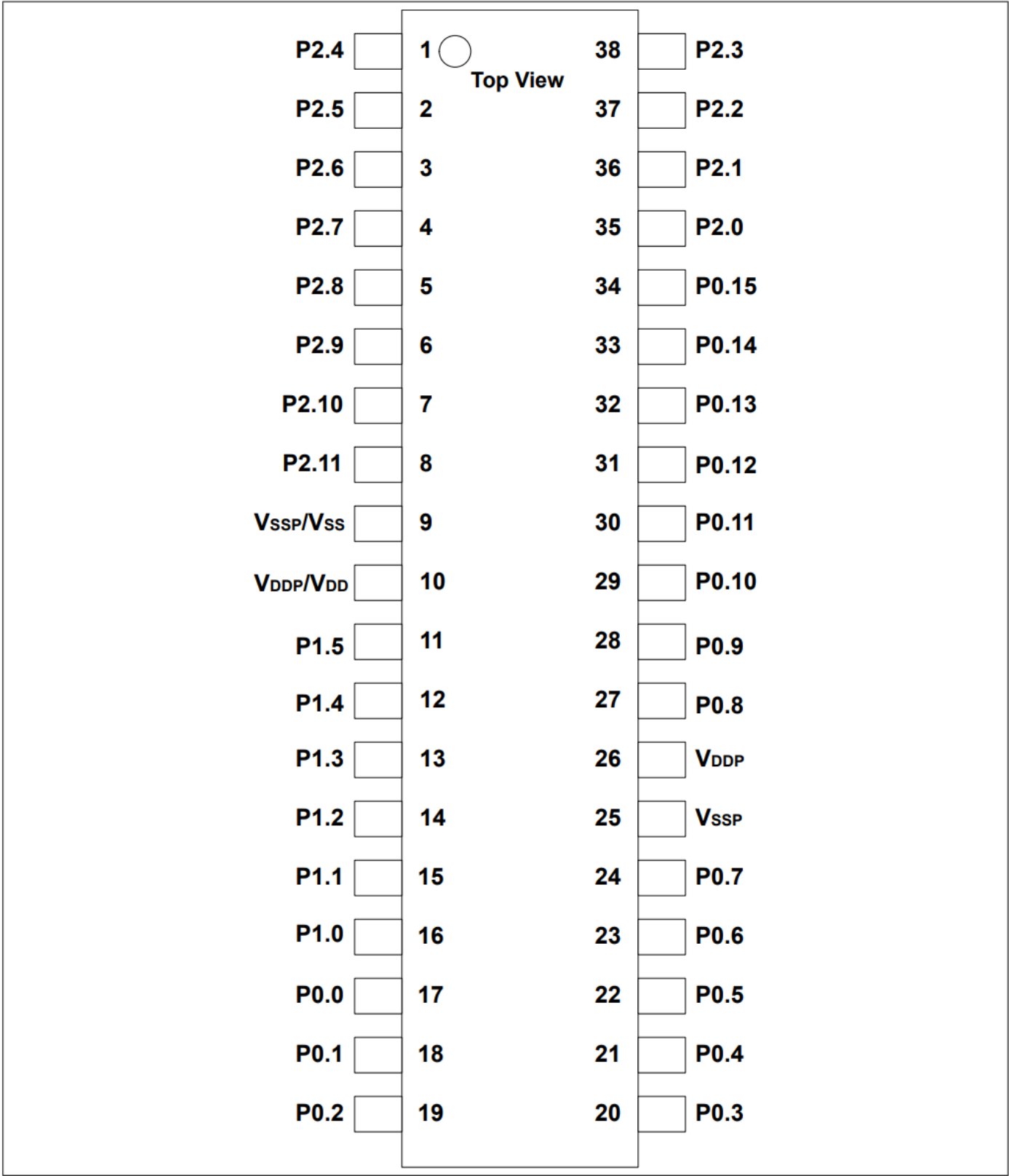


图 7 XMC1400 PG-TSSOP-38-9 引脚配置（顶视图）

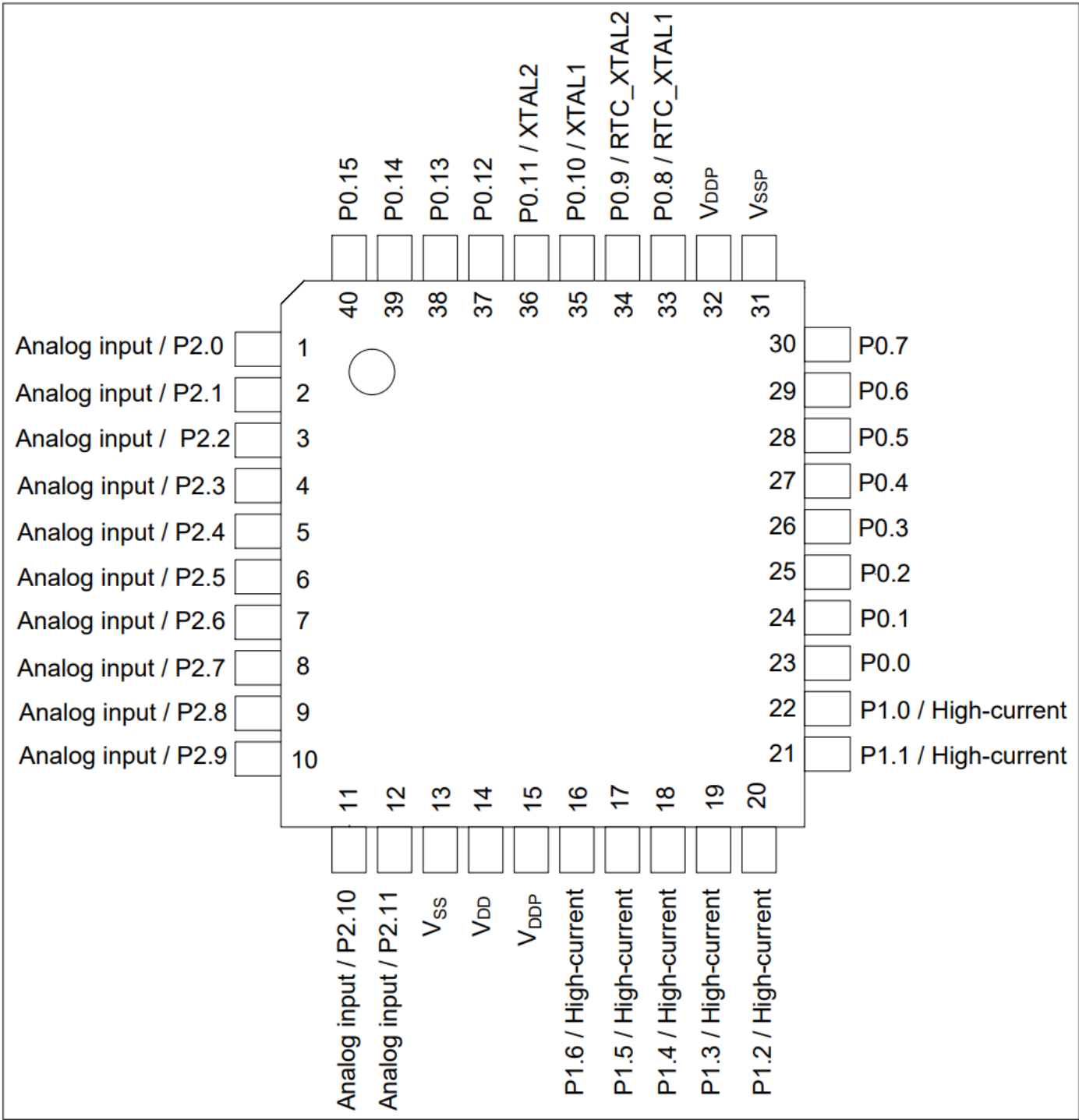


图 8 XMC1400 PG-VQFN-40-17 引脚配置 (顶视图)

2 设备通用信息

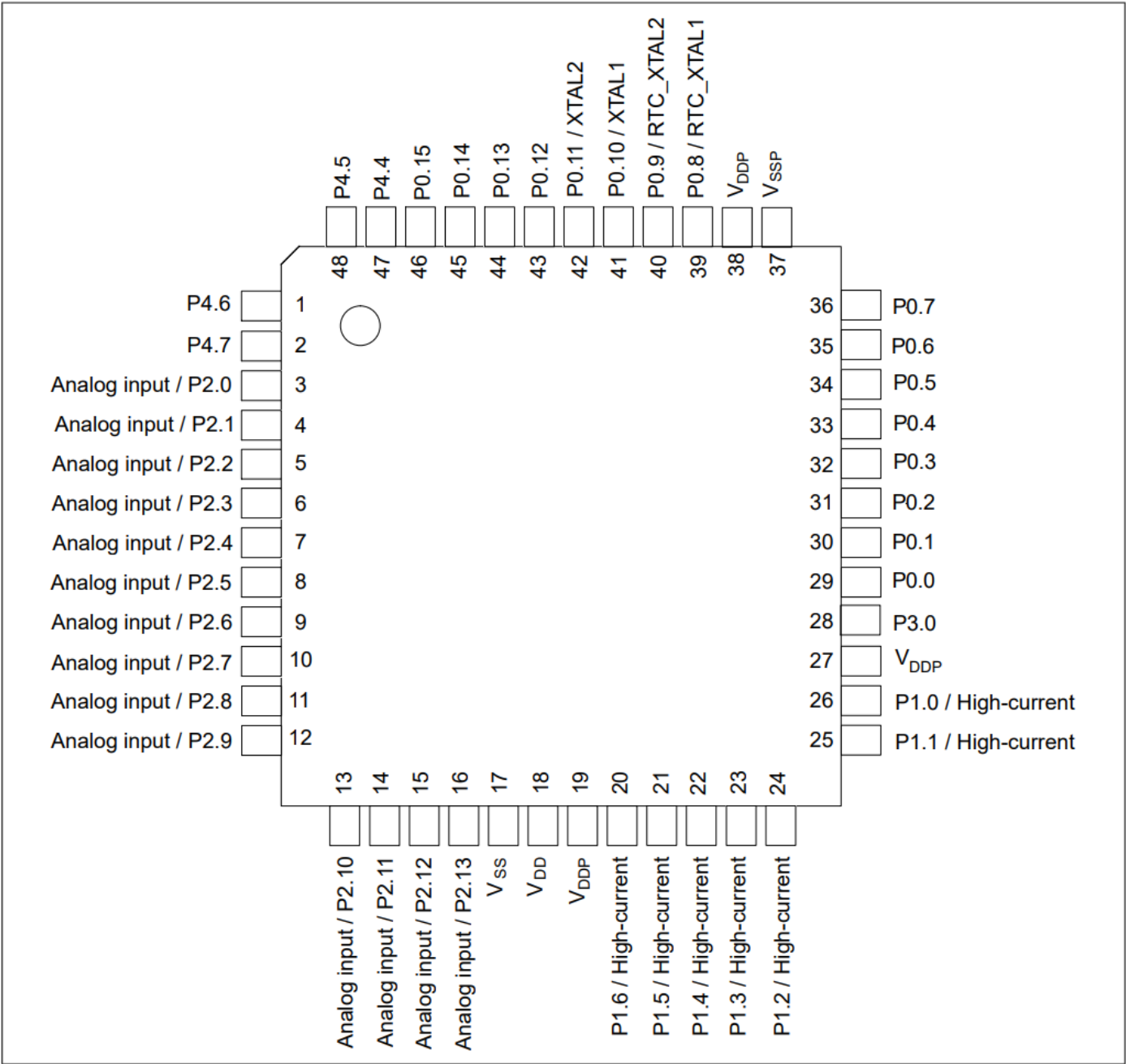


图 9 XMC1400 PG-VQFN-48-73 引脚配置 (顶视图)

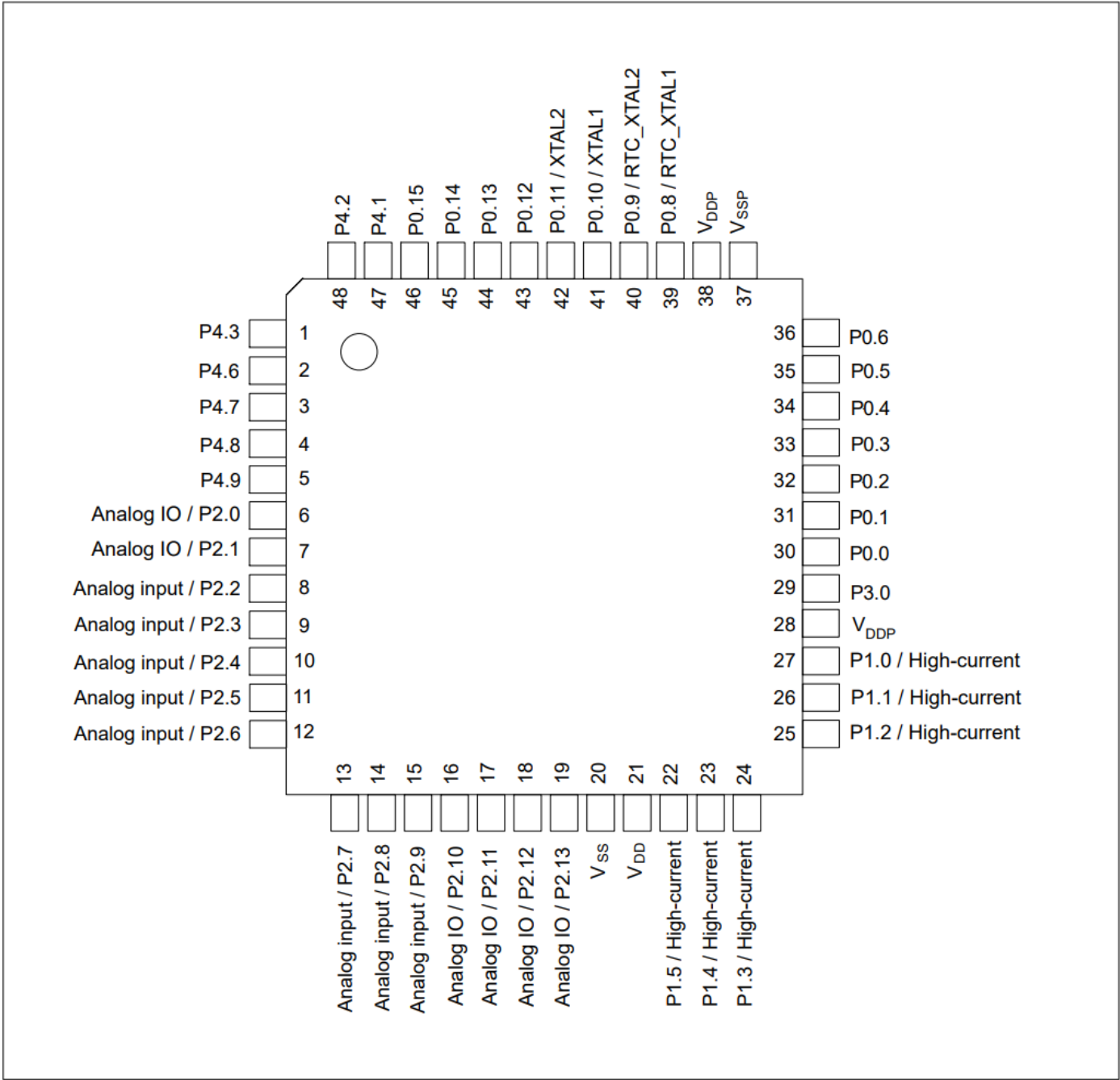


图 10 XMC1400 PG-LQFP-48-10 引脚配置 (顶视图)

2 设备通用信息

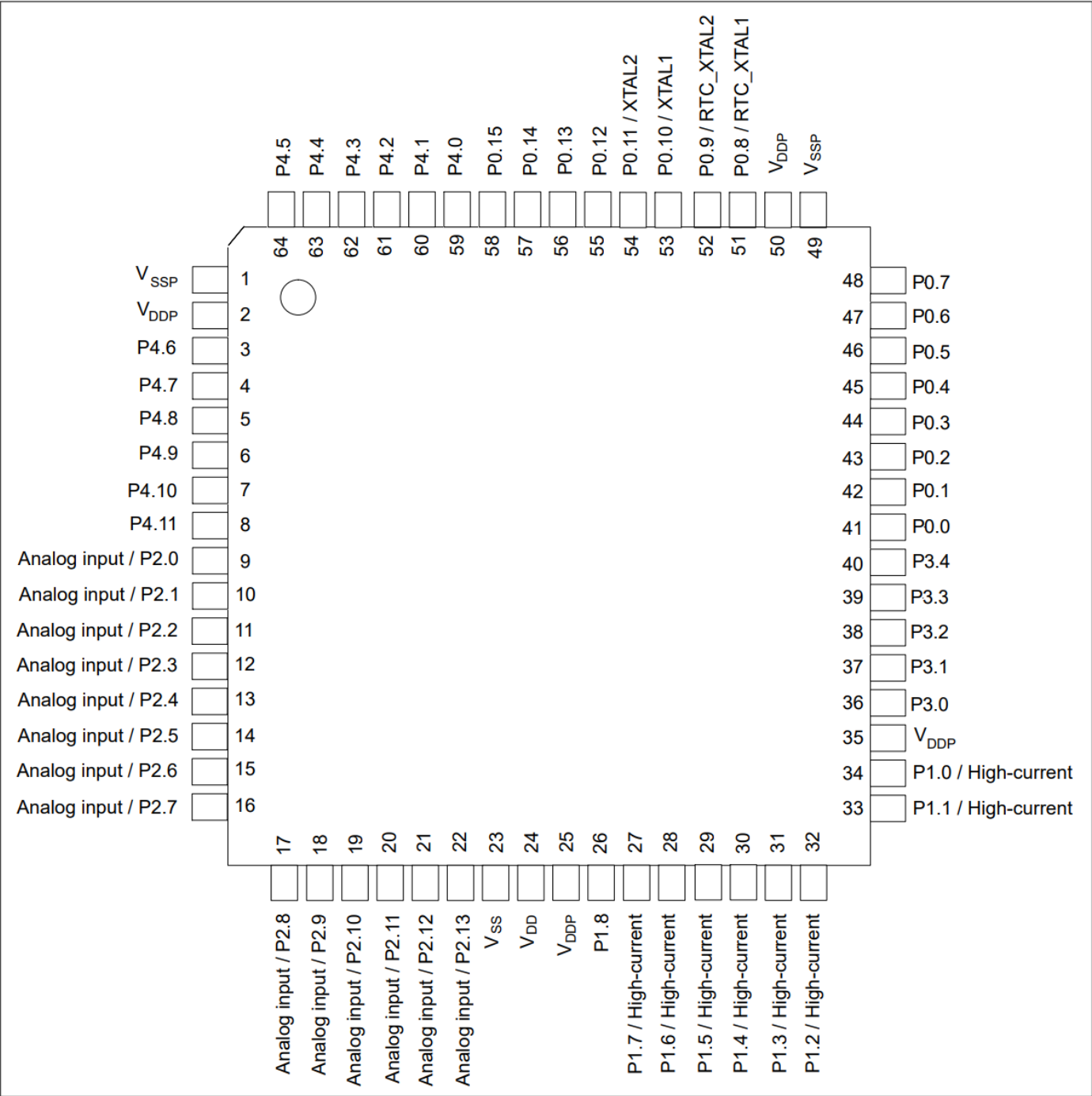


图 11 XMC1400 PG-LQFP-64-26/PG-VQFN-64-6 引脚配置 (顶视图)

2 设备通用信息

2.2.1 封装引脚汇总

以下通用图表用于描述每个引脚：

表 4 封装引脚映射说明

Function	Package A	Package B	...	Pad Type
Px.y	N	N		Pad Class

该表按“功能”列排序，从常规端口引脚（Px.y）开始，然后是电源引脚。

以下各列以支持的封装变体为标题，列出了该封装中相应功能映射到的封装引脚号。

“Pad Type”表示所采用的焊盘类型：

- STD_INOUT（标准双向焊盘）
- STD_INOUT/AN（带模拟输入的标准双向焊盘）
- STD_INOUT/clock（带振荡器功能的标准双向焊盘）
- 高电流（高电流双向焊盘）
- STD_IN/AN（带模拟输入的标准输入焊盘）
- 电源

有关焊盘属性的详细信息在电气参数一章中定义。

表 5 封装引脚映射

Function	LQFP 64, VQFN 64	LQFP 48	VQFN 48	VQFN 40	TSSOP 38	Pad Type	Notes
P0.0	41	30	29	23	17	STD_INOUT	
P0.1	42	31	30	24	18	STD_INOUT	
P0.2	43	32	31	25	19	STD_INOUT	
P0.3	44	33	32	26	20	STD_INOUT	
P0.4	45	34	33	27	21	STD_INOUT	
P0.5	46	35	34	28	22	STD_INOUT	
P0.6	47	36	35	29	23	STD_INOUT	
P0.7	48	-	36	30	24	STD_INOUT	
P0.8/ RTC_ XTAL1	51	39	39	33	27	STD_INOUT/clock_IN	

（表格续下页.....）

2 设备通用信息

表 5 (续) 封装引脚映射

Function	LQFP 64, VQFN 64	LQFP 48	VQFN 48	VQFN 40	TSSOP 38	Pad Type	Notes
P0.9/ RTC_ XTAL2	52	40	40	34	28	STD_INOU T/clock_O	
P0.10/ XTAL1	53	41	41	35	29	STD_INOU T/clock_IN	
P0.11/ XTAL2	54	42	42	36	30	STD_INOU T/clock_O	
P0.12	55	43	43	37	31	STD_INOU T	
P0.13	56	44	44	38	32	STD_INOU T	
P0.14	57	45	45	39	33	STD_INOU T	
P0.15	58	46	46	40	34	STD_INOU T	
P1.0	34	27	26	22	16	High Current	
P1.1	33	26	25	21	15	High Current	
P1.2	32	25	24	20	14	High Current	
P1.3	31	24	23	19	13	High Current	
P1.4	30	23	22	18	12	High Current	
P1.5	29	22	21	17	11	High Current	
P1.6	28	-	20	16	-	High Current	
P1.7	27	-	-	-	-	High Current	
P1.8	26	-	-	-	-	STD_INOU T	
P2.0	9	6	3	1	35	STD_INOU T/AN	
P2.1	10	7	4	2	36	STD_INOU T/AN	
P2.2	11	8	5	3	37	STD_IN/AN	

(表格续下页.....)

2 设备通用信息

表 5 (续) 封装引脚映射

Function	LQFP 64, VQFN 64	LQFP 48	VQFN 48	VQFN 40	TSSOP 38	Pad Type	Notes
P2.3	12	9	6	4	38	STD_IN/AN	
P2.4	13	10	7	5	1	STD_IN/AN	
P2.5	14	11	8	6	2	STD_IN/AN	
P2.6	15	12	9	7	3	STD_IN/AN	
P2.7	16	13	10	8	4	STD_IN/AN	
P2.8	17	14	11	9	5	STD_IN/AN	
P2.9	18	15	12	10	6	STD_IN/AN	
P2.10	19	16	13	11	7	STD_INOU T/AN	
P2.11	20	17	14	12	8	STD_INOU T/AN	
P2.12	21	18	15	-	-	STD_INOU T/AN	
P2.13	22	19	16	-	-	STD_INOU T/AN	
P3.0	36	29	28	-	-	STD_INOU T	
P3.1	37	-	-	-	-	STD_INOU T	
P3.2	38	-	-	-	-	STD_INOU T	
P3.3	39	-	-	-	-	STD_INOU T	
P3.4	40	-	-	-	-	STD_INOU T	
P4.0	59	-	-	-	-	STD_INOU T	
P4.1	60	47	-	-	-	STD_INOU T	
P4.2	61	48	-	-	-	STD_INOU T	
P4.3	62	1	-	-	-	STD_INOU T	
P4.4	63	-	47	-	-	STD_INOU T	
P4.5	64	-	48	-	-	STD_INOU T	

(表格续下页.....)

2 设备通用信息

表 5 (续) 封装引脚映射

Function	LQFP 64, VQFN 64	LQFP 48	VQFN 48	VQFN 40	TSSOP 38	Pad Type	Notes
P4.6	3	2	1	–	–	STD_INOUT	
P4.7	4	3	2	–	–	STD_INOUT	
P4.8	5	4	–	–	–	STD_INOUT	
P4.9	6	5	–	–	–	STD_INOUT	
P4.10	7	–	–	–	–	STD_INOUT	
P4.11	8	–	–	–	–	STD_INOUT	
VSS	23	20	17	13	9	Power	Supply GND, ADC reference GND
VDD	24	21	18	14	10	Power	Supply VDD, ADC reference voltage/ORC reference voltage
VDDP	25	28	19	15	10	Power	When VDD is supplied, VDDP has to be supplied with the same voltage.
VDDP	2	–	–	–	–	Power	I/O port supply
VDDP	35	–	27	–	–	Power	I/O port supply
VDDP	50	38	38	32	26	Power	I/O port supply
VSSP	1	–	–	–	–	Power	I/O port ground
VSSP	49	37	37	31	25	Power	I/O port ground
VSSP	Exp. Pad (in VQFN 64 only)	–	Exp. Pad	Exp. Pad	–	Power	Exposed Die Pad The exposed die pad is connected internally to VSSP. For proper operation, it is mandatory to connect the exposed pad to the board ground. For thermal aspects, please refer to the Package and Reliability chapter.

2.2.2 启动模式的端口引脚

端口功能可由所选的启动模式决定。启动模式类型通过 BMI 选择。表 6 显示用于各种启动模式的端口引脚。

表 6 启动模式的端口引脚

Pin	Boot	Boot Description
P0.13	CS(O)	SSC BSL mode
P0.14	SWDIO_0	Debug mode (SWD)
	SPD_0	Debug mode (SPD)
	RX/TX	ASC BSL half-duplex mode
	RX	ASC BSL full-duplex mode
	RX	CAN BSL mode
	SCLK(O)	SSC BSL mode
P0.15	SWDCLK_0	Debug mode (SWD)
	TX	ASC BSL full-duplex mode
	TX	CAN BSL mode
	DATA(I/O)	SSC BSL mode
P1.2	SWDCLK_1	Debug mode (SWD)
	TX	ASC BSL full-duplex mode
	TX	CAN BSL mode
P1.3	SWDIO_1	Debug mode (SWD)
	SPD_1	Debug mode (SPD)
	RX/TX	ASC BSL half-duplex mode
	RX	ASC BSL full-duplex mode
	RX	CAN BSL mode
P4.6	HWCON0	Boot Pins (Boot from pins mode must be selected)
P4.7	HWCON1	

2.2.3 端口 I/O 功能描述

以下通用构建块用于描述每个 PORT 引脚的 I/O 功能：

表 7 端口 I/O 功能描述

Function	Outputs		Inputs	
	ALT1	ALTn	Input	Input
P0.0		MODA.OUT	MODC.INA	
Pn.y	MODA.OUT		MODA.INA	MODC.INB

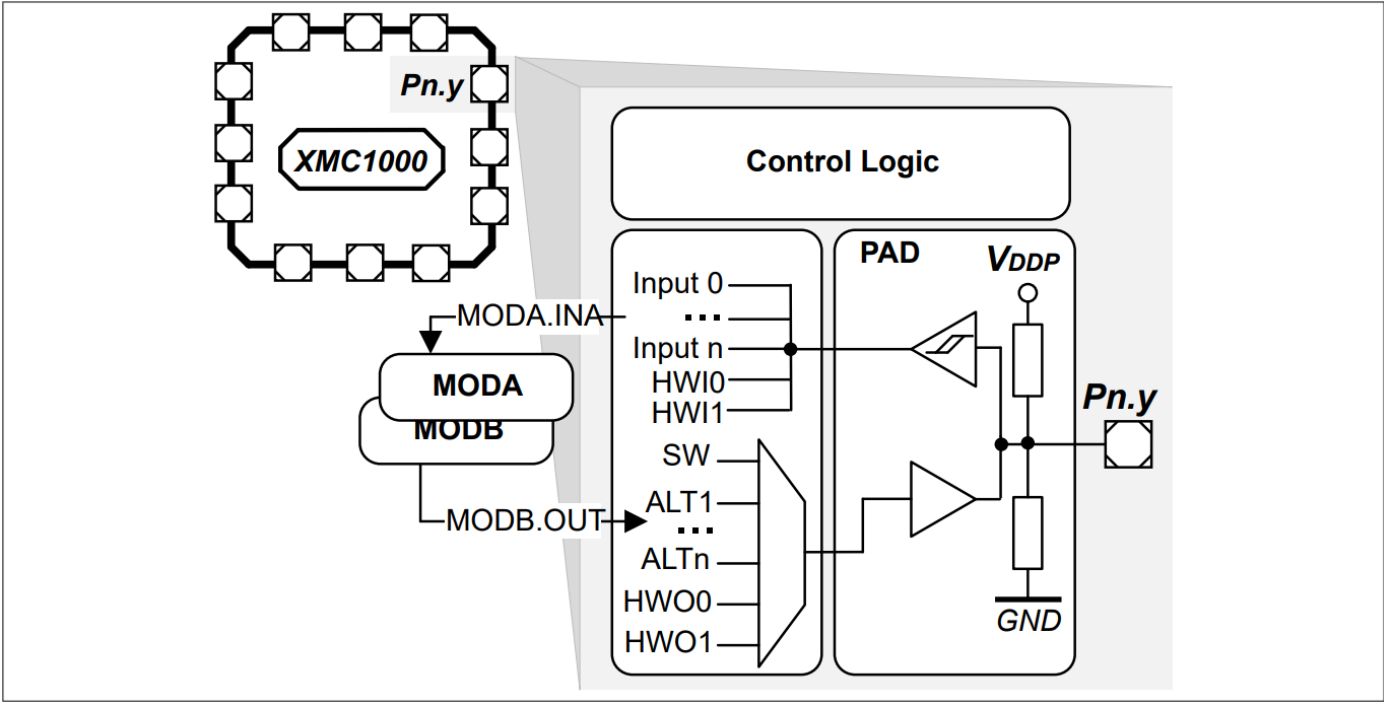


图 12 简化的端口结构

Pn.y 是端口引脚名称，定义与其相关的控制和数据位/寄存器。作为 GPIO，该端口受软件控制。其输入值通过 Pn_IN.y 读取，Pn_OUT 定义其输出值。

最多可以将九个备用输出功能（ALT1 到 ALT9）映射到单个端口引脚，由 Pn_IOC.R.PC 选择。输出值直接由相应模块驱动，引脚特性由端口寄存器控制（在所连接焊盘的限制范围内）。

端口引脚输入可以连接多个外设。大多数外设都有一个输入多路复用器，可以在不同的可能输入源之间进行选择。

当引脚配置为输出时，输入路径也处于活动状态。这允许将输出反馈至片上资源，而无需浪费额外的外部引脚。

请参阅表 9 完整的端口 I/O 功能映射。

2.2.4 硬件控制 I/O 功能描述

以下通用构建块用于描述每个 PORT 引脚的硬件 I/O 和上拉控制功能：

表 8 硬件控制 I/O 功能描述

Function	Outputs	Inputs	Pull Control	
	HWO0	HWI0	HW0_PD	HW0_PU
P0.0	MODB.OUT	MODB.INA		
Pn.y			MODC.OUT	MODC.OUT

通过 Pn_HWSEL，可以在不同的硬件“主机”（HWO0/HWI0，HWO1/HWI1）之间进行选择。选定的外设可以控制引脚。硬件控制否决相应端口引脚寄存器中的设置。可以利用外设控制的附加硬件信号 HWO_PD/HW1_PD 和 HWO_PU/HW1_PU 来控制引脚的上拉设备。

请参阅表 10 用于完整的硬件 I/O 和上拉控制功能映射。

表9 端口 I/O 功能

Function	Outputs									Inputs											
	ALT1	ALT2	ALT3	ALT4	ALT5	ALT6	ALT7	ALT8	ALT9	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input
P0.0	ERU 0.P DO UT0	LED TS0 .LIN E7	ERU 0.G OUT 0	CCU 40. OUT 0	CCU 80. OUT 00	USI C0_ CH0 .SE LO0	USI C0_ CH1 .SE LO0	CCU 81. OUT 00	USI C1_ CH1 .DO UT0	BCC U0. TRAP IN B	CCU4 0.I N0AC					USIC 1_ CH1. DX 0A	USIC 0_ CH0. D X2A		USIC 0_ CH1. DX 2A		
P0.1	ERU 0.P DO UT1	LED TS0 .LIN E6	ERU 0.G OUT 1	CCU 40. OUT 1	CCU 80. OUT 01	BCC U0. OUT 8	SCU .VD ROP	USI C1_ CH1 .SC LKO UT	USI C1_ CH1 .DO UT0		CCU4 0.I N1AC					USIC 1_ CH1. DX 0B	USIC 1_ CH1. D X1A				
P0.2	ERU 0.P DO UT2	LED TS0 .LIN E5	ERU 0.G OUT 2	CCU 40. OUT 2	CCU 80. OUT 02	VAD C0. EM UX0 2	CCU 80. OUT 10	USI C1_ CH0 .SC LKO UT	USI C1_ CH0 .DO UT0		CCU4 0.I N2AC					USIC 1_ CH0. DX 0A	USIC 1_ CH0. D X1A				
P0.3	ERU 0.P DO UT3	LED TS0 .LIN E4	ERU 0.G OUT 3	CCU 40. OUT 3	CCU 80. OUT 03	VAD C0. EM UX0 1	CCU 80. OUT 11	USI C1_ CH1 .SC LKO UT	USI C1_ CH0 .DO UT0		CCU4 0.I N3AC					USIC 1_ CH0. DX 0B					

(表格续下页...)

表9 (续) 端口 I/O 功能

Function	Outputs									Inputs											
	ALT1	ALT2	ALT3	ALT4	ALT5	ALT6	ALT7	ALT8	ALT9	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input
P0.4	BCC U0. OUT 0	LED TS0 .LIN E3	LED TS0 .CO L3	CCU 40. OUT 1	CCU 80. OUT 13	VAD C0. EM UX0 0	WW DT. SER VIC E_O UT	USI C1_ CH1 .SE LOO	CAN .NO _TX D			CCU4 1.I N0AB	CCU8 0.I N0AB							CAN. NO _RXD A	
P0.5	BCC U0. OUT 1	LED TS0 .LIN E2	LED TS0 .CO L2	CCU 40. OUT 0	CCU 80. OUT 12	ACM P2. OUT	CCU 80. OUT 01	VAD C0. EM UX1 0_T XD	CAN .NO			CCU4 1.I N1AB	CCU8 0.I N1AB							CAN. NO _RXD B	
P0.6	BCC U0. OUT 2	LED TS0 .LIN E1	LED TS0 .CO L1	CCU 40. OUT 0	CCU 80. OUT 11	USI C0_ CH1 .MC LKO UT	USI C0_ CH1 .DO UT0	VAD C0. EM UX1 1	CCU 41. OUT 0		CCU4 0.I N0AB	CCU4 1.I N2AB						USIC 0_ CH1. DX 0C			
P0.7	BCC U0. OUT 3	LED TS0 .LIN E0	LED TS0 .CO L0	CCU 40. OUT 1	CCU 80. OUT 10	USI C0_ CH0 .SC LKO UT	USI C0_ CH1 .DO UT0	VAD C0. EM UX1 2	CCU 41. OUT 1		CCU4 0.I N1AB	CCU4 1.I N3AB					USIC 0_ CH0. D X1C	USIC 0_ CH1. DX 0D	USIC 0_ CH1. DX 1C		

(表格续下页...)

表9 (续) 端口 I/O 功能

Function	Outputs									Inputs											
	ALT1	ALT2	ALT3	ALT4	ALT5	ALT6	ALT7	ALT8	ALT9	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input
P0.8 / RTC_XTAL1	BCC U0. OUT 4	LED TS1 .LIN E0	LED TS0 .CO LA	CCU 40. OUT 2	CCU 80. OUT 20	USI CO_ CH0 .SC LKO UT	USI CO_ CH1 .SC LKO UT	CCU 81. OUT 20	CCU 41. OUT 2		CCU4 0.I N2AB							USIC 0_ CH0. D X1B		USIC 0_ CH1. DX 1B	
P0.9 / RTC_XTAL2	BCC U0. OUT 5	LED TS1 .LIN E1	LED TS0 .CO L6	CCU 40. OUT 3	CCU 80. OUT 21	USI CO_ CH0 .SE LO0	USI CO_ CH1 .SE LO0	CCU 81. OUT 21	CCU 41. OUT 3		CCU4 0.I N3AB							USIC 0_ CH0. D X2B		USIC 0_ CH1. DX 2B	
P0.1 0/ XTAL 1	BCC U0. OUT 6	LED TS1 .LIN E2	LED TS0 .CO L5	ACM P0. OUT	CCU 80. OUT 22	USI CO_ CH0 .SE LO1	USI CO_ CH1 .SE LO1	CCU 81. OUT 22					CCU8 0.I N2AB	CCU8 1.I N2AB				USIC 0_ CH0. D X2C		USIC 0_ CH1. DX 2C	
P0.1 1/ XTAL 2	BCC U0. OUT 7	LED TS1 .LIN E3	LED TS0 .CO L4	USI CO_ CH0 .MC LKO UT	CCU 80. OUT 23	USI CO_ CH0 .SE LO2	USI CO_ CH1 .SE LO2	CCU 81. OUT 23										USIC 0_ CH0. D X2D		USIC 0_ CH1. DX 2D	
P0.1 2	BCC U0. OUT 6	LED TS1 .LIN E4	LED TS0 .CO L3	LED TS1 .CO L3	CCU 80. OUT 33	USI CO_ CH0 .SE LO3	CCU 80. OUT 20		CAN .N1 _TX D	BCC U0. TRAP IN A	CCU4 0.I N0AA	CCU4 0.I N1AA	CCU4 0.I N2AA	CCU8 1.I N0AU	CCU4 0.I N3AA	CCU8 0.I N0AA	USIC 0_ CH0. D X2E	CCU8 0.I N1AA	CCU8 0.I N2AA	CAN. N1 _RXD A	CCU8 0.I N3AA

(表格续下页.....)

表9 (续) 端口 I/O 功能

Function	Outputs									Inputs											
	ALT1	ALT2	ALT3	ALT4	ALT5	ALT6	ALT7	ALT8	ALT9	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input
P0.1 3	WW DT. SER VIC E_O UT	LED TS1 .LIN E5	LED TS0 .CO L2	LED TS1 .CO L2	CCU 80. OUT 32	USI CO_ CH0 .SE LO4	CCU 80. OUT 21		CAN .N1 _TX D				CCU8 0.I N3AB	CCU8 1.I N1AU	POSI F0. IN0B		USIC 0_ CH0. D X2F			CAN. N1 _RXD B	
P0.1 4	BCC U0. OUT 7	LED TS1 .LIN E6	LED TS0 .CO L1	LED TS1 .CO L1	CCU 80. OUT 31	USI CO_ CH0 .DO UT0	USI CO_ CH0 .SC LKO UT		CAN .N0 _TX D					CCU8 1.I N2AU	POSI F0. IN1B	USIC 0_ CH0. DX 0A	USIC 0_ CH0. D X1A	USIC 1_ CH1. DX 5B		CAN. N0 _RXD C	
P0.1 5	BCC U0. OUT 8	LED TS1 .LIN E7	LED TS0 .CO L0	LED TS1 .CO L0	CCU 80. OUT 30	USI CO_ CH0 .DO UT0	USI CO_ CH1 .MC LKO UT		CAN .N0 _TX D					CCU8 1.I N3AU	POSI F0. IN2B	USIC 0_ CH0. DX 0B		USIC 1_ CH1. DX 3B	USIC 1_ CH1. DX 4B	CAN. N0 _RXD D	
P1.0	BCC U0. OUT 0	CCU 40. OUT 0	LED TS0 .CO L0	LED TS1 .CO LA	CCU 80. OUT 00	ACM P1. OUT	USI CO_ CH0 .DO UT0	CCU 81. OUT 00	CAN .N0 _TX D						POSI F0. IN2A	USIC 0_ CH0. DX 0C				CAN. N0 _RXD G	

(表格续下页.....)

表9 (续) 端口 I/O 功能

Function	Outputs									Inputs											
	ALT1	ALT2	ALT3	ALT4	ALT5	ALT6	ALT7	ALT8	ALT9	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input
P1.1	ERU 1.P DO UT1	CCU 40. OUT 1	LED TS0 .CO L1	LED TS1 .CO L0	CCU 80. OUT 01	USI CO_ CH0 .DO UT0	USI CO_ CH1 .SE LO0	CCU 81. OUT 01	CAN .N0 _TX D						POSI F0. IN1A	USIC 0_ CH0. DX 0D	USIC 0_ CH0. D X1D		USIC 0_ CH1. DX 2E	CAN. N0 _RXD H	
P1.2	ERU 1.P DO UT2	CCU 40. OUT 2	LED TS0 .CO L2	LED TS1 .CO L1	CCU 80. OUT 10	ACM P2. OUT	USI CO_ CH1 .DO UT0	CCU 81. OUT 10	CAN .N1 _TX D						POSI F0. IN0A			USIC 0_ CH1. DX 0B		CAN. N1 _RXD G	
P1.3	ERU 1.P DO UT3	CCU 40. OUT 3	LED TS0 .CO L3	LED TS1 .CO L2	CCU 80. OUT 11	USI CO_ CH1 .SC LKO UT	USI CO_ CH1 .DO UT0	CCU 81. OUT 11	CAN .N1 _TX D									USIC 0_ CH1. DX 0A	USIC 0_ CH1. DX 1A	CAN. N1 _RXD H	
P1.4	ERU 1.P DO UT0	USI CO_ CH1 .SC LKO UT	LED TS0 .CO L4	LED TS1 .CO L3	CCU 80. OUT 20	USI CO_ CH0 .SE LO0	USI CO_ CH1 .SE LO1	CCU 81. OUT 20	CCU 41. OUT 0							USIC 0_ CH0. DX 5E		USIC 0_ CH1. DX 5E			
P1.5	ERU 1.P DO UT1	USI CO_ CH0 .DO UT0	LED TS0 .CO LA	BCC U0. OUT 1	CCU 80. OUT 21	USI CO_ CH0 .SE LO1	USI CO_ CH1 .SE LO2	CCU 81. OUT 21	CCU 41. OUT 1									USIC 0_ CH1. DX 5F			

(表格续下页.....)

表9 (续) 端口 I/O 功能

Function	Outputs									Inputs											
	ALT1	ALT2	ALT3	ALT4	ALT5	ALT6	ALT7	ALT8	ALT9	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input	
P1.6	ERU 1.P DO UT2	USI CO_ CH1 .DO UT0	LED TS0 .CO L5	USI CO_ CH0 .SC LKO UT	BCC U0. OUT 2	USI CO_ CH0 .SE LO2	USI CO_ CH1 .SE LO3	CCU 81. OUT 30	CCU 41. OUT 2						POSI F1. IN2A	USIC 0_ CH0. DX 5F					
P1.7	BCC U0. OUT 8	CCU 40. OUT 3	LED TS0 .CO L6	LED TS1 .CO L4		ACM P3. OUT	ERU 1.P DO UT3	CCU 81. OUT 31	CCU 41. OUT 3						POSI F1. IN1A	USIC 1_ CH0. DX 5B			USIC 1_ CH1. DX 2C		
P1.8	BCC U0. OUT 0	CCU 40. OUT 0	USI C1_ CH1 .SC LKO UT	VAD C0. EM UX0 2		ACM P1. OUT	ERU 1.P DO UT0	CCU 81. OUT 32							POSI F1. IN0A	USIC 1_ CH0. DX 3B	USIC 1_ CH0. D X4B		USIC 1_ CH1. DX 1C		
P2.0	ERU 0.P DO UT3	CCU 40. OUT 0	ERU 0.G OUT 3	LED TS1 .CO L5	CCU 80. OUT 20	USI CO_ CH0 .DO UT0	USI CO_ CH0 .SC LKO UT	CCU 81. OUT 20	CAN .NO _TX D		VADC 0. G0C H5					USIC 0_ CH0. DX 0E	USIC 0_ CH0. D X1E		USIC 0_ CH1. DX 2F	CAN. NO _RXD E	ERU0 .0 B0

(表格续下页.....)

表9 (续) 端口 I/O 功能

Function	Outputs									Inputs											
	ALT1	ALT2	ALT3	ALT4	ALT5	ALT6	ALT7	ALT8	ALT9	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input
P2.1	ERU 0.P DO UT2	CCU 40. OUT 1	ERU 0.G OUT 2	LED TS1 .CO L6	CCU 80. OUT 21	USI CO_ CH0 .DO UT0	USI CO_ CH1 .SC LKO UT	CCU 81. OUT 21	CAN .NO _TX D	ACM P2.I NP	VADC 0. G0C H6					USIC 0_ CH0. DX 0F		USIC 0_ CH1. DX 3A	USIC 0_ CH1. DX 4A	CAN. NO _RXD F	ERU0 .1 B0
P2.2										ACM P2.I NN	VADC 0. G0C H7		ORC0 .AI N	USIC 1_ CH0. DX 5E		USIC 0_ CH0. DX 3A	USIC 0_ CH0. D X4A	USIC 0_ CH1. DX 5A			ERU0 .0 B1
P2.3												VADC 0. G1C H5	ORC1 .AI N	USIC 1_ CH0. DX 3E	USIC 1_ CH0. DX 4E	USIC 1_ CH1. DX 5C	USIC 0_ CH0. D X5B	USIC 0_ CH1. DX 3C	USIC 0_ CH1. DX 4C		ERU0 .1 B1
P2.4												VADC 0. G1C H6	ORC2 .AI N	USIC 1_ CH1. DX 3C	USIC 1_ CH1. DX 4C	USIC 0_ CH0. DX 3B	USIC 0_ CH0. D X4B	USIC 1_ CH0. DX 5F	USIC 0_ CH1. DX 5B		ERU0 .0 A1
P2.5												VADC 0. G1C H7	ORC3 .AI N	USIC 1_ CH1. DX 5D		USIC 0_ CH0. DX 5D		USIC 0_ CH1. DX 3E	USIC 0_ CH1. DX 4E		ERU0 .1 A1

(表格续下页.....)

表9 (续) 端口 I/O 功能

Function	Outputs									Inputs											
	ALT1	ALT2	ALT3	ALT4	ALT5	ALT6	ALT7	ALT8	ALT9	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input
P2.6										ACM P1.I NN	VADC 0. G0C H0		ORC4 .AI N	USIC 1_ CH1. DX 3E	USIC 1_ CH1. DX 4E	USIC 0_ CH0. DX 3E	USIC 0_ CH0. D X4E	USIC 0_ CH1. DX 5D			ERU0 .2 A1
P2.7										ACM P1.I NP		VADC 0. G1C H1	ORC5 .AI N	USIC 1_ CH1. DX 5E		USIC 0_ CH0. DX 5C		USIC 0_ CH1. DX 3D	USIC 0_ CH1. DX 4D		ERU0 .3 A1
P2.8										ACM P0.I NN	VADC 0. G0C H1	VADC 0. G1C H0	ORC6 .AI N			USIC 0_ CH0. DX 3D	USIC 0_ CH0. D X4D	USIC 0_ CH1. DX 5C			ERU0 .3 B1
P2.9										ACM P0.I NP	VADC 0. G0C H2	VADC 0. G1C H4	ORC7 .AI N			USIC 0_ CH0. DX 5A		USIC 0_ CH1. DX 3B	USIC 0_ CH1. DX 4B		ERU0 .3 B0
P2.10	ERU 0.P DO UT1	CCU 40. OUT 2	ERU 0.G OUT 1	LED TS1 .CO L4	CCU 80. OUT 30	ACM P0. OUT	USI C0_ CH1 .DO UT0		CAN .N1 _TX D		VADC 0. G0C H3	VADC 0. G1C H2				USIC 0_ CH0. DX 3C	USIC 0_ CH0. D X4C	USIC 0_ CH1. DX 0F		CAN. N1 _RXD E	ERU0 .2 B0

(表格续下页.....)

表9 (续) 端口 I/O 功能

Function	Outputs									Inputs											
	ALT1	ALT2	ALT3	ALT4	ALT5	ALT6	ALT7	ALT8	ALT9	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input
P2.1 1	ERU O.P DO UT0	CCU 40. OUT 3	ERU O.G OUT 0	LED TS1 .CO L3	CCU 80. OUT 31	USI CO_ CH1 .SC LKO UT	USI CO_ CH1 .DO UT0		CAN .N1 _TX D	ACM P.R EF	VADC 0. GO C H4	VADC 0. G1 C H3						USIC 0_ CH1. DX 0E	USIC 0_ CH1. DX 1E	CAN. N1 _RXD F	ERU0 .2 B1
P2.1 2	BCC U0. OUT 3	VAD C0. EM UX0 0CH 0.S C	USI C1_ LKO UT	USI C1_ CH1 .SC LKO UT		ACM P2. OUT	USI C1_ CH1 .DO UT0	LED TS2 .CO L6		ACM P3.I NN						USIC 1_ CH0. DX 3A	USIC 1_ CH0. D X4A	USIC 1_ CH1. DX 0C	USIC 1_ CH1. DX 1B		ERU1 .3 A2
P2.1 3	BCC U0. OUT 4	CCU 40. OUT 3	USI C1_ CH0 .MC LKO UT	CCU 81. OUT 31		VAD C0. EM UX0 1	USI C1_ CH1 .DO UT0	CCU 81. OUT 33	CCU 41. OUT 3	ACM P3.I NP						USIC 1_ CH0. DX 5A		USIC 1_ CH1. DX 0D			ERU1 .3 A3
P3.0	BCC U0. OUT 0	USI C1_ CH1 .DO UT0	USI C1_ CH1 .SC LKO UT	LED TS2 .CO LA	CCU 80. OUT 21	ACM P1. OUT	USI C1_ CH0 .SE LO1	CCU 81. OUT 21	CCU 41. OUT 0	BCC U0. TRAP IN C	CCU4 1.I N0AA	CCU4 1.I N1AA	CCU4 1.I N2AA	CCU4 1.I N3AA	CCU8 1.I N0AA	CCU8 1.I N1AA	CCU8 1. IN2A A	USIC 1_ CH1. DX 0E	USIC 1_ CH1. DX 1D	CCU8 1.I N3AA	ERU1 .0 A1

(表格续下页.....)

表9 (续) 端口 I/O 功能

Function	Outputs									Inputs										
	ALT1	ALT2	ALT3	ALT4	ALT5	ALT6	ALT7	ALT8	ALT9	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input
P3.1	BCC U0. OUT 1	USI C1_ CH1 .DO UT0		LED TS2 .CO L0	CCU 80. OUT 20	ACM P3. OUT	USI C1_ CH0 .SE LO0	CCU 81. OUT 20	CCU 41. OUT 1								USIC 1_ CH0. D X2F	USIC 1_ CH1. DX 0F		ERU1 .1 A1
P3.2	BCC U0. OUT 2	USI C1_ CH1 .SC LKO UT		LED TS2 .CO L1	CCU 80. OUT 11	ACM P2. OUT	USI C1_ CH0 .SC LKO UT	CCU 81. OUT 11	CCU 41. OUT 2							USIC 1_ CH0. DX 3C	USIC 1_ CH0. D X4C	USIC 1_ CH1. DX 3D	USIC 1_ CH1. DX 4D	ERU1 .2 A1
P3.3	BCC U0. OUT 5	USI C1_ CH0 .DO UT0		LED TS2 .CO L2	CCU 80. OUT 10	ACM P0. OUT	USI C1_ CH1 .SE LO0	CCU 81. OUT 10	CCU 41. OUT 3							USIC 1_ CH0. DX 0E			USIC 1_ CH1. DX 2A	ERU1 .1 A3
P3.4	BCC U0. OUT 6	USI C1_ CH0 .DO UT0	USI C1_ CH0 .SC LKO UT	LED TS2 .CO L3	CCU 80. OUT 01	USI C1_ CH1 .MC LKO UT	USI C1_ CH1 .SE LO1	CCU 81. OUT 01								USIC 1_ CH0. DX 0F	USIC 1_ CH0. D X1E		USIC 1_ CH1. DX 2B	ERU1 .2 A3
P4.0	BCC U0. OUT 0	ERU 1.P DO UT0	LED TS2 .CO L5	ERU 1.G OUT 0	CCU 40. OUT 0	ACM P1. OUT	USI C1_ CH1 .SE LO1	CCU 81. OUT 10	CCU 41. OUT 0		CCU4 0.I N0BA	CCU4 1.I N0AC	CCU8 0.I N0AU			USIC 1_ CH0. DX 3D	USIC 1_ CH0. D X4D			

(表格续下页.....)

表9 (续) 端口 I/O 功能

Function	Outputs									Inputs										
	ALT1	ALT2	ALT3	ALT4	ALT5	ALT6	ALT7	ALT8	ALT9	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input
P4.1	BCC U0. OUT 8	ERU 1.P DO UT1	LED TS2 .CO L4	ERU 1.G OUT 1	CCU 40. OUT 1	ACM P3. OUT	USI C1_ CH1 .SE LO2	CCU 81. OUT 11	CCU 41. OUT 1		CCU4 0.I N1BA	CCU4 1.I N1AC	CCU8 0.I N1AU		POSI F1. IN0B	USIC 1_ CH0. DX 5C				
P4.2	BCC U0. OUT 4	ERU 1.P DO UT2	CCU 81. OUT 20	ERU 1.G OUT 2	CCU 40. OUT 2	ACM P2. OUT	USI C1_ CH1 .SE LO3	CCU 81. OUT 12	CCU 41. OUT 2		CCU4 0.I N2BA	CCU4 1.I N2AC	CCU8 0.I N2AU	CCU8 1.I N1AB	POSI F1. IN1B	USIC 1_ CH0. DX 5D				
P4.3	BCC U0. OUT 5	ERU 1.P DO UT3	CCU 81. OUT 21	ERU 1.G OUT 3	CCU 40. OUT 3	ACM P0. OUT	USI C1_ CH0 .SC LKO UT	CCU 81. OUT 13	CCU 41. OUT 3		CCU4 0.I N3BA	CCU4 1.I N3AC	CCU8 0.I N3AU		POSI F1. IN2B		USIC 1_ CH0. D X1B			
P4.4	BCC U0. OUT 0	LED TS2 .LIN E0		LED TS1 .CO LA	CCU 80. OUT 00	USI C1_ CH0 .DO UT0		CCU 81. OUT 00	CCU 41. OUT 0			CCU4 1.I N0AV				USIC 1_ CH0. DX 0C		USIC 1_ CH1. DX 5F		ERU1 .0 A2
P4.5	BCC U0. OUT 8	LED TS2 .LIN E1		LED TS1 .CO L6	CCU 80. OUT 01	USI C1_ CH0 .DO UT0	USI C1_ CH0 .SC LKO UT	CCU 81. OUT 01	CCU 41. OUT 1			CCU4 1.I N1AV				USIC 1_ CH0. DX 0D	USIC 1_ CH0. D X1C			ERU1 .1 A2

(表格续下页.....)

表9 (续) 端口 I/O 功能

Function	Outputs									Inputs										
	ALT1	ALT2	ALT3	ALT4	ALT5	ALT6	ALT7	ALT8	ALT9	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input
P4.6	BCC U0. OUT 2	LED TS2 .LIN E2	CCU 81. OUT 10	LED TS1 .CO L5	CCU 80. OUT 10		USI C1_ CH0 .SC LKO UT	CCU 81. OUT 02	CCU 41. OUT 2			CCU4 1.I N2AV		CCU8 1.I N0AB			USIC 1_ CH0. D X1D			ERU1 .2 A2
P4.7	BCC U0. OUT 5	LED TS2 .LIN E3	CCU 81. OUT 11	LED TS1 .CO L4	CCU 80. OUT 11		USI C1_ CH0 .SE LO0	CCU 81. OUT 03	CCU 41. OUT 3			CCU4 1.I N3AV					USIC 1_ CH0. D X2A			ERU1 .0 A3
P4.8	BCC U0. OUT 7	LED TS2 .LIN E4	LED TS2 .CO L3	LED TS1 .CO L3	CCU 80. OUT 30	CCU 40. OUT 0	USI C1_ CH0 .SE LO1	CCU 81. OUT 30	CAN .N1 _TX D		CCU4 0.I N0AV	CCU4 1.I N0BA					USIC 1_ CH0. D X2B		CAN. N1 _RXD C	
P4.9	BCC U0. OUT 3	LED TS2 .LIN E5	LED TS2 .CO L2	LED TS1 .CO L2	CCU 80. OUT 31	CCU 40. OUT 1	USI C1_ CH0 .SE LO2	CCU 81. OUT 31	CAN .N1 _TX D		CCU4 0.I N1AV	CCU4 1.I N1BA					USIC 1_ CH0. D X2C		CAN. N1 _RXD D	
P4.1 0		LED TS2 .LIN E6	LED TS2 .CO L1	LED TS1 .CO L1	CCU 80. OUT 00	CCU 40. OUT 2	USI C1_ CH0 .SE LO3	CCU 81. OUT 32	CCU 81. OUT 00	BCC U0. TRAP IN D	CCU4 0.I N2AV	CCU4 1.I N2BA		CCU8 1.I N3AB			USIC 1_ CH0. D X2D	USIC 1_ CH1. DX 5A		

(表格续下页.....)



2 设备通用信息

表9 (续) 端口 I/O 功能

Function	Outputs									Inputs											
	ALT1	ALT2	ALT3	ALT4	ALT5	ALT6	ALT7	ALT8	ALT9	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input	Input
P4.1 1		LED TS2 .LIN E7	LED TS2 .CO L0	LED TS1 .CO L0	CCU 80. OUT 01	CCU 40. OUT 3	USI C1_ CH0 .SE LO4	CCU 81. OUT 33	CCU 81. OUT 01		CCU4 0.I N3AV	CCU4 1.I N3BA					USIC 1_ CH0. D X2E	USIC 1_ CH1. DX 3A	USIC 1_ CH1. DX 4A		

表10 硬件 I/O 控制功能

Function	Outputs	Outputs	Inputs	Inputs	Pull Control	Pull Control	Pull Control	Pull Control
	HWO0	HWO1	HWI0	HWI1	HW0_PD	HW0_PU	HW1_PD	HW1_PU
P0.0	LEDTS0.EXTENDED 7		LEDTS0.TSI N7	LEDTS0.TSI N7	Reserved for LEDTS Scheme A: pull-down disabled always	Reserved for LEDTS Scheme A: pull-down enabled always	Reserved for LEDTS Scheme B: pull-up enabled and pull-down disabled, and vice versa	
P0.1	LEDTS0.EXTENDED 6		LEDTS0.TSI N6	LEDTS0.TSI N6				
P0.2	LEDTS0.EXTENDED 5		LEDTS0.TSI N5	LEDTS0.TSI N5				
P0.3	LEDTS0.EXTENDED 4		LEDTS0.TSI N4	LEDTS0.TSI N4				
P0.4	LEDTS0.EXTENDED 3		LEDTS0.TSI N3	LEDTS0.TSI N3				
P0.5	LEDTS0.EXTENDED 2		LEDTS0.TSI N2	LEDTS0.TSI N2				
P0.6	LEDTS0.EXTENDED 1		LEDTS0.TSI N1	LEDTS0.TSI N1				
P0.7	LEDTS0.EXTENDED 0		LEDTS0.TSI N0	LEDTS0.TSI N0				
P0.8	LEDTS1.EXTENDED 0		LEDTS1.TSI N0	LEDTS1.TSI N0				

(表格续下页...)

表10 (续) 硬件 I/O 控制功能

Function	Outputs	Outputs	Inputs	Inputs	Pull Control	Pull Control	Pull Control	Pull Control
	HWO0	HWO1	HWI0	HWI1	HW0_PD	HW0_PU	HW1_PD	HW1_PU
P0.9	LEDTS1.EXTENDED 1		LEDTS1.TSI N1	LEDTS1.TSI N1				
P0.10	LEDTS1.EXTENDED 2		LEDTS1.TSI N2	LEDTS1.TSI N2				
P0.11	LEDTS1.EXTENDED 3		LEDTS1.TSI N3	LEDTS1.TSI N3				
P0.12	LEDTS1.EXTENDED 4		LEDTS1.TSI N4	LEDTS1.TSI N4				
P0.13	LEDTS1.EXTENDED 5		LEDTS1.TSI N5	LEDTS1.TSI N5				
P0.14	LEDTS1.EXTENDED 6		LEDTS1.TSI N6	LEDTS1.TSI N6				
P0.15	LEDTS1.EXTENDED 7		LEDTS1.TSI N7	LEDTS1.TSI N7				
P1.0		USIC0_CH0 .DOUT0		USIC0_CH0 .HWIN0	$\overline{\text{BCCU0.OUT2}}$	BCCU0.OUT2		
P1.1		USIC0_CH0 .DOUT1		USIC0_CH0 .HWIN1	$\overline{\text{BCCU0.OUT3}}$	BCCU0.OUT3		
P1.2		USIC0_CH0 .DOUT2		USIC0_CH0 .HWIN2	$\overline{\text{BCCU0.OUT4}}$	BCCU0.OUT4		

(表格续下页...)

表10 (续) 硬件 I/O 控制功能

Function	Outputs	Outputs	Inputs	Inputs	Pull Control	Pull Control	Pull Control	Pull Control
	HWO0	HWO1	HWI0	HWI1	HW0_PD	HW0_PU	HW1_PD	HW1_PU
P1.3		USIC0_CH0 .DOUT3		USIC0_CH0 .HWIN3	$\overline{\text{BCCU0.OUT5}}$	BCCU0.OUT5		
P1.4					$\overline{\text{BCCU0.OUT6}}$	BCCU0.OUT6		
P1.5					$\overline{\text{BCCU0.OUT7}}$	BCCU0.OUT7		
P1.6					$\overline{\text{BCCU0.OUT8}}$	BCCU0.OUT8		
P1.7								
P1.8								
P2.0					$\overline{\text{BCCU0.OUT1}}$	BCCU0.OUT1		
P2.1					$\overline{\text{BCCU0.OUT6}}$	BCCU0.OUT6		
P2.2					$\overline{\text{BCCU0.OUT0}}$	BCCU0.OUT0	$\overline{\text{CCU40.OUT3}}$	CCU40.OUT3
P2.3					$\overline{\text{ACMP2.OUT}}$	ACMP2.OUT		
P2.4					$\overline{\text{BCCU0.OUT8}}$	BCCU0.OUT8		
P2.5					$\overline{\text{ACMP1.OUT}}$	ACMP1.OUT		
P2.6					$\overline{\text{BCCU0.OUT2}}$	BCCU0.OUT2	$\overline{\text{CCU40.OUT3}}$	CCU40.OUT3
P2.7					$\overline{\text{BCCU0.OUT8}}$	BCCU0.OUT8	$\overline{\text{CCU40.OUT3}}$	CCU40.OUT3
P2.8					$\overline{\text{BCCU0.OUT1}}$	BCCU0.OUT1	$\overline{\text{CCU40.OUT2}}$	CCU40.OUT2
P2.9					$\overline{\text{BCCU0.OUT7}}$	BCCU0.OUT7	$\overline{\text{CCU40.OUT2}}$	CCU40.OUT2
P2.10					$\overline{\text{BCCU0.OUT4}}$	BCCU0.OUT4		
P2.11					$\overline{\text{BCCU0.OUT5}}$	BCCU0.OUT5		
P2.12					$\overline{\text{BCCU0.OUT3}}$	BCCU0.OUT3	$\overline{\text{CCU41.OUT0}}$	CCU41.OUT0
P2.13					$\overline{\text{BCCU0.OUT4}}$	BCCU0.OUT4	$\overline{\text{CCU41.OUT2}}$	CCU41.OUT2

(表格续下页...)

表10 (续) 硬件 I/O 控制功能

Function	Outputs	Outputs	Inputs	Inputs	Pull Control	Pull Control	Pull Control	Pull Control
	HW00	HW01	HWI0	HWI1	HW0_PD	HW0_PU	HW1_PD	HW1_PU
P3.0								
P3.1		USIC1_CH0 .DOUT3		USIC1_CH0 .HWIN3				
P3.2		USIC1_CH0 .DOUT2		USIC1_CH0 .HWIN2				
P3.3		USIC1_CH0 .DOUT1		USIC1_CH0 .HWIN1				
P3.4		USIC1_CH0 .DOUT0		USIC1_CH0 .HWIN0				
P4.0								
P4.1								
P4.2								
P4.3								
P4.4	LEDTS2. EXTENDED 0		LEDTS2.TSI N0	LEDTS2.TSI N0	Reserved for LEDTS Scheme A: pull-down disabled always	Reserved for LEDTS Scheme A: pull-down enabled always	Reserved for LEDTS Scheme B: pull-up enabled and pull-down disabled, and vice versa	
P4.5	LEDTS2. EXTENDED 1		LEDTS2.TSI N1	LEDTS2.TSI N1				
P4.6	LEDTS2. EXTENDED 2		LEDTS2.TSI N2	LEDTS2.TSI N2				
P4.7	LEDTS2. EXTENDED 3		LEDTS2.TSI N3	LEDTS2.TSI N3				

(表格续下页...)



表10 （续）硬件 I/O 控制功能

Function	Outputs	Outputs	Inputs	Inputs	Pull Control	Pull Control	Pull Control	Pull Control
	HWO0	HWO1	HWI0	HWI1	HW0_PD	HW0_PU	HW1_PD	HW1_PU
P4.8	LEDTS2.EXTENDED 4		LEDTS2.TSI N4	LEDTS2.TSI N4				
P4.9	LEDTS2.EXTENDED 5		LEDTS2.TSI N5	LEDTS2.TSI N5				
P4.10	LEDTS2.EXTENDED 6		LEDTS2.TSI N6	LEDTS2.TSI N6				
P4.11	LEDTS2.EXTENDED 7		LEDTS2.TSI N7	LEDTS2.TSI N7				

3 电气参数

3 电气参数

本节提供针对 XMC1400 实施的特定电气参数。

3.1 常规参数

3.1.1 参数解释

本节列出的参数部分代表 XMC1400 的特性，部分代表其对系统的要求。为了帮助在评估设计时轻松解释参数，它们在“符号”列中用两个字母的缩写标记：

- **CC**

这些参数表明了**控制器参数**特性，这是 XMC1400 的一个显著特点，在系统设计中必须加以考虑

- **SR**

这些参数表明了**系统要求**，必须由采用 XMC1400 设计的应用系统提供。

3.1.2 绝对最大额定值

超过“绝对最大额定值”所列值的载荷可能会对器件造成永久性损坏。这仅仅是一个载荷额定值，并不意味着设备在这些条件下或任何其他高于本规范操作部分所示条件的情况下能够正常运行。暴露于绝对最大额定条件可能会影响器件的可靠性。

表 11 绝对最大额定参数

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note/Test Condition
		Min.	Typ.	Max.		
Junction temperature	T_J SR	-40	–	115	°C	–
Storage temperature	T_{ST} SR	-40	–	125	°C	–
Voltage on power supply pin with respect to V_{SSP}	V_{DDP} SR	-0.3	–	6	V	–
Voltage on digital pins with respect to V_{SSP} ¹⁾	V_{IN} SR	-0.5	–	$V_{DDP} + 0.5$ or max. 6	V	whichever is lower
Voltage on P2 pins with respect to V_{SSP} ²⁾	V_{INP2} SR	-0.3	–	$V_{DDP} + 0.3$	V	–
Voltage on analog input pins with respect to V_{SSP}	V_{AIN} V_{AREF} SR	-0.5	–	$V_{DDP} + 0.5$ or max. 6	V	whichever is lower
Input current on any pin during overload condition	I_{IN} SR	-10	–	10	mA	–
Absolute maximum sum of all input currents during overload condition	ΣI_{IN} SR	-50	–	+50	mA	–

1) 不包括端口引脚 P2.[1,2,6,7,8,9,11]。

2) 适用于端口引脚 P2.[1,2,6,7,8,9,11]。

3 电气参数

3.1.3 过载下的引脚可靠性

当接收来自高压设备的信号时，低压设备会出现超出其自身 IO 电源规格的过载电流和电压。

表 12 定义了过载条件，在满足以下所有条件的情况下不会对可靠性造成任何负面影响的：

- 不超过整个操作寿命
- 工作条件满足
 - 焊盘电源电平 (V_{DDP})
 - 温度

如果引脚电流超出工作条件但在过载条件下，则无法再保证该引脚的参数符合操作状况中的规定。在大多数情况下仍可运行，但参数要宽松。

注： 一个或多个引脚上的过载情况不需要复位。

注： 引脚处的串联电阻将电流限制为最大允许过载电流，足以处理电池短路等故障情况。

表 12 过载参数

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note/Test Condition
		Min.	Typ.	Max.		
Input current on any port pin during overload condition	I_{OV} SR	-5	–	5	mA	
Absolute sum of all input circuit currents during overload condition	I_{OVS} SR	–	–	25	mA	

图 13 显示了过载期间输入电流通过 ESD 保护结构的路径。接 V_{DDP} 和地的二极管是这些 ESD 保护结构的简化表示。

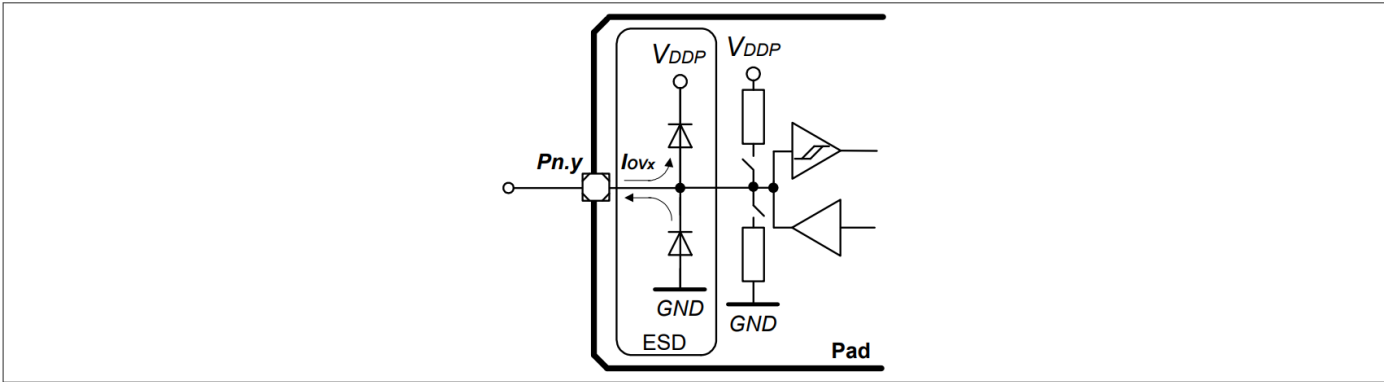


图 13 通过 ESD 结构的输入过载电流

3 电气参数

表 13 和表 14 列出在过载条件下可以达到的输入电压。请注意，过载时不得超过在绝对最大额定值中规定的绝对最大输入电压。

表 13 正过载 PN 结特性

Pad Type	$I_{OV} = 5 \text{ mA}$
Standard, High-current, AN/DIG_IN	$V_{IN} = V_{DDP} + 0.5 \text{ V}$ $V_{AIN} = V_{DDP} + 0.5 \text{ V}$ $V_{AREF} = V_{DDP} + 0.5 \text{ V}$
P2.[1,2,6;9,11]	$V_{INP2} = V_{DDP} + 0.3 \text{ V}$

表 14 负过载的 PN 结特性

Pad Type	$I_{OV} = 5 \text{ mA}$
Standard, High-current, AN/DIG_IN	$V_{IN} = V_{SS} - 0.5 \text{ V}$ $V_{AIN} = V_{SS} - 0.5 \text{ V}$ $V_{AREF} = V_{SS} - 0.5 \text{ V}$
P2.[1,2,6;9,11]	$V_{INP2} = V_{SS} - 0.3 \text{ V}$

3.1.4 工作条件

为了确保 XMC1400 的正确操作和可靠性，不得超过以下工作条件。除非另有说明，以下部分中指定的所有参数均指这些工作条件。

表 15 工作条件参数

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note/Test Condition
		Min.	Typ.	Max.		
Ambient Temperature	T_A SR	-40	–	85	°C	Temp. Range F
		-40	–	105	°C	Temp. Range X
Digital supply voltage ¹⁾	V_{DDP} SR	1.8	–	5.5	V	
Short circuit current of digital outputs	I_{SC} SR	-5	–	5	mA	
Absolute sum of short circuit currents of the device	ΣI_{SC_D} SR	–	–	25	mA	

1) 另请参阅电压监控阈值，第 3.3.2 节。

3 电气参数

3.2 直流参数

3.2.1 输入/输出特性

表 16 提供 XMC1400 的输入/输出引脚的特性。

注： 这些参数不适用于生产测试，但由设计和/或特性验证。

注： 除非另有说明，输入直流和交流特性（包括外围时序）均假设输入焊盘以标准滞后运行。

表 16 输入/输出特性（适用工作条件）

Parameter	Symbol	Limit Values		Unit	Note/Test Condition
		Min.	Max.		
Output low voltage on port pins (with standard pads)	$V_{OLP\ CC}$	–	1.0	V	$I_{OL} = 11\text{ mA}$ (5 V) $I_{OL} = 7\text{ mA}$ (3.3 V)
		–	0.4	V	$I_{OL} = 5\text{ mA}$ (5 V) $I_{OL} = 3.5\text{ mA}$ (3.3 V)
Output low voltage on high current pads	$V_{OLP1\ CC}$	–	1.0	V	$I_{OL} = 50\text{ mA}$ (5 V) $I_{OL} = 25\text{ mA}$ (3.3 V)
		–	0.32	V	$I_{OL} = 10\text{ mA}$ (5 V)
		–	0.4	V	$I_{OL} = 5\text{ mA}$ (3.3 V)
Output high voltage on port pins (with standard pads)	$V_{OHP\ CC}$	$V_{DDP} - 1.0$	–	V	$I_{OH} = -10\text{ mA}$ (5 V) $I_{OH} = -7\text{ mA}$ (3.3 V)
		$V_{DDP} - 0.4$	–	V	$I_{OH} = -4.5\text{ mA}$ (5 V) $I_{OH} = -2.5\text{ mA}$ (3.3 V)
Output high voltage on high current pads	$V_{OHP1\ CC}$	$V_{DDP} - 0.32$	–	V	$I_{OH} = -6\text{ mA}$ (5 V)
		$V_{DDP} - 1.0$	–	V	$I_{OH} = -8\text{ mA}$ (3.3 V)
		$V_{DDP} - 0.4$	–	V	$I_{OH} = -4\text{ mA}$ (3.3 V)
Input low voltage on port pins (Standard Hysteresis)	$V_{ILPS\ SR}$	–	$0.19 \times V_{DDP}$	V	CMOS Mode (5 V, 3.3 V & 2.2 V)
Input high voltage on port pins (Standard Hysteresis)	$V_{IHPS\ SR}$	$0.7 \times V_{DDP}$	–	V	CMOS Mode (5 V, 3.3 V & 2.2 V)
Input low voltage on port pins (Large Hysteresis)	$V_{ILPL\ SR}$	–	$0.08 \times V_{DDP}$	V	CMOS Mode (5 V, 3.3 V & 2.2 V)
Input high voltage on port pins (Large Hysteresis)	$V_{IHPL\ SR}$	$0.85 \times V_{DDP}$	–	V	CMOS Mode (5 V, 3.3 V & 2.2 V)
Rise/fall time on High Current Pad ¹⁾	$t_{HCPR}, t_{HCPF\ CC}$	–	9	ns	50 pF @ 5 V ²⁾
		–	12	ns	50 pF @ 3.3 V ³⁾

(表格续下页.....)

3 电气参数

表 16 (续) 输入/输出特性 (适用工作条件)

Parameter	Symbol	Limit Values		Unit	Note/Test Condition
		Min.	Max.		
		–	25	ns	50 pF @ 1.8 V ⁴⁾
Rise/fall time on Standard Pad ¹⁾	t_R, t_F CC	–	12	ns	50 pF @ 5 V ⁵⁾
		–	15	ns	50 pF @ 3.3 V ⁶⁾
		–	31	ns	50 pF @ 1.8 V ⁷⁾
Input Hysteresis on port pin except P2.3 - P2.9 ⁸⁾	HYS CC	$0.08 \times V_{DDP}$	–	V	CMOS Mode (5 V), Standard Hysteresis
		$0.03 \times V_{DDP}$	–	V	CMOS Mode (3.3 V), Standard Hysteresis
		$0.02 \times V_{DDP}$	–	V	CMOS Mode (2.2 V), Standard Hysteresis
		$0.5 \times V_{DDP}$	$0.75 \times V_{DDP}$	V	CMOS Mode (5 V), Large Hysteresis
		$0.4 \times V_{DDP}$	$0.75 \times V_{DDP}$	V	CMOS Mode (3.3 V), Large Hysteresis
		$0.2 \times V_{DDP}$	$0.65 \times V_{DDP}$	V	CMOS Mode (2.2 V), Large Hysteresis
Input Hysteresis on port pin P2.3 - P2.9 ⁸⁾	HYS_P2 CC	$0.08 \times V_{DDP}$	–	V	CMOS Mode (5 V), Standard Hysteresis
		$0.03 \times V_{DDP}$	–	V	CMOS Mode (3.3 V), Standard Hysteresis
		$0.02 \times V_{DDP}$	–	V	CMOS Mode (2.2 V), Standard Hysteresis
		$0.35 \times V_{DDP}$	$0.75 \times V_{DDP}$	V	CMOS Mode (5 V), Large Hysteresis
		$0.25 \times V_{DDP}$	$0.75 \times V_{DDP}$	V	CMOS Mode (3.3 V), Large Hysteresis
		$0.15 \times V_{DDP}$	$0.65 \times V_{DDP}$	V	CMOS Mode (2.2 V), Large Hysteresis
Pin capacitance (digital inputs/outputs)	C_{IO} CC	–	10	pF	
Pull-up current on port pins	I_{PUP} CC	–	–80	μA	$V_{IH,min}$ (5 V)
		–95	–	μA	$V_{IL,max}$ (5 V)
		–	–50	μA	$V_{IH,min}$ (3.3 V)
		–65	–	μA	$V_{IL,max}$ (3.3 V)
Pull-down current on port pins	I_{PDP} CC	–	40	μA	$V_{IL,max}$ (5 V)
		95	–	μA	$V_{IH,min}$ (5 V)

(表格续下页.....)

3 电气参数

表 16 (续) 输入/输出特性 (适用工作条件)

Parameter	Symbol	Limit Values		Unit	Note/Test Condition
		Min.	Max.		
		–	30	μA	$V_{IL,max}$ (3.3 V)
		60	–	μA	$V_{IH,min}$ (3.3 V)
Input leakage current except P0.11 ⁹⁾	I_{OZP} CC	-1	1	μA	$0 < V_{IN} < V_{DDP}$, $T_A \leq 105^\circ\text{C}$
Input leakage current for P0.11 ⁹⁾	I_{OZP1} CC	-10	1	μA	$0 < V_{IN} < V_{DDP}$, $T_A \leq 105^\circ\text{C}$
Voltage on any pin during V_{DDP} power off	V_{PO} SR	–	0.3	V	¹⁰⁾
Maximum current per pin (excluding P1, V_{DDP} and V_{SS})	I_{MP} SR	-10	11	mA	–
Maximum current per high current pins	I_{MP1A} SR	-10	50	mA	–
Maximum current into V_{DDP} (VQFN64, LQFP64)	I_{MVDD1} SR	–	520	mA	
Maximum current into V_{DDP} (VQFN48)	I_{MVDD2} SR	–	390	mA	
Maximum current into V_{DDP} (VQFN40)	I_{MVDD3} SR	–	260	mA	
Maximum current out of V_{SS} (VQFN64, LQFP64)	I_{MVSS1} SR	–	390	mA	
Maximum current out of V_{SS} (VQFN48)	I_{MVSS2} SR	–	260	mA	
Maximum current out of V_{SS} (VQFN40)	I_{MVSS3} SR	–	260	mA	

- 1) 上升/下降时间参数取自电源的 10% - 90%。
- 2) 在 5 V 电源电压下, $C_L = 50$ pF - $C_L = 100$ pF @ 0.150 ns/pF 的额外上升/下降时间。
- 3) 在 3.3 V 电源电压下, $C_L = 50$ pF - $C_L = 100$ pF @ 0.205 ns/pF 的额外上升/下降时间。
- 4) 在 1.8 V 电源电压下, $C_L = 50$ pF - $C_L = 100$ pF @ 0.445 ns/pF 的额外上升/下降时间。
- 5) 在 5 V 电源电压下, $C_L = 50$ pF - $C_L = 100$ pF @ 0.225 ns/pF 的额外上升/下降时间。
- 6) 在 3.3 V 电源电压下, $C_L = 50$ pF - $C_L = 100$ pF @ 0.288 ns/pF 的额外上升/下降时间。
- 7) 在 1.8 V 电源电压下, $C_L = 50$ pF - $C_L = 100$ pF @ 0.588 ns/pF 的额外上升/下降时间。
- 8) 实施滞后是为了避免亚稳态和由于内部地弹而引起的切换。不能保证它能抑制由于外部系统噪声而引起的切换。
- 9) 如果过载电流流过相邻引脚, 则会产生额外的误差电流 (I_{INJ})。
- 10) 然而, 对于具有严格低功耗电流要求的应用, 当 V_{DDP} 断电时, 任何 GPIO 引脚上都不得供应任何有源电压源。

3 电气参数

3.2.2 模数转换器 (ADC)

表 17 显示了模拟数字转换器 (ADC) 的特性。

注： 这些参数不适用于生产测试，但由设计和/或特性验证。

表 17 **ADC 参数 (适用工作条件) ¹⁾**

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note/Test Condition
		Min.	Typ.	Max.		
Supply voltage range (internal reference)	V_{DD_int} SR	2.0	–	3.0	V	SHSCFG.AREF = 11 _B ; CALCTR.CALGNSTC = 0C _H for f_{SH} = 32 MHz, 12 _H for f_{SH} = 48 MHz
		3.0	–	5.5	V	SHSCFG.AREF = 10 _B
Supply voltage range (external reference)	V_{DD_ext} SR	3.0	–	5.5	V	SHSCFG.AREF = 00 _B
Analog input voltage range	V_{AIN} SR	$V_{SSP} - 0.05$	–	$V_{DDP} + 0.05$	V	
Auxiliary analog reference ground ²⁾	V_{REFGND} SR	$V_{SSP} - 0.05$	–	1.0	V	G0CH0
		$V_{SSP} - 0.05$	–	0.2	V	G1CH0
Internal reference voltage (full scale value)	V_{REFINT} CC	5			V	
Switched capacitance of an analog input	C_{AINS} CC	–	1.2	2	pF	GNCTRxz.GAINy = 00 _B (unity gain)
		–	1.2	2	pF	GNCTRxz.GAINy = 01 _B (gain g1)
		–	4.5	6	pF	GNCTRxz.GAINy = 10 _B (gain g2)
		–	4.5	6	pF	GNCTRxz.GAINy = 11 _B (gain g3)
Total capacitance of an analog input	C_{AINT} CC	–	–	10	pF	
Total capacitance of the reference input	C_{AREFT} CC	–	–	10	pF	
Gain settings	G_{IN} CC	1			–	GNCTRxz.GAINy = 00 _B (unity gain)
		3			–	GNCTRxz.GAINy = 01 _B (gain g1)
		6			–	GNCTRxz.GAINy = 10 _B (gain g2)
		12			–	GNCTRxz.GAINy = 11 _B (gain g3)

(表格续下页.....)

3 电气参数

表 17 (续) ADC 参数 (适用工作条件) ¹⁾

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note/Test Condition
		Min.	Typ.	Max.		
Sample Time	$t_{\text{sample CC}}$	5	–	–	$1/f_{\text{ADC}}$	$V_{\text{DD}} = 5.0 \text{ V}$, $f_{\text{ADCI}} = 48 \text{ MHz}$
		3	–	–	$1/f_{\text{ADC}}$	$V_{\text{DD}} = 5.0 \text{ V}$, $f_{\text{ADCI}} = 32 \text{ MHz}$
		3	–	–	$1/f_{\text{ADC}}$	$V_{\text{DD}} = 3.3 \text{ V}$, $f_{\text{ADCI}} = 32 \text{ MHz}$
		30	–	–	$1/f_{\text{ADC}}$	$V_{\text{DD}} = 2.0 \text{ V}$, $f_{\text{ADCI}} = 32 \text{ MHz}$
Conversion time in fast compare mode	$t_{\text{CF CC}}$	9			$1/f_{\text{ADC}}$	³⁾
Conversion time in 12-bit mode	$t_{\text{C12 CC}}$	20			$1/f_{\text{ADC}}$	³⁾
Maximum sample rate in 12-bit mode ⁴⁾	$f_{\text{C12 CC}}$	–	–	$f_{\text{ADC}}/42.5$	–	1 sample pending
		–	–	$f_{\text{ADC}}/62.5$	–	2 samples pending
Conversion time in 10-bit mode	$t_{\text{C10 CC}}$	18			$1/f_{\text{ADC}}$	³⁾
Maximum sample rate in 10-bit mode ⁴⁾	$f_{\text{C10 CC}}$	–	–	$f_{\text{ADC}}/40.5$	–	1 sample pending
		–	–	$f_{\text{ADC}}/58.5$	–	2 samples pending
Conversion time in 8-bit mode	$t_{\text{C8 CC}}$	16			$1/f_{\text{ADC}}$	³⁾
Maximum sample rate in 8-bit mode ⁴⁾	$f_{\text{C8 CC}}$	–	–	$f_{\text{ADC}}/38.5$	–	1 sample pending
		–	–	$f_{\text{ADC}}/54.5$	–	2 samples pending
RMS noise ⁵⁾	$EN_{\text{RMS CC}}$	–	1.5	–	LSB12	DC input, SHSCFG.AREF = 00 _B , GNCTR _{xz} .GAIN _y = 00 _B (unity gain), $V_{\text{DD}} = 5.0 \text{ V}$, $V_{\text{AIN}} = 2.5 \text{ V}$, 25°C
DNL error	$EA_{\text{DNL CC}}$	–	±2.0	–	LSB12	
INL error	$EA_{\text{INL CC}}$	–	±4.0	–	LSB12	
Gain error with external reference	$EA_{\text{GAIN CC}}$	–	±0.5	–	%	SHSCFG.AREF = 00 _B (calibrated)
Gain error with internal reference ⁶⁾	$EA_{\text{GAIN CC}}$	–	±3.6	–	%	SHSCFG.AREF = 1X _B (calibrated), -40°C - 110°C
		–	±2.0	–	%	SHSCFG.AREF = 1X _B (calibrated), 0°C - 85°C
Offset error	$EA_{\text{OFF CC}}$	–	±8.0	–	mV	Calibrated, $V_{\text{DD}} = 5.0 \text{ V}$

3 电气参数

- 1) 参数定义为 ADC 时钟频率 $f_{SH} = 32\text{ MHz}$ （全电源范围），以及 $f_{SH} = 48\text{ MHz}$ （ V_{DD_int} 、 $V_{DD_ext} = 5\text{V}$ ）使用任何其他频率可能会影响 ADC 性能。
- 2) 每个转换器的备用参考接地连接都是独立的。因此，此模式的噪音影响最小。
- 3) 假设没有待处理的采样，不包括采样时间和校准。
- 4) 包括同步和校准（增益和偏移校准的平均值）。
- 5) 此参数也可以定义为 SNR 值： $SNR[dB] = 20 \times \log(A_{MAXeff}/N_{RMS})$ 。当 $A_{MAXeff} = 2^N/2$ 时， $SNR[dB] = 20 \times \log(2048/N_{RMS})$ [$N = 12$]。 $N_{RMS} = 1.5\text{ LSB}_{12}$ ，因此，等于 $SNR = 20 \times \log(2048/1.5) = 62.7\text{ dB}$ 。
- 6) 包括参考电压的误差。

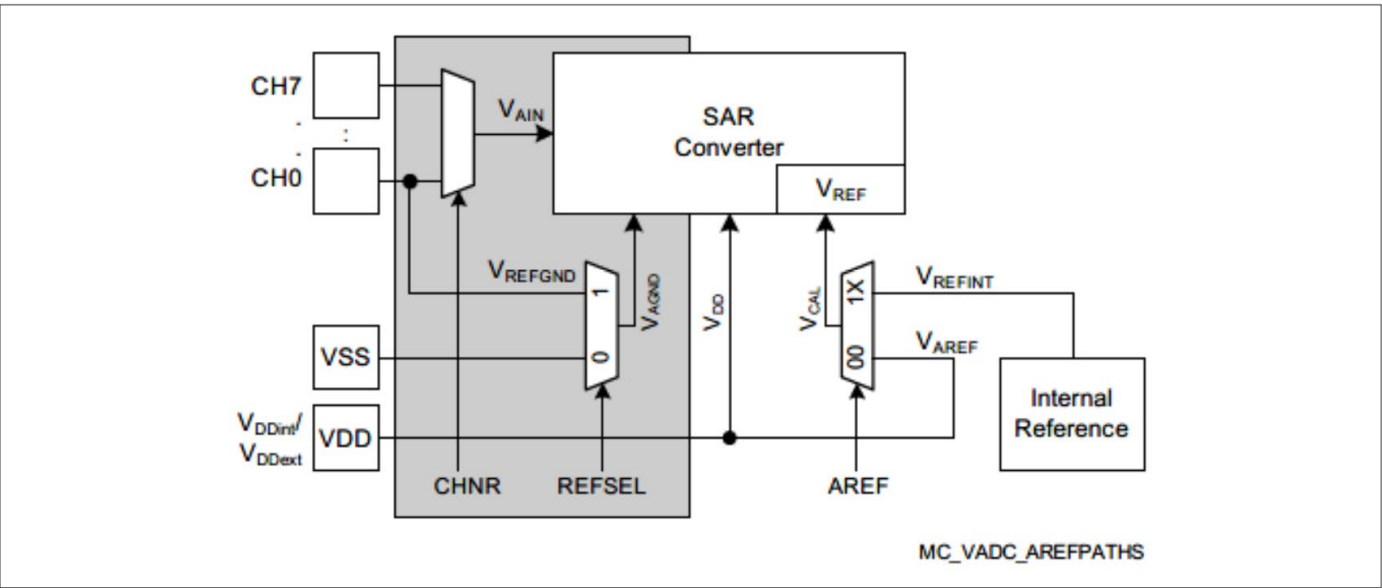


图 14 ADC 电压源

3.2.3 超出范围比较器 (ORC) 特性

超出范围比较器 (ORC) 在选定输入引脚 (ORCx.AIN) 上触发高于 V_{DDP} 的模拟输入电压(V_{AIN})，并生成服务请求触发器 (ORCx.OUT)。

注： 这些参数不适用于生产测试，但由设计和/或特性验证。

表 18 超出范围比较器 (ORC) 特性（适用工作条件； $V_{DDP} = 3.0\text{ V} - 5.5\text{ V}$ ； $C_L = 0.25\text{ pF}$ ）

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note/Test Condition
		Min.	Typ.	Max.		
DC Switching Level	$V_{ODC\ CC}$	–	–	180	mV	$V_{AIN} \geq V_{DDP} + V_{ODC}$
Hysteresis	$V_{OHYS\ CC}$	15	–	54	mV	
Always detected Overvoltage Pulse	$t_{OPDD\ CC}$	103	–	–	ns	$V_{AIN} \geq V_{DDP} + 150\text{ mV}$
		88	–	–	ns	$V_{AIN} \geq V_{DDP} + 350\text{ mV}$
Never detected Overvoltage Pulse	$t_{OPDN\ CC}$	–	–	21	ns	$V_{AIN} \geq V_{DDP} + 150\text{ mV}$
		–	–	11	ns	$V_{AIN} \geq V_{DDP} + 350\text{ mV}$
Detection Delay	$t_{ODD\ CC}$	39	–	132	ns	$V_{AIN} \geq V_{DDP} + 150\text{ mV}$
		31	–	121	ns	$V_{AIN} \geq V_{DDP} + 350\text{ mV}$

（表格续下页.....）

3 电气参数

3.2.4 模拟比较器特性

下表 19 显示了模拟比较器的特性。

注： 这些参数不适用于生产测试，但由设计和/或特性验证。

表 19 模拟比较器特性（适用工作条件）

Parameter	Symbol	Limit Values			Unit	Note/Test Condition
		Min.	Typ.	Max.		
Input Voltage	$V_{\text{CMP SR}}$	-0.05	–	$V_{\text{DDP}} + 0.05$	V	
Input Offset	$V_{\text{CMPOFF CC}}$	–	+/-3	–	mV	High power mode $\Delta V_{\text{CMP}} < 200 \text{ mV}$
Propagation Delay ¹⁾	$t_{\text{PDELAY CC}}$	–	25	–	ns	High power mode, $\Delta V_{\text{CMP}} = 100 \text{ mV}$
		–	80	–	ns	High power mode, $\Delta V_{\text{CMP}} = 25 \text{ mV}$
		–	250	–	ns	Low power mode, $\Delta V_{\text{CMP}} = 100 \text{ mV}$
		–	700	–	ns	Low power mode, $\Delta V_{\text{CMP}} = 25 \text{ mV}$
Current Consumption	$I_{\text{ACMP CC}}$	–	100	–	μA	First active ACMP in high power mode, $\Delta V_{\text{CMP}} > 30 \text{ mV}$
		–	66	–	μA	Each additional ACMP in high power mode, $\Delta V_{\text{CMP}} > 30 \text{ mV}$
		–	10	–	μA	First active ACMP in low power mode
		–	6	–	μA	Each additional ACMP in low power mode
Input Hysteresis	$V_{\text{HYS CC}}$	–	+/-15	–	mV	
Filter Delay ¹⁾	$t_{\text{FDELAY CC}}$	–	5	–	ns	

1) 总模拟比较器延迟是传播延迟和滤波器延迟之和。

3 电气参数

3.2.5 温度传感器特性

注： 这些参数不适用于生产测试，但由设计和/或特性验证。

表 20 温度传感器特性

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note/Test Condition
		Min.	Typ.	Max.		
Measurement time	t_{MCC}	–	–	10	ms	
Temperature sensor range	T_{SR} SR	–40	–	115	°C	
Sensor Accuracy ¹⁾	T_{TSALCC}	–6	–	6	°C	$T_J > 20^{\circ}\text{C}$
		–10	–	10	°C	$0^{\circ}\text{C} \leq T_J \leq 20^{\circ}\text{C}$
		–	–/+8	–	°C	$T_J < 0^{\circ}\text{C}$
Start-up time	t_{TSSTSR}	–	–	15	µs	

1) 温度传感器精度与电源电压无关。

3.2.6 振荡器引脚

注： 强烈建议测量最终目标系统（布局）中的振荡裕度（负电阻），以确定振荡器操作的最佳参数。请参考晶振或陶瓷谐振器供应商指定的限值。

注： 这些参数不适用于生产测试，但由设计和/或特性验证。

振荡器引脚可采用外部晶体/谐振器进行操作（请参见图 17）或在直接输入模式下操作（请参见图 18）。

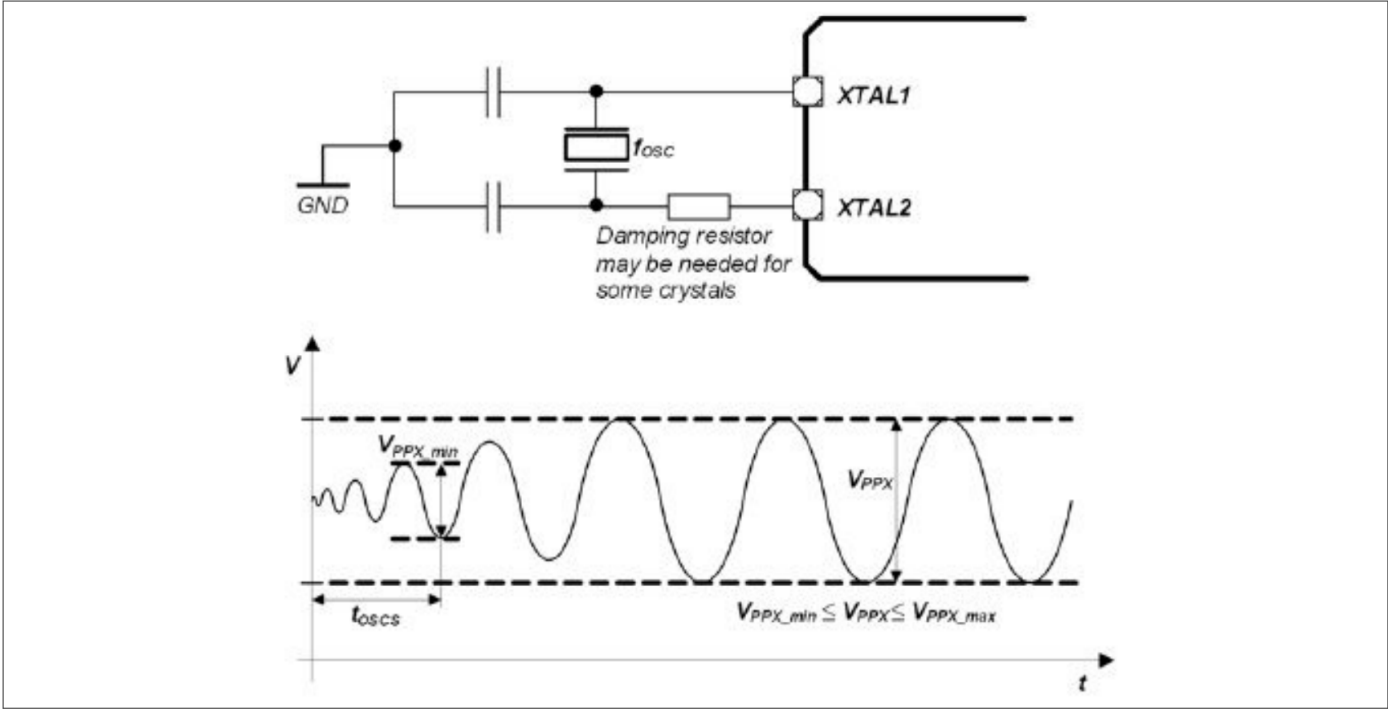


图 17 晶振模式下的振荡器

3 电气参数

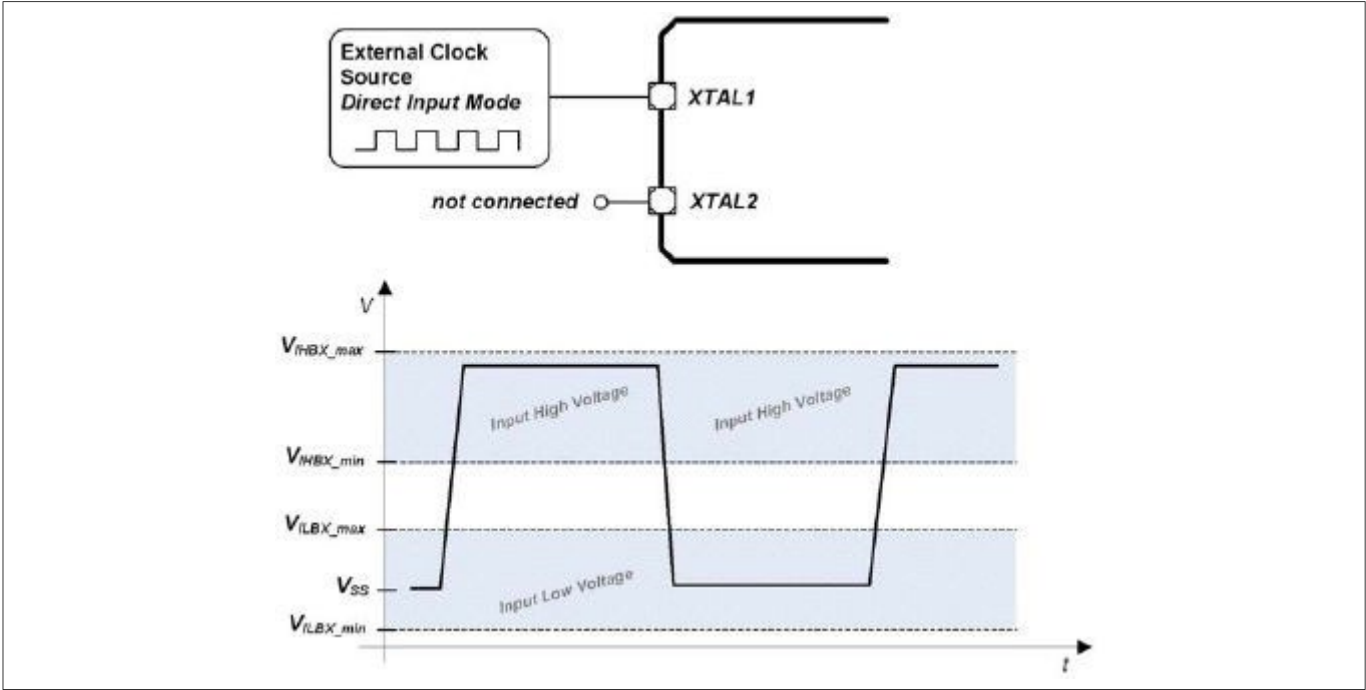


图 18 直接输入模式下的振荡器

表 21 OSC_XTAL 参数

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note/Test Condition
		Min.	Typ.	Max.		
Input frequency	f_{OSC} SR	4	–	48	MHz	Direct Input Mode
		4	–	20	MHz	External Crystal Mode
Oscillator start-up time ^{1) 2)}	t_{OSCS} CC	–	–	10	ms	
Input voltage at XTAL1	V_{IX} SR	-0.3	–	1.5	V	External Crystal Mode
		-0.3	–	5.5	V	Direct Input Mode
Input amplitude (peak- to- peak) at XTAL1 ^{2) 3)}	V_{PPX} SR	0.6	–	1.7	V	External Crystal Mode

1) t_{OSCS} 的定义是从使用 SCU_ANAOSCHPCTRL.MODE 启用振荡器开始，直到振荡在 XTAL1 处达到 $0.9 \cdot V_{\text{PPX}}$ 的幅度。

2) 客户必须优化外部振荡器电路，并按照晶体供应商的建议和规定检查负载和幅度。

3) 如果整形器单元被启用并且没有被绕过。

表 22 RTC_XTAL 参数

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note/Test Condition
		Min.	Typ.	Max.		
Input frequency	f_{OSC} SR	–	32.768	–	kHz	
Oscillator start-up time ^{1) 2)}	t_{OSCS} CC	–	–	5	s	

(表格续下页.....)

3 电气参数

表 22 (续) RTC_XTAL 参数

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note/Test Condition
		Min.	Typ.	Max.		
Input voltage at RTC_XTAL1	V_{IX} SR	-0.3	–	1.5	V	
Input amplitude (peak- to-peak) at RTC_XTAL1 ^{2) 3)}	V_{PPX} SR	0.2	–	1.2	V	

- 1) t_{osc} 的定义是从使用 SCU_ANAOSCLPCTRL.MODE 启用振荡器开始,直到振荡在 RTC_XTAL1 处达到 $0.9 \cdot V_{PPX}$ 的幅度。
 2) 客户必须优化外部振荡器电路,并按照晶体供应商的建议和规定检查负阻和幅度。
 3) 如果整形器单元被启用并且没有被绕过。

3.2.7 电源电流

下面定义的总电源电流由漏电流和开关分量组成。

应用相关值通常低于下表给出的值,并且取决于客户的系统运行条件(例如热连接或使用的应用配置)。

注: 这些参数不适用于生产测试,但由设计和/或特性验证。

表 23 电源参数表; $V_{DDP} = 5\text{ V}$

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note/Test Condition
		Min.	Typ. ¹⁾	Max.		
Active mode current Peripherals enabled f_{MCLK}/f_{PCLK} in MHz ²⁾	I_{DDPAE} CC	–	14.1	20	mA	48/96
		–	9.8	–	mA	24/48
		–	7.8	–	mA	16/32
		–	6.4	–	mA	8/16
		–	4.4	–	mA	1/1
Active mode current Peripherals disabled f_{MCLK}/f_{PCLK} in MHz ³⁾	I_{DDPAD} CC	–	6.2	–	mA	48/96
		–	4.6	–	mA	24/48
		–	3.6	–	mA	16/32
		–	3.1	–	mA	8/16
		–	1.8	–	mA	1/1
Active mode current Code execution from RAM Flash is powered down f_{MCLK}/f_{PCLK} in MHz	I_{DDPAR} CC	–	9.6	–	mA	48/96
Sleep mode current Peripherals clock enabled f_{MCLK}/f_{PCLK} in MHz ⁴⁾	I_{DDPSE} CC	–	11.0	–	mA	48/96
		–	7.6	–	mA	24/48
		–	6.4	–	mA	16/32

(表格续下页.....)

3 电气参数

表 23 (续) 电源参数表; $V_{DDP} = 5\text{ V}$

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note/Test Condition
		Min.	Typ. ¹⁾	Max.		
		–	5.3	–	mA	8/16
		–	4.2	–	mA	1/1
Sleep mode current	$I_{DDPSD}\text{ CC}$	–	2.8	–	mA	48/96
Peripherals clock		–	2.2	–	mA	24/48
disabled Flash active		–	2.0	–	mA	16/32
f_{MCLK}/f_{PCLK} in MHz ⁵⁾		–	1.9	–	mA	8/16
		–	1.7	–	mA	1/1
		–	–	–	–	–
Sleep mode current	$I_{DDPSR}\text{ CC}$	–	2.2	–	mA	48/96
Peripherals clock		–	1.7	–	mA	24/48
disabled Flash powered		–	1.4	–	mA	16/32
down f_{MCLK}/f_{PCLK} in MHz ⁶⁾		–	1.2	–	mA	8/16
		–	1.1	–	mA	1/1
Deep Sleep mode current ⁷⁾	$I_{DDPDS}\text{ CC}$	–	0.27	–	mA	
Wake-up time from Sleep to Active mode ⁸⁾	$t_{SSA}\text{ CC}$	–	6	–	cycles	
Wake-up time from Deep Sleep to Active mode ⁹⁾	$t_{DSA}\text{ CC}$	–	290	–	µsec	

- 1) 典型值是在 $T_A = +25^\circ\text{C}$ 和 $V_{DDP} = 5\text{ V}$ 下测得的。
- 2) CPU 和所有外设时钟启用, Flash 处于活动模式。
- 3) CPU 启用, 所有外设时钟禁用, Flash 处于活动模式。
- 4) CPU 处于休眠状态, 所有外设时钟启用且 Flash 处于活动模式。
- 5) CPU 处于休眠状态, Flash 处于活动模式。
- 6) CPU 处于睡眠状态, Flash 断电, 唤醒后从 RAM 执行代码。
- 7) CPU 处于睡眠状态, 外设时钟禁用, Flash 断电, 唤醒后从 RAM 执行代码。
- 8) CPU 处于休眠状态, 休眠期间 Flash 处于活动模式。
- 9) CPU 处于睡眠状态, 深度睡眠模式下, Flash 处于断电模式。

图 19 显示了不同时钟频率下 $V_{DDP} = 5\text{ V}$ 、 $V_{DDP} = 3.3\text{ V}$ 、 $V_{DDP} = 1.8\text{ V}$ 的活动模式电源电流的典型图表。

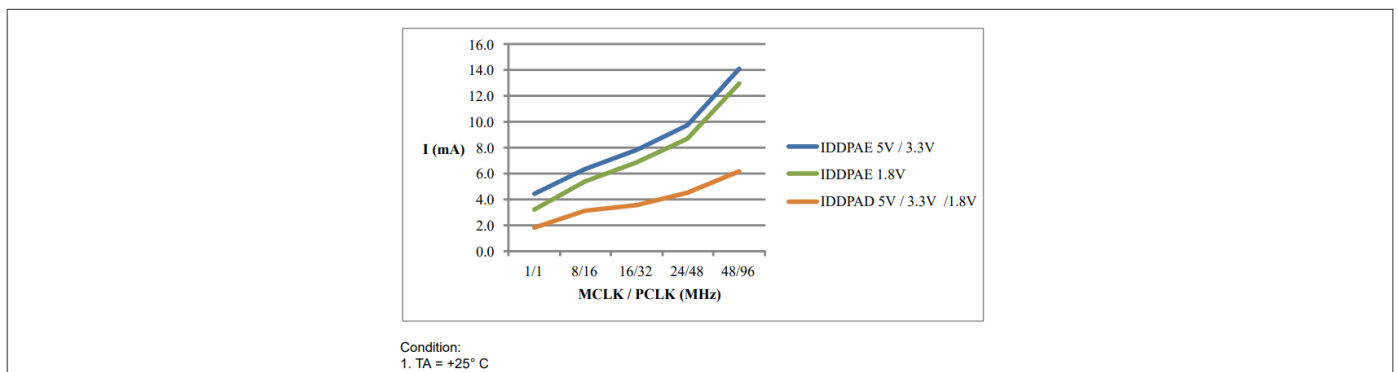


图 19 活动模式, a) 外设时钟启用, b) 外设时钟禁用: 不同时钟频率下的电源电流 I_{DDPA} 与电源电压 V_{DDP} 的关系

3 电气参数

图 20 显示了不同时钟频率下 $V_{DDP} = 5\text{ V}$ 、 $V_{DDP} = 3.3\text{ V}$ 、 $V_{DDP} = 1.8\text{ V}$ 的睡眠模式电流典型图表。

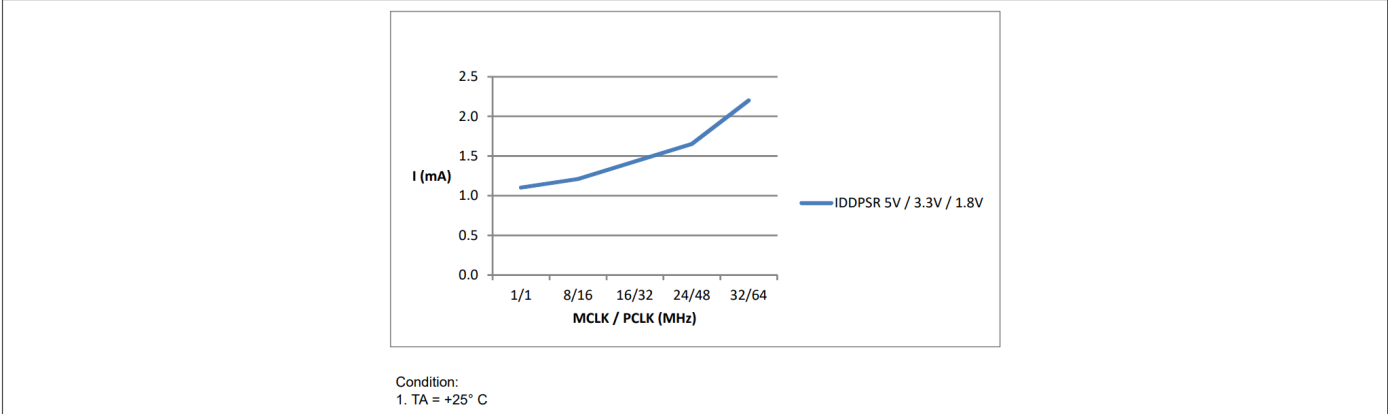


图 20 睡眠模式，外设时钟禁用，Flash 断电：电源电流 I_{DDPSD} 与电源电压 V_{DDP} 的关系，在不同时钟频率下

表 24 提供部分模块在 25°C 时、 5 V 电源下工作时的有效电流消耗。所示典型值仅供这些模块启动时的电流消耗参考。

表 24 典型有效电流参数表

Active Current Consumption	Symbol	Limit Values	Unit	Note/Test Condition
		Typ.		
Baseload current	I_{CPUDDC}	4.14	mA	Modules including Core, SCU, PORT, memories, ANATOP ¹⁾
VADC and SHS	I_{ADCDDC}	3.73	mA	Set CGATCLR0.VADC to 1 ²⁾
USICx	$I_{USIC0DDC}$	1.35	mA	Set CGATCLR0.USIC0 to 1 ³⁾
CCU4x	$I_{CCU40DDC}$	0.99	mA	Set CGATCLR0.CCU40 to 1 ⁴⁾
CCU8x	$I_{CCU80DDC}$	1.00	mA	Set CGATCLR0.CCU80 to 1 ⁵⁾
POSIFx	$I_{PIF0DDC}$	1.05	mA	Set CGATCLR0.POSIF0 to 1 ⁶⁾
LEDTSx	$I_{LTSxDDC}$	1.14	mA	Set CGATCLR0.LEDTSx to 1 ⁷⁾
BCCU0	$I_{BCCU0DDC}$	0.29	mA	Set CGATCLR0.BCCU0 to 1 ⁸⁾
MATH	$I_{MATHDDC}$	0.50	mA	Set CGATCLR0.MATH to 1 ⁹⁾
WDT	I_{WDTDDC}	0.03	mA	Set CGATCLR0.WDT to 1 ¹⁰⁾
RTC	I_{RTCDDC}	0.01	mA	Set CGATCLR0.RTC to 1 ¹¹⁾
MultiCAN	$I_{MCANDDC}$	1.38	mA	Set CGATCLR0.MCAN0 to 1 ¹²⁾

- 1) 基载电流是在设备运行于用户模式、 $MCLK=PCLK=48\text{ MHz}$ 且闪存中无限循环的情况下测量的。CGATSTAT0 中所述模块的时钟是门控的。
- 2) 有效电流的测量条件为：模块启用、 $MCLK=48\text{ MHz}$ 、在自动扫描转换模式下运行。
- 3) 有效电流的测量方式为：模块启用，2 个 USIC 通道每 200 毫秒以 57.6 kbaud 的速率发送交替消息。
- 4) 有效电流的测量条件为：模块启用， $MCLK=PCLK=48\text{ MHz}$ ，1 个 CCU4 切片用于 20 kHz 的 PWM 切换，占空比在 10%-90% 之间变化，1 个 CCU4 切片处于捕获模式，用于读取周期和占空比。
- 5) 有效电流的测量条件为：模块启用、 $MCLK=PCLK=48\text{ MHz}$ 、3 个 CCU8 切片（PWM 频率为 20 kHz）以及用于在 10% 和 90% 之间切换占空比的周期匹配中断。
- 6) 有效电流的测量条件为：模块启用、 $MCLK=48\text{ MHz}$ 、 $PCLK=96\text{ MHz}$ 、霍尔传感器模式。

3 电气参数

- 7) 有效电流的测量条件为：模块启用、MCLK=48 MHz、1 个 LED 列、6 个 LED/TS 线、具有大焊盘滞后配置的焊盘方案 A、时间片持续时间 = 1.048 毫秒。
- 8) 有效电流的测量条件为：模块启用，MCLK=48 MHz，PCLK=96 MHz，FCLK=0.8MHz，正常模式（BCCU 时钟 = FCLK/4），4 个启用了打包器的 BCCU 通道和 1 个调光引擎，每 1 秒改变一次颜色或变暗。
- 9) 有效电流的测量方法如下：模块启用，MCLK=48 MHz，PCLK=96 MHz，while 循环中正切计算；CORDIC 圆形旋转，无保持，自动启动；32×32 位有符号 DIV，自动启动，DVS 右移 11。
- 10) 有效电流的测量条件为：模块启用，MCLK=48 MHz，超时模式；WLB = 0，WUB = 0x00008000；每 1 秒维护一次 WDT。
- 11) 有效电流的测量条件为：模块启用、MCLK=48 MHz、周期性中断启用。
- 12) 有效电流的测量条件为：模块启用、MCLK=48 MHz、以 20 MHz 波特率发生器运行、1 个节点激活、1 个发送对象和 1 个接收对象激活。

3.2.8 闪存参数

注： 这些参数不适用于生产测试，但由设计和/或特性验证。

表 25 闪存参数

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note/Test Condition
		Min.	Typ.	Max.		
Erase time per page/sector	$t_{\text{ERASE CC}}$	6.8	7.1	7.6	ms	
Program time per block	$t_{\text{PSEB CC}}$	102	152	204	μs	
Wake-Up time	$t_{\text{WU CC}}$	–	32.2	–	μs	
Read time per word	$t_{\text{a CC}}$	–	50	–	ns	
Data Retention Time	$t_{\text{RET CC}}$	10	–	–	years	Max. 100 erase/program cycles
Flash Wait States ¹⁾	$N_{\text{WSFLASH CC}}$	0	0	0		$f_{\text{MCLK}} = 8 \text{ MHz}$
		0	1	1		$f_{\text{MCLK}} = 16 \text{ MHz}$
		1	2	2		$f_{\text{MCLK}} = 32 \text{ MHz}$
		2	2	3		$f_{\text{MCLK}} = 48 \text{ MHz}$
Erase Cycles	$N_{\text{ECYC CC}}$	–	–	$5 \cdot 10^4$	cycles	Sum of page and sector erase cycles
Total Erase Cycles	$N_{\text{TECYC CC}}$	–	–	$2 \cdot 10^6$	cycles	

1) 闪存等待状态会在需要时由闪存模块在内存读取期间自动插入。典型值是通过执行 Dhrystone 基准测试程序计算得出的。

3 电气参数

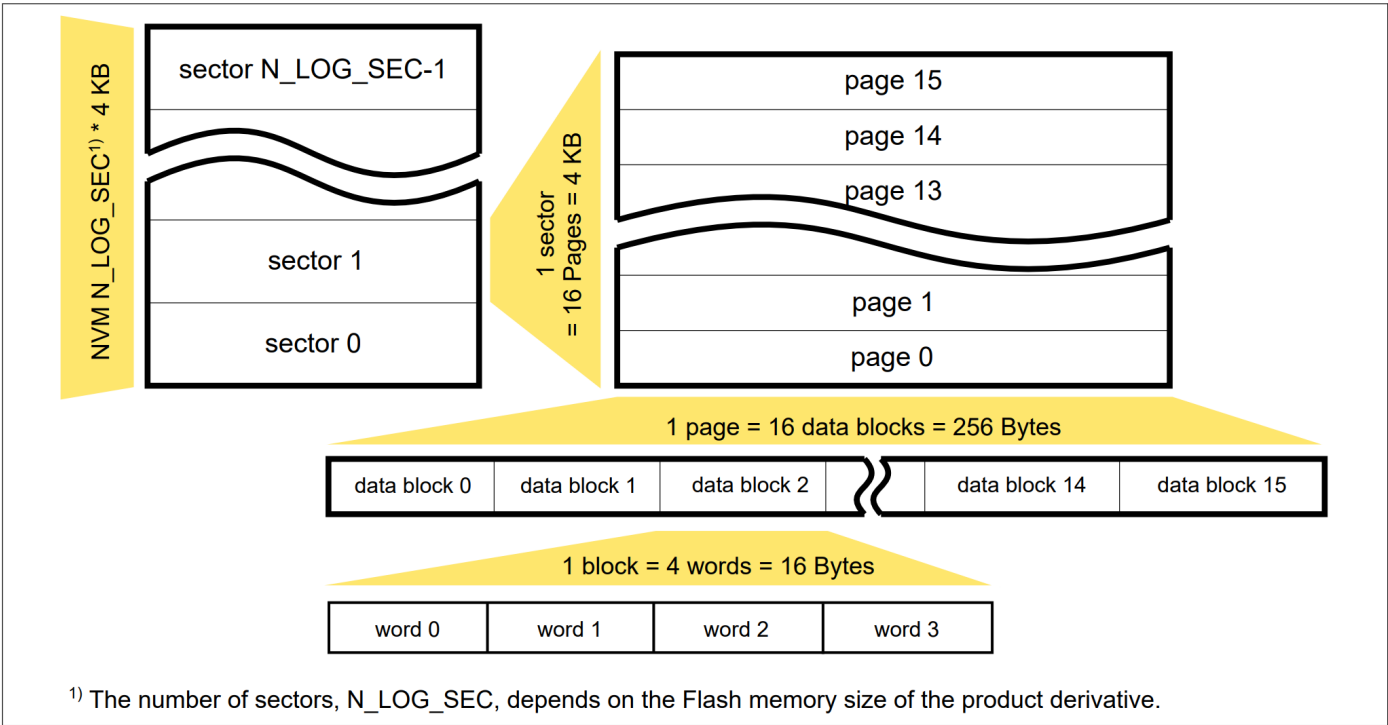


图 21 Flash 逻辑结构

3.3 交流参数

3.3.1 测试波形

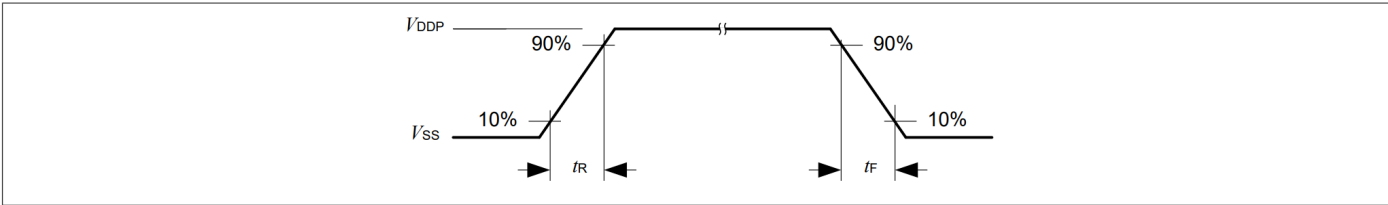


图 22 上升/下降时间参数

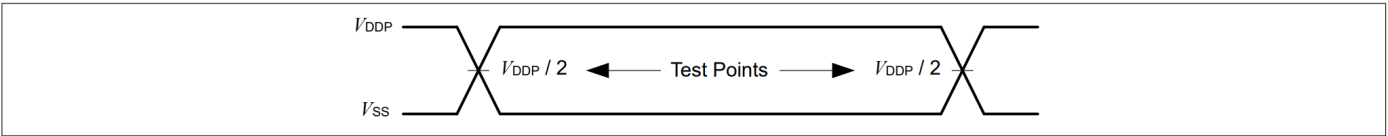


图23 测试波形，输出延迟

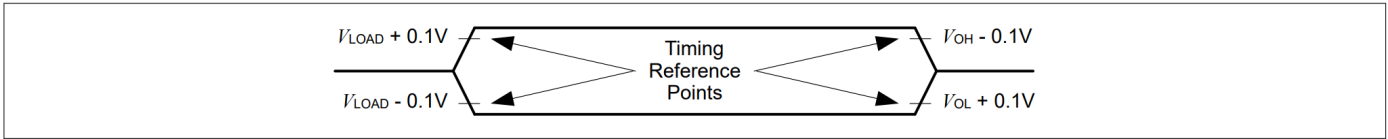


图24 测试波形，输出高阻

3 电气参数

3.3.2 上电和电源阈值特性

表 26 提供了 XMC1400 中电源阈值的特性。

最低有效工作电压与掉电复位阈值之间的保护带提供了抗噪和滞后裕度。当 V_{DDP} 超出其工作范围时，电气参数可能会受到影响。

掉电检测会在定义范围内触发复位。预警检测可用于在发生严重电源电压下降时触发早期预警并发出纠正和/或故障安全措施。

注： 这些参数不适用于生产测试，但由设计和/或特性验证。

表 26 上电和电源阈值参数（适用工作条件）

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note/Test Condition
		Min.	Typ.	Max.		
V_{DDP} ramp-up time	t_{RAMPUP} SR	$V_{DDP}/S_{VDDPrise}$	–	10^7	μs	
V_{DDP} slew rate	S_{VDDPOP} SR	0	–	0.1	V/ μs	Slope during normal operation
	S_{VDDP10} SR	0	–	10	V/ μs	Slope during fast transient within +/-10% of V_{DDP}
	$S_{VDDPrise}$ SR	0	–	10	V/ μs	Slope during power-on or restart after brownout event
	$S_{VDDPfall}^{1)}$ SR _{all}	0	–	0.25	V/ μs	Slope during supply falling out of the +/-10% limits ²⁾
V_{DDP} prewarning voltage	V_{DDPPW} CC	2.1	2.25	2.4	V	ANAVDEL.VDEL_SELECT = 00 _B
		2.85	3	3.15	V	ANAVDEL.VDEL_SELECT = 01 _B
		4.2	4.4	4.6	V	ANAVDEL.VDEL_SELECT = 10 _B
V_{DDP} brownout reset voltage	V_{DDPBO} CC	1.55	1.62	1.75	V	calibrated, before user code starts running
V_{DDP} voltage to ensure defined pad states	V_{DDPPA} CC	–	1.0	–	V	
Start-up time from power-on reset	t_{SSW} SR	–	260	–	μs	Time to the first user code instruction ³⁾
BMI program time	t_{BMI} SR	–	8.25	–	ms	Time taken from a user-triggered system reset after BMI installation is requested

1) 必须在 V_{DDP} 和 V_{SSP} 之间添加一个至少 100 nF 的电容器才能满足此参数的规定要求。

2) 适用于连接到电源引脚的 100 nF 缓冲电容器，其中来自电容器的电流仅流入芯片。如果电源吸收电流，则必须选择更大的电容器值。

3 电气参数

3) 此值不包括加速时间。在启动固件执行期间，MCLK 以 48 MHz 运行，并且寄存器 CGATSTAT0 中指定的外设时钟受到门控。



图 25 供电阈值参数

3.3.3 片上振荡器特性

表 27 提供了 96 MHz 数控振荡器 DCO1 的特性。

注： 这些参数不适用于生产测试，但由设计和/或特性验证。

表 27 96 MHz DCO1 特性（适用工作条件）

Parameter	Symbol	Limit Values			Unit	Note/Test Condition
		Min.	Typ.	Max.		
Nominal frequency	$f_{\text{NOM CC}}$	–	96	–	MHz	under nominal conditions ¹⁾ after trimming
Accuracy with adjustment based on XTAL as reference	$\Delta f_{\text{LTX CC}}$	-0.3	–	0.3	%	with respect to f_{NOM} (typ), over temperature (-40°C to 105°C)
Accuracy	$\Delta f_{\text{LT CC}}$	-1.7	–	3.4	%	with respect to f_{NOM} (typ), over temperature (0°C to 85°C)
		-3.9	–	4.0	%	with respect to f_{NOM} (typ), over temperature (-40°C to 105°C)

1) 该偏差是相对于标称 V_{DDC} 和 $T_A = +25^\circ\text{C}$ 下的工厂调整频率而言的。

表 28 提供 32 kHz 数字控制振荡器 DCO2 的特性。

表 28 32 kHz DCO2 特性（适用工作条件）

Parameter	Symbol	Limit Values			Unit	Note/Test Condition
		Min.	Typ.	Max.		
Nominal frequency	$f_{\text{NOM CC}}$	–	32.75	–	kHz	under nominal conditions ¹⁾ after trimming
Accuracy	$\Delta f_{\text{LT CC}}$	-1.7	–	3.4	%	with respect to f_{NOM} (typ), over temperature (0°C to 85°C)
		-3.9	–	4.0	%	with respect to f_{NOM} (typ), over temperature (-40°C to 105°C) ¹⁾

1) 该偏差是相对于标称 V_{DDC} 和 $T_A = +25^\circ\text{C}$ 下的工厂调整频率而言的。

3 电气参数

3.3.4 串行线调试端口 (SW-DP) 时序

以下参数适用于通过 SW-DP 接口进行通信。

注： 这些参数不适用于生产测试，但由设计和/或特性验证。

表 29 SWD 接口时序参数 (适用工作条件)

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note/Test Condition
		Min.	Typ.	Max.		
SWDCLK high time	t_1 SR	50	–	500000	ns	–
SWDCLK low time	t_2 SR	50	–	500000	ns	–
SWDIO input setup to SWDCLK rising edge	t_3 SR	10	–	–	ns	–
SWDIO input hold after SWDCLK rising edge	t_4 SR	10	–	–	ns	–
SWDIO output valid time after SWDCLK rising edge	t_5 CC	–	–	68	ns	$C_L = 50$ pF
		–	–	62	ns	$C_L = 30$ pF
SWDIO output hold time from SWDCLK rising edge	t_6 CC	4	–	–	ns	

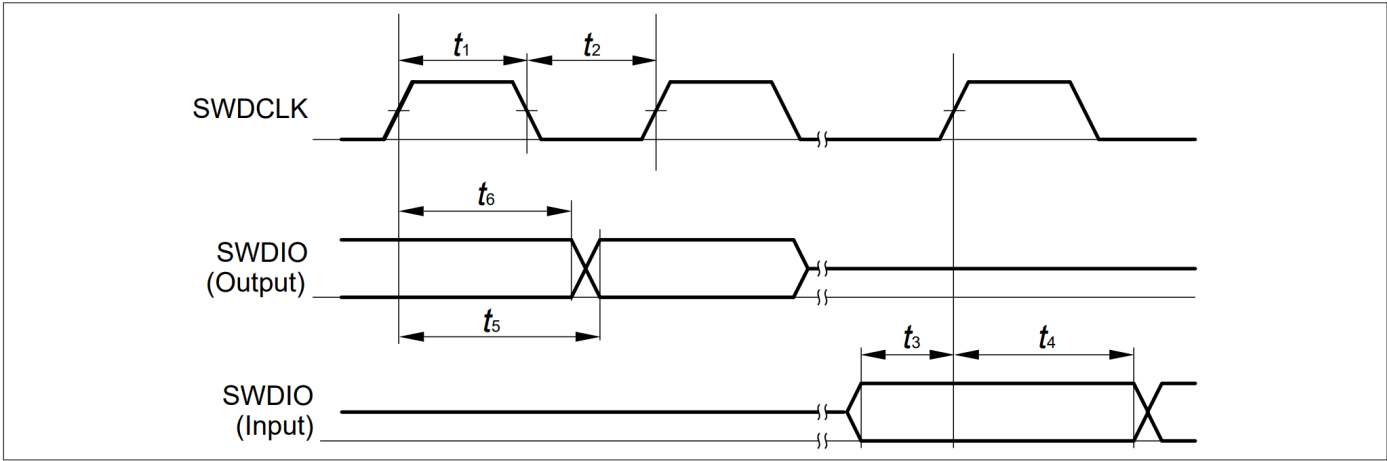


图 26 SWD 时序

3 电气参数

3.3.5 SPD 时序要求

0_B 和 1_B 之间的最佳 SPD 决策时间为 $0.75 \mu s$ 。在此值下，系统能够最大程度地抵御工具端和设备端采样时钟的频率偏差。然而，并非总是能够将该值与给定的采样时钟约束完全匹配。例如，对于 4 的过采样率，采样时钟将为 8 MHz，在这种情况下，最接近的有效决策时间为 5.5 个时钟周期 ($0.69 \mu s$)。

表 30 SPD 的最佳采样时钟数

Sample Freq.	Sampling Factor	Sample Clocks 0_B	Sample Clocks 1_B	Effective Decision Time ¹⁾	Remark
8 MHz	4	1 to 5	6 to 12	$0.69 \mu s$	The other closest option ($0.81 \mu s$) for the effective decision time is less robust.

1) 标称采样频率周期乘以 $0.5 + (0_B \text{ 采样时钟的最大数量})$ 。

为了在工具和设备之间平衡分配 SPD 的时序稳健性，对工具的时序要求是：

- 采样时钟的频率偏差为 $\pm 5\%$
- 有效决策时间在 $0.69 \mu s$ 和 $0.75 \mu s$ 之间（以标称采样频率计算）

3.3.6 外设时序

注： 这些参数不适用于生产测试，但由设计和/或特性验证。

3.3.6.1 同步串行接口 (USIC SSC) 时序

以下参数适用于以 SSC 模式运行的 USIC 通道。

注： 适用工作条件。

表 31 USIC SSC 主模式时序

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note/Test Condition
		Min.	Typ.	Max.		
SCLKOUT master clock period	$t_{CLK} CC$	$4/MCLK$	–	–	ns	
Slave select output SELO active to first SCLKOUT transmit edge	$t_1 CC$	$t_{CLK}/2 - 28$	–	–	ns	
Slave select output SELO inactive after last SCLKOUT receive edge	$t_2 CC$	0	–	–	ns	
Data output DOUT[3:0] valid time	$t_3 CC$	-28	–	28	ns	
Receive data input DX0/DX[5:3] setup time to SCLKOUT receive edge	$t_4 SR$	75	–	–	ns	
Data input DX0/DX[5:3] hold time from SCLKOUT receive edge	$t_5 SR$	0	–	–	ns	

3 电气参数

表 32 USIC SSC 从机模式时序

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note/Test Condition
		Min.	Typ.	Max.		
DX1 slave clock period	t_{CLK} SR	4/MCLK	–	–	ns	
Select input DX2 setup to first clock input DX1 transmit edge ¹⁾	t_{10} SR	16	–	–	ns	
Select input DX2 hold after last clock input DX1 receive edge ¹⁾	t_{11} SR	17	–	–	ns	
Receive data input DX0/DX[5:3] setup time to shift clock receive edge ¹⁾	t_{12} SR	21	–	–	ns	
Data input DX0/DX[5:3] hold time from clock input DX1 receive edge ¹⁾	t_{13} SR	15	–	–	ns	
Data output DOUT[3:0] valid time	t_{14} CC	–	–	71	ns	

1) 该输入时序对于从机选择输入、移位时钟输入和接收数据输入（位 DXnCR.DSEN = 0）的异步输入信号处理有效。

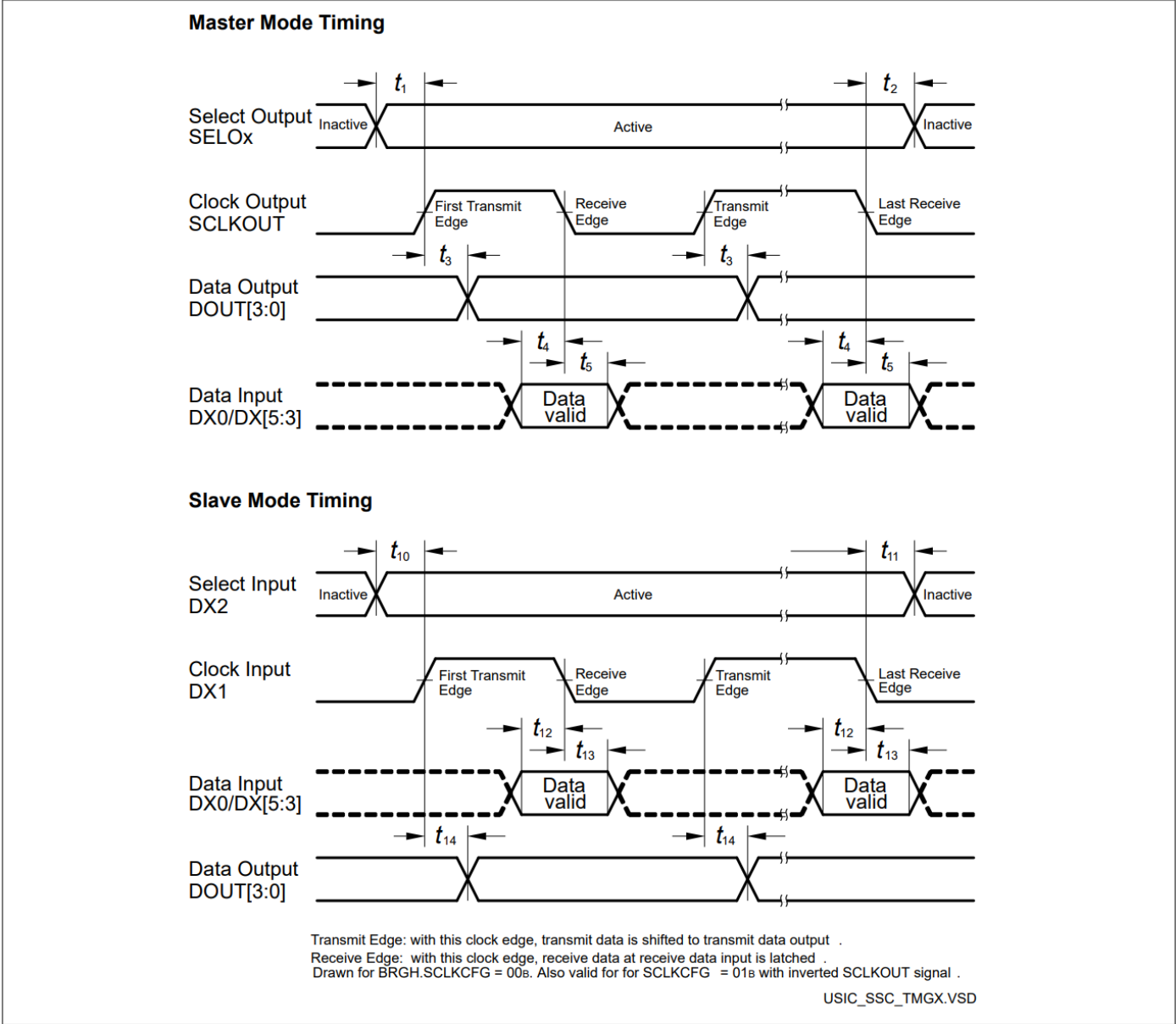


图 27 USIC - SSC 主/从模式时序

注：该时序图显示了标准配置，其中从机选择信号为低电平有效，并且串行时钟信号不移位也不反转。

3 电气参数

3.3.6.2 Inter-IC (IIC) 接口时序

以下参数适用于以 IIC 模式运行的 USIC 通道。

注：适用工作条件。

表 33 USIC IIC 标准模式时序¹⁾

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note/Test Condition
		Min.	Typ.	Max.		
Fall time of both SDA and SCL	t_1 CC/SR	–	–	300	ns	
Rise time of both SDA and SCL	t_2 CC/SR	–	–	1000	ns	
Data hold time	t_3 CC/SR	0	–	–	μs	
Data set-up time	t_4 CC/SR	250	–	–	ns	
LOW period of SCL clock	t_5 CC/SR	4.7	–	–	μs	
HIGH period of SCL clock	t_6 CC/SR	4.0	–	–	μs	
Hold time for (repeated) START condition	t_7 CC/SR	4.0	–	–	μs	
Set-up time for repeated START condition	t_8 CC/SR	4.7	–	–	μs	
Set-up time for STOP condition	t_9 CC/SR	4.0	–	–	μs	
Bus free time between a STOP and START condition	t_{10} CC/SR	4.7	–	–	μs	
Capacitive load for each bus line	C_b SR	–	–	400	pF	

1) 由于IIC总线系统采用线与结构，SCL和SDA信号线的端口驱动器需要工作在开漏模式。这些线路上的高电平必须由外部上拉装置保持，在 100 kbit/s 的速率下运行时大约为 10 kOhm，在 400 kbit/s 的速率下运行时大约为 2 kOhm。

表 34 USIC IIC 快速模式时序¹⁾

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note/Test Condition
		Min.	Typ.	Max.		
Fall time of both SDA and SCL	t_1 CC/SR	$20 + 0.1 \cdot C_b$ ²⁾	–	300	ns	
Rise time of both SDA and SCL	t_2 CC/SR	$20 + 0.1 \cdot C_b$	–	300	ns	
Data hold time	t_3 CC/SR	0	–	–	μs	
Data set-up time	t_4 CC/SR	100	–	–	ns	
LOW period of SCL clock	t_5 CC/SR	1.3	–	–	μs	
HIGH period of SCL clock	t_6 CC/SR	0.6	–	–	μs	
Hold time for (repeated) START condition	t_7 CC/SR	0.6	–	–	μs	
Set-up time for repeated START condition	t_8 CC/SR	0.6	–	–	μs	
Set-up time for STOP condition	t_9 CC/SR	0.6	–	–	μs	

(表格续下页.....)

3 电气参数

表 34 (续) USIC IIC 快速模式时序¹⁾

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note/Test Condition
		Min.	Typ.	Max.		
Bus free time between a STOP and START condition	t_{10} CC/SR	1.3	–	–	μs	
Capacitive load for each bus line	C_b SR	–	–	400	pF	

- 1) 由于IIC总线系统采用线与结构，SCL和SDA信号线的端口驱动器需要工作在开漏模式。这些线路上的高电平必须由外部上拉装置保持，在 100 kbit/s 的速率下运行时大约为 10 kOhm，在 400 kbit/s 的速率下运行时大约为 2 kOhm。
- 2) C_b 表示一条总线的总电容，单位为 pF。

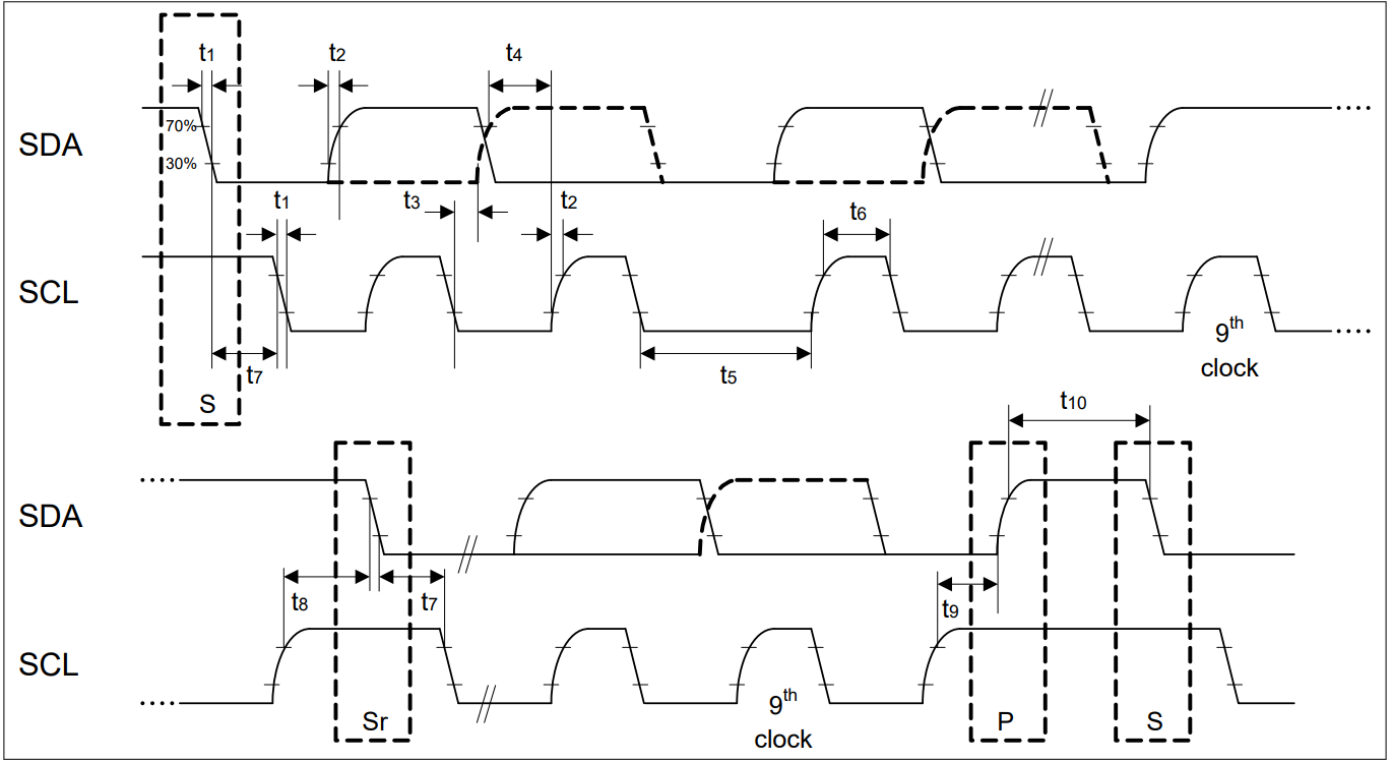


图 28 USIC IIC时序

3 电气参数

3.3.6.3 Inter-IC Sound (IIS) 接口时序

以下参数适用于以IIS模式运行的USIC通道。

注： 适用工作条件。

表 35 USIC IIS 主机发送器时序

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note/Test Condition
		Min.	Typ.	Max.		
Clock period	t_1 CC	$4/f_{\text{MCLK}}$	–	–	ns	
Clock HIGH	t_2 CC	$0.35 \times t_{1\text{min}}$	–	–	ns	
Clock Low	t_3 CC	$0.35 \times t_{1\text{min}}$	–	–	ns	
Hold time	t_4 CC	0	–	–	ns	
Clock rise time	t_5 CC	–	–	$0.15 \times t_{1\text{min}}$	ns	

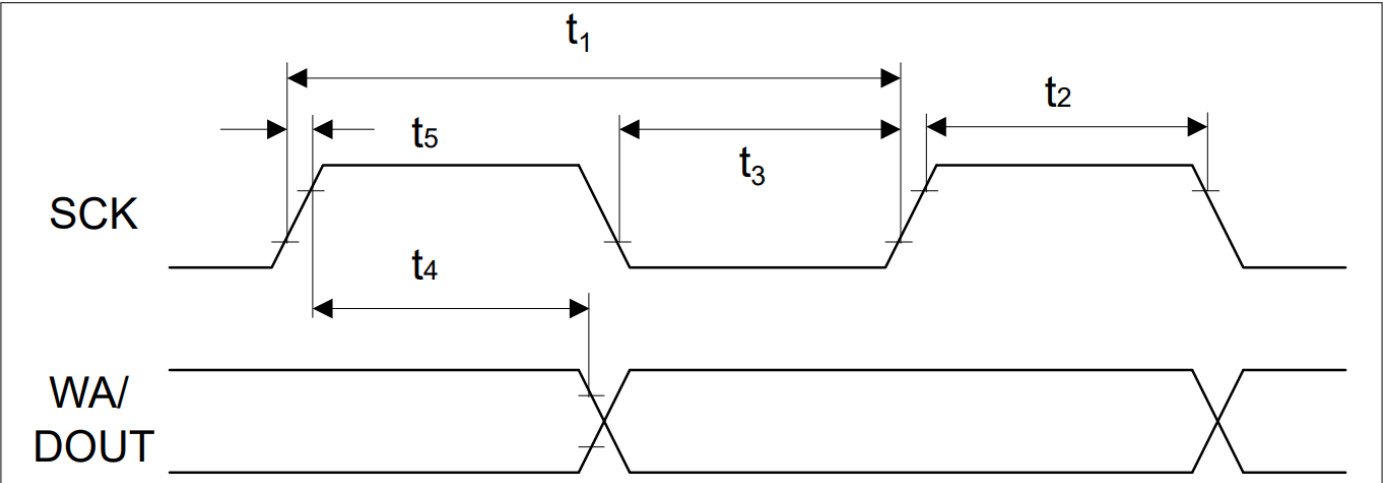


图 29 USIC IIS 主机发送器时序

3 电气参数

表 36 USIC IIS 从机接收器时序

Parameter	Symbol	Values			Unit	Note/Test Condition
		Min.	Typ.	Max.		
Clock period	t_6 SR	$4/f_{\text{MCLK}}$	–	–	ns	
Clock HIGH	t_7 SR	$0.35 \times t_{6\text{min}}$	–	–	ns	
Clock Low	t_8 SR	$0.35 \times t_{6\text{min}}$	–	–	ns	
Set-up time	t_9 SR	$0.3 \times t_{6\text{min}}$	–	–	ns	
Hold time	t_{10} SR	15	–	–	ns	

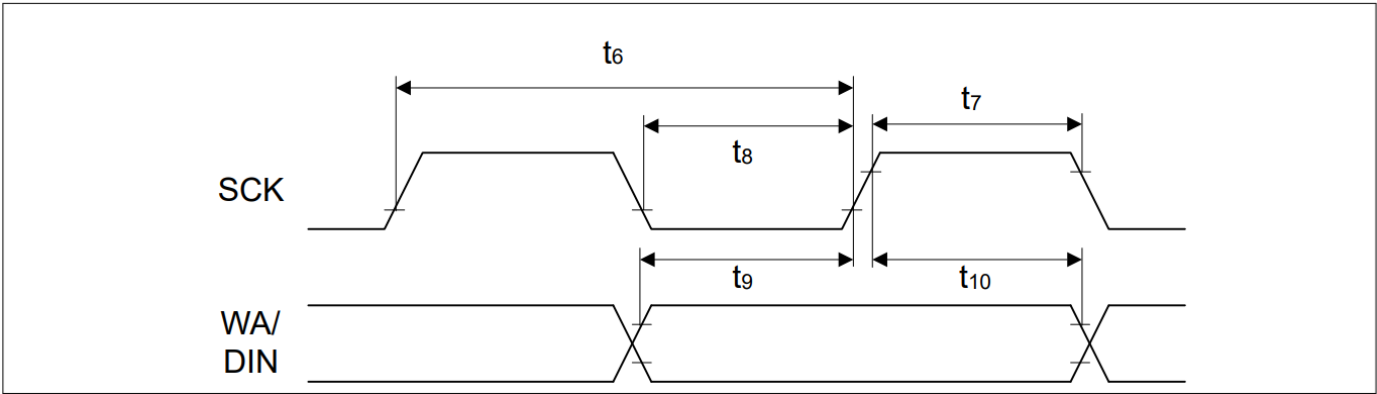


图 30 USIC IIS 从机接收器时序

4 封装与可靠性

XMC1400 是 XMC1000 系列微控制器的成员。它在一定程度上也与相似系列或子系列的成员兼容。

每个包装都针对其所容纳的设备进行了优化。因此，对于不同类型的器件，引脚数相同的封装之间可能会有细微的差别。特别是，裸露的芯片焊盘的尺寸可能会有所不同。

如果在应用中考考虑或计划使用不同类型的设备，则必须确保电路板布局适合所有考虑的封装。

4.1 封装参数

表 37 提供了 XMC1400 中使用的封装的热特性。

表 37 封装的热特性

Parameter	Symbol	Limit Values		Unit	Package Types
		Min.	Max.		
Exposed Die Pad Dimensions	Ex × Ey CC	–	3.7 × 3.7	mm	PG-VQFN-40-17
		–	4.2 × 4.2	mm	PG-VQFN-48-73
		–	4.6 × 4.6	mm	PG-VQFN-64-6
Thermal resistance Junction- Ambient	R _{ΘJA} CC	–	86.0	K/W	PG-TSSOP-38-9 ¹⁾
		–	45.3	K/W	PG-VQFN-40-17 ¹⁾
		–	44.9	K/W	PG-VQFN-48-73 ¹⁾
		–	66.7	K/W	PG-LQFP-64-26 ¹⁾
		–	44.7	K/W	PG-VQFN-64-6 ¹⁾
		–	TBD	K/W	PG-LQFP-48-10

1) 设备安装在带有散热孔的 4 层 JEDEC 板（JESD 51-5）上；裸露焊盘已焊接。

注：出于电气原因，需要将裸露焊盘连接至电路板接地 V_{SSP} ，与 EMC 和热要求无关。

4.1.1 散热考虑

在系统中操作 XMC1400 时，芯片产生的全部热量必须消散到周围环境中，以防止过热和由此造成的热损坏。

可耗散的最大热量取决于封装及其与目标板的集成。“热阻 $R_{ΘJA}$ ”量化了这些参数。必须限制功率耗散，以使平均结温不超过 115°C。

结温和环境温度之间的差异取决于

$$\Delta T = (P_{INT} + P_{IOSTAT} + P_{IODYN}) \times R_{\Theta JA}$$

内部功耗定义为

$$P_{INT} = V_{DDP} \times I_{DDP} \quad (\text{开关电流和漏电流})。$$

输出驱动器引起的静态外部功耗定义为

$$P_{IOSTAT} = \Sigma((V_{DDP} - V_{OH}) \times I_{OH}) + \Sigma(V_{OL} \times I_{OL})$$

4 封装与可靠性

输出驱动器引起的动态外部功耗(P_{IODYN}) 取决于连接到各个引脚的电容负载及其开关频率。
如果给定系统配置的总功耗超过定义的限制, 则必须采取对策以确保系统正常运行:

- 如果可能的话, 降低系统中的 V_{DDP}
- 降低系统频率
- 减少输出引脚数量
- 减少有源输出驱动的负载

4.2 封装外形

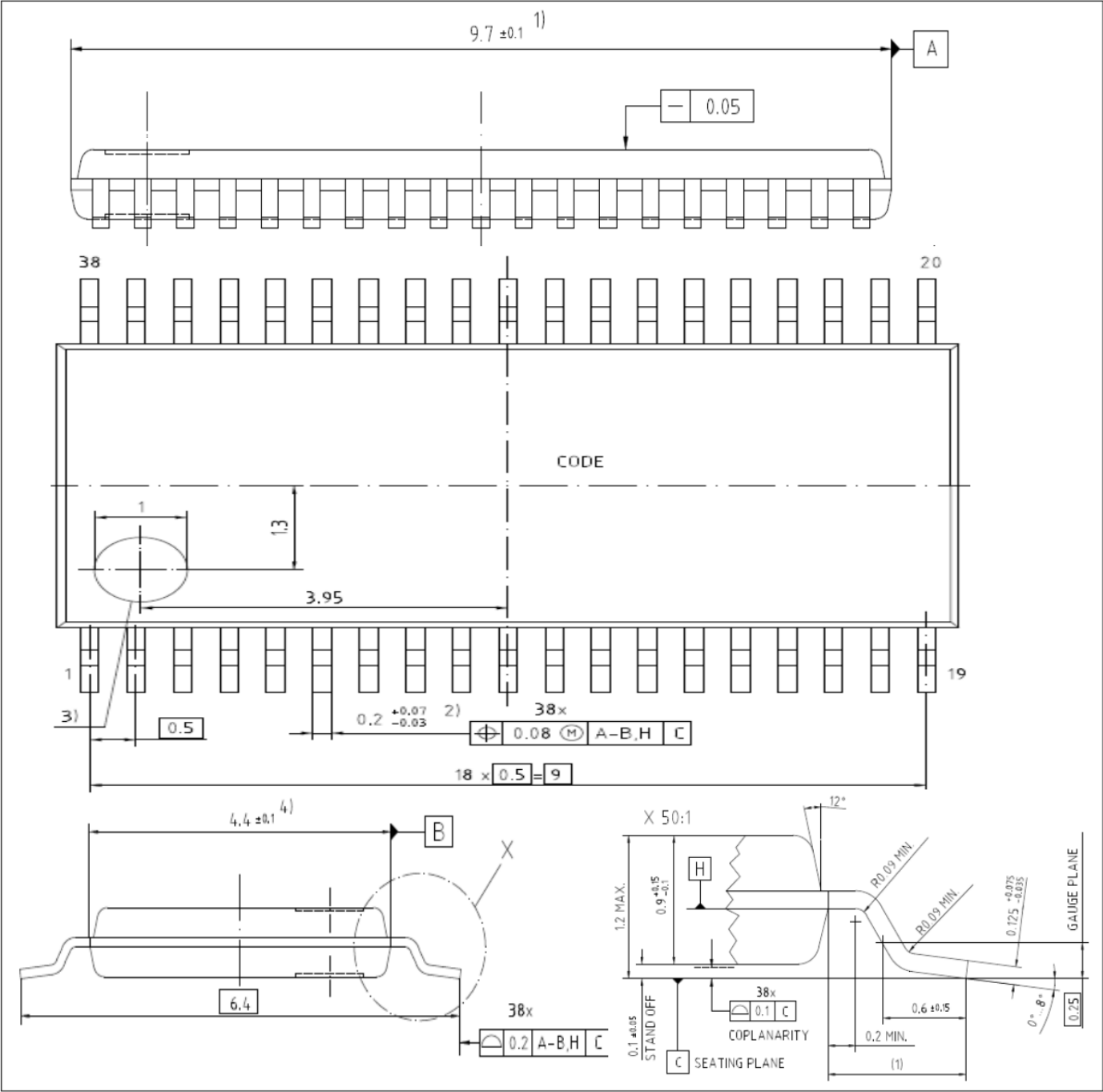


图 31 PG-TSSOP-38-9

4 封装与可靠性

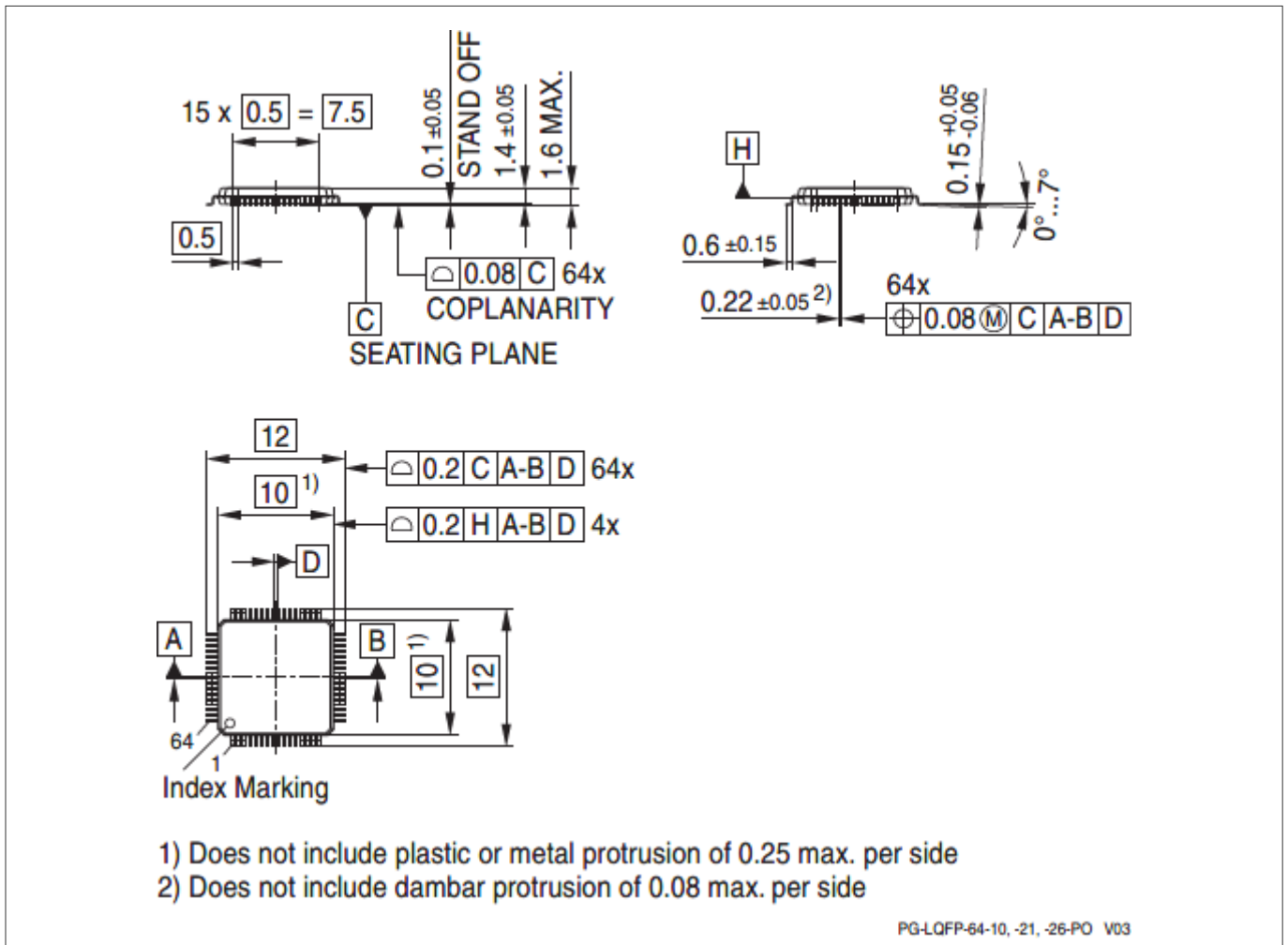


图 36 PG-LQFP-64-26

所有尺寸均以毫米为单位。

5 质量声明

5 质量声明

表 38 显示了 XMC1400 中的质量参数特征。

表 38 质量参数

Parameter	Symbol	Limit Values		Unit	Notes
		Min.	Max.		
ESD susceptibility according to Human Body Model (HBM)	V_{HBM} SR	–	4000	V	Conforming to EIA/ JESD22-A114-B
ESD susceptibility according to Charged Device Model (CDM) pins	V_{CDM} SR	–	1000	V	Conforming to JESD22- C101-C
Moisture sensitivity level	MSL CC	–	–	–	JEDEC J-STD-020D
• TSSOP-38, LQFP-64			3		
• VQFN-40, VQFN-48, VQFN-64			1		
• LQFP-48			3		
Soldering temperature	T_{SDR} SR	–	260	°C	Profile according to JEDEC J-STD-020D

修订记录

修订记录

Document revision	Date	Description of changes
V1.0	2016-02	The device provides four USIC channels. XMC1401 devices available for max. ambient temperature of 85°C. Reformatted pinout table. Updated footnote to the definition of the start-up times of OSC_XTAL and RTC_XTAL oscillators. Added Δf_{LT} parameter to on-chip oscillators DCO1 and DCO2. Updated package outline drawings.
V1.1	2016-06	Added TSSOP-38-9 package Added XMC1402-T038 marking variants in TSSOP-38 Added XMC1403-Q040 marking variants
V1.2	2016-08	Added XMC™ trademark Added XMC1402-T038X0200, XMC1402-Q040X0200 and XMC1402-Q048X0200 marking variants
V1.3	2016-10	In Absolute Maximum Ratings renamed parameter V_{CM} to V_{INP2} , as the limitation is related to most P2 pins, also if no ACMP is available. Clarified limit to pins P2.[1,2,6:9,11] in Overload specification. Corrected XMC1402-T038X0200 and XMC1402-Q048X0200 marking variants in Table 2 .
V1.4	2017-11	Added XMC1404-Q040 variants in Table 1 Added XMC1404-Q040 variants in Table 2 Added XMC1404-Q040 variants in Table 3
V1.5	2024-04	Updated CHIP ID - 1 bit from 0 to 1 in Table 3 Release to web
V1.6	2025-01-22	Updated template. Removed Tools from Features section. Updated Moisture sensitivity level in Quality Declaration section.
V1.7	2025-07-17	Added XMC1401, XMC1402, XMC1404 in LQFP-48 package (Table 1 , Table 2 , Table 3 , Table 5 , Figure 5 , Figure 10 , Figure 35). Added XMC1401 in TSSOP-38 package (Table 1 , Table 2 , Table 3). Updated ESD ratings in Table 38 .

Trademarks

All referenced product or service names and trademarks are the property of their respective owners.

Edition 2025-07-17

Published by
Infineon Technologies AG
81726 Munich, Germany

© 2025 Infineon Technologies
AG All Rights Reserved.

Do you have a question about
any aspect of this document?
Email: erratum@infineon.com

Document reference
IFX-tqk1720455942667

Important notice

The information given in this document shall in no event be regarded as a guarantee of conditions or characteristics ("Beschaffenheitsgarantie").

With respect to any examples, hints or any typical values stated herein and/or any information regarding the application of the product, Infineon Technologies hereby disclaims any and all warranties and liabilities of any kind, including without limitation warranties of non-infringement of intellectual property rights of any third party.

In addition, any information given in this document is subject to customer's compliance with its obligations stated in this document and any applicable legal requirements, norms and standards concerning customer's products and any use of the product of Infineon Technologies in customer's applications.

The data contained in this document is exclusively intended for technically trained staff. It is the responsibility of customer's technical departments to evaluate the suitability of the product for the intended application and the completeness of the product information given in this document with respect to such application.

Warnings

Due to technical requirements products may contain dangerous substances. For information on the types in question please contact your nearest Infineon Technologies office.

Except as otherwise explicitly approved by Infineon Technologies in a written document signed by authorized representatives of Infineon Technologies, Infineon Technologies' products may not be used in any applications where a failure of the product or any consequences of the use thereof can reasonably be expected to result in personal injury.



免责声明

请注意，本文件的原文使用英文撰写，为方便客户浏览英飞凌提供了中文译文。该中文译文仅供参考，并不可作为任何论点之依据。

由于翻译过程中可能使用了自动化程序，以及语言翻译和转换过程中的差异，最后的中文译文与最新的英文版本原文含义可能存在不尽相同之处。

因此，我们同时提供该中文译文版本的最新英文原文供您阅读，请参见 <http://www.infineon.com>

英文原文和中文译文版本之间若存有任何歧异，以最新的英文版本为准，并且仅认可英文版本为正式文件。

您如果使用本文件，即表示您同意并理解上述说明。英飞凌不对因翻译过程中可能存在的任何不完整或不准确信息而产生的任何直接或间接损失或损害负责。英飞凌不承担中文译文版本的完整性和准确性责任。如果您不同意上述说明，请不要使用本文件。

Trademarks

All referenced product or service names and trademarks are the property of their respective owners.

重要通知

版本 2026-02-12

Infineon Technologies AG 出版，
德国 Neubiberg 85579

版权 © 2026 Infineon Technologies AG
及其关联公司。
保留所有权利。

Do you have a question about this
document?

Email:
erratum@infineon.com

Infineon Technologies AG 及其关联公司（以下简称“英飞凌”）销售或提供和交付的产品（可能也包括样品，且可能由硬件或软件或两者组成）（以下简称“产品”），应遵守客户与英飞凌签订的框架供应合同或其他书面协议的条款和条件，如无上述合同或其他书面协议，则应遵守适用的英飞凌销售条件。只有在英飞凌明确书面同意的情况下，客户的一般条款和条件或对适用的英飞凌销售条件的偏离才对英飞凌具有约束力。

为避免疑义，英飞凌不承担不侵犯第三方权利的所有保证和默示保证，例如对特定用途/目的的适用性或适销性的保证。

英飞凌对与样品、应用或客户对任何产品的具体使用有关的任何信息或本文件中给出的任何示例或典型值概不负责。

本文件中包含的数据仅供具有技术资格和技能的客户代表使用。客户有责任评估产品对预期应用和客户特定用途的适用性，并在预期应用和客户特定用途中验证本文件中包含的所有相关技术数据。客户有责任正确设计、编程和测试预期应用的功能性和安全性，并遵守与其使用相关的法律要求。

除非英飞凌另行明确批准，否则产品不得用于任何因产品故障或使用产品的任何后果可合理预期会导致人身伤害的应用。但是，上述规定并不妨碍客户在英飞凌明确设计和销售的使用领域中使用任何产品，但是客户对应用负有全部责任。

英飞凌明确保留根据适用法律，如《德国版权法》（UrhG）第 44b 条，将其内容用于商业资料和数据勘探（TDM）的权利。

如果产品包含安全功能：

由于任何计算设备都不可能绝对安全，尽管产品采取了安全措施，但英飞凌不保证产品不会被入侵、数据不会被盗或遗失，或不会发生其他漏洞（以下简称“安全漏洞”），英飞凌对任何安全漏洞不承担任何责任。

如果本文件包含或引用软件：

根据美国、德国和世界其他国家的知识产权法律和条约，该软件归英飞凌所有。英飞凌保留所有权利。因此，您只能按照软件附带的软件授权协议的规定使用本软件。

如果没有适用的软件授权协议，英飞凌特此授予您个人的、非排他性的、不可转让的软件知识产权授权（无权转授权）：(a) 对于以源代码形式提供的软件，仅在贵组织内部修改和复制该软件用于英飞凌硬件产品；及 (b) 对于以二进制代码 (binary code) 形式对外向终端用户分发该软件，仅得用于英飞凌硬件产品。禁止对本软件进行任何其他使用、复制、修改、翻译或编译。有关产品、技术、交货条款和条件以及价格的详细信息，请联系离您最近的英飞凌办公室或访问 <https://www.infineon.com>。