

ZTG2189D

27-960 MHz OOK/(G)FSK 发射 SoC

MCU 特性

- 高性能 8051
 - 单指令周期 (1T-8051)
 - 高达 24MIPS
 - 8kB RAM / 8kB OTP
 - 内置 512 bits EEPROM
 - 12kB ROM (API 函数库)
 - 单线在线仿真调试接口
- 数字外设
 - 内置 AES-128 加速引擎
 - 真随机数产生器
 - 1x UART
 - 1x SPI
 - 1x WDT
 - 1x RTC (仅内部 32KHz)
 - 2x 16 位多功能定时器 (支持 PWM/CCP)
 - 14x GPIO, 均支持电平变化中断/唤醒
- 模拟外设
 - Sub-1G 发射模块
 - 12 位 SAR-ADC, 100kps, 8-ch
 - 内置高速 3 / 12 / 24MHz RC 振荡器
 - 内置低功耗 32kHz RC 振荡器
- 代码安全性
 - 内置多重程序保护, 保密性能高
 - 烧录串口 (S3S 接口) 带锁死功能

应用

- 物流容器管理
- 货物全流程追踪
- 无人化资产盘点
- 仓库巡检、电子标签等
- 其他类似低功耗小数据应用

Sub-1G 发射模块特性

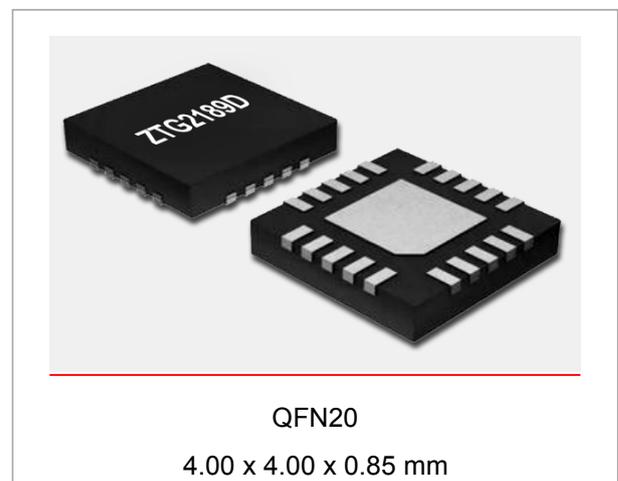
- 工作频率: 27 - 960MHz
- 调制模式: OOK、G/FSK
- 数据率:
 - 0.5 - 40 kbps (OOK)
 - 0.5 - 250 kbps (G/FSK)
- 输出功率: +13dBm (Max.)
- 工作电流: 18mA @+13 dBm, 433.92 MHz FSK
- 单端高效 Class E 高效发射 PA
- PA Ramping 斜率根据速率可变

低功耗特性

- 工作电压: 2.0 ~ 3.6V
- 工作温度: -40 °C ~ +85 °C
- 关机电流: 300 nA
- RTC 模式: 800 nA

订购信息

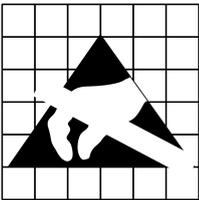
型号	封装	MOQ
ZTG2189D-EQR	QFN20 T&R	3,000 pcs



简介

ZTG2189D 是内嵌增强型 1T-8051 内核的低功耗 SoC RF 发射器:

1. 该系列芯片支持 27~960 MHz, OOK 调制或(G)FSK 调制的无线发射功能;
2. 高效单端 PA, 输出功率可调范围-10dBm~+13dBm, +13dBm 发射时仅需 18mA;
3. 8 kB OTP 程序存储体和 12 kB ROM (用于存储 API 函数库);
4. 采用单线 (1-WIRE) 在线仿真功能, 用户可通过专用 1-WIRE 调试器把目标调试代码直接下载到片内 PRAM 中运行, 调试非常便捷; 而不像传统 OTP 芯片无法支持在线仿真, 需要特定仿真器, 调试非常麻烦;
5. 内置 AES-128 加速器和真随机数产生器 (TRNG), 并提供 32 位序列号 (ID), 非常适用于发射信息需要进行加密等遥控或主动 RFID 场合;
6. 支持双时钟运行架构, 系统运行内部高速时钟的同时, 可以采用内部低功耗 RC 振荡进行低功耗定时唤醒模式;
7. 内置 12 位高精度高速 SAR-ADC, 适用于传感器的无线采集场合;



Caution! ESD sensitive device. Precaution should be used when handling the device in order to prevent permanent damage.

声 明

- 厦门纵行信息科技有限公司（以下简称纵行科技）保有在不事先通知的情况下而修改这份文档的权利。纵行科技认为提供的信息是准确可信的。本文档信息于 2020 年 2 月开始使用。在实际进行生产设计时，请参阅各产品最新的数据手册等相关资料以获取本公司产品的最新规格。
- 纵行科技对本手册拥有包括版权等知识产权，受法律保护。未经本公司事先书面许可，任何单位及个人不得以任何方式或理由对本手册进行复制、修改、抄录、传播等。本文件所登载内容的错误，本公司概不负责。
- 纵行科技对于因使用本文件中列明的本公司产品而引起的，对第三方的专利，版权以及其它知识产权的侵权行为概不负责。本文件登载的内容不应视为纵行科技对其他公司或个人所拥有的专利，版权以及其它知识产权做出任何明示或默示的许可及授权。
- 本文件中的电路、软件以及相关信息仅用以说明半导体产品的运作和应用示例。用户如在设备设计中应用本文件中的电路、软件以及相关信息，应自行负责。对于用户或其他人因使用了上述电路、软件以及相关信息而引起的任何损失，纵行科技概不负责。
- 另外，纵行科技的产品不建议应用于生命相关的设备和系统。在使用该器件中因为设备或系统运转失灵而导致的损失，纵行科技不承担任何责任。
- 虽然本公司致力于提高半导体产品的质量及可靠性，但用户应知晓并同意，我们仍然无法完全消除出现产品缺陷的可能。为了最大限度地减少因本公司半导体产品故障而引起的对人身、财产造成损害（包括死亡）的危险，用户务必在其设计中采用必要的安全措施，如冗余度、防火和防故障等安全设计。

1 电气特性

除非另行声明，所有电性能参数都是通过评估板 ZTG2189D-EM，按以下条件测试得到：VDD= 3.3V，T_{OP}= 25°C，F_{RF} = 433.92MHz，匹配至 50Ω阻抗天线，输出+10dBm 功率。

1.1 推荐运行条件

表 1-1. 推荐运行条件

参数	符号	条件	最小	典型	最大	单位
运行电源电压	VDD	温度范围在-40°C至+85°C	2.0		3.6	V
运行温度	T _{OP}		- 40		+ 85	°C
电源电压斜率			1			mV/us

1.2 绝对最大额定值

表 1-2. 绝对最大额定值^[1]

参数	符号	条件	最小	最大	单位
电源电压	VDD		-0.3	3.6	V
接口电压	VIN		-0.3	VDD + 0.3	V
结温	TJ		-40	125	°C
储藏温度	TSTG		-50	150	°C
焊接温度	TSDR	持续至少 30 秒		255	°C
ESD 等级 ^[2]		人体模型(HBM)	-2	2	kV
栓锁电流		@ 85°C	-100	100	mA

备注：

1. 超过“绝对最大额定参数”可能会造成设备永久性损坏。该值为压力额定值，并不意味着在该压力条件下设备功能受影响，但如果长时间暴露在绝对最大额定值条件下，可能会影响设备可靠性。
2. ZTG2189D 是高性能射频集成电路，对本芯片的操作和装配要注意 ESD 的防护。

1.3 发射模块规格

表 1-3. 发射器规格

参数	符号	条件	最小	典型	最大	单位
频率范围	F _{RF}	HXOSC 接入 26MHz 晶体振荡器	27		520	MHz
			630		960	MHz
数据率	DR	OOK	0.5		40	kbps
		(G)FSK	0.5		250	kbps
输出功率范围	P _{OUT}	单端 PA 模式	0		+13	dBm
FSK 频偏范围	F _{DEV}	630 ~ 960 MHz	1		300	kHz
		315 ~ 520 MHz	0.5		150	kHz
		210 ~ 320 MHz	0.33		100	kHz
		160 ~ 240 MHz	0.25		75	kHz
		105 ~ 160 MHz	0.17		50	kHz
输出功率步进	P _{STEP}			1		dB
发射锁定时间 ^[1] (启动时间)	T _{PLL}	API 函数 tx_sym_prepare_for_transmission 执行时间		900		uS
FSK 发射电流 ^[2]	I _{DD-480F}	+13dBm		21.1		mA
		+10dBm		16.6		mA
		+7dBm		13.6		mA
		+4dBm		11.5		mA
		+1dBm		9.8		mA
		+0dBm		9.3		mA
		-1dBm		9.0		mA
		-4dBm		8.2		mA
		-7dBm		7.3		mA
	I _{DD-915F}	-10dBm		6.9		mA
		+13dBm		23.4		mA
		+10dBm		18.3		mA
		+7dBm		14.5		mA
		+4dBm		12.3		mA
		+1dBm		10.4		mA
		+0dBm		9.9		mA
		-1dBm		9.8		mA
		-4dBm		8.6		mA
相位噪声	PN ₄₇₀	100kHz 频率偏移		-82		dBc/Hz
		200kHz 频率偏移		-88		dBc/Hz
		400kHz 频率偏移		-96		dBc/Hz

参数	符号	条件	最小	典型	最大	单位
		600kHz 频率偏移		-103		dBc/Hz
		1.2MHz 频率偏移		-109		dBc/Hz
		10MHz		-132		dBc/Hz
	PN ₉₂₀	100kHz 频率偏移		-78		dBc/Hz
		200kHz 频率偏移		-81		dBc/Hz
		400kHz 频率偏移		-91		dBc/Hz
		600kHz 频率偏移		-96		dBc/Hz
		1.2MHz 频率偏移		-104		dBc/Hz
		10MHz 频率偏移		-126		dBc/Hz
谐波输出 ^[4]	H2 ₄₇₀	2 次谐波 @940MHz, +10dBm		≤-36		dBm
	H3 ₄₇₀	3 次谐波 @1410MHz, +10dBm		≤-54		dBm
	H2 ₉₂₀	2 次谐波 @1840MHz, +10dBm		≤-36		dBm
	H3 ₉₂₀	3 次谐波 @2760MHz, +10dBm		≤-54		dBm
OOK 调整消光比			60			dB
占用带宽	OBW ₃₁₅	-20dBc 带宽, RBW = 1kHz, SR = 1.2kbps		6		kHz
	OBW ₄₃₄	-20dBc 带宽. RBW = 1kHz, SR = 1.2kbps		7		kHz
备注: [1]. 该项已经包含晶体启动时间在内。 [2]. 含 8051 内核电流, HFOSC 采用内部 24MHz 高速 RC 作为时钟源。 [3]. 基带数据 50% 高低占空比。 [4]. 谐波输出指标受用户 PCB 设计影响。						

1.4 振荡器

表 1-4. 振荡器规格

类型	参数	符号	条件	最小	典型	最大	参数
高频晶体振荡器	晶体频率 ^[1]	F _{HXOSC}			26		MHz
	频率精度 ^[2]				±20		ppm
	负载电容	C _{HX-LOAD}			15		pF
	等效电阻	R _{HX-ESR}				60	Ω
	启动时间 ^[3]	t _{HXOSC}			400		us
内部高频 RC 振荡	RC 振荡频率	F _{HF_RC}		3	24	24	MHz
	频率精度 ^[4]				1		%
内部 32KHz RC 振荡	振荡器频率	F _{LP_RC}			32		kHz
	频率精度 ^[4]				1		%
备注: [1]. ZTG2180D 可以直接用外部参考时钟通过耦合电容驱动 XTAL 管脚工作。外部时钟信号的峰峰值要求在 0.3 到 0.7V 之间。 [2]. 该值包括: 初始误差, 晶体负载, 老化和随温度的改变。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。 [4]. 频率精度为校正后指标, 且与环境因素有关, 用户可主动调用相关校正 API 函数进行主动校正。							

1.5 EEPROM 特性

表 1-5. EEPROM 规格

参数	符号	条件	最小	典型	最大	参数
擦写时间	t_{EE-WR}	调用 eeprom_write_words 操作 ^[1]		14		ms/unit
		调用 eeprom_set_dec_count 操作 ^[2]		42		ms
烧写次数		调用 eeprom_write_words 操作 ^[1]	10,000	100,000		cycles
		调用 eeprom_set_dec_count 操作 ^[2]		1,000,000		cycles

备注:

[1]. 内部 EEPROM 通过 eeprom_write_words (API 函数) 进行擦写操作为直接擦写方式, 操作地址指向 2 Bytes 存储单元, 即每个 unit 为 2 Bytes;

[2]. 内部 EEPROM 通过 eeprom_set_dec_count (API 函数) 进行擦写操作为强化擦写方式, 操作过程增加“平衡格雷码”算法, 确保操作的存储字段能支持 1,000,000 以上擦写操作。需要注意该函数固定操作 3unit, 即字段占用 6 Bytes, 且写入值和读取值仅低 22 bits 数据有效。

1.6 高精度 ADC 性能参数

表 1-6. 高精度 ADC 规格

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
分辨率	R_{ADC}			12		bit
有效位数	NOEB			10		bit
转换输入范围	V_{AIN}		0		V_{REF}	V
ADC 时钟频率	f_{ADC}		0.5	1.0	2.0	MHz
ADC 总的转换时间	t_{CONV}		16	16	25	$1/f_{ADC}$
采样时间 ^[1]	t_{SAMP}		2	2	8	
逐次逼近转换时间 ^[2]	t_{SAR}		13	13	16	
数据更新时间	t_{UPDATE}		1	1	1	
ADC 数据刷新率	f_s	$F_{ADC} = 1 \text{ MHz}$		62.5		kHz
稳定时间 ^[3]	t_{STAB}				10	uS
失调误差	E_{OS}	$F_{ADC} = 1 \text{ MHz}$		± 4		LSB
增益误差	E_G	$F_{ADC} = 1 \text{ MHz}$		± 4		LSB
积分非线性误差	INL	$F_{ADC} = 1 \text{ MHz}$		± 3		LSB
差分非线性误差	DNL	$F_{ADC} = 1 \text{ MHz}$		± 2		LSB
ADC 基准电压 Regulator 输出 带隙基准 外部输入基准 ^[4]	V_{REF}	从 B6 引脚输入	1.0	V_{DDA} 1.2	V_{DDA}	V

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
电源电压范围	V_{BAT}		2.0		3.6	V
工作电压范围	V_{DDA}		2.0	2.2	3.6	V
工作电流	I_{ADC}	$V_{DDA} = 2.2\text{ V}$		220		μA
功率效率	P_E			7.6		pJ/Conv
漏电流	$I_{LEAKAGE}$			2.2		nA

备注:

- [1]. 采样时间可以通过软件配置, 详见 AN281 文档或 ZTG2189D 用户手册。
 [2]. 逐次逼近转换时间可以通过软件配置, 详见 AN281 文档或 ZTG2189D 用户手册。
 [3]. 稳定时间是指接通电源后, 模拟电路的稳定时间, 由设计保证。
 [4]. 外部输入基准电压必须不低于 1.0 V, 否则电路可能不能正常工作。

1.7 供电电压检测

表 1-8. 供电电压检测特性

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
电池测量误差 ^[1]	V_{ERR}		-50		+50	mV
电池传感器电路建立时间	t_{STAB}				5	μS

备注[1]. 基于两次测量的平均值。

1.8 直流特性

表 1-9. 直流特性

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
Active Mode 运行电流 ^[1] (HFOSC=24MHz)	I _{AM_24}	CLK_SYS_DIV=1, F _{SYSCLK} =24MHz		2.15		mA
		CLK_SYS_DIV=2, F _{SYSCLK} =12MHz		1.56		mA
		CLK_SYS_DIV=4, F _{SYSCLK} =6MHz		1.25		mA
		CLK_SYS_DIV=8, F _{SYSCLK} =3MHz		1.09		mA
		CLK_SYS_DIV=16, F _{SYSCLK} =1.5MHz		1.00		mA
Active Mode 运行电流 (HFOSC=12MHz)	I _{AM_12}	CLK_SYS_DIV=1, F _{SYSCLK} =12MHz		1.22		mA
		CLK_SYS_DIV=2, F _{SYSCLK} =6MHz		0.91		mA
		CLK_SYS_DIV=4, F _{SYSCLK} =3MHz		0.75		mA
		CLK_SYS_DIV=8, F _{SYSCLK} =1.5MHz		0.67		mA
Active Mode 运行电流 (HFOSC=3MHz)	I _{AM_3}	CLK_SYS_DIV=1, F _{SYSCLK} =3MHz		0.49		mA
		CLK_SYS_DIV=2, F _{SYSCLK} =1.5MHz		0.41		mA
睡眠模式（深度）	I _{SDN}	调用 sys_shutdown 函数, LFOSC 模块禁用		300		nA
睡眠模式（RTC）	I _{RTC}	调用 sys_shutdown 函数, 内部 LFOSC 模块使能, 选择内部 LPOSC（32kHz）		800		nA
OTP 加载代码 ^[2]	I _{LOAD}			4.6		mA
备注:						
[1]. 程序运行 While(1) 循环, GPIO 不带任何负载。						
[2]. Charge Pump 使能, 详细请见 CUS_SYSCTL20 寄存器描述。						

1.9 交流特性

表 1-10. 交流特性

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
高电平输出	V _{OH}	负载 1KΩ, VDD = 3.3V	VDD-0.4			V
低电平输出	V _{OL}	负载 1KΩ, VDD = 3.3V			0.4	V
高电平输入	V _{IH}	VDD = 3.3V		0.7*VDD		V
		VDD = 2.0V		0.7*VDD		V
低电平输入	V _{IL}	VDD = 3.3V		0.2*VDD		V
		VDD = 2.0V		0.2*VDD		V
端口漏电流	I _{LKG}	VDD = 2.0V – 3.6V		TBD		nA

1.10 高频发射典型性能

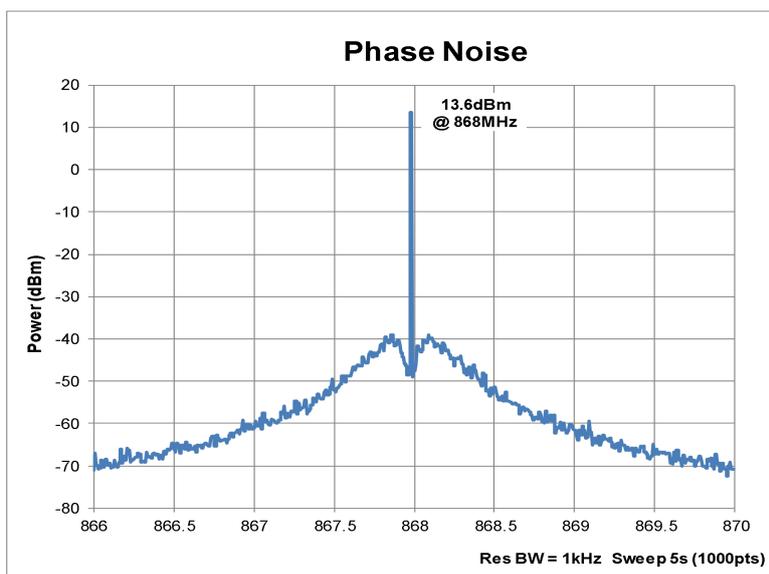


图 1-1. 相位噪声 $F_{RF} = 868\text{MHz}$, $P_{OUT} = +13\text{dBm}$, 未调制

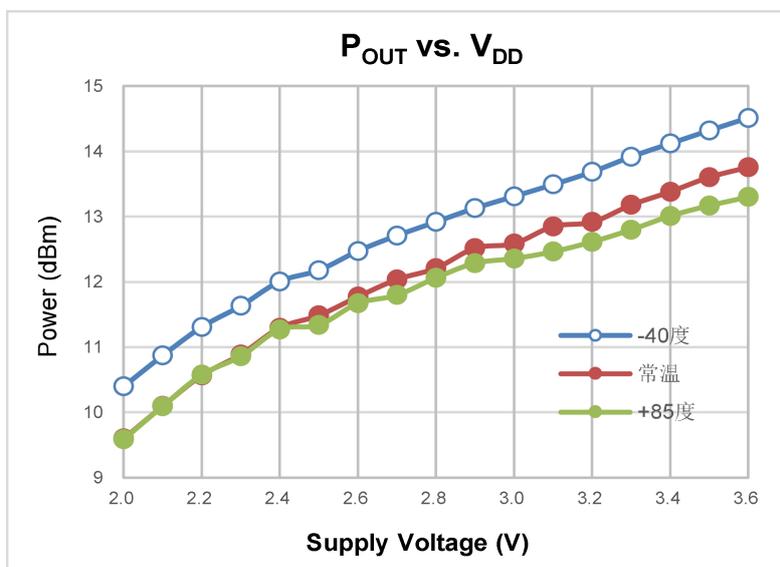


图 1-2. 输出功率随电源电压变化曲线

$F_{RF} = 433.92\text{MHz}$, $P_{OUT} = +13\text{dBm}$

2 管脚描述

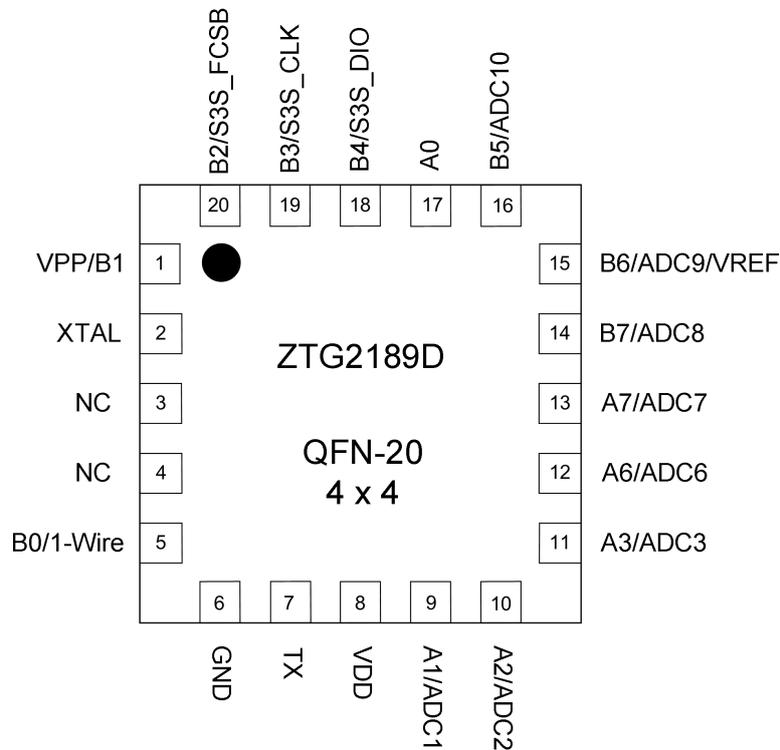


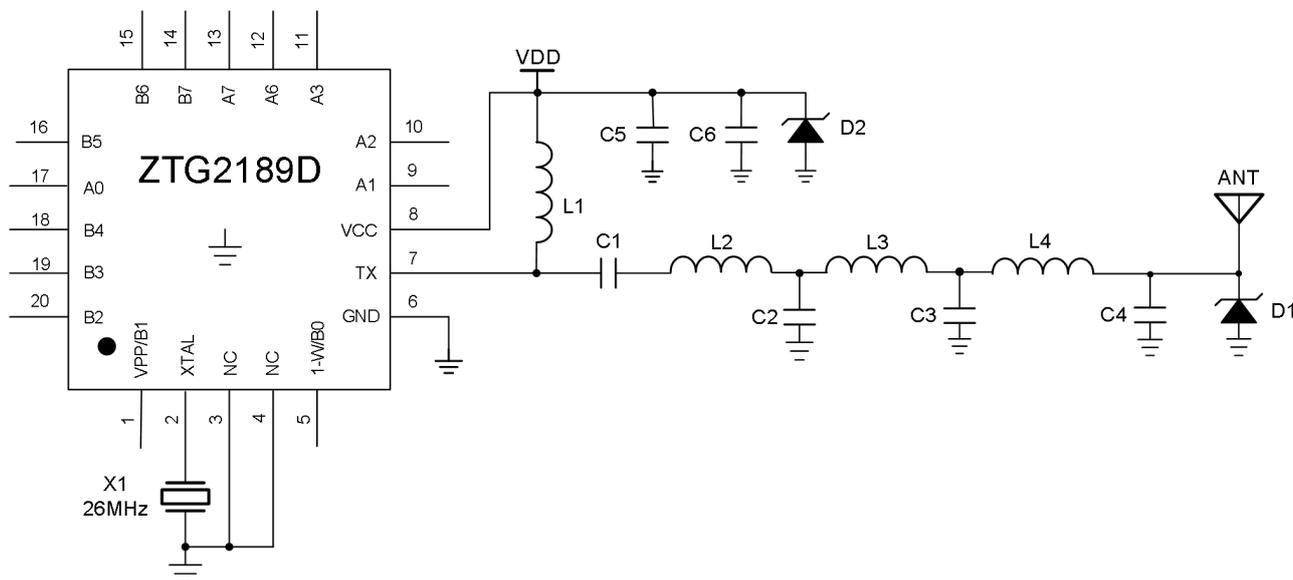
图 2-1. ZTG2189D QFN20 管脚排列

表 2-1. ZTG2189D 管脚描述

管脚	名称	类型		功能说明
1	VPP/B1	IO	B1	GPIO9, 通用 GPIO 之一
		A	VPP	芯片 OTP 烧录 VPP, 6.5V 电压输入脚
2	XTAL	A		晶体输入脚, 连接 26MHz 晶体到 GND, 晶体规格请见 1.4
3	NC	A		推荐接 GND
4	NC	A		推荐接 GND
5	1-Wire/B0	IO	B0	GPIO8, 通用 GPIO 之一
		IO	1-Wire	芯片单线调试线
6	GND	A		电源-输入管脚
7	TX	A		高频发射输出管脚
8	VDD	A		电源+输入管脚
9	A1/ADC1	IO	A1	GPIO1, 通用 GPIO 之一
		A	ADC1	ADC1, ADC 采样通道 1
10	A2/ADC2	IO	A2	GPIO2, 通用 GPIO 之一
		A	ADC2	ADC2, ADC 采样通道 2
11	A3/ADC3	IO	A3	GPIO3, 通用 GPIO 之一
		A	ADC3	ADC3, ADC 采样通道 3
12	A6/ADC6	IO	A6	GPIO6, 通用 GPIO 之一

管脚	名称	类型		功能说明
		A	ADC6	ADC6, ADC 采样通道 6
13	A7/ADC7	IO	A7	GPIO7, 通用 GPIO 之一
		A	ADC7	ADC7, ADC 采样通道 7
14	B7/ADC8	IO	B7	GPIO15, 通用 GPIO 之一
		A	ADC8	ADC8, ADC 采样通道 8
15	B6/ADC9/VREF	IO	B6	GPIO14, 通用 GPIO 之一
		A	ADC9	ADC9, ADC 采样通道 9
		A	VREF	ADC 外部参考电压输入
16	B5/ADC10	IO	B5	GPIO13, 通用 GPIO 之一
		A	ADC10	ADC10, ADC 采样通道 10
17	A0	IO	A0	GPIO0, 通用 GPIO 之一
18	B4/S3S_DIO	IO	B4	GPIO12, 通用 GPIO 之一
		IO	S3S_DIO	芯片烧录总线 S3S, 烧录数据线
19	B3/S3S_CLK	IO	B3	GPIO11, 通用 GPIO 之一
		IO	S3S_CLK	芯片烧录总线 S3S, 烧录时钟线
20	B2/S3S_FCSB	IO	B2	GPIO10, 通用 GPIO 之一
		IO	S3S_FCSB	芯片烧录总线 S3S, 烧录片选线

3 参考匹配



器件标号	470MHz~520MHz	915MHz~930MHz	封装
X1	26MHz		3225
L1	180nH	100nH	0603
C1	10pF	8.2pF	0603/0402
L2	33nH	8.2nH	0603
C2	4.7pF	5.6pF	0603/0402
L3	12nH	6.8nH	0603
C3	6.8pF	3.3pF	0603/0402
L4	22nH	8.2nH	0603
C4	2.2pF	--	0603/0402
C5	470pF	220pF	0603
C6	100nF	100nF	0603
D1	ESD03V32D-LC, Cap \approx 1.2pF		SOD523
D2	ESD3.3V52D-C, Cap \approx 10pF		SOD523

4 功能简介

ZTG2189D 是一款内嵌 Sub-1GHz OOK / (G)FSK 发射器的高性能 8051 SoC，适用于频段 27~960MHz 的低功耗无线发射应用。该系列芯片集成如下几个主要模块：

- 高性能 8051 内核，并带有丰富的外设资源；
- Sub-1G OOK / (G) FSK 发射器模块；
- 多通道 12 位高精度逐次逼近型 ADC；

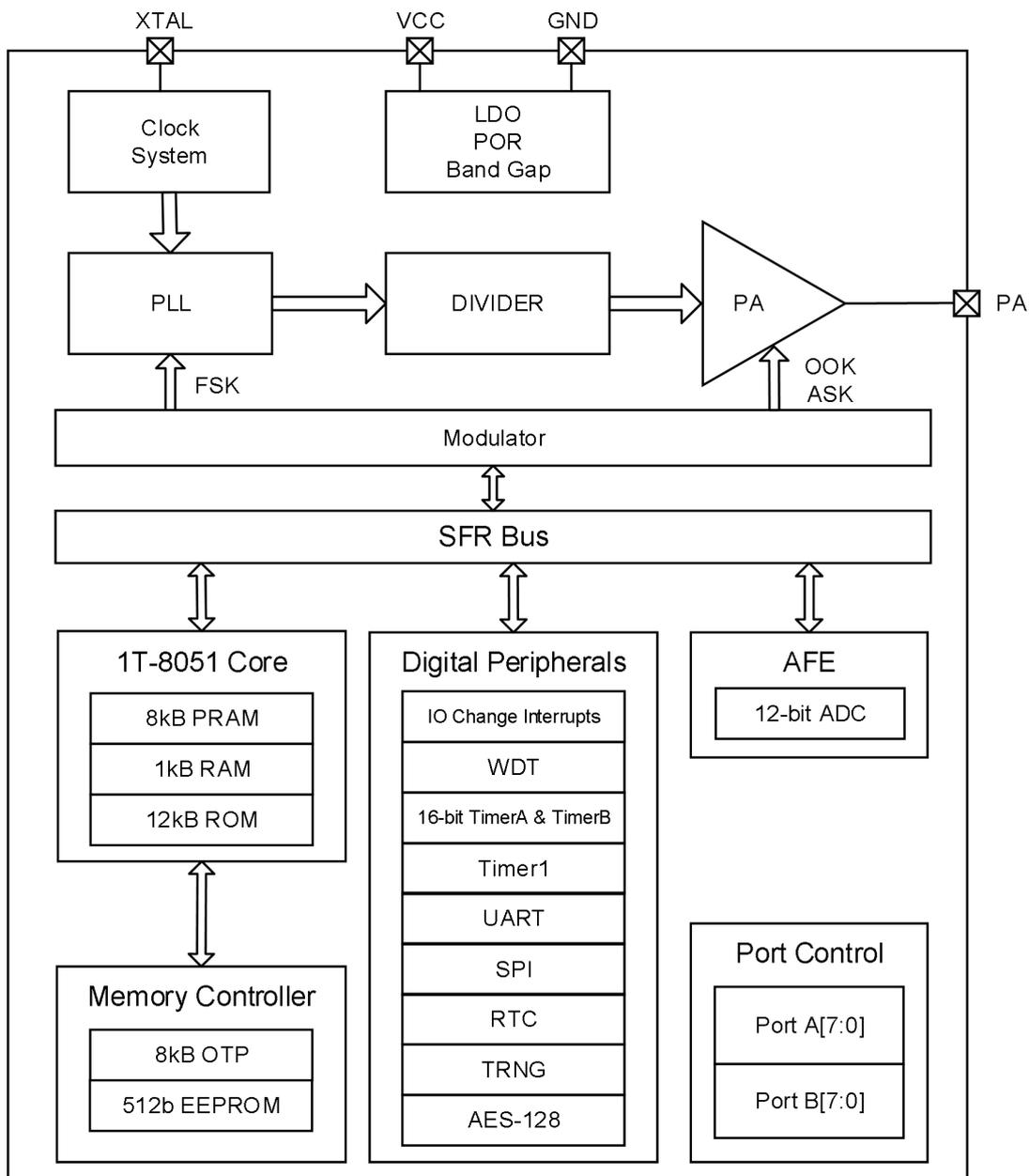


图 4-1. 系统框图

4.1 高性能 8051

ZTG2189D 内嵌增强型 1T-8051，支持双时钟运行模式，内嵌 24MHz 高速 RC 振荡器，支持 24MIPS 的高速运行。同时，低速时钟系统由内部低速 32kHz RC 振荡器提供，作为低功耗的 RTC 时钟源。

存储架构方面，片内带有 8kB OTP ROM 用于存储代码，8kB PRAM 用于运行代码，1kB XRAM 作为数据存储，还带有 512b EEPROM 作为重要数据掉电存储。同时，还集成 12kB 的 MASK ROM，存储芯片各模块相关的 API 库函数。

数字外设方面，片内提供 AES-128 运算加速引擎、真随机数产生器、一个 UART、一个 SPI、看门狗、两个 16 位多功能定时器、一个 RTC、有 14 个复合功能的端口。

开发调试方面，ZTG2189D 采用 1-WIRE 调试接口，仅需单线连接到调试器，代码便可下载到 PRAM 中进行在线调试，非常简单方便。

4.2 Sub-1G 单发射器

ZTG2189D 集成高性能 Sub-1G 单发射器，采用高效单端 Class E 架构 PA，发射功率可达+13dBm，此时仅消耗 18mA。

发射器支持 OOK、GFSK 和 FSK 三种调制模式，并采用小数分频锁相环技术，仅需外置 1 个 26MHz 晶体振荡器，便可实现覆盖 27~960MHz 绝大部分常用的频段。

4.3 12 位高精度 ADC

ZTG2189D 片内集成一个多通道的 12 位高精度逐次逼近型 ADC，且内置缓冲运算放大器，可支持高阻信号调理，适用于各种传感采集应用场合。

5 订购信息

表 4-1. ZTG2189D 订购信息

产品型号	描述	封装	包装	运行条件	最小订购量 (整数倍)
ZTG2189D-EQR	27-960MHz 发射 SoC	QFN20	T&R	2.0 to 3.6V -40 to 85°C	3,000

备注:
“E” 代表扩展型工业产品等级, 其支持的温度范围是从-40 到+85°C。
“Q” 代表 QFN20 的封装类型。
“R” 代表编带及盘装类型, 最小起订量 (MOQ) 是 3,000 片。

6 封装外形

ZTG2189D 的封装信息如下图及下表所示。

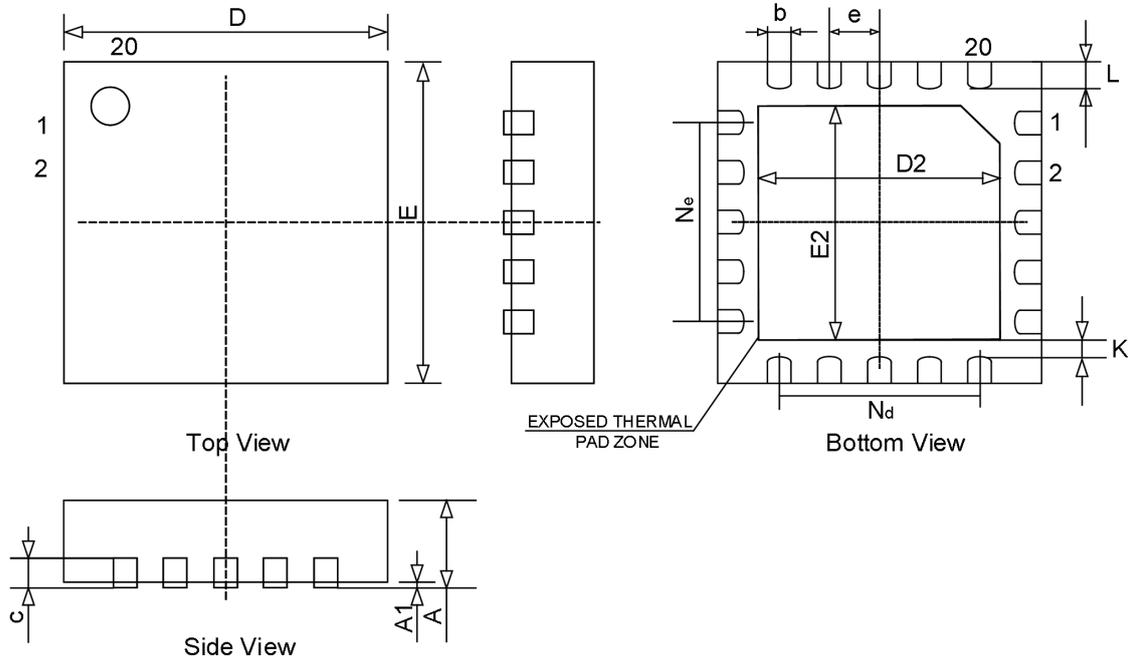


图 5-1. QFN20 封装尺寸图

表 5-1. QFN20 封装尺寸

符号	尺寸 (毫米 mm)		
	最小值	典型值	最大值
A	0.80	0.85	0.90
A1	0	0.02	0.05
b	0.20	0.25	0.30
c	0.203 REF		
D	3.90	4.00	4.10
E	3.90	4.00	4.10
Nd	2.00 BSC		
Ne	2.00 BSC		
e	0.50 BSC		
D2	2.00	2.10	2.20
E1	2.00	2.10	2.20
L	0.50	0.55	0.60
K	0.35	0.40	0.45

7 顶部丝印

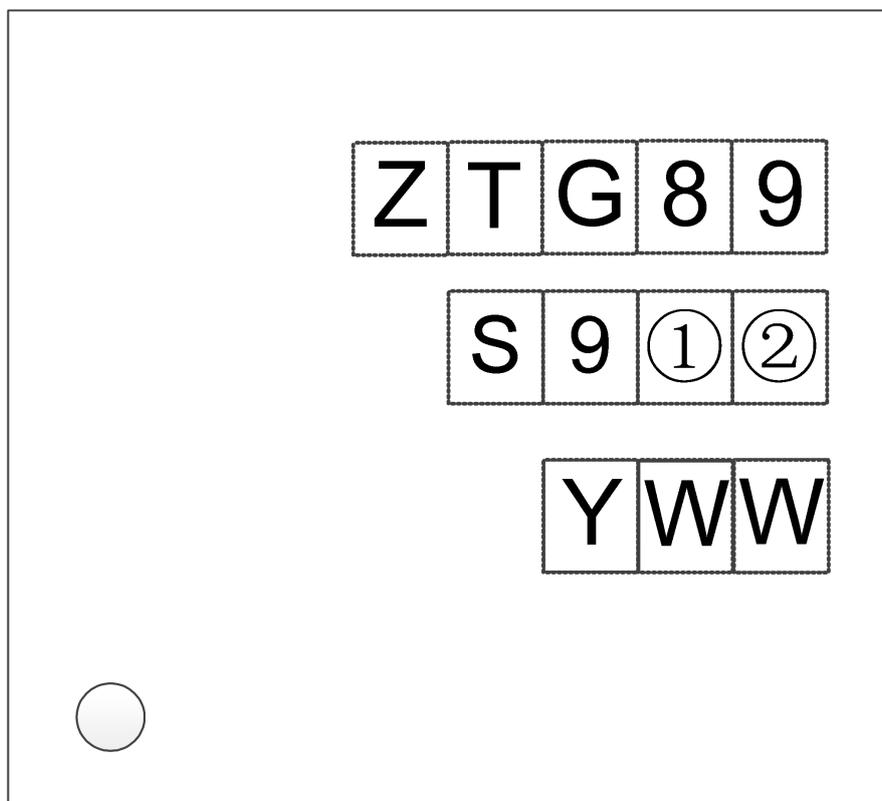


图 7-1. ZTG2189D 顶部丝印

表 7-1. ZTG2189D 顶部丝印说明

丝印方式	激光
管脚 1 标记	圆圈直径=1 mm
字体尺寸	0.5 mm, 右对齐
字体宽度	0.4 mm
第一行丝印	ZTG89, 代表型号 ZTG2189D;
第二行丝印	S9①②内部跟踪查询编码
第三行丝印	日期代码, 由封装厂分配, Y 表示年的最后一位数, WW 表示工作周。

8 更改记录

表 8-1. ZTG2189D 规格书更改记录

版本号	变更章节	变更记录	发布日期
V1.0		初始版本	2020/2/20
V1.1	第 1 章	更新发射部分参数	2020/10/29
	第 3 章	增加参考匹配一章节	
V1.2		修改各部分细节	2021-4-1

中国上海

上海市虹口区东大名路1098号
(浦江国际金融广场) 20楼B室

+86 (0) 21-51537183
info@zifisense.com
www.zifisense.com

中国厦门

厦门市软件园三期诚毅大街
373号 (A05栋) 803

+86 (0) 592 6070310
info@zifisense.com
www.zifisense.com

英国剑桥

3 Charles Babbage Road,
Cambridge, CB3 0GT

+44(0) 1223 491 099
info@zifisense.com
www.zifisense.co.uk

纵行科技公众号

