
智能直流马达专用芯片，内部集成了三相高压驱动器、32-bit M0 处理器

- 工作电压范围
 - VCC、AVCC: 2.5V~5.5V
 - HVCC: 8~13.5V
 - 内置 5V LDO
 - 工作温度范围: -40°C~85°C
 - 32-bit CPU Core
 - 最高 42MHz 工作频率
 - 存储器
 - 32KB Flash
 - 4K SRAM
 - 电机专用协处理器
 - PI/SQRT/SVPWM/CORDIC
 - 时钟、复位和电源管理
 - 2.5V~5.5V 供电和 I/O 引脚
 - 上电/掉电复位 (POR/LBOR)
 - 内建出厂校准的 42MHz 的 RC 振荡器
 - 内建出厂校准的 32KHz 的 RC 振荡器
 - 40Mhz 晶体振荡器
 - 独立看门狗
 - 低功耗
 - Hold 模式
 - Sleep 模式
 - 12 bit SAR ADC
 - 1 μ S 转换时间
 - ADC 输入范围: 0~AVCC
 - 支持外部 11 路 ADC 输入
 - 内置三相高压驱动器
 - UVLO 欠压保护
 - 内置 180ns 死区时间来避免驱动器交叉传导
 - 内置自举二极管用于驱动电路
 - 三相驱动器的拉电流和灌电流均为 1A
 - 上桥击穿电压大于 80V
 - DMA
 - 2 个独立可配置信道
 - 支持的外设: UART、I2C、Timer、SRAM、Soft request、SAR-ADC
 - GPIO
 - 默认高阻态
 - 支持 TTL 电平
 - 具有输入滤波功能
 - 调试模式
 - 串行单线调试 (SWD)
 - 多达 6 个定时器
 - 1 个 16 位 5 通道高级控制定时器，有 5 通道 PWM 输出，死区生成和紧急停止功能
 - 系统时间定时器: 24 位自减型计数器
 - 4 个通用定时器 16 位 Timer0-3
 - 2 个通信接口
 - UART 接口数: 1
 - I2C 接口数: 1
 - 3 个差分输入 PGA
 - 2 个比较器
- 采用绿色封装: QFN36

版本历史

Revision	Comments
V1.0	Release
V1.1	系统框图修正
V1.2	系统框图 Gate Driver 部分增添内部脚位连接

目錄

版本历史	2
简介	4
系统框图	5
引脚排列	6
引脚定义	7
缩略语	8
存储器映射图	9
时钟框图	10
电气特性	11
1.1 绝对最大额定值	11
1.2 通用工作条件	11
1.3 上电和掉电时的工作条件	12
1.4 内嵌复位和电源控制模块特性	12
1.5 内置参考电压	12
1.6 供电电流特性	13
1.7 外部时钟源特性	13
1.8 内部时钟源特性	14
1.9 存储器特性	15
1.10 EMC 特性	16
1.11 绝对最大值(电气敏感性)	16
1.12 I/O 端口特性	16
1.13 NRST 引脚特性	17
1.14 TIM 定时器特性	18
1.15 12 位 ADC 特性	18
1.16 比较器 CMP	19
1.17 PGA	20
1.18 VDD15	21
1.19 三相驱动器	21
封装图	23

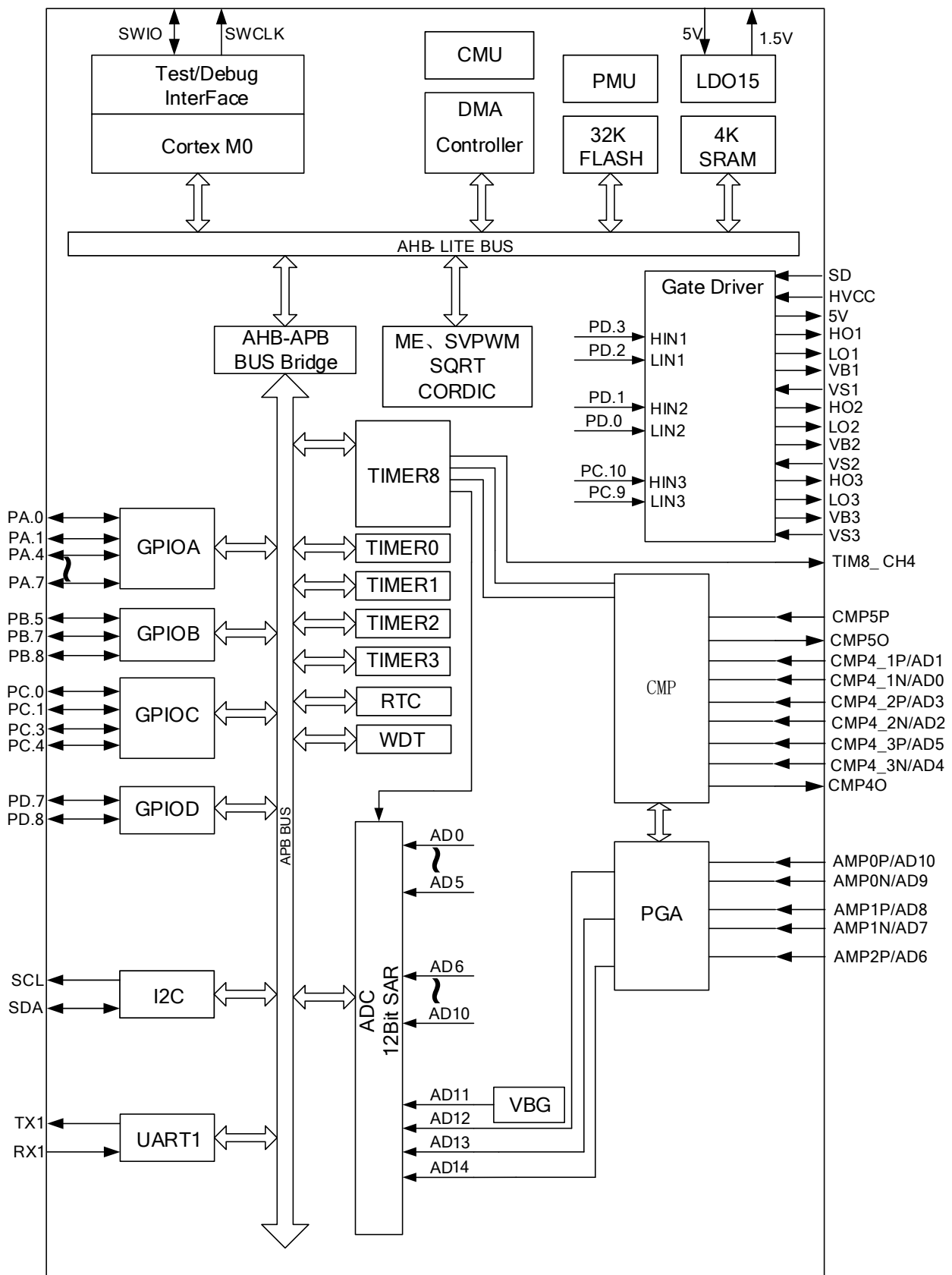
简介

RX32SD23 系列是高性能、低功耗、多功能马达专用 32 位的 MCU 芯片，内部集成了 Cortex M0 的处理器，更特别是集成电机专用协同处理器，内置马达专用硬件算法，比纯粹软件运算提供更快速的运算效能，让马达运转的更顺畅更有效率。

芯片更整合了 OP-AMP、Comparator、Gate Driver，在使用上能更节省布局空间，更节省成本。功能上还包含时钟管理、电源管理、高频 RC、低频 RC 等单元，以及 NVIC 和 DEBUG 调试功能。

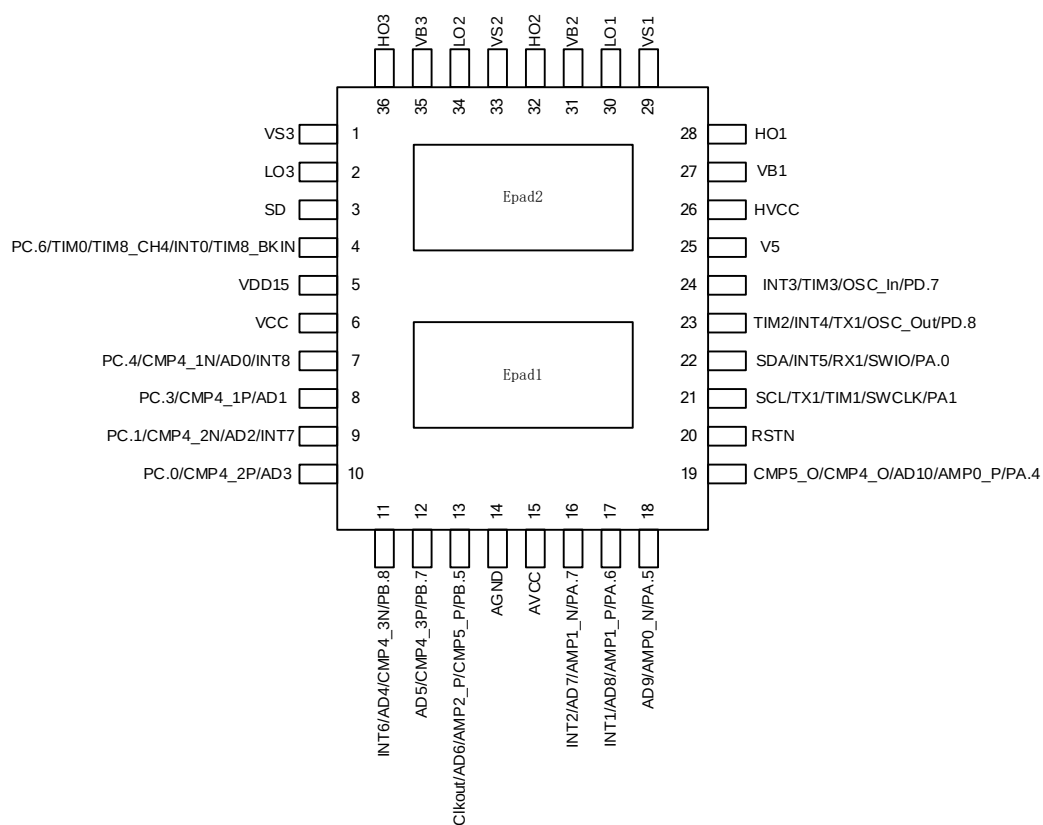
- 工作电压范围：
 - HVCC: 8~13.5V
 - VCC、AVCC: 2.5~5.5V
- 工作温度范围: -40℃~85℃
- 采用的 Cortex M0 处理器、32K Flash、4K SRAM
- 高速度: CPU 最高工作频率达到 42MHz (需使能指令预取功能)
- 低功耗: Hold 模式 Max TBD uA, Sleep 模式 Max 3uA
- 高精度温度传感器: -40 度 ~ +85 度温度范围内，温度传感器一致性优于正负 5 度
- 正常模式下，WDT 模块不可关闭，保证系统可靠运行。在 Sleep/hold 模式下，可软件关闭 WDT 模块
- 三相驱动器: 可驱动由 6 个 N-MOS 组成的 3 个半桥。驱动器的关断由 SD 引脚控制。
- 采用绿色封装: QFN36

系统框图



引脚排列

QFN36



引脚定义

QFN36	PIN Name	IO	Filter	复用功能1	复用功能2	复用功能3	复用功能4	引脚说明
1	VS3	I						High voltage floating supply return
2	LO3	O						Low side gate driver outputs
3	SD	I						Shutdown logic HVIC
4	PC6	I/O	50ns	TIM0	TIM8_CH4	INT0	TIM8_BKIN	GPIO\Timer输出输入\Timer8_CH4\外部中断·滤波50ns\TIM8_BKIN
5	VDD15	P						内部1.5V输出·需外接0.1uF滤波电容
6	VCC	P						数字电源
7	PC4	I/O	50ns	CMP4_1N\AD0		INT8		GPIO\比较器负端输入\ADC信号输入\外部中断·滤波50ns
8	PC3	I/O		CMP4_1P\AD1				GPIO\比较器正端输入\ADC信号输入
9	PC1	I/O	50ns	CMP4_2N\AD2		INT7		GPIO\比较器负端输入\ADC信号输入\外部中断·滤波50ns
10	PC0	I/O		CMP4_2P\AD3				GPIO\比较器正端输入\ADC信号输入
11	PB8	I/O	50ns	CMP4_3N\AD4		INT6		GPIO\比较器负端输入\ADC信号输入\外部中断·滤波50ns
12	PB7	I/O		CMP4_3P\AD5				GPIO\比较器正端输入\ADC信号输入
13	PB5	I/O		CMP5_P\AD6\AMP2_P			Clkout	GPIO\比较器正端输入\ADC信号输入\OP-AMP正端输入\Clkout
14	AGND	G						芯片模拟地
15	AVCC	P						芯片模拟电源
16	PA7	I/O		AMP1_N\AD7		INT2		GPIO\OP-AMP负端输入\ADC信号输入
17	PA6	I/O		AMP1_P\AD8		INT1		GPIO\OP-AMP正端输入\ADC信号输入
18	PA5	I/O		AMP0_N\AD9				GPIO\OP-AMP负端输入\ADC信号输入
19	PA4	I/O		AMP0_P\AD10		CMP4_O	CMP5_O	GPIO\OP-AMP正端输入\ADC信号输入\比较器4输出\比较器5输出
20	RSTN	I	2us					复位信号(低电平有效·内部上拉)·滤波2us
21	PA1	I/O		SWCLK	TIM1	TX1	SCL	GPIO\SWCLK\Timer输出输入\TX\SCL
22	PA0	I/O	50ns	SWIO	RX1	INT5	SDA	GPIO\SWIO\RX\外部中断·滤波50ns\SDA
23	PD8	I/O		OSC_Out	TX1	INT4	TIM2	GPIO\高频晶振时钟输出\TX\外部中断·滤波50ns\Timer输出输入
24	PD7	I/O	50ns	OSC_In	TIM3	INT3		GPIO\高频晶振时钟输入\Timer输出输入\外部中断·滤波50ns
25	V5	P						Gate Drive 5V LDO out
26	HVCC	P						Gate Drive Power 15V
27	VB1	O						High side floating supply
28	HO1	O						High side gate driver outputs
29	VS1	I						High voltage floating supply return
30	LO1	O						Low side gate driver outputs
31	VB2	O						High side floating supply
32	HO2	O						High side gate driver outputs
33	VS2	I						High voltage floating supply return
34	LO2	O						Low side gate driver outputs
35	VB3	O						High side floating supply
36	HO3	O						High side gate driver outputs
Epad1	VSS	G						数字地
Epad2	HVSS	G						Gate Drive GND

注：1. I=输入；O=输出；P=电源；G=地。

2. 芯片引脚选择 GPIO 功能：

若方向寄存器配置为输出，开漏 OD 功能配置控制有效，上拉控制无效；

若方向寄存器配置为输入，开漏 OD 功能控制无效，上拉控制有效；

3. 芯片引脚选择复用功能：

复用功能的数字输出引脚都可配开漏功能(Open Drain)，上拉功能配置无效。

复用功能的数字输入引脚都可配上拉功能，开漏功能无效；

若配置为模拟输入 OD 控制和上拉控制都无效；

4. 端口数据寄存器 PTDAT 说明及数据读取

1) 芯片引脚选择 GPIO 功能或复用数字功能

若方向寄存器配置为输出，PTDAT 读取值为寄存器设置值，不随外部 PIN 脚电平变化而变化；

若方向寄存器配置为输入，PTDAT 读取值为 PIN 脚状态值，反映外部 PIN 脚电平变化；

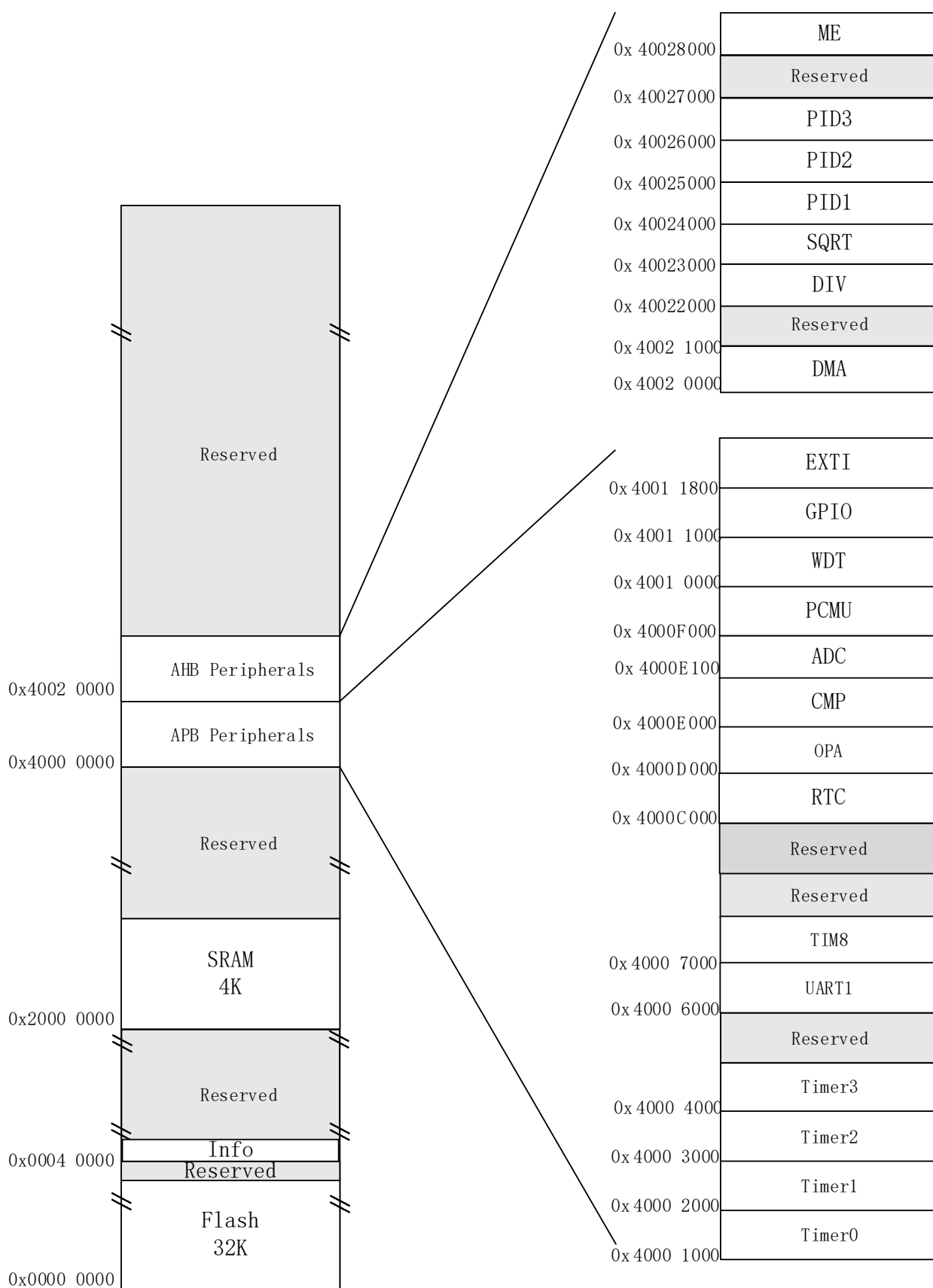
2) 芯片引脚选择复用模拟功能

PTDAT 相应 bit 位值，固定为 0

缩略语

缩略语	英文原文	中文含义
WDT	Watch Dog Timer	看门狗
GPIO	General Purpose IO	通用 I/O
LVD	Low Voltage Detect	低电压检测
POR	Power On Reset	上电复位
BOR	Brown Out Reset	掉电复位
WKR	Wakeup Reset	唤醒复位
PMU	Power Management Unit	系统电源管理单元
CMU	Clock Management Unit	系统时钟管理单元
RTC	Real Time Clock	实时时钟

存储器映射图



时钟框图

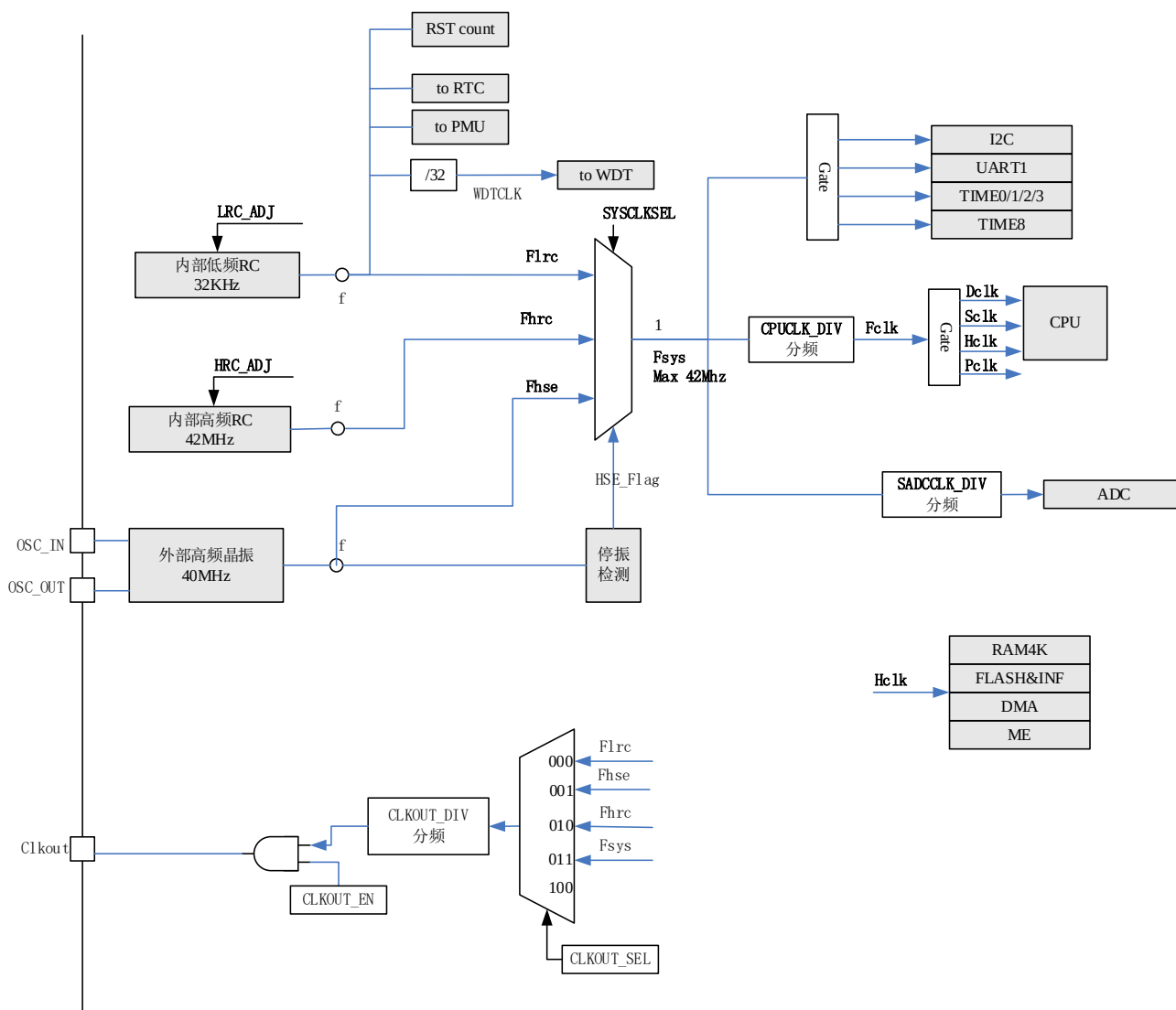
时钟符号说明:

F1rc: 内部低频 RC 时钟 (32KHz), 也作为看门狗时钟源。

Fhrc: 内部高频RC时钟 (42MHz), 系统复位后默认运行在Fhrc。

Fhse: 外部高频OSC晶振时钟 (40MHz)。

Fsys: 系统时钟最大值42MHz



电气特性

1.1 绝对最大额定值

加在器件上的载荷如果超过‘绝对最大额定值’列表(表 1、表 2、表 3)中给出的值,可能会导致器件永久性地损坏。这里只是给出能承受的最大载荷,并不意味着在此条件下器件的功能性操作无误。器件长期工作在最大值条件下会影响器件的可靠性。

表 1 电压特性

符 号	描 述	最小值	最大值	单 位
$V_{DD} - V_{SS}$	外部主供电电压(包含 V_{DDA} 和 V_{DD}) (1)	-1	6.5	V
V_{IN}	所有引脚上的输入电压 (2)	-0.1VDD	1.1VDD	
$ \Delta V_{DDx} $	不同供电引脚之间的电压差	-	50	mV
$ V_{SSx} - V_{SS} $	不同接地引脚之间的电压差	-	50	

1.所有的电源(V_{DD} , V_{DDA})和地(V_{SS} , V_{SSA})引脚必须始终连接到外部允许范围内的供电系统上。

2.保证 V_{IN} 不超过其最大值

表 2 电流特性

符号	描述	条件	最大值	单位
I_{VDD}	经过 V_{DD}/V_{DDA} 电源线的总电流(供应电流) (1)	$V_{CC}=3.3V$	50	mA
		$V_{CC}=5V$	50	
I_{VSS}	经过 V_{SS} 地线的总电流(流出电流) (1)	$V_{CC}=3.3V$	50	
		$V_{CC}=5V$	50	
I_{IO}	任意 I/O 和控制引脚上的输出灌电流	$V_{CC}=3.3V$	4.4	
		$V_{CC}=5V$	8.9	
	任意 I/O 和控制引脚上的输出电流	$V_{CC}=3.3V$	6	
		$V_{CC}=5V$	12	

1.所有的电源(V_{DD} , V_{DDA})和地(V_{SS} , V_{SSA})引脚必须始终连接到外部允许范围内的供电系统上。

表 3 温度特性

符号	描述	数值	单位
T_{STG}	储存温度范围	-65 ~ + 150	°C
T_J	最大结温度	150	°C

1.2 通用工作条件

表 4 通用工作条件

符号	参数	条件	最小值	最大值	单 位
f_{HCLK}	内部 AHB 时钟频率	-	-	42	MHz
$V_{DD(1)}$	标准工作电压	-	2.5	5.5	V
V_{IN}	所有引脚上的输入电压	-	-0.1VDD	1.1VDD	

T_A	环境温度	最大功率耗散	-40	85	°C
T_J	结温度范围		-40	85	

1.要求使用相同的电源为 VDD 和 VDDA 供电

1.3 上电和掉电时的工作条件

下表给出的参数是在一般工作条件下测试得出。

表 5 上电和掉电时的工作条件

符号	参数	条件	最小值	最大值	单 位
t_{VDD}	VDD 上升速率	VCC=5V	0.8	-	$\mu\text{s/V}$
	VDD 下降速率		20	-	

1.4 内嵌复位和电源控制模块特性

下表给出的参数是在一般工作条件下测试得出

表 6 内嵌复位和电源控制模块特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单 位
VSYS_DET	可编程的电压检测器的电平选择	C_VSYS[1:0]=00 (上升沿)	2.29	2.32	2.33	V
		C_VSYS[1:0]=00 (下降沿)	2.08	2.08	2.12	
		C_VSYS[1:0]=01 (上升沿)	2.87	2.87	2.94	
		C_VSYS[1:0]=01 (下降沿)	2.70	2.71	2.74	
		C_VSYS[1:0]=10 (上升沿)	3.66	3.66	3.73	
		C_VSYS[1:0]=10 (下降沿)	3.47	3.5	3.53	
		C_VSYS[1:0]=11 (上升沿)	4.29	4.3	4.34	
		C_VSYS[1:0]=11 (下降沿)	4.06	4.06	4.13	
VSYS _{hyst(1)}	VSYS_DET 迟滞	VCC=5V	160	240	240	mV
V _{POR/LBOR}	上电/掉电复位阈值	上升沿	1.8	1.95	2.15	V
		下降沿	1.65	1.8	1.98	
VLBOR _{hyst(1)}	LBOR 迟滞	-	-	150	-	mV
TRSTTEMPO(1)	复位持续时间	VCC=5V	1.14	2	4.4	ms

1.由设计保证，不在生产中测试。

1.5 内置参考电压

下表给出的参数是在一般工作条件下测试得出

表 7 内置参考电压

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单 位
V _{REFINT}	内置参照电压	-40°C < T_A < +125°C, VDD=3.3V	1.19	1.2	1.24	V

		$-40^{\circ}\text{C} < T_A < +125^{\circ}\text{C}, VDD=5V$	1.19	1.2	1.4	V
$T_{S_vrefint(1)}$	当读出内部参照电压时, ADC 的采样时间	$T_A = 25^{\circ}\text{C}, 3.3V \leq VDD \leq 5V$	0.142	-	48.8	μs
$T_{COEFF(2)}$	温度系数	$-40^{\circ}\text{C} < T_A < +125^{\circ}\text{C}$	-	-	382	ppm/ $^{\circ}\text{C}$

1.最短的采样时间是通过应用中的多次循环得到。

2.由设计保证, 不在生产中测试。

1.6 供电电流特性

表 8 运行模式下的最大电流消耗, 数据处理代码从内部 RAM 或 FLASH 中运行。

符号	参数	条件	f_{HCLK}	最小值	典型值	最大值			单位
				$T_A = -40^{\circ}\text{C}$	$T_A = 25^{\circ}\text{C}$	$T_A = 85^{\circ}\text{C}$	$T_A = 105^{\circ}\text{C}$	$T_A = 125^{\circ}\text{C}$	
I_{DD}	睡眠模式下的供应电流	$-40^{\circ}\text{C} < T_A < +125^{\circ}\text{C}, VDD=3.3V$	32KHz	2	2.3	5.5	10	19	μA
		$-40^{\circ}\text{C} < T_A < +125^{\circ}\text{C}, VDD=5V$	32KHz	2.3	2.6	5.9	10.5	20	
I_{DD}	待机模式下的供应电流	$-40^{\circ}\text{C} < T_A < +125^{\circ}\text{C}, HRC \text{ ON}, LDO_1P5 \text{ ON}, VDD=3.3V$	32KHz	137	150	170	188	222	
		$-40^{\circ}\text{C} < T_A < +125^{\circ}\text{C}, HRC \text{ ON}, LDO_1P5 \text{ ON}, VDD=5V$	32KHz	138	152	174	190	224	
		$-40^{\circ}\text{C} < T_A < +125^{\circ}\text{C}, HRC \text{ OFF}, LDO_1P5 \text{ ON}, VDD=3.3V$	32KHz	21	28	45	62	93	
		$-40^{\circ}\text{C} < T_A < +125^{\circ}\text{C}, HRC \text{ OFF}, LDO_1P5 \text{ ON}, VDD=5V$	32KHz	22	30	47	63	94	
		$-40^{\circ}\text{C} < T_A < +125^{\circ}\text{C}, HRC \text{ OFF}, LDO_1P5 \text{ OFF}, VDD=3.3V$	32KHz	2.4	3	12	25	52	
		$-40^{\circ}\text{C} < T_A < +125^{\circ}\text{C}, HRC \text{ OFF}, LDO_1P5 \text{ OFF}, VDD=5V$	32KHz	2.7	3.5	12.7	26	53	

1.7 外部时钟源特性

下表中给出的特性参数是使用一个高速的外部时钟源测得。

表 9 高速外部用户时钟特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
f_{HSE_ext}	用户外部时钟频率 ⁽¹⁾	$VCC=3.3V$	1		56	MHz

		VCC=5V	1		40	
V _{HSEH}	OSC_IN 输入引脚高电平电压	VCC=3.3V	0.1			V
		VCC=5V	0.3			
V _{HSEL}	OSC_IN 输入引脚低电平电压	VCC=3.3V			3.2	
		VCC=5V			4.7	
t _{w(HSE)}	OSC_IN 高或低的时间 ⁽¹⁾	VCC=3.3V	16.25			ns
		VCC=5V	16.25			
t _{r(HSE)} t _{f(HSE)}	OSC_IN 上升或下降的时间 ⁽¹⁾	VCC=3.3V			78	
		VCC=5V			78	
C _{in(HSE)}	OSC_IN 输入容抗 ⁽¹⁾	VCC=3.3V		7		pF
		VCC=5V		7		
DuCy _(HSE)	占空比	VCC=3.3V	45		55	%
		VCC=5V	45		55	
I _L	OSC_IN 输入漏电流	VCC=3.3V	4		11	μA
		VCC=5V	36		40	

1.由设计保证，不在生产中测试。

表 10 HSE 40MHz 振荡器特性(1)(2)

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
f _{OSC_IN}	振荡器频率	-		40		MHz
R _F	反馈电阻	-	-	300	-	kΩ
C	建议的负载电容	-	12	-	18	pF
i ₂	HSE 驱动电流	V _{DD} =5V,40MHz		1.1		mA
g _m	振荡器的跨导	启动	3.56	5.84	7.39	mA/V
t _{SU(HSE)}	启动时间	V _{DD} 是稳定的,40MHz	-	1.4	-	ms

1.谐振器的特性参数由晶体/陶瓷谐振器制造商给出。

2.由综合评估得出，不在生产中测试。

1.8 内部时钟源特性

高速内部(HSI)RC 振荡器

表 11 HSI 振荡器特性(1)(2)

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
f _{HSI}	频率	-	-	42	-	MHz
DuCy _(HSI)	占空比	-	45	-	55	%
ACC _{HSI}	HSI 振荡器的精度	使用 HRCADJ 寄存器来校准精度	-	-	±1 ⁽²⁾	
		工厂校准 ⁽³⁾⁽⁴⁾ TA=-40 to 125°C	-3.9	-	2.3	
t _{SU(HSI)}	HSI 振荡器启动时间	-		10		μs
I _{DD(HSI)}	HSI 振荡器功耗	-		91		μA

1. V_{DD} = 3.3V, TA = -40~125° C, 除非特别说明。

2.由设计保证，不在生产中测试。

3.由综合评估得出，不在生产中测试。

4. HSI 振荡器的实际频率可能会受到回流的影响，但不超出规定的频率的范围内。

低速内部(LSI)RC 振荡器

表 12 LSI 振荡器特性(1)

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
f _{LSI(2)}	频率	-	23	32	42	kHz
ACC _{HSI}	HSI 振荡器的精度	使用 HRCADJ 寄存器来校准精度	-	-	±1 ⁽²⁾	
		工厂校准 ⁽³⁾ TA=-40 to 125°C	-5.6	-	4.4	
t _{SU(LSI)}	LSI 振荡器启动时间	-		70		μs
I _{DD(LSI)}	LSI 振荡器功耗	-		0.3		μA

1. VDD = 3.3V, TA = -40~125° C, 除非特别说明。

2. 由综合评估得出，不在生产中测试。

从低功耗模式唤醒的时间

表 13 低功耗模式的唤醒时间

符号	参数	条件	典型值	单位
t _{WUSLEEP9(1)}	从睡眠模式唤醒	VCC=3.3V	2.08	ms
		VCC=5V	2.08	
t _{WUHOLD (1)}	从待机模式唤醒	VCC=3.3V	2.1	μs
		VCC=5V	2.1	

1. 唤醒时间的测量是从唤醒事件开始至用户程序读取第一条指令。

1.9 存储器特性

表 14 存储器特性

符号	参数说明	最小	典型	最大	单位
FlashSize	Flash 空间大小	-	32	-	kbytes
InfoSize	Information Block 空间大小	-	2	-	kbytes
RamSize	Ram 空间大小	-	4	-	kbytes
Tflashrd	Flash 字节读取时间	-	-	40	ns
Tflashwr	Flash 字节写时间	20	-	-	us
Tflashper	Flash 页擦除时间	2	-	-	ms
Tflashmer	Flash 全擦除时间	10	-	-	ms
FPageSize	Code Flash 页面大小	-	1	-	kbytes/page
InPageSize	Information Block 页面大小	-	2	-	kbytes/page
Numwr	擦写次数	100K	-	-	次
Tdat	数据保持时间	10	-	-	years

T _{opr}	操作温度	-40	-	85	°C
V _{ram}	RAM 数据保持电压	-	1.35	-	V

1.10 EMC 特性

敏感性测试是在产品的综合评估时抽样进行测试的。

功能性 EMS(电磁敏感性)

表 15 EMS 特性

符号	参数	条件	级别/类型
V _{FESD1}	施加到任一 I/O 脚，从而导致功能错误的电压极限。	V _{DD} = 5V, T _A = +25 °C, f _{HCLK} = 42MHz。 空气放电	±4000V
V _{FESD2}	施加到任一 I/O 脚，从而导致功能错误的电压极限。	V _{DD} = 5V, T _A = +25 °C, f _{HCLK} = 42MHz。接触放电	±2500V

1.11 绝对最大值(电气敏感性)

基于三个不同的测试(ESD, LU), 使用特定的测量方法, 对芯片进行强度测试以决定它的电气敏感性方面的性能。

静电放电(ESD)

静电放电(一个正的脉冲然后间隔一秒钟后一个负的脉冲)施加到所有样品的所有引脚上, 样品的大小与芯片上供电引脚数目相关。这个测试符合 JEDEC JS-001-2017/JS-002-2018 标准。

表 16 ESD 绝对最大值

符号	参数	条件	等级	最大值(1)	单位
V _{ESD(HBM)}	静电放电电压(人体模型)	T _A = +25 °C, 符合 JEDEC EIA/ JESD22 - A114	3A	±5000	V
V _{ESD(CDM)}	静电放电电压(充电设备模型)	T _A = +25 °C, 符合 JEDEC JS-002-2018	C3	±1200	

静态门锁

表 17 电气敏感性

符号	参数	条件	最大值	单位
LU	静态门锁类	T _A = +125 °C, 符合 JEDEC 78E	±200	mA

1.12 I/O 端口特性

通用输入/输出特性

表 18 I/O 静态特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V _{IL(1)}	输入低电平电压	V _{DD} =3.3V	0.92	-	1.07	V
		V _{DD} =5V	1.36	-	1.59	
V _{IH(1)}	输入高电平电压	V _{DD} =3.3V	1.83	-	1.99	V
		V _{DD} =5V	2.65	-	2.91	
V _{hys(1)}		V _{DD} =3.3V	0.76		1.05	V

	标准 I/O 脚施密特触发器电压迟滞 ⁽⁴⁾	VDD=5V	1.13		1.55	
R _{PU}	弱上拉等效电阻 ⁽⁷⁾	VDD=3.3V	71.7		76.7	kΩ
		VDD=5V	45.0		47.6	
R _{PD}	弱下拉等效电阻 ⁽⁷⁾	VDD=3.3V	54.1		56.9	
		VDD=5V	35.5		36.8	

1. 基于设计仿真得出数据

输出电压特性

表 19 输出电压特性

符号	参数	条件	最小值	最大值	单位
I _{source}	当 V _{IO} =0.9VDD 时, I _O 推挽输出高电平	VDD=3.3V	4.4	4.5	mA
		VDD=5V	8.9	9.1	
I _{sunk}	当 V _{IO} =0.1VDD 时, I _O 推挽输出低电平	VDD=3.3V	6.9	7	
		VDD=5V	13.8	13.9	

输入输出交流特性

表 20 输入输出交流特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
f _{max} (I/O) _{out}	最大频率 ⁽²⁾	无负载, VDD=3.3V	-		21	MHz
		无负载, VDD=5V	-		21	
		C _L = 33 pF, V _{DD} = 3.3V	-		21	
		C _L = 33 pF, V _{DD} = 5V	-		21	
		C _L = 56 pF, V _{DD} = 3.3V	-		21	
		C _L = 56 pF, V _{DD} = 5V	-		21	
t _f (I/O) _{out}	输出高至低电平的下降时间	C _L = 20 pF, V _{DD} = 3.3V	20		21.2	ns
		C _L = 20 pF, V _{DD} = 5V	18.2		19	
t _r (I/O) _{out}	输出低至高电平的上升时间	C _L = 20 pF, V _{DD} = 3.3V	21.6		23.2	
		C _L = 20 pF, V _{DD} = 5V	19.2		19.6	
t _{EXTI} pw	EXTI 控制器检测到外部信号的脉冲宽度	VCC=3.3V, 打开滤波器 50ns	50	50	55	ns
		VCC=3.3V, 打开滤波器 80ns	80	80	88	
		VCC=5V, 打开滤波器 50ns	50	50	56	
		VCC=5V, 打开滤波器 80ns	80	80	91	

1.13 NRST 引脚特性

NRST 引脚输入驱动使用 CMOS 工艺, 它连接了一个不能断开的上拉电阻, R_{PU}

表 21 NRST 引脚特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V _{IL} (NRST) (1)	NRST 输入低电平电压	VDD=3.3V	-0.5	-	1.09	V
		VDD=5V	-0.3	-	0.76	

V _{IH} (NRST) (1)	NRST 输入高电平电压	VDD=3.3V	2.52	—	3.6	
		VDD=5V	3.91	—	5.5	
V _{hys} (NRST)	NRST 施密特触发器电压迟滞	VDD=3.3V	—	1.72	—	
		VDD=5V	—	2.73	—	
RPU	弱上拉等效电阻 ⁽²⁾	VDD=3.3V	—	9.3	—	kΩ
		VDD=5V	—	8.97	—	
V _F (NRST)	NRST 输入滤波脉冲	VDD=3.3V	—	1.8	—	μs
		VDD=5V	—	1.1	—	
V _{NF} (NRST)	NRST 输入非滤波脉冲	VDD=3.3V	—	1.9	—	
		VDD=5V	—	1.2	—	

1.14 TIM 定时器特性

表 22 TIM 特性

符号	参数	条件	最小值	最大值	单位
t _{res} (TIM)	定时器分辨时间	—	1	—	t _{TIMxCLK}
		f _{TIMxCLK} = 42MHz	23.8	—	ns
f _{EXT}	CH1 至 CH4 的定时器外部时钟频率	—	0	f _{TIMxCLK} /2	MHz
		f _{TIMxCLK} = 42MHz	0	21	MHz
Re _{S_{TIM}}	定时器分辨率	—	—	16	位
t _{COUNTER}	当选择了内部时钟时，16 位计数器时钟周期	—	1	65536	t _{TIMxCLK}
		f _{TIMxCLK} = 42MHz	0.0238	1560	μs
t _{MAX_COUNT}	最大可能的计数	—	—	65536 x 65536	t _{TIMxCLK}
		f _{TIMxCLK} = 42MHz	—	102.2	s

1.15 12 位 ADC 特性

表 23 ADC 特性

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V _{DDA}	供电电压	—	2.5	—	5.5	V
f _{ADC(2)}	ADC 时钟频率	—	0.5	—	14	MHz
f _S	采样速率	—	0.036	—	1	MHz
f _{TRIG(2)}	外部触发频率	f _{ADC} = 14MHz	—	—	700	kHz
			—	—	20	1/f _{ADC}
V _{AIN}	转换电压范围	—	0	—	V _{REF+}	V
RAIN	外部输入阻抗	—	—	—	100	kΩ

RADC	采样开关电阻	VDD=3.3-5V	1	-	1.05	kΩ
CADC	内部采样和保持电容	-	-	10	-	pF
tS(2)	采样时间	一般通道	2	-	256	1/f _{ADC}
tCONV(2)	总的转换时间(包括采样时间)	-	-	-	12	1/f _{ADC}

1.由综合评估保证，不在生产中测试。

2.由设计保证，不在生产中测试。

表 24 f_{ADC}=14MHz(1)时的最大 R_{AIN}

T _s (周期)	t _s (μs)	最大 R _{AIN} (kΩ)
2	0.142	0.463917526
4	0.284	1.927835052
8	0.568	4.855670103
16	1.136	10.71134021
32	2.272	22.42268041
64	4.544	45.84536082
128	9.088	92.69072165
256	18.176	186.371134

1.由设计保证，不在生产中测试。

表 25 ADC 精度 - 局限的测试条件

符号	参数	测试条件	典型值	单位
ET	综合误差	f _{sys} =42MHz, f _{ADC} = 14 MHz, R _{AIN} < 10 kΩ, V _{DDA} = 3.3~5V, T _A = 25 °C, 测量是在 ADC 校准之后进行的。	±41	LSB
EO	偏移误差		27.5	
EG	增益误差		6.4375	
ED	微分线性误差		±2	
EL	积分线性误差		±6	

1.16 比较器 CMP

表 26 比较器性能参数

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
VDD5	-	-	2.4	3.3	5.5	V
ICC	工作电流	VDD=3.3V,极低速率	-	26	-	uA
		VDD=3.3V,低速率	-	38	-	
		VDD=3.3V,中等速率	-	60	-	
		VDD=3.3V,高速率	-	100	-	
		VDD=5V,极低速率	-	26	-	
		VDD=5V,低速率	-	38	-	
		VDD=5V,中等速率	-	60	-	
		VDD=5V,高速率	-	100	-	

VTH	阈值电压	VTH[3:0]	-	VDD/2	-	V
VOS	输入补偿电压	-	-10	-	10	mV
Tres	VCM=VDD/2	ICC=100uA V(INP)-V(INN)=100mV	162		170	ns
		ICC=100uA V(INP)-V(INN)=-100mV	150		150	
		ICC=60uA V(INP)-V(INN)=100mV	204		206	
		ICC=60uA V(INP)-V(INN)=-100mV	194		216	
		ICC=38uA V(INP)-V(INN)=100mV	284		308	
		ICC=38uA V(INP)-V(INN)=-100mV	280		302	
		ICC=26uA V(INP)-V(INN)=100mV	540		594	
		ICC=26uA V(INP)-V(INN)=-100mV	556		614	
VHY(rise)	信号由低到高的迟滞	极低速率	-	0	-	mV
		低速率	5	5	11	
		中等速率	1	10	15	
		高速率	15	20	29	
VHY(fall)	信号由高到低的迟滞	极低速率	-	0	-	
		低速率	1	5	7	
		中等速率	5		7	
		高速率	19	20	25	

1.17 PGA

表 27 PGA 性能参数表

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
VDD5	电源电压	-	2.5	3.3	5.5	V
ICC	工作电流	Gain=8,VCC=3.3V	0.4		1	mA
		Gain=8,VCC=5V				
CMIR	共模输入电压	-	0	-	VDDA	V
VOLR	输出电压范围	-	VSS+0.2	-	VDD-0.2	V
RINDIF(1)	不同输入阻抗	-	1	-	24.5	KΩ
TST(1)	稳定时间	与最终值相差 1% (CLOAD=10pF)	116	142	179	ns
Av	放大倍数	-	-	2	-	V/V
			-	4	-	
			-	8	-	

PGA gain error	PGA 放大误差	输入阻抗为 0, 补偿值已经校正	-4	-	2	%
----------------	----------	------------------	----	---	---	---

1.由设计保证，不在生产中测试。

1.18 VDD15

表 28 VDD15 性能参数

符号	参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
VDD15	-	-40°C<TA<+125°C,VDD=3.3V		1.5		V
		-40°C<TA<+125°C,VDD=5V		1.5		
Ivdd15	VDD15 负载电流	-40°C<TA<+125°C	-	-	40	mA

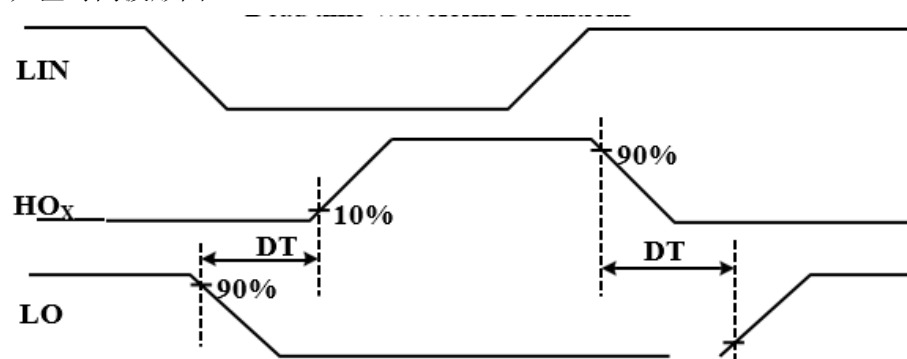
1.19 三相驱动器

Symbol	Parameter	Min	Typ.	Max	unit
R _{BSD}	BSD 电阻(正向偏置电流为10mA)	--	50	--	Ω
I _{sink}	输出灌电流	--	1	--	A
I _{source}	输出拉电流	--	1	--	
t _r	输出上升沿时间	--	30	60	ns
t _f	输出下降沿时间	--	30	60	
t _{DT}	死区时间	--	180	--	
t _{on}	导通延迟时间	--	40	60	
t _{off}	关断延迟时间	--	40	60	
t _{SD}	关闭（电源）延迟时间	--	40	60	

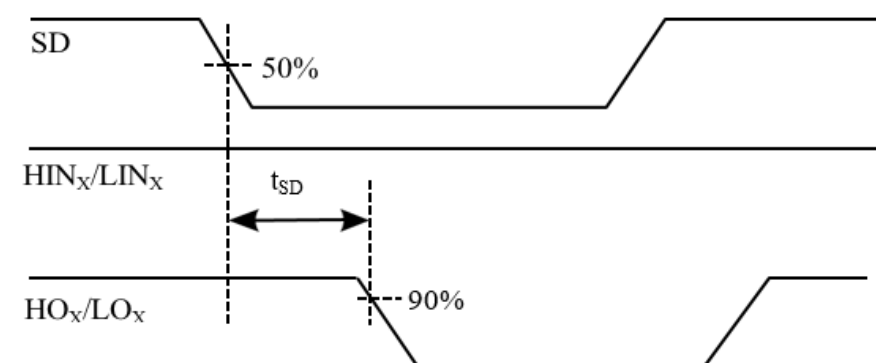
通用工作条件

Symbol	Parameter	Min	Max	unit
VCC	LDO和驱动器的供电电压	8	13.5	V
HO1.2.3	上桥驱动输出	VS	VB	V
LO1.2.3	下桥驱动输出	0	VCC	V
TA	工作温度	-40	125	°C
HIN1.2.3	上桥驱动器输出的逻辑输入	VS	VB	V
LIN1.2.3	下桥驱动器输出的逻辑输入	0	VCC	V
VBV	上桥击穿电压	80	-	V
VREG5	5V线性调整器的输出	4.5	5.5	V

死区时间波形图



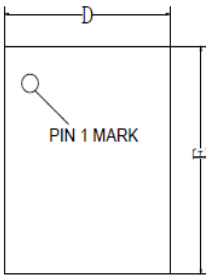
关闭（电源）时间波形图



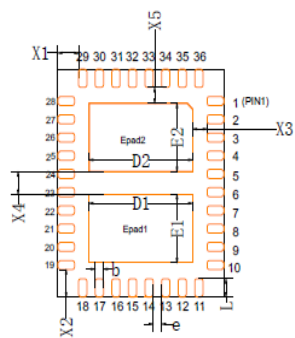
封装图

QFN36

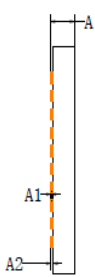
Package Top View



Package Bottom View



Package Side View



SYMBOLS	DIMENSION IN MM		
	MIN	NOM	MAX
A	0.500	0.550	0.600
A1	0.007	0.012	0.017
A2	-	0.040	-
D	3.900	4.000	4.100
D1	2.450	2.500	2.550
D2	2.450	2.500	2.550
E	4.900	5.000	5.100
E1	1.450	1.500	1.550
E2	1.450	1.500	1.550
b	0.150	0.200	0.250
L	0.350	0.400	0.450
e	0.150	0.200	0.250
X1	0.450	0.500	0.550
X2	0.550	0.600	0.650
X3	0.300	0.350	0.400
X4	0.450	0.500	0.550
X5	0.300	0.350	0.400

UNIT: mm