



复旦微电子

FM2205

故障电弧检测 MCU

技术手册

2022. 12



本资料是为了让用户根据用途选择合适的上海复旦微电子集团股份有限公司（以下简称复旦微电子）的产品而提供的参考资料，不转让属于复旦微电子或者第三者所有的知识产权以及其他权利的许可。

在使用本资料所记载的信息最终做出有关信息和产品是否适用的判断前，请您务必将所有信息作为一个整体系统来进行评价。

采购方对于选择与使用本文描述的复旦微电子的产品和服务全权负责，复旦微电子不承担采购方选择与使用本文描述的产品和服务的责任。除非以书面形式明确地认可，复旦微电子的产品不推荐、不授权、不担保用于包括军事、航空、航天、救生及生命维持系统在内的，由于失效或故障可能导致人身伤亡、严重的财产或环境损失的产品或系统中。

未经复旦微电子的许可，不得翻印或者复制全部或部分本资料的内容。

今后日常的产品更新会在适当的时候发布，恕不另行通知。在购买本资料所记载的产品时，请预先向复旦微电子在当地的销售办事处确认最新信息，并请您通过各种方式关注复旦微电子公布的信息，包括复旦微电子的网站(<http://www.fmsm.com/>)。

如果您需要了解有关本资料所记载的信息或产品的详情，请与上海复旦微电子集团股份有限公司在当地的销售办事处联系。

商标

上海复旦微电子集团股份有限公司的公司名称、徽标以及“复旦”徽标均为上海复旦微电子集团股份有限公司及其分公司在中国的商标或注册商标。

上海复旦微电子集团股份有限公司在中国发布，版权所有。

章节列表	3
表目录	4
图目录	5
1 产品综述	6
1.1 概述	6
1.2 芯片结构框图	8
2 引脚和封装	9
2.1 封装图	9
2.2 引脚功能定义	10
2.2.1 功能引脚分布	13
2.2.2 封装尺寸图	14
3 电参数	15
3.1 参数说明	15
3.2 参数测试条件	15
3.2.1 供电方案	15
3.3 极限参数	17
3.4 性能参数	18
3.4.1 典型工作条件	18
3.4.2 功耗参数	19
3.4.3 复位和电源监控	22
3.4.4 高精度基准源	25
3.4.5 内部时钟源特性	26
3.4.6 PLL 特性	29
3.4.7 ADC 特性	30
3.4.8 温度传感器	34
3.4.9 高频 PGA 特性	36
3.4.10 高速比较器特性	36
3.4.11 运算放大器特性	36
3.4.12 模拟比较器特性	38
3.4.13 Flash 存储器特性	39
3.4.14 GPIO 特性	40
4 应用电路图	44
4.1 电源方案	44
4.2 系统应用电路图	44
版本列表	46
上海复旦微电子集团股份有限公司销售及服务网点	47

表目录

表 2-1 FM2205 引脚列表.....	12
表 2-2 引脚功能分布表.....	13
表 3-1 FM2205 极限参数.....	17
表 3-2 FM2205 典型工作条件.....	18
表 3-3 ACTIVE 电流参数.....	19
表 3-4 LP ACTIVE 电流参数.....	22
表 3-5 复位和电源监控参数.....	23
表 3-6 高精度基准源参数.....	25
表 3-7 内部高频 RC 振荡器参数.....	26
表 3-8 内部 RC 振荡器参数.....	28
表 3-9 内部低频 RC 振荡器参数.....	28
表 3-10 PLL 参数.....	29
表 3-11 ADC 参数.....	31
表 3-12 ADC 输入阻抗.....	33
表 3-13 温度传感器参数.....	34
表 3-14 高频 PGA 参数.....	36
表 3-15 高速比较器参数.....	36
表 3-16 OPA 参数.....	38
表 3-17 模拟比较器参数.....	38
表 3-18 FLASH 参数.....	39
表 3-19 普通 I/O 参数.....	40
表 3-20 真开漏 I/O 参数.....	41
表 3-21 NRST 引脚参数.....	42
表 3-22 引脚 AC 参数.....	42

图目录

图 1-1 芯片结构框图.....8

图 2-1 FM2205 QFN32 封装图.....9

图 2-2 QFN32 封装尺寸图.....14

图 3-1 FM2205 供电方案.....16

图 3-2 ADC 通道输入阻抗32

图 4-1 FM2205 电源方案.....44

图 4-3 FM2205 应用电路图.....45

1 产品综述

1.1 概述

FM2205是故障电弧检测MCU，基于ARM Cortex-M0内核，集成大容量嵌入式闪存，内置故障电弧检测所需的高频增益可编程放大器（PGA）、高速比较器、硬件加速协处理器等专用硬件电路，具备丰富的模拟和数字外设，并具有优异的低功耗特性。

- 工作电压范围： 1.8~3.6V
- 工作温度范围： -40℃~+85℃
- 处理器内核
 - ARM Cortex-M0
 - 支持用户/特权模式
 - 最高主频64Mhz
 - SWD调试接口
 - 24bit Systick定时器
- 低功耗技术平台
 - 典型运行功耗120uA/MHz@48MHz，98uA/MHz@64MHz (Coremark)
 - 32KHz下LPRUN功耗： typ 30uA
 - Sleep模式： typ 6uA
 - DeepSleep模式，RTC走时+全部RAM保持+CPU内核保持： typ 1uA
 - DeepSleep模式，RTC停止+全部RAM保持+CPU内核保持： typ 0.8uA
- 存储器
 - 64/128/256KB Flash空间
 - Flash擦写寿命： 100,000次
 - Flash数据保存时间： 10年@85℃
 - 用户代码保护
 - 最大24KB RAM空间
- 丰富的模拟外设
 - 高可靠、可配置BOR电路（支持4级可编程下电复位阈值）
 - 超低功耗PDR电路（支持4级可编程下电复位阈值）
 - 可编程电源监测模块（SVD）
 - 2xOPA
 - 2x低功耗模拟比较器
 - 12bit 1Msps SAR-ADC

- 高精度温度传感器，精度 $\pm 2^{\circ}\text{C}$
- AFDD专用信号处理电路
- 通用通信接口
 - UART*4
 - LPUART*2
 - 7816主机*1
 - SPI*2，主从模式
 - I2C*1，1Mbps Fm+，主从模式
 - 7通道外设DMA
 - 可编程CRC校验模块
- USB从机
 - USB2.0 FS device，支持无晶振
 - 支持以下端点：1个双向control，2个可配置IN，2个可配置OUT
 - 384 bytes Packet RAM
 - USB2.0 LPM支持
 - Suspend/Resume
- 定时资源
 - 16bit高级定时器*1，最高PWM分辨率120MHz
 - 16bit通用定时器*2
 - 32bit基本定时器*1
 - 24-bit SysTick*1
 - 32-bit低功耗定时器*1
 - 带窗口的CPU看门狗定时器*1
 - 系统看门狗定时器*1
 - 低功耗实时时钟日历（RTCC），带有数字调校功能，调校精度 $\pm 0.476\text{ppm}$
- 安全算法
 - AES硬件运算单元，128/192/256-bit
 - AES支持ECB/CBC/CTR/GCM/GMAC模式
 - 真随机数发生器
- 时钟发生电路
 - 片上可配置高速RC振荡器，可配置频率输出8/16/24/32MHz，出厂调校误差 $\pm 0.5\%$ ，8/16MHz全温区变化小于 $\pm 2\%$
 - 低功耗32768Hz晶体振荡器，带有停振检测电路
 - 低功耗低速RC振荡器，32KHz
 - 高频晶体振荡器，4~32MHz

- PLL，输入1MHz，最高输出64MHz，非分频输出128MHz

1.2 芯片结构框图

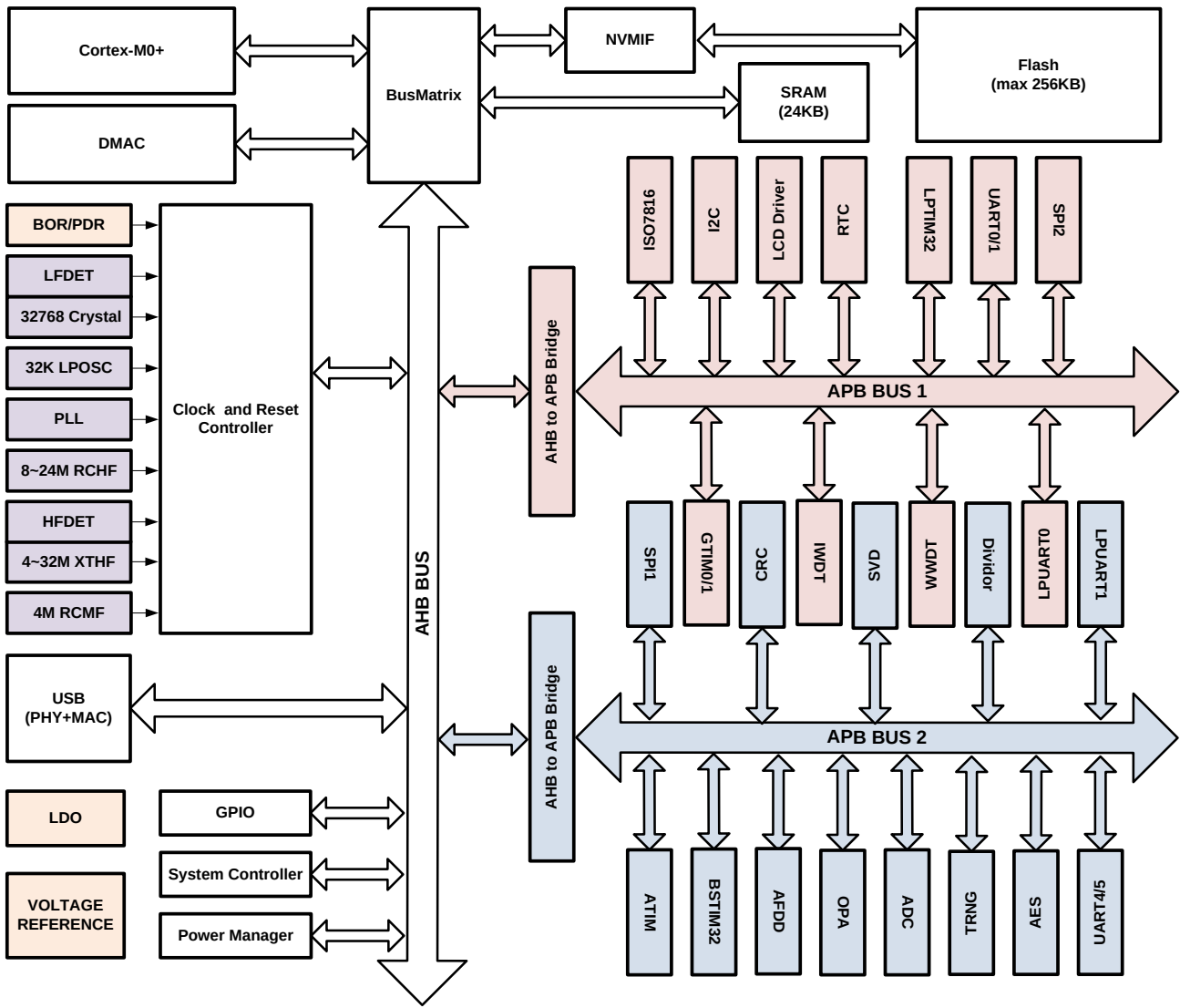


图 1-1 芯片结构框图

2 引脚和封装

2.1 封装图

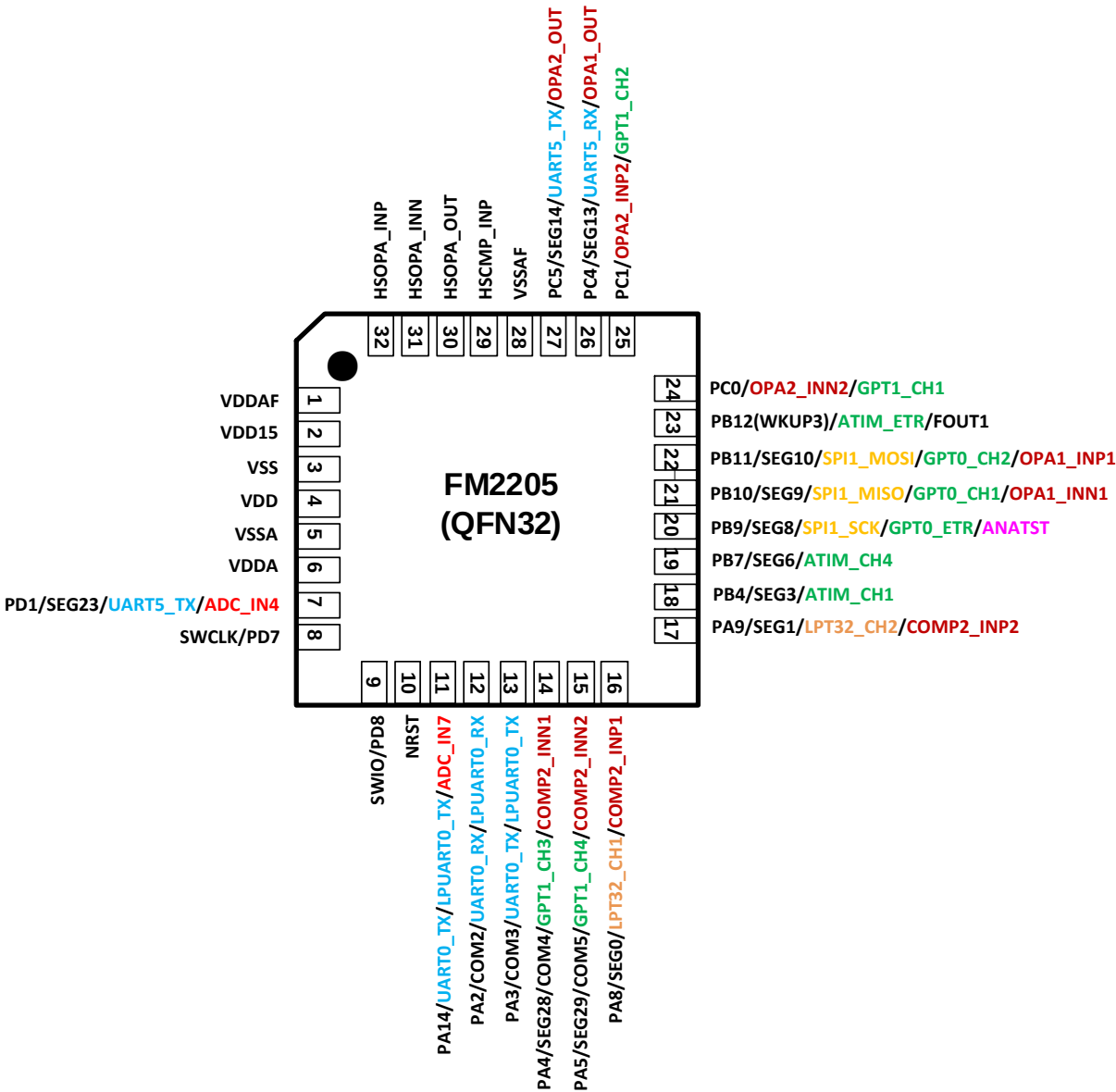


图 2-1 FM2205 QFN32 封装图

【注】

1、PB12为5V tolerant引脚

2.2 引脚功能定义

Pin Number			Pin Function	Descriptions
QFN32				
1			VDDAF	高频模拟电源
2			VDD15	LDO 输出，外接 100nF 电容到地
3			VSS	地
4			VDD	电源
5			VSSA	模拟地
6			VDDA	模拟电源
7			PD1	GPIO
			SEG23	LCD 驱动 SEG 端
			UART5_TX	UART 发送
			ADC_IN4	ADC 输入通道
8			PD7	GPIO
			SWCLK	SWD 接口时钟
9			PD8	GPIO
			SWIO	SWD 接口数据
10			NRST	全局复位引脚
11			PA14	GPIO
			UART0_TX	UART 发送
			LPUART0_TX	低功耗 UART 发送
			ADC_IN7	ADC 输入通道
12			PA2	GPIO
			COM2	LCD 驱动 COM 端
			UART0_RX	UART 接收
			LPUART0_RX	低功耗 UART 接收
13			PA3	GPIO
			COM3	LCD 驱动 COM 端
			UART0_TX	UART 发送
			LPUART0_TX	低功耗 UART 发送
14			PA4	GPIO
			COM4/SEG28	LCD 驱动 COM/SEG 端
			GPT1_CH3	通用定时器外部通道
			COMP2_INN1	比较器输入
15			PA5	GPIO
			COM5/SEG29	LCD 驱动 COM/SEG 端
			GPT1_CH4	通用定时器外部通道
			COMP2_INN2	比较器输入
16			PA8	GPIO
			SEG0	LCD 驱动 SEG 端
			LPT32_CH1	低功耗定时器外部通道
			COMP2_INP1	比较器输入
17			PA9	GPIO
			SEG1	LCD 驱动 SEG 端

Pin Number			Pin Function	Descriptions
QFN32				
			LPT32_CH2	低功耗定时器外部通道
			COMP2_INP2	比较器输入
18			PB4	GPIO
			SEG3	LCD 驱动 SEG 端
			ATIM_CH1	高级定时器外部通道
19			PB7	GPIO
			SEG6	LCD 驱动 SEG 端
			ATIM_CH4	高级定时器外部通道
20			PB9	GPIO
			SEG8	LCD 驱动 SEG 端
			ANATST	模拟测试通道
			SPI1_SCK	SPI 时钟
			GPT0_ETR	通用定时器外部触发输入
21			PB10	GPIO
			SEG9	LCD 驱动 SEG 端
			OPA1_INN1	OPA 输入
			SPI1_MISO	SPI 数据线
			GPT0_CH1	通用定时器外部通道
22			PB11	GPIO
			SEG10	LCD 驱动 SEG 端
			OPA1_INP1	OPA 输入
			SPI1_MOSI	SPI 数据线
			GPT0_CH2	通用定时器外部通道
23			PB12	GPIO
			WKUP3	外部唤醒引脚
			FOUT1	时钟频率输出
			ATIM_ETR	高级定时器外部触发输入
24			PC0	GPIO
			OPA2_INN2	OPA 输入
			GPT1_CH1	通用定时器外部通道
25			PC1	GPIO
			OPA2_INP2	OPA 输入
			GPT1_CH2	通用定时器外部通道
26			PC4	GPIO
			SEG13	LCD 驱动 SEG 端
			OPA1_OUT	OPA 输出
			UART5_RX	UART 接收
27			PC5	GPIO
			SEG14	LCD 驱动 SEG 端
			OPA2_OUT	OPA 输出
			UART5_TX	UART 发送
28			VSSAF	高频模拟地
29			HSOPA2_INP	高频放大器 2 输入端
30			HSOPA1_OUT	高频放大器 1 输出
31			HSOPA1_INN	高频放大器 1 负输入端
32			HSOPA1_INP	高频放大器 1 正输入端

表 2-1 FM2205 引脚列表

2.2.1 功能引脚分布

功能	引脚	QFN32 编号	备注
ADC 输入通道	PD1	7	ADC_IN4
	PA14	11	ADC_IN7
OPA	PB10	21	OPA1_INN1
	PB11	22	OPA1_INP1
	PC0	24	OPA2_INN2
	PC1	25	OPA2_INP2
	PC4	26	OPA1_OUT
	PC5	27	OPA2_OUT
UART 接收	PA2	12	UART0_RX
UART 发送	PA3	13	UART0_TX
LPUART	PA2	12	LPUART0_RX
	PA3	13	LPUART0_TX
高级定时器	PB4	18	ATIM_CH1
	PB7	19	ATIM_CH4
	PB12	23	ATIM_ETR
通用定时器	PB10	21	GPT0_CH1
	PB11	22	GPT0_CH2
	PB9	20	GPT0_ETR
	PC1	25	GPT1_CH2
	PA4	14	GPT1_CH3
	PA5	15	GPT1_CH4
低功耗定时器	PA8	16	LPT32_CH1
	PA9	17	LPT32_CH2
WKUP 唤醒	PB12	23	WKUP3
比较器输入	PA4	14	COMP2_INN1
	PA5	15	COMP2_INN2
	PA8	16	COMP2_INP1
	PA9	17	COMP2_INP2
Debug	PD7	8	SWCLK
	PD8	9	SWIO

表 2-2 引脚功能分布表

2.2.2 封装尺寸图

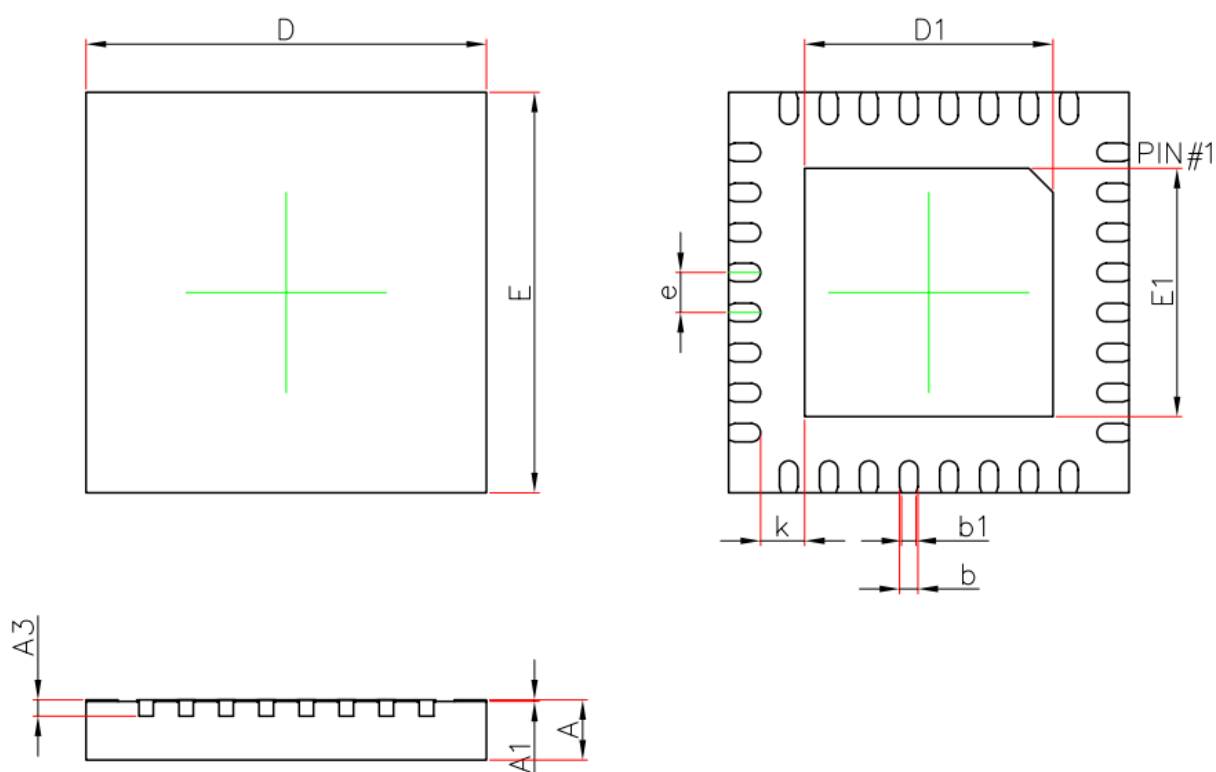


图 2-2 QFN32 封装尺寸图

Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min.	Max.	Min.	Max.
A	0.700	0.800	0.028	0.031
A1	0.000	0.050	0.000	0.002
A3	0.203 REF.		0.008 REF.	
b	0.180	0.300	0.007	0.012
b1	0.130	0.230	0.005	0.009
D	4.900	5.100	0.193	0.201
D1	3.000	3.200	0.118	0.126
E	4.900	5.100	0.193	0.201
E1	3.000	3.200	0.118	0.126
e	0.500 BSC.		0.020 BSC.	
k	0.550 REF.		0.022 REF.	
L	0.324	0.476	0.013	0.019

NOTE:

ALL DIMENSIONS REFER TO JEDEC STANDARD MO-220WMMMD-4.

3 电参数

3.1 参数说明

电参数章节中所罗列的典型值是大量样本数据分布的中心值，常温下的最大值是由芯片量产测试所保证的。高低温下的电参数通常基于特征参数提取，由大量样本数据分布的平均值加减 3sigma 得到。

3.2 参数测试条件

3.2.1 供电方案

芯片测试时采用下图所示的电源供电方案。

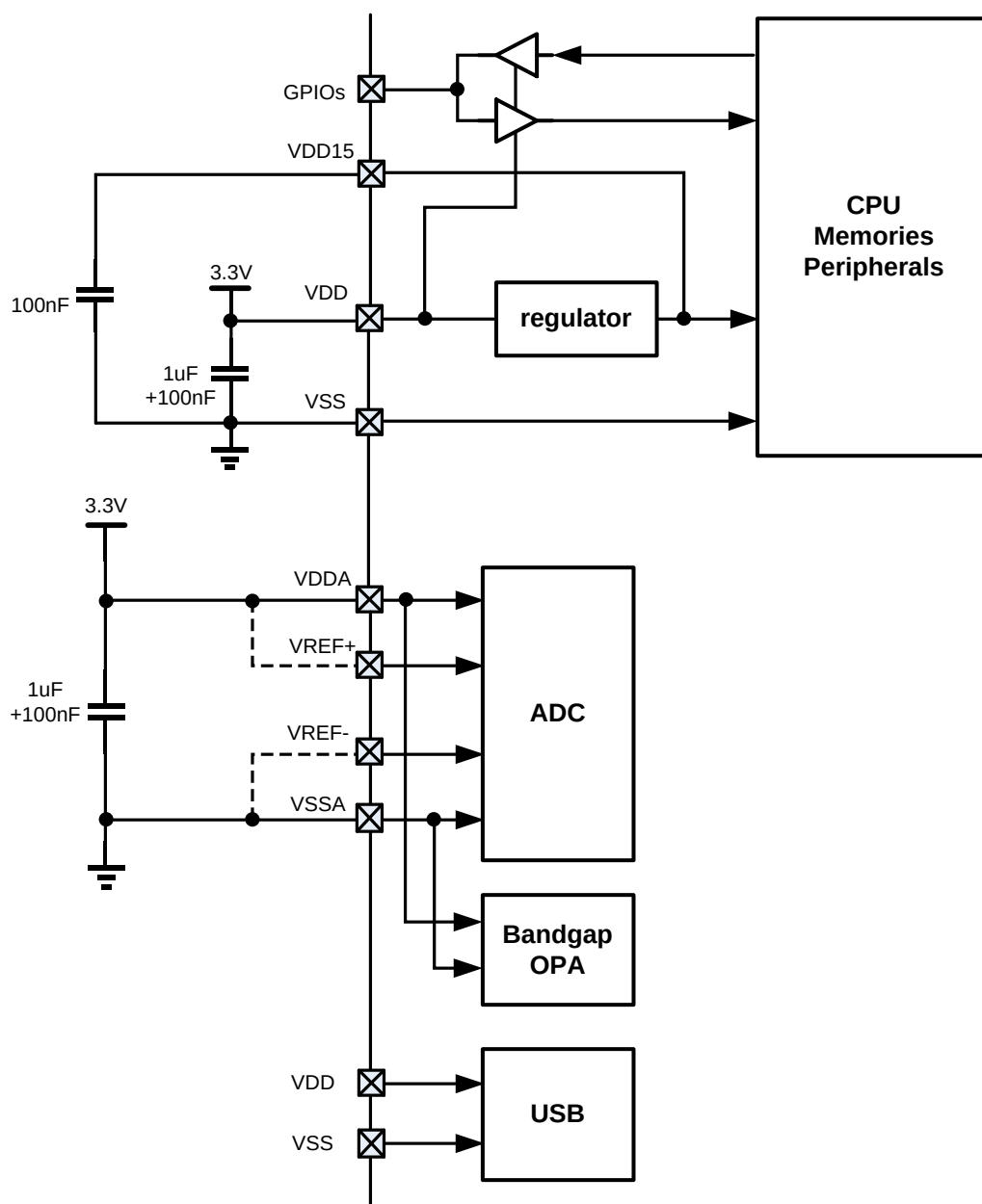


图 3-1 FM2205 供电方案

3.3 极限参数

对芯片施加的电压、电流等超过极限参数表定义的最大范围时，可能导致芯片不可恢复的损坏；短时间超过极限参数范围则可能影响芯片的可靠性和工作寿命。

Symbol	Parameter		min	max	unit
$V_{DD}-V_{SS}$	电源电压 (包含 VDD、VDDA)		-0.3	6.5	V
V_{PIN}	管脚电压		$V_{SS}-0.3$	6.5	V
$ \Delta V_{DD} $	VDD 和 VDDA 之间的压差 ⁽¹⁾		-	50	mV
$ \Delta V_{SS} $	所有地引脚之间的压差		-	50	mV
T_A	工作温度		-40	85	°C
T_{STG}	存储温度		-55	150	°C
HBM	ESD HBM 模式 TA=25°C 测试标准符合 JEDEC JS-001	除 PA11, PA12, PB12 以外的引脚	-	+/-8000	V
		PA11, PA12, PB12	-	+/-5000	
CDM	ESD CDM 模式 TA=25°C 测试标准符合 JEDEC JS-002		-	+/-1000	V
LU	IO Latchup -(0.5VDD) < VI < (1.5VDD) TA=25°C 测试标准符合 JEDEC JS-001	I _{trigger}	-	+/-125	mA
		V _{supply}	-	8.25	V
ΣI_{VDD}	向芯片 VDD 流入的最大电流(source)		-	90	mA
ΣI_{VSS}	从芯片 VSS 流出的最大电流(sink)		-	70	mA
ΣI_{IO}	所有 IO sink 的最大总和电流		-	90	mA
	所有 IO source 的最大总和电流		-	70	mA

表 3-1 FM2205 极限参数

注：

1. 推荐使用相同的电压源对 VDD 和 VDDA 供电。

3.4 性能参数

3.4.1 典型工作条件

Symbol	Parameter	Conditions	min	max	unit
f_{HCLK}	AHB 时钟频率	-	0	64	Mhz
f_{PCLK}	APB 时钟频率	-	0	64	
VDD	典型工作电压范围 ^[1] (使用 USB 功能)	BOR 使能	1.8	3.6	V
		BOR 关闭	1.35	3.6	
	典型工作电压范围 ^[1] (不使用 USB 功能)	BOR 使能	1.8	5.5	V
		BOR 关闭	1.35	5.5	
VDDA	模拟电路工作电压范围 (使用 USB 功能)	必须满足 VDDA=VDD	1.8	3.6	V
	模拟电路工作电压范围 (不使用 USB 功能)	必须满足 VDDA=VDD	1.8	5.5	V
T_J	结温	$T_A=-40\sim+85^{\circ}\text{C}$	-40	105	$^{\circ}\text{C}$

表 3-2 FM2205 典型工作条件

注:

[1] 低温 (-40°C) 上电时, 上电复位电压阈值会升高, 为了保证可靠复位, 电源必须上升到 2.0V 以上才能开始工作。一旦上电过程完成, 芯片的最低工作电压由 BOR 下电阈值或 PDR 下电阈值决定。

[2] USB 限制芯片必须工作在不超过 3.6V 电源下。如果不使用 USB, 则电源范围最高支持到 5.5V。

3.4.2 功耗参数

芯片出厂时的功耗参数在环境温度下测试，高低温电流参数来自于特征参数提取。

测量功耗参数时，MCU 被配置为如下条件：

- 所有功能引脚被配置为 GPIO 模式，并且关闭输入和输出使能，避免引脚浮空漏电
- 除了特别声明的以外，所有外设被关闭，并停止工作时钟
- 常温下的最大功耗数据代表出厂时的测试上限标准
- 常温下的典型功耗数据代表大量样本分布的中心值
- 除非特别声明，所有功耗数据在 $VDD=VDDA=3.3V$ 的条件下测试获得

3.4.2.1 Active 模式功耗

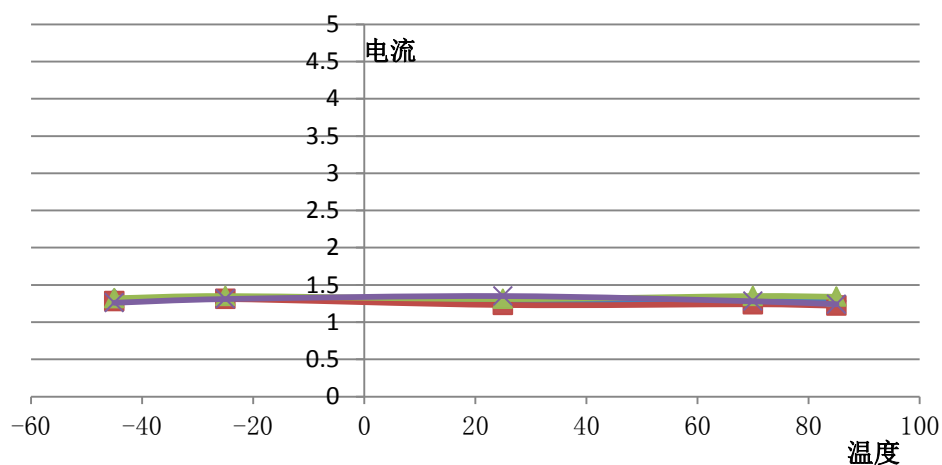
符号	参数说明	测试条件		参数值			单位
				最小值	典型值	最大值	
IDD _{RUN}	运行模式下的功耗，CPU 从 Flash 取指，Dhrystone	f _{AHB} =16MHz (RCHF) PLL off Flash 0 wait	TA=25℃	-	2.5	-	mA
			TA=85℃	-	2.5	-	
		f _{AHB} =24MHz (RCHF) PLL off Flash 0 wait	TA=25℃	-	3.6	-	mA
			TA=85℃	-	3.5	-	
		f _{AHB} =48MHz PLL on Flash 1 wait	TA=25℃	-	5.7	-	mA
			TA=85℃	-	5.65	-	
		f _{AHB} =64MHz PLL on Flash 2 wait	TA=25℃	-	6	-	mA
			TA=85℃	-	5.95	-	
		f _{AHB} =4MHz (RCMF) PLL off Flash 0 wait	TA=25℃	-	0.6	-	mA
			TA=85℃	-	0.6	-	

表 3-3 ACTIVE 电流参数

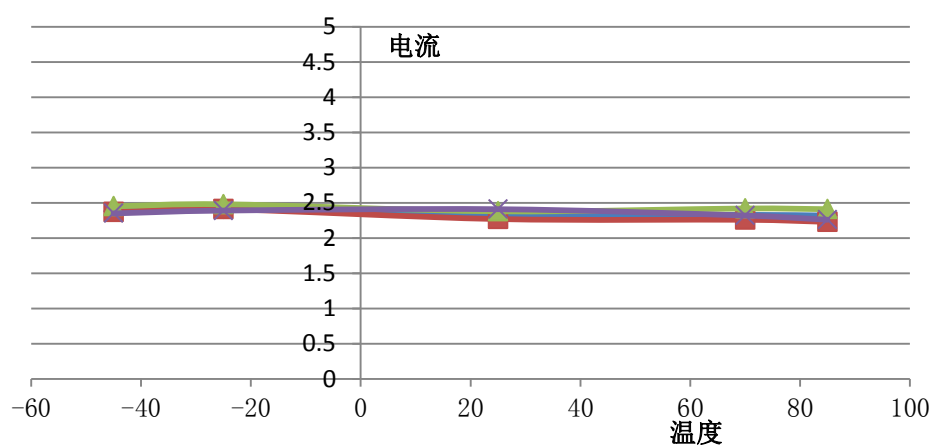
注：上表参数基于特征参数提取，不包含在量产测试中

典型功耗-温度曲线（基于特征参数提取，仅供设计参考）

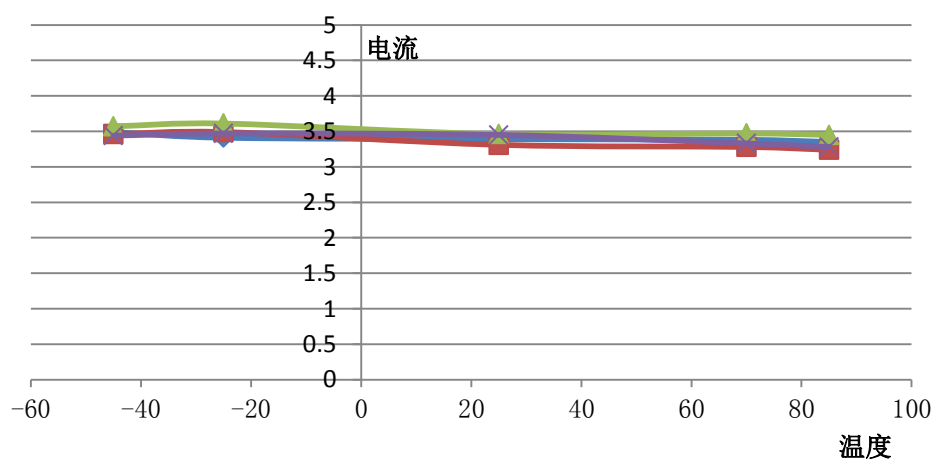
RCHF8M Dhrystone (mA)

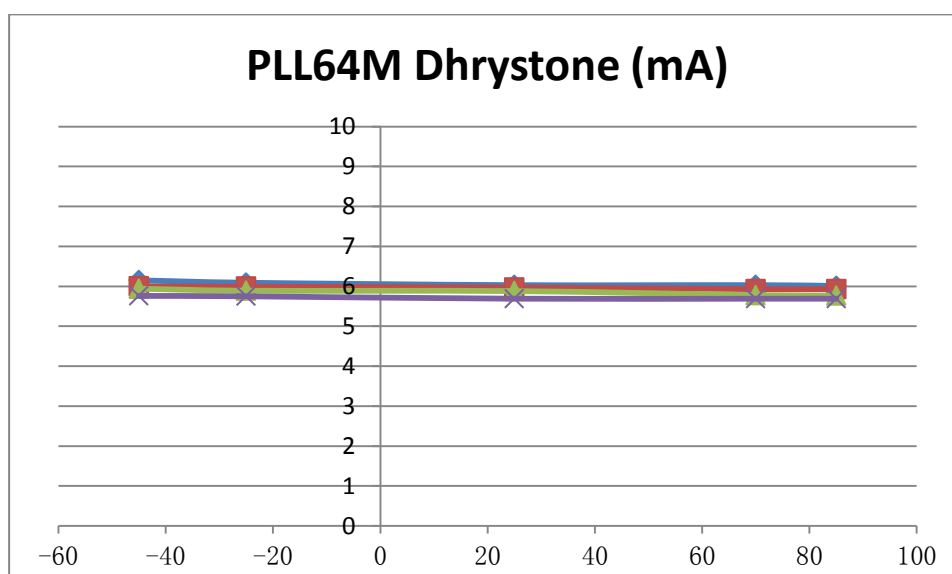
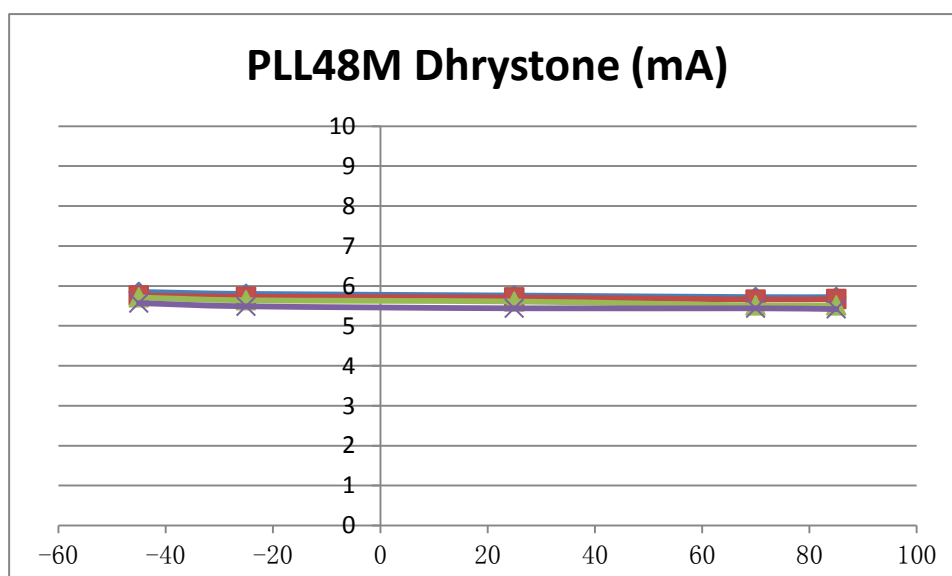
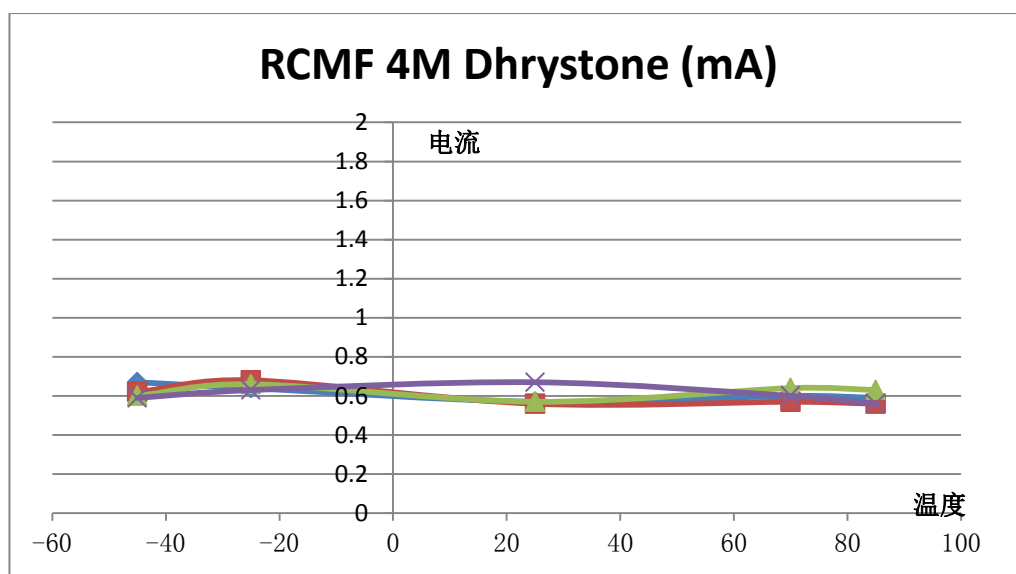


RCHF16M Dhrystone (mA)



RCHF24M Dhrystone (mA)



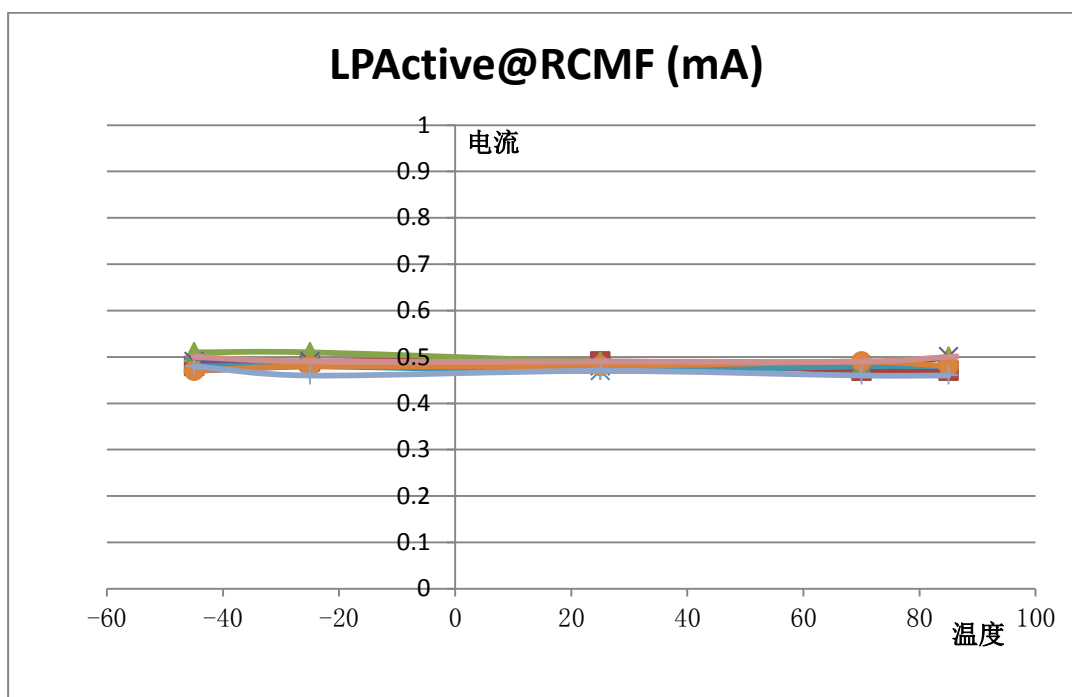


3.4.2.2 LP Active 模式功耗

符号	参数说明	测试条件		参数值			单位
				最小值	典型值	最大值	
IDD _{RUN}	LP Active 模式下的功耗，CPU 从 Flash 取指，Dhrystone	f _{AHB} =4MHz (RCMF) PLL, RCHF off Flash 0 wait	TA=25℃	-	0.5	-	mA
			TA=85℃	-	0.5	-	

表 3-4 LP ACTIVE 电流参数

典型功耗-温度曲线（基于特征参数提取，仅供设计参考）



3.4.3 复位和电源监控

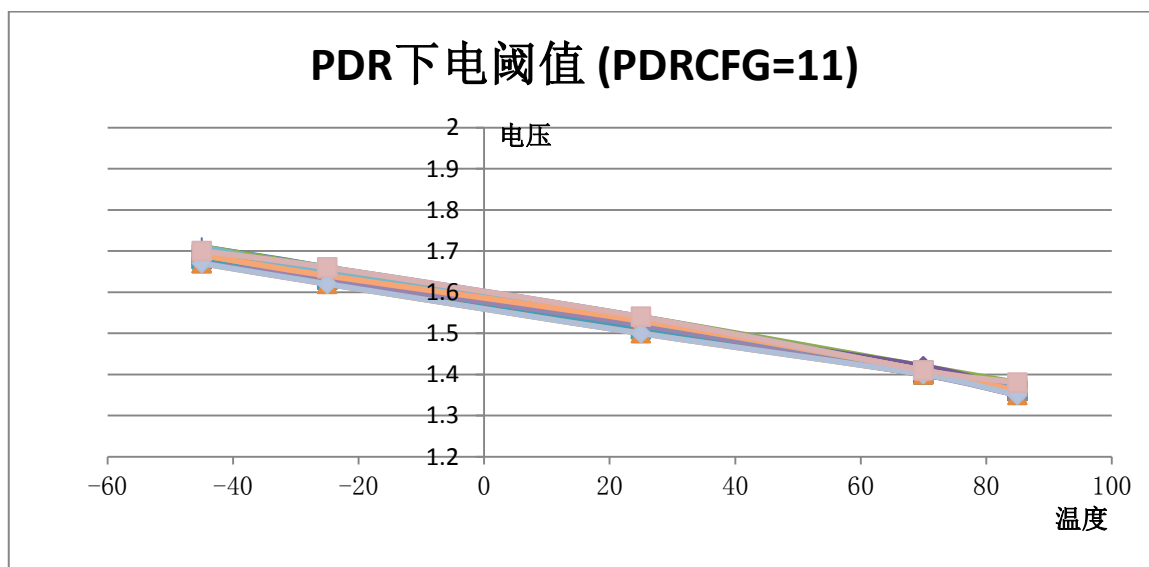
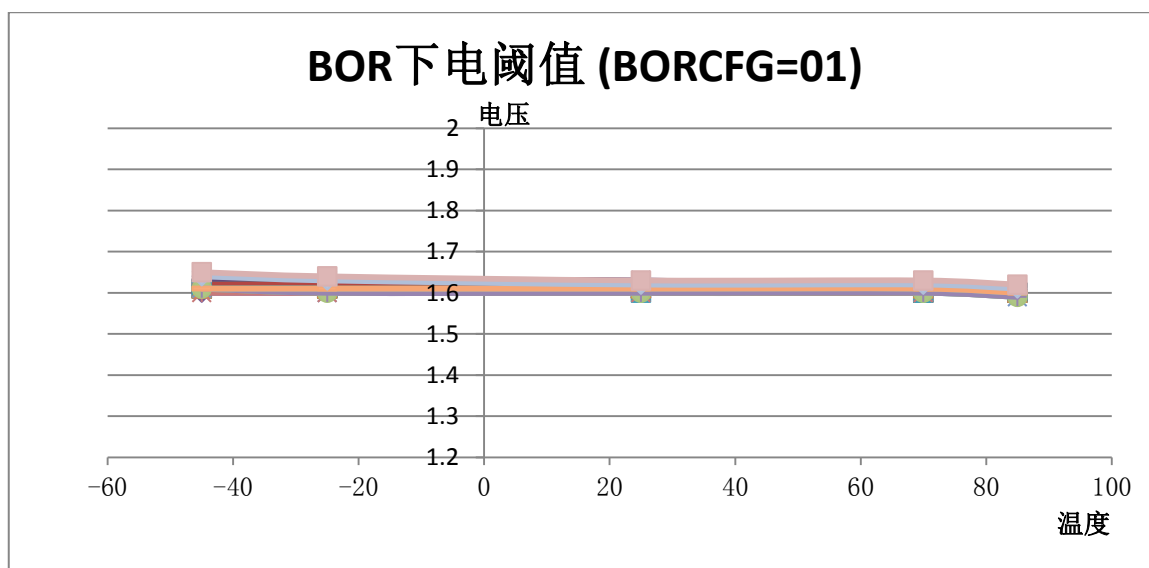
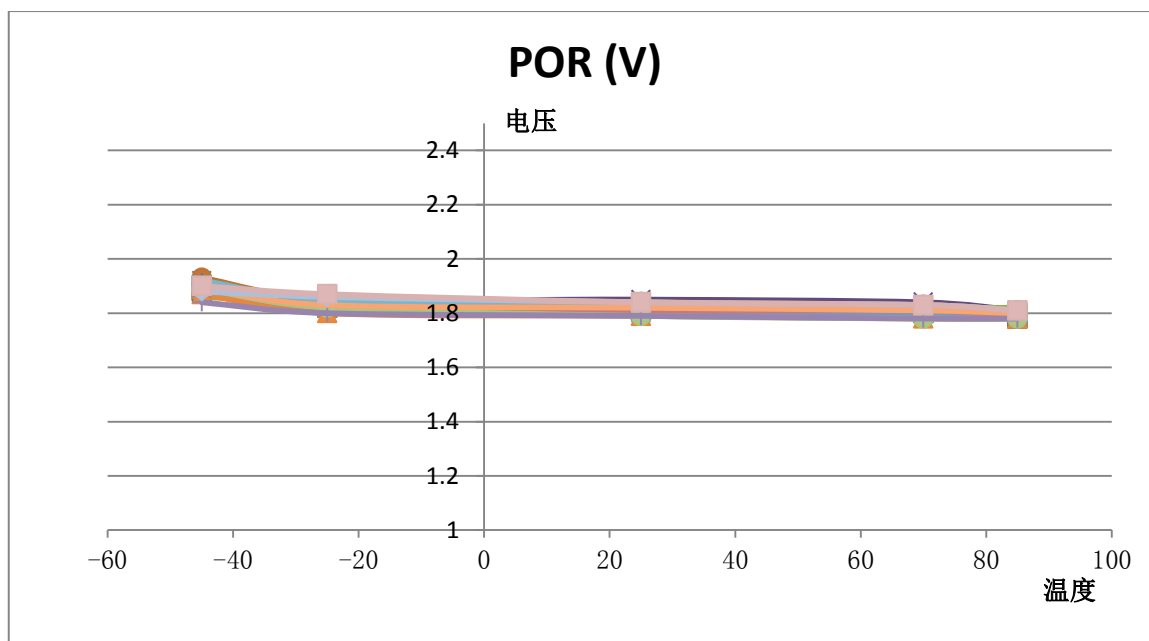
芯片的复位和电源监控参数如下表。

符号	参数说明	测试条件	参数值			单位
			最小值	典型值	最大值	
t _{VDD}	电源上升速度		2		∞	us/V
	电源下降速度	PDR	200		∞	us/V
		BOR	600		∞	us/V
T _{reset_del} ay	上电复位延迟时间			0.5		ms
T _{pdr_filter}	下电复位滤波时间			4		us
V _{POR}	上电复位电压		-	1.8	2.0	V
V _{BOR}	下电复位电压	BORCFG==2'b01	1.58	1.61	1.65	V
V _{PDR}	低功耗下电复位电压	PDRCFG==2'b11	1.34 (T _A =85 C)	1.52	1.72 (T _A =-4 0C)	V

符号	参数说明	测试条件		参数值			单位
				最小值	典型值	最大值	
I_{BOR}	BOR 功耗				1.2		uA
I_{PDR}	PDR 功耗				55		nA
V_{SVD}	电压监测阈值电平	SVD[3:0]=0000	Fall		1.800		V
			Rise		1.900		
		SVD[3:0]=0001	Fall		2.014		V
			Rise		2.114		
		SVD[3:0]=0010	Fall		2.229		V
			Rise		2.329		
		SVD[3:0]=0011	Fall		2.443		V
			Rise		2.543		
		SVD[3:0]=0100	Fall		2.657		V
			Rise		2.757		
		SVD[3:0]=0101	Fall		2.871		V
			Rise		2.971		
		SVD[3:0]=0110	Fall		3.086		V
			Rise		3.186		
		SVD[3:0]=0111	Fall		3.300		V
			Rise		3.400		
		SVD[3:0]=1000	Fall		3.514		V
			Rise		3.614		
		SVD[3:0]=1001	Fall		3.729		V
			Rise		3.829		
		SVD[3:0]=1010	Fall		3.943		V
			Rise		4.043		
		SVD[3:0]=1011	Fall		4.157		V
			Rise		4.257		
		SVD[3:0]=1100	Fall		4.371		V
			Rise		4.471		
		SVD[3:0]=1101	Fall		4.586		V
			Rise		4.686		
		SVD[3:0]=1110	Fall		4.800		V
			Rise		4.900		
		SVD[3:0]=1111	Fall		TBD		V
			Rise		TBD		

表 3-5 复位和电源监控参数

上电复位释放阈值-温度曲线（基于特征参数提取，仅供设计参考）



3.4.4 高精度基准源

芯片内建高精度基准电压源，为 ADC 和 OPA 提供高精度、高稳定性的参考电压。

芯片出厂时，复旦微电子会在特定的电源电压和温度下，使用片内 ADC 采样基准源输出，并将转换结果保存在芯片的 NVR 中，用户应用中可以将这个转换值作为参考基准使用。

符号	参数说明	总线地址
REF_CAL	ADC 对 VREF 输出的转换值 测试条件： $T_A=30\pm 1^{\circ}\text{C}$ $VDDA=3V\pm 10\text{mV}$	0x1FFF_FB08 低半字保存 ADC 对 VREF 的转换值，高半字为低半字的反码校验
REF_RAW	VREF 输出的电压值 测试条件： $T_A=30\pm 1^{\circ}\text{C}$ $VDDA=3V\pm 10\text{mV}$	0x1FFF_FB0C 低半字保存 VREF1p2 的实际电压值，高半字为低半字的反码校验 REF_RAW=VREF1p2 * 10000

高精度基准源主要参数：

符号	参数说明	测试条件	参数值			单位
			最小值	典型值	最大值	
V_{REF}	基准源输出电压 ^[1]	$-40^{\circ}\text{C}\leq T_A\leq 85^{\circ}\text{C}$	1.19	1.202	1.213	V
T_{setup}	内部基准源建立时间	-	-	1	1.4	ms
$V_{\text{VREF_M EAS}}$	出厂时测量转换 VREF 的 VDDA 电压	-	2.99	3	3.01	V
T_{coeff}	内部基准源温度系数	$-40^{\circ}\text{C}\leq T_A\leq 85^{\circ}\text{C}$ $VDDA=3.3V$		25	85	ppm/ $^{\circ}\text{C}$
$T_{\text{S_VREF}}$	ADC 测量 VREF 时的采样时间	预先使能 VREF Buffer	10			us
$T_{\text{ADC_BU F}}$	VREF buffer 使能后输出完全建立的延迟 ^[1]	$VDDA=3.3V$ ADC 采样值稳定到 1LSB			100	us
I_{REF}	基准源工作电流 ^[2]	$T_A = 25^{\circ}\text{C}$ $VDDA=3.3V$	PTAT_EN=0	1.8		uA
			PTAT_EN=1	2.6		

表 3-6 高精度基准源参数

注：

[1] 基于特征参数提取，不包含在量产测试中

[2] 基于电路仿真

3.4.5 内部时钟源特性

内部高频 RC 振荡器

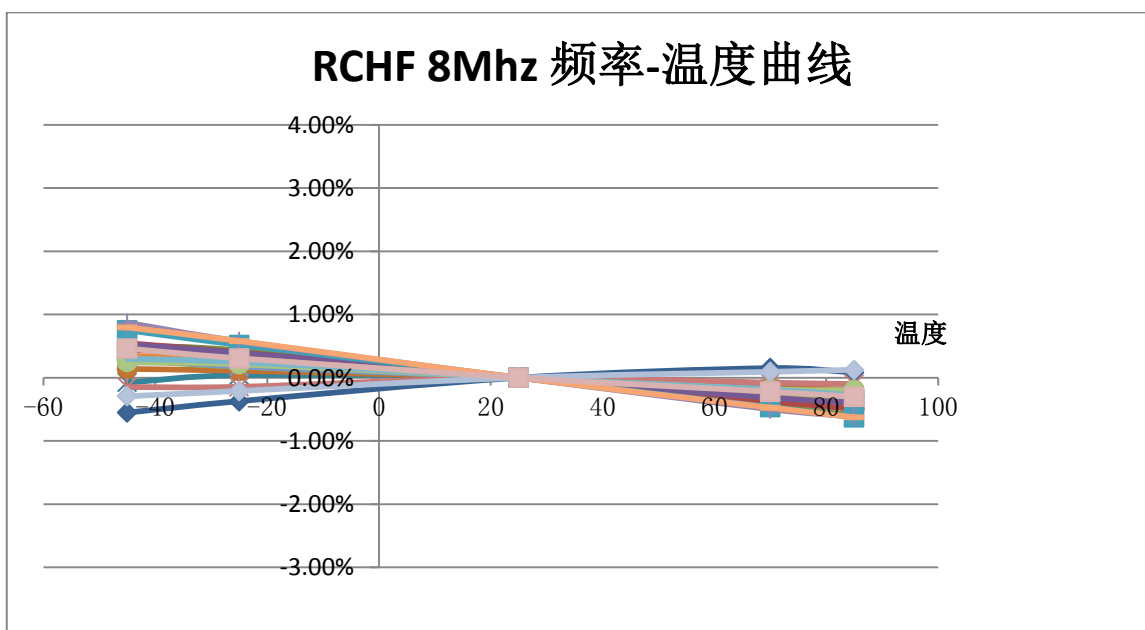
符号	参数说明	测试条件		参数值			单位
				最小值	典型值	最大值	
$f_{\text{RCHF}}^{[1]}$	RCHF 振荡频率	VDD=1.8~5.5V	FSEL==2'b00	7.92	8	8.08	MHz
			FSEL==2'b01	15.84	16	16.16	
			FSEL==2'b10	23.76	24	24.24	
			FSEL==2'b11		RFU		
$\text{ACC}_{\text{RCHF}}^{[2]}$	全温区 RCHF 变化范围	VDD=1.8~5.5V	FSEL==2'b00 T=-40~+85℃	-1	-	1	%
			FSEL==2'b01 T=-40~+85℃	-2	-	2	%
			FSEL==2'b10 T=-40~+85℃	-3	-	3	%

表 3-7 内部高频 RC 振荡器参数

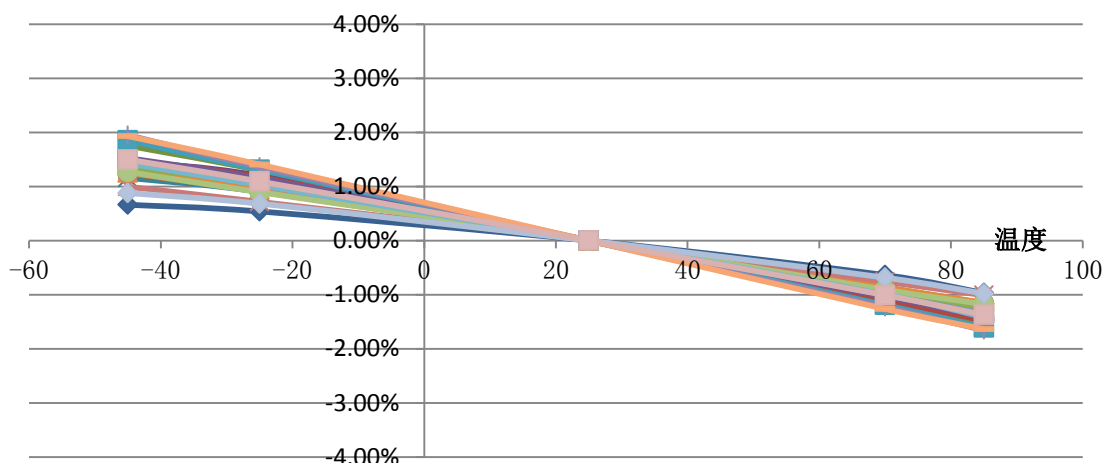
[注1]: 此项指标由量产测试保证

[注2]: 此项指标基于特征参数提取

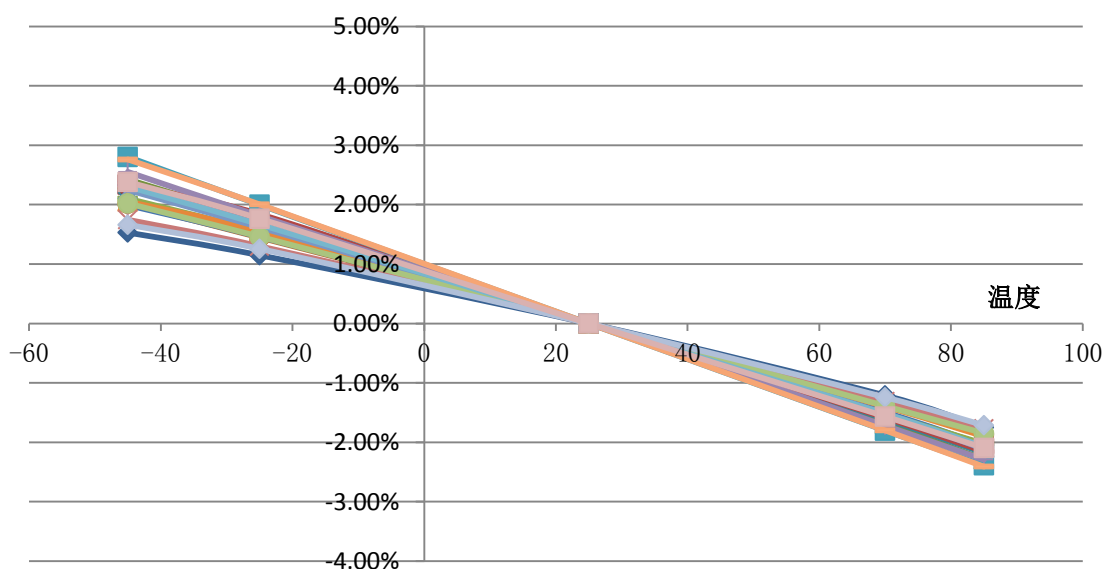
典型 RCHF 各档位频率-温度变化曲线（基于特征参数提取，仅供设计参考）



RCHF 16Mhz 频率-温度曲线



RCHF 24Mhz 频率-温度曲线



注：通过结合温度传感器，在不同温度范围内做一个简单的软件修调，通常情况下可以使 RCHF 16Mhz 实现全温区 $\pm 1\%$ 的精度要求，以及 RCHF 24Khz 实现全温区 $\pm 1.5\%$ 的精度要求。关于参考例程和使用方法，请咨询复旦微电子有限公司。

内部中频 RC 振荡器

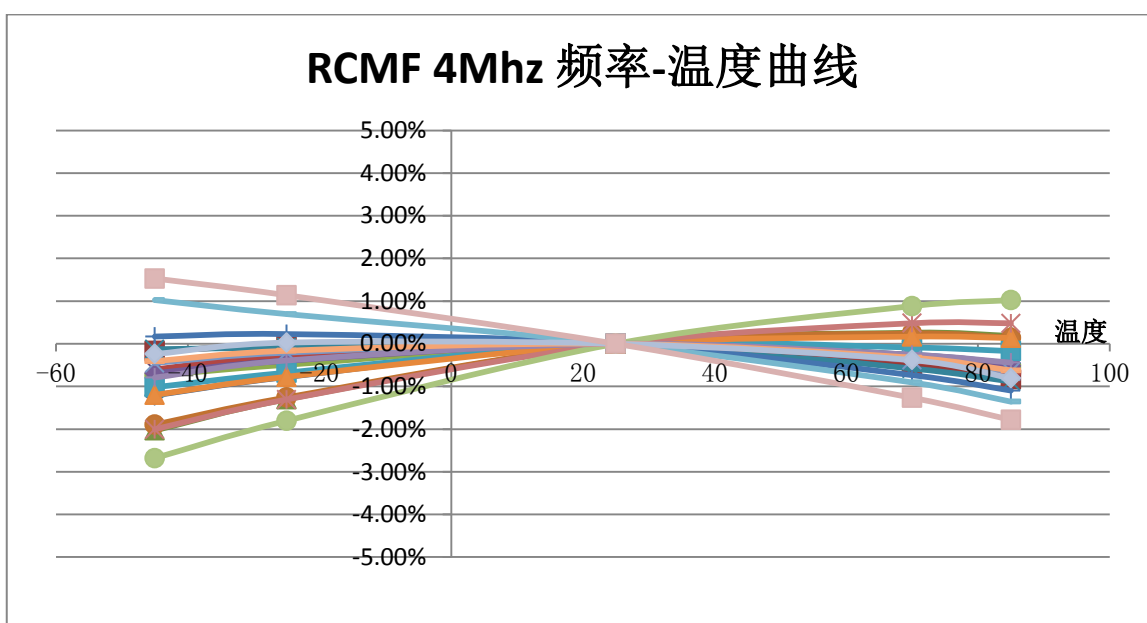
符号	参数说明	测试条件	参数值			单位
			最小值	典型值	最大值	
f_{RCMF}	RCMF 低功耗振荡频率	VDD=1.8~5.5V T=25°C	3.6	4	4.4	MHz

符号	参数说明	测试条件	参数值			单位
			最小值	典型值	最大值	
I_{DD_RCMF}	RCMF 功耗	VDD=1.8~5.5V TA=25℃		20		uA
t_{START}	RCMF 启动时间				10	us
$ACC_{RCMF}^{[2]}$	全温区 RCMF 变化范围	VDD=1.8~5.5V TA=-40~+85℃	-3	-	3	%

表 3-8 内部 RC 振荡器参数

[注2]: 此项指标基于特征参数提取

典型 RCMF 频率-温度变化曲线（基于特征参数提取，仅供设计参考）

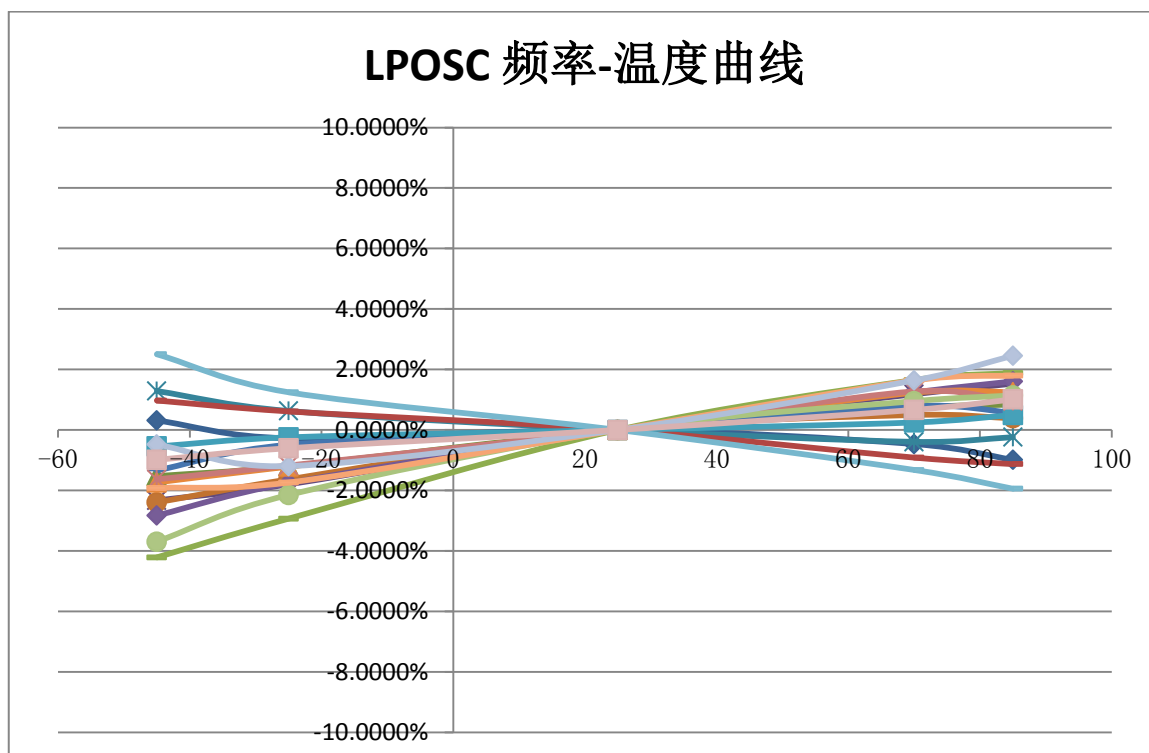


内部低频 RC 振荡器

符号	参数说明	测试条件	参数值			单位
			最小值	典型值	最大值	
F_{LPOSC}	LPOSC 低功耗振荡频率	VDD=1.8~5.5V T=25℃		32		KHz
I_{DD_LPOSC}	LPOSC 功耗	VDD=1.8~5.5V T=25℃		450		nA
t_{START}	LPOSC 启动时间			50	100	us
$ACC_{RCMF}^{[2]}$	全温区 LPOSC 变化范围	VDD=1.8~5.5V TA=-40~+85℃	-6	-	4	%

表 3-9 内部低频 RC 振荡器参数

典型 LPOSC 频率-温度变化曲线（基于特征参数提取，仅供设计参考）



3.4.6 PLL 特性

符号	参数说明	测试条件	参数值			单位
			最小值	典型值	最大值	
F_{PLL}	PLL 输出频率	VDD=1.8~5.5V T=25°C	32		64	MHz
I_{DD_PLL}	PLL 功耗	输入频率 1Mhz，输出频率 32Mhz		330		uA
		输入频率 1Mhz，输出频率 64Mhz		450		
t_{LOCK}	PLL 锁定时间			65		us

表 3-10 PLL 参数

3.4.7 ADC 特性

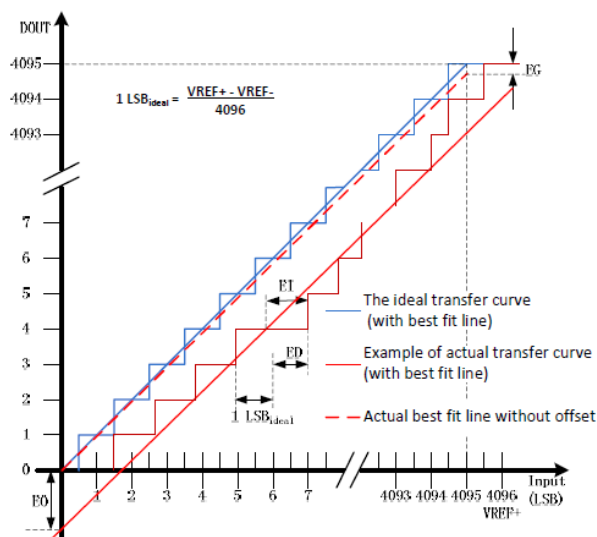
3.4.7.1 性能指标

符号	参数说明	测试条件		参数值			单位
				最小值	典型值	最大值	
VDDA	工作电压范围			1.8		5.5	V
VREF+	正参考电压			1.5		VDDA	V
VREF-	负参考电压			0		0.5	V
T _J	工作结温范围			-40		125	°C
V _{AIN}	输入电压范围	单端模式		VREF-		VREF+	V
C _s	采样保持电容				12.8		pF
F _{CLK}	ADC 工作时钟频率					16	MHz
F _S	ADC 采样频率	VDDA=2.5~5.5V				1	MSPS
		VDDA=1.8~2.5V				0.5	
T _{SAMP}	采样保持时间			4		384	F _{ADCCLK}
T _{CONV}	转换时间				12		F _{ADCCLK}
I _{VDDA}	ADC 使能时 VDDA 功耗	VDDA=3.3V	Fs=1Msps		2		mA
			Fs=250Ksps		1.8		
		VDDA=5V	Fs=1Msps		2.7		
			Fs=250Ksps		2.4		
ADC 动态性能							
ENOB	有效位数与输入信号频率的关系 VDDA=3.3V VREF+=VDDA F _S =1MSPS T _A =25°C	单端模式 F _{AIN} =29KHz			10.9		bits
		单端模式 F _{AIN} =199KHz			9		bits
	有效位数与工作电压的关系 VREF+=VDDA F _{AIN} =29KHz T _A =25°C	VDDA=5.0V F _S =1MSPS			11.1		bits
		VDDA=3.3V F _S =1MSPS			10.9		bits
		VDDA=2.7V F _S =1MSPS			10.7		bits
		VDDA=2.5V F _S =1MSPS			10.5		bits
		VDDA=1.8V F _S =0.5MSPS			10.8		bits
	低电源电压下采样低频信号输入 VREF+=VDDA F _{AIN} =3KHz T _A =25°C	VDDA=1.8V F _S =1MSPS			10.5		bits
	256 倍硬件过采样平均 VDDA=3.3V VREF+=VDDA F _S =1MSPS T _A =25°C	单端模式 F _{AIN} =29KHz			12.6		bits

符号	参数说明	测试条件	参数值			单位
			最小值	典型值	最大值	
SNDR	信噪失真比	VDDA=3.3V VREF+=VDDA F _S =1Msps F _{AIN} =29KHz T _A =25℃		66.5		dB
		256 倍硬件过采样平均 VDDA=3.3V VREF+=VDDA F _S =1Msps F _{AIN} =29KHz T _A =25℃		77		
SFDR	无杂散动态范围	VDDA=3.3V VREF+=VDDA F _S =1Msps F _{AIN} =29KHz T _A =25℃		73		dB
		256 倍硬件过采样平均 VDDA=3.3V VREF+=VDDA F _S =1Msps F _{AIN} =29KHz T _A =25℃		85.3		
ADC 静态性能						
ED	差分非线性	VDDA=3.3V VREF+=VDDA F _S =1Msps T _A =25℃	-1	-	2	LSB
		VDDA=1.8V VREF+=VDDA F _S =0.5Msps T _A =25℃	-1	-	3	
EI	积分非线性	VDDA=3.3V VREF+=VDDA F _S =1Msps T _A =25℃	-2	-	2	LSB
		VDDA=1.8V VREF+=VDDA F _S =0.5Msps T _A =25℃	-3	-	3	
EO	失调误差	VDDA=3.3V VREF+=VDDA F _S =1Msps T _A =25℃	-5	-	5	LSB
EG	增益误差	F _S =1Msps T _A =25℃	-	4	10	LSB

表 3-11 ADC 参数

ADC 静态性能指标示意图:



3.4.7.2 输入通道阻抗

下图表示了 ADC 输入通道的阻抗分布。

- ADC_Inx 表示快速外部通道 0~7
- ADC_Iny 表示慢速外部通道 8~11
- R_{IO} 表示引脚输入开关阻抗, R_{ADC1} 和 R_{ADC2} 表示 ADC 输入快速通道阻抗和慢速通道阻抗
- C_S 表示 ADC 内部采样电容, 典型值 12.8pF
- 阻抗参数参见后续表格

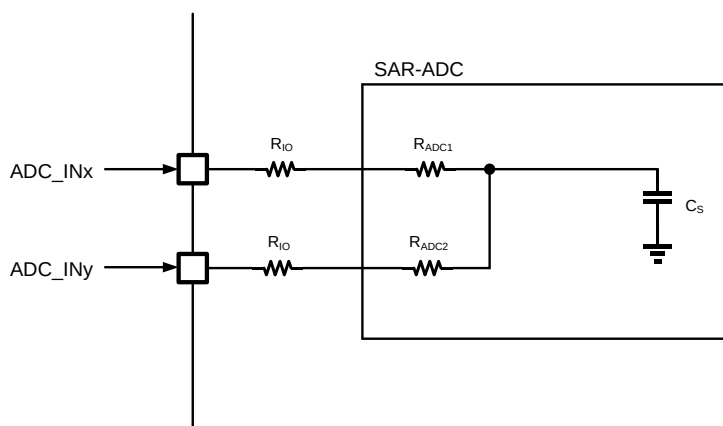


图 3-2 ADC 通道输入阻抗

3.4.7.3 采样时间

ADC 输入信号采样时间最小值由被采样的模拟信号源内阻、信号输入通道阻抗、引脚寄生电容、采样电容共同决定。

ADC 采样外部输入信号的最小采样时间要求根据下式计算：

$$T_{\text{samp}} = \ln\left(\frac{2^n}{SA}\right) \times (R_{\text{AIN}} + R_{\text{ADC}} + R_{\text{IO}}) \times C_{\text{ADC}}$$

其中 $n=12$, $SA=0.25\text{LSB}$ (指采样电容上的电压建立到被采样信号电平的 0.25LSB 误差以内), R_{AIN} 表示被采样信号源内阻, R_{IO} 表示输入 IO 阻抗, R_{ADC} 表示 ADC 输入通道阻抗, C_{ADC} 表示 ADC 采样电容。其中 R_{IO} 为 100Ω 。

R_{ADC} 受电源电压、温度和输入信号幅度影响, 在输入信号为 $V_{\text{DDA}}/2$ 时开关阻抗最大。以下表格提供了在不同电源、温度条件下, 输入信号为 $V_{\text{DDA}}/2$ 时的 R_{ADC} 参数, 用户可以根据这些参数以及信号源特性, 计算所需的最小采样时间。

符号	VDDA	温度	参数值			单位
			最小值	典型值	最大值	
快速通道, ADC_IN0~7, 输入信号电平 VDDA/2						
R _{ADC}	5V	25C	-	448	573	Ω
		85C	-	493	633	
		-40C	-	406	515	
	3.3V	25C	-	545	720	
		85C	-	605	802	
		-40C	-	485	638	
	1.8V	25C	-	1210	1935	
		85C	-	1241	1931	
		-40C	-	1187	2036	
快速通道, ADC_IN8~11, 输入信号电平 VDDA/2						
R _{ADC}	5V	25C	-	531	678	Ω
		85C	-	587	753	
		-40C	-	477	604	
	3.3V	25C	-	673	893	
		85C	-	747	992	
		-40C	-	597	790	
	1.8V	25C	-	1657	2708	
		85C	-	1663	2632	
		-40C	-	1665	2925	

表 3-12 ADC 输入阻抗

采样时间计算示例:

- 1) 假设采用快速通道采样一个信号源, 信号源内阻为 $1\text{K}\Omega$, 工作电源 $V_{\text{DDA}}=3.3\text{V}$, 工作温度 25C , 则根据 T_{samp} 公式, 建议的最小采样时间为 226ns 。如果 ADC 工作时钟是 16Mhz , 相当于采样时间配置应大于 4 个 ADC 时钟。
- 2) 假设采用慢速通道采样一个信号源, 信号源内阻为 $100\text{K}\Omega$, 工作电源 $V_{\text{DDA}}=3.3\text{V}$, 工作温度 85C , 则根据 T_{samp} 公式, 建议的最小采样时间为 $12.56\mu\text{s}$ 。如果 ADC 工作时钟是 8Mhz , 相当于采样时间配置应大于 128 个 ADC 时钟。

3.4.8 温度传感器

芯片出厂时经过温度定标，定标条件是 $VDDA=3.0V$ ， $T_A=30\pm 1^{\circ}C$ 。在此条件下，使用 ADC 采样并转换温度传感器输出电压，将转换结果保存在 Flash 指定地址。

符号	参数说明	测试条件	数据保存地址
TS_CAL1	温度传感器标定值 1	$VDDA=3.0V \pm 10mV$ ， $T_A=30\pm 1^{\circ}C$	0x1FFF_FA90 高半字保存 ADC 数据 低半字为定标温度，0x1E00 表示 $30^{\circ}C$

注：根据 TS_CAL1 的数值，可以计算温度定标时温度传感器在 $30^{\circ}C$ 下的输出电压绝对值。

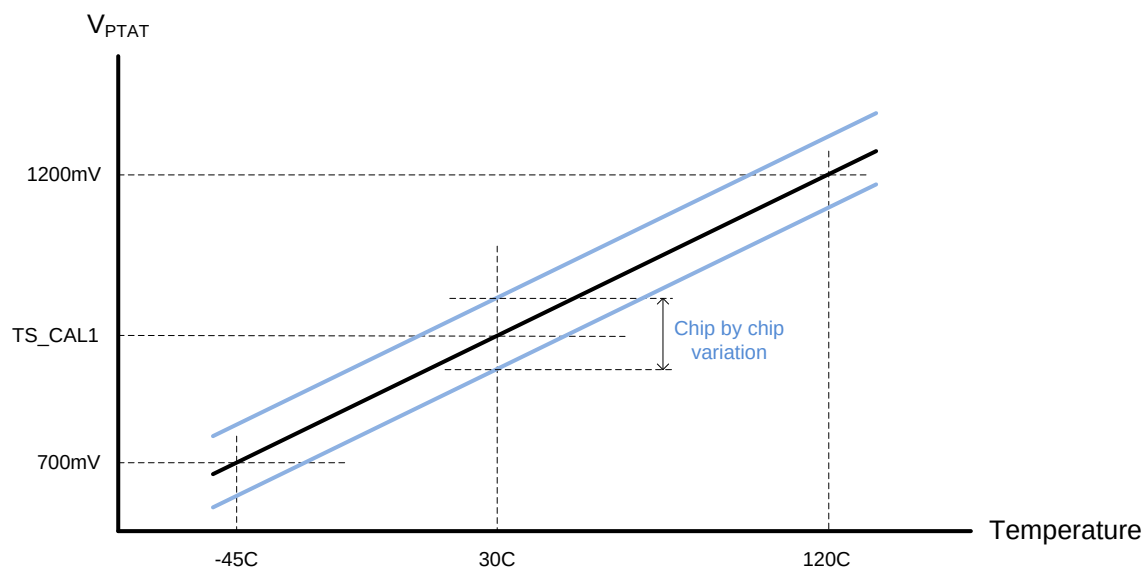
符号	参数说明	测试条件		参数值			单位
				最小值	典型值	最大值	
Reso	分辨率 ^[1]	VDDA=VREF+=5V			2.4		LSB/°C
		VDDA=VREF+=3V			3.7		
Slope	输出斜率 ^[1]	T _A =-40~+85° C VDDA=1.8~5.5V			3.06		mV/°C
V _{PTAT}	温度传感器输出电压绝对值	VDDA=1.8~5.5V	T _A =30° C	900	930	960	mV
			T _A =85° C	1075	1105	1135	
			T _A =-40° C	675	705	730	
Linerity	全温区线性度 ^[1]			-	+/-1	+/-2	°C
I _{DDA}	温度传感器功耗（不含ADC） ^[2]	VDDA=3.3V			0.8		uA
t _{START}	温度传感器启动时间，包含输出 buffer 建立时间 ^[2]	VREF1p2 已经使能，置位 PTAT_EN 寄存器、VPTATBUFFER_OUTEN、VPTATBUFFER_EN				50	us
		VREF1p2 未使能				1.4	ms
t _{SAMPLE}	ADC 采样温度传感器输出时要求的采样时间 ^[2]			10	-	-	us

表 3-13 温度传感器参数

[1] 基于特征参数提取

[2] 基于电路设计仿真

温度传感器输出曲线示意图如下。



温度传感器输出电压只和芯片基底温度有关，而与芯片当前工作电源电压无关。

3.4.9 高频 PGA 特性

芯片内置高频可编程增益放大器（PGA），用来放大高频信号。

符号	参数说明	测试条件	参数值			单位
			最小值	典型值	最大值	
VDDAF	工作电压范围		1.35	1.5	1.65	V
I _B	模块工作电流	VDDAF=1.5V, 高电流档	-	9.0		mA
		VDDAF=1.5V, 低电流档	-	4.5		
GBW	单位增益带宽	VDDAF=1.5V, 高电流档		540		MHz
		VDDAF=1.5V, 低电流档		310		
PM	相位裕度	VDDAF=1.5V	45	73		°
HSA_G AIN	高频 PGA 增益	HSA_GAIN[1:0]=00		10		倍
		HSA_GAIN[1:0]=01		20		
		HSA_GAIN[1:0]=10		30		
		HSA_GAIN[1:0]=11		40		

表 3-14 高频 PGA 参数

3.4.10 高速比较器特性

符号	参数说明	测试条件	参数值			单位
			最小值	典型值	最大值	
VDDAF	工作电压范围		1.35	1.5	1.65	V
I	模块工作电流	VDDAF=1.5V		1		mA
Gain	比较器增益	VDDAF=1.5V	48	52	55	dB
BW	比较器 3dB 带宽	VDDAF=1.5V		40		MHz
HSC_WI N	高速比较器窗口	HSA_GAIN[3:0]=0000		10		mV
		HSA_GAIN[1:0]=0001		20		
		HSA_GAIN[1:0]=0010		30		
		HSA_GAIN[1:0]=0011		40		
		HSA_GAIN[3:0]=0100		50		
		HSA_GAIN[1:0]=0101		60		
		HSA_GAIN[1:0]=0110		70		
		HSA_GAIN[1:0]=0111		80		
		HSA_GAIN[3:0]=1000		90		
		HSA_GAIN[1:0]=1001		100		
		HSA_GAIN[1:0]=1010		110		
		HSA_GAIN[1:0]=1011		120		
		HSA_GAIN[3:0]=1100		130		
		HSA_GAIN[1:0]=1101		140		
		HSA_GAIN[1:0]=1110		150		
		HSA_GAIN[1:0]=1111		160		

表 3-15 高速比较器参数

3.4.11 运算放大器特性

放大器模式（T_A=25° C）

符号	参数说明	测试条件		参数值			单位
				最小值	典型值	最大值	
VDDA	工作电压范围			2	-	5.5	V
CMIR	共模输入范围			0.1	-	VDDA-0.1	V
V _{Ioffset}	输入 offset 电压	VDDA=3.3V 0.3V<VCM<3V		-	+/-1	+/-3	mV
I _B	输入偏置电流	VDDA=3.3V		-	0.5	1	nA
I _{OS}	输入失调电流	VDDA=3.3V		-	-	+/-10	pA
TRIMS TEP_P	低共模输入电压 offset trim 步长	VDDA=3.3V VCM=0.82V			1.2		mV
TRIMS TEP_N	高共模输入电压 offset trim 步长	VDDA=3.3V VCM=2.48V			1.1		
I _{LOAD}	驱动电流(Buffer 模式) 阻性 4Kohm	VDDA=2V			400		uA
		VDDA=3.3V			700		
		VDDA=5V			1100		
C _{LOAD}	容性负载					50	pF
CMRR	共模抑制比	VDDA=3.3V VCM=VDDA/2			80		dB
PSRR	电源抑制比	1.8V<VDDA<5V			80		dB
GBW	单位增益带宽	VDDA=3.3V	1V<VCM<2.4V		6000		KHz
			VCM<=0.5V VCM>=3V		1000		KHz
SR	Slew Rate (输出电压变化范围 是 10%到 90%)	VDDA=3.3V			1.5		V/us
		VDDA=2.0V			1.2		
		VDDA=5.0V			2.0		
AO	开环增益	VDDA=3.3V			74	90	dB
V _{OHSAT}	高饱和电压 (Buffer 模式)	R _{load} =4K 输入为 VDDA	VDDA=2.0V		VDDA-350		mV
			VDDA=3.3V		VDDA-400		
			VDDA=5.0V		VDDA-550		
V _{OLSAT}	低饱和电压 (Buffer 模式)	R _{load} =4K 输入为 0	VDDA=2.0V		170		mV
			VDDA=3.3V		220		
			VDDA=5.0V		280		
Phi	相位裕度	C _L =50pF, R _L =4Kohm			52		°
GM	增益裕度				10		dB
t _{START}	启动时间	Buffer 模式 2.0V<=VDDA<=5.5V			2		us
PGA gain	PGA 增益 (OPA1)				2		
					4		
					8		
					16		
PGA error	PGA 增益误差	Gain=2		-3	-	3	%
		Gain=4		-5	-	5	
		Gain=8		-5	-	5	

符号	参数说明	测试条件	参数值			单位
			最小值	典型值	最大值	
		Gain=16	-7	-	7	
PGA BW	PGA 带宽	Gain=2		GBW/2		
		Gain=4		GBW/4		
		Gain=8		GBW/8		
		Gain=16		GBW/16		
I _{DDA}	功耗	VDDA=3.3V, VCM=VDDA/2		120		uA
		VDDA=3.3V, VCM=0		70		
		VDDA=3.3V, VCM=VDDA		60		

表 3-16 OPA 参数

3.4.12 模拟比较器特性

符号	参数说明	测试条件	参数值			单位
			最小值	典型值	最大值	
V _{Icomp1}	比较器 1 输入电压范围		0	-	VDDA	V
V _{Icomp2}	比较器 2 输入电压范围		0	-	VDDA	V
I _{comp1}	比较器 1 工作电流	VDD=3.3V T _A =25° C	-	1.75	2	uA
I _{comp2}	比较器 2 工作电流	VDD=3.3V T _A =25° C	-	1.5	2	uA
T _{setup1}	比较器 1 建立时间	VDD=3.3V	-	8	12	us
T _{setup2}	比较器 2 建立时间	VDD=3.3V	-	8	12	us
T _{propagation1}	比较器 1 传播延迟	VDD=3.3V 200mV step, 100mV overdrive	-	0.6	1	us
T _{propagation2}	比较器 2 传播延迟	VDD=3.3V 200mV step, 100mV overdrive	-	0.6	1	us
V _{offset}	输入失调电压		-	-	±10	mV

表 3-17 模拟比较器参数

3.4.13 Flash 存储器特性

符号	参数说明	测试条件	参数值			单位
			最小值	典型值	最大值	
	Flash size		128K	-	256K	bytes
T _{PROG}	32bits Program Time			25		μs
T _{ERASE}	Sector/Page Erase			2		ms
	Chip Erase			8		ms
N _{ED}	Endurance		20,000	100,000		Erase/Wri te cycles
T _{DR}	Data Retention	T _A =85℃ After 20K cycling	10			yrs

表 3-18 Flash 参数

3.4.14 GPIO 特性

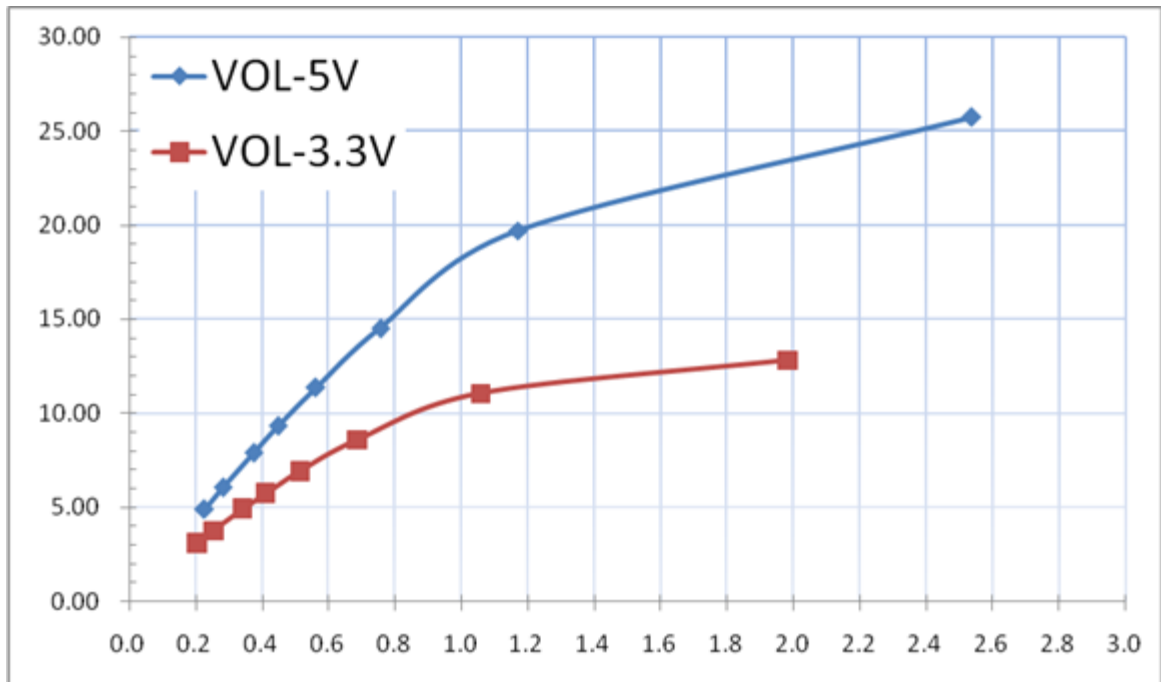
普通 IO

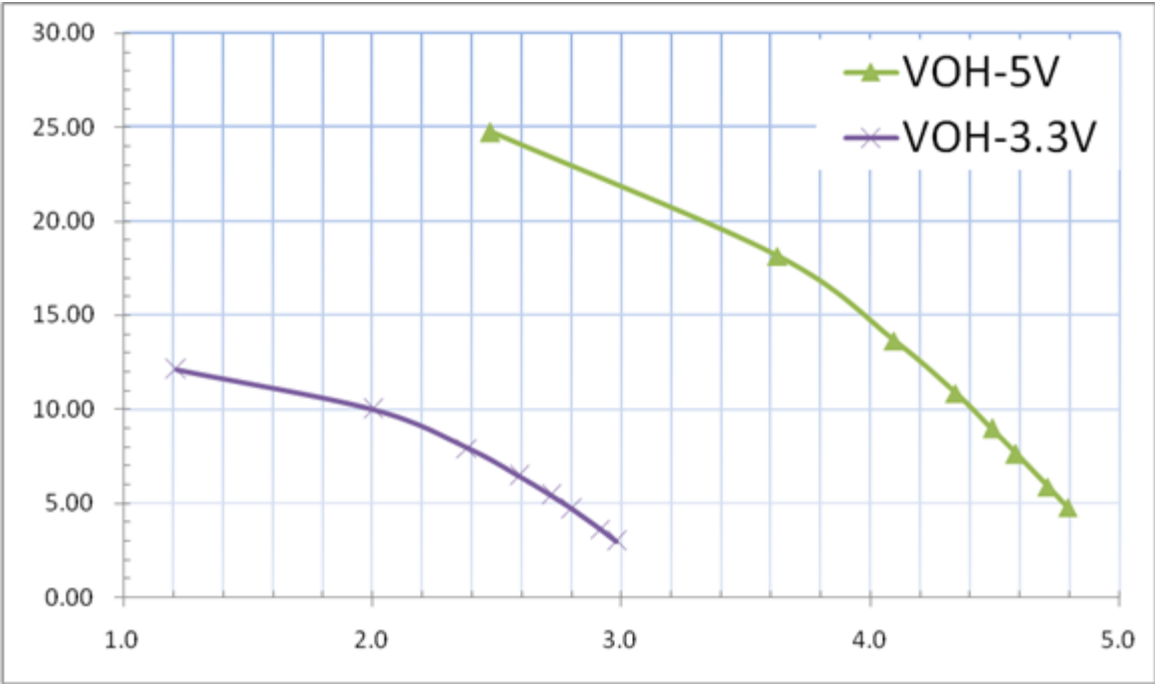
符号	参数说明	测试条件	参数值			单位
			最小值	典型值	最大值	
V_{IL}	输入低电平		0		$0.3V_{DD}$	V
V_{IH}	输入高电平		$0.7V_{DD}$		V_{DD}	V
I_{IL}	输入低漏电	$V_{IL}=0V$	-1		1	μA
I_{IH}	输入高漏电	$V_{IH}=3.3V$	-1		1	μA
V_{OL}	输出低电平	$V_{DD}=3.3V$		$I_{SINK}=5mA$	0.35	V
				$I_{SINK}=10mA$	0.9	
		$V_{DD}=5V$		$I_{SINK}=10mA$	0.5	
				$I_{SINK}=15mA$	0.8	
V_{OH}	输出高电平	$V_{DD}=3.3V$		$I_{SOURCE}=5mA$	2.8	V
				$I_{SOURCE}=10mA$	2	
		$V_{DD}=5V$		$I_{SOURCE}=10mA$	4.4	
				$I_{SOURCE}=15mA$	3.95	
R_{PU}	弱上拉电阻			100		K Ω

表 3-19 普通 I/O 参数

典型 IO 驱动能力曲线（基于特征参数提取，仅供设计参考）

注：以下图形中，Y 轴单位是 mA，X 轴单位是 V，两条曲线分别代表 5V 和 3.3V 供电下的驱动能力





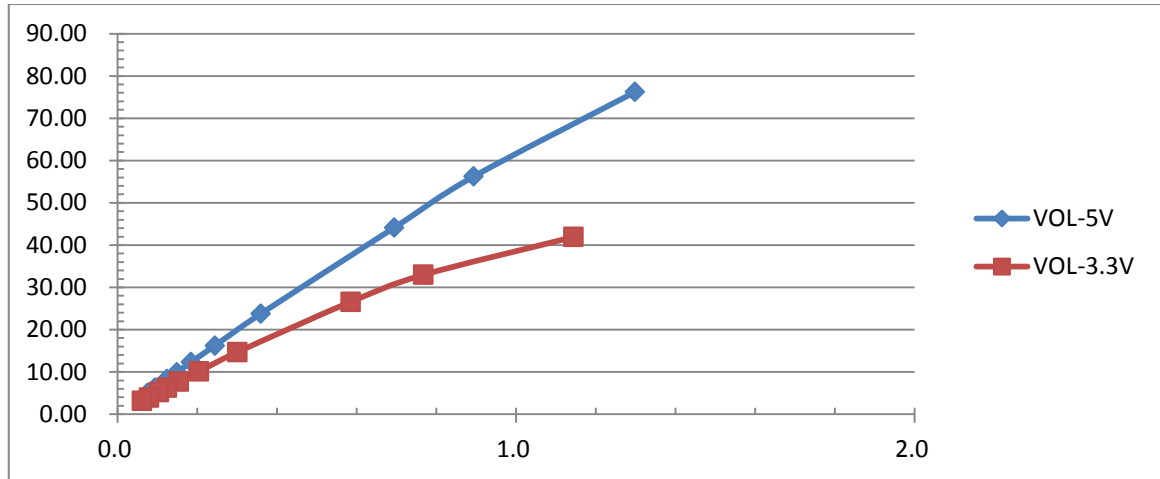
真开漏 IO（PA11、PA12）

符号	参数说明	测试条件	参数值			单位
			最小值	典型值	最大值	
V_{IL}	输入低电平		0		$0.3V_{DD}$	V
V_{IH}	输入高电平		$0.7V_{DD}$		V_{DD}	V
I_{IL}	输入低漏电	$V_{IL}=0V$	-1			μA
I_{IH}	输入高漏电	$V_{IH}=3.3V$			1	μA
V_{OL}	输出低电平	$V_{DD}=3.3V$ $I_{SINK}=20mA$		0.42		V
		$V_{DD}=5V$ $I_{SINK}=20mA$		0.3		
V_{OH}	输出高电平		NA			V
R_{PU}	弱上拉电阻		NA			K Ω

表 3-20 真开漏 I/O 参数

典型真开漏 IO 驱动能力曲线（基于特征参数提取，仅供设计参考）

注：以下图形中，Y 轴单位是 mA，X 轴单位是 V，两条曲线分别代表 5V 和 3.3V 供电下的驱动能力



NRST 引脚

符号	参数说明	测试条件	参数值			单位
			最小值	典型值	最大值	
V_{IL}	输入低电平		0		$0.3V_{DD}$	V
V_{IH}	输入高电平		$0.7V_{DD}$		V_{DD}	V
I_{IL}	输入低漏电	$V_{IL}=0V$	-1		1	μA
I_{IH}	输入高漏电	$V_{IH}=3.3V$	-1		1	μA
R_{PU}	上拉电阻			5		K Ω
$T_{AFILTER}$	模拟滤波长度 ^[1]	$V_{DD}=3.3V$		100		ns
$T_{DFILTER}$	数字滤波长度 ^[1]	$V_{DD}=1.8\sim 3.6V$ $-40^{\circ}C \leq T_A \leq 85^{\circ}C$	50		100	us

表 3-21 NRST 引脚参数

注:

[1] 此项参数基于特征参数提取

GPIO AC 特性

IO	符号	参数说明 ^[1]	测试条件	min	max	单位
非 FM+	Fmax	Maximum frequency	$C=30pF, 2.7V < V_{dd} < 3.6V$	-	45	MHz
			$C=30pF, 1.6V < V_{dd} < 2.7V$	-	22	
			$C=10pF, 2.7V < V_{dd} < 3.6V$	-	80	
			$C=10pF, 1.6V < V_{dd} < 2.7V$	-	40	
	Tr/Tf	Output rise and fall time	$C=30pF, 2.7V < V_{dd} < 3.6V$	-	8.7	ns
			$C=30pF, 1.6V < V_{dd} < 2.7V$	-	16.9	
			$C=10pF, 2.7V < V_{dd} < 3.6V$	-	3.4	
			$C=10pF, 1.6V < V_{dd} < 2.7V$	-	6.7	
FM+	Fmax	Maximum frequency	$C=50pF, 1.6V < V_{dd} < 3.6V$	-	10	MHz
	Tf	Output fall time		-	27	ns

表 3-22 引脚 AC 参数

注:

[1] 依据电路仿真，不在量产测试中测试

4 应用电路图

4.1 电源方案

FM2205 芯片使用 3.3V 供电，推荐由逆变器或者其他外部电源提供 5V 直流输入电源，再通过 LDO 输出 3.3V，为 FM2205 供电。下图是参考电源电路：

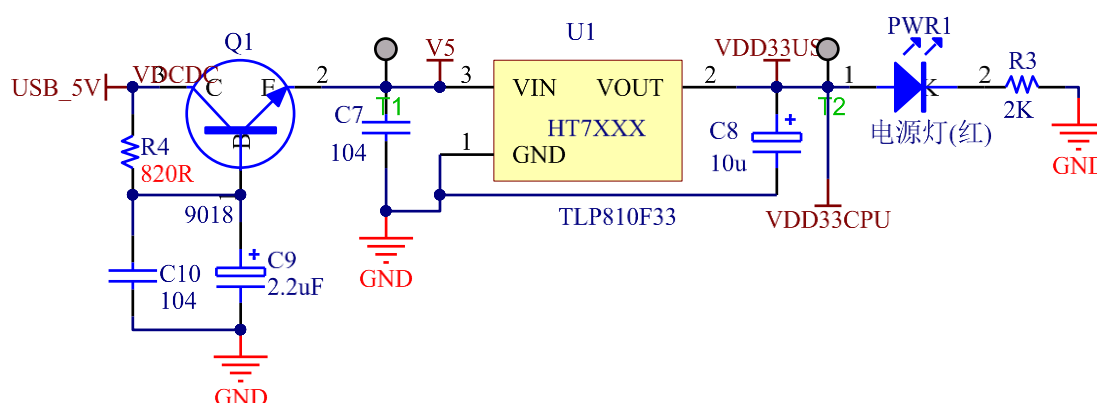


图 4-1 FM2205 电源方案

其中，USB_5V 是外部提供的电源，该电源经过有源滤波后输入到 TLP810F33 LDO 中，产生 3.3V 直流电源供 FM2205 使用。

4.2 系统应用电路图

下图是基于 FM2205 芯片应用于逆变器系统的光伏直流故障电弧检测应用电路图。在该应用电路中，使用专用电流互感器来感应光伏板电流，转换为电压信号后输入到带通滤波器进行选频滤波，再做预放大处理后送入 FM2205 芯片中，进行第二级放大、AD 转换、信号处理、分析和计算，由固化在芯片内的电弧检测算法来判断是否发生电弧故障。带通滤波器的中心频率可调，由 FM2205 芯片选择需要的频点。

FM2205 检测到故障电弧发生后，可发送声光报警信息给逆变器主机，也可以通过 USART 接口与逆变器主机通信，复旦微电子公司开发了带 Modbus 通信协议的 FM2205 固件。

根据需要，逆变器主机可以启动直流故障检测系统进行自检，用来检查系统功能的正确性。为了实现自检功能，电流互感器需要增加一组自检绕组。

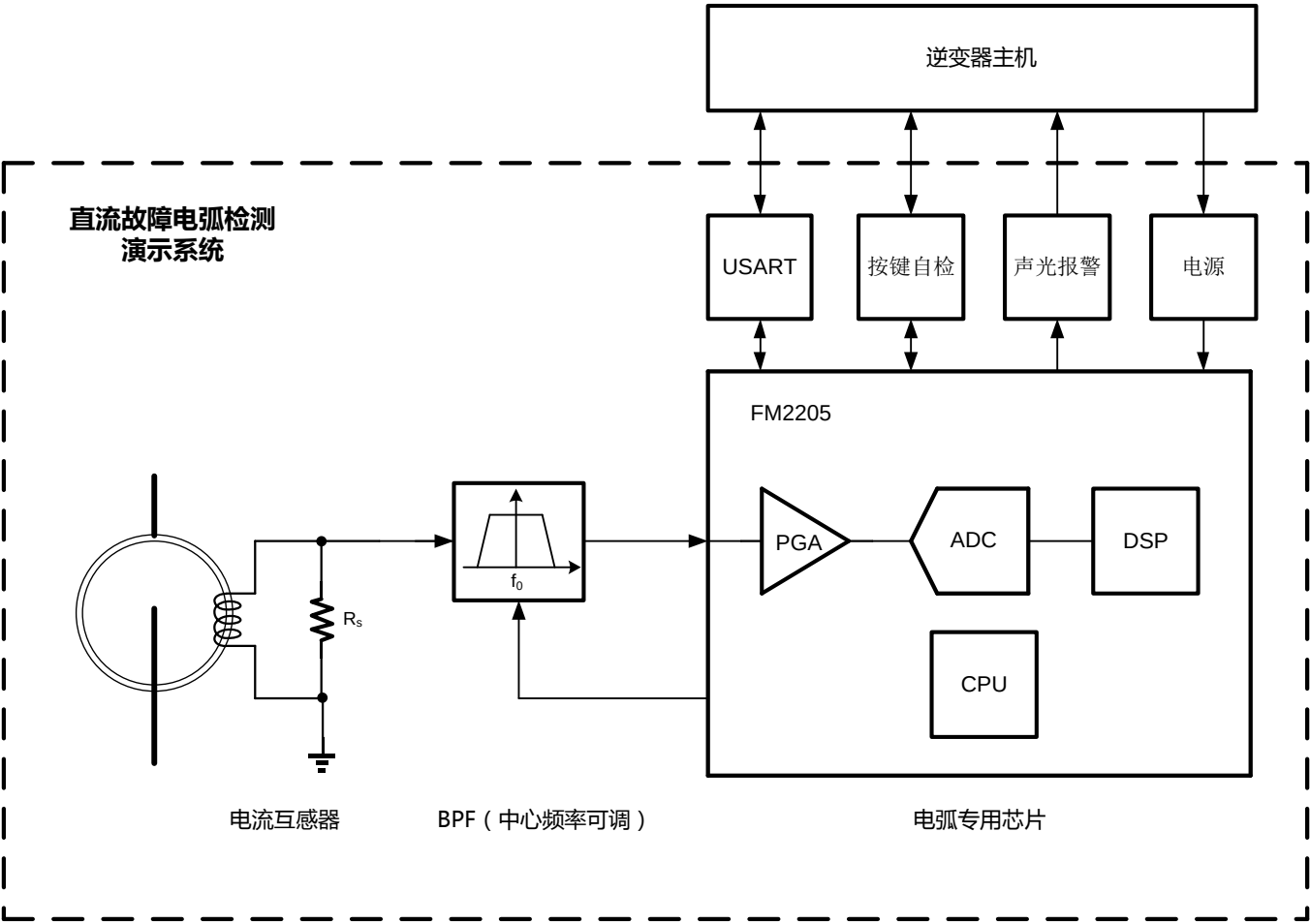


图 4-2 FM2205 应用电路图

版本列表

版本号	发布日期	页数	章节或图表	更改说明
1.0	2022.12	47		首次发布

上海复旦微电子集团股份有限公司销售及服务网点

上海复旦微电子集团股份有限公司

地址：上海市国泰路 127 号 4 号楼

邮编：200433

电话：(86-021) 6565 5050

传真：(86-021) 6565 9115

上海复旦微电子（香港）股份有限公司

地址：香港九龙尖沙咀东嘉连威老道 98 号东海商业中心 5 楼 506 室

电话：(852) 2116 3288 2116 3338

传真：(852) 2116 0882

北京办事处

地址：北京市东城区东直门北小街青龙胡同 1 号歌华大厦 B 座 423 室

邮编：100007

电话：(86-10) 8418 6608

传真：(86-10) 8418 6211

深圳办事处

地址：深圳市华强北路 4002 号圣廷苑酒店世纪楼 1301 室

邮编：518028

电话：(86-0755) 8335 0911 8335 1011 83352011 83350611

传真：(86-0755) 8335 9011

台湾办事处

地址：台北市 114 内湖区内湖路一段 252 号 12 楼 1225 室

电话：(886-2) 7721 1889

传真：(886-2) 7722 3888

新加坡办事处

地址：237, Alexandra Road, #07-01, The Alexcior, Singapore 159929

电话：(65) 6472 3688

传真：(65) 6472 3669

北美办事处

地址：2490 W. Ray Road Suite#2 Chandler, AZ 85224 USA

电话：(480) 857-6500 ext 18

公司网址：<http://www.fmsh.com/>