



珠海炬力集成电路设计有限公司

ATT7021

用户手册



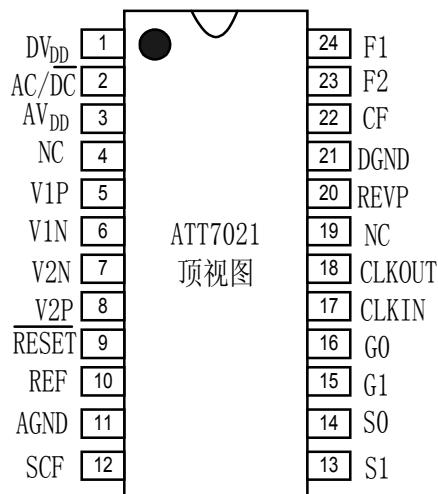
ATT7021 用户说明

■ 特点

- 线性度好，一点校准误差可以保证误差小于 0.1%，动态工作范围大于 500: 1。
- 高频输出脉冲适宜于计算机数据处理；低频输出脉冲能直接驱动脉冲电机。
- 电流通道增益可调，在电流通道输入端可以使用小的电阻值锰铜。
- 具有真正的反窃电功能逻辑输出 REVP 用于监测负功率, 能够精确测量正负两个方向的有功功率, 且以同一个方向累计电能。
- 具有防潜动功能。
- 可靠性好。
- +5V 单电源工作，低功耗。
- 具有电源监控电路，监测掉电状况；同时具有参考电压输出。
- 无跳变的 CF 输出使调表更快捷、更准确。
- 具有完全的自主知识产权，具有四项专利。
- 完全兼容 ADE7755。

已申请四项国家专利, 申请专利号为: **02131733.X; 02131732.1; 02249293.3; 02500093.4**

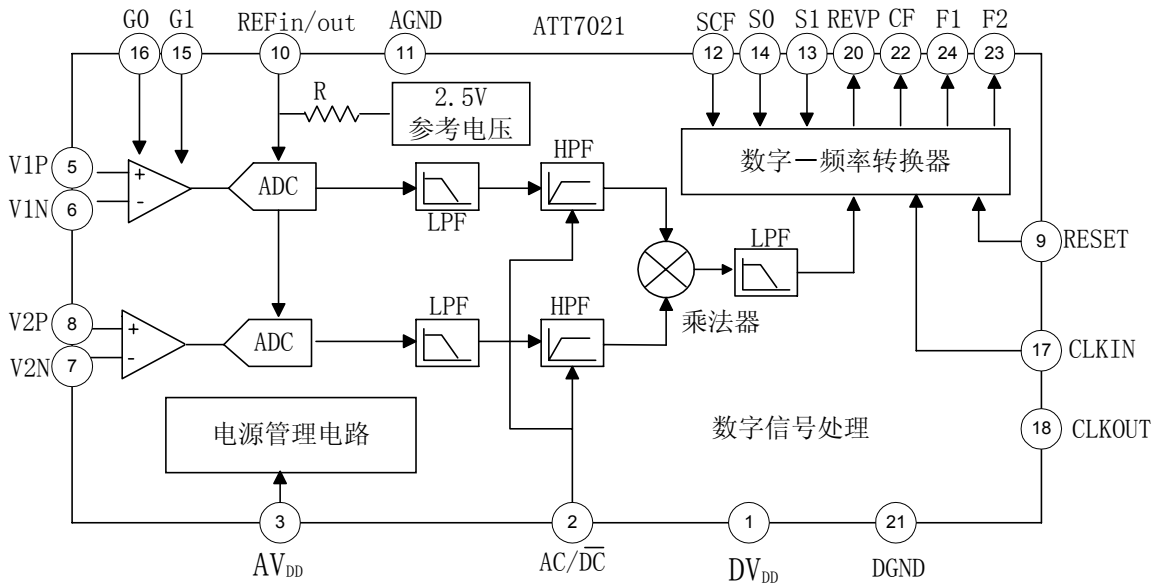
ATT7021 有 24 脚 DIP 和 SSOP 两种封装。



引脚排列图 (DIP 和 SSOP) (不按比例)



ATT7021 IC 内部框图



■ 管脚描述

管脚号	符号	说明
1, 3	AV _{DD} , DV _{DD}	模拟电源、数字电源引脚
2	AC/ \overline{DC}	高通滤波器选择脚
4, 19	NC	不连接
5, 6	V _{1P} , V _{1N}	电流取样信号输入
7, 8	V _{2N} , V _{2P}	电压取样信号输入
9	RESET	复位引脚
10	REF	参考电压引脚
11, 21	AGND, DGND	模拟地和数字地
12	SCF	校验频率选择
13, 14	S1, S0	频率转换系数选择引脚
15, 16	G1, G0	通道 1 增益选择
17, 18	CLKIN, CLKOUT	外部时钟输入、频率输出
20	REVP	负向有功功率指示信号
22	CF	高频脉冲输出
23, 24	F2, F1	低频脉冲输出

注)CF 作为校验端，见应用原理图。



■ 技术参数

电气特性 (Ta=25°C, AV_{DD}=5V, DV_{DD}=5V, f_{OSC}=3.579545MHz, θ (V_I~V_V)=0)

测量项目	符 号	测量条件	测量点	最小	典型	最大	单位
正电源电流	I _{DD}	V _V =0.248V V _I =1.75mV	电源输出		4	5.5	mA
参考电压	V _{ref}	V _V , V _I =0	Pin10	2.3	2.5	2.7	V
参考电压温度系数	δ	改变温度进行测试	Pin10		30	60	ppm/°C
逻辑输出	REVP	φ=π, I _{SOURCE} =10mA, DV _{DD} =5V	Pin9	4.5			V
		φ=0, I _{SINK} =10mA, DV _{DD} =5V				0.5	V
	F1 F2 CF	I _{SOURCE} =10mA, DV _{DD} =5V I _{SINK} =10mA, DV _{DD} =5V	Pin22 Pin23 Pin24	高电平 4		低电平 0.5	V
逻辑输入	SCF S0,S1 G0,G1 AC/DC Reset	DV _{DD} =5V±5%		高电平 4.5		低电平 0.8	
启动电流	I _{STAR}	DV _{DD} =5V		见指标说明部分			
精度	E	动态范围 500: 1 G=1,2,8,16.	Pin22			0.1	%

极限参数 (T = 25 °C)

项 目	符 号	极 值	单 位
数字电源电压	DV _{DD}	-0.3~+7	V
模拟电源电压	AV _{DD}	-0.3~+7	V
电流采样电压	V _V	-6 ~ +6	V
电压采样电压	V _I	-6 ~ +6	V
工作温度	T _{opr}	-40 ~ +85	°C
贮藏温度	T _{str}	-65 ~ +150	°C



■ 指标说明

1) 模拟输入的范围:

a. 模拟输入的带宽为 14KHz (时钟为 3.58MHz 时);

b. 电流通道 (V1P/V1N) 的输入范围为 $0 \sim \pm 470\text{mV}$ (这是最大差动峰值, 正弦波时电压有效值为 330mV , 对应 $G=1$ 时)。电压通道 (V2P/V2N) 的输入范围为 $0 \sim \pm 660\text{mV}$ (最大差动峰值, 有效值 466mV)。

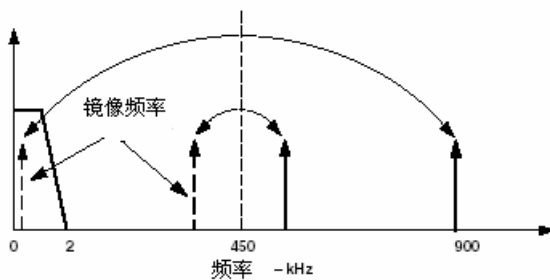
2) 百分比误差 ATT7021 的电能测量误差用下式定义: 百分比误差 = $\frac{\text{测量值} - \text{真值}}{\text{真值}} \times 100\%$

ATT7021, 在动态范围 500: 1 内误差小于 0.1%。

3) 启动电流及防潜动: ATT7021 包括一个空载阈值和启动电流特性, 具有防潜动功能。ATT7021 设定了一个最小输出频率, 当负载产生的频率低于这个最小频率时, ATT7021 的高频输出和低频输出都没有脉冲输出。这个最小输出频率是满度输出频率对应的 F_{1-4} 的 0.0014%, 见下表 II。例如, 某电度表的仪表常数为 100imp/kWhr , F_1, F_2 选用的 F_{1-4} 为 3.4Hz , $\text{SCF}=1$, 那么, 在 F_1 或 F_2 端的最小输出频率是 3.4Hz 的 0.0014%, 即为 0.0000476Hz 。CF 端的最小输出频率是 $3.05 \times 10^{-3}\text{Hz}$ ($64 \times F_1\text{Hz}$)。由于 100imp/kWhr 是指每千瓦小时对应需要 ATT7021 输出 100 个脉冲, 那么这段时间内的 F_1/F_2 的频率就可以计算求出: $100\text{imp/h} = 100/3600 = 0.027777\text{Hz}$ 。1 小时之内平均 1kW 功率负载时对应的要求 ATT7021 输出 F_1/F_2 的频率为 0.027777Hz 。那么, 0.0000476Hz 对应的负载功率即为 $0.0000476/0.027777 = 0.0017\text{kW}$ 。因此空载阈值等效于 1.7W 负载, 在 220V 情况下对应的电流即为 8mA , 这就是电能表的启动电流。这个值与 IEC1036 规定的比较, 后者要求启动电流 $\leq 0.4\%I_b$ (基本电流), 对于 I_b 为 5A 的电度表, $0.4\%I_b$ 是 20mA 。

■ ATT7021 抗混叠滤波器的设计:

抗混叠滤波器是一种低通滤波器, 它放置在 ADC 的模拟输入之前。为了防止由于采样可能引起的混叠 (也称失真), 必须采用抗混叠滤波器。下图示意了这种混叠效应:



ATT7021 内部使用 2 个 16 位二阶 $\Sigma-\Delta$ 模数转换器对电压和电流信号进行采样、数字化。它具有很高的采样速率, 采样速率为 895KHz 。从上图中可以看出大于 450KHz (称为奈奎斯特频率) 那些频率分量 (黑色箭头所示的频率) 在 450KHz 以下形成镜像或混叠频率 (空心箭头所示的频率)。这是 ADC 固有的特性, 不管什么样的 ADC 都有这种特性。从上面的图示可以看出, 只有靠近采样频率 (895KHz) 的镜像频率才能进入对电能表有用的带宽, 即 $0 \sim 2\text{KHz}$ 。因此可以使用一种非常简单的低通滤波器对高频 (895KHz) 分量进行衰减, 从而防止有用频带内的失真, 或者称为混叠。我们这里使用最简单的 RC 滤波器。通常我们选择 $R=1\text{K}\Omega$, $C=0.01\mu\text{F}$ (即 10nF , 在通用的数字电子设计中容值为 $0.01\mu\text{F}$ 的电容器是非常通用的, 这是我们选择 $0.01\mu\text{F}$ 的原因, 正如为什么选 3.58M 为主时钟一样——因为 3.58M 是彩色电视机中用晶体, 非常常见), 这时 -3dB 带宽为 15.8KHz 。



■ 应用资料

1. ATT7021 低频脉冲输出 F1/F2 的；频率与两个通道输入电压的关系是这样的：

$$F = (8.06 \times V1 \times V2 \times G \times F_{1-4}) / V_{REF}^2$$

式中：

F-----引脚 F1, F2 输出的脉冲频率 (Hz)

V1----通道 1 差动输出电压有效值 (V)

V2----通道 2 差动输入电压有效值 (V)

G-----1, 2, 8, 16。G1G0=00 对应 G=1；G1G0=01 对应 G=2；G1G0=10 对应 G=8；G1G0=11 对应 G=16；

V_{REF}----基准电压 (2.5V±8%) (V)

F₁₋₄----由主时钼 CLKIN 分频获得，分频系数由 S0 和 S1 确定，见表 II。

2. ATT7021 的高频输出脉冲 CF 用于电能表的校验。CF 的频率是 F1/F2 频率的整数倍。具体两者之间的关系由 SCF, S1, S0 的状态决定。详见表 II。

F1 和 F2 的输出频率 (100imp/kWhr)

S1, S0, SCF 与频率输出的关系(满度输入)

表 I :

I _{MAX}	F1 and F2 (Hz)
12.5 A	0.076
25 A	0.153
40 A	0.244
60 A	0.367
80 A	0.489
120 A	0.733

表 II:

SCF,S1,S0	F ₁₋₄	F1/2 (Hz)	CF(Hz)
100	1.7	0.34	128×F1,F2
000			64×F1,F2
101	3.4	0.68	64×F1,F2
001			32×F1,F2
110	6.8	1.36	32×F1,F2
010			16×F1,F2
111	13.6	2.72	16×F1,F2
011			2048×F1,F2

注：1) 用户可以根据上表的频率选择 F1, F2 的最高输出频率来驱动计度器。

2) CF 频率输出作为仪表校验使用，同时在多费率电能表应用中可以作为有功功率的累积对象。

3. 用 ATT7021 设计电能表如何选择 F1/F2 及 CF 的频率

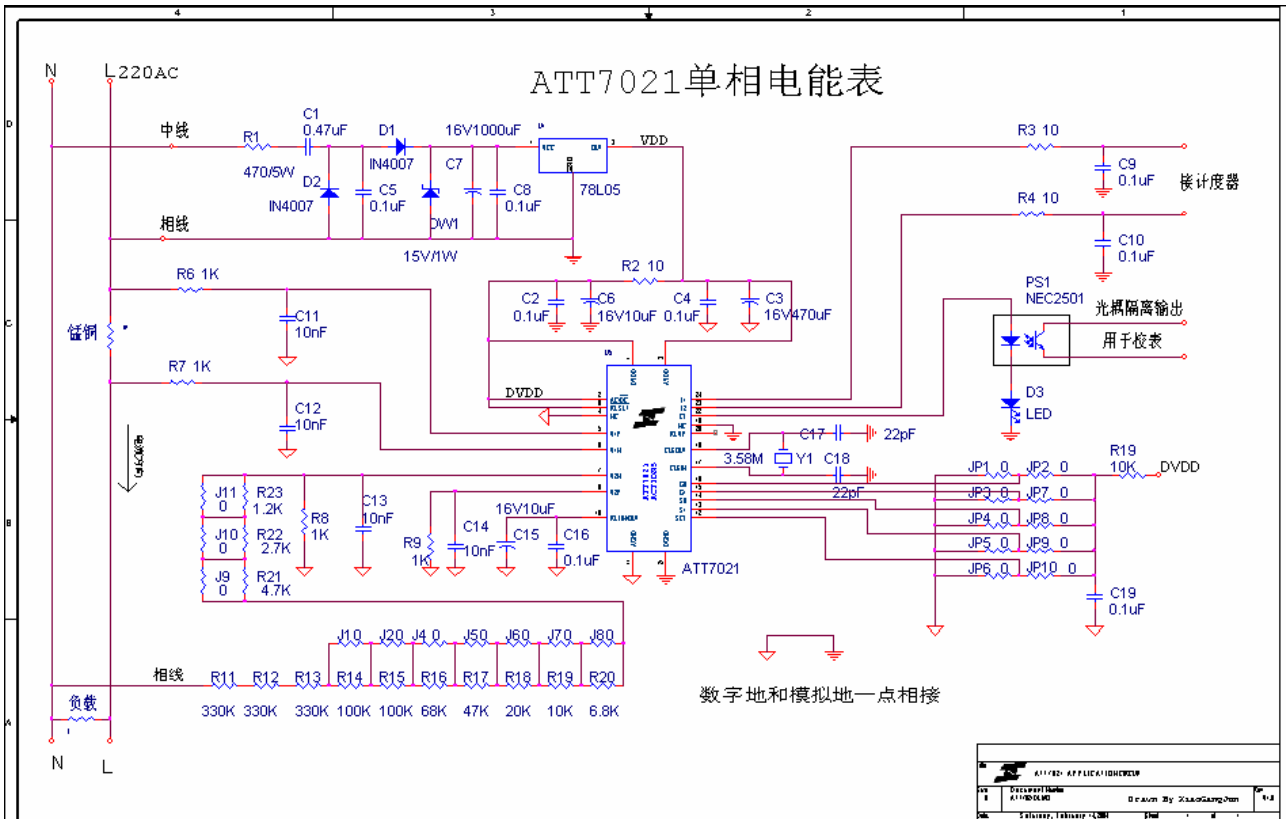
用户可以从表 II 所给出的 4 个频率 (1.7、3.4、6.8、13.6Hz) 中选择一个，这个频率决定了 F1/F2 的最高输出频率，这 4 个频率是针对仪表常数为 100imp/kWhr，最大电流为 10A~120A 之间的电能表设计的。上表 I 中列出了在线电压为 220VAC 情况下，几种最大电流对应的输出频率。它是这样计算出来的：

$$F = C \times \frac{U \times I_{MAX}}{1000 \times 3600} \quad (\text{其中 } C \text{ 为脉冲常数, 单位 imp/kWhr; } U \text{ 为线电压有效值, } I_{max} \text{ 为最大电流})。$$

如 I_{max}=120A，则 F=100×220×120/(1000×3600)=2.72Hz。很显然，ATT7021 的 F1/F2 的频率输出完全满足表 I 中 F1/F2 的频率范围的要求。通常的一个设计准则就是：在最大负载时流过的电流值通过锰铜所产生的电压值不应超过 ATT7021 电流通道的半满度值，这样考虑是为了能够适应准确计量过流信号时的电能消耗和电流峰峰值短时过高时的电能消耗。



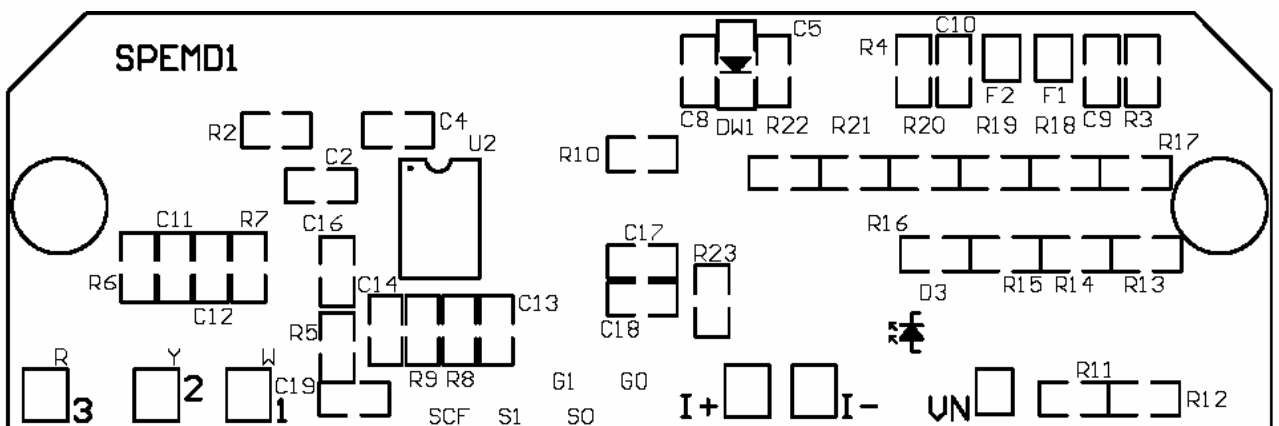
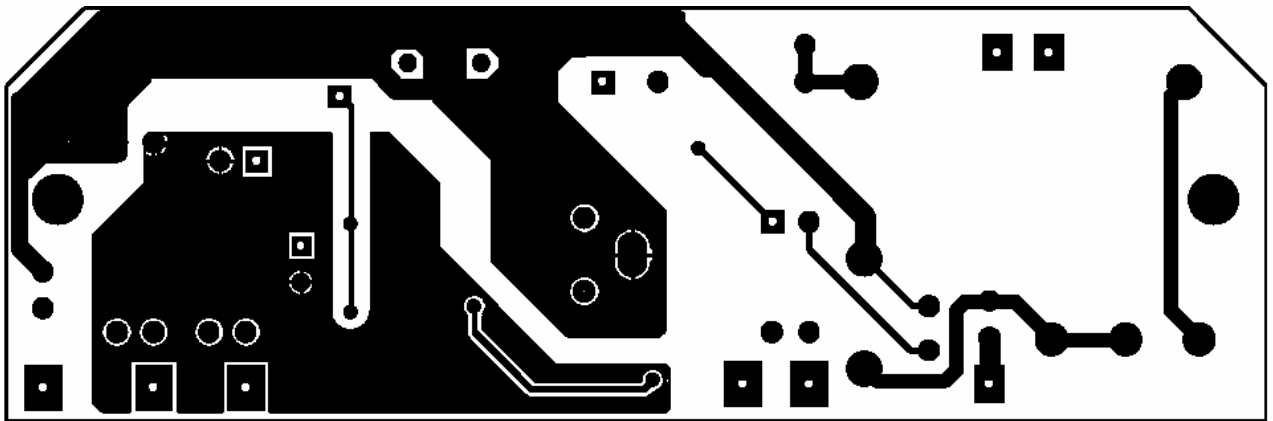
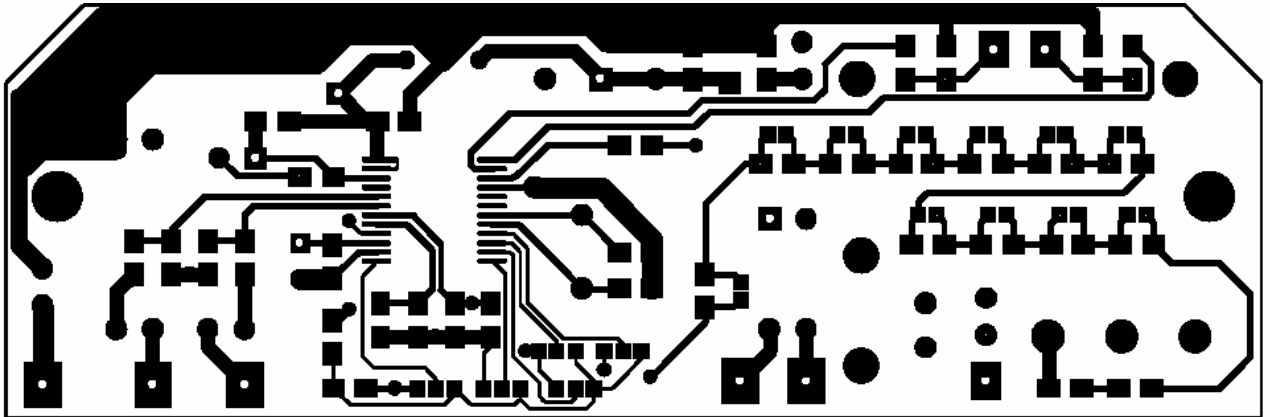
应用线路图:

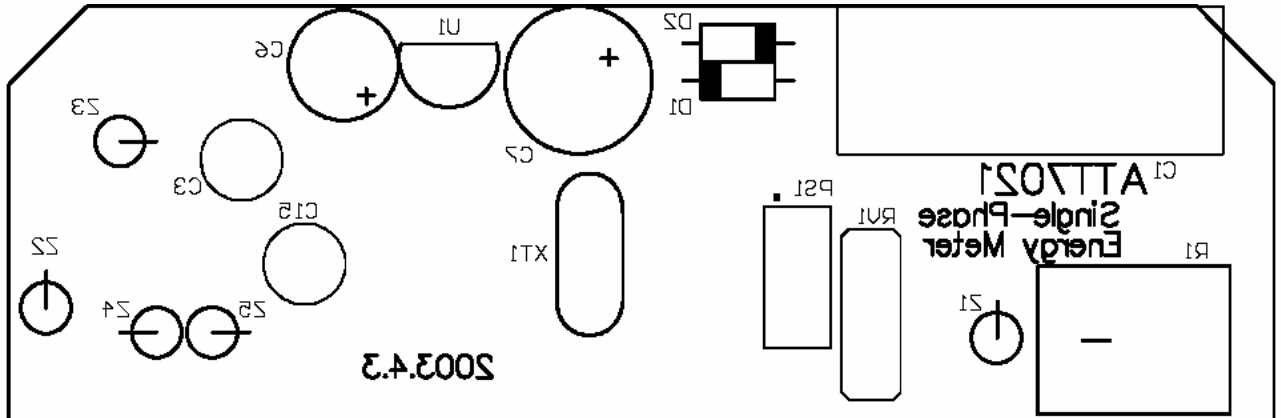


PCB 设计要点:

- 1、一定要注意系统能够模拟地与系统数字地分开，通过一点相接。
- 2、3.579545M 晶体的接地电容接数字地。
- 3、系统的电源电路接地点为系统的数字地。
- 4、ATT7021 的 AGND PIN 为 IC 模拟地，设计 PCB 时必须接系统模拟地。
- 5、ATT7021 的 DGND PIN 为 IC 数字地，设计 PCB 时必须接系统数字地。
- 6、PCB 模拟铺地尽可能大。
- 7、电流采样模拟输入走线尽可能短，并且要求对称。
- 8、ATT7021 参考电压输出 PIN V_{REF} 的电容靠近 IC 管脚，电容接系统模拟地。
- 9、注意抗混叠滤波器的电容值为 0.01uF (10nF)。

下面是应用线路参考 PCB:





BOM:

Part	Used	PartType	Designators
1	2		DW1 XT1
2	21	0	J1 J2 J3 J4 J5 J6 J7 J8 J9 J10 J11 JP1 JP2 JP3 JP4 JP5 JP6 JP7 JP8 JP9 JP10
3	8	0.1U	C2 C4 C5 C8 C9 C10 C16 C19
4	4	10nF	C11 C12 C13 C14
5	1	0.47UF/250V	C1
6	1	1.2K	R23
7	4	1K	R6 R7 R8 R9
8	1	2.7K	R22
9	1	4.7K	R21
10	1	6.8K	R20
11	2	10K	R5 R19
12	2	10U/50V	C3 C15
13	1	14K420	RV1
14	1	20K	R18
15	2	22P	C17 C18
16	1	47K	R17
17	1	68K	R16
18	3	100	R2 R3 R4
19	3	100K	R14 R15
20	2	330K	R11 R12 R13
21	1	470/5W	R1
22	1	470U/16V	C6
23	1	510	R10



24	1	1000U/25V	C7
25	1	ATT7021	U2
26	2	IN4007	D1 D2
27	1	LED	D3
28	1	NEC2501	PS1
29	1	WS78L05	U1