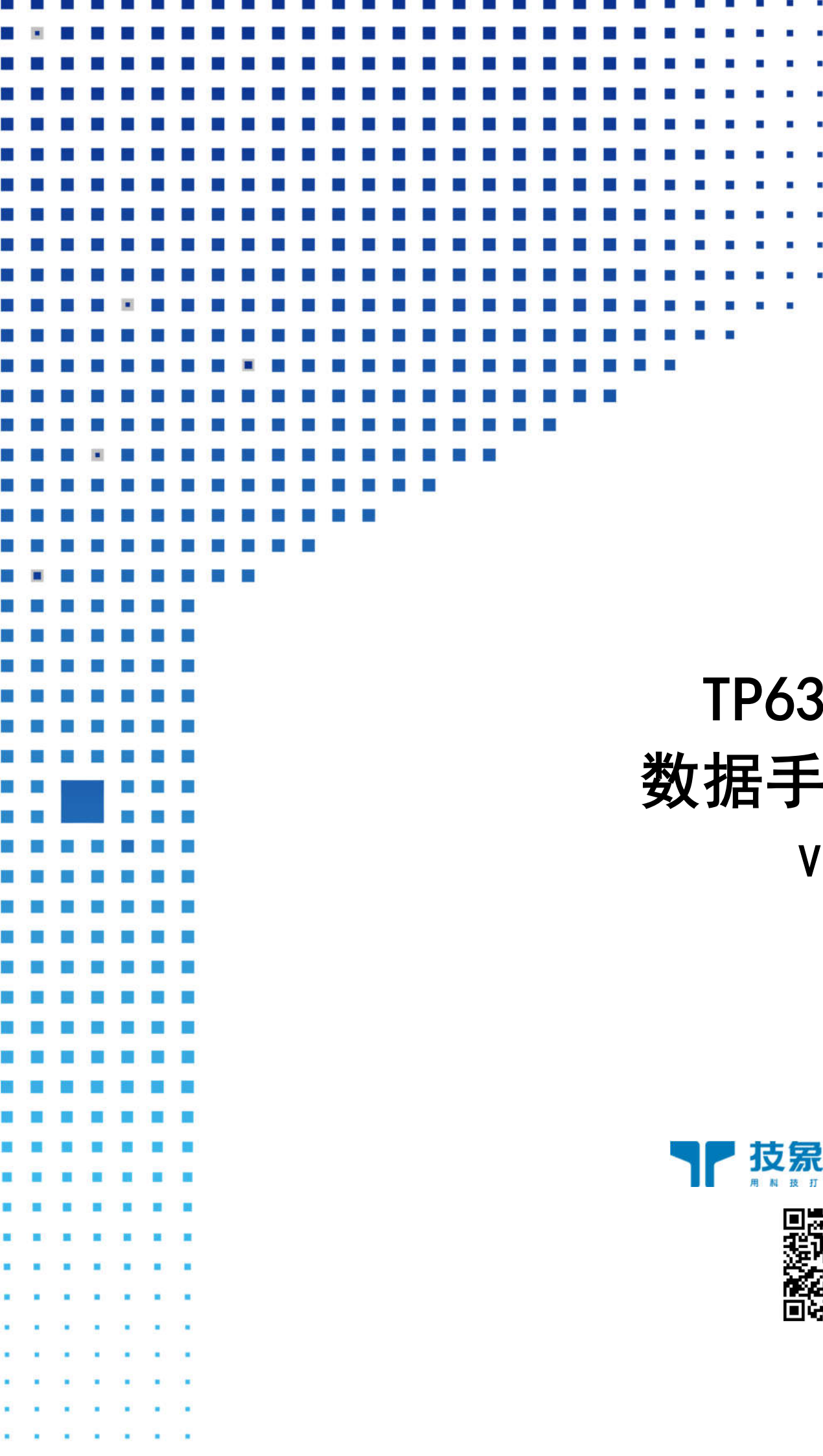




TP6300 数据手册

V1.0



TECHPHANT

TECHPHANT

TECHPHANT

目 录

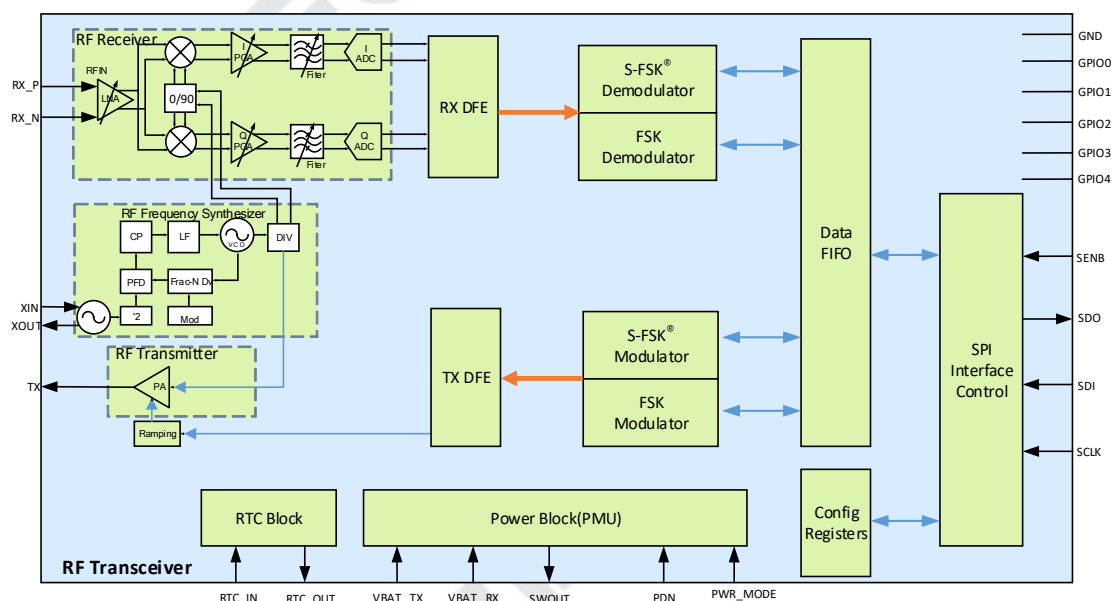
TP6300 数据手册	1
1 概述.....	1
1.1 简化方框图.....	1
1.2 引脚及描述.....	2
1.3 封装尺寸.....	4
2 电气特性.....	5
2.1 推荐运行条件.....	5
2.2 绝对最大额定值.....	5
2.3 可靠性参数.....	5
2.4 芯片规格.....	6
3 电路描述.....	10
3.1 参考时钟.....	10
3.2 接收机.....	11
3.3 发射机.....	12
4 TP6300 数字调制解调设计	13
4.1 S-FSK [®] 调制解调器	13
5 数字接口.....	15
5.1 复位.....	15
5.2 SPI 接口	16
5.3 复用数字接口.....	18
5.4 中断.....	18
6 模拟接口.....	18
6.1 电源.....	18
6.2 温度检测.....	20
6.3 电压检测.....	20

7 命令字接口.....	21
7.1 操作模式功能.....	22
7.2 FIFO 读写	22
7.3 S-FSK 调制解调功能.....	24
7.4 状态信息.....	25
8 应用.....	26
8.1 主机 API 基本读写功能	26
8.2 基本发射操作电路配置.....	26
8.3 基本接收操作电路配置.....	27
8.4 应用电路.....	27
9 缩略语表.....	28
10 修订历史.....	29

TP6300 数据手册

1 概述

1.1 简化方框图



调制解调器

可完成 S-FSK SIMS 信号的调制及解调；

射频模块

频率支持 SUB-1G 频率

主要接口

- 1 组 SPI；
- 5 个 GPIO；
- Xtal_clk 输出，晶体输出，给外部其余芯片作为参考时钟使用；
- 支持外部 32.786KHz 时钟

1.2 引脚及描述

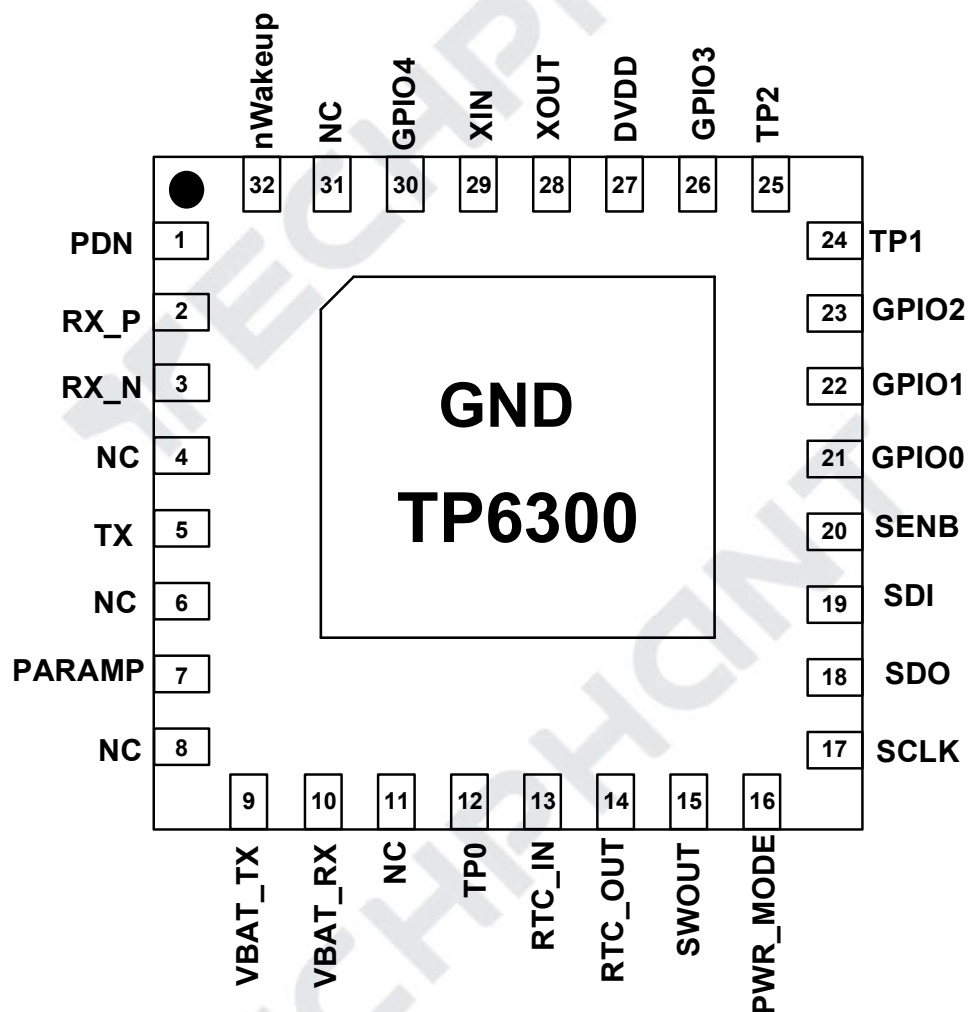


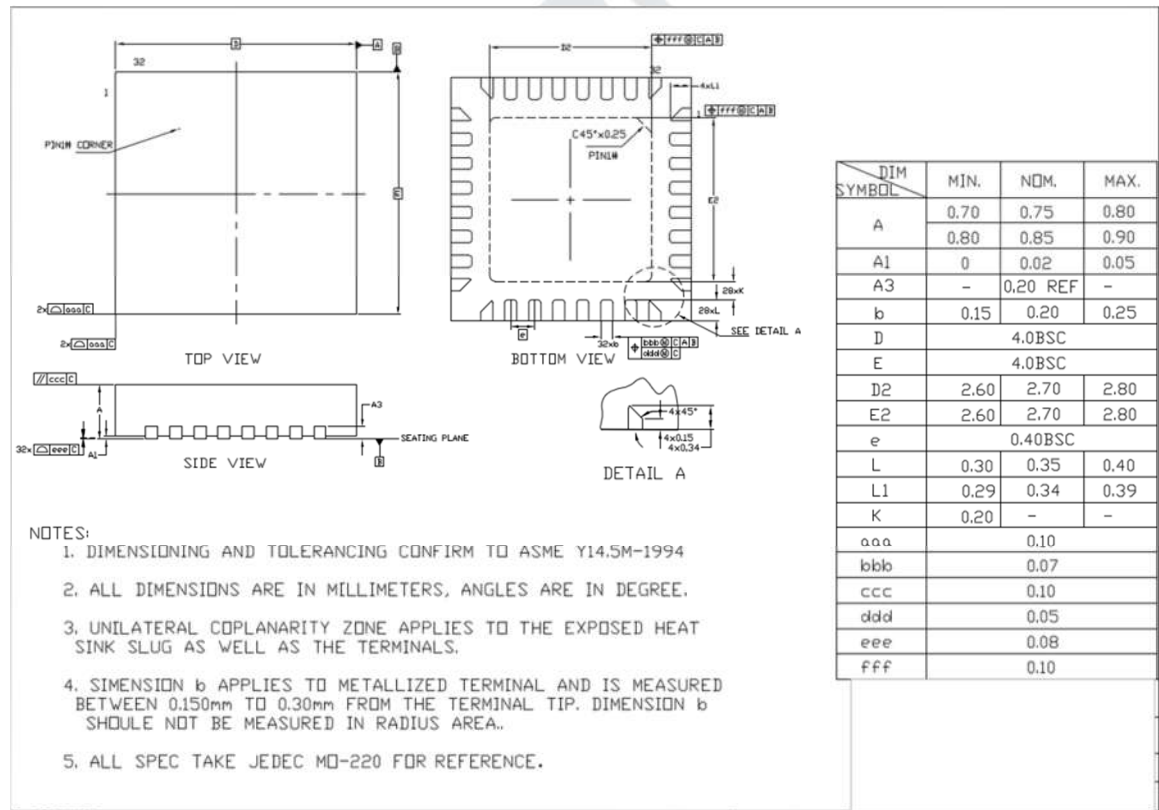
图1-1 TP6300 引脚图

表 1-1 TP6300 引脚描述表

引脚号	引脚名称	I/O	描述
1	PDN	I	外部power down，低电平有效，高电平为工作状态
2	RX_P	I	射频接收端口，差分输入
3	RX_N		
4	NC		正常使用NC悬空
5	TX	O	PA输出
6	NC		正常使用NC悬空
7	PA_RAMP	O	PA RAMP电压输出，控制外部PA
8	NC		正常使用NC悬空
9	VBAT_TX	Power	TX链路电源
10	VBAT_RX	Power	RX链路电源

11	NC		正常使用NC悬空
12	TP0		芯片测试用途，正常使用NC悬空
13	RTC_IN	I	外部32K晶体输入端，低功耗模式时使用
14	RTC_OUT	O	外部32K晶体输出端，低功耗模式时使用
15	SWOUT	O	DCDC 输出端
16	PWR_MODE	I	PMU模式选择： NC =LDO模式，VBAT_RX接VBAT 接低=DCDC模式，VBAT_RX接SWOUT
17	SCLK	I	SPI时钟信号
18	SDO	O	SPI数据输出
19	SDI	I	SPI数据输入
20	SENB	I	SPI线选信号
21	GPIO0	I/O	通用GPIO接口，GPIO复用关系见下面章节
22	GPIO1	I/O	通用GPIO接口，GPIO复用关系见下面章节
23	GPIO2	I/O	通用GPIO接口，GPIO复用关系见下面章节
24	TP1		芯片测试用途，正常使用NC悬空
25	TP2		芯片测试用途，正常使用NC悬空
26	GPIO3	I/O	通用GPIO接口，GPIO复用关系见下面章节
27	DVDD	Power	内部数字电源，推荐1uF去耦电容对地
28	XOUT	O	参考时钟输出
29	XIN	I	参考时钟输入
30	GPIO4	I/O	通用GPIO接口，GPIO复用关系见下面章节
31	NC		正常使用NC悬空
32	nWakeup	I	用于外部唤醒功能(电平唤醒)
33	GND		电源参考地

1.3 封装尺寸



2 电气特性

测试条件：VDD= 3.3 V，TOP= 25 °C，FRF = 470 MHz；灵敏度是通过接收一个 PN9 序列及匹配至 50 Ω 阻抗下，5%PER 的标准下测得；除非另行声明，所有结果都是在 EVB 评估板上测试得到。

2.1 推荐运行条件

符号	参数描述	最小	典型	最大	单位
VDD	运行电源电压	1.8		+3.6	V
T _A	运行环境温度	-40		+85	°C

2.2 绝对最大额定值

符号	参数描述	最小	最大	单位
VDD	电源电压	-0.3	3.6	V
T _{oper}	存储温度	-50	125	°C
T _j	结温	-40	125	°C
ESD level	人体模型(HBM)	-2	2	KV

2.3 可靠性参数

符号	参数	条件	典型值	单位
V _{ESD} (HBM)	静态放电电压(人体模型)	ESDA/JEDEC JS-001-2017	2	KV
V _{ESD} (CDM)	静态放电电压(充电设备模型)	ESDA/JEDEC JS-002-2018	250	V
LU	静态 Latch-Up	JESD78E	200	mA

2.4 芯片规格

2.4.1 功耗规格

表 2-1 功耗规格*¹

参数	符号	描述	最小	典型	最大	单位
关机电流	I _{Shutdown}	PDN=0, 所有电路均关闭		700		nA
睡眠电流*	I _{Deepsleep}	深睡眠模式, 内部32k关闭, 寄存器不保持 需外部唤醒		1.2		uA
	I _{Sleep}	浅睡眠模式, 内部32K工作, RTC寄存器保持, 其余寄存器不保持, 可定时唤醒		1.4		uA
待机电流*	I _{RC}	芯片内部RC振荡器工作, 晶体不工作, 寄存器保持		1		mA
	I _{OSC}	晶体工作, 寄存器保持		1.7		mA
频率保持*	I _{PLL_ON}	PLL频率保持状态, 收发均关闭		10.5		mA
发射电流 TX	I _{TX}	功率=0dBm		55		mA
		功率=5dBm		60		mA
		功率=10dBm		75		mA
		功率=17dBm		106		mA
		功率=20dBm		130		mA
		功率=22dBm		160		mA
接收电流	I _{RX}	RX模式		55		mA

2.4.2 频率综合器

表 2-2 频率综合器规格

参数	符号	描述	最小	典型	最大	单位
频率范围	F _{SYN}		40		530	MHz
			710		1050	
频率分辨率	F _{RES}			20		Hz
调谐时间	T _{LOCK}			58		Us
相位噪声 230MHz	PN	10 kHz 频率偏移		-106		dBc/Hz
		100kHz 频率偏移		-110		dBc/Hz
		1MHz 频率偏移		-123		dBc/Hz

¹ *表示设计理论值, 正在优化开发中, 下同。

		10MHz 频率偏移		-138		dBc/Hz
相位噪声 433MHz	PN	10 kHz 频率偏移		-105		dBc/Hz
		100kHz 频率偏移		-108		dBc/Hz
		1MHz 频率偏移		-120		dBc/Hz
		10MHz 频率偏移		-140		dBc/Hz
相位噪声 915MHz	PN	10 kHz 频率偏移		-100		dBc/Hz
		100kHz 频率偏移		-103		dBc/Hz
		1MHz 频率偏移		-113		dBc/Hz
		10MHz 频率偏移		-132		dBc/Hz

2.4.3 参考时钟规格要求

外接参考时钟典型规格如下：

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
晶体频率 ¹	F _{XTAL}			26		MHz
晶体频率容差 ²	ppm			20		ppm
负载电容	C _{LOAD}			7.3		pF
晶体启动时间 ³	t _{XTAL}			400		us

备注：

- 1，晶体电路可以直接用外部参考时钟通过耦合电容接到 XIN 管脚上工作。外部时钟信号的峰峰值要求在 0.3 到 1.0 V 之间。
- 2，该值包括 (1) 初始误差；(2) 晶体负载；(3) 老化；和(4) 随温度的改变。可接受的晶体频率误差受限于接收机的带宽和与之搭配的发射器之间射频频率偏差。
- 3，该参数很大程度上与晶体相关。

2.4.4 S-FSK[®]模式电气规范

表 2-3 S-FSK 模式电气规格

参数	符号	描述	最小	典型	最大	单位
码片速率	CR	码片速率12kcps	0.21		1.87	Kbps
		码片速率24kcps	0.42		3.75	Kbps
		码片速率48kcps	0.84		7.5	Kbps
		码片速率100kcps	1.75		15.6	Kbps
		码片速率200kcps*	3.51		31.2	Kbps

输出功率	Pout	TX输出		-20		22	dBm
输出功率步进	P_STEP	TX输出			1	2	dB
不同温度下输出功率变化	P_TEMP				3		dB
1db压缩点	P1db	TX输出			16		dBm
发射邻道泄漏	ACLR	Adjacent Upper	CR =12kcps BW=12.8kHz Channel Space = 25kHz		32		dBc
		Adjacent Under			34		dBc
		Alternate Upper			48		dBc
		Alternate Under			50		dBc
		Adjacent Upper	CR =24kcps BW=25kHz Channel Space = 50kHz		37		dBc
		Adjacent Under			37		dBc
		Alternate Upper			55		dBc
		Alternate Under			55		dBc
		Adjacent Upper	CR =48kcps BW=50kHz Channel Space = 100kHz		37		dBc
		Adjacent Under			38		dBc
		Alternate Upper			56		dBc
		Alternate Under			56		dBc
		Adjacent Upper	CR =100kcps BW=120kHz Channel Space = 200kHz		36		dBc
		Adjacent Under			38		dBc
		Alternate Upper			58		dBc
		Alternate Under			58		dBc
接收灵敏度 470MHz	SEN	CR = 12kcps	SF=5		-124		dBm
			SF=6		-131		dBm

			SF=7		-134		dBm
			SF=8		-137		dBm
			SF=9		-140		dBm
			SF12*		-148		dBm
		CR = 24kcps	SF=5		-121		dBm
			SF=6		-126		dBm
			SF=7		-130		dBm
			SF=8		-134		dBm
			SF=9		-137		dBm
		CR = 48kcps	SF=5		-118		dBm
			SF=6		-126		dBm
			SF=7		-128		dBm
			SF=8		-130		dBm
			SF=9		-133		dBm
		CR = 100kcps	SF=5		-115		dBm
			SF=6		-122		dBm
			SF=7		-124		dBm
			SF=8		-127		dBm
			SF=9		-131		dBm
		同信道干扰抑制比	Co_REJ	CR = 12kcps; SF = 9; Pw= 接收灵敏度 + 3 dB CW干扰, PER<5%		10	
CR = 12kbps; SF = 9; Pw= 接收灵敏度 + 3 dB 同调制干扰, PER<5%				10		dBc	
邻道抑制比 @ 470MHz	1CH_REJ	CR = 12kbps; Pw= 接收灵敏度 + 3 dB BW= 12kHz, Channel Space = 25kHz CW干扰, PER<5% SF = 5 SF = 9		48 60		dBc	
	2CH_REJ	CR = 12kbps; SF = 9; Pw= 接收灵敏度 + 3 dB BW= 12kHz, Channel Space = 50kHz, CW干扰, PER<5% SF = 5 SF = 9		60 72		dBc	
阻塞抑制	Block	±1 MHz	CR = 12kbps; SF = 9; BW= 12kHz; Pw= 接收灵敏度 + 3 dB CW干扰,PER<5%	82		dBc	
		±2MHz		86		dBc	
		±10 MHz		95		dBc	
接收动态范围	RDR	最大接收动态范围		SEN	0	dBm	

接收信道带宽	BW	接收信道带宽	7		2000	KHz
RSSI范围	RSSI	步进1dB	-114		-10	dBm
噪声系数	NF	$f=470\text{MHz}$		4.5		dB

2.4.5 数字 IO 电气特性

2.4.5.1 通用参数

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V _{IH}	输入高电平电压	V _{CC} =1.8V ~ 3.6V		V _{CC} *0.7	—	V
V _{IL}	输入低电平电压	V _{CC} =1.8V ~ 3.6V	—	V _{CC} *0.3		V
V _{OL}	输出低电平	V _{CC} =1.8V ~ 3.6V		V _{CC} *0.8	—	V
V _{OH}	输出高电平	V _{CC} =1.8V ~ 3.6V	—	V _{CC} *0.2		V
T _{Rise}	上升沿时间			6		ns
T _{Fise}	下降沿时间			6		ns
IO_CLK	IO 时钟频率			40		MHz

2.4.5.2 GPIO

符号	参数	条件	典型值		单位
GPIO_Drive	GPIO 0~4 GPIO 驱动能力	V _{IO} = 3.3 V, V _{GPIO} =2.65	6		mA
RPU	上拉电阻	—	200		K Ω
RPD	下拉电阻	—	200		K Ω

备注：所有 GPIO 均有上拉，下拉以及 open drain 三种配置，上下拉状态睡眠均可保持；

3 电路描述

3.1 参考时钟

TP6300 的时钟系统，包含内部高速 RC 时钟和支持外接 RTC 32K 时钟。射频参考时钟可以根据系统符号率需求选择 26MHz 石英晶体并同时支持有源时钟如 TCXO/VC-TCXO 的输入。

3.1.1 内部 RC 时钟

TP6300 内部集成两个 RC 时钟；一个为系统睡眠时提供 RTC 的 LRC 时钟，

在系统睡眠时保证定时唤醒计时器以及外部中断唤醒，频率为 32KHz；另一个为睡眠唤醒后进入待机模式的 HRC 工作时钟，用于外部参考时钟尚未建立时给芯片内部提供一个较快的时钟，典型频率配置 26M。

内部高速 RC 时钟频率稳定性较差，在芯片进入参考时钟工作状态后，可以对内部 LRC 进行校准，以保证睡眠时定时唤醒的准确性。推荐在每次睡眠之前都进行一次校准操作。

掉电后重新上电或者系统从睡眠唤醒起来，等待参考时钟稳定后，系统应该尽量切换到精确的参考时钟上工作。

3.1.2 晶体振荡电路

TP6300 包含一个具有快速启动的集成晶体振荡器。该电路支持 24M~38.4M 甚至更宽范围的晶体频率，用户可以按照系统定义选择适当的规格进行使用。

可以很容易地使用 TCXO 和外部信号源代替传统的 XTAL，连接到 XIN 引脚上。建议使用收到的时钟信号作为 500 mV 到 1V 间峰值摆动，并且交流耦合到 XIN 引脚上。当使用 TCXO 作为参考时钟源时，XOUT 脚悬空处理。

为保证性能，推荐应用 TCXO 作参考时钟，连接方式如下图所示：

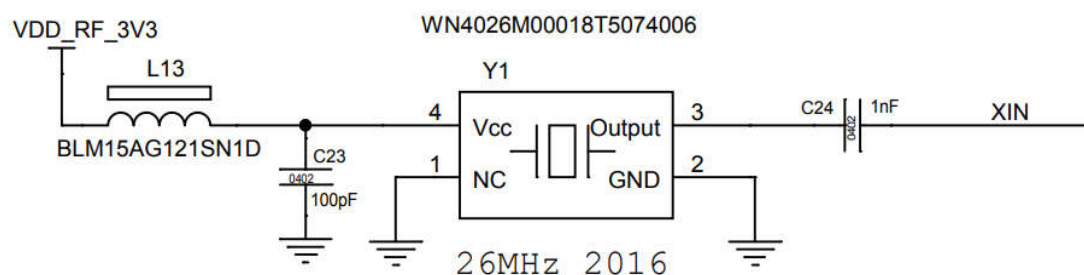


图3-1 TCXO 参考时钟连接电路

如果 TCXO 输出幅度过大，可以减小隔直电容 C24 进行调节。

3.2 接收机

TP6300 射频接收机框图如下图所示，接收到的空口射频信号经过天线接收首先通过差分低噪声放大器（LNA）进行放大，再采用正交混频器混频处理并经过中频放大器放大，接着到模拟滤波器进行杂波滤除。模拟滤波器可以根据需要设置为低通滤波器或者带通滤波器。为了避免直接变频架构带来的链路残余直流影响，工作在低速率窄带宽时推荐使用低中频接收架构，滤波器设置为

带通滤波器。当系统工作在在高速率大带宽时，可以使用零中频架构，滤波器此时设置为低通模式。其中模拟滤波器可以从 6.5KHz~2MHz 带宽可调节，具体的设置请参考编程指南或者相应的参考设置程序。

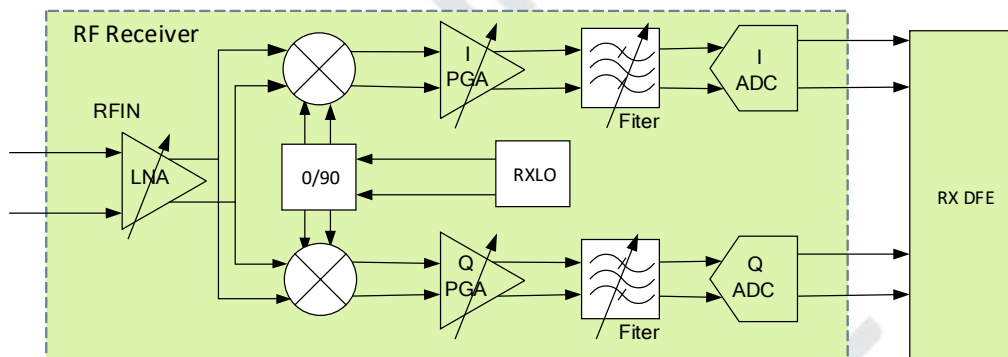


图3-2 接收机框图

经过滤波后的 I 和 Q 信号由连续时间反馈架构的 $\Sigma\Delta$ 模数转换器（ADC）进行数字化。进入数字域后，信号经过数字前端（DFE）模块进行抽取、数字下变频、数字信道滤波等处理后产生数字基带信号，最后根据调制方案（FSK 调制解调器或 S-FSK[®]调制解调器）由选定的调制解调器进行解调。

3.2.1 接收中频

TP6300 接收器 S-FSK[®]模式主要工作在低中频配置下。

表 3-1 接收中频配置映射表

配置名称	滤波器带宽(kHz SSB)	接收中频(kHz)
S-FSK_CR_12	8.5	49
S-FSK_CR_24	13.5	49
S-FSK_CR_48	32.5	49
S-FSK_CR_100	85	101
S-FSK_CR_200	110	138

3.3 发射机

TP6300 的发射机框图如下图所示，基带数字信号经过数字前端处理后送给

发射机进行发射。这里采用非线性调制信号，直接在 TXPLL 上直接进行调制然后给高效率 E 类功率放大器进行放大再由天线发射。

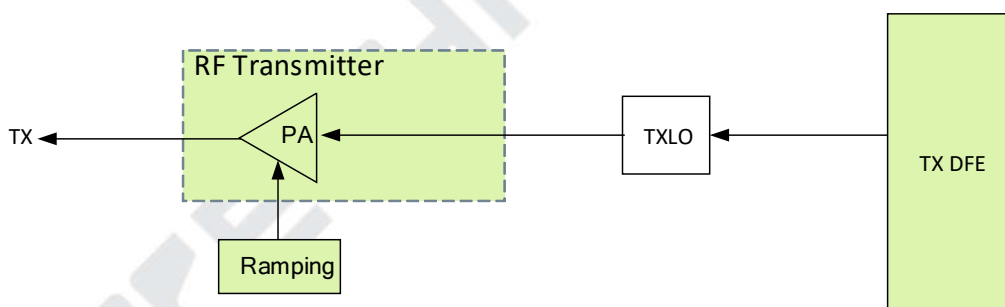


图3-3 发射机框图

4 TP6300 数字调制解调设计

4.1 S-FSK[®] 调制解调器

S-FSK[®]调制解调器采用扩频调制技术，与传统的基于 FSK 的调制相比，显著提高了无线电通信链路的覆盖范围和鲁棒性。S-FSK[®]调制解调器的一个重要特性是其对干扰的高免疫能力。S-FSK[®]调制解调器能够实现高达 15dB 的同频 FSK 干扰抑制。这种抗干扰能力使得 S-FSK[®]调制系统能够在频谱使用密集的频段或混合通信网络中简单共存，尤其是在传统调制方案失效时，S-FSK[®]可用于扩展覆盖范围。

4.1.1 调制参数

针对特定应用优化 S-FSK[®]调制，设计者可以调整几个关键设计参数，每个参数都允许在链路预算、抗干扰能力、频谱占用和数据速率之间进行权衡。这些参数包括：

码片速率(CR)

扩频因子(SF)

调制编码方案(MCS)

4.1.1.1 码片速率

码片速率的提高对应信号带宽也会增加，同时可以使用更高的有效数据速率，从而减少了传输时间，但以降低接收灵敏度为代价。可支持的 S-FSK[®] 码片速率如下表所示：

表 4-1 S-FSK 码片速率映射表

码片速率索引	0	1	2	3	4
码片速率 CR(kcps)	12	24	48	100	200

接收机先在射频链路中将信号变频至低中频，然后在数字域下变频至基带。

4.1.1.2 扩频因子

S-FSK[®] 扩频调制是通过用扩频码本调制后的多个码片信息来表示有效载荷信息。对于扩频因子 SF，每个 SIMS 符号有 2^{SF} 个码本，对应 2^{SF} 个码片，每个符号所能承载的比特数为 SF。

需要注意的是：无线链路的收发双方都必须提前知道扩频因子，因为不同的扩频因子彼此正交。

S-FSK[®] 接收器能够接收负信噪比的信号，这提高了其灵敏度以及链路预算和覆盖范围。用户可以根据应用和覆盖需要选择合适的扩频因子。

表 4-2 不同扩频因子 S-FSK 解调门限

扩频因子(SF)	5	6	7	8	9
码片数/SIMS 符号	32	64	128	256	512
S-FSK 解调门限(dB)	-2.5	-5	-7.5	-10	-12.5

4.1.1.3 调制编码方案

MCS 是 S-FSK 无线通信系统中用于配置物理层传输速率的索引机制，它通过将调制方式、编码率等影响速率的参数组合编制为索引表，每个 MCS 索引对应一组特定参数下的物理传输速率。在 S-FSK 无线通信系统中，MCS 采用 3 位字段表示，包含多种不同的调制和编码方案组合。

4.1.2 S-FSK 物理层帧结构

S-FSK®调制解调器采用显式数据包格式，显式数据包包含一个简短的头部，其中包含有关数据包的字节数、调制编码方案等信息。数据包格式如下图所示。

SHR	PHR		Payload	Payload
	Header	CRC		CRC

物理层帧头 PHR 默认采用 MCS1。

4.1.3 S-FSK 信道活跃检测(CAD)

采用扩频调制技术时，接收机的接收灵敏度可以远低于接收机噪声，如何确定信道是否存在有用信号存在挑战。在这种情况下，使用接收信号强度指示（RSSI）显然是不切实际的。在 TP6300 中，信道活动检测器被设计为能够检测 S-FSK®前导码的存在。一旦进入 CAD 模式，TP6300 将对配置的频点进行扫描，如果在 CAD 期间检测到 S-FSK®符号，将返回信道活动检测中断请求。

5 数字接口

5.1 复位

可以通过切换引脚 PDN 来对芯片进行完整的“恢复出厂设置”，随后将自动执行标准校准程序，且之前的所有上下文信息都将丢失。通常情况下，需要将该引脚保持低电平不低于 40 毫秒才能完成复位。

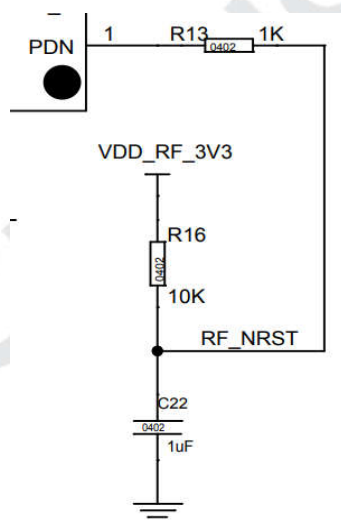


图5-1 RST 信号连接电路

5.2 SPI 接口

TP6300 通过标准 4 线外围接口 (SPI) 与主机进行通讯。SCLK、SDI、SDO 和 SENB。图 5-2 展示了 SPI 写命令格式。SENB 引脚应降低以启动 SPI 命令。SDI 数据的第一个字节会成为后面紧接 n 个参数数据的字节固件命令其中之一，这些参数数据字节会根据具体命令进行变化。SCLK 的上升沿应与 SDI 数据的中心对齐。

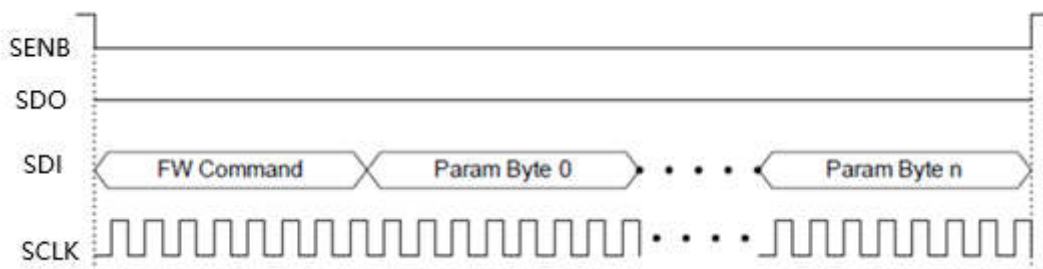


图5-2 SPI 写命令

TP6300 包含内部控制器，可控制无线电的所有内部功能。对于 SPI 读取命令，一般的控制器检测清除发送流程用来确保内部控制器已执行命令，并已将数据准备好通过 SDO 引脚输出。图 2 展示了 SPI 读取命令的一般流程。一旦 CTS 值显示 FFh 那么读出的数据就即将会时钟输出到主机 MCU。图 3 展示了在 CTS 被设置为 FFh 后的读取周期。内部 MCU 会在下降沿时钟输出 SDO 数据以便主机 MCU 能够在 SCLK 的上升沿处理 SDO 数据。

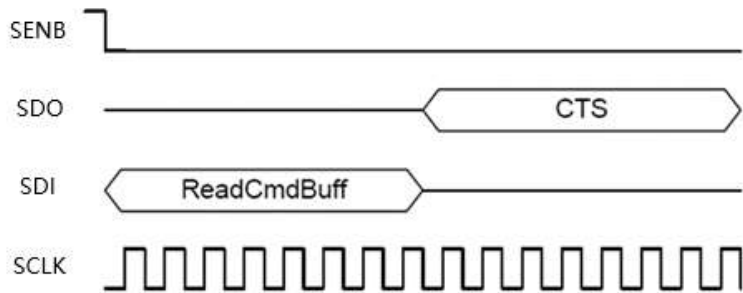
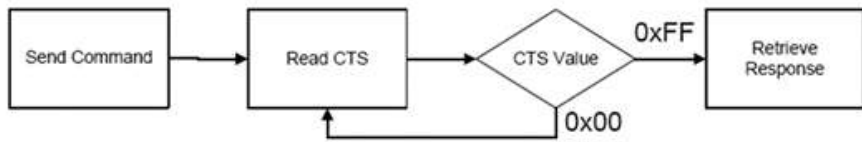


图5-3 SPI 读命令-检查 CTS

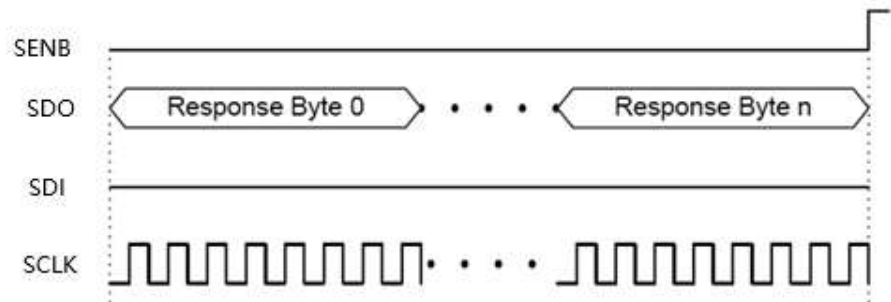


图5-4 SPI 读命令-随时钟扇出数据

主机通过 SPI 接口对 TP6300 进行配置以及程序下载，时钟速度应小于 40MHz。

TP6300 SPI 接口与主机之间的连接要串接 22Ω 或 33Ω 电阻，否则在高速传输数据时会影响信号质量和完整性。

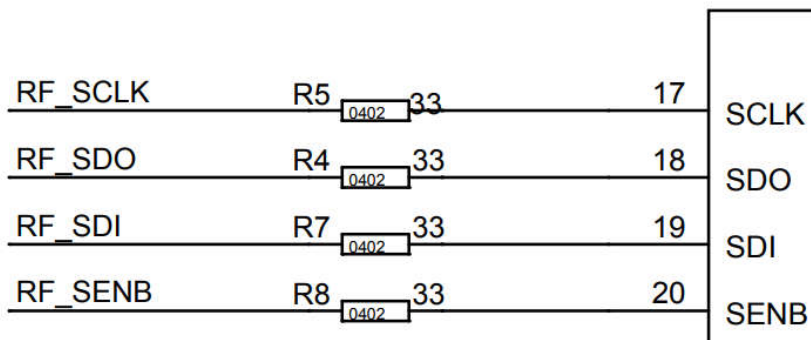


图5-5 SPI 接口连接电路

5.3 复用数字接口

5.3.1 数字 IO 引脚映射

工作模式	GPIO0	GPIO1	GPIO2	GPIO3	GPIO4
接收	预留	预留	接收时低电平	FIFO burst完成中断	低电平
发射	预留	预留	发射同步信号，高有效	FIFO burst写完成中断	发射完成中断
其他	预留	预留	低电平	低电平	低电平

5.4 中断

5.4.1 发射中断

TP6300 采用用户数据统一编码发送方式，在切换射频发射模式前，需要完成所用用户数据的输入；

用户预先设置发送数据长度字节；

按照 128 字节写入 FIFO，写入完成后，等待 GPIO3 发送数据中断信号；

发射数据中断信号产生后，如有剩余数据继续写入 FIFO，否则切换射频为发射模式并等待 GPIO4 发射完成中断；

射频按照配置参数发射完成后，产生 GPIO4 发射完成中断。

5.4.2 接收中断

射频进入接收模式后，如果收到同步信号，则产生 GPIO4 接收同步中断，用户此时可获取接收信号强度，并维持接收模式等待 GPIO3 接收数据中断；

收到 GPIO3 接收数据中断后，清除中断，获取接收数据长度，并通过 FIFO 读取 128 字节数据；

如有剩余数据接收则等待 GPIO3 接收数据中断，否则切换射频为空闲模式。

6 模拟接口

6.1 电源

电源范围为 1.8V~3.6V，推荐 3.3V，建议对地加 4.7uF 和 100nF 两个去耦电容。

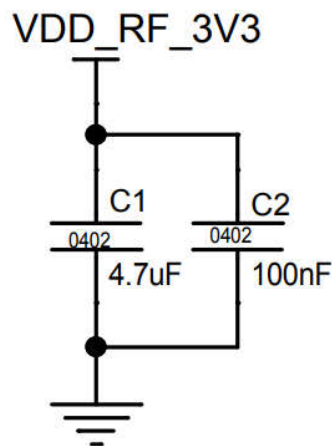


图6-1 输入电源

芯片内部有LDO和DCDC两种工作模式，由管脚PWR_MODE硬件连接决定。

PWR_MODE:

- 1) 悬空 =LDO 模式，VBAT_RX 与 VBAT_TX 共用外部供电
- 2) 接低=DCDC 模式，VBAT_RX 接 Pin15 SWOUT 供电

如下为 PMU 部分的参考设计电路，电感 L16 4.7uH 选型时电流至少 0.5A:

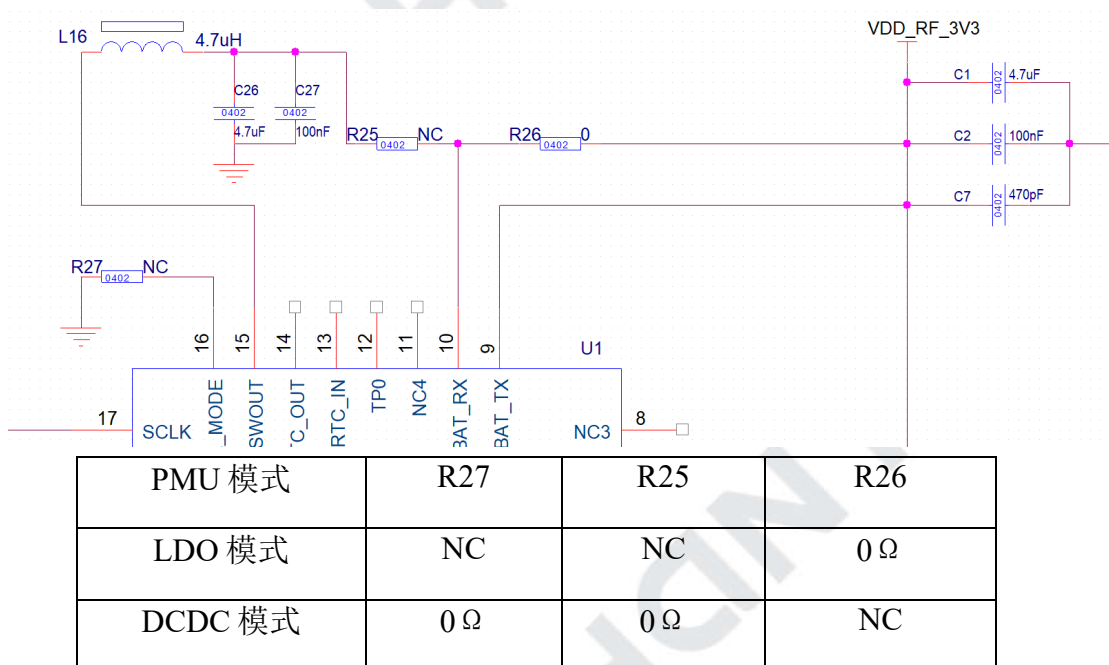


图6-2 PMU 部分参考设计

6.2 温度检测

TP6300 芯片内置了温度计功能，可以实现对芯片温度的读取和某些温度特性的补偿比如晶体温度的偏移，发射功率的温度补偿等。检测曲线如下图所示

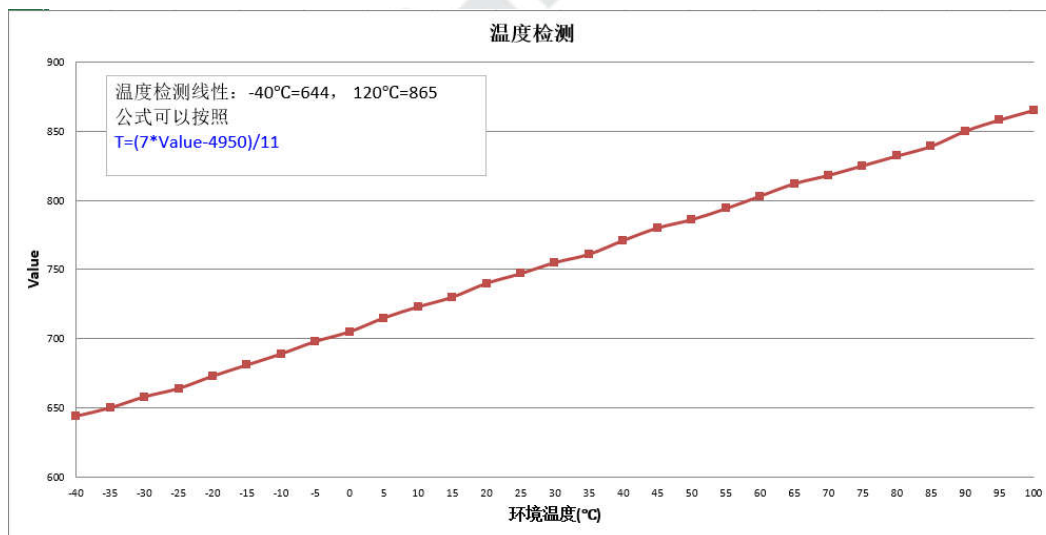


图6-3 内部温度计读数特性

6.3 电压检测

TP6300 芯片通过对芯片 VBAT 的检测，实现电源对芯片供电的监控，从而实现低电压关机或者产生中断或者复位。电池电压可工作在 1.8V~3.6V 电池电压检测曲线如下图所示：

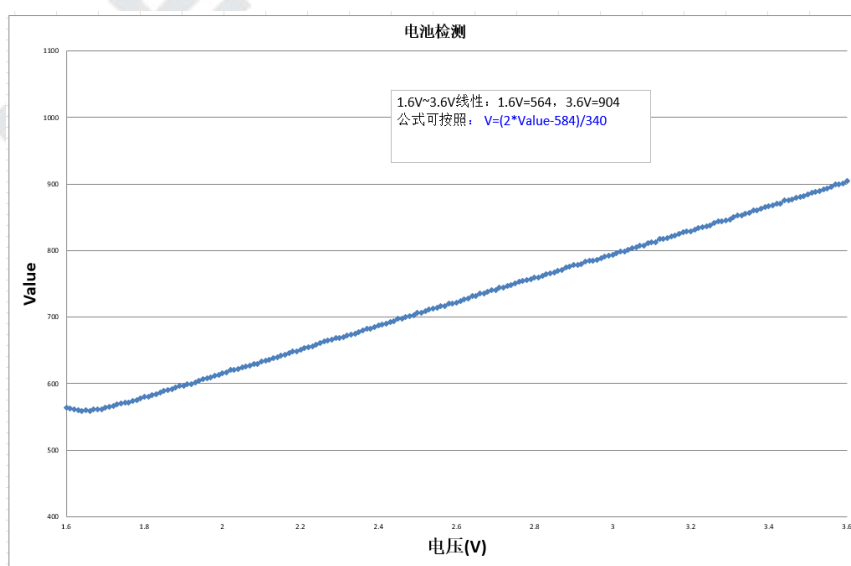


图6-4 电池电压检测特性

7 命令字接口

命令字格式:

字节序	描述
0	CMD : 命令字
1	TYPE : 消息类型
2	MSG_ID: 消息 ID
3	LEN : 数据总长度(1~16)
4	OFFSET: 数据偏移量
5~N	DATA: 数据, N 最大值是 16 (即单次最大下发 12 字节)

TYPE/MSG_ID 仅仅在 CMD_SET_PROPERTY 和 CMD_GET_PROPERTY 命令字下有效,其他设置为 0;

CMD/TYPE/MSG_ID 对应唯一的消息, 消息数据最大长度为 16 字节; 消息数据大于 12 字节时, 需要拆分 2 条配置信息下发。

CMD 命令字 说明:

CMD Value	描述
0x11	CMD_SET_PROPERTY 设置参数
0x12	CMD_GET_PROPERTY 获取参数
0x44	CMD_READ_CMD_BUFF 查询 SPI CTS 状态
0x50	CMD_FFRA_READ 获取 to host FIFO 状态
0x66	CMD_WRITE_TX_FIFO 写 FIFO from host
0x77	CMD_READ_RX_FIFO 读 FIFO to host

TYPE	MSG_ID
0x06 IPC_MSG_TPCTL	0x03 ID_SET_FIFO 收发 FIFO 使能
	0x04 ID_CLEAR_FIFO 收发 FIFO 清空
	0x05 ID_RF_MODE 切换射频状态
	0x06 ID_TX_DATA_LEN 发送数据字节长度

0x07	ID_SET_SF	设置扩频因子
0x08	ID_MOD_TYPE	设置调制方式
0x0A	ID_CLEAR_FLAG	清除拉低 GPIO 中断
0x0D	ID_SET_TX_PARAM	设置发射射频参数
0x0E	ID_SET_RX_PARAM	设置接收射频参数
0x0F	ID_SET_DC_CAL	设置直流校准
0x10	ID_RX_DATA_LEN	获取接收数据总长度
0x11	ID_RX_RSSI	获取信号强度(dBm)
0x21	ID_CHECK_BUSY	检查芯片空闲状态

7.1 操作模式功能

Byte	0	1	2	3	4	5
Data from host	0x11	0x06	0x05	0	0	new_mode

new_mode: 0 – Standby

1 – Rx

2 – Tx

7.2 FIFO 读写

7.2.1 FIFO 使能

Byte	0	1	2	3	4
Data from host	0x11	0x06	0x03	0	0

7.2.2 FIFO 清空

Byte	0	1	2	3	4
Data from host	0x11	0x06	0x04	0	0

7.2.3 写 FIFO

设置待发送数据总长度，tx_len，超过 128 字节时需要多次写入 TX FIFO；

Byte	0	1	2	3	4	5	6
Data from host	0x11	0x06	0x06	2	0	tx_len [15..8]	tx_len [7..0]

然后写入 TX FIFO 128 字节，数据不足时补 0 写满 128 字节

Byte	0	1	..	..	128
Data from host	0x66	Byte0	..	..	Byte127

7.2.4 读 FIFO

首先获取待接收数据总长度，rx_len，超过 128 字节时需要多次读取 RX FIFO；

Byte	0	1	2	3	4
Data from host	0x11	0x06	0x10	2	0
Byte	0	1	2	3	4
Data from host	0x12	0x06	0x10	2	0
Byte	0	1			
Data to host	rx_len [15..8]	rx_len [7..0]			

然后获取当次 RX FIFO 数据长度(rx_fifo_len : 0 到 128 字节)

Byte	0				
Data from host	0x50				
Byte	0	1	2	3	
Data to host	rx_fifo_len	tx_fifo_len	RES1	RES2	

再读当次 RX FIFO 数据

Byte	0	1	..	..	rx_fifo_len
Data to host	0x77	DATA	..	..	DATA

7.2.5 清除中断标志

Byte	0	1	2	3	4
Data from host	0x11	0x06	0x0A	0	0

7.2.6 获取信号 RSSI 信息

Byte	0	1	2	3	4
Data from host	0x11	0x06	0x11	2	0
Byte	0	1	2	3	4
Data from host	0x12	0x06	0x11	2	0
Byte	0	1			
Data to host	rsi	rsi			
	[15..8]	[7..0]			

7.3 S-FSK 调制解调功能

7.3.1 SetTxParams

Byte	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Data from host	0x11	0x06	0x0D	7	0	freqKHz				chipRate		txPwr
						[31..24]	[23..16]	[15..8]	[7..0]	[15..8]	[7..0]	

freqKHz: 发送信号频点, 单位 KHz

chipRate: 发送信号码片速率, 当前支持 12/24/48/100/200 kcps

txPwr:: 发送信号功率, dBm, 范围[-20, 22]dBm

7.3.2 SetRxParams

Byte	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Data from host	0x11	0x06	0x0E	7	0	freqKHz				chipRate		rxAgc
						[31..24]	[23..16]	[15..8]	[7..0]	[15..8]	[7..0]	

freqKHz: 接收信号频点, 单位 KHz

chipRate: 接收信号码片速率, 当前支持 12/24/48/100/200 kcps

rxAgc: 接收增益控制, 0: 接收机自动增益控制; 其他[4,15] 固定的接收增益档位值

7.3.3 SetSf

Byte	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Data from host	0x11	0x06	0x07	4	0	preamSfInit	dataSfInit	sf	mcs

发送机发送参数和接收机接收对应参数要求一致。

preamSfInit/dataSfInit: 建议配置不同的值以区分 pream 和数据; 收发双方需保证

参数一致。

sf: 扩频因子, 配置范围 [5, 9], 扩频因子越大, 相同数据空口发送时间越长; 收发双方需保证参数一致。

mcs: 调制编码方案, 当前配置范围[0,1], 0 表示 SIMS 调制码本全部使用, 1 表示 SIMS 调制码本使用一半。

7.4 状态信息

7.4.1 DC 直流校准

射频空闲 StandBy 状态时进行直流校准, 射频直流校准约需要 150ms 完成, 期间不要配置 TP6300;

Byte	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Data from host	0x11	0x06	0x0F	6	0	freqKHz				chipRate	
						[31..24]	[23..16]	[15..8]	[7..0]	[15..8]	[7..0]

freqKHz: 直流校准的频点, 单位 KHz, 推荐设置工作频点范围附近; 如工作在 470000kHz ~ 510000kHz, 建议设置为 465000

chipRate: 直流校准时对应的码片速率, 单位 kcps, 与接收机工作的码片速率一致, 当前支持 12/24/48/100/200 kcps。

7.4.2 检查射频配置状态

射频参数配置完成后, 需要检查射频配置状态, 返回 0xFF 表示射频配置空闲, 可以进行下一条指令的配置。

Byte	0	1	2	3	4
Data from host	0x12	0x06	0x21	1	0
Byte	0				
Data to host	chipStatus				

chipStatus: 0xFF: 射频空闲, 可以配置下一条指令;

其他, 射频忙, 等待射频空闲。

8 应用

8.1 主机 API 基本读写功能

与 TP6300 的通信围绕通用功能展开，这些功能允许用户对设备的行为进行控制。每个功能都基于一个操作命令（在本文档中称为“操作码”），随后是一组参数。在以下章节中，假设主机微控制器具有 SPI，并通过 `spi.write(data)` 访问它。SPI 芯片选择由 SENB 定义，低电平有效。

8.2 基本发射操作电路配置

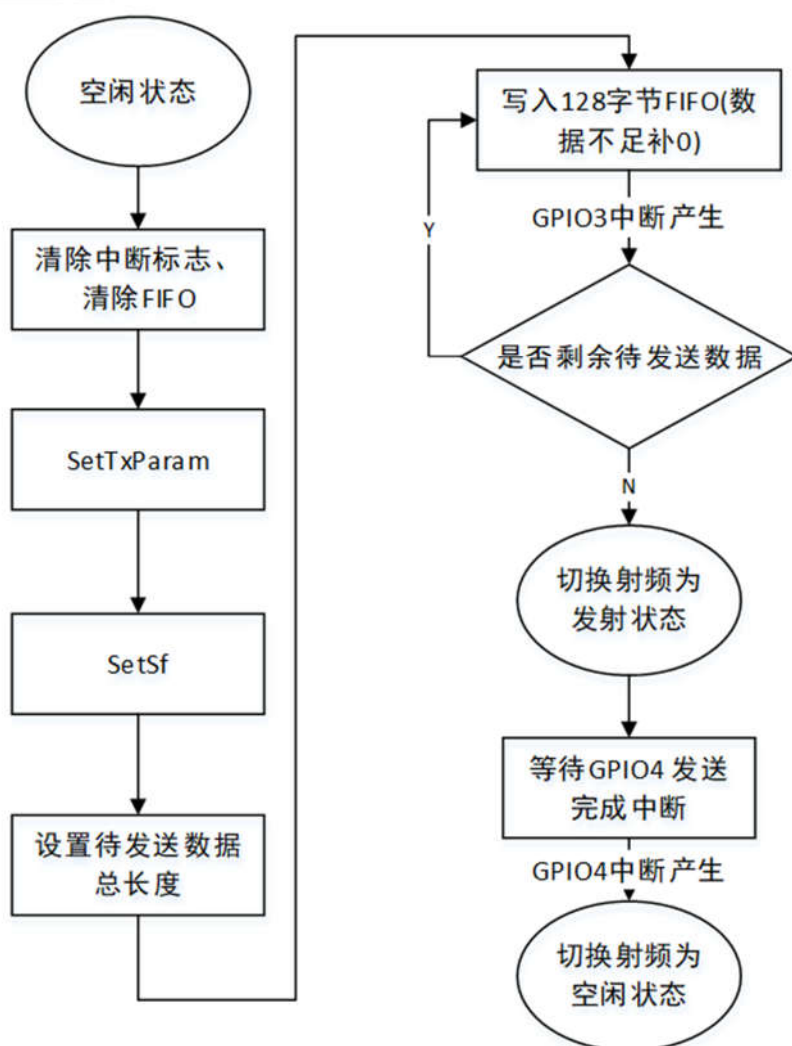


图8-1 基本发射配置流程图

8.3 基本接收操作电路配置

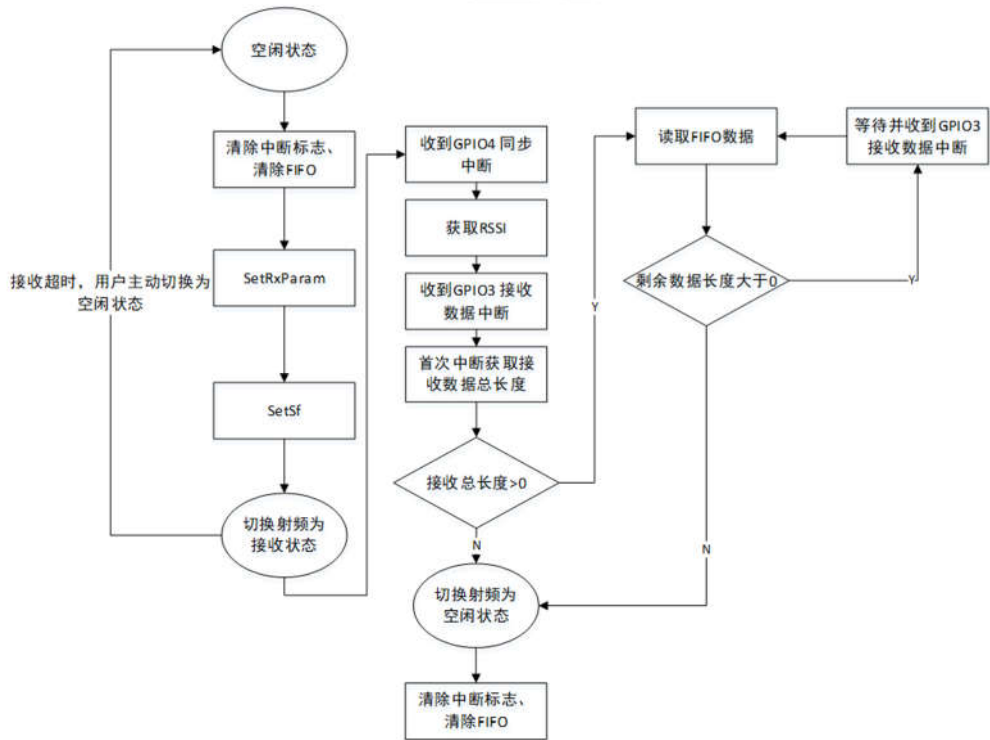


图8-2 基本接收配置流程图

8.4 应用电路

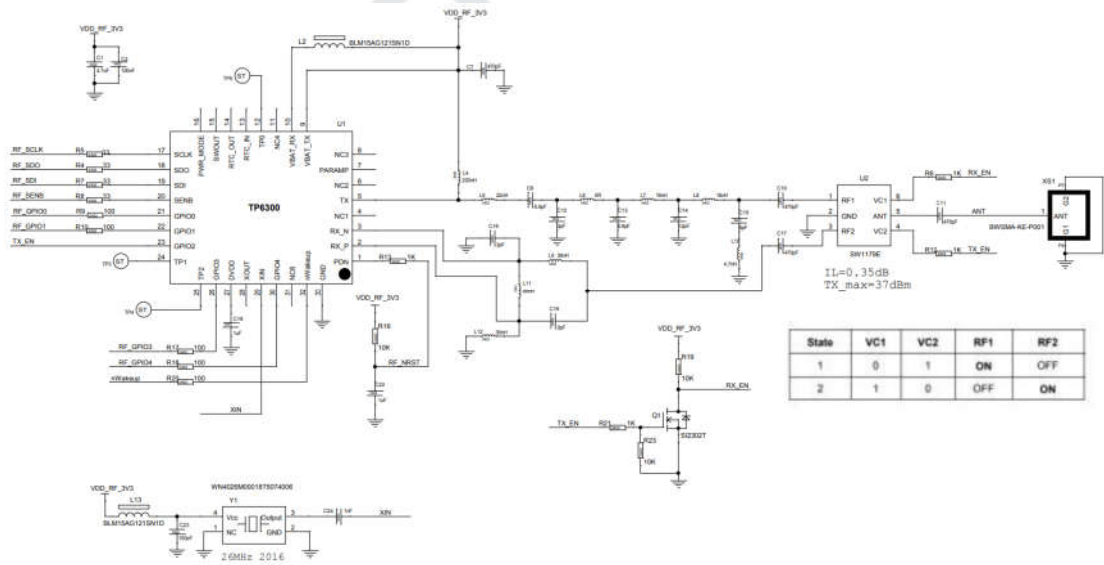


图8-3 带射频开关的参考电路

具体电路应用详见《TP6300 硬件设计指南》。

9 缩略语表

缩略语	全称	中文含义
ACR	Adjacent Channel Rejection	相邻信道抑制
ACLR	Adjacent Channel Leakage Ratio	邻道泄漏比
ADC	Analog-to-Digital Converter	模数转换器
BW	Bandwidth	带宽
CAD	Channel Activity Detection	信道活跃检测
CW	Continuous Wave	连续波形
CR	Chip Rate	码片速率
CRC	Cyclical Redundancy Check	循环冗余校验
DC-DC	Direct Current to Direct Current Converter	直流-直流转换器
DFE	Digital Front End	数字前端
FIFO	First In First Out	先入先出
FSK	Frequency Shift Keying	频移键控
GPIO	General Purpose Input/Output	通用输入/输出口
HRC	High frequency Resistance & Capacitance Oscillator	高频 RC 振荡器
LDO	Low-Dropout	低压差
LNA	Low Noise Amplifier	低噪声放大器
LRC	Low frequency Resistance & Capacitance Oscillator	低频 RC 振荡器
MCS	Modulation Coding Scheme	调制与编码方案
NF	Noise Factor	噪声系数
PER	Packet Error Ratio	误包率
RC	Resistance & Capacitance	RC 振荡器
RDR	Receiver Dynamic Range	接收动态范围
RSSI	Received Signal Strength Indicator	接收信号强度指示
S-FSK®	SIMS - FSK <i>the S-FSK® Mark is a registered trademark of the Techphant Corporation</i>	序列索引调制扩频频移键控, S-FSK® 是技象公司注册商标
SF	Spread Factor	扩频因子
SIMS	Sequence Index Modulation Spread	序列索引调制扩频
SPI	Serial Peripheral Interface	串行外设接口
SNR	Signal to Noise Ratio	信噪比
SSB	Single Side Band	单边带
TCXO	Temperature-Compensated Crystal Oscillator	温度补偿晶体振荡器

10 修订历史

版本	发布日期	修订内容
1.0	2025.12.2	首次发布



官方微信公众号

联系电话：020-32640281-815

联系邮箱：jx@techphant.net

官方网站：www.techphant.cn

公司地址：广州市海珠区官洲街仑头路华新科创岛 D 座 5 栋 1 楼