低失调、轨对轨输出、36V 运算放大器

概 述

HTCOP07F 是一款低失调运算放大器，具有较高输入阻抗，输出摆幅可以达到电源轨的 200mV 内。其输入共模电压的范围包括至负电源轨。并且使用 Trim 技术对失调电压进行校正，因此具有非常低的失调电压（典型值 50μV）。

芯片支持单电源和双电源供电。单电源供电时，其电源电压的范围为+4V 至+36V；双电源供电时，其电源电压的范围在±2V 至±18V。

HTCOP07F 的封装类型主要有 SOT23-5，MSOP-8 和 SOP-8。并且所有封装类型的工作温度范围为-40℃至+125℃。

特 点

- 低失调电压：50μV（典型值）
- 零漂移：0.5μV/℃
- 高 DC 精度
  - 开环增益：120dB
  - 电源抑制比（PSRR）：110dB
  - 共模抑制比（CMRR）：110dB
- 增益带宽积：2MHz
- 静态电流：400μA（典型值）
- 电源电压范围：±2V 至 ±18V
- 输出轨对轨
- 输入可至负电源轨

应 用

- 桥式放大器
- 应力计
- 传感器应用
- 温度测量
- 电子秤
- 医疗设备
- 电阻测温器

CAUTION: These devices are sensitive to electrostatic discharge; follow proper IC Handling Procedures.
Huatech (and design) is a registered trademark of Huatech Semiconductor Inc.
Copyright Huatech Semiconductor Inc. All Rights Reserved.
All other trademarks mentioned are the property of their respective owners.
CN2216_1.0.a

管脚分布

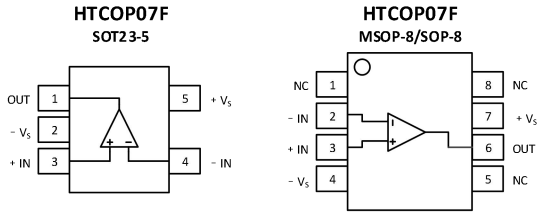


图 1　管脚分布

管脚描述

符号	描述
+IN	运算放大器的同相输入端
-IN	运算放大器的反相输入端
$+V_S$	正电源端
$-V_S$	负电源端（单电源供电时与地连接）
OUT	运算放大器的输出端
NC	无连接

订购信息

型号	封装	包装数量	丝印
HTCOP07FXT5/R6	SOT23-5	3000PCS	C07FXX
HTCOP07FXS8/R8	SOP-8	4000PCS	COP07F XXXXX
HTCOP07FXV8/R6	MSOP-8	3000PCS	COP07F XXXXX

CAUTION: These devices are sensitive to electrostatic discharge; follow proper IC Handling Procedures.
Huatech (and design) is a registered trademark of Huatech Semiconductor Inc.
Copyright Huatech Semiconductor Inc. All Rights Reserved.
All other trademarks mentioned are the property of their respective owners.
CN2216_1.0.a

绝对最大额定值（环境温度 25℃）

参数	描述	额定值	单位
电源电压		±19，38（单电源）	V
单输入端(2)	电压	V_{S-} -0.3 至 V_{S+} +0.3	V
	电流	±10	mA
	差分电压	±0.7	V
温度范围	工作温度(3)，T_A	-40 至 +125	℃
	贮藏温度，T_{STG}	-65 至 +150	℃
	结温，T_J	150	℃
静电放电（ESD）	人体模型（HBM）	2	kV

备注：

1. 超出绝对最大额定值可能会导致器件永久性损坏。以上罗列的仅为部分关键性的参数，并不意味其他未被列出的参数可以超出正常的使用范围。长时间在绝对最大额定值下工作可能会影响到器件的可靠性；
2. 输入端被二极管钳位至电源轨；
3. 器件在任何时候都不能超过最大结温。

CAUTION: These devices are sensitive to electrostatic discharge; follow proper IC Handling Procedures.
Huatech (and design) is a registered trademark of Huatech Semiconductor Inc.
Copyright Huatech Semiconductor Inc. All Rights Reserved.
All other trademarks mentioned are the property of their respective owners.
CN2216_1.0.a

电气参数（环境温度为 25℃）

（V_S=±18V，T_A=25℃，V_{CM}=V_S/2，V_O=V_S/2，R_L=10kΩ连接至 V_S/2，除非另有说明。）

符号	项目	说明	最小值	典型值	最大值	单位
输入特性						
V_{OS}	输入失调电压		-150	±50	150	μV
V_{OS} TC	失调电压漂移	T_A= -40℃ 至 +125℃		0.5		μV/℃
I_B	输入偏置电压	V_{CM} = V_S/2		±100		pA
I_{OS}	输入失调电流			±100		pA
V_{CM}	共模输入电压范围	T_A= -40℃ 至 +125℃	V_{S-}		(V_{S+}) -1.5	V
CMRR	共模抑制比	V_{S-}<V_{CM}<V_{S+} -1.5V		110		dB
		T_A= -40℃ 至 +125℃		100		dB
A_{VOL}	开环电压增益	V_{S-}+0.5V<V_O<V_{S+} -0.5V		120		dB
		T_A= -40℃ 至 +125℃		110		dB
输出特性						
V_{OH}	高输出电压摆幅	R_L= 10kΩ	(V_{S+}) -200	(V_{S+}) -120		mV
		T_A= -40℃ 至 +125℃	(V_{S+}) -280			mV
V_{OL}	低输出电压摆幅	R_L= 10kΩ		(V_{S-}) +110	(V_{S-}) +200	mV
		T_A= -40℃ 至 +125℃			(V_{S-}) +280	mV
I_{SC}	短路输出电流	拉电流		25		mA
		灌电流		25		mA
电源特性						
PSRR	电源抑制比	V_S= 4V 至 36V		110		dB
		T_A= -40℃ 至 +125℃		100		dB
I_Q	静态电流			410	550	μA
		T_A= -40℃ 至 +125℃			650	μA
噪声						
V_n	输入电压噪声	f= 0.1Hz 至 10Hz		8		μV_{PP}
e_n	输入电压噪声密度	f= 1kHz		22		nV/√Hz
动态特性						
GBW	增益带宽积	G= -10		2		MHz
SR	压摆率	G= +1		1.6		V/μs

CAUTION: These devices are sensitive to electrostatic discharge; follow proper IC Handling Procedures.
Huatech (and design) is a registered trademark of Huatech Semiconductor Inc.
Copyright Huatech Semiconductor Inc. All Rights Reserved.
All other trademarks mentioned are the property of their respective owners.
CN2216_1.0.a

电气参数（环境温度为 25℃）

(V_S=±2.5V，T_A=25℃，V_{CM}=V_S/2，V_O=V_S/2，R_L=10kΩ连接至 V_S/2，除非另有说明。)

符号	项目	说明	最小值	典型值	最大值	单位
输入特性						
V_{OS}	输入失调电压		-150	±50	150	μV
V_{OS} TC	失调电压漂移	T_A=-40℃ 至 +125℃		0.5		μV/℃
I_B	输入偏置电流	V_{CM}=V_S/2		±50		pA
I_{OS}	输入失调电流			±50		pA
V_{CM}	共模输出电压范围	T_A=-40℃ 至 +125℃	V_{S-}		(V_{S+}) -1.5	V
CMRR	共模抑制比	V_{S-}<V_{CM}<V_{S+} -1.5V		95		dB
		T_A= -40℃ 至 +125℃		90		dB
A_{VOL}	开环电压增益	V_{S-}+0.5V<V_O<V_{S+} -0.5V		115		dB
		T_A=-40℃ 至 +125℃		105		dB
输出特性						
V_{OH}	高输出电压摆幅	R_L=10kΩ	(V_{S+}) -30	(V_{S+}) -20		mV
		T_A=-40℃ 至 +125℃	(V_{S+}) -40			mV
V_{OL}	低输出电压摆幅	R_L=10kΩ		(V_{S-}) +20	(V_{S-}) +30	mV
		T_A=-40℃ 至 +125℃			(V_{S-}) +40	mV
I_{SC}	短路输出电流	拉电流		25		mA
		灌电流		25		mA
电源特性						
PSRR	电源抑制比	V_S=4V 至 36V		110		dB
		T_A=-40℃ 至 +125℃		100		dB
I_Q	静态电流			390	540	μA
		T_A=-40℃ 至 +125℃			640	μA
噪声						
V_n	输入电压噪声	f=0.1Hz 至 10Hz		8		μV_{pp}
e_n	输入电压噪声密度	f=1kHz		22		nV/√Hz
动态特性						
GBW	增益带宽积	G= -10		2		MHz
SR	压摆率	G= +1		1.5		V/μs

CAUTION: These devices are sensitive to electrostatic discharge; follow proper IC Handling Procedures.
Huatech (and design) is a registered trademark of Huatech Semiconductor Inc.
Copyright Huatech Semiconductor Inc. All Rights Reserved.
All other trademarks mentioned are the property of their respective owners.
CN2216_1.0.a

典型性能测试

（V_S=±18V，T_A=25℃，V_{CM}=V_S/2，V_O=V_S/2，R_L=10kΩ，R_L 连接至 V_S/2，除非另有说明。）

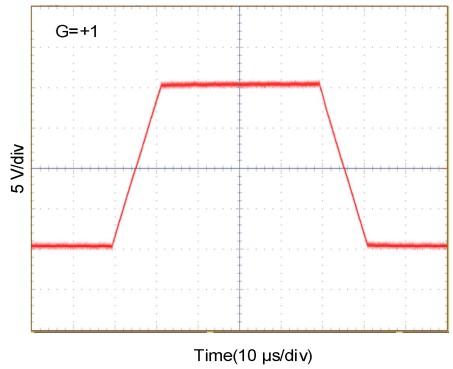


图 1　大信号阶跃响应

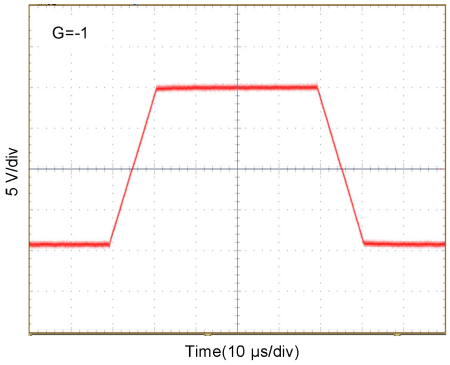


图 2　大信号阶跃响应

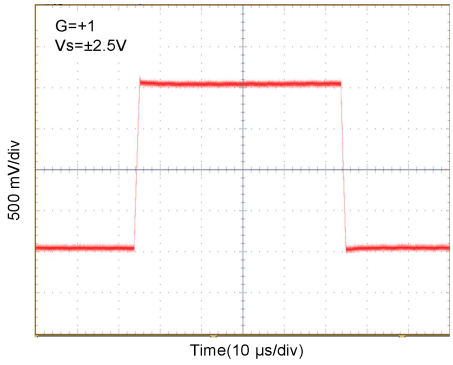


图 3　大信号阶跃响应

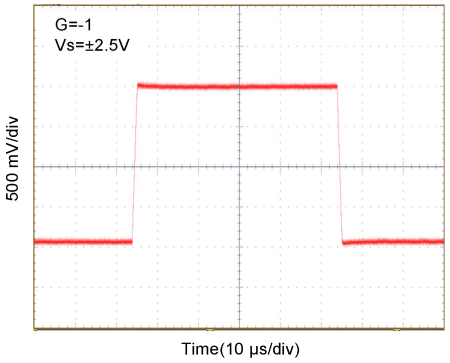


图 4　大信号阶跃响应

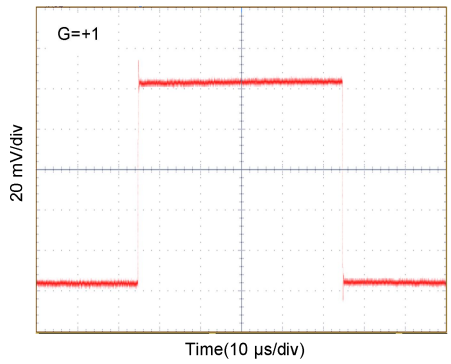


图 5　小信号阶跃响应

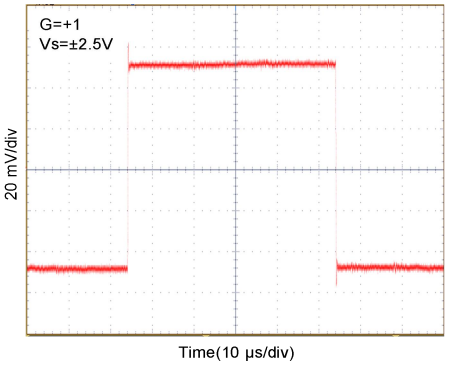


图 6　小信号阶跃响应

CAUTION: These devices are sensitive to electrostatic discharge; follow proper IC Handling Procedures.
Huatech (and design) is a registered trademark of Huatech Semiconductor Inc.
Copyright Huatech Semiconductor Inc. All Rights Reserved.
All other trademarks mentioned are the property of their respective owners.
CN2216_1.0.a

典型性能测试

（V_S=±18V，T_A=25℃，V_{CM}=V_S/2，V_O=V_S/2，R_L=10kΩ，R_L 连接至 V_S/2，除非另有说明。）

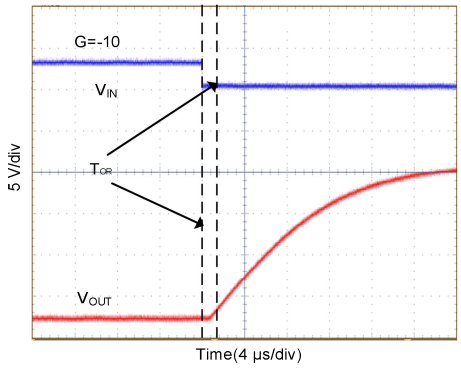


图 7　负过载恢复

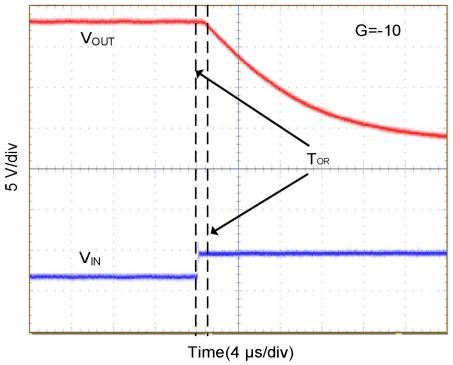


图 8　正过载恢复

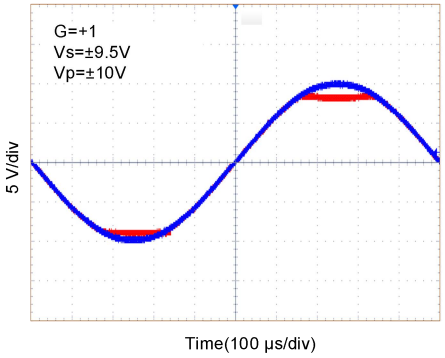


图 9　无相位翻转

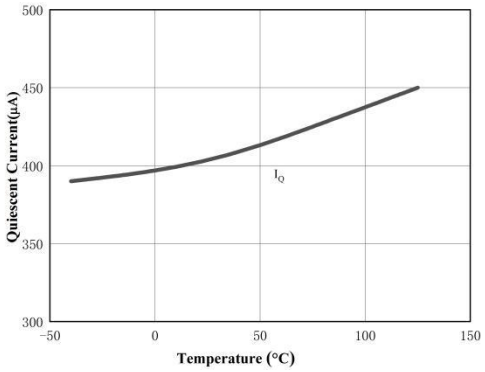


图 10　静态电流与温度

HUATECH SEMICONDUCTOR
CAUTION: These devices are sensitive to electrostatic discharge; follow proper IC Handling Procedures.
Huatech (and design) is a registered trademark of Huatech Semiconductor Inc.
Copyright Huatech Semiconductor Inc. All Rights Reserved.
All other trademarks mentioned are the property of their respective owners.
CN2216_1.0.a

应用指南

1. 应用信息

HTCOP07F 系列是一款低失调运算放大器，其出色的性能使该器件成为众多高精度应用场合下的理想选择。其失调漂移在整个工作温度范围内为 0.5μV/℃。此外，该放大器也具有高 CMRR、PSRR 和开环增益的特性。在高噪声或电源阻抗较高的场合下，运放的电源引脚旁边需要放置去耦电源（如 0.1μF），并尽可能靠近电源引脚。

2. 工作特性

HTCOP07F 系列的规定电源电压为 4V 至 36V（±2V 至 ±18V）。规定的工作温度为-40℃至+125℃，与温度有关的参数可参考典型性能测试部分。

3. 相位翻转保护

HTCOP07F 系列具有相位保护功能。一般的运算放大器在输入电压超出其共模输入电压的输入范围时，其输出端的相位会发生翻转。这种情况通常发生在非反相的电路场合中，当输入电压超出额定的共模电压范围时，输出会发生翻转，并且达到电源轨。HTCOP07F 系列通过限制其输出至电源轨解决了此问题。特性曲线如图 1 所示。

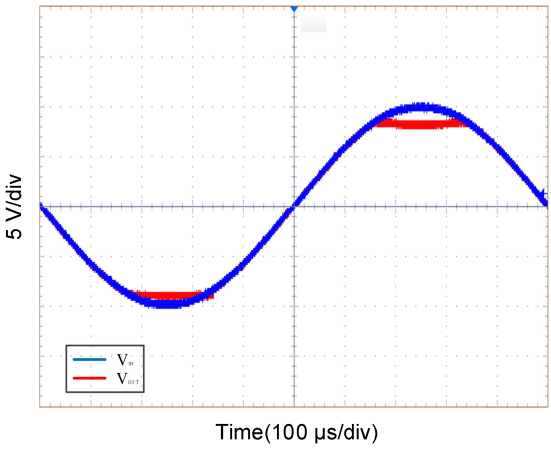


图 1　相位翻转测试图

4. 容性负载及其稳定性

HTCOP07F 系列可以在单位增益的情况下直接驱动 1nF 容性负载，并且不会产生震荡。单位增益跟随器（缓冲器）是对容性负载最敏感的电路，直接驱动容性负载会使运算放大器的相位裕度降低从而导致输出振铃甚至震荡。在需要较大容性负载驱动力的应用场合中，需要在输出端和电容负载端之间增加一个隔离电阻 R_{ISO}，如图 2 所示。该隔离电阻 R_{ISO} 和容性负载 C_L 会增加一个零点，从而提高了稳定性。R_{ISO} 的值

CAUTION: These devices are sensitive to electrostatic discharge; follow proper IC Handling Procedures.
Huatech (and design) is a registered trademark of Huatech Semiconductor Inc.
Copyright Huatech Semiconductor Inc. All Rights Reserved.
All other trademarks mentioned are the property of their respective owners.
CN2216_1.0.a

应用指南

越大，其输出越稳定。但是由于 R_{ISO} 和负载电阻 R_L 形成了分压网络，因此这种处理方式会使得增益的精度降低。一种更加稳健的电路如图 3 所示。这种电路不仅稳定性较好，而且其 DC 精度高。使用一个 R_F 电阻将反相端和输出相连，可以有效地提高 DC 精度。C_F 和 R_{ISO} 用来补偿相位裕度的损失。通过一个高通元件，将输出信号反馈到反相输入端，从而保证整体反馈环路的稳定性。

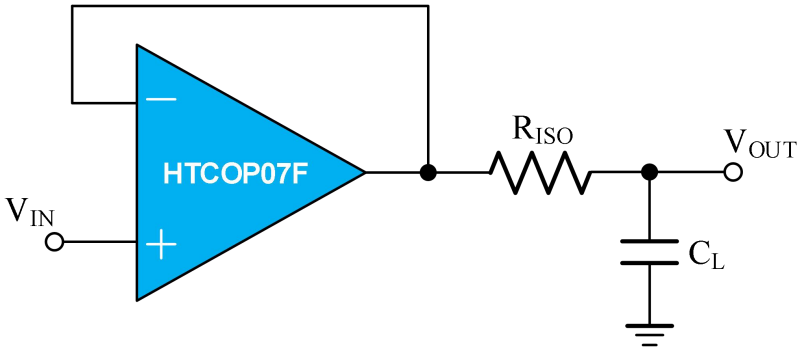


图 2　间接驱动重的容性负载

对于没有缓冲器的电路，有其他两种方式来提高相位裕度：1）提高运算放大器的增益，或 2）一个与反馈电阻相并联的电容来补偿反相输入端的寄生电容。

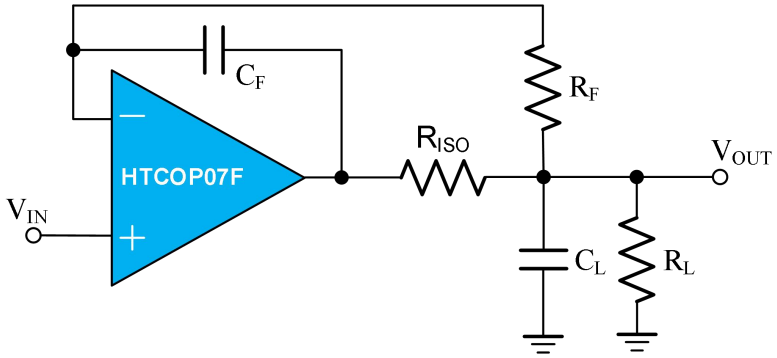


图 3　直接驱动容性负载且具有高的 DC 精度

5. 布局指南

为了能够实现设备最佳运行性能，在设计印刷电路板（PCB）时，应遵循以下的布局原则。

A. 将地划分为数字地和模拟地两个部分，并且应合理规划电流回流至地的路径，避免数字信号的回流引向到模拟信号。若使用多层 PCB 板，设置其中的一层为地，这样不仅有助于散热，而且可以有效地降低 EMI 噪声。

HUATECH SEMICONDUCTOR
CAUTION: These devices are sensitive to electrostatic discharge; follow proper IC Handling Procedures.
Huatech (and design) is a registered trademark of Huatech Semiconductor Inc.
Copyright Huatech Semiconductor Inc. All Rights Reserved.
All other trademarks mentioned are the property of their respective owners.
CN2216_1.0.a

应用指南

B. 为了尽可能地降低寄生电容的大小和塞贝克效应，外部的器件（如反馈电阻等）应该尽可能地靠近芯片。

C. 输入信号的导线应该尽可能的短，并且应该远离电源线或其他数字信号线。

D. 每个电源引脚和地之间应该连接一个低 ESR、0.1μF 的陶瓷旁路电容，并尽可能地靠近芯片。在单电源的场合中，使用一个电容连接至芯片的电源和地之间。

E.关键的布线周围可以考虑加一个低阻、受驱动的保护环。保护坏可以显著地减少附近不同电位的漏电流。

6. 低侧电流采样

如图 4 所示，运算放大器构成了低侧电流采样电路。负载电流（I_{LOAD}）在电阻（R_{SHUNT}）产生压差被 HTCOP07F 放大。在电源电压不变的情况下，可以通过改变电阻（R_{SHUNT}）和闭环放大倍数改变输出电压范围。

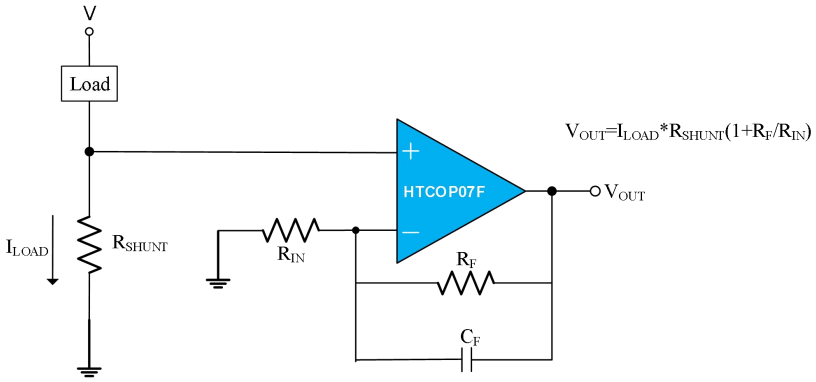


图 4　低侧电流采样电路

7. 高通滤波器

如图 5 所示，HTCOP07F 系列组成桥式放大器。

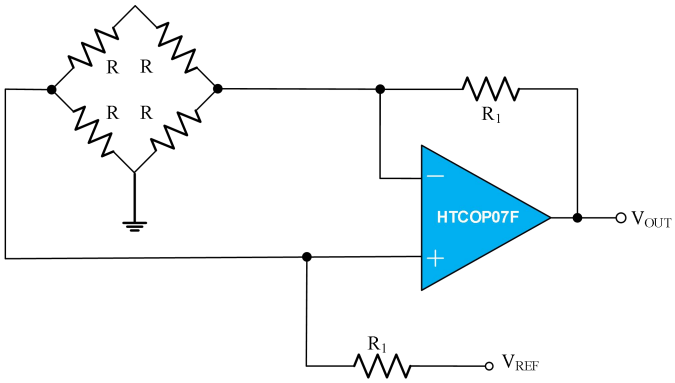


图 5　桥式放大器

CAUTION: These devices are sensitive to electrostatic discharge; follow proper IC Handling Procedures.
Huatech (and design) is a registered trademark of Huatech Semiconductor Inc.
Copyright Huatech Semiconductor Inc. All Rights Reserved.
All other trademarks mentioned are the property of their respective owners.
CN2216_1.0.a

应用指南

8. 可编程电压源

如图 6 所示，HTCOP07F 系列、DAC 以及功率放大器组成了一个高精度的可编程电源。利用电容电阻搭建了放大器电路，将 DAC 的输出电压进行放大，放大倍数为 1+R4/R1。在输入电压变化范围很宽的场合，HTCOP07F 具备高精度和低漂移的特性。

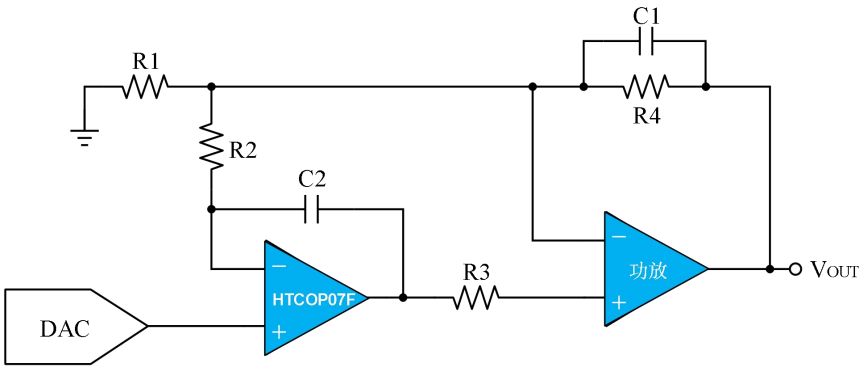
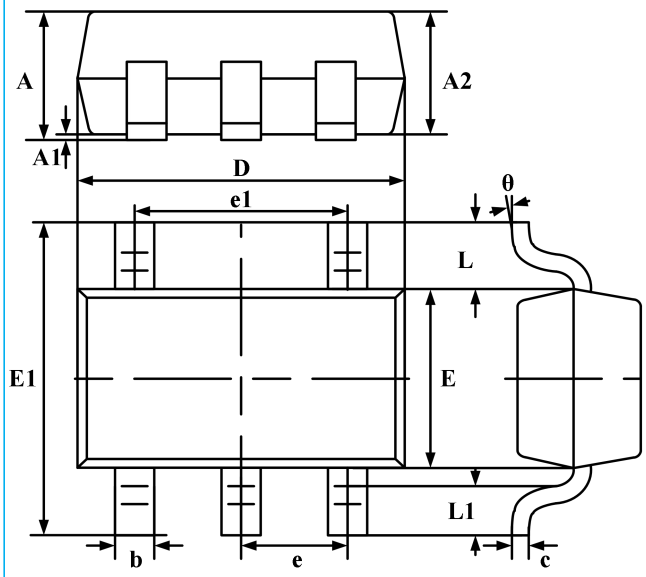


图 6　可编程电压源

CAUTION: These devices are sensitive to electrostatic discharge; follow proper IC Handling Procedures.
Huatech (and design) is a registered trademark of Huatech Semiconductor Inc.
Copyright Huatech Semiconductor Inc. All Rights Reserved.
All other trademarks mentioned are the property of their respective owners.
CN2216_1.0.a

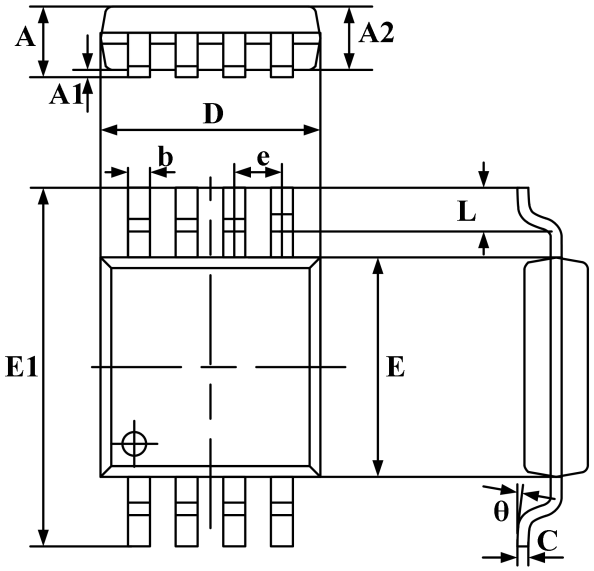
封装信息

SOT23-5



Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	1.040	1.350	0.042	0.055
A1	0.040	0.150	0.002	0.006
A2	1.000	1.200	0.041	0.049
b	0.380	0.480	0.015	0.020
c	0.110	0.210	0.004	0.009
D	2.720	3.120	0.111	0.127
E	1.400	1.800	0.057	0.073
E1	2.600	3.000	0.106	0.122
e	0.950typ.		0.037typ.	
e1	1.900typ.		0.078typ.	
L	0.700ref.		0.028ref.	
L1	0.300	0.600	0.012	0.024
θ	0°	8°	0°	8°

MSOP-8

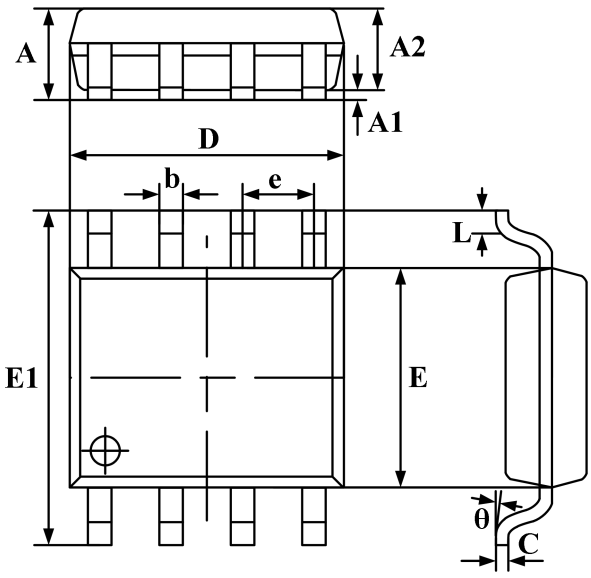


Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	0.800	1.100	0.033	0.045
A1	0.050	0.150	0.002	0.006
A2	0.750	0.950	0.031	0.039
b	0.290	0.380	0.012	0.016
C	0.150	0.200	0.006	0.008
D	2.900	3.100	0.118	0.127
E	2.900	3.100	0.118	0.127
E1	4.700	5.100	0.192	0.208
e	0.650typ.		0.026typ.	
L	0.400	0.700	0.016	0.029
θ	0°	8°	0°	8°

CAUTION: These devices are sensitive to electrostatic discharge; follow proper IC Handling Procedures.
Huatech (and design) is a registered trademark of Huatech Semiconductor Inc.
Copyright Huatech Semiconductor Inc. All Rights Reserved.
All other trademarks mentioned are the property of their respective owners.
CN2216_1.0.a

封装信息

SOP-8



Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	1.370	1.670	0.056	0.068
A1	0.070	0.170	0.003	0.007
A2	1.300	1.500	0.053	0.061
b	0.306	0.506	0.013	0.021
C	0.203typ.		0.008typ.	
D	4.700	5.100	0.192	0.208
E	3.820	4.020	0.156	0.164
E1	5.800	6.200	0.237	0.253
e	1.270typ.		0.050typ.	
L	0.450	0.750	0.018	0.306
θ	0°	8°	0°	8°

CAUTION: These devices are sensitive to electrostatic discharge; follow proper IC Handling Procedures.
Huatech (and design) is a registered trademark of Huatech Semiconductor Inc.
Copyright Huatech Semiconductor Inc. All Rights Reserved.
All other trademarks mentioned are the property of their respective owners.
CN2216_1.0.a

重要提示

华泰（Huatech）随着产品的改进，可能会有未经预告的更改。华泰有权对所提供的产品和服务进行更正、修改、增强、改进或其它更改，并有权中止提供任何产品和服务。客户在下订单前应获取最新的相关信息，并验证这些信息是否完整且是最新的。所有产品的销售都遵循在订单确认时所提供的华泰销售条款与条件。

华泰保证其所销售的产品的性能符合产品销售时半导体产品销售条件与条款的适用规范。仅在华泰保证的范围内，且华泰认为有必要时才会使用测试或其它质量控制技术。除非适用法律作出了硬性规定，否则没有必要对每种产品的所有参数进行测试。

华泰对客户产品设计或客户产品应用不承担任何义务。本资料记载的电路示例、使用方法仅供参考，并非保证批量生产的设计。同时因本资料记载的内容有说明错误而导致的损害，华泰对此概不承担任何责任。请注意在本资料记载的条件范围内使用产品，特别请注意绝对最大额定值、工作电压范围和电气特性等。因在本资料记载的条件范围外使用产品而造成的故障和（或）事故等的损害，华泰对此概不承担任何责任。客户应对其使用华泰的产品和应用自行负责。为尽量减小与客户产品和应用相关的风险，客户应提供充分的设计与操作安全措施。

使用华泰产品时，请确认使用国家、地区以及用途的法律、法规，测试产品用途的满足能力和安全性能。华泰产品出口海外时，请遵守外汇交易及外国贸易法等出口法令，办理必要的相关手续。同时废弃华泰产品时，请遵守使用国家和地区的法令，合理地处理。

华泰产品未获得用于 FDA Class III（或类似的生命攸关医疗设备）的授权许可，华泰产品并非是设计用于可能对人体、生命及财产造成损失的设备或装置的部件（医疗设备、防灾设备、安全防范设备、燃料控制设备、基础设施控制设备、车辆设备、交通设备、车载设备、航空设备、太空设备及核能设备等）。华泰产品不能用于生命维持装置、植入人体使用的设备等直接影响人体生命的设备。除非各方授权官员已经达成了专门管控此类使用的特别协议。

严禁将华泰产品用于以及提供（出口）于开发大规模杀伤性武器或军事用途。对于如提供（出口）给开发、制造、使用或储藏核武器、生物武器、化学武器及导弹，或有其他军事目的情况，华泰对此概不承担任何责任。只有那些华泰特别注明属于军用等级或“增强型塑料”的华泰产品才是设计或专门用于军事/航空应用或环境的。购买者认可并同意，对并非指定面向军事或航空航天用途的华泰产品进行军事或航空航天方面的应用，其风险由客户单独承担，并且由客户独立负责满足与此类使用相关的所有法律和法规要求。

华泰未明确指定符合 ISO/TS16949 要求的产品不能应用于汽车。在任何情况下，因使用非指定产品而无法达到 ISO/TS16949 要求，华泰对此概不承担任何责任。除华泰指定的车载用途外，上述用途未经华泰的书面许可不得使用。华泰指定用途以外使用华泰产品而导致的损害，本公司对此概不承担任何责任。

华泰产品非耐放射线设计产品。请客户根据用途，在产品设计的过程中采取放射线防护措施。华泰产品在一般的使用条件下，不会影响人体健康，但因含有化学物质和重金属，所以请不要将其放入口中。另外，晶元和芯片的破裂面可能比较尖锐，徒手接触时请注意防护，以免受伤等。

半导体产品可能有一定的概率发生故障或误工作。为了防止因华泰产品的故障或误工作而导致的人身事故、火灾事故、社会性损害等，请客户自行负责进行冗长设计、防止火势蔓延措施、防止误工作等安全设计。并请对整个系统进行充分的评价，客户自行判断适用的可否。

本资料中也包含了与本公司的著作权和专有知识有关的内容。本资料记载的内容并非是对本公司或第三方的知识产权、其他权利的实施及使用的承诺或保证。严禁在未经本公司许可的情况下转载或复制这些著作物的一部分，向第三方公开。使用本资料的信息后，发生并非因产品而造成的损害，或是发生对第三方知识产权等权利侵犯情况，华泰对此概不承担任何责任。

有关本资料的详细内容，请向华泰营业部门咨询。

CAUTION: These devices are sensitive to electrostatic discharge; follow proper IC Handling Procedures.
Huatech (and design) is a registered trademark of Huatech Semiconductor Inc.
Copyright Huatech Semiconductor Inc. All Rights Reserved.
All other trademarks mentioned are the property of their respective owners.
CN2216_1.0.a