

## SW301x: 用于生理信号测量的低功耗、8 通道、24 位模拟前端

### 1 特性

- 4/6/8 个低噪声可编程增益放大器 (PGA) 和 4/6/8 个高分辨率同步采样模数转换器 (ADC)
- 数据速率: 62.5SPS 至 32kSPS
- 可编程增益: 1、2、3、4、6、8、12 和 24
- 输入参考噪声:  $4.72\mu\text{Vpp}(0.692\mu\text{Vrms})(\text{TBD})$  ( $\text{BW} = 150\text{Hz}, \text{G} = 6$ )
- CMRR: 120dB(TBD)
- 低功耗: 每通道 0.6mW(TBD)
- 输入偏置电流: 200pA(TBD)
- 内置基准与时钟, 内部时钟可输出
- 内置右腿驱动放大器、导联脱落检测、威尔逊中心终端、起搏放大器、温度传感器、测试信号以及电源测量功能
- 集成呼吸阻抗测量 (SW301xR)
- 数字起搏检测功能
- 电源范围:
  - 模拟电源: 2.7V 至 5.25V
  - 数字电源: 1.65V 至 5.25V
- 灵活的断电、待机模式
- SPI 兼容串口, 支持菊花链输出
- 工作温度范围:  $-40^{\circ}\text{C}$  至  $+85^{\circ}\text{C}$ (TBD)

### 2 应用

- 医疗仪器 (ECG、EMG、EEG) 的高精度数据采集: 病人监护; 动态心电图, 事件, 压力, 以及生命体征, 包括 ECG、AED、远程医疗、双谱指数 (BIS)、诱发音频电位 (EAP)、睡眠监护仪

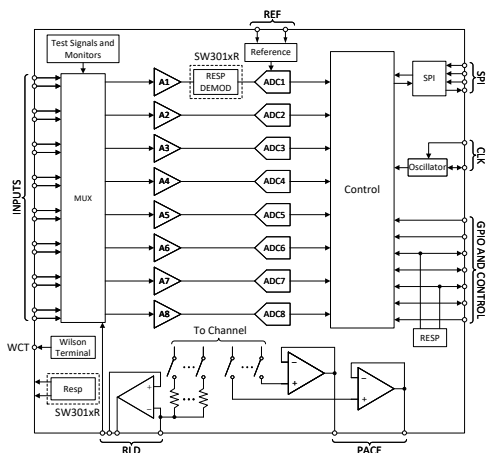
### 3 说明

SW3014/SW3014R/SW3016/SW3016R/SW3018/SW3018R 是四/六/八通道同步采样的 24 位  $\Delta-\Sigma$  模数转换器 (ADC), 具有内置可编程增益放大器 (PGA)、内部基准和内置振荡器。SW301x 系列针对 ECG 应用场景设计, 具备呼吸检测 (SW301xR 具备)、右腿驱动、导联脱落检测、起搏检测、WCT 等功能, 可切换到内部时钟与内部参考, 从而简化 ECG 外围电路, 大幅降低该应用产品的尺寸、功耗及成本。

SW301x/SW301xR 可通过配置多路复用器, 选择连接到 ADC 主通道的信号, 实现 offset 测试, 温度监测, 电源测量和通道测试, 可以更方便的监测芯片及产品工作的环境配置。另外, 可配置多路复用器选择任一输入通道的共模电平来生成右腿驱动 (RLD) 信号。SW301x/SW301xR 系列均具备上拉/下拉电阻、激励电流阱/电流源以及 AC 导联检测功能。硬件上, SW301x/SW301xR 系列具备起搏放大器, 可以配合外围电路实现起搏检测; 软件上, 该系列数据速率高达 32kSPS, 可实现软件起搏检测。此外, 该系列集成了 12 导联 ECG 所需的威尔逊中心终端 (WCT) 和戈德伯格中心终端 (GCT)。SW301xR 还全集成了呼吸阻抗测量功能。另外, SW301x/SW301xR 系列具备的菊花链配置, 可解决多通道数系统中的数据的级联问题。

SW301x 采用  $8.00\text{mm} \times 8.00\text{mm}$  64 焊球 BGA 封装与  $10.00\text{mm} \times 10.00\text{mm}$  64-PIN QFP 封装, 额定工作温度范围可达  $-40^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$ , 对标美国 TI 公司的 ADS129x 系列, 可实现原位升级。

简化电路原理图



器件信息

器件型号	封装	裸片尺寸
SW301x, SW301xR	QFP(64)	10.00mm×10.00mm
	NFBGA(64)	8.00mm×8.00mm

## 目录

1	特性	1	9.4.1	数据采集	38
2	应用	1	9.4.2	多器件配置	42
3	说明	1	9.5	编程	44
4	修订历史记录	2	9.5.1	SPI 接口	44
5	器件比较表	2	9.5.2	SPI 命令定义	46
6	引脚定义和功能	3	9.6	寄存器映射	51
7	规格	9	9.6.1	寄存器说明	53
7.1	绝对最大额定值 (TBD)	9	10	应用和实现	82
7.2	ESD 额定值 (TBD)	9	10.1	应用信息	82
7.3	建议的工作条件 (TBD)	9	10.1.1	设置器件以进行基本数据采集	82
7.4	热性能信息 (TBD)	10	10.1.2	建立输入共模	83
7.5	电气特性 (TBD)	10	10.1.3	抗混叠	84
7.6	时序要求: 串行接口	12	10.2	典型应用	86
7.7	开关特性: 串行接口	12	10.2.1	使用内部调制电路的 SW301xR 呼吸 测量	86
7.8	典型特性 (TBD)	13	11	电源建议	90
8	参数测量信息 (TBD)	14	11.1	上电排序	90
8.1	噪声测量	14	11.2	连接到单极 (3V 或 1.8V) 电源	91
9	详细说明	15	11.3	连接到双极 ( $\pm 1.5V$ 或 $\pm 1.8V$ ) 电源	91
9.1	概要	15	12	布局	92
9.2	功能方框图	16	12.1	布局指南	92
9.3	特性说明	17	12.2	布局示例	93
9.3.1	模拟功能	17	13	机械、封装和可订购信息	94
9.3.2	数字功能	37			
9.4	器件功能模式	38			

## 4 修订历史记录

- 初版

## 5 器件比较表

产品	封装选项	工作温度范围	呼吸电路	通道	ADC 分辨率	最大采样率
SW3014	QFP-64	-40°C 至 +85°C	外部	4	24	32kSPS
	NFBGA-64	-40°C 至 +85°C				
SW3014R	NFBGA-64	-40°C 至 +85°C	是			
SW3016	QFP-64	-40°C 至 +85°C	外部	6	24	32kSPS
	NFBGA-64	-40°C 至 +85°C				
SW3016R	NFBGA-64	-40°C 至 +85°C	是			
SW3018	QFP-64	-40°C 至 +85°C	否	8	24	32kSPS
	NFBGA-64	-40°C 至 +85°C				
SW3018R	NFBGA-64	-40°C 至 +85°C	是			

## 6 引脚定义和功能

ZXG封装  
64引脚 NFBGA  
俯视图,底部的焊接凸点

H	G	F	E	D	C	B	A	
IN1P	IN2P	IN3P	IN4P	IN5P	IN6P	IN7P	IN8P	1
IN1N	IN2N	IN3N	IN4N	IN5N	IN6N	IN7N	IN8N	2
VREFP	NC	TESTN_ PACE_OUT2	TESTP_ PACE_OUT1	WCT	RLDINV	RLDOUT	RLDIN	3
VREFN	RESP_ MODP	RESP_ MODN	NC	AVSS	RLDREF	AVDD	AVDD	4
VCAP1	PWDN	GPIO1	GPIO4	AVSS	AVSS	AVSS	AVSS	5
VCAP2	RESET	DAISY_IN	GPIO3	DRDY	AVDD	AVDD	AVDD	6
DGND	START	CS	GPIO2	DGND	DGND	NC	AVDD1	7
DIN	CLK	SCLK	DOUT	DVDD	DVDD	CLKSEL	AVSS1	8

引脚功能：NFBGA 封装

引脚		类型	说明
编号	名称		
1A)	IN8P <sup>(1)</sup>	模拟输入	差分模拟正输入 8(SW3018,SW3018R)
1B	IN7P <sup>(1)</sup>	模拟输入	差分模拟正输入 7(SW3018,SW3018R)
1C	IN6P <sup>(1)</sup>	模拟输入	差分模拟正输入 6(SW3016,SW3016R,SW3018,SW3018R)
1D	IN5P <sup>(1)</sup>	模拟输入	差分模拟正输入 5(SW3016,SW3016R,SW3018,SW3018R)
1E	IN4P <sup>(1)</sup>	模拟输入	差分模拟正输入 4
1F	IN3P <sup>(1)</sup>	模拟输入	差分模拟正输入 3
1G	IN2P <sup>(1)</sup>	模拟输入	差分模拟正输入 2
1H	IN1P <sup>(1)</sup>	模拟输入	差分模拟正输入 1
2A	IN8N <sup>(1)</sup>	模拟输入	差分模拟负输入 8(SW3018,SW3018R)
2B	IN7N <sup>(1)</sup>	模拟输入	差分模拟负输入 7(SW3018,SW3018R)
2C	IN6N <sup>(1)</sup>	模拟输入	差分模拟负输入 6(SW3016,SW3016R,SW3018,SW3018R)
2D	IN5N <sup>(1)</sup>	模拟输入	差分模拟负输入 5(SW3016,SW3016R,SW3018,SW3018R)
2E	IN4N <sup>(1)</sup>	模拟输入	差分模拟负输入 4
2F	IN3N <sup>(1)</sup>	模拟输入	差分模拟负输入 3
2G	IN2N <sup>(1)</sup>	模拟输入	差分模拟负输入 2
2H	IN1N <sup>(1)</sup>	模拟输入	差分模拟负输入 1
3A	RLDIN <sup>(1)</sup>	模拟输入	多路复用器的右腿驱动输入
3B	RLDOUT	模拟输出	右腿驱动输出
3C	RLDINV	模拟输入/输出	右腿驱动输入反相输入
3D	WCT	模拟输出	威尔逊中心端子输出
3E	TESTP_PACE_OUT1 <sup>(1)</sup>	模拟输入/缓冲输出	内部测试信号或单端缓冲输出 (基于寄存器设置)
3F	TESTP_PACE_OUT2 <sup>(1)</sup>	模拟输入/缓冲输出	内部测试信号或单端缓冲输出 (基于寄存器设置)
3G	NC	/	不需连接
3H	VREFP	模拟输入/输出	正基准输入/输出电压
4A	AVDD	电源	模拟电源
4B	AVDD	电源	模拟电源
4C	RLDREF	模拟输入	右腿驱动同相输入
4D	AVSS	电源	模拟接地
4E	NC	/	不需连接
4F	RESP_MODN	模拟输出	SW301xR: 用来呼吸测量的调制时钟, 负极侧。 SW301x: 保持悬空。
4G	RESP_MODP	模拟输出	SW301xR: 用来呼吸测量的调制时钟, 正极侧。 SW301x: 保持悬空。
4H	VREFN	模拟输入	负基准电压
5A	AVSS	电源	模拟接地
5B	AVSS	电源	模拟接地
5C	AVSS	电源	模拟接地
5D	AVSS	电源	模拟接地

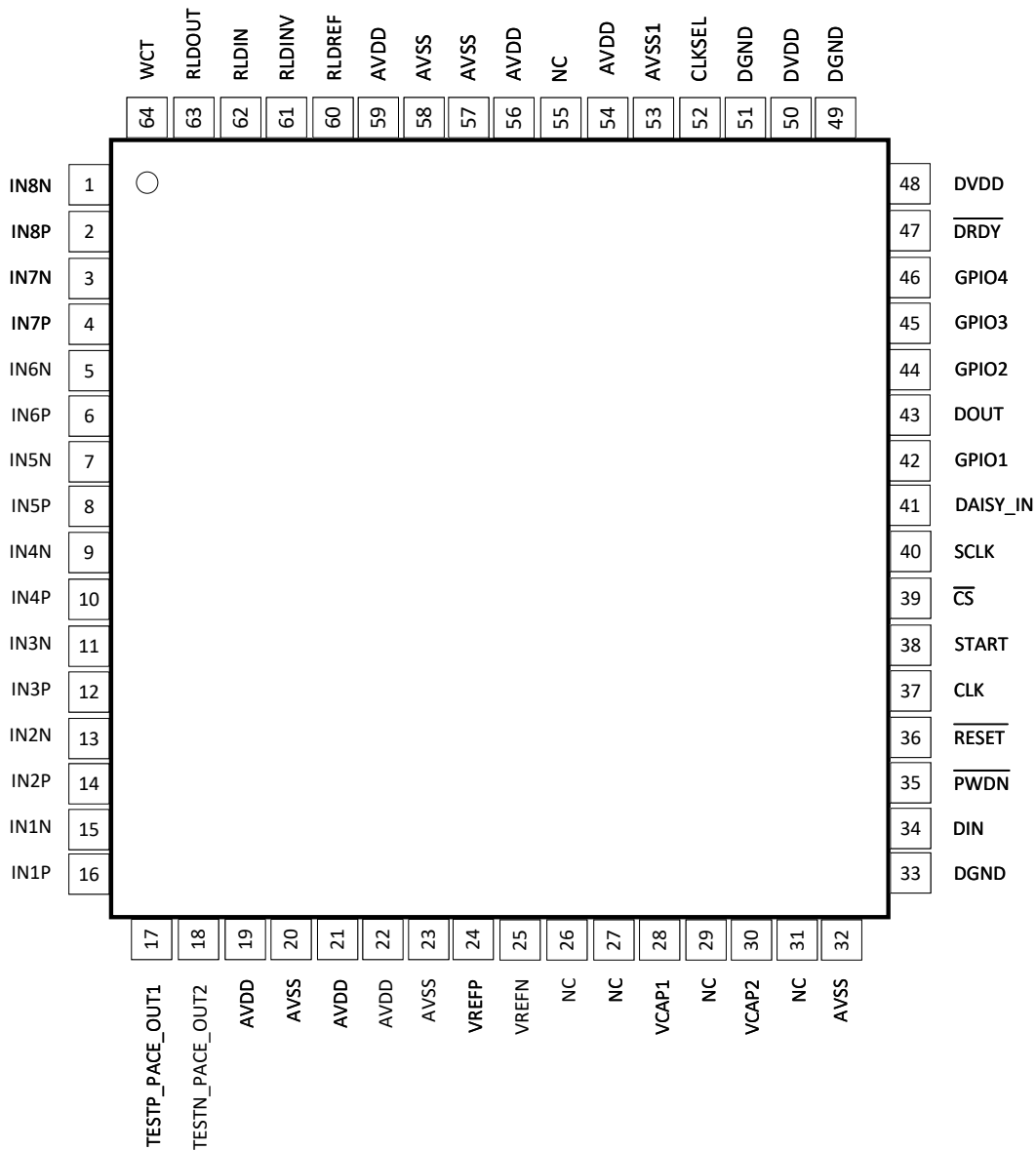
(1) 将未使用的引脚连接到 AVDD。

引脚功能：NFBGA 封装 (continued)

引脚		类型	说明
编号	名称		
5E	GPIO4	数字输入/输出	通用输入/输出引脚 4
5F	GPIO1	数字输入/输出	通用输入/输出引脚 1
5G	PWDN	数字输入	关断引脚；低电平有效。
5H	VCAP1	/	模拟旁路电容器；将 22 $\mu$ F 电容器连接到 AVSS。
6A	AVDD	电源	模拟电源
6B	AVDD	电源	模拟电源
6C	AVDD	电源	模拟电源
6D	DRDY	数字输出	数据就绪；低电平有效。
6E	GPIO3	数字输入/输出	通用输入/输出 3
6F	DAISY_IN <sup>(2)</sup>	数字输入	菊花链输入；如未使用请与 DGND 短接。
6G	RESET	数字输入	系统复位引脚；低电平有效。
6H	VCAP2	/	模拟旁路电容；外接到 AVSS 的 1 $\mu$ F 电容。
7A	AVDD1	电源	电荷泵的模拟电源
7B	NC	/	不需连接
7C	DGND	电源	数字接地
7D	DGND	电源	数字接地
7E	GPIO2	数字输入/输出	通用输入/输出 2
7F	CS	数字输入	SPI 片选；低电平有效。
7G	START	数字输入	开始转换
7H	DGND	电源	数字接地
8A	AVSS1	电源	电荷泵的模拟接地
8B	CLKSEL	数字输入	主时钟选择；高电平选择内部振荡器输出。
8C	DVDD	电源	数字电源
8D	DVDD	电源	数字电源
8E	DOUT	数字输出	SPI 数据输出
8F	SCLK	数字输入	SPI 时钟
8G	CLK	数字输入/输出	外部主时钟输入或内部时钟输出
8H	DIN	数字输入	SPI 数据输入

(2)DAISY\_IN 在未使用时连接到逻辑 0。

PAG封装  
 64引脚 QFP  
 俯视图



引脚功能：QFP 封装

引脚		类型	说明
编号	名称		
1	IN8N <sup>(1)</sup>	模拟输入	差分模拟负输入 8(SW3018,SW3018R)
2	IN8P <sup>(1)</sup>	模拟输入	差分模拟正输入 8(SW3018,SW3018R)
3	IN7N <sup>(1)</sup>	模拟输入	差分模拟负输入 7(SW3018,SW3018R)
4	IN7P <sup>(1)</sup>	模拟输入	差分模拟正输入 7(SW3018,SW3018R)
5	IN6N <sup>(1)</sup>	模拟输入	差分模拟负输入 6(SW3016,SW3016R,SW3018,SW3018R)
6	IN6P <sup>(1)</sup>	模拟输入	差分模拟正输入 6(SW3016,SW3016R,SW3018,SW3018R)
7	IN5N <sup>(1)</sup>	模拟输入	差分模拟负输入 5(SW3016,SW3016R,SW3018,SW3018R)
8	IN5P <sup>(1)</sup>	模拟输入	差分模拟正输入 5(SW3016,SW3016R,SW3018,SW3018R)
9	IN4N <sup>(1)</sup>	模拟输入	差分模拟负输入 4
10	IN4P <sup>(1)</sup>	模拟输入	差分模拟正输入 4
11	IN3N <sup>(1)</sup>	模拟输入	差分模拟负输入 3
12	IN3P <sup>(1)</sup>	模拟输入	差分模拟正输入 3
13	IN2N <sup>(1)</sup>	模拟输入	差分模拟负输入 2
14	IN2P <sup>(1)</sup>	模拟输入	差分模拟正输入 2
15	IN1N <sup>(1)</sup>	模拟输入	差分模拟负输入 1
16	IN1P <sup>(1)</sup>	模拟输入	差分模拟正输入 1
17	TESTP_PACE_OUT1 <sup>(1)</sup>	模拟输入/缓冲输出	内部测试信号或单端缓冲输出 (基于寄存器设置)
18	TESTP_PACE_OUT2 <sup>(1)</sup>	模拟输入/缓冲输出	内部测试信号或单端缓冲输出 (基于寄存器设置)
19	AVDD	电源	模拟电源
20	AVSS	电源	模拟地
21	AVDD	电源	模拟电源
22	AVDD	电源	模拟电源
23	AVSS	电源	模拟地
24	VREFP	模拟输入/输出	正基准输入/输出电压；外接到 VREFN 的 10 $\mu$ F 电容。
25	VREFN	模拟输入	负基准电压；接模拟地。
26	NC1	/	不需连接
27	NC2	/	不需连接
28	VCAP1	/	模拟旁路电容；外接到 AVSS 的 22 $\mu$ F 电容。
29	NC3	/	不需连接
30	VCAP2	/	模拟旁路电容；外接到 AVSS 的 1 $\mu$ F 电容。
31	NC4	/	不需连接
32	AVSS	电源	模拟地
33	DGND	电源	数字地
34	DIN	数字输入	SPI 数据输入
35	$\overline{\text{PWDN}}$	数字输入	断电；低电平有效。
36	$\overline{\text{RESET}}$	数字输入	系统复位；低电平有效。
37	CLK	数字输入/输出	主时钟；可输入到片外。
38	START	数字输入	开始转换
39	$\overline{\text{CS}}$	数字输入	片选信号；低电平有效。
40	SCLK	数字输入	SPI 时钟

(1) 将未使用的引脚连接到 AVDD。

引脚功能：QFP 封装 (continued)

引脚		类型	说明
编号	名称		
41	DAISY_IN <sup>(2)</sup>	数字输入	菊花链输入；如未使用请与 DGND 短接。
42	GPIO1	数字输入/输出	通用输入/输出 1
43	DOUT	数字输出	SPI 数据输出
44	GPIO2	数字输入/输出	通用输入/输出 2
45	GPIO3	数字输入/输出	通用输入/输出 3
46	GPIO4	数字输入/输出	通用输入/输出 4
47	$\overline{\text{DRDY}}$	数字输出	数据就绪；低电平有效。
48	DVDD	电源	数字电源
49	DGND	电源	数字地
50	DVDD	电源	数字电源
51	DGND	电源	数字地
52	CLKSEL	数字输入	主时钟选择；高电平选择内部振荡器输出。
53	AVSS	电源	模拟地
54	AVDD	电源	模拟电源
55	NC5	/	不需连接
56	AVDD	电源	模拟电源
57	AVSS	电源	模拟地
58	AVSS	电源	模拟地
59	AVDD	电源	模拟电源
60	RLDREF	模拟输入	右腿驱动同相输入
61	RLDINV	模拟输入/输出	右腿驱动反相输入
62	RLDIN	模拟输入	右腿驱动输入
63	RLDOUT	模拟输出	右腿驱动输出
64	WCT	模拟输出	威尔逊中心端子输出

(2)DAISY\_IN 在未使用时连接到逻辑 0。

## 机械、封装和可订购信息

### 封装信息

可订购器件	状态	封装形式	引脚	最小包装	等级认证标准	MSL 等级	工作温度 (°C)	器件标识
SW3018PH	ES	QFP	64	1500	RoHS/Reach Pb-free	Level-3	-40~+85	SW3018
SW3018AH	ES	BGA	64	1500	RoHS/Reach Pb-free	Level-3	-40~+85	SW3018
SW3018RAH	ES	BGA	64	1000	RoHS/Reach Pb-free	Level-3	-40~+85	SW3018R
SW3016PH	ES	QFP	64	1500	RoHS/Reach Pb-free	Level-3	-40~+85	SW3016
SW3016AH	ES	BGA	64	1500	RoHS/Reach Pb-free	Level-3	-40~+85	SW3016
SW3016RAH	ES	BGA	64	1000	RoHS/Reach Pb-free	Level-3	-40~+85	SW3016R
SW3014PH	ES	QFP	64	1500	RoHS/Reach Pb-free	Level-3	-40~+85	SW3014
SW3014AH	ES	BGA	64	1500	RoHS/Reach Pb-free	Level-3	-40~+85	SW3014
SW3014RAH	ES	BGA	64	1000	RoHS/Reach Pb-free	Level-3	-40~+85	SW3014R

