超低噪声LDO XFET基准电压源（带灌电流和拉电流）

数据手册

ADR440/ADR441/ADR443/ADR444/ADR445

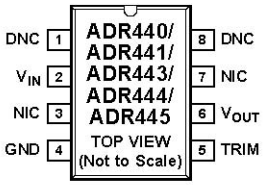
产品特性

- 超低噪声（0.1 Hz至10 Hz）
  - ADR440：1 μV p-p
  - ADR441：1.2 μV p-p
  - ADR443：1.4 μV p-p
  - ADR444：1.8 μV p-p
  - ADR445：2.25 μV p-p
- 出色的温度系数
  - A级：10 ppm/°C
  - B级：3 ppm/°C
- 低压差工作（电源电压裕量）：500 mV
- 输入范围：(V_{OUT} + 500 mV）至18 V
- 高输出拉电流和灌电流
  - 分别为+10 mA和−5 mA
- 宽工作温度范围：−40°C至+125°C

应用

- 精密数据采集系统
- 高分辨率数据转换器
- 电池供电仪器仪表
- 便携式医疗仪器
- 工业过程控制系统
- 精密仪器
- 光学控制电路

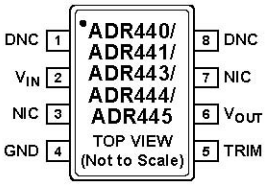
引脚配置



NOTES
1. NIC = NOT INTERNALLY CONNECTED.
THIS PIN IS NOT CONNECTED INTERNALLY.
2. DNC = DO NOT CONNECT. DO NOT CONNECT TO THIS PIN.

05428-001

图1. 8引脚SOIC_N（R后缀）



NOTES
1. NIC = NOT INTERNALLY CONNECTED.
THIS PIN IS NOT CONNECTED INTERNALLY.
2. DNC = DO NOT CONNECT. DO NOT CONNECT TO THIS PIN.

05428-002

图2. 8引脚MSOP（RM后缀）

概述

ADR440/ADR441/ADR443/ADR444/ADR445[1]系列XFET®基准电压源具有超低噪声、高精度和低温度漂移性能。利用ADI公司的温度漂移曲率校正技术和外加离子注入场效应管（XFET）技术，可以使ADR440/ADR441/ADR443/ADR444/ADR445电压随温度变化的非线性度降至最小。

XFET基准电压源的噪声性能优于嵌入式齐纳基准电压源，且所需的电源电压裕量较小（500 mV）。这种特性组合使ADR440/ADR441/ADR443/ADR444/ADR445系列非常适合高端数据采集系统、光学网络和医疗应用中的精密信号转换。

ADR440/ADR441/ADR443/ADR444/ADR445系列的拉电流输出最高达10 mA，灌电流能力最大为−5 mA。它还具有调整引脚，可以在0.5%范围内调整输出电压，而性能则不受影响。

ADR440/ADR441/ADR443/ADR444/ADR445系列采用8引脚MSOP和窄体SOIC封装，提供两种电气等级。所有型号产品的额定温度范围均为−40°C至+125°C扩展工业温度范围。

表1. 选型指南

型号	输出电压(V)	初始精度(mV)	温度系数(ppm/°C)
ADR440A	2.048	±3	10
ADR440B	2.048	±1	3
ADR441A	2.500	±3	10
ADR441B	2.500	±1	3
ADR443A	3.000	±4	10
ADR443B	3.000	±1.2	3
ADR444A	4.096	±5	10
ADR444B	4.096	±1.6	3
ADR445A	5.000	±6	10
ADR445B	5.000	±2	3

[1] 受美国专利5,838,192号保护。

Rev. G
Document Feedback
Information furnished by Analog Devices is believed to be accurate and reliable. However, no responsibility is assumed by Analog Devices for its use, nor for any infringements of patents or other rights of third parties that may result from its use. Specifications subject to change without notice. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of Analog Devices. Trademarks and registered trademarks are the property of their respective owners.

One Technology Way, P.O. Box 9106, Norwood, MA 02062-9106, U.S.A.
Tel: 781.329.4700 ©2015-2018 Analog Devices, Inc. All rights reserved.
Technical Support www.analog.com/cn

ADI 中文版数据手册是英文版数据手册的译文，敬请谅解翻译中可能存在的语言组织或翻译错误，ADI 不对翻译中存在的差异或由此产生的错误负责。如需确认任何词语的准确性，请参考 ADI 提供的最新英文版数据手册。

目录

产品特性 1
应用 1
引脚配置 1
概述 1
修订历史 2
技术规格 3
ADR440电气特性 3
ADR441电气特性 4
ADR443电气特性 5
ADR444电气特性 6
ADR445电气特性 7
绝对最大额定值 8
热阻 8
ESD警告 8
引脚配置和功能描述 9
典型性能参数 10
工作原理 15
功耗考虑 15
基准电压源基本连接 15
噪声性能 15
开启时间 15
应用信息 16
输出调整 16
双极性输出 16
可编程电压源 16
可编程电流源 17
高电压浮动电流源 17
精密输出调节器（升压基准电压源） 17
外形尺寸 18
订购指南 19

修订历史

2018年4月—修订版F至修订版G

V_O更改为V_{OUT}，“温度漂移”更改为“温度系数” ..... 通篇
更改“特性”部分、“概述”部分、图1和图2 1
增加专利注释（注释1） 1
更改表2中的初始精度参数 3
更改表3中的初始精度参数 4
更改表4中的初始精度参数 5
更改表5中的初始精度参数 6
更改表6中的初始精度参数 7
增加“引脚配置和功能描述”部分、图3、图4和表9；重新排序 9
更改图18和图20 12
更改图28 13
更改图36和“噪声性能”部分 15
更改表10 16
更改“精密输出稳压器（升压基准电压源）”部分 17

2016年9月—修订版E至修订版F

更改图38 16

2010年11月—修订版D至修订版E 删除了负基准电压源部分 15
删除图37；重新排序 15

2010年3月—修订版C至修订版D

更改图37 15
更新外形尺寸 18

2008年3月—修订版B至修订版C

更改表8 8
更改图11 10
更改图36 15
更改图39 16
更改图41 17
更新外形尺寸 18

2007年8月—修订版A至修订版B

更改表2，纹波抑制比技术规格 3
更改表3，纹波抑制比技术规格 4
更改表4，纹波抑制比技术规格 5
更改表5，纹波抑制比技术规格 6
更改表6，纹波抑制比技术规格 7

2006年9月—修订版0至修订版A

格式更新 ..... 通篇
更改“产品特性”部分 1
更改引脚配置 1
更改“技术规格”部分 3
更改图4和图5 9
插入图6和图7 9
更改图15 11
更改功耗考虑部分 14
更改图35和图36 15
更改图38和表9 16
更新外形尺寸 18
更改“订购指南” 19

2005年10月—修订版0：初始版

技术规格

ADR440电气特性

除非另有说明，V_{IN} = 3 V至18 V，T_A = 25°C，C_{IN} = C_{OUT} = 0.1 µF。

表2.

参数	符号	测试条件/注释	最小值	典型值	最大值	单位
输出电压	V_{OUT}					
A级			2.045	2.048	2.051	V
B级			2.047	2.048	2.049	V
初始精度	V_{OERR}					
A级					±3	mV
					0.15	%
B级					±1	mV
					0.05	%
温度系数	TCV_{OUT}					
A级		−40°C < T_A < +125°C		2	10	ppm/°C
B级		−40°C < T_A < +125°C		1	3	ppm/°C
电压调整率	$\Delta V_{OUT}/\Delta V_{IN}$	−40°C < T_A < +125°C	−20	+10	+20	ppm/V
负载调整率	$\Delta V_{OUT}/\Delta I_{LOAD}$	I_{LOAD} = 0 mA至10 mA，V_{IN} = 3.5 V，−40°C < T_A < +125°C	−50		+50	ppm/mA
	$\Delta V_{OUT}/\Delta I_{LOAD}$	I_{LOAD} = 0 mA至−5 mA，V_{IN} = 3.5 V，−40°C < T_A < +125°C	−50		+50	ppm/mA
输出电流容量	I_{LOAD}					
拉电流				10		mA
灌电流				−5		mA
静态电流	I_{IN}	无负载，−40°C < T_A < +125°C		3	3.75	mA
电压噪声	e_N p-p	0.1Hz至10Hz		1		µV p-p
电压噪声密度	e_N	1 kHz		45		nV/√Hz
开启建立时间	t_R			10		µs
长期稳定性[1]	ΔV_{OUT}	1000小时		50		ppm
输出电压迟滞	V_{O_HYS}			70		ppm
纹波抑制比	RRR	f_{IN} = 1 kHz		−80		dB
对地短路	I_{SC}			27		mA
电源电压工作范围	V_{IN}		3		18	V
电源电压裕量	$V_{IN} - V_O$		500			mV

[1] 长期稳定性规格为非累积性。在后续1000小时周期内的漂移大幅低于第一个1000小时周期。

ADR441电气特性

除非另有说明，V_{IN} = 3 V至18 V，T_A = 25°C，C_{IN} = C_{OUT} = 0.1 µF。

表3.

参数	符号	测试条件/注释	最小值	典型值	最大值	单位
输出电压	V_{OUT}					
A级			2.497	2.500	2.503	V
B级			2.499	2.500	2.501	V
初始精度	V_{OERR}					
A级					±3	mV
					0.12	%
B级					±1	mV
					0.04	%
温度漂移	TCV_{OUT}					
A级		−40°C < T_A < +125°C		2	10	ppm/°C
B级		−40°C < T_A < +125°C		1	3	ppm/°C
电压调整率	$\Delta V_{OUT}/\Delta V_{IN}$	−40°C < T_A < +125°C		10	20	ppm/V
负载调整率	$\Delta V_{OUT}/\Delta I_{LOAD}$	I_{LOAD} = 0 mA至10 mA，V_{IN} = 4 V，−40°C < T_A < +125°C	−50		+50	ppm/mA
	$\Delta V_{OUT}/\Delta I_{LOAD}$	I_{LOAD} = 0 mA至−5 mA，V_{IN} = 4 V，−40°C < T_A < +125°C	−50		+50	ppm/mA
输出电流容量	I_{LOAD}					
拉电流				10		mA
灌电流				−5		mA
静态电流	I_{IN}	无负载，−40°C < T_A < +125°C		3	3.75	mA
电压噪声	e_N p-p	0.1Hz至10Hz		1.2		µV p-p
电压噪声密度	e_N	1 kHz		48		nV/√Hz
开启建立时间	t_R			10		µs
长期稳定性[1]	ΔV_{OUT}	1000小时		50		ppm
输出电压迟滞	V_{OUT_HYS}			70		ppm
纹波抑制比	RRR	f_{IN} = 1 kHz		−80		dB
对地短路	I_{SC}			27		mA
电源电压工作范围	V_{IN}		3		18	V
电源电压裕量	$V_{IN} - V_{OUT}$		500			mV

[1] 长期稳定性规格为非累积性。在后续1000小时周期内的漂移大幅低于第一个1000小时周期。

ADR443电气特性

除非另有说明，V_{IN} = 3.5 V至18 V，T_A = 25°C，C_{IN} = C_{OUT} = 0.1 µF。

表4.

参数	符号	测试条件/注释	最小值	典型值	最大值	单位
输出电压	V_{OUT}					
A级			2.996	3.000	3.004	V
B级			2.9988	3.000	3.0012	V
初始精度	V_{OERR}					
A级					±4	mV
					0.13	%
B级					±1.2	mV
					0.04	%
温度漂移	TCV_{OUT}					
A级		−40°C < T_A < +125°C		2	10	ppm/°C
B级		−40°C < T_A < +125°C		1	3	ppm/°C
电压调整率	$\Delta V_{OUT}/\Delta V_{IN}$	−40°C < T_A < +125°C		10	20	ppm/V
负载调整率	$\Delta V_{OUT}/\Delta I_{LOAD}$	I_{LOAD} = 0 mA至10 mA，V_{IN} = 5 V，−40°C < T_A < +125°C	−50		+50	ppm/mA
	$\Delta V_{OUT}/\Delta I_{LOAD}$	I_{LOAD} = 0 mA至−5 mA，V_{IN} = 5 V，−40°C < T_A < +125°C	−50		+50	ppm/mA
输出电流容量	I_{LOAD}					
拉电流				10		mA
灌电流				−5		mA
静态电流	I_{IN}	无负载，−40°C < T_A < +125°C		3	3.75	mA
电压噪声	e_N p-p	0.1Hz至10Hz		1.4		µV p-p
电压噪声密度	e_N	1 kHz		57.6		nV/√Hz
开启建立时间	t_R			10		µs
长期稳定性[1]	ΔV_{OUT}	1000小时		50		ppm
输出电压迟滞	V_{OUT_HYS}			70		ppm
纹波抑制比	RRR	f_{IN} = 1 kHz		−80		dB
对地短路	I_{SC}			27		mA
电源电压工作范围	V_{IN}		3.5		18	V
电源电压裕量	$V_{IN} - V_{OUT}$		500			mV

[1] 长期稳定性规格为非累积性。在后续1000小时周期内的漂移大幅低于第一个1000小时周期。

ADR444电气特性

除非另有说明，V_{IN} = 4.6 V至18 V，T_A = 25°C，C_{IN} = C_{OUT} = 0.1 µF。

表5.

参数	符号	测试条件/注释	最小值	典型值	最大值	单位
输出电压	V_{OUT}					
A级			4.091	4.096	4.101	V
B级			4.0944	4.096	4.0976	V
初始精度	V_{OERR}					
A级					±5	mV
					0.13	%
B级					±1.6	mV
					0.04	%
温度漂移	TCV_{OUT}					
A级		−40°C < T_A < +125°C		2	10	ppm/°C
B级		−40°C < T_A < +125°C		1	3	ppm/°C
电压调整率	$\Delta V_{OUT}/\Delta V_{IN}$	−40°C < T_A < +125°C		10	20	ppm/V
负载调整率	$\Delta V_{OUT}/\Delta I_{LOAD}$	I_{LOAD} = 0 mA至10 mA，V_{IN} = 5.5 V，−40°C < T_A < +125°C	−50		+50	ppm/mA
	$\Delta V_{OUT}/\Delta I_{LOAD}$	I_{LOAD} = 0 mA至−5 mA，V_{IN} = 5.5 V，−40°C < T_A < +125°C	−50		+50	ppm/mA
输出电流容量	I_{LOAD}					
拉电流				10		mA
灌电流				−5		mA
静态电流	I_{IN}	无负载，−40°C < T_A < +125°C		3	3.75	mA
电压噪声	e_N p-p	0.1Hz至10Hz		1.8		µV p-p
电压噪声密度	e_N	1 kHz		78.6		nV/√Hz
开启建立时间	t_R			10		µs
长期稳定性[1]	ΔV_{OUT}	1000小时		50		ppm
输出电压迟滞	V_{OUT_HYS}			70		ppm
纹波抑制比	RRR	f_{IN} = 1 kHz		−80		dB
对地短路	I_{SC}			27		mA
电源电压工作范围	V_{IN}		4.6		18	V
电源电压裕量	$V_{IN} - V_{OUT}$		500			mV

[1] 长期稳定性规格为非累积性。在后续1000小时周期内的漂移大幅低于第一个1000小时周期。

ADR445电气特性

除非另有说明，V_{IN} = 5.5 V至18 V，T_A = 25°C，C_{IN} = C_{OUT} = 0.1 µF。

表6.

参数	符号	测试条件/注释	最小值	典型值	最大值	单位
输出电压	V_{OUT}					
A级			4.994	5.000	5.006	V
B级			4.998	5.000	5.002	V
初始精度	V_{OERR}					
A级					±6	mV
					0.12	%
B级					±2	mV
					0.04	%
温度漂移	TCV_{OUT}					
A级		−40°C < T_A < +125°C		2	10	ppm/°C
B级		−40°C < T_A < +125°C		1	3	ppm/°C
电压调整率	$\Delta V_{OUT}/\Delta V_{IN}$	−40°C < T_A < +125°C		10	20	ppm/V
负载调整率	$\Delta V_{OUT}/\Delta I_{LOAD}$	I_{LOAD} = 0 mA至10 mA，V_{IN} = 6.5 V，−40°C < T_A < +125°C	−50		+50	ppm/mA
	$\Delta V_{OUT}/\Delta I_{LOAD}$	I_{LOAD} = 0 mA至−5 mA，V_{IN} = 6.5 V，−40°C < T_A < +125°C	−50		+50	ppm/mA
输出电流容量	I_{LOAD}					
拉电流				10		mA
灌电流				−5		mA
静态电流	I_{IN}	无负载，−40°C < T_A < +125°C		3	3.75	mA
电压噪声	e_N p-p	0.1Hz至10Hz		2.25		µV p-p
电压噪声密度	e_N	1 kHz		90		nV/√Hz
开启建立时间	t_R			10		µs
长期稳定性[1]	ΔV_{OUT}	1000小时		50		ppm
输出电压迟滞	V_{OUT_HYS}			70		ppm
纹波抑制比	RRR	f_{IN} = 1 kHz		−80		dB
对地短路	I_{SC}			27		mA
电源电压工作范围	V_{IN}		5.5		18	V
电源电压裕量	$V_{IN} - V_{OUT}$		500			mV

[1] 长期稳定性规格为非累积性。在后续1000小时周期内的漂移大幅低于第一个1000小时周期。

绝对最大额定值

除非另有说明，T_A = 25°C。

表7.

参数	额定值
电源电压	20 V
对地输出短路持续时间	未定
存储温度范围	−65°C至+125°C
工作温度范围	−40°C至+125°C
结温范围	−65°C至+150°C
引脚温度，焊接（60秒）	300°C

注意，等于或超出上述绝对最大额定值可能会导致产品永久性损坏。这只是额定最值，不表示在这些条件下或者在任何其它超出本技术规范操作章节中所示规格的条件下，器件能够正常工作。长期在超出最大额定值条件下工作会影响产品的可靠性。

热阻

θ_{JA}针对最差条件，即焊接在电路板上的器件为表贴封装。

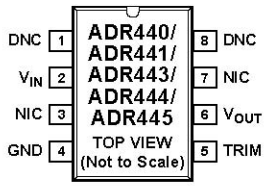
表8. 热阻

封装类型	θ_{JA}	θ_{JC}	单位
8引脚SOIC（R后缀）	130	43	°C/W
8引脚MSOP（RM后缀）	132.5	43.9	°C/W

ESD警告

ESD（静电放电）敏感器件。
带电器件和电路板可能会在没有察觉的情况下放电。尽管本产品具有专利或专有保护电路，但在遇到高能量ESD时，器件可能会损坏。因此，应当采取适当的ESD防范措施，以避免器件性能下降或功能丧失。

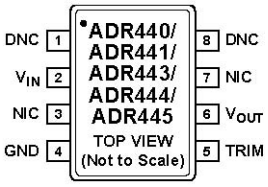
引脚配置和功能描述



NOTES
1. NIC = NOT INTERNALLY CONNECTED.
THIS PIN IS NOT CONNECTED INTERNALLY.
2. DNC = DO NOT CONNECT. DO NOT CONNECT TO THIS PIN.

05428-101

图3. 8引脚SOIC引脚配置



NOTES
1. NIC = NOT INTERNALLY CONNECTED.
THIS PIN IS NOT CONNECTED INTERNALLY.
2. DNC = DO NOT CONNECT. DO NOT CONNECT TO THIS PIN.

05428-102

图4. 8引脚MSOP引脚配置

表9. 引脚功能描述

引脚编号	引脚名称	描述
1、8	DNC	不连接。请勿连接电路到这些引脚。
2	V_{IN}	输入电压连接。
3、7	NIC	内部不连接。这些引脚不在内部互连。
4	GND	地。
5	TRIM	输出电压调整。
6	V_{OUT}	输出电压。

典型性能参数

除非另有说明，V_{IN} = 7 V，T_A = 25°C，C_{IN} = C_{OUT} = 0.1 µF。

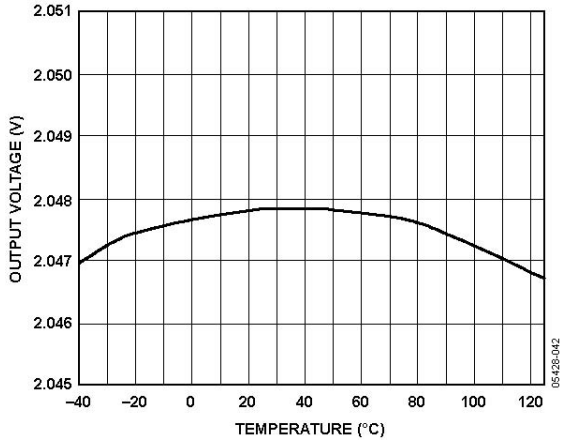


图5. ADR440输出电压与温度的关系

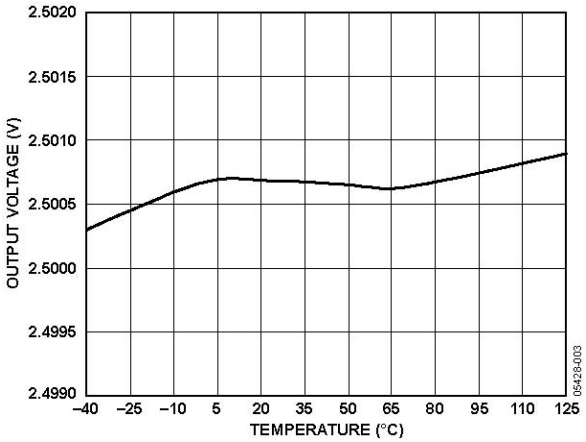


图6. ADR441输出电压与温度的关系

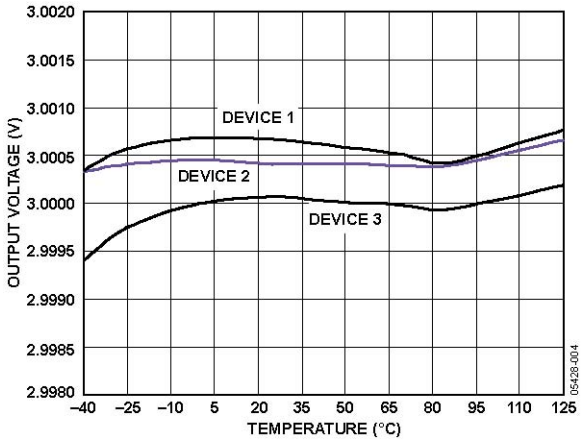


图7. ADR443输出电压与温度的关系

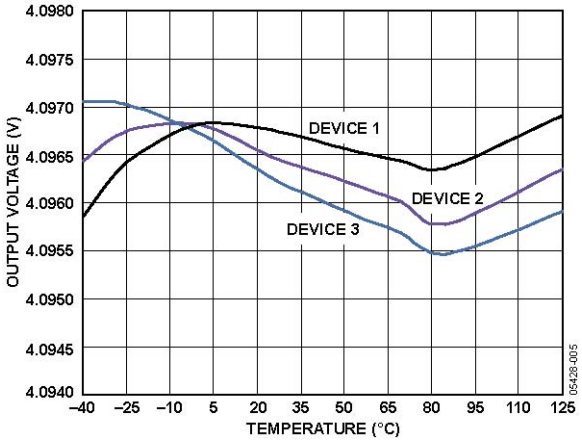


图8. ADR444输出电压与温度的关系

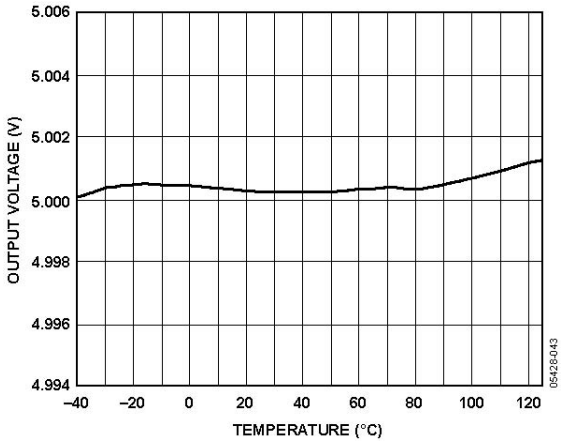


图9. ADR445输出电压与温度的关系

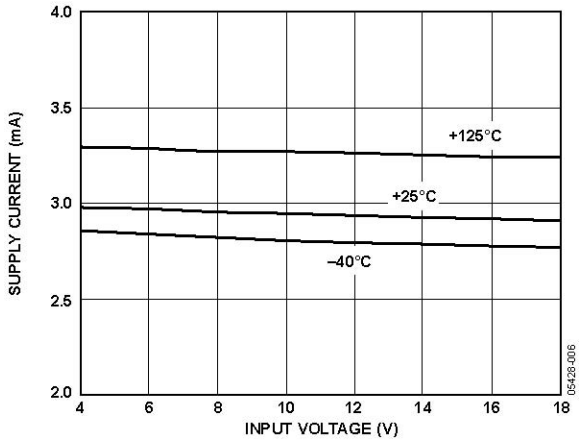


图10. ADR441电源电流与输入电压的关系

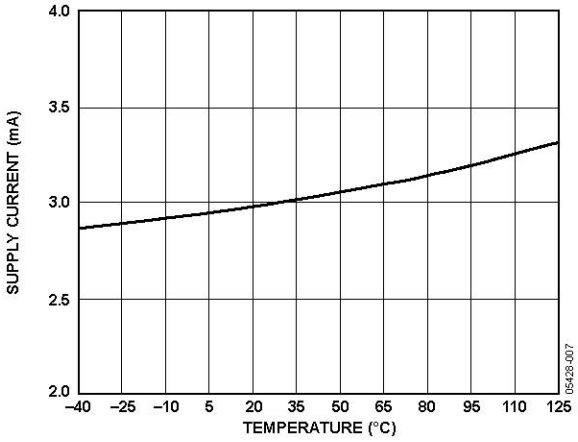


图11. ADR441电源电流与温度的关系

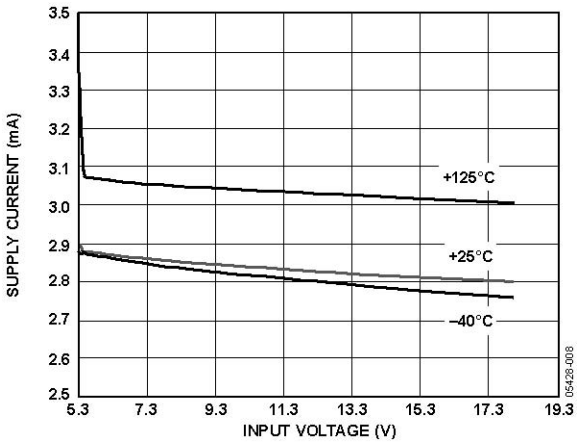


图12. ADR445电源电流与输入电压的关系

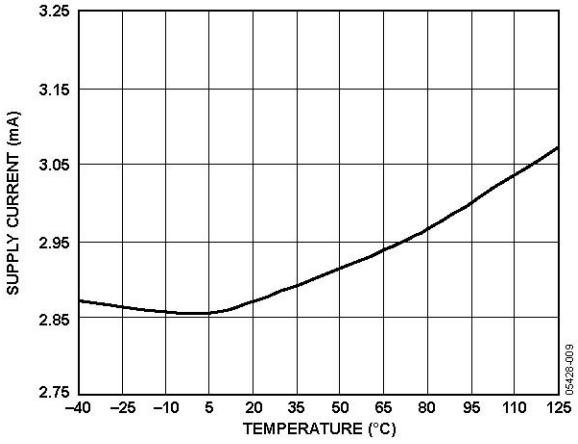


图13. ADR445电源电流与温度的关系

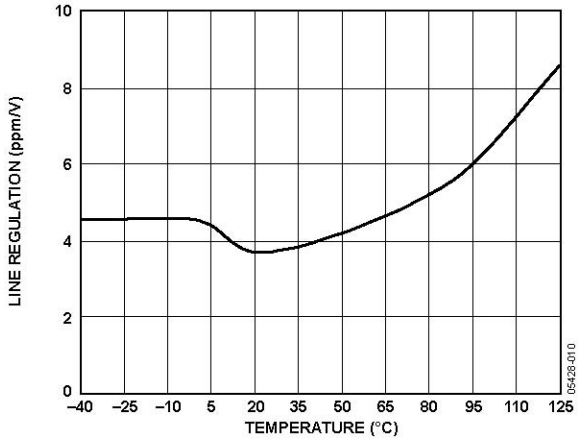


图14. ADR441电压调整率与温度的关系

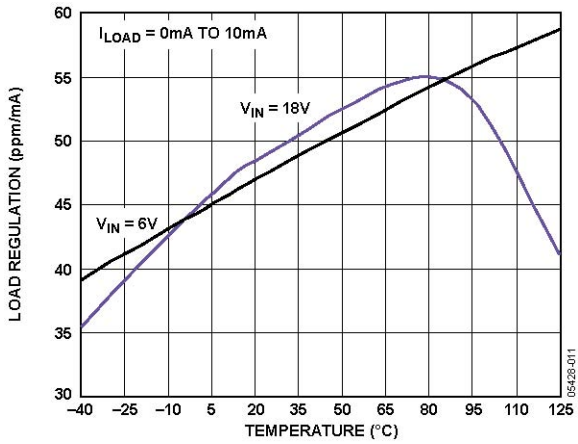


图15. ADR441负载调整率与温度的关系

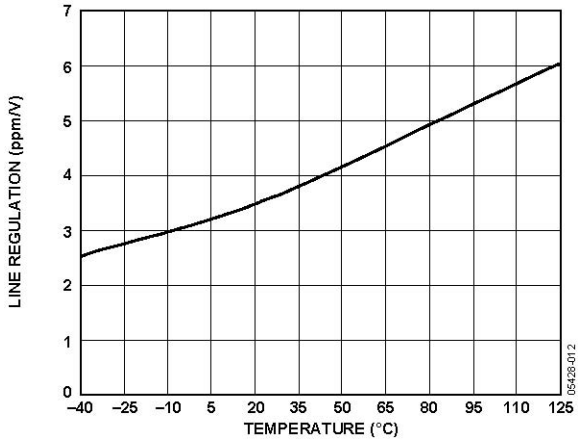


图16. ADR445电压调整率与温度的关系

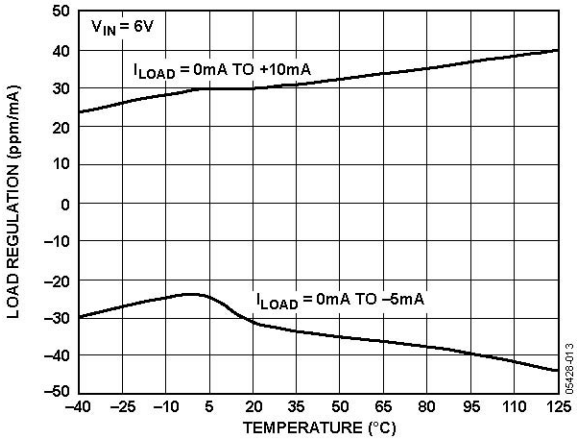


图17. ADR445负载调整率与温度的关系

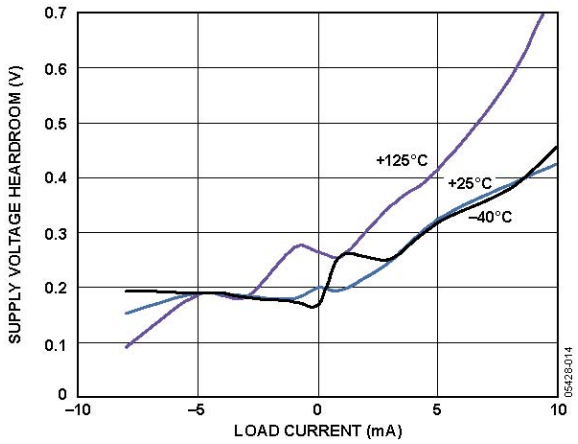


图18. ADR441电源电压裕量与负载电流的关系

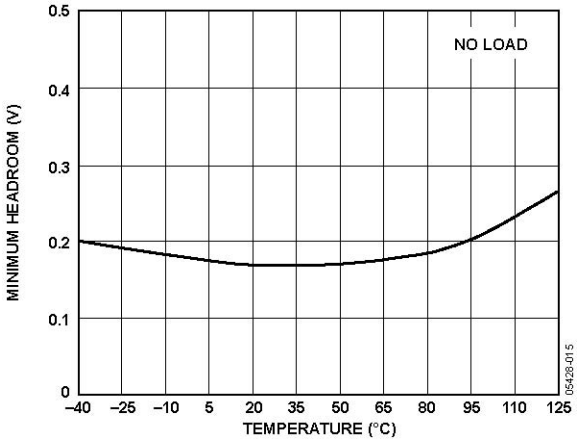


图19. ADR441最小裕量与温度的关系

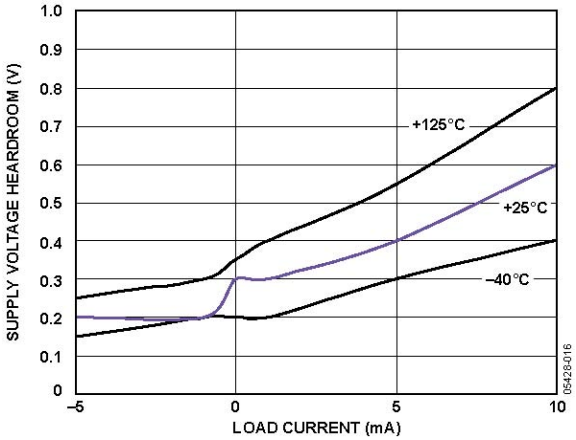


图20. ADR445电源电压裕量与负载电流的关系

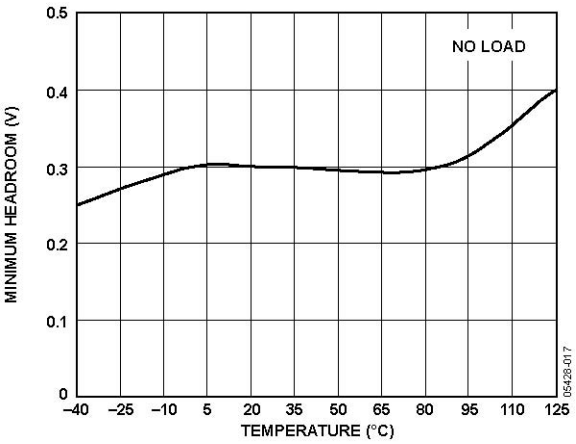


图21. ADR445最小裕量与温度的关系

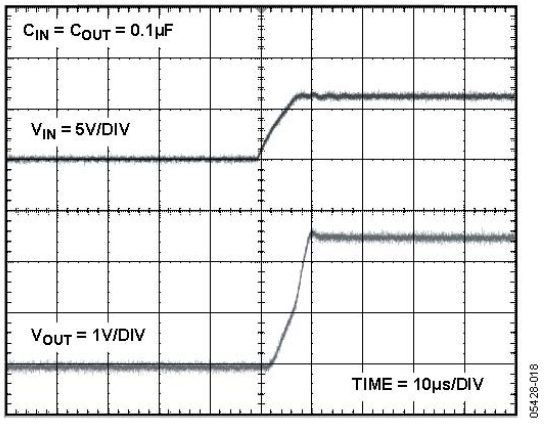


图22. ADR441开启响应

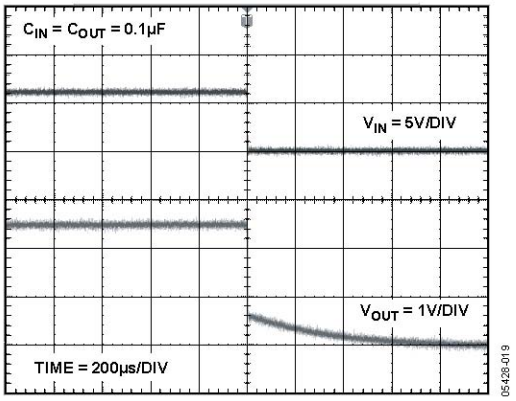


图23. ADR441关断响应

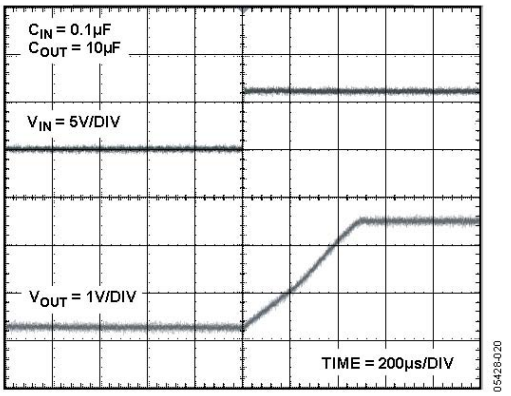


图24. ADR441开启响应

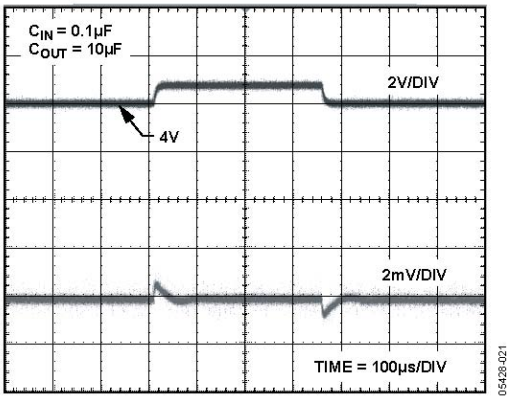


图25. ADR441线路瞬态响应

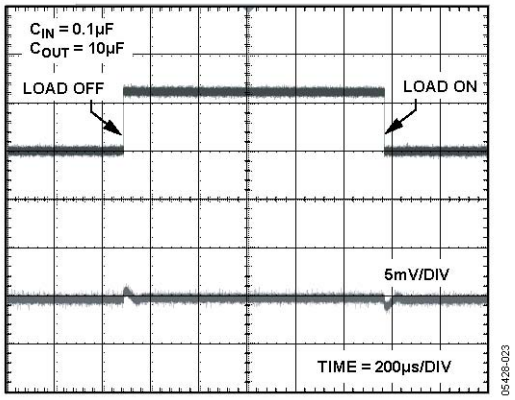


图26. ADR441负载瞬态响应

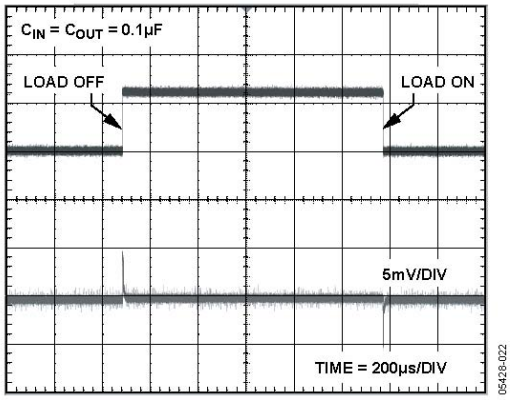


图27. ADR441负载瞬态响应

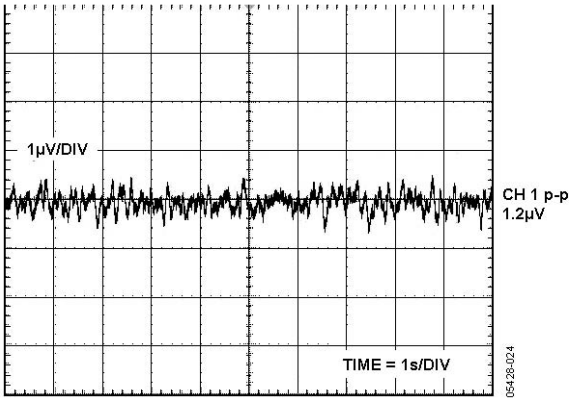


图28. ADR441 0.1 Hz至10.0 Hz电压噪声

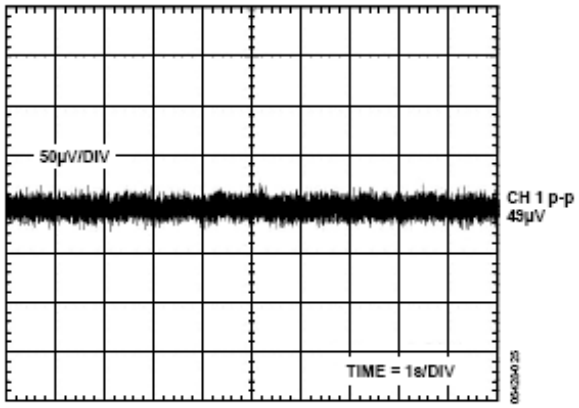


图29. ADR441 10 Hz至10 kHz电压噪声

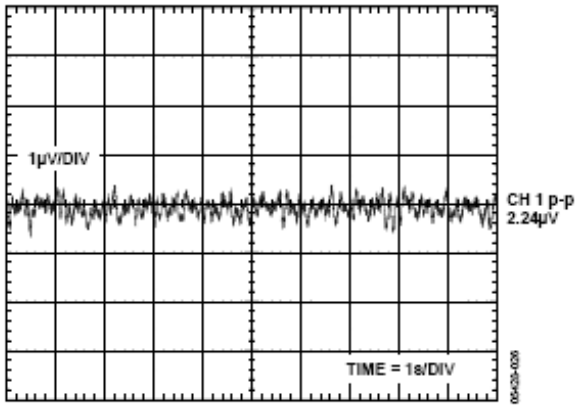


图30. ADR445 0.1 Hz至10.0 Hz电压噪声

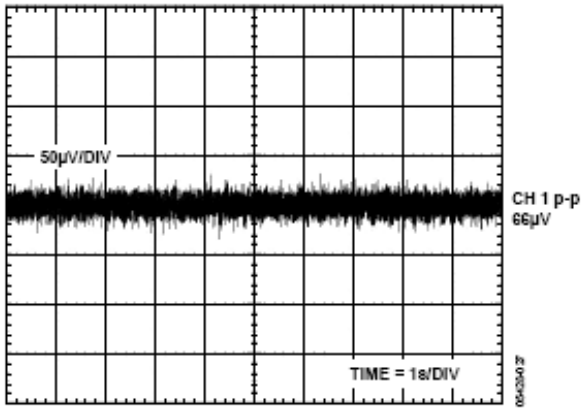


图31. ADR445 10 Hz至10 kHz电压噪声

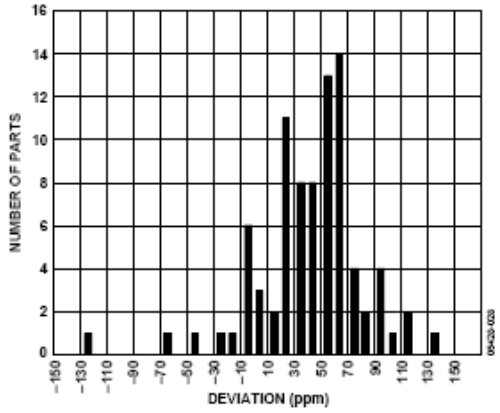


图32. ADR441典型输出电压迟滞

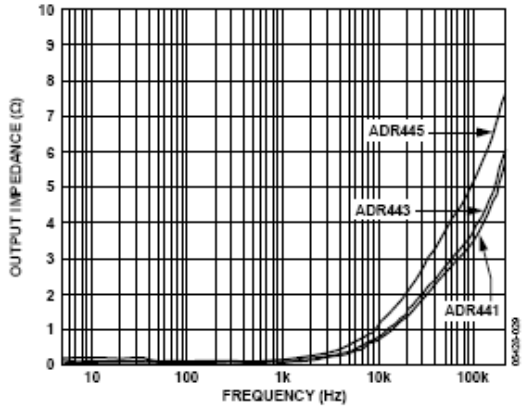


图33. 输出阻抗与频率的关系

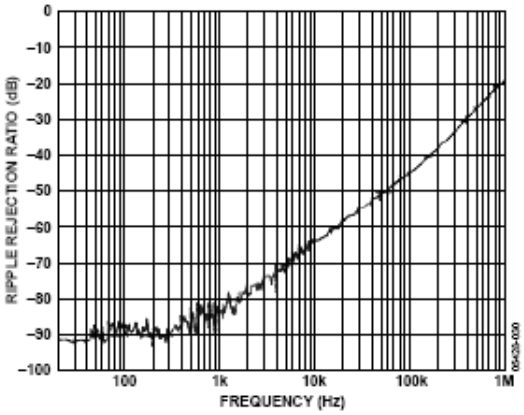


图34. 纹波抑制比与频率的关系

工作原理

ADR440/ADR441/ADR443/ADR444/ADR445系列使用新一代基准电压生成技术——XFET。此技术可生成压差低、热迟滞优化、噪声超低的基准电压源。XFET基准电压源的内核包含两个结型场效应晶体管（JFET），其中之一具有一个额外的沟道注入，用以升高其夹断电压。通过以相同漏极电流运行两个JFET，夹断电压差可以被放大并用于形成高度稳定的基准电压源。

内部基准电压约为0.5 V，负温度系数约为−120 ppm/°C。此斜率相对于硅的介电常数基本上恒定，可通过增加一个校正项得到很好的补偿，该校正项的生成方式与用于补偿带隙基准电压、与绝对温度成正比（PTAT）的项相同。XFET基准电压源的优势就在于其校正项，低于带隙基准电压源的校正项大约20倍且需要的校正更少。因为带隙基准电压源的大部分噪声来自温度补偿电路，所以XFET的噪声要低得多。

图35显示了ADR440/ADR441/ADR443/ADR444/ADR445系列的基本拓扑结构。温度校正项由电流源提供，设计值与绝对温度成比例。通用计算公式如下

$$V_{OUT} = G\,(\Delta V_P - R1 \times I_{PTAT}) \quad (1)$$

其中：

G是分频比的倒数的增益。

ΔV_P是两个JFET之间的夹断电压差。

I_{PTAT}为正温度系数校正电流。

ADR440/ADR441/ADR443/ADR444/ADR445器件是通过片内调整R2和R3以实现基准电压输出端的不同电压选项而构建的。

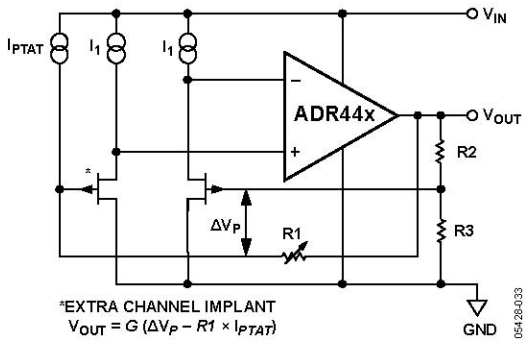


图35. 简化原理图

功耗考虑

ADR440/ADR441/ADR443/ADR444/ADR445系列基准电压源可以保证10 mA的负载电流，输入电压范围3 V至18 V。在高电流应用中使用这些器件时，应该使用以下公式来计算因功耗增加引起的温度效应：

$$T_J = P_D \times \theta_{JA} + T_A \quad (2)$$

其中：

T_J和T_A分别是结温和环境温度。

P_D是器件功耗。

θ_{JA}是器件封装的热阻。

基准电压源基本连接

ADR440/ADR441/ADR443/ADR444/ADR445系列的输入端和输出端需要0.1 µF电容以保持稳定。尽管不是工作必需的，在输入端采用10 µF电容对线路电压瞬态性能有所帮助。

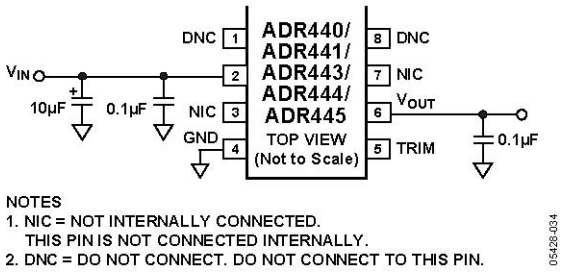


图36. 基准电压源基本配置

噪声性能

ADR440/ADR441/ADR443/ADR444/ADR445系列基准源产生的噪声非常低，在0.1 Hz至10.0 Hz频带内，ADR440、ADR441和ADR443的噪声典型值小于或等于2.25 µV p-p。图28所示为ADR441的0.1 Hz至10 Hz噪声，只有1.2 µV p-p。噪声测量是通过一个带通滤波器进行的，该滤波器由一个转折频率为0.1 Hz的双极点高通滤波器和一个转折频率为10.0 Hz的双极点低通滤波器构成。

开启时间

通电（冷启动）后，输出电压在指定误差带内达到其最终值所需的时间定义为开启建立时间。有两个变量一般与此建立时间相关联：有源电路建立的时间和片内温度梯度稳定的时间。图22和图23所示为ADR441的开启建立时间和关断建立时间。

应用信息

输出调整

ADR440/ADR441/ADR443/ADR444/ADR445系列具有一个TRIM引脚，该引脚使用户可以在有限范围内调整器件的输出电压。将一个电位器连接在输出和接地之间，并将游标连接至TRIM引脚，便可利用TRIM引脚消除基准电压源的误差和总体系统误差。图37所示为优化的调整配置。R1允许输出微调，但并不一定是必需的。R_P必须足够大，使得ADR440/ADR441/ADR443/ADR444/ADR445的输出电流不会超过最大值。

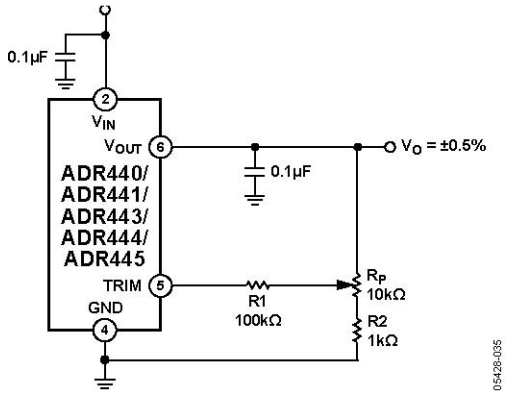


图37. ADR440/ADR441/ADR443/ADR444/ADR445调整功能

使用调整功能对ADR440/ADR441/ADR443/ADR444/ADR445温度性能的影响可忽略不计。但是，所有电阻都必须是低温度系数电阻，否则会产生误差。

双极性输出

将ADR440/ADR441/ADR443/ADR444/ADR445的输出连接到运算放大器的反相端，可以同时获得正负基准电压。必须仔细选择电阻R1和R2（见图38）。这些电阻必须尽可能严格匹配，以确保负输出与正输出之间的差异最小。此外，必须小心确保整个温度范围内的性能。如果电路要在整个温度范围内使用，需使用低温度系数电阻；否则，两个输出之间会存在差异。

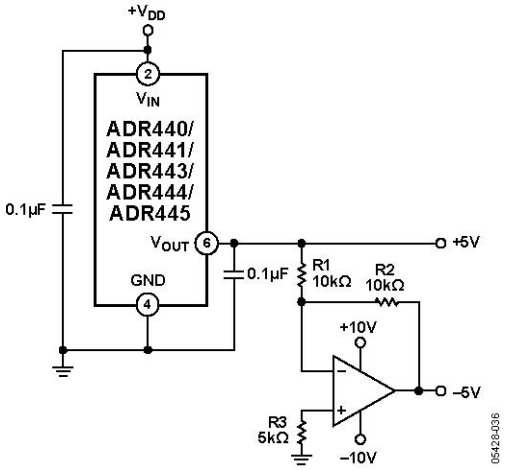


图38. ADR440/ADR441/ADR443/ADR444/ADR445双极性输出

可编程电压源

为了获得与ADR440/ADR441/ADR443/ADR444/ADR445提供的电压不同的电压，需要使用额外元件。两个电位器设置所需电压和缓冲放大器，如图39所示。连接在V_{OUT}与GND之间并且游标连接至运算放大器的同相输入的电位器负责粗调。第二个电位器用于微调，其游标连接至ADR440/ADR441/ADR443/ADR444/ADR445的调整引脚。分辨率取决于端到端电阻值和选定电位器的分辨率。

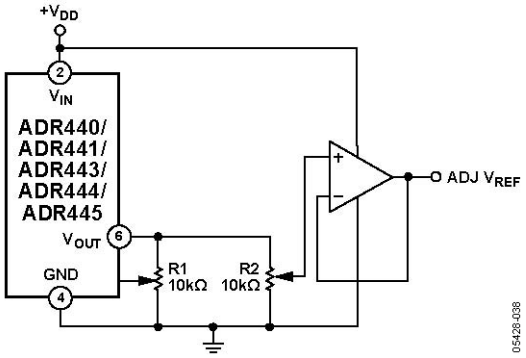


图39. 可编程电压源

要实现一个完全可编程解决方案，可以采用一个具有串行外设接口（SPI）或I^2C接口的ADI公司双通道数字电位器来取代图39中的两个电位器。这类接口设置两个电位器上的游标位置并允许设置输出电压。表10所列为兼容的ADI公司数字电位器。

表10. 数字电位器

器件型号	通道数	位置数	接口	R (kΩ)	V_{DD}[1] (V)
AD5251	2.00	64.00	I^2C	1，10，50，100	5.5
AD5207	2.00	256.00	SPI	10，50，100	5.5
AD5242	2.00	256.00	I^2C	10，100，1000	5.5
AD5262	2.00	256.00	SPI	20，50，200	15
AD5282	2.00	256.00	I^2C	20，50，100	15
AD5252	2.00	256.00	I^2C	1，10，50，100	5.5
AD5232	2.00	256.00	SPI	10，50，100	5.5
AD5235	2.00	1024.00	SPI	25，250	5.5
ADN2850	2.00	1024.00	SPI	25，250	5.5

[1] 也可以使用负电源。

给运算放大器增加负电源允许用户通过将基准输出连接至运算放大器的反相端来产生负可编程基准电压。合理选择反馈电阻可将整个温度范围内的误差降至最低。

可编程电流源

可以使用与可编程电压源相类似的设置来构建可编程电流源，如图40所示。晶体管栅极上的恒定电压设置流过负载的电流。改变栅极上的电压可改变电流。此电路不需要双通道数字电位器。

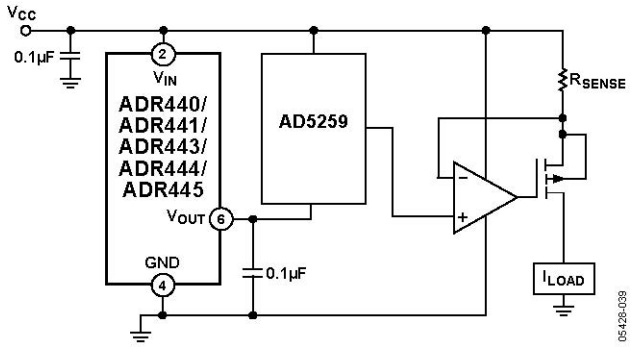


图40. 可编程电流源

高电压浮动电流源

使用图41中的电路可产生自热效应最小的浮动电流源。此特定配置可采用高电源电压工作，电源电压由N沟道JFET的击穿电压确定。

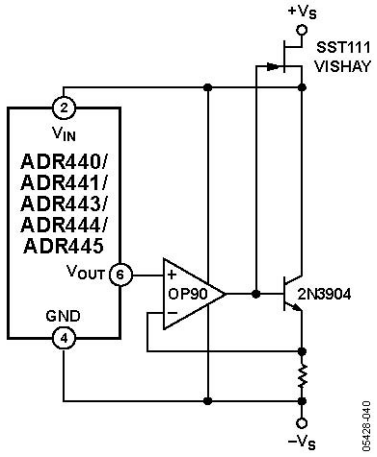


图41. 浮动电流源

精密输出调节器（升压基准电压源）

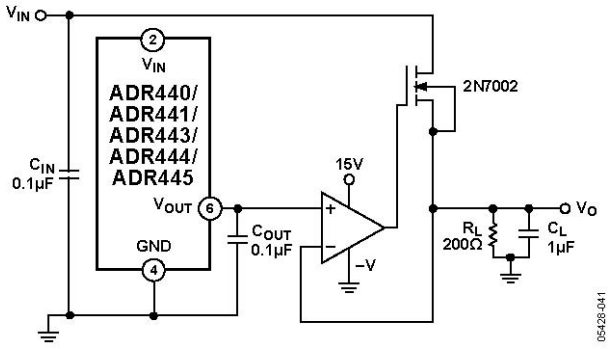


图42. 升压输出基准电压源

使用图42中的电路可以获得更高的电流驱动能力，而且不会牺牲精度。运算放大器调节MOSFET导通，迫使V_O等于V_{REF}。接着，V_{IN}提供电流，从而提高电流驱动能力。电路允许高达50 mA负载；如果需要更高的电流驱动，须使用支持更大电流的MOSFET。

外形尺寸

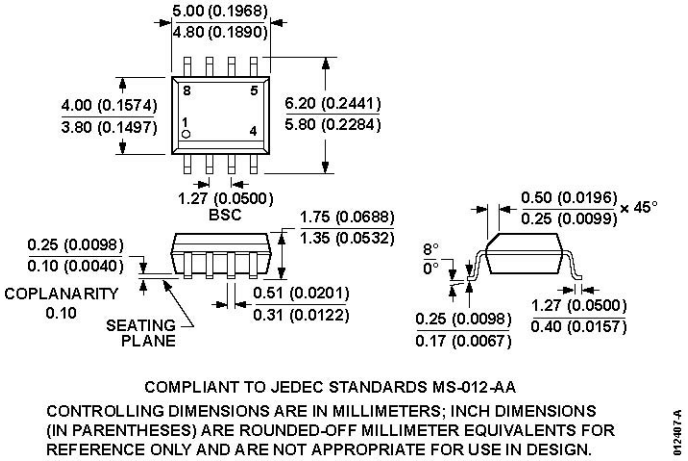


图43. 8引脚标准小型封装 [SOIC_N] 窄体
(R-8)
图示尺寸单位：毫米和（英寸）

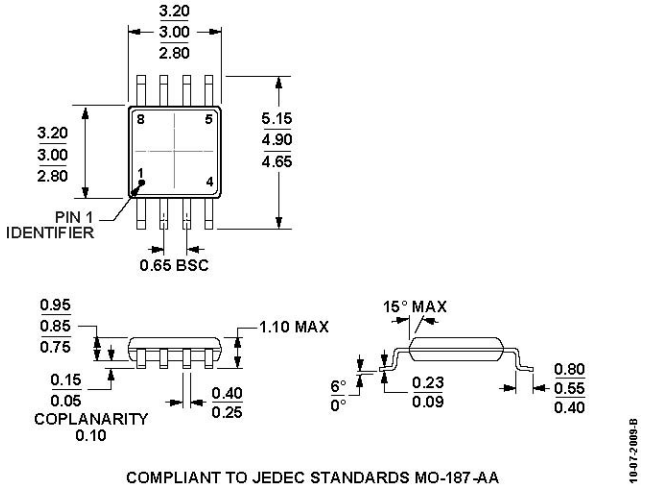


图44. 8引脚超小型封装 [MSOP]
(RM-8)
图显示尺寸单位：毫米

订购指南

型号[1]	输出电压 (V)	初始精度 ±mV	初始精度 %	温度漂移 (ppm/°C)	温度范围	封装描述	封装选项	标识码
ADR440ARZ	2.048	3	0.15	10	−40°C至+125°C	8引脚SOIC_N	R-8	
ADR440ARZ-REEL7	2.048	3	0.15	10	−40°C至+125°C	8引脚SOIC_N	R-8	
ADR440ARMZ	2.048	3	0.15	10	−40°C至+125°C	8引脚MSOP	RM-8	R01
ADR440ARMZ-REEL7	2.048	3	0.15	10	−40°C至+125°C	8引脚MSOP	RM-8	R01
ADR440BRZ	2.048	1	0.05	3	−40°C至+125°C	8引脚SOIC_N	R-8	
ADR440BRZ-REEL7	2.048	1	0.05	3	−40°C至+125°C	8引脚SOIC_N	R-8	
ADR441ARZ	2.500	3	0.12	10	−40°C至+125°C	8引脚SOIC_N	R-8	
ADR441ARZ-REEL7	2.500	3	0.12	10	−40°C至+125°C	8引脚SOIC_N	R-8	
ADR441ARMZ	2.500	3	0.12	10	−40°C至+125°C	8引脚MSOP	RM-8	R02
ADR441ARMZ-REEL7	2.500	3	0.12	10	−40°C至+125°C	8引脚MSOP	RM-8	R02
ADR441BRZ	2.500	1	0.04	3	−40°C至+125°C	8引脚SOIC_N	R-8	
ADR441BRZ-REEL7	2.500	1	0.04	3	−40°C至+125°C	8引脚SOIC_N	R-8	
ADR443ARZ	3.000	4	0.13	10	−40°C至+125°C	8引脚SOIC_N	R-8	
ADR443ARZ-REEL7	3.000	4	0.13	10	−40°C至+125°C	8引脚SOIC_N	R-8	
ADR443ARMZ	3.000	4	0.13	10	−40°C至+125°C	8引脚MSOP	RM-8	R03
ADR443ARMZ-REEL7	3.000	4	0.13	10	−40°C至+125°C	8引脚MSOP	RM-8	R03
ADR443BRZ	3.000	1.2	0.04	3	−40°C至+125°C	8引脚SOIC_N	R-8	
ADR443BRZ-REEL7	3.000	1.2	0.04	3	−40°C至+125°C	8引脚SOIC_N	R-8	
ADR444ARZ	4.096	5	0.13	10	−40°C至+125°C	8引脚SOIC_N	R-8	
ADR444ARZ-REEL7	4.096	5	0.13	10	−40°C至+125°C	8引脚SOIC_N	R-8	
ADR444ARMZ	4.096	5	0.13	10	−40°C至+125°C	8引脚MSOP	RM-8	R04
ADR444ARMZ-REEL7	4.096	5	0.13	10	−40°C至+125°C	8引脚MSOP	RM-8	R04
ADR444BRZ	4.096	1.6	0.04	3	−40°C至+125°C	8引脚SOIC_N	R-8	
ADR444BRZ-REEL7	4.096	1.6	0.04	3	−40°C至+125°C	8引脚SOIC_N	R-8	
ADR445ARZ	5.000	6	0.12	10	−40°C至+125°C	8引脚SOIC_N	R-8	
ADR445ARZ-REEL7	5.000	6	0.12	10	−40°C至+125°C	8引脚SOIC_N	R-8	
ADR445ARMZ	5.000	6	0.12	10	−40°C至+125°C	8引脚MSOP	RM-8	R05
ADR445ARMZ-REEL7	5.000	6	0.12	10	−40°C至+125°C	8引脚MSOP	RM-8	R05
ADR445BRZ	5.000	2	0.04	3	−40°C至+125°C	8引脚SOIC_N	R-8	
ADR445BRZ-REEL7	5.000	2	0.04	3	−40°C至+125°C	8引脚SOIC_N	R-8	

[1] Z = 符合RoHS标准的器件。

I²C指最初由Philips Semiconductors（现为NXP Semiconductors）开发的一种通信协议。

©2015-2018 Analog Devices, Inc. All rights reserved. Trademarks and registered trademarks are the property of their respective owners.
D05428sc-0-4/18(G)