



◆ 特点

- 1 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%
- 2 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
- 3 LCD 驱动 18*4
- 4 单工作电源 5V

◆ 概述

BL6533 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。

BL6533 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。

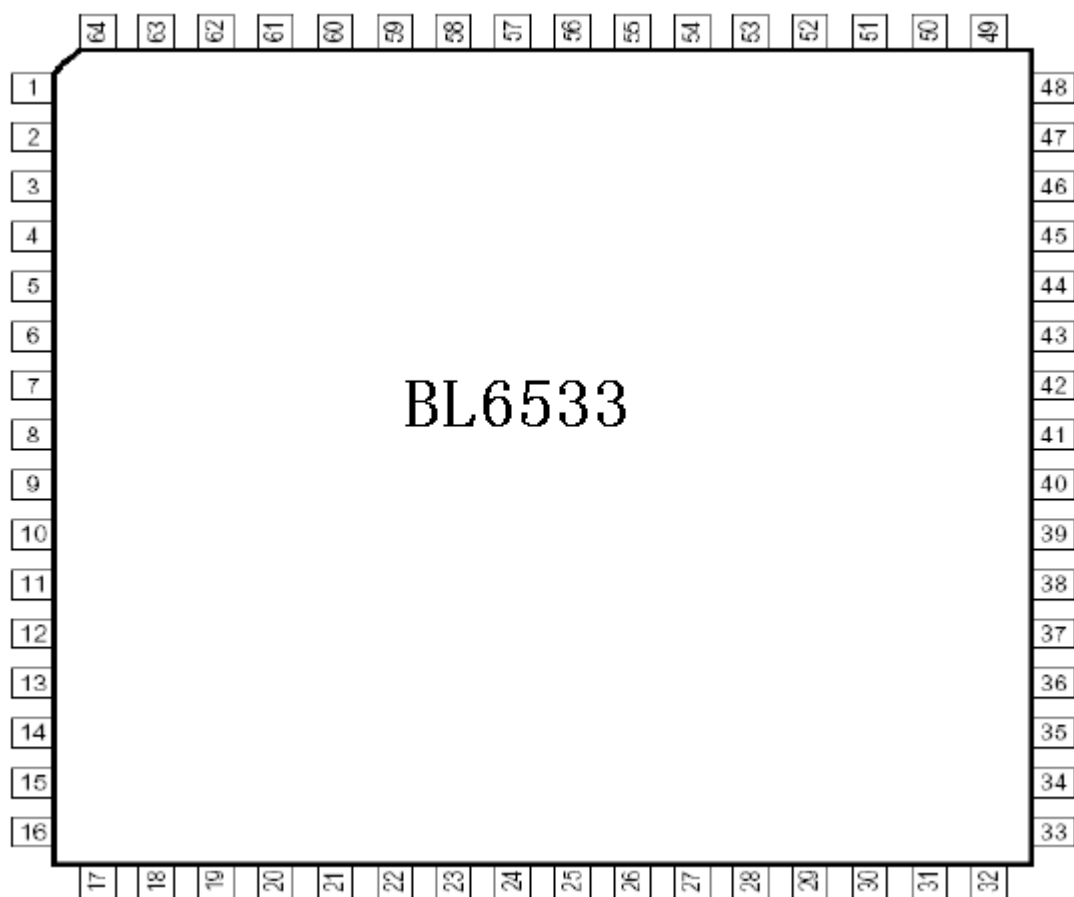
BL6533 自带 LCD 驱动 18*4。

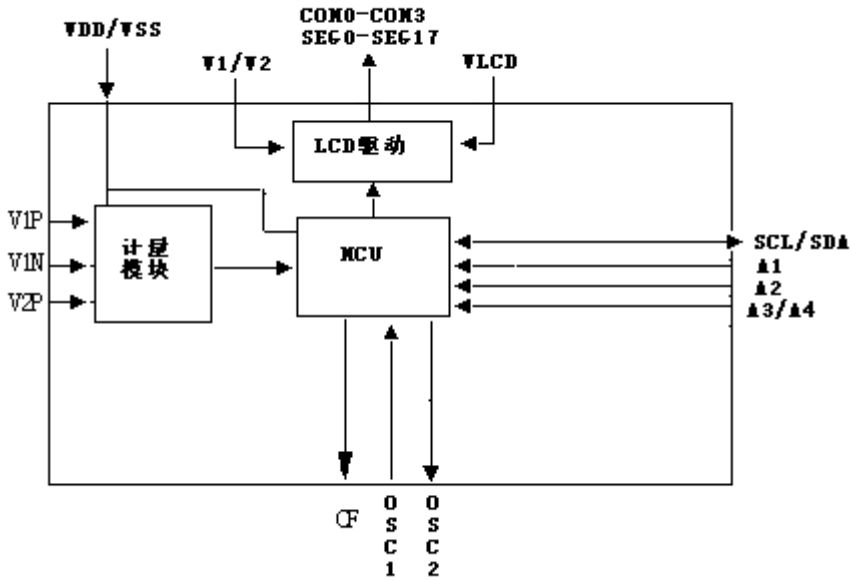
BL6533 可以根据外围硬件的变换设置计量的脉冲常数，可以设置 800imp/kwh 1600imp/kwh 3200imp/kwh 6400imp/kwh

在 BL6533A 中充分考虑到兼顾电度表潜动和起动的性能的不同要求，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，使起动的电流远低于标准要求。

◆ 管脚与框图

◆ LQPF64





BL6533 系统框图

- ◆ 管脚描述
- ◆ 注：未描述脚为空脚

管脚号	符号	说明
1	VDD	正电源 (+5V), 正常工作时电源电压应该保持在 5V ± 5% 之间。
2,3,4,5	NC	空脚
6,7	VIP,VIN	电流采样信号的正,负输入脚。最大差分输入电压为±660mV。
8	NC	空脚
9	V2P	电压采样信号的正输入脚。最大输入电压为 330mV。
10,11	NC	空脚
12	GND	电路的接地点。
13,14,15,16	NC	空脚
17	GND	电路的接地点
18	VLCD	LCD 电源电压
19,20	V1,V2	对地接电容, 可改善 LCD 输出波形
21	Com0	LCD 的 COM 端 0
22	Com1	LCD 的 COM 端 1
23	Com2	LCD 的 COM 端 2
24	Com3	LCD 的 COM 端 3

25	Seg17	LCD 的 SEG 端 17
26	Seg16	LCD 的 SEG 端 16
27	Seg15	LCD 的 SEG 端 15
28	Seg14	LCD 的 SEG 端 14
29	Seg13	LCD 的 SEG 端 13
30	Seg12	LCD 的 SEG 端 12
31	Seg11	LCD 的 SEG 端 11
32	Seg10	LCD 的 SEG 端 10
33,34	NC	空脚
35	Seg9	LCD 的 SEG 端 9
36	Seg8	LCD 的 SEG 端 8
37	Seg7	LCD 的 SEG 端 7
38	Seg6	LCD 的 SEG 端 6
39	Seg5	LCD 的 SEG 端 5
40	Seg4	LCD 的 SEG 端 4
41	Seg3	LCD 的 SEG 端 3
42	Seg2	LCD 的 SEG 端 2
43	Seg1	LCD 的 SEG 端 1
44	Seg0	LCD 的 SEG 端 0
45,46	NC	空脚
47	VDD	电源
48	OSC2	晶振或 RC 振荡 OUT
49	OSC1	晶振或 RC 振荡 IN
50	VPP	系统复位
51	A1	系统上电时计量电量清零 高电平不清 低电平清
52	SCL	IIC 的时钟线
53	SDA	IIC 的数据线
54	CF	高速校验脉冲输出脚。
55	A2	液晶小数位设置 高电平为两位小数 低电平为一位小数
56,57,58	NC	空脚
59	A3	脉冲常数设置 A3 A4 为 0 时脉冲常数为 3200, A3 A4 为 1 时脉冲常数为 6400, A3 为 0 A4 为 1 时脉冲常数为 800, A3 为 1 A4 为 0 时脉冲常数为 1600。
60	A4	
61,62,63,64	NC	空脚

电性能参数

极限参数

参数	符号	条件	数值	单位
模拟数字电源电压	V_{DD}	-	$V_{SS}-0.3$ to $V_{SS}+6.5$	V
输入电压	V_I	所有输入引脚	$V_{SS}-0.3$ to $V_{DD}+0.3$	V
工作温度	T_A	-	-40 to +75	°C
储存温度	T_S	-	-50 to +125	°C
功耗			400	mW

DC 电气参数

($T_A=25^{\circ}\text{C}$ $V_{DD}=5.0\text{V}$)

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
1. 电源电压	V_{DD}	-	2.7	-	5.5	V
2. LCD 工作电压	V_{LCD}	-	2.7	-	5.5	V
3. 输入高电压 1	V_{IH1}	所有数字输入口	$0.7V_{DD}$	-	V_{DD}	V
输入低电压 1	V_{IL1}	所有数字输入口	0	-	$0.3V_{DD}$	V
4. 输入高电压 2	V_{IH2}	RES 引脚	$0.9V_{DD}$	-	V_{DD}	V
输入低电压 2	V_{IL2}	RES 引脚	0	-	$0.4V_{DD}$	V
5. 模拟输入脚 V1P,V1N V2P		Pin6,7, 9				
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
防潜阈值		Pin54 $I_b=5A$ $C=1400,$	0.0015		0.003	%
6. 动态电流	I_{DD}	4MHz 晶振, 无负载	-	6	10	mA

指标说明

1) 非线性误差%

BL6533 的电压通道输入固定 Pin9 交流电压 V_v 为 110mV, 功率因数 $\cos\phi=1$, Pin6 与 Pin7 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 Pin9 的电压采样信号 V(V) 与 Pin6-Pin7 间的电流通道输入信号 V(I) 乘积 V(V)*V(I)*cosφ 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)=±110mV、V(I) 对应 I_b (5A) 点，BL6533 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。

◆ 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 Φ=0 时：

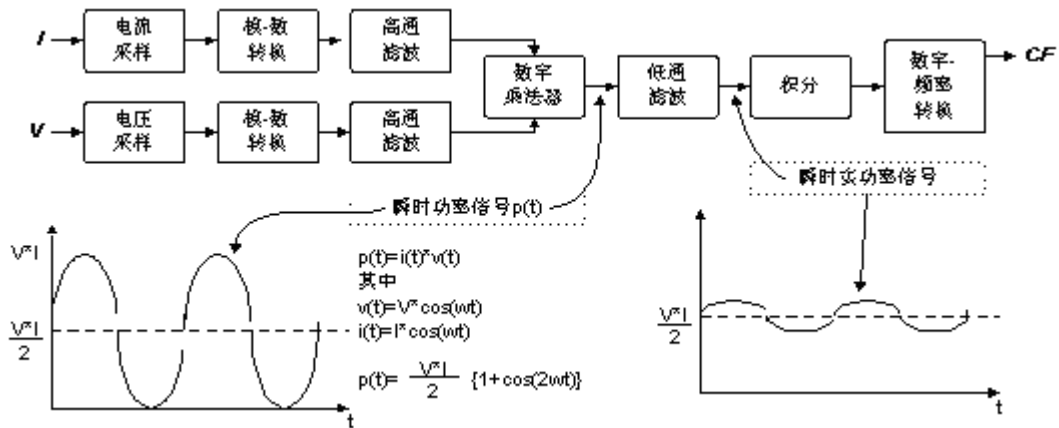
$$p(t) = \frac{VI}{2} (1 + \cos(2\omega t))$$

令 Φ ≠ 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。

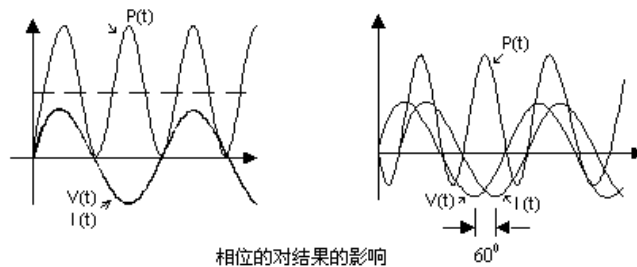
◆ 电能计量信号流



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)

$$p(t) = (V \cos(\omega t) + V_{os}) * (I \cos(\omega t) + I_{os})$$

$$= V * I / 2 + V_{os} * I_{os} + V_{os} * I \cos(\omega t) + I_{os} * V \cos(\omega t) + (V * I) / 2 * \cos(2\omega t)$$

令 $I_{os} = 0$

$$p(t) = (V \cos(\omega t) + V_{os}) * (I \cos(\omega t) + 0)$$

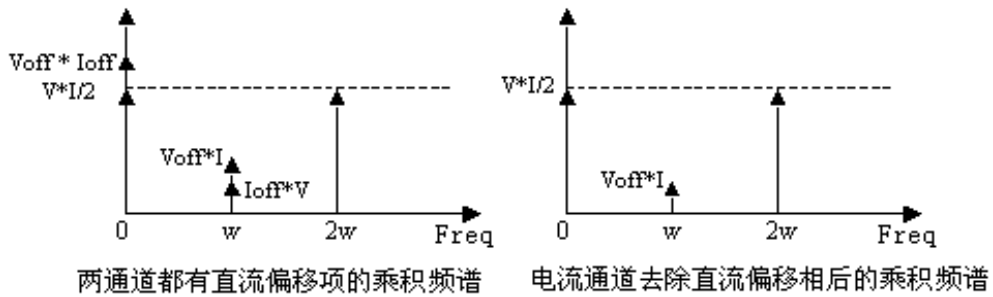
$$= V * I / 2 + V_{os} * 0 + V_{os} * I \cos(\omega t) + 0 * V \cos(\omega t) + (V * I) / 2 * \cos(2\omega t)$$

$$= V * I / 2 + V_{os} * I \cos(\omega t) + (V * I) / 2 * \cos(2\omega t)$$

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， w 频率处的分量也减少了。



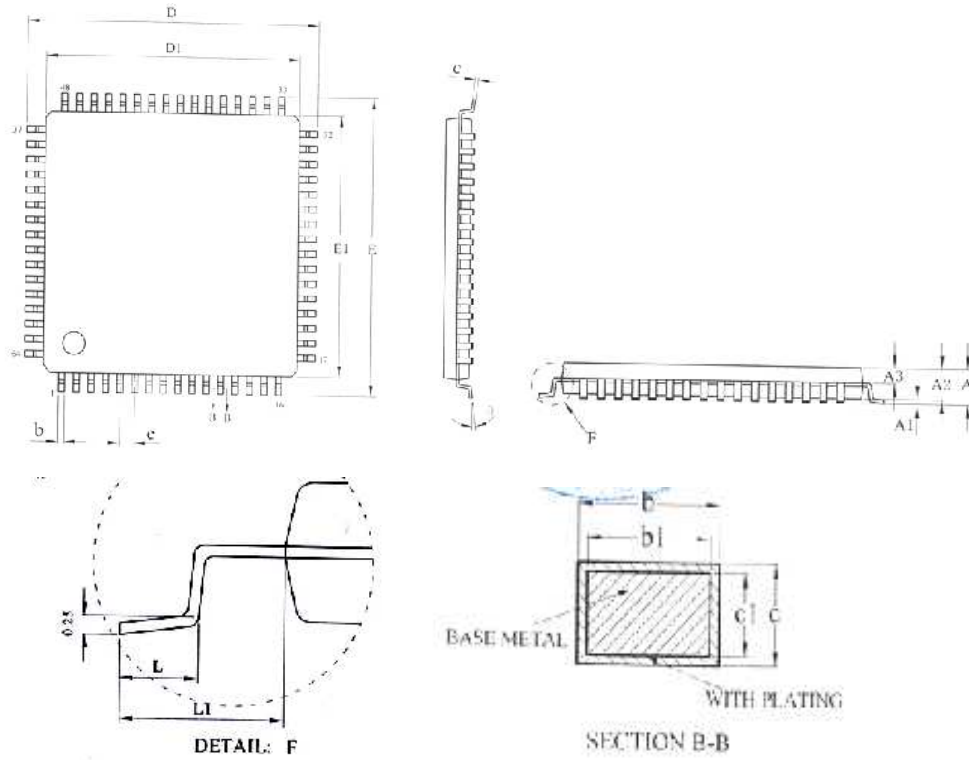
◆ 电压通道输入

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 $\pm 660\text{mV}$ ，共模电压 100mV。然而，共模电压为 0V 时效果最好。

封装尺寸



SYMBOL	MILLIMETER		
	MIN	NOM	MAX
A	—	—	1.60
A1	0.05	0.15	0.25
A2	1.30	1.40	1.50
A3	0.54	0.64	0.74
b	0.19	—	0.27
b1	0.18	0.20	0.23
c	0.13	—	0.18
e1	0.12	0.13	0.14
D	11.80	12.00	12.20
D1	9.80	10.00	10.20
E	11.80	12.00	12.20
E1	9.80	10.00	10.20
e	0.50BSC		
L	0.45	0.60	0.75
L1	1.00BSC		
θ	0	—	8°

应用示意图

