

## 1 描述

IBSA1111 是一款完整四象限电压输出模拟乘法器。它能产生输入电压X和输入电压Y的线性乘积，且输出具有高达200MHz的 -3dB 的带宽。在标称负载150Ω情况下，满量程1%建立时间典型值为30ns。

IBSA1111 差分乘法输入X、Y以及加法输入Z均为高阻抗，输出W为低阻抗，可以驱动低至25Ω的负载。IBSA1111 默认采用 ±5V工作电源。

IBSA1111 提供高水准响应速度的同时，保证了元器件的易用性和适用性。例如，除了允许在输出叠加其它信号之外，输入Z也可以提供一个高达10倍电压增益的方式来控制IBSA1111。这款乘法器具有低至62nV/√HZ的超低噪声，在同类产品中具备很强的竞争力。

IBSA1111 使用 SOIC-8 封装，可以满足在 -40℃~+125℃温度范围内正常工作的需求。

## 2 应用范围

- 高速乘法、除法、平方运算
- 宽带调制解调
- 相位检测与测量
- 正弦倍频
- 视频增益控制与键控
- 压控放大器与滤波器

## 3 特性

- 传递函数：W=XY+Z
- 高集成度：极少的外围器件
- 极高速：满量程1%建立时间为30ns

- 直流耦合电压输出简化使用方式
- 高阻抗差分输入X、Y和Z
- 超低噪声：62nV/√HZ
- 高输出电流能力，可驱动低阻抗负载
- 电源范围：±4.5V~±5.5V
- 输入电压范围：-1V~+1V
- 增益精度：<5%
- 增益动态范围：≥40dB
- 电压转换效率：优于550V/us（输出幅度为2V<sub>pp</sub>时）
- 功耗电流：<30mA

## 4 管脚定义

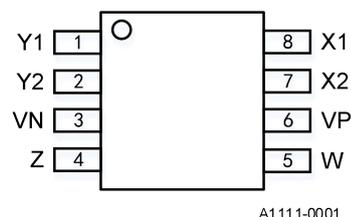


图4.1 SOIC-8引脚配置

表4.1 引脚功能说明

序号	定义	功能描述
1	Y1	同相Y乘法输入
2	Y2	反相Y乘法输入
3	VN	负电源电压
4	Z	求和输入
5	W	输出
6	VP	正电源电压
7	X2	反相X乘法输入
8	X1	同相X乘法输入

## 5 电性能参数

**表1 IBSA1111 电气参数**

 测试条件:  $T_A=25^{\circ}\text{C}$ ,  $V_S=\pm 5\text{V}$ ,  $R_L=150\Omega$ ,  $C_L\leq 5\text{pF}$ , 除另有标注。

参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
函数定义			$W = \frac{(X1-X2)(Y1-Y2)}{U} + Z$			
<b>输入特性 (X、Y)</b>						
差分电压范围	Differential Voltage Range	$V_{CM} = 0\text{V}$		$\pm 1$		V
失调电压	$V_{os}$			$\pm 3$	$\pm 20$	mV
全温度失调电压	$V_{os}$ drift	$T_{MIN}$ to $T_{MAX}$ <sup>注1</sup>			$\pm 25$	mV
共模抑制比	CMRR	$f \leq 100\text{kHz}; \pm 1\text{Vpp}$		80		dB
偏置电流	$I_b$	X		5.8		$\mu\text{A}$
		Y		3.9		$\mu\text{A}$
差分阻抗	Differential Resistance	X		60		k $\Omega$
		Y		125		k $\Omega$
-3dB小信号带宽	BW(-3dB)			200		MHz
<b>动态特性</b>						
建立时间,X or Y	Setting Time	To 1%, $W=2\text{Vpp}$		30		ns
压摆率	Slew Rate	$W = -2\text{V}$ to $2\text{V}$		550		V/ $\mu\text{s}$
增益动态范围	Gain Dynamic Range			40		dB
<b>求和输入Z</b>						
-3dB小信号带宽	BW(-3dB)			235		MHz
差分阻抗	Differential Resistance			120		k $\Omega$
偏置电流	$I_b$			5.7		$\mu\text{A}$
<b>输出特性</b>						
噪声谱密度	Noise Spectral Density	$X=Y=0\text{V}, f < 10\text{MHz}$		62		nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
比例因子误差	Scale Factor Error			$\pm 5$		%FS
<b>电源</b>						
电源电压	$V_S$		$\pm 4.5$	$\pm 5$	$\pm 5.5$	V
静态电流	$I_q$			21		mA
输出PSRR与VP关系	PSRR at Output vs VP	+4.5V to +5.5V		0.30		%/V
输出PSRR与VN关系	PSRR at Output vs VN	-4.5V to -5.5V		0.1		%/V

 注1:  $T_{MIN}=-40^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{MAX}=85^{\circ}\text{C}$ 。

## 6 极限参数

表2 IBSA1111极限参数

极限参数	值	单位
电源电压	±6	V
内部功耗	300	mW
工作温度范围	-40~125	°C
储存温度范围	-65~150	°C
焊接温度60S	300	°C

## 7 基本理论

该乘法器基于经典结构，如图7.1，具有跨线性内核，由三个（X、Y和Z）线性电压-电流转换器和负载驱动输出放大器组成。比例因子（方程式中的分母U）由优化设计的超低噪声带隙基准源提供参考。

$$W = \frac{(X1 - X2)(Y1 - Y2)}{U} + Z \quad (1)$$

这里变量W、U、X、Y和Z都是电压的函数。其中 $X = X1 - X2$ 、 $Y = Y1 - Y2$ 和 $Z = 0$ ，设置比例因子 $U = 1V$ 。输出可以表示为

$$W = XY \quad (2)$$

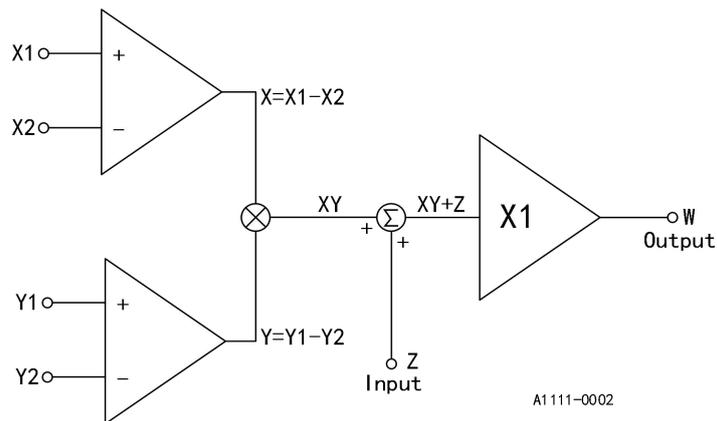


图7.1 功能框图

## 8 典型应用

公式 1 中 U 的基本值标称为 1.05 V。图 8.1 是基本的乘法器连接，还说明了如何通过电阻在 W（引脚 5）和 Z（引脚 4）之间的分进行分压处理，将 U 的有效值调整为更低的电压（通常为 1 V）。图示为一般电阻值，等式 1 可以重写为

$$W = \frac{XY}{U} + kW + (1 - k)Z' \quad (3)$$

其中 Z' 与引脚 4 处的信号 Z 不同。由此可知

$$W = \frac{XY}{(1-k)U} + Z' \quad (4)$$

这样，U 的有效值可以修改为

$$U' = (1 - K)U \quad (5)$$

要将 U' 设置为 1 V，记住 U 的基本值为 1.05 V，R1 的标称值必须为  $20 \times R2$ 。所示值允许在 0.95 V 至 1.05 V 的标称范围内调整 U。也就是说，R2 提供 5% 的增益调整。

在许多应用中，乘法器的确切增益可能不是很重要。在这种情况下，可以直接将 R2 固定为 100  $\Omega$ 。

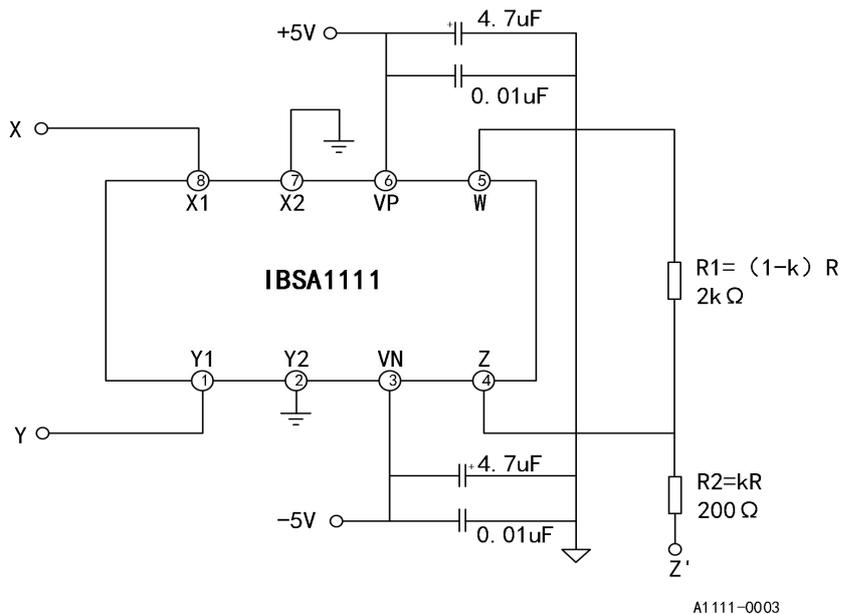
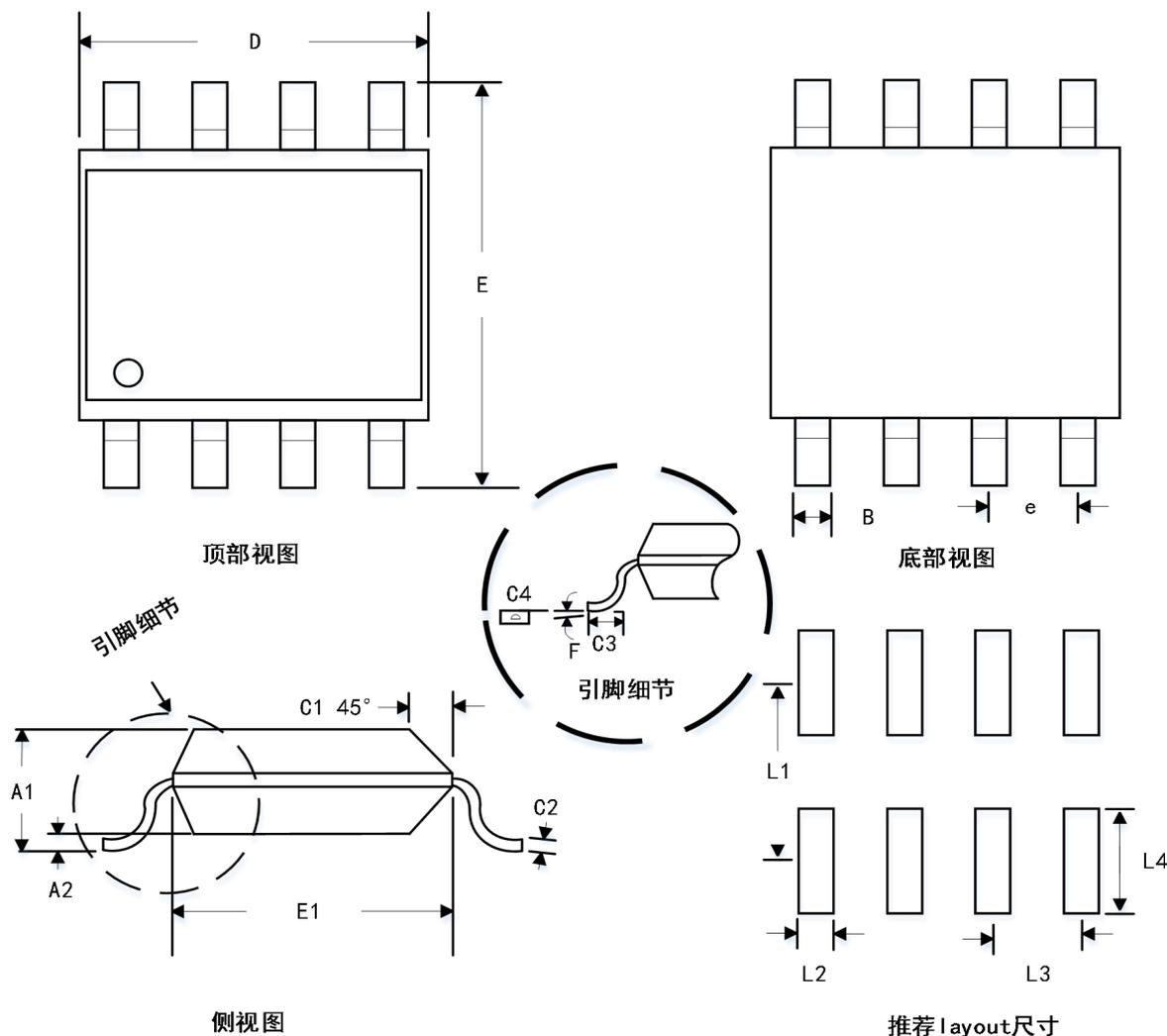


图8.1 乘法器基本连接

## 9 封装尺寸



A1111-0004

图9.1 IBSA1111 SOIC-8封装尺寸图

表9.1 IBSA1111 SOIC-8封装尺寸参数（单位：mm）

尺寸标注	最小	标准	最大	尺寸标注	最小	标准	最大
D	4.80	4.90	5.00	E	5.80	6.00	6.20
B	0.39	0.43	0.47	e	1.27 BSC		
A1	1.38	1.63	1.75	C1	0.25	0.33	0.50
A2	0.10	0.15	0.25	C2	0.20	0.22	0.24
E1	3.80	3.90	4.00	C3	0.50	0.65	0.80
F	0	4°	8°	C4	0.1		
L1	5.45	5.50	5.55	L2	0.65	0.70	0.75
L3	1.27 BSC			L4	2.15	2.20	2.25

注：以上为SOIC-8塑封尺寸信息，若有陶封需求，也可以满足。