

ADP160/ADP161/ADP162/ADP163

产品特性

超低静态电流

$I_Q = 560 \text{ nA}$ (0 μA 负载)

$I_Q = 860 \text{ nA}$ (1 μA 负载)

利用1 μF 陶瓷输入和输出电容便可稳定工作

最大输出电流: 150 mA

输入电压范围: 2.2 V至5.5 V

低关断电流: <50 nA(典型值)

低压差: 195 mV, 负载电流150 mA

初始精度: $\pm 1\%$

在整个线路、负载与温度范围内的精度: $\pm 3.5\%$

15种固定输出电压选项: 1.2 V至4.2 V

可提供可调输出电压

PSRR性能: 72 dB (100 Hz)

限流和热过载保护

逻辑控制使能

集成输出放电电阻

5引脚TSOT封装

4引脚、0.5 mm间距WLCSP封装

应用

移动电话

数码相机和音频设备

便携式和电池供电设备

后置DC-DC调节

便携式医疗设备

概述

ADP160/ADP161/ADP162/ADP163均为超低静态电流、低压差线性稳压器, 工作电压为2.2 V至5.5 V, 输出电流最高可达150 mA。在150 mA负载下压差仅为195 mV, 不仅可提高效率, 而且能使器件在很宽的输入电压范围内工作。

ADP16x经过专门设计, 利用1 $\mu\text{F} \pm 30\%$ 小陶瓷输入和输出电容便可稳定工作, 适合高性能、空间受限应用的要求。

ADP160可提供1.2 V至4.2 V范围内的15种固定输出电压选项。ADP160/ADP161还包括一个开关电阻, 当LDO禁用时, 该电阻自动使输出放电。ADP162不包括输出放电功能, 其余与ADP160完全相同。

典型应用电路

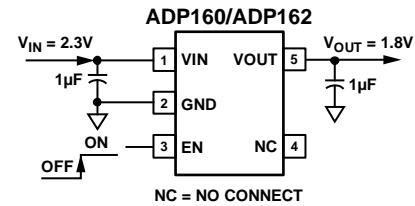


图1. 5引脚TSOT封装ADP160/ADP162, 固定输出电压1.8 V

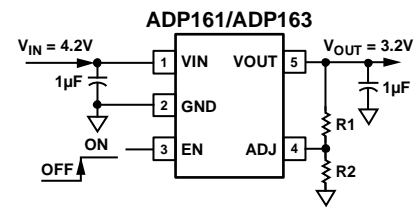


图2. 5引脚TSOT封装ADP161/ADP163, 可调输出电压3.2 V

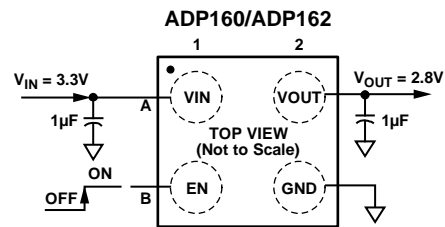


图3. 4引脚WLCSP封装ADP160/ADP162, 固定输出电压2.8 V

ADP161和ADP163可用作可调输出电压稳压器, 仅提供5引脚TSOT封装。ADP163不包括输出放电功能, 其余与ADP161完全相同。

短路和热过载保护电路可以防止器件在不利条件下受损。ADP160和ADP162提供5引脚TSOT和4引脚、0.5 mm间距WLCSP两种小型封装, 是适合各种便携式供电应用的小尺寸解决方案。

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 ©2010–2012 Analog Devices, Inc. All rights reserved.
Technical Support www.analog.com

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。

ADP160/ADP161/ADP162/ADP163

目录

特性.....	1	典型性能参数.....	8
应用.....	1	工作原理.....	12
典型应用电路.....	1	应用信息.....	14
概述.....	1	电容选择.....	14
修订历史.....	2	使能特性.....	15
技术规格.....	3	限流与热过载保护.....	15
推荐规格：输入和输出电容.....	4	散热考量.....	16
绝对最大额定值.....	5	PCB布局考量.....	18
热数据.....	5	WLCSP封装的光敏感度.....	18
热阻.....	5	外形尺寸.....	20
ESD警告.....	5	订购指南.....	21
引脚配置和功能描述.....	6		

修订历史

2012年12月—修订版F至修订版G

更改表3.....	5
更改引脚4描述.....	6
更改图22.....	10
更改图32和图33的标题.....	12
增加“WLCSP封装的光敏感度”部分.....	18

2012年9月—修订版E至修订版F

更改“订购指南”.....	21
---------------	----

2012年4月—修订版D至修订版E

更新“外形尺寸”.....	20
更改“订购指南”.....	21

2012年1月-修订版C至修订版D

更改“订购指南”.....	21
---------------	----

2011年1月—修订版B至修订版C

更改图15和图16.....	9
----------------	---

2010年11月—修订版A至修订版B

更改“工作原理”部分.....	13
更改“订购指南”.....	20

2010年8月—修订版0至修订版A

增加ADP162/ADP163.....	通篇
更改图17和图18.....	9
更改图19、图20和图23.....	10
增加图21和图22(重新排序编号).....	10
增加图32和图33.....	12
更改“订购指南”.....	20

2010年6月—修订版0：初始版

技术规格

除非另有说明, $V_{IN} = (V_{OUT} + 0.5 V)$ 或 $2.2 V$ (取较大者), $EN = V_{IN}$, $I_{OUT} = 10 mA$, $C_{IN} = C_{OUT} = 1 \mu F$, $T_A = 25^\circ C$ 。

表1.

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入电压范围	V_{IN}	$T_J = -40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$	2.2		5.5	V
工作电源电流	I_{GND}	$I_{OUT} = 0 \mu A$ $I_{OUT} = 0 \mu A, T_J = -40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$ $I_{OUT} = 1 \mu A$ $I_{OUT} = 1 \mu A, T_J = -40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$ $I_{OUT} = 100 \mu A$ $I_{OUT} = 100 \mu A, T_J = -40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$ $I_{OUT} = 10 mA$ $I_{OUT} = 10 mA, T_J = -40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$ $I_{OUT} = 150 mA$ $I_{OUT} = 150 mA, T_J = -40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$	560	1250		nA μA nA μA μA μA μA μA μA
关断电流	I_{GND-SD}	$EN = GND$ $EN = GND, T_J = -40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$	50		1	nA μA
输出电压精度	V_{OUT}	$I_{OUT} = 10 mA$ $0 \mu A < I_{OUT} < 150 mA, V_{IN} = (V_{OUT} + 0.5 V)$ 至 $5.5 V$ $0 \mu A < I_{OUT} < 150 mA, V_{IN} = (V_{OUT} + 0.5 V)$ 至 $5.5 V,$ $T_J = -40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$	-1 -2 -3.5		+1 +2 +3.5	% % %
可调节输出电压精度(ADP161/ADP163) ¹	V_{ADJ}	$I_{OUT} = 10 mA$ $0 \mu A < I_{OUT} < 150 mA, V_{IN} = (V_{OUT} + 0.5 V)$ 至 $5.5 V$ $0 \mu A < I_{OUT} < 150 mA, V_{IN} = (V_{OUT} + 0.5 V)$ 至 $5.5 V,$ $T_J = -40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$	0.99	1.0	1.01	V V V
调整率 电压调整率 负载调整率 ²	$\Delta V_{OUT}/\Delta V_{IN}$ $\Delta V_{OUT}/\Delta I_{OUT}$	$V_{IN} = (V_{OUT} + 0.5 V)$ 至 $5.5 V, T_J = -40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$ $I_{OUT} = 100 \mu A$ 至 $150 mA$ $I_{OUT} = 100 \mu A$ 至 $150 mA, T_J = -40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$	-0.1	0.004	+0.1	%/V %/mA %/mA
压差 ³ 4引脚WLCSP封装 5引脚TSOT封装	$V_{DROPOUT}$	$V_{OUT} = 3.3 V$ $I_{OUT} = 10 mA$ $I_{OUT} = 10 mA, T_J = -40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$ $I_{OUT} = 150 mA$ $I_{OUT} = 150 mA, T_J = -40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$ $I_{OUT} = 10 mA$ $I_{OUT} = 10 mA, T_J = -40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$ $I_{OUT} = 150 mA$ $I_{OUT} = 150 mA, T_J = -40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$	7		13	mV mV mV mV mV mV mV
ADJ输入偏置电流(ADP161/ADP163)	ADJ_{I-BIAS}	$2.2 V \leq V_{IN} \leq 5.5 V, ADJ$ 连接至 V_{OUT}	10			nA
有效下拉电阻(ADP160/ADP161)	$T_{SHUTDOWN}$	$V_{OUT} = 2.8 V, R_{LOAD} = \infty$	300	600		Ω
启动时间 ⁴	$T_{START-UP}$	$V_{OUT} = 3.3 V$		1100		μs
限流阈值 ⁵	I_{LIMIT}		220	320	500	mA
热关断 热关断阈值 热关断迟滞	TS_{SD} TS_{SD-HYS}	T_J 上升		150		$^\circ C$ $^\circ C$
EN输入 En输入逻辑高电平 EN输入逻辑低电平 EN输入漏电流	V_{IH} V_{IL} $V_{I-LEAKAGE}$	$2.2 V \leq V_{IN} \leq 5.5 V$ $2.2 V \leq V_{IN} \leq 5.5 V$ $EN = V_{IN}$ 或 GND $EN = V_{IN}$ 或 $GND, T_J = -40^\circ C$ 至 $+125^\circ C$	1.2		0.4	V V μA μA

ADP160/ADP161/ADP162/ADP163

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
欠压闭锁 输入电压上升 输入电压下降 迟滞	UVLO				2.19	V
	UVLO _{RISE}		1.60			V
	UVLO _{FALL}					V
	UVLO _{HYS}		100			mV
输出噪声	OUT _{NOISE}	10 Hz 至 100 kHz, V _{IN} = 5 V, V _{OUT} = 3.3 V	105			μV rms
		10 Hz 至 100 kHz, V _{IN} = 5 V, V _{OUT} = 2.5 V	100			μV rms
		10 Hz 至 100 kHz, V _{IN} = 5 V, V _{OUT} = 1.2 V	80			μV rms
电源抑制比	电源抑制比 (PSRR)	100 Hz, V _{IN} = 5 V, V _{OUT} = 3.3 V	60			dB
		100 Hz, V _{IN} = 5 V, V _{OUT} = 2.5 V	65			dB
		100 Hz, V _{IN} = 5 V, V _{OUT} = 1.2 V	72			dB
		1 kHz, V _{IN} = 5 V, V _{OUT} = 3.3 V	50			dB
		1 kHz, V _{IN} = 5 V, V _{OUT} = 2.5 V	50			dB
		1 kHz, V _{IN} = 5 V, V _{OUT} = 1.2 V	62			dB

¹ VOUT直接连接至ADJ时的精度。当VOUT电压由外部反馈电阻设置时，调节模式下的绝对精度取决于所用电阻的容差。

² 基于使用0 μA和150 mA负载的端点计算。

³ 压差定义为将输入电压设置为标称输出电压时的输入至输出电压差。仅适用于高于2.2 V的输出电压。

⁴ 启动时间定义为EN的上升沿到VOUT达到其标称值90%的时间。

⁵ 限流阈值定义为输出电压降至额定典型值90%时的电流。例如，3.0 V输出电压的电流限值定义为引起输出电压降至3.0 V的90%或即2.7 V的电流。

推荐规格：输入和输出电容

表2.

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
最小输入和输出电容 ¹	C _{MIN}	T _A = -40°C 至 +125°C	0.7			μF
电容ESR	R _{ESR}	T _A = -40°C 至 +125°C	0.001		0.2	Ω

¹ 在所有工作条件下，输入和输出电容至少应大于0.7 μF。选择器件时必须考虑应用的所有工作条件，确保达到最小电容要求。配合任何LDO使用时，建议使用X7R型和X5R型电容，但不建议使用Y5V和Z5U电容。

绝对最大额定值

表3.

参数	额定值
VIN 至 GND	-0.3 V 至 +6.5 V
VOUT 至 GND	-0.3 V 至 VIN
EN 至 GND	-0.3 V 至 VIN
ADJ 至 GND	-0.3 V 至 VIN
NC 至 GND	-0.3 V 至 VIN
存储温度范围	-65°C 至 +150°C
工作结温范围	-40°C 至 +125°C
工作环境温度范围	-40°C 至 +125°C
焊接条件	JEDEC J-STD-020

注意，超出上述绝对最大额定值可能会导致器件永久性损坏。这只是额定最值，并不能以这些条件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，推断器件能否正常工作。长期在绝对最大额定值条件下工作会影响器件的可靠性。

热数据

绝对最大额定值仅适合单独应用，但不适合组合使用。结温高于限值时，会损坏ADP16x。监控环境温度并不能保证 T_j 不会超出额定温度限值。在功耗高、热阻差的应用中，可能必须降低最大环境温度。

在功耗适中、PCB热阻较低的应用中，只要结温处于额定限值以内，最大环境温度可以超过最大限值。器件的结温(T_j)取决于环境温度(T_A)、器件的功耗(P_D)和封装的结至环境热阻(θ_{JA})。

最高结温(T_j)由环境温度(T_A)和功耗(P_D)通过下式计算：

$$T_j = T_A + (P_D \times \theta_{JA})$$

封装的结至环境热阻(θ_{JA})基于使用4层板的建模和计算方法，主要取决于应用和板布局。在最大功耗较高的应用中，需要特别注意热板设计。 θ_{JA} 的值可能随PCB材料、布局和环境条件不同而异。 θ_{JA} 额定值基于一个4层、4英寸×3英寸电路板。有关电路板结构的详细信息，请参考JESD 51-7和JESD 51-9。更多信息请参阅应用笔记AN-617：“MicroCSP™晶圆级芯片规模封装”。

Ψ_{JB} 是结至板热特性参数，单位为°C/W。封装的 Ψ_{JB} 基于使用4层板的建模和计算方法。JESD51-12——“报告和使用电子封装热信息指南”中声明，热特性参数与热阻不是一回事。 Ψ_{JB} 衡量沿多条热路径流动的器件功率，而 θ_{JB} 只涉及一条路径。因此， Ψ_{JB} 热路径包括来自封装顶部的对流和封装的辐射，这些因素使得 Ψ_{JB} 在现实应用中更有用。最高结温(T_j)由板温度(T_B)和功耗(P_D)通过下式计算：

$$T_j = T_B + (P_D \times \Psi_{JB})$$

有关 Ψ_{JB} 的更详细信息，请参考JESD51-8和JESD51-12。

热阻

θ_{JA} 和 Ψ_{JB} 针对最差条件，即器件焊接在电路板上以实现表贴封装。

表4. 热阻

封装类型	θ_{JA}	Ψ_{JB}	单位
5引脚TSOT封装	170	43	°C/W
4引脚、0.4 mm间距WLCSP封装	260	58	°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。

ADP160/ADP161/ADP162/ADP163

引脚配置和功能描述

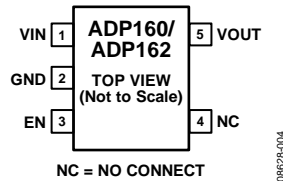


图4.5 5引脚TSOT封装，固定输出引脚配置，ADP160/ADP162

表5.5 5引脚TSOT封装引脚功能描述，ADP160/ADP162

引脚编号	名称	描述
1	VIN	稳压器输入电源。使用1 μF或更大的电容旁路VIN至GND。
2	GND	地。
3	EN	使能输入。将EN接到高电平，稳压器启动；将EN接到低电平，稳压器关闭。若要实现自动启动，请将EN接VIN。
4	NC	不连接。此引脚不在内部连接。连接至GND或保持开路。
5	VOUT	调节输出电压。使用1 μF或更大的电容旁路VOUT至GND。

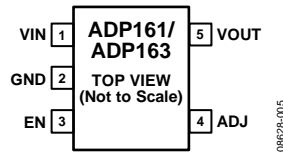


图5.5 5引脚TSOT封装，可调输出引脚配置，ADP161/ADP163

表6.5 5引脚TSOT封装引脚功能描述，ADP161/ADP163

引脚编号	名称	描述
1	VIN	稳压器输入电源。使用1 μF或更大的电容旁路VIN至GND。
2	GND	地。
3	EN	使能输入。将EN接到高电平，稳压器启动；将EN接到低电平，稳压器关闭。若要实现自动启动，请将EN接VIN。
4	ADJ	输出电压调节引脚。连接VOUT和GND之间分压器的中点至该引脚，以设置输出电压。
5	VOUT	调节输出电压。使用1 μF或更大的电容旁路VOUT至GND。

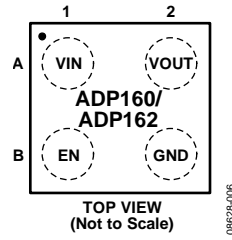


图6.4引脚WLCSP封装引脚配置，ADP160/ADP162

表7.4引脚WLCSP封装引脚功能描述，ADP160/ADP162

引脚编号	名称	描述
A1	VIN	稳压器输入电源。使用1 μ F或更大的电容旁路VIN至GND。
B1	EN	使能输入。将EN接到高电平，稳压器启动；将EN接到低电平，稳压器关闭。 若要实现自动启动，请将EN接VIN。
A2	VOUT	调节输出电压。使用1 μ F或更大的电容旁路VOUT至GND。
B2	GND	地。

ADP160/ADP161/ADP162/ADP163

典型性能参数

除非另有说明, $V_{IN} = 3.8V$, $V_{OUT} = 3.3V$, $I_{OUT} = 1mA$, $C_{IN} = C_{OUT} = 1\mu F$, $T_A = 25^\circ C$ 。

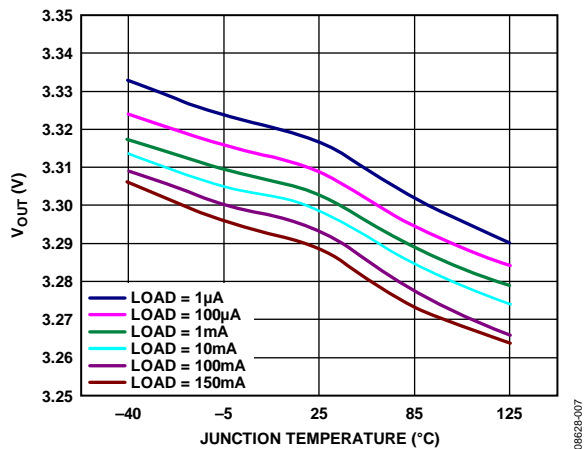


图7. 输出电压(V_{OUT})与结温的关系

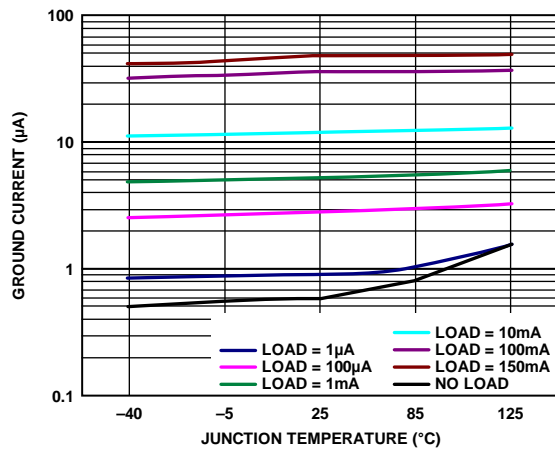


图10. 地电流与结温的关系

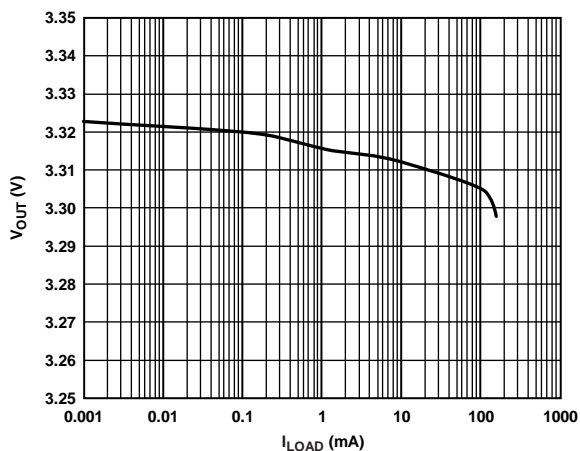


图8. 输出电压(V_{OUT})与负载电流(I_{LOAD})的关系

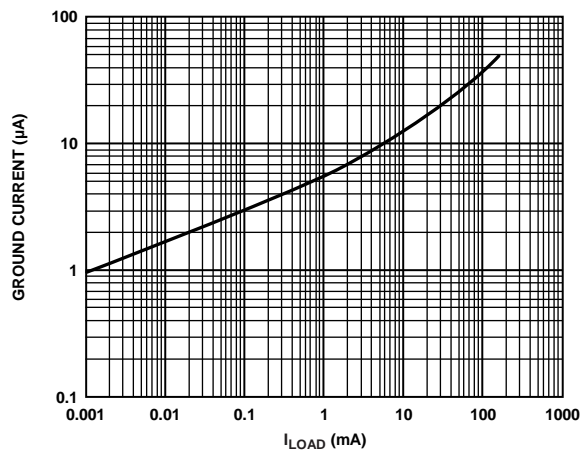


图11. 地电流与负载电流(I_{LOAD})的关系

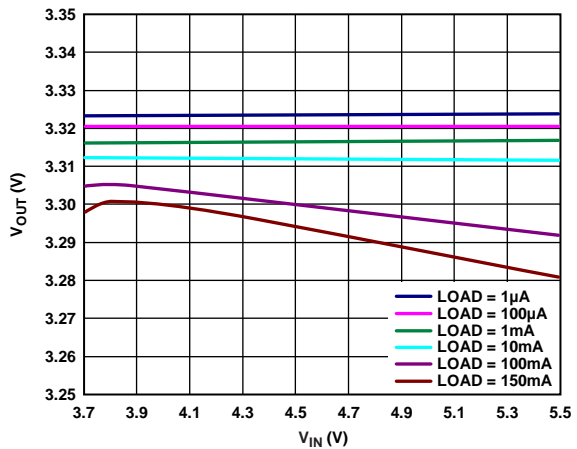


图9. 输出电压(V_{OUT})与输入电压(V_{IN})的关系

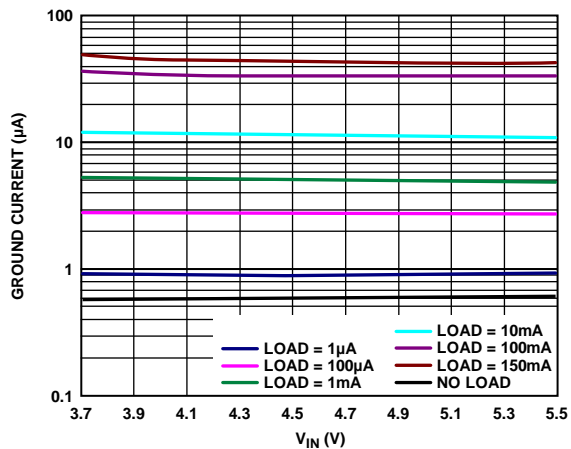


图12. 地电流与输入电压(V_{IN})的关系

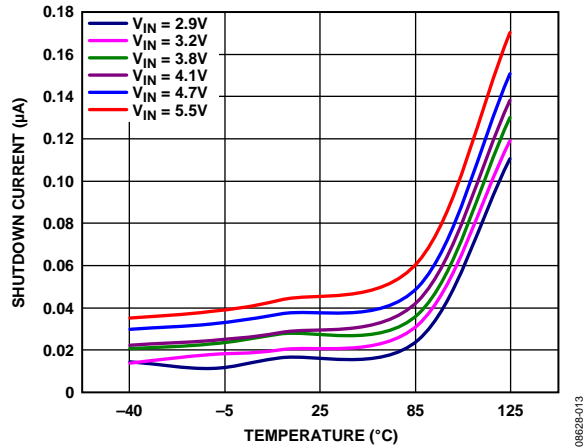


图13. 不同输入电压下关断电流与温度的关系

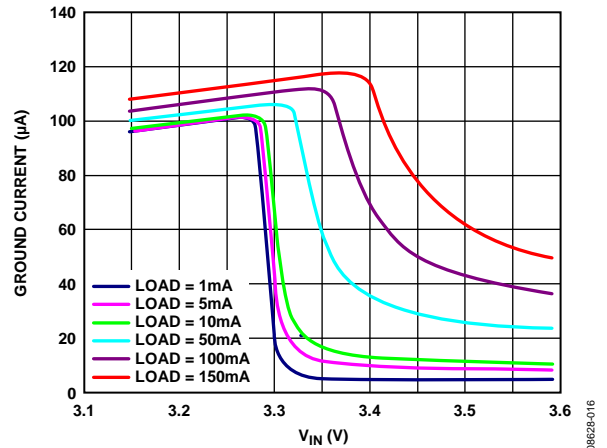


图16. 低压差下接地电流与输入电压(V_{IN})的关系

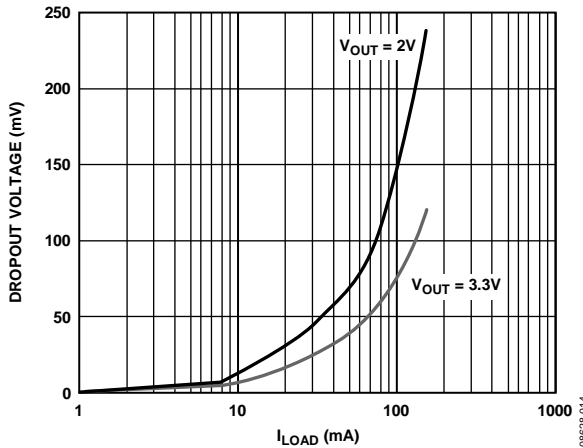


图14. 电压差与负载电流(I_{LOAD})的关系

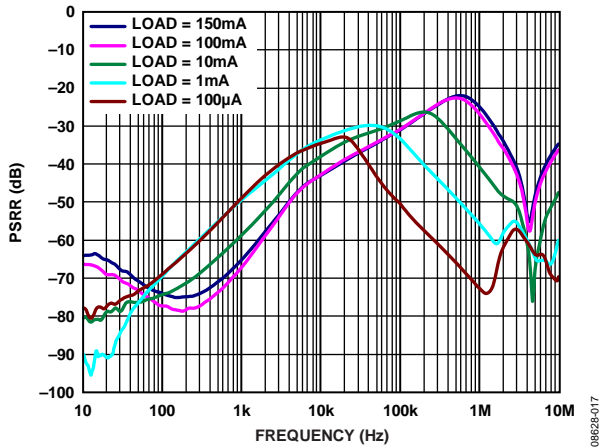


图17. 电源抑制比与频率的关系(V_{OUT} = 1.2 V, V_{IN} = 2.2 V)

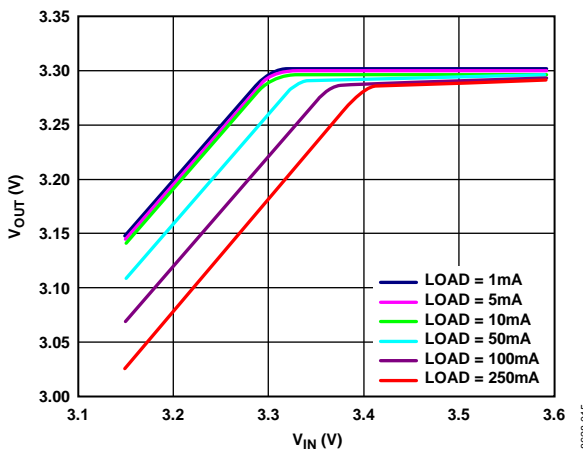


图15. 低压差下输出电压(V_{OUT})与输入电压(V_{IN})的关系

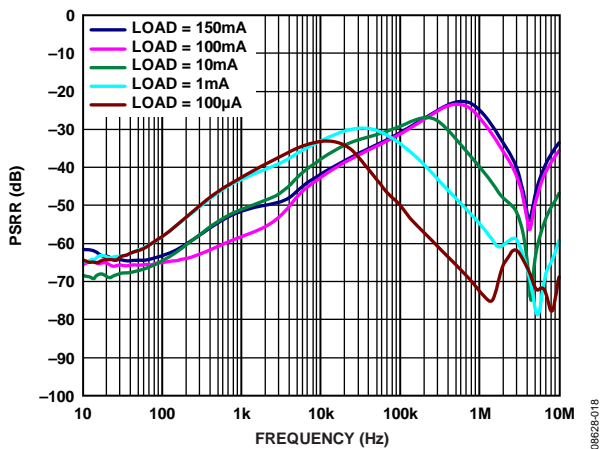


图18. 电源抑制比与频率的关系(V_{OUT} = 2.5 V, V_{IN} = 3.5 V)

ADP160/ADP161/ADP162/ADP163

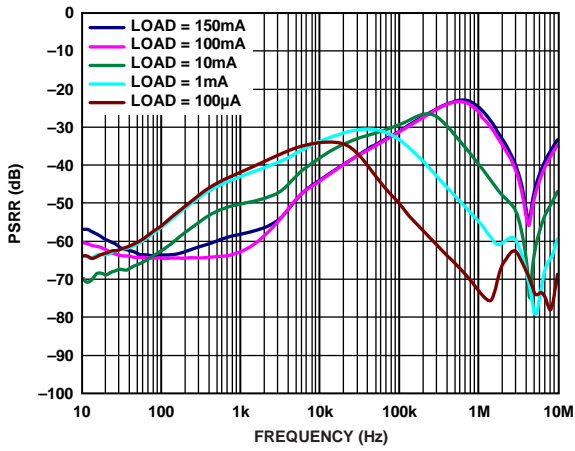


图19. 电源抑制比与频率的关系, $V_{OUT} = 3.3\text{ V}$, $V_{IN} = 4.3\text{ V}$

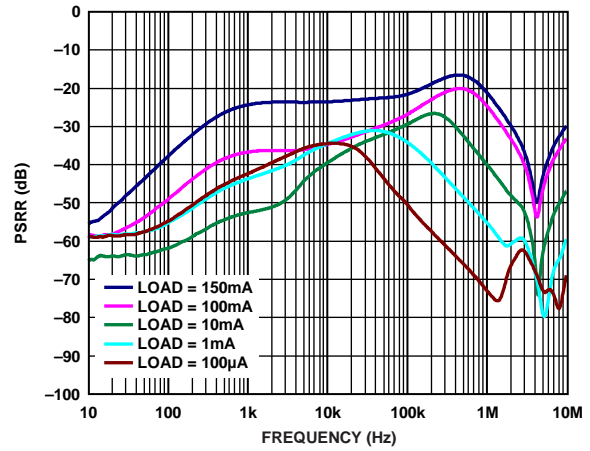


图22. 各种输出电压与负载电流下电源抑制比与频率的关系, $V_{OUT} = 3.3\text{ V}$, $V_{IN} = 3.8\text{ V}$

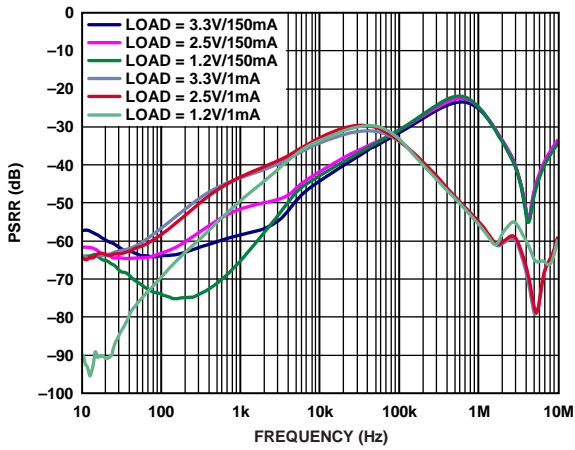


图20. 各种输出电压与负载电流下电源抑制比与频率的关系, $V_{IN} - V_{OUT} = 1\text{ V}$

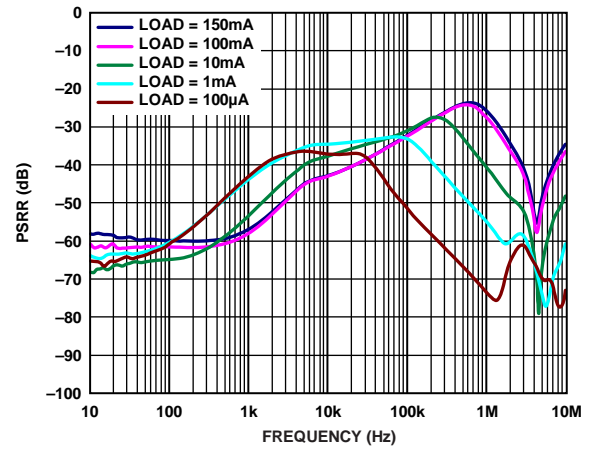


图23. ADP161可调电源抑制比与频率的关系, $V_{OUT} = 3.3\text{ V}$, $V_{IN} = 4.3\text{ V}$

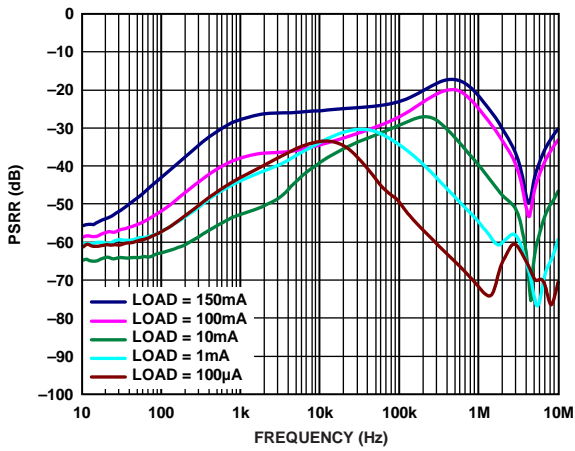


图21. 各种输出电压与负载电流下电源抑制比与频率的关系, $V_{OUT} = 2.5\text{ V}$, $V_{IN} = 3.0\text{ V}$

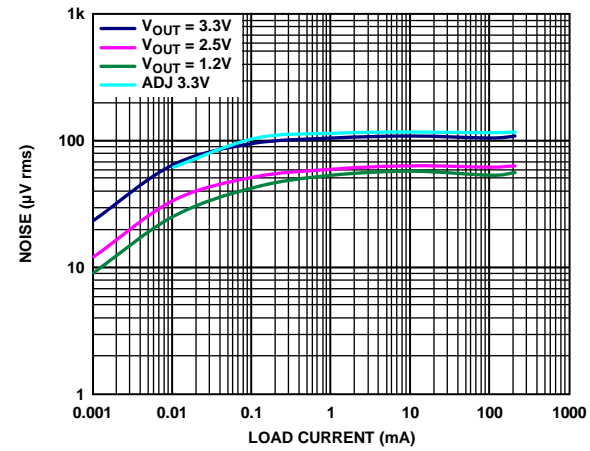


图24. 输出噪声与负载电流和输出电压的关系, $V_{IN} = 5\text{ V}$, $C_{OUT} = 1\text{ }\mu\text{F}$

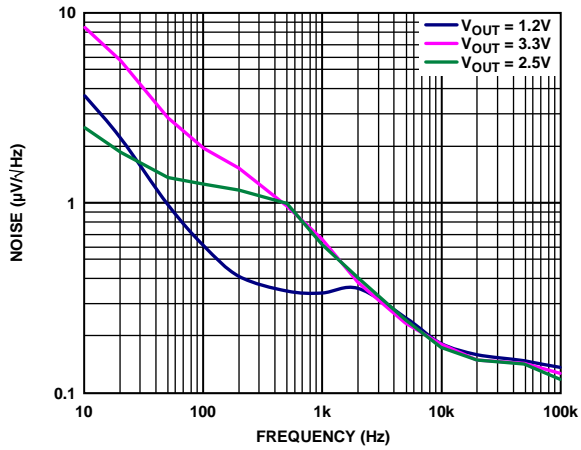


图25. 输出噪声谱密度, $V_{IN} = 5\text{ V}$, $I_{LOAD} = 10\text{ mA}$, $C_{OUT} = 1\text{ }\mu\text{F}$

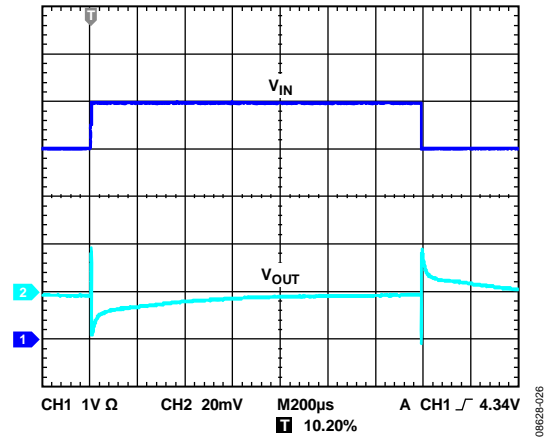


图28. 线性瞬态响应, $V_{IN} = 4\text{ V至}5\text{ V}$,
 $C_{IN} = C_{OUT} = 1\text{ }\mu\text{F}$,
 $I_{LOAD} = 150\text{ mA}$, CH1 = V_{IN} , CH2 = V_{OUT}

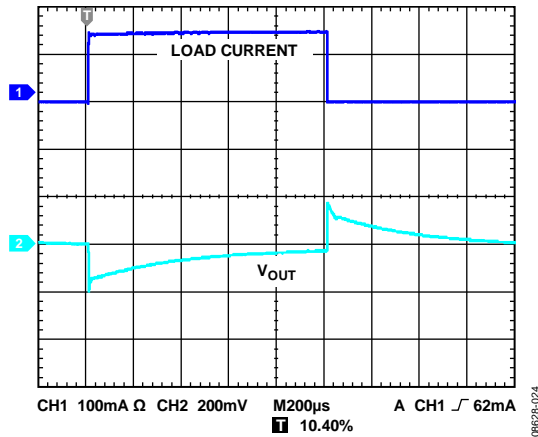


图26. 负载瞬态响应, C_{IN} , $C_{OUT} = 1\text{ }\mu\text{F}$,
 $I_{LOAD} = 1\text{ mA至}150\text{ mA}$, 200 ns 上升时间,
CH1 = 负载电流, CH2 = V_{OUT}

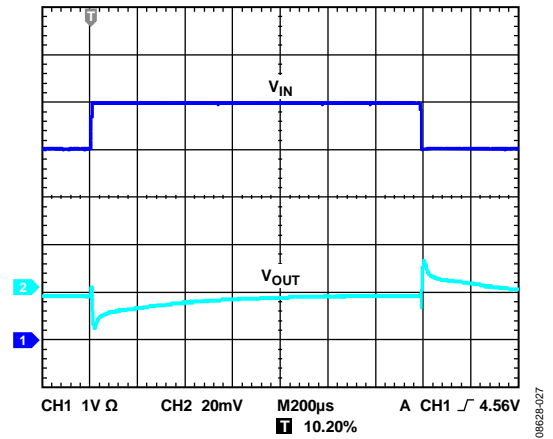


图29. 线性瞬态响应, $V_{IN} = 4\text{ V至}5\text{ V}$,
 $C_{IN} = 1\text{ }\mu\text{F}$, $C_{OUT} = 10\text{ }\mu\text{F}$, $I_{LOAD} = 150\text{ mA}$,
CH1 = V_{IN} , CH2 = V_{OUT}

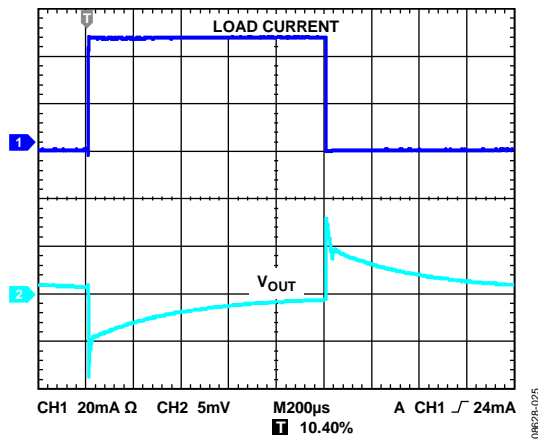


图27. 负载瞬态响应, C_{IN} , $C_{OUT} = 1\text{ }\mu\text{F}$,
 $I_{LOAD} = 1\text{ mA至}50\text{ mA}$, 200 ns 上升时间,
CH1 = 负载电流, CH2 = V_{OUT}

ADP160/ADP161/ADP162/ADP163

工作原理

ADP16x是一款超低静态电流、低压差线性稳压器，采用2.2 V至5.5 V电源供电，最大输出电流为150 mA。ADP16x空载时功耗仅560 nA(典型值)，满载时静态电流低至42 μ A(典型值)，适用于电池供电的便携式设备。关断电流典型值为50 nA。

ADP16x采用最新的创新型设计技术，为数字和RF应用提供超低的静态电流和卓越的瞬态性能。此外，ADP16x经过优化，利用1 μ F小型陶瓷电容便可稳定工作。

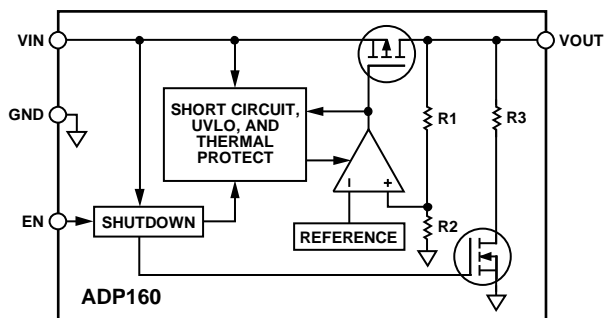


图30. 内部框图，固定输出，带输出放电功能

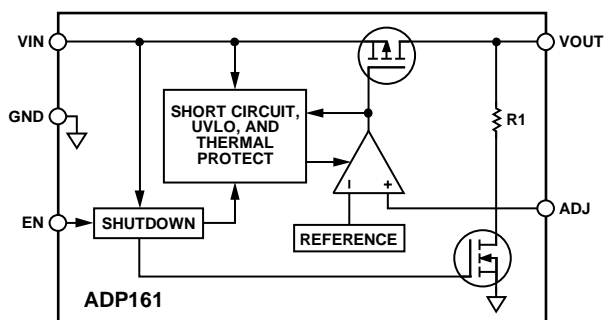


图31. 内部框图，可调输出，带输出放电功能

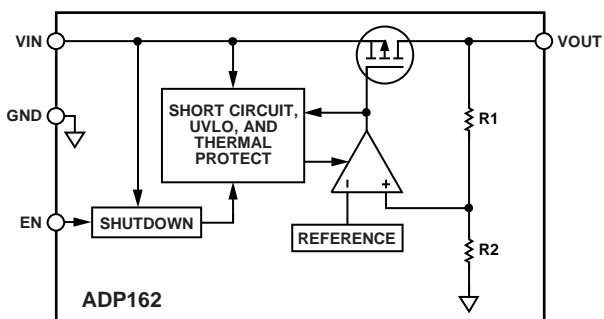


图32. 内部框图，固定输出，无输出放电功能

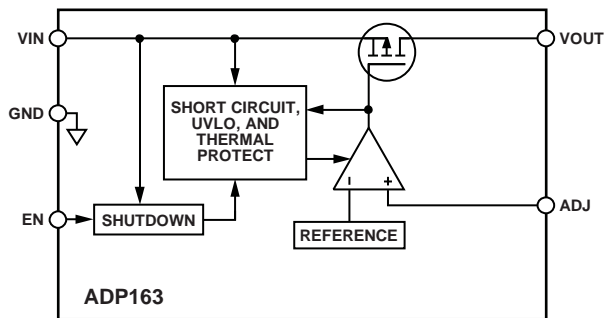


图33. 内部框图，可调输出，无输出放电功能

ADP16x内置一个基准电压源、一个误差放大器、一个反馈分压器和一个PMOS调整管。输出电流经由PMOS调整管提供，其受误差放大器控制。误差放大器比较基准电压与输出端的反馈电压，并放大该差值。如果反馈电压低于基准电压，PMOS器件的栅极将被拉低，以便通过更多电流，提高输出电压。如果反馈电压高于基准电压，PMOS器件的栅极将被拉高，以便通过较少电流，降低输出电压。

ADP161/ADP163的输出电压可在1.0 V至4.2 V范围内调整。输出电压由两个外部电阻的比值设置，如图2所示。器件提供输出，使ADJ引脚的电压维持在1.0 V，以地为参考。R1中的电流等于1.0 V/R2，亦等于R2中的电流加上ADJ引脚的偏置电流。ADJ引脚的偏置电流(25°C时为10 nA)经R1流入ADJ引脚。

输出电压通过下式计算：

$$V_{OUT} = 1.0 \text{ V} (1 + R1/R2) + (ADJ_{I-BIAS})(R1)$$

R1的阻值应低于200 k Ω ，以便将ADJ引脚偏置电流引起的输出电压误差降至最低。例如，当R1和R2都是200 k Ω 时，输出电压为2.0 V。假设25°C时ADJ引脚偏置电流为10 nA(典型值)，则ADJ引脚偏置电流引起的输出电压误差为2 mV或0.05%。

ADI建议使用电阻值较高的R1和R2，以尽可能降低ADP161和ADP163的静态电流。使用1 M Ω 的R2以保证总空载静态电流低于2 μ A。然而，需要注意的是，高阻值的电阻会产生较小的输出电压误差。例如，假设R1和R2为1 M Ω ，输出电压为2 V。考虑到ADJ引脚标称偏置电流为10 nA，则输出电压误差为0.25%。

注意，在关断模式下，输出关闭，分压器电流为0。

ADP160/ADP161还内置了输出放电电阻，可在LDO禁用时

迫使输出电压为零。这样，无论LDO是否使能，都能够确保其输出始终处于明确已知状态。ADP162/ADP163不提供输出放电功能。

ADP160/ADP162提供1.2 V至4.2 V范围内的15种输出电压选项。在正常工作条件下，ADP16x利用EN引脚使能或禁用VOUT引脚。EN为高电平时，VOUT开启；EN为低电平时，VOUT关闭。若要实现自动启动，可将EN接至VIN。

应用信息

电容选择

输出电容

ADP16x设计采用节省空间的小型陶瓷电容，但只要注意有效串联电阻(ESR)值要求，便可以采用大多数常用电容。输出电容的ESR会影响LDO控制回路的稳定性。为了确保ADP16x稳定工作，推荐使用至少1 μF 、ESR为1 Ω 或更小的电容。输出电容还会影响负载电流变化的瞬态响应。采用较大的输出电容值可改善ADP16x对大负载电流变化的瞬态响应。图34和图35分别显示了输出电容值为1 μF 和10 μF 时的瞬态响应。

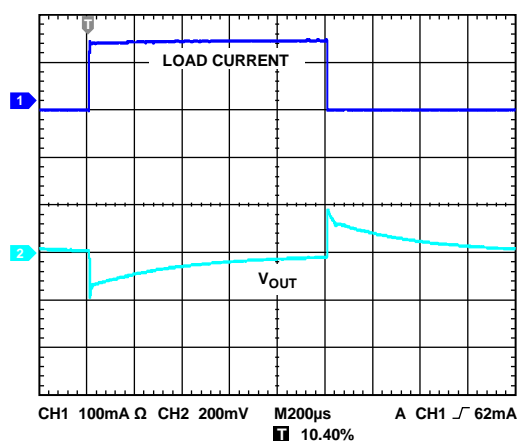


图34. 输出瞬态响应, $C_{OUT} = 1 \mu\text{F}$,
CH1 = 负载电流, CH2 = V_{OUT}

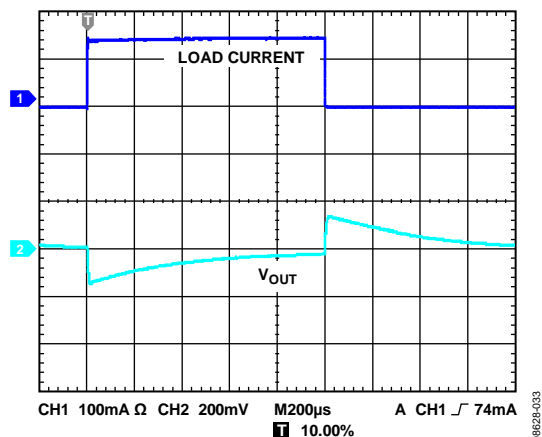


图35. 输出瞬态响应, $C_{OUT} = 10 \mu\text{F}$,
CH1 = 负载电流, CH2 = V_{OUT}

输入旁路电容

在VIN和GND之间连接一个1 μF 电容可以降低电路对PCB布局的敏感性，特别是在长输入走线或高源阻抗的情况下。如果要求输出电容大于1 μF ，应选用更高的输入电容。

输入和输出电容特性

只要符合最小电容和最大ESR要求，ADP16x可以采用任何质量良好的电容。陶瓷电容可采用各种各样的电介质制造，温度和所施加的电压不同，其特性也不相同。电容必须具有足以在必要的温度范围和直流偏置条件下确保最小电容的电介质。推荐使用额定电压为6.3V或10V的X5R或X7R电介质。Y5V和Z5U电介质的温度和直流偏置特性不佳，建议不要使用。

图36所示为0402、1 μF 、10V、X5R电容的电容与电压偏置特性关系图。电容的电压稳定性受电容尺寸和电压额定值影响极大。一般来说，封装较大或电压额定值较高的电容具有更好的稳定性。X5R电介质的温度变化率在 -40°C 至 $+85^{\circ}\text{C}$ 温度范围内约为 $\pm 15\%$ ，与封装或电压额定值没有函数关系。

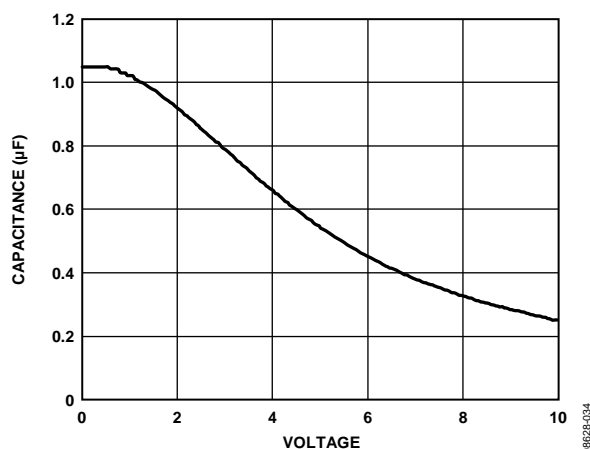


图36. 电容与电压关系特性

考虑电容随温度、元件容差和电压的变化，可以利用公式1确定最差情况下的电容。

$$C_{EFF} = C_{BIAS} \times (1 - TEMPCO) \times (1 - TOL) \quad (1)$$

其中：

C_{BIAS} 为工作电压下的有效电容。

TEMPCO为最差的电容温度系数。

TOL为最差的元件容差。

本例中，假定X5R电介质在 -40°C 至 $+85^{\circ}\text{C}$ 范围内的最差条件温度系数(TEMPCO)为15%。如图36所示，在1.8V电压下，假定电容容差(TOL)为10%， $C_{BIAS} = 0.94 \mu\text{F}$ 。

将这些值代入公式1中可得到：

$$C_{EFF} = 0.94 \mu\text{F} \times (1 - 0.15) \times (1 - 0.1) = 0.719 \mu\text{F}$$

因此，在选定输出电压条件下，本例中所选电容满足LDO在温度和容差方面的最小电容要求。

为了保证ADP16x的性能，必须针对每一种应用来评估直流偏置、温度和容差对电容性能的影响。

使能特性

在正常工作条件下，ADP16x利用EN引脚使能和禁用VO_{UT}引脚。如图37所示，当EN上的上升电压越过有效阈值时，VO_{UT}开启。当EN上的下降电压越过无效阈值时，VO_{UT}关闭。

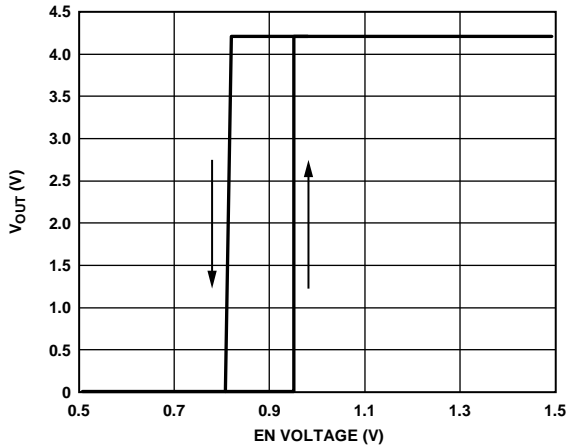


图37. EN引脚典型工作方式

如图37所示，EN引脚本身具有迟滞特性，这可防止EN引脚上的噪声在经过阈值点时引起开关振荡。

EN引脚的有效/无效阈值是从VIN电压获得。因此，这些阈值会随输入电压而变化。图38显示输入电压从2.2V变化到5.5V时EN引脚的典型有效/无效阈值。

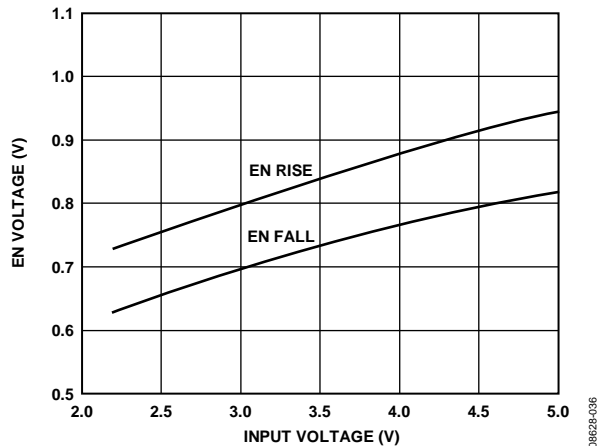


图38. EN引脚典型阈值与输入电压的关系

图39显示ADP16x的启动性能。

图40显示ADP160/ADP161的关断性能。

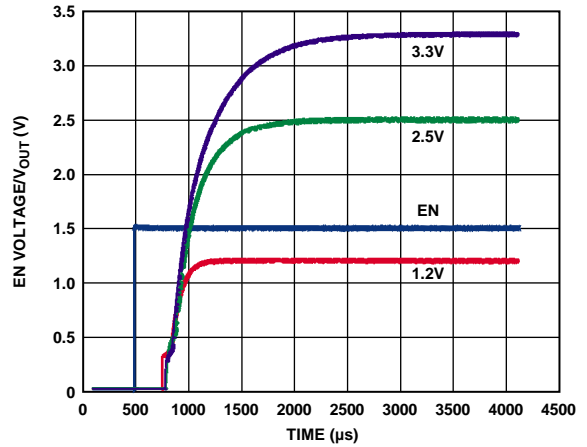


图39. 典型启动性能(ADP16x)

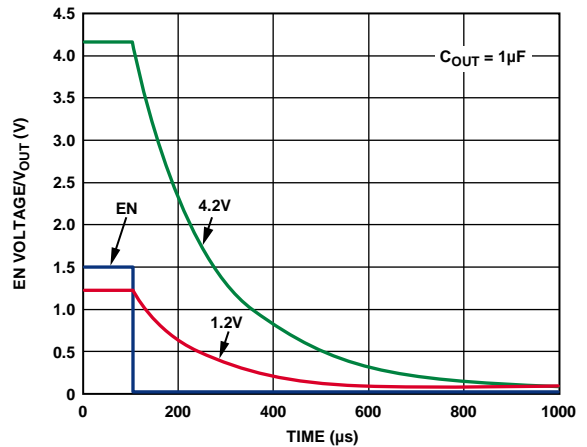


图40. 典型关断性能，空载(ADP160/ADP161)

限流和热过载保护

ADP16x内置限流和热过载保护电路，可防止器件功耗过大导致受损。当输出负载达到320 mA(典型值)时，限流电路就会起作用。当输出负载超过320 mA时，输出电压会被降低，以保持恒定的电流限制。

热过载保护电路将结温限制在150°C(典型值)以下。在极端条件下(即高环境温度和高功耗)，当结温开始升至150°C以上时，输出就会关闭，从而将输出电流降至0。当结温降至135°C以下时，输出又会开启，输出电流恢复为标称值。

ADP160/ADP161/ADP162/ADP163

考虑OUT至地发生负载短路的情况。首先，ADP16x的限流功能起作用，因此，仅有320 mA电流传导至短路电路。如果结的自发热量足够大，使其温度升至150°C以上，热关断功能就会激活，输出关闭，输出电流降至0。当结温冷却下来，降至135°C以下时，输出开启，将320 mA电流传导至短路路径中，再次导致结温升至150°C以上。结温在135°C至150°C范围内的热振荡导致电流在320 mA和0 mA之间振荡；只要输出端存在短路，振荡就会持续下去。

限流和热过载保护旨在保护器件免受偶然过载条件影响。为保证器件稳定工作，必须从外部限制器件的功耗，使结温不会超过125°C。

散热考虑

ADP16x的效率很高，在多数应用中不会产生大量热量。然而，在环境温度很高且电源电压与输出电压差很大的应用中，封装发出的热量可能非常大，导致芯片结温超过最高结温125°C。

当结温超过150°C时，转换器进入热关断模式。只有当结温降至135°C及以下时，它才会恢复，以免永久性受损。因此，为了保证器件在所有条件下具有可靠性能，必须对具体应用进行热分析。芯片的结温为环境温度与功耗所引起的封装温升之和，如公式2所示。

为保证器件可靠工作，ADP16x的结温不得超过125°C。为确保结温低于此最高结温，用户需要注意会导致结温变化的参数。这些参数包括环境温度、功率器件的功耗、结与周围空气之间的热阻(θ_{JA})。 θ_{JA} 值取决于所用的封装填充物和将封装GND引脚焊接到PCB所用的覆铜数量。表8给出了各种PCB覆铜尺寸时5引脚TSOT和4引脚WLCSP封装的典型 θ_{JA} 值。表9给出了5引脚TSOT和4引脚WLCSP封装的典型 Ψ_{JB} 值。

表8. 典型 θ_{JA} 值

覆铜面积(mm ²)	θ_{JA} (°C/W)	
	TSOT	WLCSP
0 ¹	170	260
50	152	159
100	146	157
300	134	153
500	131	151

¹ 器件焊接在最小尺寸引脚走线上。

表9. 典型 Ψ_{JB} 值

TSOT	Ψ_{JB} (°C/W)	
	WLCSP	
42.8	58.4	

ADP16x的结温可通过下式计算：

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

其中：

T_A 是环境温度。

P_D 为芯片的功耗，通过下式计算：

$$P_D = [(V_{IN} - V_{OUT}) \times I_{LOAD}] + (V_{IN} \times I_{GND}) \quad (3)$$

其中：

I_{LOAD} 为负载电流。

I_{GND} 为接地电流。

V_{IN} 和 V_{OUT} 分别为输入和输出电压。

接地电流引起的功耗相当小，可忽略不计。因此，结温的计算公式可简化为：

$$T_J = T_A + \{[(V_{IN} - V_{OUT}) \times I_{LOAD}] \times \theta_{JA}\} \quad (4)$$

如等式4所示，针对给定的环境温度、输入与输出电压差和连续负载电流，需满足PCB的最小覆铜尺寸要求，以确保结温不升至125°C以上。图41至图48显示不同环境温度、负载电流、 V_{IN} 至 V_{OUT} 压差及PCB覆铜面积下的结温计算结果。

在已知板温的情况下，可以利用热特性参数(Ψ_{JB})来估算结温上升情况(见图49和图50)。最高结温(T_J)可由板温度(T_B)和功耗(P_D)通过下式计算：

$$T_J = T_B + (P_D \times \Psi_{JB}) \quad (5)$$

4引脚WLCSP封装的 Ψ_{JB} 典型值为58°C/W，5引脚TSOT封装为43°C/W。

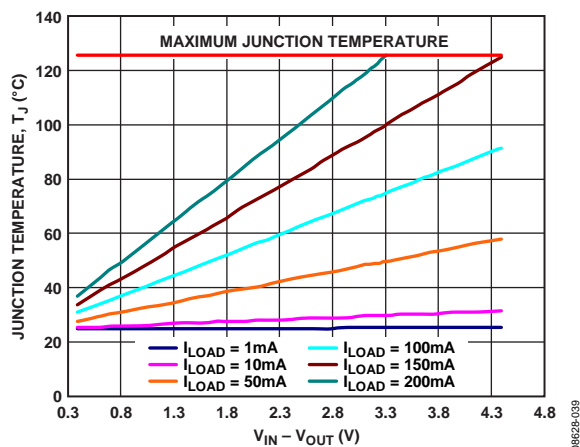


图41. WLCSP封装 500 mm² PCB覆铜， $T_A = 25^\circ\text{C}$

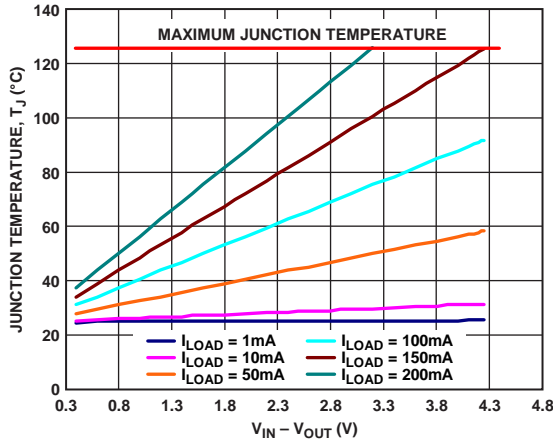


图42. WLCSP封装 100 mm² PCB覆铜, $T_A = 50^\circ\text{C}$

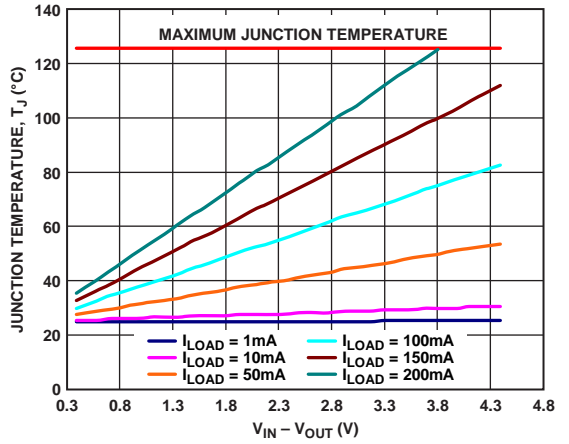


图45. TSOT封装 500 mm² PCB覆铜, $T_A = 25^\circ\text{C}$

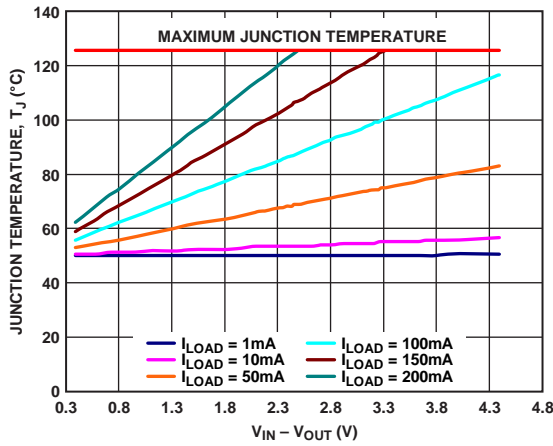


图43. WLCSP封装 500 mm² PCB覆铜, $T_A = 85^\circ\text{C}$

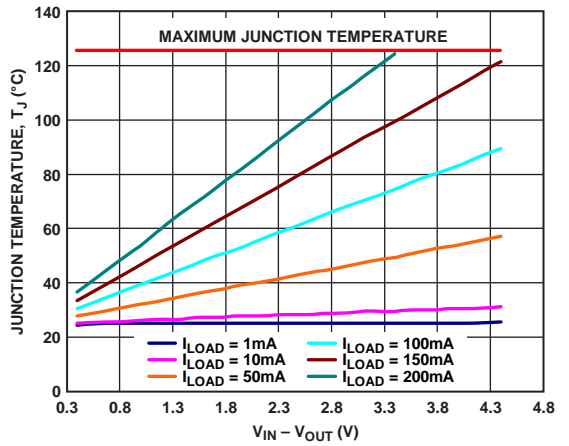


图46. TSOT封装 100 mm² PCB覆铜, $T_A = 25^\circ\text{C}$

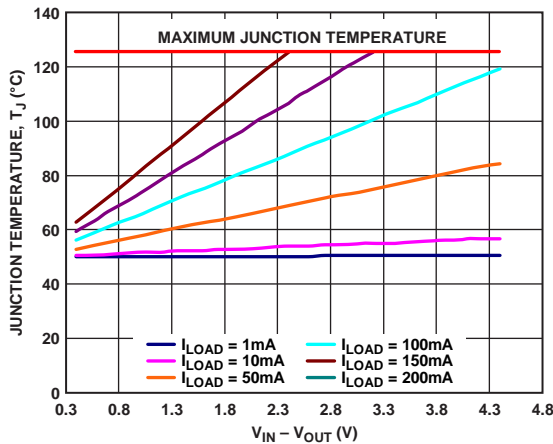


图44. WLCSP封装 100 mm² PCB覆铜, $T_A = 50^\circ\text{C}$

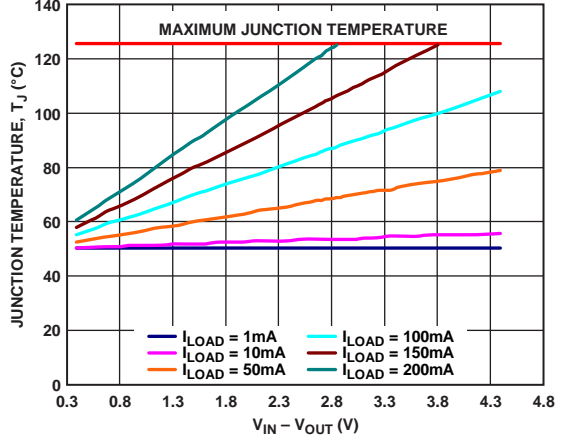


图47. TSOT封装 500 mm² PCB覆铜, $T_A = 50^\circ\text{C}$

ADP160/ADP161/ADP162/ADP163

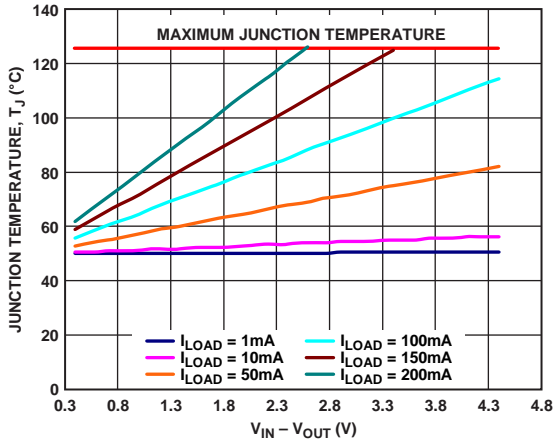


图48. TSOT封装 100 mm² PCB覆铜, $T_A = 50^\circ\text{C}$

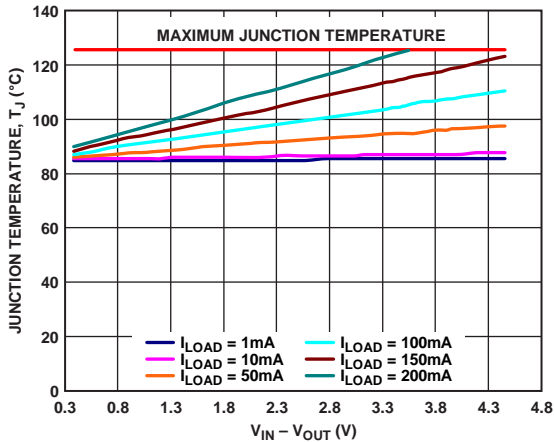


图49. WLCSP封装, $T_A = 85^\circ\text{C}$

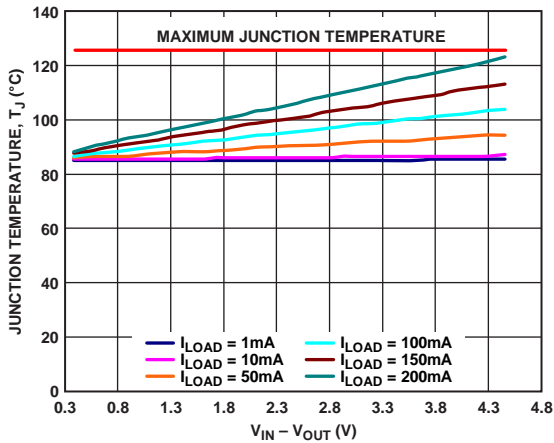


图50. TSOT封装, $T_A = 85^\circ\text{C}$

PCB布局考虑

通过增加ADP16x引脚处的覆铜用量, 可改善封装的散热性能。但是, 如表8所示, 这种增加存在“效益递减”现象, 超过某一点后, 覆铜尺寸的增加便不会带来明显的散热效益。

输入电容应尽可能靠近VIN和GND引脚放置。输出电容应尽可能靠近VOUT和GND引脚放置。在板面积受限的情况下, 采用0402或0603电容和电阻可实现最小尺寸解决方案。

WLCSP封装的光敏度

WLCSP封装选项本质上是一个附有后制造电介质并经过金属处理, 以便接触芯片活性面上的焊接凸点的硅片。采用此类封装时, 芯片暴露于环境光线下, 会发生光电效应。对安装在标准PCB材料上的WLCSP封装产品进行光敏度分析发现: 当高强度光线直接照射封装时, 性能可能受到影响。在低强度(0.1 mW/cm²)环境光照射下, 没有观察到电气性能的下降。直射太阳光线的强度可达50 mW/cm², 办公室环境光的强度可能低至0.1 mW/cm²。

在电路板上装配WLCSP封装产品时, 如果芯片的凸点侧面对PCB, 则PCB表面反射的光线会照射在活性硅电路上, 导致漏电流变大。WLCSP封装背面(基板)的照射不会引起性能下降。

所有WLCSP封装产品都对波长在近红外范围(NIR, 700 nm至1000 nm)的入射光线特别敏感。此波段内的光子比可见光(400 nm至700 nm)和近紫外(NUV, 200 nm至400 nm)波段内的光子波长更长、能量更低, 可以更深的穿透活性硅。

波长大于1100 nm的入射光线不会在硅器件上引起光电效应, 因为对于该范围内的波长, 硅是透明的。

传统光源的频谱成分各不相同。太阳光的频谱范围非常宽, 峰值强度出现在可见光波段及两边的近紫外和近红外波段; 荧光灯的峰值强度仅出现在可见光波段, 不包括近紫外或近红外波段。钨丝灯光在较长的可见光波长内具有宽尖峰, 在NIR内具有明显的尾巴。

已经在产品层次上采取措施以降低环境光的影响, 凸点下金属(UBM)能够保护芯片活性面(凸点侧)上的敏感电路区域。然而, 如果WLCSP的应用遇到光敏性问题, 用不透光材料将WLCSP封装的凸点侧屏蔽起来应当能消除影响。屏蔽可以利用倒装芯片底部填充技术所用的填硅液态环氧树脂等材料实现。

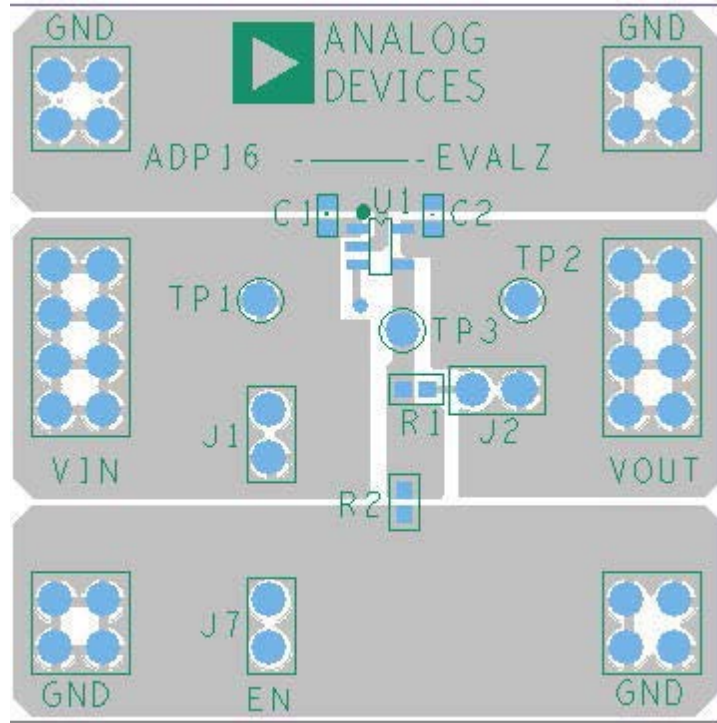


图51. 5引脚TSOT PCB布局示例

09028-049

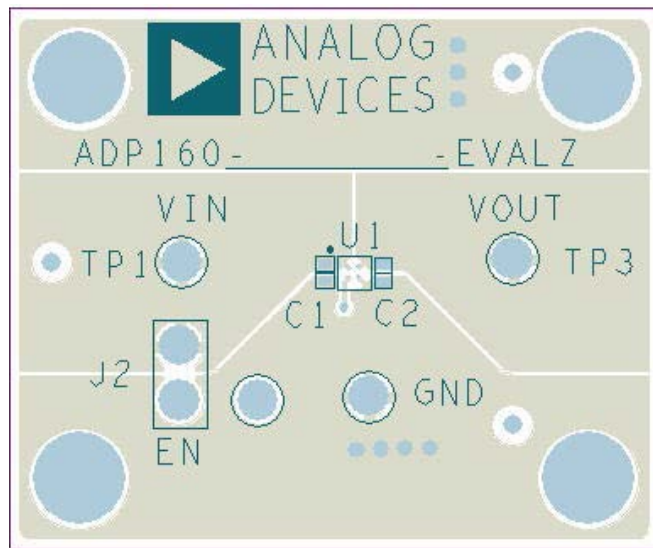
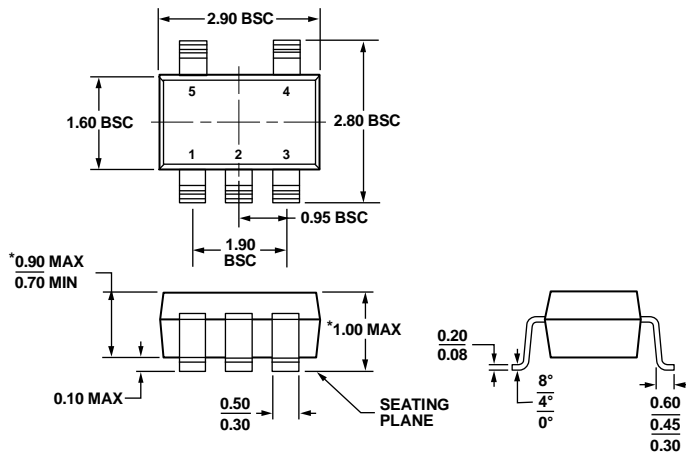


图52. 4引脚WLCSP PCB布局示例

09028-050

ADP160/ADP161/ADP162/ADP163

外形尺寸



*COMPLIANT TO JEDEC STANDARDS MO-193-AB WITH THE EXCEPTION OF PACKAGE HEIGHT AND THICKNESS.

图53. 5引脚超薄小型晶体管封装[TSOT] (UJ-5)

图示尺寸单位: mm

100708-A

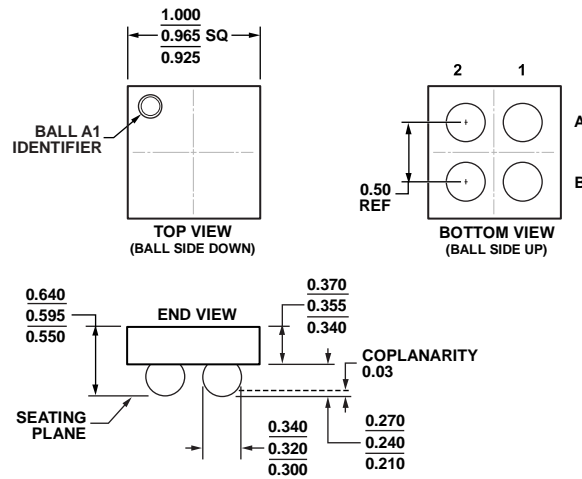


图54. 4引脚晶圆级芯片规模封装[WLCSP] (CB-4-1)

图示尺寸单位: mm

04-17-2012-A

ADP160/ADP161/ADP162/ADP163

订购指南

型号 ¹	温度范围	输出电压(V)	封装描述	封装选项	标识
ADP160ACBZ-1.2-R7	-40°C 至 +125°C	1.2	4 引脚WLCSP封装	CB-4-1	5K
ADP160ACBZ-1.5-R7	-40°C 至 +125°C	1.5	4 引脚WLCSP封装	CB-4-1	5L
ADP160ACBZ-1.8-R7	-40°C 至 +125°C	1.8	4 引脚WLCSP封装	CB-4-1	5N
ADP160ACBZ-2.1-R7	-40°C 至 +125°C	2.1	4 引脚WLCSP封装	CB-4-1	5P
ADP160ACBZ-2.3-R7	-40°C 至 +125°C	2.3	4 引脚WLCSP封装	CB-4-1	AH
ADP160ACBZ-2.5-R7	-40°C 至 +125°C	2.5	4 引脚WLCSP封装	CB-4-1	5Q
ADP160ACBZ-2.7-R7	-40°C 至 +125°C	2.7	4 引脚WLCSP封装	CB-4-1	AM
ADP160ACBZ-2.75-R7	-40°C 至 +125°C	2.75	4 引脚WLCSP封装	CB-4-1	5R
ADP160ACBZ-2.8-R7	-40°C 至 +125°C	2.8	4 引脚WLCSP封装	CB-4-1	5S
ADP160ACBZ-2.85-R7	-40°C 至 +125°C	2.85	4 引脚WLCSP封装	CB-4-1	5T
ADP160ACBZ-3.0-R7	-40°C 至 +125°C	3.0	4 引脚WLCSP封装	CB-4-1	5U
ADP160ACBZ-3.3-R7	-40°C 至 +125°C	3.3	4 引脚WLCSP封装	CB-4-1	5V
ADP160ACBZ-4.2-R7	-40°C 至 +125°C	4.2	4 引脚WLCSP封装	CB-4-1	6U
ADP160AUJZ-1.2-R7	-40°C 至 +125°C	1.2	5 引脚TSOT封装	UJ-5	LDQ
ADP160AUJZ-1.5-R7	-40°C 至 +125°C	1.5	5 引脚TSOT封装	UJ-5	LDR
ADP160AUJZ-1.8-R7	-40°C 至 +125°C	1.8	5 引脚TSOT封装	UJ-5	LE0
ADP160AUJZ-2.3-R7	-40°C 至 +125°C	2.3	5 引脚TSOT封装	UJ-5	LLP
ADP160AUJZ-2.5-R7	-40°C 至 +125°C	2.5	5 引脚TSOT封装	UJ-5	LFZ
ADP160AUJZ-2.7-R7	-40°C 至 +125°C	2.7	5 引脚TSOT封装	UJ-5	LJF
ADP160AUJZ-2.8-R7	-40°C 至 +125°C	2.8	5 引脚TSOT封装	UJ-5	LG0
ADP160AUJZ-3.0-R7	-40°C 至 +125°C	3.0	5 引脚TSOT封装	UJ-5	Y2U
ADP160AUJZ-3.3-R7	-40°C 至 +125°C	3.3	5 引脚TSOT封装	UJ-5	LG1
ADP160AUJZ-4.2-R7	-40°C 至 +125°C	4.2	5 引脚TSOT封装	UJ-5	LGY
ADP161AUJZ-R7	-40°C 至 +125°C	可调	5 引脚TSOT封装	UJ-5	LHW
ADP162ACBZ-1.2-R7	-40°C 至 +125°C	1.2	4 引脚WLCSP封装	CB-4-1	70
ADP162ACBZ-1.8-R7	-40°C 至 +125°C	1.8	4 引脚WLCSP封装	CB-4-1	71
ADP162ACBZ-2.1-R7	-40°C 至 +125°C	2.1	4 引脚WLCSP封装	CB-4-1	72
ADP162ACBZ-2.3-R7	-40°C 至 +125°C	2.3	4 引脚WLCSP封装	CB-4-1	BC
ADP162ACBZ-2.8-R7	-40°C 至 +125°C	2.8	4 引脚WLCSP封装	CB-4-1	73
ADP162ACBZ-3.0-R7	-40°C 至 +125°C	3.0	4 引脚WLCSP封装	CB-4-1	74
ADP162ACBZ-4.2-R7	-40°C 至 +125°C	4.2	4 引脚WLCSP封装	CB-4-1	75
ADP162AUJZ-1.5-R7	-40°C 至 +125°C	1.5	5 引脚TSOT封装	UJ-5	LH9
ADP162AUJZ-1.8-R7	-40°C 至 +125°C	1.8	5 引脚TSOT封装	UJ-5	LLN
ADP162AUJZ-2.3-R7	-40°C 至 +125°C	2.3	5 引脚TSOT封装	UJ-5	LLQ
ADP162AUJZ-2.5-R7	-40°C 至 +125°C	2.5	5 引脚TSOT封装	UJ-5	LHB
ADP162AUJZ-2.7-R7	-40°C 至 +125°C	2.7	5 引脚TSOT封装	UJ-5	LJK
ADP162AUJZ-2.8-R7	-40°C 至 +125°C	2.8	5 引脚TSOT封装	UJ-5	LHC
ADP162AUJZ-3.0-R7	-40°C 至 +125°C	3.0	5 引脚TSOT封装	UJ-5	LHD
ADP162AUJZ-3.3-R7	-40°C 至 +125°C	3.3	5 引脚TSOT封装	UJ-5	LHE
ADP162AUJZ-4.2-R7	-40°C 至 +125°C	4.2	5 引脚TSOT封装	UJ-5	LHF
ADP163AUJZ-R7	-40°C 至 +125°C	可调	5 引脚TSOT封装	UJ-5	LHG
ADP160UJZ-REDYKIT			评估板套件		
ADP162UJZ-REDYKIT			评估板套件		
ADP161UJ-EVALZ			评估板		
ADP163UJ-EVALZ			评估板		

¹ Z = 符合RoHS标准的器件。

注释

注释

注释