

◆ 特点

- ✿ 高精度，在输入动态工作范围（500:1）内，非线性测量误差小于 0.1%
- ✿ 校表过程中高稳定性，输出频率波动小于 0.1%
- ✿ 精确测量正、负两个方向的有功功率，且以同一方向计算电能
- ✿ 慢速输出脉冲能直接驱动电机工作，快速输出脉冲可用于计算机数据处理
- ✿ 芯片上带参考电压源 2.5V（温度系数典型值 30ppm/°C）
- ✿ 芯片上带晶振时钟（芯片内置晶振）
- ✿ 单工作电源 5V
- ✿ 低功耗 15mW（典型值）
- ✿ 采用 0.35um CMOS 工艺，批量的一致性和产品可靠性得到进一步提高。

◆ 概述

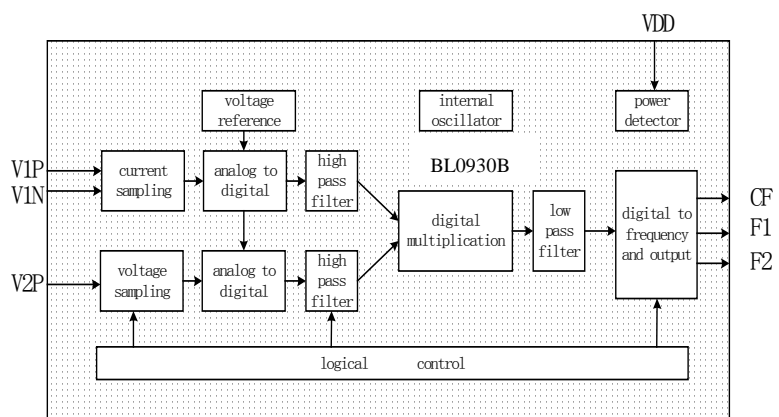
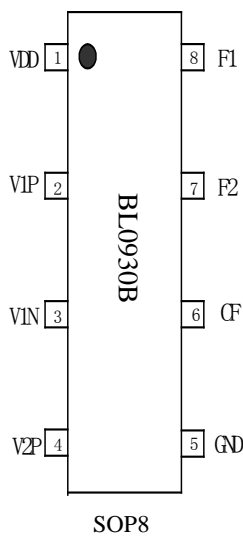
BL0930B 集成电路是电子式电度表的核心计量芯片，它在设计上采用了过采样和数字信号处理技术，从而大大地提高了芯片的测量准确度，同时，在 A/D 转换后的数据均由数字电路进行运算和处理，保证了芯片的长期稳定性。基于此芯片设计的电子式电度表具有外围电路简单、精度高、稳定性好等特点，适用于单相两线电力用户的电能计量。

BL0930B 对正、反向有功功率均可测量，且可将反向有功功率转换成与正向有功功率方向一致的脉冲输出。

BL0930B 具有两种不同频率的脉冲输出。Pin6 输出以较高频率的脉冲，用于校验和计算机数据处理，而 Pin7 和 Pin8 输出一组较低频率的脉冲，用于直接驱动步进电机，以推动计度器进行电量累积。

在 BL0930B 中充分考虑到兼顾电度表潜动和起动性能的不同要求，采用了合理的数字化的防潜动阈值设计，在保证可靠地防止潜动的前提下，使起动电流远低于标准要求。

◆ 管脚与框图



BL0930B 系统框图

◆ 管脚描述

管脚号	符号	说明
1	VDD	正电源 (+5V), 提供模拟数字部分电源, 正常工作时电源电压应该保持在 $5V \pm 5\%$ 之间。
2,3	V1P,V1N	电流采样信号的正,负输入脚。最大差分输入电压为 $\pm 660mV$ 。
4	V2P	电压采样信号的正输入脚。最大输入电压为 $330mV$ 。
5	GND	电路的接地点。
6	CF	高速校验脉冲输出脚, 输出频率正比与瞬时有功功率的大小, 可以有多种选择。
7,8	F2, F1	低速逻辑输出脚, 其输出频率正比于平均有功功率的大小, F1,F2 为非交叠输出, 可以驱动机电式计度器或两相步进电机。输出频率见 BLO930B 计算公式。

◆ 极限范围

($T = 25^\circ C$)

项目	符号	极值	单位
模拟数字电源电压 VDD	VDD	$-0.3 \sim +7(\max)$	V
VDD 变化		$-0.3 \sim +0.3$	V
输入电压(相对于 GND)	Vv	$VSS+0.5 \leq Vv \leq VDD-0.5$	V
工作温度	Topr	$-40 \sim +75$	$^\circ C$
贮藏温度	Tstr	$-55 \sim +150$	$^\circ C$
功耗 (SOP8)		350	mW

◆ 电参数

1) 常温电特性

($T=25^\circ C, VDD=5V$)

测量项目	符号	测量条件	测量点	最小	典型	最大	单位
1 电源电流	I_{VDD}		Pin1	0.5	4	5	mA
输入高电平	V_{IH}	VDD=5V		2			V
输入低电平	V_{IL}					1	V
输入电容	C_{IN}					10	pF
2 逻辑输出脚 F1,F2			Pin7,8				
输出高电平	V_{OH1}	$I_H=10mA$		4.4			V
输出低电平	V_{OL1}	$I_L=10mA$				0.5	V
输出电流	I_{O1}				10		mA
3 逻辑输出脚 CF			Pin6				

输出高电平	V_{OH2}	$I_H=10mA$		4.4			V
输出低电平	V_{OL2}	$I_L=10mA$				0.5	V
输出电流	I_{O2}				10		MA
4 模拟输入脚 V1P,V1N V2P			Pin2,3, 4				
最大输入电平	V_{AIN}					± 1	V
直流输入阻抗					330		Kohm
输入电容				6		10	pF
5 精度							
两个通道相位误差							
电流超前 37° (PF=0.8 容性)			Pin6		0.1		度($^\circ$)
电流滞后 60° (PF=0.5 感性)			Pin6		0.1		度($^\circ$)
6 防潜阈值		$I_b=5A$ $C=1400,$	Pin6	0.0015		0.003	%
7 负向有功功率测量误差%	ENP	$V_v=\pm 110mV,$ $V(I)=2mV,$ $\cos\varphi=1$ $V_v=\pm 110mV,$ $V(I)=2mV,$ $\cos\varphi=-1$	Pin6			0.1	%
8 电源监控电路检测电平(掉电检测电平)	V_{down}	电源从 3.5V~5V 变化, 电流电压 通道满幅输入	Pin6	3.9	4	4.1	V

指标说明

1)非线性误差%

BLO930B 的电压通道输入固定 Pin4 交流电压 V_v 为 110mV, 功率因数 $\cos\varphi=1$, Pin2 与 Pin3 之间电压 V_i 在对应与 5% I_b ~800% I_b 范围内, 任何一点输出频率相对于 I_b 点的测量非线性误差小于 0.1%

$$eNL\% = [(X \text{ 点误差}\% - I_b \text{ 点误差}\%) / (1 + I_b \text{ 点误差}\%)] * 100\%$$

2)防潜阈值

典型情况下, CF 输出所代表的最小功率为满量程输出的 0.0015%, 对于低于该阈值的功率, 不输出计量脉冲。

3) 正负输入功率

指 Pin4 的电压采样信号 V(V)与 Pin2-Pin3 间的电流通道输入信号 V(I)乘积 $V(V)*V(I)*\cos\phi$ 的符号, 大于零为正功, 小于零为负功。

4) 正、负向有功功率误差%

在相等的有功功率条件下, 在 $V(V)=\pm 110\text{mV}$ 、 $V(I)$ 对应 $I_b(5\text{A})$ 点, BL0930B 测得的负向有功功率与正向有功功率之间的相对误差:

$$eNP\% = [(eN\% - eP\%) / (1 + eP\%)] * 100\%$$

eP%: 正向有功功率误差; eN%: 负向有功功率误差。

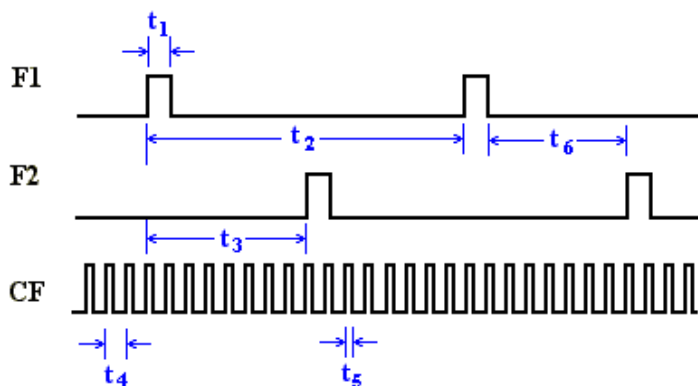
5) 电源监控电路检测电平 (掉电检测电平)

片内电源监测电路检测电源变化情况, 当电源电压低于 4 伏左右时, 内部电路被复位。当电源电压超过该值时, 电路恢复工作在正常状态。

◆ 时序特性

(VDD=5V, GND=0V, 使用片内基准电压源, 片内晶振时钟 CLK, 温度-40~+75°C)

参数	数值	说明
t1	144ms	F1 和 F2 的低电平脉宽, 在低功率时, F1, F2 输出定脉宽, 为 144ms。当计量大功率时, F1, F2 输出周期小于 550ms 时, F1, F2 的脉宽为周期的一半。
t2		F1, F2 输出低速脉冲周期, 见 BL0930B 计算公式。
t3	t2 周期的一半	F1 下降沿到 F2 下降沿之间的时间。
t4	71ms	高速输出脉冲 CF 的高电平脉宽, 在计量小功率时, CF 定脉宽为 71ms。当计量大功率时, CF 输出周期小于 180ms 时, CF 的脉宽为周期的一半。 当 SCF=0, S1=S0=1 的高频模式时, CF 的脉宽为 20us。
t5		CF 输出高速脉冲频率, 见 CF 与 F1, F2 之间关系及 BL0930B 计算公式。
t6	CLK/4	F1, F2 之间的最小时间间隔。



注意: 以上技术指标随以后设计及工艺的改变会有所变化, 请随时关注最新的技术规范。

◆ 工作原理

◆ 电能计量原理

电能计量主要把输入的电压和电流信号按照时间相乘，得到功率随着时间变化的信息，假设电流电压信号为余弦函数，并存在相位差 Φ ，功率为：

$$p(t) = V \cos(\omega t) \times I \cos(\omega t + \Phi)$$

令 $\Phi = 0$ 时：

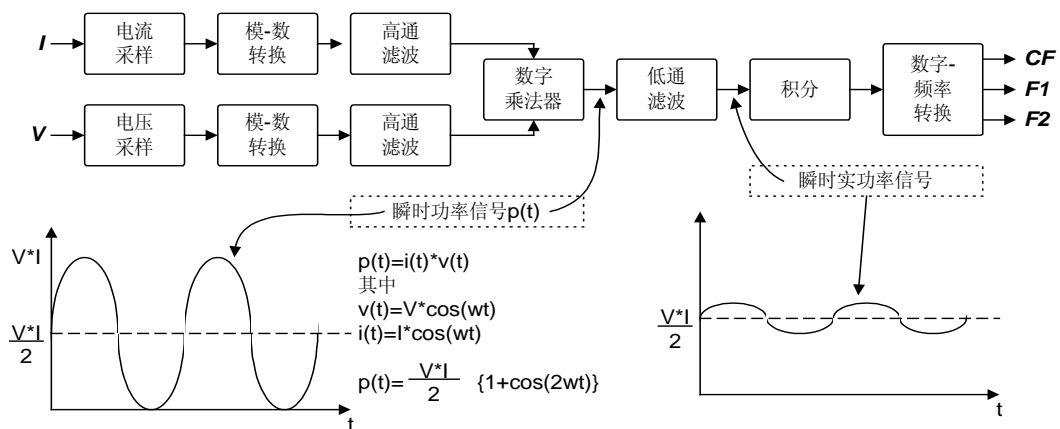
$$p(t) = \frac{VI}{2} (1 + \cos(2\omega t))$$

令 $\Phi \neq 0$ 时：

$$\begin{aligned} p(t) &= V \cos(\omega t) \times I \cos(\omega t + \Phi) \\ &= V \cos(\omega t) \times [I \cos(\omega t) \cos(\Phi) + \sin(\omega t) \sin(\Phi)] \\ &= \frac{VI}{2} (1 + \cos(2\omega t)) \cos(\Phi) + VI \cos(\omega t) \sin(\omega t) \sin(\Phi) \\ &= \frac{VI}{2} (1 + \cos(2\omega t)) \cos(\Phi) + \frac{VI}{2} \sin(2\omega t) \sin(\Phi) \end{aligned}$$

$p(t)$ 称为即时功率信号，理想的 $p(t)$ 只包括两部分：直流部分和频率为 2ω 的交流部分。前者又称为即时实功率信号。即时实功率是电能表测量的首要对象。

◆ 电能计量信号流

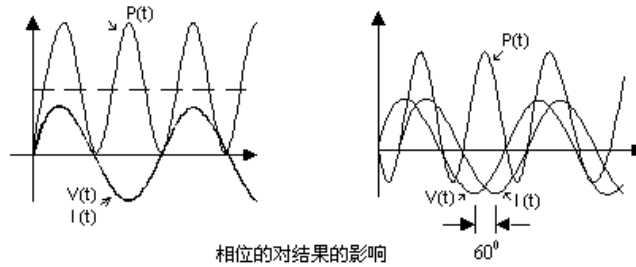


在通过对电流电压信号高精度采样及模数转换后，电流电压信号通过数字乘法器得到瞬态功率信号 $p(t)$ 。让 $p(t)$ 通过一个截至频率很低（如 1Hz）的取直低通滤波器，把即时实功率信号取出来。然后对该实功率信号对时间进行积分，得到能量的信息。如果选择积分时间十分的短，可以认为得到的是即时能量消耗的信息，也可以认为是即时功率消耗的信息，因为前后两者成正比关系。如果选择的较长的积分时间，得到的是平均的能量消耗的信息，同样也可以认为是平均功率消耗的信息。

取直低通滤波器的输出会被送到一个数字-频率转换的模块，在这里即时实功率会根据要求作长时或短时的积分（即累加计数），转换成与周期性的脉冲信号，这就是电子电能表的基本输出信号。输出的脉冲信号的频率与能量消耗的大小成正比。输出脉冲送到片外的计数马达，并最终得

到能量消耗的大小的计数值。

可以看出计算出的即时实功率与电压和电流信号的相位差的余弦值 $\cos(\Phi)$ 的有关，该余弦值被称为这两路信号的功率因子。



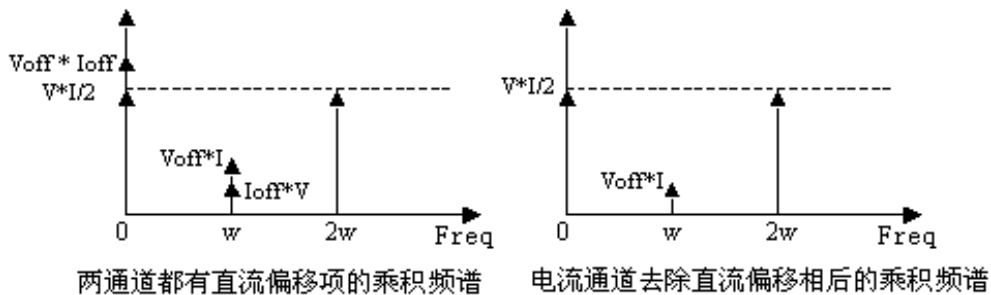
◆ 输入的直流成分对测量结果的影响

假设电压和电流输入直流成分分别是 V_{os} 和 I_{os} , 且功率因子等于 1 ($\Phi=0$ 度)

$$\begin{aligned}
 p(t) &= (V\cos(\omega t) + V_{os}) * (I\cos(\omega t) + I_{os}) \\
 &= V*I/2 + V_{os}*I_{os} + V_{os}*I\cos(\omega t) + I_{os}*V\cos(\omega t) + (V*I)/2*\cos(2\omega t) \\
 \text{令 } I_{os} &= 0 \\
 p(t) &= (V\cos(\omega t) + V_{os}) * (I\cos(\omega t) + 0) \\
 &= V*I/2 + V_{os}*0 + V_{os}*I\cos(\omega t) + 0*V\cos(\omega t) + (V*I)/2*\cos(2\omega t) \\
 &= V*I/2 + V_{os}*I\cos(\omega t) + (V*I)/2*\cos(2\omega t)
 \end{aligned}$$

从上面的计算看到：如果输入的两路信号同时具有直流成分，会给即时实功率，即乘积的直流部分带来 $V_{os}*I_{os}$ 的误差，还有在 ω 频率处出现 $V_{os}*I + I_{os}*V$ 的分量，前者必然引起测量误差，而后者也会当取直低通滤波器的对 ω 抑制不够时影响即时实功率的输出，带来大的波动。

而当电压或电流中的一路经过数字高通滤波器后，如去掉电流采样信号的直流偏移项。这时仅有一路输入有直流成分时，乘法的结果有了很大的改善：没有了直流误差， ω 频率处的分量也减少了。



◆ 电压通道输入

电压通道允许最大输入电压为 330mV，共模电压 100mV。然而，共模电压为 0V 时效果最好。

◆ 电流通道输入

电流通道允许最大输入差分电压为 ± 660 mV，共模电压 100mV。然而，共模电压为 0V 时效果最好。

◆ 工作方式

◆ 芯片工作计算公式

BL0930B 对输入的电压和电流两个通道的输入电压求乘积，并通过信号处理，把获取的有功功率信息转换成频率。以低电平有效的方式从 F1, F2 脚输出与功率相关的频率信号。

实际功率的输出脉冲 (F1, F2) 计算公式:

$$Freq = \frac{22.4 \times V(V) \times V(I) \times F_z \times gain}{V_{REF}^2}$$

Freq——引脚 F1, F2 输出脉冲频率

V(V)——电压通道的输入电压的有效值

V(I)——电流通道的输入电压有效值

Vref——基准电压 (2.5V)

Fz——由主时钟分频获得，频率为 13.6Hz

Gain----电流通道的系统增益，为 16

◆ 输入及输出范围

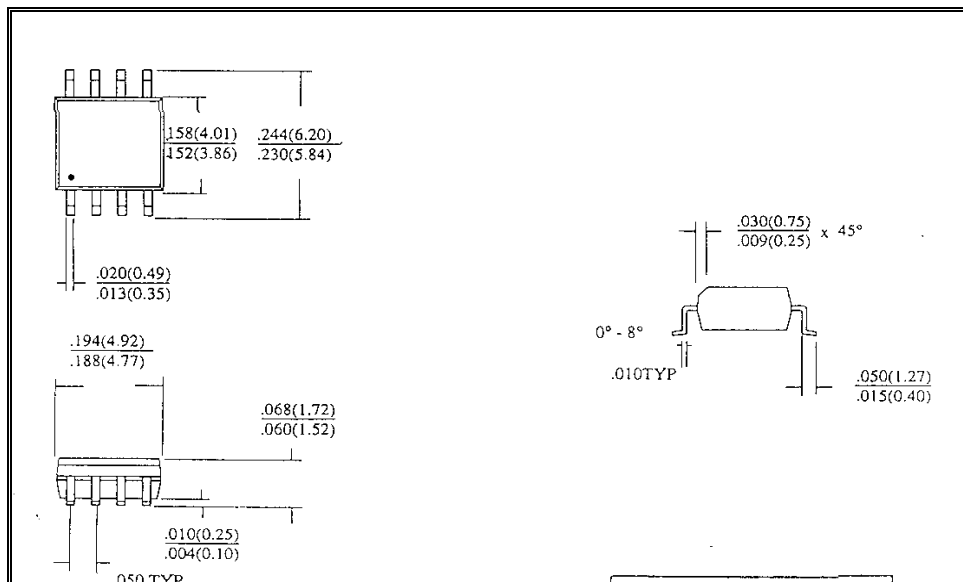
电流通道允许最大输入差分电压为±660mV，共模电压 100mV。

电压通道允许最大输入电压为 330mV，共模电压 100mV。

对应允许 CF, F1, F2 最高输出频率分别为 46.06Hz、2.88Hz、2.88Hz。

◆ 封装尺寸

1、SOP8



注：由于工艺和设计变化等原因所引起的以上规范的变化，不另行通知。请随时索取最新版本的产品规范。