ZSBM1006 用于生理信号测量的低功耗、单通道、24 位模拟前端

1 特性

- 一个 16bits 数字心率和 ECG 通道
- 抗电磁干扰 （EMI） 输入
- 低功耗：每通道 0.2mW
- 等效输入噪声：4.4μVrms（40Hz 带宽）
- 输入偏置电流：65pA
- 数据速率：最高 0.250Ksps
- 差分输入电压范围：±500mV
- 模拟电源电压：2.2V 至 5.5V
- 数字输入输出 （I/O） 电源电压：1.8V 至 5.5V
- 右腿驱动放大器
- 直流导联脱落检测
- 可配置的综合中断系统
- 内置振荡器与基准
- 灵活的断电和待机模式

2 应用

- 体育运动和健身（心率和 ECG）

3 说明

ZSBM1006 包含便携式、低功耗医疗、体育运动和健身用心电图 （ECG）应用中通常所需要的全部特性。 凭借高集成度以及出色的性能，ZSBM1006 能够以尺寸小、功耗低和整体成本的优势来创建可扩展的医疗仪器系统。

ZSBM1006 具有 1 个能够以高达 16ksps 速率工作的高分辨率通道。该器件可编程特定的采样率和带宽，从而使用户可针对性能和功耗来优化配置。 所有输入引脚均包含一个 EMI 滤波器。

另外，ZSBM1006 包含了一个可配置的综合中断系统，可实现以下功能：

- 直流脱落检测
- FIFO 阈值检测/上溢出/下溢出异常检测
- 即时数据读取

此器件采用 4mm x 4mm x 0.65mm，16 引脚 QFN 封装。 -40°C to 85°C 的运行温度范围。

仅供 云汉芯城 使用 id:5aa9082ea6c040f5

4 功能框图

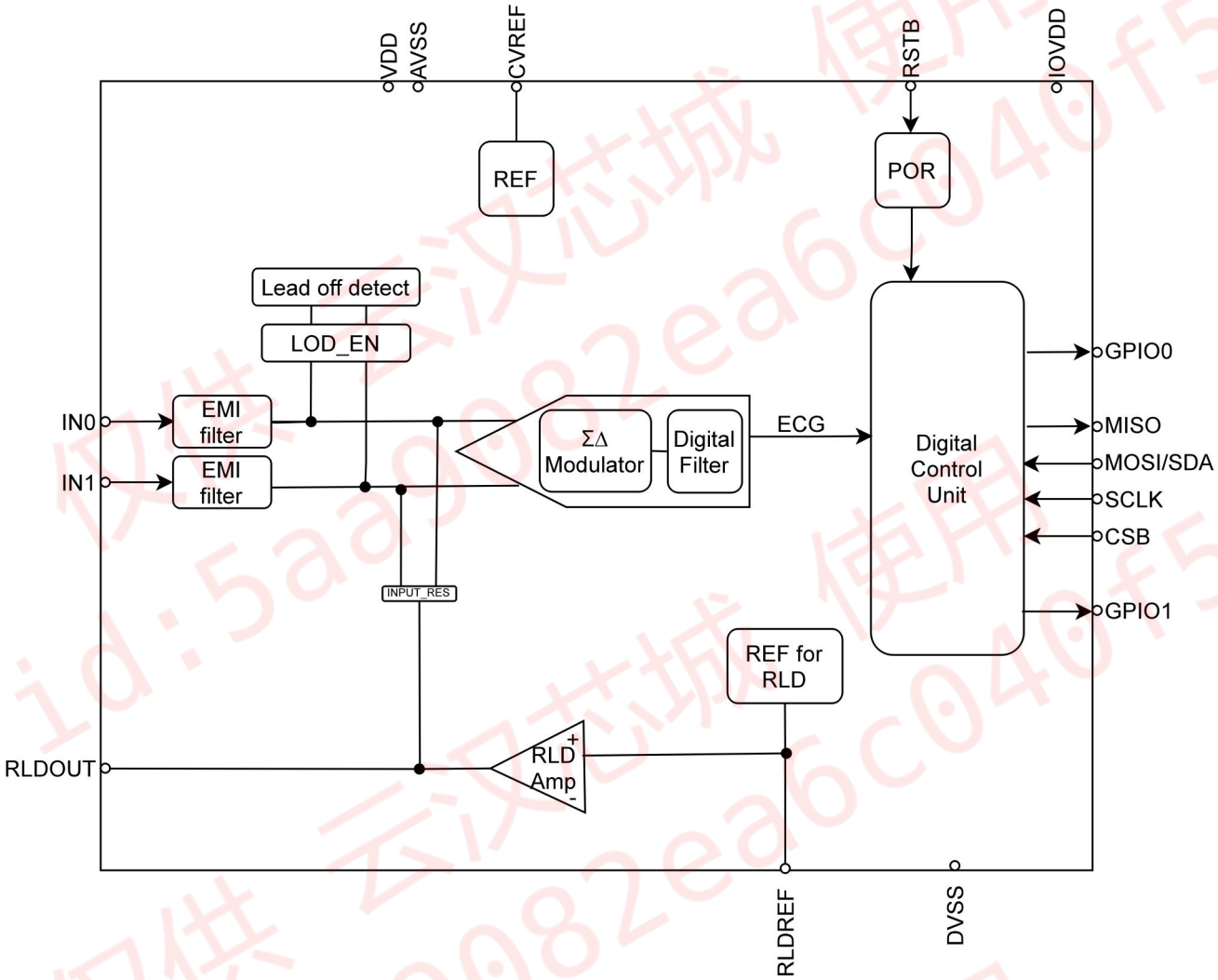


图 1. 功能框图

目录

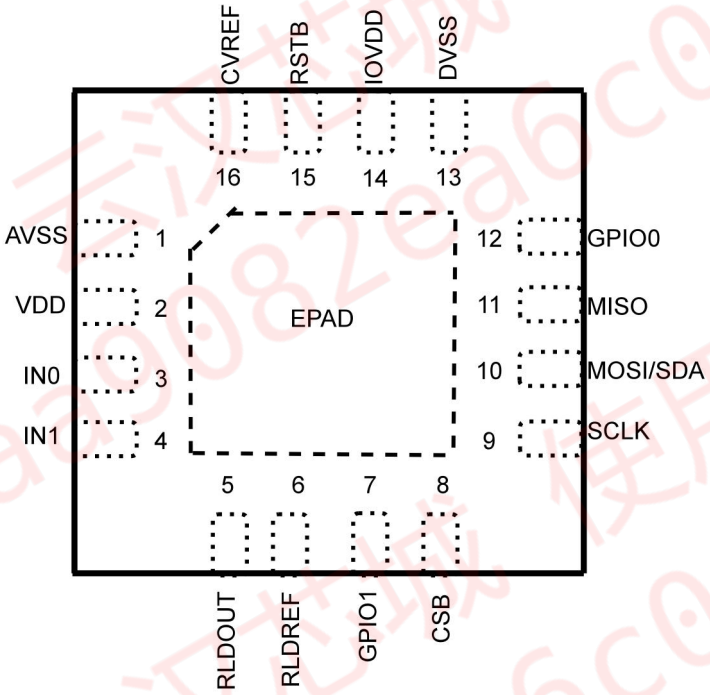
1 特性 1
2 应用 1
3 说明 1
4 功能框图 2
5 引脚配置和功能 4
6 极限参数 6
7 电气特性 6
8 应用概述 11
9 ZSBM1006 单导联 ECG 应用 11
9.1 ZSBM1006 单导联 ECG 应用的推荐电路 11
9.2 ZSBM1006 单导联 ECG 应用的推荐配置 12
9.3 ZSBM1006 单导联 ECG 应用的人体实测波形 13
10 直流脱落检测 13
10.1 ZSBM1006 单导联 ECG 应用脱落检测的推荐配置 14
11 电源建议 15
12 应用电路 LAYOUT 要点 15
13 封装与包装信息 16
13.1 封装外形尺寸 16
13.2 包装材料信息 17
14 型号列表 19
联系方式 20
修订历史记录 20
法律声明 21

仅供 云汉芯城 使用 id:5aa9082ea6c040f5

5 引脚配置和功能

16-PIN QFN

俯视图



引脚功能

引脚序号 (QFN-16)	名称	类型	描述
1	AVSS	S	模拟地
2	VDD	S	电源
3	IN0	AI	电极输入信号
4	IN1	AI	电极输入信号
5	RLDOUT	AO	右腿驱动放大器输出
6	RLDREF	AO	右腿驱动参考电压输出
7	GPIO1	DIO	GPIO1
8	CSB	DI	SPI 片选
9	SCLK	DI	SPI 时钟输入
10	MOSI/SDA	DIO	4 线 SPI 数据输入/3 线 SPI 数据收发
11	MISO	DO	4 线 SPI 数据输出
12	GPIO0	DIO	GPIO0

引脚序号 (QFN-16)	名称	类型	描述
13	DVSS	S	数字/IO 接地
14	IOVDD	S	IO 电源
15	RSTB	DI	复位输入
16	CVREF	AIO	内部参考电压的外部电容
DAP	—	—	无内部连接

仅供 云汉芯城 使用 id:5aa9082ea6c040f5

6 极限参数

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	备注
电源电压	VDD	-0.3		6	V	到 AVSS
IO 电源电压	IOVDD	-0.3		6	V	到 DVSS
IO 电压	V_{IO}	-0.3		IOVDD	V	到 DVSS
存储温度	T_S	-45		125	°C	
工作温度	T_C	-40		85	°C	
静电放电（HBM）(1)	ESD_{HBM}	4000			V	
静电放电（CDM）(2)	ESD_{CDM}	500			V	

(1) JEDEC 文件 JEP155 指出，500V HBM 允许使用标准 ESD 控制制程进行安全制造。

(2) JEDEC 文件 JEP157 指出，250V CDM 允许使用标准 ESD 控制制程进行安全制造。

7 电气特性

除非另有说明，否则所有特性值是在 T_A=25°C、2.2V≤VDD≤5.5V、1.8V≤IOVDD≤5.5V、VREF=0.9V、f_{OSC}=1.024MHz、CVREF 和 AVSS 之间串有 1μF 低 ESR 电容、RLDREF 和 AVSS 间串有 0.1μF 电容的情况下得出。

参数		试验条件	最小值 (2)	典型值 (3)	最大值 (2)	单位
电源（VDD、IOVDD）						
VDD	模拟电源电压	$T_{MIN}≤T_A≤T_{MAX}$	2.2		5.5	V
I_{VDD}	模拟电源电流	待机模式		1.5		μA
		$T_{MIN}≤T_A≤T_{MAX}$			TBD	
		1 channel,RLD OFF, LOD OFF，低功耗		250		μA
		$T_{MIN}≤T_A≤T_{MAX}$			TBD	
		1 channel，RLD OFF, LOD OFF，高分辨率		365		
		$T_{MIN}≤T_A≤T_{MAX}$			TBD	
IOVDD	IO 电源电压	$T_{MIN}≤T_A≤T_{MAX}$	1.8		5.5	V
I_{IOVDD}	静态电流 IO 电源			0.5		μA
模拟输入（IN0-IN1）						

参数		试验条件	最小值 (2)	典型值 (3)	最大值 (2)	单位
I_B	输入偏置电流	T_A = 25°C，LOD OFF	–65		65	pA
		T_A = 85°C，LOD OFF $T_{MIN} \leqslant T_A \leqslant T_{MAX}$			TBD	pA
RIN	差分输入电阻			20 30 60 120 240 480 1000 2000 5000 10000		MΩ
EMIRR	EMI 滤波器抑制比，IN0、IN1	f = 400MHz		95		dB
		f = 900MHz		110		dB
		f = 1.8GHz		120		dB
		f = 2.4GHz		125		dB
模拟前端（AFE）						
DIVR	差分输入电压范围	$T_{MIN} \leqslant T_A \leqslant T_{MAX}$	–500		500	mV
CMVR	全 DIVR 的共模电压范围	$T_{MIN} \leqslant T_A \leqslant T_{MAX}$	400		550	mV
V_{OS}	输入失调电压			TBD		μV
		$T_{MIN} \leqslant T_A \leqslant T_{MAX}$			TBD	
CMRR	共模抑制比	50 / 60 Hz，VCM_{DC} = RLDREF，VCM_{AC} = $1.2V_{PP}$		90		dB
V_e-ECG	ECG 输入参考电压噪声 (4)	0.1-40Hz		4.4		μV_{rms}
		$T_{MIN} \leqslant T_A \leqslant T_{MAX}$			TBD	
N_e	等效输入噪声密度	0.1-40Hz，低功率模式		700		$nV/\sqrt{Hz}$
		$T_{MIN} \leqslant T_A \leqslant T_{MAX}$			TBD	

参数		试验条件	最小值 (2)	典型值 (3)	最大值 (2)	单位
PSRR	电源抑制比	50/60Hz		140		dB
ENOB -ECG	ECG 的有效位数	200Hz 带宽		16		bits
		$T_{MIN}≤T_A≤T_{MAX}$	TBD			
RS-ECG	采样率 ECG 通道	$T_{MIN}≤T_A≤T_{MAX}$（见表 1）	0.125		0.250	ksps
内部参考（V_{REF}）						
V_{REF}	内部参考电压			0.9		V
	内部参考精度			±0.08%		
	内部参考漂移			77		ppm/°C
	内部参考启动时间			10		ms
右腿驱动放大器（RLD Amp）						
V_{OS}	输入失调电压			±1.35		mV
CMVR	共模电压范围	$T_{MIN}≤T_A≤T_{MAX}$	400		550	mV
GBW	可编程增益带宽	低带宽模式	35			kHz
		高带宽模式			240	kHz
SR	压摆率	低带宽模式		15		mV/μs
		高带宽模式		100		mV/μs
CI_{MAX}	可编程电容负载驱动能力	高带宽、低电容驱动模式（见表 2）		1		nF
		低带宽、高电容驱动模式（见表 2）		10		nF
IVDD	静态功耗	低带宽、低电容驱动模式		9.6		μA
		$T_{MIN}≤T_A≤T_{MAX}$			TBD	
		高带宽、高电容驱动模式		108		μA
		$T_{MIN}≤T_A≤T_{MAX}$			TBD	
右腿驱动器参考（RLD REF）						
RLD_{REF}	输出电压	空载	400	500	550	mV
脱落检测（LOD）						

参数		试验条件	最小值 (2)	典型值 (3)	最大值 (2)	单位
VTH_{DC}	直流脱落比较器阈值			0.8		V
V_{HYST}	比较器滞回	直流脱落模式		74		mV
IVDD	功耗	编程，不包括激励电流		9		μA
DCLO	脱落电流范围		2		30	nA
	脱落电流步长			2		nA
	脱落高阈值			0.8		V
	脱落低阈值			0.2		V
时钟（Clock）						
f_{OSC}	内部时钟频率	$f_{CRYSTAL}$=12.288MHz		1.024		MHz
		$f_{internal}$=12.288MHz		1.024		
	内部时钟占空比			50%		
TSTART	内部时钟开启时间	$f_{CRYSTAL}$=12.288MHz		12		ms
		$f_{internal}$=12.288MHz		1		
IVDD	内部时钟功耗	$f_{CRYSTAL}$=12.288MHz	40	60	190	μA
		$f_{internal}$=12.288MHz		65		
数字输入/输出特性（Digital Input/Output Characteristics）						
V_{DI}	输入电压范围		0		IOVDD	V
V_{T+}	施密特触发低到高	IOVDD = 3.3V		2.0		V
V_{T-}	施密特触发高到低	IOVDD = 3.3V		1.3		V
V_{OL}	输出低电平	IOVDD = 3.3V			0.4	V
V_{OH}	输出高电平	IOVDD = 3.3V	2.4			V
I_{OL}	低电平输出电流	IOVDD = 3.3V V_{OL} = 最大值，取决于 IO_DS 配置值				
		IO_DS=0	3.7	5.9		mA
		IO_DS=1	12.7	19.9		mA
I_{OH}	高电平输出电流	IOVDD = 3.3V V_{OH} = 最小值，取决于				

参数		试验条件	最小值 (2)	典型值 (3)	最大值 (2)	单位
		IO_DS 配置值				
		IO_DS=0	3.2	4.3		mA
		IO_DS=1	9.9	13.6		mA
V_{OL}	输出低电平	IOVDD = 1.8V			0.22	V
V_{OH}	输出高电平	IOVDD = 1.8V	1.3			V
I_{OL}	低电平输出电流	IOVDD = 1.8V V_{OL} = 最大值，取决于 IO_DS 配置值				
		IO_DS=0	0.95	1.6		mA
		IO_DS=1	3.3	5.5		mA
I_{OH}	高电平输出电流	IOVDD=1.8V V_{OH}= 最小值，取决于 IO_DS 配置值				
		IO_DS=0	0.78	1.1		mA
		IO_DS=1	2.4	3.5		mA
SPI 通讯（Serial Clock Frequency）						
F_{SCLK}	频率	IOVDD=3.3V 总线负载电容 30pF，位速度取决于 IO_DS 配置值				
		IO_DS=0			20	MHz
		IO_DS=1			20	MHz
F_{SCLK}	频率	IOVDD=1.8V 总线负载电容 30pF，位速度取决于 IO_DS 配置值				
		IO_DS=0			8	MHz
		IO_DS=1			20	MHz

(1) 典型值仅为估计值，非确定值。

(2) 除非另有说明，否则数据表最大/最小值由测试确定。

(3) 典型值代表在 T_A=25°C 和推荐操作条件下最有可能的参数规范，且不能确保。

(4) 至少使用 1000 个连续读数来计算噪声。

(5) 设计要求值，非实测值。

仅供 云汉芯城 使用 id:5aa9082ea6c040f5

8 应用概述

ZSBM1006 是用于心率带应用的完全集成的信号链。它具有一个低功耗、16 位分辨率的 ECG 通道，还具有直流脱落检测、右腿驱动能力。下面的部分将探讨其中某些配置中的使用模型。功能描述

9 ZSBM1006 单导联 ECG 应用

ZSBM1006 使用共模检测器，通过平均输入引脚 IN0、IN1 的电压来测量系统的共模。RLD 放大器的输出连接到右腿电极，以驱动系统的共模。如图 12 显示了单导联两电极模式心电图系统的 ZSBM1006 的设置。

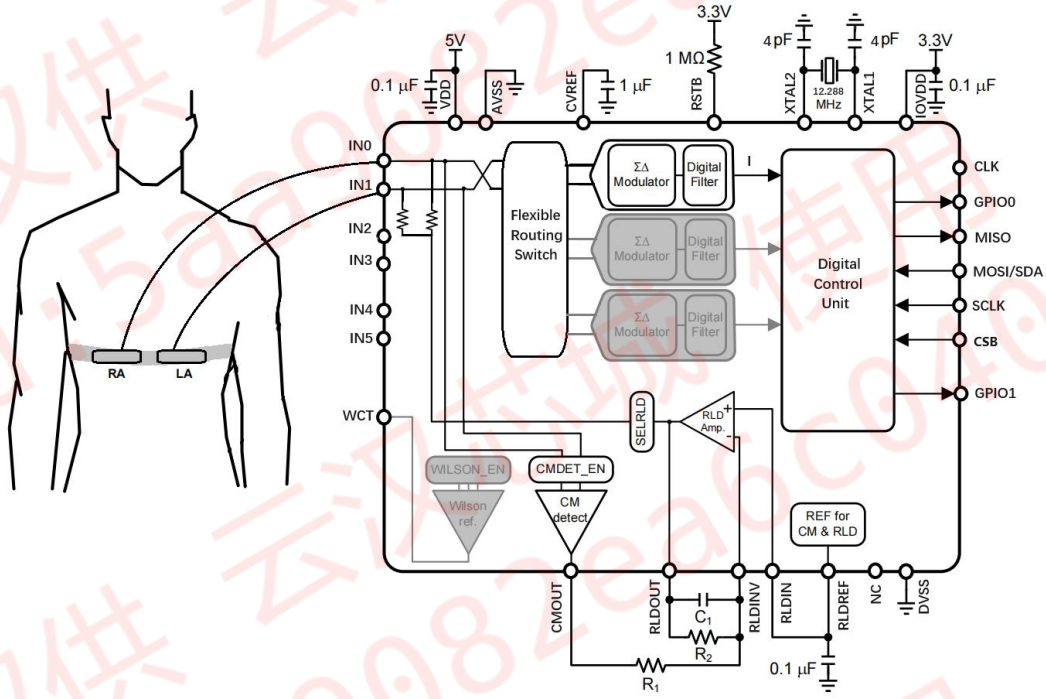


图 12 单导联两电极模式 ECG 应用

9.1 ZSBM1006 单导联 ECG 应用的推荐电路

- 单导联两电极模式，输入阻抗配置尽量小。
- 如系统电源稳定无干扰，无需方框①内电源滤波。
- 如系统主控无干扰，无需方框②内串联电阻。
- 在电极输入上增加一个限流电阻实现 ECG 测量应用，安规限流电阻的选择需根据系统供电电压，需满足国际标准 IEC 60479-1。

● 电极要接触人体进行测量排布在外，可以直接接触到静电，为了通过 IEC61000-4-2 的整机 ESD 测试，需在电极增加额外的 ESD 防护二极管。

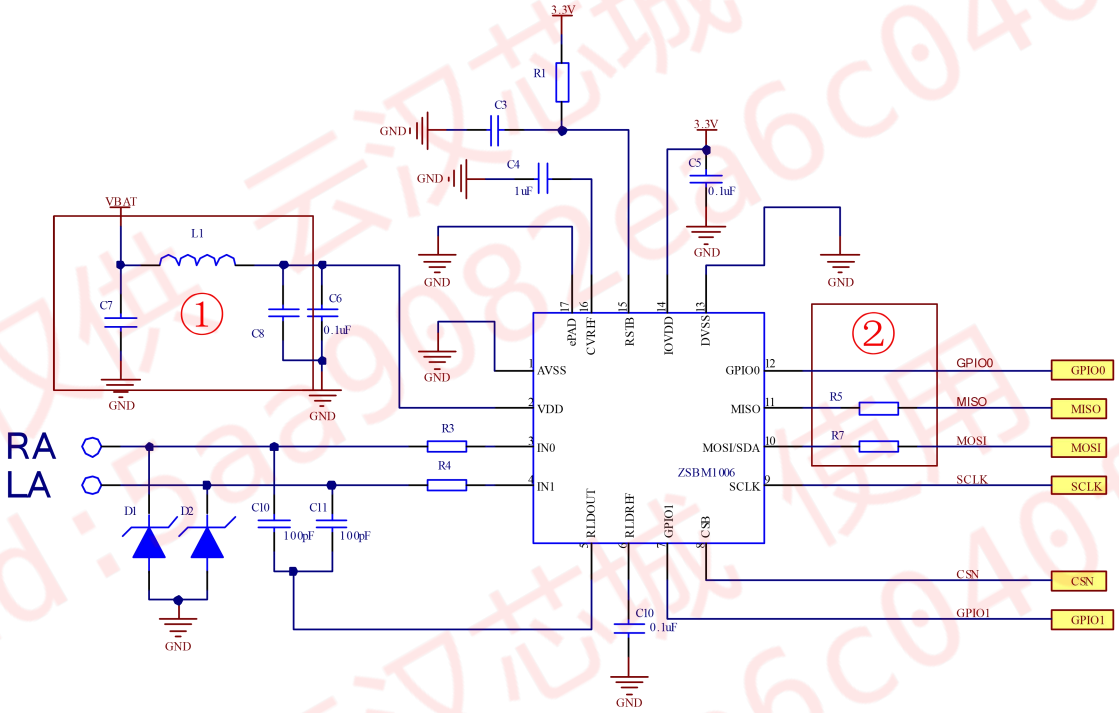


图 14　　单导联两电极模式 ECG 应用推荐电路

9.2 ZSBM1006 单导联 ECG 应用的推荐配置

```
#   使用单导联 ECG 应用推荐电路的 ZSBM1006 寄存器推荐配置    #
    寄存器地址    配置值      注释
    0x00          0x0000      #   不启用片外时钟选择内部振荡器 OSC
    0x03          0x0022      #   GPIO0 输出 FIFO 中断

    0x0D          0x0001      #   通道 0 工频陷波功能使能（可根据实际情况关闭）
    0x0E          0x3000      #   工频二次谐波陷波功能使能（可根据实际情况关闭）

    0x10          0x0902      #   设置 RA  IN0 接 ADC0_INP  输入阻抗 10GΩ（两电极）
    0x11          0x0001      #   设置 LA  IN1 接 ADC0_INN
    0x16          0x8000      #   设置 INPUT_RES_EN 使能
    0x20          0xC005      #   RLD 使能，设置 RLD 电流电容
```

0x23	0xFA83	#	共模信号提取选择 IN0 & IN1 使能 CMSD
0x30	0x0000	#	设置 FIFO_STA_ADR_CH0_ECG 起始地址
0x31	0x00FF	#	设置 FIFO_SIZE_CH0_ECG 数据深度
0x32	0x10B3	#	FIFO_DEPTH_THRD_CH0_ECG 使能 & 设置 FIFO 数据深度阈值
0x0C	0x0003	#	OP_EN 使能 CH0_ECG_EN 使能

9.3 ZSBM1006 单导联 ECG 应用的人体实测波形

下图显示了由单个 ZSBM1006 设备采集的人体实测数据，由设备的通道 I 在 10 秒内同时收集数据。

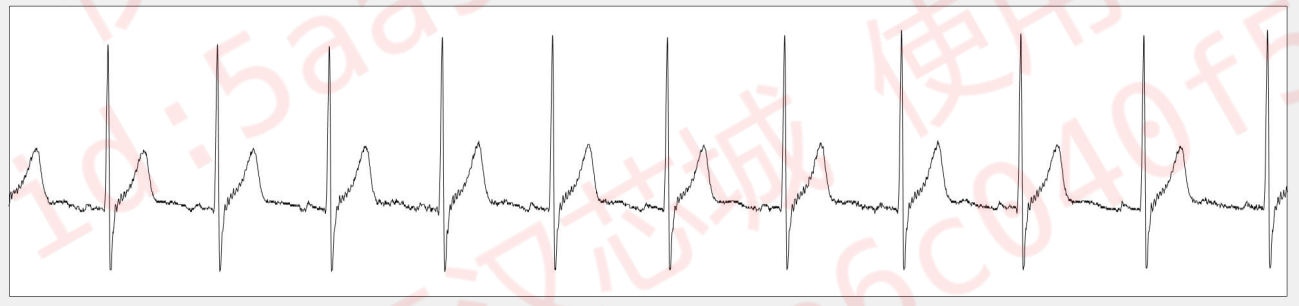


图 15 单导联 ECG 应用人体实测波形

10 直流脱落检测

ZSBM1006 的脱落检测（LOD）模块可用于监测 3 个输入引脚、右腿驱动与人体的连接情况。LOD 模块将可编程的 DC 电流注入选定的输入引脚，并检测响应于该电流出现在该选定的输入引脚上的电压。

LOD 模块可以在以下两种模式中的任意一种模式下进行工作:

（1）直流脱落检测;

（2）RLD 脱落检测;

下面我们以单导联为例介绍一下如何进行配置脱落检测，如下图:

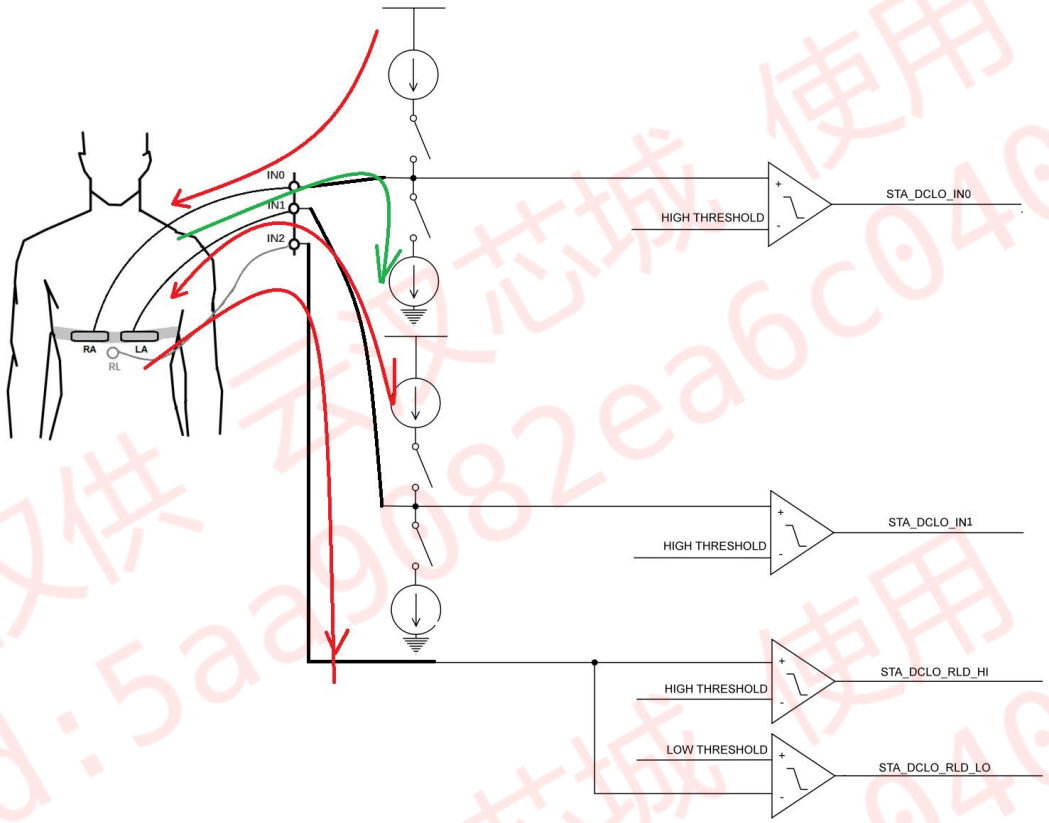


图 16　　单导联 ECG 应用脱落检测示意

10.1 ZSBM1006 单导联 ECG 应用脱落检测的推荐配置

#　使用 2 电极单导联 ECG 应用脱落检测寄存器推荐配置 3#

寄存器地址	配置值	注释
0x21	0xF043	#直流脱落检测电流幅值最大（可调）IN0&IN1&RLD 脱落检测使能
0x22	0x0200	#　IN0 电流方向从人体流向芯片 IN1 电流方向从芯片流向人体
0x46	0x0000	#　DCLO 脱落检测阈值设置为 1.5V

使用上面的配置，读取地址 0x26 寄存器电极对应直流脱落检测状态标志位，状态真值表如下：

IN0	IN1	STA_DCLO_RLD_HI	STA_DCLO_RLD_LO	STA_DCLO_IN1	STA_DCLO_IN0
脱落	脱落	0	1	1	0
接触	脱落	0	1	1	0
脱落	接触	0	0	0	0
接触	接触	0	1	0	0

由上表可知，在配置 3 的情况下，IN0 电极选择的电流方向是从人体流向芯片，IN1 电极选择的电流方向是从芯片流向人体，同时从 RLD 流回芯片（图 16 中 IN0 变为绿色电流示意），因此“IN1 脱落”和“全部脱落”状态一样，无法区分，但是仅有两个电极也无需给出哪个电极脱落，只需检测出是否有脱落即可。

11 电源建议

建议在 VDD 和地之间放置一个尽可能靠近引脚的 0.1 μF 陶瓷旁路电容器。 建议使用大于等于 1 μF 的电解电容器或钽电容器作为大容量电容器。 大容量电容器不需要靠近器件，可以靠近外部稳压器的输出端。同样的建议也适用于 IOVDD 引脚。

CVREF 引脚需要一个 1 μF 旁路电容到地； 该电容器应具有低 ESR，并且应尽可能靠近引脚放置。

RLDREF 引脚需要一个 0.1μF 陶瓷旁路电容接地；该电容器应尽可能靠近引脚放置。

12 应用电路 LAYOUT 要点

- 旁路电容器应放置在 VDD 和 IOVDD 引脚附近。
- 低 ESR 旁路电容器应放置在靠近 CVREF 引脚的位置。
- 旁路电容器应放置在 RLDREF 引脚附近。
- SPI 信号线应紧密相连。

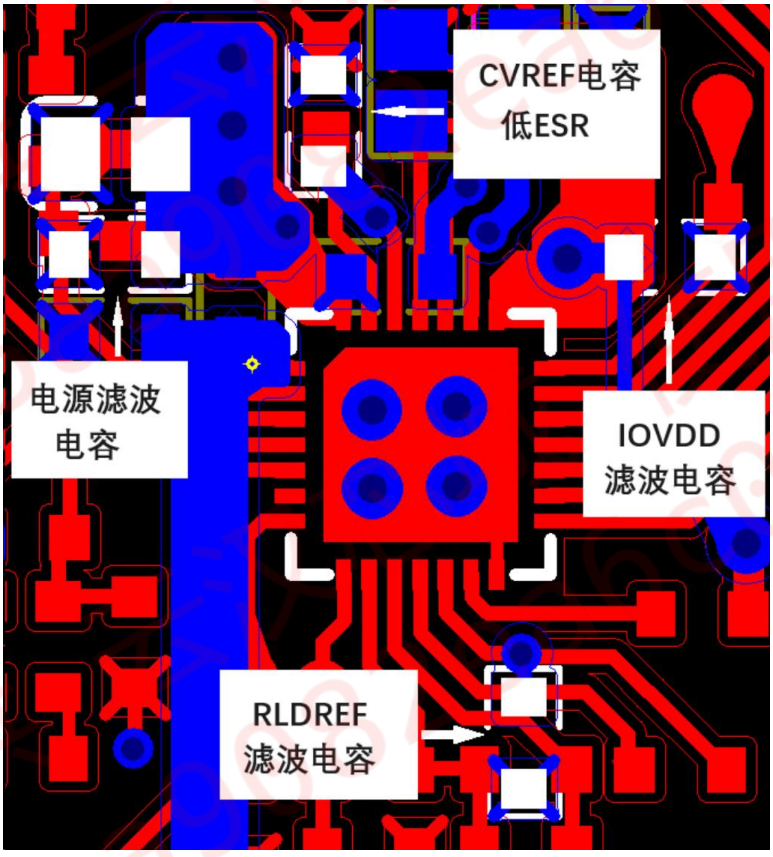
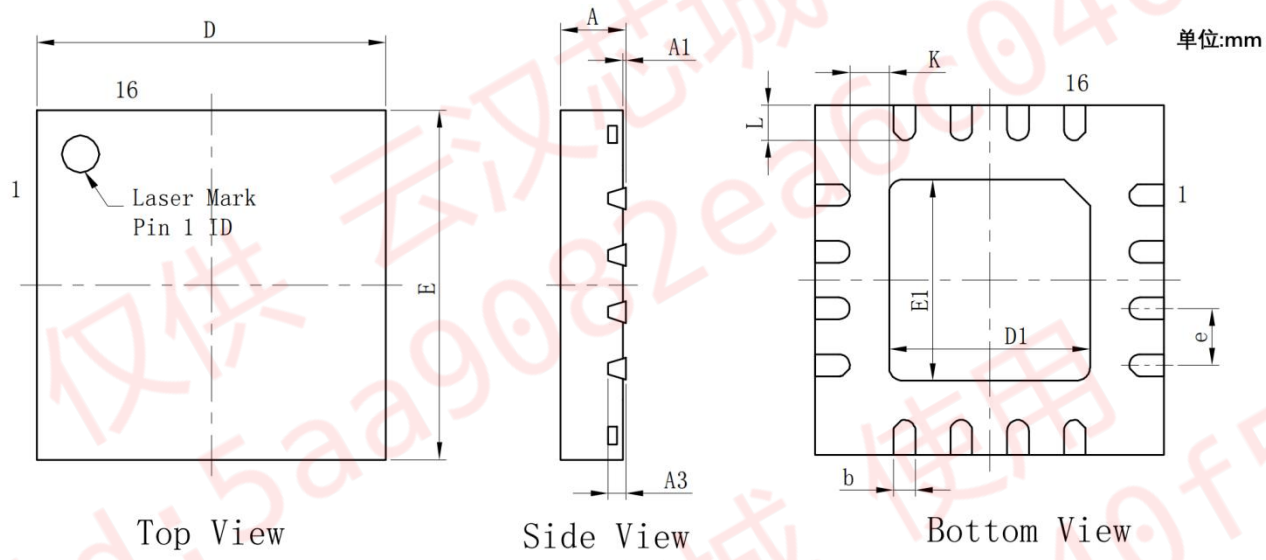


图 17 应用电路 PCB LAYOUT 示例

13 封装与包装信息

13.1 封装外形尺寸

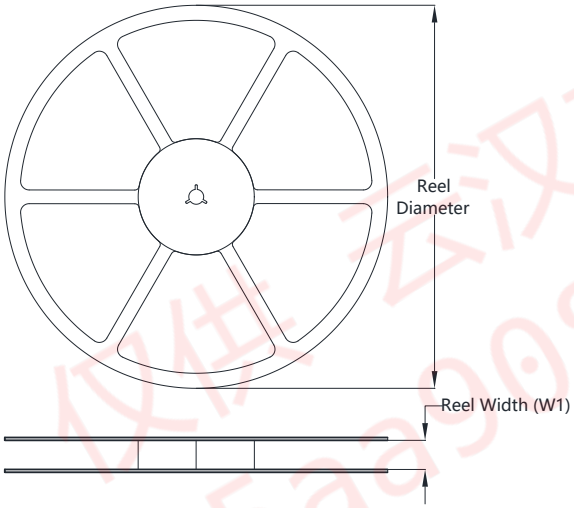


标注 \ 尺寸	最小	标准	最大	标注 \ 尺寸	最小	标准	最大
A	0.70	0.75	0.80	D1	2.20	2.30	2.40
A1	0.00	—	0.05	E1	2.20	2.30	2.40
A3		0.203REF		e		0.65TYP	
b	0.20	0.25	0.30	K	0.20	–	–
D	3.90	4.00	4.10	L	0.30	0.40	0.50
E	3.90	4.00	4.10				

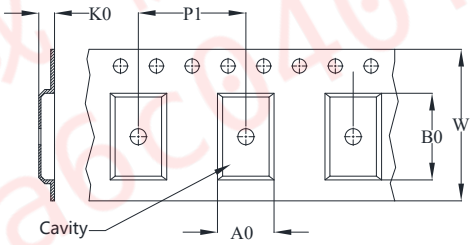
QFN-16

13.2 包装材料信息

REEL DIMENSIONS

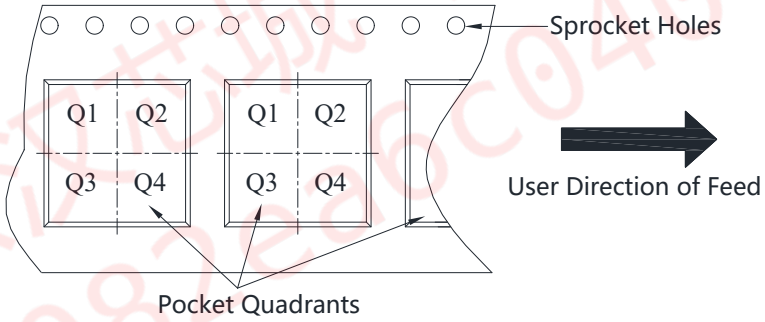


TAPE DIMENSIONS



A0	Dimension designed to accommodate the component width
B0	Dimension designed to accommodate the component length
K0	Dimension designed to accommodate the component thickness
W	Overall width of the carrier tape
P1	Pitch between successive cavity centers

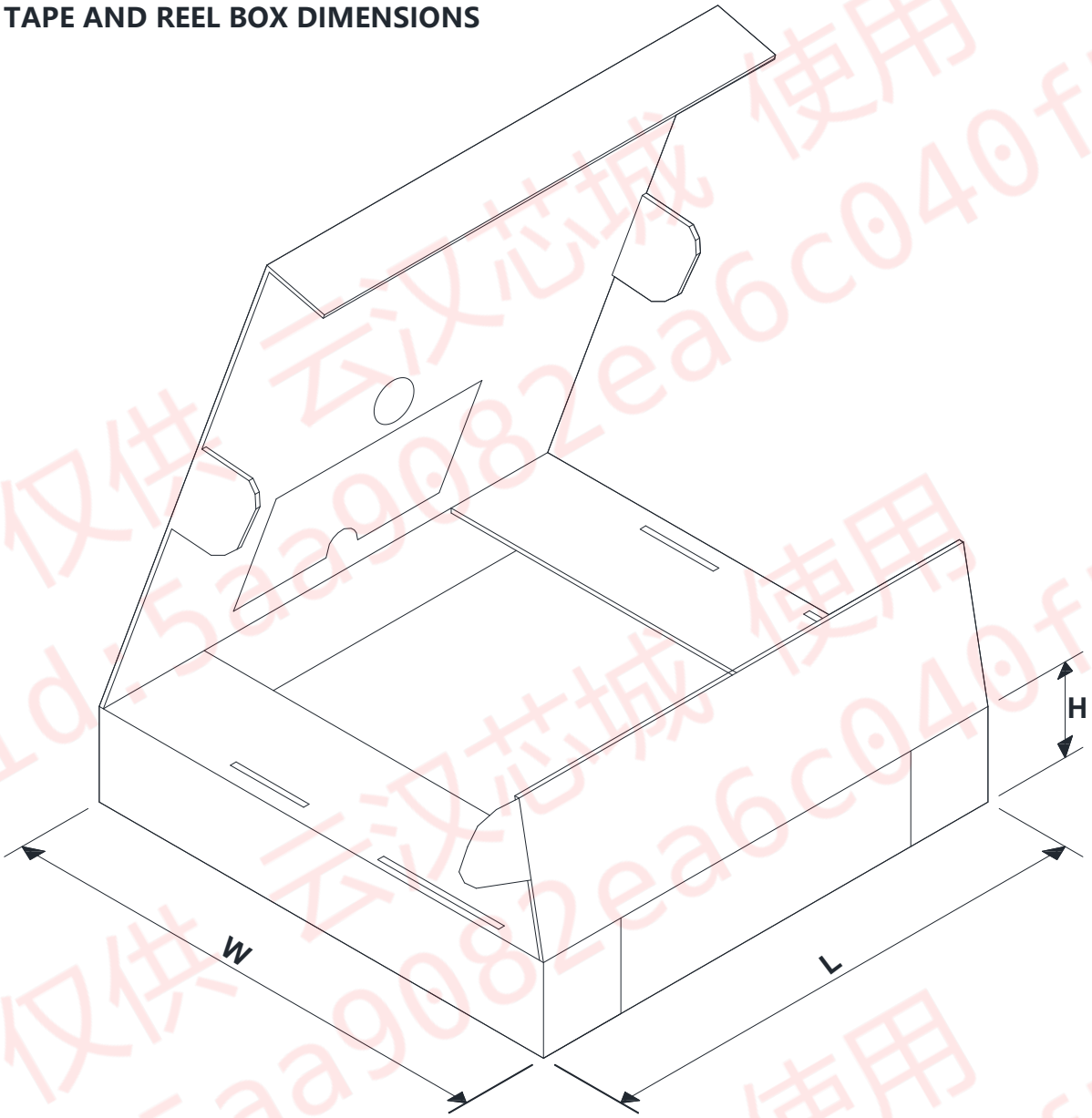
QUADRANT ASSIGNMENTS FOR PIN 1 ORIENTATION IN TAPE



产品型号	封装类型	引脚总数	每卷芯片颗数	卷轴直径 (mm)	卷轴宽度 W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	PIN1 象限
ZSBM1006-QN	QFN16	16	3000	330	12	5.30	5.30	1.05	8.00	12.00	Q1

仅供 云汉芯城 使用 id:5aa9082ea6c040f5

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



产品型号	封装类型	引脚总数	每卷芯片颗数	长 L (mm)	宽 W (mm)	高 H (mm)
ZSBM1006-QN	QFN16	16	3000	357	340	50

仅供 云汉芯城 使用 id:5aa9082ea6c040f5

14 型号列表

型号	封装	备注
ZSBM1006-QN	16 引脚 QFN 封装	

仅供 云汉芯城 使用 id:5aa9082ea6c040f5

联系方式

总部地址：北京市门头沟区莲石湖西路 98 号石龙阳光大厦 23 层

电话：010-60802986

深圳分公司/销售中心地址：深圳市南山区科技中二路软件园一期 1 栋 3 楼 302-7

业务联系邮箱：sales@zettasensing.com

修订历史记录

日期	版本	说明
2026 年 07 月 23 日	1.00	首次发布。

仅供 云汉芯城 使用 id:5aa9082ea6c040f5

法律声明

北京泽声科技有限公司（以下简称泽声科技）保留随时对产品规格及本文档进行修改而不另行通知的权力。用户购买泽声科技产品或基于泽声科技产品进行设计前，应与泽声科技联系以取得最新的信息。

本文档信息仅供用户参考，泽声科技不对包括但不限于信息的准确性、完整性、知识产权等做任何明示或暗示的保证。泽声科技不对因使用本文档信息所造成的任何损失担负赔偿责任。

在系统中使用、整合泽声科技产品的人员（以下简称开发人员）应理解并同意，开发人员应自行实施独立的分析、评价和判断，且应全权负责并确保应用的安全性。开发人员的应用应符合所有适用的法律与行业规范。

除明确指出外，泽声科技不对产品达到或符合任何特定行业标准或安全标准做出暗示的保证，也不对产品未达到任何特定行业标准或安全标准而承担任何责任。如泽声科技宣称产品“有助于”、“适用于”特定行业标准或安全标准，意味着该产品设计上旨在帮助客户开发自己的符合相关特定行业标准或安全标准的产品，而不说明泽声科技的产品具有任何安全保证功能。开发人员必须确保其设计遵守适用于其应用的相关标准和安全要求。除非获得针对特定产品应用的授权，否则开发人员不可将泽声科技产品用于关乎性命的医疗设备（指出现故障会导致严重身体伤害或死亡的医疗设备）。

仅供 云汉芯城 使用 id:5aa9082ea6c040f5