CSM2433
芯片手册

Rev1.0 2022/07/28

1　简介

1.1 关键特征

CSM2433 是一款集成 2.4GHz 频段发射器、125KHz 接收器和 8 位 RISC（精简指令集）MCU 的 SOC 芯片。

无线收发器特性：

- 发射工作在 2.45GHz ISM 频段
- 发射兼容 BLE 4.2
- 接收工作在 15KHz-150KHz
- 内置 32 次可编程 NVM 存储器
- 3.3V 编程电压
- 集成低电压自动报警功能
- 集成温度报警与防拆卸报警功能
- 集成防冲突通信机制
- 具有超低功耗自动发射/125KHz 触发发射功能
- 内置三通道低功耗 ASK 接收机
- 可编程 16bit/32bit 曼彻斯特编码唤醒
- 125KHz 接收灵敏度 60uVRMS
- 集成 125KHz 触发进出门自动检测功能与位置定位功能
- 集成 125KHz 无线编程功能
- 内置 10bit 数字温度传感器
- 内置 3KHz RCOSC 和硬件 Watchdog
- 发射调制方式：GFSK
- 接收调制方式：ASK
- 发射数据速率：2Mbps/1Mbps/250Kbps
- 可编程发射功率：14dBm~-3dBm
- 发射电流: 18mA（0dBm)
- 发射数据硬件中断输出
- 32.768KHZ 晶振可选
- 低成本 16M 晶振：16MHz±20ppm
- 兼容 Si24R1 和 Si24R2X 发射功能

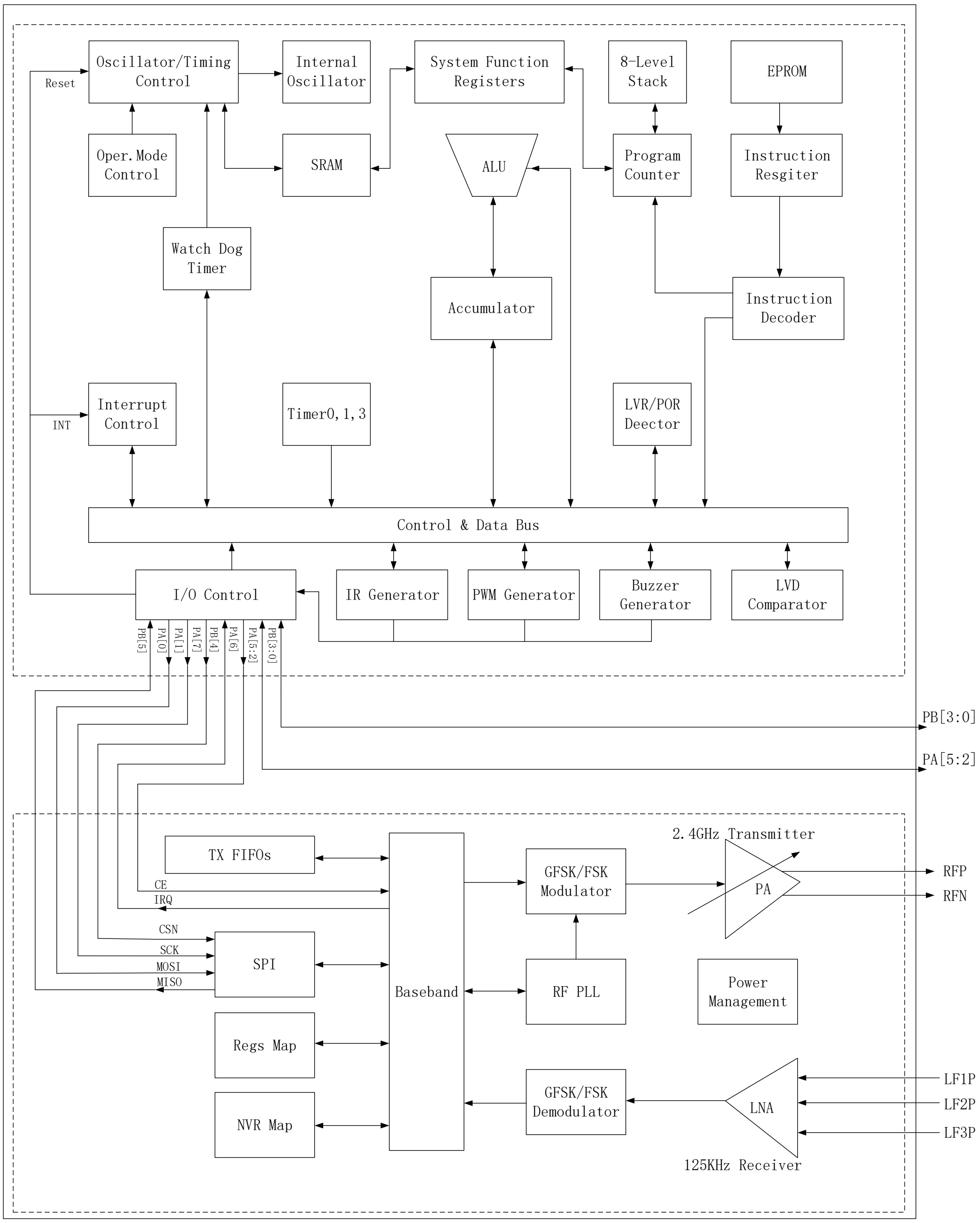
MCU 特性：

- 内建 1 个高精度低电压侦测电路（LVD）。
- 2Kx14 bits EPROM。
- 128 bytes SRAM。
- 8 个 GPIO。
- 8 级堆栈。
- 1 个 8 位向上计数器（Timer0），支持预分频。
- 2 个 10 位向下计数器（Timer1,3），支持重载或连续向下计数。
- 5 路 10 位脉冲宽度调节输出（PWM1,2,3,4,5）。
- 1 个蜂鸣器输出（BZ1）。
- 38/57KHz 红外线载波频率可供选择，同时载波的极性可配置。
- 内建 1 个高精度电压比较器。
- 内建电阻频率转换器（RFC）功能。
- 内建上电复位电路（POR）。
- 内建低压复位电路（LVR）。
- 内建看门狗计数器（WDT）。
- 双时钟机制，系统可以在高速时钟和低速时钟间切换。
  ——高速时钟：I_HRC（1~20MHz 内部 RC）
  ——内部低速时钟：I_LRC（32KHz）
- 四种工作模式——正常模式（Normal mode）、慢速模式（Slow mode）、待机模式（Standby mode）、睡眠模式（Halt mode）。
- 8 种硬件中断——Timer0 上溢出中断、Timer1/3 下溢出中断、WDT 中断、PA/PB 输入状态改变中断、外部输入中断、低电压侦测中断。
- 在待机模式（Standby mode）下可由 8 种中断唤醒——Timer0 上溢出中断、Timer1/3 下溢出中断、WDT 中断、PA/PB 输入状态改变中断、外部输入中断、低电压侦测中断。
- 在睡眠模式下可由三种中断唤醒——WDT 中断、PA/PB 输入状态改变中断、外部输入中断。

其他特性：

- 宽电源电压范围。
- 超低睡眠功耗 4uA(WDT 开启，MCU 处于睡眠模式，无线收发器处于待机模式)。
- QFN-32 5x5mm 封装。
- 极少外围器件，降低系统应用成本。

1.2 结构框图


Oscillator/Timing Control
Reset
Internal Oscillator
System Function Registers
8-Level Stack
EPROM
Oper.Mode Control
SRAM
ALU
Program Counter
Instruction Resgiter
Watch Dog Timer
Accumulator
Instruction Decoder
Interrupt Control
INT
Timer0,1,3
LVR/POR Deector
Control & Data Bus
I/O Control
IR Generator
PWM Generator
Buzzer Generator
LVD Comparator
PB[5]
PA[0]
PA[1]
PA[7]
PB[4]
PA[6]
PA[5:2]
PB[3:0]
PB[3:0]
PA[5:2]
2.4GHz Transmitter
TX FIFOs
CE
IRQ
CSN
SCK
MOSI
MISO
SPI
Regs Map
NVR Map
Baseband
GFSK/FSK Modulator
RF PLL
GFSK/FSK Demodulator
PA
RFP
RFN
Power Management
LNA
LF1P
LF2P
LF3P
125KHz Receiver

1.3 引脚描述

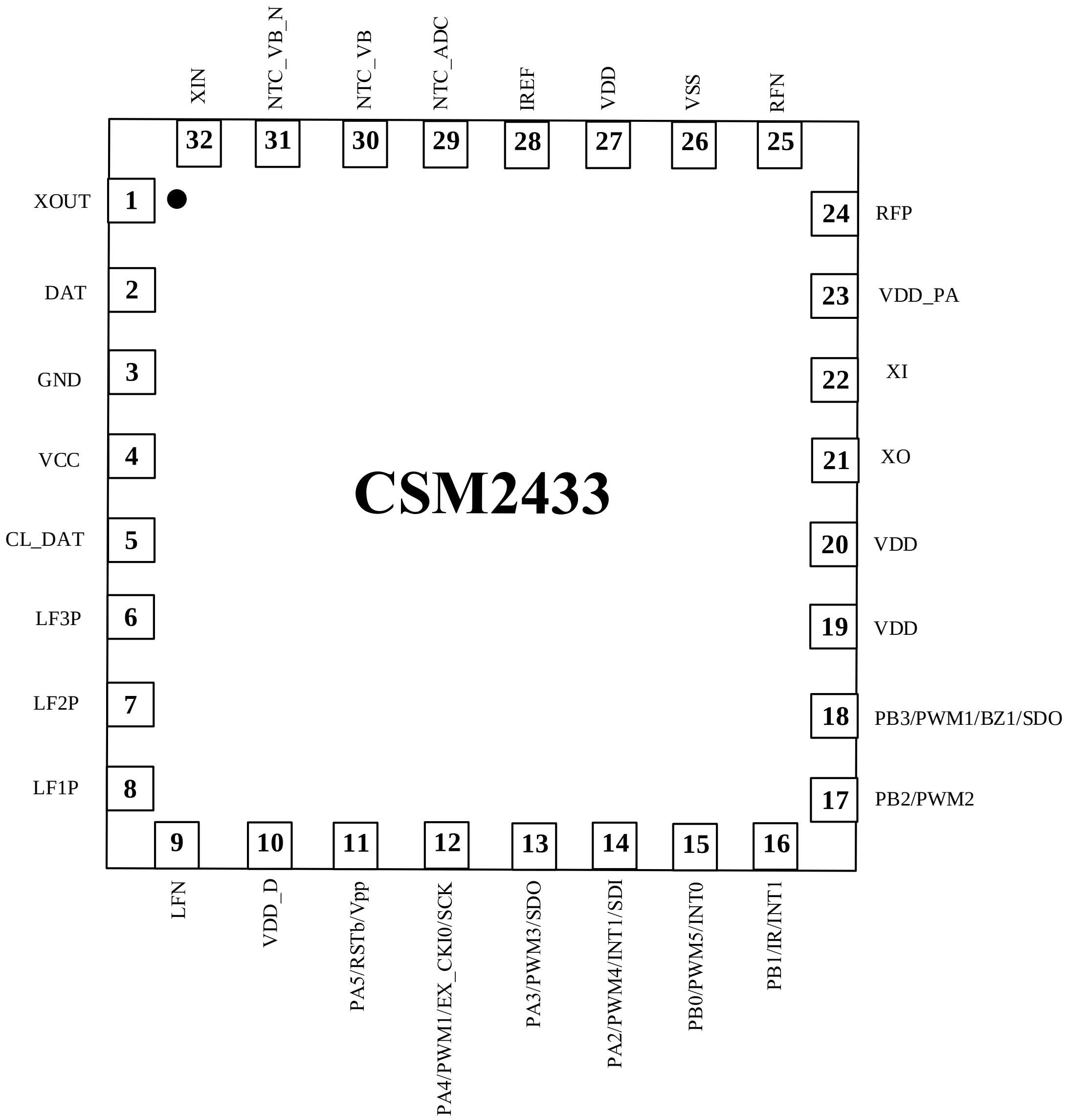


图 1-1 管脚信息图(QFN32-5x5 mm 封装)

表 1-1 管脚信息表

序号	端口名字	端口类型	描述
1	XOUT	O	32.768KHz晶体振荡器输出引脚（可选）
2	DAT	O	数据输出
3	GND	P	地（0V）
4	VCC	P	电源
5	CL_DAT	O	曼彻斯特恢复时钟
6	LF3P	I	125KHz 通道3输入

7	LF2P	I	125KHz 通道2输入
8	LF1P	I	125KHz 通道1输入
9	LFN	I	125KHz 通道共用地
10	VDD_D	P	内部电源
11	PA5/RSTb/Vpp	I/O	PA5：GPIO； RSTb：MCU复位； Vpp：编程电压输入。
12	PA4/PWM1/EX_CKI0/SCK	I/O	PA4：GPIO； PWM1：PWM1输出； EX_CKI0：Timer0/1时钟源输入； SCK：编程时钟输入。
13	PA3/PWM3/SDO	I/O	PA3：GPIO； PWM3：PWM3输出； SDO：编程数据输出；
14	PA2/PWM4/INT1/SDI	I/O	PA2：GPIO； PWM4：PWM4输出； INT1：外部中断1输入； SDI：编程数据输入
15	PB0/PWM5/INT0	I/O	PB0：GPIO； PWM5：PWM5输出； INT0：外部中断0输入。
16	PB1/IR/INT1	I/O	PB1：GPIO； IR：IR载波输出。
17	PB2/PWM2	I/O	PB2：GPIO； PWM2：PWM2输出。
18	PB3/PWM1/BZ1/SDO	I/O	PB3：GPIO； PWM1：PWM1输出； BZ1：蜂鸣器输出； SDO：编程数据输出。
19	VDD	P	电源
20	VDD	P	电源
21	XO	O	16MHz晶体振荡器输出引脚
22	XI	I	16MHz晶体振荡器输入引脚
23	VDD_PA	P	给内置PA供电的电源输出引脚（+1.8V）
24	RFP	RF	天线接口1
25	RFN	RF	天线接口2
26	VSS	P	地（0V）
27	VDD	P	电源
28	IREF	I	基准电流
29	NTC_ADC	I	NTC采集
30	NTC_VB	O	NTC偏置电压

31	NTC_VB_N	O	NTC偏置电压
32	XIN	I	32.768KHz晶体振荡器输入引脚（可选）

P：电源供电引脚；G：地；I：输入；O：输出；I/O：输入/输出；RF：天线接口。

2 电气参数

2.1 发射部分

2.1.1 极限参数

工作条件	最小值	最大值	单位
电源电压			
VDD	-0.3	3.6	V
VSS		0	V
输入电压			
VI	-0.3	5.25	V
输出电压			
VO	VSS to VDD	VSS to VDD	V
总功耗			
		100	mW
温度			
工作温度范围	-40	+85	℃
存储温度	-40	+125	℃
ESD 性能	HBM(Human Body Model): Class 1C		

2.1.2 电气指标

条件：VDD=3V,VSS=0V TA=27℃,晶振 CL=12pF

符号	参数	最小值	典型值	最大值	单位	备注
OP 参数						
VDD	电源电压范围	2.1		3.6	V	ADC 工作时，电压要求大于 2.4V
I_{SHD}	Shutdown 电流		1		μA	
Isleep	睡眠状态电流		1		μA	RCOSC,Watchdog ATR Timer 工作
I_{STB}	Standby 模式电流		19		μA	
I_{IDLE}	Idle-TX 模式电流		350		μA	
I_{TX}@14dBm	TX 模式电@14dBm		48		mA	

I_{TX}@10dBm	TX 模式电流@10dBm		31		mA	
I_{TX}@4dBm	TX 模式电流@4dBm		20		mA	
I_{TX}@0dBm	TX 模式电流@0dBm		18		mA	
I_{TX}@-3dBm	TX 模式电流@-3dBm		14		mA	
RF 参数						
F_{OP}	RF 频率范围	2400		2525	MHz	
F_{CH}	RF 信道间隔	1			MHz	2Mpbs 时至少为 2MHz
ΔF_{MOD}(2Mbps)	调制频率偏移		±330		KHz	
ΔF_{MOD}(1M/250Kbps)	调制频率偏移		±175		KHz	
R_{GFSK}	数据速率	250		2000	Kbps	
TX 参数						
P_{RF}	RF 输出功率	-3		14	dBm	
P_{BW}@2Mbps	调制带宽		2.1		MHz	
P_{BW}@1Mbps	调制带宽		1.1		MHz	
P_{BW}@250Kbps	调制带宽		0.9		MHz	
P_{RF1}	1^{st} 邻道功率 2MHz			-20	dBm	
P_{RF2}	2^{nd} 邻道功率 4MHz			-46	dBm	
晶振参数						
F_{XO}	晶振频率		16		MHz	
ΔF	频偏		±20		ppm	
ESR	等效损耗电阻		100		Ω	

2.2 接收部分

2.2.1 极限参数

超过表 2.2-1 中列出的一项或多项极限参数，可能造成器件的永久损伤。

表 2.2-1 125K 极限参数

符号	描述	最小	最大	单位	附注
VCC	直流供电电压	-0.5	3.6	V	
V_{IN}	输入引脚电压	-0.5	3.6	V	
I_{SOURCE}	输入电流（闩锁免疫）	-100	100	mA	
ESD	静电放电	±2		kV	HBM
P_t	总功耗（所有输入和输出）		0.07	mW	

T_{strg}	存储温度	-65	150	℃	
T_{body}	封装体温度		260	℃	
RH_{NC}	相对湿度（非冷凝）	5	85	%	
MSL	湿气敏感等级	3			

2.2.2 工作条件

表 2.2-2 125K 工作条件

符号	描述	最小	典型	最大	单位
VCC	供电电压正极	2.4	3	3.6	V
VSS	供电电压负极	0		0	V
T_{AMB}	环境温度	-40		85	℃

2.2.3 DC/AC 参数

表 2.2-3 125K DC/AC 参数

符号	描述	条件	最小	典型	最大	单位
CMOS 输入						
V_{IH}	高电平输入电压		0.6VCC	0.7VCC	0.8VCC	V
V_{IL}	低电平输入电压		0.12VCC	0.2VCC	0.3VCC	V
I_{LAEK}	输入泄漏电流				100	nA
CMOS 输出						
V_{OH}	高电平输出电压	1mA 负载	VCC-0.4			V
V_{OL}	低电平输出电压	1mA 负载			VSS+0.4	V
C_L	电容负载	1MHz 时钟			400	pF
三态 CMOS 输出						
V_{OH}	高电平输出电压	1mA 负载	VCC-0.4			V
V_{OL}	低电平输出电压	1mA 负载			VSS+0.4	V
I_{OZ}	三态泄漏电流	到 VCC 和 VSS			100	nA

2.2.4 电气参数

表 2.2-4 125K 电气参数

符号	描述	条件	最小	典型	最大	单位
输入特性						
R_{IN}	125kHz 时交流输入阻抗	天线阻尼器不工作（R1<4>=0）		2		MΩ
F1MAX	频段 1 最大输入频率			150		kHz
F1MIN	频段 1 最小输入频率			95		kHz
F2MAX	频段 2 最大输入频率			95		kHz
F2MIN	频段 2 最小输入频率			65		kHz
F3MAX	频段 3 最大输入频率			65		kHz
F3MIN	频段 3 最小输入频率			40		kHz
F4MAX	频段 4 最大输入频率			40		kHz
F4MIN	频段 4 最小输入频率			23		kHz
F5MAX	频段 5 最大输入频率			23		kHz
F5MIN	频段 5 最小输入频率			15		kHz

电流消耗						
I1CHRC	仅一个通道工作和 RC 振荡器作为时钟在标准监听模式下的电流消耗			4.6		uA
I2CHRC	两个通道工作和 RC 振荡器作为时钟在标准监听模式下的电流消耗			6.6		uA
I3CHRC	三个通道工作和 RC 振荡器作为时钟在标准监听模式下的电流消耗			8.3		uA
I3CHSCRC	三个通道工作和 RC 振荡器作为时钟在扫描模式下的电流消耗			4.5		uA
I3CHOORC	三个通道工作和 RC 振荡器作为时钟在开/关模式下的电流消耗	11%占空比		3.3		uA
		50%占空比		5.7		
I3CHXT	三个通道工作和晶振作为时钟在标准监听模式下的电流消耗			7.9		uA
IDATA	前导码检测/匹配校验/数据接收模式下的电流消耗（RC 振荡器）	125kHz 载波频率和 1kbps 数据速率，输出引脚无负载		9.2		uA
IBOOST	增益提高使能后每个通道增加的电流消耗			150		nA
输入灵敏度						
SENS1	频段 1 下所有通道的灵敏度	125kHz 载波频率，默认模式，4 个半位的触发+4 个符号的前导码和单匹配值检测		80		uVrms
SENS1B	增益提高时频段 1 下所有通道的灵敏度	125kHz 载波频率，默认模式，4 个半位的触发+4 个符号的前导码和单匹配值检测		60		uVrms
SENS2	频段 2 下所有通道的灵敏度	90kHz 载波频率，默认模式，4 个半位的触发+4 个符号的前导码和单匹配值检测		80		uVrms

SENS2B	增益提高时频段 2 下所有通道的灵敏度	90kHz 载波频率，默认模式，4 个半位的触发+4 个符号的前导码和单匹配值检测		60		uVrms
SENS3	频段 3 下所有通道的灵敏度	60kHz 载波频率，默认模式，4 个半位的触发+4 个符号的前导码和单匹配值检测		80		uVrms
SENS3B	增益提高时频段 3 下所有通道的灵敏度	60kHz 载波频率，默认模式，4 个半位的触发+4 个符号的前导码和单匹配值检测		60		uVrms
SENS4B	增益提高时频段 4 下所有通道的灵敏度	30kHz 载波频率，默认模式，4 个半位的触发+4 个符号的前导码和单匹配值检测		60		uVrms
SENS5B	增益提高时频段 5 下所有通道的灵敏度	18kHz 载波频率，默认模式，4 个半位的触发+4 个符号的前导码和单匹配值检测		60		uVrms
通道建立时间						
TSAMP	放大器建立时间			250		us
晶振						
FXTAL	频率	与石英有关	25	32.768	45	kHz
TXTAL	启动时间				1	s
IXTAL	电流消耗			300		nA
外部时钟源						
IEXTCL	电流消耗			0.8		uA
FEXTCL	频率		25		45	kHz
RC 振荡器						
FRCNCAL	频率	未校准	25	32.768	45	kHz
FRCCAL32		使用 32.768kHz 参考时钟进行校准	31	32.768	34.5	
FRCCALMAX		校准后最大能达到的频率		45		
FRCCALMIN		校准后最小能达到的频率		23.75		

TRC	启动时间	RC 使能后（R1<0>=0）			1	s
TCALRC	校准时间		65			参考时钟周期的个数
IRC	电流消耗			650		nA
LC 振荡器						
$FLCO_{MIN}$	最小频率	L=47mH，C=2.3nF		15		kHz
$FLCO_{MAX}$	最大频率	L=7.2mH，C=150pF		150		kHz
$RPAR_{MIN}$	最小等效电阻			10		kΩ
调谐电容						
LF1Ptuning	电容	LF1P 的最大内部电容（步长 1 pF）		31		pF
LF2Ptuning		LF2P 的最大内部电容（步长 1 pF）		31		pF
LF3Ptuning		LF3P 的最大内部电容（步长 1 pF）		31		pF

2.3 MCU 参数

（如果没有特别说明，测试条件为 F_{INST}=F_{HOSC}/4, F_{HOSC}=16MHz@I_HRC, WDT 使能，T_A=25℃。）

符号	参数	VDD	最小值	典型值	最大值	单位	条件
VDD	工作电压	-	3.0	-	3.6	V	F_{INST}=20MHz @ I_HRC/2
V_{IH}	输入高电平	3V	2.4	-	-	V	RSTb (0.8VDD)
		3V	2.1	-	-	V	GPIO, EX_CKI, INT CMOS (0.7 VDD)
		3V	1.5	-	-	V	GPIO, EX_CKI TTL (0.5 VDD)
V_{IL}	输入低电平	3V	-	-	0.6	V	RSTb (0.2VDD)
		3V	-	-	0.9	V	GPIO, EX_CKI, INT CMOS (0.3VDD)
		3V	-	-	0.6	V	GPIO, EX_CKI, INT TTL (0.2VDD)
I_{OH}	输出高电平时电流	3V	-	10	-	mA	V_{OH}=2.0V
I_{OL}	输出低电平时电流	3V	-	26	-	mA	V_{OL}=1.0V
I_{IR}	IR 灌电流	3V	-	27	-	mA	V_{OL}=1.0V, IR
I_{OP}	工作电流	正常模式					
		3V	-	1.4	-	mA	F_{HOSC}=20MHz @ I_HRC/2
		3V	-	0.9	-	mA	FHOSC=20MHz @ I_HRC/4
		3V	-	1.1	-	mA	FHOSC=16MHz @ I_HRC/2
		3V	-	0.8	-	mA	FHOSC=16MHz @ I_HRC/4
		3V	-	0.7	-	mA	FHOSC=8MHz @ I_HRC/2
		3V	-	0.5	-	mA	FHOSC=8MHz @ I_HRC/4
		3V	-	0.5	-	mA	FHOSC=4MHz @ I_HRC/2
		3V	-	0.4	-	mA	FHOSC=4MHz @

							I_HRC/4
		3V	-	0.4	-	mA	FHOSC=1MHz @ I_HRC/2
		3V	-	0.3	-	mA	FHOSC=1MHz @ I_HRC/4
		慢速模式					
		3V	-	3	-	uA	F_{HOSC} 关闭, F_{LOSC}=32KHz @ I_LRC/2
I_{STB}	待机电流	3V	-	1.2	-	uA	待机模式，F_{HOSC} 关闭, F_{LOSC}=32KHz @ I_LRC/4
I_{HALT}	睡眠电流	3V	-	-	0.2	uA	睡眠模式，看门狗关闭
		3V	-	-	3.0	uA	睡眠模式，看门狗打开
R_{PH}	上拉电阻	3V	-	100	-	kΩ	上拉电阻
R_{PL}	下拉电阻	3V	-	100		kΩ	下拉电阻
I_HRC	频率误差	-	-	-	±3	%	内部高频振荡器（1M~20MHz）
I_LRC	频率误差	-	-	-	±5	%	内部 32KHz 振荡器

3 封装参数

CSM2433 采用 QFN32 5x5 mm 封装。

封装规格如下：

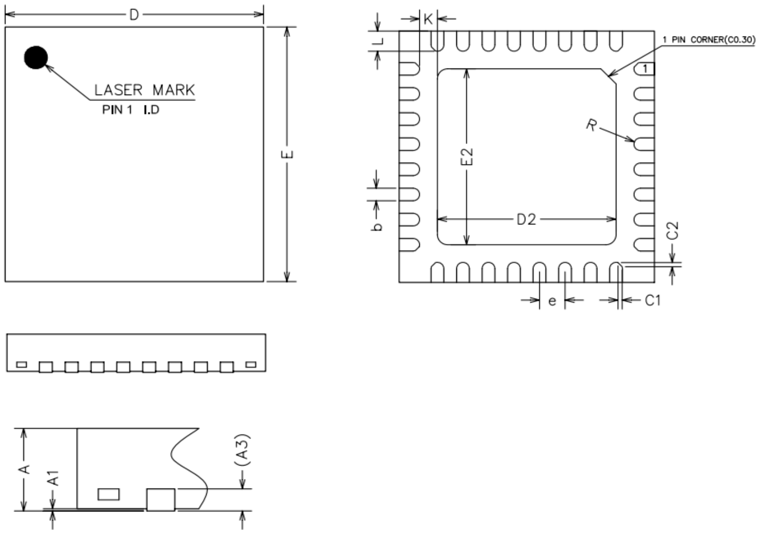


图 3-1 CSM2433 封装示意图

参数规格如下表（单位：mm）：

表 3-1 通用规格

符号	最小值	标准值	最大值
A	0.70	0.75	0.80
A1	0	0.02	0.05
A3		0.20REF	
b	0.23	0.25	0.28
D	4.90	5.00	5.10
E	4.90	5.00	5.10
D2	3.35	3.50	3.65
E2	3.35	3.50	3.65
e	0.48	0.50	0.53
K	0.20	-	-
L	0.35	0.40	0.45
R	0.09	-	-
c1	-	0.08	-
c2	-	0.08	-

4 版本记录

版本	修订日期	修订内容摘要
Rev1.0	2022/7/28	初稿

5 订单信息

封装标志

CSM2433 ABBCDEE

CSM2433:芯片代码

A: 封装日期年代码，5 代表 2020 年

BB:加工发出周记，例如 42 代表是 A 年的第 42 周发出加工

C:封装工厂代码，为 A、HT、NJ 或 WA，也简写为 A、H、N 或 W

D:测试工厂代码，为 A、Z、或 H

EE:生产批次代码

表 11-1 订单信息表

订单代码	封装	包装	最小单位
CSM2433-Sample	5×5mm 32-pin QFN	Box/Tube	5
CSM2433-P	5×5mm 32-pin QFN	Tray	1K
CSM2433-P	5×5mm 32-pin QFN	Tape and reel	4K

6 联系方式

深圳市动能世纪科技有限公司

公司地址：深圳市南山区打石一路国际创新
谷6期B座1111室

电话：0755-83134419

传真：0755-82539160

公司网址：www.dnsj88.com

EMAIL:dnsj@dn-ic.com

邮编：518031