

LKP42xxST 系列

高精度、低功耗、低压差串联型 基准源产品说明书

LKP42xxST 系列高精度、低功耗、低压差串联型电压基准

1 特点

- 低压差：5mV
- 高输出电流：±10mA
- 高精度：0.2%（最大值）
- 低静态电流：115μA（最大值）
- 温漂性能：
-40°C~+125°C 范围最大温漂：最大 30ppm/°C
- 工作温度：-40°C~+125°C
- 封装：SOT23-3（2.64mm×3.04mm×1.12mm）

2 应用

- 便携式、电池供电设备
- 数据采集系统
- 医疗设备
- 手持测试仪器

3 概述

LKP42xxST 系列是一款高精度、低功耗、低压差的串联型电压基准，采用 3 引脚 SOT-23 封装。其紧凑的尺寸和低功耗特性（典型值 100μA）使其成为便携式和电池供电应用的理想选择。该系列产品无需负载电容，在任何容性负载下均能保持稳定，且可吸收或输出高达 10mA 的输出电流。

无负载时，LKP42xxST 系列可在仅高于输出电压 50mV 的电源电压下工作。所有型号均适用于 -40°C ~ +125°C 的宽温度范围。

器件信息

型号	封装	输出电压 (V)
LKP4212ST	SOT23-3	1.25
LKP4220ST	SOT23-3	2.048
LKP4225ST	SOT23-3	2.5
LKP4230ST	SOT23-3	3.0
LKP4233ST	SOT23-3	3.3
LKP4240ST	SOT23-3	4.096

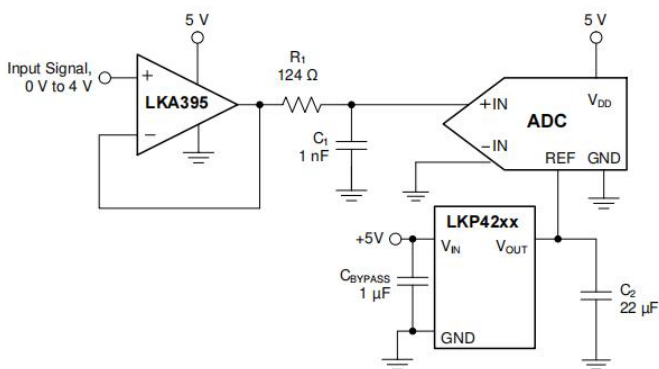


图 1 典型应用图

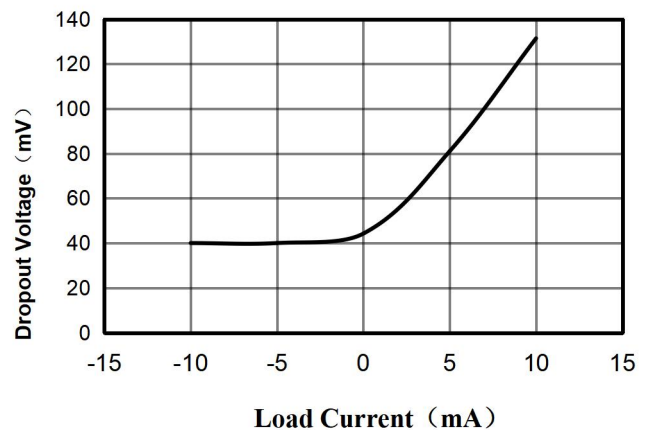


图 2 压差电压与负载电流关系曲线

目 录

1 特点	1
2 应用	1
3 概述	1
4 管脚排布与功能描述	4
4.1 引脚排列	4
5 电特性	4
5.1 绝对最大额定值	4
5.2 ESD 额定值	4
5.3 推荐工作条件	4
5.4 热性能信息	5
5.5 电特性	5
6 特性曲线	6
7 详细描述	10
7.1 功能概述	10
7.2 功能框图	10
7.3 特性描述	11
7.4 器件工作模式	13
8 应用信息	14
8.1 典型应用	15
8.2 电源推荐	16
8.3 布局注意事项	16
9 封装形式	18
9.1 订货信息	19
10 版本信息	19

4 管脚排布与功能描述

4.1 引脚排列

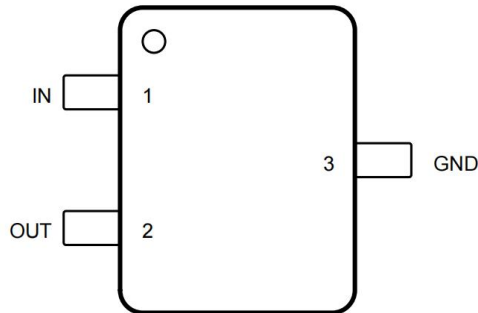


图 3 引脚排列图（顶视图）

引脚编号	引脚名称	I/O	描述
1	IN	I	输入电源电压
2	OUT	O	基准输出电压
3	GND	-	地

表 1 引脚说明

5 电特性

5.1 绝对最大额定值

参数		最小值	最大值	单位
V+至 V-	电源电压	-	7.0	V
-	输出短路电流 ⁽²⁾	连续		
T _A	工作温度	-40	125	°C
T _J	结温	-	150	°C
T _{STG}	存储温度范围	-65	150	°C

注：

超过表中所列的绝对最大额定值可能会导致器件的永久损坏。长期处于绝对最大额定值的条件下可能会影响可靠性。任何时候都不建议对设备的功能操作超出推荐标准规定的条件。

5.2 ESD 额定值

参数		测试标准	值	单位
V _(ESD)	静电放电电压	人体模型（HBM），符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 标准 ⁽¹⁾	±2000	V
		带电器件模型（CDM），符合 JEDEC JESD22-C101 标准 ⁽²⁾	±1000	

⁽¹⁾：JEDEC 文档 JEP155 规定，500V HBM 静电防护可满足标准 ESD 控制流程下的安全制造。

⁽²⁾：JEDEC 文档 JEP157 规定，250V CDM 静电防护可满足标准 ESD 控制流程下的安全制造。

5.3 推荐工作条件

（除非另有说明，否则均在工作环境温度范围内。）

参数		最小值	典型值	最大值	单位
V _{IN}	输入电压	2.7	-	5.5	V
I _{LOAD}	负载电流	-	-	25	mA
T _A	工作温度	-40	-	125	°C

5.4 热性能信息

热指标	LKP42xx		单位
	3 个引脚		
R _{θJA} 结至环境热阻	292.9		°C/W
R _{θJC(top)} 结至外壳（顶部）热阻	124.4		°C/W
R _{θJB} 结至电路板热阻	89		°C/W
ψ _{JT} 结至顶部特征参数	11.4		°C/W
ψ _{JB} 结至电路板特征参数	87.6		°C/W

5.5 电特性

（除非另有说明，T_A=25°C，V_{IN}=5V，I_{LOAD}=0mA）

参数		最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
LKP4212ST (1.25V)						
V _{OUT}	输出电压	1.2475	1.25	1.2525	V	-
-	初始精度	-0.2%	-	0.2%	-	-
-	输出电压噪声	-	14	-	μV _{PP}	f=0.1Hz~10Hz
		-	24	-	μV _{RMS}	f=10Hz~10kHz
LKP4220ST (2.048V)						
V _{OUT}	输出电压	2.0439	2.048	2.0521	V	-
-	初始精度	-0.2%	-	0.2%	-	-
-	输出电压噪声	-	27	-	μV _{PP}	f=0.1Hz~10Hz
		-	39	-	μV _{RMS}	f=10Hz~10kHz
LKP4225ST (2.5V)						
V _{OUT}	输出电压	2.495	2.50	2.505	V	-
-	初始精度	-0.2%	-	0.2%	-	-
-	输出电压噪声	-	33	-	μV _{PP}	f=0.1Hz~10Hz
		-	48	-	μV _{RMS}	f=10Hz~10kHz
LKP4230ST (3.0V)						
V _{OUT}	输出电压	2.994	3.0	3.006	V	-
-	初始精度	-0.2%	-	0.2%	-	-
-	输出电压噪声	-	39	-	μV _{PP}	f=0.1Hz~10Hz
		-	57	-	μV _{RMS}	f=10Hz~10kHz
LKP4233ST (3.3V)						
V _{OUT}	输出电压	3.2934	3.30	3.3066	V	-
-	初始精度	-0.2%	-	0.2%	-	-
-	输出电压噪声	-	43	-	μV _{PP}	f=0.1Hz~10Hz

参数		最小值	典型值	最大值	单位	测试条件	
		-	63	-	μV_{RMS}	$f=10\text{Hz}\sim 10\text{kHz}$	
LKP4240ST (4.096V)							
V_{OUT}	输出电压	4.0878	4.096	4.1042	V	-	
-	初始精度	-0.2%	-	0.2%	-	-	
-	输出电压噪声	-	53	-	μV_{PP}	$f=0.1\text{Hz}\sim 10\text{Hz}$	
		-	78	-	μV_{RMS}	$f=10\text{Hz}\sim 10\text{kHz}$	
LKP42xxST							
dV_{OUT}/dT	输出电压温漂 ⁽¹⁾		15	30	ppm/°C	$-40^{\circ}\text{C}\leq T_{\text{A}}\leq +125^{\circ}\text{C}$	
-	长期稳定性	-	70	-	ppm	0000h~1000h	
-	线性调整率	-	20	65	ppm/V	$V_{\text{REF}} + 0.05^{(1)}\leq V_{\text{IN}}\leq 5.5\text{V}$	
$dV_{\text{OUT}}/dI_{\text{LOAD}}$	负载调整率 ⁽²⁾	Sourcing	-	10	30	$\mu\text{V}/\text{mA}$	$0\text{mA}<I_{\text{LOAD}}<10\text{mA}, V_{\text{IN}}=V_{\text{REF}}+250\text{mV}^{(1)}$
		Sinking	-	20	50		$-10\text{mA}<I_{\text{LOAD}}<0\text{mA}, V_{\text{IN}}=V_{\text{REF}}+100\text{mV}^{(1)}$
dT	热滞回 ⁽³⁾	首次循环	-	100	-	ppm	-
		后续循环	-	25	-		-
$V_{\text{IN}} - V_{\text{OUT}}$	压差电压	-	5	50	mV	$T_{\text{A}} = -40^{\circ}\text{C} \sim +125^{\circ}\text{C}$	
I_{LOAD}	输出电流	-10	-	10	mA	-	
I_{SC}	短路电流	Sourcing	-	50	-	mA	-
		Sinking	-	40	-		-
-	导通建立时间	-	400	-	μs	带 $C_{\text{L}}=0\mu\text{F}$, $V_{\text{IN}}=+5\text{V}$, 达到 0.1%精度	
供电电源							
V_{S}	电源电压	2.7	-	5.5	V	$I_{\text{LOAD}} = 0, T_{\text{A}} = -40^{\circ}\text{C} \sim +125^{\circ}\text{C}$	
I_{Q}	静态电流	-	42	50	μA	$I_{\text{LOAD}} = 0, T_{\text{A}} = 25^{\circ}\text{C}$	
		-	-	59		$I_{\text{LOAD}} = 0, T_{\text{A}} = -40^{\circ}\text{C} \sim +125^{\circ}\text{C}$	
<p>(1)：采用箱式法测量温漂。</p> <p>(2)：负载调整率典型值基于强制感测触点测量，详见负载调整率章节。</p> <p>(3)：热滞回测试流程详见热滞回章节。</p>							

6 特性曲线

除非另有说明，否则测试条件为 $T_A=25^{\circ}\text{C}$ 、 $V_{IN}=5\text{V}$ ，采用 LKP4225ST 进行典型特性测量

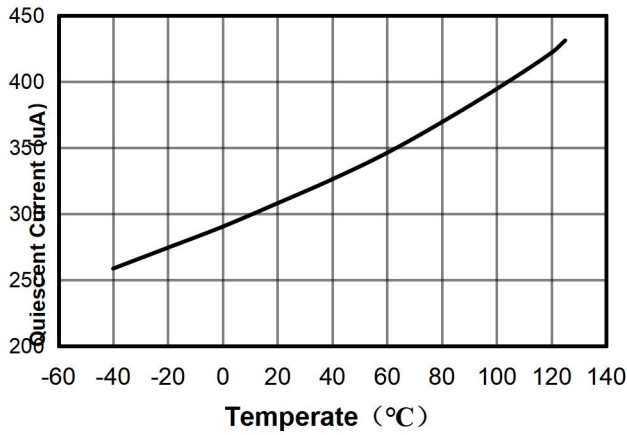


图 4 静态电流随温度变化

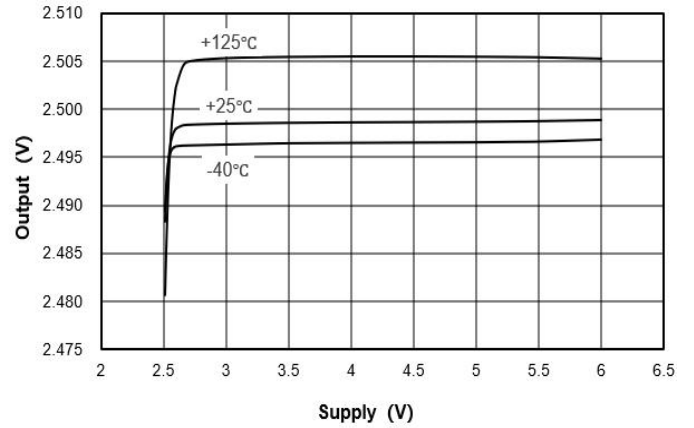


图 5 输出电压随电源电压变化

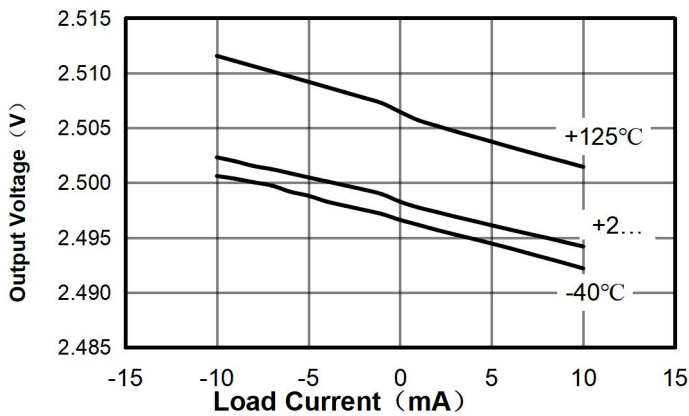


图 6 输出电压随负载电流变化

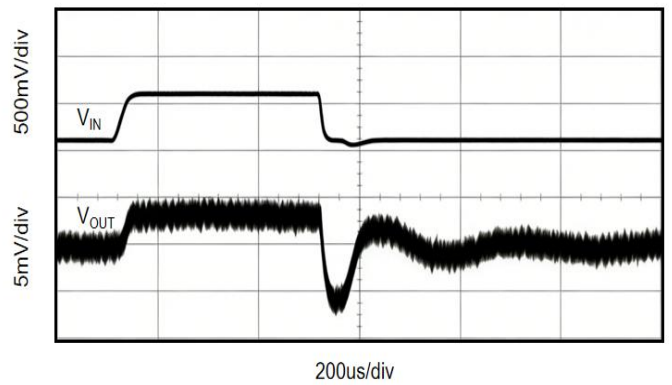


图 7 Line Transient @ $V_{IN}=5\text{V}$, $C_L=10\mu\text{F}$, $C_{IN}=100\text{nF}$

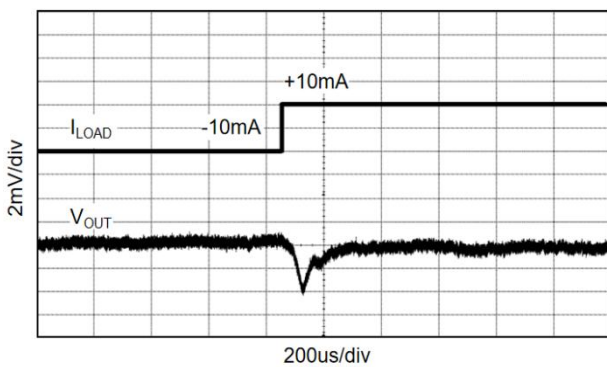


图 8 Load Transient @ $V_{IN}=5\text{V}$, $C_L=10\mu\text{F}$, 负载 20mA 阶跃变化上升

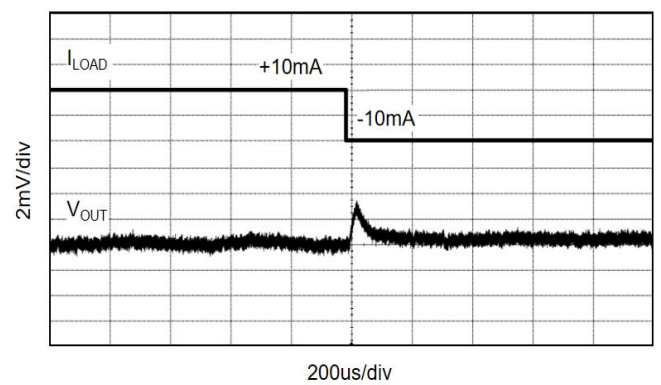


图 9 $V_{IN}=5\text{V}$, $C_L=10\mu\text{F}$, 负载 20mA 阶跃变化下降

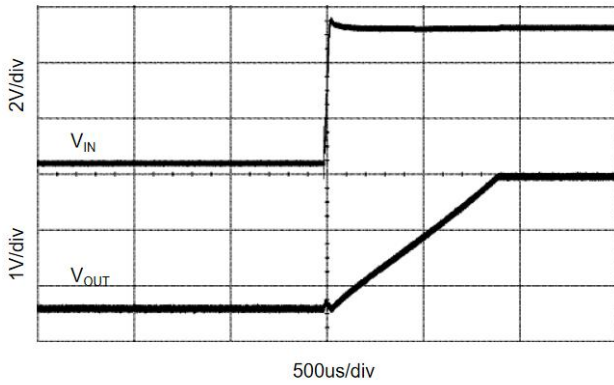


图 10 Step response , @VIN=5V, CL=10uF, CIN=100nF

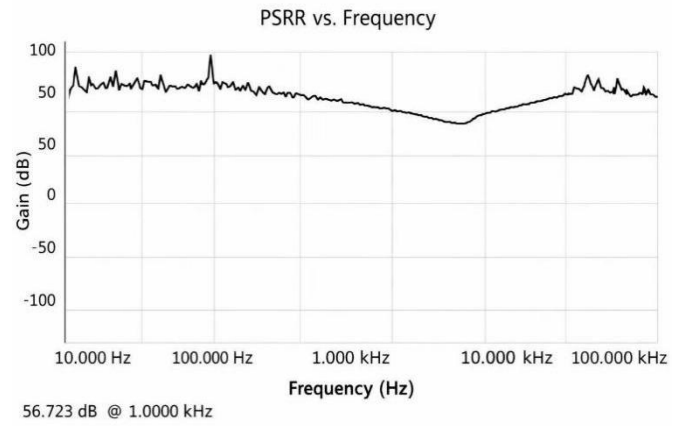


图 11 PSRR 曲线

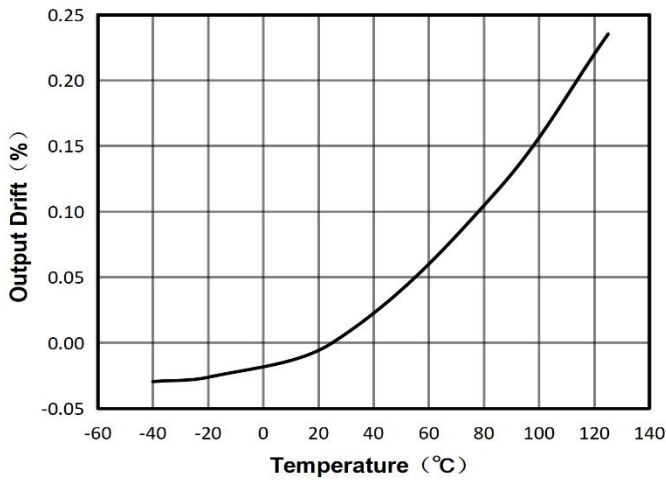


图 12 温漂曲线 (15ppm/°C为例)

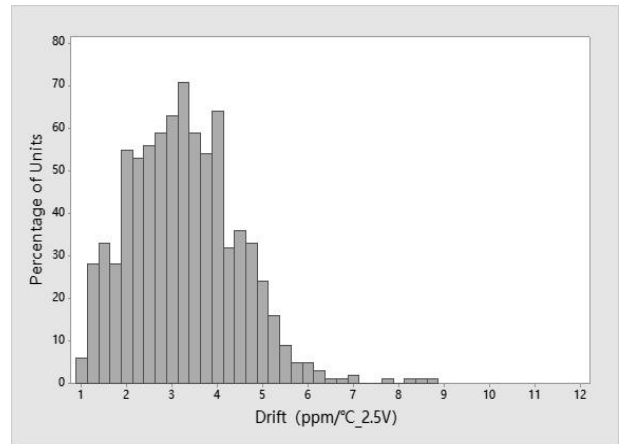


图 13 温漂占比

6.1 功能概述

LKP42xxST 系列是 CMOS 精密带隙电压基准源。其基本拓扑结构见功能框图章节。晶体管 Q_1 和 Q_2 偏置后， Q_1 的电流密度高于 Q_2 。两者的发射极电压差 ($V_{be1}-V_{be2}$) 具有正温度系数，并施加在电阻 R_1 两端。该电压经放大后，与具有负温度系数的 Q_2 发射极电压叠加，最终输出电压基本不受温度影响。

LKP42xxST 系列是基于 CMOS 工艺的串联型精密带隙电压基准。基本带隙拓扑结构如功能框图所示。晶体管 Q_1 和 Q_2 的偏置设计使得 Q_1 的电流密度高于 Q_2 。两个晶体管的发射结电压差 ($V_{be1}-V_{be2}$) 具有正温度系数，并施加在电阻 R_1 两端。该电压经放大后与具有负温度系数的 Q_2 发射结电压叠加，最终得到几乎不受温度影响的输出电压。

6.2 功能框图

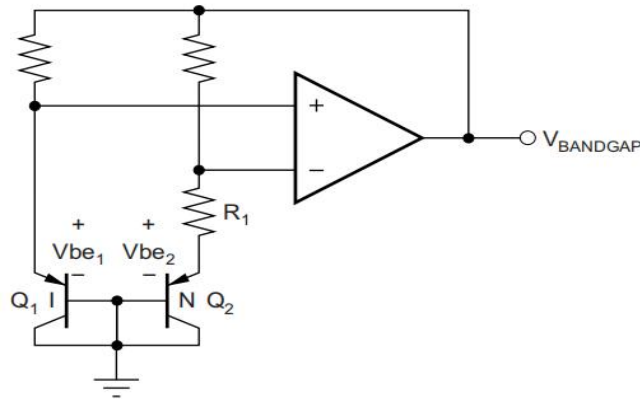


图 14 功能框图

6.3 特性描述

6.3.1 电源电压

LKP42xxST 系列基准源具有极低的压差电压。除 LKP4212ST（最小电源电压要求 1.8V）外，其他型号在无负载条件下，电源电压仅需高于输出电压 5mV 即可工作。

LKP42xxST 系列具有低静态电流特性，且该电流在温度和电源电压变化时极具稳定性。室温下典型静态电流为 100 μ A，全温度范围内最大静态电流仅为 135 μ A。如图 15 所示，在整个电源电压范围内，静态电流的变化通常小于 2 μ A。

QUIESCENT CURRENT vs POWER SUPPLY

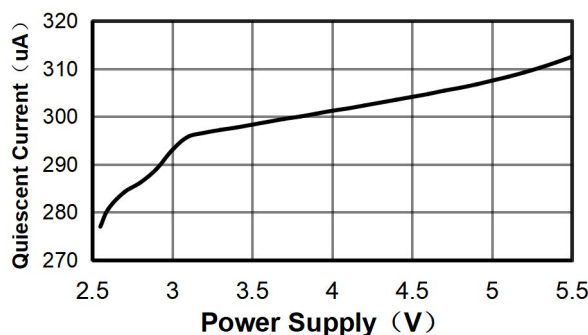


图 15 静态电流与电源电压关系曲线

若电源电压低于规定值，LKP42xxST 可能会瞬间产生大于典型静态电流的电流。可通过使用上升沿快、输出阻抗

低的电源来避免这种情况。

6.3.2 热滞回

LKP42xxST 系列的热滞回定义为：器件在 25°C 下工作后，经过规定温度范围循环，再回到 25°C 时输出电压的变化量，计算公式如下：

$$V_{\text{HYST}} = \left(\frac{\text{abs}|V_{\text{REF}} - V_{\text{POST}}|}{V_{\text{NOM}}} \right) * 10^6(\text{ppm})$$

其中：

- V_{HYST} ：热滞回
- V_{PRE} ：温度循环前在 25°C 下测得的输出电压
- V_{POST} ：器件经过 -40°C~+125°C 规定温度范围循环并返回 25°C 后测得的输出电压 (1)

6.3.3 温度漂移

LKP42xxST 系列旨在实现极小的漂移误差，该误差定义为输出电压随温度变化的量。漂移采用箱式法 (Box Method) 计算，具体方法如公式 2 所示：

$$\text{Drift} = \left(\frac{V_{\text{OUTMAX}} - V_{\text{OUTMIN}}}{V_{\text{OUT.Temperature Range}}} \right) . 10^6(\text{ppm}) \quad (2)$$

LKP42xxST 系列在 0°C~70°C 内，典型温漂系数为 15ppm/°C。在 -40°C~+125°C 的工业级温度范围内，LKP42xx 系列的典型温漂系数会增至 30ppm/°C。

6.3.4 负载调整率

负载调整率定义为负载电流变化导致的输出电压变化量。LKP42xxST 系列的负载调整率采用强制感测触点测量 (见图 16)。连接到输出引脚接触区域的强制线和感测线，可减少接触电阻和走线电阻的影响，从而准确测量仅由 LKP42xxST 本身引起的负载调整率。需要改善负载调整率的应用，建议使用强制感测线。

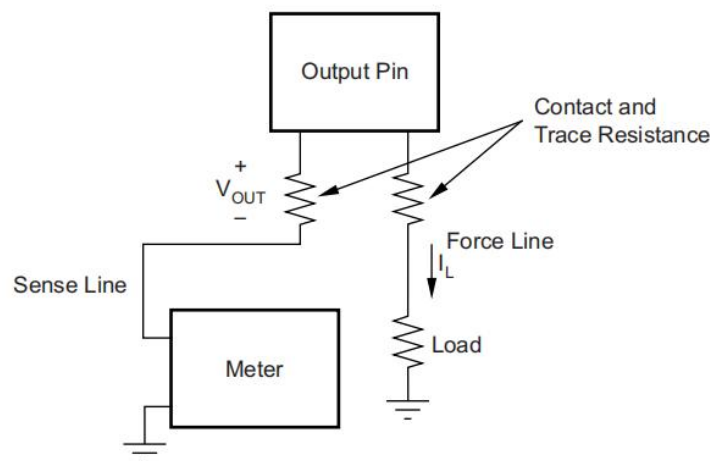


图 16 LKP42xx 系列精确负载调整率测量示意图

6.4 器件工作模式

6.4.1 负基准电压

需要正负基准电压的应用中，可将 LKA395 运算放大器与 LKP42xxST 配合使用，通过±5V 电源提供双电源基准。图 30 显示 LKP4225ST 用于提供±2.5V 基准电压。LKA395 的低失调电压和低漂移特性，与 LKP42xxST 的低漂移性能相辅相成，为分电源应用提供高精度解决方案。

对于需要正负基准电压的应用，可将 LKP42xxST 与 LKA395 配合使用，通过±5V 电源提供双电源基准。图 17 展示了 LKP4225ST 用于提供±2.5V 基准电压的方案。LKP42xxST 的低漂移性能与 LKA395 的低失调电压和低漂移特性相得益彰，为分电源应用提供高精度解决方案。

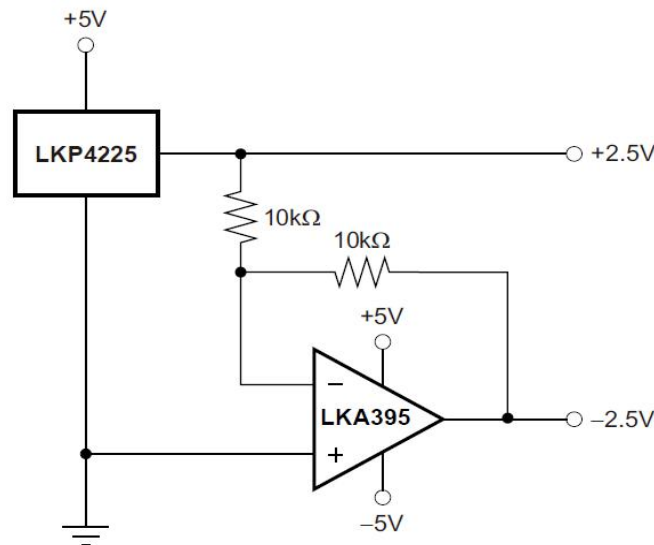


图 17 LKP4225ST 与 LKA395 组合生成正负基准电压示意图

6.4.2 数据采集

数据采集系统通常需要稳定的电压基准以保证精度。LKP42xxST 系列具有出色的稳定性和宽电压范围，适用于大多数微控制器和数据转换器。图 18、图 19 和图 20 展示了基本的数据采集系统方案。

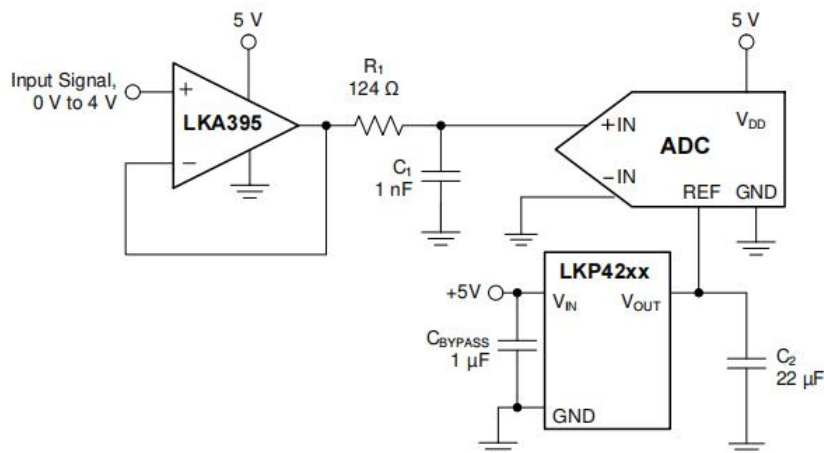


图 18 基础数据采集系统 1

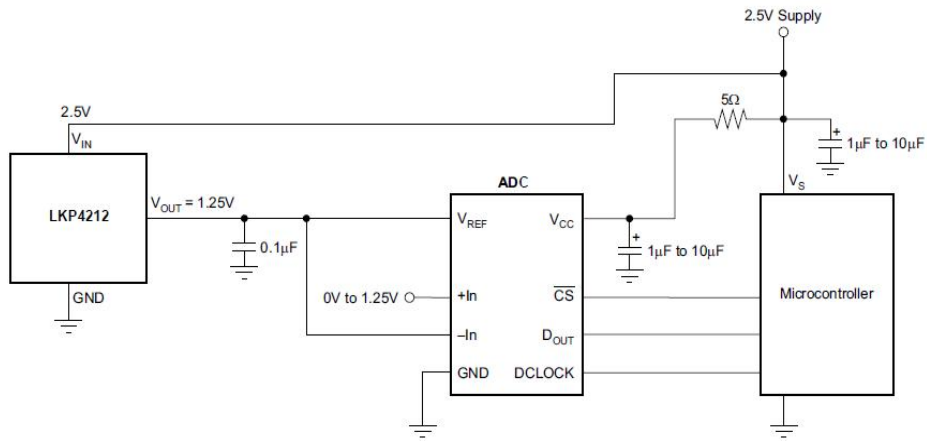


图 19 基础数据采集系统 2

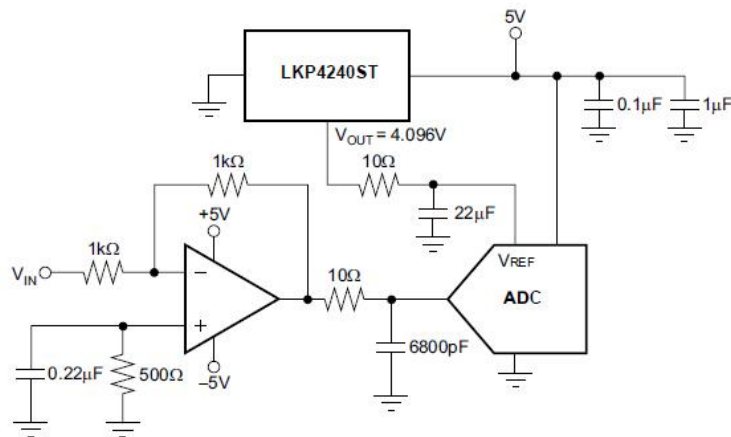


图 20 LKP4240ST 为 ADC 提供精确基准电路

7 应用信息

LKP42xxST 无需负载电容，在任何容性负载下均稳定。图 21 展示了 LKP42xxST 的典型工作连接方式。TI 建议使用 0.47µF 以上的电源去耦电容。

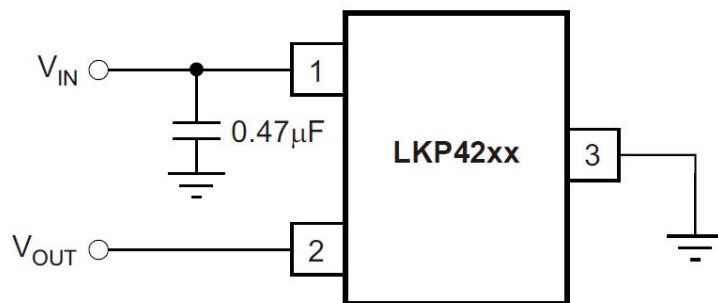


图 21 LKP42xxST 系列的典型工作连接方式

7.1 典型应用

图 22 展示了一款低功耗基准与调理电路。该电路可对双极性输入电压进行衰减和电平转换，使其适配单电源低功耗 16 位 $\Delta\Sigma$ ADC（如单片机内置 ADC 或其他类似单电源 ADC）的输入范围。精密基准电路用于电平转换输入信号、提供 ADC 基准电压，并为低功耗模拟电路提供稳定供电电压。低功耗零漂移运算放大器电路用于衰减和电平转换输入信号。

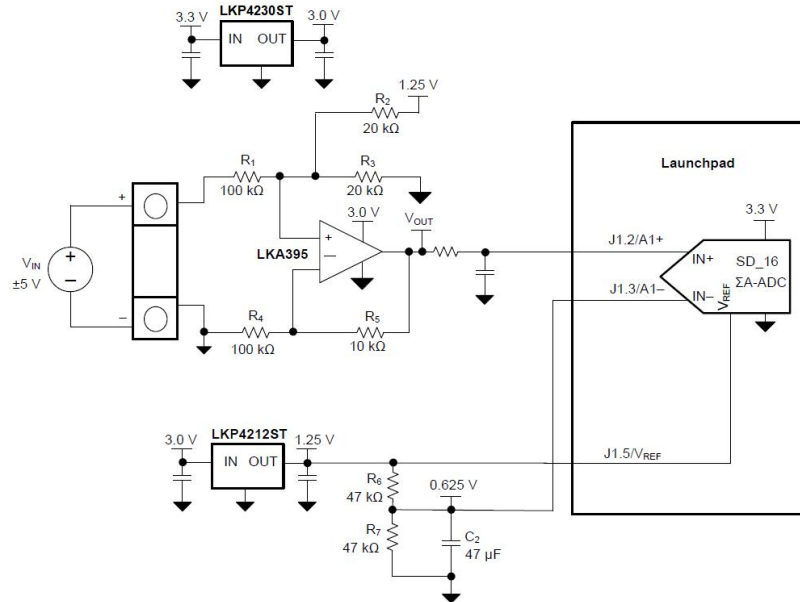


图 22 低功耗模数转换器的低功耗基准与双极性电压调理电路

7.1.1 设计要求

电源电压：3.3V

最大输入电压： $\pm 6V$

额定输入电压： $\pm 5V$

数模转换器基准电压：1.25V

本设计的目标是将 $\pm 5V$ 双极性输入电压精确调理为适合低电压模数转换器的电压（该模数转换器基准电压 $V_{REF}=1.25V$ ，输入电压范围为 $V_{REF}/2$ ）；电路在更宽输入范围（至少 $\pm 6V$ ）内仍能工作（性能可能略有下降），以便过压保护。

7.1.2 详细设计流程

图 22 为该设计的简化原理图，包含模数转换器输入和完整的输入调理电路。模数转换器配置为双极性测量模式，最终转换结果为模数转换器正负输入端的压差。双极性、接地参考的输入信号需通过运算放大器进行电平转换和衰减，使输出偏置在 $V_{REF}/2$ ，且压差在模数转换器的 $\pm V_{REF}/2$ 输入范围内。

7.2 电源推荐

LKP42xxST 系列基准具有极低的压差电压。除 LKP4212ST 的最小电源电压要求为 1.8V 外，其他型号在无负载条件下，电源电压仅需高于输出电压 5mV 即可工作。负载条件下的典型压差电压与负载关系见首页的“压差电压与负载电流关系图”。建议使用 0.47 μ F 以上的电源去耦电容。

7.3 布局注意事项

图 23 展示了 LKP42xxST 系列的印刷电路板（PCB）布局示例，关键注意事项如下：

- 在 LKP42xxST 的 V_{IN} 引脚处连接低 ESR 的 $0.1\mu F$ 陶瓷旁路电容
- 按照器件规格为系统中其他有源器件提供去耦
- 使用完整接地平面，有助于散热和减少电磁干扰（EMI）噪声拾取
- 外部元件尽量靠近器件放置，避免寄生误差（如塞贝克效应）
- 缩短基准源与仪表放大器（INA）、ADC 偏置连接的走线长度，减少噪声拾取
- 敏感模拟走线不得与数字走线平行；尽量避免数字走线与模拟走线交叉，必须交叉时采用垂直交叉

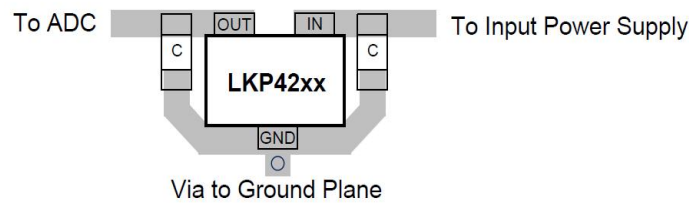
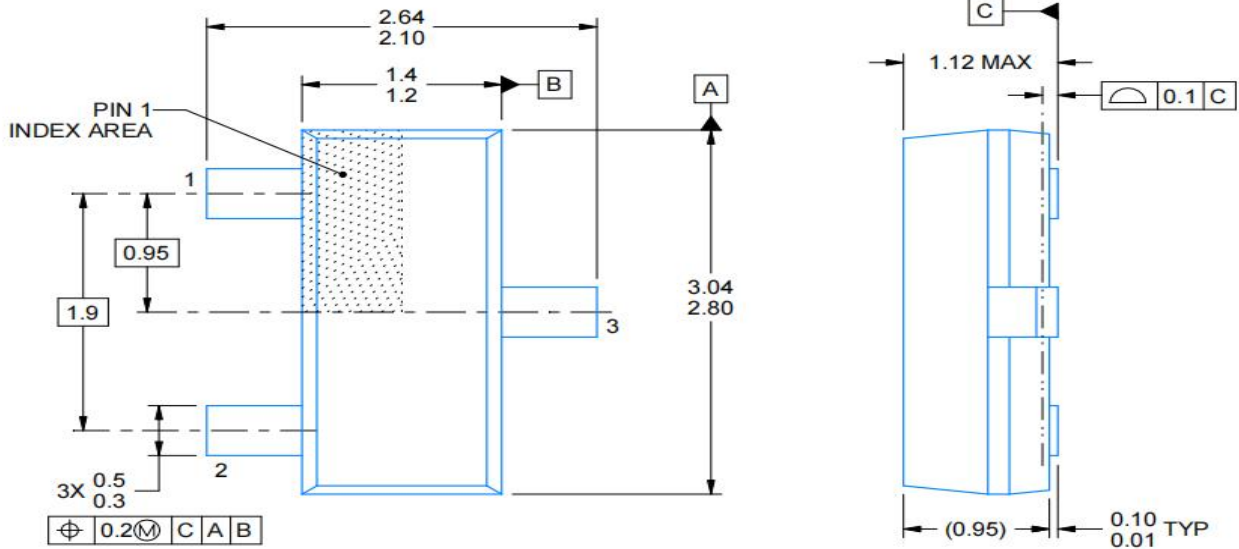


图 23 布局示意图

8 封装形式



8.1 订货信息

LK **P** **42xx** **ST**
 ① ② ③ ④

- ① 产品系列代号
- ② 分类标识
- ③ 产品代号
- ④ 封装类型

表 2 订货信息表

型号	封装	质量等级	工作温度
LKP4212ST	SOT23-3, 塑料封装	工业级	-40°C~+125°C
LKP4220ST	SOT23-3, 塑料封装	工业级	
LKP4225ST	SOT23-3, 塑料封装	工业级	
LKP4230ST	SOT23-3, 塑料封装	工业级	
LKP4233ST	SOT23-3, 塑料封装	工业级	
LKP4240ST	SOT23-3, 塑料封装	工业级	
LKP4240ST	SOT23-3, 塑料封装	工业级	

9 版本信息

版本号	日期	版本说明	更改说明
REV 1.00	2025-12-02	更新版本	—
REV 1.01	2026-04-01		更新测试曲线