

# 具有数字可编程增益的 零漂移、精准仪表放大器

## 特点

- 14 级可编程的增益
- 与增益无关的 125dB CMRR
- 增益准确度：0.1% (典型值)
- 最大失调电压：10 $\mu$ V
- 最大失调电压漂移：50nV/°C
- 轨至轨输入和输出
- 用于增益设置的并行和串行 (SPI) 接口
- 工作电源：2.7V 至  $\pm$ 5.5V
- 典型噪声：2.5 $\mu$ V<sub>P-P</sub> (0.01Hz 至 10Hz)
- 采用 16 引线 SSOP 和 12 引线 DFN 封装

## 应用


- 热电偶放大器
- 电子衡器
- 医疗仪器
- 应变仪放大器
- 高分辨率数据采集

## 描述

LTC<sup>®</sup>6915 是一款精准的可编程增益放大器。可通过一个并行或串行接口将增益设置为 0、1、2、4、8、16、32、64、128、256、512、1024、2048 或 4096。在采用单 5V 电源以及任何设定增益的条件下，CMRR 通常为 125dB。电压失调低于 10 $\mu$ V，且温度漂移小于 50nV/°C。

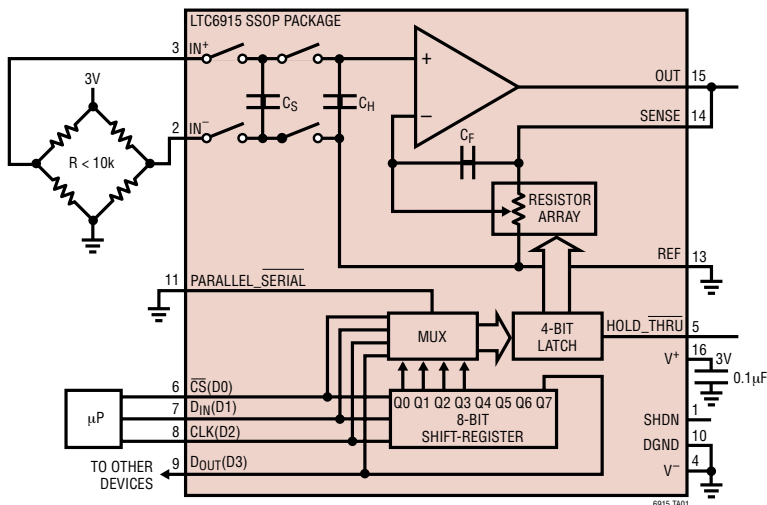
LTC6915 采用充电平衡采样数据技术将一个差分输入电压转换成一个单端信号，随后再由一个零漂移运算放大器对该单端信号进行放大。

差分输入的工作范围为轨至轨，而单端输出在轨至轨之间摆动。LTC6915 既可在低至 2.7V 的单电源应用中使用，也可在采用双  $\pm$ 5V 电源的应用中使用。LTC6915 采用 16 引线 SSOP 封装和 12 引线 DFN 表面贴封装。

 LTC 和 LT 是凌特公司的注册商标。

## 典型应用

通过串行接口来设置增益的差分桥式放大器



sn6915 6915fas

# LTC6915

## 绝对最大额定值 (注1)

总供电电压 (V <sup>+</sup> 至 V <sup>-</sup> ) .....	11V	LTC6915I .....	-40°C 至 85°C
输入电流 .....	±10mA	LTC6915H .....	-40°C 至 125°C
V <sub>IN<sup>+</sup></sub> - V <sub>REF</sub>   .....	5.5V	结温	
V <sub>IN<sup>-</sup></sub> - V <sub>REF</sub>   .....	5.5V	(GN 封装) .....	150°C
V <sup>+</sup> - V <sub>DGND</sub>   .....	5.5V	(DFN 封装) .....	125°C
V <sub>DGND</sub> - V <sup>-</sup>   .....	5.5V	贮存温度	
数字输入电压 .....	V <sup>-</sup> 至 V <sup>+</sup>	(GN 封装) .....	-65°C 至 150°C
工作温度范围		(DFN 封装) .....	-65°C 至 125°C
LTC6915C .....	-0°C 至 70°C	引脚温度 (焊接时间 10 秒) .....	300°C

## 封装 / 订购信息

<p>DE12 PACKAGE 12-LEAD (4mm x 3mm) PLASTIC DFN UNDERSIDE METAL CONNECTED TO V<sup>-</sup> T<sub>JMAX</sub> = 125°C, θ<sub>JA</sub> = 160°C/W</p>	产品型号	<p>GN PACKAGE 16-LEAD NARROW PLASTIC SSOP T<sub>JMAX</sub> = 150°C, θ<sub>JA</sub> = 135°C/W</p>	产品型号
	LTC6915CDE LTC6915IDE		LTC6915CGN LTC6915IGN LTC6915HGN
	DFN 器件标记		GN 器件标记
	6915 6915I		6915 6915I 6915H

对于规定工作温度范围更宽的器件，请咨询凌特公司。

## 电特性 凡标注 ● 表示该指标适合整个工作温度范围，否则仅指 T<sub>A</sub> = 25°C。

符号	参数	条件		最小值	典型值	最大值	单位
<b>V<sup>+</sup> = 3V, V<sup>-</sup> = 0V, V<sub>REF</sub> = 200mV</b>							
	增益误差 (注 2)	A <sub>V</sub> = 1 (R <sub>L</sub> = 10k)	●	-0.075	0	0.075	%
	增益误差 (注 2)	A <sub>V</sub> = 2 至 32 (R <sub>L</sub> = 10k)	●	-0.5	0	0.5	%
	增益误差 (注 2)	A <sub>V</sub> = 64 至 1024 (R <sub>L</sub> = 10k)	●	-0.6	-0.1	0.6	%
	增益误差 (注 2)	A <sub>V</sub> = 2048、4096 (R <sub>L</sub> = 10k)	●	-1	-0.2	1.0	%
	增益非线性	A <sub>V</sub> = 1	●		3	15	ppm
V <sub>OS</sub>	输入失调电压 (注 3)	V <sub>CM</sub> = 200mV			-3	±10	μV
	平均输入失调漂移 (注 3)	T <sub>A</sub> = -40°C 至 85°C T <sub>A</sub> = 85°C 至 125°C	● ●			±50 ±100	nV/°C nV/°C
I <sub>B</sub>	平均输入偏置电流 (注 4)	V <sub>CM</sub> = 1.2V	●		5	10	nA
I <sub>OS</sub>	平均输入失调电流 (注 4)	V <sub>CM</sub> = 1.2V	●		1.5	3	nA
e <sub>n</sub>	输入噪声电压	DC 至 10Hz			2.5		μV <sub>P-P</sub>

## 电特性

凡标注 ● 表示该指标适合整个工作温度范围，否则仅指  $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

符号	参数	条件		最小值	典型值	最大值	单位
<b><math>V^+ = 3\text{V}</math>, <math>V^- = 0\text{V}</math>, <math>V_{\text{REF}} = 200\text{mV}</math></b>							
CMRR	共模抑制比	$A_V = 1024$ , $V_{\text{CM}} = 0\text{V}$ 至 $3\text{V}$ , LTC6915C	●	100	119		dB
		$A_V = 1024$ , $V_{\text{CM}} = 0.1\text{V}$ 至 $2.9\text{V}$ , LTC6915I	●	100	119		dB
		$A_V = 1024$ , $V_{\text{CM}} = 0\text{V}$ 至 $3\text{V}$ , LTC6915I	●	95	119		dB
		$A_V = 1024$ , $V_{\text{CM}} = 0.1\text{V}$ 至 $2.9\text{V}$ , LTC6915H	●	100			dB
		$A_V = 1024$ , $V_{\text{CM}} = 0\text{V}$ 至 $2.97\text{V}$ , LTC6915H	●	85			dB
PSRR	电源抑制比 (注 5)	$V_S = 2.7\text{V}$ 至 $6\text{V}$	●	110	116		dB
	输出电压摆幅高 (以 $V^-$ 为基准)	供电电流为 $200\mu\text{A}$ 供电电流为 $2\text{mA}$	● ●	2.95 2.75	2.98 2.87		V V
	输出电压摆幅低 (以 $V^-$ 为基准)	吸收电流为 $200\mu\text{A}$ 吸收电流为 $2\text{mA}$	● ●		18 130	50 300	mV mV
	供电电流, 并行模式	OUT 引脚上无负载, $V_{\text{CM}} = 200\text{mV}$	●		0.88	1.3	mA
	供电电流, 串行模式 (注 6)	OUT 引脚上无负载, $D_{\text{OUT}}$ 上的容性负载 ( $C_L$ ) = $15\text{pF}$ , 连续时钟频率 = $4\text{MHz}$ , $\text{CS} =$ 低电平, 增益控制代码 = $0001$	●		1.1	1.65	mA
	供电电流关断	$V_{\text{SHDN}} = 2.7\text{V}$ (硬件停机) $V_{\text{SHDN}} = 1\text{V}$ , 增益控制代码 = $0000$ (软件停机)	● ●		1 125	4 180	$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$
	SHDN 输入为高电平		●	2.7			V
	SHDN 输入为低电平		●			1	V
	SHDN 和 HOLD_THRU 输入电流 (注 2)		●			5	$\mu\text{A}$
	内部运算放大器增益带宽				200		kHz
	转换速率				0.2		$\text{V}/\mu\text{s}$
	内部采样频率					3	kHz
<b><math>V^+ = 5\text{V}</math>, <math>V^- = 0\text{V}</math>, <math>V_{\text{REF}} = 200\text{mV}</math></b>							
	增益误差 (注 2)	$A_V = 1$ ( $R_L = 10\text{k}$ )	●	-0.075	0	0.075	%
	增益误差 (注 2)	$A_V = 2$ 至 $32$ ( $R_L = 10\text{k}$ )	●	-0.5	0	0.5	%
	增益误差 (注 2)	$A_V = 64$ 至 $1024$ ( $R_L = 10\text{k}$ )	●	-0.6	-0.1	0.6	%
	增益误差 (注 2)	$A_V = 2048$ , $4096$ ( $R_L = 10\text{k}$ )	●	-1	-0.2	1	%
	增益非线性	$A_V = 1$	●		3	15	ppm
$V_{\text{OS}}$	输入失调电压 (注 3)	$V_{\text{CM}} = 200\text{mV}$			-3	$\pm 10$	$\mu\text{V}$
	平均输入失调漂移 (注 3)	$T_A = -40^\circ\text{C}$ 至 $85^\circ\text{C}$ $T_A = 85^\circ\text{C}$ 至 $125^\circ\text{C}$	●			$\pm 50$ $\pm 100$	$\text{nV}/^\circ\text{C}$ $\text{nV}/^\circ\text{C}$
	平均输入偏置电流 (注 4)	$V_{\text{CM}} = 1.2\text{V}$	●		5	10	nA
$I_{\text{OS}}$	平均输入失调电流 (注 4)	$V_{\text{CM}} = 1.2\text{V}$	●		1.5	3	nA
CMRR	共模抑制比	$A_V = 1024$ , $V_{\text{CM}} = 0\text{V}$ 至 $5\text{V}$ , LTC6915C	●	105	125		dB
		$A_V = 1024$ , $V_{\text{CM}} = 0.1\text{V}$ 至 $4.9\text{V}$ , LTC6915I	●	105	125		dB
		$A_V = 1024$ , $V_{\text{CM}} = 0\text{V}$ 至 $5\text{V}$ , LTC6915I	●	95	125		dB
		$A_V = 1024$ , $V_{\text{CM}} = 0.1\text{V}$ 至 $4.9\text{V}$ , LTC6915H	●	100			dB
		$A_V = 1024$ , $V_{\text{CM}} = 0\text{V}$ 至 $4.97\text{V}$ , LTC6915H	●	85			dB
PSRR	电源抑制比 (注 5)	$V_S = 2.7\text{V}$ 至 $6\text{V}$	●	110	116		dB
	输出电压摆幅高	供电电流为 $200\mu\text{A}$ 供电电流为 $2\text{mA}$	● ●	4.95 4.80	4.99 4.93		V V
	输出电压摆幅低	吸收电流为 $200\mu\text{A}$ 吸收电流为 $2\text{mA}$	● ●		17 120	50 300	mV mV

## 电特性

凡标注 ● 表示该指标适合整个工作温度范围，否则仅指  $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位	
<b><math>V^+ = 5\text{V}</math>, <math>V^- = 0\text{V}</math>, <math>V_{\text{REF}} = 200\text{mV}</math></b>							
	供电电流, 并行模式	OUT 引脚上无负载, $V_{\text{CM}} = 200\text{mV}$	●	0.95	1.48	mA	
	供电电流, 串行模式 (注 6)	OUT 引脚上无负载, $D_{\text{OUT}}$ 上的容性负载 ( $C_L$ ) = 15pF, 连续时钟频率 = 4MHz, CS = 低电平, 增益控制代码 = 0001	●	1.4	2	mA	
	供电电流, 关断	$V_{\text{SHDN}} = 4.5\text{V}$ (硬件停机) $V_{\text{SHDN}} = 1\text{V}$ , 增益控制代码 = 0000 (软件停机)	● ●	2 135	10 200	$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$	
	SHDN 输入为高电平		●	4.5		V	
	SHDN 输入为低电平		●		1	V	
	SHDN 和 HOLD_THRU 输入电流(注 2)		●		5	$\mu\text{A}$	
	内部运算放大器增益带宽			200		kHz	
	转换速率			0.2		V/ $\mu\text{s}$	
	内部采样频率			3		kHz	
<b><math>V^+ = 5\text{V}</math>, <math>V^- = -5\text{V}</math>, <math>V_{\text{REF}} = 0\text{V}</math></b>							
	增益误差 (注 2)	$A_V = 1$ ( $R_L = 10\text{k}$ )	●	-0.075	0	0.075	%
	增益误差 (注 2)	$A_V = 2$ 至 32 ( $R_L = 10\text{k}$ )	●	-0.5	0	0.5	%
	增益误差 (注 2)	$A_V = 64$ 至 1024 ( $R_L = 10\text{k}$ )	●	-0.6	-0.1	0.6	%
	增益误差 (注 2)	$A_V = 2048$ , 4096 ( $R_L = 10\text{k}$ )	●	-1	-0.2	1	%
	增益非线性	$A_V = 1$	●		3	15	ppm
$V_{\text{OS}}$	输入失调电压 (注 3)	$V_{\text{CM}} = 0\text{mV}$			5	$\pm 20$	$\mu\text{V}$
	平均输入失调漂移 (注 3)	$T_A = -40^\circ\text{C}$ 至 $85^\circ\text{C}$ $T_A = 85^\circ\text{C}$ 至 $125^\circ\text{C}$	● ●			$\pm 50$ $\pm 100$	nV/ $^\circ\text{C}$ nV/ $^\circ\text{C}$
$I_{\text{OS}}$	平均输入偏置电流 (注 4)	$V_{\text{CM}} = 1\text{V}$	●		4	10	nA
	平均输入失调电流 (注 4)	$V_{\text{CM}} = 1\text{V}$	●		1.5	3	nA
CMRR	共模抑制比	$A_V = 1024$ , $V_{\text{CM}} = -5\text{V}$ 至 $5\text{V}$ , LTC6915C $A_V = 1024$ , $V_{\text{CM}} = -4.9\text{V}$ 至 $4.9\text{V}$ , LTC6915I $A_V = 1024$ , $V_{\text{CM}} = -5\text{V}$ 至 $5\text{V}$ LTC6915I $A_V = 1024$ , $V_{\text{CM}} = -4.9\text{V}$ 至 $4.9\text{V}$ LTC6915H $A_V = 1024$ , $V_{\text{CM}} = -5\text{V}$ 至 $4.97\text{V}$ , LTC6915H	● ● ● ● ●	105 105 100 100 90	123 123 123 123 90		dB dB dB dB dB
PSRR	电源抑制比(注 5)	$V_S = 2.7\text{V}$ 至 $11\text{V}$	●	110	116		dB
	输出电压摆幅高	供电电流为 $200\mu\text{A}$ 供电电流为 $2\text{mA}$	● ●	4.97 4.90	4.99 4.96		V V
	输出电压摆幅低	吸收电流为 $200\mu\text{A}$ 吸收电流为 $2\text{mA}$	● ●		-4.98 -4.90	-4.92 -4.70	mV mV
	供电电流, 并行模式	OUT 引脚上无负载, $V_{\text{CM}} = 0\text{mV}$	●		1.1	1.6	mA
	供电电流, 串行模式 (注 6)	上无负载, $D_{\text{OUT}}$ 上的容性负载 ( $C_L$ ) = 15pF, 连续时钟频率 = 4MHz, CS = 低电平, 增益控制代码 = 0001	●		1.73	2.48	mA
	供电电流, 关断	$V_{\text{SHDN}} = 4\text{V}$ (硬件停机) $V_{\text{SHDN}} = 1\text{V}$ , 增益控制代码 = 0000 (软件停机)	● ●		160	25 240	$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$
	SHDN 输入为高电平		●	4			V
	SHDN 输入为低电平		●			1	V

**电特性** 凡标注 ● 表示该指标适合整个工作温度范围，否则仅指  $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$V^+ = 5V, V^- = -5V, V_{REF} = 0V$						
	SHDN 和 HOLD_THRU 输入电流(注 2)		●		5	$\mu\text{A}$
	内部运算放大器增益带宽			200		$\text{kHz}$
	转换速率			0.2		$\text{V}/\mu\text{s}$
	内部采样频率			3		$\text{kHz}$

**数字 I/O，所有的数字 I/O 电压均以 DGND 为基准**

$V_{IH}$	数字输入高电压		●	2.0		V
$V_{IL}$	数字输入低电压		●		0.8	V
$V_{OH}$	数字输出高电压	供应 500 $\mu\text{A}$ 电流	●	$V^+ - 0.3$		V
$V_{OL}$	数字输出低电压	吸收 500 $\mu\text{A}$ 电流	●		0.3	V
	数字输入漏电流	$V^+ = 5V, V^- = -5V, V_{IN} = 0V$ 至 $5V$	●		$\pm 2$	$\mu\text{A}$

**定时， $V^+ = 2.7V$  至  $4.5V, V^- = 0V$  (注 7)**

$t_1$	$D_{IN}$ 有效至 CLK 建立		●	60		ns
$t_2$	$D_{IN}$ 有效至 CLK 保持		●	0		ns
$t_3$	CLK 为低电平		●	100		ns
$t_4$	CLK 为高电平		●	100		ns
$t_5$	$\overline{CS}/LD$ 脉冲宽度		●	60		ns
$t_6$	LSB CLK 至 $\overline{CS}/LD$		●	60		ns
$t_7$	$\overline{CS}/LD$ 低电平至 CLK		●	30		ns
$t_8$	$D_{OUT}$ 输出延迟	$C_L = 15\text{pF}$	●		125	ns
$t_9$	CLK 低电平至 $\overline{CS}/LD$ 低电平		●	0		ns

**定时， $V^+ = 4.5V$  至  $5.5V, V^- = 0V$  (注 7)**

$t_1$	$D_{IN}$ 有效至 CLK 建立		●	30		ns
$t_2$	$D_{IN}$ 有效至 CLK 保持		●	0		ns
$t_3$	CLK 为低电平		●	50		ns
$t_4$	CLK 为高电平		●	50		ns
$t_5$	$\overline{CS}/LD$ 脉冲宽度		●	40		ns
$t_6$	LSB CLK 至 $\overline{CS}/LD$		●	40		ns
$t_7$	$\overline{CS}/LD$ 低电平至 CLK		●	20		ns
$t_8$	$D_{OUT}$ 输出延迟	$C_L = 15\text{pF}$	●		85	ns
$t_9$	CLK 低电平至 $\overline{CS}/LD$ 低电平		●	0		ns

**定时，双  $\pm 4.5V$  至  $\pm 5.5V$  电源 (注 7)**

$t_1$	$D_{IN}$ 有效至 CLK 建立		●	30		ns
$t_2$	$D_{IN}$ 有效至 CLK 保持		●	0		ns
$t_3$	CLK 为高电平		●	50		ns
$t_4$	CLK 为低电平		●	50		ns
$t_5$	$\overline{CS}/LD$ 脉冲宽度		●	40		ns
$t_6$	LSB CLK 至 $\overline{CS}/LD$		●	40		ns
$t_7$	$\overline{CS}/LD$ 低电平至 CLK		●	20		ns
$t_8$	$D_{OUT}$ 输出延迟	$C_L = 15\text{pF}$	●		85	ns
$t_9$	CLK 低电平至 $\overline{CS}/LD$ 低电平		●	0		ns

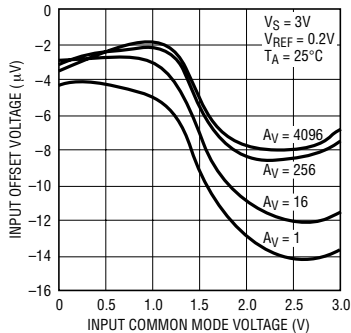
## 电特性

- 注 1：绝对最大额定值是指超出该值则器件的使用寿命可能会受损。
- 注 2：这些参数是在采用  $\pm 5V$  电源的条件下测试的；采用 3V 和 5V 电源时的参数由设计来保证。
- 注 3：这些参数由设计来提供保证。在高速自动测试系统中，热电偶效应使得无法测量这些电压电平。 $V_{OS}$  是在一个由测试设备能力所规定的极限值条件下进行测量的。
- 注 4：如果源总电阻小于 10k $\Omega$ ，则输入偏置电流或输入偏置电流失配或是与  $IN^-$  和  $IN^+$  引脚相连的电阻失配都不会导致 DC 误差。

- 注 5：PSRR 测量的准确度取决于电源旁路电容器与被测器件的靠近程度。因此，在最终测试中是按照宽松的极限条件来对 PSRR 进行 100% 测试的。不过，它们的数值是由设计提供保证的，以满足数据表限值的要求。
- 注 6：供电电流取决于时钟频率。当时钟频率较高时，供电电流较大。
- 注 7：由设计提供保证，未经测试。

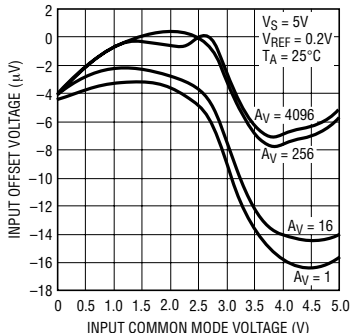
## 典型性能特征

输入失调电压与输入共模电压的关系曲线



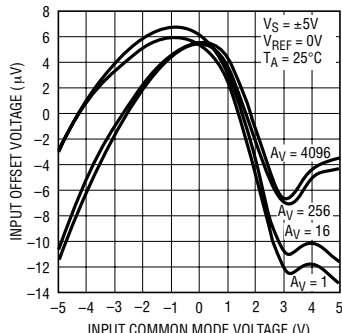
6915 G01

输入失调电压与输入共模电压的关系曲线



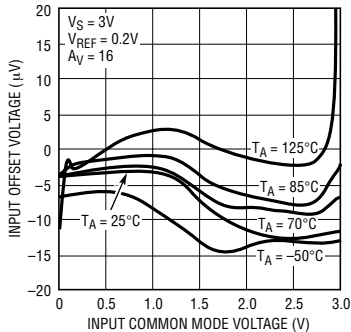
6915 G02

输入失调电压与输入共模电压的关系曲线



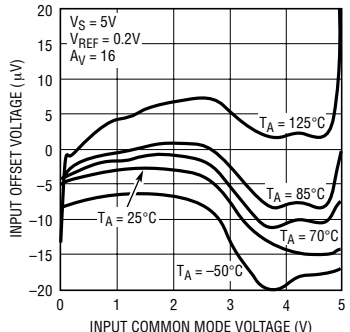
6915 G03

输入失调电压与输入共模电压的关系曲线



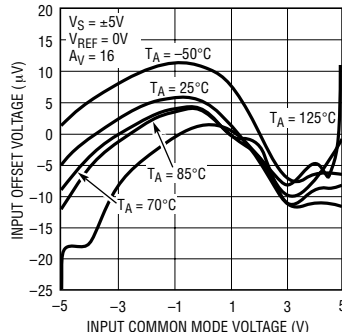
6915 G04

输入失调电压与输入共模电压的关系曲线



6915 G05

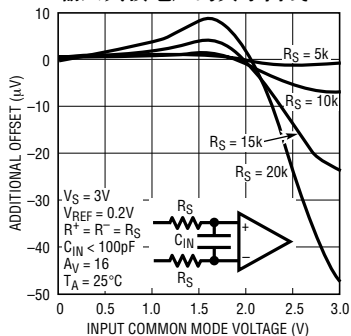
输入失调电压与输入共模电压的关系曲线



6915 G06

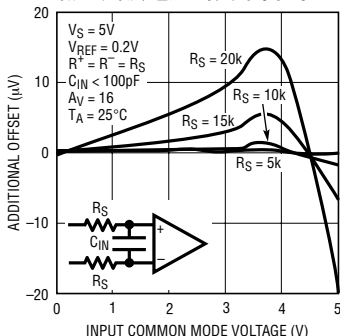
## 典型性能特征

由输入  $R_S$  所引起的误差与输入共模电压的关系曲线



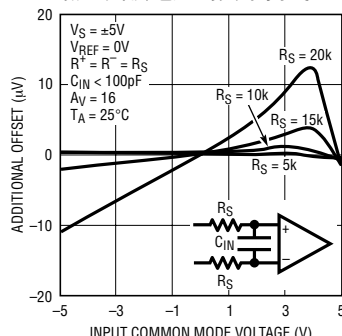
6915 G07

由输入  $R_S$  所引起的误差与输入共模电压的关系曲线



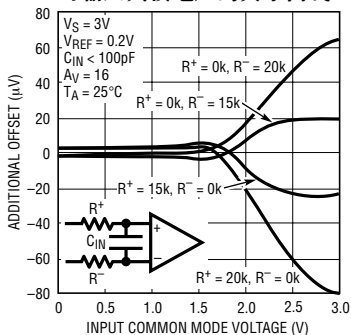
6915 G08

由输入  $R_S$  所引起的误差与输入共模电压的关系曲线



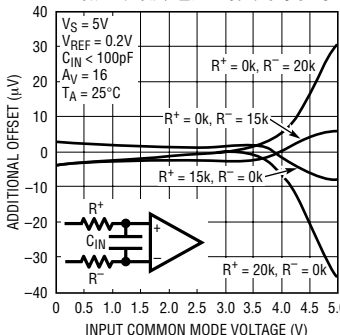
6915 G09

由输入  $R_S$  失配所引起的误差与输入共模电压的关系曲线



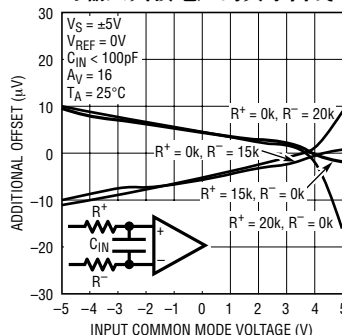
6915 G10

由输入  $R_S$  失配所引起的误差与输入共模电压的关系曲线



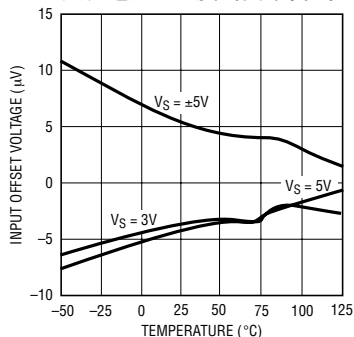
6915 G11

由输入  $R_S$  失配所引起的误差与输入共模电压的关系曲线



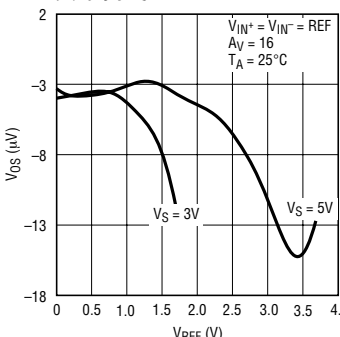
6915 G12

失调电压与温度的关系曲线



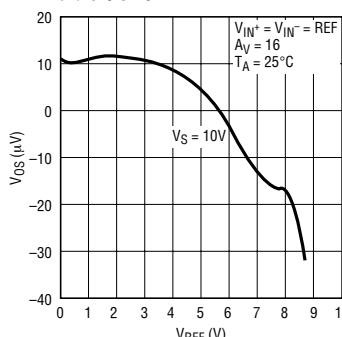
6915 G13

$V_{OS}$  与 REF (引脚 13) 电压的关系曲线



6915 G14

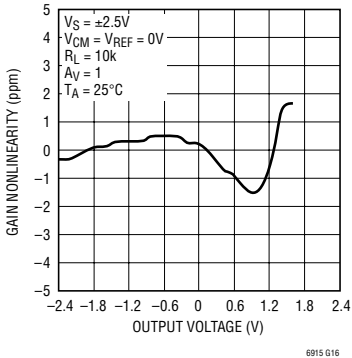
$V_{OS}$  与 REF (引脚 13) 电压的关系曲线



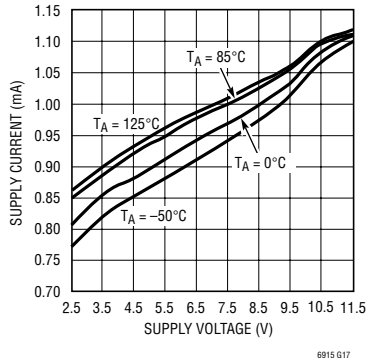
6915 G15

## 典型性能特征

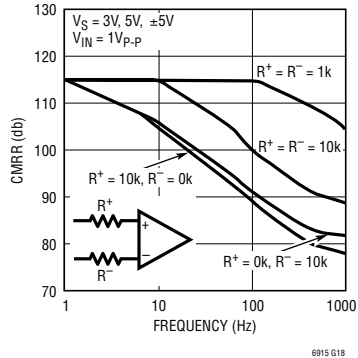
增益 = 1 时的增益非线性(当增益 > 1 时, 增益非线性下降)



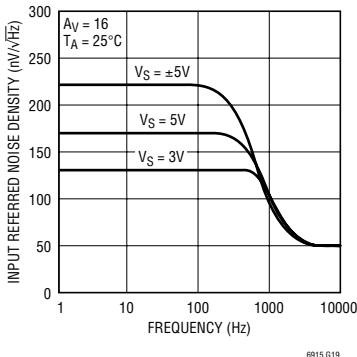
供电电流与供电电压的关系曲线



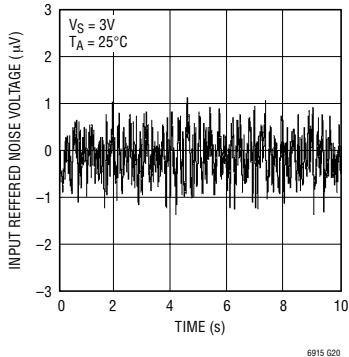
CMRR 与频率的关系曲线



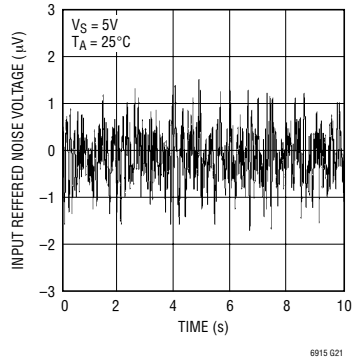
输入电压噪声密度与频率的关系曲线



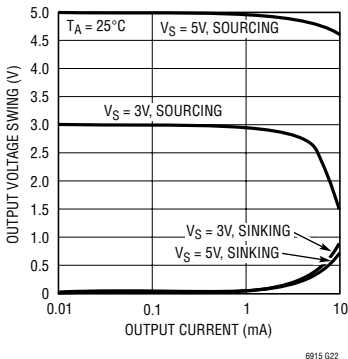
10MHz 带宽时输入所导致的噪声



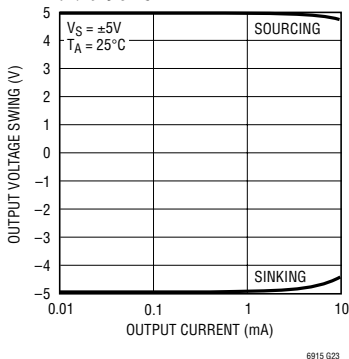
10Hz 带宽时输入所导致的噪声



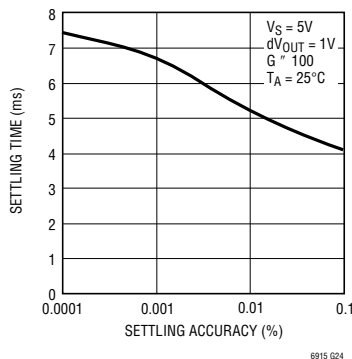
输出电压摆幅与输出电流的关系曲线



输出电压摆幅与输出电流的关系曲线



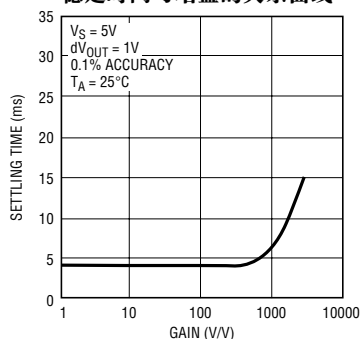
低增益稳定时间与稳定准确度的关系曲线



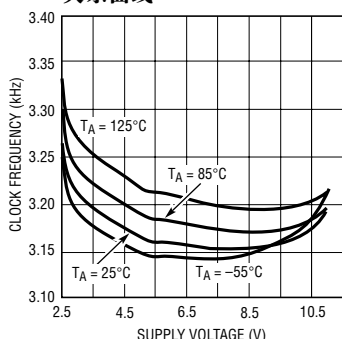


## 典型性能特征

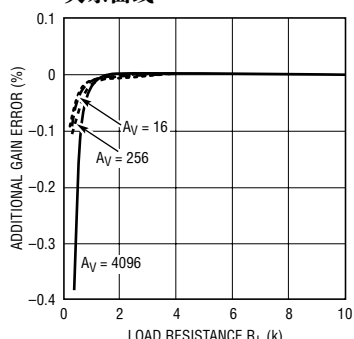
稳定时间与增益的关系曲线



内部时钟频率与供电电压的关系曲线



附加增益误差与负载电阻的关系曲线



## 引脚功能 (DFN/GN 封装)

**IN<sup>-</sup> (引脚 1/引脚 2):** 反相模拟输入。

**SHDN (仅 GN 封装引脚 1):** 停机引脚。当 SHDN 引脚连接至 V<sup>+</sup> 引脚时, 该 IC 被关断。浮置时, 一个内部电流源将该引脚拉至 V<sup>-</sup>。

**IN<sup>+</sup> (引脚 2/引脚 3):** 同相模拟输入。

**V<sup>-</sup> (引脚 3/引脚 4):** 负电源。

**$\overline{\text{CS}}$  (D0) (引脚 4/引脚 6):** TTL 电平输入。当处于串行控制模式时, 该引脚为片选输入(低态有效); 而在并行控制模式中, 该引脚为并行增益控制代码的最低有效位 (LSB)。

**D<sub>IN</sub> (D1) (引脚 5/引脚 7):** TTL 电平输入。当处于串行控制模式时, 该引脚为串行输入数据; 而在并行模式中, 该引脚为并行增益控制代码的第二个 LSB。

**HOLD\_THRU (仅 GN 封装引脚 5):** 用于并行控制模式的 TTL 电平输入。当 HOLD\_THRU 引脚为高电平时, 并行数据被闭锁在一个内部 D 锁存器中。

**CLK (D2) (引脚 6/引脚 8):** TTL 电平输入。当处于串行控制模式时, 该引脚为串行接口的时钟; 而在并行模式中, 该引脚为并行增益控制代码的第三个 LSB。

**D<sub>OUT</sub> (D3) (引脚 7/引脚 9):** TTL 电平输入。当处于串行控制模式时, 该引脚为串行数据的输出; 而在并行模式中, 该引脚为 4 位并行增益控制代码的最

高有效位 (MSB)。在并行工作模式中, 如果进入 D<sub>OUT</sub> 引脚 (引脚 9) 的数据来自一个高于 V<sup>+</sup> (引脚 12) 的电压源, 则需在该电压源与 D<sub>OUT</sub> 引脚之间连接一个电阻器, 以便将流入引脚 9 的电流限制为 5mA 或更小。

**DGND (引脚 8/引脚 10):** 数字地。

**PARALLEL\_SERIAL (引脚 9/引脚 11):** 接口选择输入。当连接至 V<sup>+</sup> 时, 该接口处于并行模式, 即 PGA 增益由并行代码 (D3~D0) 来确定, 即  $\overline{\text{CS}}$  (D0)、DATA (D1)、CLK (D2) 和 D<sub>OUT</sub> (D3)。当 PARALLEL\_SERIAL 引脚连接至 V<sup>-</sup> 时, PGA 增益由串行接口来设定。

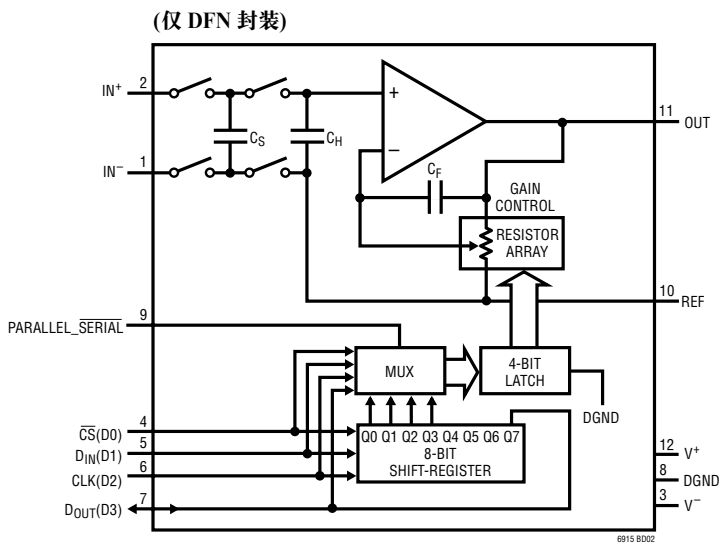
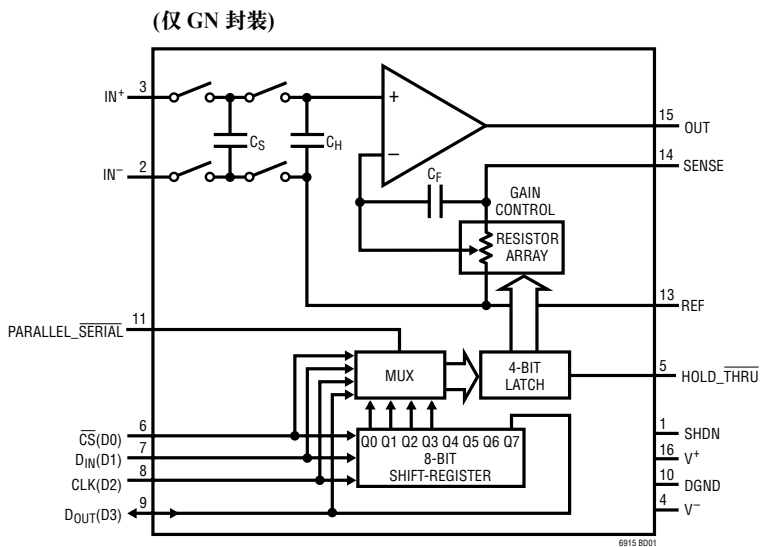
**REF (引脚 10/引脚 13):** 用于 PGA 输出的电压基准。

**OUT (引脚 11/引脚 15):** 放大器输出。OUT 引脚的典型供电/吸收电流为 1mA。为了最大限度地减小增益误差, 负载电阻应为 1k 或更大 (请参阅“典型性能特征”部分中的“输出电压摆幅与输出电流的关系曲线”和“附加增益误差与负载电阻的关系曲线”)。

**V<sup>+</sup> (引脚 12/引脚 16):** 正电源。

**SENSE (仅 GN 封装引脚 14):** 检测引脚。当 PGA 驱动一个低电阻负载且 OUT 引脚与负载之间的互连电阻不能忽略时, 则把 SENSE 引脚尽可能地与负载靠近连接将能够改善增益准确度。

## 方框图





## 工作

有效位 (见图 3)。D<sub>OUT</sub> 上的串行数据在时钟脉冲的下降沿被移出。当  $\overline{CS}$  引脚为高电平时, 移位寄存器的 4 个最低有效位(它们是增益控制位) 将被装入一个 4 位 D 锁存器中。当  $\overline{CS}$  被拉至高电平时, 在内部使时钟失效。请注意: 在  $\overline{CS}$  引脚被拉至低电平之前, CLK 引脚必须为低电平, 以避免产生一个额外的内部时钟脉冲。

在串行模式中, D<sub>OUT</sub> 始终处于工作状态(从不处于三态)。这简化了多个器件的菊花链。D<sub>OUT</sub> 不能与

其他 SPI 输出进行“线或”连接。当传输结束时(即  $\overline{CS}$  引脚被拉至高电平时), D<sub>OUT</sub> 不归零。

一个 LTC6915 可通过将 D<sub>OUT</sub> 连接至下一个芯片的 D<sub>IN</sub> 来与其他的 LTC6915 或其他具有串行接口的器件进行菊花链, 而 CLK 和  $\overline{CS}$  仍然为菊花链中的所有器件所共用。串行数据向所有的芯片发送时钟信号, 然后将  $\overline{CS}$  信号拉至高电平以便对所有的芯片同时进行更新。图 4 示出了两个采用菊花链式 SPI 配置的 LTC6915 实例。

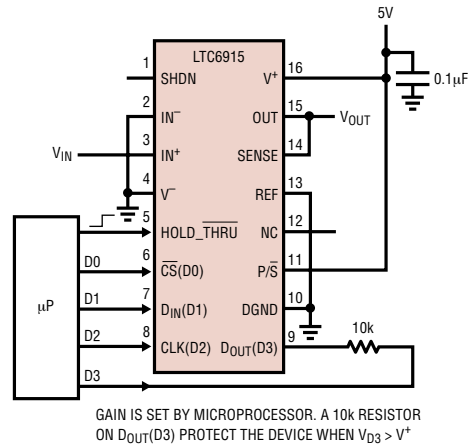
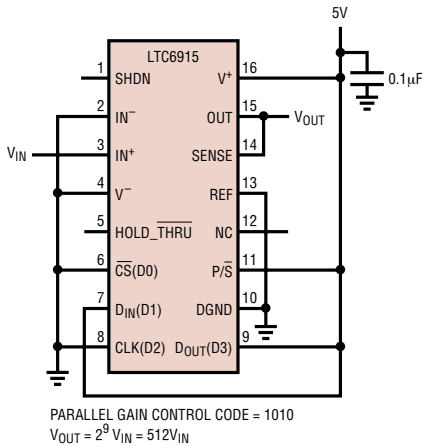


图 1：并行控制模式中的 PGA

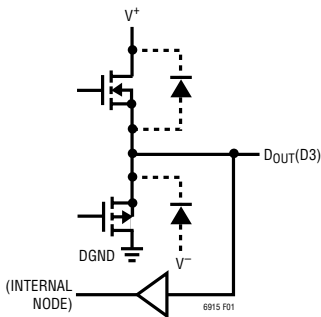


图 2：D<sub>OUT</sub> / D3 引脚的双向特性

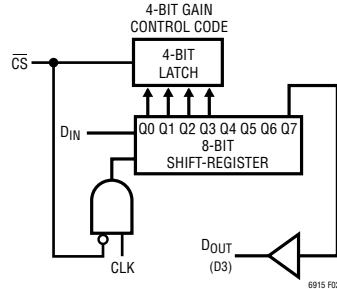


图 3：串行接口示意图 (最高有效位先出)

## 工作

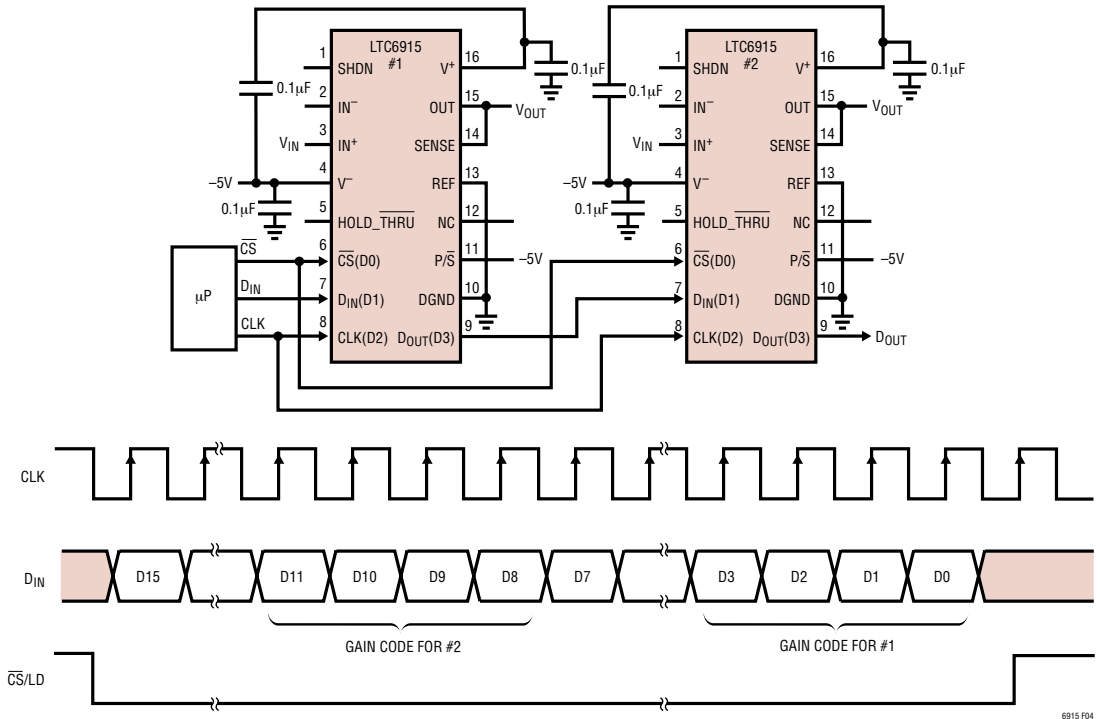


图 4：两个采用菊花链的 PGA

放大器的增益设置如下：

D3, D2, D1, D00	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101~1111
增益	0	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024	2048	4096

## 输入电压范围

LTC6915 的输入共模电压范围为轨至轨。然而，下面的公式限制了差分输入电压的大小：

$$V^- \leq (V_{IN}^+ - V_{IN}^-) + V_{REF} \leq V^+ - 1.3$$

式中的  $V_{IN}^+$  和  $V_{IN}^-$  是差分输入引脚的电压， $V^+$  和  $V^-$  分别为正电源电压和负电源电压， $V_{REF}$  为 REF 引脚的电压。此外， $V_{IN}^+$  和  $V_{IN}^-$  一定不得超过电源电压，即：

$$V^- < V_{IN}^+ < V^+ \text{ 和 } V^- < V_{IN}^- < V^+$$

## ±5V 操作

当 LTC6915 使用 5.5V 以上的电源电压时，必须谨慎地将任何输入引脚 ( $IN^+$  或  $IN^-$ ) 和 REF 引脚之间的最大电压差限制为 5.5V，即：

$$|V_{IN}^+ - V_{REF}| < 5.5 \text{ 和 } |V_{IN}^- - V_{REF}| < 5.5$$

如果不是这样的话，则器件将受损。例如，如果需要在电源电压为 ±5V 时进行轨至轨输入操作，则 REF 引脚电压应为 0、±0.5V。再举一个例子，如果  $V^+$  引脚电压为 10V，并且  $V^-$  和 REF 引脚电压为 0V，则输入应不超过 5.5V。

## 工作

### 稳定时间

采样率为 3kHz，输入采样周期 (即  $C_S$  被充电至输入差分电压  $V_{IN}$  的过程) 约为  $150\mu\text{s}$ 。首先，假设  $C_S$  在每个输入采样周期中都被满充电至  $V_{IN}$ 。由于  $C_S = C_H = (1000\text{pF})$ ，因此，输入中的一个变化将在  $N$  个时钟周期或  $333\mu\text{s} (N)$  之后在运算放大器的同相输入端稳定至  $N$  位准确度。OUT 引脚上的稳定时间也受内部运算放大器的影响。由于内部运算放大器的增益带宽通常为  $200\text{kHz}$ ，所以，对于低于 100 的增益，稳定时间主要受开关电容器前端的支配 (请参见“典型性能特征”部分中的“低增益稳定时间与稳定准确度的关系曲线”和“稳定时间与增益的关系曲线”图)。此外，在一个器件使能 (GN 封装的引脚 1 为有效低电平) 之后的最坏情况稳定时间等于由增益造成的稳定与输入稳定时间 ( $333\mu\text{s} \cdot N$ ) 之和。例如，如果利用引脚 1 上的一个逻辑高电平来使能 LTC6915，则获得 10 位准确度 (0.1%) 和数值为 100 的增益的最大稳定时间为  $8.33\text{ms} ([333\mu\text{s} \cdot 1024] + 5\text{ms})$ 。

### 输入电流

当差分输入电压  $V_{IN}$  发生变化时，必须通过  $C_S$  将  $C_H$  充电至一个新的输入电压。这就在每个输入采样周期中形成了一个输入充电电流。最终， $C_H$  和  $C_S$  电压将达到  $V_{IN}$ ，而且，最理想的情况是输入电流在 DC 输入の場合变至零。

实际上，即使  $V_{IN}$  是一个 DC 电压，仍然会有额外的寄生电容器在每个周期中对  $C_S$  上的充电产生干扰。例如  $C_S$  上的底端板极电容器必须在每个周期由 REF 引脚上的电压充电至  $IN^-$  引脚电压。合成输入充电电流在每个时间常数为  $R_S C_S$  的输入采样周期中呈指数下降。如果由这些电流所引起的电压扰动在采样周期结束之前稳定下来，则不会出现因源电阻或  $IN^+$  和  $IN^-$  之间的源电阻失配所引发的误差。当  $R_S$  小于  $10\text{k}$  时，不会因输入电流失配而产生 DC 误差。

在本数据表的“典型性能特征”部分中，给出了用于显示因输入中的非零源电阻所导致额外误差的曲线图。如果输入端上未跨接大电容器，则放大器对源电阻和源电阻失配不太敏感。当在输入端上跨接了大电容器时，输入充电电流将横跨在输入端

上。上述的输入充电电流会导致较大的 DC 误差，尤其是当存在源电阻器失配的时候更是如此。

### 电源旁路

在双电源操作中，应在每个电源引脚 ( $V^+$  和  $V^-$ ) 和 LTC6915 周围的一个模拟接地平面之间连接一个  $0.1\mu\text{F}$  的旁路电容器。该旁路电容器至电源引脚的走线长度必须短于 0.2 英寸 (建议采用 X7R 或 X5R 型陶瓷电容器)。在单电源操作中，应将  $V^-$  引脚连接至模拟接地平面，并将  $V^+$  引脚旁路。

### 停机模式

该 IC 具有两种停机模式，即硬件停机和软件停机。当 SHDN 引脚与  $V^+$  引脚相连时，IC 处于硬件停机模式。在该停机模式期间，增益设置数字接口 (串行或并行) 和主运算放大器均失效，故 PGA 仅消耗非常小的供电电流 (见“电特性”表)。当 SHDN 引脚浮置时，一个内部电流源将把它拉低至  $V^-$ 。数字接口被接通以读取增益设置代码。只要增益控制代码不是 0000，则 IC 将处于正常的放大模式。如果增益控制代码为 0000，则 IC 工作于软件停机模式，即主运算放大器被关断，以使 PGA 的功耗下降。DFN 封装不具备硬件停机模式。

### 设定 REF 引脚上的电压

从 REF 引脚流出的电流可能对 REF 引脚上的基准电压 ( $V_{REF}$ ) 产生影响。如果  $V_{REF}$  由一个阻性分压器来设定， $V_{REF}$  电压将是  $V_{OUT}$  电压的函数 (见图 5)。为了最大限度地减小  $V_{REF}$  变动， $R_1$  和  $R_2$  的总电阻应远小于  $32\text{k}$  ( $5\text{k}$  或更小) 或采用一个电压基准来设定  $V_{REF}$ 。

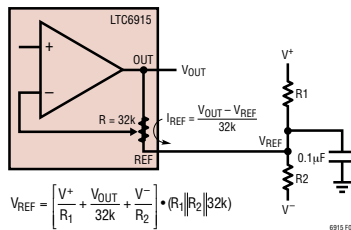


图 5

## 典型应用

### 两个 LTC6915 的复用

向一个 IC 发送 0000 增益代码以将其输出设定为高阻抗状态，而向第二个 IC 发送非 0000 的增益代码以将其设定为正常放大状态。如果两个器件均为接通状态，则 200Ω 电阻器将对输出起到保护作用。对于 1k 或更大的负载，检测引脚连接可维持增益准确度。

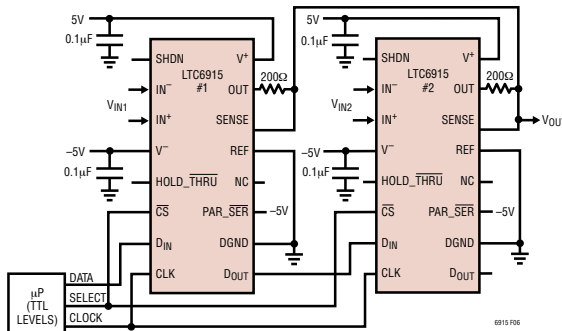


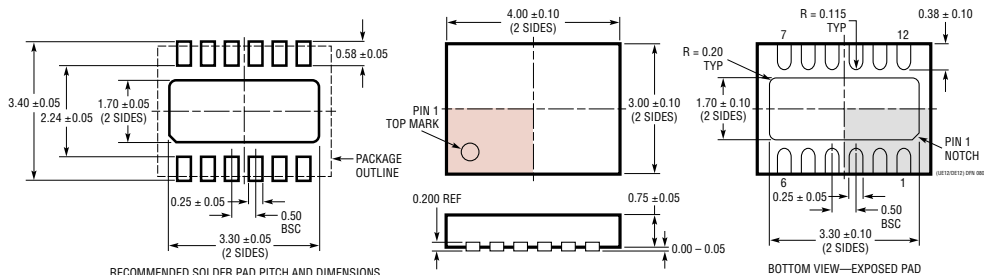
图 6：对两个采用菊链增益控制的 LTC6915 的 2:1 复用

## 封装描述

### DE/UE 封装

#### 12 引脚塑料 DFN (4mm × 3mm)

(参考 LTC DWG # 05-08-1695)



RECOMMENDED SOLDER PAD PITCH AND DIMENSIONS

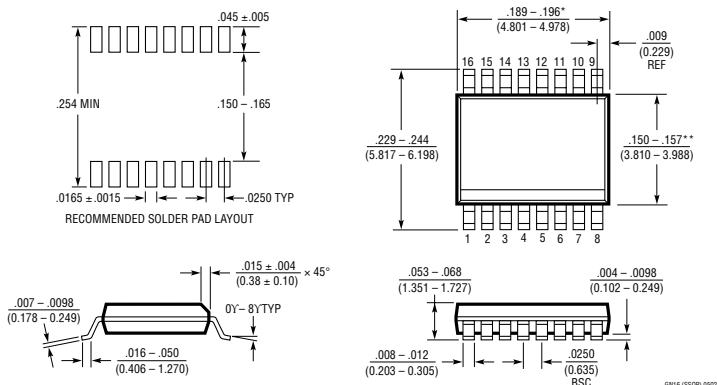
NOTE:

1. DRAWING PROPOSED TO BE A VARIATION OF VERSION (WGED) IN JEDEC PACKAGE OUTLINE MO-229
2. ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
3. DIMENSIONS OF EXPOSED PAD ON BOTTOM OF PACKAGE DO NOT INCLUDE MOLD FLASH. MOLD FLASH, IF PRESENT, SHALL NOT EXCEED 0.15mm ON ANY SIDE
4. EXPOSED PAD SHALL BE SOLDER PLATED

### GN 封装

#### 16 引脚塑料 SSOP (窄式 .150 英寸)

(参考 LTC DWG # 05-08-1641)



RECOMMENDED SOLDER PAD LAYOUT

NOTE:

1. CONTROLLING DIMENSION: INCHES
2. DIMENSIONS ARE IN (MILLIMETERS)
3. DRAWING NOT TO SCALE
- \* DIMENSION DOES NOT INCLUDE MOLD FLASH. MOLD FLASH SHALL NOT EXCEED 0.006" (0.152mm) PER SIDE
- \*\* DIMENSION DOES NOT INCLUDE INTERLEAD FLASH. INTERLEAD FLASH SHALL NOT EXCEED 0.010" (0.254mm) PER SIDE

0916 (SSOP) 5902

sn6915 6915fas

## 典型应用

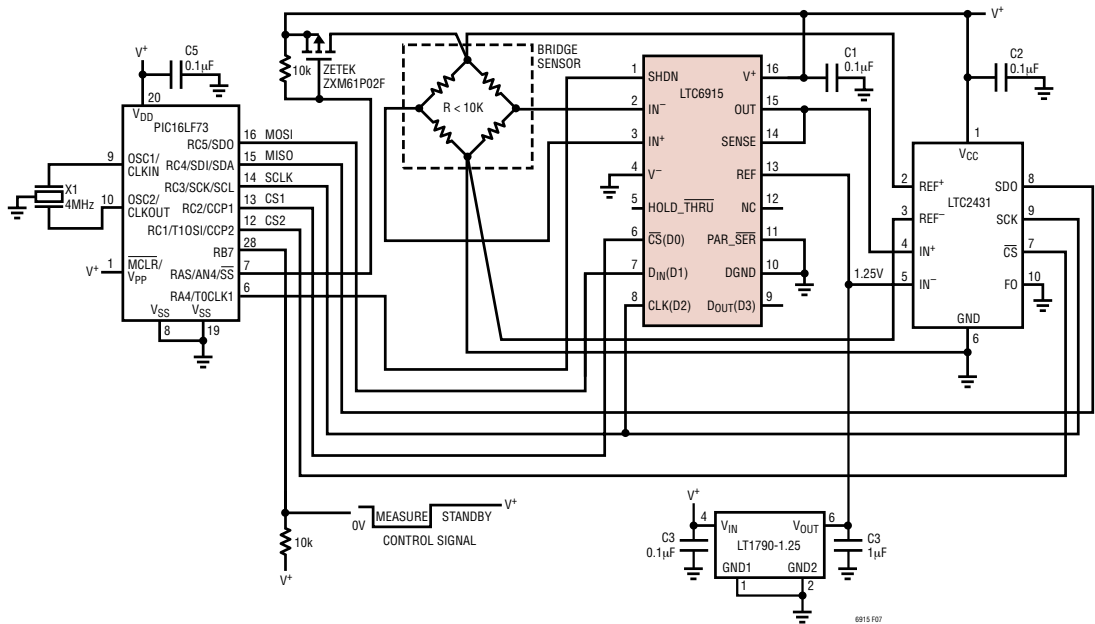


图 7：具有可编程增益和模数转换功能的桥式放大器  
(待机电流小于 100 $\mu$ A)

## 相关器件

器件型号	描述	备注
LTC1043	双通道精准仪表开关电容器单元式部件	轨至轨输入，120dB CMRR
LTC1100	精准零漂移仪表放大器	数值为 10 或 100 的固定增益，10 $\mu$ V 失调，50pA 输入偏置电流
LTC1101	精准、微功率、单电源仪表放大器	数值为 10 或 100 的固定增益， $I_S < 105\mu$ A
LTC1167	单电阻器增益可编程、精准仪表放大器	单个增益设定电阻器， $G = 1$ 至 10,000 低噪声：7.5nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
LTC1168	低功率单电阻器增益可编程、精准仪表放大器	$I_S = 530\mu$ A
LTC1789-1	单电源、轨至轨输出、微功率仪表放大器	$I_S = 80\mu$ A (最大值)
LTC2050	零漂移运算放大器	SOT-23 封装
LTC2051	双通道零漂移运算放大器	MS8 封装
LTC2052	四通道零漂移运算放大器	GN16 封装
LTC2053	可采用电阻器进行增益编程的轨至轨输入和输出、零漂移仪表放大器	MS8 封装，10 $\mu$ V 最大 $V_{OS}$ ，50nV/ $^{\circ}\text{C}$ 最大漂移
LTC6800	可采用电阻器进行增益编程的轨至轨输入和输出仪表放大器	MS8 封装，100 $\mu$ V 最大 $V_{OS}$ ，250nV/ $^{\circ}\text{C}$ 最大漂移