



YC3121 芯片简介

V2.3

Yichip Microelectronics Co., Ltd., Confidential and Proprietary

目录

1. 芯片简介.....	3
1.1. 简介.....	3
1.2. 功能特性.....	3
2. 芯片特性.....	6
2.1. 电气特性.....	6
2.2. Bluetooth RF 特性.....	7
2.3. 功耗.....	9
2.4. 管脚定义.....	10
2.5. 封装信息.....	16
3. 外设接口模块描述.....	17
3.1. 定时器（TIMER）.....	17
3.2. GPIO.....	17
3.3. DMA.....	17
3.4. SPI.....	17
3.5. UART.....	18
3.6. USB.....	19
3.7. 安全算法模块.....	19
3.7.1. 安全算法模块简介.....	19
3.7.2. 64 位高速硬件公钥算法引擎.....	19
3.7.3. DES/3DES 算法单元.....	20
3.7.4. SM4 算法单元.....	20
3.7.5. SHA 算法单元 168.....	20
3.7.6. AES 算法单元.....	20
3.7.7. 真随机数发生器.....	20
4. BT.....	20

1. 芯片简介

1.1. 简介

YC3121 芯片使用 Cortex-M0 内核处理器，集成 Bluetooth 5.0 四模蓝牙（经典蓝牙+BLE5.0+2.4G+USB2.0），双核处理器，M0 核与 BT 核之间运行独立，互不干扰，具有卓越的架构、高性能和超低功耗等特性，提供高性能的及安全数据处理解决方案。

芯片内部包含安全 BOOT 程序，支持下载、启动时对固件进行 RSA 签名校验。芯片内置 512KB/1MB 可选安全 Flash、64KB SRAM 和 8KB OTP 存储区。同时集成了丰富的外设资源，所有外设驱动软件兼容目前主流安全芯片软件接口，用户可在现有方案基础上进行快速开发和移植。

1.2. 功能特性

- 32-bit RISC 内核处理器
 - MPU 保护单元
 - 最高 96MHZ 主频，支持 2, 4, 8 分频
 - 1 个受控 JTAG 调试口
- 低功耗、高性能、高集成度 Bluetooth 5.0 四模蓝牙（经典蓝牙+BLE5.0+2.4G+USB2.0）
 - 2.4GHz Transceiver
 - Single-end RFIO
 - -93dBm in BLE mode
 - support 250kbps, 1/2/3Mbps data rates
 - Tx Power upto +6dBm
 - frequency band: 2400MHz-2483.5MHz
- SRAM Memory
 - 64K 随机加扰 SRAM
- Flash Memory
 - 512KB/1MB 可选安全存储 flash
- 8KB OTP

● DMA

- 6 个 DMA (SPI0、SPI1、UART0、UART1、IIC、MEMCP)
- SPI、UART、IIC 这几个外设的任一数据收发场景都需要使用到 DMA 模块。

● 2 个 UART 接口

- UART 外设时钟由内部的 RC 分频为固定 48M, 不会根据系统时钟的变化而改变, 时钟默认开启。
- UART 外设可产生的中断类型如下:

发送数据完成中断;

接收数据有效中断;

接收数据超时中断;

UART 外设使用 DMA 功能可以有效的减少系统中断, 提高数据传输效率。每个 UART 外设可以使用 2 个 DMA 通道, 分别用来接收和发送数据。

● 2 个 SPI 接口, 1 个 QSPI 接口

- 串行外设接口(SPI)允许芯片与外部设备以半/全双工、同步、串行方式通信。此接口支持主、从模式, 并为外部从设备提供通信时钟(SCK)。
- Master 模式与 Slave 模式独立地址操作;
- Master 模式支持全双工、单工收、单工发、EEPROM 模式支持协议, 多个 Master 冲突探测;
- DMA 支持;

● 1 个 IIC 接口

● 1 个 CRC 模块

- 支持 CRC16 校验;

● PWM

- 支持 9 路 PWM

● Timer

- 1 个 Timer 单元, 包含 9 个独立定时器 (Timer0, Timer1, Timer2, Timer3, Timer4, Timer5, Timer6, Timer7, Timer8)
- 9 个定时器中断源独立, 每个定时器单独占 1 个中断源
- 定时器采用向下计数方式
- 每个单元定时器都支持 PWM 模式

● TRNG

- 1 个真随机数发生器

● GPIO

- 最多支持 40 个 GPIO
- 每个 GPIO 可以复用为任意外设的输入或者输出脚。GPIO 端口的每个 引脚可以配置为多种工作方

式。

输入模式（浮空输入、输入上拉、输入下拉）

推挽输出

模拟输入

- 可支持高电平中断和低电平中断响应

● 1 个 USB 接口

- 符合 USB2.0 全速设备的技术规范；
- 支持主机协商协议 (HNP) 和会话请求协议 (SRP)
- 支持 SRP 协议的 USB 全速/低速

● 1 个看门狗模块

● 10 bit ADC 模块

ADC 有 8 个通道,采样精度为 10 bit,最高采样率为 3MHz, AD 的参考电压为 1.2V,校准值写在 OTP 中,电压范围为 0~1.2V

●HVIN（锂电池） ADC 采集电压范围：3-5V

●GPIO（GPIO37-44） ADC 采集电压范围：0-1.2V

● 内置 LDO，可支持 200mA

● 封装

- QFN 56-pin;

系统架构

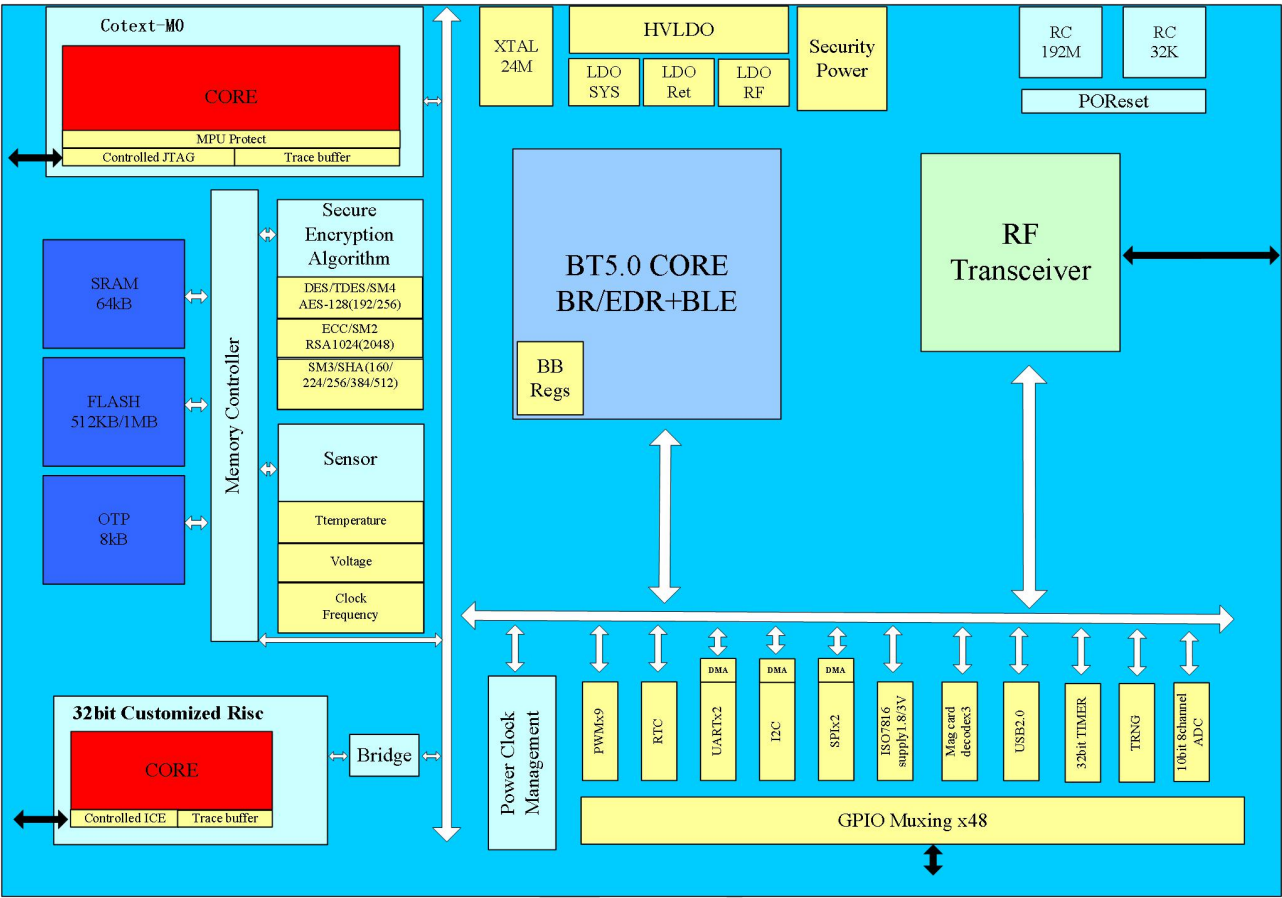


图 1 系统架构图

2. 芯片特性

2.1. 电气特性

电气特性 ↓

参数	说明	范围			单位
		Min	Typ	Max	
HVIN	HVLDO 输入	3.5	4.2	5.5	V
VIN	电源电压输入	1.8	3.0	3.6	V
VBAT	纽扣电池输入	1.9	3.0	3.6	V
VIO	GPIO 电源	1.8	3.0	3.6	V
USB 插入检测	USB 插入检测	4.25	5.0	6.5	V
IHVLDO	HVLDO 驱动电流	-	-	200	mA
Tamb	工作温度	-40	-	+85	℃
Tstg	储藏温度	-40	-	+125	℃

VSS	地	-0.3	0	+0.3	V
Voh	数字输出高电平	0.7*VIO	VIO	VIO	V
Vol	数字输出低电平	VSS	VSS	0.3*VIO	V
Ioh	拉电流	GPIO[0:7]、GPIO[32:47]:25mA ; other:15mA			
Iol	灌电流	GPIO[0:7]、GPIO[32:47]:25mA ; other:15mA			
Vih	数字输入高电平	0.7*VIO	VIO	VIO	V
Vil	数字输入低电平	VSS	VSS	0.3*VIO	V

安全特性 ↓

传感器	说明	范围	单位
温度传感器	高温检测范围	100±10	℃
	低温检测范围	-30~-40	℃
电压传感器	主电源电压高压检测范围	3.7±0.15	V
	主电源电压低压检测范围	1.5±0.15	V
	电池电压高压检测范围	3.7±0.15	V
	电池电压低压检测范围	1.5±0.15	V
时钟频率传感器	12M 时钟频率检测范围	12±25%	MHz
	32K 时钟频率检测范围	32±25%	MHz
外部 Tamper 电阻	Tamper 管脚上拉电阻阻值	1M±10%	Ω

2.2. Bluetooth RF 特性

Name	Parameter (Condition)	Min	Typ	Max	Unit	Comment
Normal RF Condition						
FOP	Operating Frequency	2400		2480	MHz	
FXTAL	Crystal Frequency	12	24	32		(1)
Transmitter Characteristics						
PRF	RF output power	-20	0	6	dBm	
CD	Carrier Drift Rate		5		kHz/50us	
PRF1	Out of band emission 2 MHz (GFSK)		-40		dBm	
PRF2	Out of band emission 3 MHz (GFSK)		-48		dBm	
BW	20dB bandwidth		0.9		MHz	
EVM	Modulation Accuracy, RMS DEVM ($\pi/4$ DQPSK)		7	20	%	
	Modulation Accuracy, RMS DEVM (8PSK)		7	13	%	
	Modulation Accuracy, 99% DEVM ($\pi/4$ DQPSK)		14	30	%	
	Modulation Accuracy, 99% DEVM (8PSK)		14	20	%	
	Modulation Accuracy, Peak DEVM ($\pi/4$ DQPSK & 8PSK)		18	35	%	

	Modulation Accuracy, Peak DEVm (8PSK)		18	25	%	
PRF1	Out of band emission 2 MHz ($\pi/4$ DQPSK & 8PSK)		-30	-20		
PRF2	Out of band emission 3 MHz ($\pi/4$ DQPSK & 8PSK)		-42	-40		
Receiver Characteristics						
	BT4.0 (BLE)					
SEN	High Gain mode, Sensitivity @0.1%		-93		dBm	
SEN	Standard Gain mode, Sensitivity @0.1%		-87		dBm	
MaxIn	Maximum Input Power		0		dBm	
C/ICO	Co-channel C/I, Basic Rate, GFSK		7		dB	
C/I1ST	ACS C/I 1MHz, Basic Rate, GFSK		5.5	7	dB	
C/I2ND	ACS C/I 2MHz, Basic Rate, GFSK		-36	-34	dB	
C/I3RD	ACS C/I 3MHz, Basic Rate, GFSK		-43		dB	
C/I1STI	ACS C/I Image channel, Basic Rate, GFSK		-34		dB	
C/I2NDI	C/I 1 MHz adjacent to image channel, Basic Rate, GFSK		-28		dB	
	BT3.0 (BR & EDR)					
SEN	Basic Rate, GFSK, BER<0.1%, Dirty Tx on		-90		dBm	
SEN	EDR, $\pi/4$ DQPSK, BER<0.01%, Dirty Tx on		-91		dBm	
SEN	EDR, 8PSK, BER<0.01%, Dirty Tx on		-83		dBm	
MaxIn	Maximum Input Power		0		dBm	
C/ICO	Co-channel C/I, EDR, $\pi/4$ DQPSK		10.5		dB	
C/I1ST	ACS C/I 1MHz, EDR, $\pi/4$ DQPSK		-8		dB	
C/I2ND	ACS C/I 2MHz, EDR, $\pi/4$ DQPSK				dB	
C/I3RD	ACS C/I 3MHz, EDR, $\pi/4$ DQPSK		-54		dB	
C/I1STI	ACS C/I Image channel, EDR, $\pi/4$ DQPSK		-27		dB	
C/I2NDI	C/I 1 MHz adjacent to image channel, EDR, $\pi/4$ DQPSK		-43		dB	
C/ICO	Co-channel C/I, EDR, 8PSK		20		dB	
C/I1ST	ACS C/I 1MHz, EDR, 8PSK		0		dB	
C/I2ND	ACS C/I 2MHz, EDR, 8PSK		-20		dB	
C/I3RD	ACS C/I 3MHz, EDR, 8PSK		-45		dB	
C/I1STI	ACS C/I Image channel, EDR, 8PSK		-18		dB	
C/I2NDI	C/I 1 MHz adjacent to image channel, EDR, 8PSK		-33		dB	

(1) 12M, 16M, 24M, 26M, 32M crystal supported, 24M by default

2.3. 功耗

工作模式	说明	YC3121 功耗（包含蓝牙）
RUN	1、所有外设全开	27.35mA（@96M）
	2、所有外设全关	7.46mA（@48M）
CPU Sleep	1、所有外设全关	2.0mA
Deep Sleep	支持 IO 低电平/RTC/攻击/充电和刷卡唤醒	2.0uA
VBAT	测试时所有 tamper 输入管脚接 GND，主电源掉电，内部传感器全开	1.4uA

W/O DC-DC	Parameter	Average Current	Unit
Sleep	/	700	nA
Sniff	500ms interval	21.99	uA
Discoverable	ADV interval: 640ms Scan interval: 1280ms Scan window: 11.25ms	138.66	uA

With DC-DC	Parameter	Average Current	Unit
Sleep	/	700	nA
Sniff	Sniff Interval:500ms	17.92	uA
Discoverable	ADV interval: 640ms Scan interval: 1280ms Scan window: 11.25ms	89.5	uA

2.4. 管脚定义

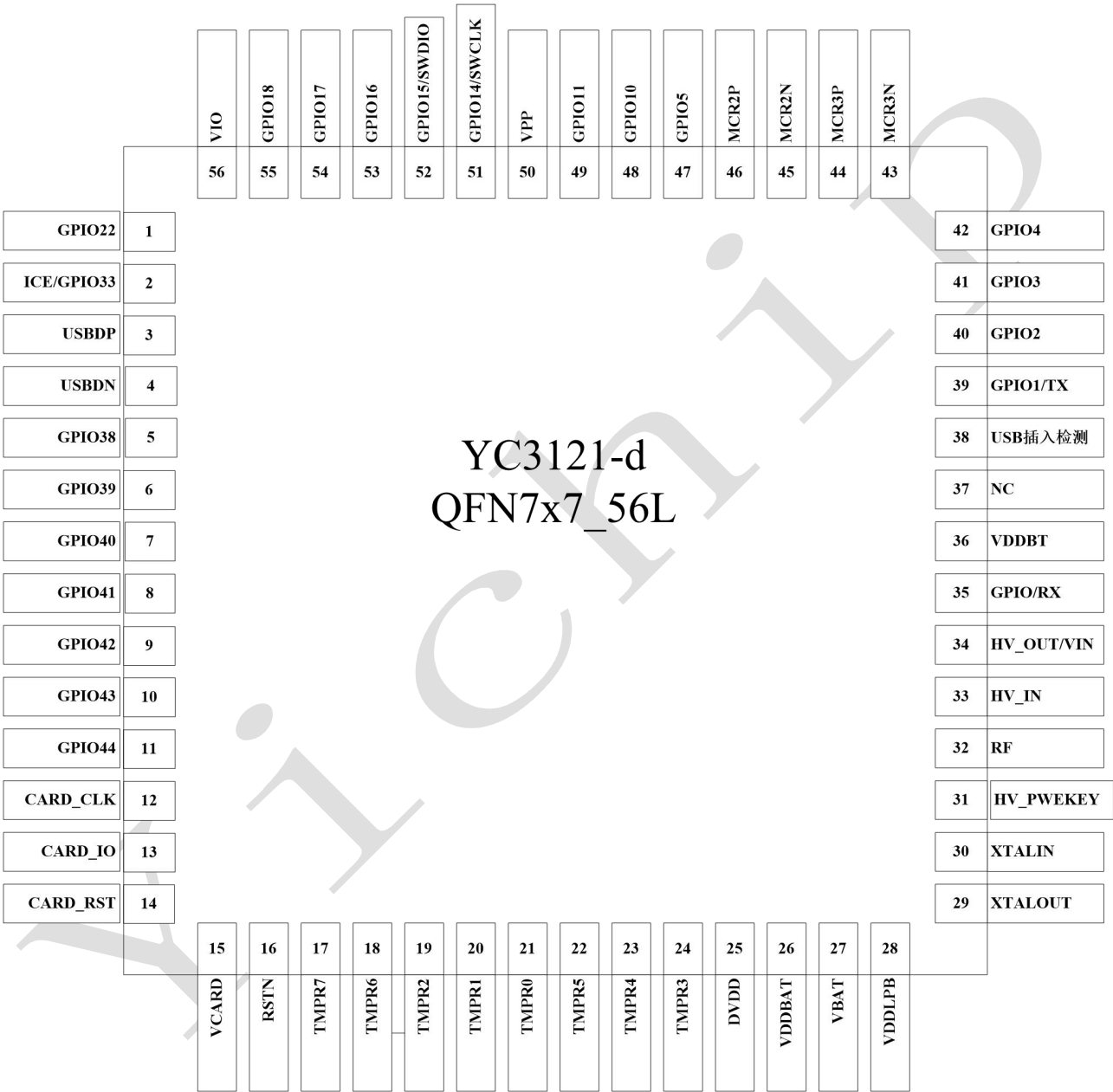


图 3 YC3121-d QFN56L 芯片管脚图

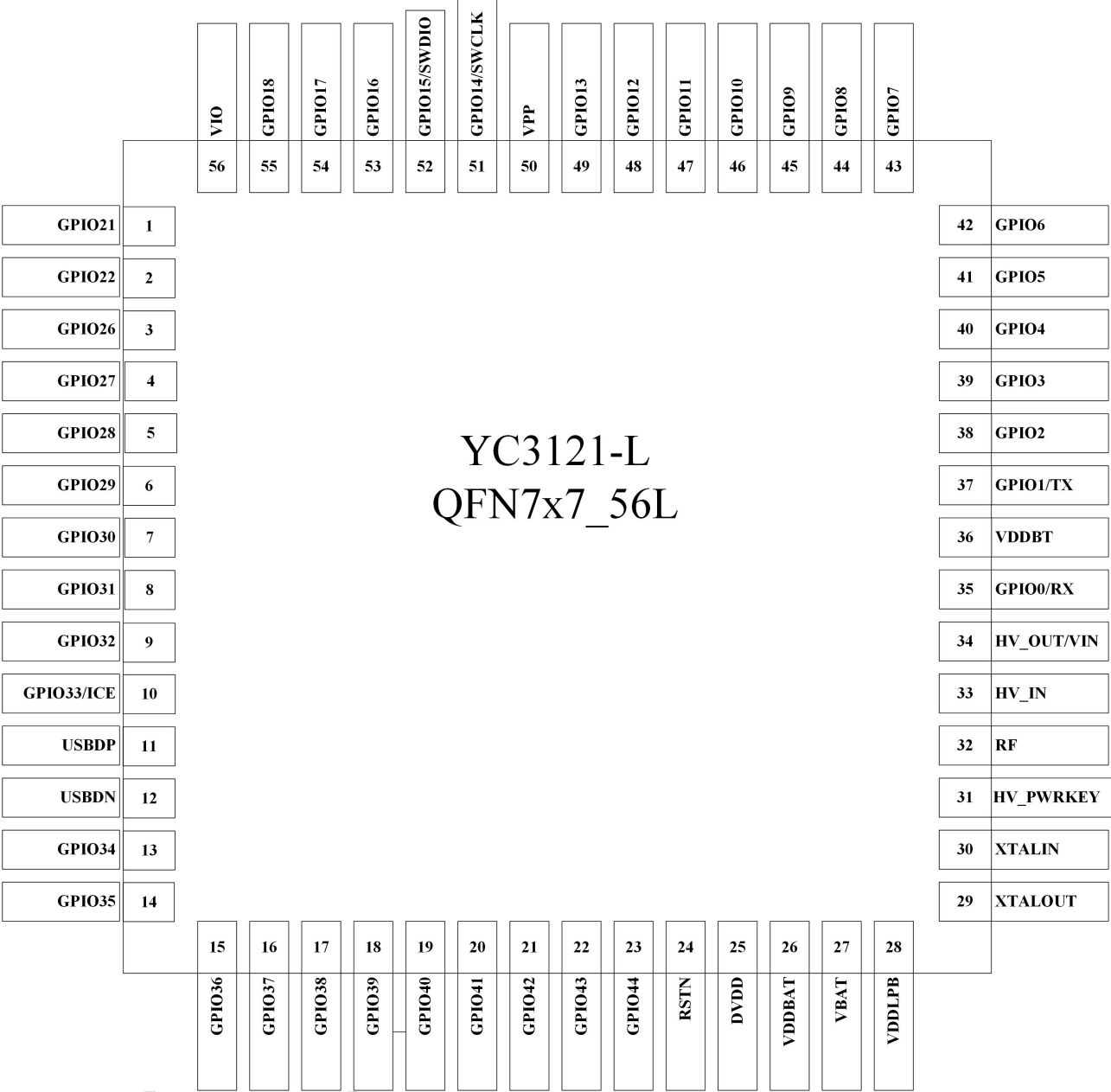


图 4 YC3121-L QFN56L 芯片管脚图

YC3121-d QFN56pin 管脚定义列表

PIN No.	Pad name	说明	复用功能
1	GPIO22 (PB6)	最大驱动电流 15mA	可复用为 IIC、UART0~1、SPI0~1、PWM0~8
2	GPIO33/ICE(PC1)	默认为 ICE，最大驱动电流 25mA	可复用为 IIC、UART0~1、SPI0~1、PWM0~8
3	USBDP		无
4	USBDN		无
5	GPIO38 (PC6)	adc_channel1, IO 最大驱动电流 25mA	可复用为 IIC、UART0~1、SPI0~1、PWM0~8

6	GPIO39 (PC7)	adc_channel2, IO 最大驱动电流 25mA	可复用为 IIC、UART0~1、SPI0~1、PWM0~8
7	GPIO40 (PC8)	adc_channel3, IO 最大驱动电流 25mA	可复用为 IIC、UART0~1、SPI0~1、PWM0~8
8	GPIO41 (PC9)	adc_channel4, IO 最大驱动电流 25mA	可复用为 IIC、UART0~1、SPI0~1、PWM0~8
9	GPIO42 (PC10)	adc_channel5, IO 最大驱动电流 25mA	可复用为 IIC、UART0~1、SPI0~1、PWM0~8
10	GPIO43 (PC11)	adc_channel6, IO 最大驱动电流 25mA	可复用为 IIC、UART0~1、SPI0~1、PWM0~8
11	GPIO44 (PC12)	adc_channel7, IO 最大驱动电流 25mA	可复用为 IIC、UART0~1、SPI0~1、PWM0~8
12	CARD_CLK(PC13)	7816 clock	Vcard 使能后, 可复用为 IIC、UART0~1、SPI0~1、PWM0~8
13	CARD_IO(PC14)	7816 IO (data)	
14	CARD_RST(PC15)	7816 reset	
15	VCARD	7816 VCC (持 1.8V 和 3.0V)	无
16	RSTN	芯片 reset, 低有效	无
17	TMPR7	防拆 Tamper 两两一组 分别独立使能, 静态时 直接接地, 动态, 0-1、 2-3、4-5、6-7 直连配 对使用。	打印机用不到, 悬空
18	TMPR6		打印机用不到, 悬空
19	TMPR2		打印机用不到, 悬空
20	TMPR1		打印机用不到, 悬空
21	TMPR0		打印机用不到, 悬空
22	TMPR5		打印机用不到, 悬空
23	TMPR4		打印机用不到, 悬空
24	TMPR3		打印机用不到, 悬空
25	DVDD	对应 VIN, 主电 LDO 输出接电容	无
26	VDDBAT	对应 VBAT, 纽扣电池 LDO 输出接电容	无
27	VBAT	纽扣电池供电	无
28	VDDL PB	对应 VINLPB, 蓝牙低功耗 LDO 输出接电容	无
29	XTALOUT		无
30	XTALIN	24MHz 晶体	无
31	HV_PWRKEY	HVLDO Power Key	无
32	RF	蓝牙 RF	无
33	HV_IN	HVLDO 输入	无
34	VIN	芯片电源	无
35	GPIO0 (PA0) /RX	ROM BOOT UART RX, 最大驱动电流 25mA	可复用为 IIC、UART0~1、SPI0~1、PWM0~8

36	VDDBT	蓝牙 LDO 输出接电容	无
37	NC	悬空	无
38	USB 插入检测	USB 插入检测脚	无
39	GPIO1(PA1)/TX	ROM BOOT UART TX, 最大驱动电流 25mA	可复用为 IIC、UART0~1、SPI0~1、PWM0~8
40	GPIO2(PA2)	最大驱动电流 25mA	可复用为 IIC、UART0~1、SPI0~1、PWM0~8
41	GPIO3(PA3)	最大驱动电流 25mA	可复用为 IIC、UART0~1、SPI0~1、PWM0~8
42	GPIO4(PA4)	最大驱动电流 25mA	可复用为 IIC、UART0~1、SPI0~1、PWM0~8
43	MCR3N	磁道三 N, 不用时悬空	打印机用不到, 悬空
44	MCR3P	磁道三 P, 不用时悬空	打印机用不到, 悬空
45	MCR2N	磁道二 N, 不用时悬空	打印机用不到, 悬空
46	MCR2P	磁道二 P, 不用时悬空	打印机用不到, 悬空
47	GPIO5(PA5)	IO 最大驱动电流 25mA	可复用为 IIC、UART0~1、SPI0~1、PWM0~8
48	GPIO10(PA10)	IO 最大驱动电流 15mA	可复用为 IIC、UART0~1、SPI0~1、PWM0~8
49	GPIO11(PA11)	最大驱动电流 15mA	可复用为 IIC、UART0~1、SPI0~1、PWM0~8
50	VPP	写 OTP 电源输入	无
51	GPIO14(PA14)/SW CLK	默认 JTAG_SW_CLK, IO 最大驱动电流 15mA	可复用为 IIC、UART0~1、SPI0~1、PWM0~8
52	GPIO15(PA15)/SW DIO	默认 JTAG_SW_IO, IO 最大驱动电流 15mA	可复用为 IIC、UART0~1、SPI0~1、PWM0~8
53	GPIO16(PB0)	最大驱动电流 15mA	可复用为 IIC、UART0~1、SPI0~1、PWM0~8
54	GPIO17(PB1)	最大驱动电流 15mA	可复用为 IIC、UART0~1、SPI0~1、PWM0~8
55	GPIO18(PB2)	最大驱动电流 15mA	可复用为 IIC、UART0~1、SPI0~1、PWM0~8
56	VIO	GPIO 电源	无

注：所有 GPIO 均可任意配置成 GPIO 模式中的其中一种功能, (ADC channel 除外)。

YC3121-L QFN56pin 管脚定义列表

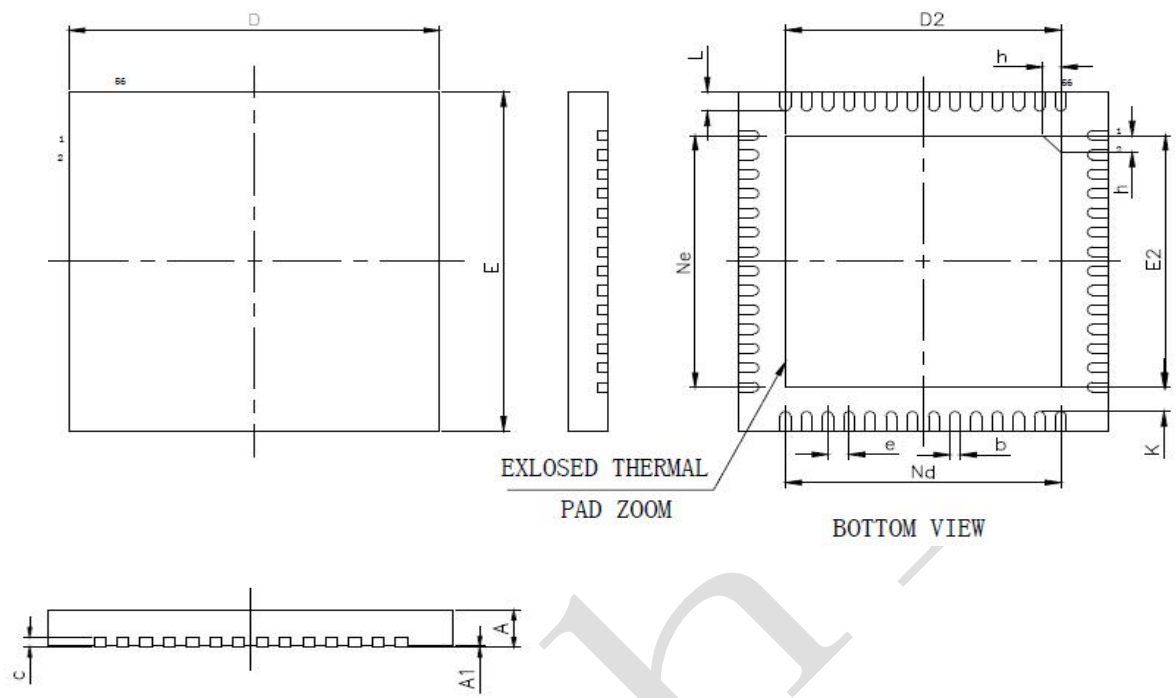
PIN No.	Pad name	说明	复用功能
1	GPIO21 (PB5)	最大驱动电流 15mA	可复用为 IIC、UART0~1、SPI0~1、PWM0~8
2	GPIO22 (PB6)	最大驱动电流 15mA	可复用为 IIC、UART0~1、SPI0~1、PWM0~8
3	GPIO26 (PB10)	最大驱动电流 15mA	可复用为 IIC、UART0~1、SPI0~1、PWM0~8
4	GPIO27 (PB11)	最大驱动电流 15mA	可复用为 IIC、UART0~1、SPI0~1、PWM0~8
5	GPIO28 (PB12)	最大驱动电流 15mA	可复用为 IIC、UART0~1、SPI0~1、PWM0~8
6	GPIO29 (PB13)	最大驱动电流 15mA	可复用为 IIC、UART0~1、SPI0~1、PWM0~8
7	GPIO30 (PB14)	最大驱动电流 15mA	可复用为 IIC、UART0~1、SPI0~1、PWM0~8

8	GPIO31 (PB15)	最大驱动电流 15mA	可复用为 IIC、UART0~1、SPI0~1、PWM0~8
9	GPIO32 (PC0)	最大驱动电流 25mA	可复用为 IIC、UART0~1、SPI0~1、PWM0~8
10	GPIO33/ICE (PC1)	默认为 ICE, 最大驱动电流 25mA	可复用为 IIC、UART0~1、SPI0~1、PWM0~8
11	USBDP		无
12	USBDN		无
13	GPIO34 (PC2)	IO 最大驱动电流 25mA	可复用为 IIC、UART0~1、SPI0~1、PWM0~8
14	GPIO35 (PC3)	IO 最大驱动电流 25mA	可复用为 IIC、UART0~1、SPI0~1、PWM0~8
15	GPIO36 (PC4)	IO 最大驱动电流 25mA	可复用为 IIC、UART0~1、SPI0~1、PWM0~8
16	GPIO37 (PC5)	adc_channel0, IO 最大驱动电流 25mA	可复用为 IIC、UART0~1、SPI0~1、PWM0~8
17	GPIO38 (PC6)	adc_channel1, IO 最大驱动电流 25mA	可复用为 IIC、UART0~1、SPI0~1、PWM0~8
18	GPIO39 (PC7)	adc_channel2, IO 最大驱动电流 25mA	可复用为 IIC、UART0~1、SPI0~1、PWM0~8
19	GPIO40 (PC8)	adc_channel3, IO 最大驱动电流 25mA	可复用为 IIC、UART0~1、SPI0~1、PWM0~8
20	GPIO41 (PC9)	adc_channel4, IO 最大驱动电流 25mA	可复用为 IIC、UART0~1、SPI0~1、PWM0~8
21	GPIO42 (PC10)	adc_channel5, IO 最大驱动电流 25mA	可复用为 IIC、UART0~1、SPI0~1、PWM0~8
22	GPIO43 (PC11)	adc_channel6, IO 最大驱动电流 25mA	可复用为 IIC、UART0~1、SPI0~1、PWM0~8
23	GPIO44 (PC12)	adc_channel7, IO 最大驱动电流 25mA	可复用为 IIC、UART0~1、SPI0~1、PWM0~8
24	RSTN	芯片 reset, 低有效	无
25	DVDD	对应 VIN, 主电 LDO 输出接电容	无
26	VDDBAT	对应 VBAT, 纽扣电池 LDO 输出接电容	无
27	VBAT	纽扣电池供电	无
28	VDDLBP	对应 VINLPB, 蓝牙低功耗 LDO 输出接电容	无
29	XTALOUT	24MHz 晶体	无
30	XTALIN		
31	HV_PWRKEY	HVLDO Power Key	无
32	RF	蓝牙	无
33	HV_IN	HVLDO 输入	无
34	HV_OUT/VIN	HV_OUT:HVLDO 输出 (3.3V); VINPA: 模拟模块电源输入	无
35	GPIO0 (PA0) /RX	ROM BOOT UART RX, 最大驱动	可复用为 IIC、UART0~1、SPI0~1、PWM0~8

		电流 25mA	
36	VDDBT	蓝牙 LDO 输出接电容	无
37	GPIO1 (PA1) /TX	ROM BOOT UART TX, 最大驱动电流 25mA	可复用为 IIC、UART0~1、SPI0~1、PWM0~8
38	GPIO2 (PA2)	最大驱动电流 25mA	可复用为 IIC、UART0~1、SPI0~1、PWM0~8
39	GPIO3 (PA3)	最大驱动电流 25mA	可复用为 IIC、UART0~1、SPI0~1、PWM0~8
40	GPIO4 (PA4)	最大驱动电流 25mA	可复用为 IIC、UART0~1、SPI0~1、PWM0~8
41	GPIO5 (PA5)	I0 最大驱动电流 25mA	可复用为 IIC、UART0~1、SPI0~1、PWM0~8
42	GPIO6 (PA6)	I0 最大驱动电流 25mA	可复用为 IIC、UART0~1、SPI0~1、PWM0~8
43	GPIO7 (PA7)	I0 最大驱动电流 25mA	可复用为 IIC、UART0~1、SPI0~1、PWM0~8
44	GPIO8 (PA8)	最大驱动电流 15mA	可复用为 IIC、UART0~1、SPI0~1、PWM0~8
45	GPIO9 (PA9)	最大驱动电流 15mA	可复用为 IIC、UART0~1、SPI0~1、PWM0~8
46	GPIO10 (PA10)	最大驱动电流 15mA	可复用为 IIC、UART0~1、SPI0~1、PWM0~8
47	GPIO11 (PA11)	最大驱动电流 15mA	可复用为 IIC、UART0~1、SPI0~1、PWM0~8
48	GPIO12 (PA12)	最大驱动电流 15mA	可复用为 IIC、UART0~1、SPI0~1、PWM0~8
49	GPIO13 (PA13)	最大驱动电流 15mA	可复用为 IIC、UART0~1、SPI0~1、PWM0~8
50	VPP	写 OTP 电源输入	无
51	GPIO14 (PA14) /SWCLK	默认 JTAG_SW_CLK, I0 最大驱动电流 15mA	可复用为 IIC、UART0~1、SPI0~1、PWM0~8
52	GPIO15 (PA15) /SWDIO	默认 JTAG_SW_IO, I0 最大驱动电流 15mA	可复用为 IIC、UART0~1、SPI0~1、PWM0~8
53	GPIO16 (PB0)	最大驱动电流 15mA	可复用为 IIC、UART0~1、SPI0~1、PWM0~8
54	GPIO17 (PB1)	最大驱动电流 15mA	可复用为 IIC、UART0~1、SPI0~1、PWM0~8
55	GPIO18 (PB2)	最大驱动电流 15mA	可复用为 IIC、UART0~1、SPI0~1、PWM0~8
56	VIO	GPIO 电源	无

注：所有 GPIO 均可任意配置成 GPIO 模式中的其中一种功能, (ADC channel 除外)。

2.5. 封装信息



SYMBOL	MILLIMETER		
	MIN	NOM	MAX
A	0.70	0.75	0.80
	0.80	0.85	0.90
	0.85	0.90	0.95
A1	—	0.02	0.05
b	0.15	0.20	0.25
c	0.18	0.20	0.25
D	6.90	7.00	7.10
D2	5.10	5.20	5.30
e	0.40BSC		
Nd	5.20BSC		
Ne	5.20BSC		
E	6.90	7.00	7.10
E2	5.10	5.20	5.30
K	0.20	—	—
L	0.35	0.40	0.45
h	0.30	0.35	0.40
L/P载体尺寸 (mil)	217*217		

图 5 QFN56L 封装信息

3. 外设接口模块描述

3.1. 定时器（TIMER）

芯片内置 8 个 32 位硬件 TIMER 模块，均带 PWM 功能。

3.2. GPIO

支持最多 48 个 GPIO，每个 IO 都与外设复用管脚。每个 GPIO 均可配置为输入、输出、中断模式，当做为输出时，每个 IO 输出值都可单独配置。IO 支持强推挽输出/开漏输出模式。

3.3. DMA

拥有 6 个 DMA，分别为 2 个 SPI DMA、2 个 UART DMA、1 个 IIC DMA 和 1 个 MEMCP DMA。

3.4. SPI

芯片提供两个 SPI 接口，均支持主/从模式，作为主设备接口时可以支持与多个从设备通信。

SPI 外设特性：

- Master 模式与 Slave 模式独立地址操作；
- Master 模式支持全双工、单工收、单工发、EEPROM 模式；
- 多个 Master 冲突探测；
- 支持三线及四线 SPI；
- DMA 接口。

常用 Motorola SPI 通讯协议支持的四种通讯模式，能够实现全双工通讯。系统上电默认采用模式 0 工作方式。

SPI 协议规定的 4 中通讯格式说明如下：

- 模式 0：时钟极性（CPOL）=0，时钟相位（CPHA）=0，该模式下串行同步时钟的空闲状态为

低电平，芯片将在串行同步时钟的第一个跳变沿（上升沿）采样，芯片默认为该模式；

- 模式 1：时钟极性（CPOL）=0，时钟相位（CPHA）=1，该模式下串行同步时钟的空闲状态为低电平，芯片将在串行同步时钟的第二个跳变沿（下降沿）采样；
- 模式 2：时钟极性（CPOL）=1，时钟相位（CPHA）=0，该模式下串行同步时钟的空闲状态为高电平，芯片将在串行同步时钟的第一个跳变沿（下降沿）采样；
- 模式 3：时钟极性（CPOL）=1，时钟相位（CPHA）=1，该模式下串行同步时钟的空闲状态为高电平，芯片将在串行同步时钟的第二个跳变沿（上升沿）采样。

注意：为保证芯片 SPI 正常工作，在进行模式切换时保证片选信号线保持为高电平。

SPI 接口说明如下：

- SCK： SPI 的时钟输入管脚；
- CSN： SPI 的片选信号，为芯片的输入管脚，低有效；
- MOSI： SPI 的数据输入管脚；
- MISO： SPI 的数据输出管脚。
- SDIO： 三线 SPI 时作为数据传输管脚。

3.5. UART

芯片带有 2 个全双工的 UART 串行通信接口，时钟为固定 48MHz，UART 外设特性：

- FIFO 使能控制；
- 数据位设定，支持 8/9bit；
- 停止位设定，支持 1/2bit；
- 支持硬件流控；
- 支持奇/偶校验方式；
- 帧错误、校验错误、break 中断探测；
- 触发中断字节数可配；
- DMA 收发。

3.6. USB

符合 USB 2.0 标准:

- 支持 USB2.0;
- 支持主机协商协议(HNP)和会话请求协议(SRP);
- 支持 SRP 协议的 USB 全速/低速;
- 提供 512 字节的专用 RAM 和高级的 FIFO 管理;
- 通过软件为不同的 FIFO 配置不同的 RAM 区域, 以便灵活有效的使用 RAM;
- 允许动态的分配存储区;
- 不限定 FIFO 的长度 (不强制 2 的幂次长度, 可以连续的使用存储区);
- 允许相同端点号 (IN/OUT 端点共用同一个 FIFO, 更加有效的使用存储区);
- 拥有 EP0-EP34 个端点。

3.7. 安全算法模块

3.7.1. 安全算法模块简介

算法模块包含:

- 对称算法: DES、TDES、AES-128/192/256、国密 IV (SM4);
- 非对称算法: RSA-1024/2048、国密 II (SM2);
- HASH 校验算法: SHA-1/224/256/384/512、国密 III (SM3);
- 真随机数发生器。

3.7.2. 64 位高速硬件公钥算法引擎

- 独立于 CPU 核的单独运算时钟: 最高时钟频率 48MHz;
- 支持大数 (1024/2048 bit) 模乘/模幂/乘法运算协处理;
- 支持大数 (1024/2048 bit) 模逆运算协处理;
- 支持最高 521 ECC 点加, 倍点, 点乘运算;
- 支持 SM2 算法点加, 倍点, 点乘运算。

3.7.3. DES/3DES 算法单元

- 支持 DES、3DES 算法加密、解密运算，3DES 支持 2 密钥和 3 密钥模式；
- 支持 CBC、ECB 模式；
- 支持 160bit、192bit、256bit 模式；

3.7.4. SM4 算法单元

- 支持 CBC、ECB 模式；

3.7.5. SHA 算法单元 168

- 支持 SHA160/SHA224/SHA256/SHA384/SHA512；

3.7.6. AES 算法单元

- 支持 128、192 和 256 密钥长度；

3.7.7. 真随机数发生器

- 符合国密局《随机性检测规范》的相关要求；
- 通过随机数测试国际标准 FIPS 140-2 和 NIST SP800-22 标准测试；
- 随机数 IP 最高可工作频率支持 48MHz。

4. BT

- Very Low Power Consumption
- 10nA shut down mode (external interrupts)
- 900nA sleep mode (32kHz RC OSC, sleep timer and register ON)
- 2uA retention mode (32kHz RC OSC, sleep timer, 2k retention memory and register ON)
- Rx peak current @3V (ideal DCDC)
 - 6.75mA in BLE/2.4G mode

- 7.25mA in in 3.0 mode
- Tx peak current @3V (-2dBm, ideal DCDC)
 - 16.5mA in BLE/2.4G mode
 - 17mA in in 3.0 mode
- Rx peak current w/o DCDC
 - 16mA in BLE/2.4G mode
 - 17mA in 3.0 mode
- Tx peak current w/o DCDC @ -2dBm
 - 22mA in BLE/2.4G mode
 - 23mA in 3.0 mode
- <25uA avg, 500ms sniff hold connection
- 2.4GHz Transceiver
- Single-end RFIO
- -93dBm in BLE mode
- support 250kbps, 1Mbps data rates
- Tx Power upto +6dBm