

特性

提供交流波形的真RMS或平均整流值

任意输入电平时均能迅速建立

精度： $\pm 10 \mu\text{V}$ 读数的 $\pm 0.5\%$

宽动态输入范围

100 $\mu\text{V rms}$ 至3 V rms (8.5 V p-p)满量程输入范围

采用外部调整时输入值更大

宽带宽：

-3 dB (300 mV)带宽为1 MHz

1%附加误差带宽为65 kHz

零转换器直流输出失调

无残留开关产物

额定300 mV rms输入

精确转换，波峰因数高达10

低功耗： $\pm 2.4 \text{ V}$ 时典型值为300 μA

高阻抗FET单独供电的输入缓冲器

$R_{\text{IN}} \geq 10^{12} \Omega$, $C_{\text{IN}} \leq 2 \text{ pF}$

精密直流输出缓冲器

宽电源电压范围

双电源： $\pm 2.4 \text{ V}$ 至 $\pm 18 \text{ V}$ ；单电源：4.8 V至36 V

4 mm x 4 mm LFCSP和8 mm x 6 mm QSOP封装

ESD保护

概述

AD8436是新一代精密跨导线性、低功耗、真RMS-TO-DC转换器单片系统。它可以精确计算交流波形RMS值的直流等效值，包括由开关模式电源供电和三端双向可控硅控制的复杂模式。它能在很宽的输入电平(见图2)和温度范围提供高精度转换。凭借最新的ADI公司技术，可确保 $\leq \pm 0.5\%$ 的精度以及 $\leq 10 \mu\text{V}$ 的输出失调。CF值介于1到10时，波峰因数误差小于0.5%。

AD8436提供真RMS结果，成本低于峰值法、均值法或数字解决方案。无需考虑编程成本或处理器开销，4 mm x 4 mm封装可轻松适合空间紧凑的应用。片上缓冲放大器能够提供最宽的选择范围，而不受成本影响。成本最低的应用只需一个外部求平均值电容。内置的高阻抗FET缓冲提供了一个接口，可用于外部衰减器、频率补偿或驱动低阻抗负载。它拥有一对匹配的内部电阻，可轻松实现增益为2或更高增益配置，可用输入范围还能够扩展至更低。AD8436具有低功耗精密输入缓冲，非常适合便携式万用表和其他电池供电应用。

Rev. A

Information furnished by Analog Devices is believed to be accurate and reliable. However, no responsibility is assumed by Analog Devices for its use, nor for any infringements of patents or other rights of third parties that may result from its use. Specifications subject to change without notice. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of Analog Devices. Trademarks and registered trademarks are the property of their respective owners.

ADI中文版数据手册是英文版数据手册的译文，敬请谅解翻译中可能存在的语言组织或翻译错误，ADI不对翻译中存在的差异或由此产生的错误负责。如需确认任何词语的准确性，请参考ADI提供的最新英文版数据手册。

功能框图

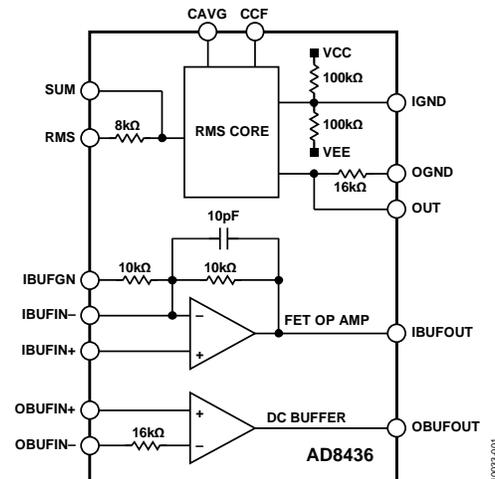


图1

由于消除了内部偏置电流，驱动低阻抗负载时，精密直流输出缓冲器可提供极低的失调电压，将误差降至最小。

AD8436不同于数字解决方案，它在高低幅度时性能均不会受开关电路的限制(见图2)。它能够响应 $< 100 \mu\text{V}$ 和 $> 3 \text{ V}$ 的输入信号，扩展了动态范围，无需外部调整，并且可以适应严苛的低电平信号条件，支持很宽的超量程而不会箝位。

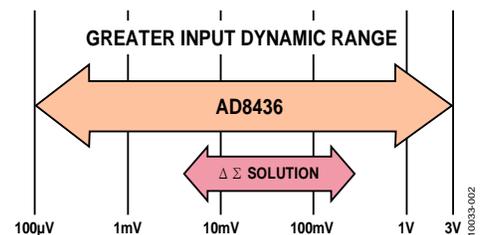


图2. AD8436可用动态范围与 $\Delta\Sigma$ 解决方案的对比

AD8436采用单电源或双电源供电，电压范围为 $\pm 2.4 \text{ V}$ (4.8 V)至 $\pm 18 \text{ V}$ (36 V)。A级和J级采用紧凑的20引脚4 mm x 4 mm芯片级封装；A级还提供20引脚QSOP封装。工作温度范围有两种：A级为 -40°C 至 125°C ，J级为 0°C 至 70°C 。

目录

特性.....	1
功能框图.....	1
概述.....	1
修订历史.....	2
技术规格.....	3
绝对最大额定值.....	4
ESD警告.....	4
引脚配置和功能描述.....	5
典型工作特性.....	6

修订历史

2012年7月—修订版0至修订版A

增加20引脚QSOP.....	通篇
更改特性和概述部分.....	1
更改表1.....	3
更改表2.....	4
更改表3, 增加图4和表4; 重新排序.....	5
更改公式1, 更改表5第一栏的标题.....	10
更改“均值电容考虑—RMS精度”部分和“转换后纹波减小滤波器”部分, 更改图27标题.....	12

测试电路.....	9
工作原理.....	10
概览.....	10
应用信息.....	12
使用AD8436.....	12
AD8436评估板.....	16
外形尺寸.....	19
订购指南.....	20

更改图30至图32.....	13
更改“使用FET输入缓冲器”部分和“使用输出缓冲器”部分.....	14
更改图38和图41, 增加“转换到整流均值”部分.....	15
更改图41.....	16
更改图42至图46.....	17
更改图47和图48.....	18
更新外形尺寸部分.....	19
更改订购指南部分.....	20

2011年7月—修订版0: 初始版

技术规格

除非另有说明, $e_{IN} = 300 \text{ mV (rms)}$, 频率 = 1 kHz正弦波、交流耦合, $\pm V_S = \pm 5 \text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$, $C_{AVG} = 10 \mu\text{F}$ 。

表1.

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
RMS内核					
转换误差	默认条件	$\pm 10 - 0.5$	$\pm 0 \pm 0$	$\pm 10 + 0.5$	$\mu\text{V}/\% \text{ rdg}$
对温度	$-40^\circ\text{C} < T < 125^\circ\text{C}$		0.006		$\%/^\circ\text{C}$
对供电轨电压	$\pm 2.4 \text{ V}$ 至 $\pm 18 \text{ V}$		± 0.013		$\pm\%/V$
输入 V_{OS}	直流耦合	-500	0	+500	μV
输出 V_{OS}	交流耦合输入		0		V
对温度	$-40^\circ\text{C} < T < 125^\circ\text{C}$		0.3		$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
直流翻转误差	直流耦合, $V_{IN} = \pm 300 \text{ mV}$	-1.5	0	+1.5	%
非线性度	$e_{IN} = 2 \text{ mV}$ 至 500 mV ac	-0.2		+0.2	%
波峰因数误差	(附加)				
$1 < CF < 10$	$CCF = 0.1 \mu\text{F}$	-0.5		+0.5	%
峰值输入电压		$-V_S - 0.7$		$+V_S + 0.7$	V
输入电阻		7.92	8	8.08	k Ω
响应	$V_{IN} = 300 \text{ mV rms}$				
1%误差	(附加)		65		kHz
3 dB带宽			1		MHz
建立时间					
0.1%	上升/下降		148/341		ms
0.01%	上升/下降		158/350		ms
输出电阻		15.68	16	16.32	k Ω
电源电流	无输入		325	400	μA
输入缓冲器					
电压摆幅	$G = 1$				
输入	交流或直流耦合	$-V_S$		$+V_S$	V
输出	交流耦合至引脚RMS	$-V_S + 0.2$		$+V_S - 0.2$	mV
失调电压		-1	0	+1	mV
输入偏置电流				50	pA
输入电阻			10^{12}		Ω
响应	(频率)				
0.1 dB			950		kHz
3 dB带宽			2.1		MHz
电源电流		100	160	200	μA
可选增益电阻		-9.9	+10	+10.1	k Ω
增益误差	$G = \times 1$			0.05	%
输出缓冲器					
失调电压	$R_L = \infty$	-200	0	+200	μV
连接至引脚OUT			2	5^1	nA
输入电流(I_B)	(电压)	$-V_S + 50e^{-6}$		$+V_S - 1$	V
输出摆幅		-0.5 (吸)		+15 (源)	mA
驱动电流			0.003	0.01	%
增益误差			40	70	μA
电源电流					
电源电压					
双电源		± 2.4		± 18	V
单电源		4.8		36	V

¹最大值在上电时测得。在15秒内建立到典型值。

AD8436

绝对最大额定值

表2.

参数	额定值
电压	
电源	±18 V
输入	±V _S
差分输入	+V _S 和-V _S
功耗	
CP-20-10 LFCSP(无散热焊盘)	1.2 W
CP-20-10 LFCSP(带散热焊盘)	2.1 W
RQ封装	1.1 W
输出短路持续时间	不定
温度	
工作范围	-40°C至+125°C
存储范围	-65°C至+125°C
引脚焊接(60秒)	300°C
θ _{JA}	
CP-20-10 LFCSP(无散热焊盘)	86°C/W
CP-20-10 LFCSP(带散热焊盘)	48°C/W
RQ-20封装	95°C/W
ESD额定值	2 kV

注意，超出上述绝对最大额定值可能会导致器件永久性损坏。这只是额定最值，并不能以这些条件或者在任何其它超出本技术规范操作章节中所示规格的条件下，推断器件能否正常工作。长期在绝对最大额定值条件下工作会影响器件的可靠性。

θ_{JA} 针对最差条件，即器件焊接在电路板上以实现表贴封装。

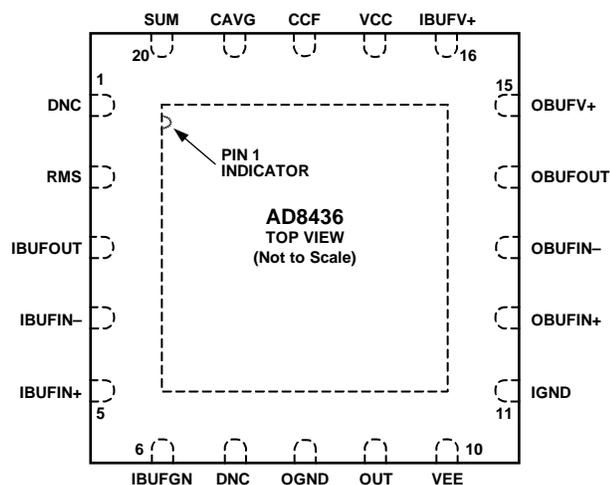
ESD警告



ESD(静电放电)敏感器件。

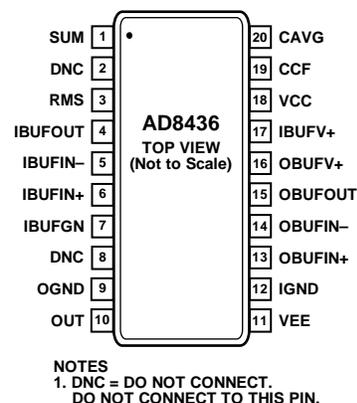
带电器件和电路板可能会在没有察觉的情况下放电。尽管本产品具有专利或专有保护电路，但在遇到高能量ESD时，器件可能会损坏。因此，应当采取适当的ESD防范措施，以避免器件性能下降或功能丧失。

引脚配置和功能描述



NOTES
1. DNC = DO NOT CONNECT. DO NOT CONNECT TO THIS PIN.
2. THE EXPOSED PAD SHOULD NOT BE CONNECTED.

图3. 引脚配置(顶视图, CP-20-10)



NOTES
1. DNC = DO NOT CONNECT.
DO NOT CONNECT TO THIS PIN.

图4. 引脚配置(RQ-20)

表3. 引脚功能描述(CP-20-10)

引脚编号	引脚名称	描述
1	DNC	不连接。用于工厂测试。
2	RMS	RMS内核的交流输入。
3	IBUFOUT	FET输入缓冲器输出引脚。
4	IBUFIN-	FET输入缓冲器反相输入引脚。
5	IBUFIN+	FET输入缓冲器同相输入引脚。
6	IBUFGN	可选10 kΩ精密增益电阻。
7	DNC	不连接。用于工厂测试。
8	OGND	内部16 kΩ电流转电压电阻。
9	OUT	RMS内核电压或电流输出。
10	VEE	负电源轨。
11	IGND	半电源节点。
12	OBUFIN+	输出缓冲器同相输入引脚。
13	OBUFIN-	输出缓冲器反相输入引脚。
14	OBUFOUT	输出缓冲器输出引脚。
15	OBUFV+	输出缓冲器电源引脚。
16	IBUFV+	输入缓冲器电源引脚。
17	VCC	RMS内核的正电源轨。
18	CCF	波峰因数电容的连接。
19	CAVG	均值电容的连接。
20	SUM	求和放大器输入引脚。
EP	DNC	裸露焊盘连接到接地焊盘(可选)。

表4. 引脚功能描述(RQ-20)

引脚编号	引脚名称	描述
1	SUM	求和放大器输入引脚。
2	DNC	不连接。用于工厂测试。
3	RMS	RMS内核的交流输入。
4	IBUFOUT	FET输入缓冲器输出引脚。
5	IBUFIN-	FET输入缓冲器反相输入引脚。
6	IBUFIN+	FET输入缓冲器同相输入引脚。
7	IBUFGN	可选10 kΩ精密增益电阻。
8	DNC	不连接。用于工厂测试。
9	OGND	内部16 kΩ电流转电压电阻。
10	OUT	RMS内核电压或电流输出。
11	VEE	负电源轨。
12	IGND	半电源节点。
13	OBUFIN+	输出缓冲器同相输入引脚。
14	OBUFIN-	输出缓冲器反相输入引脚。
15	OBUFOUT	输出缓冲器输出引脚。
16	OBUFV+	输出缓冲器电源引脚。
17	IBUFV+	输入缓冲器电源引脚。
18	VCC	RMS内核的正电源轨。
19	CCF	波峰因数电容的连接。
20	CAVG	均值电容的连接。

AD8436

典型工作特性

除非另有说明, $T_A = 25^\circ\text{C}$, $\pm V_S = \pm 5\text{ V}$, $C_{\text{AVG}} = 10\ \mu\text{F}$, 1 kHz正弦波。

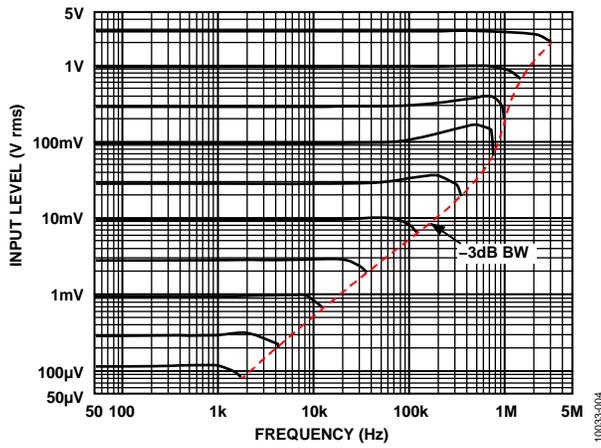


图5. RMS内核频率响应(见图21)

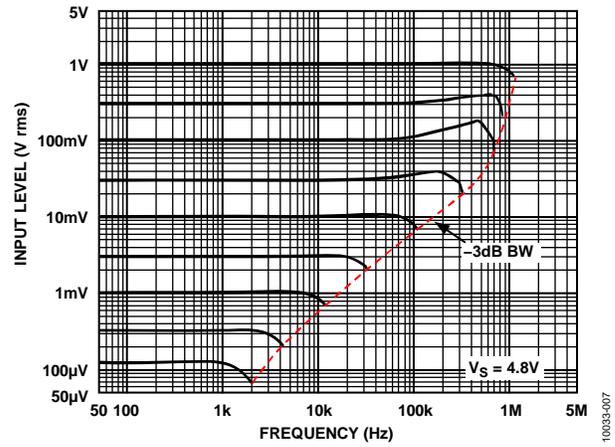


图8. RMS内核频率响应, $V_S = +4.8\text{ V}$ (见图22)

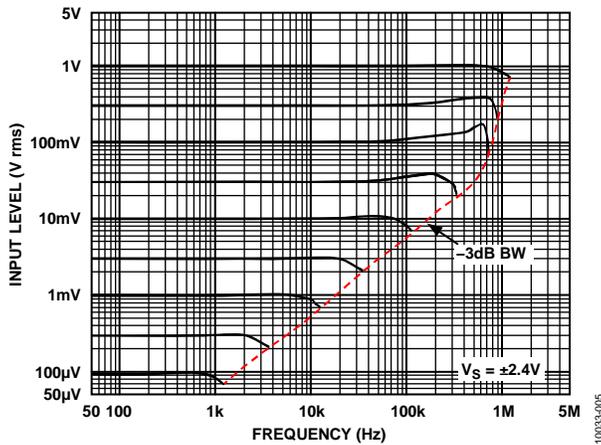


图6. RMS内核频率响应, $V_S = \pm 2.4\text{ V}$ (见图21)

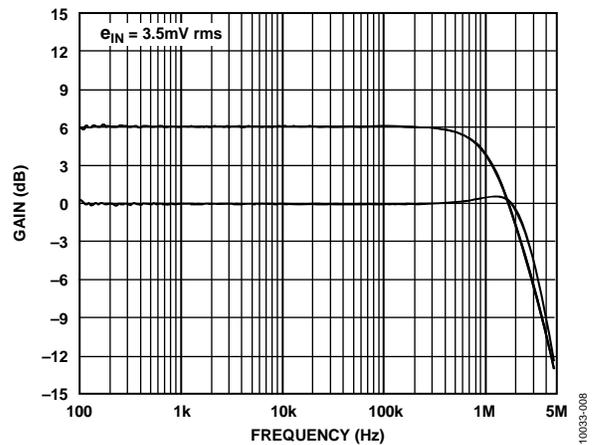


图9. 输入缓冲器, 0 dB和6 dB增益时的小信号带宽

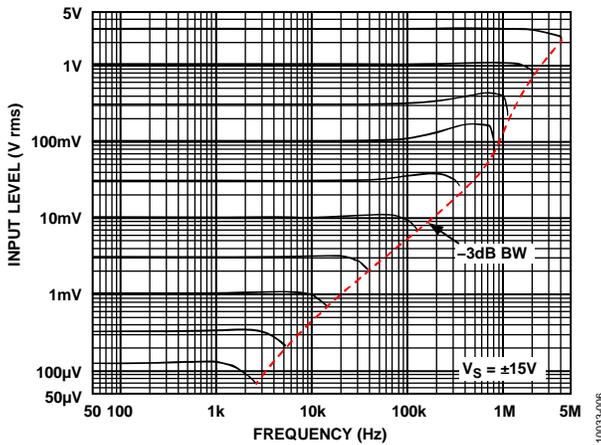


图7. RMS内核频率响应, $V_S = \pm 15\text{ V}$ (见图21)

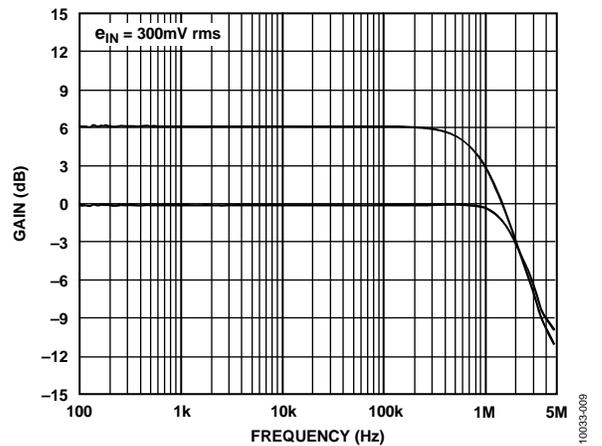


图10. 输入缓冲器, 0 dB和6 dB增益时的大信号带宽

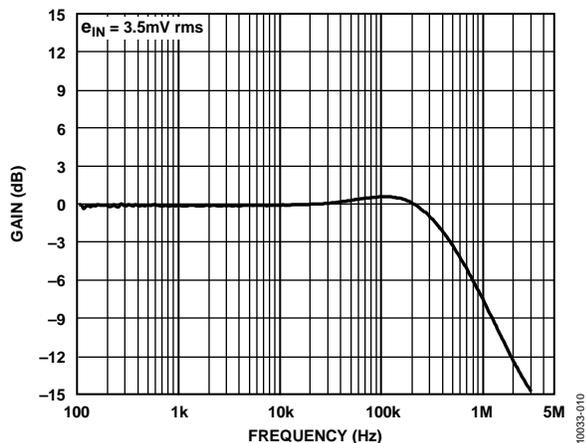


图11. 输出缓冲器, 小信号带宽

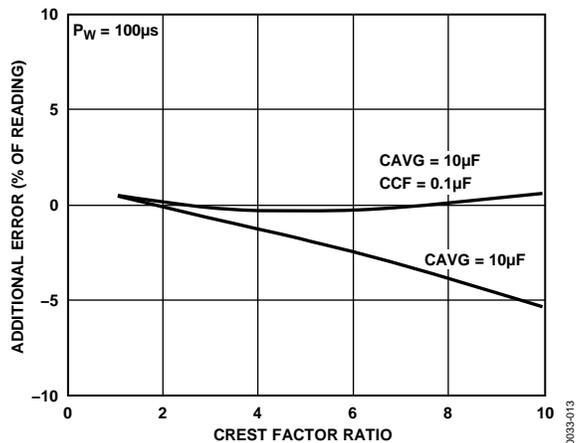


图14. 波峰因数误差与波峰因数的关系 (CAVG以及CAVG与CCF电容组合)

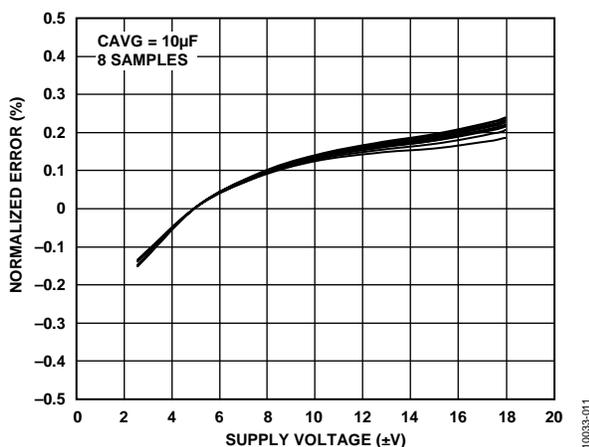


图12. 附加误差与电源电压的关系

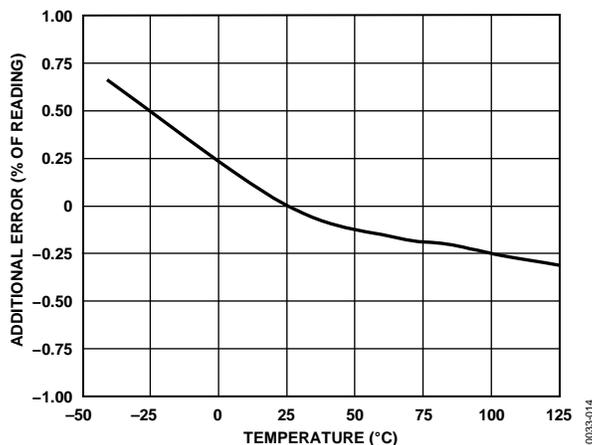


图15. 附加转换误差与温度的关系

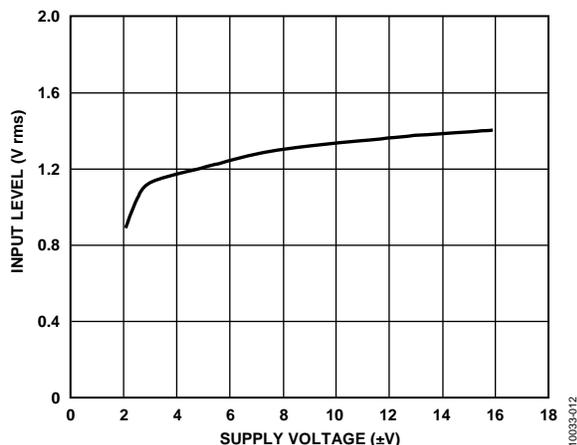


图13. 内核输入电压(1%误差)与电源电压的关系

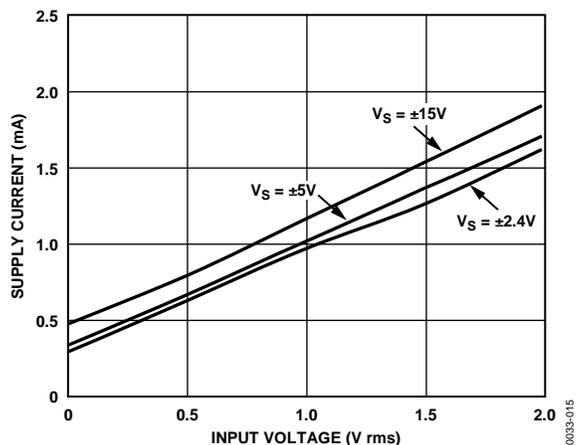


图16. RMS内核电源电流与输入的关系, $V_S = \pm 2.4V$ 、 $\pm 5V$ 、 $\pm 15V$

AD8436

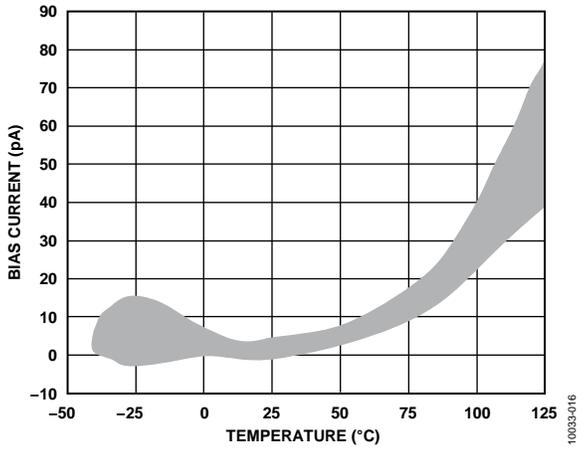


图17. FET输入缓冲器偏置电流与温度的关系

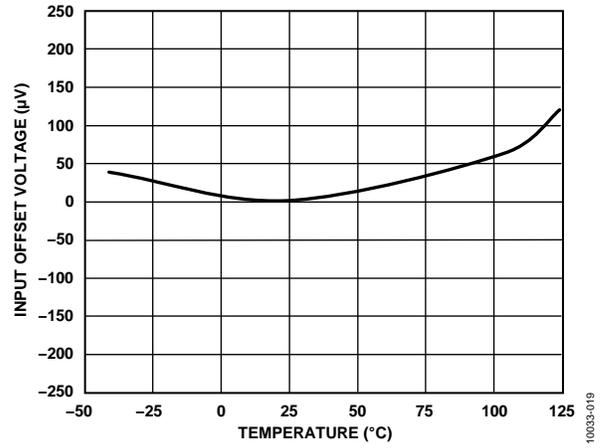


图19. 输出缓冲器 V_{OS} 与温度的关系

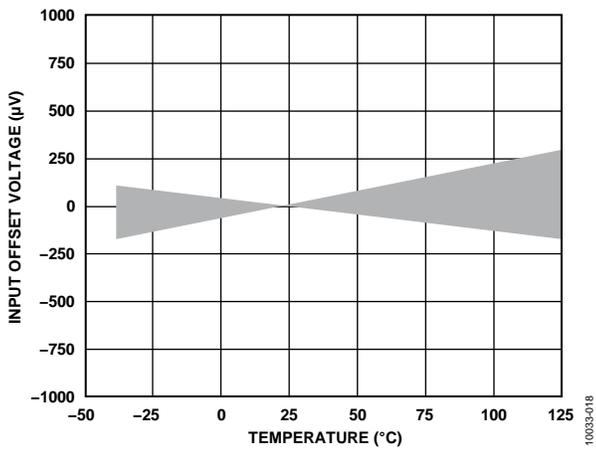


图18. FET缓冲器的输入失调电压与温度的关系

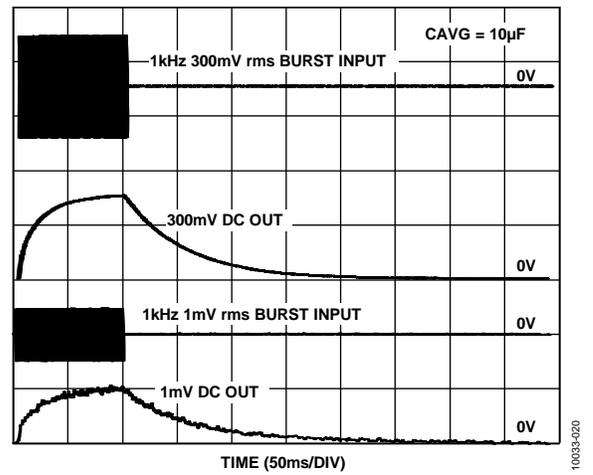


图20. 1 kHz突发脉冲、两种输入电平的跃迁时间
(参见工作原理部分)

测试电路

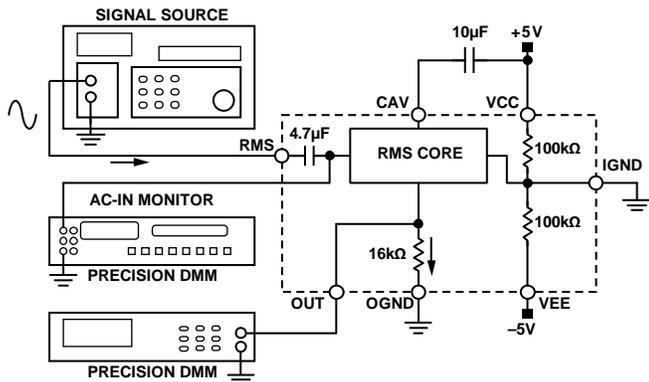


图21. 使用双电源的内核响应测试电路

10033-021

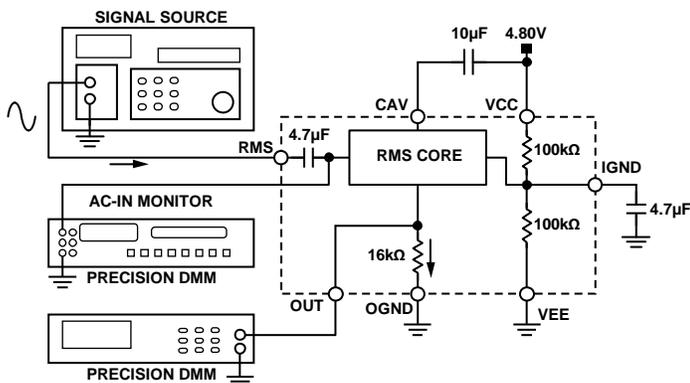


图22. 使用单电源的内核响应测试电路

10033-022

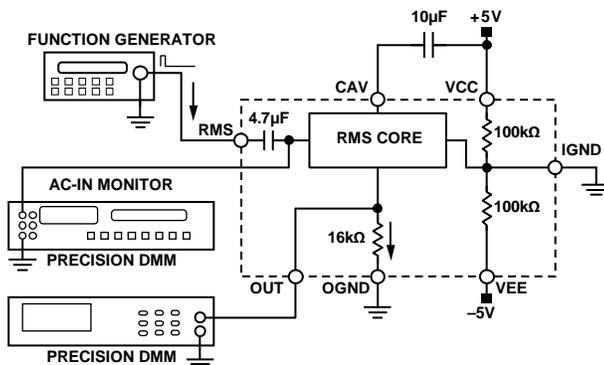


图23. 波峰因素测试电路

10033-023

AD8436

工作原理

概览

AD8436是一款隐式函数RMS-TO-DC转换器，可依据交流电压的rms(热值)提供直流电压。除基本转换器以外，这款高度集成的功能电路模块还包括两个完全独立的可选放大器、一个独立FET输入缓冲放大器和一个精密直流输出缓冲放大器(见图1)。RMS内核包括一个精密电流响应全波整流器和一个对数-反对数晶体管阵列，用于进行电流平方和平方根计算，从而实现RMS的传统表达式(见公式1)。对于基本应用，转换器只需要一个外部电容用于均值计算(见图31)。可选片内放大器可为各种应用带来实用性和灵活性，而无需增加电路板面积。为实现最低功耗，放大器电源引脚应断开连接。

为什么使用RMS?

交流电压波形的RMS值等于在负载上产生相同热功率的直流电压。常见的交流波形测量技术是利用某种二极管阵列直截了当地整流信号，从而得到平均值。不同波形(正弦波、方波、三角波等)的平均值相差很大，唯有真RMS能够实现所有波形的等效性。表5所示为非RMS响应电路误差。

RMS是均方根的缩写形式，定义如下：任何波形的峰值平方和的平均值的平方根。RMS用如下公式来表示：

$$e_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T V(t)^2 dt} \quad (1)$$

表5. 通用交流参数

波形类型(1 V峰值)	波峰因数	RMS值	依据一个RMS正弦波校准的均值电路的读数	误差(%)
正弦波	1.414	0.707	0.707	0
方波	1.00	1.00	1.11	11.0
三角波	1.73	0.577	0.555	-3.8
噪声	3	0.333	0.295	
长方形波	2	0.5	0.278	-11.4
脉冲	10	0.1	0.011	-44
SCR				-89
DC = 50%	2	0.495	0.354	-28
DC = 25%	4.7	0.212	0.150	-30

欲了解更多信息，请参阅“ADI公司RMS-TO-DC应用指南”第二版的第一部分。

RMS内核

内核由电压电流转换器(精密电阻)、绝对值和跨导线性部分组成。跨导线性部分利用双极性晶体管结的属性实现平方和开方(见图24)。外部电容(CAVG)用于计算乘积的平均值。图20显示，从直流输出来看，信号输入不影响跃迁时间。虽然RMS内核响应的是输入电压，但转换过程却对电流敏感。如RMS输入为交流耦合(推荐配置)，则不存在输出失调电压，如表1所示。如果RMS为直流耦合，输入失调电压会反映在输出中，可以像其它固定误差一样通过校准消除。

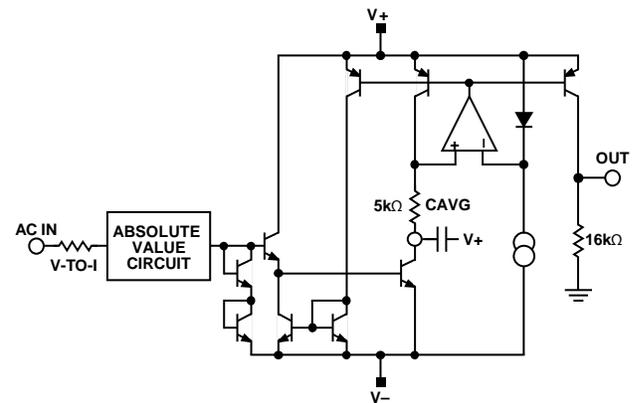


图24. RMS内核框图

输出端的16 k Ω 电阻将输出电流转换为直流电压，可以将该电压连接到输出缓冲器或其后的电路。输出表现为一个串联16 k Ω 电阻的电压源。如果需要电流输出，则该电阻的接地连接断开，输出电流应用于后续电路，如电流求和放大器的求和节点等。因此，根据配置不同，内核可提供电流输出或电压输出。对于0 Ω 源阻抗的电压输出，应使用输出缓冲器。该缓冲器的失调电压为25 μ V或50 μ V，具体取决于器件等级。

FET输入缓冲器

参考图1，AD8436的输入电阻为8 k Ω ，最好使用电压源输入。可选输入缓冲器为宽带JFET输入放大器；对于非0 Ω 信号源，如分接电阻衰减器或电压传感器，它增加的负载极小。虽然输入缓冲器的功耗仅150 μ A，但电源通过引脚输出并断开，以便在需要时降低功耗。

片内配有可选的匹配10 k Ω 输入和反馈电阻。关于如何使用这些电阻，请参阅“应用信息”部分。输入缓冲器在10 mV rms输入下的3 dB带宽为2.7 MHz，在1 V rms输入下为1.5 MHz。对于需要中等增益或数百千赫兹(kHz)的响应增强的应用，该放大器增益和带宽是足够的。关于输入缓冲器配置的讨论，参见“应用信息”部分。

精密输出缓冲器

精密输出缓冲器是双极性输入放大器，经过激光调整以消除输入失调电压误差。像输入缓冲器一样，电源电流非常低(典型值小于50 μ A)，如果不需要缓冲器，可以断开电源以省电。如果断开缓冲器电源引脚，务必同时将同相输入端与内核输出端(OUT)断开。虽然缓冲器的输入电流非常低，但反相输入端串联的激光调整16 k Ω 电阻会影响自偏置失调电压。

利用“应用信息”部分所示的电路，可以将输出缓冲器配置为单极或双极低通滤波器。它可以降低残留输出纹波，但不影响转换的直流输出。当响应接近带宽的低频下限时，纹波会上升，具体取决于均值电容的值。图27显示了均值和滤波电容四种组合的影响。滤波电容能够降低任意给定频率的纹波，但不会影响直流误差。当然，可以选择容值较大的均值电容，但成本也更高。使用低通滤波器的好处是：容值较小的滤波电容结合16 k Ω 输出电阻就能降低纹波，并且允许使用较小的均值电容，从而节省成本。对于40 Hz工作频率，推荐的电容值为：均值电容10 μ F，滤波电容3.3 μ F。

动态范围

AD8436是一款具有出色动态范围的跨导线性RMS-TO-DC转换器。虽然在极端输入值时，精度变化略大，但器件仍能执行转换，不会有杂散噪声或丢失信号。图25所示为零电压附近的rms/dc传递函数。不同于处理器或其它解决方案，对于大多数应用，可以忽略极低输入电平时的残留误差。

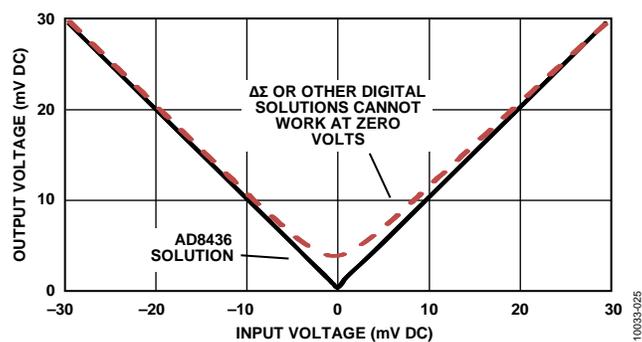


图25. 零电压附近的直流传递函数

AD8436

应用信息

使用AD8436

本部分说明电源和特性部分，以及均值和滤波电容值的选择。均值和滤波选项以图形显示，适用于所有电路配置。

均值电容考虑—RMS精度

AD8436典型应用只需要将一个外部电容(CAVG)连接到CAVG引脚(见图31)。均值电容的作用是计算平方和的平均值。均值(即积分)之前是RMS内核，它求取输入电流的平方值。平均值是多个输入波形周期的输入电压平方的平均值。RMS误差受求平均的周期数直接影响，相应的峰峰值纹波也一样。

转换过程的结果为一个直流分量和一个纹波分量，其频率是输入的两倍。RMS转换精度取决于CAVG的值，因此，所需的容值只需满足以下条件即可：能以最低的目标频率对足够多的周期进行平均，从而获得所需的RMS精度。图28显示了不同均值电容值的RMS误差与频率的关系。对于图28，使用10 μF 金属化聚酯电容时，40 Hz时的附加误差为0.001%。电容值更大时，由于建立时间延长，效益会递减，RMS精度的改善可忽略不计。

要使用图28，应确定最低工作频率和应用精度，然后在图上找出建议的电容值。例如，针对-0.5% rms和100 Hz频率，电容值为1 μF 。

转换后纹波减小滤波器

AD8436内置的输入整流电路会引入残留纹波分量，它取决于CAVG的值；对于对称输入波形，其频率是输入信号频率的两倍。对于高分辨率ADC等采样应用，纹波分量可能会导致一个或多个LSB循环，以及低值显示器数字闪烁。

纹波可通过提高均值电容的值或转换后滤波来降低。转换后降低纹波更为有效，因为纹波均值已被转换为RMS值。将纹波降低相同水平时，转换后滤波的电容值明显小于相应的均值电容值。这种方法只需要将一个电容连接到OUT引脚(见图26)。电容值与简单的频率关系 $\frac{1}{2} \pi R-C$ 相关，其中R为固定值16 k Ω 。

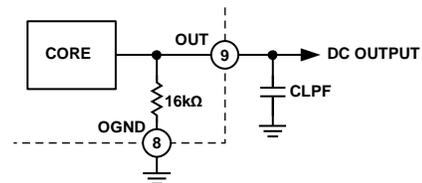


图26. 简单的单极转换后滤波器

如图27所示，CAVG单独决定RMS误差，CLPF专门用于降低纹波。CLPF值为0.33 μF 和3.3 μF 时，图27显示RMS误差保持不变，仅纹波受到影响。

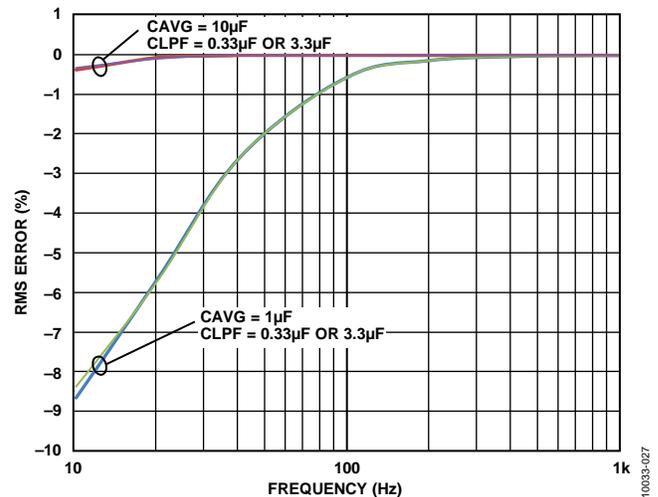


图27. 两个CAVG和CLPF值的RMS误差与频率的关系
(注意：仅CAVG值影响RMS误差，CLPF无影响)

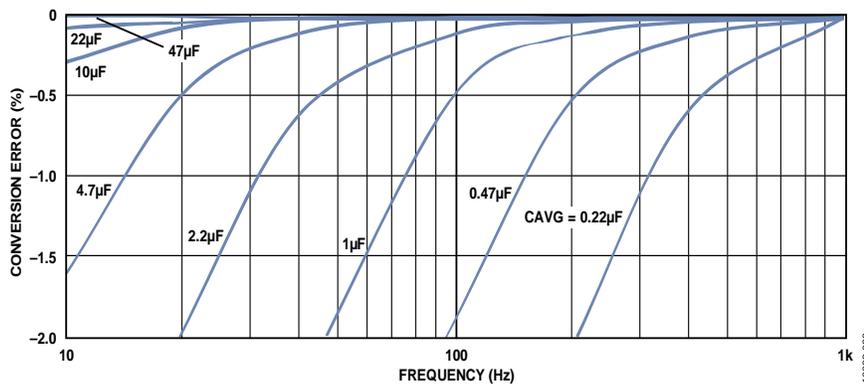


图28. 不同CAVG值的转换误差与频率的关系

为简明起见，图29显示了CAVG和CLPF四种组合的纹波与频率的关系。

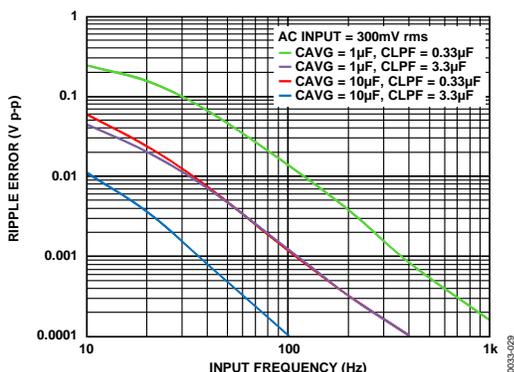


图29. 不同滤波器配置的残留纹波电压

图30显示了均值和转换后滤波电容对跃迁和建立时间的影响，测试使用10循环、50 Hz、周期1秒的突发脉冲信号输入来演示时域行为。本例中，均值电容值为10 μF ，产生6 mV rms的纹波值。0.68 μF 的转换后滤波电容(CLPF)将纹波降至1 mV rms。82 μF 的均值电容可将纹波降至1 mV，但会显著延长跃迁时间(并提高成本)。

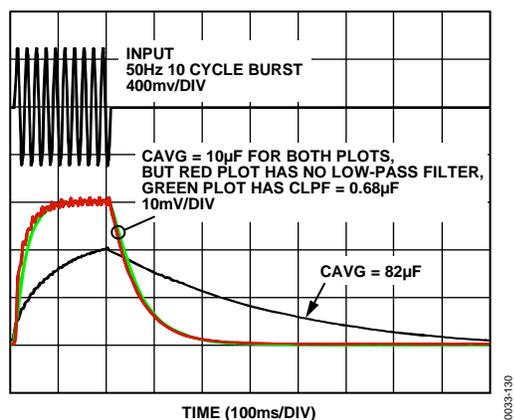


图30. 不同滤波器方案对跃迁时间的影响

电容结构

虽然兼容大多数形式的电容，但RMS转换精度可能会受所选电容类型的影响。使用低直流漏电流的电容可获得最佳的总体性能，许多厂商提供此类电容。只要温度范围适当，则金属化聚酯或类似薄膜型电容最佳。

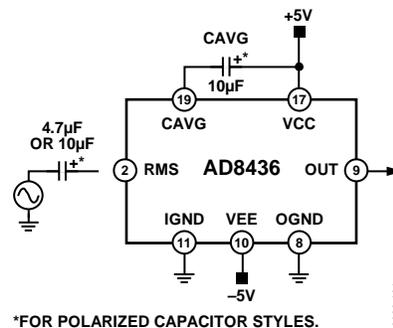
对于DMM中的RMS-TO-DC函数或电源监控电路等实际应用，表贴钽电容是最佳选择。

内核基本连接

许多应用只需要一个外部电容进行均值计算。在线路频率及更低的频率，10 μF 电容即足以实现合理的RMS精度。

对于信号源，引脚RMS上存在8 k Ω 的电压转电流输入电阻，因此，理想源阻抗是一个电压源(0 Ω 源阻抗)。如果无法避免非零信号源阻抗，则应考虑所有串联压降。

为实现AD8436的近似零输出失调电压特性，必须使用一个输入耦合电容。所选耦合电容值应支持预期的最低工作频率。根据经验，输入耦合电容可以等于均值电容或其值的一半，因为时间常数相似。对于10 μF 均值电容，4.7 μF 或10 μF 钽电容是不错的选择(见图31)。

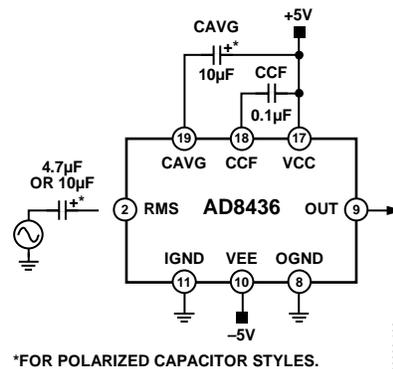


*FOR POLARIZED CAPACITOR STYLES.

图31. 基本应用电路

使用电容以支持高波峰因数应用

AD8436内置一个独特的特性可降低大波峰因数误差。考虑RMS-TO-DC转换器的要求时，常常会忽视波峰因数，但处理具有尖峰或高峰值的信号时，波峰因数非常重要。波峰因数定义为峰值电压与RMS之比。表5给出了一些常见波形的波峰因数。



*FOR POLARIZED CAPACITOR STYLES.

图32. 实现更高波峰因数性能的连接

波峰因数性能主要针对意料之外的波形，如开关模式电源中的开关瞬变等。此类应用中，虽然平均直流值可能相当低，但大多数能量位于这些尖峰中，可能会损坏相关电路。

图14显示增加一个0.1 μF 的波峰因数电容和10 μF 的均值电容的影响。较大的电容用于将能量平均分散在脉冲之间的长空间中，CCF电容则进行充电并将能量保存在相对较窄的脉冲内。

AD8436

使用FET输入缓冲器

片内FET输入缓冲器是一个非专用FET输入运算放大器，用于驱动RMS内核的8 kΩ电流转电压输入电阻。引脚IBUFOUT、IBUFIN-和IBUFIN+是I/O，引脚IBUFGN是输入缓冲器增益的可选连接，引脚IBUFV+将电源连接到缓冲器。将引脚IBUFV+连接到正电源轨是唯一需要的电源连接，因为负电源轨是在内部连接。由于输入级是FET，输入阻抗必须非常高以防止向信号源提供负载，因此在引脚IGND(中间电源电压)与引脚IBUFIN+之间连接一个大值(10 MΩ)电阻，以防输入级浮空为高电平。

对于单位增益，应将IBUFOUT引脚连接到IBUFIN-引脚。对于2倍增益，应将IBUFGN引脚接地。使用这两个内置增益选项时的大信号和小信号响应参见图9和图10。

输入缓冲器的失调电压小于等于500 μV，具体取决于器件等级。建议在缓冲器输出引脚(IBUFOUT)与RMS引脚之间连接一个电容，以便消除输入缓冲器失调电压对总误差的贡献。根据最低工作频率时的最小误差选择电容值。图33为内部元件和引脚连接的原理图。

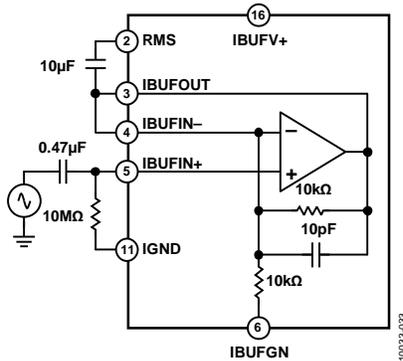


图33. 连接FET输入缓冲器

建议在FET缓冲器的输入端和输出端进行电容耦合，以免缓冲器失调电压传递到输出。虽然FET输入阻抗非常高，但选择输入电容值时，仍要考虑连接到IGND的10 MΩ中心电阻。这其实是一个利用最低目标频率的简单阻抗计算，根据所需的最小衰减确定电容值。

由于10 kΩ电阻严格匹配且已调整到高容差，因此可以利用连接到引脚IBUFIN-的外部电阻，将输入缓冲器增益提高到数百倍。

带宽以10倍/20 dB增益的典型速率降低，输出电压范围也有限制。图9所示的小信号响应可以作为应用指南。例如，假设有人想要检测电力线频率的小输入信号。IBUFIN-与地之间的外部10 Ω电阻将增益设为101，3 dB带宽约为30 kHz，足以放大电力线频率。

使用输出缓冲器

AD8436输出缓冲器是一个精密运算放大器，具有高直流精度。图34显示了基本放大器和I/O引脚的框图。该放大器常常配置为单位增益跟随器，但很容易配置为其它增益，用作Sallen-Key低通滤波器(配合内置的16 kΩ I-V电阻)。注意，放大器反相输入端串联的附加16 kΩ片内精密电阻用于平衡同相放大器偏置电流导致的输出失调电压。输出缓冲器与引脚OUT断开连接以实现精确的内核测量。

像输入FET缓冲器一样，不需要放大器时，应断开其正电源。正常情况下，缓冲器与内核连接到同一电源。图35给出了输出缓冲器的信号连接图。注意，偏置电流对输入失调电压的贡献被同值串联电阻平衡，因而失调电压几乎为0。

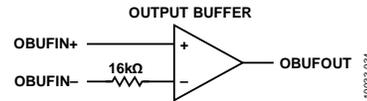


图34. 输出缓冲器框图

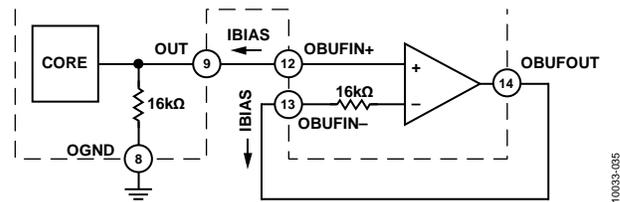


图35. 输出缓冲器基本连接

针对不仅需要上述单极输出滤波器，而且需要抑制纹波的应用，可以利用两个外部电阻和两个电容，将输出缓冲器配置为双极Sallen-Key滤波器。在略超过100 kHz的频率时，放大器有足够的带宽来用作电力线纹波等低频信号的有源滤波器。若要适度降低成本和复杂度，可以省去外部16 kΩ反馈电阻，但 V_{OS} 会略有提高(80 μV)。

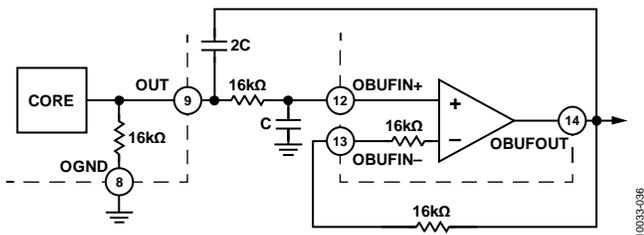


图36. 输出缓冲放大器配置为双极Sallen-Key低通滤波器

按照图37所示配置输出缓冲器可使直流输出反相。

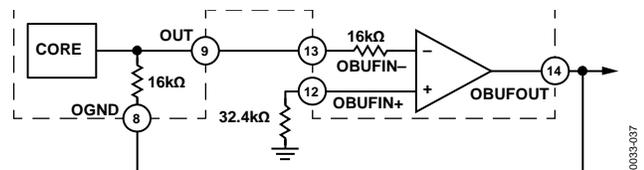


图37. 反相输出配置

电流输出选项

若需要电流输出，应将电流输出OUT连接到目标负载。为提高精度，应提供外部校准方式来取代被旁路的内部调整电阻。此配置可以方便地将AD8436结果与另一电压求和，或者用于极性转换。

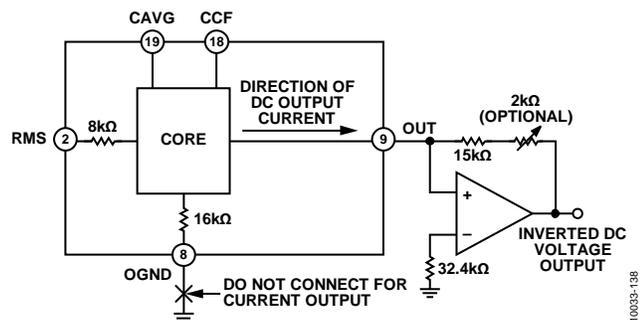


图38. 显示电压反相的电流输出连接

单电源

单电源操作的连接如图39所示，与器件交流耦合时的双电源连接相似。模拟输入全部偏置到半电源电压，但输出仍然以地为基准，因为AD8436的输出为电流源。IGND端需要一个额外的旁路连接以抑制环境噪声。

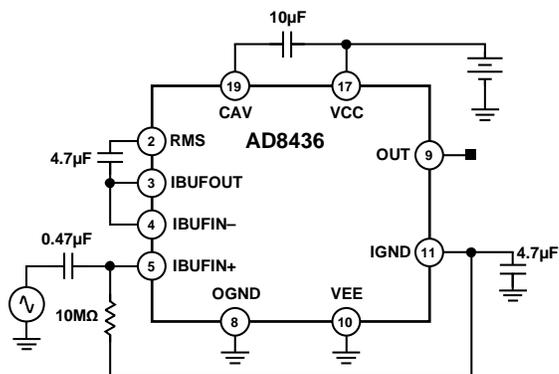


图39. 单电源操作的连接

推荐应用

图40显示了一个电力线频率及以上的典型应用电路。均值电容、波峰因数电容和LPF电容的建议值分别为10μF、0.1μF和3.3μF。如果需要额外的低通滤波，请参阅“使用输出缓冲器”部分。

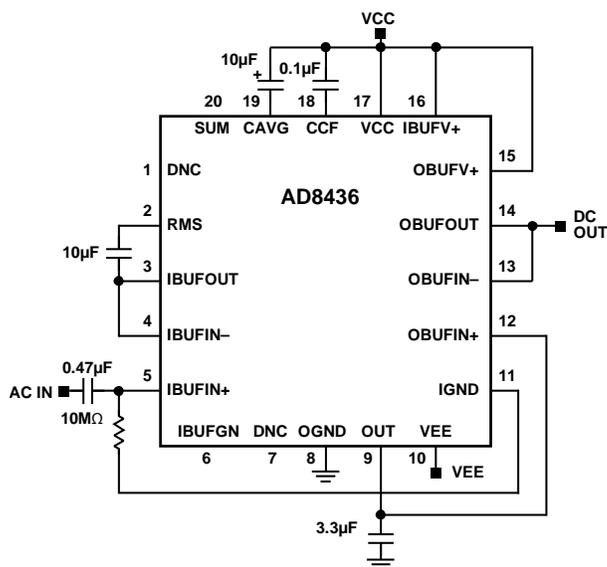


图40. 典型应用电路

转换为平均整流值

若要配置AD8436来将交流波形转换为整流平均值，参见图41。如果不连接电容CAVG，输出端将出现一个非常精确的全波整流波形；如果将一个电容连接到引脚CLPF，交流输入就会被转换为平均整流值。实际应用中，为使内部环路保持稳定，引脚CAVG至少应连接一个470pF的电容。若要使用两种工作模式，应在电容CAVG与引脚CAVG之间插入一个开关，如图41所示。

AD8436

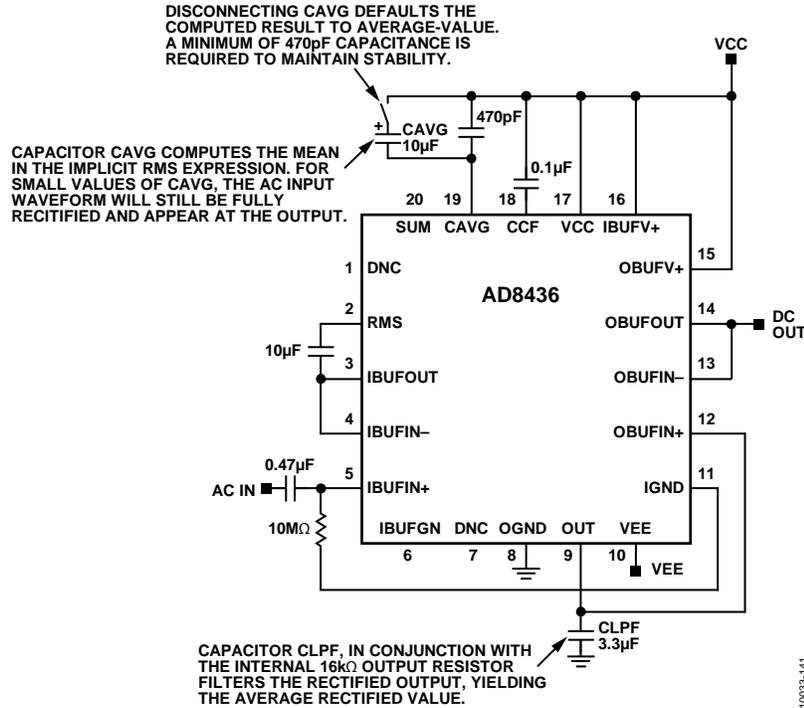


图41. 平均整流值的配置

AD8436评估板

AD8436-EVALZ为评估AD8436的性能提供了一个平台。该评估板配置齐全并经过测试，连接电源和信号源后即可使用。图47为评估板的照片。信号连接位于原边和副边上，电源和接地位于内层。图42至图46显示了评估板的各种设计细节，包括基本布局和铜结构。这些图片可作为应用设计的参考。

使用AD8436评估板注意事项

AD8436-EVALZ在保持简单易用的同时提供了许多选项。评估板经过测试，配有10 μF均值电容(CAVG)、3.3 μF低通滤波电容(C8)和0.1 μF (COPT)电容，用以优化波峰因数性能。若要评估最低成本应用，可删除C8和COPT。5个开关的功能如表6所示。

表6.

开关	功能
CORE_BUFFER	选择内核或输入作为输入信号
INCOUP	选择交流或直流耦合到内核
SDCOUT	选择DCOUT BNC的输出缓冲器或内核输出
IBUF_VCC	使能或禁用输入缓冲器
OBUF_VCC	使能或禁用输出缓冲器

所有I/O都提供了测试点，以便利用测试设备轻松监控。输入缓冲器的增益默认值为1；若需2倍增益，应在位置R5安装一个0603 0 Ω电阻。若需更高IBUF增益，应删除位置RFBH上的0 Ω电阻(OBUF_OUT与IBUFIN-之间有一个内置10 kΩ电阻)，并在位置RFB1安装一个小值电阻。100 Ω电阻可实现100倍的增益。

单电源操作要求删除电阻R6，并在同一位置安装一个0.1 μF电容用于噪声去耦。

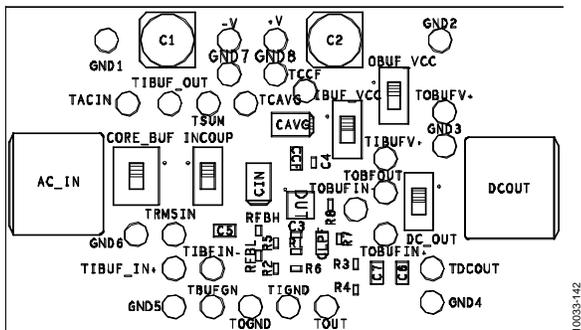


图42. AD8436-EVALZ装配图

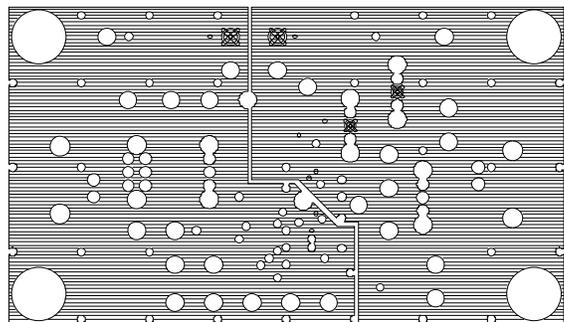


图45. AD8436-EVALZ电源层

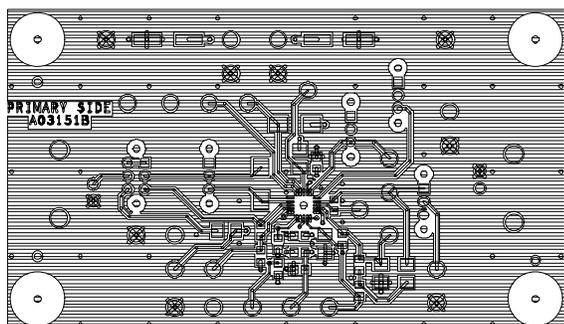


图43. AD8436-EVALZ原边铜结构

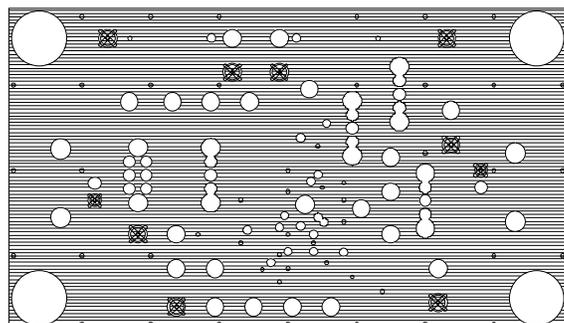


图46. AD8436-EVALZ接地层

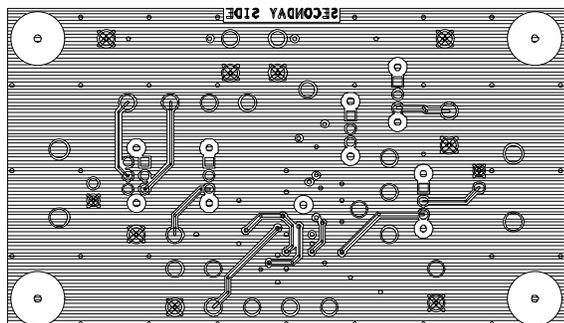


图44. AD8436-EVALZ副边铜结构

AD8436

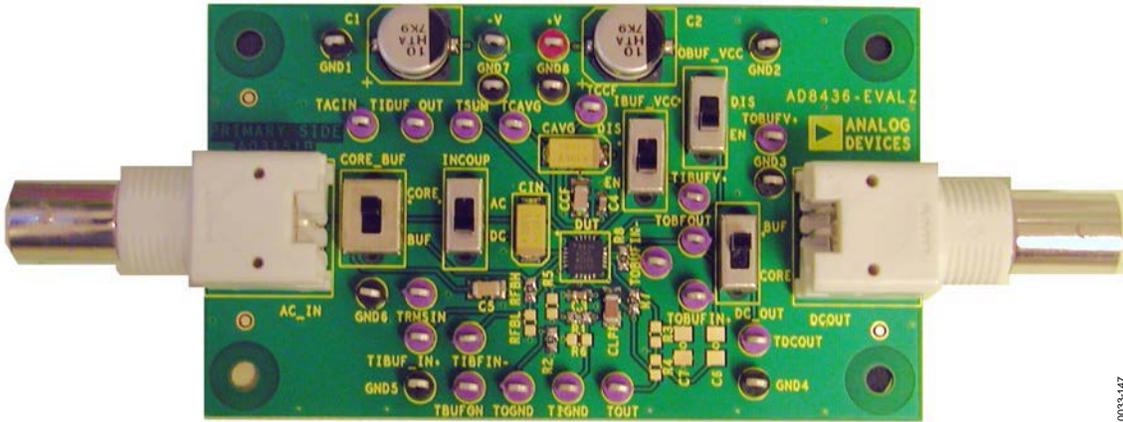


图47. AD8436-EVALZ照片

10033-147

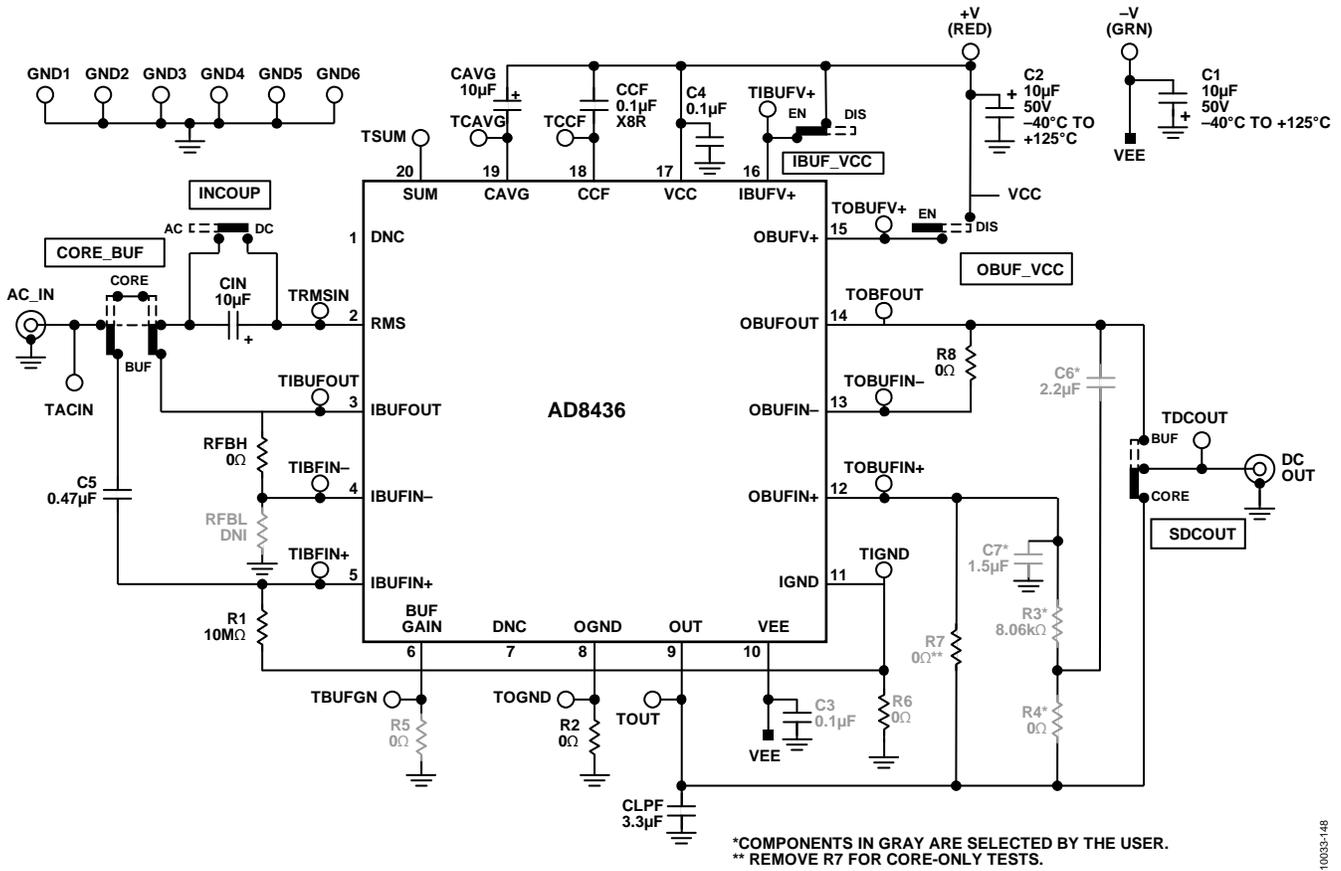
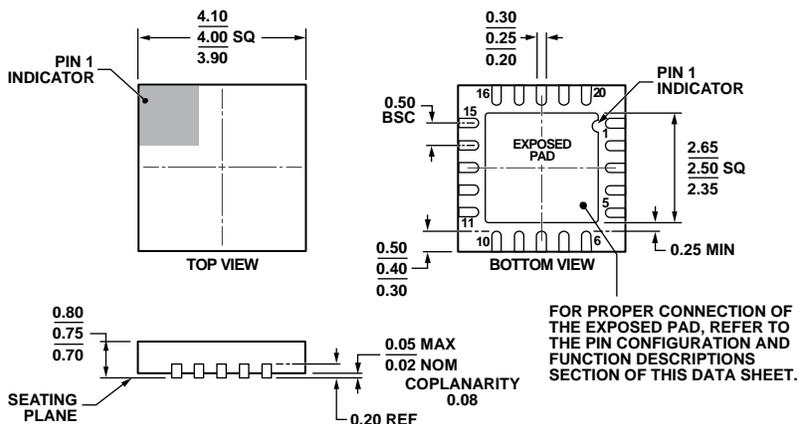


图48. 评估板原理图

10033-148

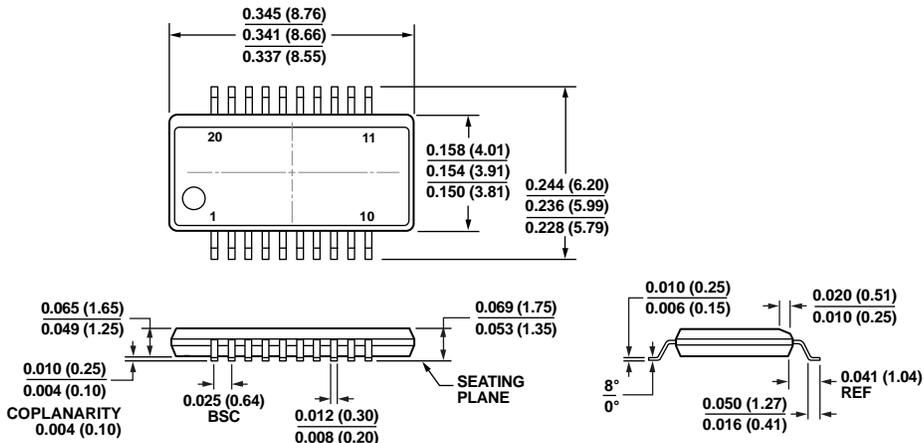
外形尺寸



COMPLIANT TO JEDEC STANDARDS MO-220-WGGD.

图49. 20引脚引脚架构芯片级封装[LFCSP_WQ]
(CP-20-10)

尺寸单位: inch



COMPLIANT TO JEDEC STANDARDS MO-137-AD

CONTROLLING DIMENSIONS ARE IN INCHES; MILLIMETER DIMENSIONS (IN PARENTHESES) ARE ROUNDED-OFF INCH EQUIVALENTS FOR REFERENCE ONLY AND ARE NOT APPROPRIATE FOR USE IN DESIGN.

图50. 20引脚QSOP封装[RQ_20]
(RQ-20)

尺寸单位: inch

AD8436

订购指南

型号 ¹	温度范围	封装描述	封装选项
AD8436ACPZ-R7	-40°C 至+125°C	20引脚引脚架构芯片级[LFCSP_WQ]	CP-20-10
AD8436ACPZ-RL	-40°C 至+125°C	20引脚引脚架构芯片级[LFCSP_WQ]	CP-20-10
AD8436ACPZ-WP	-40°C 至+125°C	20引脚引脚架构芯片级[LFCSP_WQ]	CP-20-10
AD8436JCPZ-R7	0°C 至+70°C	20引脚引脚架构芯片级[LFCSP_WQ]	CP-20-10
AD8436JCPZ-RL	0°C 至+70°C	20引脚引脚架构芯片级[LFCSP_WQ]	CP-20-10
AD8436JCPZ-WP	0°C 至+70°C	20引脚引脚架构芯片级[LFCSP_WQ]	CP-20-10
AD8436ARQZ-R7	-40°C 至+125°C	20引脚 QSOP [RQ_20]	RQ-20
AD8436ARQZ-RL	-40°C 至+125°C	20引脚 QSOP [RQ_20]	RQ-20
AD8436ARQZ	-40°C 至+125°C	20引脚 QSOP [RQ_20]	RQ-20
AD8436-EVALZ		评估板	

¹ Z = 符合RoHS标准的器件。