

特性

- 内置补偿的隔离PWM反馈
- 原边变压器驱动器可在5 V输入电压下支持2.5 W输出功率
- 可调的稳压输出: 3.3 V至24 V
- 效率高达70%
- 可调振荡器频率: 200 kHz至1 MHz
- 上电时提供软启动功能
- 逐脉冲过流保护
- 热关断
- 5,000 V rms隔离
- 高共模瞬变抗扰度: >25 kV/μs
- 16引脚SOIC封装, 爬电距离为8.3 mm
- 工作温度最高可达: 105°C(最大值)

安全和法规认证(申请中)

- UL认证: 依据UL 1577, 1分钟5,000 V rms
- CSA元件验收通知#5A
- 符合VDE认证
- DIN V VDE V 0884-10 (VDE V 0884-10):2006-12
- $V_{IORM} = 849$ V峰值

应用

- 电源启动偏置和栅极驱动
- 隔离传感器接口
- 过程控制

概述

ADuM4070¹是一款稳压DC/DC隔离电源控制器, 内部集成MOSFET驱动器。该DC/DC控制器原边内置一个隔离式PWM反馈, 采用iCoupler[®]芯片级变压器技术和完整的回路补偿。无需采用光耦合器进行反馈以及为了稳定性而补偿环路。

相比未经调节的隔离DC/DC电源, ADuM4070隔离器可以提供更加稳定的输出电压和更高的效率。它采用宽体SOIC封装, 完全集成了反馈和环路补偿, 提供更小的尺寸和8.3 mm爬电距离解决方案。

功能框图

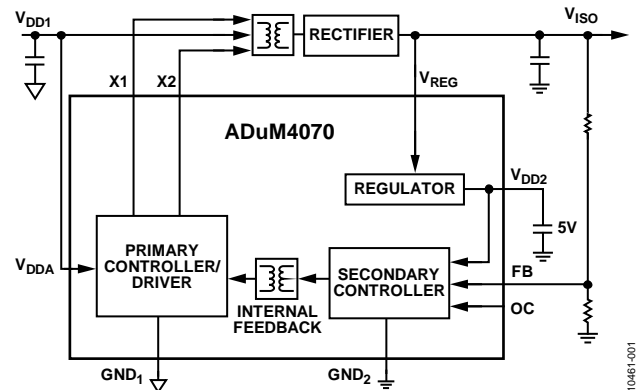


图1.

稳压反馈可在整个输出功率范围内提供相对平坦的效率曲线。ADuM4070可从5.0 V或3.3 V输入电压使能具有3.3 V至24 V隔离输出电压范围的DC/DC转换器, 输出功率达2.5 W。

¹ 受美国专利第5,952,849号、6,873,065号和7,075,329号保护, 其它专利正在申请中。

目录

特性.....	1	引脚配置和功能描述.....	8
应用.....	1	典型性能参数.....	9
功能框图.....	1	应用信息.....	14
概述.....	1	应用原理图.....	14
修订历史.....	2	变压器设计.....	15
技术规格.....	3	变压器匝数比.....	15
电气特性—5 V原边输入电源/5 V副边隔离电源.....	3	变压器ET常数.....	15
电气特性—3.3 V原边输入电源/3.3 V副边隔离电源.....	3	变压器原边电感和电阻.....	16
电气特性—5 V原边输入电源/3.3 V副边隔离电源.....	4	变压器隔离电压.....	16
电气特性—5 V原边输入电源/15 V副边隔离电源.....	4	开关频率.....	16
封装特性.....	5	瞬态响应.....	16
法规认证(申请中).....	5	器件选择.....	16
隔离和安全相关特性.....	5	印刷电路板(PCB)布局.....	17
DIN V VDE V 0884-10 (VDE V 0884-10):		热分析.....	17
2006-12隔离特性.....	6	功耗.....	17
建议工作条件.....	6	电源考虑.....	17
绝对最大额定值.....	7	隔离寿命.....	18
ESD警告.....	7	外形尺寸.....	19
		订购指南.....	19

修订历史

2012年10月—修订版0：初始版

技术规格

电气特性—5 V原边输入电源/5 V副边隔离电源

$4.5\text{ V} \leq V_{DD1} = V_{DDA} \leq 5.5\text{ V}$, $V_{DD2} = V_{REG} = V_{ISO} = 5.0\text{ V}$, $f_{SW} = 500\text{ kHz}$, 所有电压均参照其各自的地(参见图31应用原理图)。除非另有说明,所有最小值/最大值规格适用于整个推荐的工作范围。所有典型规格在 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{DD1} = V_{DDA} = 5.0\text{ V}$ 、 $V_{DD2} = V_{REG} = V_{ISO} = 5.0\text{ V}$ 条件下测得。

表1. DC-DC转换器静态规格

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件/注释
DC-DC转换器电源						
隔离输出电压	V_{ISO}	4.5	5.0	5.5	V	$I_{ISO} = 0\text{ mA}$, $V_{ISO} = V_{FB} \times (R1 + R2)/R2$
反馈电压设定点	V_{FB}	1.15	1.25	1.37	V	$I_{ISO} = 0\text{ mA}$
电压调整率 ¹	$V_{ISO}(\text{LINE})$		1	10	mV/V	$I_{ISO} = 50\text{ mA}$, $V_{DD1} = V_{DDA} = 4.5\text{ V}$ 至 5.5 V
负载调整率	$V_{ISO}(\text{LOAD})$		1	2	%	$I_{ISO} = 50\text{ mA}$ 至 200 mA
输出纹波	$V_{ISO}(\text{RIP})$		50		mV p-p	20 MHz带宽, $C_{OUT} = 0.1\text{ }\mu\text{F} 47\text{ }\mu\text{F}$, $I_{ISO} = 100\text{ mA}$
输出噪声	$V_{ISO}(\text{NOISE})$		100		mV p-p	20 MHz带宽, $C_{OUT} = 0.1\text{ }\mu\text{F} 47\text{ }\mu\text{F}$, $I_{ISO} = 100\text{ mA}$
开关频率	f_{SW}		1000		kHz	$R_{OC} = 50\text{ k}\Omega$
			200		kHz	$R_{OC} = 270\text{ k}\Omega$
		192	318	515	kHz	$V_{OC} = V_{DD2}$ (开环)
I_{DDA} 静态电流	$I_{DDA}(\text{Q})$		4	5	mA	
开关导通电阻	R_{ON}		0.5		Ω	
最大输出电源电流	$I_{ISO}(\text{MAX})$	400	500		mA	$f_{SW} \leq 1\text{ MHz}$, $V_{ISO} = 5.0\text{ V}$
最大输出电流时的效率			72		%	$I_{ISO} = I_{ISO}(\text{MAX})$, $f_{SW} \leq 1\text{ MHz}$

¹ V_{DD1} 是推挽变压器的电源; V_{DDA} 是ADuM4070第1侧的电源。

电气特性—3.3 V原边输入电源/3.3 V副边隔离电源

$3.0\text{ V} \leq V_{DD1} = V_{DDA} \leq 3.6\text{ V}$, $V_{DD2} = V_{REG} = V_{ISO} = 3.3\text{ V}$, $f_{SW} = 500\text{ kHz}$, 所有电压均参照其各自的地(参见图31应用原理图)。除非另有说明,所有最小值/最大值规格适用于整个推荐的工作范围。所有典型规格在 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{DD1} = V_{DDA} = 3.3\text{ V}$ 、 $V_{DD2} = V_{REG} = V_{ISO} = 3.3\text{ V}$ 条件下测得。

表2. DC-DC转换器静态规格

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件/注释
DC-DC转换器电源						
隔离输出电压	V_{ISO}	3.0	3.3	3.63	V	$I_{ISO} = 0\text{ mA}$, $V_{ISO} = V_{FB} \times (R1 + R2)/R2$
反馈电压设定点	V_{FB}	1.15	1.25	1.37	V	$I_{ISO} = 0\text{ mA}$
电压调整率 ¹	$V_{ISO}(\text{LINE})$		1	10	mV/V	$I_{ISO} = 50\text{ mA}$, $V_{DD1} = V_{DDA} = 3.0\text{ V}$ 至 3.6 V
负载调整率	$V_{ISO}(\text{LOAD})$		1	2	%	$I_{ISO} = 50\text{ mA}$ 至 200 mA
输出纹波	$V_{ISO}(\text{RIP})$		50		mV p-p	20 MHz带宽, $C_{OUT} = 0.1\text{ }\mu\text{F} 47\text{ }\mu\text{F}$, $I_{ISO} = 100\text{ mA}$
输出噪声	$V_{ISO}(\text{NOISE})$		100		mV p-p	20 MHz带宽, $C_{OUT} = 0.1\text{ }\mu\text{F} 47\text{ }\mu\text{F}$, $I_{ISO} = 100\text{ mA}$
开关频率	f_{SW}		1000		kHz	$R_{OC} = 50\text{ k}\Omega$
			200		kHz	$R_{OC} = 270\text{ k}\Omega$
		192	318	515	kHz	$V_{OC} = V_{DD2}$ (开环)
I_{DDA} 静态电流	$I_{DDA}(\text{Q})$		2	3.5	mA	
开关导通电阻	R_{ON}		0.6		Ω	
最大输出电源电流	$I_{ISO}(\text{MAX})$	250	350		mA	$f_{SW} \leq 1\text{ MHz}$, $V_{ISO} = 3.3\text{ V}$
最大输出电流时的效率			68		%	$I_{ISO} = I_{ISO}(\text{MAX})$, $f_{SW} \leq 1\text{ MHz}$

¹ V_{DD1} 是推挽变压器的电源; V_{DDA} 是ADuM4070第1侧的电源。

ADuM4070

电气特性—5 V原边输入电源/3.3 V副边隔离电源

$4.5\text{ V} \leq V_{DD1} = V_{DDA} \leq 5.5\text{ V}$, $V_{DD2} = V_{REG} = V_{ISO} = 3.3\text{ V}$, $f_{SW} = 500\text{ kHz}$, 所有电压均参照其各自的地(参见图31应用原理图)。除非另有说明, 所有最小值/最大值规格适用于整个推荐的工作范围。所有典型规格在 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{DD1} = V_{DDA} = 5.0\text{ V}$ 、 $V_{DD2} = V_{REG} = V_{ISO} = 3.3\text{ V}$ 条件下测得。

表3. DC-DC转换器静态规格

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件/注释
DC-DC转换器电源						
隔离输出电压	V_{ISO}	3.0	3.3	3.63	V	$I_{ISO} = 0\text{ mA}$, $V_{ISO} = V_{FB} \times (R1 + R2)/R2$
反馈电压设定点	V_{FB}	1.15	1.25	1.37	V	$I_{ISO} = 0\text{ mA}$
电压调整率 ¹	$V_{ISO}(\text{LINE})$		1	10	mV/V	$I_{ISO} = 50\text{ mA}$, $V_{DD1} = V_{DDA} = 4.5\text{ V}$ 至 5.5 V
负载调整率	$V_{ISO}(\text{LOAD})$		1	2	%	$I_{ISO} = 50\text{ mA}$ 至 200 mA
输出纹波	$V_{ISO}(\text{RIP})$		50		mV p-p	20 MHz带宽, $C_{OUT} = 0.1\ \mu\text{F} 47\ \mu\text{F}$, $I_{ISO} = 100\text{ mA}$
输出噪声	$V_{ISO}(\text{NOISE})$		100		mV p-p	20 MHz带宽, $C_{OUT} = 0.1\ \mu\text{F} 47\ \mu\text{F}$, $I_{ISO} = 100\text{ mA}$
开关频率	f_{SW}		1000		kHz	$R_{OC} = 50\text{ k}\Omega$
			200		kHz	$R_{OC} = 270\text{ k}\Omega$
		209	318	515	kHz	$V_{OC} = V_{DD2}$ (开环)
I_{DDA} 静态电流	$I_{DDA}(\text{Q})$		3.5	5	mA	
开关导通电阻	R_{ON}		0.5		Ω	
最大输出电源电流	$I_{ISO}(\text{MAX})$	400	500		mA	$f_{SW} \leq 1\text{ MHz}$, $V_{ISO} = 3.3\text{ V}$
最大输出电流时的效率			70		%	$I_{ISO} = I_{ISO}(\text{MAX})$, $f_{SW} \leq 1\text{ MHz}$

¹ V_{DD1} 是推挽变压器的电源; V_{DDA} 是ADuM4070第1侧的电源。

电气特性—5 V原边输入电源/15 V副边隔离电源

$4.5\text{ V} \leq V_{DD1} = V_{DDA} \leq 5.5\text{ V}$, $V_{REG} = V_{ISO} = 15\text{ V}$, $V_{DD2} = 5.0\text{ V}$, $f_{SW} = 500\text{ kHz}$, 所有电压均参照其各自的地(参见图32应用原理图)。除非另有说明, 所有最小值/最大值规格适用于整个推荐的工作范围。所有典型规格在 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{DD1} = V_{DDA} = 5.0\text{ V}$ 、 $V_{REG} = V_{ISO} = 15\text{ V}$ 、 $V_{DD2} = 5.0\text{ V}$ 条件下测得。

表4. DC-DC转换器静态规格

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件/注释
DC-DC转换器电源						
隔离输出电压	V_{ISO}	13.8	15.0	16.5	V	$I_{ISO} = 0\text{ mA}$, $V_{ISO} = V_{FB} \times (R1 + R2)/R2$
反馈电压设定点	V_{FB}	1.15	1.25	1.37	V	$I_{ISO} = 0\text{ mA}$
V_{DD2} 线性稳压器电压	V_{DD2}	4.5	5.0	5.5	V	$V_{REG} = 7\text{ V}$ 至 15 V , $I_{DD2} = 0\text{ mA}$ 至 50 mA
压差	$V_{DD2}(\text{DO})$		0.5	1.5	V	$I_{DD2} = 50\text{ mA}$
电压调整率 ¹	$V_{ISO}(\text{LINE})$		1	20	mV/V	$I_{ISO} = 50\text{ mA}$, $V_{DD1} = V_{DDA} = 4.5\text{ V}$ 至 5.5 V
负载调整率	$V_{ISO}(\text{LOAD})$		1	3	%	$I_{ISO} = 20\text{ mA}$ 至 80 mA
输出纹波	$V_{ISO}(\text{RIP})$		200		mV p-p	20 MHz带宽, $C_{OUT} = 0.1\ \mu\text{F} 47\ \mu\text{F}$, $I_{ISO} = 100\text{ mA}$
输出噪声	$V_{ISO}(\text{NOISE})$		500		mV p-p	20 MHz带宽, $C_{OUT} = 0.1\ \mu\text{F} 47\ \mu\text{F}$, $I_{ISO} = 100\text{ mA}$
开关频率	f_{SW}		1000		kHz	$R_{OC} = 50\text{ k}\Omega$
			200		kHz	$R_{OC} = 270\text{ k}\Omega$
		192	318	515	kHz	$V_{OC} = V_{DD2}$ (开环)
I_{DDA} 静态电流	$I_{DDA}(\text{Q})$		3.5	5	mA	
开关导通电阻	R_{ON}		0.5		Ω	
最大输出电源电流	$I_{ISO}(\text{MAX})$	100	140		mA	$f_{SW} \leq 1\text{ MHz}$, $V_{ISO} = 15.0\text{ V}$
最大输出电流时的效率			78		%	$I_{ISO} = I_{ISO}(\text{MAX})$, $f_{SW} \leq 1\text{ MHz}$

¹ V_{DD1} 是推挽变压器的电源; V_{DDA} 是ADuM4070第1侧的电源。

封装特性

表5.

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件/注释
电阻和电容						
电阻(输入至输出) ¹	R_{I-O}		10 ¹²		Ω	f = 1 MHz 热电偶位于封装底部中心， 利用细走线的4层电路板进行测试 ²
电容(输入至输出) ¹	C_{I-O}		2.2		pF	
IC结至环境热阻	θ_{JA}		45		$^{\circ}\text{C}/\text{W}$	
热关断						
热关断阈值	TS_{SD}		150		$^{\circ}\text{C}$	T_J 上升
热关断迟滞	TS_{SD-HYS}		20		$^{\circ}\text{C}$	

¹ 假设器件为双端器件：引脚1至引脚8短接，引脚9至引脚16短接。

² 热模型定义见热分析部分。

法规认证(申请中)

ADuM4070正在接受表6所列机构的认证。关于特定交叉隔离波形和绝缘水平下的推荐最大工作电压，请参阅表11和隔离寿命部分。

表6.

UL ¹	CSA	VDE ²
UL 1577器件认可程序认可	CSA元件验收通知#5A批准	DIN V VDE V 0884-10 (VDE V 0884-10)
单一保护，5000 V rms隔离电压	基本绝缘符合CSA 60950-1-03和IEC 60950-1标准，600 V rms(848 V峰值)最大工作电压 加强绝缘符合CSA 60950-1-03和IEC 60950-1标准，400 V rms(565 V峰值)最大工作电压 加强绝缘符合IEC 60601-1标准，250 V均方根值(353 V峰值)最大工作电压	认证：2006-12 加强绝缘，849 V峰值
文件E214100	文件205078	文件2471900-4880-0001

¹ 依据UL1577，每个ADuM4070器件都经过1秒钟绝缘测试电压 ≥ 6000 V rms的验证测试(漏电流检测限值为10 μA)。

² 依据DIN V VDE V 0884-10 (VDE V 0884-10):2006-12，每个ADuM4070都经过1秒钟绝缘测试电压 ≥ 1050 V峰值的验证测试(局部放电检测限值为5 pC)。器件标识中的星号(*)表示通过DIN V VDE V 0884-10 (VDE V 0884-10):2006-12认证。

隔离和安全相关特性

表7.

参数	符号	值	单位	测试条件/注释
额定电介质隔离电压		5000	V rms	持续1分钟
最小外部气隙(间隙)	L(I01)	>8.0	mm	测量输入端至输出端，空气最短距离
最小外部爬电距离	L(I02)	>8.3	mm	测量输入端至输出端，沿壳体最短距离
最小内部间隙		0.017 min	mm	隔离距离
漏电阻抗(相对漏电指数)	CTI	>400	V	DIN IEC 112/VDE 0303第1部分
隔离组		II		材料组(DIN VDE 0110, 1/89, 表1)

ADuM4070

DIN V VDE V 0884-10 (VDE V 0884-10): 2006-12隔离特性

此隔离器适合安全限制数据范围内的增强电隔离。保护电路维护安全数据。器件标识中的星号(*)表示通过DIN V VDE V 0884-10 (VDE V 0884-10):2006-12认证。

表8.

描述	测试条件/注释	符号	特性	单位
DIN VDE 0110装置分类			I至IV	
额定电源电压≤ 150 V rms			I至IV	
额定电源电压≤ 300 V rms			I至III	
额定电源电压≤ 400 V rms			40/105/21	
环境分类			2	
污染度(DIN VDE 0110, 表1)				
最大工作绝缘电压		V_{IORM}	849	V peak
输入至输出测试电压, 方法B1	$V_{IORM} \times 1.875 = V_{pd(m)}$, 100%生产测试, $t_{ini} = t_m = 1$ 秒, 局部放电 < 5 pC	$V_{pd(m)}$	1592	V peak
输入至输出测试电压, 方法A				
跟随环境测试, 子类1	$V_{IORM} \times 1.5 = V_{pd(m)}$, $t_{ini} = 60$ 秒, $t_m = 10$ 秒, 局部放电 < 5 pC	$V_{pd(m)}$	1273	V peak
跟随输入和/或安全测试, 子类2和子类3	$V_{IORM} \times 1.2 = V_{pd(m)}$, $t_{ini} = 60$ 秒, $t_m = 10$ 秒, 局部放电 < 5 pC	$V_{pd(m)}$	1018	V peak
最高允许过压		V_{IOTM}	6000	V peak
浪涌隔离电压		V_{IOSM}	6000	V peak
安全限值	$V_{PEAK} = 10$ kV, 1.2 μ s上升时间, 50 μ s, 50%下降时间 出现故障时允许的最大值(见图2)			
壳温		T_S	150	°C
功耗, 第1侧、第2侧		P_{VDDAV}, P_{VREG}	2.78	W
在 T_S 的绝缘电阻	$V_{IO} = 500$ V	R_S	>10 ⁹	Ω

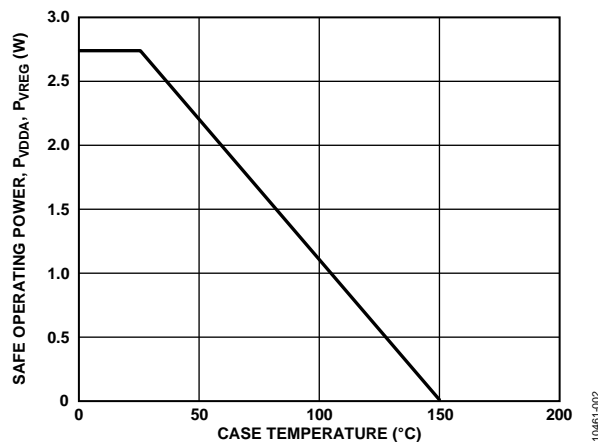


图2. 热减额曲线，依据DIN EN 60747-5-2获得的安全限值与壳温的关系

建议工作条件

表9.

参数	符号	最小值	最大值	单位
温度				
工作温度	T_A	-40	+105	°C
负载				
最低负载	$I_{ISO(MIN)}$	10		mA

绝对最大额定值

除非另有说明，环境温度 = 25°C。

表10.

参数	额定值
存储温度范围 (T_{ST})	-55
工作环境温度范围 (T_A)	-40°C至+105°C
电源电压 ¹	
V_{DDA} , V_{DD2} ²	-0.5 V至+7.0 V
V_{REG} , X1, X2	-0.5 V至+20.0 V
共模瞬变 ³	-100 kV/μs至+100 kV/μs

¹ 各电压均参照其各自的地。

² V_{DD1} 是推挽变压器的电源； V_{DDA} 是ADuM4070第2侧的电源。

³ 指隔离栅上的共模瞬变。超过绝对最大额定值的共模瞬变可能导致闩锁或永久损坏。

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。

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。

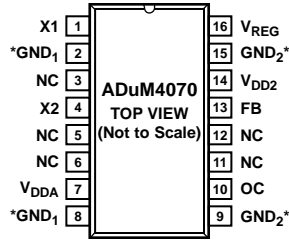
表11. 支持最短50年寿命的最大连续工作电压¹

参数	最大值	单位	约束条件
交流电压，双极性波形	565	V peak	最少50年寿命
交流电压，单极性波形	848	V peak	最少50年寿命
直流电压	848	V peak	最少50年寿命

¹ 指隔离栅上的连续电压幅度。详情见隔离寿命部分。

ADuM4070

引脚配置和功能描述



NOTES

1. NC = NO CONNECT. DO NOT CONNECT TO THIS PIN.

*PIN 2 AND PIN 8 ARE INTERNALLY CONNECTED; IT IS RECOMMENDED THAT BOTH PINS BE CONNECTED TO A COMMON GROUND. PIN 9 AND PIN 15 ARE INTERNALLY CONNECTED; IT IS RECOMMENDED THAT BOTH PINS BE CONNECTED TO A COMMON GROUND.

10461-003

图3. 引脚配置

表12. 引脚功能描述

引脚编号	名称	描述
1	X1	变压器驱动器输出1。
2, 8	GND ₁	隔离器原边的参考地。引脚2与引脚8内部互连；建议将这两个引脚均连至公共地。
3, 5, 6, 11, 12	NC	不连接。请勿连接该引脚。
4	X2	变压器驱动器输出2。
7	V _{DDA}	原边电源电压(3.0V至5.5V)。在V _{DDA} 和GND ₁ 间连接一个0.1 μF旁路电容。
9, 15	GND ₂	隔离器副边的参考地。引脚9与引脚15内部互连；建议将这两个引脚均连至公共地。
10	OC	振荡器控制引脚。OC引脚高电平连接至V _{DD2} 引脚时，副边控制器工作在开环(无调节)模式。为调节输出电压，需在OC引脚与GND ₂ 引脚之间连接一个电阻；副边控制器的工作频率需保持在200 kHz至1 MHz之间，可通过电阻值编程控制。
13	FB	副边输出电压V _{ISO} 的反馈输入。在V _{ISO} 输出与FB引脚之间连接一个电阻分压器，可使V _{FB} = 1.25 V内部基准电平，计算公式为V _{ISO} = V _{FB} × (R1 + R2)/R2。即使在开环模式下也需要用到电阻分压器，以便于实现软启动。
14	V _{DD2}	隔离器副边的内部电源电压。当向V _{REG} 引脚施加足够大的外部电压后，内部调节器将V _{DD2} 引脚的电压稳定在5.0V。否则，V _{DD2} 应处在3.0V至5.5V之间。在V _{DD2} 与GND2之间连接一个0.1 μF旁路电容。
16	V _{REG}	内部稳压器的输入引脚，可为副边控制器供电。V _{REG} 的值应处于5.5 V至15 V之间，以便将V _{DD2} 输出电压稳定在5.0V。

典型性能参数

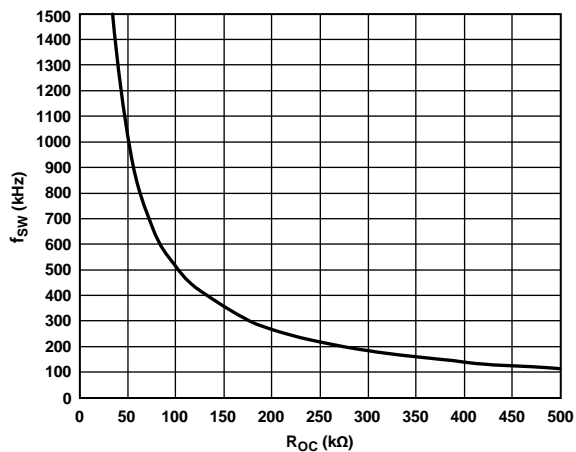


图4. 开关频率(f_{sw})与 R_{OC} 电阻的关系

10461-004

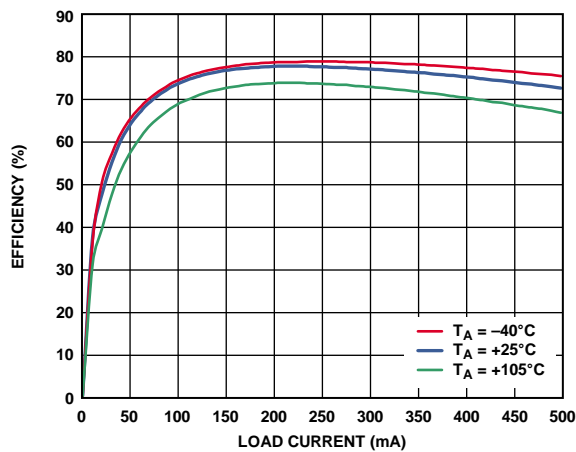


图7. 开关频率 $f_{sw}=500\text{ kHz}$, 5 V输入至5 V输出时, 在整个温度范围内的典型效率, 使用1:2 Coilcraft变压器(CR7983-CL)

10461-007

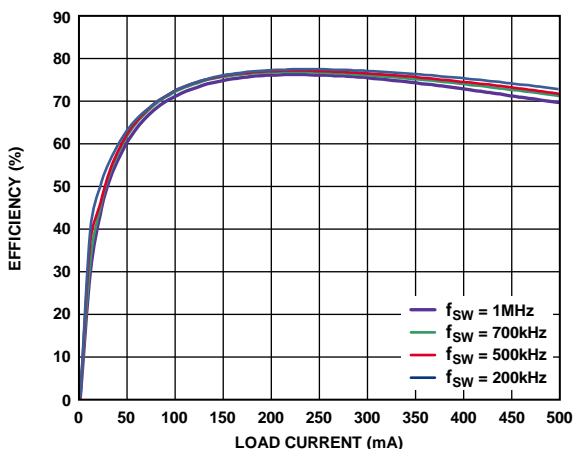


图5. 5 V输入至5 V输出时, 不同开关频率下的典型效率, 使用1:2 Coilcraft变压器(CR7983-CL)

10461-005

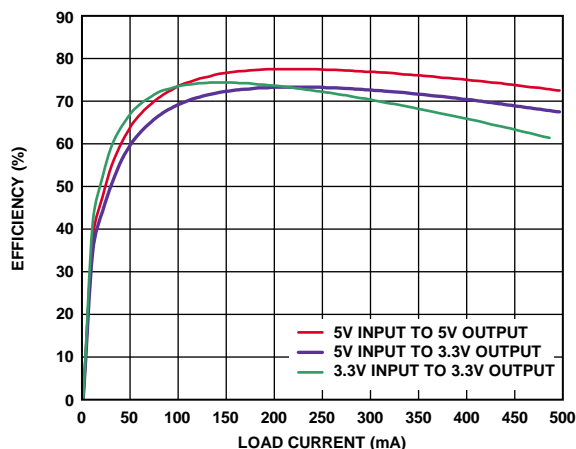


图8. 单电源供电效率, 使用1:2 Coilcraft变压器(CR7983-CL), $f_{sw}=500\text{ kHz}$ 时

10461-008

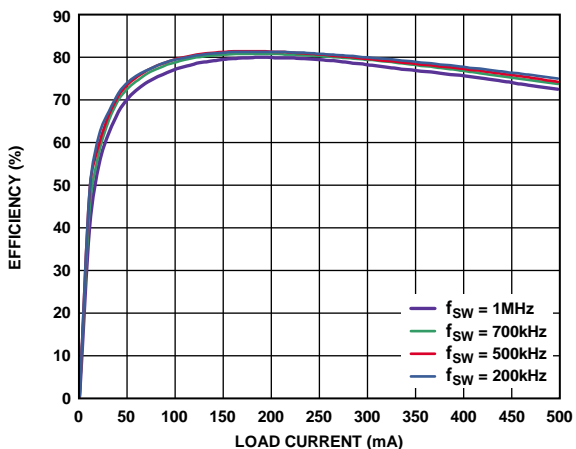


图6. 5 V输入至5 V输出时, 不同开关频率下的典型效率, 使用1:2 Halo变压器(TGSAD-560V8LF)

10461-006

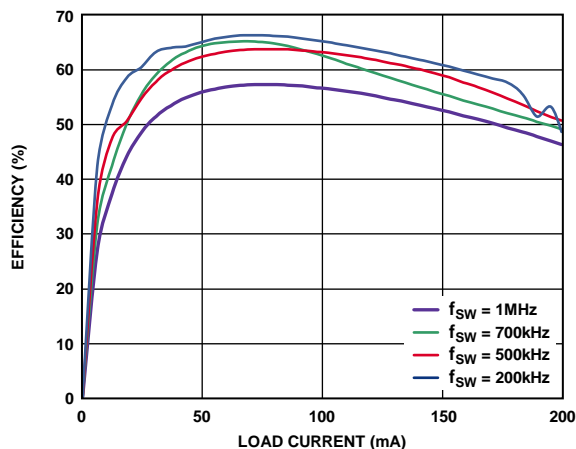


图9. 3.3 V输入至5 V输出时, 不同开关频率下的典型效率, 使用1:3 Coilcraft变压器(CR7984-CL)

10461-009

ADuM4070

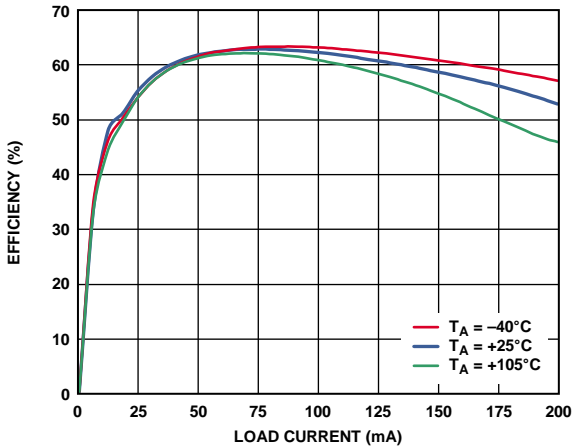


图10. 开关频率 $f_{sw}=500\text{ kHz}$, 3.3 V输入至5 V输出时, 在整个温度范围内的典型效率, 使用1:3 Coilcraft变压器(CR7984-CL)

10461-010

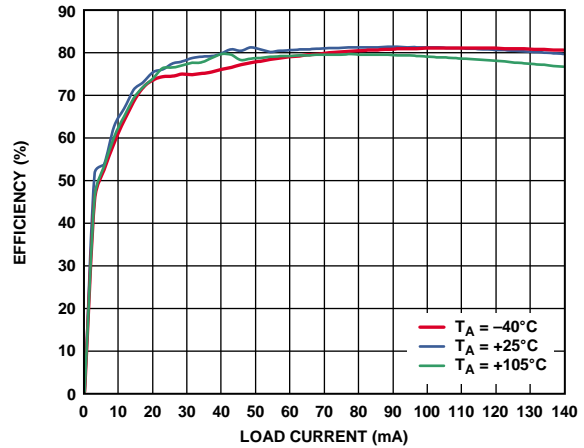


图13. 开关频率 $f_{sw}=500\text{ kHz}$, 3.3 V输入至5 V输出时, 在整个温度范围内的典型效率, 使用1:3 Coilcraft变压器(CR7984-CL)

10461-013

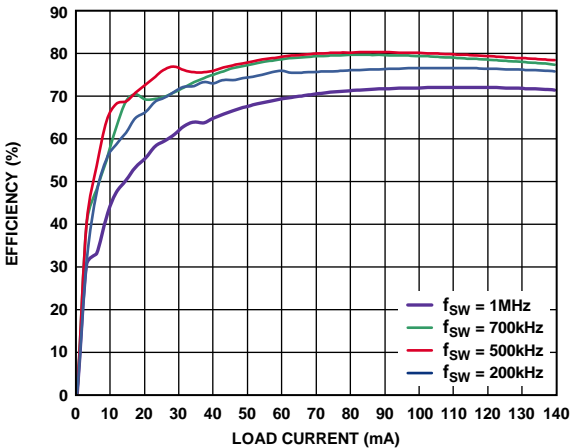


图11. 5 V输入至15 V输出时, 不同开关频率下的典型效率, 使用1:3 Coilcraft变压器(CR7984-CL)

10461-011

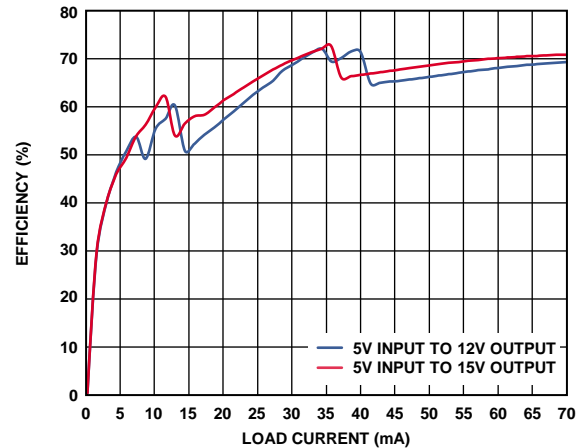


图14. 双电源供电效率, 使用1:5 Coilcraft变压器(CR7985-CL), $f_{sw}=500\text{ kHz}$ 时

10461-014

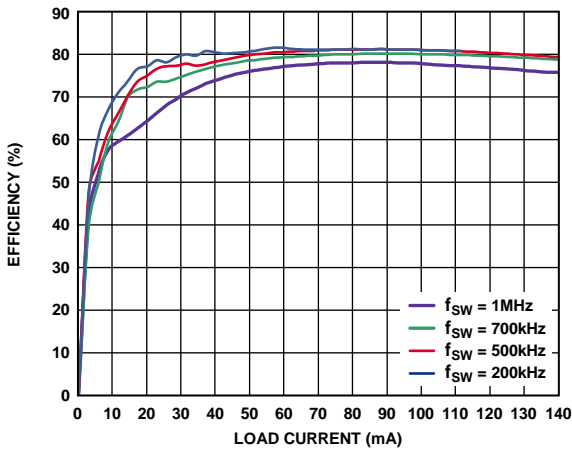


图12. 5 V输入至15 V输出时, 不同开关频率下的典型效率, 使用1:3 Halo变压器(TGSAD-590V8LF)

10461-012

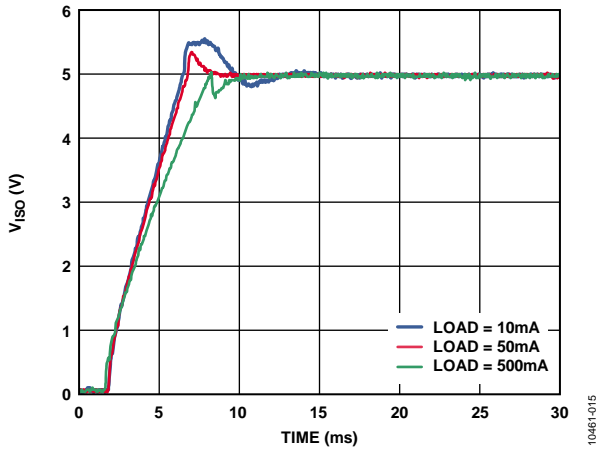


图15. 典型 V_{ISO} 启动, 10 mA、50 mA和500 mA输出负载, 5 V输入至5 V输出

10461-015

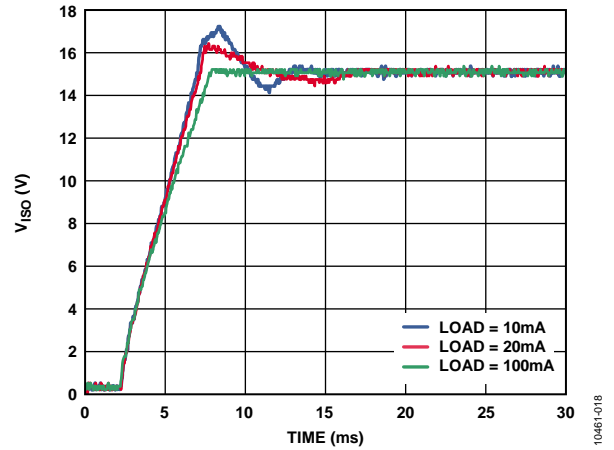


图18. 典型 V_{ISO} 启动, 10 mA、20 mA和100 mA输出负载, 5 V输入至15 V输出

10461-018

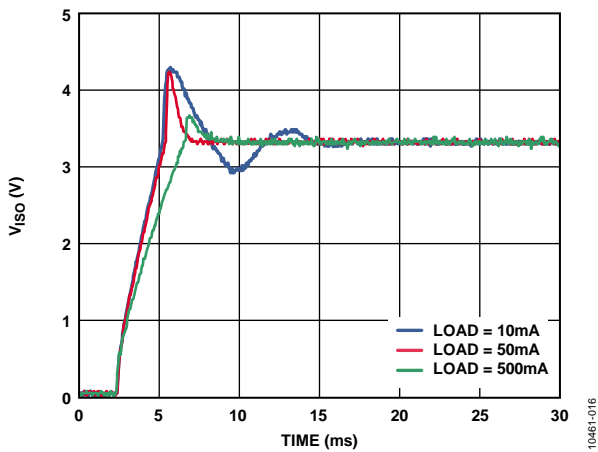


图16. 典型 V_{ISO} 启动, 10 mA、50 mA和500 mA输出负载, 5 V输入至3.3 V输出

10461-016

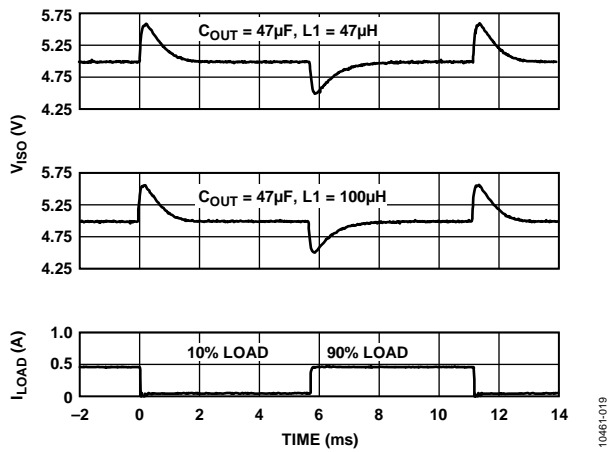


图19. 典型 V_{ISO} 负载瞬态响应, 500 mA负载的10%至90%, $f_{SW} = 500$ kHz, 5 V输入至5 V输出

10461-019

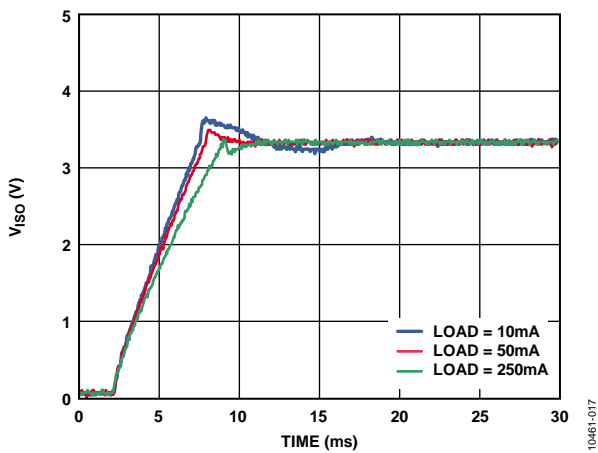


图17. 典型 V_{ISO} 启动, 10 mA、50 mA和250 mA输出负载, 3.3 V输入至3.3 V输出

10461-017

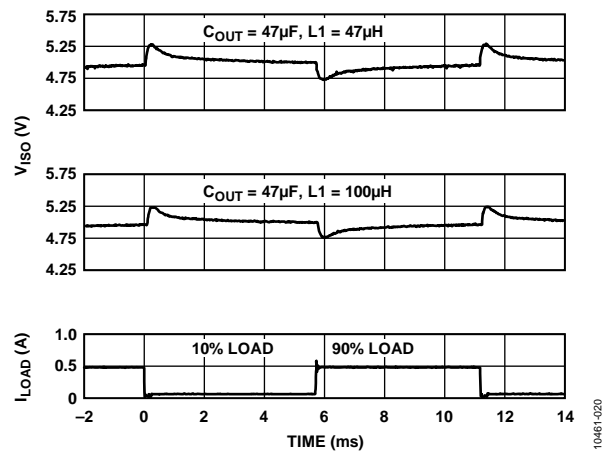


图20. 典型 V_{ISO} 负载瞬态响应, 500 μ A负载的10%至90%, 0.1 μ F反馈电容, $f_{SW} = 500$ kHz, 5 V输入至5 V输出

10461-020

ADuM4070

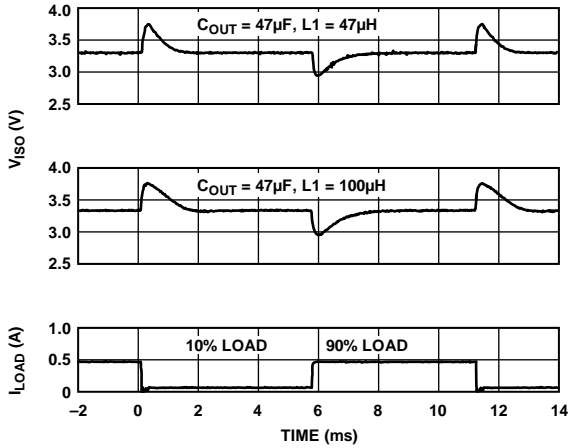


图21. 典型 V_{ISO} 负载瞬态响应, 500 mA负载的10%至90%, $f_{SW} = 500$ kHz, 5 V输入至3.3 V输出

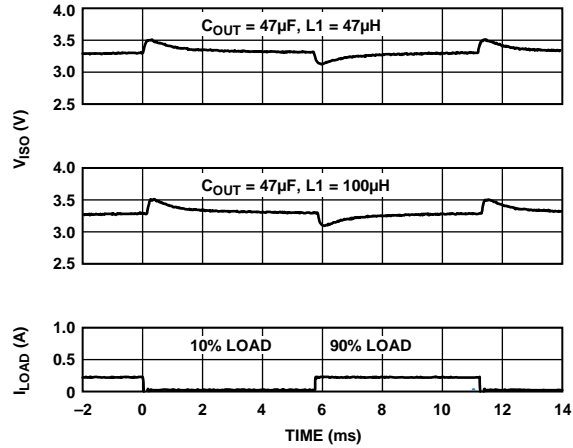


图24. 典型 V_{ISO} 负载瞬态响应, 250 mA负载的10%至90%, $0.1\mu F$ 反馈电容, $f_{SW} = 500$ kHz, 3.3 V输入至3.3 V输出

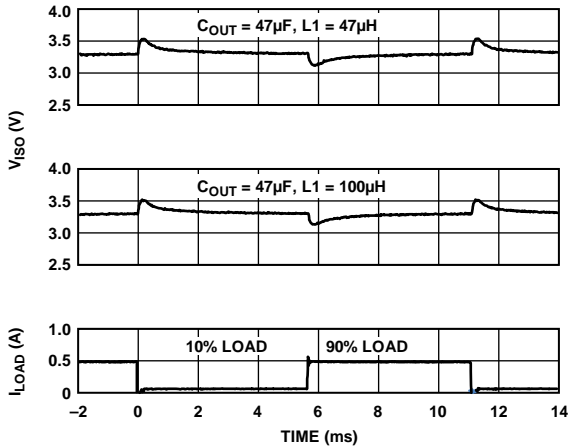


图22. 典型 V_{ISO} 负载瞬态响应, 500 mA负载的10%至90%, $0.1\mu F$ 反馈电容, $f_{SW} = 500$ kHz, 5 V输入至3.3 V输出

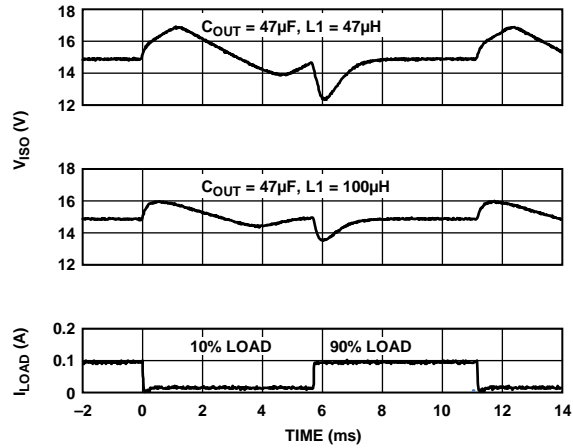


图25. 典型 V_{ISO} 负载瞬态响应, 100 mA负载的10%至90%, $f_{SW} = 500$ kHz, 5 V输入至15 V输出

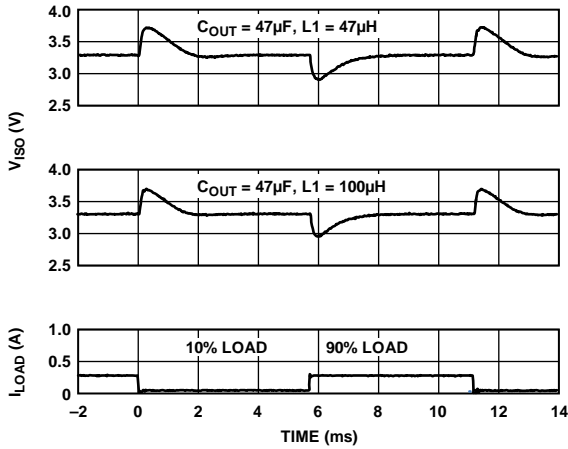


图23. 典型 V_{ISO} 负载瞬态响应, 250 mA负载的10%至90%, $f_{SW} = 500$ kHz, 3.3 V输入至3.3 V输出

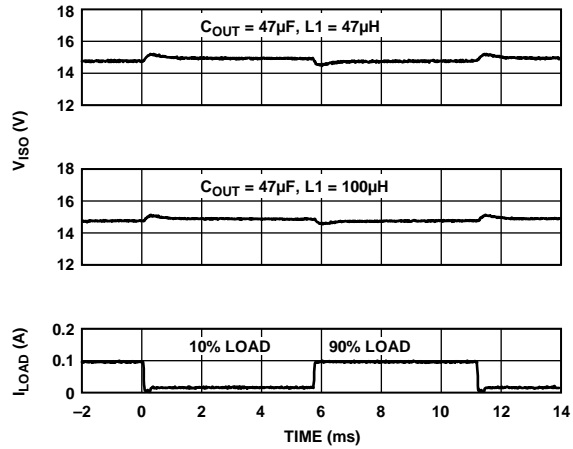


图26. 典型 V_{ISO} 负载瞬态响应, 100 mA负载的10%至90%, $0.1\mu F$ 反馈电容, $f_{SW} = 500$ kHz, 5 V输入至15 V输出

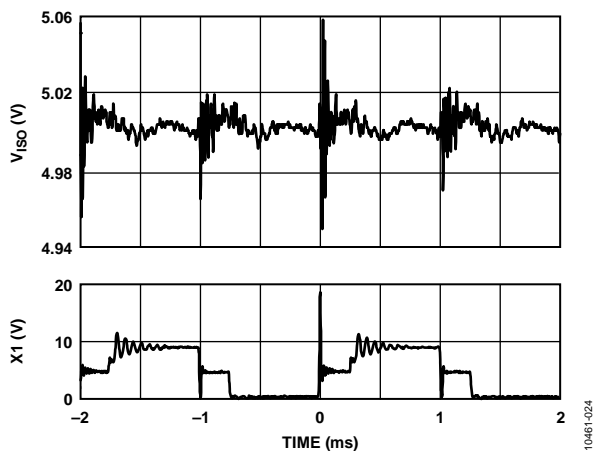


图27. 典型 V_{ISO} 输出电压纹波, 500 mA负载,
 $f_{SW} = 500$ kHz, 5 V输入至5 V输出

10461-024

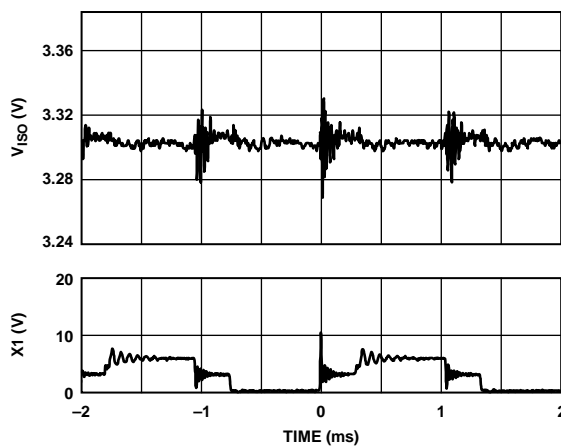


图29. 典型 V_{ISO} 输出电压纹波, 250 mA负载,
 $f_{SW} = 500$ kHz, 3.3 V输入至3.3 V输出

10461-026

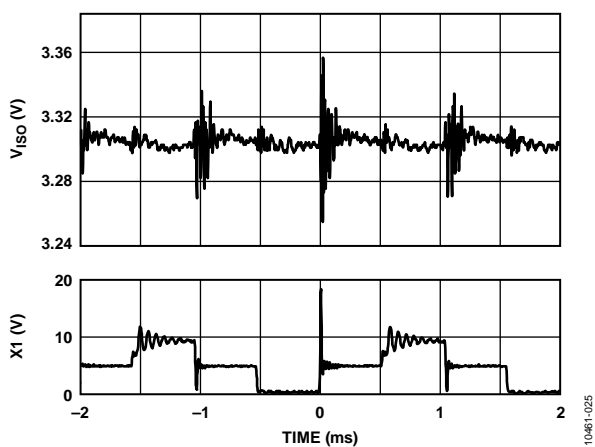


图28. 典型 V_{ISO} 输出电压纹波, 500 mA负载,
 $f_{SW} = 500$ kHz, 5 V输入至3.3 V输出

10461-025

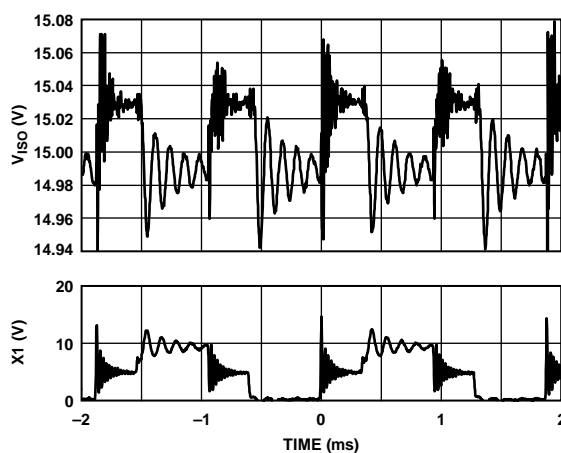


图30. 典型 V_{ISO} 输出电压纹波, 100 mA负载,
 $f_{SW} = 500$ kHz, 5 V输入至15 V输出

10461-027

应用信息

ADuM4070的DC-DC转换器采用带有隔离脉宽调制(PWM)反馈的副边控制器结构。 V_{DD1} 为一个振荡电路供电；该电路利用X1和X2引脚处的推挽式开关，可以将电流切换至外部肖特基二极管(D1和D2)全波整流，并由电感L1和电容 C_{OUT} 滤波，然后调节至3.3 V至15 V的隔离电源电压。

副边(V_{ISO})控制器利用输出端电阻分压器提供的反馈电压 V_{FB} 调节输出，产生一个PWM控制信号，然后由标记为 V_{FB} 的专用iCoupler数据通道送至原边(V_{DD1})。原边PWM转换器可改变开关X1、X2的占空比，以实现对振荡电路的调制并控制副边的供电。该反馈可以实现更高的功率和效率。

ADuM4070利用 V_{DDA} 电源输入引脚的迟滞特性实现欠压闭锁(UVLO)。此功能确保转换器不会因为高噪声输入电源或者上电斜升速率较慢而进入振荡状态。

为了获得最佳负载调整率，建议最小负载电流为10 mA。负载较小可能会因为PWM脉冲较短或不稳定而导致芯片产生过大噪声。在某些情况下，这种方式所产生的过大噪声会导致稳压控制问题。

应用原理图

ADuM4070的三个主要应用原理图见图31至图33。图31有一个中心抽头副边和两个肖特基二极管，可为单个输出提供全波整流，一般适用于3.3 V、5 V、12 V和15 V电源电压。而对于 $V_{ISO} = 3.3$ V或5 V时的单电源供电， V_{REG} 、 V_{DD2} 和 V_{ISO} 可以连接在一起。

图32是一个倍压电路，可用于单电源供电，其输出电压超过15 V，而15 V是可以连接到稳压器输入引脚 V_{REG} (引脚16)的最大电源。在图32所示电路中，输出电压可以高达24 V， V_{REG} 引脚处的电压可以高达12 V。使用图32所示的电路以获得10 V以下的输出电压时(例如： $V_{DD1} = 3.3$ V， $V_{ISO} = 5$ V)，应将 V_{REG} 直接连接到 V_{ISO} 。

图33是一个粗调正电源和无调节负电源的例子，同样采用倍压二次电路，输出约为±5 V、±12 V和±15 V。

对于图31至图33所示的全部电路，隔离输出电压(V_{ISO})可以利用分压器R1和R2(值为1 kΩ至100 kΩ)设置，计算公式如下：

$$V_{ISO} = V_{FB} \times (R1 + R2)/R2$$

其中： V_{FB} 是内部反馈电压，值约为1.25 V。

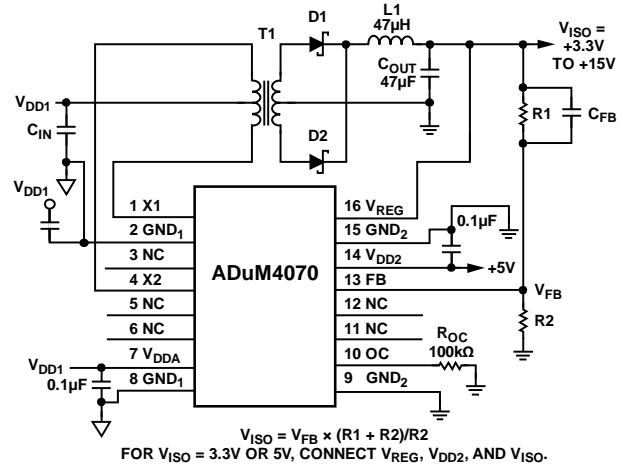


图31. 单电源供电

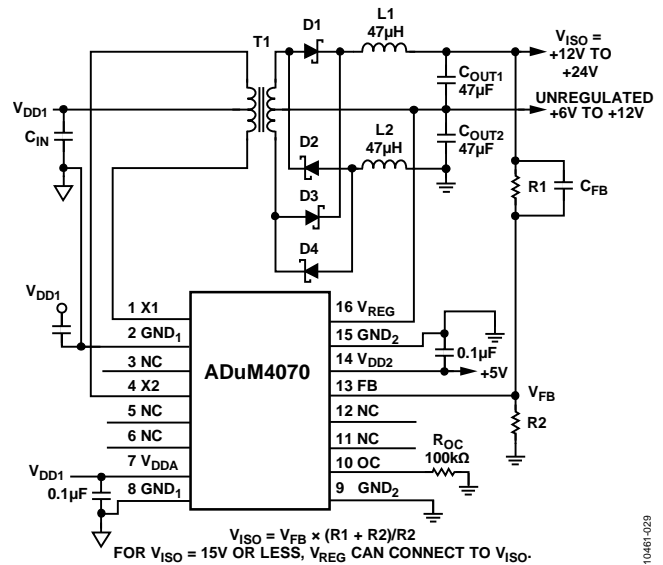


图32. 双电源供电

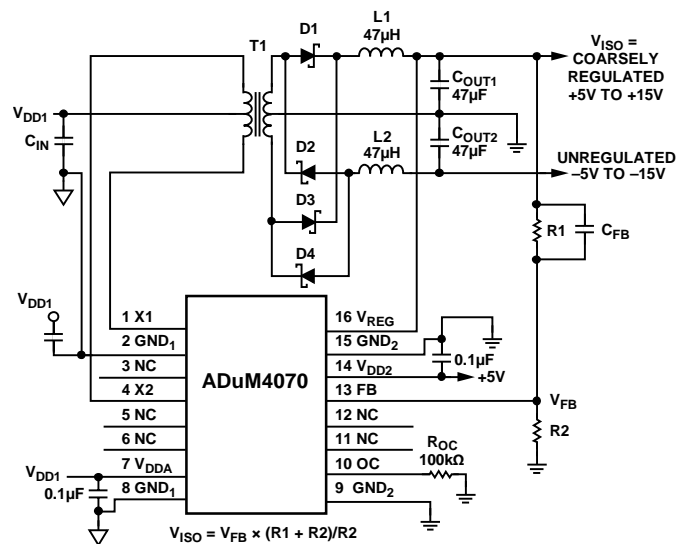


图33. 正电源及未调节的负电源

变压器设计

图31、图32和图33采用定制变压器(见表13)。设计用于ADuM4070的变压器与用于不调节输出电压的隔离式DC-DC转换器的其它变压器不同。输出电压由ADuM4070的PWM控制器进行调整,该控制器利用从隔离数字通道接收的副边反馈电压 V_{FB} 来改变原边开关的占空比。内部控制器的最大占空比为40%。

变压器匝数比

为确定变压器匝数比,并考虑原边开关、副边二极管和电感的功率损失,应根据公式1计算ADuM4070的外部变压器匝数比:

$$\frac{N_s}{N_p} = \frac{V_{ISO} + V_D}{V_{DD1(MIN)} \times D \times 2} \quad (1)$$

其中:

N_s/N_p 为原副边匝数比。

V_{ISO} 为隔离输出电源电压。

V_D 为肖特基二极管压降(最大值0.5 V)。

$V_{DD1(MIN)}$ 为最小输入电源电压。

D 为占空比,30%典型占空比时 $D = 0.30$ (最大占空比为40%)。

2是推挽开关周期的乘法系数。

对于图31所示电路,采用表13的5 V至5 V参考设计, $V_{DD1(MIN)} = 4.5$ V,匝数比 $N_s/N_p = 2$ 。

而对于一个3.3 V输入至3.3 V输出隔离单电源供电设计($V_{DD1(MIN)} = 3.0$ V),匝数比 N_s/N_p 也等于2。因此,同样的变压器匝数比 $N_s/N_p = 2$ 可应用在三种不同的单电源供电应用中:5 V至5 V、5 V至3.3 V和3.3 V至3.3 V。

图32所示电路利用双绕组和二极管对形成一个倍压电路;因此,公式中需将输出电压减半,即 $V_{ISO}/2$,如公式2所示。

$$\frac{N_s}{N_p} = \frac{\frac{V_{ISO}}{2} + V_D}{V_{DD1(MIN)} \times D \times 2} \quad (2)$$

表13. 变压器参考设计

产品型号	制造厂商	匝数比, PRI:SEC	ET常数(V × μs最小值)	原边总电感(μH)	原边总电阻(Ω)	隔离电压(rms)	隔离类型	参考
CR7983-CL	Coilcraft	1CT:2CT	18	256	0.4	5000	增强型	图31
CR7984-CL	Coilcraft	1CT:3CT	18	256	0.4	5000	增强型	图32
CR7985-CL	Coilcraft	1CT:5CT	18	256	0.4	5000	增强型	图33
TGSAD-560V8LF	Halo Electronics	1CT:2CT	14	398	0.8	5000	补充型	图31
TGSAD-590V8LF	Halo Electronics	1CT:3CT	14	398	0.8	5000	补充型	图32

其中:

N_s/N_p 为原副边匝数比。

V_{ISO} 为隔离输出电源电压。由于电路使用两对二极管来形成倍压电路,因此,上述公式中使用 $V_{ISO}/2$ 。

V_D 为肖特基二极管压降(最大值0.5 V)。

$V_{DD1(MIN)}$ 为最小输入电源电压。

D 为占空比,30%典型占空比时 $D = 0.30$ (最大占空比为40%)。

2是推挽开关周期的乘法系数。

对于图32所示电路,采用表13的5 V至15 V参考设计, $V_{DD1(MIN)} = 4.5$ V,匝数比 $N_s/N_p = 3$ 。

图33所示电路通用采用双绕组和二极管对来形成倍压电路。然而,由于产生了正负输出电压,因此外部变压器匝数比可利用公式3计算。

$$\frac{N_s}{N_p} = \frac{V_{ISO} + V_D}{V_{DD1(MIN)} \times D \times 2} \quad (3)$$

对于图33所示电路,占空比 $D = 0.35$ 代表典型占空比35%,以降低±15 V电源二极管处的最大电压。

对于图33所示电路,采用表13的+5 V至±15 V参考设计, $V_{DD1(MIN)} = 4.5$ V,匝数比 $N_s/N_p = 5$ 。

变压器ET常数

变压器设计过程中需要考虑的另一个因素是ET常数。它能够决定工作温度范围内变压器的最小 $V \times \mu s$ 常数。在表13中,ADuM4070变压器采用的ET值为 $14 V \times \mu s$ 和 $18 V \times \mu s$;计算公式如下:

$$ET(MIN) = \frac{V_{DD1(MAX)}}{f_{SW(MIN)} \times 2}$$

其中:

$V_{DD1(MAX)}$ 为最大输入电源电压。

$f_{SW(MIN)}$ 为启动时原边最小开关频率(300 kHz)。

2是推挽开关周期的乘法系数。

ADuM4070

变压器原边电感和电阻

ADuM4070的变压器的重要特性之一为原边电感。建议将ADuM4070的变压器的每个原边绕组的电感保持在60 μH 至100 μH 之间。为保证ADuM4070逐脉冲限流电路正常运转，需要将原边电感值保持在该范围；这样能够防止变压器产生饱和电流。如果电感被指定为两个原边绕组的电感之和（例如：400 μH ），那么，一个绕组的电感为两个绕组之和的 $\frac{1}{2}$ ，即100 μH 。

ADuM4070的变压器的另一重要特性是原边电阻。如果原边电阻尽可能低（小于1 Ω ），可降低损耗、提高效率。用户可以测量、指定直流原边电阻，如表13所示。

变压器隔离电压

隔离电压和隔离类型取决于应用的需要。表13所列的变压器支持5000 V rms的增强隔离。其它隔离电平和隔离电压可由表13中列出的生产厂商或其它生产厂商指定。

开关频率

ADuM4070的开关频率调节范围为200 kHz至1 MHz，可通过改变 R_{OC} 电阻进行调节，如图31、图32或图33所示。实现目标开关频率所需要的 R_{OC} 电阻的值可通过开关频率与 R_{OC} 电阻的关系曲线来确定，如图4所示。当负载值为最大负载值的10%至90%之间时，ADuM4070应用原理图的输出滤波电感值和输出电容值可保证开关频率在500 kHz至1 MHz之间系统稳定。

ADuM4070还有一个开环模式，该模式下输出电压不经过调整，且电压取决于变压器匝数比 N_s/N_p ，以及输出负载电流和DC/DC转换器电路损耗等输出条件。OC引脚高电平连接至 V_{DD2} 引脚时，则选择该开环模式。在开环模式下，开关频率为318 kHz。

瞬态响应

当器件的负载为满负载的10%至90%时，ADuM4070的输出电压负载瞬态响应如图19至图26所示（分别对应于图31和图32的应用原理图）。图中所示瞬态响应较慢，但非常稳定，且在某些应用中，可产生比预期更多的输出变化。输出电路增加额外的电感可使输出电压变化随负载瞬态变化降低并保持输出稳定，如图19至图26所示的第二 V_{ISO} 输出波形所示。

为进一步改善瞬态响应，可将一个0.1 μF 陶瓷电容(C_{FB})与高反馈电阻并联（见图31至图33），这有助于降低负载瞬变期间的过冲和欠冲。

器件选择

输入和输出供电引脚需要电源旁路。注意：在第1侧的引脚7与引脚8之间和在第2侧的引脚14与引脚15之间，需要放置一个0.1 μF 的低ESR陶瓷旁路电容，此电容应尽量靠近芯片焊盘。

ADuM4070电源部分采用较高振荡器频率，通过外部电源变压器有效地传输功率。在多个工作频率下都需要旁路电容。噪声抑制需要一个低电感高频电容，纹波抑制和适当的调整则需要一个大容值的电容。为抑制噪声、降低纹波，建议使用X5R或X7R电解质型大值陶瓷电容。推荐的电容值为10 μF （用于 V_{DD1} ）和47 μF （用于 V_{ISO} ）。这些电容的ESR较低，且当电压不高于10 V时，可采用中等的1206或1210规格电容。当输出电压高于10 V时，可将两个22 μF 陶瓷电容并联。表14中列出的是推荐的元件。

图14. 推荐的元件

产品型号	制造厂商	值
GRM32ER71A476KE15L	Murata	47 μF , 10 V, X7R, 1210
GRM32ER71C226KEA8L	Murata	22 μF , 16 V, X7R, 1210
GRM31CR71A106KA01L	Murata	10 μF , 10 V, X7R, 1206
MBR0540T1G	ON Semiconductor	Schottky, 0.5 A, 40 V, SOD-123
LQH3NPN470MM0	Murata	47 μH , 0.41 A, 1212
ME3220-104KL	Coilcraft	100 μH , 0.34 A, 1210
LQH6PPN470M43	Murata	47 μH , 1.10 A, 2424
LQH6PPN101M43	Murata	100 μH , 0.80 A, 2424

用户必须根据所需的值和电源电流来选择电感。大多数开关频率在500 kHz至1 MHz之间、负载瞬变在满负载10%至90%之间的应用中，都采用47 μH 电感，如表14所示。在开关频率低至200 kHz的电源应用中，可采用200 μH 电感，以稳定输出电压或改善负载瞬态响应（见图19至图26）。小型1212或1210规格的电感见表14，具有47 μH 电感值和0.41 A电流能力的电感适用于负载低于400 mA的大部分应用，而具有100 μH 电感值和0.34A电流能力的电感适用于负载为300 mA的大部分应用。

肖特基二极管的低正向电压可降低损耗，且其高达40 V的较高反向电压可承受如图32和图33所示的倍压电路产生的峰值电压，因而推荐使用。

印刷电路板(PCB)布局

图34显示ADuM4070的推荐PCB布局。请注意，低ESR电容两端到 V_{DDx} 和 GND_x 引脚的走线总长不得超过2 mm。

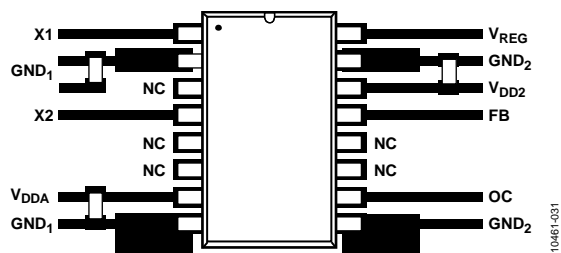


图34. 推荐的PCB布局

在具有高共模瞬变的应用中，要确保隔离栅两端的电路板耦合最小。此外，如此设计电路板布局，任何耦合都不会出现并影响器件侧所有的引脚。如果不满足设计要求，将会使引脚间的电压差异超过表10规定的绝对最大额定值，造成器件闩锁和/或永久损坏。

ADuM4070为电源器件，在满负载下以最大速度工作时，功耗约为1 W。因为无法在隔离装置上配置散热器，该设备主要依靠GND引脚将热量耗散到PCB。如果器件应用在高温环境下，需要提供从 GND_x 引脚到PCB地平面的散热路径。在图34所示电路板布局中，第1侧的引脚2和引脚8 (GND_1)及第2侧的引脚9和引脚15 (GND_2)均采用放大的焊盘。从焊盘到地平面和电源平面，应采用大直径过孔，以提高导热率、降低电感。散热焊盘中的多个过孔可以显著降低芯片内部的温度。扩大焊盘的尺寸由设计者进行评估并取决于可用的电路板空间。

热分析

ADuM4070内置两个芯片，附于配有两芯片贴装焊盘的分离引线框架上。为了便于热分析，它被视为一个热单元，其最高结温反映表5中 θ_{JA} 的值。 θ_{JA} 的值是将器件焊接到具有精细走线的JEDEC标准4层PCB上，在静止空气中测量的。

在正常工作条件下，ADuM4070可以在整个温度范围以满负载工作，输出电流无需减额。但是，采纳印刷电路板(PCB)布局部分的建议可以降低到PCB的热阻，从而在高环境温度下增加热裕量。

ADuM4070有一个热关断电路，当芯片温度接近 160°C 时，它会关断ADuM4070的DC-DC转换器。当芯片的温度冷却至 140°C 以下时，ADuM4070 DC-DC转换器及输出再次开启。

功耗

总输入电源电流等于 I_{DD1} 原边变压器电流与ADuM4070输入电流 I_{DDA} 之和(见图35)。

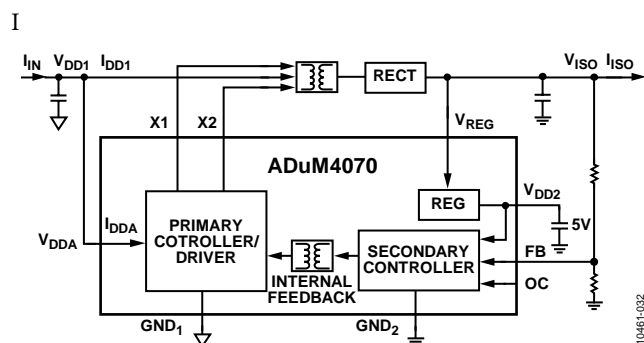


图35. ADuM4070的功耗

总 I_{IN} 电流可以通过下式计算：

$$I_{IN} = (I_{ISO} \times V_{ISO}) / (E \times V_{DD1})$$

其中：

I_{IN} 为总电源输入电流。

I_{ISO} 为副边外部负载汲取的电流。

E 为如图8或图14所示的特定输出负载条件下的电源效率(需考虑 V_{ISO} 和 V_{DD1})。

电源考虑

软启动模式及限流保护

当ADuM4070首次接收到来自 V_{DD1} 的电压时，它处于软启动模式，当输出电压 V_{ISO} 低于该启动阈值时，输出电压值会逐渐加大。软启动模式下，原边转换器逐渐加大PWM信号的宽度，以限制 V_{ISO} 上电过程中的峰值电流。当输出电压高于启动阈值时，PWM信号由副边控制器传输至原边转换器，DC-DC转换器从软启动模式切换至正常PWM控制模式。

如发生短路，推挽转换器将关断约2 ms，然后进入软启动模式。如果在软启动结束后仍存在短路现象，则重复该过程，这一模式被称为“打嗝”模式。当消除短路现象后，ADuM4070进入正常工作模式。

此外，ADuM4070还具备逐脉冲限流功能，该功能在启动模式和正常模式下均有效；该功能不但能够保护原边开关X1和X2(当电流超过1.3 A峰值时)，还能保护变压器绕组。

ADuM4070

隔离寿命

所有的隔离结构在长时间的电压作用下，最终会被破坏。隔离衰减率由施加在隔离上的电压波形的参数决定。除了监管机构所执行的测试外，ADI公司还进行一系列广泛的评估来确定ADuM4070内部隔离结构的寿命。

ADI公司使用超过额定连续工作电压的电压执行加速寿命测试。确定多种工作条件下的加速系数，利用这些系数可以计算实际工作电压下的失效时间。表11中显示的值汇总了几种工作条件下50年工作寿命的峰值电压。在很多情况下，代理测试认证的工作电压比50年工作寿命电压更高。工作电压高于表11列出的使用寿命电压时会引起隔离的过早失效。

ADuM4070的隔离寿命由施加在隔离栅上的电压波形决定。*iCoupler*隔离结构度以不同速率衰减，这由波形是否为双极性交流、单极性交流或直流决定。图36、图37和图38显示这些不同隔离电压的波形。

双极性交流电压是最苛刻的环境。双极性交流条件下50年工作寿命的目标决定ADI公司推荐的最大工作电压。

在单极性交流或者直流电压的情况下，隔离应力显然低得多。此工作模式在能够获得50年工作时间的前提下，允许更高的工作电压。表11中列出的工作电压在维持50年最低工作寿命的前提下，提供了符合单极性交流或者直流电压情况的工作电压。任何与图37或图38不一致的交叉隔离电压波形都应被认为是双极性交流波形，其峰值电压应限制在表11中列出的50年工作寿命电压以下。

图37所示的正弦电压波形仅作为示例提供，它代表任何在0 V与某一限值之间变化的电压波形。该限值可以为正值或负值，但电压不能穿过0 V。

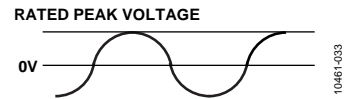


图36. 双极性交流波形

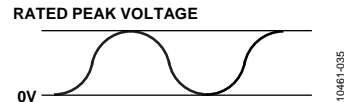


图37. 单极性交流波形

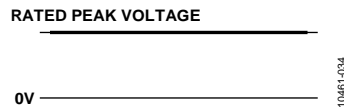
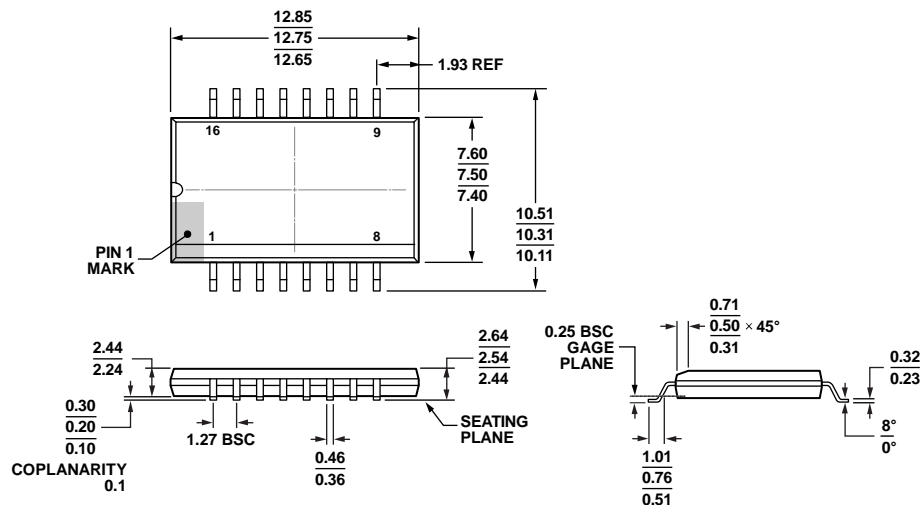


图38. 直流波形

外形尺寸



COMPLIANT TO JEDEC STANDARDS MS-013-AC

图39. 16引脚标准小型封装，具有增强的爬电性能
[SOIC_IC]宽体(RI-16-2)
图示尺寸单位：mm

订购指南

型号 ¹	温度范围	封装描述	封装选项	订购数量
ADuM4070ARIZ	-40°C至+105°C	16引脚 SOIC_IC	RI-16-2	1,000
ADuM4070ARIZ-RL	-40°C至+105°C	16引脚 SOIC_IC	RI-16-2	

¹ Z = 符合RoHS标准的器件。

注释