

### 特性描述

TM7712 是应用于电子秤低频测量的双通道模拟前端。该器件可以接受直接来自传感器的低电平的输入信号，然后产生串行的数字输出。利用 $\Sigma$ - $\Delta$ 转换技术实现了 24 位无丢失代码性能。通过选定的输入信号被送到一个基于模拟调制器的增益可编程专用前端。片内数字滤波器处理调制器的输出信号，通过通信口发命令可调节滤波器的截止点和输出更新速率，从而对数字滤波器的第一个陷波进行编程。TM7712 只需 2.6~5.5V 单电源供电。TM7712 是全差分模拟输入，内部自带基准输入。

TM7712 是一款用于高精度电子秤系统的理想产品，由于采用特殊的结构确保器件具有极低功耗，并且内建有掉电模式以减少待机功耗。该芯片还具有集成度高、响应速度快、抗干扰强等优点，可以大大降低电子秤系统的整机成本，提高整机系统的性能和可靠性。

### 功能特点

- 两路可选择差分输入通道的 ADC
- 片内稳压电路，节省成本
- 24 位无丢失代码
- 片内低噪声放大器，可选增益为 32, 64, 128
- $\pm 0.001\%$ 非线性
- 可选 10Hz 和 80Hz 的输出数据速率
- 同步抑制 50Hz 和 60Hz 的电源干扰
- 内置时钟振荡器无需任何外接器件，必要时也可选用外部晶振
- 简单的二线串行通信口
- 上电自动复位电路，芯片初始化更简洁
- 工作电压范围：2.6 ~ 5.5V
- 工作温度范围：-40 ~ +85°C
- 封装形式:SOP16 /DIP16

## 管脚信息

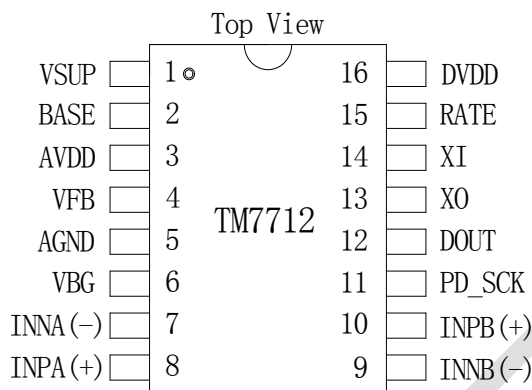


图 1 管脚信息

## 管脚功能

表 1 管脚描述

管脚	名 称	功 能
1	VSUP	稳压电路供电电源: 2.6 ~ 5.5V
2	VASE	稳压电路控制输出 (不用稳压电路时为无连接)
3	AVDD	模拟电源: 2.6 ~ 5.5V
4	VFB	稳压电路控制输入 (不用稳压电路时应接地)
5	AGND	模拟地
6	VBG	参考电源输出
7	INNA	通道 A 负输入端
8	INPA	通道 A 正输入端
9	INNB	通道 B 负输入端
10	INPB	通道 B 正输入端
11	PD_SCK	断电模式 (拉高有效) 和串口时钟输入
12	DOUT	串口数据输出
13	XO	晶振输入 (不用晶振时悬空)
14	XI	外部时钟或晶振输入, 0: 使用片内振荡器
15	RATE	输出数据速率控制, 0: 10Hz; 1: 80Hz
16	DVDD	数字电源: 2.6 ~ 5.5V

## 绝对最大额定值范围

表 2 绝对最大额定值

参数			范围	单位
VCC	电源电压	AVDD, DVDD	-0.4 ~ 6.0	V
VIN	输入端电压范围	VREF, AIN+, AIN-, PD_SCK	-0.4 ~ VCC + 0.4V	V
VOU	输出端电压范围	DOUT	-0.4 ~ +6.0	V
Topr	工作温度范围		-40 ~ +85	℃
Tstg	储存温度范围		-55 ~ +150	℃
ESD	人体模式 (HBM)		4000	V
	机器模式 (MM)		300	V

注: 如果强制将器件在超出本表中所列的条件之下工作可能造成器件永久损坏, 此表列出的仅是工作应力的极限, 并不表示器件可以工作于表中所列条件之下, 或是那些超越工作范围明确规定的其他条件之下。长时间工作于绝对极限值可能会影响器件寿命。

**推荐工作条件范围**

(在-40℃~+85℃下) 除非另有说明

表 3 推荐工作条件

参数		测试条件	TM7712			单位
			最小值	典型值	最大值	
直流参数规格表：						
AVDD	模拟部分电源电压		2.6	5.0	5.5	V
DVDD	数字部分电源电压		2.6	5.0	5.5	V
VIH	高电平输入电压		0.7×DVDD		DVDD	V
VIL	低电平输入电压		GND		0.3×	V
TA	工作温度范围		-40		+85	℃
TJ	工作结温范围		-40		+125	℃
	满额度差分输入范围	V(inp)-V (inn)		±0.5 (AVDD/GAIN)		V
	有效位数	增益：128，速率：10Hz		19.7		Bits
	无噪声位数	增益：128，速率：10Hz		17.3		Bits
INL	积分非线性	满量程的百分比		±0.001		%of FSR
	输入共模电压范围		AGND+1.2		AVDD-1.	V
	输出数据速率	使用片内振荡器，RATE =0		10		Hz
		使用片内振荡器，RATE = DVDD		80		Hz
		外部时钟或晶振，RATE = 0		fclk/1,105,920		Hz
		外部时钟或晶振，RATE = DVDD		fclk/138,240		Hz
	输出数据编码	二进制补码	800000		7FFFFFF	HEX
	输出稳定时间	RATE = 0		400		ms
		RATE = DVDD		50		ms
	输入零点漂移	增益 = 128		0.1		mv
		增益 = 64		0.2		mv
	输入噪声	增益 = 128 ， RATE = 0		50		nv (rms)
		增益 = 128 ， RATE = DVDD		90		nv (rms)
	温度系数	输入零点漂移（增益 = 128 ）		± 12		nV/℃
		增益漂移（增益 = 128 ）		± 7		ppm/℃
	输入共模信号抑制比	增益 = 128 ， RATE = 0		100		dB
	电源干扰抑制比	增益 = 128 ， RATE = 0		100		dB
	输出参考电压(VBG)			1.25		V
	外部时钟或晶振频率		1	11.0592	20	MHz
	模拟电源电流(含稳压电路)	正常工作		1500		μA
		断电		0.01		μA
	数字电源电流	正常工作		100		μA
		断电		0.01		μA

## 串口通信

串口通讯线由管脚 PD\_SCK 和 DOUT 组成，用来输出数据，选择输入通道和增益。当数据输出管脚 DOUT 为高电平时，表明 A/D 转换器还未准备好输出数据，此时串口时钟输入信号 PD\_SCK 应为低电平。当 DOUT 从高电平变低电平后，PD\_SCK 应输入 25 至 27 个不等的时钟脉冲（图二）。其中第一个时钟脉冲的上升沿将读出输出 24 位数据的最高位（MSB），直至第 24 个时钟脉冲完成，24 位输出数据从最高位至最低位逐位输出完成。第 25 至 27 个时钟脉冲用来选择下一次 A/D 转换的输入通道和增益，参见表四。

PD\_SCK 的输入时钟脉冲数不应少于 25 或多于 27，否则会造成串口通讯错误。当 A/D 转换器的输入通道或增益改变时，A/D 转换器需要 4 个数据输出周期才能稳定。DOUT 在 4 个数据输出周期后才会从高电平变低电平，输出有效数据。

表 4 输入通道和增益选择

PD_SCK 脉冲数	输入通道	增益
25	A	128
26	B	32
27	A	64

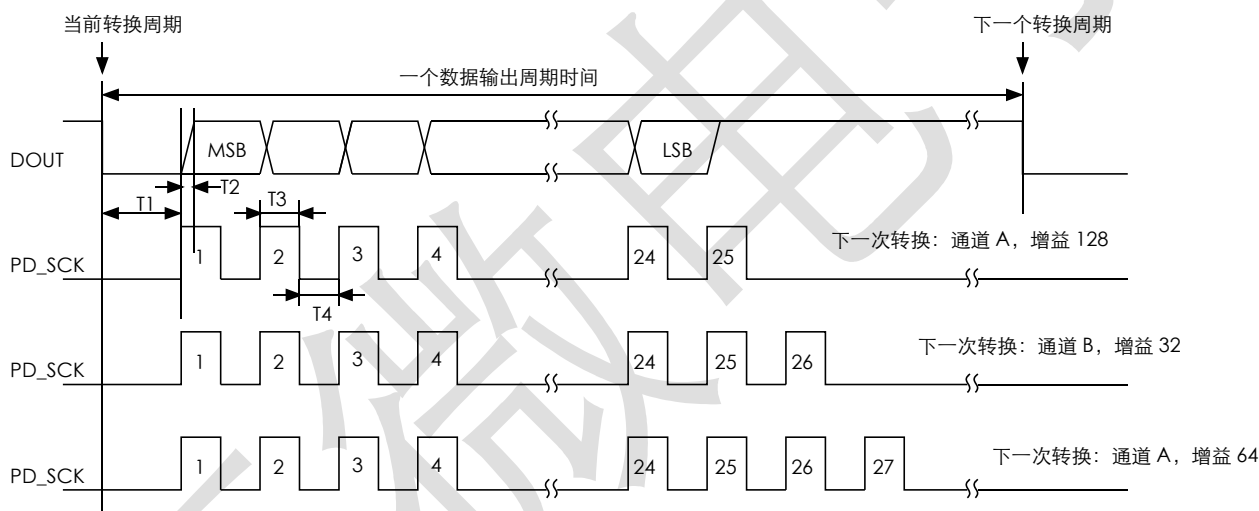


表 5 时序通信参数描述

参数	描述	最小值	典型值	最大值	单位
T1	DOUT 下降沿到 PD_SCK 脉冲上升沿	0.1			μs
T2	PD_SCK 脉冲上升沿到 DOUT 数据有效			0.1	μs
T3*	PD_SCK 正脉冲电平时间	0.2		50	μs
T4	PD_SCK 负脉冲电平时间	0.2			μs

\*注：PD\_SCK 正脉冲电平时间不能超过规定的最大值 50μs，否则会导致读出的 AD 结果数据不正确。

## 模拟输入

（通道 A 模拟差分输入可直接与桥式传感器的差分输出相接。由于桥式传感器输出的信号较小，为了充分利用 A/D 转换器的输入动态范围，该通道的可编程增益较大，为 128 或 64。这些增益所对应的满量程差分输入电压分别 ±20mV 或 ±40mV。通道 B 为固定的 32 增益，所对应的满量程差分输入电压为 ±80mV。通道 B 应用于包括电池在内的系统参数检测。

## 系统时钟和 AD 数据更新率

### (1) 系统时钟

(如果将管脚 XI 接地, TM7712 将自动选择使用内部时钟振荡器, 并自动关闭外部时钟输入和晶振的相关电路。这种情况下, 典型输出数据速率为 10Hz 或 80Hz。 如果需要准确的输出数据速率, 可将外部输入时钟通过一个 20pF 的隔直电容连接到 XI 管脚上, 或将晶振连接到 XI 和 XO 管脚上。这种情况下, 芯片内的时钟振荡器电路会自动关闭, 晶振时钟或外部输入时钟电路被采用。此时, 若晶振频率为 11.0592MHz, 输出数据速率为准确的 10Hz 或 80Hz。输出数据速率与晶振频率以上述关系按比例增加或减少。 使用外部输入时钟时, 外部时钟信号不一定需要为方波。可将 MCU 芯片的晶振输出管脚上的时钟信号通过 20pF 的隔直电容连接到 XI 管脚上, 作为外部时钟输入。外部时钟输入信号的幅值可低至 150mV。

### (2) 数据更新率

TM7712 提供可选 10Hz 和 80Hz 的输出数据速率, 可通过 RATE 简单选择。

## 供电电源

数字电源(DVDD)应使用与 MCU 芯片相同的数字供电电源。 TM7712 芯片内的稳压电路可同时向 A/D 转换器和外部传感器提供模拟电源。稳压电源的供电电压(VSUP)可与数字电源(DVDD)相同。应选择该输出电压比稳压电源的输入电压(VSUP )低至少 100mV。 如果不使用芯片内的稳压电路, 管脚 VSUP 应连接到 DVDD 或 AVDD 中电压较高的一个管脚上。管脚 VBG 上不需要外接电容, 管脚 VFB 应接地, 管脚 BASE 为无连接。

## 复位和掉电模式

当芯片上电时, 芯片内的上电自动复位电路会使芯片自动复位。 管脚 PD\_SCK 输入用来控制 TM7712 的断电。当 PD\_SCK 为低电平时, 芯片处于正常工作状态。如果 PD\_SCK 从低电平变高电平并保持在高电平超过 60μs, TM7712 即进入断电状态 (图3)。如使用片内稳压电源电路, 断电时, 外部传感器和片内 A/D 转换器会被同时断电。当PD\_SCK 重新回到低电平时, 芯片会自动复位后进入正常工作状态。芯片从复位或断电状态进入正常工作状态后, 通道 A 和增益 128 会被自动选择作为第一次 A/D 转换的输入通道和增益。随后的输入通道和增益选择由 PD\_SCK 的脉冲数决定, 参见串口通讯一节。 芯片从复位或断电状态进入正常工作状态后, A/D 转换器需要 4 个数据输出周期才能稳定。DOUT 在 4 个数据输出周期后才会从高电平变低电平, 输出有效数据。

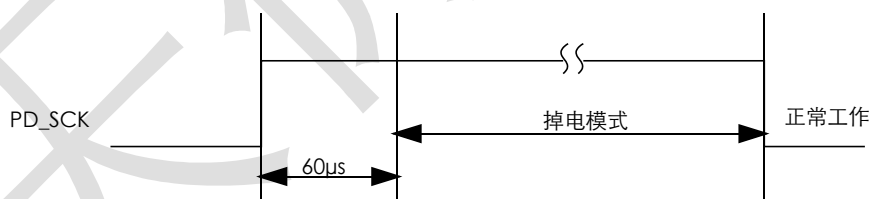
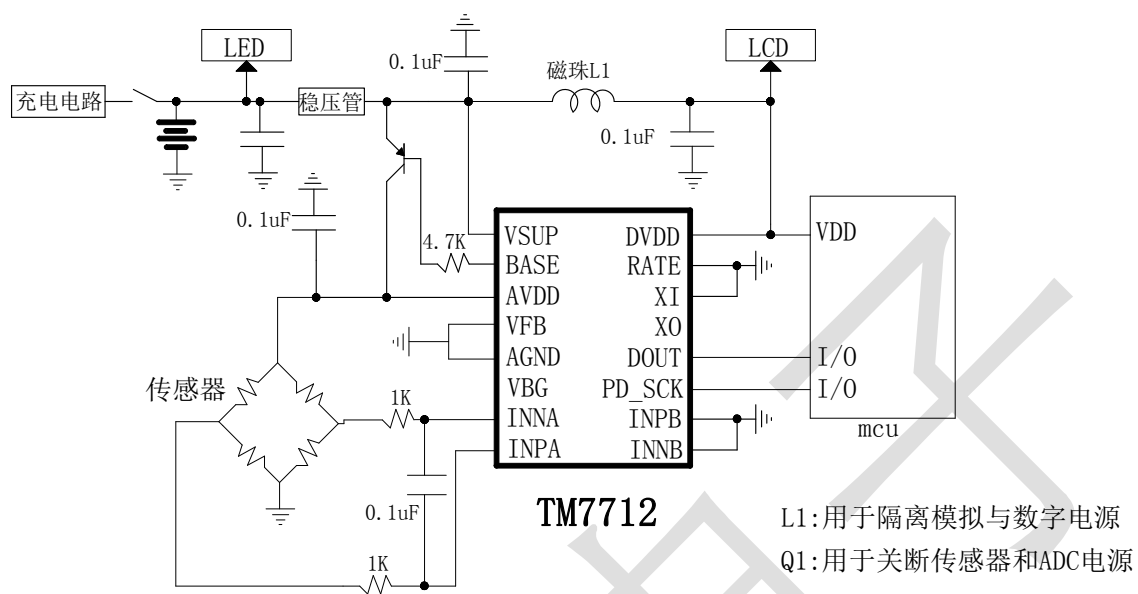


图3 掉电控制

## 典型应用



**参考程序**

C 语言: (仅供参考)

```
/* TM7712.h 头文件*/
#ifndef _TM7712_H_
#define _TM7712_H_

sbit SCLK_TM7712=P1^4;    //定义 SCLK 时钟信号端口
sbit DOUT_TM7712=P1^5;    //定义 DOUT 数据输出端口

void SEND_impulse(unsigned char num); //发送脉冲到 TM7712
unsigned char read_byte_TM7712();    //发送 8 个脉冲并从 TM7712 读取数据
#endif

/* TM7712.c 程序文件*/
#include "TM7712.h"
#include "delay.h"    //延时子程序

void SEND_impulse(unsigned char num) //发送脉冲到 TM7712
{
    unsigned char i;
    for(i=num;i>0;i--)
    {
        SCLK_TM7712=1;
        delay_us(); //延时 1us
        delay_us();
        delay_us();
        delay_us();
        SCLK_TM7712=0;
        delay_us();
        delay_us();
        delay_us();
        delay_us();
    }
}

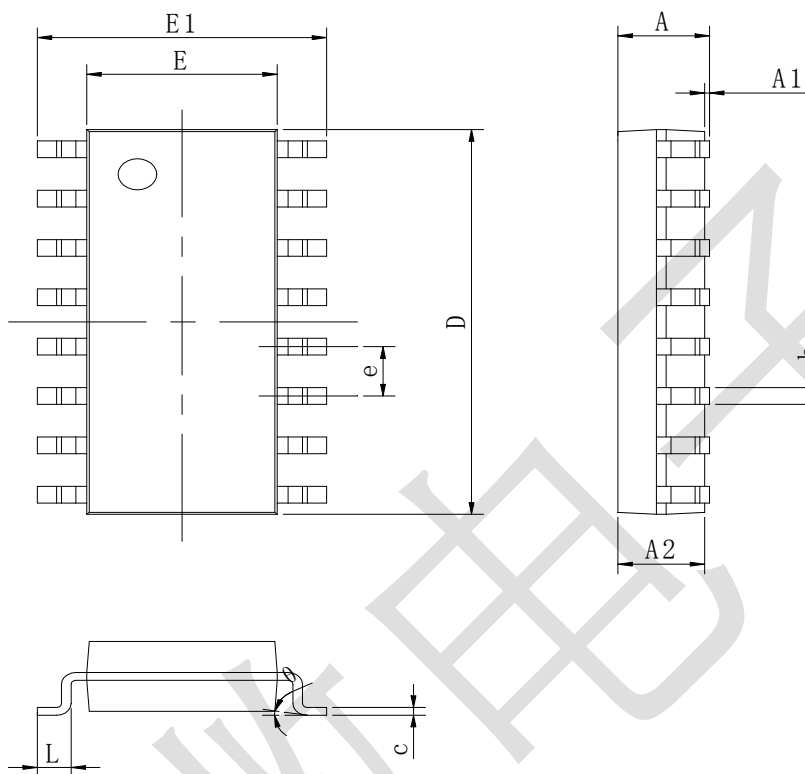
unsigned char read_byte_TM7712() //发送 8 个脉冲并从 TM7712 读取数据
{
    unsigned char i,dat2=0;
    for(i=0;i<8;i++)
    {
        SCLK_TM7712=1;
        delay_us();
        delay_us();
        delay_us();
        delay_us();
        dat2=dat2<<1;
        if(DOUT_TM7712)
        {
            dat2|=0x01;
        }
        else
        {
            dat2&=0xfe;
        }
    }
}
```

```
    }
    SCLK_TM7712=0;
    delay_us();
    delay_us();
    delay_us();
    delay_us();
    }
    return dat2;
    }
/*****主函数*****/
sbit LED=P2^2;
sbit K1=P3^2;
void main()
{
    unsigned char n,temp1,temp2,temp3;
    SCLK_TM7712=0; //拉低 PD_SCK
    while(1)
    {
        while(DOUT_TM7705==1); //等待 DOUT 拉低
        delay_nms(5); //延时 5ms
        temp1=read_byte_TM7712(); //先读高 8
        temp2=read_byte_TM7712(); //再读低 8 位
        temp3=read_byte_TM7712(); //再读低 8 位
        SEND_impulse(1); //共 25 个脉冲，128 增益
    }
}
```



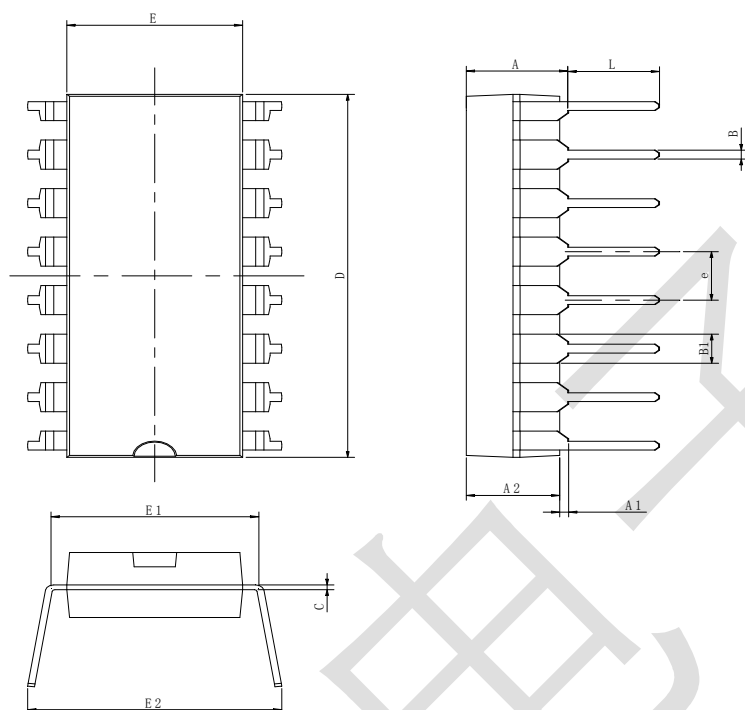
## 封装示意图

### 封装示意图 (SOP16)



Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	1.350	1.750	0.053	0.069
A1	0.100	0.250	0.004	0.010
A2	1.350	1.550	0.053	0.061
b	0.330	0.510	0.013	0.020
c	0.170	0.250	0.007	0.010
D	9.800	10.200	0.386	0.402
E	3.800	4.000	0.150	0.157
E1	5.800	6.200	0.228	0.244
e	1.270(BSC)		0.050(BSC)	
L	0.400	1.270	0.016	0.050
θ	0°	8°	0°	8°

封装示意图 (DIP16)



Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	3.710	4.310	0.146	0.170
A1	0.510	0.020	0.510	
A2	3.200	3.600	0.126	0.142
B	0.380	0.570	0.015	0.022
B1	1.524(BSC)		0.060(BSC)	
C	0.204	0.360	0.008	0.014
D	18.800	19.200	0.740	0.756
E	6.200	6.600	0.244	0.260
E1	7.320	7.920	0.288	0.312
e	2.540(BSC)		0.100(BSC)	
L	3.000	3.600	0.118	0.142
E2	8.400	9.000	0.331	0.354