

TK8610 无线终端芯片

数据手册

V1.4



造生物联
TAOLINK TECHNOLOGIES

修订记录

修订时间	修订版本	修订描述
2023-03-28	V1.4	删除硬件参考设计章节
2022-11-27	V1.3	更新管脚 74,75 的描述
2022-11-17	V1.2	增加休眠电流特性描述；增加频点建议设置（3.3.2）；更新 GPIO 口描述（3.2.1）
2022-09-30	V1.1	修改管脚 PIN_PMU_RST_IN, PIN_RST_N 描述；修改速率和灵敏度值
2022-04-01	V1.0	初稿

重要声明

版权所有 © 上海道生物联技术有限公司 2023。保留一切权利。

非经本公司书面许可，任何单位和个人不得对此文档的全部或部分内容进行使用、复制、修改、抄录，并不得以任何形式传播。

TurMass™ 为上海道生物联技术有限公司的商标。本文档提及的其他所有商标或注册商标，由各自的所有人拥有。

上海道生物联技术有限公司保留随时变更、订正、增强、修改和改良此文档的权利，本文档内容可能会在未提前知会的情况下不定期进行更新。

除非另有约定，本文档仅作为使用指导，本文档中的所有陈述、信息和建议都依赖于具体的操作环境，并且不构成任何明示或暗示的担保。

联系方式

地址：上海嘉定皇庆路 333 号上海智能传感器产业园区 4 幢 5 层

邮编：201899

电话：021-61519850

邮箱：info@taolink-tech.com

网址：www.taolink-tech.com

目录

1 产品概述	1
1.1 功能框图	1
1.2 产品规格	2
1.3 应用	3
1.4 CPU 和内存	4
1.4.1 CPU	4
1.4.2 片内数据存储器 (SRAM)	4
1.4.3 片内程序存储器 (Flash)	4
1.4.4 存储器映射	4
1.4.5 中断映射表	5
2 管脚和封装	7
3 功能描述	11
3.1 系统时钟	11
3.1.1 CPU 时钟	11
3.1.2 RTC 时钟	11
3.1.3 外设时钟	12
3.1.4 AO 时钟	12
3.2 数字外设	13
3.2.1 通用输入/输出接口 (GPIO)	13
3.2.2 串行外设接口 (SPI)	13
3.2.3 通用异步收发器 (UART)	13
3.2.4 I2C 接口	13
3.2.5 脉宽调制控制器 (PWM)	13
3.3 射频收发单元	13
3.3.1 射频接收器	14
3.3.2 射频发射器	14
3.3.3 射频通道校正	15
3.4 定时器	15
3.4.1 通用定时器	15
3.4.2 实时时钟 (RTC)	15
3.4.3 看门狗定时器	15
3.5 安全加密	15
3.6 低功耗管理	15
3.6.1 工作模式	16
3.6.2 电源管理	16
3.6.3 管脚分配/复用	17
4 电气特性	18
4.1 绝对最大额定值	18
4.2 建议工作条件	18
4.3 直流电气特性	18
4.4 射频特性	18
4.5 休眠电流特性	20

图形目录

图 1-1	TK8610 外观	1
图 1-2	TK8610 功能框图	1
图 1-3	TK8610 应用示意图（单独使用）	3
图 1-4	TK8610 应用示意图（与其他 MCU 配合使用）	4
图 2-1	88PIN QFN 10*10 封装	7
图 3-1	系统时钟	11
图 3-2	外设时钟	12
图 3-3	射频收发单元结构图	14
图 3-4	工作模式	16
图 3-5	电源管理示意图	17
图 4-1	休眠电流特性	20

表格目录

表 1-1	TK8610 产品规格	2
表 1-2	速率和灵敏度	3
表 1-3	存储器映射表	5
表 1-4	中断映射表	6
表 4-1	绝对最大额定值	18
表 4-2	建议工作条件	18
表 4-3	参数和要求	18
表 4-4	射频发射器规格	20

1 产品概述

TK8610 无线终端芯片是一款集成射频、基带和应用 MCU 的低功耗无线收发 SoC 芯片，实现 LPWAN 的无线数据收发以及各种传感器数据采集处理的应用。TK8610 包括 32 位 RISC-V MCU，该 MCU 完全开放给用户使用。

TK8610 可以单独使用，接收传感器数据和发送控制指令；也可以通过 UART 接口与第三方 MCU 配合，接收 AT 指令，作为数据收发模块使用。



图 1-1 TK8610 外观

1.1 功能框图

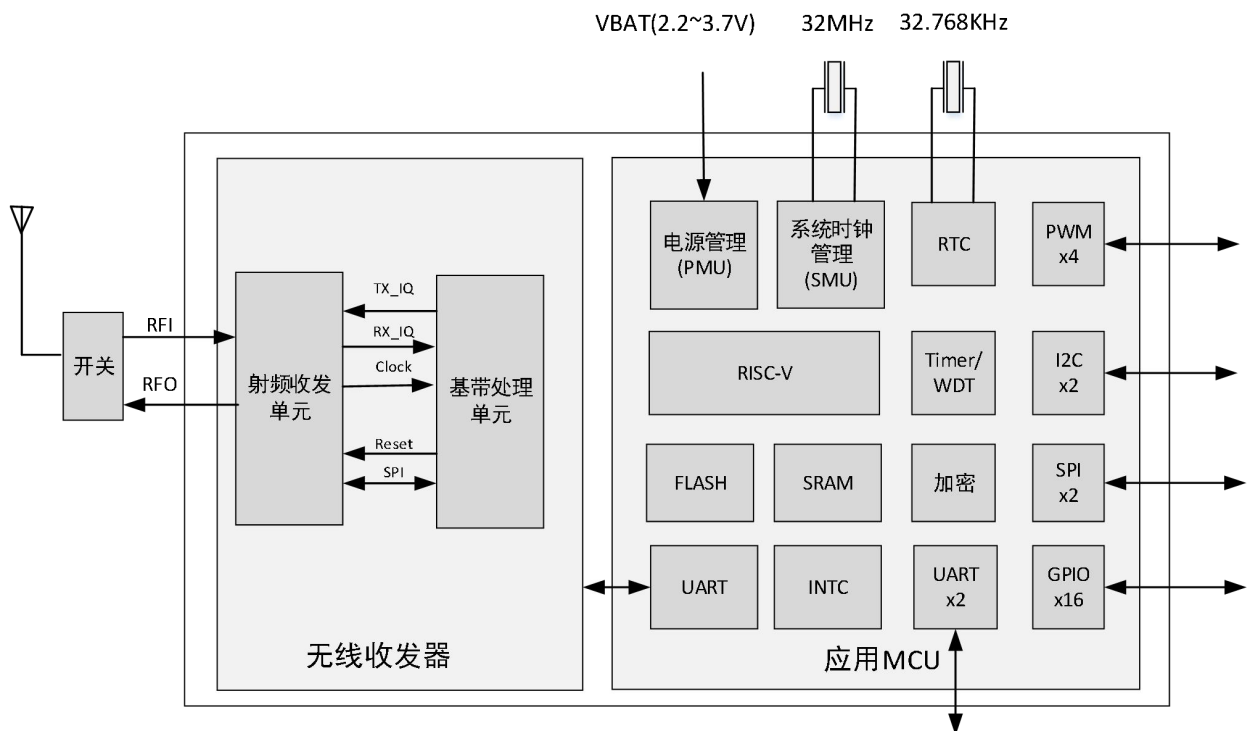


图 1-2 TK8610 功能框图

1.2 产品规格

无线通信	通信协议	TurMass™
	工作频率	150MHz~960MHz
	信号带宽	1KHz~125KHz
	发射功率	17dBm (典型值)
	接收电流	35mA@3.3V
	休眠电流	< 10uA@25°C
	速率*	202bps ~ 82.5kbps
	接收灵敏度*	-141dBm ~ -113dBm
	加密方式	AES128/256
应用处理器	CPU	RISC-V 32 位低功耗处理器, 最高工作主频 60MHz
	内部存储器	SPI flash: 512Kbytes RAM: 96Kbytes
	时钟和晶振	外部高速晶体输入, 32MHz 外部低速晶振输入, 32.768KHz 内部低速 RC 时钟, 32.768KHz
	定时器	4 个通用 32 位定时器
	看门狗	1 个
	RTC	1 个
	UART	2 路
	PWM	4 路
	SPI	2 路, 支持主/从模式
	I2C	2 路
其他	GPIO	16 个
	工作电压	2.2~3.7V
	工作温度	-40°C ~ 85°C
	封装	QFN88

表 1-1 TK8610 产品规格

*不同模式下速率和灵敏度值如下表:

模式	信息速率 (bps)	灵敏度 (dBm)
7	202	-141.6
8	404	-138.3
9	808	-135.3
10	1762	-132.3
11	3523	-129.3
12	7047	-126.3
13	2578	-128.6
14	5156	-125.6
15	10313	-122.6
16	20625	-119.6
17	41250	-116.5
18	82500	-113.5

表 1-2 速率和灵敏度

1.3 应用

TK8610 无线芯片有如下两类应用:

- 单独使用, 接收传感器数据和发送控制指令。如下图 1-3 所示。
- 通过 UART 接口与第三方 MCU 配合, 接收 AT 指令, 作为数据收发模块使用。如下图 1-4 所示。

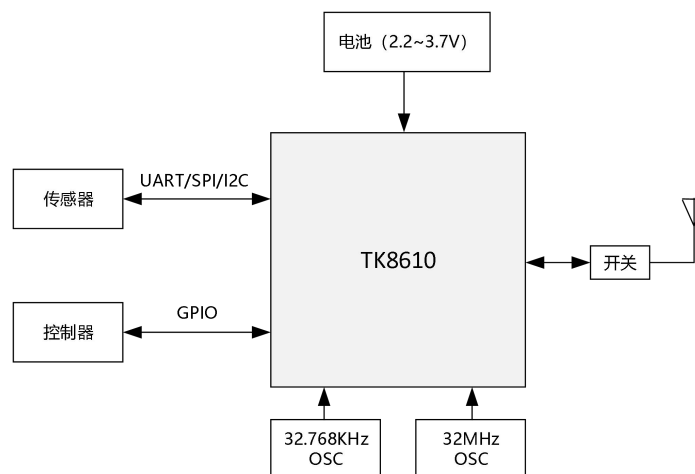


图 1-3 TK8610 应用示意图 (单独使用)

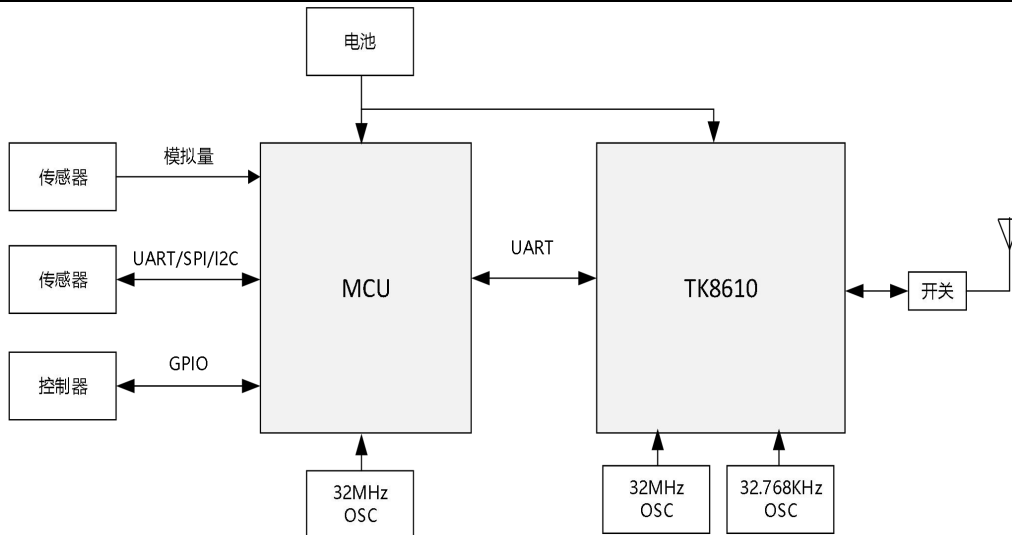


图 1-4 TK8610 应用示意图（与其他 MCU 配合使用）

1.4 CPU 和内存

1.4.1 CPU

采用低功耗 RISC-V 处理器，内核遵循标准 RISC-V 指令集 V2.2。

CPU 典型工作主频 60MHz，支持整数乘法和除法指令。

1.4.2 片内数据存储器（SRAM）

TK8610 芯片内置 64KBytes code RAM 和 32KBytes data RAM。

1.4.3 片内程序存储器（Flash）

TK8610 芯片内置 512 KBytes Flash 存储器。

1.4.4 存储器映射

CPU 使用 32 位统一地址结构，CPU 外设和内存统一地址空间如下表：

地址	存储器及外设	描述	类型
0x00000000-0x00001fff	BOOTROM0	CPU Code RAM/ROM, 2KX32(8KB)	ROM
0x20000000-0x2000ffff	ILM	CPU Instruction RAM, 16KX32(64KB)	RAM
0x20000000-0x2008ffff	DLM	CPU Data RAM, 8KX32(32KB)	RAM
0xc2000000-0xc2000fff	QSPI	QSPI flash remap	FLASH
0xc3000000-0xc30001ff	TIMERS	Timers 0/1/2/3	Peripheral
0xc3010000-0xc30101ff	RTC	Real Time Clock	Peripheral
0xc3020000-0xc3020fff	WDT	WatchDog Timer	Peripheral
0xc3030000-0xc3030fff	GPIO0	General Purpose IO	Peripheral

0xc3031000-0xc3031fff	GPIO1	General Purpose IO	Peripheral
0xc3040000-0xc3040fff	PTC	PWM/Timer/Counter	Peripheral
0xc3050000-0xc3050fff	SYSCTRL	System Controller	Peripheral
0xc3060000-0xc3060fff	EXTINT	External Interrupt Controller	Peripheral
0xc3070000-0xc3070fff	SPIO	SPI Interface 0, for outter use	Peripheral
0xc3080000-0xc3080fff	SPI1	SPI Interface 1, for outter use	Peripheral
0xc3090000-0xc3090fff	AES	AES Crypto/Decrypto	Peripheral
0xc30a0000-0xc30a0fff	UART0	UART0	Peripheral
0xc30b0000-0xc30b0fff	UART1	UART1	Peripheral
0xc30c0000-0xc30c0fff	UART2	communication with internal Peripheral	Peripheral
0xc30d0000-0xc30d0fff	I2C0	I2C Interface 0	Peripheral
0xc30e0000-0xc30e0fff	I2C1	I2C Interface 1	Peripheral
0xc30f0000-0xc30f0fff	QSPI	QSPI Controller	Peripheral

表 1-3 存储器映射表

1.4.5 中断映射表

CPU 支持的中断及中断映射表如下：

中断号	中断名	描述
0	WDT_INTR	WatchDog Timer Interrupt
1	TIMER1_INTR	Timer1 Interrupt
2	TIMER2_INTR	Timer2 Interrupt
3	TIMER3_INTR	Timer3 Interrupt
4	TIMER4_INTR	Timer4 Interrupt
5	DMAC_INTR	DMAC Interrupt
6	PTC0_INTR	PWM/Timer/Counter 0 Interrupt
7	PTC1_INTR	PWM/Timer/Counter 1 Interrupt
8	PTC2_INTR	PWM/Timer/Counter 2 Interrupt
9	PTC3_INTR	PWM/Timer/Counter 3 Interrupt
10	UART0_INTR	UART0 Interrupt
11	UART1_INTR	UART1 Interrupt

12	UART2_INTR	UART2 Interrupt, inner communication
13	SPIO_INTR	SPIO Interrupt
14	SPI1_INTR	SPI1 Interrupt
15	UART_WAKUP_INTR	UART Wakeup Interrupt
16	QSPI_INTR	QSPI Interrupt
17	I2C0_INTR	I2C0 Interrupt
18	I2C1_INTR	I2C1 Interrupt
19	RTC_INTR	RTC Interrupt
20	GPIO_INTR	GPIO Interrupt
21	EXTINT[0]	External Interrupt 0 (GPIO)
22	EXTINT[1]	External Interrupt 1 (GPIO)
23	EXTINT[2]	External Interrupt 2 (GPIO)
24	EXTINT[3]	External Interrupt 3 (GPIO)
25	EXTINT[4]	External Interrupt 4 (GPIO)
26	EXTINT[5]	External Interrupt 5 (GPIO)
27	EXTINT[6]	External Interrupt 6 (GPIO)
28	EXTINT[7]	External Interrupt 7 (GPIO)
29	AES_INT	AES Interrupt
30	RESERVED	
31	IPC_INT	MSU0->MSU1 IPC Interrupt

表 1-4 中断映射表

2 管脚和封装

TK8610 的封装信息如下。

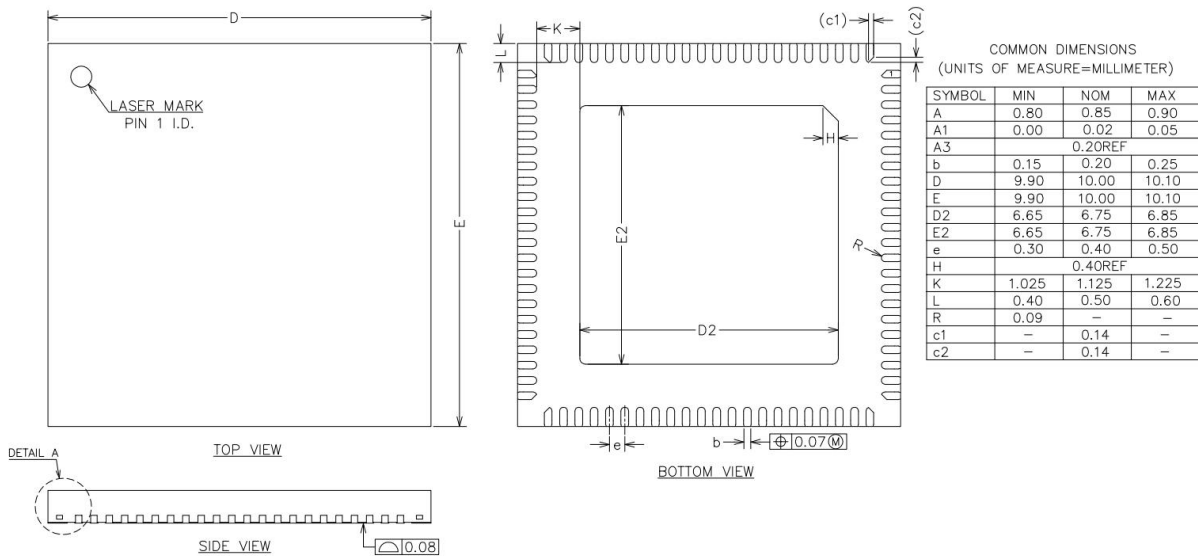


图 2-1 88pin QFN 10*10 封装

管脚定义如下表所示：

序号	管脚名称	I/O	说明
1	PIN_GPIOA5	IO	多功能信号管脚，可以复用 GPIO、UART、SPI、I2C、PWM 等
2	PIN_GPIOA6	IO	多功能信号管脚，可以复用 GPIO、UART、SPI、I2C、PWM 等，默认为程序更新串口 RXD
3	PIN_GPIOA7	IO	多功能信号管脚，可以复用 GPIO、UART、SPI、I2C、PWM 等，默认为程序更新串口 TXD
4	PIN_GPIOB0	IO	多功能信号管脚，可以复用 GPIO、UART、SPI、I2C、PWM 等，支持中断功能
5	PIN_GPIOB1	IO	多功能信号管脚，可以复用 GPIO、UART、SPI、I2C、PWM 等，支持中断功能
6	PIN_GPIOB2	IO	多功能信号管脚，可以复用 GPIO、UART、SPI、I2C、PWM 等，支持中断功能
7	PIN_GPIOB3	IO	多功能信号管脚，可以复用 GPIO、UART、SPI、I2C、PWM 等，支持中断功能
8	PIN_GPIOB4	IO	多功能信号管脚，可以复用 GPIO、UART、SPI、I2C、PWM 等，支持中断功能
9	PIN_GPIOB5	IO	多功能信号管脚，可以复用 GPIO、UART、SPI、I2C、

			PWM 等, 支持中断功能
10	PIN_GPIOB6	IO	多功能信号管脚, 可以复用 GPIO、UART、SPI、I2C、PWM 等, 支持中断功能
11	PIN_GPIOB7	IO	多功能信号管脚, 可以复用 GPIO、UART、SPI、I2C、PWM 等, 支持中断功能
12	PIN_RF_CTRL0	O	对外控制 TXRX switch
13	VBAT	P	电源输入, 2.2~3.7V 范围
14	PIN_RF_CTRL1	O	对外控制 TX PA
15	PIN_UART0_TXD_MSU0	O	MSU0 UART TX
16	DVDD	P	内核电源, 外接去耦电容
17	PIN_UART0_RXD_MSU0	I	MSU0 UART RX
18	VDD18_IO	P	数字 1.8V IO 供电电源
19	NC		NO connected
20	NC		NO connected
21	NC		NO connected
22	NC		NO connected
23	AVDD18_OSC32M	P	模拟 1.8V 供电电源
24	DVDD15	I	RF 数字供电电源
25	PIN_XOSC32M_XTALP	A	外接 32MHz 晶体接口
26	PIN_XOSC32M_XTALN	A	外接 32MHz 晶体接口
27	AVDD15_SX	P	SX 供电 1.5V
28	AVDD_HPDA	P	内部 AD/DA 供电电源
29	AVDD_HPPA	P	内部 PA 供电电源
30	AVSS18	P	Ground
31	OUTN_HPPA	O	射频输出信号, 差分信号 N 端
32	OUTP_HPPA	O	射频输出信号, 差分信号 P 端
33	AVDD15_TX	P	TX 1.5V 供电
34	AVDD18_BG	P	BandGap 供电 1.8V
35	AVDD15_RX	P	RX 1.5V 供电
36	AVDD_RF	P	RF 供电

37	PIN_RF1N	I	RX Input
38	PIN_RF1P	I	RX Input
39	LNA_LD_N	I	LNA 片外匹配
40	LNA_LD_P	I	LNA 片外匹配
41	LNA_LS_N	I	LNA 片外匹配
42	LNA_LS_P	I	LNA 片外匹配
43	PIN_AVDD15_ABB	I	ABB 供电
44	PIN_TOP_DC_TP	O	外接 49.9KΩ, 1%精度电阻
45	PIN_AVDD18_DC	I	1.8V 供电
46	PIN_AVDD15_DC	I	1.5V 供电
47	VDDIO_18	I	1.8V IO 供电
48	VDDIO_18	I	1.8V IO 供电
49	DVDD	I	1.2V 内核供电
50	DVDD_MSU1	I	MSU1 供电, 电压 1.2V
51	PIN_POR_N	I	全局复位信号输入, 低电平表示复位
52	DVDD_MSU0	I	MSU0 供电, 电压 1.2V
53	PIN_PMU_LP_POR	I	PMU 复位信号
54	DVDD_BBU	I	BBU 供电, 电压 1.2V
55	AVDD33_DPLL	I	DPLL 供电, 电压 3.3V
56	XTAL_32K	I	外部 32K 晶振接口
57	AVSS_OSC32K	P	32K 晶振模拟 GND
58	EXTAL_32K	O	外部 32K 晶振接口
59	AVDD33_DPLL	I	DPLL 供电, 电压 3.3V
60	VDD12_BBU	P	1.2V 输出
61	VDD12_C0	P	1.2V 输出
62	VDD12_C1	P	1.2V 输出
63	VDD15	P	1.5V 输出
64	BUCK_SW	O	BUCK 电源 switching output, 需外接功率电感
65	VBAT_DCDC	I	电源输入, 电压范围 2.2 ~ 3.7V

66	BUCK_SW	O	BUCK 电源 switching output
67	VBAT_DCDC	P	电源输入, 电压范围 2.2~ 3.7V
68	VBATA	P	电源输入, 电压范围 2.2 ~ 3.7V
69	VBATBIAS	P	电源输入, 电压范围 2.2 ~ 3.7V
70	DVDD12	P	数字供电 1.2V
71	VBATA	P	电源输入, 电压范围 2.2 ~ 3.7V
72	VDD18_FO	O	1.8V 输出, 供 IO 和 Flash
73	VDD18_XOSC	O	1.8V 输出, 供 XOSC32M
74	PIN_PMU_RST_IN	I	接 10K 电阻到 GND
75	PIN_RST_N	I	MCU1 核复位管脚, 低电平有效
76	PIN_TESTEN	I	芯片测试模式选择, 输入
77	PAD_LPCLK_SEL	I	32KHz 时钟源选择
78	PAD_TCK_MSU1	I	MSU1 JTAG 的 TCK 信号
79	PAD_TMS_MSU1	I	MSU1 JTAG 的 TMS 信号
80	VBAT	P	电源输入, 电压范围 2.2 ~ 3.7V
81	PAD_TDI_MSU1	I	MSU1 JTAG 的 TDI 信号
82	PAD_TDO_MSU1	O	MSU1 JTAG 的 TDO 信号
83	DVDD	P	数字供电, 电压 1.2V
84	PAD_GPIOA0	IO	多功能信号管脚, 可以复用 GPIO、UART、SPI、I2C、PWM 等
85	PAD_GPIOA1	IO	多功能信号管脚, 可以复用 GPIO、UART、SPI、I2C、PWM 等
86	PAD_GPIOA2	IO	多功能信号管脚, 可以复用 GPIO、UART、SPI、I2C、PWM 等
87	PAD_GPIOA3	IO	多功能信号管脚, 可以复用 GPIO、UART、SPI、I2C、PWM 等
88	PAD_GPIOA4	IO	多功能信号管脚, 可以复用 GPIO、UART、SPI、I2C、PWM 等
	EPAD		底部焊盘, Recommend connect to GND

3 功能描述

3.1 系统时钟

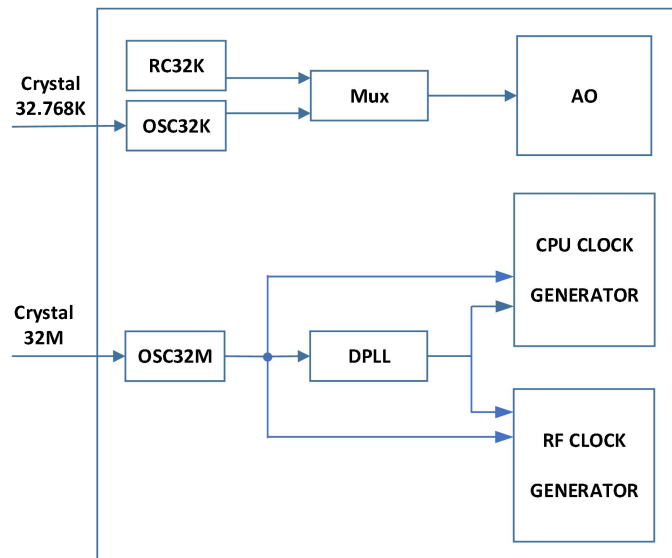


图 3-1 系统时钟

3.1.1 CPU 时钟

CPU 时钟可选择为振荡器输出或 PLL 输出分频；其中外接晶体固定为 32MHz，PLL 时钟输出固定为 480MHz，可设置分频系数改变 CPU 时钟频率，CPU 系统时钟主频最大为 60MHz。

3.1.2 RTC 时钟

RTC 时钟通过 32M 时钟振荡器分频输出获得。

3.1.3 外设时钟

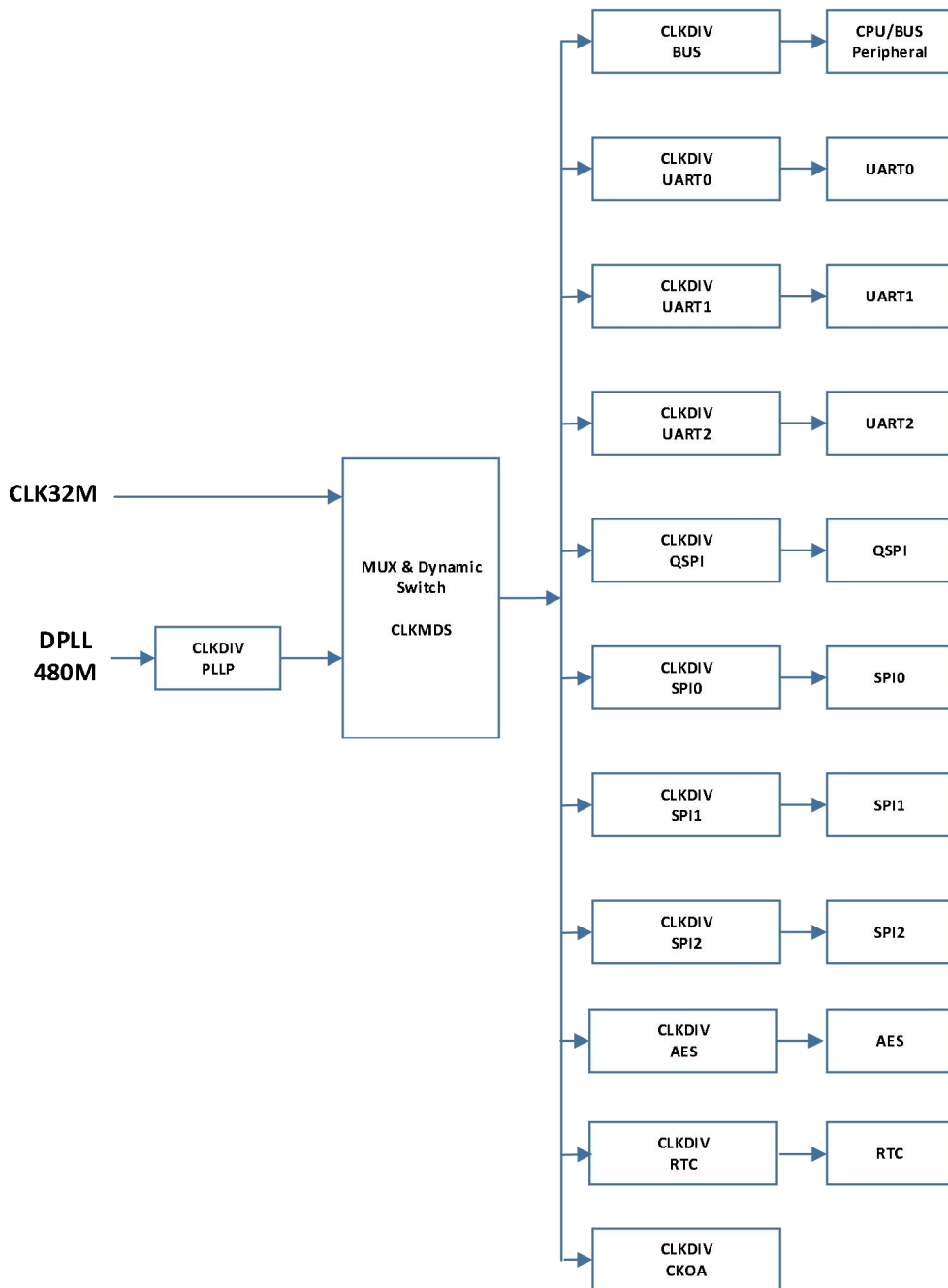


图 3-2 外设时钟

外设时钟通过系统时钟分频获得，所有外设时钟均可关闭，并具有各自独立的分频器。

3.1.4 AO 时钟

AO (Always on) 模块负责系统的电源管理和功耗控制，AO 时钟为该模块提供运行时钟。

可选择为外部 32.768KHz 时钟、内部 RC 时钟或 LSE 振荡器时钟；芯片支持外接 32.768KHz 晶体，可通过 LP_SEL 管脚选择为外部输入或振荡器时钟。

3.2 数字外设

3.2.1 通用输入/输出接口（GPIO）

- 支持最多 16 个 GPIO;
- GPIO 与其他数字接口复用管脚;
- 每个 GPIO 自带复用和配置寄存器;
- 各 GPIO 可分别设置为多种模式：输入浮空、输入上拉、输入下拉、具有弱上拉的输出、具有弱下拉的输出等。
- 芯片休眠时 I/O 口不可输入高电平，高电平会导致芯片无法退出低功耗模式。

3.2.2 串行外设接口（SPI）

- 兼容 Motorola SPI 接口模式;
- 支持全双工，四线同步传输;
- 时钟极性和采样相位可以编程;
- 支持主从模式可配置;
- 时钟速率可配置。

3.2.3 通用异步收发器（UART）

- 提供工业标准 16C550 UART 设备的兼容性;
- 最高波特率 460kB/s;
- 位宽 8bit，深度 16 的 FIFO 缓存;
- 起始位、停止位和奇偶位可配置。

3.2.4 I2C 接口

- 兼容 Philips I2C 总线标准;
- 支持多 Master 操作;
- 时钟频率可配置;
- 支持 7 或 10 位的寻址模式;
- 支持传输速率为 100 Kbps 的普通模式和传输速率为 400Kbps 快速模式。

3.2.5 脉宽调制控制器（PWM）

- 根据用户编程的周期产生二值信号;
- 时钟可以选择系统时钟或外部时钟;
- 支持输出驱动力的三态控制。

3.3 射频收发单元

射频收发单元示意结构如下图 3-3 所示：

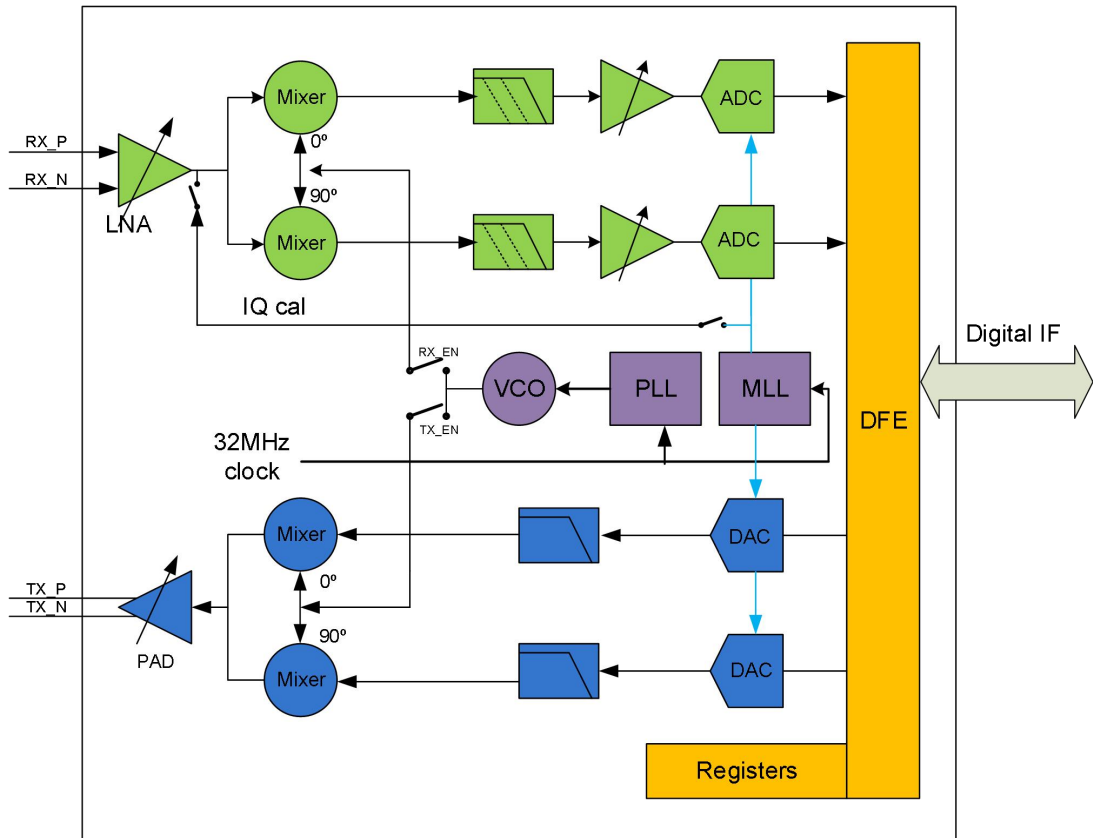


图 3-3 射频收发单元结构图

3.3.1 射频接收器

接收器由内置 LNA、混频器、模拟滤波器、模数转换单元和数字滤波单元组成。其中 LNA 增益、混频增益、滤波器参数、数字增益均可通过寄存器配置调整。

接收器具有自动增益控制 AGC 功能。

接收本振由 32MHz 时钟经包括 VCO 及 PLL 的频率综合单元产生，接收频率可通过寄存器配置调整。

差分射频信号经可调 LNA 转换处理后，由正交混频处理转变为中频信号；再经模拟滤波和模数转换为数字信号。

接收器内置 FIFO 可实时完成数字信号存储及滤波处理，处理后的数据通过数字串行同步接口与信号处理单元相连。

接收器内置温度检测功能，可根据当前温度实时调整射频参数获得最佳射频性能。

接收器具有 RSSI 指示输出，可通过寄存器直接读取。

3.3.2 射频发射器

射频发射器采用正交调制方法，发射滤波器带宽通过寄存器配置。

发射器内置可变增益的 PA，可按照需求改变输出功率。

发射器本振信号由内部频率综合单元产生，发射频率可通过寄存器配置，发射频率和接收频率可单独配置。

发射 PA 输出为差分形式，需要外接 Balun 转换为单端形式输出。

为保证模组的通信性能，建议频点设置为带小数点的频点如 xxx.3MHz、xxx.6MHz、xxx.75MHz、xxx.8MHz 且尽量远离 32MHz 倍频的频点如 $32\text{MHz} \times 13 = 416\text{MHz}$ 、 $32\text{MHz} \times 14 = 448\text{MHz}$ 、 $32\text{MHz} \times 15 = 480\text{MHz}$ 、 $32\text{MHz} \times 16 = 512\text{MHz}$ 等。而且在多信道通信时，信道间隔避开 500KHz 的整数倍。

3.3.3 射频通道校正

射频收发器具备自动通道校正模式，可改善 I/Q 通道幅相不平衡问题，提升发射/接收系统性能。

3.4 定时器

3.4.1 通用定时器

TK8610 芯片支持三种模式：自动重载定时器（Free-running）、周期性定时器（Periodic timer）、一次性定时器（One-shot timer）。

- Free-running 模式：计数器达到 0 后，自动重新从最大值开始减法计数；
- Periodic timer 模式：计数器以固定间隔产生中断，过零反转后重新装载原来的值；
- One-shot timer 模式：计数器只产生一次中断。计数器达到 0 后停止，直到被重新配置。

3.4.2 实时时钟（RTC）

RTC 包括一个 32 位计数器、32 位匹配寄存器和 32 位比较器。32 位计数器在输入时钟 CLK 1HZ 的上升沿增加。计数器 Free-running，不能被装载。复位后，计数器从 1 开始计数，到达最大值 0xFFFFFFFF，反转到 0，继续增加。当计数器和匹配寄存器的值相等时，CPU 使用中断实现一次定时告警功能。

3.4.3 看门狗定时器

看门狗用于在 MCU 异常时提供复位信号。看门狗定时器为一个可配置的 32-bit 定时器，输入时钟频率可配置，看门狗固定为减 1 计数，在定时器溢出时，产生一个硬件复位信号，复位整个芯片；为防止复位发生，需要软件不断重置计数器计数值（喂狗）。

3.5 安全加密

- 兼容 Advanced Encryption Standard（AES）加密算法标准；
- 支持 128 位/192 位/256 位密钥。

3.6 低功耗管理

3.6.1 工作模式

TK8610 的无线收发器和应用 MCU 具有独立的时钟和电源控制，它们各自的工作状态彼此独立。应用 MCU 和无线收发器的各种工作模式，彼此可以互不影响，以适应各种不同应用和传输对于功耗的要求。

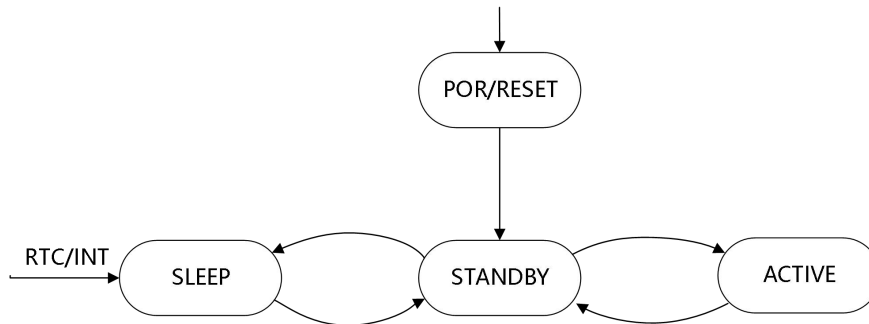


图 3-4 工作模式

3 种工作模式分别定义如下：

- (1) 休眠模式 (SLEEP)：RTC 和 AO 控制逻辑处于运行状态，无线收发器和应用 MCU 都处于 power off 状态；
- (2) 守候模式 (STANDBY)：应用 MCU 系统处于运行模式，无线收发器处于 power off 状态；
- (3) 工作模式 (ACTIVE)：无线收发器和应用 MCU 均处于 power on 工作状态。

各种模式下，芯片内部的工作状态和模块状态如下表所示：

工作模式	RTC/休眠控制	应用 MCU	无线收发器	功耗
SLEEP	Power on	Power off	Power off	< 7.5uA
STANDBY	Power on	Running	Power off	< 6mA
ACTIVE	Power on	Running	Running/power on	35mA@Rx 110mA@Tx=17dBm

3.6.2 电源管理

TK8610 内置有电源管理单元 (PMU)，含有多路 LDO 和 DCDC。输入 VBAT 电源，输出多路 1.2V、1.5V 和 1.8V 电源，为芯片内部的射频单元、基带处理和 MCU 提供电源。

电源拓扑结构示意图如下图所示，其中 DVDD/VDD18_IO 为一直打开状态，给 AO 模块供电，VDD18_IO 对应的 LDO 具有低功耗模式；其余 LDO 均可通过 AO 模块控制处于关闭状态；射频单元均采用 1.5V 供电，可统一控制。

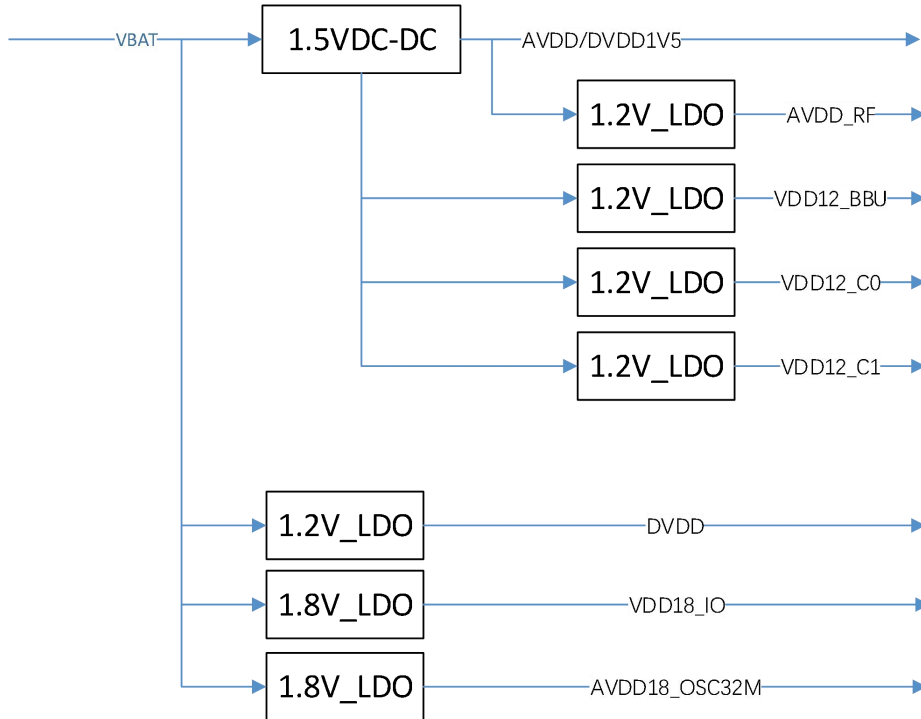


图 3-5 电源管理示意图

3.6.3 管脚分配/复用

所有外设相关管脚可以配置到任意 GPIO 中 (GPIOA0~A7/GPIOB0~B7), 其中 GPIOA6/A7 为专用程序更新串口。

4 电气特性

4.1 绝对最大额定值

参数	符号	最小	典型	最大	单位
供电电压	VBAT	-0.3		3.9	V
数字输入电压	Vin	-0.3		3.9	V
射频输入功率	Pin			+10	dBm

表 4-1 绝对最大额定值

4.2 建议工作条件

参数	符号	最小	典型	最大	单位
供电电压	VBAT	2.2	3.3	3.7	V
供电电流	IBAT		200	800	mA
射频输入功率	Pin			+10	dBm

在选择给 TK8610 供电的 LDO 时，输出电流要 $\geq 800\text{mA}$ 。

表 4-2 建议工作条件

4.3 直流电气特性

规格	参数和要求
工作温度范围	-40~85°C
温度检测和输出	支持，用于 RF 自身的温度补偿和芯片的超温报警
电压工作范围	2.2~ 3.7V
ESD	HBM 500V: RF 射频收发管脚 HBM 2KV: 其他管脚
唤醒时间 (Wake up time)	< 1ms (from sleep mode)
功耗 (Power consumption)	每个模块提供单独的 on/off 控制。 休眠功耗 : <7.5uA (VBAT=3.3V) 接收功耗: <35mA (VBAT=3.3V) 发送功耗: <110mA@17dBm (VBAT=3.3V)

表 4-3 参数和要求

4.4 射频特性

射频发射器规格如下表所示。

Parameter	Symbol	Min	Typ	Max	Unit	Test Condition
Operation Temperature	Ta	-40	25	85	°C	All test @25°C except specific
Operation Voltage	VBAT	2.2	3.3	3.7	V	External, All test @ 3.3V except specific
Frequency range	fL	150		960	MHz	
Switch On time	Tsynth			100	us	Tx to Rx, Rx to Tx; for retune within channel < 200us
Crystal Frequency			32		MHz	
Frequency Step	fstep	32			Hz	
Frequency Hop Time	Thop			200	us	hop within 10MHz, 200us
Maximum output Power	Po,max	17		20	dBm	
Minimum output Power	Po,min			-40	dBm	
Transmit OFF power	Po_off			-50	dBm	
Tx power control step	P_step		2		dB	
Tx power accuracy	P_accu		2	3	dB	2dB @ >0dBm, 3dB @ <0dBm, without calibration
Tx power variation vs Temp			+/-2		dB	From -40°C to +85°C
Transmit Power Variation vs. VBAT			+/-1		dB	From 2.2 V to 3.7 V at 450 MHz, TA = 25°C
Harmonics	HD2	-30		-25	dBc	with External LC
	HD3	-30		-25		with External LC
Spurious				-36	dBc	-25dBc
Tx Phase Noise	PN		-103	-90	dBc/H ^z	@10KHz offset
			-103	-100		@50KHz offset
			-115	-110		@400KHz offset
			-122	-117		@1MHz offset
IQ Gain mismatch				2	dB	
IQ Phase mismatch				5	°	
DAC Bit width	N		10		bit	

DAC Signal Bandwidth	fBW			200	KHz	Recommend
DAC data rate			1		MHz	
digital IF			0	200	KHz	Band edge=<200kHz recommend
Carrier leakage	CLR	-10/- 25		-25/- 35	dBc	-25@power>0dBm, -10@power>-40dBm
PA Ramp-up/down Timing				10	us	90%
Modulation		DPFSK/DSSS				
Current consumption	I _{dd}		110		mA	@17dBm@VBAT=3.3V

表 4-4 射频发射器规格

4.5 休眠电流特性

在 25°C、VBAT=3.3V 时休眠功耗 < 10uA，具体温度特性如下：

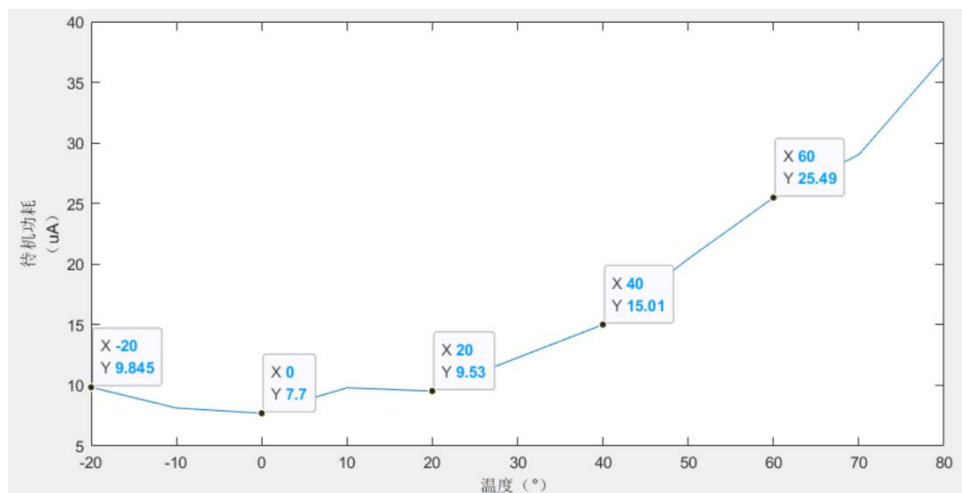


图 4-1 休眠电流特性