

# TP199A1 应用笔记——电子烟

### TP199A1 电子烟应用简介

TP199A1 是一款 Zero-drift 的电流采样放大器，共模输入电压范围-0.3V 到 36V。固定增益：50V/V。

电子烟是一个大功率的手持设备,需要准确的电流反馈,控制雾化器的输出功率和检测雾化器的电阻是否匹配.确保雾化器没有短路或者断路,电子烟正常工作。

电子烟的雾化器驱动电路框图如图 1，TP199 单芯片完成高侧电流信号的放大。可见 TP199A1 非常适合电子烟的应用。

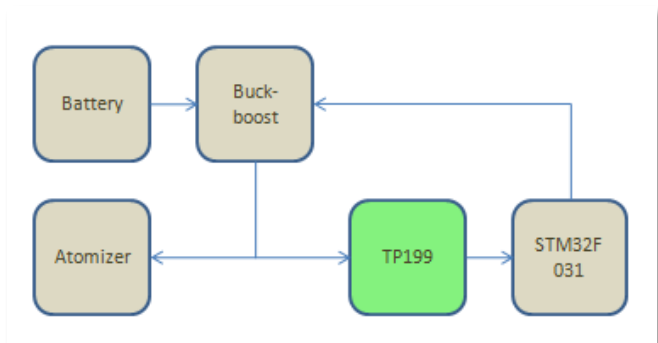


图 1.

### TP199A1 在电子烟系统中原理图

电路图如图 2，由于电子烟的雾化器属于纯电阻负载，所以 Rsense 上流过的电流是单向的。所以我们将 TP199A1 配置成单向模式把 REF 引脚接地。

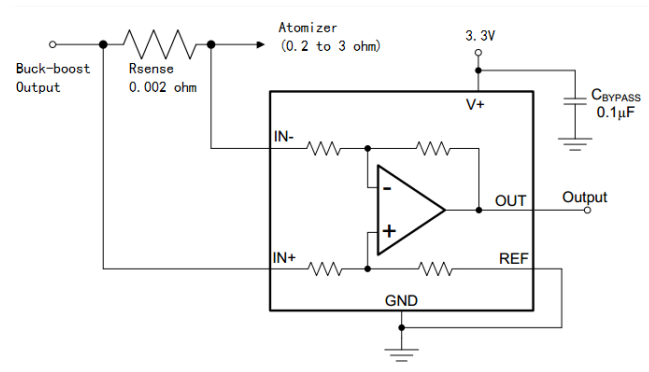


图 2.

TP199A1 单向配置的输出响应如图 3 所示，REF 引脚接地，输出电压被偏置到 0V。输出电压只能响应正向的差分输入电压。

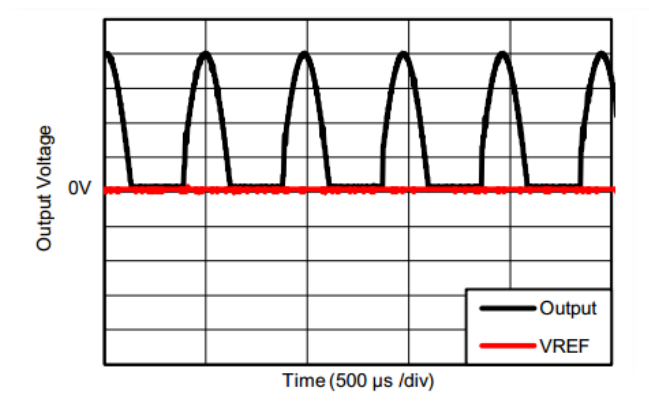


图 3.

### 工作原理（被测雾化器电阻 30hm）

1. MCU 控制 Buck-boost\_Vout=6V 电压。
2. 流过雾化器上的电流  $I=6/3.002=1.998A$
3. 采样电路上获得的分压为：  
 $V_{rsense}=1.998*0.002=0.003997V$
4. 通过 TP199 放大 50 倍以后，  
 $TP199\_Vout=V_{rsense}*50=0.1999V$
5. MCU 处理雾化器通过的电流：

$$I=TP199\_Vout/50/0.002$$

6. MCU 处理雾化器的电阻为:

$$R=(Buck-boost\_Vout-Vrsense)/I=(6-0.003997)/1.998=3\Omega$$

到了这里，电子烟识别雾化器参数已经完成。

### 系统噪声指标

噪声框图如图 4.

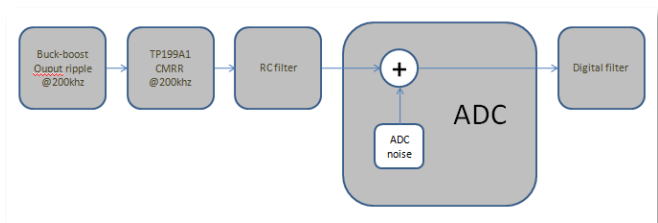


图 4.

雾化器参数识别的范围需要 0.2~3Ω,分辨率需要 0.01Ω, 输出跳动正负 0.01Ω。

那么问题来了。系统的噪声性能能不能满足应用需求呢?

首先，噪声要达到什么指标才能满足系统的需要：

当被测雾化器电阻为 3Ω 时，负载变化 0.01Ω，TP199A1 输出电压变化：

$$Rload1=3\Omega, TP199\_Vout1=6/3.002*0.002*50=0.199866755V$$

$$Rload2=3.01\Omega, TP199\_Vout2=6/3.012*0.002*50=0.199203187V$$

雾化器电阻变化 0.01Ω,TP199A1 输出仅仅变化：  
dVout=0.66mV

所以输出跳动需要小于正负 0.01Ω, 系统噪声峰峰值  
小于<1.32mV！

### 测试 STM32 ADC 量化噪声

MCU 的性能评估框图如图 5.

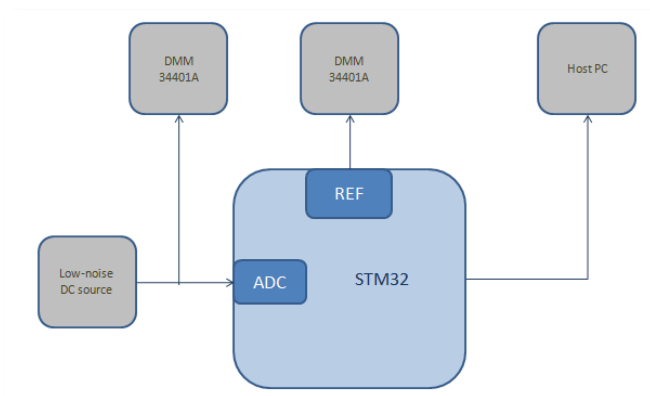


图 5.

STM32F031 内置 12 位 ADC，参考电压 3.3V。评估方法如下。

1. 校准 ADC Offset : DC source 输出 100mV DC
2. STM32 运行 Test 程序，把 ADC 转换结果输出到 Host PC。

(Test 程序如下:

```
ADC_Data=Get_Adc_Data(ADC_CH1); // 获取 ADC 转换结果

ADC_Input_Voltage=(float) ADC_Data
*(ADC_REF/4096)+ADC_Offset;

// 计算 ADC 输入电压

printf("%f\r\n", ADC_Input_Voltage); // 打印数据到 Host PC

/*其中 ADC_REF 是 REF 引脚万用表直接读数，
ADC_Offset 是 ADC_Offset 为 0 时的转换结果与输入引脚万用表读数的差值。*/
```

ADC Output Noise :

ADC 转换 1000 次,测试结果如下：

MAX(V)	0.106367
MIN(V)	0.095148

Noise pk-pk(V)	0.011219
Standard Deviation(V)	0.001720654

STM32ADC 量化噪声峰峰值 Vpp\_Noise=11.219mV.

### TP199A1 CMRR@200Khz

接下来评估 TP199A1 的输出噪声,由于 TP199A1 自身的噪声远小于 1mV,我们需要评估 TP199A1 对 Buckboost 输出噪声的抑制。

Buck-boost 输出噪声 **200mVpk-pk@200Khz**

TP199A1 的 **CMRR@200Khz,RTI =57dB,RTO=23dB , VCM/VOUT= 14.125**

在 Buck-boost 输出噪声的作用下, TP199A1 输出 **200mV/14.125 =14.16mVpk-pk@200Khz**

### TP199A1 输出滤波 RC

为了降低 Buck-boost 输出噪声对系统的影响,可以考虑在 TP199A1 的输出增加一个 RC 电路。

建议值可以是 **R=2kOhm , C=1nF。**

**Xc@200khz =0.796Ohm。**

**VIN/VOUT@200Khz=3.86。**

输入 ADC 的噪声 **14.16/2.74=3.67mVpp @200khz**

### 总噪声峰峰值

总噪声峰峰值= ADC\_量化噪声峰峰值+ADC\_输入纹波峰峰值=**11.219mV+3.67mV=14.889mV**

### 数字滤波器 ( Average )

n 为需要的平均次数

$$D(\bar{X}) = \frac{D(X)}{n}, SD(\bar{X}) = \frac{SD(X)}{\sqrt{n}}$$

取 100 次平均以后: 平均以后的总噪声峰峰值 =**14.889/sqrt(100)= 1.4889mV**

### 结果显示

电阻的跳动=平均以后的总噪声峰峰值/最小分辨率 ADC 输出变化\*最小分辨率=**1.4889/0.66\*0.01=0.0226**

雾化器电阻显示结果最大值=3.0113 进行四舍五入显示 **3.01Ohm**

雾化器电阻显示结果最小值= 2.9887 进行四舍五入显示 **2.99Ohm**

### 总结

系统的总噪声来自于 ADC\_量化噪声和 ADC\_输入纹波, 需要外部电路加强对 Buck-boost 纹波的抑制。并且需要数字滤波对系统总噪声的抑制。

**3PEAK and the 3PEAK logo are registered trademarks of 3PEAK INCORPORATED. All other trademarks are the property of their respective owners.**