

1. 特性

- 低温漂:
 - SOP-8
 - 高等级: 3 ppm/°C (最大值)
 - 标准等级: 8 ppm/°C (最大值)
 - MSOP-8
 - 高等级: 5 ppm/°C (最大值)
 - 标准等级: 8 ppm/°C (最大值)
- 高准确度:
 - 高等级: 0.05% (最大值)
 - 标准等级: 0.1% (最大值)
- 低噪声: 1.5μVpp/V
- 出色的长期稳定性:
 - 50ppm/1000 小时 (典型值) 前 1000 小时 (SOP-8)
 - 25ppm/1000 小时 (典型值) 后 1000 小时 (SOP-8)
- 高输出电流: ±10mA
- 温度范围: -40°C 至 125°C

2. 应用

- 精密数据采集系统
- 半导体测试设备
- 工业过程控制
- 医疗仪器
- 压力和温度变送器
- 实验室和现场仪表

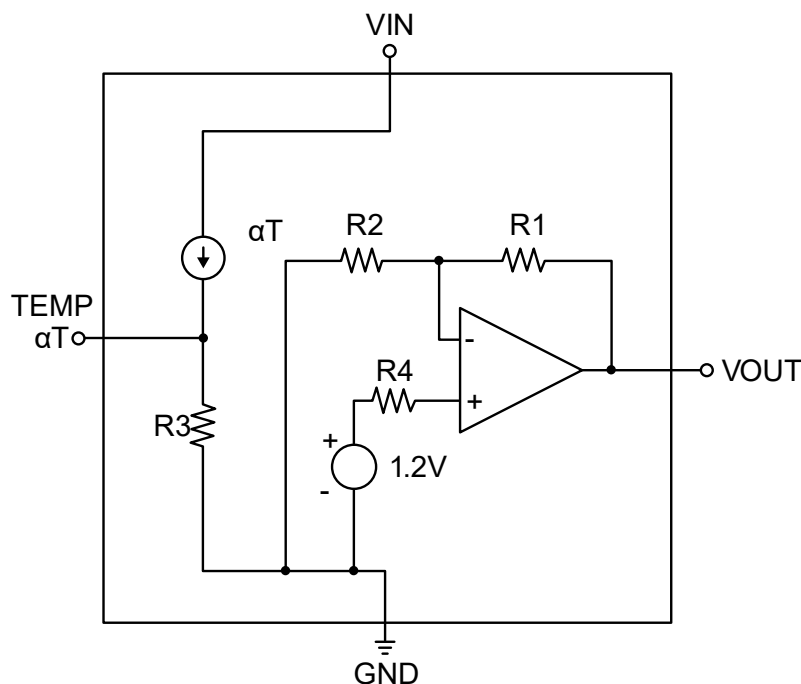
3. 概述

LHR30XX 是一款噪声低、漂移低、精度高的电压基准产品系列。这些基准同时支持灌电流和拉电流, 并且具有出色的线性和负载调节性能。

采用专有的设计技术实现了出色的温漂 (3ppm/°C) 和高精度 (0.05%)。这些特性与极低噪声相结合, 使 LHR30XX 系列成为高精度数据采集系统的理想选择。

每种基准电压都有高等级和标准等级之分, 提供 SOP8L 和 MSOP8L 两种 8 引脚封装, 指定温度范围为 -40°C 至 125°C。

4. 结构框图



目录

1. 特性	1
2. 应用	1
3. 概述	1
4. 结构框图	1
5. 版本历史	3
6. 器件比较表	3
7. 引脚配置和功能	4
8. 规格	4
8.1. 绝对最大额定值	4
8.2. ESD 额定值	4
8.3. 建议工作条件	5
8.4. 热信息	5
8.5. 电气特性	5
8.6. 典型特征	6
9. 详细说明	9
9.1. 概述	9
9.2. 功能方框图	9
9.3. 特性说明	9
10. 布局	11
11. 封装尺寸	12
12. 订购指南	14

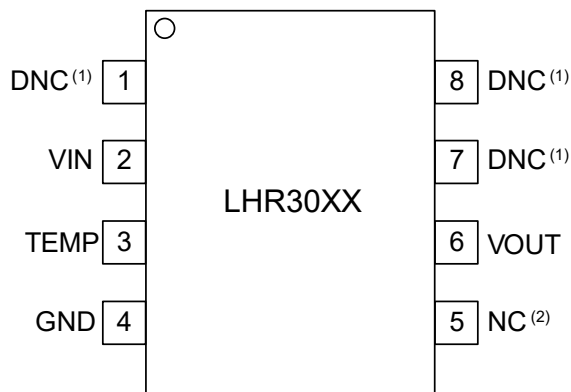
5. 版本历史

版本号	日期	更新内容
PreA	2022 年 11 月 6 日	初始版本
PreB	2023 年 7 月 3 日	增加部分测试数据
	2023 年 9 月 26 日	补充订购信息和包装信息
PreC	2024 年 3 月 13 日	更新部分性能测试图表
	2024 年 4 月 8 日	增加小包装规格
PreD	2024 年 5 月 8 日	MSOP 高等级规格从 3ppm/°C 改为 5ppm/°C
Rev.A	2024 年 7 月 1 日	正式版本

6. 器件比较表

型号	输出电压
LHR3020	2.048V
LHR3025	2.5V
LHR3030	3V
LHR3040	4.096V
LHR3045	4.5V
LHR3050	5V
LHR3010	10V

7. 引脚配置和功能



(1) DNC = DO NOT CONNECT.

(2) NC = NO INTERNAL CONNECTION.

图1. 封装 8 引脚 SOP8L、MSOP8L 顶视图

表1. 引脚功能

引脚		说明
名称	编号	
DNC	1	勿连接
VIN	2	电源电压
TEMP	3	温度监测引脚。提供与温度相关的输出电压
GND	4	地
NC	5	无内部连接
VOUT	6	基准电压输出
DNC	7	勿连接
DNC	8	勿连接

8. 规格

8.1. 绝对最大额定值

在自然通风条件下的工作温度范围内测得（除非另有说明）。

表2. 额定电压值

	最小值	最大值	单位
输入电压	-0.2	18	V
输出对地短路	0	70	mA
工作温度	-55	125	°C
结温 (T _J 最大值)		150	°C
贮存温度, T _{stg}	-65	150	°C

(1) 超过这些额定值的应力可能会造成永久性损坏。长时间暴露在绝对最大条件下可能会降低器件的可靠性。这些只是应力额定值，并不意味着器件在这些条件或者任何超过指定的其他条件下能够正常工作。

8.2. ESD 额定值

表3. ESD 额定值

		值	单位
V _(ESD) 静电放电	人体放电模式 (HBM), 符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 ⁽¹⁾	±3000	V
	充电器件模式 (CDM), 符合 JEDEC 规范 JESD22-C101 ⁽²⁾	±1000	

(1) JEDEC 文档 JEP155 指出: 500V HBM 可实现在标准 ESD 控制流程下安全生产。

(2) JEDEC 文档 JEP157 指出: 250V CDM 可实现在标准 ESD 控制流程下安全生产。

8.3. 建议工作条件

在自然通风条件下的工作温度范围内测得（除非另有说明）。

表4. 工作条件

	最小值	标称值	最大值	单位
V_{IN}	$V_{OUT} + 0.2V$		18	V
I_{OUT}	-10		10	mA

(1) 除 LHR3020 之外，其 V_{IN} （最小值）= 2.7V。

8.4. 热信息

表5. 热信息

热指标		LHR30XX		单位
		MSOP	SOP	
		8 引脚	8 引脚	
$R_{\theta JA}$	结至环境热阻	115	160.9	°C/W
$R_{\theta JC(top)}$	结至外壳（顶部）热阻	63.4	53.9	°C/W
$R_{\theta JB}$	结至电路板热阻	57.1	82.3	°C/W
ψ_{JT}	结至顶部特征参数	15.4	5.1	°C/W
ψ_{JB}	结至电路板特征参数	56.2	80.7	°C/W
$R_{\theta JC(bot)}$	结至外壳（底部）热阻	不适用	不适用	°C/W

8.5. 电气特性

除非另有说明，否则在 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 时， $I_{LOAD} = 0$ ， $C_L = 1\mu\text{F}$ ， $V_{IN} = (V_{OUT} + 0.2V)$ 至 18V。

表6. 电气特性

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
输出电压					
V_{OUT} 输出电压	LHR3020 ($V_{OUT}=2.048V$) ⁽¹⁾ $2.7V < V_{IN} < 18V$		2.048		V
	LHR3025		2.5		
	LHR3030		3.0		
	LHR3040		4.096		
	LHR3045		4.5		
	LHR3050		5.0		
	LHR3010		10.0		
初始精度：高等级	所有电压选项 ⁽¹⁾	-0.05%		0.05%	
初始精度：标准等级	所有电压选项 ⁽¹⁾	-0.1%		0.1%	
噪声					
输出电压噪声	$F=0.1\text{Hz}$ 至 10Hz		1.5		$\mu\text{V}_{RMS}/V$
输出电压温漂					
$\delta V_{OUT}/dT$ 输出电压温漂					
高等级 (SOP-8)			1	3	ppm/°C
高等级 (MSOP-8)			1	5	ppm/°C
标准等级			3	8	ppm/°C
线性调整率					
$\delta V_O(\delta V_I)$ 线性调整	$V_{IN} = (V_{OUT} + 0.2)$ 至 $18V$ ⁽²⁾		0.7	1	ppm/V
	$V_{IN} = V_{OUT} + 0.2V$, $T_A = -40^\circ\text{C}$ 至 125°C ⁽²⁾			1	ppm/V
负载调整率					
$\delta V_O(\delta I_L)$ 负载调整	$-10\text{mA} < I_{LOAD} < 10\text{mA}$, $V_{IN} = V_{OUT} + 0.75V$ ⁽³⁾		20	30	ppm/mA
	$-10\text{mA} < I_{LOAD} < 10\text{mA}$, $V_{IN} = V_{OUT} + 0.75V$ $T_A = -40^\circ\text{C}$ 至 125°C ⁽³⁾			50	ppm/mA
短路电流(当电源电压高于 5.5V, 禁止输出与电源短路)					
I_{SC} 短路电流	$V_{OUT} = 0$		60		mA
热迟滞					
高等级	MSOP-8	周期 1	90		ppm
标准等级	MSOP-8	周期 1	90		ppm
高等级	SOP-8	周期 1	70		ppm

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
标准等级	SOP-8 周期 1		90		ppm
高等级	MSOP-8 周期 2		60		ppm
标准等级	MSOP-8 周期 2		60		ppm
高等级	SOP-8 周期 2		50		ppm
标准等级	SOP-8 周期 2		50		ppm
长期稳定性					
	MSOP-8 0 到 1000 小时		50		ppm/1000 小时
	MSOP-8 1000 到 2000 小时		25		ppm/1000 小时
	SOP-8 0 到 1000 小时		50		ppm/1000 小时
	SOP-8 1000 到 2000 小时		25		ppm/1000 小时
TEMP 引脚					
电压输出	在 $T_A=25^{\circ}\text{C}$ 时		692		mV
温度敏感性	$T_A = -40^{\circ}\text{C}$ 至 125°C		2.08		mV/ $^{\circ}\text{C}$
电源					
V_S 电源电压	请参阅注释	$V_{OUT} + 0.2$		18	V
静态电流			0.8	1	mA
	$T_A = -40^{\circ}\text{C}$ 至 125°C			1.2	mA
温度范围					
指定的范围			-40	125	$^{\circ}\text{C}$
工作范围			-55	125	$^{\circ}\text{C}$

(1) 对于 $V_{OUT} \leq 2.5\text{V}$, 最小电源电压为 2.7V。

(2) 除 LHR3020 之外, 其 $V_{IN} = 3\text{V}$ 至 18V 。

(3) 除 LHR3020 之外, 其 $V_{IN} = 3\text{V}$ 。

8.6. 典型特征

除非另有说明, 否则在 $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ 时, $I_{LOAD} = 0$, 且 $V_S = V_{OUT} + 0.2\text{V}$ 。对于 $V_{OUT} \leq 2.5\text{V}$, 最小电源电压为 2.7V。

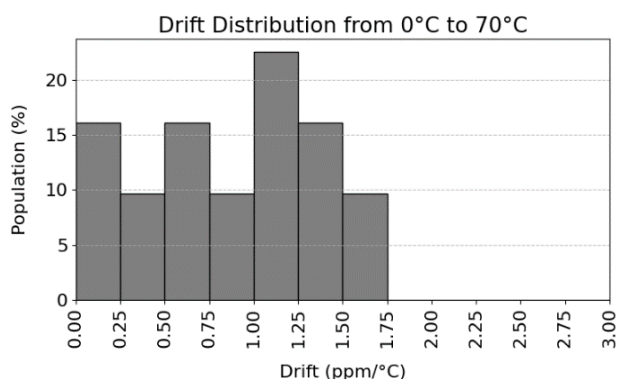


图2. 0°C~70°C Temperature Drift

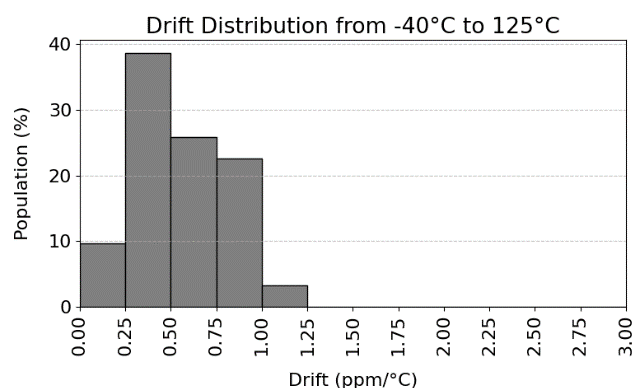


图3. -40°C~125°C Temperature Drift

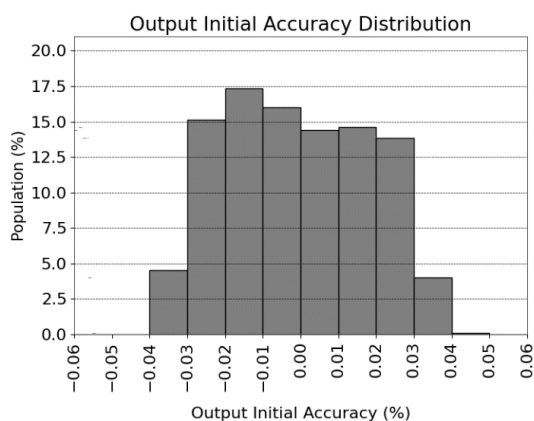


图4. Output Voltage Initial Accuracy

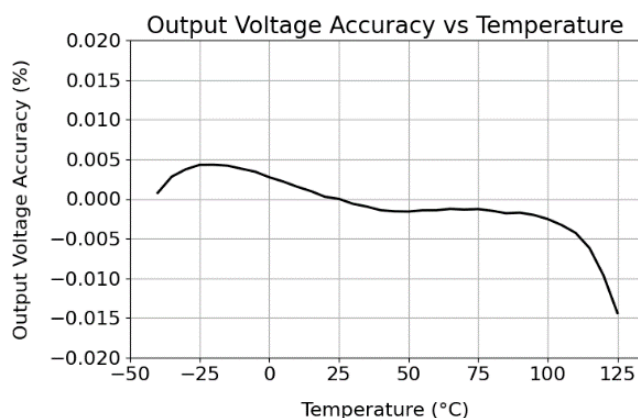


图5. Output Voltage Accuracy vs Temperature

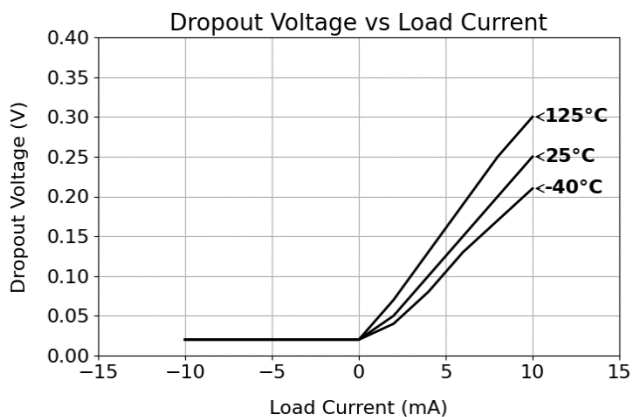


图6. Dropout Voltage vs Load Current

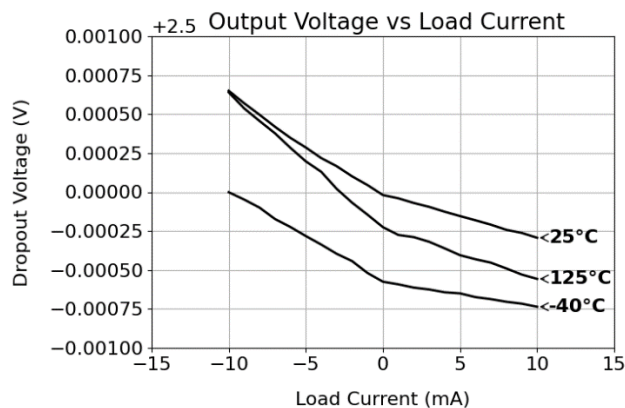


图7. Output Voltage vs Load Current

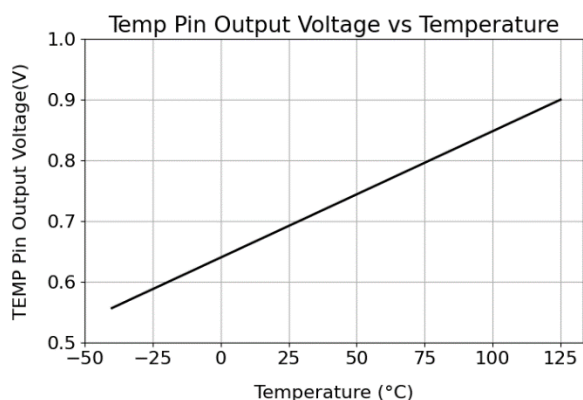


图8. Temp Pin Output Voltage vs Temperature

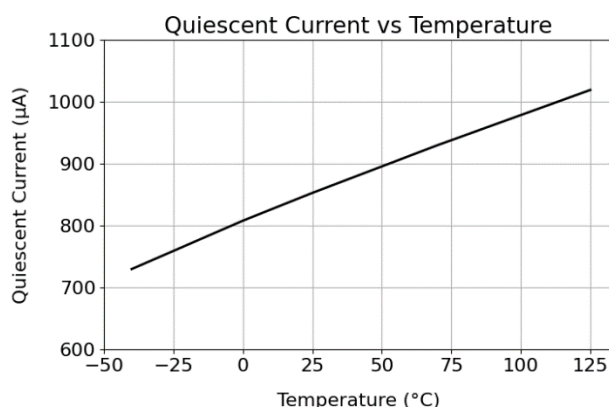


图9. Quiescent Current vs Temperature

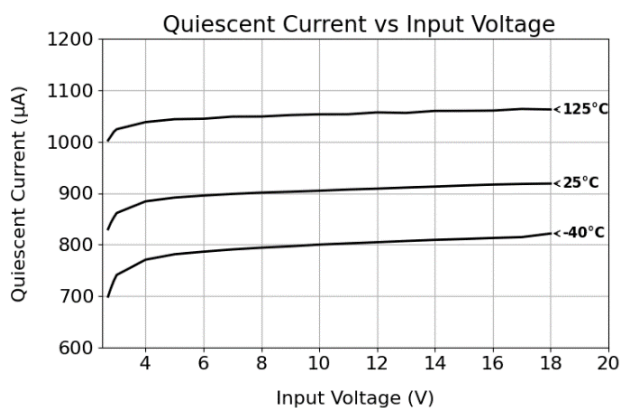


图10. Quiescent Current vs Input Voltage

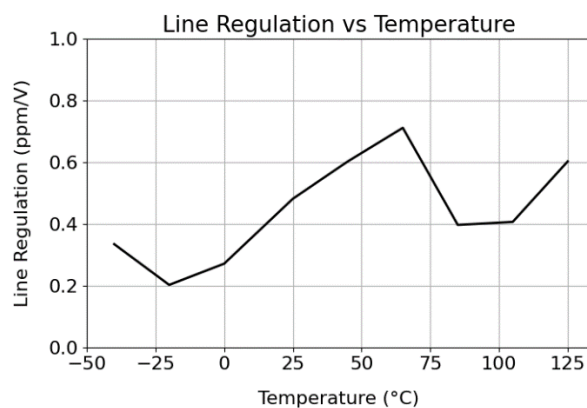


图11. Line Regulation vs Temperature

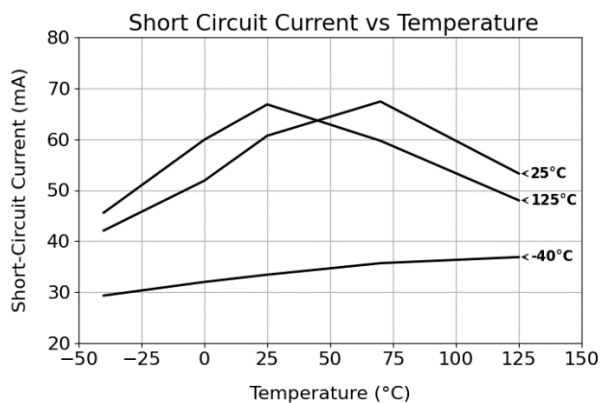


图12. Short Circuit Current vs Temperature

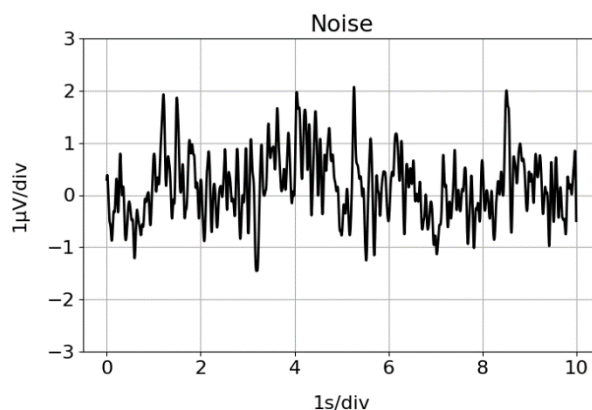


图13. 0.1Hz to 10Hz NOISE

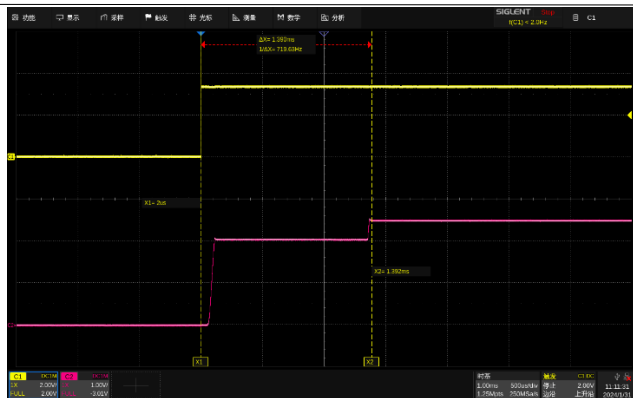


图14. LHR3025 CL=1uF Start-Up

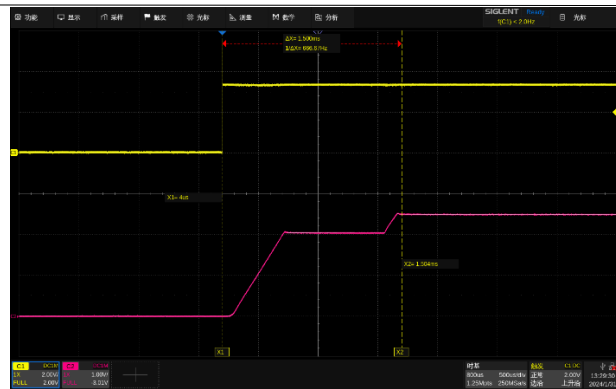


图15. LHR3025 CL=10uF Start-Up

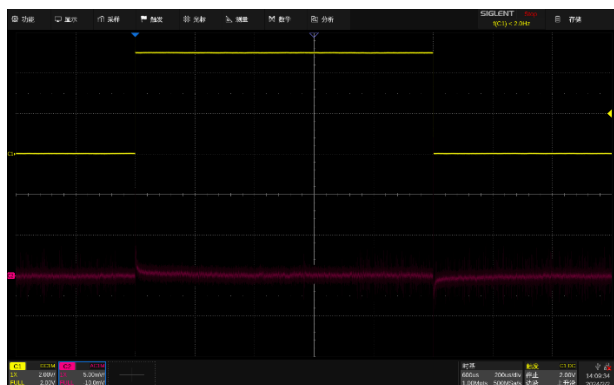


图16. LHR3025 CL=1uF IOUT=1mA Load Tran

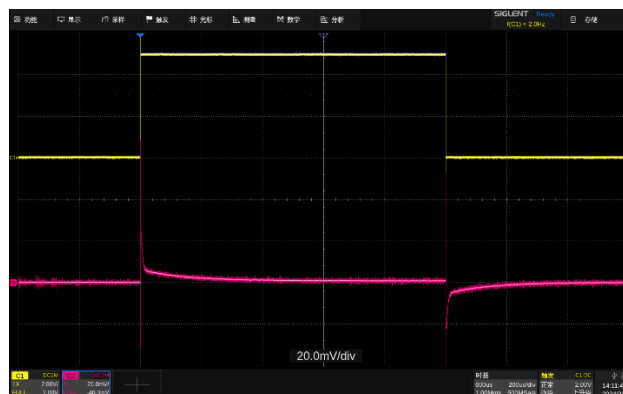


图17. LHR3025 CL=1uF IOUT=10mA Load Tran

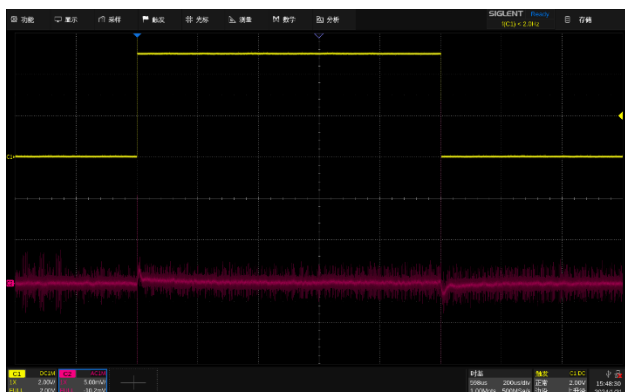


图18. LHR3025 CL=10uF IOUT=1mA Load Tran

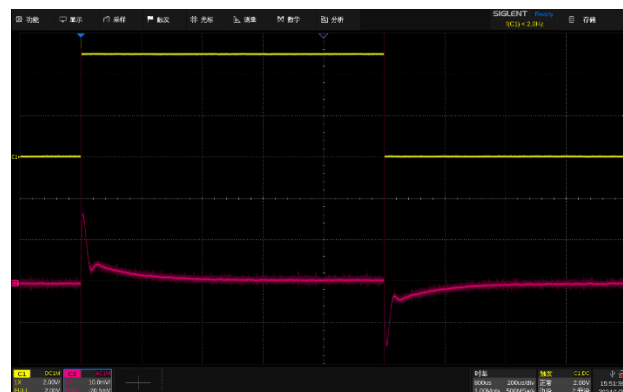


图19. LHR3025 CL=10uF IOUT=10mA Load Tran

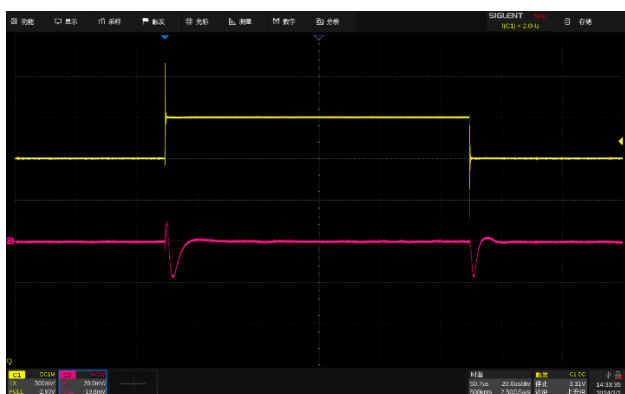


图20. LHR3025 CL=1uF Line Tran

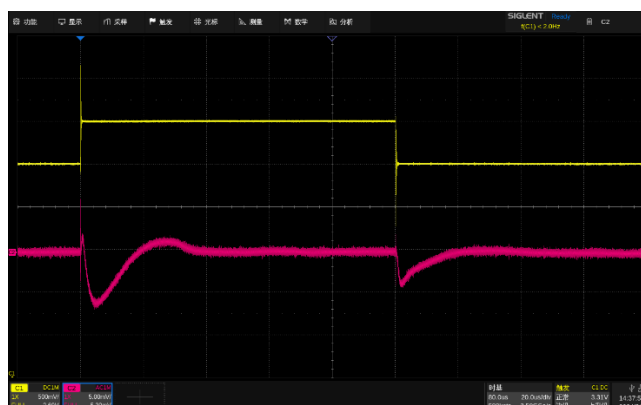


图21. LHR3025 CL=10uF Line Tran

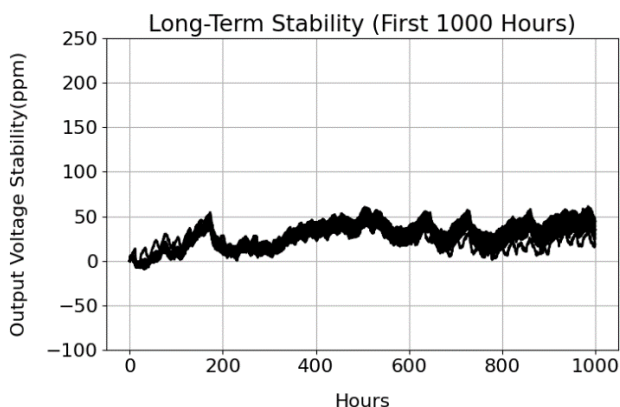


图22. Long-Term Stability (First 1000 Hours)

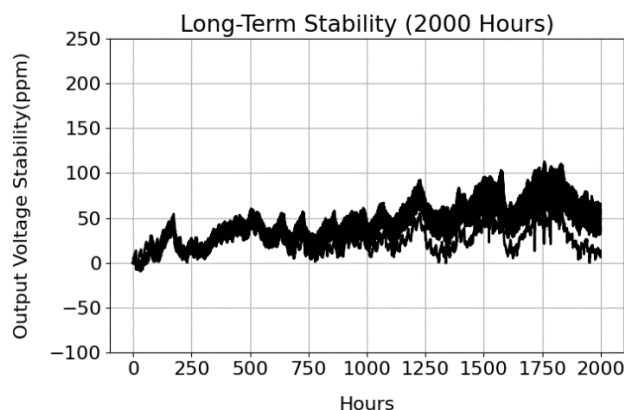


图23. Long-Term Stability (2000 Hours)

9. 详细说明

9.1. 概述

LHR30XX 是低噪声、精密带隙电压基准产品系列，专为出色的初始电压精度和漂移而设计。有关LHR30XX 的简化方框图，请参阅下图。

9.2. 功能方框图

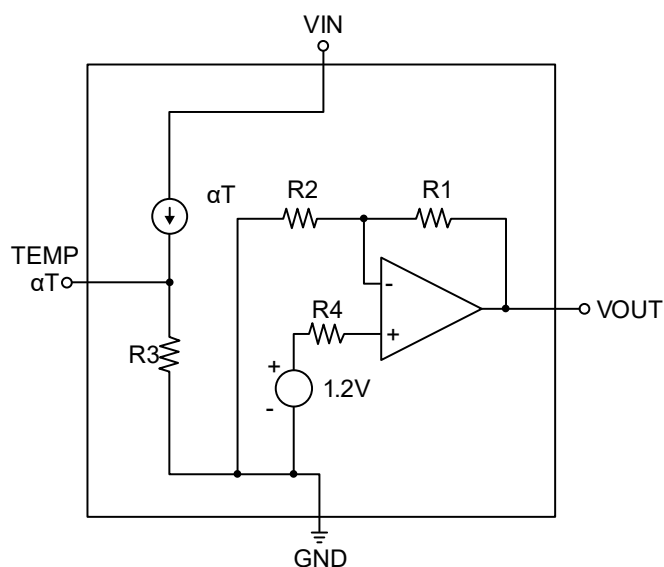


图24. 功能方框图

9.3. 特性说明

9.3.1. 温度监测

温度输出端子（TEMP，引脚 3）提供了与温度相关的电压输出。如下图所示，输出电压遵循标称关系：

$$V_{\text{TEMP PIN}} = 640\text{mV} + 2.08 \times T(^{\circ}\text{C}) \quad (1)$$

此引脚指示一般芯片温度，精确度大约为 $\pm 15^{\circ}\text{C}$ 。虽然通常不适合精确的温度测量，但此引脚可用于指示温度变化或用于模拟电路的温度补偿。30°C 的温度变化对应于 TEMP 引脚上大约为 62mV 的电压变化。

TEMP 引脚具有高输出阻抗。用低阻抗电路加载此引脚会引起测量误差；但是，此引脚对 V_{OUT} 精度没有任何影响。

为了避免低阻抗负载引起的误差, 请使用合适的低温漂运算放大器缓冲 TEMP 引脚输出, 如下图所示。

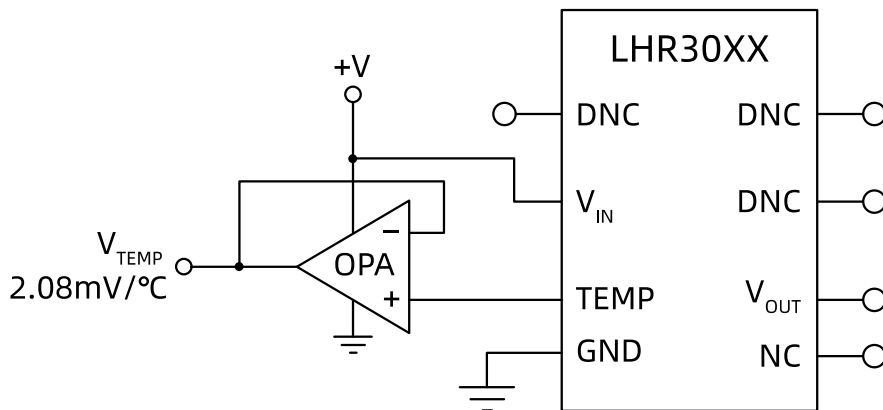


图25. 缓冲 TEMP 引脚输出

9.3.2. 温漂

LHR30XX 专为最小漂移误差而设计, 该漂移误差被定义为输出电压随温度的变化。使用逻辑框方法计算温漂, 如方程式 2 中所述。

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

对于高等级版本, LHR30XX 的最大漂移系数为 3ppm/°C, 对于标准等级则为 8ppm/°C。

9.3.3. 热迟滞

LHR30XX 的热迟滞定义为器件在 25°C 下工作, 在指定温度范围内循环并返回到 25°C 后输出电压的变化。热迟滞可表示为方程式 3:

$$V_{\text{HYST}} = \left(\frac{V_{\text{PRE}} - V_{\text{POST}}}{V_{\text{NOM}}} \right) \times 10^6 (\text{ppm}) \quad (3)$$

其中

- V_{HYST} = 热迟滞 (单位为 ppm)
- V_{NOM} = 指定的输出电压
- V_{PRE} = 在 25°C 预热循环时测得的输出电压
- V_{POST} = 器件从 25°C 开始在 -40°C 至 125°C 额定温度范围内循环遍历并返回 25°C 后测得的输出电压

9.3.4. 长期稳定性

由于老化和环境的影响, 所有半导体器件的半导体芯片和封装材料都会随着时间的推移而产生物理变化。这些变化以及芯片上相关的封装应力会导致精密基准电压源中的输出电压随着时间的推移而发生偏离。这种变化的值由数据表中称为长期稳定性 (也称为长期漂移 (LTD)) 的参数指定。方程式 4 显示了如何计算 LTD。请注意, 如果输出电压漂移随着时间推移变得更高, 则 LTD 值为正值, 如果电压漂移随着时间推移变得更低, 则为负值。

$$\text{LTD}(\text{ppm})|_{t=n} = \frac{(V_{\text{OUT}}|_{t=0} - V_{\text{OUT}}|_{t=n})}{V_{\text{OUT}}|_{t=0}} \times 10^6 \quad (4)$$

其中

- $\text{LTD}(\text{ppm})|_{t=n}$ = 长期稳定性 (单位为 ppm)
- $V_{\text{OUT}}|_{t=0}$ = 时间为 0 小时情况下的输出电压
- $V_{\text{OUT}}|_{t=n}$ = 时间为 n 小时情况下的输出电压

9.1. 器件功能模式

9.4.1. 基本连接

下图显示了 LHR30XX 的典型连接。建议电源旁路电容器的范围为 1μF 至 10μF。1μF 至 50μF 输出电容器

(C_I) 必须从 V_{OUT} 连接到 GND。

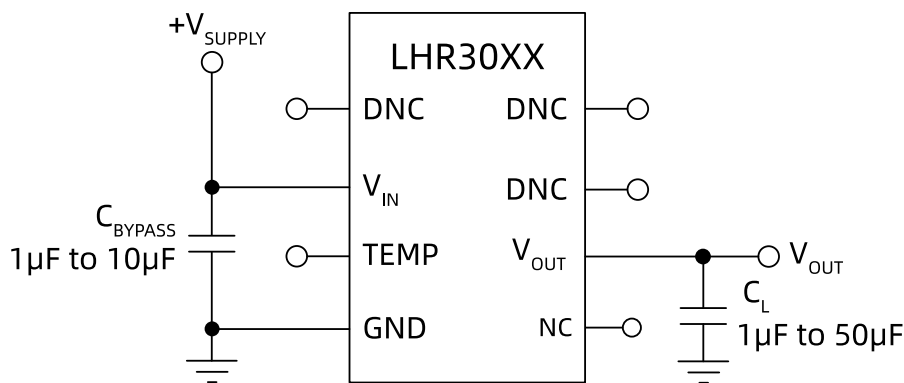


图26. 基本连接

9.4.2. 电源电压

LHR30XX 产品系列的电压基准具有极低的压降电压。除 LHR3020 的最低电源要求为 2.7V，这些基准在空载条件下可以工作在超过输出电压 200mV 的电源下。上图中提供了有负载条件下的典型压降电压与负载关系图。

9.4.3. 负基准电压

对于需要负和正基准电压的应用，可使用 LHR30XX 和 OPA 从 5V 电源提供双电源基准。下图显示了用于提供 2.5V 电源基准电压的 LHR3025。LHR30XX 的低漂移性能补充了 OPA 的低偏移电压和零漂移，为分离电源应用提供精确的解决方案。注意匹配 R1 和 R2 的温度系数。

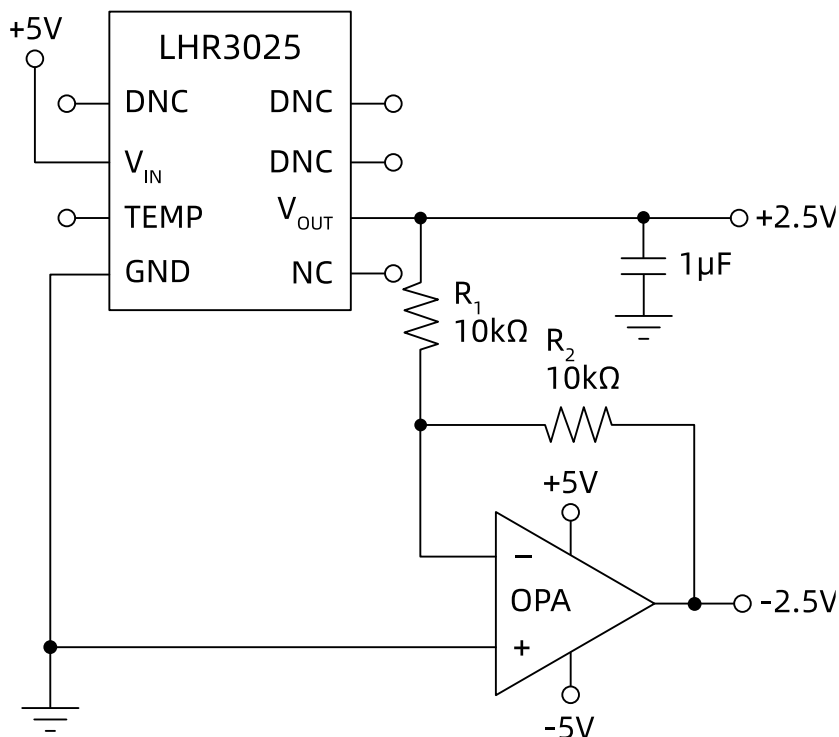


图27. LHR3025 与 OPA 创建正负基准电压

10. 布局

10.1. 布局指南

尽可能将电源旁路电容器放置靠近电源引脚和接地引脚的位置。该旁路电容器的建议值为 1μF 至 10μF。

如有必要，可以添加额外的去耦电容以补偿噪声或高阻抗电源。

必须使用 1 μ F 至 50 μ F 电容器对输出进行去耦。为输出电容器串联电阻器是可选操作。要实现更出色的噪声性能，可以在输出和接地之间并联高频、1 μ F 电容器来滤除噪声，并充当数据转换器进行负载切换。

10.2. 功率耗散

LHR30XX 产品系列在指定的输入电压范围内提供 ± 10 mA 的电流负载。器件的温度根据方程式 5 升高：

$$T_J = T_A + P_D \times \theta_{JA} \quad (5)$$

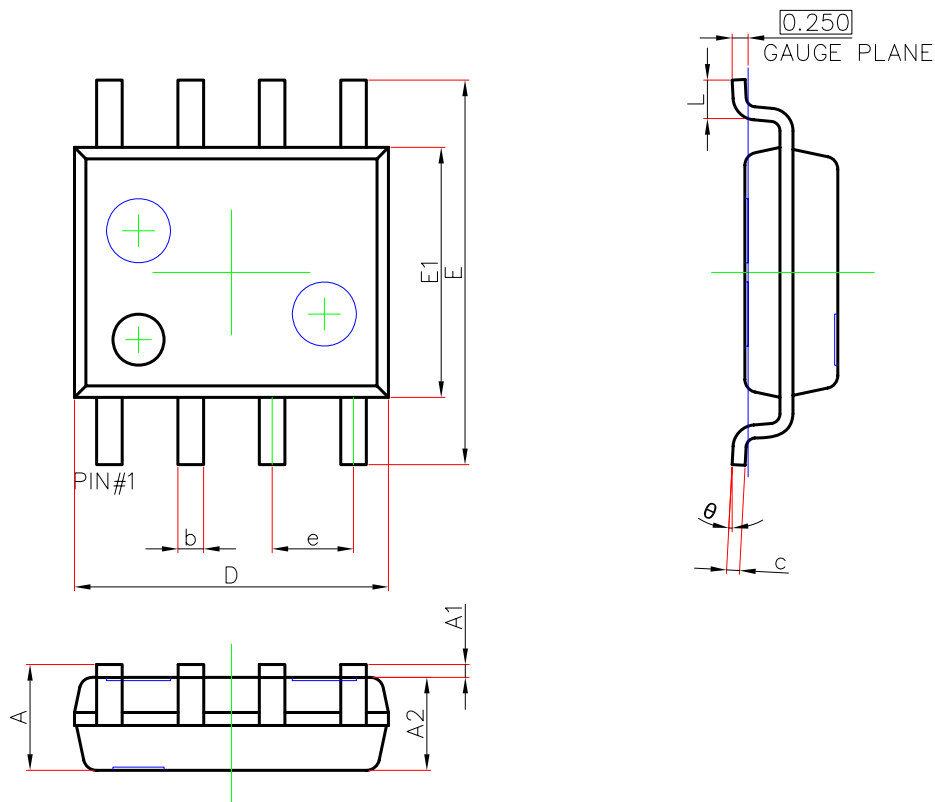
其中

- T_J = 结温 ($^{\circ}$ C)
- T_A = 环境温度 ($^{\circ}$ C)
- P_D = 耗散的功率 (W)
- θ_{JA} = 结至环境热阻 ($^{\circ}$ C/W)

LHR30XX 结温不得超过 150 $^{\circ}$ C 的绝对最大额定温度。

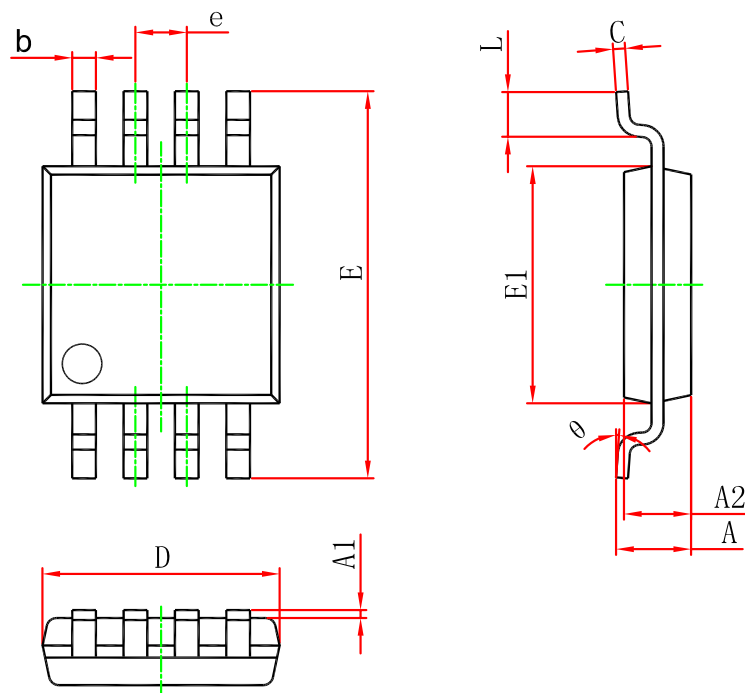
11. 封装尺寸

SOP8(150mi1) (12R) PACKAGE OUTLINE DIMENSIONS。



Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	1.450	1.750	0.057	0.069
A1	0.100	0.250	0.004	0.010
A2	1.350	1.550	0.053	0.061
b	0.330	0.510	0.013	0.020
c	0.170	0.250	0.007	0.010
D	4.700	5.100	0.185	0.201
E	5.800	6.20	0.228	0.244
E1	3.800	4.000	0.150	0.157
e	1.270(BSC)		0.050(BSC)	
L	0.400	1.270	0.016	0.050
theta	0 $^{\circ}$	8 $^{\circ}$	0 $^{\circ}$	8 $^{\circ}$

MSOP8 PACKAGE OUTLINE DIMENSIONS。



NOTES:

ALL DIMENSIONS MEET JEDEC STANDARD MO-187 AA。

Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A		1.100		0.043
A1	0.020	0.150	0.001	0.006
A2	0.750	0.950	0.030	0.037
b	0.250	0.380	0.010	0.015
c	0.090	0.230	0.004	0.009
D	2.900	3.100	0.114	0.122
e	0.650(BSC)		0.026(BSC)	
E	4.750	5.050	0.187	0.199
E1	2.900	3.100	0.114	0.122
L	0.400	0.800	0.016	0.031
θ	0°	6°	0°	6°

12. 订购指南

表7. 订购信息

芯片编号	输出电压	参考精度	工作温度范围	封装类型	引脚数
LHR3020AFMA	2.048V	5ppm/°C	-40°C ~ 125°C	MSOP	8
LHR3020AFAA	2.048V	3ppm/°C	-40°C ~ 125°C	SOP	8
LHR3025AFMA	2.5V	5ppm/°C	-40°C ~ 125°C	MSOP	8
LHR3025AFAA	2.5V	3ppm/°C	-40°C ~ 125°C	SOP	8
LHR3030AFMA	3V	5ppm/°C	-40°C ~ 125°C	MSOP	8
LHR3030AFAA	3V	3ppm/°C	-40°C ~ 125°C	SOP	8
LHR3040AFMA	4.096V	5ppm/°C	-40°C ~ 125°C	MSOP	8
LHR3040AFAA	4.096V	3ppm/°C	-40°C ~ 125°C	SOP	8
LHR3045AFMA	4.5V	5ppm/°C	-40°C ~ 125°C	MSOP	8
LHR3045AFAA	4.5V	3ppm/°C	-40°C ~ 125°C	SOP	8
LHR3050AFMA	5V	5ppm/°C	-40°C ~ 125°C	MSOP	8
LHR3050AFAA	5V	3ppm/°C	-40°C ~ 125°C	SOP	8
LHR3010AFMA	5V	5ppm/°C	-40°C ~ 125°C	MSOP	8
LHR3010AFAA	5V	3ppm/°C	-40°C ~ 125°C	SOP	8
LHR3020BFMA	2.048V	8ppm/°C	-40°C ~ 125°C	MSOP	8
LHR3020BFMA	2.048V	8ppm/°C	-40°C ~ 125°C	SOP	8
LHR3025BFMA	2.5V	8ppm/°C	-40°C ~ 125°C	MSOP	8
LHR3025BFMA	2.5V	8ppm/°C	-40°C ~ 125°C	SOP	8
LHR3030BFMA	3V	8ppm/°C	-40°C ~ 125°C	MSOP	8
LHR3030BFMA	3V	8ppm/°C	-40°C ~ 125°C	SOP	8
LHR3040BFMA	4.096V	8ppm/°C	-40°C ~ 125°C	MSOP	8
LHR3040BFMA	4.096V	8ppm/°C	-40°C ~ 125°C	SOP	8
LHR3045BFMA	4.5V	8ppm/°C	-40°C ~ 125°C	MSOP	8
LHR3045BFMA	4.5V	8ppm/°C	-40°C ~ 125°C	SOP	8
LHR3050BFMA	5V	8ppm/°C	-40°C ~ 125°C	MSOP	8
LHR3050BFMA	5V	8ppm/°C	-40°C ~ 125°C	SOP	8
LHR3010BFMA	10V	8ppm/°C	-40°C ~ 125°C	MSOP	8
LHR3010BFMA	10V	8ppm/°C	-40°C ~ 125°C	SOP	8

表8. 包装信息

订购型号	封装类型	引脚数	包装类型	大包装量	备注
LHR3020AFMA	MSOP	8	REEL	2500 颗/卷	
LHR3020AFAA	SOP	8	TUBE	1000 颗/包	
LHR3025AFMA	MSOP	8	REEL	2500 颗/卷	
LHR3025AFAA	SOP	8	TUBE	1000 颗/包	
LHR3030AFMA	MSOP	8	REEL	2500 颗/卷	
LHR3030AFAA	SOP	8	TUBE	1000 颗/包	
LHR3040AFMA	MSOP	8	REEL	2500 颗/卷	
LHR3040AFAA	SOP	8	TUBE	1000 颗/包	
LHR3045AFMA	MSOP	8	REEL	2500 颗/卷	
LHR3045AFAA	SOP	8	TUBE	1000 颗/包	
LHR3050AFMA	MSOP	8	REEL	2500 颗/卷	
LHR3050AFAA	SOP	8	TUBE	1000 颗/包	
LHR3010AFMA	MSOP	8	REEL	2500 颗/卷	
LHR3010AFAA	SOP	8	TUBE	1000 颗/包	
LHR3020BFMA	MSOP	8	REEL	2500 颗/卷	
LHR3020BFMA	SOP	8	TUBE	1000 颗/包	
LHR3025BFMA	MSOP	8	REEL	2500 颗/卷	
LHR3025BFMA	SOP	8	TUBE	1000 颗/包	
LHR3030BFMA	MSOP	8	REEL	2500 颗/卷	
LHR3030BFMA	SOP	8	TUBE	1000 颗/包	
LHR3040BFMA	MSOP	8	REEL	2500 颗/卷	
LHR3040BFMA	SOP	8	TUBE	1000 颗/包	
LHR3045BFMA	MSOP	8	REEL	2500 颗/卷	
LHR3045BFMA	SOP	8	TUBE	1000 颗/包	
LHR3050BFMA	MSOP	8	REEL	2500 颗/卷	
LHR3050BFMA	SOP	8	TUBE	1000 颗/包	
LHR3010BFMA	MSOP	8	REEL	2500 颗/卷	
LHR3010BFMA	SOP	8	TUBE	1000 颗/包	

注释: REEL: 卷带包装;
 TRAY: 托盘包装;
 TUBE: 管式包装;