

真有效值转换器 AD536A 测试简介

一、AD536A 简介

AD536A 是美国 AD 公司的真有效值转直流值的单块集成电路。它的性能十分优良 ,可以直接计算输入的任何复杂波形 (包括交、直流成分) 的真有效值。它特有的峰值因数补偿电路 ,使其在峰值因数达到 7 时测量误差仅为 1 %。AD536A 的频带很宽,它可以测量到频率为 300kHz、电压值在 100mV 以上带有 3dB 误差的信号电平。AD536A 有一个辅助 DB 输出引脚,均方根输出信号的对数被带到一个单独的引脚,以实现 dB 转换,并具有 60 dB 的有用动态范围。利用外部提供的参考电压,用户能方便设置 0dB 电平 ,使其可以对应于从 0.1V 到 2V 之间的任何有效值。

AD536A 的引脚配置和功能说明:

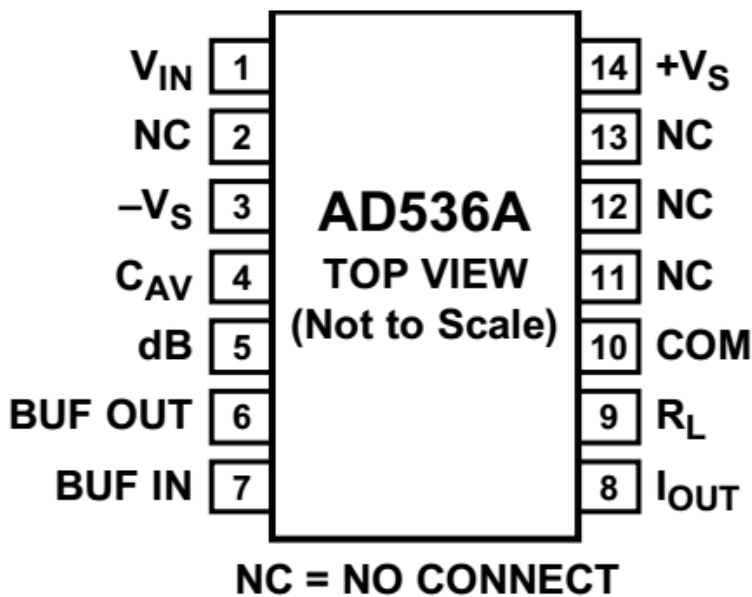


图 1: DIP 封装引脚配置

表 1: DIP 封装管脚功能描述

管脚	符号	作用
1	Vin	交流电压信号输入
2	NC	空脚
3	- Vs	接负电源
4	Cav	接滤波电容 ,并由此确定稳定时间
5	dB	分贝输出端
6	OUT	缓冲输出端
7	IN	缓冲输入端
8	Iout	电流输出端
9	RI	可外接电阻以调节精度
10	COMMON	接地端
11	NC	空脚
12	NC	空脚
13	NC	空脚
14	+ Vs	接正电源

RMS（真有效值）是对交流信号幅度的基本量度，可以分别从实用角度和数学角度予以定义。从实用角度定义是：一个交流信号的真有效值等于在同一负载上产生同等热量所需的直流量。例如，1V 真有效值交流信号与 1V 直流信号在同一电阻上产生的热量相同。从数学角度定义是：电压的真有效值定义如下：（经过简化的公式，等同于零平均值统计信号的标准偏差）这包括求信号的平方，取平均值，然后获得其平方根。取平均值的时间必须足够长，以便能在所需的最低工作频率进行滤波。

$$E_{rms} = \sqrt{AVG(V^2)}$$

波形的波峰因数定义为峰值与其真有效值值之比。振幅对称方波或直流水平波形等信号的波峰因数为 1。其它性质更复杂的波形则具有较高的波峰因数。

二、AD536A 的工作原理

AD536A 采用隐式真有效值算法，图二为 AD536A 的简化原理图，它分为四个主要部分：绝对值电路（有源整流器）、平方器/除法器、精密电流镜和输出缓冲器。AD536A 执行的实际计算遵循等式。

$$V_{rms} = \text{Avg} \left[\frac{V_{in}^2}{V_{rms}} \right]$$

AD536A 的输入电压（VIN），由有源整流器（A1，A2）转换为单极电流（I1）。I1 驱动平方器/分频器的一个输入端。

$$I_4 = I_1^2 / I_3$$

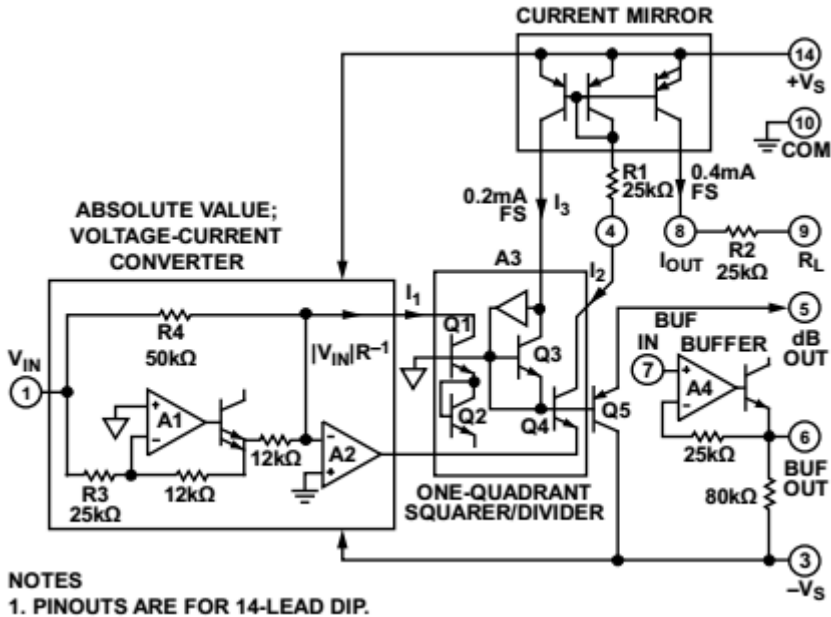
平方器/分频器的输出电流 I4 通过由 R1 和外部电容 CAV 组成的低通滤波器驱动电流镜。如果 R1，CAV 时间常数远大于输入信号的最长周期，那么 I4 是有效的平均值。电流镜反馈回等于 Avg [I4] 的电流 I3，回到平方器/分频器以完成隐式均方根计算。从而：

$$I_4 = \text{Avg} [I_1^2 / I_4] = I_{1rms}$$

电流镜也产生输出电流 IOUT，其等于 2I4。IOUT 可以直接使用，或者可以通过 R2 转换为电压并通过缓冲器，以提供低阻抗电压输出。AD536A 的传递函数产生以下结果：

$$V_{out} = 2R2 \times I_{rms} = V_{inrms}$$

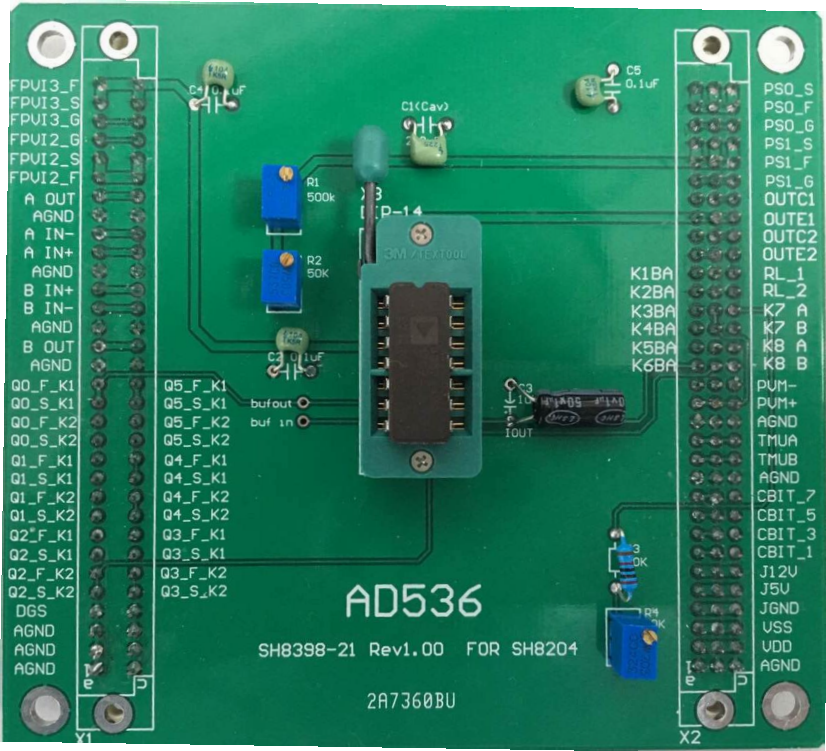
dB 输出源自于 Q3 的发射极，因为此处的电压与 -log VIN 成比例。发射极跟随器 Q5 对这个电压进行缓冲和电平转换，当外部提供的 Q5 发射极电流接近 I3 时，dB 输出电压为零。



图二：AD536A 的简化原理图

三、AD536A 的测试

我们在 STS8205 的 SH8204 类别板上对 AD536A 测试，可以测试 total error、db 输出、失调电压等参数。图三为 AD536 的测试适配器。



图三：AD536 的测试适配器

测试原理简述如下：VS+接 FPVI0 提供正电源，VS-接 FPVI3 提供负电源。Vin 接到 FPVI2 提供输入电平，CAV 接滤波电容接 VS+，dB 脚接电容接地，FPVI1 提供 dB 脚的电流，调整对应的 Rms 电压，dB 脚还通过继电器接 QVM+，通过 QVM+测量 dB 管脚上的电压。BUF OUT 接 FOVI1，提供需要的负载或电压，接继电器接 QVM+进行精密测量。

四、重点参数简介

dB 的误差参数：首先调节电路使 0DB=1Vrms，然后用 FPVI2 的 100mV 档给出 7mV 直流电压，QVM 测量 dB 管脚的输出电压 V1。FPVI2 的 10V 档给出 7V 直流电压，QVM 测量 dB 管脚的输出电压 V2。带入下列公式进行计算：

$$Error_{DB} = |V1 - V2|/3 - 60$$

下面是节选的 AD536A 测试数据，供参考：

PART_ID	PASSPG	VRMS_COV (VIN=1V)	VRMSerror	Iref	DBout (0dB 对应0mV)	Error	dB out (0.07V)	dB out (7V)	Scalefactor	Rin	Iq	Rout	VOS	VOS1	OutVOLTageSWING (5V)	OutVOLTageSWING (15 V)
Min				5.000		-0.600				13.330		20.000			2.000	11.000
Max				80.000		0.600				20.000	2.000	30.000	2.000	2.000		
Unit		mV	mV	uA	mV	dB			mV/DB	kΩ	mA	kΩ	mV	mV	V	V
55	Pass	1010.396	10.104	37.380	0.033	0.350	68.734	-50.215	2.974	17.723	1.287	26.635	1.319	0.033	3.136	13.082
56	Pass	1010.346	9.292	37.380	0.034	0.339	68.768	-50.216	2.975	17.735	1.287	26.635	1.321	0.022	3.136	13.082
57	Pass	1010.382	10.090	37.380	0.034	0.363	68.701	-50.210	2.973	17.735	1.287	26.635	1.321	0.025	3.136	13.082
58	Pass	1010.342	10.050	37.380	0.035	0.357	68.724	-50.206	2.973	17.735	1.287	26.635	1.321	0.032	3.136	13.082
59	Pass	1010.375	10.083	37.380	0.037	0.338	68.768	-50.217	2.975	17.735	1.287	26.635	1.323	0.026	3.136	13.082
60	Pass	1008.896	7.841	37.376	0.039	0.340	68.756	-50.225	2.975	17.735	1.287	26.635	1.323	0.025	3.136	13.082
61	Pass	1010.803	9.748	37.376	0.034	0.360	68.708	-50.213	2.973	17.735	1.287	26.635	1.324	0.035	3.136	13.082
62	Pass	1010.462	10.171	37.376	0.038	0.344	68.745	-50.224	2.974	17.735	1.287	26.635	1.324	0.018	3.136	13.082
63	Pass	1010.466	10.175	37.380	0.039	0.356	68.723	-50.209	2.973	17.735	1.287	26.635	1.326	0.021	3.136	13.082
64	Pass	1010.475	10.183	37.383	0.040	0.352	68.737	-50.207	2.974	17.735	1.287	26.635	1.327	0.034	3.136	13.082
65	Pass	1010.525	9.470	37.380	0.040	0.334	68.785	-50.213	2.975	17.735	1.287	26.635	1.328	0.020	3.136	13.082

北京华峰测控技术股份有限公司 市场部

2018 年 10 月