

SSP1851

单相防窃电电能计量电路

概述

SSP1851 是一种高准确度、容错电能测量集成电路，其技术指标达到了 IEC1036 规定的准确度要求。

SSP1851 只在 ADC 和基准源中使用模拟电路，所有其它信号处理（如相乘和滤波）都使用数字电路，这使 **SSP1851** 在恶劣的环境条件下仍能保持极高的准确度和长期稳定性。

SSP1851 内部集成了一个新颖的故障检测机制，当线路发生故障时，**SSP1851** 发出警告信号，并可以继续保持精确的计量。**SSP1851** 通过连续的监测相线和零线上的电流，当两路电流值相差大于 12.5% 时输出故障指示，并自动切换，采用两路电流中的较大值进行计量。

SSP1851 引脚 F1 和 F2 以较低频率形式输出有功功率平均值，能直接驱动机电式计度器或与微控制器（MCU）接口。引脚 CF 以较高频率形式输出有功功率瞬时值，用于校验或与 MCU 接口。

SSP1851 内部包含一个对 VDD 电源引脚的监控电路。在 VDD 上升到 4V 之前，**SSP1851** 一直保持在复位状态。当 VDD 降到 4V 以下，**SSP1851** 也被复位，此时 F1，F2 和 CF 都没有输出。

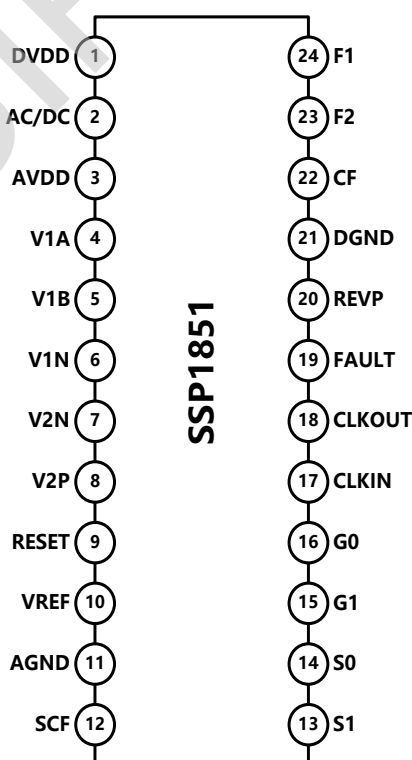
内部相位匹配电路使电压和电流通道的相位始终是匹配的，无论通道 1 内的高通滤波器（HPF）是接通的还是断开的。内部的空载阈值特性保证 **SSP1851** 在空载时没有潜动。

SSP1851 为 24 脚 SSOP 封装形式。

特点

- 高准确度，达到 50Hz/60Hz IEC 687/1036 标准的准确度要求，在 500:1 的动态范围内误差小于 0.1%；
- 有功功率平均值从 SSP1851 引脚 F1 和 F2 以频率方式输出；
- 有功功率瞬时值从引脚 CF 以较高频率方式输出，能用于仪表校验；
- 支持 2 线配电系统故障检测，连续监测相线和零线的电流；
- SSP1851 采用两路电流（相线和零线）中的较大值进行计量，即使在线路发生故障时也是如此；
- 两个逻辑输出引脚 FAULT 和 REVP 能指示错误接线；
- F1 和 F2 能直接驱动机电式计度器和两相步进电机；
- 电流通道中的可编程增益放大器（PGA）使仪表能使用小阻值的分流电阻；
- 在环境和时间有很大变化的条件下，采用专用模数转换器（ADC）和数字信号处理（DSP）仍保证高准确度；
- 片内设有电源监控电路；
- 片内带有防潜动功能（空载阈值）；
- 片内基准电压 $2.5V \pm 8\%$ （温度系数典型值 $30\text{ppm}/^\circ\text{C}$ ），能为外部电路提供基准；
- 片内带有对温度敏感度很小的高稳定性振荡器。
- +5V 单电源、低功耗（典型值 15mW）；
- 低成本 CMOS 工艺。

引脚特征



图（1） 引脚排列图（SSOP24 封装）

引脚描述

引脚号	符号	说明
1	DVDD	数字电源引脚。该引脚提供 SSP1851 数字电路的电源，正常工作电源电压应保持在 $5V \pm 5\%$ ，该引脚应使用 $10 \mu F$ 电容并联 $100nF$ 瓷介电容进行去耦。
2	AC/DC	高通滤波 HPF 选择引脚。当该引脚输入高电平时，通道 1（电流通道）内的 GPF 被选通，该滤波器所涉及的相位响应在 $45Hz$ 至 $1kHz$ 范围内在片内已得到补偿。在电能计量的应用中，应使 GPF 选通。
3	AVDD	模拟电源引脚。该引脚提供 SSP1851 模拟电路的电源，正常工作电源电压应保持在 $5V \pm 5\%$ ，为使电源的纹波和噪声减小到最低程度，该引脚应使用 $10 \mu F$ 电容并联 $100nF$ 瓷介电容进行去耦。
4, 5	V1A, V1B	通道 1（电流通道）的模拟输入，该输入为全差分电压输入。正常工作相对 V1N 的最大信号电平为 $\pm 470mV$ ，相对 AGND 的最大信号电平为 $\pm 1V$ 。这两个管脚内部都有 ESD 保护电路，能承受 $\pm 6V$ 的过电压而不造成永久性损坏。
6	V1N	差分电压信号 V1A, V1B 的负输入端。相对 AGND 的最大信号电平为 $\pm 1V$ 。通道 1 有一个 PGA，其增益选择见表 I。这个引脚内部都有 ESD 保护电路，能承受 $\pm 6V$ 的过电压，而不造成永久性损坏。
7, 8	V2N, V2P	通道 2（电压通道）的负、正模拟输入引脚。完全差动输入方式，正常工作最大输入电压为 $\pm 660mV$ ，相对于 AGND 的最大信号电平为 $\pm 1V$ 。两个引脚内部都有 ESD 保护电路，这两个引脚能承受 $\pm 6V$ 的过电压，而不造成永久性损坏。
9	\overline{RESET}	复位引脚。当为低电平时，ADC 和数字电路保持复位状态，在 \overline{RESET} 的下降沿，清除 SSP1851 内部寄存器。
10	REF _{IN/OUT}	基准电压的输入、输出引脚。片内基准电压标称值为 $2.5V \pm 8\%$ ，典型温度系数为 $30 ppm/^\circ C$ 。外部基准源可以直接连接到该引脚上。无论用内部还是外部基准源，该引脚都应使用 $10 \mu F$ 钽电容和 $100nF$ 瓷介电容对 AGND 进行去耦。
11	AGND	这是 SSP1851 模拟电路（即 ADC 和基准源）的接地参考点，该引脚误码连接到印刷电路板的模拟接地面。模拟接地面是所有模拟电路的接地参考点，如抗混叠滤波器、电流和电压传感器等。为了有效地抑制噪声，模拟接地面与数字接地面只应有一点连接。星形接地方法有助于使数字电流噪声远离模拟电路。
12	SCF	校验频率选择。该引脚的逻辑输入电平确定 CF 引脚的输出频率，如何选择校验频率见表 IV。
13, 14	S1, S0	这两个引脚的逻辑输入用来选择数字/频率转换系数，这为电度表的设计提供了很大灵活性，详见为电度表应用选择频率部分。
15, 16	G1, G0	这两个引脚的逻辑输入用来选择通道 1 的增益。可能的增益是 1, 2, 8 和 16，详见模拟输入部分。

引脚号	符 号	说 明
17	CLKIN	外部时钟可从该引脚接入，也可把一个石英晶体接在 CLKIN 和 CLKOUT 之间，为 SSP1851 提供时钟源，规定时钟频率为 3.579545MHz。作为石英晶体负载的 33pF 瓷介电容应和振荡器门电路连接。
18	CLKOUT	如上所述，可把一个石英晶体接在 CLKIN 和 CLKOUT 之间，为 SSP1851 提供一个时钟源。当 CLKIN 上接有外时钟时 CLKOUT 引脚能驱动一个 CMOS 负载。
19	FAULT	当故障情况（即 V1A 和 V1B 两个信号通道的差值超过 12.5%）发生后，该管脚输出高电平。故障情况消除后，该管脚输出低电平。
20	REVP	当检测到负功率时，即电压和电流信号的相位差大于 90° 时，该引脚输出逻辑高电平。该输出没有被锁存，当再次检测到正功率时，该引脚的输出复位。该输出的逻辑状态随 CF 输出脉冲同时变化。
21	DGND	这是 SSP1851 数字电路（即乘法器、滤波器和数字频率转换器）的接地参考点。该引脚应连接到印刷电路板的数字接地面，数字接地面是所有数字电路（如机械或数字计度器、微控制器和 LED 显示器）的接地参考点。为了有效地抑制噪声，模拟接地面与数字接地面只应有一点连接，如星形接地。
22	CF	频率校验输出引脚。其输出频率反映瞬时有功功率的大小，常用于仪表校验，参见 SCF 引脚说明。
23, 24	F2, F1	低频逻辑输出脚，输出频率反应平均有功功率的大小。这两个逻辑输出可以直接驱动机电式计度器或两相步进电机，详见传递函数部分。

电气特性

(VDD= 5V±5%, GND=0V, 使用片内基准源, CLKOSC=3.58MHz, 温度范围=-40~+85℃)

参 数	规格	单 位	测试条件及注释
精度^{1,2} 通道 1 的测量误差 ¹ G=1 G=16 两个通道间的相位误差 ¹ V1 超前 37° (PF=0.8 容性) V1 滞后 60° (PF=0.5 感性) 交流电源抑制 ¹ 输出频率变化 (CF) 直流电源抑制 ¹ 输出频率变化 (CF)	0.1 0.1 ±0.1 ±0.1 0.2 ±0.3	%读数 typ %读数 typ 度 (°) max 度 (°) max %读数 typ %读数 typ	通道 2 为满度输入 (±660mV), +25℃ 动态范围 500: 1 动态范围 500: 1 线路频率 45~65Hz AC/DC=0 和 AC/DC=1 AC/DC=0 和 AC/DC=1 AC/DC=1, S0=S1=1, G0=G1=0 V1=V2=100mVrms, 50Hz VDD 加有 200 mV rms, 100Hz 纹波 AC/DC=1, S0=S1=1, G0=G1=0 V1=V2=100mV rms VDD =5V±250mV
故障检测 故障检测阈值 输入切换阈值 故障模式计量精确度 V1A 激活, V1B=AGND V1B 激活, V1A=AGND 故障检测延迟 输入切换延迟	12.5 14 0.1 0.1 3 3	% typ %激活通道 typ %读数 typ %读数 typ Second typ Second typ	见故障检测部分 (V1A 或 V1B 激活) (V1A 或 V1B 激活) 动态范围 500: 1 动态范围 500: 1
模拟输入 最大信号电平 直流输入阻抗 -3dB 带宽 ADC 失调误差 ^{1,2} 增益误差 ¹ 增益匹配误差 ¹	±1 390 14 ±16 ±4 ±0.2	Vmax kΩ min kHz typ mV max %理想值 typ %理想值 typ	见模拟输入部分 V1P,VIN,V2N 和 V2P 对 GND 的电压 CLKOSC=3.58MHz CLKOSC/256, CLKOSC=3.58MHz 外基准源 2.5V, G=1 V1=660mVdc, V2=660mV dc 外基准源 2.5V
基准输入 REF _{IN/OUT} 输入电压范围 输入阻抗 输入电容	2.7 2.3 3.2 10	V max V min kΩ min pF max	2.5V+8% 2.5V-8%
片内基准源 基准电压误差 温度系数	±200 30	mV max ppm/℃ typ	标称值 2.5V

参 数	规格	单 位	测试条件及注释
时钟输入 输入时钟频率	4 1	MHz max MHz min	注意: 所有指标 CLKOSC 均为 3.58MHz
逻辑输入 ³ SCF, S0, S1, AC/DC RESET, G0 和 G1 输入高电平, V_{INH} 输入低电平, V_{INL} 输入电流, V_{IN} 输入电容, V_{IN}	2.4 0.8 ±3 10	V min V max μ A max pF max	VDD=5V±5% VDD=5V±5% 典型值 10nA, $V_{IN}=0V$ 至 VDD
逻辑输出 ³ F1 和 F2 输出高电平, V_{OH} 输出低电平, V_{OL} CF 和 REVP 输出高电平, V_{OH} 输出低电平, V_{OL}	4.5 0.5 4 0.5	V min V max V min V max	$I_{SOURCE}=10mA$, VDD=5V $I_{SINK}=10mA$, VDD=5V $I_{SOURCE}=10mA$, VDD=5V $I_{SINK}=10mA$, VDD=5V
电源 VDD I_{DD}	4.75 5.25 4 3	V min V max mA max mA min	为达到规定指标对电源的要求 5V-5% 5V+5% 典型值 3.5mA 典型值 3.5mA

极限参数

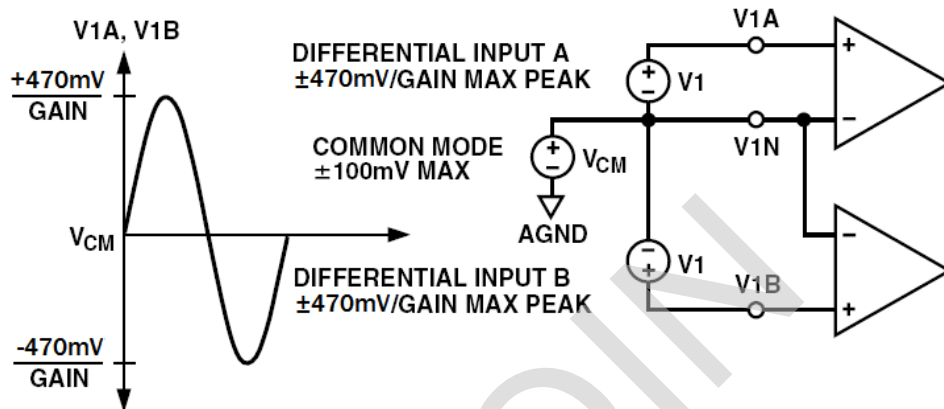
VDD 相当于 GND 电压	-0.3V~+7V
模拟输入 VIA,V1B,VIN,V2P 和 V2N 相当于 GND 电压.....	-6V~+6V
基准输入电压相当于 GND	-0.3V~VDD+0.3V
数字输入电压相当于 GND	-0.3V~VDD+0.3V
数字输出电压相当于 GND	-0.3V~VDD+0.3V
工作温度范围: 工业级.....	-40℃~+85℃
存储温度范围	-65℃~+150℃
结温	+150℃
24 脚 SSOP 封装散耗功率.....	450mW
热阻	112℃/w
焊接温度汽相焊接 (60 秒)	+215℃
红外焊接 (15 秒)	+220℃

模拟输入

通道 V1（电流通道）

线路电流传感器的输出电压接到 SSP1851 的通道 V1，该通道采用完全差动输入。V1A,V1B 为正输入端，V1N 为负输入端。

通道 1 的最大差动峰值电压应小于 470mV。应当注意，通道 1 有一个 PGA，其增益可由用户选择为 1 或 16（见表 1），这使传感器接口的设计大为简单。

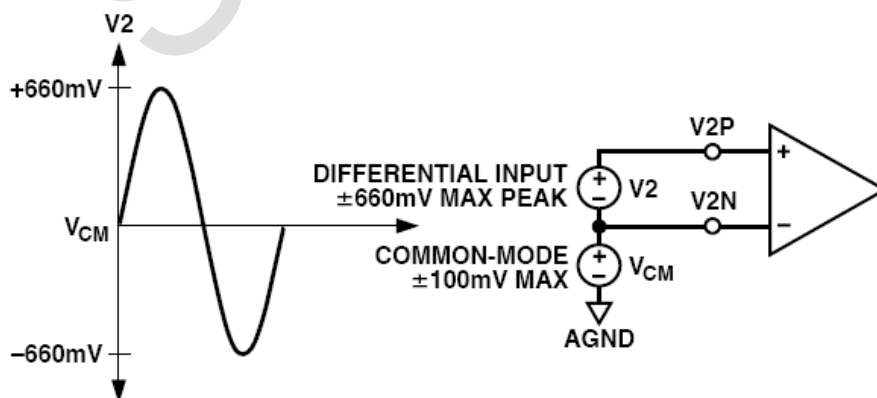


图（5）通道 1 的最大信号电平（G=1）

图（5）示出了 V1A,V1B 和 V1N 引脚的最大信号电平，最大差动电压是（470mV），由增益选择而定。在这两引脚上的差动信号必须以一个共模端作为参考点，如 GND.最大共模信号为（100mV），如图 5 所示。

通道 V2（电压通道）

线路电压传感器的输出接到 SSP1851 的通道 V2,该通道的最大差动峰值电压±660mV，图(6)示出了允许连接到 SSP1851 通道 2 的最大信号电平。



图（6）通道 2 的最大信号电平

加在通道 2 上的差动电压信号必须以一个共模端作为参考点（通常是 GND），最大共模电压为（100mV）。然而，当共模电压为 0V 时能获得最好的测量结果。

典型接线图

图 (7) 示出了通道 1 的电路接线图, 由于相线和零线上的电流可能会有较大的偏差, 本例选择电流互感器 (CT) 作为电流传感器监视相线和零线上的电流。应当注意, 这里通道 1 的两个 CT 都是相对 AGND, 所以其共模电压为 0V。CT 的变比和负载电阻 R_b 的大小根据差动峰值电压而定, 即在最大负载条件下, 通道 1 的差动峰值电压应为 $\pm 470\text{mV/G}$ 。

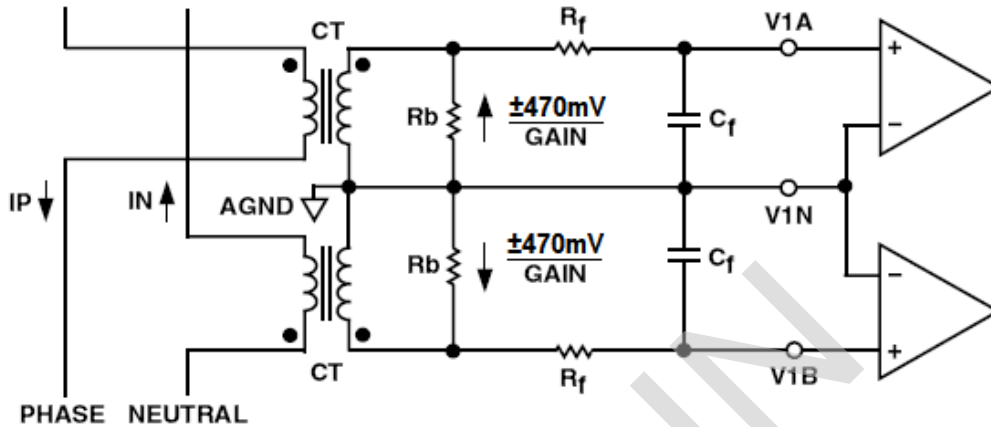


图 (7) 通道 1 的典型接线图

图 (8) 示出了通道 2 两种电路接线方法。第一种方法是使用一个电压互感器 (PT), 它能使 SSP1851 与主电网完全隔离。第二种方法是以电网的中线 (零线) 为基准, 用一个电阻分压器提供与线路电压成正比的电压信号, 调整 R_a, R_b 和 V_R 的比值能很方便地完成仪表的增益校验。

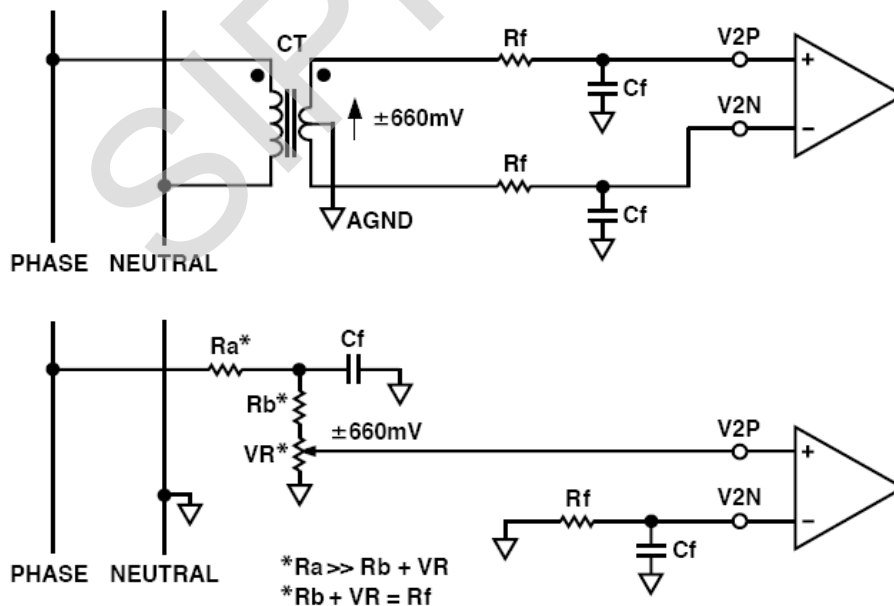


图 (8) 通道 2 的线图

表 1 通道 1 的增益选择

G1	G0	增益	最大差动信号
0	0	1	±470mv
0	1	2	±235mv
1	0	8	±60mv
1	1	16	±30mv

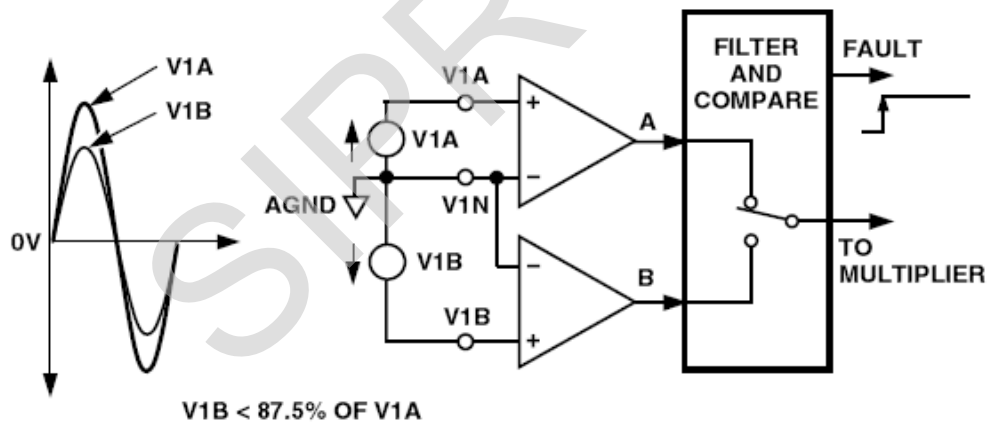
故障检测

SSP1851 集成了一个故障检测机制，当线路出现故障时，SSP1851 能输出故障指示，并继续保持精确计量。故障检测功能工作在 45Hz 到 55Hz 的工频范围内。SSP1851 通过连续的监测相线和零线的电流，当两根线上的电流差值超过 12.5% 时，从 FAULT 脚输出故障指示，同时，比较 V1 两个通道的输入信号，使用较大的信号进行计量。

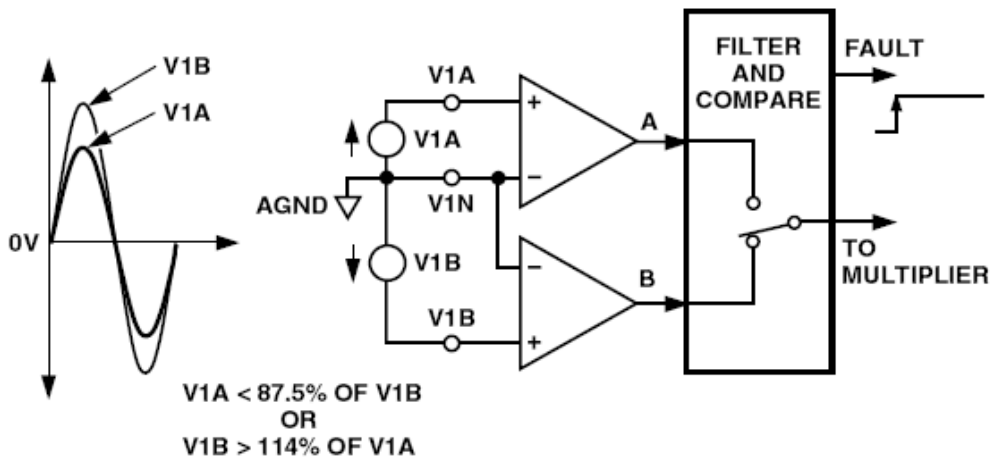
上电后，SSP1851 默认选通 V1A 通道。若上电时 V1A 和 V1B 两个通道的差值大于 12.5%，1s 后，故障指示灯（FAULT）将会置高。另外，如果 V1B 的信号大于 V1A 的信号，SSP1851 会选择 V1B 做为输入。

当 V1 通道的输入电压信号小于 0.5% 的满幅输入范围后。由于噪声的影响可能会导致故障检测出错，此时，SSP1851 将自动禁用故障检测功能。

V1A 大于 V1B 的故障情况



V1B 大于 V1A 的故障情况



输出频率

表 2 F₁₋₄ 的频率选择 (CLKOSC=3.579MHz)

S1	S0	F ₁₋₄ (Hz)	分频系数
0	0	1.7	2 ²¹
0	1	3.4	2 ²⁰
1	0	6.8	2 ¹⁹
1	1	13.6	2 ¹⁸

表 3 F1 和 F2 的最高输出频率

S1	S0	最高输出频率	
		直流输入	交流输入
0	0	0.68	0.34
0	1	1.36	0.68
1	0	2.72	1.36
1	1	5.44	2.72

表 4 CF 的最高输出频率 (交流信号)

SCF	S1	S0	F ₁₋₄ (Hz)	CF 的最高输出频率(Hz)
1	0	0	1.7	128×F1,F2=43.52
0	0	0	1.7	64×F1,F2=21.76
1	0	1	3.4	64×F1,F2=43.52
0	0	1	3.4	32×F1,F2=21.76
1	1	0	6.8	32×F1,F2=43.52
0	1	0	6.8	16×F1,F2=21.76
1	1	1	13.6	16×F1,F2=43.52
0	1	1	13.6	8×F1,F2=21.76

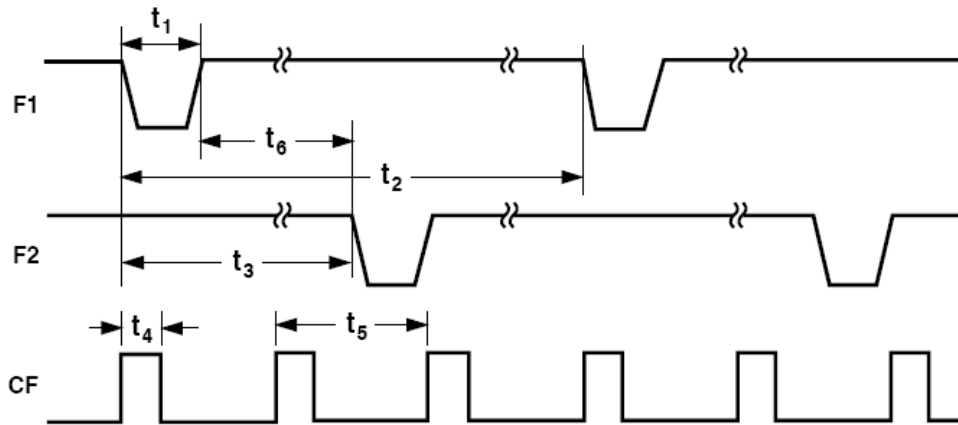
时序特性

(VDD= 5V±5%, GND=0V, 使用片内基准源, CLKOSC=3.58MHz, 温度范围=-40~+85℃)

参数	尾标 A,B	单位	测试条件及注释
T ₁ 注(1)	275	ms	F1 和 F2 的底电平脉宽
T ₂	见表 3	s	输出脉冲周期, 见传递函数部分
T ₃	1/2 T ₂	s	F1 下降沿和 F2 下降沿之间的时间
T ₄ 注(1,2)	90	ms	CF 输出的高电平脉宽
T ₅	见表 4	s	CF 输出脉冲周期, 见传递函数部分
T ₆	CLKOSC/4	s	F1 和 F2 脉冲之间的最小时间

注:(1) 在较高的输出频率时 F1,F2 和 CF 的脉宽不固定。

(2) 在高频方式下, CF 脉宽总是 18μs。



频率输出时序图

封装图

