ZSBM1003 用于生理信号测量的低功耗、3 通道、24 位模拟前端

1 特性

- 三个具有同步起搏输出的高分辨率数字心电图 （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：0.8μVrms（40Hz 带宽）
- 输入偏置电流：65pA
- 数据速率：高达 16ksps
- 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
- Wilson 中央端和 Goldberger 参考点
- 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

- 便携式单导联 ECG
- 自动体外除颤器
- ECG 柯氏音血压计
- 体育运动和健身（心率和 ECG）

3 说明

ZSBM1001 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，ZSBM1001 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。

另外，ZSBM1001 包含了一个可配置的综合中断系统，可实现以下功能：

- 共模超限检测
- 右腿驱动直流脱落检测
- 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
- 定时器中断

此器件采用 5mm x 5mm x 0.75mm，28 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

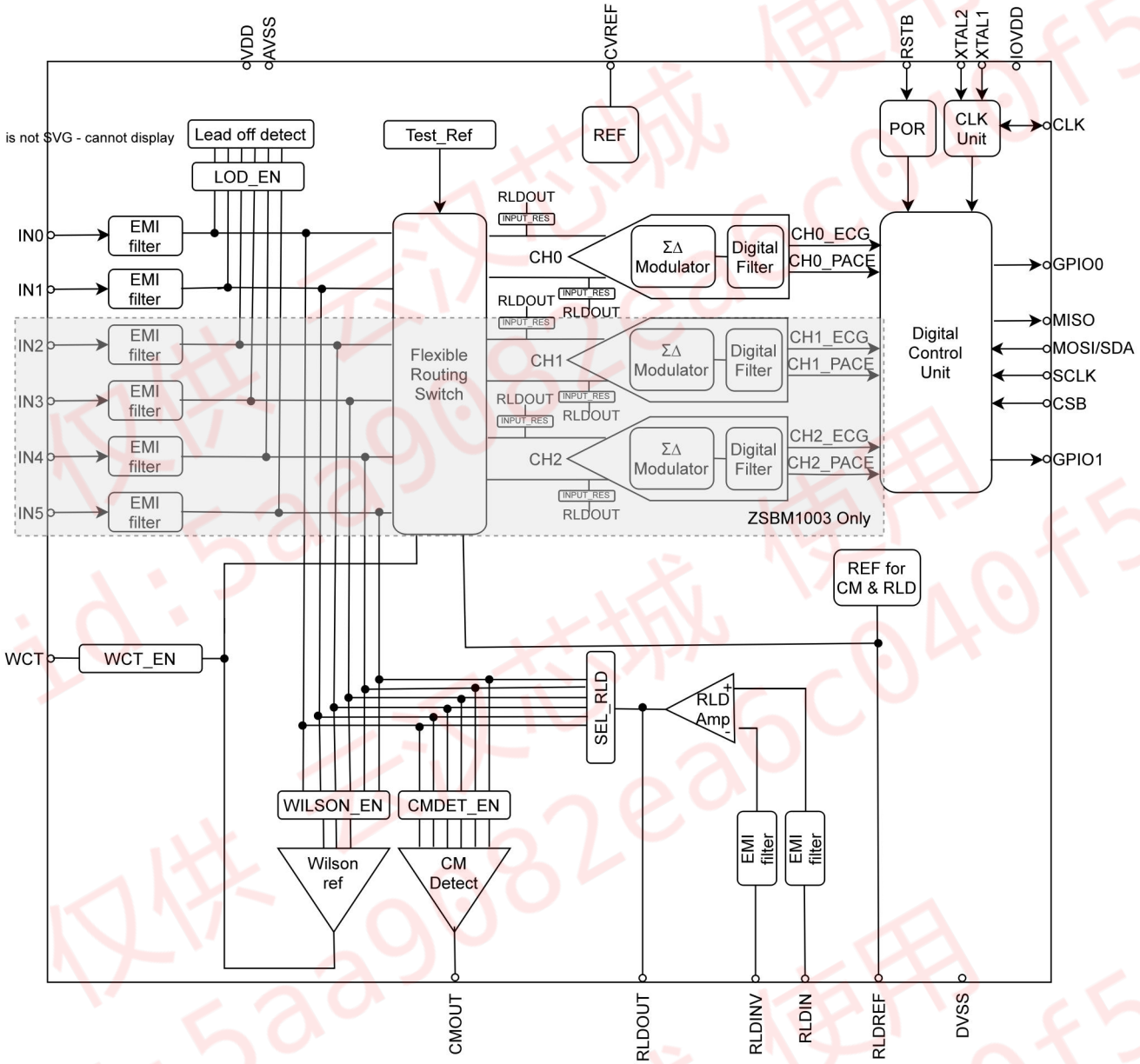


图 1. 功能框图

目录

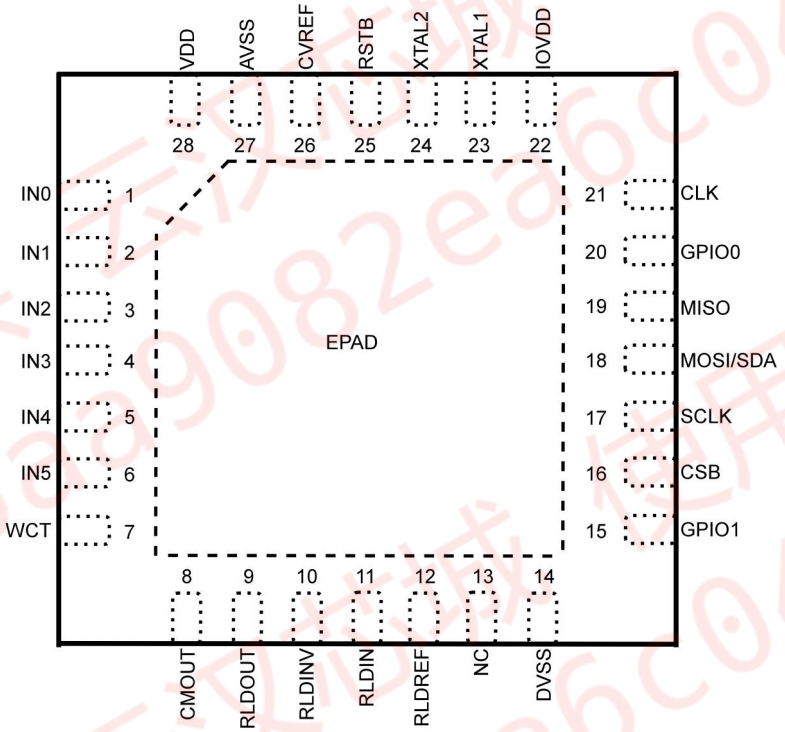
1 特性 1
2 应用 1
3 说明 1
4 功能框图 2
5 引脚配置和功能 4
6 极限参数 6
7 电气特性 6
8 功能描述 13
9 ZSBM1003 典型应用 13
9.1 ZSBM1003 3 导联 ECG 应用 13
9.1.1ZSBM1003 3 导联 ECG 应用的推荐电路 14
9.1.2ZSBM1003 3 导联 ECG 应用的推荐配置 16
9.1.3ZSBM1003 3 导联 ECG 应用的人体实测波形 17
9.2 ZSBM1003 5 导联 ECG 应用 17
9.2.1ZSBM1003 5 导联 ECG 应用的推荐电路 18
9.2.2ZSBM1003 5 导联 ECG 应用的推荐配置 19
9.2.3ZSBM1003 5 导联 ECG 应用的人体实测波形 20
9.3 ZSBM1003 12 导联 ECG 应用 21
9.3.1ZSBM1003 12 导联 ECG 应用的推荐电路 22
9.3.2ZSBM1003 12 导联 ECG 应用的推荐配置 25
9.3.3ZSBM1003 12 导联 ECG 应用的人体实测波形 26
10 电源建议 27
11 应用电路 LAYOUT 要点 27
12 封装与包装信息 28
12.1 封装外形尺寸 28
12.2 包装材料信息 29
13 型号列表 31
联系方式 32
修订历史记录 32
法律声明 33

仅供 云汉芯城 使用 id:5aa9082ea6c040f5

5 引脚配置和功能

28-PIN QFN（ZSBM1003）

俯视图



引脚功能

引脚序号 (QFN-28) (ZSBM1003)	名称	类型	描述
1-6	IN0-IN5	AI	电极输入信号
7	WCT	AO	WCT 模块输出
8	CMOUT	O	共模电压输出
9	RLDOUT	AO	右腿驱动放大器输出
10	RLDINV	AI	右腿驱动放大器负极输入
11	RLDIN	AIO	右腿驱动放大器正极输入
12	RLDREF	AO	右腿驱动参考电压输出
13	NC	R	无内部连接
14	DVSS	S	数字/IO 接地
15	GPIO1	DIO	GPIO1
16	CSB	DI	SPI 片选
17	SCLK	DI	SPI 时钟输入
18	MOSI/SDA	DIO	4 线 SPI 数据输入/3 线 SPI 数据收发

引脚序号 (QFN-28) (ZSBM1003)	名称	类型	描述
19	MISO	DO	4 线 SPI 数据输出
20	GPIO0	DIO	GPIO0
21	CLK	DIO	内部时钟输出或外部时钟输入
22	IOVDD	S	IO 电源
23	XTAL1	DI	时钟振荡器外部晶体
24	XTAL2	DI	时钟振荡器外部晶体
25	RSTB	DI	复位输入
26	CVREF	AIO	内部参考电压的外部电容
27	AVSS	S	模拟地
28	VDD	S	电源
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，WILSON OFF，RLD OFF，CMDET OFF，LOD OFF，低功耗		250		μA
		$T_{MIN}≤T_A≤T_{MAX}$			TBD	
		1 channel，WILSON OFF，RLD OFF，CMDET 关闭，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

参数		试验条件	最小值 (2)	典型值 (3)	最大值 (2)	单位
I_{IOVDD}	静态电流 IO 电源			0.5		μA
模拟输入（IN0-IN2）						
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，IN+、IN-	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)	0.1-200Hz，低功率模式		2.7		μV_{rms}
		$T_{MIN} \leqslant T_A \leqslant T_{MAX}$			TBD	

参数		试验条件	最小值 (2)	典型值 (3)	最大值 (2)	单位
		0.1-200Hz，高分辨率模式		1.6		
		$T_{MIN}≤T_A≤T_{MAX}$			TBD	
		0.1-40 Hz，低功率模式		0.9		
		$T_{MIN}≤T_A≤T_{MAX}$			TBD	
		0.1-40 Hz，高分辨率模式		0.8		
		$T_{MIN}≤T_A≤T_{MAX}$			TBD	
V_e-PACE	PACE 输入参考电压噪声	1-400Hz，低功率模式		12.1		μV_{rms}
		1-3.2kHz，高分辨率模式		17.7		
N_e	等效输入噪声密度	0.1-200Hz，低功率模式		190		$nV/\sqrt{Hz}$
		$T_{MIN}≤T_A≤T_{MAX}$			TBD	
		0.1-200Hz，高分辨率模式		113		
		$T_{MIN}≤T_A≤T_{MAX}$			TBD	
PSRR	电源抑制比	50/60Hz		140		dB
XTLK	从大信号通道到零输入通道的串扰	相邻通道		–89		dB
		非相邻（CH0/CH2）		-115		
ENOB-ECG	ECG 的有效位数	200Hz 带宽，低功率模式		18.5		bits
		$T_{MIN}≤T_A≤T_{MAX}$	TBD			
		200Hz 带宽，高分辨率模式		19.3		bits
		$T_{MIN}≤T_A≤T_{MAX}$	TBD			
ENOB-PACE	PACE 的有效位数	3.2 kHz 带宽，高分辨率模式		15.8		bits
RS-ECG	采样率 ECG 通道	$T_{MIN}≤T_A≤T_{MAX}$（见表 2）	0.128		8	ksps
RS-PACE	采样率 PACE 通道	$T_{MIN}≤T_A≤T_{MAX}$（见表 1）	2		16	ksps

参数		试验条件	最小值 (2)	典型值 (3)	最大值 (2)	单位
TSKEW	通道之间的采样时间偏移	多芯片同时采样		0		μs
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 4）		1		nF
		低带宽、高电容驱动模式（见表 4）		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
共模检测与电缆屏蔽驱动						
CMVR	共模电压范围	$T_{MIN}≤T_A≤T_{MAX}$	400		550	mV
BW	可编程带宽	低带宽模式	35			kHz

参数		试验条件	最小值 (2)	典型值 (3)	最大值 (2)	单位
		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
Cl_{MAX}	可编程电容负载驱动能力	高带宽、低电容驱动模式（见表 3）		1		nF
		低带宽、高电容驱动模式（见表 3）		10		nF
IVDD	功耗（选定电极）	N 个电极，低带宽模式，低电容驱动模式		9.6+1.2×N		μA
		N 个电极，高带宽模式，高电容驱动模式		108+1.2×N		μA
WCT 模块（WCT）						
IVR	输入电压范围	$T_{MIN} \leqslant T_A \leqslant T_{MAX}$	250		900	mV
BW	带宽	3 个缓冲器使能		50		kHz
SR	压摆率	3 个缓冲器使能		750		mV/μs
N_e	噪声密度	10Hz		62		$nV/\sqrt{Hz}$
V_e	WCT 模块放大器的输入参考噪声	0.1-200Hz，3 个缓冲器使能		5.5		μV_{PP}
IVDD	功耗（选定电极）	N 个电极，低功率模式		9×N		μA
脱落检测（LOD）						
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		

参数		试验条件	最小值 (2)	典型值 (3)	最大值 (2)	单位
	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		
f_{EXT}	外部时钟频率	$T_{MIN} \leqslant T_A \leqslant T_{MAX}$		12.288		MHz
	外部时钟占空比 (5)	$T_{MIN} \leqslant T_A \leqslant T_{MAX}$	40%	50%	60%	
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 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

参数		试验条件	最小值 (2)	典型值 (3)	最大值 (2)	单位
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 功能描述

ZSBM1003 是用于心电图应用的完全集成的信号链。它具有三个低功耗、24 位分辨率的 ECG 通道，用于心电图检测和起搏监测。此外，ZSBM1003 还具有直流脱落检测、右腿驱动能力以及 Wilson 和 Goldberger 中央电极功能。

三个同步的 ECG 通道可提供具有 25Hz 到 1.6kHz 的截止频率的数字滤波，每个通道滤波器都可以独立设置。此外，ZSBM1003 为每个通道提供了一个较高采样率的输出，其截止频率可编程在 400 Hz 和 3.2kHz，这些输出信号非常适合感测起搏器信号。每个通道提供了足够的动态范围来处理电极失配和运动伪影，而不牺牲分辨率。每个输入都有内置的 EMI 滤波器，可以用来消除来自射频发射器的噪声。

9 ZSBM1003 典型应用

9.1 ZSBM1003 3 导联 ECG 应用

如图 1 所示的 3 导联心电图应用中，有右臂（RA）、左臂（LA）、左腿（LL）和右腿（RL）电极连接到 ZSBM1003 的 IN0、IN1、IN2 和 IN3 引脚。ZSBM1003 使用共模检测器，通过平均输入引脚 IN0、IN1 和 IN2 的电压用于右腿驱动电路的参考。RLD 放大器的输出通过 IN3 连接到 RL，以驱动系统的共模。可以使用内部 OSC 振荡器，也可以一个外部的 12.288MHz 晶体振荡器，作为系统的时钟源。

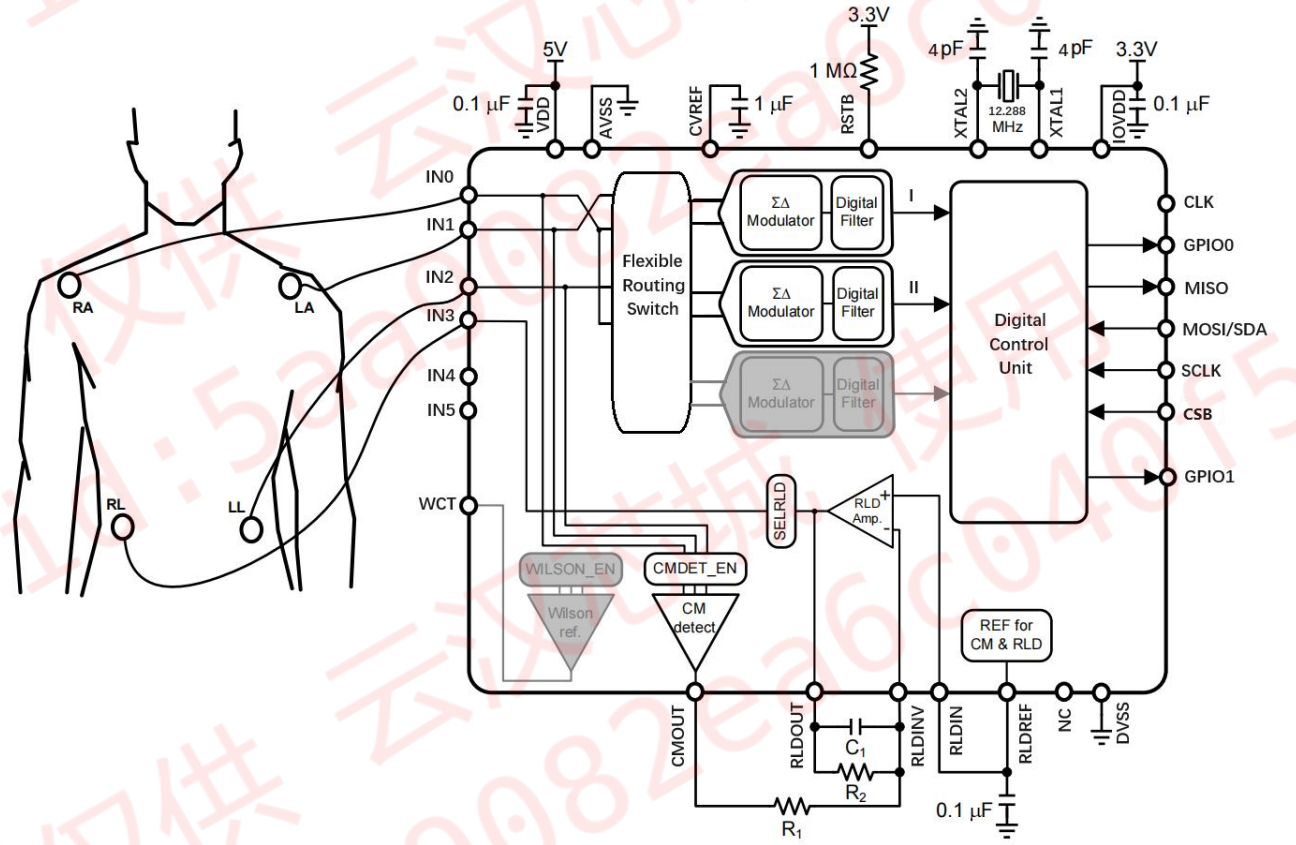


图 1　　3 导联 ECG 应用

9.1.1 ZSBM1003 3 导联 ECG 应用的推荐电路

- 如系统接受±1%精度时钟，可以使用内部 OSC，无需方框①内外部晶体。
- 如系统电源稳定无干扰，无需方框②内电源滤波。
- 如系统主控无干扰，无需方框③内串联电阻。
- 如系统无特殊带宽需求，无需方框④内 RLD 外围器件。
- 在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。
- ZSBM1003 直接测量导联 I 和导联 II。其中：

导联 I 为 RA 和 LA 的电位差；导联 II 为 RA 和 LL 的电位差；其余导联 III、导联 aVR、导联 aVL、导联 aVF 可以计算如下：III=II-I　　aVR=-（I+II）/2　　aVL=I-II/2　　aVF=II-I/2

仅供 云汉芯城 使用 id:5aa9082ea6c040f5

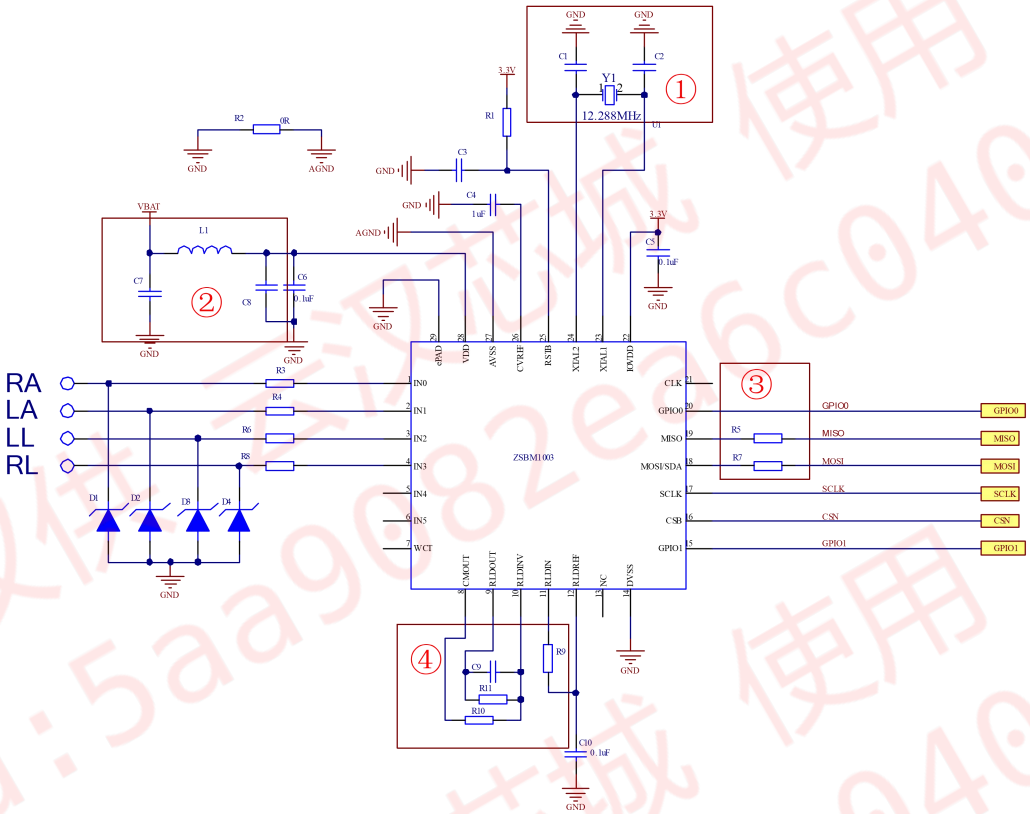


图 2　　3 导联 ECG 应用推荐电路

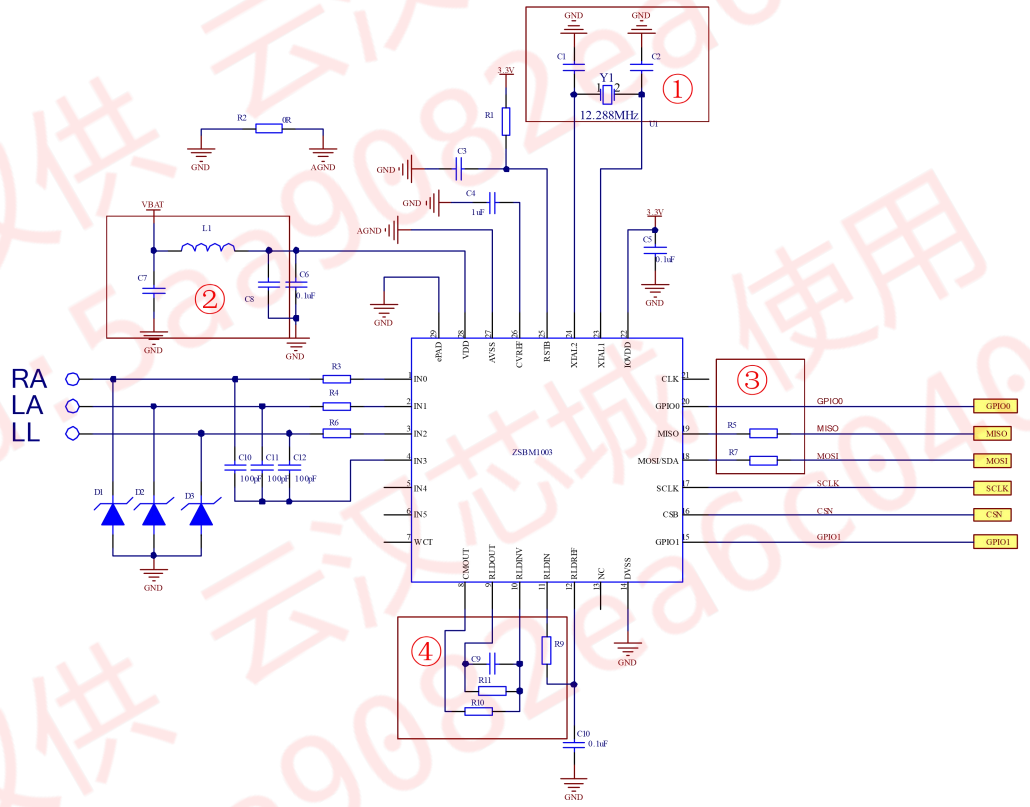


图 3　　3 电极 6 导联 ECG 应用推荐电路

9.1.2 ZSBM1003 3 导联 ECG 应用的推荐配置

```
#   使用 3 导联 ECG 应用推荐电路的 ZSBM1003 寄存器推荐配置    #
    寄存器地址    配置值      注释
    *0x00         0x0010      #   外部 12.288MHz 晶振使能 (内部/外部时钟二选一)
    *0x00         0x0000      #   不启用片外时钟选择内部振荡器 OSC (内部/外部时钟二选一)

    0x03          0x0022      #   GPIO0 输出 FIFO 中断
    0x0D          0x0003      #   通道 0 & 通道 1 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          0x4902      #   设置 RA&RL  IN0 接 ADC0_INP  IN3 接 RLDOUT 输入阻抗 10GΩ
    0x11          0x0001      #   设置 LA  IN1 接 ADC0_INN
    0x12          0x0904      #   设置 RA  IN0 接 ADC1_INP 输入阻抗为 10GΩ
    0x13          0x0001      #   设置 LL  IN2 接 ADC1_INN
    0x16          0x8000      #   设置 INPUT_RES_EN 使能

    0x20          0xE3C7      #   RLD 使能，设置 RLD 电流电容
    0x23          0x0007      #   共模信号提取选择 IN0 & IN1 & IN2
    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

    0x33          0x0100      #   设置 FIFO_STA_ADR_CH1_ECG 起始地址
    0x34          0x00FF      #   设置 FIFO_SIZE_CH1_ECG 数据深度
    0x35          0x00B3      #   FIFO_DEPTH_THRD_CH1_ECG 使能 & 设置 FIFO 数据深度阈值

    0x0C          0x0007      #   OP_EN 使能 CH0_ECG_EN 使能 CH1_ECG_EN 使能
```

9.1.3 ZSBM1003 3 导联 ECG 应用的人体实测波形

下图显示了由单个 ZSBM1003 设备采集的人体实测数据，由设备的通道 I 和通道 II 在 10 秒内同时收集数据。



图 4 3 导联 ECG 应用人体实测波形

9.2 ZSBM1003 5 导联 ECG 应用

如图 5 所示的 5 导联 ECG 例子中，ZSBM1003 使用共模检测器，通过平均输入引脚 IN1、IN2 和 IN3 的电压来测量系统的共模，并将该信号用于右腿驱动反馈电路中。RLD 放大器的输出通过 IN4 连接到 RL，以驱动系统的共模。威尔逊中央终端由 ZSBM1003 生成，并被用作测量胸部电极 V1 的参考。可以使用内部 OSC 振荡器，也可以一个外部的 12.288MHz 晶体振荡器，作为系统的时钟源。

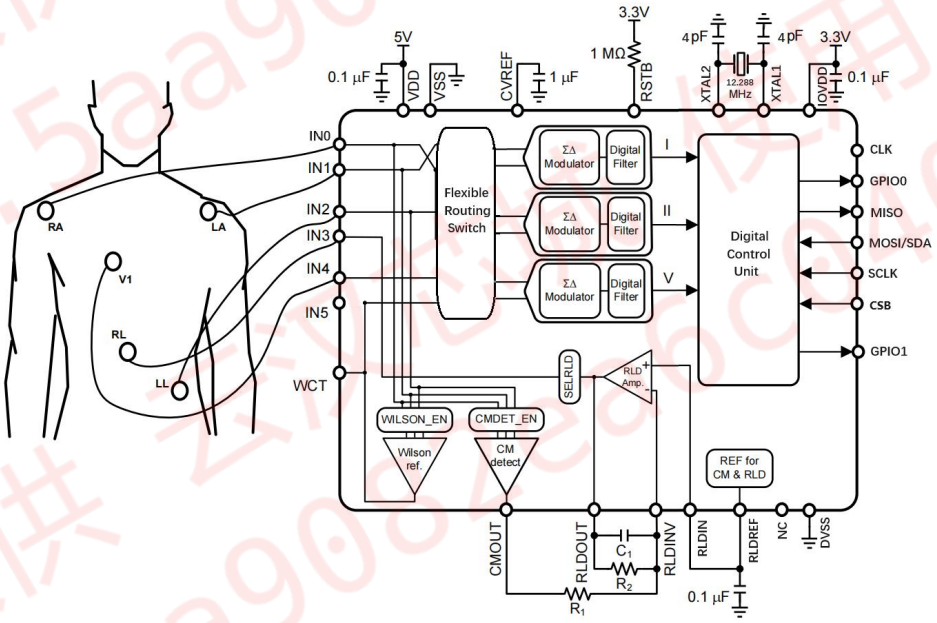


图 5 5 导联 ECG 应用

9.2.1 ZSBM1003 5 导联 ECG 应用的推荐电路

- 如系统接受±1%精度时钟，可以使用内部 OSC，无需方框①内外部晶体。
- 如系统电源稳定无干扰，无需方框②内电源滤波。
- 如系统主控无干扰，无需方框③内串联电阻。
- 如系统无特殊带宽需求，无需方框④内 RLD 外围器件。
- 在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。
- ZSBM1003 直接测量导联 I、导联 II 和导联 V。其中：导联 I 为 RA 和 LA 的电位差；导联 II 为 RA 和 LL 的电位差；导联 V 为 V1 和 WCT=（RA+LA+LL）/3 的电位差；其余导联 III、导联 aVR、导联 aVL、导联 aVF 可以计算如下：III=II-I　　aVR=-（I+II）/2　　aVL=I-II/2　　aVF=II-I/2

仅供 云汉芯城 使用 id:5aa9082ea6c040f5

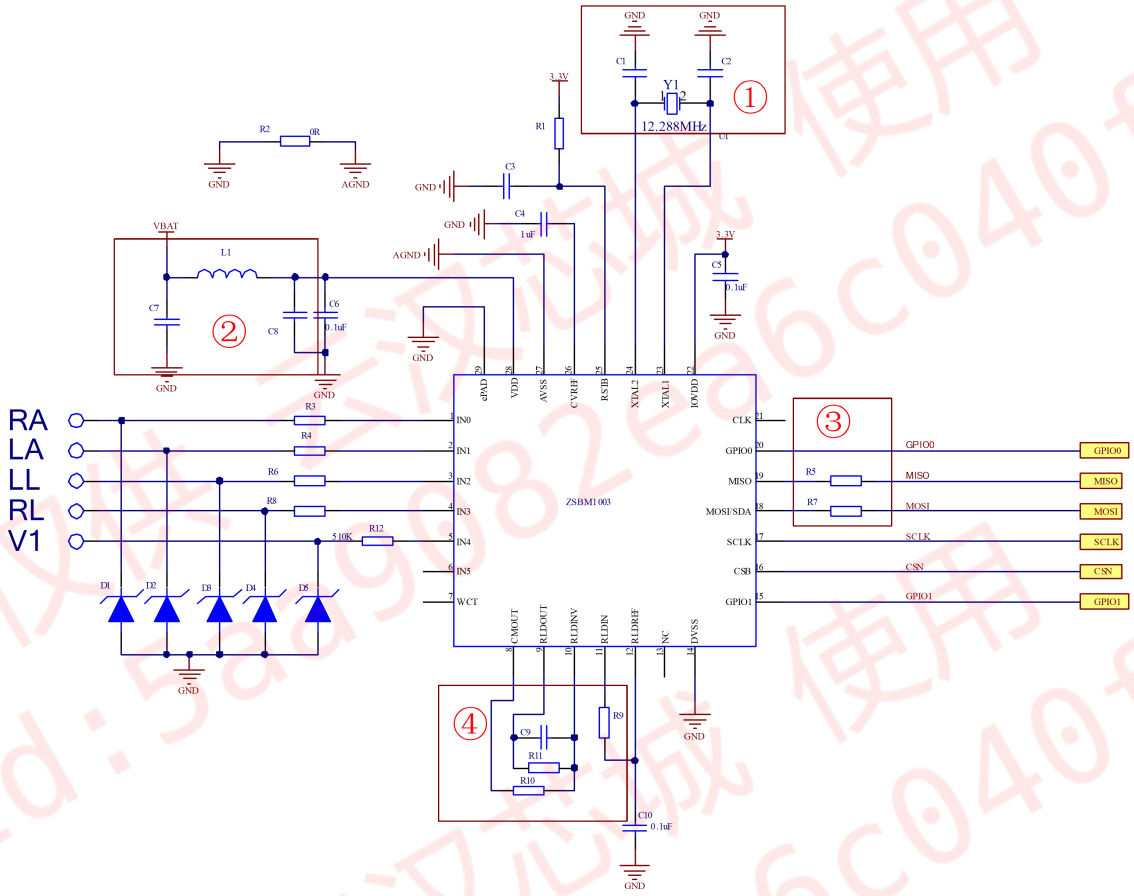


图 6　　5 导联 ECG 应用推荐电路

9.2.2 ZSBM1003 5 导联 ECG 应用的推荐配置

使用 5 导联 ECG 应用推荐电路的 ZSBM1003 寄存器推荐配置

寄存器地址	配置值		注释
*0x00	0x0010	#	外部 12.288MHz 晶振使能 *（内部/外部时钟二选一）*
*0x00	0x0000	#	不启用片外时钟选择内部振荡器 OSC *（内部/外部时钟二选一）*
0x03	0x0022	#	GPIO0 输出 FIFO 中断
0x0D	0x0007	#	通道 0、1、2 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	0x4902	#	设置 RA&RL　IN0 接 ADC0_INP　IN3 接 RLDOUT 输入阻抗 10GΩ
0x11	0x0001	#	设置 LA　IN1 接 ADC0_INN

0x12	0x0904	#	设置 RA IN0 接 ADC1_INP 输入阻抗为 10GΩ
0x13	0x0001	#	设置 LL IN2 接 ADC1_INN
0x14	0x0910	#	设置 V1 IN4 接 ADC2_INP 输入阻抗为 10GΩ
0x15	0x0080	#	设置 WCT 接 ADC2_INN
0x16	0x9321	#	设置 INPUT_RES_EN 使能；WCT 使能；IN0、IN1、IN2 输入参考
0x20	0xE3C7	#	RLD 使能，设置 RLD 电流电容
0x23	0x0007	#	共模信号提取选择 IN0 & IN1 & IN2
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
0x33	0x0100	#	设置 FIFO_STA_ADR_CH1_ECG 起始地址
0x34	0x00FF	#	设置 FIFO_SIZE_CH1_ECG 数据深度
0x35	0x00B3	#	FIFO_DEPTH_THRD_CH1_ECG 使能 & 设置 FIFO 数据深度阈值
0x36	0x0200	#	设置 FIFO_STA_ADR_CH2_ECG 起始地址
0x37	0x00FF	#	设置 FIFO_SIZE_CH2_ECG 数据深度
0x38	0x00B3	#	FIFO_DEPTH_THRD_CH2_ECG 使能 & 设置 FIFO 数据深度阈值
0x0C	0x000F	#	OP_EN 使能 CH0 使能 CH1 使能 CH2 使能

9.2.3 ZSBM1003 5 导联 ECG 应用的人体实测波形

下图显示了由单个 ZSBM1003 设备采集的人体实测数据，由设备的通道 I、通道 II 和通道 V 在 10 秒内同时收集数据。

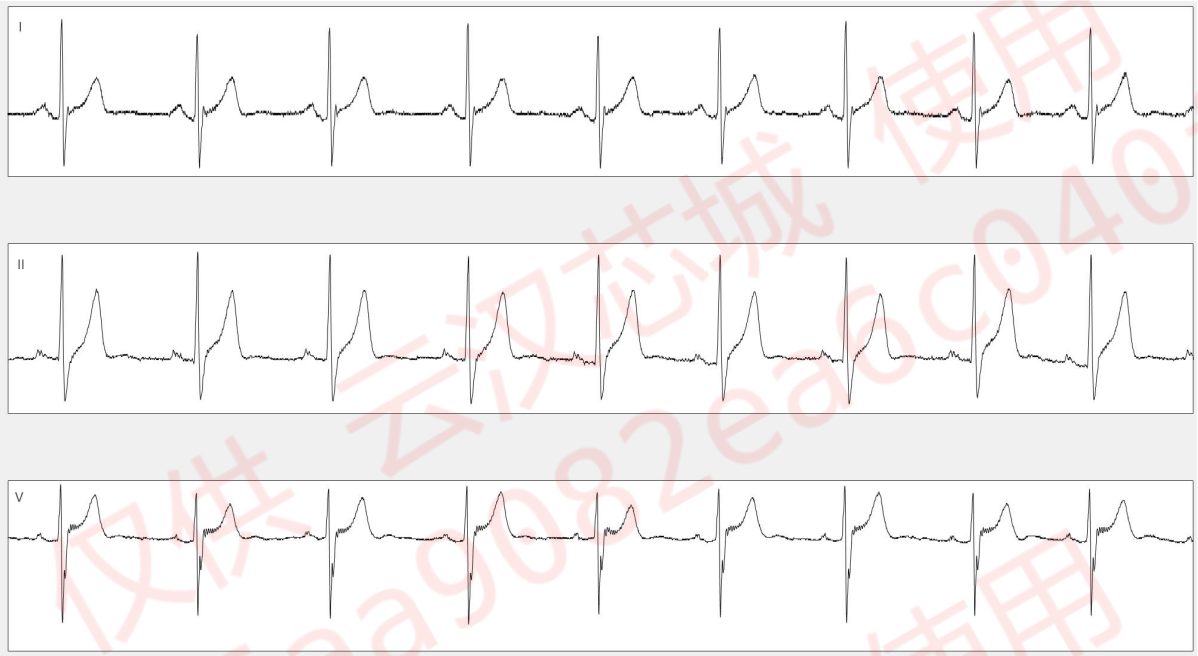


图 7　　5 导联 ECG 应用人体实测波形

9.3 ZSBM1003 12 导联 ECG 应用

如图 8 显示了 12 导联心电图系统的 ZSBM1003 主/从的设置。

主 ZSBM1003 使用共模检测器，通过平均输入引脚 IN1、IN2 和 IN3 的电压来测量系统的共模，并将该信号用于右腿驱动反馈电路中。RLD 放大器的输出连接到右腿电极，以驱动系统的共模。Wilson 中央端由主 ZSBM1003 生成，用作测量胸部电极 V1-V6 的参考；由于 Wilson 参考的高输出阻抗，容易受到外部干扰，强烈建议外部 Wilson 中央端连接使用屏蔽线缆。

主 ZSBM1003 使用一个外部的 12.288MHz 晶体振荡器，作为系统的时钟源。并将该时钟 CLK 引脚（配置为输出）输出时钟给两个从 ZSBM1003 的 CLK 引脚（配置为输入）。

仅供 云汉芯城 使用 id:5aa9082ea6c040f5

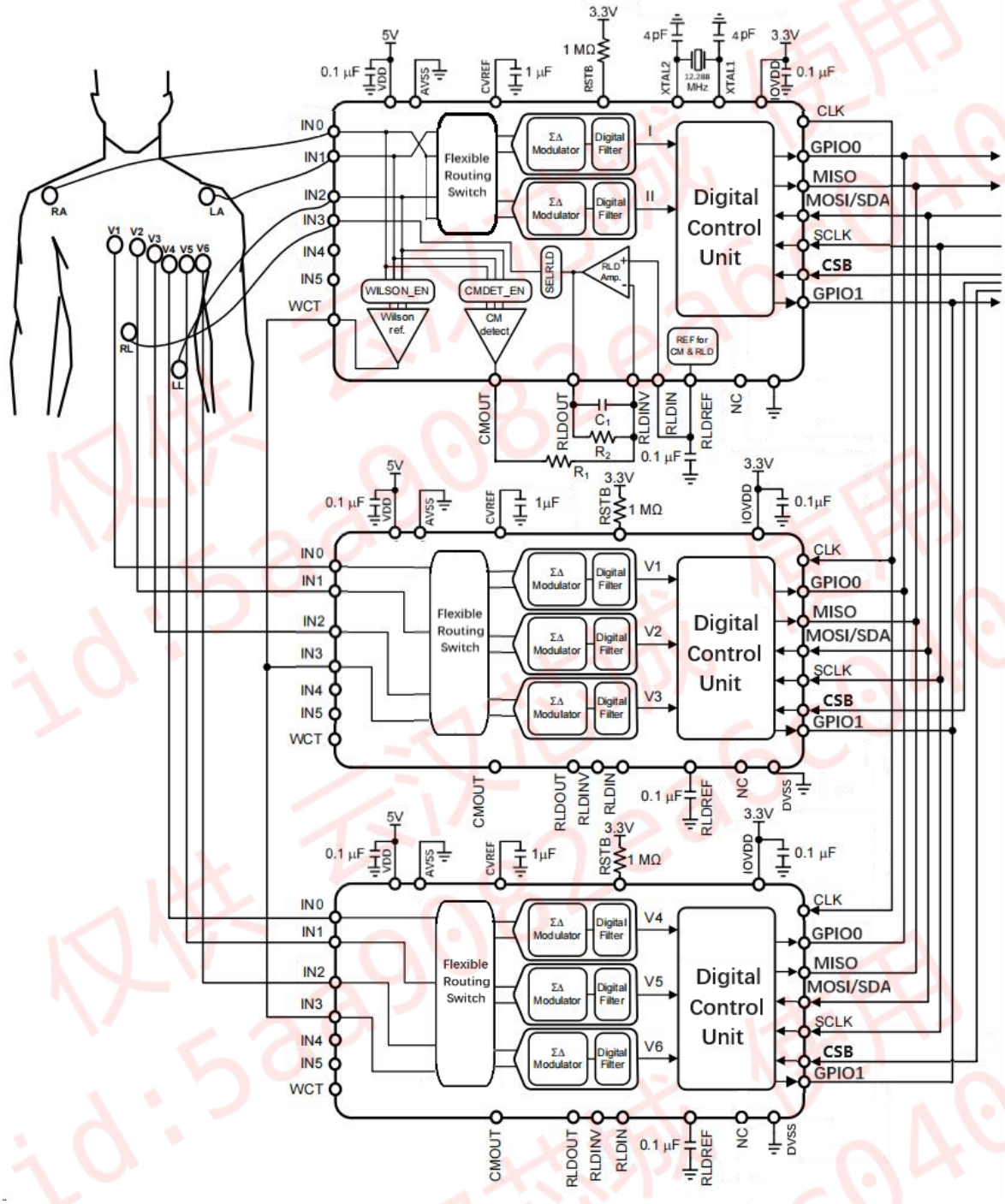


图 8　　8 或 12 导联 ECG 应用

9.3.1 ZSBM1003 12 导联 ECG 应用的推荐电路

- 如系统接受±1%精度时钟，可以使用内部 OSC，无需方框①内外部晶体。
- 如系统电源稳定无干扰，无需方框②内电源滤波。

- 如系统主控无干扰，无需方框③内串联电阻。

- 如系统无特殊带宽需求，无需方框④内 RLD 外围器件。

- 在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。

- 三颗 ZSBM1003 级联系统使用主 ZSBM1003 的时钟保证同步。根据中断按照各自 FIFO 内数据量读取数据。ZSBM1003 测量导联 I、导联 II 和导联 V1-V6。其中：

  导联 I 为 RA 和 LA 的电位差；

  导联 II 为 RA 和 LL 的电位差；

  导联 V1~V6 为 V1~V6 和 WCT=（RA+LA+LL）/3 的电位差；

对于 12 导联应用，其余 4 个导联可以计算如下：

III=II-I

aVR=-（I+II）/2

aVL=I-II/2

aVF=II-I/2

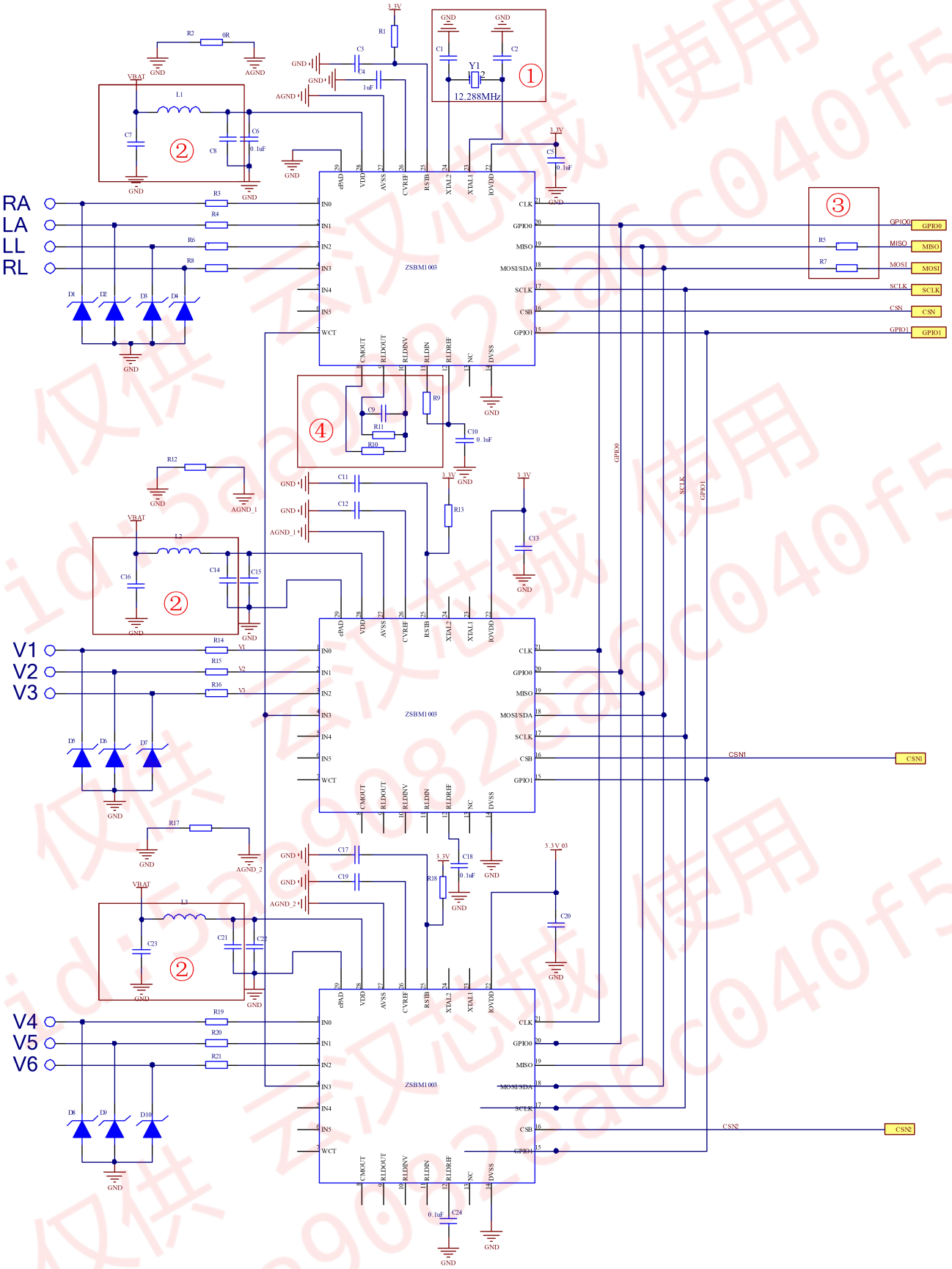


图 9　　12 导联 ECG 应用推荐电路

9.3.2 ZSBM1003 12 导联 ECG 应用的推荐配置

```
#   使用 12 导联 ECG 应用推荐电路的 ZSBM1003 寄存器推荐配置   #
#   主 ZSBM1003 寄存器配置   #
    寄存器地址    配置值      注释
    0x00          0x001A      #   外部晶振使能；CLK 时钟输出；3 线 SPI
    0x03          0x0022      #   GPIO0 输出 FIFO 中断
    0x0D          0x0003      #   通道 0 & 通道 1 工频陷波功能使能（可根据实际情况关闭）

    0x10          0x4902      #   设置 RA&RL  IN0 接 ADC0_INP  IN3 接 RLDOUT 输入阻抗 10GΩ
    0x11          0x0001      #   设置 LA  IN1 接 ADC0_INN
    0x12          0x0904      #   设置 RA  IN0 接 ADC1_INP 输入阻抗为 10GΩ
    0x13          0x0001      #   设置 LL  IN2 接 ADC1_INN
    0x16          0x9321      #   设置 INPUT_RES_EN 使能；WCT 使能；IN0、IN1、IN2 输入参考

    0x20          0xE3C7      #   RLD 使能，设置 RLD 电流电容
    0x23          0x0007      #   共模信号提取选择 IN0 & IN1 & IN2
#   两颗从 ZSBM1003 寄存器配置   #
    0x00          0x0006      #   外部时钟通过 CLK 时钟输入；3 线 SPI
    0x0D          0x0007      #   通道 0、1 、2 工频陷波功能使能（可根据实际情况关闭）

    0x10          0x0901      #   设置 V1、V4  IN0 接 ADC0_INP  输入阻抗为 10GΩ
    0x11          0x0008      #   设置 IN3 接 ADC0_INN
    0x12          0x0902      #   设置 V2、V5  IN1 接 ADC1_INP 输入阻抗为 10GΩ
    0x13          0x0008      #   设置 IN3 接 ADC1_INN
    0x14          0x0904      #   设置 V3、V6  IN2 接 ADC2_INP 输入阻抗为 10GΩ
    0x15          0x0008      #   设置 IN3 接 ADC2_INN
    0x16          0x8000      #   设置 INPUT_RES_EN 使能；

    0x36          0x0200      #   设置 FIFO_STA_ADR_CH2_ECG 起始地址
```

```
    0x37            0x00FF      #   设置 FIFO_SIZE_CH2_ECG 数据深度
    0x38            0x00B3      #   FIFO_DEPTH_THRD_CH2_ECG 使能 & 设置 FIFO 数据深度阈值
#   三颗 ZSBM1003 寄存器配置    #
    0x0E            0x3000      #   工频二次谐波陷波功能使能（可根据实际情况关闭）

    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

    0x33            0x0100      #   设置 FIFO_STA_ADR_CH1_ECG 起始地址
    0x34            0x00FF      #   设置 FIFO_SIZE_CH1_ECG 数据深度
    0x35            0x00B3      #   FIFO_DEPTH_THRD_CH1_ECG 使能 & 设置 FIFO 数据深度阈值

    0x0C            0x000F      #   三颗 ZSBM1003 同步 OP_EN 使能 CH0 使能 CH1 使能 CH2 使能
```

9.3.3 ZSBM1003 12 导联 ECG 应用的人体实测波形

下图显示了由三颗 ZSBM1003 芯片级联设备采集的人体实测数据，由设备的通道 I、通道 II、通道 V1、通道 V2、通道 V3、通道 V4、通道 V5 和通道 V6 在 10 秒内同时收集数据。



图 10　　12 导联 ECG 应用人体实测波形

10 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。

11 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。

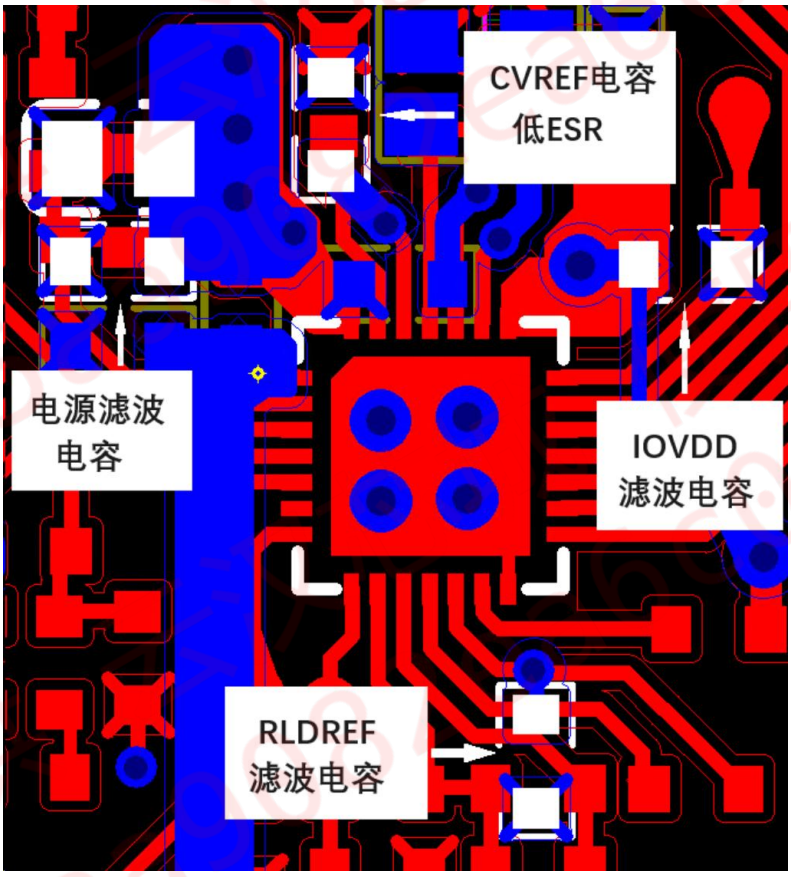
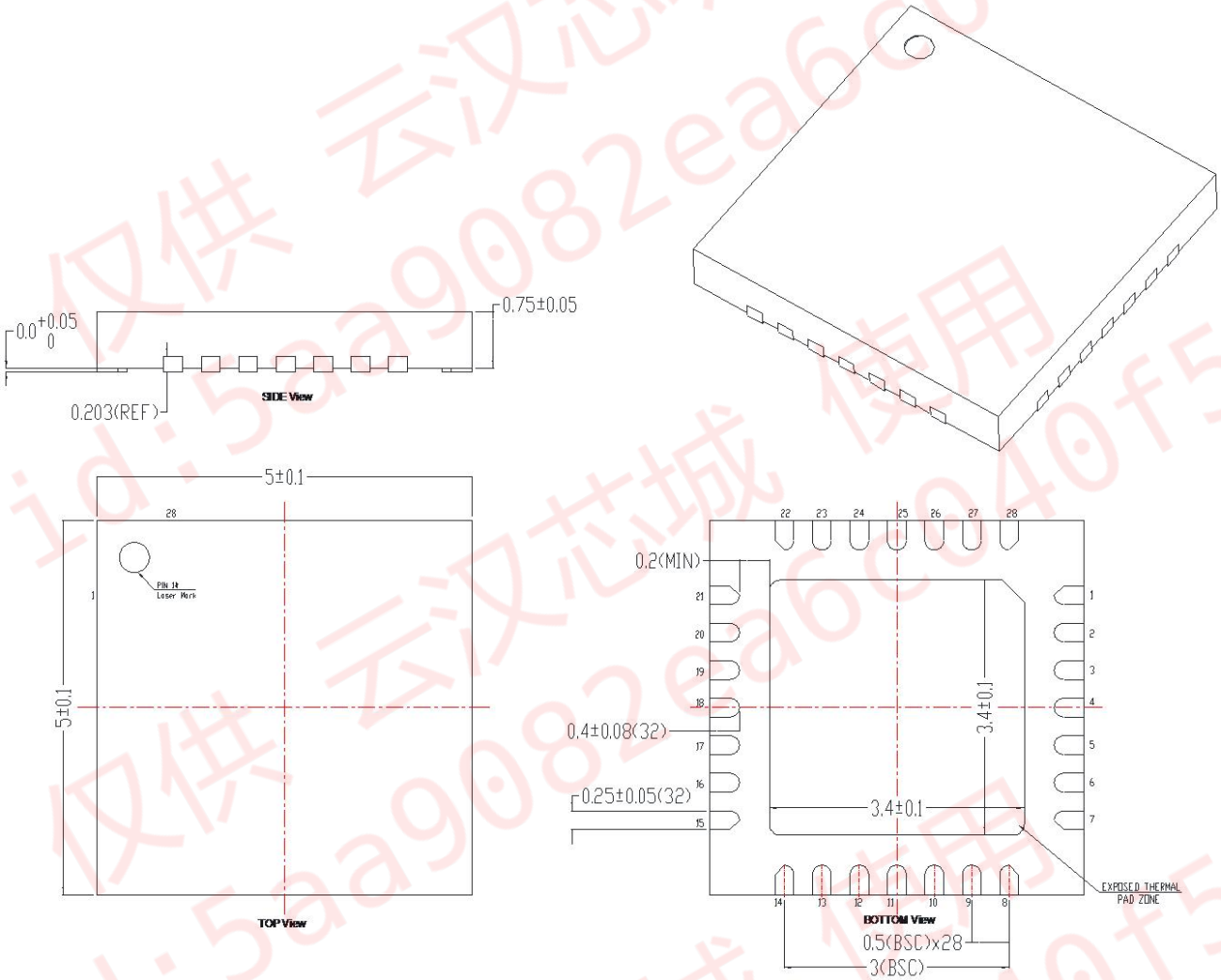


图 17 应用电路 PCB LAYOUT 示例

12 封装与包装信息

12.1 封装外形尺寸

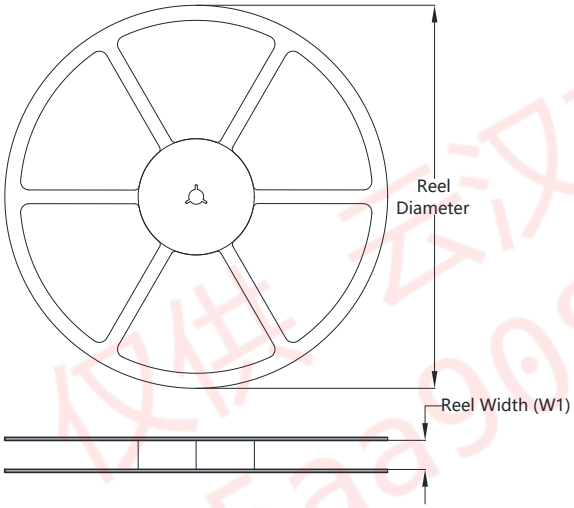


QFN-28

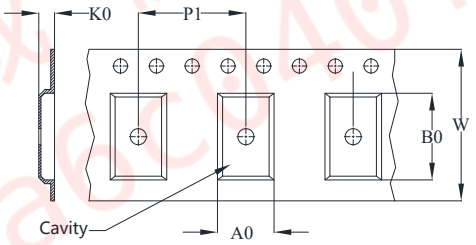
仅供 云汉芯城 使用 id:5aa9082ea6c040f5

12.2 包装材料信息

REEL DIMENSIONS

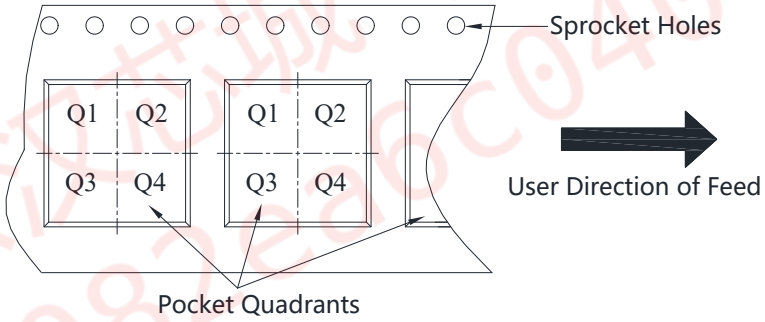


TAPE DIMENSIONS



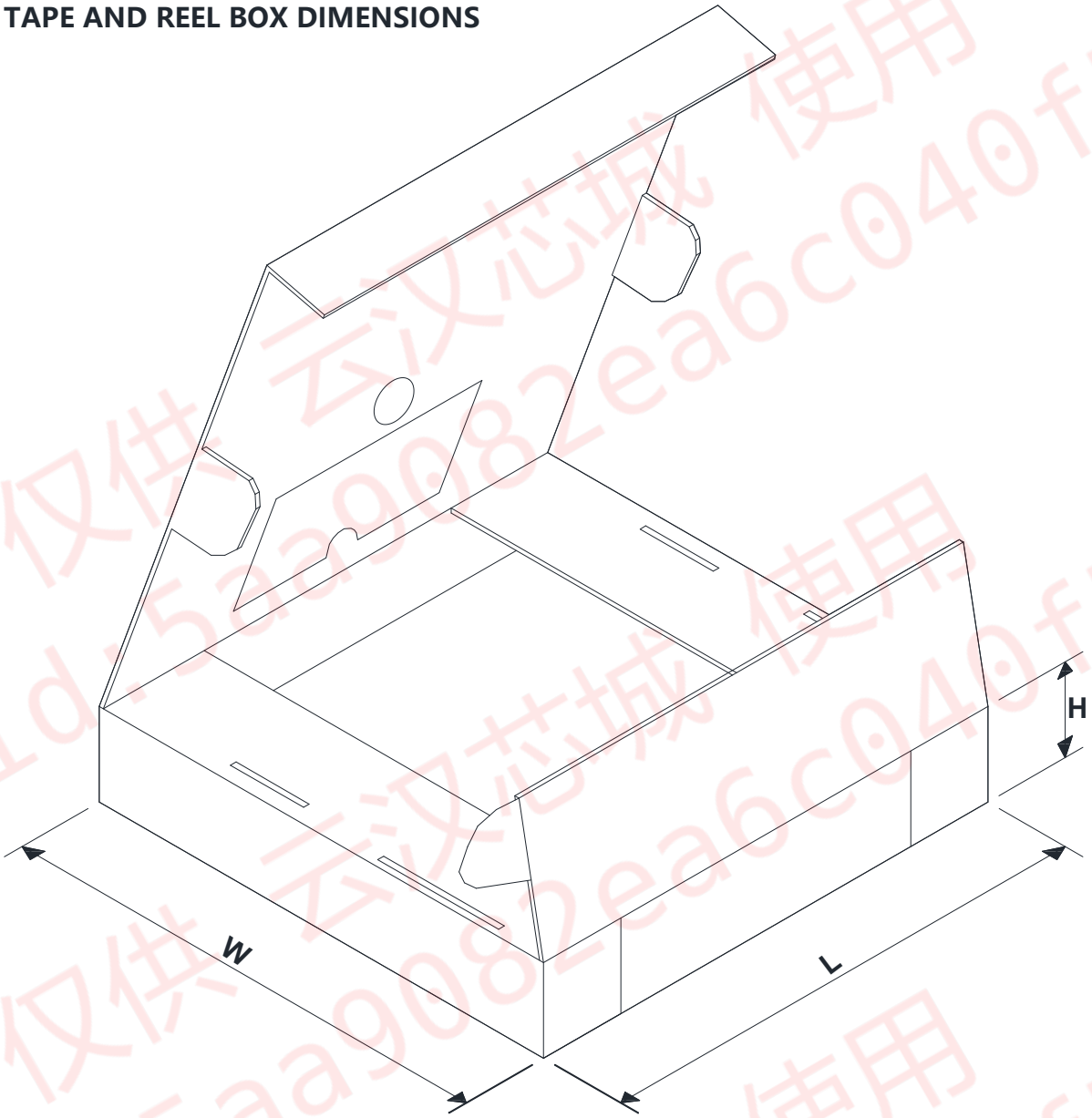
A0	Dimension designed to accommodate the component width
B0	Dimension designed to accommodate the component length
K0	Dimension designed to accommodate the component thickness
W	Overall width of the carrier tape
P1	Pitch between successive cavity centers

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
ZSBM1003	QFN28	28	3000	330	12	5.30	5.30	1.05	8.00	12.00	Q1

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)
ZSBM1003	QFN28	28	3000	357	340	50

仅供 云汉芯城 使用 id:5aa9082ea6c040f5

13 型号列表

型号	封装	备注
ZSBM1003-QN	28 引脚 QFN 封装	可用 IN0-IN5 功能(见模拟输入选通器说明); 可用 WCT 功能(见 WCT_IND 说明); 可用 PACE 功能(见 PACE_IND 说明); 通道 0、通道 1 和通道 2 可同时使用(见 CHANNEL_NUMB_IND[1:0]说明)。

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