GigaDevice Semiconductor Inc.

GD32C231xx
Arm® Cortex®-M23 32-bit MCU

数据手册

1.8 版本

(2026 年 11 月)

目录

目录 1

图索引 6

表索引 8

1. 概述 10

2. 器件概览 11

2.1. 器件信息 11

2.2. 框图 13

2.3. 引脚排列与分配 14

2.4. 存储器映射 18

2.5. 时钟树 21

2.6. 引脚定义 22

2.6.1. GD32C231Cx LQFP48 引脚定义 22
2.6.2. GD32C231Cx QFN48 引脚定义 27
2.6.3. GD32C231Kx LQFP32 引脚定义 32
2.6.4. GD32C231Kx QFN32 引脚定义 36
2.6.5. GD32C231Gx QFN28 引脚定义 40
2.6.6. GD32C231Fx TSSOP20 引脚定义 44
2.6.7. GD32C231Fx LGA20 引脚定义 47
2.6.8. GD32C231xx 引脚备用功能 50

3. 功能描述 54

3.1. Arm® Cortex®-M23 内核 54

3.2. 嵌入式存储器 54

3.3. 时钟、复位和电源管理 54
3.4. 启动模式 55
3.5. 省电模式 55
3.6. 通用输入/输出(GPIO) 56
3.7. CRC 计算单元(CRC) 57
3.8. 直接存储器访问控制器(DMA) 57
3.9. DMA 请求多路复用器(DMAMUX) 57
3.10. ADC 模数转换器(ADC) 58
3.11. 实时时钟(RTC) 58
3.12. 定时器和 PWM 生成 58
3.13. 通用同步异步收发器(USART/UART) 59
3.14. 内部集成电路总接口(I2C) 60
3.15. 串行外设接口(SPI) 60
3.16. 片上音频接口(I2S) 60
3.17. 比较器(CMP) 61
3.18. 调试模式 61
3.19. 封装和工作温度 61
4 电气特性 62

4.1. 参数介绍 62
4.2. 绝对最大额定值 63
4.3. 一般工作条件 64
4.4. 电源要求特性 65
4.5. 工作条件的启动时序 65
4.6. 从省电模式唤醒时间 65
4.7. 功耗 66
4.8. EMC 特性 77
4.9. 电源监控特性 79
4.10. 外部时钟特性 79
4.11. 内部时钟特性 82
4.12. 存储器特性 84
4.13. NRST 引脚特性 85
4.14. GPIO 特性 85
4.15. 内部参考电压特性 87
4.16. ADC 特性 88
4.17. 温度传感器特性 91
4.18. 比较器特性 92

4.19. TIMER 特性 93
4.20. I2C 特性 94
4.21. SPI 特性 95
4.22. I2S 特性 97
4.23. USART 特性 99
4.24. WDGT 特性 99
4.25. SWD 时序 100
5 封装信息 102
5.1 LQFP48 封装外形尺寸 102
5.2 QFN48 封装外形尺寸 104
5.3 LQFP44 封装外形尺寸 106
5.4 LQFP32 封装外形尺寸 108
5.5 QFN32 封装外形尺寸 110
5.6 QFN28 封装外形尺寸 112
5.7 FO-PLCSP25 封装外形尺寸 114
5.8 TSSOP20 封装外形尺寸 116
5.9 LGA20 封装外形尺寸 118
5.10 热特性 120

6 订购信息 122

7 版本历史 124

图索引

图 2-1. GD32C231xx 器件系统框图 13
图 2-2. GD32C231Cx LQFP48 引脚排列 14
图 2-3. GD32C231Cx QFN48 引脚排列 14
图 2-4. GD32C231Kx LQFP32 引脚排列 15
图 2-5. GD32C231Kx QFN32 引脚排列 15
图 2-6. GD32C231Gx QFN28 引脚排列 16
图 2-7. GD32C231Fx TSSOP20 引脚排列 16
图 2-8. GD32C231Fx LGA20 引脚排列 17
图 2-9. GD32C231xx 时钟树 21
图 4-1. 推荐的电源去耦电容(1) 65
图 4-2. 功耗测量图 67
图 4-3. OSCIN 和 OSCOUT 引脚内部结构图 79
图 4-4. 推荐用于外部无源晶振的 OSCIN 和 OSCOUT 引脚电路 82
图 4-5. 推荐用于外部时钟源或有源晶振的 OSCIN 和 OSCOUT 引脚电路 82
图 4-6. 推荐的外部 NRST 引脚电路(1) 85
图 4-7. 微分线性误差 90
图 4-8. 积分线性误差 91
图 4-9. CMP 滞后 93
图 4-10. I2C 总线时序图 94
图 4-11. SPI 时序图-主机模式 95
图 4-12. SPI 时序图-从机模式(CKPH=0) 96
图 4-13. SPI 时序图-从机模式(CKPH=1) 96
图 4-14. I2S 时序图-主机模式 98
图 4-15. I2S 时序图-从机模式 98
图 4-16. SWD SWCLK 时序 101
图 5-1. LQFP48 封装外形 102
图 5-2. 推荐的 LQFP48 焊盘尺寸 103
图 5-3. QFN48 封装外形 104
图 5-4.推荐的 QFN48 焊盘尺寸 105
图 5-5. LQFP44 封装外形 106
图 5-6.推荐的 LQFP44 焊盘尺寸 107
图 5-7. LQFP32 封装外形 108
图 5-8. 推荐的 LQFP32 焊盘尺寸 109
图 5-9. QFN32 封装外形 110
图 5-10. 推荐的 QFN32 焊盘尺寸 111
图 5-11. QFN28 封装外形 112
图 5-12. 推荐的 QFN28 焊盘尺寸 113
图 5-13. FO-PLCSP25 封装外形 114
图 5-14.推荐的 FO-PLCSP25 焊盘尺寸 115
图 5-15. TSSOP20 封装外形 116

图 5-16. 推荐的 TSSOP20 焊盘尺寸 117
图 5-17. LGA20 封装外形 118
图 5-18. 推荐的 LGA20 焊盘尺寸 119

表索引

表 2-1. GD32C231xx 器件特性和外设列表 1 11
表 2-2. GD32C231xx 器件特性和外设列表 2 11
表 2-3. GD32C231xx 器件特性和外设列表 3 12
表 2-4. GD32C231xx 存储器映射 18
表 2-5. GD32C231Cx LQFP48 引脚定义 22
表 2-6. GD32C231Cx QFN48 引脚定义 27
表 2-7. GD32C231Kx LQFP32 引脚定义 32
表 2-8. GD32C231Kx QFN32 引脚定义 36
表 2-9. GD32C231Gx QFN28 引脚定义 40
表 2-10. GD32C231Fx TSSOP20 引脚定义 44
表 2-11. GD32C231Fx LGA20 引脚定义 47
表 2-12. 端口 A 备用功能 50
表 2-13. 端口 B 备用功能 51
表 2-14. 端口 C 备用功能 52
表 2-15. 端口 D 备用功能 52
表 2-16. 端口 F 备用功能 52
表 4-1. 缩写词 62
表 4-2. 绝对最大额定值(1) 63
表 4-3. 一般工作条件(1) 64
表 4-4. 电源要求特性(1) 65
表 4-5. 工作条件的启动时序(1)(2)(3) 65
表 4-6. 从省电模式唤醒时间(1)(2) 65
表 4-7. 在 Flash 中执行时运行模式下的功耗(1)(2)(4) 68
表 4-8. 在 SRAM 中执行时运行模式下的功耗(1)(2)(4) 68
表 4-9. 不同代码下运行模式的功耗(1)(2)(3) 69
表 4-10. 在 SRAM 中执行时运行模式 1 下的功耗(1)(2)(3) 71
表 4-11. 睡眠模式下的功耗(1)(2) 71
表 4-12. 在睡眠模式 1 下的功耗(1)(2)(3) 72
表 4-13. 在深度睡眠模式下的功耗(1)(2) 73
表 4-14. 在深度睡眠模式 1 下的功耗(1)(2) 74
表 4-15. 在待机模式下的功耗(1) 75
表 4-16. 外设功耗特性(1)(2)(5) 77
表 4-17. 系统级 ESD 和 EFT 特性(1) 78
表 4-18. EMI 特性(1) 78
表 4-19. 元件级 ESD 与闩锁特性参数(1) 78
表 4-20. 电源监控特性(1) 79
表 4-21. 由晶振/陶瓷谐振器产生的高速外部时钟(HXTAL)特性(1) 80
表 4-22. 高速外部时钟特性(HXTAL 在旁路模式下)(1) 80
表 4-23. 由晶振/陶瓷谐振器生成的低速外部时钟(LXTAL)特性(1) 81
表 4-24. 低速外部时钟特性(LXTAL 在旁路模式下)(1) 81

表 4-25. 内部高速时钟(IRC48M)特性 82
表 4-26. 内部高速时钟(IRC12M)特性 83
表 4-27. 内部低速时钟(IRC32K)特性 83
表 4-28. Flash 存储器特性(1) 84
表 4-29. NRST 引脚特性(1) 85
表 4-30. I/O 静态特性 85
表 4-31. 所有 I/O 输出电压特性(1) 86
表 4-32. I/O 端口 AC 特性(1)(2)(3)(4) 86
表 4-33. 内部参考电压特性(1) 87
表 4-34. 内部参考电压校准值 87
表 4-35. ADC 特性(1) 88
表 4-36. f_{ADC} = 24 MHz 时，ADC R_{AIN} 的最大值(1)(2) 88
表 4-37. f_{ADC} = 12 MHz 时，ADC 精度(1)(2)(3) 89
表 4-38. f_{ADC} = 24 MHz 时，ADC 精度(1)(2)(3) 90
表 4-39. 温度传感器特性 91
表 4-40. 温度传感器校准值 91
表 4-41. CMP 特性(1) 92
表 4-42. TIMER 特性(1) 93
表 4-43. I2C 特性(1)(2) 94
表 4-44. 标准 SPI 特性(1) 95
表 4-45. I2S 特性(1) 97
表 4-46. 同步模式下 USART 特性(1) 99
表 4-47. FWDGT 在 32kHz(IRC32K)时的最小/最大超时周期(1) 99
表 4-48. 在 48 MHz (f_{PCLK})时的最小/最大超时值 100
表 4-49. SWD 接口时序(1) 100
表 5-1. LQFP48 封装尺寸 102
表 5-2. QFN48 封装尺寸 104
表 5-3. LQFP44 封装尺寸 106
表 5-4. LQFP32 封装尺寸 108
表 5-5.QFN32 封装尺寸 110
表 5-6. QFN28 封装尺寸 112
表 5-7. FO-PLCSP25 封装尺寸 114
表 5-8. TSSOP20 封装尺寸 116
表 5-9. LGA20 封装尺寸 118
表 5-10. 封装热特性(1) 120
表 6-1. GD32C231xx 器件的订购代码 122
表 7-1. 版本历史 124

1. 概述

GD32C231xx器件属于GD32 MCU家族的超值型产品线。它是一款基于Arm® Cortex®-M23内核的全新32位通用微控制器。Cortex-M23处理器是一款高能效、低门数的处理器，专为需要面积优化型设计的微控制器及深度嵌入式应用而开发。该处理器通过精简但功能强大的指令集和深度优化设计实现高能效，提供包括单周期乘法器和17周期除法器在内的高性能处理硬件。

GD32C231xx集成了工作频率最高达48MHz的Arm® Cortex®-M23 32位处理器内核，并通过0~1等待周期的Flash访问实现最大效率。其配备最高64KB嵌入式Flash存储器和最高12KB SRAM存储器，并通过单APB总线连接丰富的增强型I/O及外设资源。该系列器件包含：1个12位ADC，2个模拟比较器，4个16位通用定时器，1个16位PWM高级定时器，通信接口：2个SPI、2个I2C、3个USART和1个I2S。

该器件支持1.8~5.5V工作电压，适用于温度范围为-40至+85 °C的6级器件，以及温度范围为-40至105 °C的7级器件。多种省电模式可在唤醒延迟与功耗之间实现灵活优化，这对低功耗应用尤为重要。

上述特性使GD32C231xx系列器件广泛适用于以下领域：工业控制、电机驱动、用户界面、电源监控与报警系统、消费电子、电动自行车和GPS定位终端等。

2. 器件概览

2.1. 器件信息

表2-1. GD32C231xx器件特性和外设列表1

Part Number		GD32C231xx					
		C6T6	C8T6	C8T7	K6U6	K8U6	K8U7
FLASH (KB)		32	64	64	32	64	64
SRAM (KB)		12	12	12	12	12	12
Timers	General timer(16-bit)	4 (2, 13, 15,16)	4 (2, 13, 15,16)	4 (2, 13, 15,16)	4 (2, 13, 15,16)	4 (2, 13, 15,16)	4 (2, 13, 15,16)
	SysTick	1	1	1	1	1	1
	Advanced timer(16-bit)	1 (0)	1 (0)	1 (0)	1 (0)	1 (0)	1 (0)
	Watchdog	2	2	2	2	2	2
	RTC	1	1	1	1	1	1
Connectivity	USART	3 (0, 1, 2)	3 (0, 1, 2)	3 (0, 1, 2)	3 (0, 1, 2)	3 (0, 1, 2)	3 (0, 1, 2)
	I2C	2 (0-1)	2 (0-1)	2 (0-1)	2 (0-1)	2 (0-1)	2 (0-1)
	SPI/I2S	2/1 (0-1)/(0)	2/1 (0-1)/(0)	2/1 (0-1)/(0)	2/1 (0-1)/(0)	2/1 (0-1)/(0)	2/1 (0-1)/(0)
GPIO		45	45	45	30	30	30
ADC	Units	1	1	1	1	1	1
	Channels (External)	13	13	13	12	12	12
	Channels (Internal)	3	3	3	3	3	3
CMP		2	2	2	2	2	2
Package		LQFP48			QFN32		

表2-2. GD32C231xx器件特性和外设列表2

Part Number		GD32C231xx						
		C6U6	C8U6	K6T6	K8T6	G6U6TR	G8U6TR	G8U7TR
FLASH (KB)		32	64	32	64	32	64	64
SRAM (KB)		12	12	12	12	12	12	12
Timers	General timer(16-bit)	4 (2, 13, 15,16)	4 (2, 13, 15,16)	4 (2, 13, 15,16)	4 (2, 13, 15,16)	4 (2, 13, 15,16)	4 (2, 13, 15,16)	4 (2, 13, 15,16)
	SysTick	1	1	1	1	1	1	1
	Advanced timer(16-bit)	1 (0)	1 (0)	1 (0)	1 (0)	1 (0)	1 (0)	1 (0)
	Watchdog	2	2	2	2	2	2	2

Part Number		GD32C231xx						
		C6U6	C8U6	K6T6	K8T6	G6U6TR	G8U6TR	G8U7TR
	RTC	1	1	1	1	1	1	1
Connectivity	USART	3 (0, 1, 2)	3 (0, 1, 2)	3 (0, 1, 2)	3 (0, 1, 2)	2 (0, 1)	2 (0, 1)	2 (0, 1)
	I2C	2 (0-1)	2 (0-1)	2 (0-1)	2 (0-1)	2 (0-1)	2 (0-1)	2 (0-1)
	SPI/I2S	2/1 (0-1)/(0)	2/1 (0-1)/(0)	2/1 (0-1)/(0)	2/1 (0-1)/(0)	2/1 (0-1)/(0)	2/1 (0-1)/(0)	2/1 (0-1)/(0)
GPIO		45	45	30	30	26	26	26
ADC	Units	1	1	1	1	1	1	1
	Channels (External)	13	13	12	12	11	11	11
	Channels (Internal)	3	3	3	3	3	3	3
CMP		2	2	2	2	2	2	2
Package		QFN48		LQFP32		QFN28		

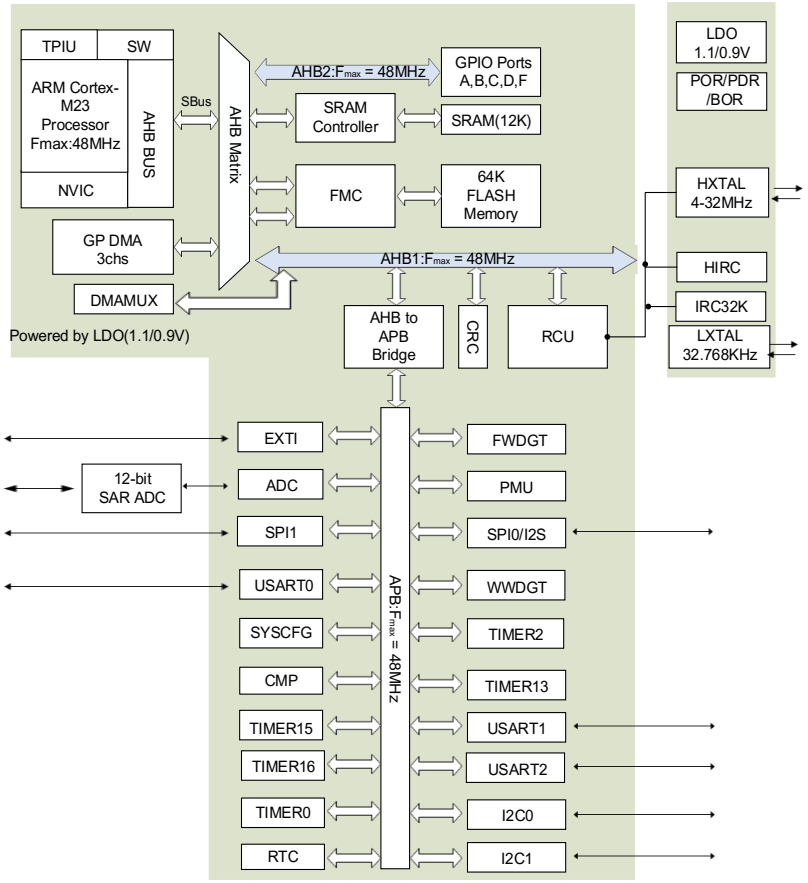
表2-3. GD32C231xx器件特性和外设列表3

Part Number		GD32C231xx				
		F6P6TR	F8P6TR	F8P7TR	F6V6TR	F8V6TR
FLASH (KB)		32	64	64	32	64
SRAM (KB)		12	12	12	12	12
Timers	General timer(16-bit)	4 (2, 13, 15,16)	4 (2, 13, 15,16)	4 (2, 13, 15,16)	4 (2, 13, 15,16)	4 (2, 13, 15,16)
	SysTick	1	1	1	1	1
	Advanced timer(16-bit)	1 (0)	1 (0)	1 (0)	1 (0)	1 (0)
	Watchdog	2	2	2	2	2
	RTC	1	1	1	1	1
Connectivity	USART	2 (0, 1)	2 (0, 1)	2 (0, 1)	2 (0, 1)	2 (0, 1)
	I2C	2 (0-1)	2 (0-1)	2 (0-1)	2 (0-1)	2 (0-1)
	SPI/I2S	2/1 (0-1)/(0)	2/1 (0-1)/(0)	2/1 (0-1)/(0)	2/1 (0-1)/(0)	2/1 (0-1)/(0)
GPIO		18	18	18	18	18
ADC	Units	1	1	1	1	1
	Channels (External)	9	9	9	9	9
	Channels (Internal)	3	3	3	3	3
CMP		2	2	2	2	2

Part Number	GD32C231xx				
	F6P6TR	F8P6TR	F8P7TR	F6V6TR	F8V6TR
Package	TSSOP20			LGA20	

2.2. 框图

图2-1. GD32C231xx器件系统框图



2.3. 引脚排列与分配

下列图示均为封装顶视图。

图2-2. GD32C231Cx LQFP48引脚排列

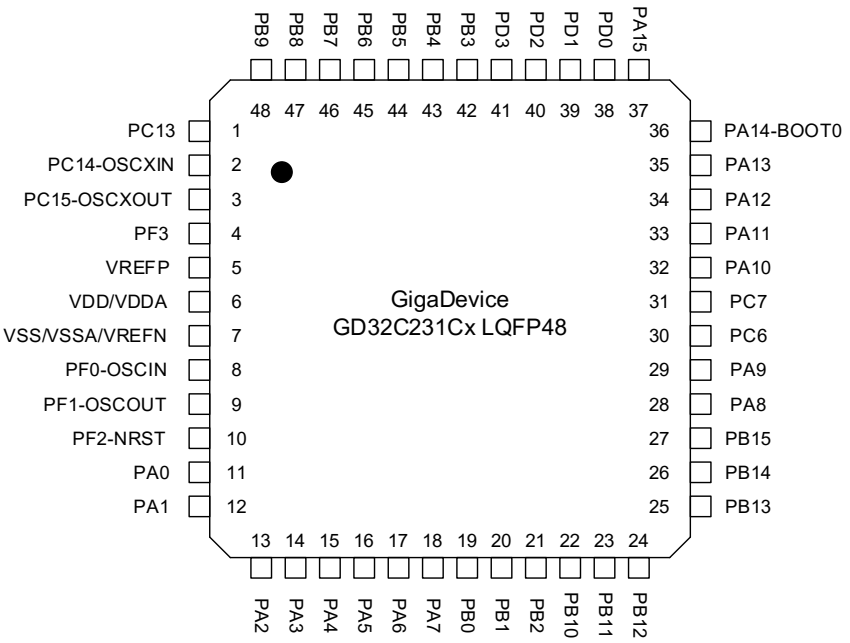


图2-3. GD32C231Cx QFN48引脚排列

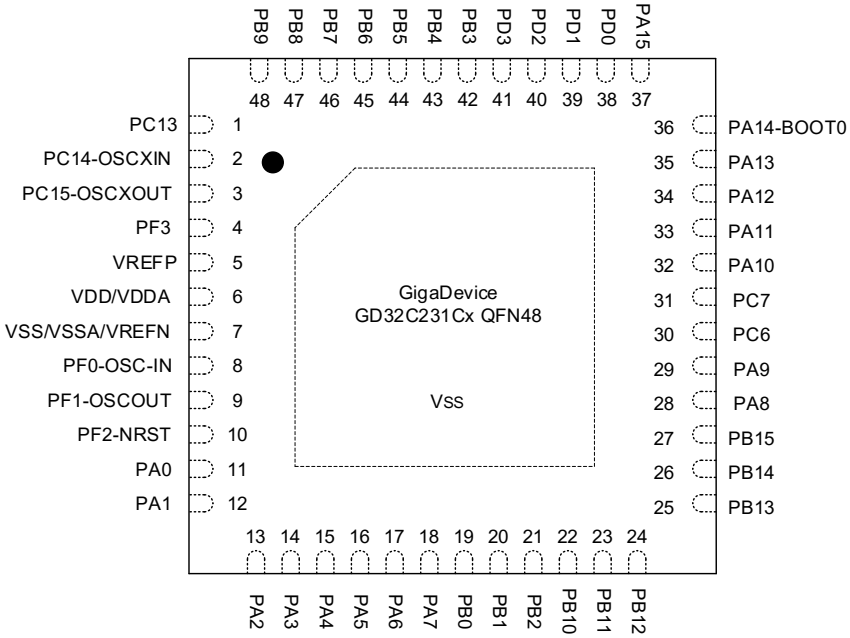


图2-4. GD32C231Kx LQFP32引脚排列

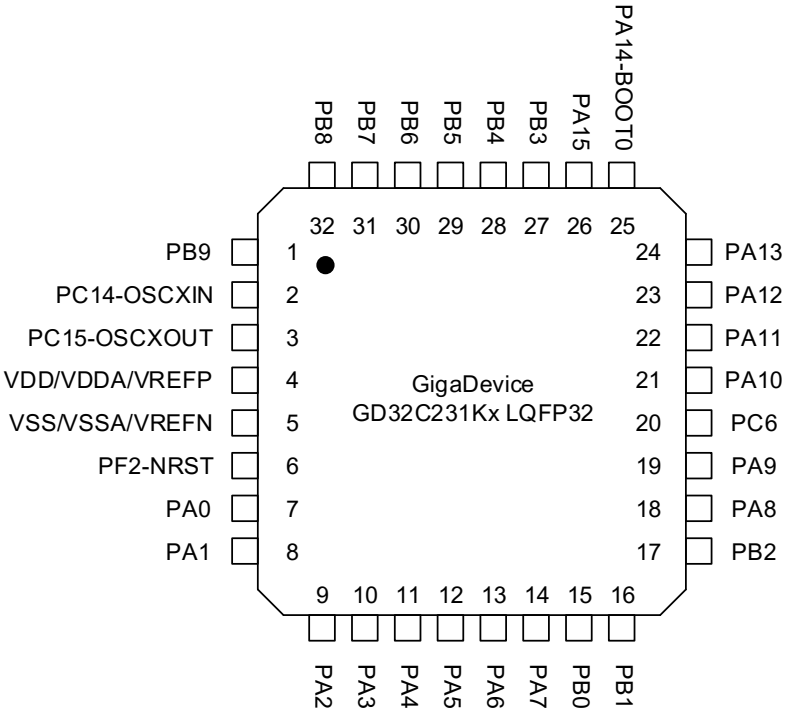


图2-5. GD32C231Kx QFN32引脚排列

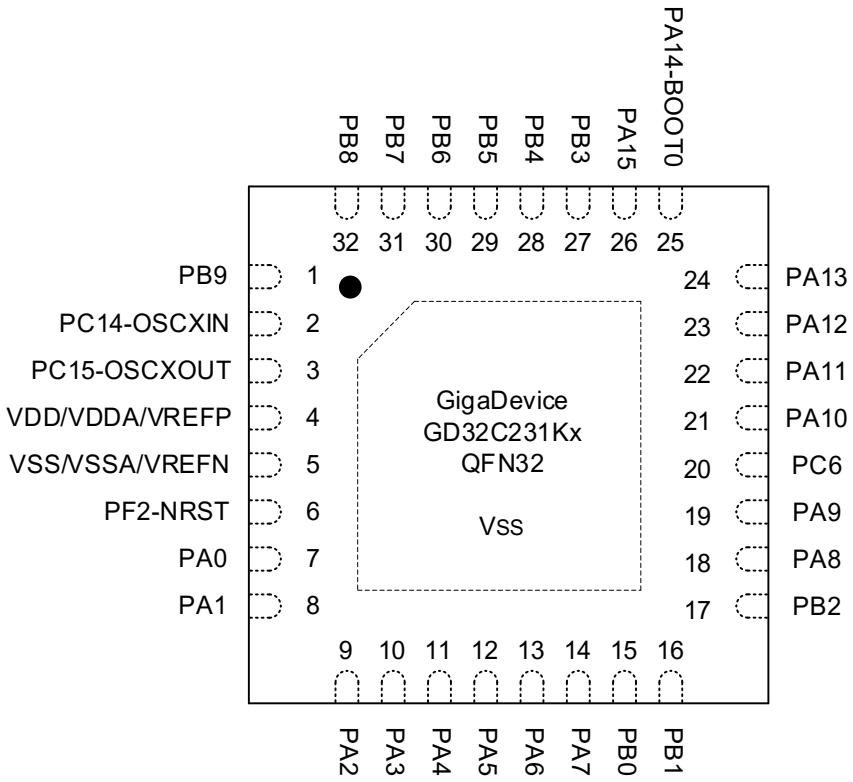


图2-6. GD32C231Gx QFN28引脚排列

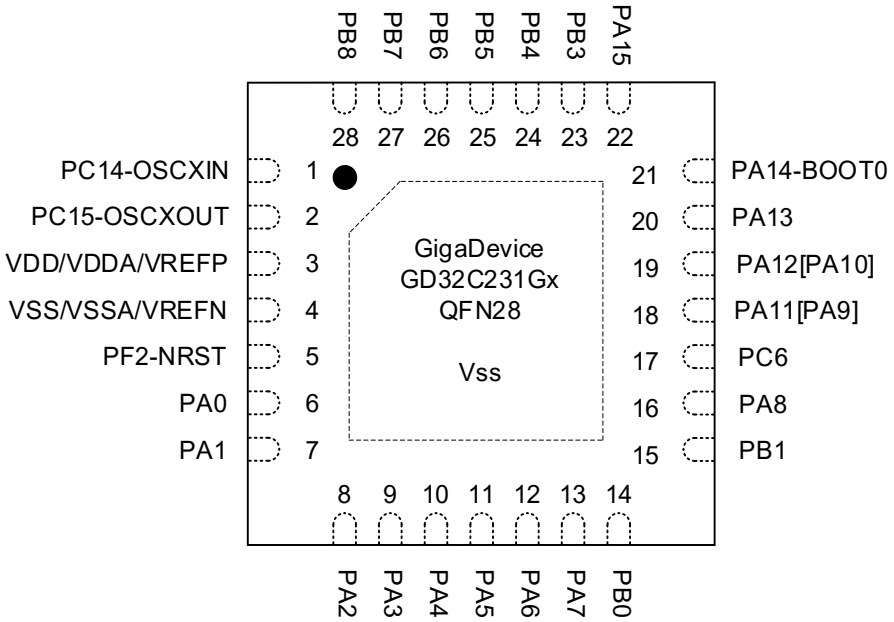


图2-7. GD32C231Fx TSSOP20引脚排列

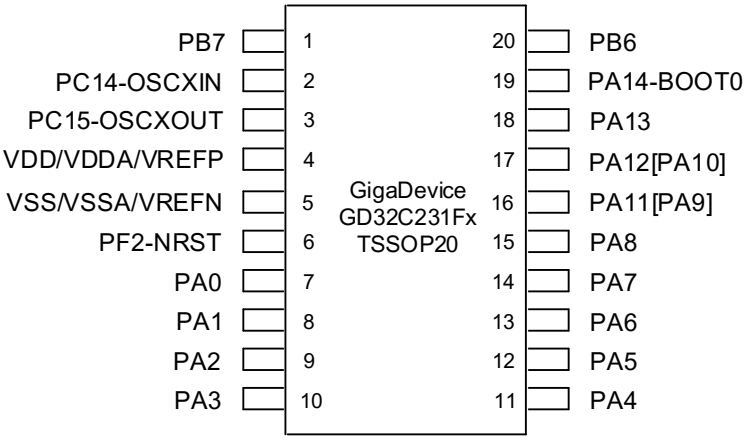
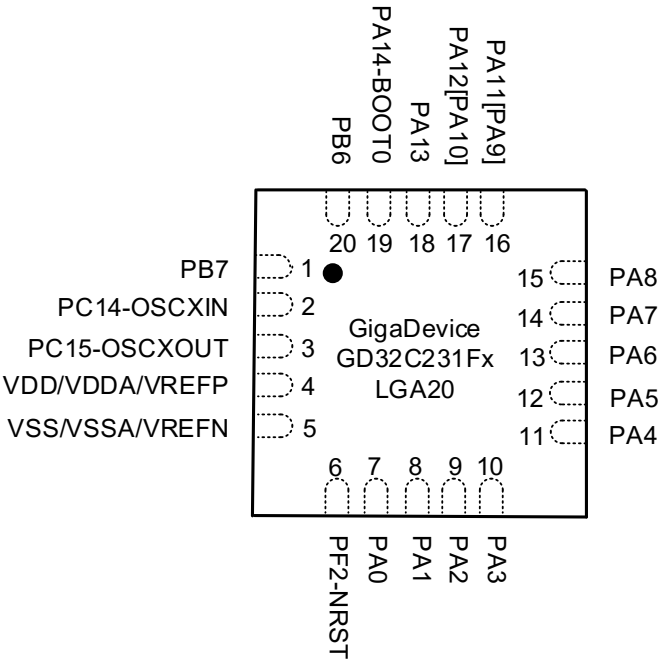


图2-8. GD32C231Fx LGA20引脚排列



2.4. 存储器映射

表2-4. GD32C231xx存储器映射

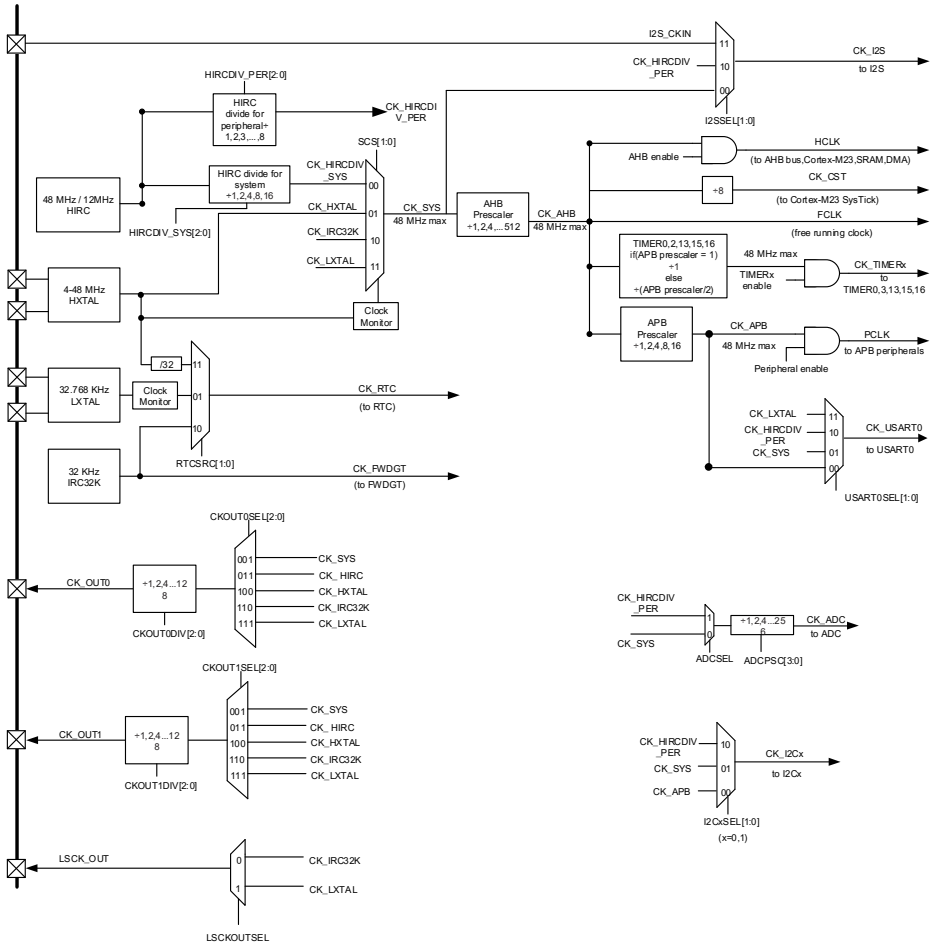
预定义的区域	总线	地址范围	外设
		0xE000 0000 - 0xE00F FFFF	Cortex M23 内部外设
外部设备		0xA000 0000 - 0xDFFF FFFF	保留
外部 RAM		0x60000000 - 0x9FFFFFFF	保留
外设	AHB2	0x5004 0000 - 0x5FFF FFFF	保留
		0x5000 0000 - 0x5003 FFFF	保留
		0x4800 1800 - 0x4FFF FFFF	保留
		0x4800 1400 - 0x4800 17FF	GPIOF
		0x4800 1000 - 0x4800 13FF	保留
		0x4800 0C00 - 0x4800 0FFF	GPIOD
		0x4800 0800 - 0x4800 0BFF	GPIOC
		0x4800 0400 - 0x4800 07FF	GPIOB
		0x4800 0000 - 0x4800 03FF	GPIOA
	AHB1	0x4003 8400 - 0x47FF FFFF	保留
		0x4003 8000 - 0x4003 83FF	保留
		0x4002 4000 - 0x4003 7FFF	保留
		0x4002 3400 - 0x4002 3FFF	保留
		0x4002 3000 - 0x4002 33FF	CRC
		0x4002 2400 - 0x4002 2FFF	保留
		0x4002 2000 - 0x4002 23FF	FMC
		0x4002 1400 - 0x4002 1FFF	保留
		0x4002 1000 - 0x4002 13FF	RCU
		0x4002 0C00 - 0x4002 0FFF	保留
		0x4002 0800 - 0x4002 0BFF	DMAMUX
		0x4002 0400 - 0x4002 07FF	保留
		0x4002 0000 - 0x4002 03FF	DMA
	APB	0x4001 8000 - 0x4001 FFFF	保留
		0x4001 7C00 - 0x4001 7FFF	CMP
		0x4001 7800 - 0x4001 7BFF	保留
		0x4001 7400 - 0x4001 77FF	保留
		0x4001 7000 - 0x4001 73FF	保留
		0x4001 6C00 - 0x4001 6FFF	保留
		0x4001 6800 - 0x4001 6BFF	保留
		0x4001 5C00 - 0x4001 67FF	保留
		0x4001 5800 - 0x4001 5BFF	DBG
		0x4001 5400 - 0x4001 57FF	保留
		0x4001 5000 - 0x4001 53FF	保留
		0x4001 4C00 - 0x4001 4FFF	保留

预定义的区域	总线	地址范围	外设
		0x4001 4800 - 0x4001 4BFF	TIMER16
		0x4001 4400 - 0x4001 47FF	TIMER15
		0x4001 3C00 - 0x4001 43FF	保留
		0x4001 3800 - 0x4001 3BFF	USART0
		0x4001 3400 - 0x4001 37FF	保留
		0x4001 3000 - 0x4001 33FF	SPI0/I2S
		0x4001 2C00 - 0x4001 2FFF	TIMER0
		0x4001 2800 - 0x4001 2BFF	保留
		0x4001 2400 - 0x4001 27FF	ADC
		0x4001 2000 - 0x4001 23FF	保留
		0x4001 1C00 - 0x4001 1FFF	保留
		0x4001 1800 - 0x4001 1BFF	保留
		0x4001 1400 - 0x4001 17FF	保留
		0x4001 1000 - 0x4001 13FF	保留
		0x4001 0C00 - 0x4001 0FFF	保留
		0x4001 0800 - 0x4001 23FF	保留
		0x4001 0400 - 0x4001 07FF	EXTI
		0x4001 0000 - 0x4001 03FF	SYSCFG
		0x4000 C000 - 0x4000 FFFF	保留
		0x4000 7400 - 0x4000 BFFF	保留
		0x4000 7000 - 0x4000 73FF	PMU
		0x4000 5C00 - 0x4000 6FFF	保留
		0x4000 5800 - 0x4000 5BFF	I2C1
		0x4000 5400 - 0x4000 57FF	I2C0
		0x4000 4C00 - 0x4000 53FF	保留
		0x4000 4800 - 0x4000 4BFF	USART2
		0x4000 4400 - 0x4000 47FF	USART1
		0x4000 3C00 - 0x4000 43FF	保留
		0x4000 3800 - 0x4000 3BFF	SPI1
		0x4000 3400 - 0x4000 37FF	保留
		0x4000 3000 - 0x4000 33FF	FWDGT
		0x4000 2C00 - 0x4000 2FFF	WWDGT
		0x4000 2800 - 0x4000 2BFF	RTC
		0x4000 2400 - 0x4000 27FF	保留
		0x4000 2000 - 0x4000 23FF	TIMER13
		0x4000 0800 - 0x4000 1FFF	保留
		0x4000 0400 - 0x4000 07FF	TIMER2
		0x4000 0000 - 0x4000 03FF	保留
SRAM		0x2000 3000 - 0x3FFF FFFF	保留
		0x2000 0000 - 0x2000 2FFF	SRAM(12KB)
Code		0x1FFF 7880 - 0x1FFF FFFF	保留

预定义的区域	总线	地址范围	外设
		0x1FFF 7800 - 0x1FFF 787F	Option bytes(128B)
		0x1FFF 7400 - 0x1FFF 77FF	保留
		0x1FFF 7000 - 0x1FFF 73FF	OTP bytes(1KB)
		0x1FFF 0C00 - 0x1FFF 6FFF	保留
		0x1FFF 0000 - 0x1FFF 0BFF	System memory(3KB)
		0x0801 0000 - 0x1FFE FFFF	保留
		0x0800 0000 - 0x0800 FFFF	Flash memory(64KB)
		0x0000 0000 - 0x07FF FFFF	Aliased to Flash or system memory

2.5. 时钟树

图2-9. GD32C231xx时钟树



图例：

HXTAL：外部高速晶体振荡器

LXTAL：外部低速晶体振荡器

HIRC：高速内部RC振荡器

IRC32K：内部32K RC振荡器

2.6. 引脚定义

2.6.1. GD32C231Cx LQFP48 引脚定义

表2-5. GD32C231Cx LQFP48引脚定义

GD32C231Cx LQFP48				
引脚名称	引脚编号	引脚类型(1)	I/O 耐受等级(2)	功能描述
PC13	1	I/O		默认功能：PC13 备用功能：TIMER0_ETI，TIMER0_BRKIN0 附加功能：RTC_TS，RTC_OUT0，WKUP1
PC14-OSCXIN	2	I/O		默认功能：PC14 备用功能：USART0_TX，TIMER0_ETI，TIMER0_BRKIN1，USART1_RTS_DE_CK，TIMER16_CH0，TIMER2_CH1，EVENTOUT 附加功能：OSC32IN，OSCIN
PC15-OSCXOUT	3	I/O		默认功能：PC15 备用功能：OSC32EN，OSCEN，TIMER0_ETI，TIMER2_CH2 附加功能：OSC32OUT，OSCOUT
PF3	4	I/O		默认功能：PF3
VREFP	5	P	-	默认功能：VREFP
VDD/VDDA	6	P	-	默认功能：VDD/VDDA
VSS/VSSA/VREFN	7	P	-	默认功能：VSS/VSSA/VREFN
PF0-OSCIN	8	I/O		默认功能：PF0 备用功能：TIMER13_CH0 附加功能：OSCIN
PF1-OSCOUT	9	I/O		默认功能：PF1 备用功能：OSCEN 附加功能：OSCOUT
PF2-NRST	10	I/O		默认功能：NRST 备用功能：CK_OUT0，TIMER0_CH3 附加功能：PF2(3)
PA0	11	I/O		默认功能：PA0 备用功能：SPI1_SCK，USART1_CTS，TIMER15_CH0，USART0_TX，TIMER0_CH0，CMP0_OUT 附加功能：ADC_IN0，WKUP0，CMP0_IM5
PA1	12	I/O	5VT	默认功能：PA1 备用功能：SPI0_SCK，I2S0_CK，USART1_RTS_DE_CK，TIMER16_CH0，SPI1_IO2，USART0_RX，TIMER0_CH1，I2C0_SMBA，EVENTOUT 附加功能：ADC_IN1，CMP0_IP
PA2	13	I/O		默认功能：PA2 备用功能：SPI0_MOSI，I2S0_SD，USART1_TX，TIMER15_CH0_ON，TIMER2_ETI，SPI1_IO3，TIMER0_

GD32C231Cx LQFP48				
引脚名称	引脚编号	引脚类型(1)	I/O 耐受等级(2)	功能描述
				CH2, USART2_TX, CMP1_OUT 附加功能：ADC_IN2, WKUP3, LSCK_OUT, CMP1_IM5
PA3	14	I/O		默认功能：PA3 备用功能：SPI1_MISO, USART1_RX, TIMER0_CH0_ON, TIMER0_CH3, USART2_RX, EVENTOUT 附加功能：ADC_IN3, CMP1_IP
PA4	15	I/O		默认功能：PA4 备用功能：SPI0_NSS, I2S0_WS, USART1_TX, TIMER0_CH1_ON, SPI1_MOSI, TIMER13_CH0, TIMER16_CH0_ON, EVENTOUT 附加功能：ADC_IN4, RTC_OUT1， RTC_TS, RTC_OUT0
PA5	16	I/O		默认功能：PA5 备用功能：SPI0_SCK, I2S0_CK, USART1_RX, TIMER0_CH2_ON, SPI1_IO2, TIMER0_CH0, EVENTOUT 附加功能：ADC_IN5
PA6	17	I/O		默认功能：PA6 备用功能：SPI0_MISO, I2S0_MCK, TIMER2_CH0, TIMER0_BRKIN0, SPI1_IO3, TIMER15_CH0, USART2_CTS, CMP0_OUT 附加功能：ADC_IN6
PA7	18	I/O		默认功能：PA7 备用功能：SPI0_MOSI, I2S0_SD, TIMER2_CH1, TIMER0_CH0_ON, TIMER13_CH0, TIMER16_CH0, USART2_RTS_DE_CK, CMP1_OUT 附加功能：ADC_IN7
PB0	19	I/O		默认功能：PB0 备用功能：SPI0_NSS, I2S0_WS, TIMER2_CH2, TIMER0_CH1_ON, CMP0_OUT 附加功能：ADC_IN8
PB1	20	I/O		默认功能：PB1 备用功能：TIMER13_CH0, TIMER2_CH3, TIMER0_CH2_ON, TIMER0_CH1_ON, USART2_RTS_DE_CK, EVENTOUT 附加功能：ADC_IN9, CMP0_IM6
PB2	21	I/O		默认功能：PB2 备用功能：USART0_RX, SPI1_MISO, CK_OUT1, EVENTOUT 附加功能：CMP0_IM4, ADC_IN10
PB10	22	I/O	5VT	默认功能：PB10 备用功能：USART2_RX, SPI1_SCK, I2C1_SCL, CMP0_OUT 附加功能：ADC_IN11
PB11	23	I/O	5VT	默认功能：PB11

GD32C231Cx LQFP48				
引脚名称	引脚编号	引脚类型(1)	I/O 耐受等级(2)	功能描述
				备用功能：SPI1_MOSI，USART2_TX，I2C1_SDA，CMP1_OUT
PB12	24	I/O		默认功能：PB12 备用功能：SPI1_NSS，TIMER0_BRKIN1，TIMER0_BRKIN0，USART2_RTS_DE_CK，EVENTOUT
PB13	25	I/O		默认功能：PB13 备用功能：SPI1_SCK，USART2_CTS，TIMER0_CH0_ON，EVENTOUT
PB14	26	I/O		默认功能：PB14 备用功能：SPI1_MISO，TIMER0_CH1_ON，EVENTOUT
PB15	27	I/O		默认功能：PB15 备用功能：SPI1_MOSI，TIMER0_CH2_ON，EVENTOUT 附加功能：RTC_REFIN
PA8	28	I/O		默认功能：PA8 备用功能：CK_OUT0，USART1_TX，TIMER0_CH0，SPI1_NSS，EVENTOUT，SPI0_NSS，I2S0_WS，TIMER0_CH1_ON，TIMER0_CH2_ON，TIMER2_CH2，TIMER2_CH3，TIMER13_CH0，USART0_RX，CK_OUT1
PA9	29	I/O	5VT	默认功能：PA9 备用功能：CK_OUT0，USART0_TX，TIMER0_CH1，TIMER2_ETI，SPI1_MISO，I2C0_SCL，EVENTOUT
PC6	30	I/O		默认功能：PC6 备用功能：TIMER2_CH0
PC7	31	I/O		默认功能：PC7 备用功能：TIMER2_CH1
PA10	32	I/O	5VT	默认功能：PA10 备用功能：SPI1_MOSI，USART0_RX，TIMER0_CH2，CK_OUT1，TIMER16_BRKIN0，I2C0_SDA，EVENTOUT
PA11	33	I/O	5VT	默认功能：PA11 备用功能：SPI0_MISO，I2S0_MCK，USART0_CTS，TIMER0_CH3，SPI1_IO2，TIMER0_BRKIN1，I2C1_SCL，CMP0_OUT
PA12	34	I/O	5VT	默认功能：PA12 备用功能：SPI0_MOSI，I2S0_SD，USART0_RTS_DE_CK，TIMER0_ETI，SPI1_IO3，I2S_CKIN，I2C1_SDA，CMP1_OUT 附加功能：ADC_IN12
PA13	35	I/O		默认功能：PA13，SWDIO 备用功能：SWDIO，TIMER2_ETI，USART1_RX，EVENTOUT
PA14-BOOT0	36	I/O		默认功能：PA14，SWCLK

GD32C231Cx LQFP48				
引脚名称	引脚编号	引脚类型(1)	I/O 耐受等级(2)	功能描述
				备用功能：SWCLK，USART1_TX，EVENTOUT，SPI0_NSS，I2S0_WS，USART1_RX，TIMER0_CH0，CK_OUT1，USART0_RTS_DE_CK 附加功能：BOOT0
PA15	37	I/O		默认功能：PA15 备用功能：SPI0_NSS，I2S0_WS，USART1_RX，TIMER0_CH0，CK_OUT1，USART0_RTS_DE_CK，EVENTOUT
PD0	38	I/O		默认功能：PD0 备用功能：EVENTOUT，SPI1_NSS，TIMER15_CH0
PD1	39	I/O		默认功能：PD1 备用功能：EVENTOUT，SPI1_SCK，TIMER16_CH0
PD2	40	I/O		默认功能：PD2 备用功能：TIMER2_ETI，TIMER0_CH0_ON
PD3	41	I/O		默认功能：PD3 备用功能：USART1_CTS，SPI1_MISO，TIMER0_CH1_ON
PB3	42	I/O		默认功能：PB3 备用功能：SPI0_SCK，I2S0_CK，TIMER0_CH1，TIMER2_CH1，USART0_RTS_DE_CK，EVENTOUT 附加功能：CMP1_IM6
PB4	43	I/O		默认功能：PB4 备用功能：SPI0_MISO，I2S0_MCK，TIMER2_CH0，USART0_CTS，TIMER16_BRKIN0，EVENTOUT 附加功能：CMP1_IM7
PB5	44	I/O	5VT	默认功能：PB5 备用功能：SPI0_MOSI，I2S0_SD，TIMER2_CH1，TIMER15_BRKIN0，TIMER2_CH2，SPI1_MISO，I2C0_SMBA，CMP1_OUT 附加功能：WKUP5
PB6	45	I/O	5VT	默认功能：PB6 备用功能：USART0_TX，TIMER0_CH2，TIMER15_CH0_ON，TIMER2_CH2，USART0_RTS_DE_CK，USART0_CTS，I2C0_SCL，I2C0_SMBA，SPI0_MOSI，I2S0_SD，SPI0_MISO，I2S0_MCK，SPI0_SCK，I2S0_CK，TIMER0_CH1，TIMER2_CH0，TIMER2_CH1，TIMER15_BRKIN0，TIMER16_BRKIN0 附加功能：WKUP2，CMP1_IM4
PB7	46	I/O	5VT	默认功能：PB7 备用功能：USART0_RX，TIMER0_CH3，TIMER16_CH0_ON，TIMER2_CH3，SPI1_MOSI，I2C0_SDA，EVENTOUT，USART1_CTS，TIMER15_CH0，TIMER2_CH0，I2C0_SCL 附加功能：RTC_REFIN
PB8	47	I/O	5VT	默认功能：PB8

GD32C231Cx LQFP48				
引脚名称	引脚编号	引脚类型(1)	I/O 耐受等级(2)	功能描述
				备用功能：SPI1_SCK，USART1_CTS，TIMER15_CH0，TIMER2_CH0，I2C0_SCL，EVENTOUT
PB9	48	I/O	5VT	默认功能：PB9 备用功能：USART1_RTS_DE_CK，TIMER16_CH0，TIMER2_CH1，SPI1_NSS，I2C0_SDA，EVENTOUT

注：

(1) 引脚类型：I = 输入，O = 输出，A = 模拟，P = 电源。

(2) I/O耐受等级：5VT = 5V耐受。

(3) 参考GD32C2x1用户手册中FMC_OBCTL寄存器的NRST_MDSEL[1:0]位域描述，将PF2-NRST引脚配置为PF2通用GPIO功能。

2.6.2. GD32C231Cx QFN48 引脚定义

表2-6. GD32C231Cx QFN48引脚定义

GD32C231Cx QFN48				
引脚名称	引脚编号	引脚类型(1)	I/O 耐受等级(2)	功能描述
PC13	1	I/O		默认功能：PC13 备用功能：TIMER0_ETI，TIMER0_BRKIN0 附加功能：RTC_TS，RTC_OUT0，WKUP1
PC14-OSCXIN	2	I/O		默认功能：PC14 备用功能：USART0_TX，TIMER0_ETI，TIMER0_BRKIN1，USART1_RTS_DE_CK，TIMER16_CH0，TIMER2_CH1，EVENTOUT 附加功能：OSC32IN，OSCIN
PC15-OSCXOUT	3	I/O		默认功能：PC15 备用功能：OSC32EN，OSCEN，TIMER0_ETI，TIMER2_CH2 附加功能：OSC32OUT，OSCOUT
PF3	4	I/O		默认功能：PF3
VREFP	5	P	-	默认功能：VREFP
VDD/VDDA	6	P	-	默认功能：VDD/VDDA
VSS/VSSA/VREFN	7	P	-	默认功能：VSS/VSSA/VREFN
PF0-OSCIN	8	I/O		默认功能：PF0 备用功能：TIMER13_CH0 附加功能：OSCIN
PF1-OSCOUT	9	I/O		默认功能：PF1 备用功能：OSCEN 附加功能：OSCOUT
PF2-NRST	10	I/O		默认功能：NRST 备用功能：CK_OUT0，TIMER0_CH3 附加功能：PF2(3)
PA0	11	I/O		默认功能：PA0 备用功能：SPI1_SCK，USART1_CTS，TIMER15_CH0，USART0_TX，TIMER0_CH0，CMP0_OUT 附加功能：ADC_IN0，WKUP0，CMP0_IM5
PA1	12	I/O	5VT	默认功能：PA1 备用功能：SPI0_SCK，I2S0_CK，USART1_RTS_DE_CK，TIMER16_CH0，SPI1_IO2，USART0_RX，TIMER0_CH1，I2C0_SMBA，EVENTOUT 附加功能：ADC_IN1，CMP0_IP
PA2	13	I/O		默认功能：PA2 备用功能：SPI0_MOSI，I2S0_SD，USART1_TX，TIMER15_CH0_ON，TIMER2_ETI，SPI1_IO3，TIMER0_CH2，USART2_TX，CMP1_OUT 附加功能：ADC_IN2，WKUP3，LSCK_OUT，CMP1_IM5

GD32C231Cx QFN48				
引脚名称	引脚编号	引脚类型(1)	I/O 耐受等级(2)	功能描述
PA3	14	I/O		默认功能：PA3 备用功能：SPI1_MISO，USART1_RX，TIMER0_CH0_ON，TIMER0_CH3，USART2_RX，EVENTOUT 附加功能：ADC_IN3，CMP1_IP
PA4	15	I/O		默认功能：PA4 备用功能：SPI0_NSS，I2S0_WS，USART1_TX，TIMER0_CH1_ON，SPI1_MOSI，TIMER13_CH0，TIMER16_CH0_ON，EVENTOUT 附加功能：ADC_IN4，RTC_OUT1， RTC_TS，RTC_OUT0
PA5	16	I/O		默认功能：PA5 备用功能：SPI0_SCK，I2S0_CK，USART1_RX，TIMER0_CH2_ON，SPI1_IO2，TIMER0_CH0，EVENTOUT 附加功能：ADC_IN5
PA6	17	I/O		默认功能：PA6 备用功能：SPI0_MISO，I2S0_MCK，TIMER2_CH0，TIMER0_BRKIN0，SPI1_IO3，TIMER15_CH0，USART2_CTS，CMP0_OUT 附加功能：ADC_IN6
PA7	18	I/O		默认功能：PA7 备用功能：SPI0_MOSI，I2S0_SD，TIMER2_CH1，TIMER0_CH0_ON，TIMER13_CH0，TIMER16_CH0，USART2_RTS_DE_CK，CMP1_OUT 附加功能：ADC_IN7
PB0	19	I/O		默认功能：PB0 备用功能：SPI0_NSS，I2S0_WS，TIMER2_CH2，TIMER0_CH1_ON，CMP0_OUT 附加功能：ADC_IN8
PB1	20	I/O		默认功能：PB1 备用功能：TIMER13_CH0，TIMER2_CH3，TIMER0_CH2_ON，TIMER0_CH1_ON，USART2_RTS_DE_CK，EVENTOUT 附加功能：ADC_IN9，CMP0_IM6
PB2	21	I/O		默认功能：PB2 备用功能：USART0_RX，SPI1_MISO，CK_OUT1，EVENTOUT 附加功能：CMP0_IM4，ADC_IN10
PB10	22	I/O	5VT	默认功能：PB10 备用功能：USART2_RX，SPI1_SCK，I2C1_SCL，CMP0_OUT 附加功能：ADC_IN11
PB11	23	I/O	5VT	默认功能：PB11 备用功能：SPI1_MOSI，USART2_TX，I2C1_SDA，CMP1_OUT
PB12	24	I/O		默认功能：PB12

GD32C231Cx QFN48				
引脚名称	引脚编号	引脚类型(1)	I/O 耐受等级(2)	功能描述
				备用功能：SPI1_NSS，TIMER0_BRKIN1，TIMER0_BRKIN0，USART2_RTS_DE_CK，EVENTOUT
PB13	25	I/O		默认功能：PB13 备用功能：SPI1_SCK，USART2_CTS，TIMER0_CH0_ON，EVENTOUT
PB14	26	I/O		默认功能：PB14 备用功能：SPI1_MISO，TIMER0_CH1_ON，EVENTOUT
PB15	27	I/O		默认功能：PB15 备用功能：SPI1_MOSI，TIMER0_CH2_ON，EVENTOUT 附加功能：RTC_REFIN
PA8	28	I/O		默认功能：PA8 备用功能：CK_OUT0，USART1_TX，TIMER0_CH0，SPI1_NSS，EVENTOUT，SPI0_NSS，I2S0_WS，TIMER0_CH1_ON，TIMER0_CH2_ON，TIMER2_CH2，TIMER2_CH3，TIMER13_CH0，USART0_RX，CK_OUT1
PA9	29	I/O	5VT	默认功能：PA9 备用功能：CK_OUT0，USART0_TX，TIMER0_CH1，TIMER2_ETI，SPI1_MISO，I2C0_SCL，EVENTOUT
PC6	30	I/O		默认功能：PC6 备用功能：TIMER2_CH0
PC7	31	I/O		默认功能：PC7 备用功能：TIMER2_CH1
PA10	32	I/O	5VT	默认功能：PA10 备用功能：SPI1_MOSI，USART0_RX，TIMER0_CH2，CK_OUT1，TIMER16_BRKIN0，I2C0_SDA，EVENTOUT
PA11	33	I/O	5VT	默认功能：PA11 备用功能：SPI0_MISO，I2S0_MCK，USART0_CTS，TIMER0_CH3，SPI1_IO2，TIMER0_BRKIN1，I2C1_SCL，CMP0_OUT
PA12	34	I/O	5VT	默认功能：PA12 备用功能：SPI0_MOSI，I2S0_SD，USART0_RTS_DE_CK，TIMER0_ETI，SPI1_IO3，I2S_CKIN，I2C1_SDA，CMP1_OUT 附加功能：ADC_IN12
PA13	35	I/O		默认功能：PA13，SWDIO 备用功能：SWDIO，TIMER2_ETI，USART1_RX，EVENTOUT
PA14-BOOT0	36	I/O		默认功能：PA14，SWCLK 备用功能：SWCLK，USART1_TX，EVENTOUT，SPI0_NSS，I2S0_WS，USART1_RX，TIMER0_CH0，CK_OUT1，USART0_RTS_DE_CK

GD32C231Cx QFN48				
引脚名称	引脚编号	引脚类型(1)	I/O 耐受等级(2)	功能描述
				附加功能：BOOT0
PA15	37	I/O		默认功能：PA15 备用功能：SPI0_NSS, I2S0_WS, USART1_RX, TIMER0_CH0, CK_OUT1, USART0_RTS_DE_CK, EVENTOUT
PD0	38	I/O		默认功能：PD0 备用功能：EVENTOUT, SPI1_NSS, TIMER15_CH0
PD1	39	I/O		默认功能：PD1 备用功能：EVENTOUT, SPI1_SCK, TIMER16_CH0
PD2	40	I/O		默认功能：PD2 备用功能：TIMER2_ETI, TIMER0_CH0_ON
PD3	41	I/O		默认功能：PD3 备用功能：USART1_CTS, SPI1_MISO, TIMER0_CH1_ON
PB3	42	I/O		默认功能：PB3 备用功能：SPI0_SCK, I2S0_CK, TIMER0_CH1, TIMER2_CH1, USART0_RTS_DE_CK, EVENTOUT 附加功能：CMP1_IM6
PB4	43	I/O		默认功能：PB4 备用功能：SPI0_MISO, I2S0_MCK, TIMER2_CH0, USART0_CTS, TIMER16_BRKIN0, EVENTOUT 附加功能：CMP1_IM7
PB5	44	I/O	5VT	默认功能：PB5 备用功能：SPI0_MOSI, I2S0_SD, TIMER2_CH1, TIMER15_BRKIN0, TIMER2_CH2, SPI1_MISO, I2C0_SMBA, CMP1_OUT 附加功能：WKUP5
PB6	45	I/O	5VT	默认功能：PB6 备用功能：USART0_TX, TIMER0_CH2, TIMER15_CH0_ON, TIMER2_CH2, USART0_RTS_DE_CK, USART0_CTS, I2C0_SCL, I2C0_SMBA, SPI0_MOSI, I2S0_SD, SPI0_MISO, I2S0_MCK, SPI0_SCK, I2S0_CK, TIMER0_CH1, TIMER2_CH0, TIMER2_CH1, TIMER15_BRKIN0, TIMER16_BRKIN0 附加功能：WKUP2, CMP1_IM4
PB7	46	I/O	5VT	默认功能：PB7 备用功能：USART0_RX, TIMER0_CH3, TIMER16_CH0_ON, TIMER2_CH3, SPI1_MOSI, I2C0_SDA, EVENTOUT, USART1_CTS, TIMER15_CH0, TIMER2_CH0, I2C0_SCL 附加功能：RTC_REFIN
PB8	47	I/O	5VT	默认功能：PB8 备用功能：SPI1_SCK, USART1_CTS, TIMER15_CH0, TIMER2_CH0, I2C0_SCL, EVENTOUT
PB9	48	I/O	5VT	默认功能：PB9

GD32C231Cx QFN48				
引脚名称	引脚编号	引脚类型(1)	I/O 耐受等级(2)	功能描述
				备用功能：USART1_RTS_DE_CK，TIMER16_CH0，TIMER2_CH1，SPI1_NSS，I2C0_SDA，EVENTOUT

注：

(1) 引脚类型：I = 输入，O = 输出，A = 模拟，P = 电源。

(2) I/O耐受等级：5VT = 5V耐受。

(3) 参考GD32C2x1用户手册中FMC_OBCTL寄存器的NRST_MDSEL[1:0]位域描述，将PF2-NRST引脚配置为PF2通用GPIO功能。

2.6.3. GD32C231Kx LQFP32 引脚定义

表2-7. GD32C231Kx LQFP32引脚定义

GD32C231Kx LQFP32				
引脚名称	引脚编号	引脚类型(1)	I/O 耐受等级(2)	功能描述
PB9	1	I/O	5VT	默认功能：PB9 备用功能：USART1_RTS_DE_CK，TIMER16_CH0，TIMER2_CH1，SPI1_NSS，I2C0_SDA，EVENTOUT
PC14-OSCXIN	2	I/O		默认功能：PC14 备用功能：USART0_TX，TIMER0_ETI，TIMER0_BRKIN1，USART1_RTS_DE_CK，TIMER16_CH0，TIMER2_CH1，EVENTOUT 附加功能：OSC32IN，OSCIN
PC15-OSCXOUT	3	I/O		默认功能：PC15 备用功能：OSC32EN，OSCEN，TIMER0_ETI，TIMER2_CH2 附加功能：OSC32OUT，OSCOUT
VDD/VDDA/VREFP	4	P	-	默认功能：VDD/VDDA/VREFP
VSS/VSSA/VREFN	5	P	-	默认功能：VSS/VSSA/VREFN
PF2-NRST	6	I/O		默认功能：NRST 备用功能：CK_OUT0，TIMER0_CH3 附加功能：PF2(3)
PA0	7	I/O		默认功能：PA0 备用功能：SPI1_SCK，USART1_CTS，TIMER15_CH0，USART0_TX，TIMER0_CH0，CMP0_OUT 附加功能：ADC_IN0，WKUP0，CMP0_IM5
PA1	8	I/O	5VT	默认功能：PA1 备用功能：SPI0_SCK，I2S0_CK，USART1_RTS_DE_CK，TIMER16_CH0，SPI1_IO2，USART0_RX，TIMER0_CH1，I2C0_SMBA，EVENTOUT 附加功能：ADC_IN1，CMP0_IP
PA2	9	I/O		默认功能：PA2 备用功能：SPI0_MOSI，I2S0_SD，USART1_TX，TIMER15_CH0_ON，TIMER2_ETI，SPI1_IO3，TIMER0_CH2，USART2_TX，CMP1_OUT 附加功能：ADC_IN2，WKUP3，LSCK_OUT，CMP1_IM5
PA3	10	I/O		默认功能：PA3 备用功能：SPI1_MISO，USART1_RX，TIMER0_CH0_ON，TIMER0_CH3，USART2_RX，EVENTOUT 附加功能：ADC_IN3，CMP1_IP
PA4	11	I/O		默认功能：PA4 备用功能：SPI0_NSS，I2S0_WS，USART1_TX，TIMER0_CH1_ON，SPI1_MOSI，TIMER13_CH0，TIMER

GD32C231Kx LQFP32				
引脚名称	引脚编号	引脚类型(1)	I/O 耐受等级(2)	功能描述
				16_CH0_ON, EVENTOUT 附加功能：ADC_IN4, RTC_OUT1， RTC_TS, RTC_OUT0, WKUP1
PA5	12	I/O		默认功能：PA5 备用功能：SPI0_SCK, I2S0_CK, USART1_RX, TIMER0_CH2_ON, SPI1_IO2, TIMER0_CH0, EVENTOUT 附加功能：ADC_IN5
PA6	13	I/O		默认功能：PA6 备用功能：SPI0_MISO, I2S0_MCK, TIMER2_CH0, TIMER0_BRKIN0, SPI1_IO3, TIMER15_CH0, USART2_CTS, CMP0_OUT 附加功能：ADC_IN6
PA7	14	I/O		默认功能：PA7 备用功能：SPI0_MOSI, I2S0_SD, TIMER2_CH1, TIMER0_CH0_ON, TIMER13_CH0, TIMER16_CH0, USART2_RTS_DE_CK, CMP1_OUT 附加功能：ADC_IN7
PB0	15	I/O		默认功能：PB0 备用功能：SPI0_NSS, I2S0_WS, TIMER2_CH2, TIMER0_CH1_ON, CMP0_OUT 附加功能：ADC_IN8
PB1	16	I/O		默认功能：PB1 备用功能：TIMER13_CH0, TIMER2_CH3, TIMER0_CH2_ON, TIMER0_CH1_ON, USART2_RTS_DE_CK, EVENTOUT 附加功能：ADC_IN9, CMP0_IM6
PB2	17	I/O		默认功能：PB2 备用功能：USART0_RX, SPI1_MISO, CK_OUT1, EVENTOUT 附加功能：CMP0_IM4, ADC_IN10
PA8	18	I/O		默认功能：PA8 备用功能：CK_OUT0, USART1_TX, TIMER0_CH0, SPI1_NSS, EVENTOUT, SPI0_NSS, I2S0_WS, TIMER0_CH1_ON, TIMER0_CH2_ON, TIMER2_CH2, TIMER2_CH3, TIMER13_CH0, USART0_RX, CK_OUT1
PA9	19	I/O	5VT	默认功能：PA9 备用功能：CK_OUT0, USART0_TX, TIMER0_CH1, TIMER2_ETI, SPI1_MISO, I2C0_SCL, EVENTOUT
PC6	20	I/O		默认功能：PC6 备用功能：TIMER2_CH0
PA10	21	I/O	5VT	默认功能：PA10 备用功能：SPI1_MOSI, USART0_RX, TIMER0_CH2, CK_OUT1, TIMER16_BRKIN0, I2C0_SDA, EVENTOUT

GD32C231Kx LQFP32				
引脚名称	引脚编号	引脚类型(1)	I/O 耐受等级(2)	功能描述
PA11	22	I/O	5VT	默认功能：PA11 备用功能：SPI0_MISO, I2S0_MCK, USART0_CTS, TIMER0_CH3, SPI1_IO2, TIMER0_BRKIN1, I2C1_SCL, CMP0_OUT
PA12	23	I/O	5VT	默认功能：PA12 备用功能：SPI0_MOSI, I2S0_SD, USART0_RTS_DE_CK, TIMER0_ETI, SPI1_IO3, I2S_CKIN, I2C1_SDA, CMP1_OUT 附加功能：ADC_IN12
PA13	24	I/O		默认功能：PA13, SWDIO 备用功能：SWDIO, TIMER2_ETI, USART1_RX, EVENTOUT
PA14-BOOT0	25	I/O		默认功能：PA14, SWCLK 备用功能：SWCLK, USART1_TX, EVENTOUT, SPI0_NSS, I2S0_WS, USART1_RX, TIMER0_CH0, CK_OUT1, USART0_RTS_DE_CK 附加功能：BOOT0
PA15	26	I/O		默认功能：PA15 备用功能：SPI0_NSS, I2S0_WS, USART1_RX, TIMER0_CH0, CK_OUT1, USART0_RTS_DE_CK, EVENTOUT
PB3	27	I/O		默认功能：PB3 备用功能：SPI0_SCK, I2S0_CK, TIMER0_CH1, TIMER2_CH1, USART0_RTS_DE_CK, EVENTOUT 附加功能：CMP1_IM6
PB4	28	I/O		默认功能：PB4 备用功能：SPI0_MISO, I2S0_MCK, TIMER2_CH0, USART0_CTS, TIMER16_BRKIN0, EVENTOUT 附加功能：CMP1_IM7
PB5	29	I/O	5VT	默认功能：PB5 备用功能：SPI0_MOSI, I2S0_SD, TIMER2_CH1, TIMER15_BRKIN0, TIMER2_CH2, SPI1_MISO, I2C0_SMBA, CMP1_OUT 附加功能：WKUP5
PB6	30	I/O	5VT	默认功能：PB6 备用功能：USART0_TX, TIMER0_CH2, TIMER15_CH0_ON, TIMER2_CH2, USART0_RTS_DE_CK, USART0_CTS, I2C0_SCL, I2C0_SMBA, SPI0_MOSI, I2S0_SD, SPI0_MISO, I2S0_MCK, SPI0_SCK, I2S0_CK, TIMER0_CH1, TIMER2_CH0, TIMER2_CH1, TIMER15_BRKIN0, TIMER16_BRKIN0 附加功能：WKUP2, CMP1_IM4
PB7	31	I/O	5VT	默认功能：PB7 备用功能：USART0_RX, TIMER0_CH3, TIMER16_CH0_ON, TIMER2_CH3, SPI1_MOSI, I2C0_SDA, EV

GD32C231Kx LQFP32				
引脚名称	引脚编号	引脚类型(1)	I/O 耐受等级(2)	功能描述
				ENTOUT，USART1_CTS，TIMER15_CH0，TIMER2_CH0，I2C0_SCL 附加功能：RTC_REFIN
PB8	32	I/O	5VT	默认功能：PB8 备用功能：SPI1_SCK，USART1_CTS，TIMER15_CH0，TIMER2_CH0，I2C0_SCL，EVENTOUT

注：

(1) 引脚类型：I = 输入，O = 输出，A = 模拟，P = 电源。

(2) I/O耐受等级：5VT = 5V耐受。

(3) 参考GD32C2x1用户手册中FMC_OBCTL寄存器的NRST_MDSEL[1:0]位域描述，将PF2-NRST引脚配置为PF2通用GPIO功能。

2.6.4. GD32C231Kx QFN32 引脚定义

表2-8. GD32C231Kx QFN32引脚定义

GD32C231Kx QFN32				
引脚名称	引脚编号	引脚类型(1)	I/O 耐受等级(2)	功能描述
PB9	1	I/O	5VT	默认功能：PB9 备用功能：USART1_RTS_DE_CK，TIMER16_CH0，TIMER2_CH1，SPI1_NSS，I2C0_SDA，EVENTOUT
PC14-OSCXIN	2	I/O		默认功能：PC14 备用功能：USART0_TX，TIMER0_ETI，TIMER0_BRKIN1，USART1_RTS_DE_CK，TIMER16_CH0，TIMER2_CH1，EVENTOUT 附加功能：OSC32IN，OSCIN
PC15-OSCXOUT	3	I/O		默认功能：PC15 备用功能：OSC32EN，OSCEN，TIMER0_ETI，TIMER2_CH2 附加功能：OSC32OUT，OSCOUT
VDD/VDDA/VREFP	4	P	-	默认功能：VDD/VDDA/VREFP
VSS/VSSA/VREFN	5	P	-	默认功能：VSS/VSSA/VREFN
PF2-NRST	6	I/O		默认功能：NRST 备用功能：CK_OUT0，TIMER0_CH3 附加功能：PF2(3)
PA0	7	I/O		默认功能：PA0 备用功能：SPI1_SCK，USART1_CTS，TIMER15_CH0，USART0_TX，TIMER0_CH0，CMP0_OUT 附加功能：ADC_IN0，WKUP0，CMP0_IM5
PA1	8	I/O	5VT	默认功能：PA1 备用功能：SPI0_SCK，I2S0_CK，USART1_RTS_DE_CK，TIMER16_CH0，SPI1_IO2，USART0_RX，TIMER0_CH1，I2C0_SMBA，EVENTOUT 附加功能：ADC_IN1，CMP0_IP
PA2	9	I/O		默认功能：PA2 备用功能：SPI0_MOSI，I2S0_SD，USART1_TX，TIMER15_CH0_ON，TIMER2_ETI，SPI1_IO3，TIMER0_CH2，USART2_TX，CMP1_OUT 附加功能：ADC_IN2，WKUP3，LSCK_OUT，CMP1_IM5
PA3	10	I/O		默认功能：PA3 备用功能：SPI1_MISO，USART1_RX，TIMER0_CH0_ON，TIMER0_CH3，USART2_RX，EVENTOUT 附加功能：ADC_IN3，CMP1_IP
PA4	11	I/O		默认功能：PA4 备用功能：SPI0_NSS，I2S0_WS，USART1_TX，TIMER0_CH1_ON，SPI1_MOSI，TIMER13_CH0，TIMER

GD32C231Kx QFN32				
引脚名称	引脚编号	引脚类型(1)	I/O 耐受等级(2)	功能描述
				16_CH0_ON, EVENTOUT 附加功能：ADC_IN4, RTC_OUT1， RTC_TS, RTC_OUT0, WKUP1
PA5	12	I/O		默认功能：PA5 备用功能：SPI0_SCK, I2S0_CK, USART1_RX, TIMER0_CH2_ON, SPI1_IO2, TIMER0_CH0, EVENTOUT 附加功能：ADC_IN5
PA6	13	I/O		默认功能：PA6 备用功能：SPI0_MISO, I2S0_MCK, TIMER2_CH0, TIMER0_BRKIN0, SPI1_IO3, TIMER15_CH0, USART2_CTS, CMP0_OUT 附加功能：ADC_IN6
PA7	14	I/O		默认功能：PA7 备用功能：SPI0_MOSI, I2S0_SD, TIMER2_CH1, TIMER0_CH0_ON, TIMER13_CH0, TIMER16_CH0, USART2_RTS_DE_CK, CMP1_OUT 附加功能：ADC_IN7
PB0	15	I/O		默认功能：PB0 备用功能：SPI0_NSS, I2S0_WS, TIMER2_CH2, TIMER0_CH1_ON, CMP0_OUT 附加功能：ADC_IN8
PB1	16	I/O		默认功能：PB1 备用功能：TIMER13_CH0, TIMER2_CH3, TIMER0_CH2_ON, TIMER0_CH1_ON, USART2_RTS_DE_CK, EVENTOUT 附加功能：ADC_IN9, CMP0_IM6
PB2	17	I/O		默认功能：PB2 备用功能：USART0_RX, SPI1_MISO, CK_OUT1, EVENTOUT 附加功能：CMP0_IM4, ADC_IN10
PA8	18	I/O		默认功能：PA8 备用功能：CK_OUT0, USART1_TX, TIMER0_CH0, SPI1_NSS, EVENTOUT, SPI0_NSS, I2S0_WS, TIMER0_CH1_ON, TIMER0_CH2_ON, TIMER2_CH2, TIMER2_CH3, TIMER13_CH0, USART0_RX, CK_OUT1
PA9	19	I/O	5VT	默认功能：PA9 备用功能：CK_OUT0, USART0_TX, TIMER0_CH1, TIMER2_ETI, SPI1_MISO, I2C0_SCL, EVENTOUT
PC6	20	I/O		默认功能：PC6 备用功能：TIMER2_CH0
PA10	21	I/O	5VT	默认功能：PA10 备用功能：SPI1_MOSI, USART0_RX, TIMER0_CH2, CK_OUT1, TIMER16_BRKIN0, I2C0_SDA, EVENTOUT

GD32C231Kx QFN32				
引脚名称	引脚编号	引脚类型(1)	I/O 耐受等级(2)	功能描述
PA11	22	I/O	5VT	默认功能：PA11 备用功能：SPI0_MISO, I2S0_MCK, USART0_CTS, TIMER0_CH3, SPI1_IO2, TIMER0_BRKIN1, I2C1_SCL, CMP0_OUT
PA12	23	I/O	5VT	默认功能：PA12 备用功能：SPI0_MOSI, I2S0_SD, USART0_RTS_DE_CK, TIMER0_ETI, SPI1_IO3, I2S_CKIN, I2C1_SDA, CMP1_OUT 附加功能：ADC_IN12
PA13	24	I/O		默认功能：PA13, SWDIO 备用功能：SWDIO, TIMER2_ETI, USART1_RX, EVENTOUT
PA14-BOOT0	25	I/O		默认功能：PA14, SWCLK 备用功能：SWCLK, USART1_TX, EVENTOUT, SPI0_NSS, I2S0_WS, USART1_RX, TIMER0_CH0, CK_OUT1, USART0_RTS_DE_CK 附加功能：BOOT0
PA15	26	I/O		默认功能：PA15 备用功能：SPI0_NSS, I2S0_WS, USART1_RX, TIMER0_CH0, CK_OUT1, USART0_RTS_DE_CK, EVENTOUT
PB3	27	I/O		默认功能：PB3 备用功能：SPI0_SCK, I2S0_CK, TIMER0_CH1, TIMER2_CH1, USART0_RTS_DE_CK, EVENTOUT 附加功能：CMP1_IM6
PB4	28	I/O		默认功能：PB4 备用功能：SPI0_MISO, I2S0_MCK, TIMER2_CH0, USART0_CTS, TIMER16_BRKIN0, EVENTOUT 附加功能：CMP1_IM7
PB5	29	I/O	5VT	默认功能：PB5 备用功能：SPI0_MOSI, I2S0_SD, TIMER2_CH1, TIMER15_BRKIN0, TIMER2_CH2, SPI1_MISO, I2C0_SMBA, CMP1_OUT 附加功能：WKUP5
PB6	30	I/O	5VT	默认功能：PB6 备用功能：USART0_TX, TIMER0_CH2, TIMER15_CH0_ON, TIMER2_CH2, USART0_RTS_DE_CK, USART0_CTS, I2C0_SCL, I2C0_SMBA, SPI0_MOSI, I2S0_SD, SPI0_MISO, I2S0_MCK, SPI0_SCK, I2S0_CK, TIMER0_CH1, TIMER2_CH0, TIMER2_CH1, TIMER15_BRKIN0, TIMER16_BRKIN0 附加功能：WKUP2, CMP1_IM4
PB7	31	I/O	5VT	默认功能：PB7 备用功能：USART0_RX, TIMER0_CH3, TIMER16_CH0_ON, TIMER2_CH3, SPI1_MOSI, I2C0_SDA, EV

GD32C231Kx QFN32				
引脚名称	引脚编号	引脚类型(1)	I/O 耐受等级(2)	功能描述
				ENTOUT, USART1_CTS, TIMER15_CH0, TIMER2_CH0, I2C0_SCL 附加功能：RTC_REFIN
PB8	32	I/O	5VT	默认功能：PB8 备用功能：SPI1_SCK, USART1_CTS, TIMER15_CH0, TIMER2_CH0, I2C0_SCL, EVENTOUT

注：

(1) 引脚类型：I = 输入，O = 输出，A = 模拟，P = 电源。

(2) I/O耐受等级：5VT = 5V耐受。

(3) 参考GD32C2x1用户手册中FMC_OBCTL寄存器的NRST_MDSEL[1:0]位域描述，将PF2-NRST引脚配置为PF2通用GPIO功能。

2.6.5. GD32C231Gx QFN28 引脚定义

表2-9. GD32C231Gx QFN28引脚定义

GD32C231Gx QFN28				
引脚名称	引脚编号	引脚类型(1)	I/O 耐受等级(2)	功能描述
PC14-OSCXIN	1	I/O		默认功能：PC14 备用功能：USART0_TX，TIMER0_ETI，TIMER0_BRKIN1，USART1_RTS_DE_CK，TIMER16_CH0，TIMER2_CH1，EVENTOUT 附加功能：OSC32IN，OSCIN
PC15-OSCXOUT	2	I/O		默认功能：PC15 备用功能：OSC32EN，OSCEN，TIMER0_ETI，TIMER2_CH2 附加功能：OSC32OUT，OSCOUT
VDD/VDDA/VREFP	3	P	-	默认功能：VDD/VDDA/VREFP
VSS/VSSA/VREFN	4	P	-	默认功能：VSS/VSSA/VREFN
PF2-NRST	5	I/O		默认功能：NRST 备用功能：CK_OUT0，TIMER0_CH3 附加功能：PF2(3)
PA0	6	I/O		默认功能：PA0 备用功能：SPI1_SCK，USART1_CTS，TIMER15_CH0，USART0_TX，TIMER0_CH0，CMP0_OUT 附加功能：ADC_IN0，WKUP0，CMP0_IM5
PA1	7	I/O	5VT	默认功能：PA1 备用功能：SPI0_SCK，I2S0_CK，USART1_RTS_DE_CK，TIMER16_CH0，SPI1_IO2，USART0_RX，TIMER0_CH1，I2C0_SMBA，EVENTOUT 附加功能：ADC_IN1，CMP0_IP
PA2	8	I/O		默认功能：PA2 备用功能：SPI0_MOSI，I2S0_SD，USART1_TX，TIMER15_CH0_ON，TIMER2_ETI，SPI1_IO3，TIMER0_CH2，CMP1_OUT 附加功能：ADC_IN2，WKUP3，LSCK_OUT，CMP1_IM5
PA3	9	I/O		默认功能：PA3 备用功能：SPI1_MISO，USART1_RX，TIMER0_CH0_ON，TIMER0_CH3，EVENTOUT 附加功能：ADC_IN3，CMP1_IP
PA4	10	I/O		默认功能：PA4 备用功能：SPI0_NSS，I2S0_WS，USART1_TX，TIMER0_CH1_ON，SPI1_MOSI，TIMER13_CH0，TIMER16_CH0_ON，EVENTOUT 附加功能：ADC_IN4，RTC_OUT1， RTC_TS，RTC_OUT0，WKUP1

GD32C231Gx QFN28				
引脚名称	引脚编号	引脚类型(1)	I/O 耐受等级(2)	功能描述
PA5	11	I/O		默认功能：PA5 备用功能：SPI0_SCK, I2S0_CK, USART1_RX, TIMER0_CH2_ON, SPI1_IO2, TIMER0_CH0, EVENTOUT 附加功能：ADC_IN5
PA6	12	I/O		默认功能：PA6 备用功能：SPI0_MISO, I2S0_MCK, TIMER2_CH0, TIMER0_BRKIN0, SPI1_IO3, TIMER15_CH0, CMP0_OUT 附加功能：ADC_IN6
PA7	13	I/O		默认功能：PA7 备用功能：SPI0_MOSI, I2S0_SD, TIMER2_CH1, TIMER0_CH0_ON, TIMER13_CH0, TIMER16_CH0, CMP1_OUT 附加功能：ADC_IN7
PB0	14	I/O		默认功能：PB0 备用功能：SPI0_NSS, I2S0_WS, TIMER2_CH2, TIMER0_CH1_ON, CMP0_OUT 附加功能：ADC_IN8
PB1	15	I/O		默认功能：PB1 备用功能：TIMER13_CH0, TIMER2_CH3, TIMER0_CH2_ON, TIMER0_CH1_ON, EVENTOUT 附加功能：ADC_IN9, CMP0_IM6
PA8	16	I/O		默认功能：PA8 备用功能：CK_OUT0, USART1_TX, TIMER0_CH0, SPI1_NSS, EVENTOUT, SPI0_NSS, I2S0_WS, TIMER0_CH1_ON, TIMER0_CH2_ON, TIMER2_CH2, TIMER2_CH3, TIMER13_CH0, USART0_RX, CK_OUT1
PC6	17	I/O		默认功能：PC6 备用功能：TIMER2_CH0
PA11[PA9](4)	18	I/O	5VT	默认功能：PA11 备用功能：SPI0_MISO, I2S0_MCK, USART0_CTS, TIMER0_CH3, SPI1_IO2, TIMER0_BRKIN1, I2C1_SCL, CMP0_OUT
				默认功能：PA9 备用功能：CK_OUT0, USART0_TX, TIMER0_CH1, TIMER2_ETI, SPI1_MISO, I2C0_SCL, EVENTOUT
PA12[PA10](4)	19	I/O	5VT	默认功能：PA12 备用功能：SPI0_MOSI, I2S0_SD, USART0_RTS_DE_CK, TIMER0_ETI, SPI1_IO3, I2S_CKIN, I2C1_SDA, CMP1_OUT 附加功能：ADC_IN12
				默认功能：PA10 备用功能：SPI1_MOSI, USART0_RX, TIMER0_CH2, CK_OUT1, TIMER16_BRKIN0, I2C0_SDA, EVENT

GD32C231Gx QFN28				
引脚名称	引脚编号	引脚类型(1)	I/O 耐受等级(2)	功能描述
				OUT
PA13	20	I/O		默认功能：PA13，SWDIO 备用功能：SWDIO，TIMER2_ETI，USART1_RX，EVENTOUT
PA14-BOOT0	21	I/O		默认功能：PA14，SWCLK 备用功能：SWCLK，USART1_TX，EVENTOUT，SPI0_NSS，I2S0_WS，USART1_RX，TIMER0_CH0，CK_OUT1，USART0_RTS_DE_CK 附加功能：BOOT0
PA15	22	I/O		默认功能：PA15 备用功能：SPI0_NSS，I2S0_WS，USART1_RX，TIMER0_CH0，CK_OUT1，USART0_RTS_DE_CK，EVENTOUT
PB3	23	I/O		默认功能：PB3 备用功能：SPI0_SCK，I2S0_CK，TIMER0_CH1，TIMER2_CH1，EVENTOUT 附加功能：CMP1_IM6
PB4	24	I/O		默认功能：PB4 备用功能：SPI0_MISO，I2S0_MCK，TIMER2_CH0，USART0_CTS，TIMER16_BRKIN0，EVENTOUT 附加功能：CMP1_IM7
PB5	25	I/O	5VT	默认功能：PB5 备用功能：SPI0_MOSI，I2S0_SD，TIMER2_CH1，TIMER15_BRKIN0，TIMER2_CH2，SPI1_MISO，I2C0_SMBA，CMP1_OUT 附加功能：WKUP5
PB6	26	I/O	5VT	默认功能：PB6 备用功能：USART0_TX，TIMER0_CH2，TIMER15_CH0_ON，TIMER2_CH2，USART0_RTS_DE_CK，USART0_CTS，I2C0_SCL，I2C0_SMBA，SPI0_MOSI，I2S0_SD，SPI0_MISO，I2S0_MCK，SPI0_SCK，I2S0_CK，TIMER0_CH1，TIMER2_CH0，TIMER2_CH1，TIMER15_BRKIN0，TIMER16_BRKIN0 附加功能：WKUP2，CMP1_IM4
PB7	27	I/O	5VT	默认功能：PB7 备用功能：USART0_RX，TIMER0_CH3，TIMER16_CH0_ON，TIMER2_CH3，SPI1_MOSI，I2C0_SDA，EVENTOUT，USART1_CTS，TIMER15_CH0，TIMER2_CH0，I2C0_SCL 附加功能：RTC_REFIN
PB8	28	I/O	5VT	默认功能：PB8 备用功能：SPI1_SCK，USART1_CTS，TIMER15_CH0，TIMER2_CH0，I2C0_SCL，EVENTOUT

注：

(1) 引脚类型：I = 输入，O = 输出，A = 模拟，P = 电源。

(2) I/O耐受等级：5VT = 5V耐受。

(3) 参考GD32C2x1用户手册中FMC_OBCTL寄存器的NRST_MDSEL[1:0]位域描述，将PF2-NRST引脚配置为PF2通用GPIO功能。

(4) 参考GD32C2x1用户手册SYSCFG_CFG0寄存器中PA12_RMP或PA11_RMP位域描述。

2.6.6. GD32C231Fx TSSOP20 引脚定义

表2-10. GD32C231Fx TSSOP20引脚定义

GD32C231Fx TSSOP20				
引脚名称	引脚编号	引脚类型(1)	I/O 耐受等级(2)	功能描述
PB7	1	I/O	5VT	默认功能：PB7 备用功能：USART0_RX，TIMER0_CH3，TIMER16_CH0_ON，TIMER2_CH3，SPI1_MOSI，I2C0_SDA，EVENTOUT，USART1_CTS，TIMER15_CH0，TIMER2_CH0，I2C0_SCL 附加功能：RTC_REFIN
PC14-OSCXIN	2	I/O		默认功能：PC14 备用功能：USART0_TX，TIMER0_ETI，TIMER0_BRKIN1，USART1_RTS_DE_CK，TIMER16_CH0，TIMER2_CH1，EVENTOUT 附加功能：OSC32IN，OSCIN
PC15-OSCXOUT	3	I/O		默认功能：PC15 备用功能：OSC32EN，OSCEN，TIMER0_ETI，TIMER2_CH2 附加功能：OSC32OUT，OSCOUT
VDD/VDDA/VREFP	4	P	-	默认功能：VDD/VDDA/VREFP
VSS/VSSA/VREFN	5	P	-	默认功能：VSS/VSSA/VREFN
PF2-NRST	6	I/O		默认功能：NRST 备用功能：CK_OUT0，TIMER0_CH3 附加功能：PF2(3)
PA0	7	I/O		默认功能：PA0 备用功能：SPI1_SCK，USART1_CTS，TIMER15_CH0，USART0_TX，TIMER0_CH0，CMP0_OUT 附加功能：ADC_IN0，WKUP0，CMP0_IM5
PA1	8	I/O	5VT	默认功能：PA1 备用功能：SPI0_SCK，I2S0_CK，USART1_RTS_DE_CK，TIMER16_CH0，SPI1_IO2，USART0_RX，TIMER0_CH1，I2C0_SMBA，EVENTOUT 附加功能：ADC_IN1，CMP0_IP
PA2	9	I/O		默认功能：PA2 备用功能：SPI0_MOSI，I2S0_SD，USART1_TX，TIMER15_CH0_ON，TIMER2_ETI，SPI1_IO3，TIMER0_CH2，CMP1_OUT 附加功能：ADC_IN2，WKUP3，LSCK_OUT，CMP1_IM5
PA3	10	I/O		默认功能：PA3 备用功能：SPI1_MISO，USART1_RX，TIMER0_CH0_ON，TIMER0_CH3，EVENTOUT 附加功能：ADC_IN3，CMP1_IP

GD32C231Fx TSSOP20				
引脚名称	引脚编号	引脚类型(1)	I/O 耐受等级(2)	功能描述
PA4	11	I/O		默认功能：PA4 备用功能：SPI0_NSS, I2S0_WS, USART1_TX, TIMER0_CH1_ON, SPI1_MOSI, TIMER13_CH0, TIMER16_CH0_ON, EVENTOUT 附加功能：ADC_IN4, RTC_OUT1， RTC_TS, RTC_OUT0, WKUP1
PA5	12	I/O		默认功能：PA5 备用功能：SPI0_SCK, I2S0_CK, USART1_RX, TIMER0_CH2_ON, SPI1_IO2, TIMER0_CH0, EVENTOUT 附加功能：ADC_IN5
PA6	13	I/O		默认功能：PA6 备用功能：SPI0_MISO, I2S0_MCK, TIMER2_CH0, TIMER0_BRKIN0, SPI1_IO3, TIMER15_CH0, CMP0_OUT 附加功能：ADC_IN6
PA7	14	I/O		默认功能：PA7 备用功能：SPI0_MOSI, I2S0_SD, TIMER2_CH1, TIMER0_CH0_ON, TIMER13_CH0, TIMER16_CH0, CMP1_OUT 附加功能：ADC_IN7
PA8	15	I/O		默认功能：PA8 备用功能：CK_OUT0, USART1_TX, TIMER0_CH0, SPI1_NSS, EVENTOUT, SPI0_NSS, I2S0_WS, TIMER0_CH1_ON, TIMER0_CH2_ON, TIMER2_CH2, TIMER2_CH3, TIMER13_CH0, USART0_RX, CK_OUT1
PA11[PA9](4)	16	I/O	5VT	默认功能：PA11 备用功能：SPI0_MISO, I2S0_MCK, USART0_CTS, TIMER0_CH3, SPI1_IO2, TIMER0_BRKIN1, I2C1_SCL, CMP0_OUT
				默认功能：PA9 备用功能：CK_OUT0, USART0_TX, TIMER0_CH1, TIMER2_ETI, SPI1_MISO, I2C0_SCL, EVENTOUT
PA12[PA10](4)	17	I/O		默认功能：PA12 备用功能：SPI0_MOSI, I2S0_SD, USART0_RTS_DE_CK, TIMER0_ETI, SPI1_IO3, I2S_CKIN, I2C1_SDA, CMP1_OUT 附加功能：ADC_IN12
				默认功能：PA10 备用功能：SPI1_MOSI, USART0_RX, TIMER0_CH2, CK_OUT1, TIMER16_BRKIN0, I2C0_SDA, EVENTOUT
PA13	18	I/O		默认功能：PA13, SWDIO 备用功能：SWDIO, TIMER2_ETI, USART1_RX, EVENTOUT

GD32C231Fx TSSOP20				
引脚名称	引脚编号	引脚类型(1)	I/O 耐受等级(2)	功能描述
PA14-BOOT0	19	I/O		默认功能：PA14，SWCLK 备用功能：SWCLK，USART1_TX，EVENTOUT，SPI0_NSS，I2S0_WS，USART1_RX，TIMER0_CH0，CK_OUT1，USART0_RTS_DE_CK 附加功能：BOOT0
PB6	20	I/O	5VT	备用功能：USART0_TX，TIMER0_CH2，TIMER15_CH0_ON，TIMER2_CH2，USART0_RTS_DE_CK，USART0_CTS，I2C0_SCL，I2C0_SMBA，SPI0_MOSI，I2S0_SD，SPI0_MISO，I2S0_MCK，SPI0_SCK，I2S0_CK，TIMER0_CH1，TIMER2_CH0，TIMER2_CH1，TIMER15_BRKIN0，TIMER16_BRKIN0 附加功能：WKUP2，CMP1_IM4

注：

(1) 引脚类型：I = 输入，O = 输出，A = 模拟，P = 电源。

(2) I/O耐受等级：5VT = 5V耐受。

(3) 参考GD32C2x1用户手册中FMC_OBCTL寄存器的NRST_MDSEL[1:0]位域描述，将PF2-NRST引脚配置为PF2通用GPIO功能。

(4) 参考GD32C2x1用户手册SYSCFG_CFG0寄存器中PA12_RMP或PA11_RMP位域描述。

2.6.7. GD32C231Fx LGA20 引脚定义

表2-11. GD32C231Fx LGA20引脚定义

GD32C231Fx LGA20				
引脚名称	引脚编号	引脚类型(1)	I/O 耐受等级(2)	功能描述
PB7	1	I/O	5VT	默认功能：PB7 备用功能：USART0_RX，TIMER0_CH3，TIMER16_CH0_ON，TIMER2_CH3，SPI1_MOSI，I2C0_SDA，EVENTOUT，USART1_CTS，TIMER15_CH0，TIMER2_CH0，I2C0_SCL 附加功能：RTC_REFIN
PC14-OSCXIN	2	I/O		默认功能：PC14 备用功能：USART0_TX，TIMER0_ETI，TIMER0_BRKIN1，USART1_RTS_DE_CK，TIMER16_CH0，TIMER2_CH1，EVENTOUT 附加功能：OSC32IN，OSCIN
PC15-OSCXOUT	3	I/O		默认功能：PC15 备用功能：OSC32EN，OSCEN，TIMER0_ETI，TIMER2_CH2 附加功能：OSC32OUT，OSCOUT
VDD/VDDA/VREFP	4	P	-	默认功能：VDD/VDDA/VREFP
VSS/VSSA/VREFN	5	P	-	默认功能：VSS/VSSA/VREFN
PF2-NRST	6	I/O		默认功能：NRST 备用功能：CK_OUT0，TIMER0_CH3 附加功能：PF2(3)
PA0	7	I/O		默认功能：PA0 备用功能：SPI1_SCK，USART1_CTS，TIMER15_CH0，USART0_TX，TIMER0_CH0，CMP0_OUT 附加功能：ADC_IN0，WKUP0，CMP0_IM5
PA1	8	I/O	5VT	默认功能：PA1 备用功能：SPI0_SCK，I2S0_CK，USART1_RTS_DE_CK，TIMER16_CH0，SPI1_IO2，USART0_RX，TIMER0_CH1，I2C0_SMBA，EVENTOUT 附加功能：ADC_IN1，CMP0_IP
PA2	9	I/O		默认功能：PA2 备用功能：SPI0_MOSI，I2S0_SD，USART1_TX，TIMER15_CH0_ON，TIMER2_ETI，SPI1_IO3，TIMER0_CH2，CMP1_OUT 附加功能：ADC_IN2，WKUP3，LSCK_OUT，CMP1_IM5
PA3	10	I/O		默认功能：PA3 备用功能：SPI1_MISO，USART1_RX，TIMER0_CH0_ON，TIMER0_CH3，EVENTOUT 附加功能：ADC_IN3，CMP1_IP

GD32C231Fx LGA20				
引脚名称	引脚编号	引脚类型(1)	I/O 耐受等级(2)	功能描述
PA4	11	I/O		默认功能：PA4 备用功能：SPI0_NSS, I2S0_WS, USART1_TX, TIMER0_CH1_ON, SPI1_MOSI, TIMER13_CH0, TIMER16_CH0_ON, EVENTOUT 附加功能：ADC_IN4, RTC_OUT1， RTC_TS, RTC_OUT0, WKUP1
PA5	12	I/O		默认功能：PA5 备用功能：SPI0_SCK, I2S0_CK, USART1_RX, TIMER0_CH2_ON, SPI1_IO2, TIMER0_CH0, EVENTOUT 附加功能：ADC_IN5
PA6	13	I/O		默认功能：PA6 备用功能：SPI0_MISO, I2S0_MCK, TIMER2_CH0, TIMER0_BRKIN0, SPI1_IO3, TIMER15_CH0, CMP0_OUT 附加功能：ADC_IN6
PA7	14	I/O		默认功能：PA7 备用功能：SPI0_MOSI, I2S0_SD, TIMER2_CH1, TIMER0_CH0_ON, TIMER13_CH0, TIMER16_CH0, CMP1_OUT 附加功能：ADC_IN7
PA8	15	I/O		默认功能：PA8 备用功能：CK_OUT0, USART1_TX, TIMER0_CH0, SPI1_NSS, EVENTOUT, SPI0_NSS, I2S0_WS, TIMER0_CH1_ON, TIMER0_CH2_ON, TIMER2_CH2, TIMER2_CH3, TIMER13_CH0, USART0_RX, CK_OUT1
PA11[PA9](4)	16	I/O	5VT	默认功能：PA11 备用功能：SPI0_MISO, I2S0_MCK, USART0_CTS, TIMER0_CH3, SPI1_IO2, TIMER0_BRKIN1, I2C1_SCL, CMP0_OUT
				默认功能：PA9 备用功能：CK_OUT0, USART0_TX, TIMER0_CH1, TIMER2_ETI, SPI1_MISO, I2C0_SCL, EVENTOUT
PA12[PA10](4)	17	I/O		默认功能：PA12 备用功能：SPI0_MOSI, I2S0_SD, USART0_RTS_DE_CK, TIMER0_ETI, SPI1_IO3, I2S_CKIN, I2C1_SDA, CMP1_OUT 附加功能：ADC_IN12
				默认功能：PA10 备用功能：SPI1_MOSI, USART0_RX, TIMER0_CH2, CK_OUT1, TIMER16_BRKIN0, I2C0_SDA, EVENTOUT
PA13	18	I/O		默认功能：PA13, SWDIO 备用功能：SWDIO, TIMER2_ETI, USART1_RX, EVENTOUT

GD32C231Fx LGA20				
引脚名称	引脚编号	引脚类型(1)	I/O 耐受等级(2)	功能描述
PA14-BOOT0	19	I/O		默认功能：PA14，SWCLK 备用功能：SWCLK，USART1_TX，EVENTOUT，SPI0_NSS，I2S0_WS，USART1_RX，TIMER0_CH0，CK_OUT1，USART0_RTS_DE_CK 附加功能：BOOT0
PB6	20	I/O	5VT	默认功能：PB6 备用功能：USART0_TX，TIMER0_CH2，TIMER15_CH0_ON，TIMER2_CH2，USART0_RTS_DE_CK，USART0_CTS，I2C0_SCL，I2C0_SMBA，SPI0_MOSI，I2S0_SD，SPI0_MISO，I2S0_MCK，SPI0_SCK，I2S0_CK，TIMER0_CH1，TIMER2_CH0，TIMER2_CH1，TIMER15_BRKIN0，TIMER16_BRKIN0 附加功能：WKUP2，CMP1_IM4

注：

(1) 引脚类型：I = 输入，O = 输出，A = 模拟，P = 电源。

(2) I/O耐受等级：5VT = 5V耐受。

(3) 参考GD32C2x1用户手册中FMC_OBCTL寄存器的NRST_MDSEL[1:0]位域描述，将PF2-NRST引脚配置为PF2通用GPIO功能。

(4) 参考GD32C2x1用户手册SYSCFG_CFG0寄存器中PA12_RMP或PA11_RMP位域描述。

2.6.8. GD32C231xx 引脚备用功能

表2-12. 端口A备用功能

引脚名称	AF0	AF1	AF2	AF3	AF4	AF5	AF6	AF7	AF8	AF9	AF10	AF11	AF12	AF13	AF14	AF15
PA0	SPI1_SCK	USART1_CTS	TIMER15_CH0		USART0_TX	TIMER0_CH0		CMP0_OUT								
PA1	SPI0_SCK/I2S0_CK	USART1_RTS_DE_CK	TIMER16_CH0	SPI1_IO2	USART0_RX	TIMER0_CH1	I2C0_SMBA	EVENTOUT								
PA2	SPI0_MOSI/I2S0_SD	USART1_TX	TIMER15_CH0_ON	TIMER2_ETI	SPI1_IO3	TIMER0_CH2	USART2_TX	CMP1_OUT								
PA3	SPI1_MISO	USART1_RX	TIMER0_CH0_ON			TIMER0_CH3	USART2_RX	EVENTOUT								
PA4	SPI0_NSS/I2S0_WS	USART1_TX	TIMER0_CH1_ON	SPI1_MOSI	TIMER13_CH0	TIMER16_CH0_ON		EVENTOUT								
PA5	SPI0_SCK/I2S0_CK	USART1_RX	TIMER0_CH2_ON	SPI1_IO2		TIMER0_CH0		EVENTOUT								
PA6	SPI0_MISO/I2S0_MCK	TIMER2_CH0	TIMER0_BRKIN0	SPI1_IO3		TIMER15_CH0	USART2_CTS	CMP0_OUT								
PA7	SPI0_MOSI/I2S0_SD	TIMER2_CH1	TIMER0_CH0_ON		TIMER13_CH0	TIMER16_CH0	USART2_RTS_DE_CK	CMP1_OUT								
PA8	CK_OUT0	USART1_TX	TIMER0_CH0	SPI1_NSS				EVENTOUT	SPI0_NSS/I2S0_WS	TIMER0_CH1_ON	TIMER0_CH2_ON	TIMER2_CH2	TIMER2_CH3	TIMER13_CH0	USART0_RX	CK_OUT1
PA9	CK_OUT0	USART0_TX	TIMER0_CH1	TIMER2_ETI	SPI1_MISO		I2C0_SCL	EVENTOUT								
PA10	SPI1_MOSI	USART0_RX	TIMER0_CH2	CK_OUT1		TIMER16_BRKIN0	I2C0_SDA	EVENTOUT								
PA11	SPI0_MISO/I2S0_MCK	USART0_CTS	TIMER0_CH3	SPI1_IO2		TIMER0_BRKIN1	I2C1_SCL	CMP0_OUT								
PA12	SPI0_MOSI/I2S0_SD	USART0_RTS_DE_CK	TIMER0_ETI	SPI1_IO3		I2S_CKIN	I2C1_SDA	CMP1_OUT								
PA13	SWDIO			TIMER2_ETI	USART1_RX			EVENTOUT								
PA14	SWCLK	USART1_TX						EVENTOUT	SPI0_NSS/I2S0_WS	USART1_RX	TIMER0_CH0	CK_OUT1	USART0_RTS_DE_			

引脚名称	AF0	AF1	AF2	AF3	AF4	AF5	AF6	AF7	AF8	AF9	AF10	AF11	AF12	AF13	AF14	AF15
													CK			
PA15	SPI0_NSS/I2S0_WS	USART1_RX	TIMER0_CH0	CK_OUT1	USART0_RTS_DE_CK			EVENTOUT								

表2-13. 端口B备用功能

引脚名称	AF0	AF1	AF2	AF3	AF4	AF5	AF6	AF7	AF8	AF9	AF10	AF11	AF12	AF13	AF14	AF15
PB0	SPI0_NSS/I2S0_WS	TIMER2_CH2	TIMER0_CH1_ON					CMP0_OUT								
PB1	TIMER13_CH0	TIMER2_CH3	TIMER0_CH2_ON			TIMER0_CH1_ON	USART2_RTS_DE_CK	EVENTOUT								
PB2	USART0_RX	SPI1_MISO		CK_OUT1				EVENTOUT								
PB3	SPI0_SCK/I2S0_CK	TIMER0_CH1		TIMER2_CH1	USART0_RTS_DE_CK			EVENTOUT								
PB4	SPI0_MISO/I2S0_MCK	TIMER2_CH0			USART0_CTS	TIMER16_BRKIN0		EVENTOUT								
PB5	SPI0_MOSI/I2S0_SD	TIMER2_CH1	TIMER15_BRKIN0	TIMER2_CH2	SPI1_MISO		I2C0_SMBA	CMP1_OUT								
PB6	USART0_TX	TIMER0_CH2	TIMER15_CH0_ON	TIMER2_CH2	USART0_RTS_DE_CK	USART0_CTS	I2C0_SCL	I2C0_SMBA	SPI0_MOSI/I2S0_SD	SPI0_MISO/I2S0_MCK	SPI0_SCK/I2S0_CK	TIMER0_CH1	TIMER2_CH0	TIMER2_CH1	TIMER15_BRKIN0	TIMER16_BRKIN0
PB7	USART0_RX	TIMER0_CH3	TIMER16_CH0_ON	TIMER2_CH3	SPI1_MOSI		I2C0_SDA	EVENTOUT		USART1_CTS	TIMER15_CH0	TIMER2_CH0			I2C0_SCL	
PB8	SPI1_SCK	USART1_CTS	TIMER15_CH0	TIMER2_CH0			I2C0_SCL	EVENTOUT								
PB9		USART1_RTS_DE_CK	TIMER16_CH0	TIMER2_CH1		SPI1_NSS	I2C0_SDA	EVENTOUT								
PB10		USART2_RX				SPI1_SCK	I2C1_SCL	CMP0_OUT								
PB11	SPI1_MOSI	USART2_TX					I2C1_SDA	CMP1_OUT								
PB12	SPI1_NSS	TIMER0_BRKIN1	TIMER0_BRKIN0	USART2_RTS_DE_CK				EVENTOUT								

引脚名称	AF0	AF1	AF2	AF3	AF4	AF5	AF6	AF7	AF8	AF9	AF10	AF11	AF12	AF13	AF14	AF15
PB13	SPI1_SCK	USART2_CTS	TIMER0_CH0_ON					EVENTOUT								
PB14	SPI1_MISO		TIMER0_CH1_ON					EVENTOUT								
PB15	SPI1_MOSI		TIMER0_CH2_ON					EVENTOUT								

表2-14. 端口C备用功能

引脚名称	AF0	AF1	AF2	AF3	AF4	AF5	AF6	AF7	AF8	AF9	AF10	AF11	AF12	AF13	AF14	AF15
PC6		TIMER2_CH0														
PC7		TIMER2_CH1														
PC13		TIMER0_ETI	TIMER0_BRKIN0													
PC14	USART0_TX	TIMER0_ETI	TIMER0_BRKIN1							USART1_RTS_DE_CK	TIMER16_CH0	TIMER2_CH1				EVENTOUT
PC15	OSC32EN	OSCEN	TIMER0_ETI	TIMER2_CH2												

表2-15. 端口D备用功能

引脚名称	AF0	AF1	AF2	AF3	AF4	AF5	AF6	AF7	AF8	AF9	AF10	AF11	AF12	AF13	AF14	AF15
PD0	EVENTOUT	SPI1_NSS	TIMER15_CH0													
PD1	EVENTOUT	SPI1_SCK	TIMER16_CH0													
PD2		TIMER2_ETI	TIMER0_CH0_ON													
PD3	USART1_CTS	SPI1_MISO	TIMER0_CH1_ON													

表2-16. 端口F备用功能

引脚名称	AF0	AF1	AF2	AF3	AF4	AF5	AF6	AF7	AF8	AF9	AF10	AF11	AF12	AF13	AF14	AF15
PF0			TIMER13_CH0													
PF1	OSCEN															

引脚名称	AF0	AF1	AF2	AF3	AF4	AF5	AF6	AF7	AF8	AF9	AF10	AF11	AF12	AF13	AF14	AF15
PF2	CK_OUT0	TIMER0_CH3														
PF3																

3. 功能描述

3.1. Arm® Cortex®-M23 内核

Cortex-M23是一款高能效、低门数的处理器内核，专为需要面积优化设计的微控制器及深度嵌入式应用而开发。该处理器具备高度可配置性，可满足需存储器保护与先进追踪技术的高端场景，面积极度敏感型低成本设备的多样化需求，在提供卓越计算性能的同时实现极速中断响应。

32位Arm® Cortex®-M23处理器内核

- 最高48 MHz工作频率
- 单周期乘法器17周期硬件除法器
- 超低功耗能效架构
- 优异代码密度
- 集成嵌套向量中断控制器(NVIC)
- 24位SysTick系统定时器

Cortex®-M23处理器基于ARMv8-M架构，支持Thumb和Thumb-2指令集。Cortex®-M23还提供了以下一些系统外设：

- 内部总线矩阵连接着AHB主控器、串行线调试端口和单周期I/O端口。
- 嵌套向量中断控制器(NVIC)。
- 断点单元(BPU)。
- 数据观察点和跟踪(DWT)。
- 串行调试端口。

3.2. 嵌入式存储器

- 高达 64KB 的 Flash
- 高达 12KB 的 SRAM，配备 ECC
- 支持 Flash ECC

最多可用64KB内部Flash存储器和12KB内部SRAM用于存储程序和数据。Flash以CPU时钟速度访问(读取)，等待状态为0~1。GD32C231xx系列器件的内存映射如*表2-4. GD32C231xx存储器映射*所示，包括代码、SRAM、外设和其他预定义区域。

3.3. 时钟、复位和电源管理

- 外部 4 至 48 MHz 晶振
- 内部 48 / 12 MHz 工厂校准 RC 振荡器
- 内部 32 KHz RC 校准振荡器和外部 32.768 KHz 晶振
- 1.8 至 5.5 V 应用电源和 I/O 接口

- 电源监控：POR(上电复位)，PDR(掉电复位)

时钟控制单元(CCTL)提供一系列振荡器和时钟功能，包括高速和低速两种类型的内部 RC 振荡器和外部晶振。多个预分频器允许配置 AHB 和 APB 域的频率。AHB 和 APB 域的最大频率为 48 MHz/48 MHz。有关时钟树的详细信息，请参考*图 2-9. GD32C231xx 时钟树*。

复位控制单元(RCU)控制三种复位类型：系统复位用于复位处理器内核和外设 IP 组件。上电复位(POR)和掉电复位(PDR)始终处于活动状态，确保从 1.633 V 到低于 1.593 V 的适当操作。当 VDD 低于指定阈值时，设备保持在复位模式。

供电方案：

- VDD/VDDA范围：1.8至5.5 V，为I/O和内部调节器提供外部供电。通过VDD/VDDA引脚提供ADC、复位模块、RC振荡器的外部模拟电源。
- VSS为0 V。

3.4. 启动模式

在启动时，使用引导引脚选择三种引导选项之一。

- 从主Flash存储器启动(默认)
- 从系统内存启动
- 从片上SRAM启动

在默认条件下，选择从主 Flash 存储器启动。引导加载程序位于内部启动 ROM 存储器(系统存储器)中。它用于通过使用 USART0(PA9/PA10 和 PA11/PA12)或 USART1(PA2 和 PA3)或 I2C0(PB6 和 PB7)重新编程 Flash 存储器。

为确保系统的可靠性与稳定性，建议在硬件设计阶段不要将可能产生干扰信号的外设（如传感器输出、看门狗芯片、按键等）连接到上述引脚，以免影响 Bootloader 的正常功能，并导致所连接外设出现异常输出。

注：当从系统内存启动时，USART RX 引脚(PA10/ PA12, PA3)处于输入电平检测模式。因此，未使用的 USART RX 引脚(PA10/ PA12, PA3)需要保持在一个稳定的逻辑电平，以防止误触发。

3.5. 省电模式

该 MCU 支持六种省电模式，以实现更低的功耗。包括运行模式 1，睡眠模式，睡眠模式 1，深度睡眠模式，深度睡眠模式 1 和待机模式。这些模式能减少电源能耗，且使得应用程序可以在 CPU 运行时间要求、速度和功耗的相互冲突中获得最佳平衡。

- **运行模式 1**
  在运行模式1下，NPLDO关闭而LPLDO开启，系统时钟源必须为IRC32K。
- **睡眠模式**
  睡眠模式与Cortex®-M23的SLEEPING模式相对应。在睡眠模式下，仅关闭Cortex®-M23的时钟。如需进入睡眠模式，只要清除Cortex®-M23系统控制寄存器中的SLEEPDEEP位，并执行一条WFI或WFE指令即可。如果睡眠模式是通过执行WFI指令进入的，任何中断都可以唤醒系统。如果睡眠模式是通过执行WFE指令进入的，任何唤醒事件都可以唤醒系统

(如果SEVONPEND为1，任何中断都可以唤醒系统，请参考Cortex®-M23技术手册)。由于无需在进入或退出中断上消耗时间，该模式所需的唤醒时间最短。

- **睡眠模式 1**

  睡眠模式1对应于运行模式1的Cortex®-M23的SLEEPING模式。在该模式下，NPLDO关闭而LPLDO开启，系统时钟源为IRC32K。

- **深度睡眠模式**

  深度睡眠模式与Cortex®-M23的SLEEPDEEP模式相对应。在深度睡眠模式下，V_{CORE_RUN}域中的所有时钟全部关闭，HIRC和HXTAL也全部被禁用。SRAM和寄存器中的内容被保留。NPLDO开启。进入深度睡眠模式之前，先将Cortex®-M23系统控制寄存器的SLEEPDEEP位置1，再将PMU_CTL0寄存器的LPMOD位域配置为"00"，然后执行WFI或WFE指令即可进入深度睡眠模式。如果睡眠模式是通过执行WFI指令进入的，任何来自EXTI的中断可以将系统从深度睡眠模式中唤醒。如果睡眠模式是通过执行WFE指令进入的，任何来自EXTI的事件可以将系统从深度睡眠模式中唤醒(如果SEVONPEND为1，任何来自EXTI的中断都可以唤醒系统，请参考Cortex®-M23技术手册)。当退出深度睡眠模式时，HIRC被选中作为系统时钟。

- **深度睡眠模式 1**

  深度睡眠模式1与Cortex®-M23的SLEEPDEEP模式相对应。在深度睡眠模式1下，V_{CORE_RUN}域中的所有时钟全部关闭，HIRC和HXTAL也全部被禁用。NPLDO关闭而LPLDO开启。SRAM和寄存器中的内容被保留。进入深度睡眠模式1之前，先将Cortex®-M23系统控制寄存器的SLEEPDEEP位置1，再PMU_CTL0寄存器的LPMOD位域配置为"01"，然后执行WFI或WFE指令即可进入深度睡眠模式1。如果睡眠模式是通过执行WFI指令进入的，任何来自EXTI的中断可以将系统从深度睡眠模式1中唤醒。如果睡眠模式是通过执行WFE指令进入的，任何来自EXTI的事件可以将系统从深度睡眠模式1中唤醒(如果SEVONPEND为1，任何来自EXTI的中断都可以唤醒系统，请参考Cortex®-M23技术手册)。当退出深度睡眠模式1时，HIRC被选中作为系统时钟。

- **待机模式**

  待机模式是基于Cortex®-M23的SLEEPDEEP模式实现的。在待机模式下，整个V_{CORE_RUN}域全部掉电，NPLDO关闭，HIRC和HXTAL也会被关闭。进入待机模式前，先将PMU_CTL0寄存器的LPMOD位域配置为"11"，再清除PMU_CS寄存器的WUF位，再将Cortex®-M23系统控制寄存器的SLEEPDEEP位置1，然后执行WFI或WFE指令，系统进入待机模式。PMU_CS寄存器的STBF位状态表示MCU是否已进入待机模式。待机模式有四个唤醒源，包括来自NRST引脚的外部复位，RTC闹钟，FWDGT复位，LXTAL时钟失败检测和WKUPx引脚的上升沿。待机模式可以达到最低的功耗，但唤醒时间最长。另外，一旦进入待机模式，SRAM和V_{CORE_RUN}域寄存器的内容都会丢失。退出待机模式时，会发生上电复位，复位之后Cortex®-M23将从0x00000000地址开始执行指令代码。

3.6. 通用输入/输出(GPIO)

- 高达45个快速GPIO，全部可映射到16条外部中断线上。
- 模拟输入/输出可配置。
- 可配置的复用功能输入/输出。

在 GD32C231xx 中，有高达 45 个通用输入/输出引脚(GPIO)，命名为 PA0~PA15、PB0~PB15、

PC6、PC7、PC13~PC15、PD0~PD3、PF0~PF3，用于实现逻辑输入/输出功能。每个 GPIO 端口都有相关的控制和配置寄存器，以满足特定应用的需求。在中断/事件控制器单元(EXTI)中，该设备 GPIO 引脚的外部中断有相关的控制和配置寄存器。GPIO 端口与其他备选功能(AFs)引脚共享，以获得最大灵活性的封装引脚。

每个 GPIO 引脚都可以通过软件配置为输出(推挽或开漏)、输入、外设备用功能或模拟模式。大多数 GPIO 引脚与数字或模拟备用功能共享。

3.7. CRC 计算单元(CRC)

- 支持7/8/16/32位数据输入。
- 对于7(8)/16/32位的输入数据长度，计算周期分别为1/2/4个AHB时钟周期。
- 配有与计算无关的独立8位寄存器，可以供其他任何外设使用。
- 用户可以配置多项式及多项式长度。

循环冗余校验(CRC)是一种错误检测码，通常用于数字网络和存储设备中，以检测原始数据的意外变化。这个 CRC 计算单元可以用来计算用户可配置多项式内的 7/8/16/32 位 CRC 码。

3.8. 直接存储器访问控制器(DMA)

- 3 个 DMA 控制器通道
- 来自 DMAMUX 的 DMA 请求：外设(定时器、ADC、SPI、I2C 和 USART)和请求生成器。

灵活的通用直接存储器访问(DMA)控制器提供了一种硬件方法，用于在不需要 CPU 干预的情况下，将数据在外围设备和/或存储器之间传输，从而通过减轻微控制器复制大量数据的负担和避免频繁中断来服务需要更多数据或有可用数据的外围设备，提高系统性能。支持三种访问方法：外围设备到存储器、存储器到外围设备、存储器到存储器。

每个通道都连接到灵活的硬件 DMA 请求。DMA 通道请求的优先级由软件配置和硬件通道号决定。源和目标的传输大小是独立的且可配置的。

3.9. DMA 请求多路复用器(DMAMUX)

- 3 个通道用于 DMAMUX 请求多路复用器
- 4 个通道用于 DMAMUX 请求生成器
- 支持 24 个触发输入和 24 个同步输入。

DMAMUX 是 DMA 请求的传输调度器。可编程的 DMA 请求多路复用器 DMAMUX，可在外设和 DMA 控制器之间路由 DMA 请求线路，或者 DMAMUX 也可以将可编程事件连入到输入触发信号上，作为一个 DMAMUX 请求发生器，再由 DMAMUX 请求路由器在 DMAMUX 请求生成器产生的 DMA 请求和 DMA 控制器之间路由 DMA 请求线路。每个 DMAMUX 请求路由通道选择一条唯一的 DMA 请求线路，无条件地或同步地从它的 DMAMUX 同步输入事件。DMA 请求信号会一直挂起，直到 DMA 控制器响应它，并且产生一个 DMA 确认信号，此时相应的 DMA 请求信号被释放。

3.10. ADC 模数转换器(ADC)

- 12 位 SAR 型 ADC 的转换速率可达 1.60 MSPS
- 硬件过采样率可调整从 2x 到 256x，提高分辨率至 16 位
- 输入电压范围：V_{REFN} 至 V_{REFP}
- 温度传感器

该设备中集成了一个 12 位多通道模数转换器(ADC)，共有 16 个复用通道：多达 13 个外部通道，1 个内部温度传感器(V_{SENSE})通道，1 个内部参考电压(V_{REFINT})通道和 1 个正参考电压(V_{REFP})通道。片上硬件过采样方案提高了性能，同时减轻了 CPU 的相关计算负担。模拟看门狗允许应用检测输入电压是否超出用户定义的高或低阈值。可配置的通道管理模块可用于执行单次、连续、扫描或不连续模式的转换，以支持更高级的应用。

模数转换器(ADC)可以通过通用等级 0 定时器(TIMER2)和内部连接的高级定时器(TIMER0)生成的事件来触发。温度传感器可以用来产生一个随温度线性变化的电压。它内部连接到 ADC_IN13 输入通道，用于将传感器输出电压转换为数字值。

为确保 ADC 的高精度，实现了独立的电源供应 V_{DDA}，以提高模拟电路的性能。V_{DDA} 可以通过外部滤波电路连接到 V_{DD}，以避免 V_{DDA} 上的噪声。根据封装的不同，VREFP 引脚可以连接到 VDDA 引脚或外部参考电压。对于没有 VREFP 和 VREFN 引脚的封装，VREFP 内部连接到 VDDA，VREFN 内部连接到 VSSA。

3.11. 实时时钟(RTC)

- 独立二进制编码十进制(BCD)格式定时器/计数器，配备 4 个 32 位备份寄存器
- 具备亚秒、秒、分、时、星期、日、月、年全自动校准的日历系统
- 支持从深度睡眠模式和待机模式唤醒的报警功能
- 支持与主时钟同步的动态即时校正
- 0.95 ppm 分辨率的数字校准功能，用于补偿石英晶体误差

实时时钟是独立运行的定时系统，通过备份寄存器内的持续运行计数器实现真实日历功能，并能触发报警中断或预定中断。该模块不受系统复位、电源复位影响，设备从待机模式唤醒时仍保持计时连续性。RTC 单元包含两个实现日历功能的预分频器：一个 7 位异步预分频器和一个 15 位同步预分频器。

3.12. 定时器和 PWM 生成

- 最多包含 4 个 16 位通用定时器(TIMER2、TIMER13、TIMER15、TIMER16)及 1 个 16 位高级定时器(TIMER0)
- 每个通用定时器配备最多 4 路独立通道，支持 PWM 生成、输出比较或输入捕获功能，并支持外部触发输入
- 带正交解码器的双路编码器接口控制器
- 24 位 SysTick 定时器递减计数器

- 2 个看门狗定时器(独立看门狗与窗口看门狗)

高级定时器(TIMER0)可配置为三相 PWM 模式，通过 4 路通道实现多路复用。支持带可编程死区时间的互补 PWM 输出，也可作为完整通用定时器使用。其 4 路独立通道可用于输入捕获、输出比较、PWM 生成(边沿对齐或中央对齐计数模式)及单脉冲模式输出。若配置为通用 16 位定时器，其功能与其他 TIMERx 定时器相同，支持与外部信号同步或与其他同架构定时器互联。

通用定时器支持多种应用场景，包括通用计时、输入信号脉宽测量及输出波形生成(如单脉冲或 PWM 输出)，每定时器最多支持 4 路输入捕获/输出比较通道。TIMER2 基于 16 位自动重载向上/向下/中央对齐计数器与 16 位预分频器。TIMER13、TIMER15、TIMER16 基于 16 位自动重载向上计数器与 16 位预分频器。

GD32C231xx 系列有两个看门狗外设，独立看门狗定时器和窗口看门狗定时器。它们提供了高安全级别、使用灵活性和计时精度的组合。

独立看门狗定时器包括一个 12 位的递减计数器和一个 8 级预分频器。它由独立的 32 kHz 内部 RC 时钟驱动，并且由于其独立于主时钟运行，因此可以在深度睡眠和待机模式下工作。它可以用作看门狗，在出现问题时重置设备，或者用作独立运行的定时器，用于应用程序超时管理。

窗口看门狗基于一个 7 位的递减计数器，可以设置为独立运行模式。它可以用作家用设备出现问题时重置设备的看门狗。它由主时钟驱动。它具有提前唤醒中断功能，并且在调试模式下计数器可以被冻结。

- SysTick 定时器专用于操作系统，亦可作为标准递减计数器使用，其特性包括：
- 24 位递减计数器
- 自动重载功能
- 计数器归零时触发可屏蔽系统中断
- 可编程时钟源选择

3.13. 通用同步异步收发器(USART/UART)

- 高达 6 MBits/s 的三个 USART
- 支持异步和时钟同步串行通信模式
- USART0 支持红外数据协议(IrDA)串行红外(SIR)编码器和解码器
- USART0 支持 LIN 总线断开帧生成与检测
- USART0 符合 ISO 7816-3 标准的智能卡接口
- USART0 支持双时钟域
- USART0 支持从深度睡眠模式唤醒

USART(USART0、USART1、USART2)用于在串行接口之间转换数据，提供灵活的全双工数据交换，使用同步或异步传输。它也常用于符合 RS-232 标准的通信。USART 包括一个可编程的波特率生成器，能够将系统时钟分频产生专用于 USART 发送器和接收器的时钟。USART 还支持 DMA 功能，以实现高速数据通信。

3.14. 内部集成电路总接口(I2C)

- 支持标准模式(最高100 kHz)和快速模式(最高400 kHz)
- I2C0支持快速+模式(高达1MHz)
- 同一接口既可实现主机功能又可实现从机功能
- 提供仲裁功能，可选的 PEC(报文错误校验)生成和校验。
- 支持7位和10位地址模式和广播寻址。
- 多个 7 位从机地址(两个地址可配置地址位屏蔽)。
- I2C 地址匹配时，由深度睡眠模式和深度睡眠模式 1 唤醒

I2C接口是一个内部电路，允许与外部I2C接口通信，这是一个行业标准的两线串行接口，用于连接外部硬件。这两条串行线路被称为串行数据线(SDA)和串行时钟线(SCL)。I2C模块提供不同的数据传输速率：标准模式下高达100 kHz，快速模式下高达400 kHz，以及快速+模式下高达1 MHz。I2C模块还具有仲裁检测功能，以防止多个主设备同时尝试向I2C总线传输数据的情况。I2C接口还提供了一个CRC-8计算器，用于执行I2C数据的报文错误校验。

3.15. 串行外设接口(SPI)

- 具有全双工和单工模式的主从操作
- 16 位宽度，独立的发送和接收缓冲区(只有 SPI0)
- 32 位宽度，独立的发送和接收 FIFO(只有 SPI1)
- 8 位或 16 位数据帧格式(只有 SPI0)
- 4 位到 16 位的数据帧格式(只有 SPI1)
- 低位在前或高位在前的数据位顺序
- 软件和硬件 NSS 管理
- 硬件 CRC 计算、发送和校验
- 发送和接收支持 DMA 模式
- 支持 SPI TI 模式
- 支持 SPI NSS 脉冲模式
- 支持 SPI 四线功能的主机模式(只有 SPI1)

SPI 接口使用 4 个引脚，其中包括串行数据输入和输出线(MISO 和 MOSI)、时钟线(SCK)和从设备片选线(NSS)。所有 SPI 接口都可以由 DMA 控制器服务。SPI 接口可用于多种用途，包括在两条线上进行单工同步传输，可能使用双向数据线，或使用 CRC 校验进行可靠通信。SPI1 还支持四线 SPI 主机模式。

3.16. 片上音频接口(I2S)

- 采样频率从 8 kHz 到 192 kHz
- 支持主机模式或从机模式

I2S(Inter-IC Sound)总线为数字音频应用提供了一个标准的通信接口，通过 3 线串行线路实现。GD32C231xx 集成了 I2S 总线接口，支持以 16/32 位分辨率在主机模式或从机模式下工作，与

SPI0 复用引脚。支持的音频采样频率范围从 8 KHz 到 192 KHz。

3.17. 比较器(CMP)

- 两个快速轨对轨低压比较器，具有软件可配置性
- 可编程参考电压(内部或外部 I/O)

设备内实现了两个比较器(CMP)。它们可以从低功耗模式唤醒以生成中断，并且可以组合成窗口比较器。

3.18. 调试模式

- 串行线调试端口(SW-DP)

调试功能可以通过串行线调试端口(SW-DP)由调试工具访问。

3.19. 封装和工作温度

- LQFP48 (GD32C231CxTx), QFN48 (GD32C231CxUx), LQFP32 (GD32C231KxTx), QFN32 (GD32C231KxUx), QFN28 (GD32C231KGxUxTR), TSSOP20 (GD32C231FxPxTR), LGA20 (GD32C231FxVxTR).
- 工作温度范围：6级器件为-40至+85°C(工业级)，7级器件为-40至+105°C(工业级)

4 电气特性

4.1. 参数介绍

- 参数条件：除非另有规定，所有给定的V_{DD}/V_{DDA}值均为5V，T_A为25°C，所有电压均以V_{SS}为参考。
- 设计保证值，未在生产中进行100%测试，表明该值是从设计或仿真和/或工艺特性中派生出来的。
- 特征保证值，未在生产中进行100%测试，表明该值源自随机测试。
- 样本保证值，未在生产中进行100%测试，表明该值是从一个小样本量的测试参数中得出的。
- 若值未特别指明，则表明该值是在生产中经过100%测试保证的值。

参见本章中的下表，了解一些缩写术语及其描述。

表4-1. 缩写词

缩略词	描述
ADC	模数转换器
AHB	高级高性能总线
APB	高级外设总线
DMA	直接存储器访问控制器
GPIO	通用输入输出
SPI/I2S	串行外设接口/片上音频接口
I2C	集成电路总线接口
USART	同步异步收发器
FWDGT	独立看门狗
WWDGT	窗口看门狗

4.2. 绝对最大额定值

最大额定值是设备在不永久损坏的情况下可以承受的极限。请注意，超过最大额定值时，设备不能保证正常工作。长时间暴露在绝对最大额定条件下可能会影响设备的可靠性。

表4-2. 绝对最大额定值(1)

符号	描述	最小值	最大值	单位
V_{DD}/V_{DDA}	供电电压范围	V_{SS} - 0.3	V_{SS} + 5.9	V
V_{IN}	耐 5V 引脚输入电压	V_{SS} - 0.3	V_{SS} + 5.9	V
	其它 I/O 输入电压	V_{SS} - 0.3	V_{DD}/V_{DDA} + 0.3	V
I_{IO}	GPIO 引脚最大电流	-	20	mA
$\sum I_{IO}$	所有 GPIO 引脚最大总电流	-	80	
$I_{DD/DDA}$	VDD/VDDA 引脚最大输入电流	-	100	
$I_{SS/SSA}$	VSS/VSSA 引脚最大输入电流	-	100	
T_{STG}	存储温度范围	-65	150	°C
T_J	最大结温	-	125	°C

(1) 设计保证值，未在生产中进行 100%测试。

4.3. 一般工作条件

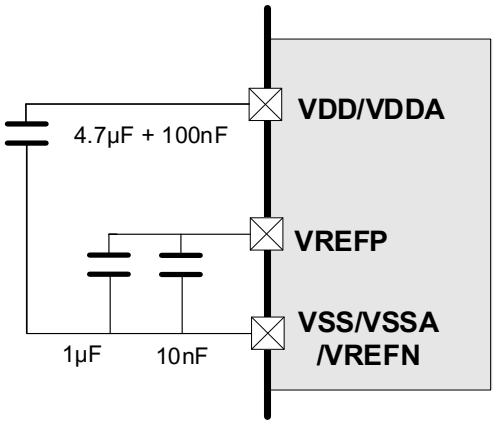
表4-3. 一般工作条件(1)

符号	描述	条件	最小值	典型值	最大值	单元
V_{DD}/V_{DDA}	供电电压	ADC 或比较器不使用	1.8	-	5.5	V
		ADC 使用	2	-	5.5	
		比较器使用	2.2	-	5.5	
V_{CORE}	由内部稳压器供电的内核逻辑电源电压	NPLDO	-	1.2	-	V
		LPLDO	-	1.0	-	
f_{CPU}	内核时钟频率	-	-	-	48	MHz
f_{HCLK}	AHB1 时钟频率	-	0	-	48	MHz
f_{PCLK}	APB 时钟频率	-	0	-	48	MHz
P_D(3)	LQFP48 在 T_A = 85°C 时的耗散功率	-	-	-	359	mW
	LQFP48 在 T_A = 105°C 时的耗散功率		-	-	72	
	QFN48 在 T_A = 85°C 时的耗散功率		-	-	874	
	LQFP44 在 T_A = 85°C 时的耗散功率		-	-	TBD	
	LQFP32 在 T_A = 85°C 时的耗散功率		-	-	378	
	QFN32 在 T_A = 85°C 时的耗散功率		-	-	515	
	QFN32 在 T_A = 105°C 时的耗散功率		-	-	103	
	QFN28 在 T_A = 85°C 时的耗散功率		-	-	378	
	QFN28 在 T_A = 105°C 时的耗散功率		-	-	76	
	FO-PLCSP25 在 T_A = 85°C 时的耗散功率		-	-	TBD	
	TSSOP20 在 T_A = 85°C 时的耗散功率		-	-	346	
	TSSOP20 在 T_A = 105°C 时的耗散功率		-	-	69	
	LGA20 在 T_A = 85°C 时的耗散功率		-	-	260	
T_A	等级 6 器件的工作温度范围	-	-40	-	85	°C
	等级 7 器件的工作温度范围	-	-40	-	105	
T_J(2)	芯片结温	-	-40	-	110	

(1) 设计保证值，未在生产中进行 100%测试。

(2) 器件的结温必须保持在最大 T_J 以下，否则可能导致器件永久损坏。
(3) 对于等级 6 器件，最高工作温度 T_A=85°C；对于等级 7 器件，最高工作温度 T_A=105°C。

图4-1. 推荐的电源去耦电容(1)



(1) 在 PCB 板上所有去耦电容器需要尽可能地靠近引脚。

4.4. 电源要求特性

表4-4. 电源要求特性(1)

符号	描述	条件	最小值	最大值	单元
$t_{VDD/VDDA}$	V_{DD}/V_{DDA} 上升时间速率	-	0	∞	μs/V
	V_{DD}/V_{DDA} 下降时间速率	-	50	∞	

(1) 设计保证值，未在生产中进行 100%测试。

4.5. 工作条件的启动时序

表4-5. 工作条件的启动时序(1)(2)(3)

符号	描述	条件	典型值	单位
t_{ST}	启动时间	时钟源来自 IRC48M	54	μs

(1) 样本保证值，未在生产中进行 100%测试。
(2) 上电后，启动时间是 NRST 高电平的上升沿至 SystemInit 函数中首次 I/O 指令转换之间的时间。
(3) 不包括启动时初始化 SRAM 的时间。

4.6. 从省电模式唤醒时间

表4-6. 从省电模式唤醒时间(1)(2)

符号	描述	条件	典型值	单位
t_{Sleep}	从睡眠模式唤醒到运行模式	切换至从 EFLASH 执行的运行模式，	254	ns

符号	描述	条件	典型值	单位
		EFLASH 在睡眠模式期间上电		
	从睡眠 1 模式唤醒到运行 1 模式(3)	切换至从 SRAM 执行的运行 1 模式，EFLASH 在睡眠 1 模式期间上电	394.67	μs
		切换至从 SRAM 执行的运行 1 模式，EFLASH 在睡眠 1 模式期间掉电	393.33	
$t_{Deep-sleep}$	从深度睡眠模式唤醒到运行模式	切换至从 EFLASH 执行的运行模式，EFLASH 在深度睡眠模式上电	25.49	μs
		切换至从 EFLASH 执行的运行模式，EFLASH 在深度睡眠模式掉电	39.52	
		切换至从 SRAM 执行的运行模式，EFLASH 掉电	2.54	
	从深度睡眠 1 模式唤醒到运行模式	切换至从 EFLASH 执行的运行模式，EFLASH 在深度睡眠 1 模式上电	29.59	μs
		切换至从 EFLASH 执行的运行模式，EFLASH 在深度睡眠 1 模式掉电	43.67	
		切换至从 SRAM 执行的运行模式，EFLASH 掉电	6.74	
$t_{Standby}$	从待机模式唤醒到运行模式	切换到运行模式	80	μs

(1) 样本保证值，未在生产中进行 100%测试。

(2) 唤醒时间是从唤醒事件到应用代码读取第一条指令的时间，以下条件除睡眠 1 模式外适用：V_{DD}/V_{DDA} = 5 V，系统时钟 = HXTAL = 8 MHz。

(3) V_{DD}/V_{DDA} = 5 V，系统时钟 = IRC32K = 32 kHz。

4.7. 功耗

功耗测量如*图 4-2. 功耗测量图*。测试数据通过 V_{DD}/V_{DDA} 供电线路获取，测量参数 $I_{DD/DDA}$ 即对应供电电流值。在典型功耗测试场景中，供电引脚施加 V_{DD}/V_{DDA}=5V；最大功耗测试场景中，供电电压提升至 V_{DD}/V_{DDA}=5.5V。

MCU 的配置条件如下：

- 所有 I/O 引脚都设置为模拟输入模式
- 除非明确提及，否则所有外设均处于禁用状态
- 根据 AHB 时钟频率正确配置 FMC_WS 寄存器中的 WSCNT 位（参见 GD32C2x1_User_Manual 中的表格"WSCNT 与 AHB 时钟频率的关系"）
- 当外设启用时，$f_{PCLK} = f_{HCLK}$

图4-2. 功耗测量图

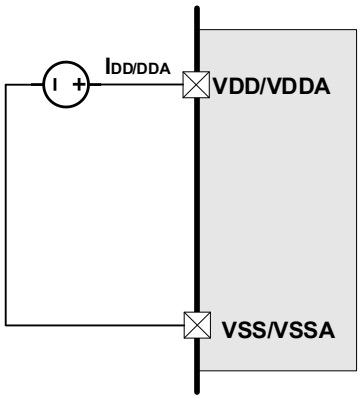


表4-7. 在Flash中执行时运行模式下的功耗(1)(2)(4)

符号	描述	条件			典型值	单位
		执行区域	一般	f_{HCLK}		
$I_{DD/DDA}$	VDD/VDDA 的供电电流(运行模式)	EFLASH	HXTAL 旁路，系统时钟 = f_{HXTAL_bypass} = f_{HCLK} (f_{HCLK} >= 4 MHz)，系统时钟 = f_{HXTAL_bypass} = 4MHz (f_{HCLK} < 4 MHz); LXTAL 旁路，系统时钟 = f_{LXTAL_bypass} = 32.768kHz (f_{HCLK} = 32.768kHz)	48MHz(3)	4.05	mA
				48MHz	2.49	
				32MHz	1.84	
				24MHz	1.51	
				16MHz	1.18	
				8MHz	0.86	
				4MHz	0.70	
				2MHz	0.63	
				1MHz	0.59	
				500kHz	0.58	
				32.768kHz	0.53	
			IRC48M = 48 MHz，系统时钟 = $f_{IRC48MDIV_SYS}$ = f_{HCLK} (f_{HCLK} >= 375kHz); IRC32K = 32 kHz，系统时钟 = f_{IRC32K} = f_{HCLK} (f_{HCLK} = 32kHz)	48MHz(3)	3.95	
				48MHz	2.43	
				24MHz	1.47	
				12MHz	0.99	
				6MHz	0.75	
				3MHz	0.63	
				1.5MHz	0.57	
				750kHz	0.54	
				375kHz	0.53	
				32kHz	0.53	

(1) 样本保证值，未在生产中进行 100%测试。
(2) 在功耗测试期间，GPIO 需要配置为模拟输入模式。
(3) 所有外设均已启用，且 f_{PCLK} = f_{HCLK}。
(4) 通过配置正确的等待状态数量来调整 Flash 存储器的访问时间。

表4-8. 在SRAM中执行时运行模式下的功耗(1)(2)(4)

符号	描述	条件			典型值	单位
		执行区域	一般	f_{HCLK}		
$I_{DD/DDA}$	VDD/VDDA 的供电电流(运行模式)	SRAM	HXTAL 旁路，系统时钟 = f_{HXTAL_bypass} = f_{HCLK} (f_{HCLK} >= 4 MHz)，系统时钟 = f_{HXTAL_bypass} = 4MHz (f_{HCLK} < 4 MHz); LXTAL 旁路，系统时钟 = f_{LXTAL_bypass} = 32.768kHz (f_{HCLK} = 32.768kHz)	48MHz(3)	4.21	mA
				48MHz	2.28	
				32MHz	1.69	
				24MHz	1.40	
				16MHz	1.11	
				8MHz	0.82	
				4MHz	0.67	
				2MHz	0.61	

符号	描述	条件			典型值	单位
		执行区域	一般	f_{HCLK}		
				1MHz	0.58	
				500kHz	0.56	
				32.768kHz	0.53	
			IRC48M = 48 MHz，系统时钟 = $f_{IRC48MDIV_SYS}$ = f_{HCLK} (f_{HCLK} >= 375kHz); IRC32K = 32 kHz，系统时钟 = f_{IRC32K} = f_{HCLK} (f_{HCLK} = 32kHz)	48MHz(3)	4.07	
				48MHz	2.14	
				24MHz	1.32	
				12MHz	0.91	
				6MHz	0.71	
				3MHz	0.61	
				1.5MHz	0.56	
				750kHz	0.53	
				375kHz	0.52	
				32kHz	0.52	

(1) 样本保证值，未在生产中进行 100%测试。
(2) 在功耗测试期间，GPIO 需要配置为模拟输入模式。
(3) 所有外设均已启用，且 f_{PCLK} = f_{HCLK}。
(4) 从 SRAM 执行时，运行模式下 EFLASH 处于上电状态。

表4-9. 不同代码下运行模式的功耗(1)(2)(3)

符号	描述	条件			典型值	单位	典型值	单位
		执行区域	一般	代码				
$I_{DD/DDA}$	VDD/VDDA 的供电电流 (运行模式)	EFLASH	HXTAL 旁路，系统时钟 = f_{HXTAL_bypass} = f_{HCLK} = 48 MHz	Coremark	3.81	mA	79.38	μA /MHz
				Dhrystone 2.1	4.55		94.79	
				While (1)(5)	2.49		51.88	
			HXTAL 旁路，系统时钟 = f_{HXTAL_bypass} = f_{HCLK} = 16 MHz	Coremark	1.80		112.50	
				Dhrystone 2.1	2.13		133.13	
				While (1) (5)	1.18		73.75	
			HXTAL 旁路，系统时钟 = f_{HXTAL_bypass} = 4 MHz, f_{HCLK} = 2 MHz	Coremark	0.74		370.00	
				Dhrystone 2.1	0.82		410.00	
				While (1) (5)	0.63		315.00	
			IRC48M = 48 MHz，系统时钟	Coremark	4.00		83.33	
				Dhrystone 2.1	4.70		97.92	

符号	描述	条件			典型值	单位	典型值	单位
		执行区域	一般	代码				
			= $f_{IRC48MDIV_SYS}$ = f_{HCLK} = 48 MHz	While (1)(5)	2.43		50.63	
			IRC48M = 48 MHz，系统时钟 = $f_{IRC48MDIV_SYS}$ = f_{HCLK} = 12 MHz	Coremark	1.48		123.33	
				Dhrystone 2.1	1.76		146.67	
				While (1)(5)	0.99		82.50	
			IRC48M = 48 MHz，系统时钟 = $f_{IRC48MDIV_SYS}$ = f_{HCLK} = 3 MHz	Coremark	0.79		263.33	
				Dhrystone 2.1	0.88		293.33	
				While (1)(5)	0.63		210.00	
		SRAM(4)	HXTAL 旁路，系统时钟 = f_{HXTAL_bypass} = f_{HCLK} = 48 MHz	Coremark	3.03		63.13	
				Dhrystone 2.1	3.01		62.71	
				While (1)(5)	2.28		47.50	
			HXTAL 旁路，系统时钟 = f_{HXTAL_bypass} = f_{HCLK} = 16 MHz	Coremark	1.43		89.38	
				Dhrystone 2.1	1.35		84.38	
				While (1)(5)	1.11		69.38	
			HXTAL 旁路，系统时钟 = f_{HXTAL_bypass} = 4 MHz, f_{HCLK} = 2 MHz	Coremark	0.65		325.00	
				Dhrystone 2.1	0.65		325.00	
				While (1)(5)	0.67		335.00	
			IRC48M = 48 MHz，系统时钟 = $f_{IRC48MDIV_SYS}$ = f_{HCLK} = 48 MHz	Coremark	3.25		67.71	
				Dhrystone 2.1	3.22		67.08	
				While (1)(5)	2.14		44.58	
			IRC48M = 48 MHz，系统时钟 = $f_{IRC48MDIV_SYS}$ = f_{HCLK} = 12 MHz	Coremark	1.21		100.83	
				Dhrystone 2.1	1.19		99.17	
				While (1)(5)	0.91		75.83	
			IRC48M = 48 MHz，系统时钟	Coremark	0.71		236.67	
				Dhrystone 2.1	0.68		226.67	

符号	描述	条件			典型值	单位	典型值	单位
		执行区域	一般	代码				
			= $f_{IRC48MDIV_SYS}$ = f_{HCLK} = 3 MHz	While (1) (5)	0.61		203.33	

(1) 样本保证值，未在生产中进行 100%测试。
(2) 在功耗测试期间，GPIO 需要配置为模拟输入模式。
(3) 所有外设均处于禁用状态。
(4) 从 SRAM 执行时，运行模式下 EFLASH 处于上电状态。
(5) While (1) 代码的测试结果源于*表 4-7. 在 Flash 中执行时运行模式下的功耗*[1][2][4]和*表 4-8. 在 SRAM 中执行时运行模式下的功耗*[1][2][4]。

表4-10. 在SRAM中执行时运行模式1下的功耗(1)(2)(3)

符号	描述	条件			典型值	单位
		外设	一般	f_{HCLK}		
$I_{DD/DDA}$	VDD/VDDA 的供电电流(运行模式 1)	全部禁用	IRC32K = 32 kHz，系统时钟 = f_{IRC32K} = f_{HCLK}	32kHz	480.5	μA
			IRC32K = 32 kHz，系统时钟 = f_{IRC32K} = f_{HCLK}, EFLASH power off	32kHz	407.0	
		全部使能	IRC32K = 32 kHz，系统时钟 = f_{IRC32K} = f_{HCLK}	32kHz	488.8	
			IRC32K = 32 kHz，系统时钟 = f_{IRC32K} = f_{HCLK}, EFLASH power off	32kHz	415.3	

(1) 样本保证值，未在生产中进行 100%测试。
(2) 在功耗测试期间，GPIO 需要配置为模拟输入模式。
(3) 当外设启用时，f_{PCLK} = f_{HCLK}。

表4-11. 睡眠模式下的功耗(1)(2)

符号	描述	条件			典型值	单位
		EFLASH 供电	一般	f_{HCLK}		
$I_{DD/DDA}$	VDD/VDDA的供电电流(睡眠模式)	EFLASH 上电	HXTAL 旁路，系统时钟 = f_{HXTAL_bypass} = f_{HCLK} (f_{HCLK} >= 4 MHz)，系统时钟 = f_{HXTAL_bypass} = 4MHz (f_{HCLK} < 4 MHz)；LXTAL旁路，系统时钟 = f_{LXTAL_bypass} = 32.768kHz (f_{HCLK} = 32.768kHz)	48MHz(3)	3.49	mA
				48MHz	1.54	
				32MHz	1.20	
				24MHz	1.03	
				16MHz	0.86	
				8MHz	0.69	
				4MHz	0.61	
				2MHz	0.58	
				1MHz	0.57	
				500kHz	0.56	
				32.768kHz	0.53	
			IRC48M = 48 MHz，系统时钟 = $f_{IRC48MDIV_SYS}$ = f_{HCLK} (f_{HCLK} >=	48MHz(3)	3.35	
				48MHz	1.40	

符号	描述	条件			典型值	单位
		EFLASH 供电	一般	f_{HCLK}		
			375kHz); IRC32K = 32 kHz，系统时钟 = f_{IRC32K} = f_{HCLK} (f_{HCLK} = 32kHz)	24MHz	0.95	
				12MHz	0.73	
				6MHz	0.62	
				3MHz	0.56	
				1.5MHz	0.54	
				750kHz	0.52	
				375kHz	0.51	
				32kHz	0.53	
		EFLASH 掉电(4)	HXTAL 旁路，系统时钟 = f_{HXTAL_bypass} = f_{HCLK} (f_{HCLK} >= 4 MHz)，系统时钟 = f_{HXTAL_bypass} = 4MHz (f_{HCLK} < 4 MHz); LXTAL旁路，系统时钟 = f_{LXTAL_bypass} = 32.768kHz (f_{HCLK} = 32.768kHz), EFLASH掉电	48MHz	1.55	
				32MHz	1.19	
				24MHz	1.00	
				16MHz	0.82	
				8MHz	0.64	
				4MHz	0.54	
				2MHz	0.51	
				1MHz	0.50	
				500kHz	0.49	
				32.768kHz	0.45	
			IRC48M = 48 MHz，系统时钟 = $f_{IRC48MDIV_SYS}$ = f_{HCLK} (f_{HCLK} >= 375kHz); IRC32K = 32 kHz，系统时钟 = f_{IRC32K} = f_{HCLK} (f_{HCLK} = 32kHz), EFLASH掉电	48MHz	1.42	
				24MHz	0.92	
				12MHz	0.68	
				6MHz	0.56	
				3MHz	0.50	
				1.5MHz	0.46	
				750kHz	0.45	
				375kHz	0.44	
				32kHz	0.45	

(1) 样本保证值，未在生产中进行 100%测试。
(2) 在功耗测试期间，GPIO 需要配置为模拟输入模式。
(3) 当外设启用时，f_{PCLK} = f_{HCLK}。
(4) 在 EFLASH 掉电时从 SRAM 执行。

表4-12. 在睡眠模式1下的功耗(1)(2)(3)

符号	描述	条件			典型值	单位
		外设	一般	f_{HCLK}		
$I_{DD/DDA}$	VDD/VDDA 的供电电流(睡眠模式 1)	全部禁用	IRC32k = 32 kHz，系统时钟 = f_{IRC32K} = f_{HCLK}	32kHz	480.5	μA
			IRC32k = 32 kHz，系统时钟 = f_{IRC32K} = f_{HCLK}, EFLASH 掉电	32kHz	407.1	

符号	描述	条件			典型值	单位
		外设	一般	f_{HCLK}		
		全部使能	IRC32k = 32 kHz，系统时钟 = f_{IRC32K} = f_{HCLK}	32kHz	488.8	

(1) 样本保证值，未在生产中进行 100%测试。
(2) 在功耗测试期间，GPIO 需要配置为模拟输入模式。
(3) 当外设启用时，f_{PCLK} = f_{HCLK}。

表4-13. 在深度睡眠模式下的功耗(1)(2)

符号	描述	条件		典型值	单位
		一般	V_{DD}/V_{DDA}		
$I_{DD/DDA}$	VDD/VDDA 的供电电流(深度睡眠模式)	全部时钟关闭, V_{CORE} 设置为 1.0 V (PMU_CTL0->DSMODVS[1:0] = 01)	1.8V	57.02	μA
			3.3V	57.67	
			5V	58.31	
			5.5V	59.13	
		全部时钟关闭, V_{CORE} 设置为 1.1 V (PMU_CTL0->DSMODVS[1:0] = 10)	1.8V	58.62	
			3.3V	59.27	
			5V	59.90	
			5.5V	60.70	
		全部时钟关闭, V_{CORE} 设置为 1.2 V (PMU_CTL0->DSMODVS[1:0] = 11)	1.8V	61.16	
			3.3V	61.79	
			5V	62.41	
			5.5V	63.21	
		全部时钟关闭，EFLASH 掉电，V_{CORE} 设置为 1.0V (PMU_CTL0->DSMODVS[1:0] = 01)	1.8V	50.69	
			3.3V	51.33	
			5V	52.02	
			5.5V	52.76	
		全部时钟关闭，EFLASH 掉电，V_{CORE} 设置为 1.1V (PMU_CTL0->DSMODVS[1:0] = 10)	1.8V	52.03	
			3.3V	52.66	
			5V	53.29	
			5.5V	54.03	
		全部时钟关闭，EFLASH 掉电，V_{CORE} 设置为 1.2V (PMU_CTL0->DSMODVS[1:0] = 11)	1.8V	54.15	
			3.3V	54.79	
			5V	55.39	
			5.5V	56.11	
		IRC32K 关闭，LXTAL 旁路，RTC 开启，RTC 时钟源为旁路的 LXTAL(32.768kHz)	1.8V	57.10	
			3.3V	57.75	
			5V	58.40	
			5.5V	59.24	
		IRC32K 关闭，LXTAL 旁路，RTC 开启，RTC 时钟源为旁路的 LXTAL(32.768kHz)，EFLAS 供电关闭	1.8V	50.78	
			3.3V	51.39	
			5V	52.06	

符号	描述	条件		典型值	单位
		一般	V_{DD}/V_{DDA}		
			5.5V	52.83	

(1) 样本保证值，未在生产中进行 100%测试。

(2) 在功耗测试期间，GPIO 需要配置为模拟输入模式。

表4-14. 在深度睡眠模式1下的功耗(1)(2)

符号	描述	条件		典型值	单位
		一般	V_{DD}/V_{DDA}		
$I_{DD/DDA}$	VDD/VDDA 的供电电流(深度睡眠模式 1)	全部时钟关闭，V_{CORE} 设置为 0.9 V (PMU_CTL0->DSMODVS[1:0] = 00)	1.8V	13.05	μA
			3.3V	13.19	
			5V	13.33	
			5.5V	13.47	
		全部时钟关闭，V_{CORE} 设置为 1.0 V (PMU_CTL0->DSMODVS[1:0] = 01)	1.8V	14.10	
			3.3V	14.23	
			5V	14.39	
			5.5V	14.53	
		全部时钟关闭，V_{CORE} 设置为 1.1 V (PMU_CTL0->DSMODVS[1:0] = 10)	1.8V	15.79	
			3.3V	15.90	
			5V	16.05	
			5.5V	16.19	
		全部时钟关闭，V_{CORE} 设置为 1.2 V (PMU_CTL0->DSMODVS[1:0] = 11)	1.8V	18.26	
			3.3V	18.38	
			5V	18.57	
			5.5V	18.70	
		全部时钟关闭，EFLASH 掉电，V_{CORE} 设置为 0.9 V (PMU_CTL0->DSMODVS[1:0] = 00)	1.8V	3.98	
			3.3V	4.09	
			5V	4.23	
			5.5V	4.29	
		全部时钟关闭，EFLASH 掉电，V_{CORE} 设置为 1.0V (PMU_CTL0->DSMODVS[1:0] = 01)	1.8V	4.85	
			3.3V	4.95	
			5V	5.09	
			5.5V	5.18	
		全部时钟关闭，EFLASH 掉电，V_{CORE} 设置为 1.1V (PMU_CTL0->DSMODVS[1:0] = 10)	1.8V	6.23	
			3.3V	6.35	
			5V	6.48	
			5.5V	6.56	
		全部时钟关闭，EFLASH 掉电，V_{CORE} 设置为 1.2V (PMU_CTL0->DSMODVS[1:0] = 11)	1.8V	8.30	
			3.3V	8.39	
			5V	8.56	
			5.5V	8.62	
		IRC32K 关闭，LXTAL 旁路，RTC 开启，RTC 时钟源为旁路的 LXTAL (32.768kHz)	1.8V	14.19	
			3.3V	14.28	

符号	描述	条件		典型值	单位
		一般	V_{DD}/V_{DDA}		
			5V	14.45	
			5.5V	14.57	
		IRC32K 关闭，LXTAL 旁路，RTC 开启，RTC 时钟源为旁路的 LXTAL，EFLAS 掉电	1.8V	4.93	
			3.3V	5.02	
			5V	5.15	
			5.5V	5.22	
		IRC32K off, LXTAL on, RTC on, RTC supplied with LXTAL (32.768kHz)	1.8V	14.67	
			3.3V	14.93	
			5V	15.43	
			5.5V	15.71	
		IRC32K off, LXTAL on, RTC on, RTC supplied with LXTAL (32.768kHz), EFLASH power off	1.8V	5.42	
			3.3V	5.68	
			5V	6.30	
			5.5V	6.93	
		IRC32K 开启, LXTAL 关闭, RTC 开启, RTC 时钟源为 IRC32K	1.8V	14.27	
			3.3V	14.51	
			5V	14.93	
			5.5V	15.12	
		IRC32K 开启, LXTAL 关闭, RTC 开启, RTC 时钟源为 IRC32K, EFLASH 掉电	1.8V	5.02	
			3.3V	5.27	
			5V	5.75	
			5.5V	6.36	

(1) 样本保证值，未在生产中进行 100%测试。

(2) 在功耗测试期间，GPIO 需要配置为模拟输入模式。

表4-15. 在待机模式下的功耗(1)

符号	描述	条件		典型值	单位
		一般	V_{DD}/V_{DDA}		
I_{SUM}	VDD/VDDA 的总供电电流(待机模式)	全部时钟关闭	1.8V	2.52	μA
			3.3V	2.63	
			5V	2.76	
			5.5V	2.82	
		LXTAL 旁路，IRC32K 关闭，RTC 开启，RTC 时钟源为旁路的 LXTAL (32.768kHz)	1.8V	2.59	
			3.3V	2.65	
			5V	2.82	
			5.5V	2.87	
		LXTAL 关闭，IRC32K 开启，RTC 开启，RTC 时钟源为 IRC32K	1.8V	2.98	
			3.3V	3.15	
			5V	3.33	
			5.5V	3.44	
			1.8V	2.96	

符号	描述	条件		典型值	单位
		一般	V_{DD}/V_{DDA}		
		LXTAL 关闭，IRC32K 开启，RTC 关闭，FWDGT 开启，FWDGT 时钟源为 IRC32K	3.3V	3.11	
			5V	3.33	
			5.5V	3.44	

(1) 样本保证值，未在生产中进行 100%测试。

芯片外设的功耗如下表所示。为了避免将 CPU 动态功耗计入外设功耗，在进行电流测量时，MCU 需要进入睡眠模式以停止 CPU 运行。MCU 配置条件如下：

- 所有 I/O 引脚均处于模拟输入模式。
- 表中给出的数值是通过测量以下两种状态的电流，并计算差值得出的：

-- 目标外设时钟开启，MCU 进入睡眠模式

-- 所有外设时钟关闭，MCU 进入睡眠模式

芯片外设数字部分的功耗如下表所示。外设模拟部分的功耗(如适用)在数据手册的相关章节中给出。

表4-16. 外设功耗特性(1)(2)(5)

总线	外设	典型功耗	单位
AHB1	DMAMUX	0.96	μA/MHz
	DMA	1.13	
	CRC	0.28	
	FMC	7.37	
AHB2	GPIOA	0.50	
	GPIOB	0.46	
	GPIOC	0.22	
	GPIOD	0.21	
	GPIOF	0.21	
APB	PMU	0.30	
	I2C1	2.41	
	I2C0	3.15	
	USART2	1.22	
	TIMER16	1.85	
	TIMER15	1.82	
	TIMER13	0.86	
	USART1	1.21	
	USART0	3.84	
	SPI1	0.66	
	SPI0	1.09	
	TIMER2	2.71	
	TIMER0	5.03	
	ADC	2.37	
	WWDGT	0.21	
	CMP	0.09	
	SYSCFG	0.28	

(1) 特征保证值，未在生产中进行 100%测试。

4.8. EMC 特性

系统级 ESD(静电放电，根据 IEC 61000-4-2 标准)和 EFT(电快速瞬变/脉冲群，根据 IEC 61000-4-4 标准)测试结果在*表 4-17. 系统级 ESD 和 EFT 特性(1)*中给出。系统级 ESD 面向终端客户，

包括在未受保护区域(EPA 外)发生的系统级 ESD 事件。系统级 ESD 防护是满足更高 ESD 等级的必要条件。

表4-17. 系统级ESD和EFT特性(1)

符号	描述	条件	最大值	单位	等级
V_{ESD}	对特定 I/O 引脚施加的接触/空气放电	V_{DD}/V_{DDA} = 5 V, T_A = 25 °C LQFP48, f_{HCLK} = 48 MHz IEC 61000-4-2	CD 8k AD 15k	V	4A
V_{EFT}	对电源/地施加的快速瞬态脉冲群	V_{DD}/V_{DDA} = 5 V, T_A = 25 °C LQFP48, f_{HCLK} = 48 MHz IEC 61000-4-4	4k	V	4A

(1) 特征保证值，未在生产中进行 100%测试。

*表 4-18. EMI 特性(1)*所示的电磁辐射干扰(EMI)特性测试数据，通过执行 EEMBC 基准测试代码的工况下测试所得。本测试严格遵循 SAE J1752-3:2017 标准规范，该标准规定测试板的设计及板上被测芯片引脚配置。

表4-18. EMI特性(1)

符号	描述	条件	封装	Max vs. [f_{HXTAL}/f_{HCLK}] 8/48 MHz			单位
				0.1-30MHz	30-130MHz	130MHz-1GHz	
S_{EMI}	峰值电平	V_{DD}/V_{DDA} = 5.5 V, T_J = +25 °C, f_{HCLK} = 48 MHz, 符合 SAE J1752-3:2017	LQFP48	-7.75	2.21	4.40	dBμV

(1) 特征保证值，未在生产中进行 100%测试。

芯片级静电放电(ESD)包括 HBM(人体模型，依据 ANSI/ESDA/JEDEC JS-001)和 CDM(ANSI/ESDA/JEDEC JS-002)，指在静电保护区内(EPA)制造过程中产生的 ESD 事件，例如 PCB 组装/维修、IC 制造/封装/测试。静电保护区(EPA)需采取多种防护措施，例如使用 ESD 防护包装、人员佩戴防静电腕带(通过地板/鞋具接地)、工作台接地以及配备离子风机。

静态闩锁测试 I-test(LU，依据 JEDEC78)，是使用具有电压符合性的正/负电流触发脉冲测试芯片抗闩锁能力。

表4-19. 元件级ESD与闩锁特性参数(1)

符号	描述	条件	封装	最大值	单位	等级
V_{HBM}	人体模型静电放电电压(任意引脚组合)	T_A = 25 °C; JS-001	LQFP48	4000	V	3A
V_{CDM}	充电器件模型静电放电电压(全部引脚)	T_A = 25 °C; JS-002	LQFP48	1000	V	C3
LU	I-测试法	T_A = 125 °C; JESD78	LQFP48	200	mA	Class II Level A
	V_{supply}过压耐受值			8.25	V	

(1) 特征保证值，未在生产中进行 100%测试。

4.9. 电源监控特性

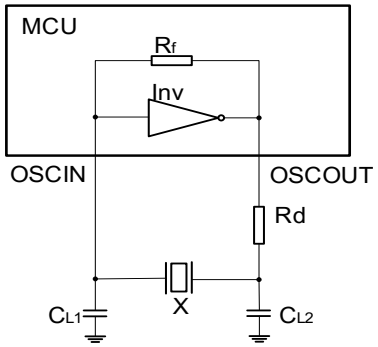
表4-20. 电源监控特性(1)

符号	描述	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{POR}	上电复位阈值	-	-	1.633(1)	1.71(2)	V
V_{PDR}	掉电复位阈值	-	1.55(2)	1.593(1)	-	
V_{BOR1}	欠压复位阈值1	上升沿	2.01	2.1	2.20	V
		下降沿	1.92	2.0	2.09	
V_{BOR2}	欠压复位阈值2	上升沿	2.20	2.3	2.40	V
		下降沿	2.11	2.2	2.30	
V_{BOR3}	欠压复位阈值3	上升沿	2.48	2.6	2.71	V
		下降沿	2.40	2.5	2.61	
V_{BOR4}	欠压复位阈值4	上升沿	2.77	2.9	3.02	V
		下降沿	2.67	2.8	2.91	
$V_{HYST(POR_PDR)}$	POR / PDR迟滞电压	-	-	40	-	mV
$V_{HYST(BOR)}$	BOR迟滞电压	-	-	100	-	mV
$t_{RST(TEMPO)}$	复位信号保持时间	-	-	544	-	μs

(1) 设计保证值，未在生产中进行 100%测试。
(2) 特征保证值，未在生产中进行 100%测试。

4.10. 外部时钟特性

图4-3. OSCIN和OSCOUT引脚内部结构图



强烈建议在最终目标系统板中测量振荡裕量(负电阻)，以确定最佳匹配负载电容，从而使谐振器与微控制器实现精确调谐，确保在极端温度/电压条件下的最佳起振性能和工作稳定性。

表4-21. 由晶振/陶瓷谐振器产生的高速外部时钟(HXTAL)特性(1)

符号	描述	条件	最小值	典型值	最大值	单位
f_{HXTAL}	晶振或陶瓷谐振器的频率	1.8 V <=V_{DD}/V_{DDA} <= 5.5 V	4	8	48	MHz
R_F	反馈电阻	1.8 V <=V_{DD}/V_{DDA} <= 5.5 V	-	400	-	kΩ
C_{HXTAL}(2)	OSCIN/OSCOUT 引脚匹配电容推荐值	-	-	20	30	pF
$Duty_{HXTAL}$	晶振/陶瓷谐振器输出占空比	-	30	50	70	%
g_m	谐振器跨导	Startup	-	30	-	mA/V
$I_{DD(HXTAL)}$	晶振或陶瓷谐振器的工作电流	V_{DD}/V_{DDA} = 5 V, R_m = 30 Ω, C_L = 10 pF, HXTAL = 8 MHz	-	3.2	-	mA
$t_{ST(HXTAL)}$	晶振或陶瓷谐振器的启动时间	V_{DD}/V_{DDA} = 5 V HXTAL = 8 MHz	-	1.5	-	ms

(1) 设计保证值，未在生产中进行 100%测试。

(2) C_{HXTAL1} = C_{HXTAL2} = 2*(C_{LOAD} - C_S)，其中 C_{HXTAL1} 和 C_{HXTAL2} 是推荐在 OSCIN 和 OSCOUT 上的匹配电容。C_{LOAD} 是由晶振或陶瓷谐振器制造商提供负载电容的容值，C_S 是 PCB 和 MCU 引脚寄生电容的容值。

(3) 关于 g_m 更多的详细内容参考 ***AN052 GD32 MCU Resonator-Based Clock Circuits.***

表4-22. 高速外部时钟特性(HXTAL在旁路模式下)(1)

符号	描述	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$f_{HXTAL(EXT)}$	外部时钟源或有源晶振频率	1.8 V <=V_{DD}/V_{DDA} <= 5.5 V	1	-	50	MHz
$V_{H(HXTAL)}$	OSCIN 输入引脚高电平电压	1.8 V <=V_{DD}/V_{DDA} <= 5.5 V	0.7 V_{DD}/V_{DDA}	-	V_{DD}/V_{DDA}	V
$V_{L(HXTAL)}$	OSCIN 输入引脚低电平电压		V_{SS}	-	0.3 V_{DD}/V_{DDA}	
$t_{H/L(HXTAL)}$	OSCIN 高电平或低电平时间	-	5	-	-	ns
$t_{R/F(HXTAL)}$	OSCIN 上升或下降时间	-	-	-	5	
C_{IN}	OSCIN 输入电容	-	-	5	-	pF
$Duty_{HXTAL}$	占空比	-	40	-	60	%

(1) 设计保证值，未在生产中进行 100%测试。

表4-23. 由晶振/陶瓷谐振器生成的低速外部时钟(LXTAL)特性(1)

符号	描述	条件	最小值	典型值	最大值	单位
f_{LXTAL}	晶振或陶瓷谐振器频率	1.8 V <=V_{DD}/V_{DDA} <= 5.5 V	-	32.768	-	kHz
C_{LXTAL}(2)	建议在 OSC32IN 和 OSC32OUT 上的匹配电容	-	-	10	-	pF
$Duty_{LXTAL}$	晶振或陶瓷谐振器的占空比	-	30	-	70	%
g_m(3)	振荡器跨导	LXTALDRI= 0	-	6.8	-	μA/V
		LXTALDRI= 1	-	13.7	-	
$I_{DD(LXTAL)}$	晶振或陶瓷谐振器的工作电流	LXTALDRI= 0	-	0.8	-	uA
		LXTALDRI= 1	-	1.15	-	
$t_{ST(LXTAL)}$(4)	晶振或陶瓷谐振器的启动时间	LXTALDRI= 0	-	0.7	-	s
		LXTALDRI= 1	-	0.35	-	

(1) 设计保证值，未在生产中进行 100%测试。

(2) C_{LXTAL1} = C_{LXTAL2} = 2*(C_{LOAD} - C_S)，其中 C_{LXTAL1}和 C_{LXTAL2}是推荐在 OSCIN 和 OSCOUT 上的匹配电容。C_{LOAD}是由晶振或陶瓷制造商提供负载电容的容值，C_S是 PCB 和 MCU 引脚寄生电容的容值。

(3) 关于 g_m更多的详细内容参考 ***AN052 GD32 MCU Resonator-Based Clock Circuits***。

(4) $t_{ST\ (LXTAL)}$是从启用(通过软件)到 32.768 kHz 振荡器稳定标志位被置位所测得的启动时间。该值随振荡器制造商的不同而变化显著。

表4-24. 低速外部时钟特性(LXTAL在旁路模式下)(1)

符号	描述	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$f_{LXTAL(EXT)}$	外部时钟源或有源晶振频率	1.8 V <=V_{DD}/V_{DDA} <= 5.5 V	-	32.768	1000	kHz
$V_{H(LXTAL)}$	OSC32IN 输入引脚高电平电压	1.8 V <=V_{DD}/V_{DDA} <= 5.5 V	0.7 V_{DD}/V_{DDA}	-	V_{DD}/V_{DDA}	V
$V_{L(LXTAL)}$	OSC32IN 输入引脚低电平电压		V_{SS}	-	0.3 V_{DD}/V_{DDA}	
$t_{H/L(LXTAL)}$	OSC32IN 高电平或低电平时间	-	250	-	-	ns
$t_{R/F(LXTAL)}$	OSC32IN 上升或下降试讲	-	-	-	50	
C_{IN}	OSC32IN 输入电容	-	-	5	-	pF
$Duty_{LXTAL}$	占空比	-	30	-	70	%

(1) 设计保证值，未在生产中进行 100%测试。

图4-4. 推荐用于外部无源晶振的OSCIN和OSCOUT引脚电路

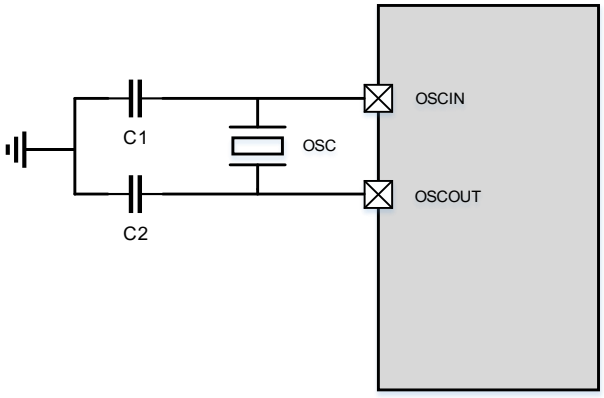
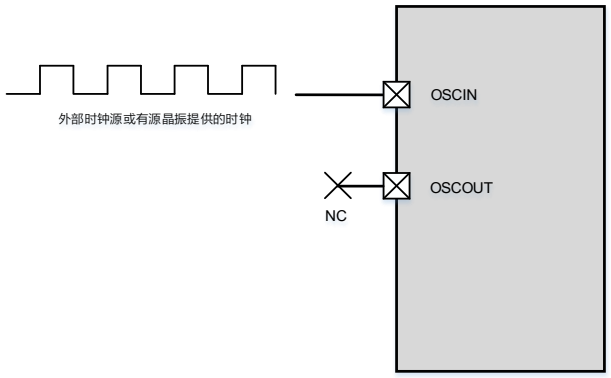


图4-5. 推荐用于外部时钟源或有源晶振的OSCIN和OSCOUT引脚电路



4.11. 内部时钟特性

表4-25. 内部高速时钟(IRC48M)特性

符号	描述	条件	最小值	典型值	最大值	单位
f_{IRC48M}	内部高速振荡器(IRC48M)频率	V_{DD}/V_{DDA} = 5V, T_A = 25 °C	47.76	48	48.24	MHz
$Drift_{IRC48M}$	IRC48M 振荡器工厂校准后的频漂(1)	V_{DD}/V_{DDA} = 5V, T_A = -40 °C ~ +85 °C	-3	-	2	%
		V_{DD}/V_{DDA} = 5V, T_A = -40 °C ~ +105 °C	-3	-	2	%
	IRC48M 振荡器频率精度用户校准步长(2)	-	-	0.3	-	%
$Duty_{IRC48M}$(2)	IRC48M 振荡器占空比	-	45	50	55	%
$I_{DDA(IRC48M)}$(2)	IRC48M 振荡器工作电流	f_{IRC48M} = 48 MHz	-	250	-	μA
$t_{ST(IRC48M)}$(2)	IRC48M 振荡器启动时间	f_{IRC48M} = 48 MHz	-	2.2	-	μs

(1) 特征保证值，未在生产中进行 100%测试。

(2) 设计保证值，未在生产中进行 100%测试。

表4-26. 内部高速时钟(IRC12M)特性

符号	描述	条件	最小值	典型值	最大值	单位
f_{IRC12M}	内部高速振荡器(IRC12M)频率	V_{DD}/V_{DDA} = 5V, T_A = 25 °C	11.94	12	12.06	MHz
$Drift_{IRC12M}$	IRC12M 振荡器工厂校准后的频漂(1)	V_{DD}/V_{DDA} = 5V, T_A = -40 °C ~ +85 °C	-3	-	2	%
		V_{DD}/V_{DDA} = 5V, T_A = -40 °C ~ +105 °C	-3	-	2	%
	IRC12M 振荡器频率精度用户校准步长(2)	-	-	0.3	-	%
$Duty_{IRC12M}$(2)	IRC12M 振荡器占空比	-	45	50	55	%
$I_{DDA(IRC12M)}$(2)	IRC12M 振荡器工作电流	f_{IRC12M} = 12 MHz	-	50	-	μA
$t_{ST(IRC12M)}$(2)	IRC12M 振荡器启动时间	f_{IRC12M} = 12 MHz	-	4	-	μs

(1) 特征保证值，未在生产中进行 100%测试。
(2) 设计保证值，未在生产中进行 100%测试。

表4-27. 内部低速时钟(IRC32K)特性

符号	描述	条件	最小值	典型值	最大值	单位
f_{IRC32K}	内部低速振荡器(IRC32K)频率	V_{DD}/V_{DDA} = 5V, T_A = 25 °C	31	32	33	kHz
		V_{DD}/V_{DDA} = 5V, T_A = -40 °C ~ 85 °C(1)	29	-	35	
		V_{DD}/V_{DDA} = 5V, T_A = -40 °C ~ 105 °C(1)	29	-	35	
$I_{DDA(IRC32K)}$(2)	IRC32K 振荡器工作电流	-	-	650	-	nA
$t_{ST(IRC32K)}$(2)	IRC32K 振荡器启动时间	-	-	40	-	μs

(1) 特征保证值，未在生产中进行 100%测试。
(2) 设计保证值，未在生产中进行 100%测试。

4.12. 存储器特性

表4-28. Flash存储器特性(1)

符号	描述	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$I_{DD/DDA(FLASH)}$	FLASH 操作期间 V_{DD}/V_{DDA} 平均电流	擦除	-	0.5	-	mA
		编程	-	0.7	-	mA
PE_{CYC}(2)	失效前保证编程/擦除循环次数(耐久性)	-	100	-	-	kcycles
t_{RET}(2)	数据保持时间	T_A = 105 °C 最多 0 次循环后(3)	4	-	-	years
		T_A = 85 °C 最多 10k 次循环后(3)	15	-	-	
		T_A = 55 °C 最多 10k 次循环后(3)	30	-	-	
N_{WS}	FLASH 读取操作期间的等待状态计数器	f_{HCLK} <= 24MHz	-	0	-	HCLK cycles
		24MHz < f_{HCLK} <= 48MHz	-	1	-	
t_{PROG}	双字编程时间	T_A = -40 °C ~ + 105 °C	-	85	-	μs
t_{PROG_ROW}	行(8 个双字)编程时间	常规编程	-	0.68	-	ms
		快速编程	-	0.4	-	
t_{PROG_PAGE}	页(1 Kbyte)编程时间	常规编程	-	10.88	-	ms
		快速编程	-	6.4	-	
t_{ERASE}	页擦除时间	T_A = -40 °C ~ + 105 °C	4	-	6	ms
t_{MERASE}	整片擦除时间	T_A = -40 °C ~ + 105°C	30	-	40	ms

(1) 设计保证值，未在生产中进行 100%测试。
(2) 特征保证值，未在生产中进行 100%测试。
(3) 在整个温度范围内的循环性能。

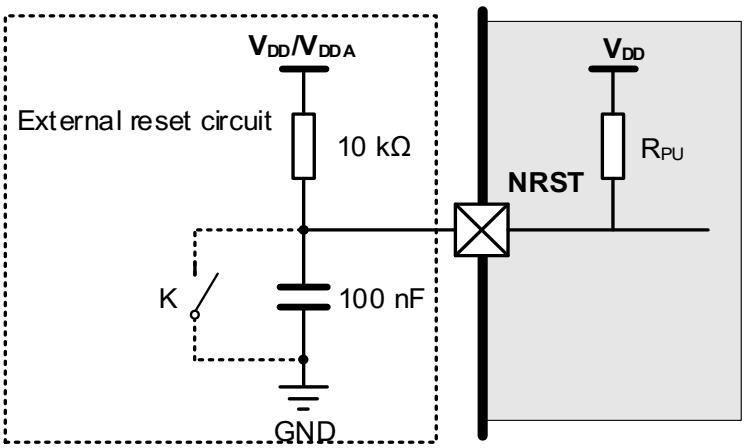
4.13. NRST 引脚特性

表4-29. NRST引脚特性(1)

符号	描述	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$V_{IL(NRST)}$	NRST 输入低电平电压	-	-	-	0.3 V_{DD}/V_{DDA}	V
$V_{IH(NRST)}$	NRST 输入高电平电压	-	0.7 V_{DD}/V_{DDA}	-	-	
V_{HYST}	施密特触器电压迟滞	V_{DD}/V_{DDA} = 1.8 V	-	330	-	mV
		V_{DD}/V_{DDA} = 3.3 V	-	380	-	
		V_{DD}/V_{DDA} = 5.0 V	-	460	-	
		V_{DD}/V_{DDA} = 5.5 V	-	480	-	
R_{PU}	上拉等效电阻	-	-	40	-	kΩ
$t_{F(NRST)}$	NRST 输入滤波脉冲	1.8V < V_{DD}/V_{DDA} < 5.5 V	-	-	79.7	ns
$t_{NF(NRST)}$	NRST 输入非滤波脉冲	1.8V < V_{DD}/V_{DDA} < 5.5 V	324	-	-	ns

(1) 设计保证值，未在生产中进行 100%测试。

图4-6. 推荐的外部NRST引脚电路(1)



(1) 除非 NRST 引脚上的电压降低到 $V_{IL(NRST)}$以下，否则设备无法生成可靠的复位信号。

4.14. GPIO 特性

关于 GPIO 更多的细节请参考 ***AN092 GD32 MCU GPIO structure and precautions.***

表4-30. I/O静态特性

符号	描述	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{IL}(1)	CMOS 低电平输入电压	1.8 V <= V_{DD}/V_{DDA} <= 5.5 V	-	-	0.3 V_{DD}/V_{DDA}	V
	TTL 低电平输入电压	2.7 V <= V_{DD}/V_{DDA} <= 3.6 V	-	-	0.8	
V_{IH}(1)	CMOS 高电平输入电压	1.8 V <=V_{DD}/V_{DDA} <= 5.5 V	0.7 V_{DD}/V_{DDA}	-	-	V
	TTL 高电平输入电压	2.7 V <=V_{DD}/V_{DDA} <= 3.6 V	2	-	-	

符号	描述	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{HYS}(1)	输入滞后	1.8 V <=V_{DD}/V_{DDA} <= 5.5 V	-	340	-	mV
I_{LEAK}(2)	I/O 输入漏电流	V_{SS} <= V_{IN} <=V_{DD}/V_{DDA}	-2	-	2	μA
R_{PU}(1)	弱上拉等效电阻	V_{IN} = V_{SS}	-	40	-	kΩ
R_{PD}(1)	弱下拉等效电阻	V_{IN} = V_{DD}/V_{DDA}	-	40	-	kΩ

(1) 设计保证值，未在生产中进行 100%测试。
(2) 特征保证值，未在生产中进行 100%测试。

表4-31. 所有I/O输出电压特性(1)

符号	描述	条件	典型值	单位
V_{OL} (GPIO_OSPD = 0)	低电平输出电压（I_{IO} = +1 mA)	V_{DD}/V_{DDA} = 1.8 V	0.244	V
		V_{DD}/V_{DDA} = 3.3 V	0.111	
		V_{DD}/V_{DDA} = 5 V	0.079	
		V_{DD}/V_{DDA} = 5.5 V	0.076	
V_{OH} (GPIO_OSPD = 0)	高电平输出电压（I_{IO} = +1 mA)	V_{DD}/V_{DDA} = 1.8 V	1.509	
		V_{DD}/V_{DDA} = 3.3 V	3.159	
		V_{DD}/V_{DDA} = 5 V	4.897	
		V_{DD}/V_{DDA} = 5.5 V	5.403	
V_{OL} (GPIO_OSPD = 1)	低电平输出电压（I_{IO} = +8 mA)	V_{DD}/V_{DDA} = 1.8 V	0.307	
		V_{DD}/V_{DDA} = 3.3 V	0.143	
		V_{DD}/V_{DDA} = 5 V	0.107	
		V_{DD}/V_{DDA} = 5.5 V	0.102	
	低电平输出电压（I_{IO} = +20 mA)	V_{DD}/V_{DDA} = 2.7 V	0.496	
		V_{DD}/V_{DDA} = 3.3 V	0.388	
		V_{DD}/V_{DDA} = 5 V	0.277	
		V_{DD}/V_{DDA} = 5.5 V	0.262	
	FM+模式下 5V 耐受型 IO 输出低电平(2) (I_{IO} = +20 mA)	V_{DD}/V_{DDA} = 2.7 V	0.247	
		V_{DD}/V_{DDA} = 3.3 V	0.207	
		V_{DD}/V_{DDA} = 5 V	0.155	
		V_{DD}/V_{DDA} = 5.5 V	0.149	
V_{OH} (GPIO_OSPD = 1)	高电平输出电压（I_{IO} = +8 mA)	V_{DD}/V_{DDA} = 1.8 V	1.448	
		V_{DD}/V_{DDA} = 3.3 V	3.125	
		V_{DD}/V_{DDA} = 5 V	4.870	
		V_{DD}/V_{DDA} = 5.5 V	5.365	
	高电平输出电压（I_{IO} = +20 mA)	V_{DD}/V_{DDA} = 2.7 V	2.111	
		V_{DD}/V_{DDA} = 3.3 V	2.829	
		V_{DD}/V_{DDA} = 5 V	4.660	
		V_{DD}/V_{DDA} = 5.5 V	5.180	

(1) 样本保证值，未在生产中进行 100%测试。
(2) 仅适用于引脚 PA9/PA10/PB6/PB7/PB8/PB9

表4-32. I/O端口AC特性(1)(2)(3)(4)

速度	符号	描述	条件	最大值	单位
0	t_R/t_F	输出高电平到低电平的下降时间和	1.8 V <=V_{DD}/V_{DDA} <= 5.5 V,	53	ns

速度	符号	描述	条件	最大值	单位
		输出低电平到高电平的上升时间	C_L = 10 pF, Fmax=2MHz		
			1.8 V <=V_{DD}/V_{DDA} <= 5.5 V, C_L = 30 pF, Fmax=2Mz	84	
1	t_R/t_F	输出高电平到低电平的下降时间和输出低电平到高电平的上升时间	2.7 V <=V_{DD}/V_{DDA} <= 5.5 V, C_L = 30 pF, Fmax=50MHz	4.5	ns
			1.8 V <=V_{DD}/V_{DDA} <= 5.5 V, C_L = 10 pF, Fmax=40MHz	4.4	
			2.70 V <=V_{DD}/V_{DDA} <= 5.5 V, C_L = 50 pF, Fmax=30MHz	6.6	
			1.8 V <=V_{DD}/V_{DDA} <= 5.5 V, C_L = 30 pF, Fmax=30MHz	7.6	

(1) 最大频率定义为以下条件：(tr+tf) <= 2/3 T Skew <= 1/20 T 45% < Duty cycle < 55%.
(2) 下降时间定义为输出波形从 90%到 10%的时间，上升时间定义为从 10%到 90%的时间。
(3) 设计保证值，未在生产中进行 100%测试。
(4) 数据仅供参考，具体值与 PCB 布局相关。

4.15. 内部参考电压特性

表4-33. 内部参考电压特性(1)

符号	描述	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{REFINT}	内部参考电压	T_A = -40°C ~ +105 °C	1.16	1.2	1.24	V
$t_{S_VREFINT}$(2)	读取内部参考电压时的 ADC 采样时间	-	5	-	-	μs
$t_{STA_VREFINT}$	ADC 启用时参考电压缓冲器的启动时间	-	-	8	10	μs
$I_{DD/DDA(VREFINT_BUF)}$	ADC 转换时 V_{REFINT} 缓冲器从 V_{DD}/V_{DDA} 汲取的电流	-	-	12.5	15	μA
ΔV_{REFINT}	内部参考电压在温度范围内的漂移量	-	-	5.7	12.4	mV

(1) 设计保证值，未在生产中进行 100%测试。
(2) 最短采样时间可以通过多次迭代在应用中确定。

表4-34. 内部参考电压校准值

符号	测试条件	内存地址
V_{REFINT}(1)	V_{DD}/V_{DDA} = 5 V (+/- 4.5mV), 温度= 25 °C (+/- 4 °C)	0x1FFF 0BFC-0x1FFF 0BFD

(1) V_{REFINT} 内部连接到 ADC_IN14 输入通道。

4.16. ADC 特性

表4-35. ADC特性(1)

符号	描述	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{DD}/V_{DDA}	运行电压	-	2	5	5.5	V
V_{REFP}(2)	正参考电压	-	2	-	V_{DD}/V_{DDA}	V
V_{IN}	ADC 输入电压范围	-	0	-	V_{REFP}	V
f_{ADC}	ADC 时钟	-	-	-	24	MHz
f_S	采样率	12-bit	-	-	1.60	MSPS
		10-bit	-	-	1.84	
		8-bit	-	-	2.18	
		6-bit	-	-	2.66	
R_{AIN}	外部输入阻抗	See *Equation 1*	-	-	136.12	kΩ
R_{ADC}	输入采样开关电阻	-	-	-	0.7	kΩ
C_{ADC}	输入电容	未包含引脚/焊盘电容	-	2.9	-	pF
t_S	采样时间	f_{ADC} = 24 MHz	0.1	-	10.6	μs
t_{CONV}	总转换时间(包含采样时间)	12-bit	-	15	-	1/ f_{ADC}
		10-bit	-	13	-	
		8-bit	-	11	-	
		6-bit	-	9	-	
$I_{DD/DDA(ADC)}$	来自 V_{DD}/V_{DDA} 和 V_{REFP} 的 ADC 功耗	V_{DD}/V_{DDA} = V_{REFP} = 5 V	-	1030	-	μA
$t_{ST(ADC)}$	启动时间	-	-	1	-	μs

(1) 设计保证值，未在生产中进行 100%测试。

(2) V_{REFP} 应该始终小于等于 V_{DD}/V_{DDA}，特别是上电期间。

Equation 1: R_{AIN} 最大值方程 $R_{AIN} < \frac{T_S}{f_{ADC} * C_{ADC} * \ln(2^{N+2})} - R_{ADC}$

公式(*Equation 1*) 用于确定允许的最大外部阻抗，以确保误差低于 LSB 的 1/4。此处 N = 12(12 位分辨率)。

表4-36. f_{ADC} = 24 MHz时，ADC R_{AIN}的最大值(1)(2)

分辨率	采样周期	t_S (μs)	R_{AIN}最大值 (kΩ)
12 bits	2.5	0.104	0.441
	3.5	0.146	0.979
	7.5	0.313	3.125
	12.5	0.521	5.809
	19.5	0.813	9.566
	39.5	1.656	20.300
	79.5	3.313	41.769
	160.5	6.688	85.243

分辨率	采样周期	t_S (μs)	R_{AIN} 最大值 (kΩ)
10 bits	2.5	0.104	0.665
	3.5	0.146	1.292
	7.5	0.313	3.796
	12.5	0.521	6.927
	19.5	0.813	11.310
	39.5	1.656	23.833
	79.5	3.313	48.880
	160.5	6.688	99.600
8 bits	2.5	0.104	0.979
	3.5	0.146	1.730
	7.5	0.313	4.736
	12.5	0.521	8.493
	19.5	0.813	13.752
	39.5	1.656	28.780
	79.5	3.313	58.836
	160.5	6.688	119.700
6 bits	2.5	0.104	1.448
	3.5	0.146	2.387
	7.5	0.313	6.144
	12.5	0.521	10.840
	19.5	0.813	17.415
	39.5	1.656	36.200
	79.5	3.313	73.770
	160.5	6.688	149.850

(1) 设计保证值，未在生产中进行 100%测试。

(2) R_{AIN} 值是通过理论计算的，未考虑实际 PCB 的寄生电容。

表4-37. f_{ADC} = 12 MHz时，ADC精度(1)(2)(3)

符号	描述	测试条件	典型值	单位
EO	失调误差	V_{DD}/V_{DDA} = V_{REFP} = 3.3 V, f_{ADC} = 12 MHz, f_S = 0.8 MSPS, T_A = 25 °C	+/-0.6	LSB
DNL	微分线性误差		+/-0.5	
INL	积分线性误差		+/-0.8	
ENOB	有效位数		10.5	Bits
SNDR	信噪失真比		65	dB
SNR	信噪比		65	
THD	总谐波失真		-80	

(1) 特征保证值，未在生产中进行 100%测试。

(2) 提供了一些指导以提高 ADC 的采样精度，请参考 AN059 提高 ADC 采样精度的方法。

(3) 通过 LQFP48 封装特性结果保证。

表4-38. f_{ADC} = 24 MHz时，ADC精度(1)(2)(3)

符号	描述	测试条件	典型值	单位
EO	失调误差	V_{DD}/V_{DDA} = V_{REFP} = 5 V, f_{ADC} = 24 MHz, f_S = 1.6 MSPS, T_A = 25 °C	+/-0.95	LSB
DNL	微分线性误差		+/-0.5	
INL	积分线性误差		+/-0.7	
ENOB	有效位数		10.8	Bits
SNDR	信噪失真比		67.13	dB
SNR	信噪比		67.25	
THD	总谐波失真		-81.9	

(1) 特征保证值，未在生产中进行 100%测试。

(2) 提供了一些指导以提高 ADC 的采样精度，请参考 AN059 提高 ADC 采样精度的方法。

(3) 通过 LQFP48 封装特性结果保证。

图4-7. 微分线性误差

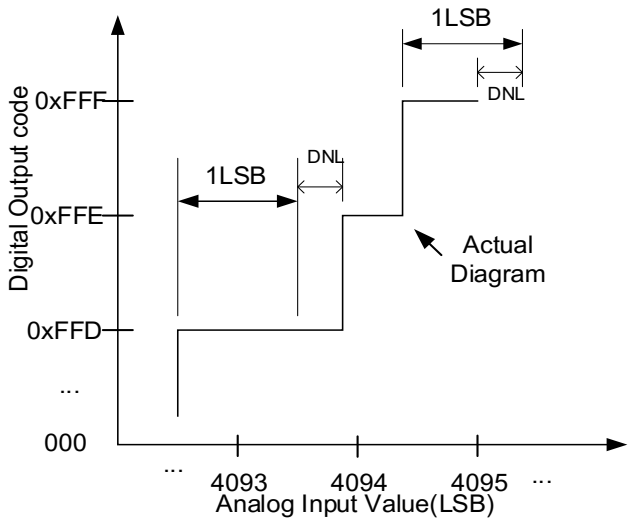
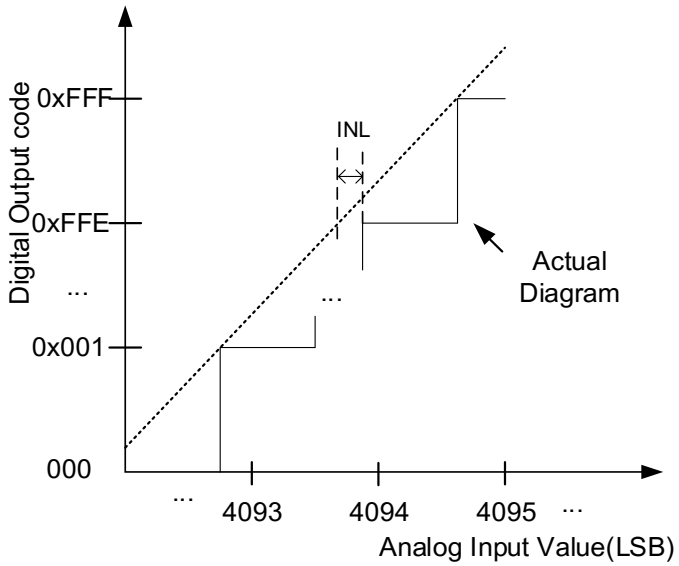


图4-8. 积分线性误差



4.17. 温度传感器特性

表4-39. 温度传感器特性

符号	描述	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{25}(1)	T_A = 25 °C (+/- 4 °C)时电压	V_{DD}/V_{DDA} = 5 V (+/- 4.5 mV)	904	924	944	mV
Avg_Slope(2)	平均斜率	-	-	2.52	-	mV/°C
T_L(2)	V_{SENSE}与温度的线性关系	T_J = -40 °C to 125 °C	-	-2.2~0.2	-	°C
$t_{ST(TS)}$	启动时间	-	-	8	-	μs
t_{S_temp}(2)	读取温度时的ADC采样时间	-	5	-	-	μs

(1) V_{25} ADC 转换结果存储在 TS_CAL1 字节中。
(2) 特征保证值，未在生产中进行 100%测试。
(3) 最短采样时间可以通过多次迭代在应用中确定。

表4-40. 温度传感器校准值

符号	描述	内存地址
TS_CAL1	温度传感器在 25 °C (+/-4 °C), V_{DD}/V_{DDA} = 5V (+/-4.5 mV)时的原始数据采集值	0x1FFF 0BF8-0x1FFF 0BF9

4.18. 比较器特性

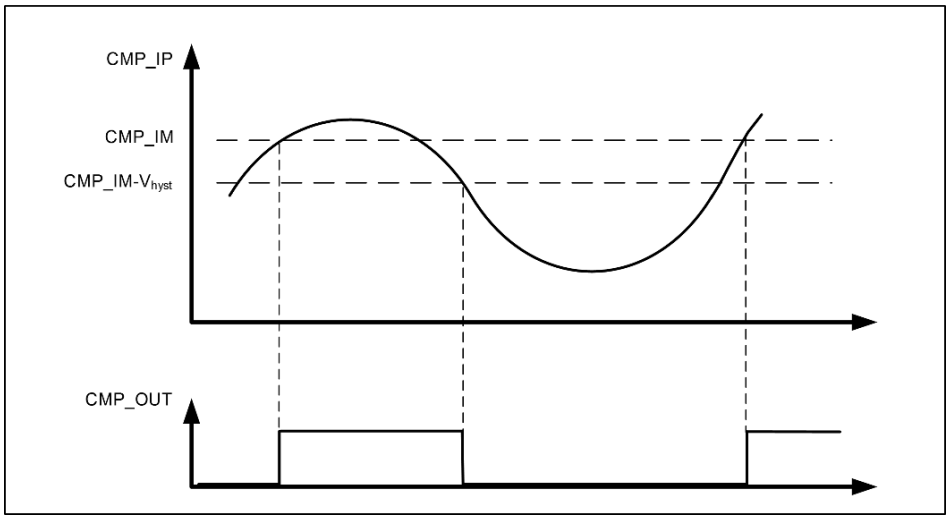
表4-41. CMP特性(1)

符号	描述	条件		最小值	典型值	最大值	单位
V_{DD}/V_{DDA}	工作电压	-		2.2	5	5.5	V
V_{IN}	输入电压范围	-		0	-	V_{DD}/V_{DDA}	V
V_{BG}	定标器输入电压	-		-	1.2	-	V
V_{SC}	定标器失调电压	-		-	+/-5	-	mV
$I_{DD/DDA(SCALER)}$	来自 V_{DD}/V_{DDA} 的定标器静态功耗	BEN=0 (桥电路禁用)		-	0.3	-	μA
		BEN=1 (桥电路使能)		-	3.3	-	
$t_{ST(SCALER)}$	定标器启动时间	-		-	15	-	μs
t_D	200mV 阶跃的传播延迟 (100mV 过驱)	超低速/超低功耗模式		-	680	-	ns
		低速/低功耗模式		-	290	-	ns
		中速/中功耗模式		-	110	-	ns
		高速/全功耗模式		-	30	-	ns
	>200mV 阶跃的传播延迟 (仅正输入 100mV 过驱)	超低速/超低功耗模式		-	930	-	ns
		低速/低功耗模式		-	400	-	ns
		中速/中功耗模式		-	155	-	ns
		高速/全功耗模式		-	40	-	ns
$t_{ST(CMP)}$	满足传播延迟约束的比较器启动时间	超低速/超低功耗模式		-	6.3	-	μs
		低速/低功耗模式		-	4.3	-	
		中速/中功耗模式		-	1.25	-	
		高速/全功耗模式		-	0.27	-	
$I_{DD/DDA(CMP)}$	来自 V_{DD}/V_{DDA} 的电流功耗	超低速/超低功耗模式	静态	-	5.6	9.9	μA
			在+/-100 mV 过驱 50 kHz 方波信号条件下	-	11.3	-	
		低速/低功耗模式	静态	-	7	11	μA
			在+/-100 mV 过驱 50 kHz 方波信号条件下	-	9.7	-	
		中速/中功耗模式	静态	-	12	16	μA
			在+/-100 mV 过驱 50 kHz 方波信号条件下	-	12.8	-	
		高速/全功耗模式	静态	-	60	64	μA
			在+/-100 mV 过驱 50 kHz	-	56.5	-	

符号	描述	条件		最小值	典型值	最大值	单位
			方波信号条件下				
V_{OFFSET}	失调电压	-		-	+/-5	-	mV
V_{HYST}	迟滞电压	无迟滞		-	0	-	mV
		低迟滞		-	15	-	
		中迟滞		-	30	-	
		高迟滞		-	45	-	

(1) 设计保证值，未在生产中进行 100%测试。

图4-9. CMP滞后



4.19. TIMER 特性

表4-42. TIMER特性(1)

符号	描述	条件	最小值	最大值	单位
t_{RES}	定时器分辨时间	-	1	-	$t_{TIMERxCLK}$
		$f_{TIMERxCLK}$ = 48 MHz	20.833	-	ns
f_{EXT}	定时器外部时钟频率	-	0	$f_{TIMERxCLK}$ /4	MHz
		$f_{TIMERxCLK}$ = 48 MHz	0	12	MHz
RES	定时器分辨率	-	-	16	bit
$t_{COUNTER}$	选择内部时钟时16位计数器时钟周期	-	1	65536	$t_{TIMERxCLK}$
		$f_{TIMERxCLK}$ = 48 MHz	0.0208	1365	μs
t_{MAX_COUNT}	最大可能计数	-	-	65536 x 65536	$t_{TIMERxCLK}$
		$f_{TIMERxCLK}$ = 48 MHz	-	89.48	s

(1) 设计保证值，未在生产中进行 100%测试。

4.20. I2C 特性

表4-43. I2C特性(1)(2)

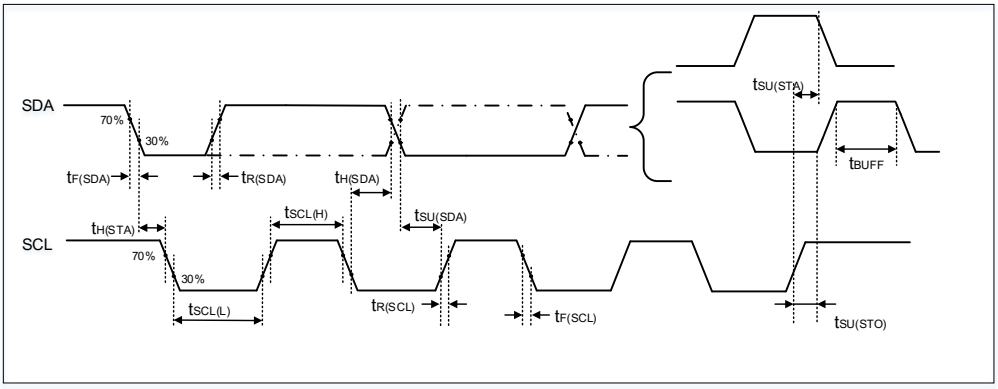
符号	描述	条件	标准模式		快速模式		快速+模式		单位
			最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	
$t_{SCL(H)}$	SCL 时钟高电平时间	-	4.0	-	0.6	-	0.2	-	μs
$t_{SCL(L)}$	SCL 时钟低电平时间	-	4.7	-	1.3	-	0.5	-	μs
$t_{SU(SDA)}$	SDA 建立时间	-	250	-	100	-	50	-	ns
$t_{H(SDA)}$	SDA 数据保持时间	-	0 (3)	3450	0	900	0	450	ns
$t_{R(SDA/SCL)}$	SDA 和 SCL 上升时间	-	-	1000	-	300	-	120	ns
$t_{F(SDA/SCL)}$	SDA 和 SCL 下降	-	-	300	-	300	-	120	ns
$t_{H(STA)}$	开始条件保持时间	-	4.0	-	0.6	-	0.26	-	μs
$t_{SU(STA)}$	重复的开始条件建立时间	-	4.7	-	0.6	-	0.26	-	μs
$t_{SU(STO)}$	停止条件建立时间	-	4.0	-	0.6	-	0.26	-	μs
t_{BUFF}	从停止到起始条件的时间(总线空闲时间)	-	4.7	-	1.3	-	0.5	-	μs

(1) 设计保证值，未在生产中进行 100%测试。

(2) 为确保标准模式 I2C 频率，f_{PCLK} 必须至少为 2 MHz；为确保快速模式 I2C 频率，f_{PCLK} 必须至少为 4 MHz；为确保快速模式加速 I2C 频率，f_{PCLK1} 必须至少为 10 MHz 的整数倍

(3) 设备应至少提供 300 ns 的数据保持时间，以便跨越 SCL 下降沿的不确定区域。

图4-10. I2C总线时序图



4.21. SPI 特性

表4-44. 标准SPI特性(1)

符号	描述	条件	最小值	典型值	最大值	单位
f_{SCK}	SCK 时钟频率	V_{DD}/V_{DDA} > 2 V	-	-	24	MHz
		1.8V <= V_{DD}/V_{DDA} <= 2 V	-	-	12	
$t_{SCK(H)}$	SCK 时钟高电平时间	主机模式，f_{PCLK} = 48 MHz, presc = 2	-	20	-	ns
$t_{SCK(L)}$	SCK 时钟低电平时间	主机模式，f_{PCLK} = 48 MHz, presc = 2	-	20	-	ns
SPI 主机模式						
$t_{V(MO)}$	数据输出有效时间	-	-	-	10	ns
$t_{SU(MI)}$	数据输入建立时间	-	1	-	-	ns
$t_{H(MI)}$	数据输入保持时间	-	0	-	-	ns
SPI 从机模式						
$t_{SU(NSS)}$	NSS 使能建立时间	-	0	-	-	ns
$t_{H(NSS)}$	NSS 使能保持时间	-	1	-	-	ns
$t_{A(SO)}$	数据输出访问时间	-	-	8	-	ns
$t_{DIS(SO)}$	数据输出禁用时间	-	-	9	-	ns
$t_{V(SO)}$	数据输出有效时间	-	-	9	-	ns
$t_{SU(SI)}$	数据输入建立时间	-	0	-	-	ns
$t_{H(SI)}$	数据输入保持时间	-	1	-	-	ns

(1) 设计保证值，未在生产中进行 100%测试。

图4-11. SPI时序图-主机模式

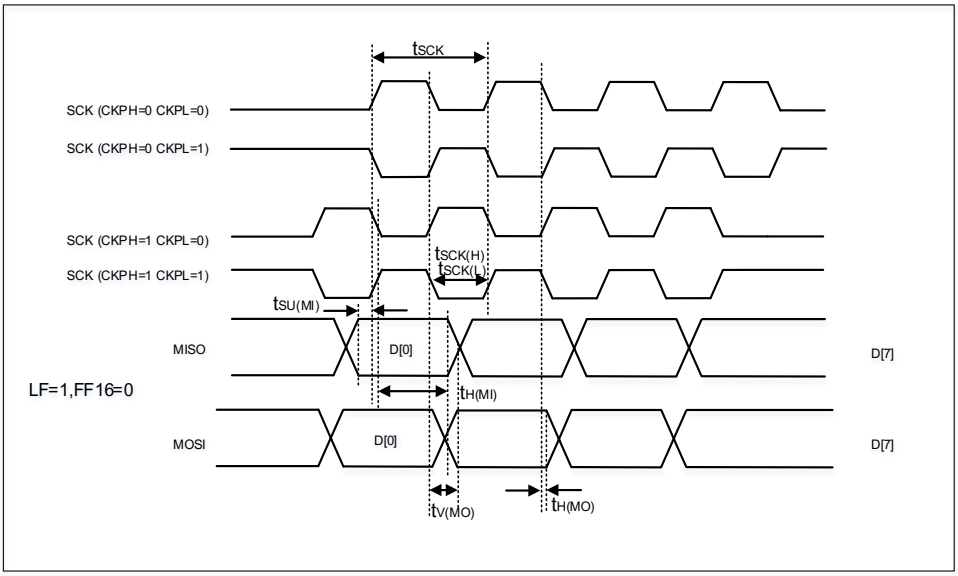


图4-12. SPI时序图-从机模式(CKPH=0)

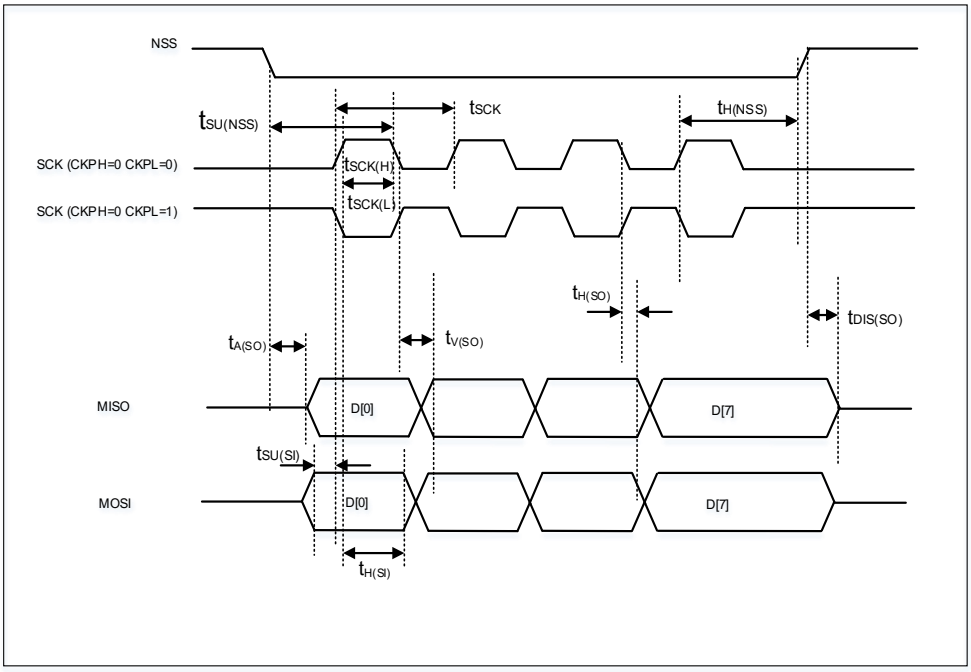
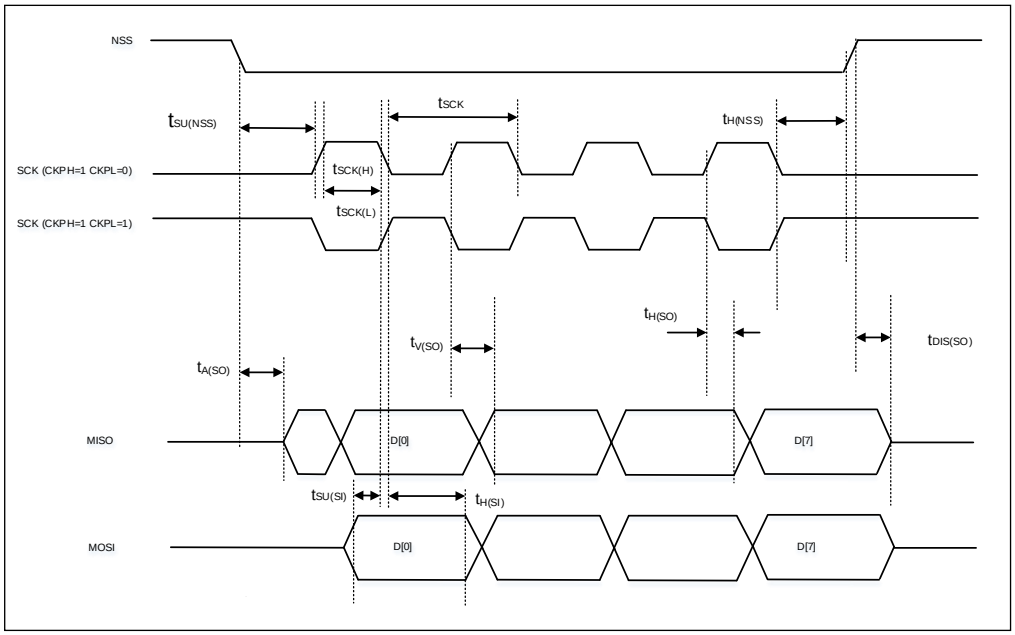


图4-13. SPI时序图-从机模式(CKPH=1)



4.22. I2S 特性

表4-45. I2S特性(1)

符号	描述	条件	最小值	典型值	最大值	单位
f_{CK}	时钟频率	主机模式(数据：16 bits，音频 = 96 kHz)	-	6.25	-	MHz
		从机模式	-	-	12.5	
t_H	时钟高电平时间	-	-	80	-	ns
t_L	时钟低电平时间		-	80	-	ns
$t_{V(WS)}$	WS 有效时间	主机模式	-	3	-	ns
$t_{H(WS)}$	WS 保持时间	主机模式	-	3	-	ns
$t_{SU(WS)}$	WS 建立时间	从机模式	0	-	-	ns
$t_{H(WS)}$	WS 保持时间	从机模式	3	-	-	ns
$Duty_{(SCK)}$	I2S从机输入时钟占空比	从机模式	-	50	-	%
$t_{SU(SD_MR)}$	数据输入建立时间	主机模式	1	-	-	ns
$t_{SU(SD_SR)}$	数据输入建立时间	从机模式	0	-	-	ns
$t_{H(SD_MR)}$	数据输入保持时间	主机接收器	0	-	-	ns
$t_{H(SD_SR)}$		从机接收器	1	-	-	ns
$t_{V(SD_ST)}$	数据输出有效时间	从机发送器(使能边沿之后)	-	-	10	ns
$t_{H(SD_ST)}$	数据输出保持时间	从机发送器(使能边沿之后)	3	-	-	ns
$t_{V(SD_MT)}$	数据输出有效时间	主机发送器(使能边沿之后)	-	-	10	ns
$t_{H(SD_MT)}$	数据输出保持时间	主机发送器(使能边沿之后)	0	-	-	ns

(1) 设计保证值，未在生产中进行 100%测试。

图4-14. I2S时序图-主机模式

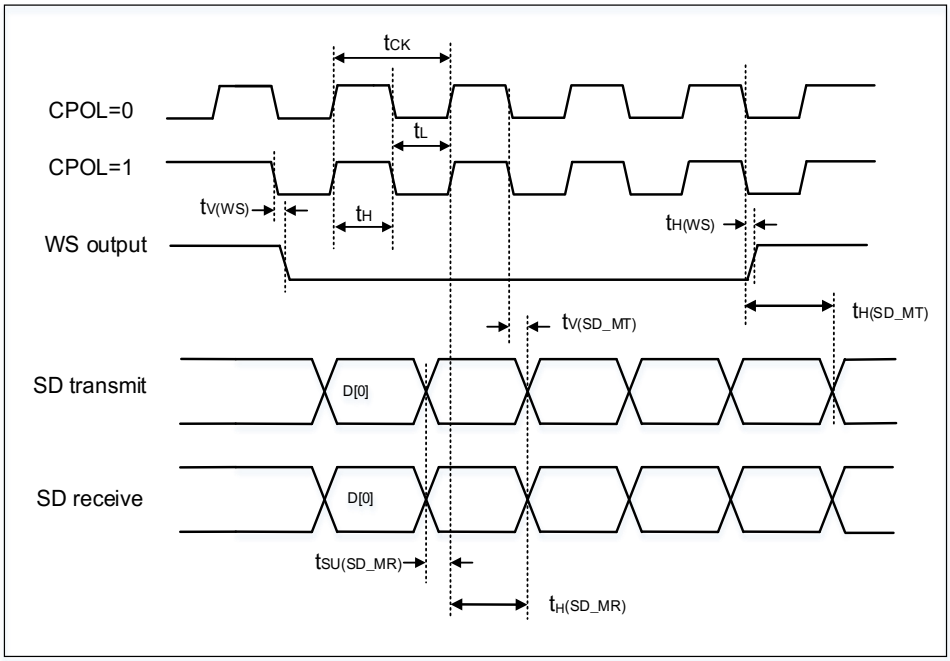
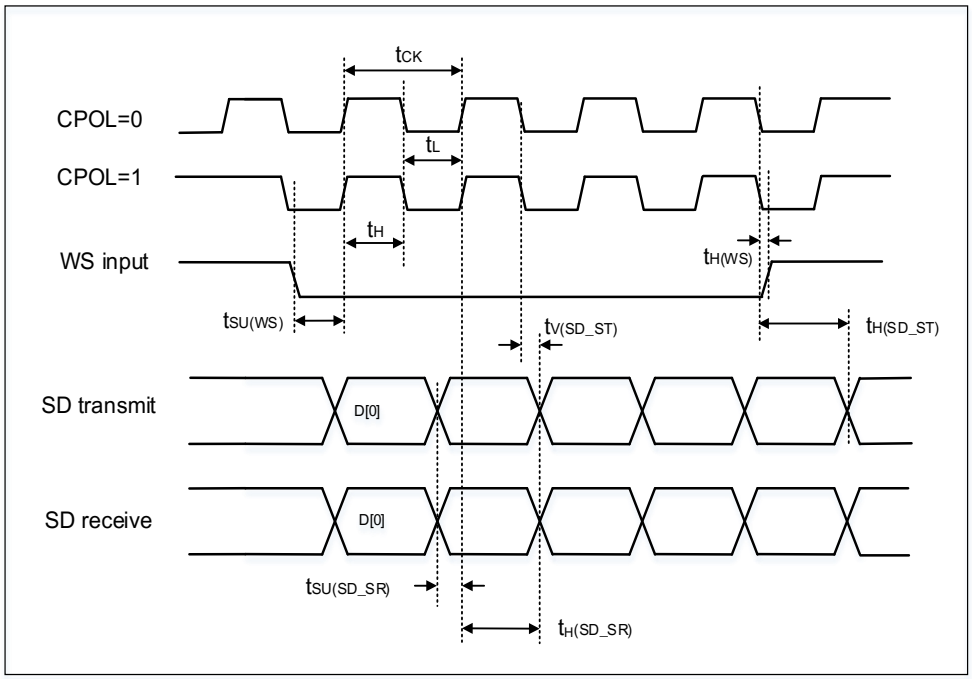


图4-15. I2S时序图-从机模式



4.23. USART 特性

表4-46. 同步模式下USART特性(1)

符号	描述	条件	最小值	典型值	最大值	单位
f_{SCK}	SCK 时钟频率	主机模式	-	-	6	MHz
$t_{H(SCK)}$	SCK 时钟高电平时间	主机模式	82.3	-	-	ns
$t_{L(SCK)}$	SCK 时钟低电平时间	主机模式	82.3	-	-	ns
$t_{V(TX)}$	数据输出有效时间	主机模式	-	1	2	ns
$t_{H(TX)}$	数据输出保持时间	主机模式	0	-	-	

(1) 设计保证值，未在生产中进行 100%测试。
(2) 特征保证值，未在生产中进行 100%测试。

4.24. WDGT 特性

表4-47. FWDGT在32kHz(IRC32K)时的最小/最大超时周期(1)

预分频系数	PSC[2:0]位	最小超时 RLD[11:0]=0x000	最大超时 RLD[11:0]= 0xFFF	单位
1/4	000	0.03125	511.90625	ms
1/8	001	0.03125	1023.78125	
1/16	010	0.03125	2047.53125	
1/32	011	0.03125	4095.03125	
1/64	100	0.03125	8190.03125	
1/128	101	0.03125	16380.03125	
1/256	110 or 111	0.03125	32760.03125	

(1) 设计保证值，未在生产中进行 100%测试。

表4-48. 在48 MHz (f_{PCLK})时的最小/最大超时值

预分频系数	PSC[3:0]	最小超时 CNT[6:0] = 0x40	单位	最大超时 CNT[6:0] = 0x7F	单位
1/1	0000	85.33	μs	5.461	ms
1/2	0001	170.67		10.923	
1/4	0010	341.33		21.845	
1/8	0011	682.67		43.691	
1/16	0100	1.365	ms	87.382	
1/32	0101	2.731		174.764	
1/64	0110	5.461		349.528	
1/128	0111	10.922		699.056	
1/256	1000	21.854		1398.112	
1/512	1001	43.691		2796.224	
1/1024	1010	87.381		5592.448	
1/2048	1011	174.763		11184.896	
1/4096	1100	349.525		22369.792	
1/8192	1101	699.051		44739.584	
1/1	1110	85.33	μs	5.461	
1/1	1111	85.33		5.461	

(1) 设计保证值，未在生产中进行 100%测试。

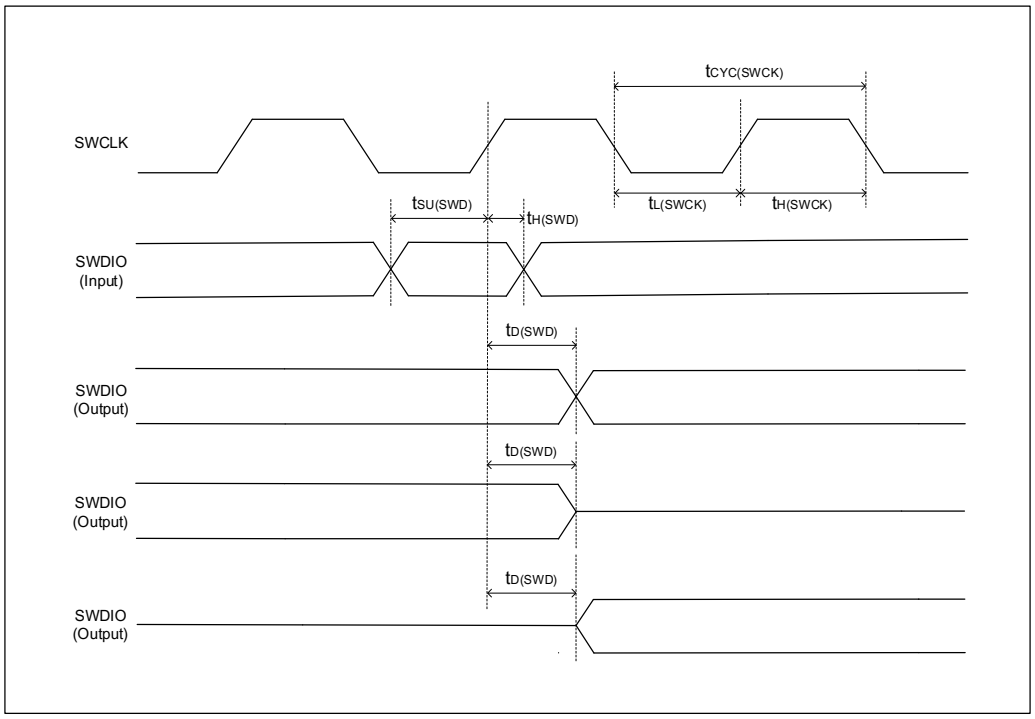
4.25. SWD 时序

表4-49. SWD接口时序(1)

符号	描述	最小值	最大值	单位
$t_{CYC(SWCK)}$	SWCLK 时钟周期时间	40	-	ns
$t_{H(SWCK)}$	SWCLK 时钟高脉冲宽度	17	-	ns
$t_{L(SWCK)}$	SWCLK 时钟低脉冲宽度	17	-	ns
$t_{R(SWCK)}$	SWCLK 时钟上升时间	-	1	ns
$t_{F(SWCK)}$	SWCLK 时钟下降时间	-	1	ns
$t_{SU(SWD)}$	SWDIO 建立时间	15	-	ns
$t_{H(SWD)}$	SWDIO 保持时间	1	-	ns
$t_{D(SWD)}$	SWDIO 数据延迟时间	10	12	ns

(1) 设计保证值，未在生产中进行 100%测试。

图4-16. SWD SWCLK时序



5 封装信息

5.1 LQFP48 封装外形尺寸

图5-1. LQFP48封装外形

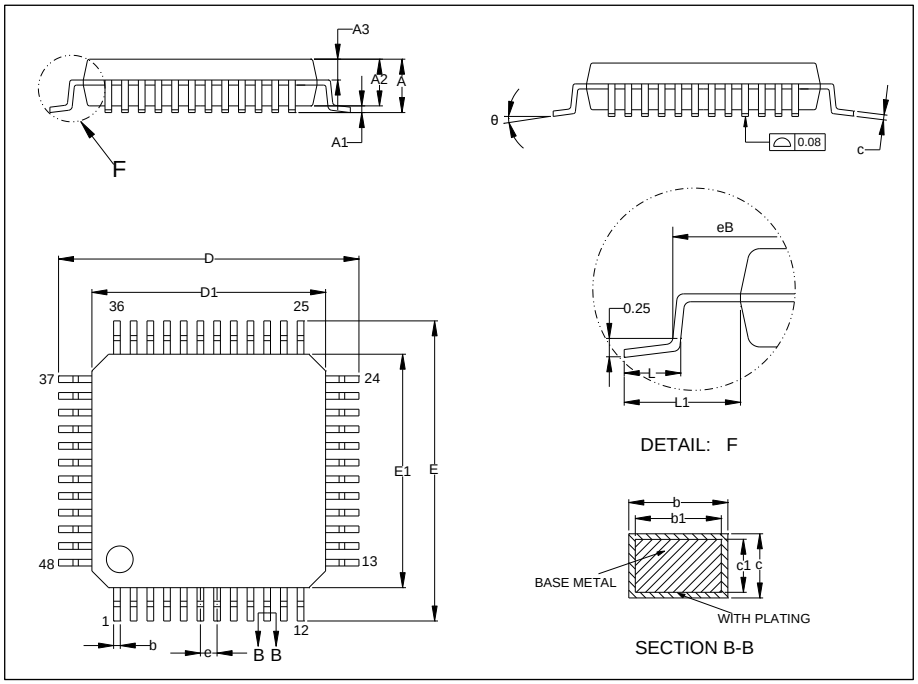


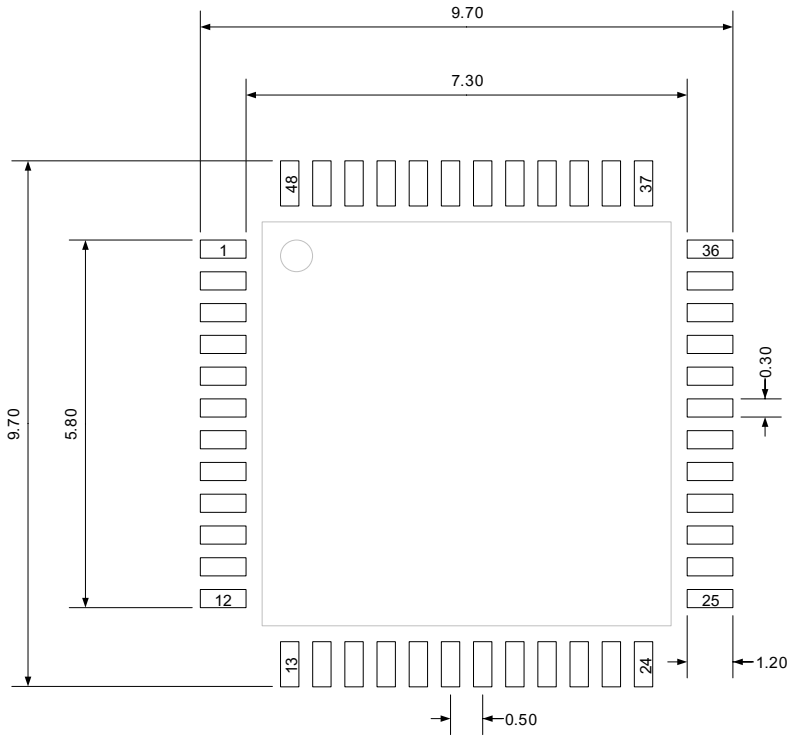
表5-1. LQFP48封装尺寸

符号	最小值	典型值	最大值
A	-	-	1.60
A1	0.05	-	0.15
A2	1.35	1.40	1.45
A3	0.59	0.64	0.69
b	0.18	-	0.26
b1	0.17	0.20	0.23
c	0.13	-	0.17
c1	0.12	0.13	0.14
D	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
e	-	0.50	-
eB	8.10	-	8.25
L	0.45	-	0.75
L1	-	1.00	-

符号	最小值	典型值	最大值
θ	0°	-	7°

(原始尺寸以毫米为单位)

图5-2. 推荐的LQFP48焊盘尺寸



(原始尺寸以毫米为单位)

5.2 QFN48 封装外形尺寸

图5-3. QFN48封装外形

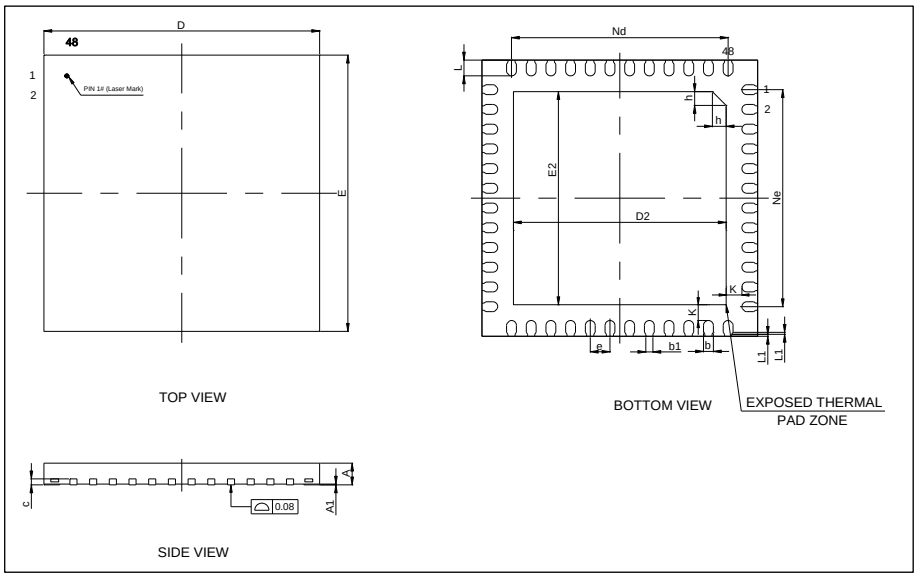
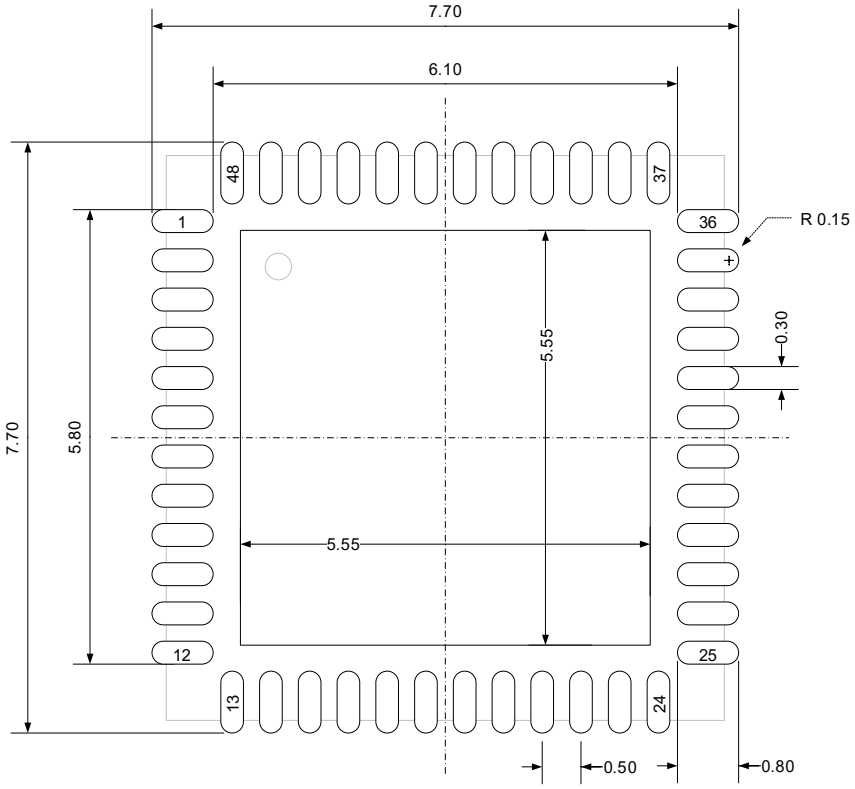


表5-2. QFN48封装尺寸

符号	最小值	典型值	最大值
A	0.50	0.55	0.60
A1	0	0.02	0.05
b	0.20	0.25	0.30
b1	-	0.18	-
c	-	0.152	-
D	6.90	7.00	7.10
D2	5.50	5.60	5.70
E	6.90	7.00	7.10
E2	5.50	5.60	5.70
e	-	0.50	-
K	-	0.30	-
L	0.35	0.40	0.45
L1	0	0.05	0.10
h	0.30	0.35	0.40
Nd	-	5.50	-
Ne	-	5.50	-

(原始尺寸以毫米为单位)

图5-4.推荐的QFN48焊盘尺寸



(原始尺寸以毫米为单位)

5.3 LQFP44 封装外形尺寸

图5-5. LQFP44封装外形

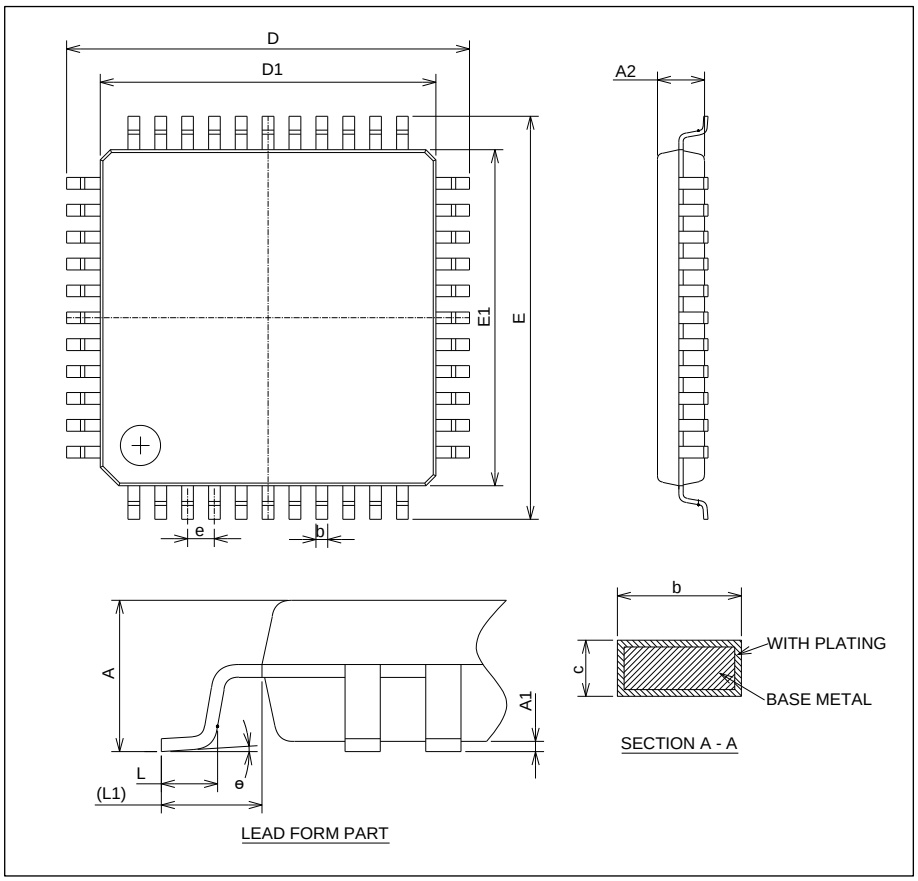
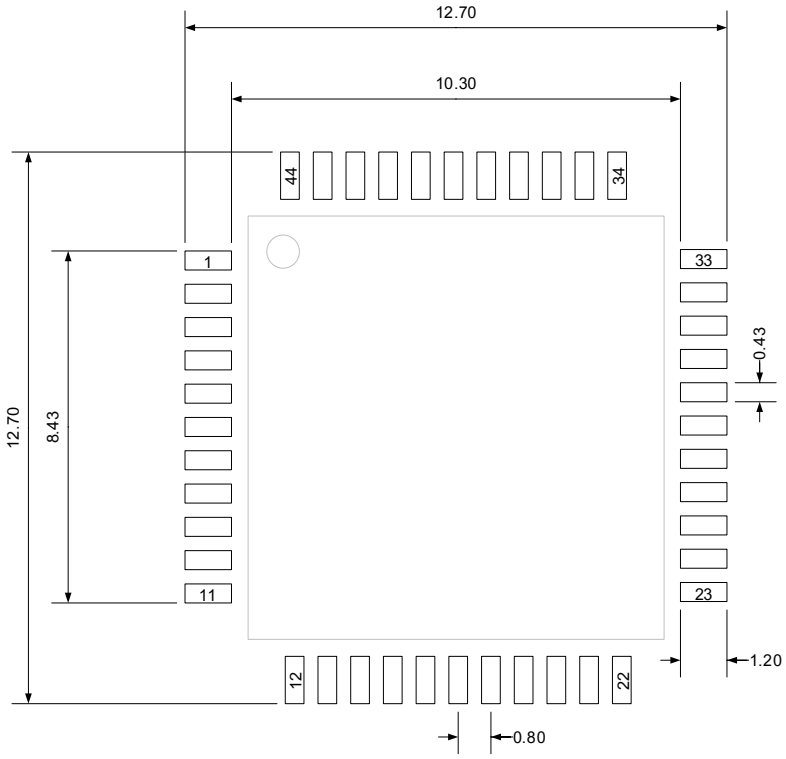


表5-3. LQFP44封装尺寸

Symbol	Min	Typ	Max
A	-	-	1.60
A1	0.05	-	0.15
A2	1.35	1.40	1.45
b	0.28	-	0.36
c	0.13	-	0.17
D	11.80	12.00	12.20
D1	9.90	10.00	10.10
E	11.80	12.00	12.20
E1	9.90	10.00	10.10
e	-	0.80	-
L	0.45	0.60	0.75
L1	-	1.00	-
θ	0°	3.5°	7°

(Original dimensions are in millimeters)

图5-6.推荐的LQFP44焊盘尺寸



(Original dimensions are in millimeters)

5.4 LQFP32 封装外形尺寸

图5-7. LQFP32封装外形

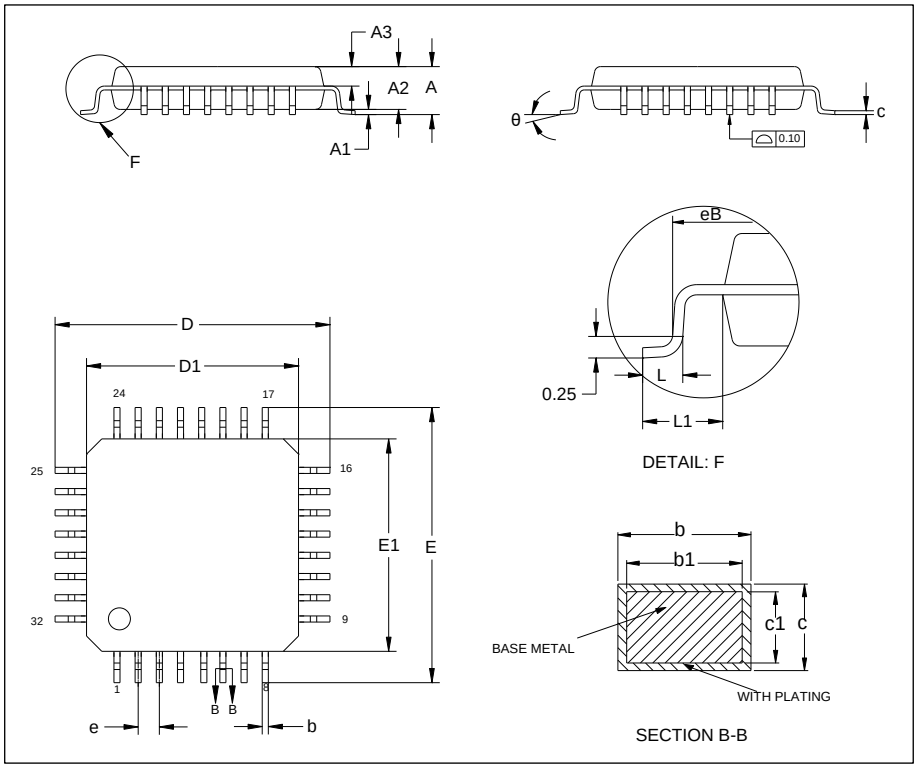
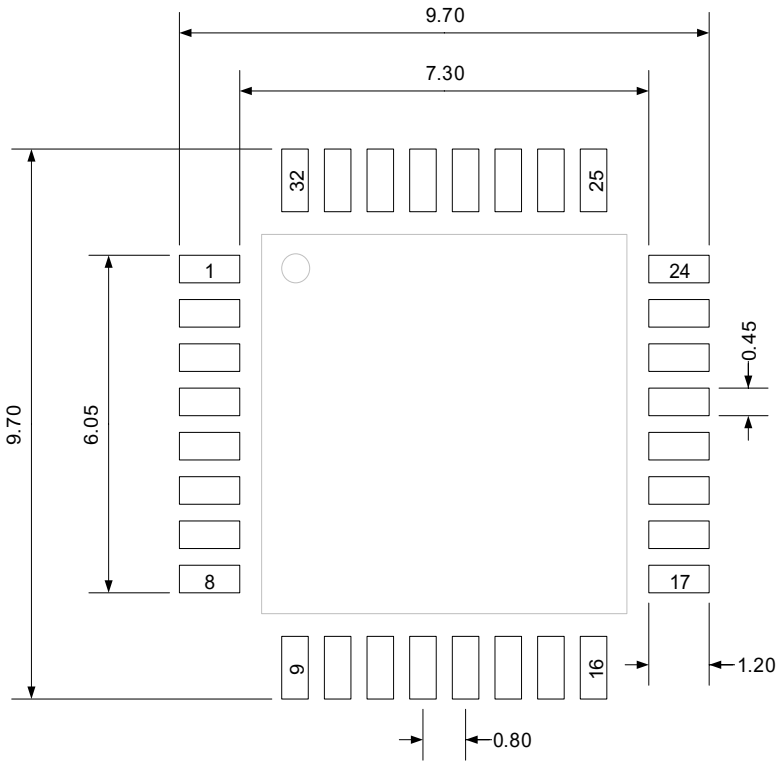


表5-4. LQFP32封装尺寸

符号	最小值	典型值	最大值
A	-	-	1.60
A1	0.05	-	0.15
A2	1.35	1.40	1.45
A3	0.59	0.64	0.69
b	0.33	-	0.41
b1	0.32	0.35	0.38
c	0.13	-	0.17
c1	0.12	0.13	0.14
D	8.80	9.00	9.20
D1	6.90	7.00	7.10
E	8.80	9.00	9.20
E1	6.90	7.00	7.10
e	-	0.80	-
eB	8.10	-	8.25
L	0.45	-	0.75
L1	-	1.00	-
θ	0°	-	7°

(原始尺寸以毫米为单位)

图5-8. 推荐的LQFP32焊盘尺寸



(原始尺寸以毫米为单位)

5.5 QFN32 封装外形尺寸

图5-9. QFN32封装外形

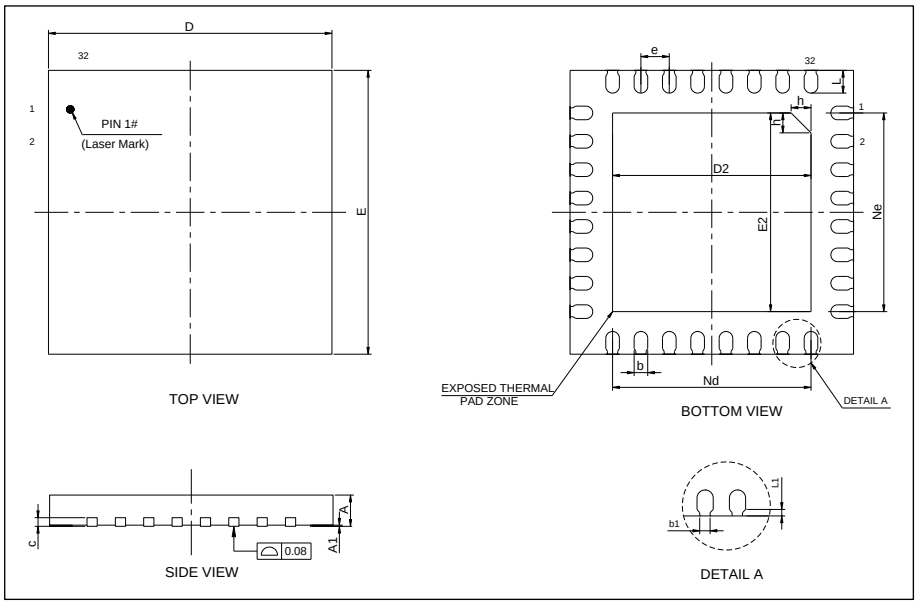
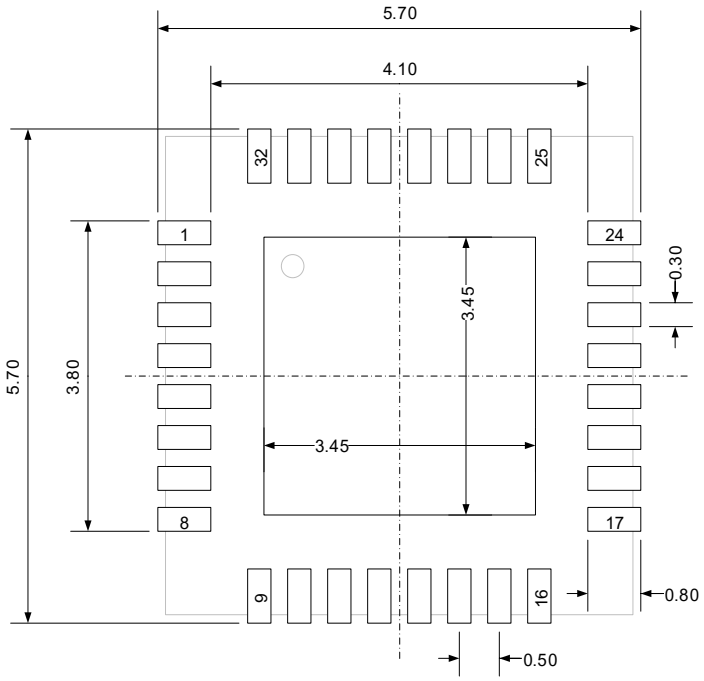


表5-5.QFN32封装尺寸

符号	最小值	典型值	最大值
A	0.50	0.55	0.60
A1	0	0.02	0.05
b	0.18	0.25	0.30
b1	-	0.16	-
c	-	0.152	-
D	4.90	5.00	5.10
D2	3.40	3.50	3.60
E	4.90	5.00	5.10
E2	3.40	3.50	3.60
e	-	0.50	-
h	0.30	0.35	0.40
L	0.35	0.40	0.45
L1	-	0.10	-
Nd	-	3.50	-
Ne	-	3.50	-

(原始尺寸以毫米为单位)

图5-10. 推荐的QFN32焊盘尺寸



(原始尺寸以毫米为单位)

5.6 QFN28 封装外形尺寸

图5-11. QFN28封装外形

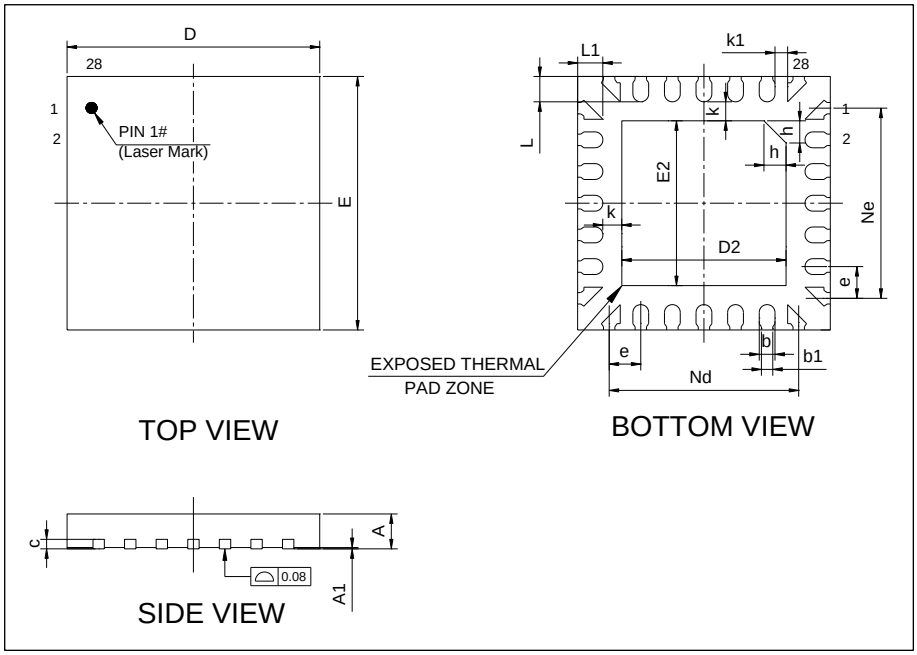
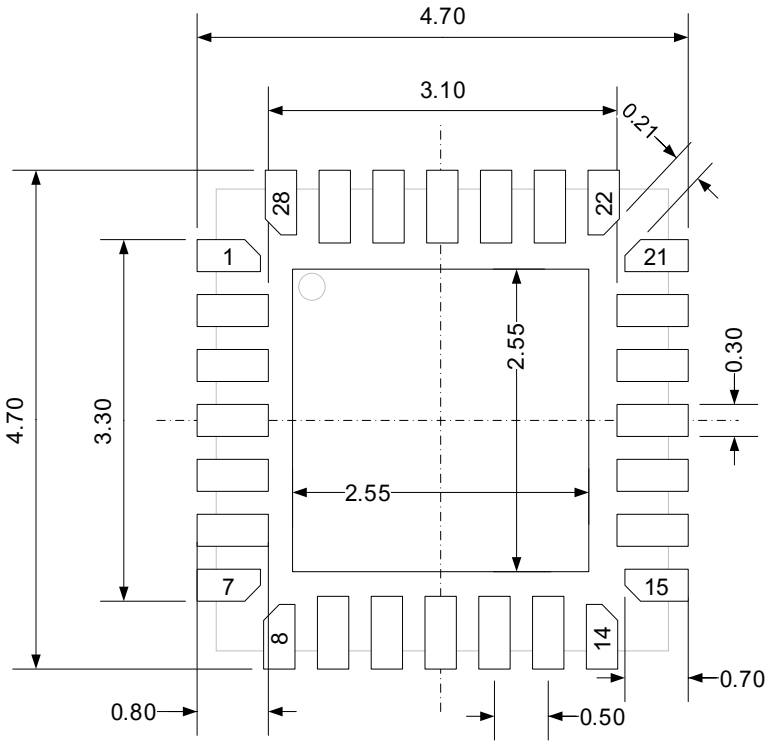


表5-6. QFN28封装尺寸

符号	最小值	典型值	最大值
A	0.50	0.55	0.60
A1	0	0.02	0.05
b	0.20	0.25	0.30
b1	-	0.18	-
c	-	0.152	-
D	3.90	4.00	4.10
D2	2.50	2.60	2.70
E	3.90	4.00	4.10
E2	2.50	2.60	2.70
e	-	0.50	-
h	0.30	0.35	0.40
L	0.35	0.40	0.45
L1	-	0.35	-
k	-	0.30	-
k1	-	0.20	-
Nd	-	3.00	-
Ne	-	3.00	-

(原始尺寸以毫米为单位)

图5-12. 推荐的QFN28焊盘尺寸



(原始尺寸以毫米为单位)

5.7 FO-PLCSP25 封装外形尺寸

图5-13. FO-PLCSP25封装外形

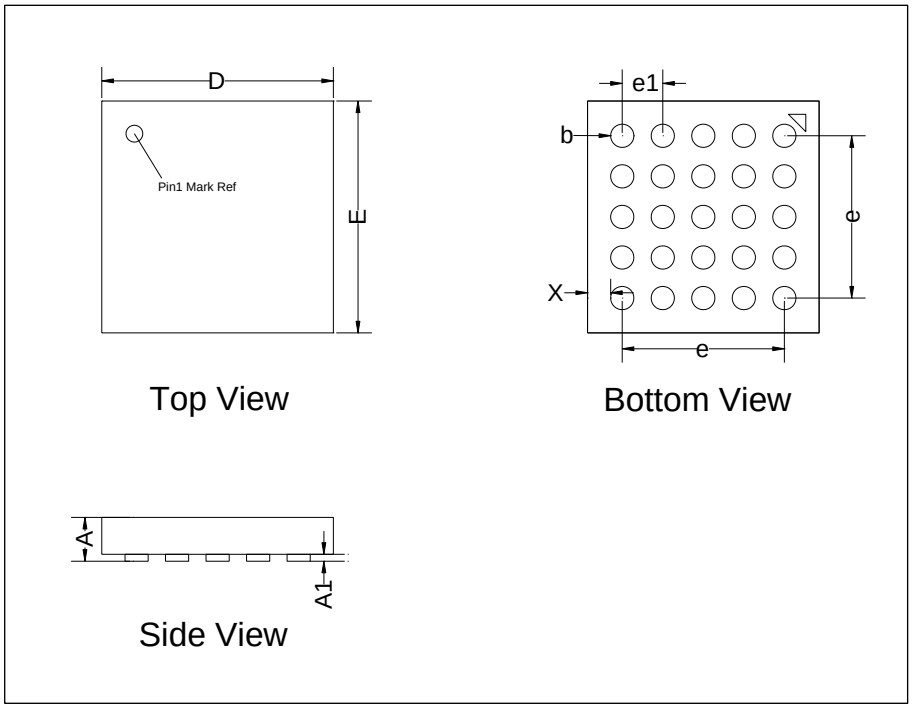
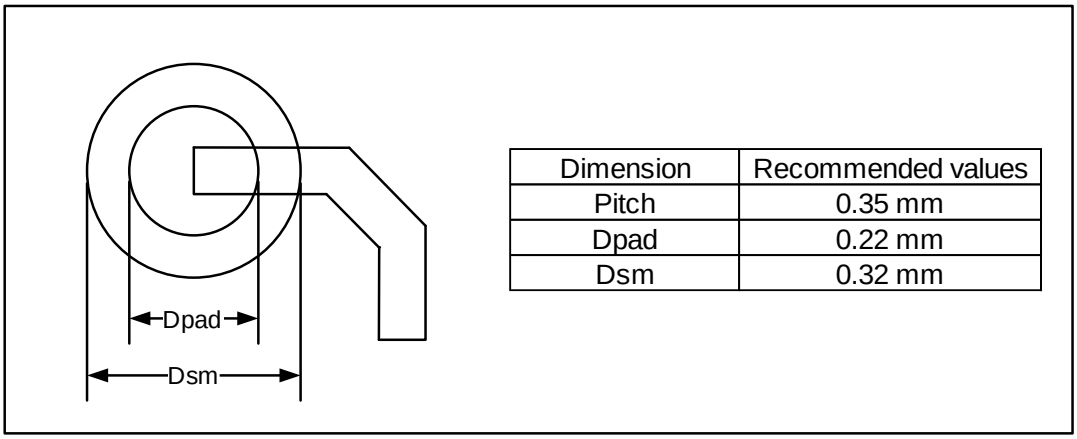


表5-7. FO-PLCSP25封装尺寸

Symbol	Min	Typ	Max
A	0.370	0.400	0.430
A1	—	0.023	—
D	1.900	2.000	2.100
E	1.900	2.000	2.100
b	0.150	0.200	0.250
e	1.350	1.400	1.450
e1	0.300	0.350	0.400
X	0.150	0.200	0.250

(Original dimensions are in millimeters)

图5-14.推荐的FO-PLCSP25焊盘尺寸



Dimension	Recommended values
Pitch	0.35 mm
Dpad	0.22 mm
Dsm	0.32 mm

(Original dimensions are in millimeters)

5.8 TSSOP20 封装外形尺寸

图5-15. TSSOP20封装外形

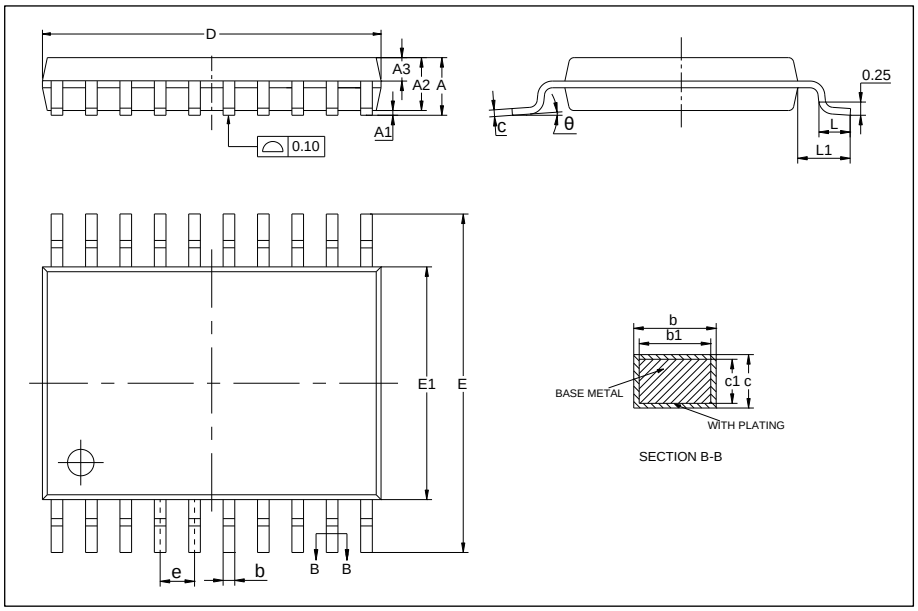
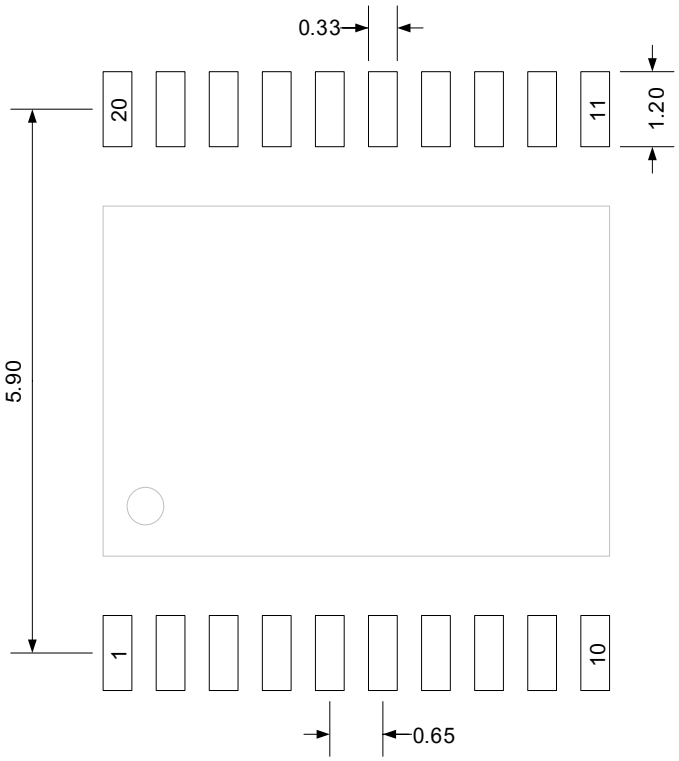


表5-8. TSSOP20封装尺寸

符号	最小值	典型值	最大值
A	-	-	1.20
A1	0.05	-	0.15
A2	0.80	1.00	1.05
A3	0.39	0.44	0.49
b	0.20	-	0.28
b1	0.19	0.22	0.25
c	0.13	-	0.17
c1	0.12	0.13	0.14
D	6.40	6.50	6.60
E	6.20	6.40	6.60
E1	4.30	4.40	4.50
e	-	0.65	-
L	0.45	0.60	0.75
L1	-	1.00	-
θ	0°	-	8°

(原始尺寸以毫米为单位)

图5-16. 推荐的TSSOP20焊盘尺寸



(原始尺寸以毫米为单位)

5.9 LGA20 封装外形尺寸

图5-17. LGA20封装外形

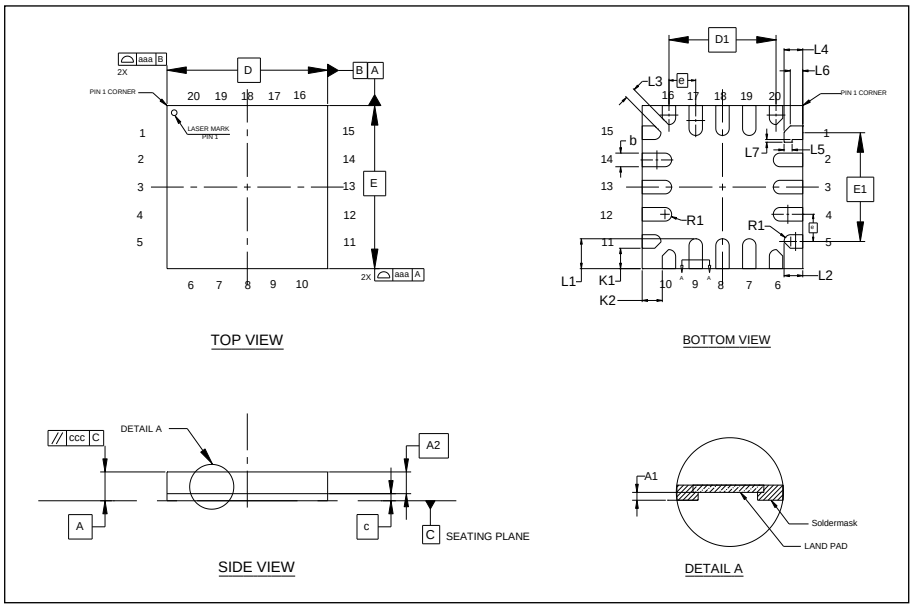


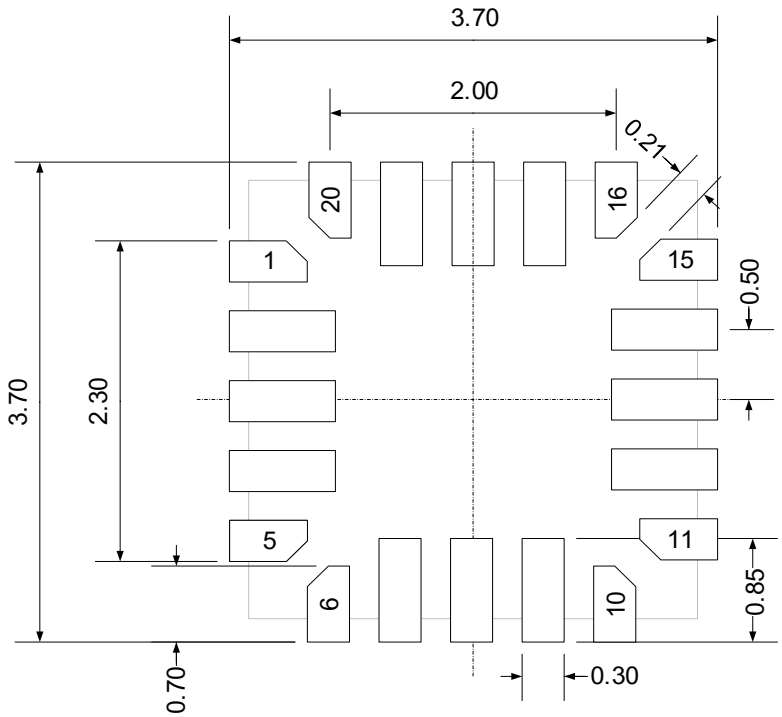
表5-9. LGA20封装尺寸

Symbol	Min	Typ	Max
A	0.51	0.56	0.61
A1	-	0.015	0.022
A2	0.35	0.40	0.45
b	0.20	0.25	0.30
c	0.13	0.16	0.19
D	2.90	3.00	3.10
D1	1.95	2.00	2.05
E	2.90	3.00	3.10
E1	1.95	2.00	2.05
e	-	0.50	-
K1	-	0.375	-
K2	-	0.375	-
L1	0.50	0.55	0.60
L2	0.30	0.35	0.40
L3	-	0.20	-
L4	0.30	0.35	0.40
L5	-	0.125	-
L6	-	0.234	-
L7	-	0.05	-
R1	-	0.125	-
aaa	-	0.10	-

ccc	-	0.08	-

(原始尺寸以毫米为单位)

图5-18. 推荐的LGA20焊盘尺寸



(原始尺寸以毫米为单位)

5.10 热特性

热阻用于表征器件封装的热性能，用希腊字母"θ"表示。对半导体器件而言，热阻表示由于芯片热量耗散而产生芯片的稳态温升。

θ_{JA}：Die 到环境的热阻。

θ_{JB}：Die 到板级的热阻。

θ_{JC}：Die 到外壳的热阻。

Ψ_{JB}：Die 到环境的热特性参数。

Ψ_{JT}：Die 到顶部中心的热特性参数。

$$\theta_{JA}=(T_J-T_A)/P_D \quad (5\text{-}1)$$

$$\theta_{JB}=(T_J-T_B)/P_D \quad (5\text{-}2)$$

$$\theta_{JC}=(T_J-T_C)/P_D \quad (5\text{-}3)$$

其中，

T_J = Die 温度

T_A = 环温

T_B = 电路板温度

T_C = 外壳温度(封装表面监测的温度)

P_D = 总功耗

θ_{JA} 表示热量从 Die 散发到环境中的难易程度，是封装散热能力的指标。较低的 θ_{JA} 值可视为整体热性能更优。

θ_{JB} 用于测量芯片表面与 PCB 板之间的热流阻力。

θ_{JC} 表示 Die 表面与封装外壳顶部之间的热阻。θ_{JC} 主要用于评估系统散热能力(通过器件封装外的散热器或其他散热方法)。

表5-10. 封装热特性(1)

Symbol	Condition	Package	Value	Unit
θ_{JA}	自然对流，2S2P PCB	LQFP48	69.64	°C/W
		QFN48	28.60	
		LQFP44	TBD	
		LQFP32	66.11	
		QFN32	48.50	
		QFN28	66.07	
		FO-PLCSP25	TBD	
		TSSOP20	72.35	
		LGA20	96.08	
θ_{JB}	冷板，2S2P PCB	LQFP48	43.16	°C/W
		QFN48	6.10	
		LQFP44	TBD	
		LQFP32	42.66	
		QFN32	28.32	

Symbol	Condition	Package	Value	Unit
		QFN28	32.52	
		FO-PLCSP25	TBD	
		TSSOP20	53.01	
		LGA20	58.46	
θ_{JC}	冷板，2S2P PCB	LQFP48	25.36	°C/W
		QFN48	5.62	
		LQFP44	TBD	
		LQFP32	30.06	
		QFN32	24.07	
		QFN28	30.58	
		FO-PLCSP25	TBD	
		TSSOP20	25.05	
		LGA20	31.54	
Ψ_{JB}	自然对流，2S2P PCB	LQFP48	47.75	°C/W
		QFN48	5.95	
		LQFP44	TBD	
		LQFP32	43.18	
		QFN32	28.93	
		QFN28	32.55	
		FO-PLCSP25	TBD	
		TSSOP20	53.15	
		LGA20	58.61	
Ψ_{JT}	自然对流，2S2P PCB	LQFP48	2.45	°C/W
		QFN48	0.17	
		LQFP44	TBD	
		LQFP32	4.56	
		QFN32	3.33	
		QFN28	3.27	
		FO-PLCSP25	TBD	
		TSSOP20	1.93	
		LGA20	1.83	

(1) 热特性基于仿真，并且符合 JEDEC 规范。

6 订购信息

表6-1. GD32C231xx器件的订购代码

订购代码	Flash (KB)	封装	封装类型	工作温度范围
GD32C231C8T6	64	LQFP48	Green	工业级 -40°C to +85°C
GD32C231C8T7	64	LQFP48	Green	工业级 -40°C to +105°C
GD32C231C6T6	32	LQFP48	Green	工业级 -40°C to +85°C
GD32C231C8U6	64	QFN48	Green	工业级 -40°C to +85°C
GD32C231C6U6	32	QFN48	Green	工业级 -40°C to +85°C
GD32C231S8T6	64	LQFP44	Green	工业级 -40°C to +85°C
GD32C231K8T6	64	LQFP32	Green	工业级 -40°C to +85°C
GD32C231K6T6	32	LQFP32	Green	工业级 -40°C to +85°C
GD32C231K8U6	64	QFN32	Green	工业级 -40°C to +85°C
GD32C231K8U7	64	QFN32	Green	工业级 -40°C to +105°C
GD32C231K6U6	32	QFN32	Green	工业级 -40°C to +85°C
GD32C231G8U6TR	64	QFN28	Green	工业级 -40°C to +85°C
GD32C231G8U7TR	64	QFN28	Green	工业级 -40°C to +105°C
GD32C231G6U6TR	32	QFN28	Green	工业级 -40°C to +85°C
GD32C231E8Z6TR	64	FO-PLCSP25	Green	工业级 -40°C to +85°C
GD32C231F8P6TR	64	TSSOP20	Green	工业级 -40°C to +85°C
GD32C231F8P7TR	64	TSSOP20	Green	工业级 -40°C to +105°C
GD32C231F6P6TR	32	TSSOP20	Green	工业级 -40°C to +85°C
GD32C231F8V6TR	64	LGA20	Green	工业级 -40°C to +85°C

订购代码	Flash (KB)	封装	封装类型	工作温度范围
GD32C231F6V6TR	32	LGA20	Green	工业级 -40°C to +85°C

7 版本历史

表7-1. 版本历史

版本号	说明	日期
1.1	初始发布	2025 年 6 月 20 日
1.2	1. 增加 GD32C231K8U7。 2. 更新*表 4-27. Flash 存储器特性*[1]增加 105°C 下的数据。 3. *表 4-32. 内部参考电压特性*[1]中 V_{REFINT} 的条件 T_A 最高温度修改为 105°C。 4. 更新*表 4-3. 一般工作条件*[1].	2025 年 7 月 8 日
1.3	1. 新增 GD32C231C8T7 和 GD32F8P7TR。 2. 表 4-27. Flash 存储器特性[1]中 t_{PROG} 的描述由"字编程时间"修改为"双字编程时间"。	2025 年 7 月 24 日
1.4	1. 更新*表 4-3. 一般工作条件*[1]。 2. 更新*表 4-4. 电源要求特性*[1]。 3. 更新*表 4-6. 从省电模式唤醒时间*[1][2]。 4. 更新*表 4-19. 元件级 ESD 与闩锁特性参数*[1]。 5. 更新*表 4-33. 内部参考电压校准值*。	2025 年 12 月 24 日
1.5	1. 更新*表 4-3. 一般工作条件*[1]。 2. 更新*表 4-25. 内部高速时钟(IRC48M)特性*。 3. 更新*表 4-26. 内部低速时钟(IRC32K)特性*。 4. 更新*表 4-27. Flash 存储器特性(1)*。 5. 更新*表 6-1. GD32C231xx 器件的订购代码*。	2026 年 1 月 7 日
1.6	1. 修改表 2-10. GD32C231Fx TSSOP20 引脚定义和表 2-11. GD32C231Fx LGA20 引脚定义中 PB6 引脚的功能描述。	2026 年 1 月 23 日
1.7	1. 更新*图 2-1. GD32C231xx 器件系统框图*、*图 2-9. GD32C231xx 时钟树*。 2. *2.6. 引脚定义*章节新增 I2S0_MCK 功能。 3. *3.2. 嵌入式存储器*章节新增支持 Flash ECC 特性。 4. VDD_min 由 2.3V 变更为 1.8V，更新第四章相应电压。ADC 使用时 VDD_min=2V，COMP 使用时 VDD_min=2.2V。 5. *表 4-4. 电源要求特性*[1]删除电压小于 2.3V 的上电速率要求。 6. *表 4-5. 工作条件的启动时序*[1][2][3]删除 HXTAL 作为时钟源启动时间，IRC48M 作为系统时钟的数据更新。 7. *表 4-6. 从省电模式唤醒时间*[1][2]更新 sleep mode 唤醒时间参数。 8. 更新 *4.7. 功耗*章节参数。 9. *表 4-19. 元件级 ESD 与闩锁特性参数*[1]更新 LU 温度和等级。 10. *表 4-21. 由晶振/陶瓷谐振器产生的高速外部时钟*	2026 年 6 月 15 日

版本号	说明	日期
	(HXTAL)特性[1]电流IDD(HXTAL)由2.2mA变更为3.2mA。 11. ***表 4-26. 内部低速时钟(IRC32K)特性***新增 IRC12M 内容。 12. GPIO 低挡位改为 2MHz，高档位驱动能力加强。 13. ***表 4-31.所有 I/O 输出电压特性***参数更新。 14. ***表 4-32. I/O 端口 AC 特性***参数更新。 15. ***表 4-38. fADC = 24 MHz 时 ADC 精度***[1][2][3]动静态性能新增 5.5V、24MHz 内容。 16. ***表 4-44. 标准 SPI 特性***[1]更新 SPI 时钟频率与电压的关系。	
1.8	1. ***3.4. 启动模式***小节，增加关于 bootloader 引脚注意事项的描述。 2. ***表 4-20. 电源监控特性***[1]中，补齐 BOR1~BOR4 的 min/max 参数。	2026 年 11 月 5 日

Important Notice

This document is the property of GigaDevice Semiconductor Inc. and its subsidiaries (the "Company"). This document, including any product of the Company described in this document (the "Product"), is owned by the Company according to the laws of the People's Republic of China and other applicable laws. The Company reserves all rights under such laws and no Intellectual Property Rights are transferred (either wholly or partially) or licensed by the Company (either expressly or impliedly) herein. The names and brands of third party referred thereto (if any) are the property of their respective owner and referred to for identification purposes only.

To the maximum extent permitted by applicable law, the Company makes no representations or warranties of any kind, express or implied, with regard to the merchantability and the fitness for a particular purpose of the Product, nor does the Company assume any liability arising out of the application or use of any Product. Any information provided in this document is provided only for reference purposes. It is the sole responsibility of the user of this document to determine whether the Product is suitable and fit for its applications and products planned, and properly design, program, and test the functionality and safety of its applications and products planned using the Product. The Product is designed, developed, and/or manufactured for ordinary business, industrial, personal, and/or household applications only, and the Product is not designed or intended for use in (i) safety critical applications such as weapons systems, nuclear facilities, atomic energy controller, combustion controller, aeronautic or aerospace applications, traffic signal instruments, pollution control or hazardous substance management; (ii) life-support systems, other medical equipment or systems (including life support equipment and surgical implants); (iii) automotive applications or environments, including but not limited to applications for active and passive safety of automobiles (regardless of front market or aftermarket), for example, EPS, braking, ADAS (camera/fusion), EMS, TCU, BMS, BSG, TPMS, Airbag, Suspension, DMS, ICMS, Domain, ESC, DCDC, e-clutch, advanced-lighting, etc.. Automobile herein means a vehicle propelled by a self-contained motor, engine or the like, such as, without limitation, cars, trucks, motorcycles, electric cars, and other transportation devices; and/or (iv) other uses where the failure of the device or the Product can reasonably be expected to result in personal injury, death, or severe property or environmental damage (collectively "Unintended Uses"). Customers shall take any and all actions to ensure the Product meets the applicable laws and regulations. The Company is not liable for, in whole or in part, and customers shall hereby release the Company as well as its suppliers and/or distributors from, any claim, damage, or other liability arising from or related to all Unintended Uses of the Product. Customers shall indemnify and hold the Company, and its officers, employees, subsidiaries, affiliates as well as its suppliers and/or distributors harmless from and against all claims, costs, damages, and other liabilities, including claims for personal injury or death, arising from or related to any Unintended Uses of the Product.

Information in this document is provided solely in connection with the Product. The Company reserves the right to make changes, corrections, modifications or improvements to this document and the Product described herein at any time without notice. The Company shall have no responsibility whatsoever for conflicts or incompatibilities arising from future changes to them. Information in this document supersedes and replaces information previously supplied in any prior versions of this document.

© 2026 GigaDevice Semiconductor Inc. - All rights reserved