

# 轨至轨输入和输出仪表放大器

## 特点

- 116dB CMRR (不受增益大小的影响)
- 最大失调电压：100 $\mu$ V
- 最大失调电压漂移：250nV/ $^{\circ}$ C
- -40 $^{\circ}$ C 至 125 $^{\circ}$ C 的工作温度范围
- 轨至轨输入范围
- 轨至轨输出摆幅
- 工作电源：2.7V 至 5.5V
- 采用 MS8 和 3mm $\times$ 3mm $\times$ 0.8mm DFN 封装

## 应用

- 热电偶放大器
- 电子秤
- 医疗仪表
- 应变仪放大器
- 高分辨率数据采集

## 描述

LTC<sup>®</sup>6800 是一款精准的仪表放大器。采用一个单 5V 电源时，其 CMRR 的典型值为 116dB，并与增益大小无关。输入失调电压保证低于 100 $\mu$ V，温度漂移小于 250nV/ $^{\circ}$ C。LTC6800 易于使用；与传统的运算放大器相似，LTC6800 的增益也可通过两个外部电阻器来调节。

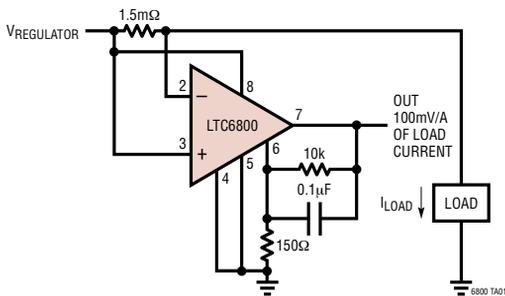
LTC6800 采用电荷平衡采样数据技术来把一个差分输入电压转换为一个单端信号，然后再由一个零漂移运算放大器对该单端信号进行放大。

差分输入的工作范围为轨至轨，单端输出的摆幅为轨至轨。LTC6800 采用 MS8 表面安装型封装。对于空间受限的应用，LTC6800 采用 3mm $\times$ 3mm $\times$ 0.8mm 双侧细节距无引线封装 (DFN)。

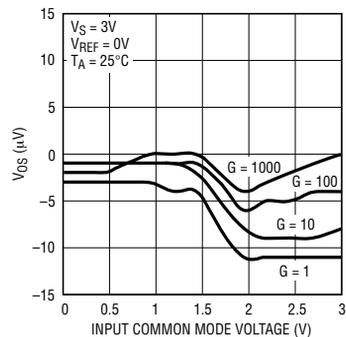
、LTC 和 LT 是凌特公司的注册商标。

## 典型应用

高压侧电源电流检测



典型的输入相关失调与输入共模电压的关系曲线 ( $V_S = 3V$ )

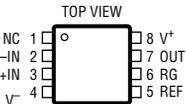
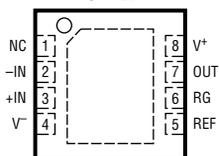


# LTC6800

## 绝对最大额定值 (注1)

总电源电压 ( $V^+$ 至 $V^-$ ) .....	5.5V	工作温度范围 (注 7) .....	$-40^{\circ}\text{C}$ 至 $125^{\circ}\text{C}$
输入电流 .....	$\pm 10\text{mA}$	贮存温度范围	
$ V_{\text{IN}^+} - V_{\text{REF}} $ .....	5.5V	MS8 封装 .....	$-65^{\circ}\text{C}$ 至 $150^{\circ}\text{C}$
$ V_{\text{IN}^-} - V_{\text{REF}} $ .....	5.5V	DD 封装 .....	$-65^{\circ}\text{C}$ 至 $125^{\circ}\text{C}$
输出短路持续时间 .....	无限制	引脚温度 (焊接时间 10 秒) .....	$300^{\circ}\text{C}$

## 封装/订购信息

 <p>MS8 PACKAGE 8-LEAD PLASTIC MSOP <math>T_{\text{JMAX}} = 150^{\circ}\text{C}</math>, <math>\theta_{\text{JA}} = 200^{\circ}\text{C}/\text{W}</math></p>	产品型号	 <p>DD PACKAGE 8-LEAD (3mm x 3mm) PLASTIC DFN <math>T_{\text{JMAX}} = 125^{\circ}\text{C}</math>, <math>\theta_{\text{JA}} = 160^{\circ}\text{C}/\text{W}</math> UNDERSIDE METAL INTERNALLY CONNECTED TO <math>V^-</math> (PCB CONNECTION OPTIONAL)</p>	产品型号
	LTC6800HMS8		LTC6800HDD
	MS8 器件标记		DD 器件标记
	LTADE		LAEP

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  $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ 。 $V^+ = 3\text{V}$ ， $V^- = 0\text{V}$ ， $\text{REF} = 200\text{mV}$ 。输出电压摆幅以  $V^-$  为基准。所有其他规格均以 OUT 引脚至 REF 引脚为基准。

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入失调电压 (注 2)	$V_{\text{CM}} = 200\text{mV}$			$\pm 100$	$\mu\text{V}$
平均输入失调漂移 (注 2)	$T_A = -40^{\circ}\text{C}$ 至 $85^{\circ}\text{C}$ $T_A = 85^{\circ}\text{C}$ 至 $125^{\circ}\text{C}$	●		$\pm 250$	$\text{nV}/^{\circ}\text{C}$
		●	-1	-2.5	$\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$
共模抑制比 (注 4, 5)	$A_V = 1$ , $V_{\text{CM}} = 0\text{V}$ 至 $3\text{V}$	●	85	113	dB
积分输入偏置电流 (注 3)	$V_{\text{CM}} = 1.2\text{V}$		4	10	nA
积分输入失调电流 (注 3)	$V_{\text{CM}} = 1.2\text{V}$		1	3	nA
输入噪声电压	DC 至 10Hz			2.5	$\mu\text{V}_{\text{P-P}}$
电源抑制比 (注 6)	$V_S = 2.7\text{V}$ 至 $5.5\text{V}$	●	110	116	dB
输出电压摆幅高	$R_L = 2\text{k}$ 至 $V^-$ $R_L = 10\text{k}$ 至 $V^-$	●	2.85	2.94	V
		●	2.95	2.98	V
输出电压摆幅低		●		20	mV
增益误差	$A_V = 1$			0.1	%
增益非线性	$A_V = 1$			100	ppm

**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  $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。  $V^+ = 3\text{V}$ ， $V^- = 0\text{V}$ ， $\text{REF} = 200\text{mV}$ 。输出电压摆幅以  $V^-$  为基准。所有其他规格均以 OUT 引脚至 REF 引脚为基准。

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
电源电流	无负载	●		1.2	mA
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

凡标注●表示该指标适合整个工作温度范围，否则仅指  $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。  $V^+ = 5\text{V}$ ， $V^- = 0\text{V}$ ， $\text{REF} = 200\text{mV}$ 。输出电压摆幅以  $V^-$  为基准。所有其他规格均以 OUT 引脚至 REF 引脚为基准。

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入失调电压 (注 2)	$V_{\text{CM}} = 200\text{mV}$			$\pm 100$	$\mu\text{V}$
平均输入失调漂移 (注 2)	$T_A = -40^\circ\text{C}$ 至 $85^\circ\text{C}$ $T_A = 85^\circ\text{C}$ 至 $125^\circ\text{C}$	● ●		$\pm 250$ -2.5	nV/ $^\circ\text{C}$ $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
共模抑制比 (注 4, 5)	$A_V = 1$ ， $V_{\text{CM}} = 0\text{V}$ 至 $5\text{V}$	●	85	116	dB
积分输入偏置电流 (注 3)	$V_{\text{CM}} = 1.2\text{V}$		4	10	nA
积分输入失调电流 (注 3)	$V_{\text{CM}} = 1.2\text{V}$		1	3	nA
电源抑制比 (注 6)	$V_S = 2.7\text{V}$ 至 $5.5\text{V}$	●	110	116	dB
输出电压摆幅高	$R_L = 2\text{k}$ 至 $V^-$ $R_L = 10\text{k}$ 至 $V^-$	● ●	4.85 4.95	4.94 4.98	V V
输出电压摆幅低		●		20	mV
增益误差	$A_V = 1$			0.1	%
增益非线性	$A_V = 1$			100	ppm
电源电流	无负载	●		1.3	mA
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

**注 1：**绝对最大额定值是指超出该值则器件的使用寿命有可能受损。

**注 2：**这些参数由设计提供保证。热电偶效应不包括在高速自动测试系统中对这些电压电平所进行的测量。 $V_{\text{OS}}$  的测量精度达到了测试设备性能所决定的极限值。

**注 3：**如果总的源电阻小于  $10\text{k}$ ，则不会发生因输入偏置电流、输入偏置电流失配或者与  $-IN$  和  $+IN$  引脚相连的电阻的失配所导致的 DC 误差。

**注 4：**在电压增益  $A_V$  大于 10 的条件下，CMRR 为  $120\text{dB}$  (典型值)。

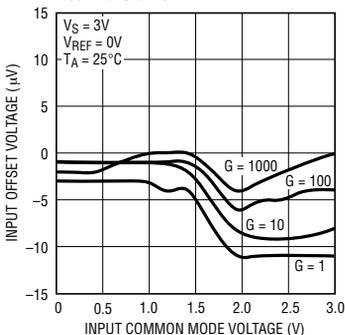
**注 5：**在温度高于  $70^\circ\text{C}$  的条件下，当共模输入电压处于电源轨的  $100\text{mV}$  以内时，共模抑制比下降。

**注 6：**电源抑制比 (PSRR) 测量精度取决于电源旁路电容器与被测试器件的接近程度。因此，在最终测试中是按照偏松一些的极限值对 PSRR 进行全面测试的。不过，其数值是由设计提供保证，以满足产品数据表中的极限值。

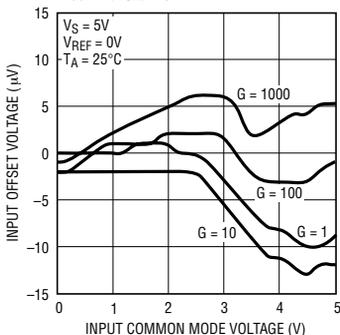
**注 7：**LTC6800H 的性能在  $-40^\circ\text{C}$  至  $125^\circ\text{C}$  的工作温度范围内是得到保证的。 $-40^\circ\text{C}$  至  $125^\circ\text{C}$  范围内的规格 (用●来表示) 由设计和特性分析来给予保证，但未在这些温度条件下进行测试或 QA 采样。

## 典型性能特征

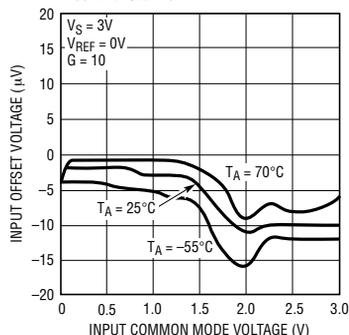
输入失调电压与输入共模电压的关系曲线



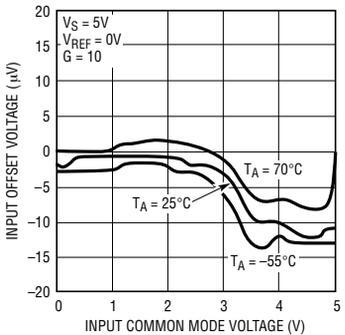
输入失调电压与输入共模电压的关系曲线



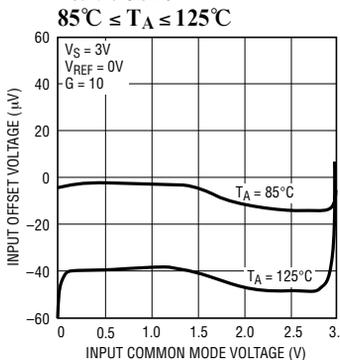
输入失调电压与输入共模电压的关系曲线



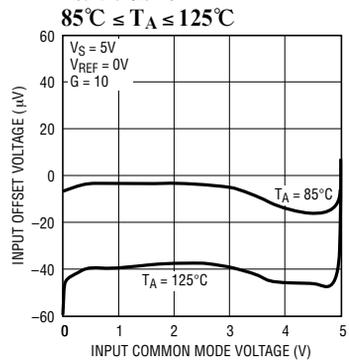
输入失调电压与输入共模电压的关系曲线



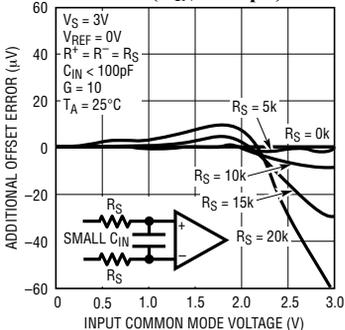
输入失调电压与输入共模电压的关系曲线， $85^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq 125^{\circ}\text{C}$



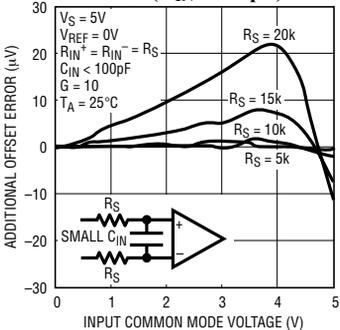
输入失调电压与输入共模电压的关系曲线， $85^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq 125^{\circ}\text{C}$



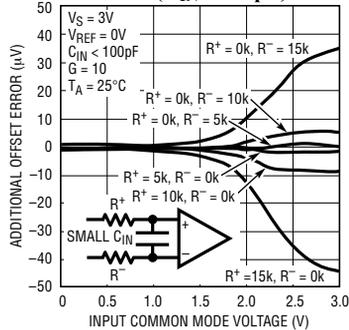
由输入  $R_S$  所引起的额外输入失调与输入共模电压的关系曲线 ( $C_{IN} < 100\text{pF}$ )



由输入  $R_S$  所引起的额外输入失调与输入共模电压的关系曲线 ( $C_{IN} < 100\text{pF}$ )

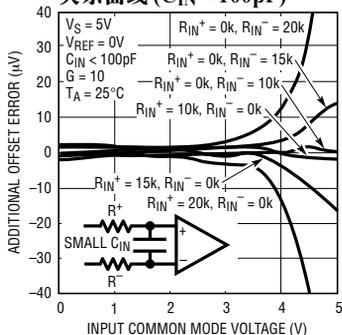


由输入  $R_S$  失配所引起的额外输入失调与输入共模电压的关系曲线 ( $C_{IN} < 100\text{pF}$ )

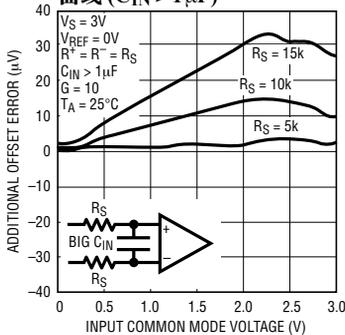


## 典型性能特征

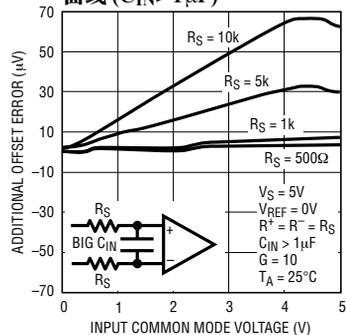
由输入  $R_S$  失配所引起的额外输入失调与输入共模电压的关系曲线 ( $C_{IN} < 100\text{pF}$ )



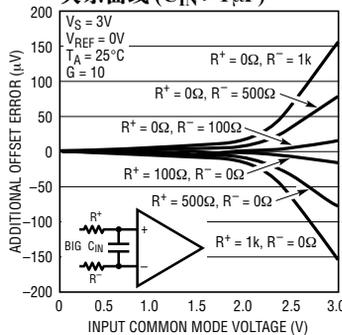
由输入  $R_S$  所引起的额外输入失调与输入共模电压的关系曲线 ( $C_{IN} > 1\mu\text{F}$ )



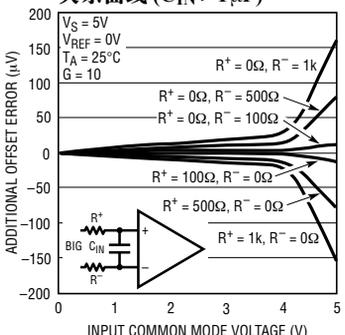
由输入  $R_S$  所引起的额外输入失调与输入共模电压的关系曲线 ( $C_{IN} > 1\mu\text{F}$ )



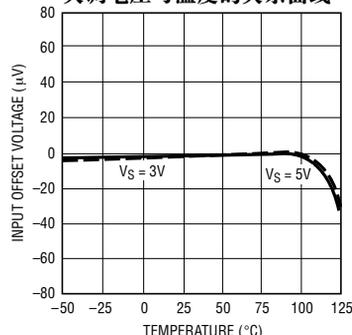
由输入  $R_S$  失配所引起的额外输入失调与输入共模电压的关系曲线 ( $C_{IN} > 1\mu\text{F}$ )



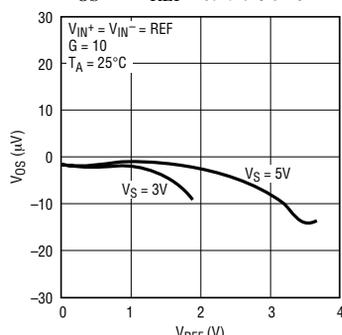
由输入  $R_S$  失配所引起的额外输入失调与输入共模电压的关系曲线 ( $C_{IN} > 1\mu\text{F}$ )



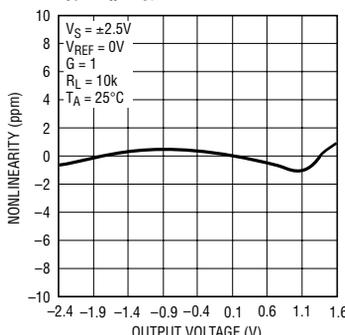
失调电压与温度的关系曲线



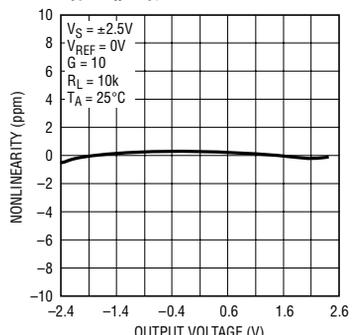
$V_{OS}$  与  $V_{REF}$  的关系曲线



增益非线性,  $G = 1$

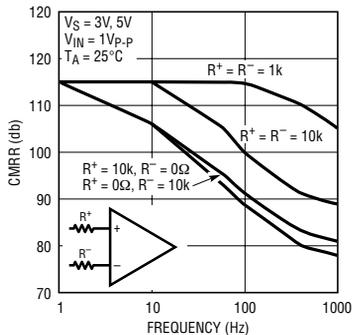


增益非线性,  $G = 10$

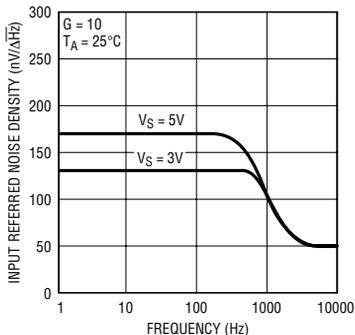


## 典型性能特征

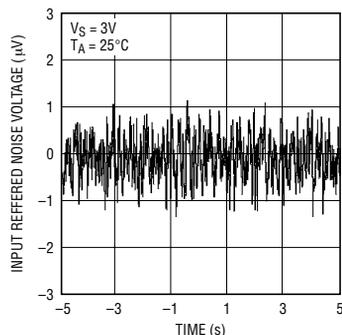
### CMRR 与频率的关系曲线



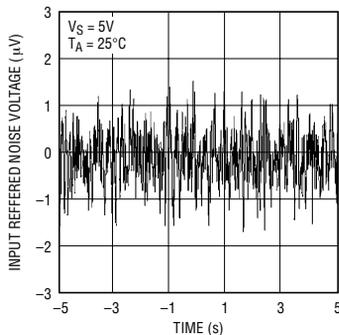
### 输入电压噪声密度与频率的关系曲线



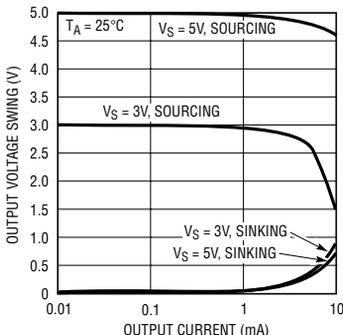
### 10Hz 带宽内的输入相关噪声



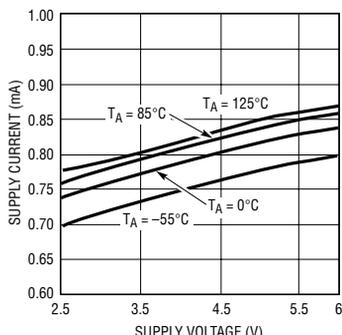
### 10Hz 带宽内的输入相关噪声



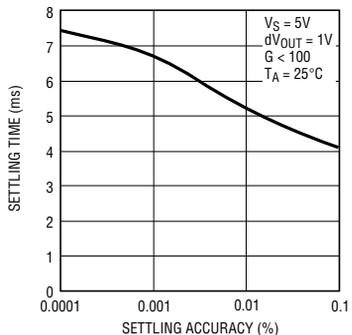
### 输出电压摆幅与输出电流的关系曲线



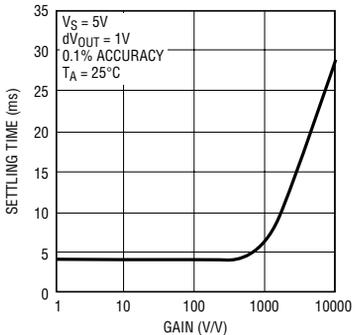
### 电源电流与电源电压的关系曲线



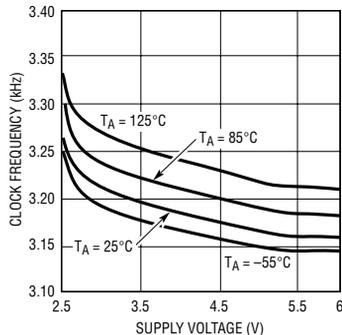
### 低增益稳定时间与稳定精度的关系曲线



### 稳定时间与增益的关系曲线



### 内部时钟频率与电源电压的关系曲线



## 引脚功能

NC (引脚 1) : 未连接。

-IN (引脚 2) : 反相输入。

+IN (引脚 3) : 同相输入。

V<sup>-</sup> (引脚 4) : 负电源。

REF (引脚 5) : 用于放大器输出的电压基准 (V<sub>REF</sub>)。

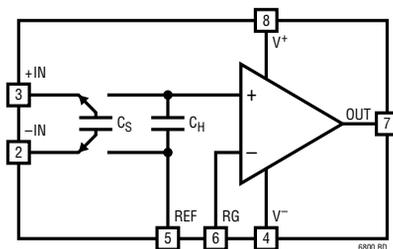
RG (引脚 6) : 内部运算放大器的反相输入。利用一个连接在 OUT 引脚与 RG 引脚之间的电阻器 R2 和一个连接在 RG 引脚与 REF 引脚之间的电阻器 R1 来设定 DC 增益，公式为： $1 + R2/R1$ 。

OUT (引脚 7) : 放大器输出。

$$V_{OUT} = GAIN (V_{+IN} - V_{-IN}) + V_{REF}$$

V<sup>+</sup> (引脚 8) : 正电源。

## 方框图



## 应用信息

### 工作原理

LTC6800 采用一个内部电容器 ( $C_S$ ) 来对一个位于 DC 共模电压上的差分输入信号进行采样 (见方框图)。该电容器的电荷被转移至第二个内部电容器, 即保持电容器 ( $C_H$ ), 从而将输入差分信号的共模电压变换为 REF 引脚的共模电压。在同相配置中, 合成信号由一个零漂移运算放大器进行放大。RG 引脚是该运算放大器的负输入端, 并实现了 DC 增益的外部可编程性。借助一个跨接在反馈电阻器两端的外部电容器可实现简单的滤波处理。

### 输入电压范围

LTC6800 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:

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

其中  $V_{+IN}$  和  $V_{-IN}$  分别为 +IN 和 -IN 引脚的电压,

$V_{REF}$  为 REF 引脚电压,  $V^+$  为正电源电压。

例如, 当采用一个 3V 单电源且差分输入电压范围为 0V 至 100mV 时,  $V_{REF}$  必须处于 0V 至 1.6V 之间。

### 稳定时间

采样频率为 3kHz, 输入采样周期 (在此期间  $C_S$  被充电至输入差分电压  $V_{IN}$ ) 约为 150 $\mu$ s。首先, 假设  $C_S$  在每个输入采样周期中被满充电至  $V_{IN}$ 。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 $\mu$ s (N) 之后在运算放大器的同相输入端稳定至 N 位精度。OUT 引脚上的稳定时间也受到内部运算放大器的稳定所影响。由于内部运算放大器的增益带宽为 200kHz (典型值), 因此对于 100 以下的增益, 稳定时间主要受开关电容器前端所支配 (见“典型性能特征”)。

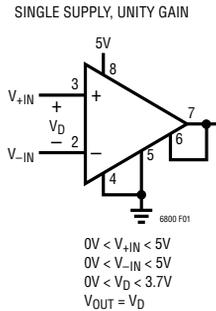


图 1

## 应用信息

### 输入电流

每当差分输入  $V_{IN}$  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。这会在每个输入采样周期中产生一个输入充电电流。最后， $C_H$  和  $C_S$  电压将达到  $V_{IN}$ ，而且，对于 DC 输入，理想的情况是输入电流变至零。

事实上，即使  $V_{IN}$  是一个 DC 电压，每个周期中仍然会有额外的寄生电容器干扰  $C_S$  上的充电。例如，在每个周期中， $C_S$  上的寄生底端板极电容器必须由 REF 引脚上的电压充电至 -IN 引脚电压。在每个输入采样周期中，合成输入充电电流呈指数下降（时间常数 =  $R_S C_S$ ）。**如果由这些电流所引起的电压扰动在采样周期结束之前达到稳定状态，则不会出现因源电阻或 -IN 和 +IN 引脚之间的源电阻失配所导致的误差。当采用小于 10k 的  $R_S$  时，不会发生源自该输入电流的 DC 误差。**

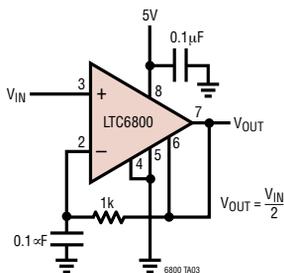
在本数据表的“典型性能特征”部分，有一些用来表示产生自输入中的非零源电阻额外误差的曲线图。如果未在输入端上跨接大电容器，则放大器对源电阻和源电阻失配的敏感度会低一些。当在输入端上布设了大电容器之后，则上述的输入充电电流将导致较大的 DC 误差，尤其是当存在源电阻器失配时。

### 电源旁路

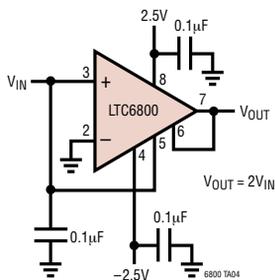
由于 LTC6800 采用了一种采样数据技术，所以包含一些时钟控制数字电路，因而对电源旁路很敏感。必须在引脚 8 ( $V^+$ ) 和引脚 4 ( $V^-$ ) 之间连接一个 0.1  $\mu\text{F}$  的陶瓷电容器，且引线应尽可能简短。

## 典型应用

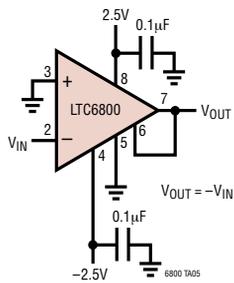
放大系数为 1/2 的精准放大器



放大系数为 2 的精准放大器 (通用)

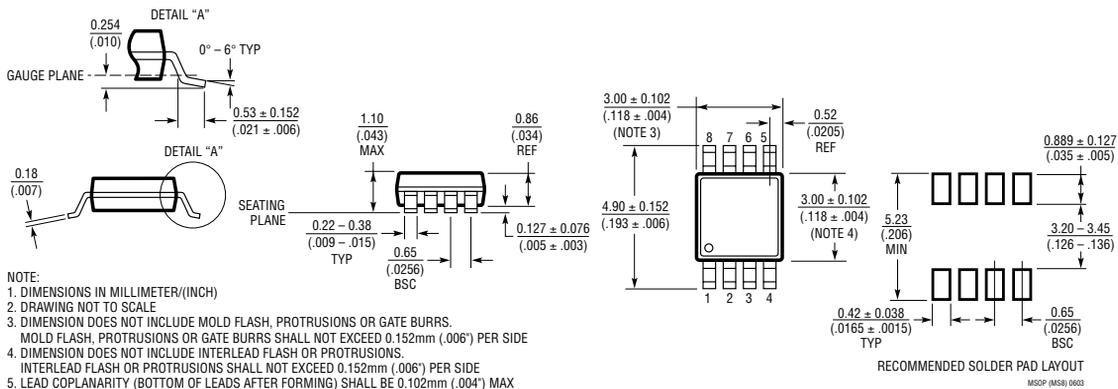


放大系数为 -1 的精准反相放大器 (通用)

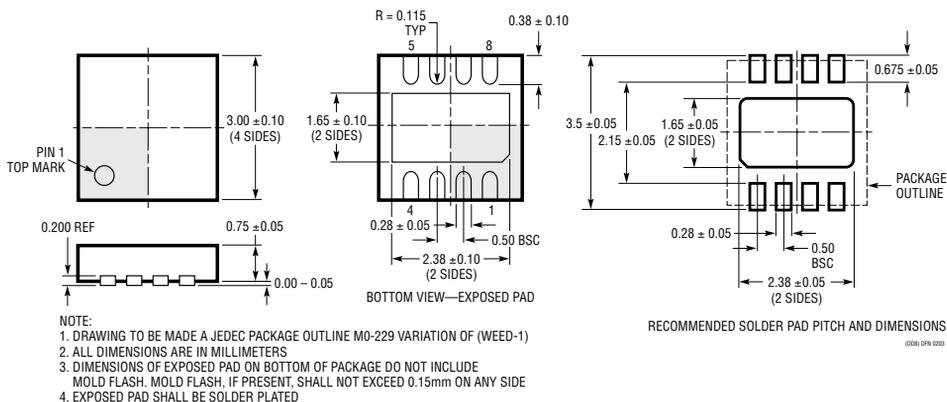


## 封装描述

### MS8 封装 8 引脚塑料 MSOP (参考 LTC DWG # 05-08-1660)

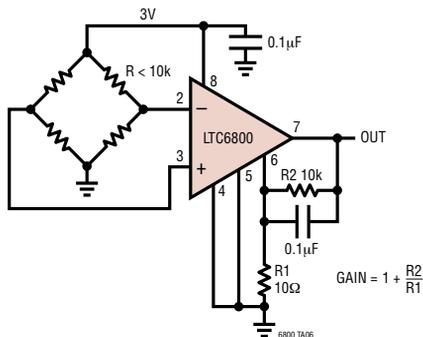


### DD 封装 8 引脚塑料 DFN (3mm × 3mm) (参考 LTC DWG # 05-08-1698)



## 典型应用

差分桥式放大器



## 相关器件

器件型号	描述	备注
LTC1100	精准零漂移仪表放大器	固定增益为 10 或 100，失调电压为 10 $\mu$ V，输入偏置电流为 50pA
LT <sup>®</sup> 1101	精准、微功率、单电源仪表放大器	固定增益为 10 或 100， $I_S < 105\mu$ A
LT1167	可采用单个电阻器来设置增益的精准仪表放大器	单个增益设定电阻器：G = 1 至 10,000，低噪声：7.5nV/ $\sqrt$ Hz
LT1168	可采用单个电阻器来设置增益的低功率、精准仪表放大器	$I_{SUPPLY} = 530\mu$ A
LTC1043	双精准仪表开关电容器单元式部件	轨至轨输入，120dB CMRR
LT1789-1	单电源、轨至轨输出、微功率仪表放大器	$I_{SUPPLY} = 80\mu$ A (最大值)
LTC2050	零漂移运算放大器	SOT-23 封装， $V_{OS}$ 为 3 $\mu$ V (最大值)，漂移为 30nV/ $^{\circ}$ C (最大值)
LTC2051	双通道零漂移运算放大器	MS8 封装， $V_{OS}$ 为 3 $\mu$ V (最大值)，漂移为 30nV/ $^{\circ}$ C (最大值)
LTC2052	四通道零漂移运算放大器	GN-16 封装， $V_{OS}$ 为 3 $\mu$ V (最大值)，漂移为 30nV/ $^{\circ}$ C (最大值)
LTC2053	单电源、零漂移、轨至轨输入和输出仪表放大器	MS8 封装， $V_{OS}$ 为 10 $\mu$ V (最大值)，漂移为 50nV/ $^{\circ}$ C (最大值)