

# 5 V、3 A逻辑控制 高端电源开关

## ADP196

### 特性

低 $R_{DS(on)}$ : 10 m $\Omega$  (WLCSP)或27 m $\Omega$  (LFCSP)

宽输入电压范围: 1.8 V至5.5 V

快速输出放电(QOD)电路(ADP196-01)

连续工作电流: 3 A (70°C)

1.2 V逻辑兼容使能输入

低静态电流: 25  $\mu$ A ( $V_{IN} = 1.8$  V)

低静态电流: 40  $\mu$ A ( $V_{IN} = 5.5$  V)

过温和过流保护

超低关断电流: <1  $\mu$ A

超小型1.0 mm  $\times$  1.5 mm、0.5 mm间距6引脚WLCSP封装

小型2.0 mm  $\times$  2.0 mm  $\times$  0.55 mm、0.65 mm间距、6引脚LFCSP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

### 概述

ADP196是一款高端负载开关, 采用1.8 V至5.5 V电源供电。该负载开关可提供电源域隔离, 有助于延长电池工作寿命。它内置一个低导通电阻N沟道MOSFET, 支持3 A以上的连续电流, 功率损耗极小。此外,  $R_{DS(on)}$ 恒定, 与 $V_{IN}$ 电压无关。ADP196具有25  $\mu$ A的低静态电流和超低关断电流, 因此非常适合电池供电的便携式设备使用。借助内置的使能逻辑电平转换器, ADP196可兼容多种处理器和GPIO控制器。

如果结温超过125°C, 过温保护电路就会被激活, 保护ADP196本身及下游电路免受损害。过流保护通过恒定的电流限制提供。

### 典型应用电路

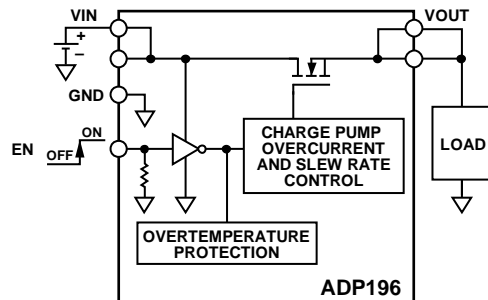


图1.

ADP196-01集成一个内部快速输出放电电路, 用于在其输出禁用时让输出电容放电。

ADP196采用WLCSP封装, 占用的印刷电路板(PCB)空间极小, 面积不到1.5 mm<sup>2</sup>, 高度仅0.60 mm。

ADP196采用超小型1.0 mm  $\times$  1.5 mm、0.5 mm间距、6引脚WLCSP封装和2.0 mm  $\times$  2.0 mm  $\times$  0.55 mm、0.65 mm间距、6引脚LFCSP封装。

Rev. 0

[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 ©2013 Analog Devices, Inc. All rights reserved.  
Technical Support [www.analog.com](http://www.analog.com)

## 目录

特性.....	1	典型性能参数.....	6
应用.....	1	工作原理.....	9
应用电路.....	1	应用信息.....	10
概述.....	1	电容选择.....	10
修订历史.....	2	接地电流.....	10
技术规格.....	3	使能特性.....	10
时序图.....	3	时序.....	11
绝对最大额定值.....	4	限流与热过载保护.....	11
热阻.....	4	外形尺寸.....	12
ESD警告.....	4	订购指南.....	12
引脚配置和功能描述.....	5		

## 修订历史

2013年3月—修订版0：初始版

## 技术规格

除非另有说明，对于最小/最大规格， $V_{IN} = 1.8\text{ V}$ ， $V_{EN} = V_{IN}$ ， $I_{OUT} = 1\text{ A}$ ， $T_A = 25^\circ\text{C}$ ， $T_J = -40^\circ\text{C}$ 至 $+85^\circ\text{C}$ 。

表1.

参数	符号	测试条件/注释	最小值	典型值	最大值	单位
输入电压范围	$V_{IN}$	$T_J = -40^\circ\text{C}$ 至 $+85^\circ\text{C}$	1.8		5.5	V
EN输入						
EN输入逻辑高电平	$V_{IH}$	$V_{IN} = 1.8\text{ V}$ 至 $5.5\text{ V}$	1.2			V
EN输入逻辑低电平	$V_{IL}$	$V_{IN} = 1.8\text{ V}$ 至 $5.5\text{ V}$			0.4	V
EN输入下拉电流	$I_{EN}$	$V_{IN} = 1.8\text{ V}$		500		nA
电流						
接地电流	$I_{GND}$	$V_{IN} = 1.8\text{ V}$		25		$\mu\text{A}$
		$V_{IN} = 3.4\text{ V}$		25		$\mu\text{A}$
		$V_{IN} = 4.2\text{ V}$		30	40	$\mu\text{A}$
		$V_{IN} = 5.5\text{ V}$		40		$\mu\text{A}$
关断电流	$I_{OFF}$	$V_{EN} = \text{GND}$ , $V_{OUT} = 0\text{ V}$ , $V_{IN} = 4.2\text{ V}$		0.25		$\mu\text{A}$
连续工作电流 <sup>1</sup>	$I_{OUT}$	$V_{EN} = \text{GND}$ , $V_{OUT} = 0\text{ V}$ , $V_{IN} = 1.8\text{ V}$ 至 $5.5\text{ V}$			40	$\mu\text{A}$
		$V_{IN} = 1.8\text{ V}$ 至 $5.5\text{ V}$		3		A
VIN至VOUT导通电阻	$R_{DS(ON)}$					
WLCSP		$V_{IN} = 5.5\text{ V}$		0.01		$\Omega$
		$V_{IN} = 4.2\text{ V}$		0.01		$\Omega$
		$V_{IN} = 1.8\text{ V}$		0.01	0.015	$\Omega$
LFCSP		$V_{IN} = 5.5\text{ V}$		0.027		$\Omega$
		$V_{IN} = 4.2\text{ V}$		0.027		$\Omega$
		$V_{IN} = 1.8\text{ V}$		0.027	0.036	$\Omega$
VOUT开启延迟时间		参见图2				
开启延迟时间	$t_{ON\_DLY}$	$V_{IN} = 1.8\text{ V}$ 至 $5.5\text{ V}$ , $C_{LOAD} = 1\text{ }\mu\text{F}$		2		ms
有效下拉电阻 (仅ADP196-01选项)	$R_{PULLDOWN}$	$V_{IN} = 3.2\text{ V}$		370		$\Omega$
限流阈值	$I_{LIM}$	$V_{IN} = 1.8\text{ V}$ 至 $5.5\text{ V}$ , $C_{LOAD} = 1\text{ }\mu\text{F}$	3.1	4		A
热关断						
热关断阈值	$T_{SD}$	$T_J$ 上升		125		$^\circ\text{C}$
热关断迟滞	$T_{SD-HYS}$			15		$^\circ\text{C}$

<sup>1</sup> 环境温度为 $85^\circ\text{C}$ 时，器件可耐受 $2.22\text{ A}$ 的连续电流。负载电流为 $3\text{ A}$ 时，器件工作寿命降额至 $2190$ 小时。

## 时序图

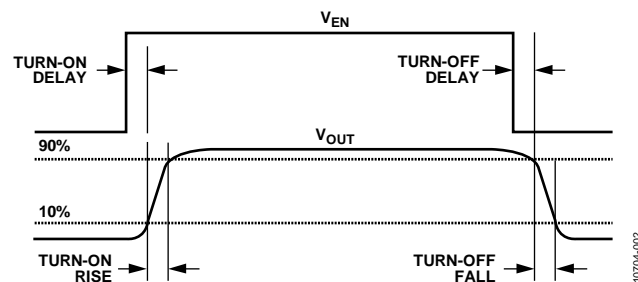


图2. 时序图

## 绝对最大额定值

表2.

参数	额定值
VIN至GND	-0.3 V至+6.5 V
VOUT至GND	-0.3 V至 $V_{IN}$
EN至GND	-0.3 V至+6.5 V
连续漏极电流	
$T_A = 25^\circ\text{C}$	$\pm 4$ A
$T_A = 85^\circ\text{C}$	$\pm 2.22$ A
连续二极管电流	-50 mA
存储温度范围	-65°C至+150°C
工作结温范围	-40°C至+105°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。

## 热阻

表3. 典型 $\theta_{JA}$ 和 $\Psi_{JB}$ 值

封装类型	$\theta_{JA}$	$\Psi_{JB}$	单位
6引脚WLCSP	260	58	°C/W
6引脚LFCSP	68.9	44.1	°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

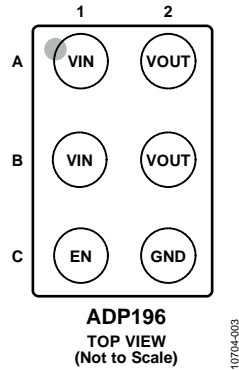
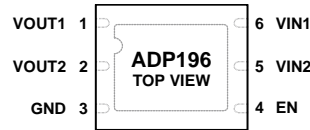


图3. 6引脚WLCSP引脚配置

图4. 6引脚WLCSP引脚功能描述

引脚编号	引脚名称	说明
A1, B1	VIN	输入电压。
A2, B2	VOUT	输出电压。
C1	EN	使能输入。驱动EN至高电平则打开开关，驱动EN至低电平则关闭开关。
C2	GND	地。



NOTES  
1. EXPOSED PAD MUST BE CONNECTED TO GROUND.

图4. 6引脚LFCSP的引脚配置

表5. 6引脚LFCSP引脚功能描述

引脚编号	引脚名称	说明
1	VOUT1	输出电压。将VOUT1与VOUT2相连。
2	VOUT2	输出电压。将VOUT1与VOUT2相连。
3	GND	地。
4	EN	使能输入。驱动EN至高电平则打开开关，驱动EN至低电平则关闭开关。
5	VIN2	输入电压。将VIN1与VIN2相连。
6	VIN1	输入电压。将VIN1与VIN2相连。
	EP	裸露焊盘必须接地。

## 典型性能参数

除非另有说明,  $V_{IN} = 1.8\text{ V}$ ,  $V_{EN} = V_{IN}$ ,  $C_{IN} = C_{OUT} = 1\ \mu\text{F}$ ,  $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

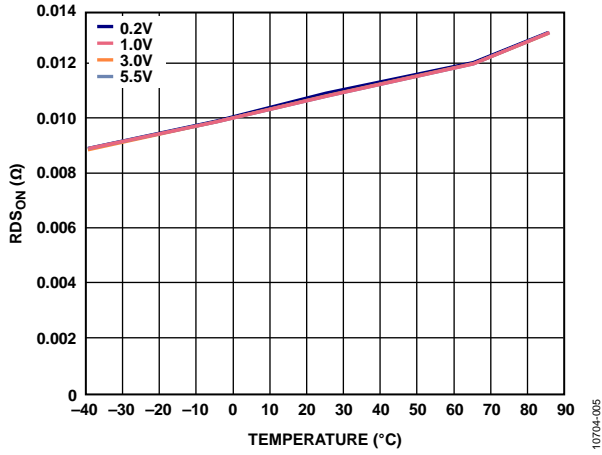


图5. 不同输入电压( $V_{IN}$ )下 $R_{DS(ON)}$ 与温度的关系( $I_{OUT} = 50\text{ mA}$ )

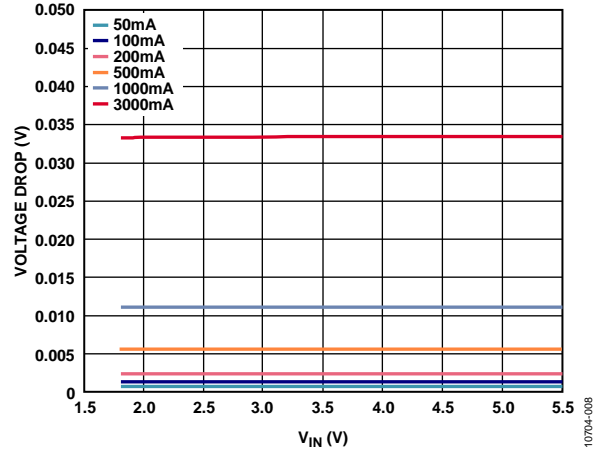


图8. 不同负载电流下压降与输入电压( $V_{IN}$ )的关系

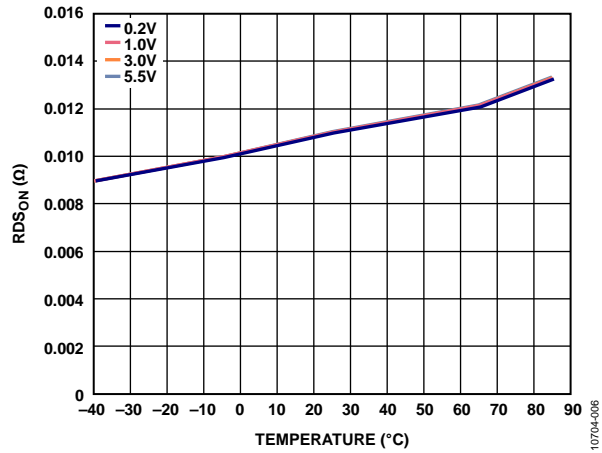


图6. 不同输入电压( $V_{IN}$ )下 $R_{DS(ON)}$ 与温度的关系( $I_{OUT} = 3\text{ A}$ )

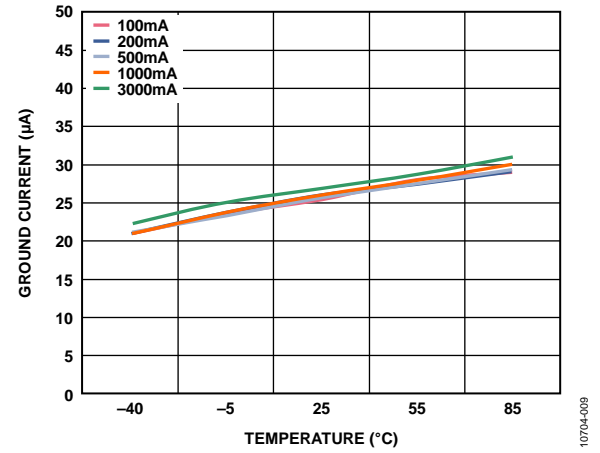


图9. 不同负载电流下接地电流与温度的关系 ( $V_{IN} = 1.8\text{ V}$ )

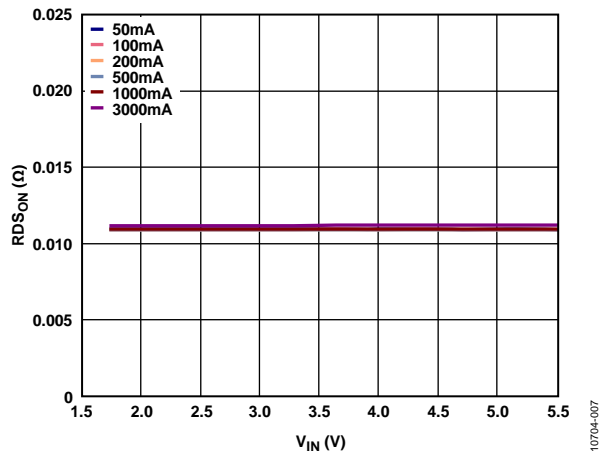


图7. 不同负载电流下 $R_{DS(ON)}$ 与输入电压( $V_{IN}$ )的关系

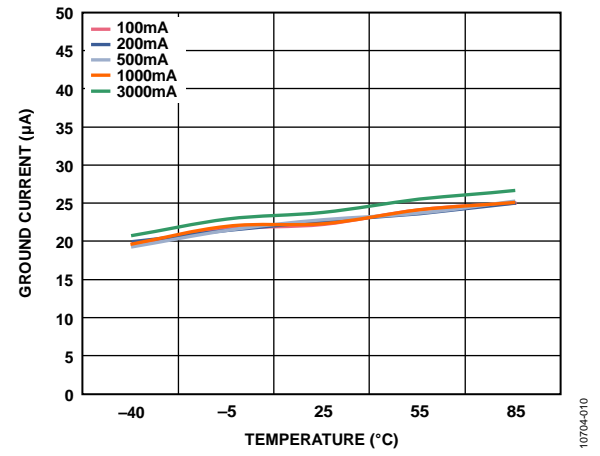


图10. 不同负载电流下接地电流与温度的关系 ( $V_{IN} = 3.3\text{ V}$ )

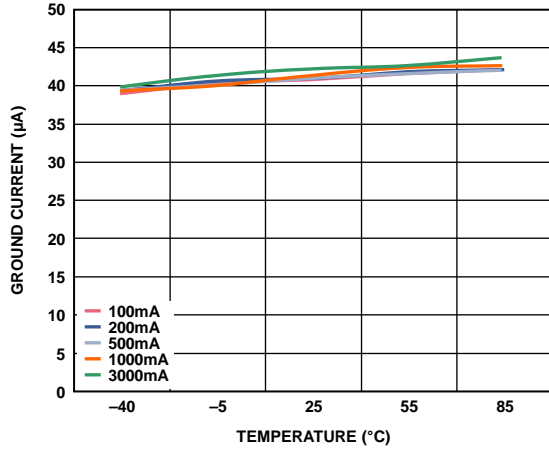


图11. 不同负载电流下接地电流与温度的关系 ( $V_{IN} = 5.5V$ )

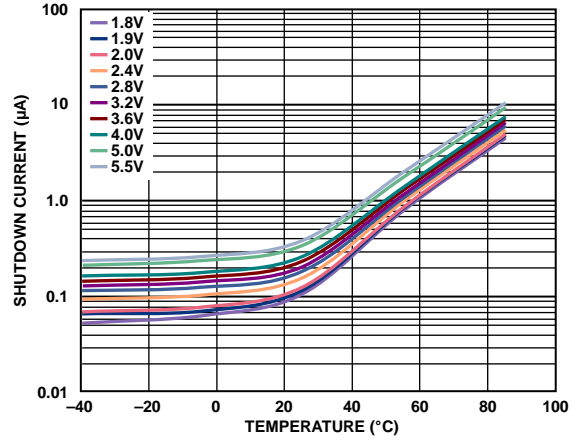


图14. 不同输入电压( $V_{IN}$ )下关断电流与温度的关系 ( $V_{OUT} = 0V$ )

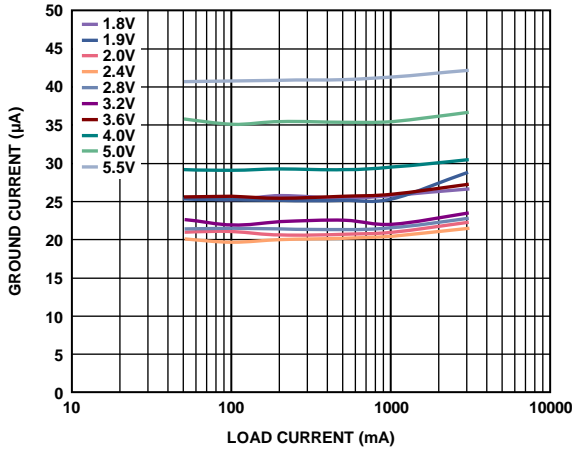


图12. 不同输入电压( $V_{IN}$ )下接地电流与负载电流的关系

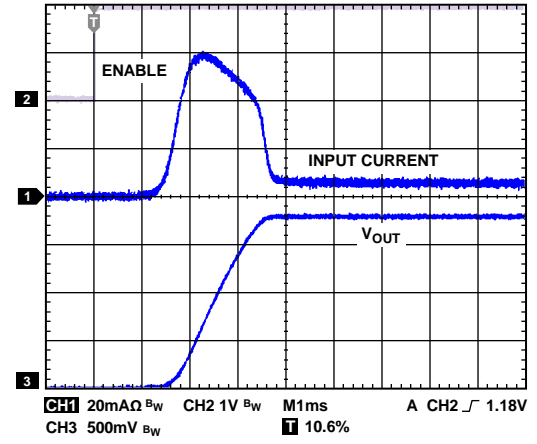


图15. 典型开启时间与浪涌电流的关系 ( $V_{IN} = 1.8V$ ,  $C_{OUT} = 47\mu F$ ,  $330\Omega$ 负载)

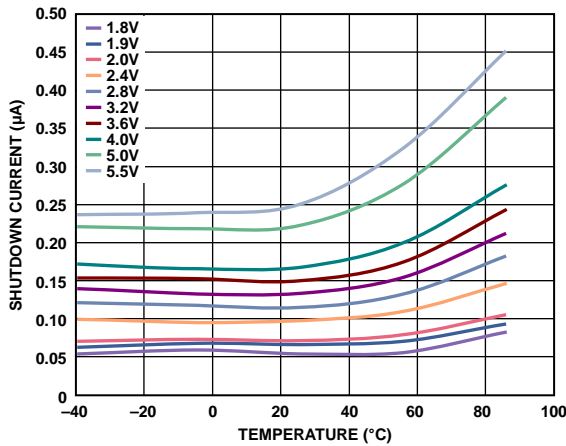


图13. 不同输入电压( $V_{IN}$ )下关断电流与温度的关系 (输出开路)

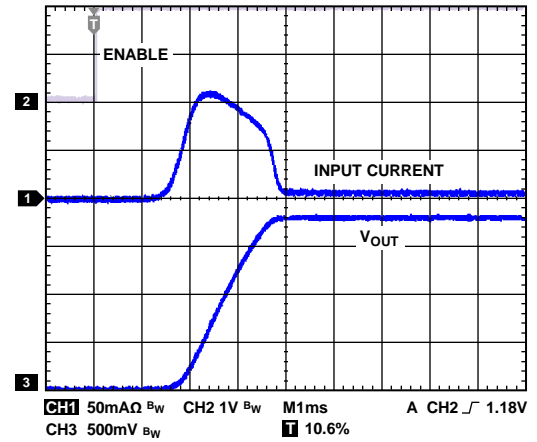


图16. 典型开启时间与浪涌电流的关系 ( $V_{IN} = 1.8V$ ,  $C_{OUT} = 100\mu F$ ,  $330\Omega$ 负载)

# ADP196

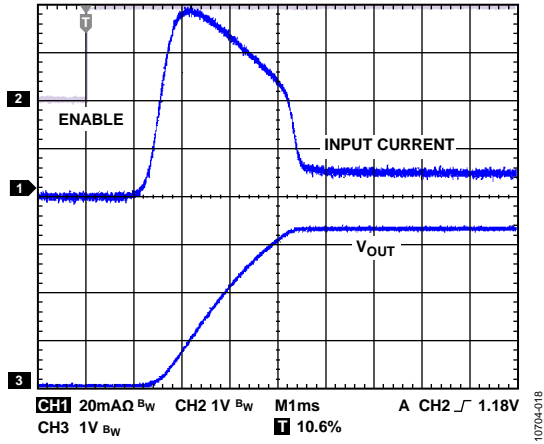


图17. 典型开启时间与浪涌电流的关系( $V_{IN} = 3.3\text{ V}$ ,  $C_{OUT} = 47\text{ }\mu\text{F}$ ,  $330\text{ }\Omega$ 负载)

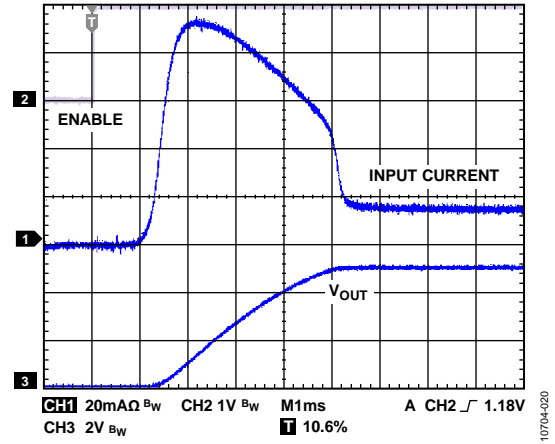


图19. 典型开启时间与浪涌电流的关系( $V_{IN} = 5\text{ V}$ ,  $C_{OUT} = 47\text{ }\mu\text{F}$ ,  $330\text{ }\Omega$ 负载)

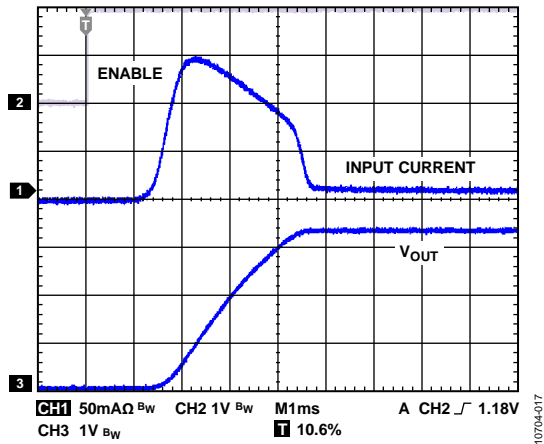


图18. 典型开启时间与浪涌电流的关系( $V_{IN} = 3.3\text{ V}$ ,  $C_{OUT} = 100\text{ }\mu\text{F}$ ,  $330\text{ }\Omega$ 负载)

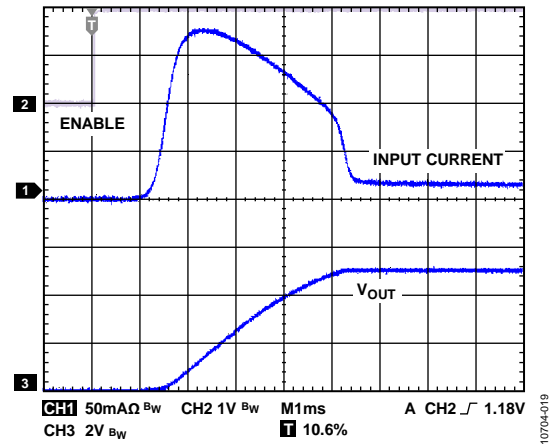


图20. 典型开启时间与浪涌电流的关系( $V_{IN} = 5\text{ V}$ ,  $C_{OUT} = 100\text{ }\mu\text{F}$ ,  $330\text{ }\Omega$ 负载)



## 工作原理

ADP196是一款高端NMOS负载开关，由内部电荷泵控制。该器件额定电源电压范围为1.8 V至5.5 V。

内部电荷泵偏置NMOS开关，以便在整个输入电压范围内获得相对恒定的10 mΩ超低导通电阻性能(6引脚WLCSP封装)。使用内部电荷泵还可实现受控开启时间。使能输入EN控制NMOS开关的开启与关闭，可与1.2 V逻辑信号直接对接。

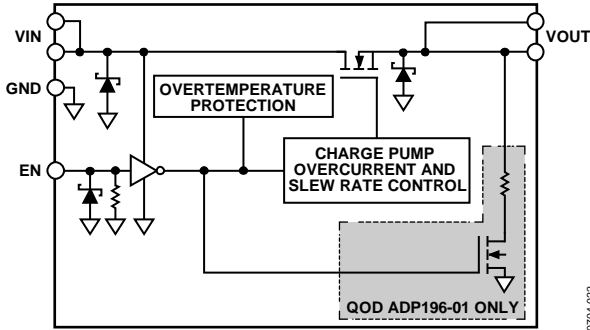


图21. 功能框图

10704-022

ADP196支持3 A连续电流(只要 $T_J$ 低于70°C)。85°C时，额定电流下降至2.22 A。过流保护将输出电流限制为4 A。

若负载电流导致结温超过125°C，则激活过温保护电路。此时，过温保护电路禁用输出，直到结温降至约110°C以下，然后重新使能输出。如果故障条件持续存在，输出周期性关闭和开启，直到故障消失。

过流限制提供额外保护，迫使器件进入恒定电流工作模式。

ADP196-01集成快速输出放电(QOD)电路，用于在其输出禁用时让输出电容放电。

ESD保护结构在框图中显示为齐纳二极管(见图21)。

ADP196是一款低静态电流器件，使能引脚(EN)上的下拉电阻标称值为4 MΩ。

ADP196采用节省空间的1.0 mm × 1.5 mm、0.5 mm间距、6引脚WLCSP封装和紧凑型2.0 mm × 2.0 mm × 0.55 mm、0.65 mm间距、6引脚LFCSP封装。

## 应用信息

### 电容选择

#### 输出电容

ADP196设计采用节省空间的小型陶瓷电容工作，但只要仔细考察有效串联电阻(ESR)值，也可以采用大多数常用电容。输出电容的ESR会影响负载瞬态响应性能。为获得良好的瞬态响应，建议采用ESR等于0.1 Ω或更低的1 μF典型电容。采用较大的输出电容值可以改善对大负载电流变化的瞬态响应。

#### 输入旁路电容

在VIN至GND之间连接一个数值至少为1 μF的电容可以降低电路对PCB布局布线的敏感性，特别是遇到高信号源阻抗或长输入走线时。如果要求输出电容大于1 μF，可选用更高的输入电容。

### 接地电流

ADP196接地电流的主要来源是用于FET驱动电路的内部电荷泵。图22显示 $V_{EN} = V_{IN}$ ，并且在1.8 V至5.5 V变化时的典型接地电流。

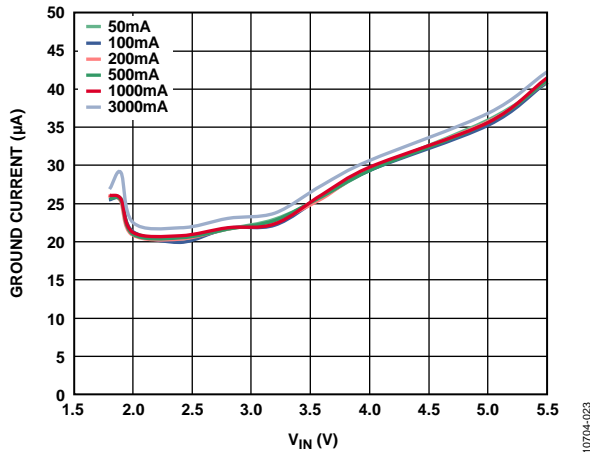


图22. 不同负载电流下接地电流与输入电压( $V_{IN}$ )的关系

### 使能特性

在正常操作条件下，ADP196利用EN引脚使能和禁用VOUT引脚。如图23所示，当EN引脚上的上升电压( $V_{EN}$ )越过有效阈值时，VOUT开启。当EN引脚上的下降电压( $V_{EN}$ )越过无效阈值时，VOUT关闭。

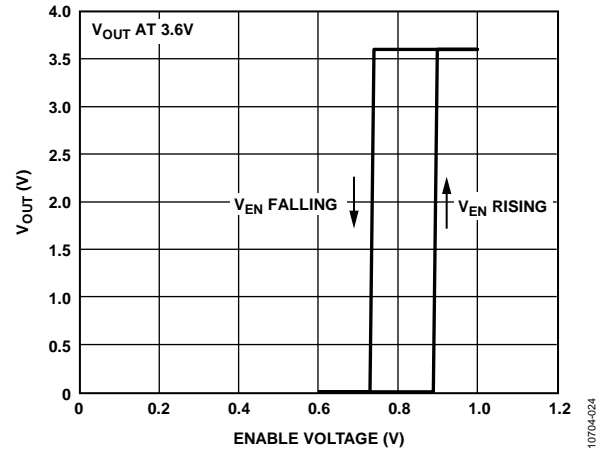


图23. EN引脚典型工作方式

如图23所示，EN引脚本身带有迟滞。该迟滞可以防止EN引脚上的噪声在经过阈值点时引起开关振荡。

EN引脚有效/无效阈值是从 $V_{IN}$ 电压获得，因此，这些阈值会随着输入电压而变化。图24显示了输入电压从1.8 V变化到5.5 V时EN引脚的典型有效/无效阈值。

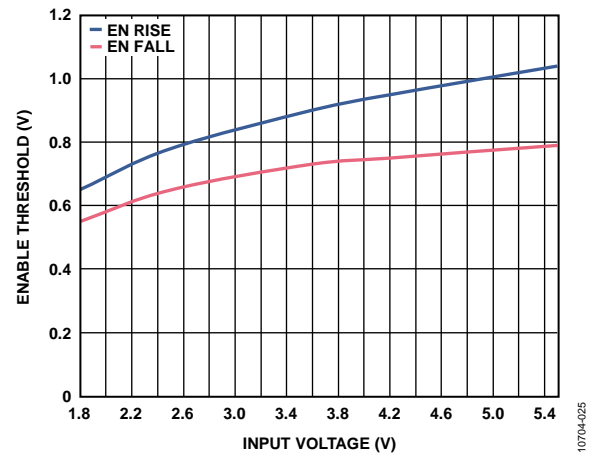


图24. EN典型阈值与输入电压( $V_{IN}$ )的关系

**时序**

开启延迟定义为 $V_{EN}$ 超过上升阈值电压的时间与 $V_{OUT}$ 上升至其最终值10%左右的时间间隔。ADP196集成开启延迟时间典型值为2 ms的电路，具有受控的上升时间，可限制 $V_{IN}$ 浪涌电流。如图25和图26所示，开启延迟与输入电压基本无关。

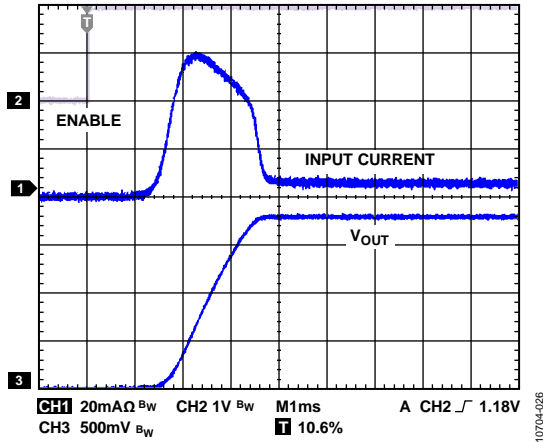


图25. 典型开启时间与浪涌电流的关系( $V_{IN} = 1.8\text{ V}$ ,  $C_{OUT} = 47\text{ }\mu\text{F}$ ,  $330\text{ }\Omega$ 负载)

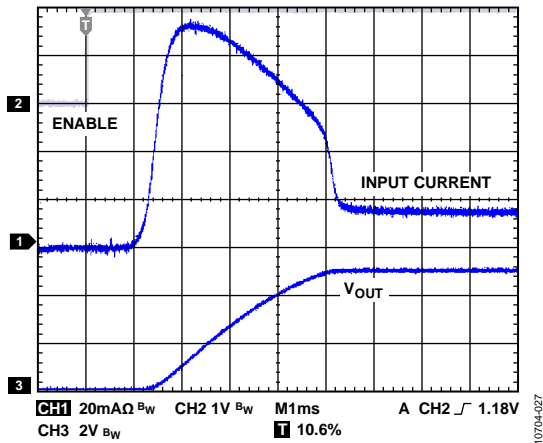


图26. 典型开启时间与浪涌电流的关系( $V_{IN} = 5\text{ V}$ ,  $C_{OUT} = 47\text{ }\mu\text{F}$ ,  $330\text{ }\Omega$ 负载)

上升时间定义为输出电压从 $V_{OUT}$  10%上升至90%达到其最终值所需的时间。该上升时间取决于内部电荷泵的上升时间。

对于数值极大的输出电容，RC时间常数(C表示负载电容 $C_{LOAD}$ ，R表示 $RDS_{ON} || R_{LOAD}$ )可成为输出电压上升时间的系数。由于 $RDS_{ON}$ 远小于 $R_{LOAD}$ ，因此将RC近似为 $RDS_{ON} \times C_{LOAD}$ 是妥当的。ADP196无需输入或负载电容，但使用电容可抑制电路板噪声。

关断时间定义为输出电压从 $V_{OUT}$ 的90%下降至10%达到其最终值所需的时间。关断时间同样取决于由输出电容和负载电阻确定的RC时间常数。图27显示典型关断时间，其中 $V_{IN} = 1.8\text{ V}$ 至 $5\text{ V}$ ， $C_{OUT} = 47\text{ }\mu\text{F}$ ， $R_{LOAD} = 330\text{ }\Omega$ 。

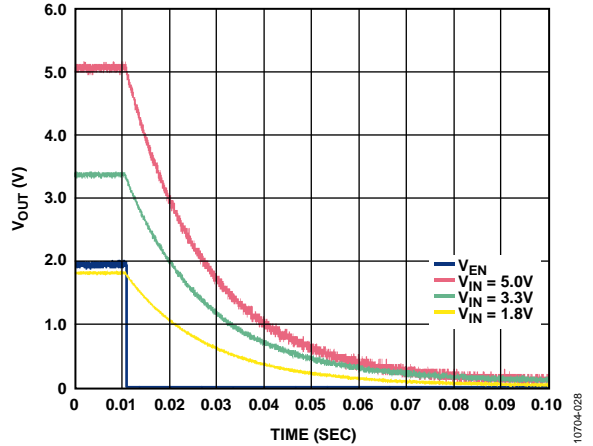


图27. 典型关断时间

**限流和热过载保护**

ADP196内置限流和热过载保护电路，可防止功耗过大导致受损。当输出负载达到4 A(典型值)时，限流电路就会起作用。当输出负载超过4 A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125°C(典型值)以下。在极端条件下(即高环境温度和/或高功耗)，当结温开始升至125°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110°C以下时，输出又会开启，输出电流恢复为正常工作值。

考虑 $V_{OUT}$ 至地发生负载短路的情况。首先，ADP196的限流功能起作用，因此，仅有4 A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125°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110°C以下时，输出开启，将4 A电流传导至短路路径中，再次导致结温升至125°C以上。结温在110°C至125°C范围内的热振荡导致电流在4 A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。

## 外形尺寸

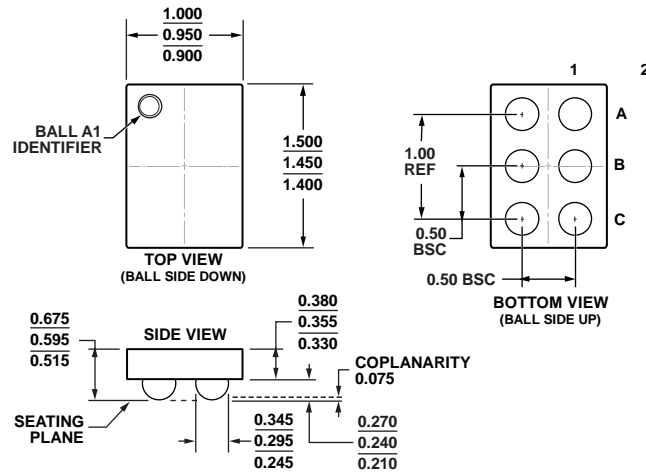


图28. 6引脚晶圆级芯片规模封装 [WLCSP]  
(CB-6-2)

图示尺寸单位: mm

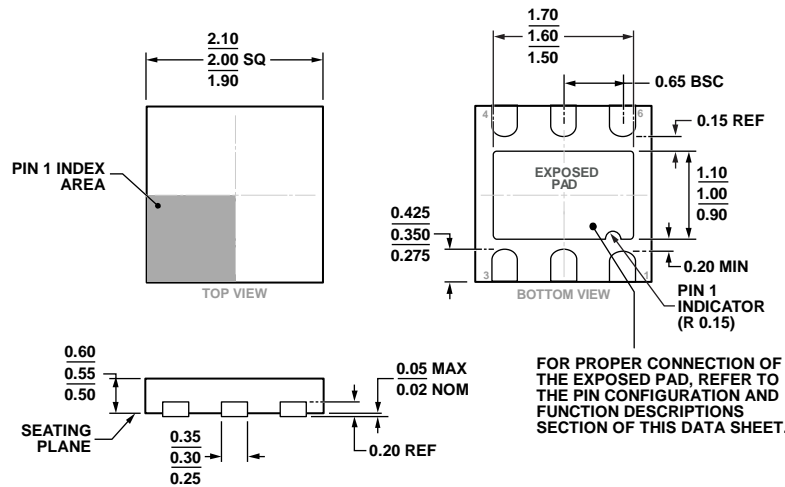


图29. 6引脚LFCSP\_UD封装 [引脚架构芯片级]

2.00 mm x 2.00 mm, 超薄体, 双列引脚

(CP-6-3)

图示尺寸单位: mm

### 订购指南

型号 <sup>1</sup>	温度范围	封装描述	封装选项	标识
ADP196ACBZ-R7	-40°C至+85°C	6引脚晶圆级芯片规模封装[WLCSP]	CB-6-2	AW
ADP196ACPZN-R7	-40°C至+85°C	6引脚引脚架构芯片级封装[LFCSP_UD]	CP-6-3	AW
ADP196ACBZ-01-R7	-40°C至+85°C	6引脚晶圆级芯片规模封装[WLCSP], 快速输出放电选项	CB-6-2	BK
ADP196ACPZN-01-R7	-40°C至+85°C	6引脚引脚架构芯片级封装[LFCSP_UD], 快速输出放电选项	CP-6-3	BK
ADP196CP-EVALZ		评估板		

<sup>1</sup>Z = 符合RoHS标准的器件。