

CompactPCI 双 热插拔控制器

特点

- 允许线路板在运行中的 CompactPCI™ 总线上安全地插拔
- 控制 3.3V 和/或 5V 电源
- 可设置上电过程中的折返电流限值
- 两级电路断路器可保护电源免受过流和短路故障的损害
- 片上 LOCAL_PCI_RST# 逻辑
- 在板卡插拔时 PRECHARGE 输出偏置 I/O 引脚
- 用户可设置电源电压上电速率
- 外部 N 沟道 MOSFET 的 15V 高边驱动
- $\overline{\text{PWRGD}}$ 、 $\overline{\text{RESETOUT}}$ 和 $\overline{\text{FAULT}}$ 输出

描述

LTC®1646 是一个热插拔 (Hot Swap™) 控制器，能够使线路板在运行中的 CompactPCI 总线插槽内安全地插入和拔出。两个外部 N 沟道晶体管控制 3.3V 和 5V 电源。电源能在电流限制或可设置速率上升。电路断路器保护两组电源不受过流故障情况的损害。PWRGD 输出指示何时所有电源电压都在容许范围之内。OFF/ON 引脚用来开关线路板电源或将电路断路器复位。PRECHARGE 输出可在板卡插拔过程中对总线 I/O 引脚施加偏置。PCI_RST# 在片上与 HEALTHY# 逻辑地结合，以便生成 LOCAL_PCI_RST#，这用来在任一组电源超出容许范围时对 CPCI 板卡进行复位。

LTC1646 采用 16 引脚窄式 SSOP 封装。

应用

- ### ■ CompactPCI 总线可移的线路板

 LTC 和 LT 是凌特公司的注册商标。

Hot Swap 是凌特公司的商标。

CompactPCI 是 PCI Industrial Computer Manufacturers Group 的商标。

典型应用

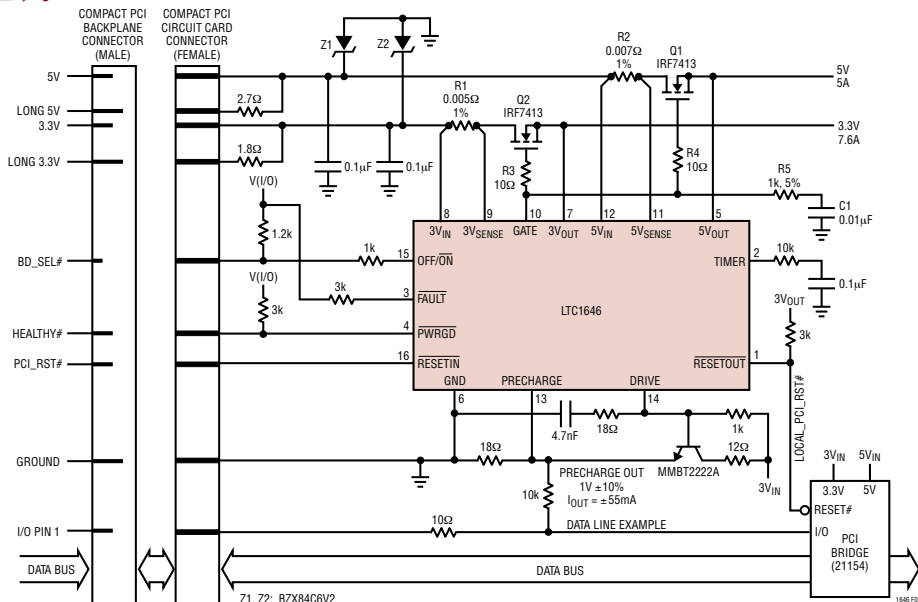
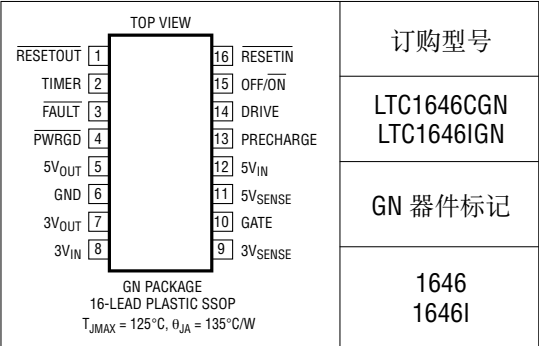


图 1

绝对最大额定值 (注1)

电源电压：5V_{IN}，3V_{IN}..... 7V
输入电压：(引脚 15，16) -0.3V至 (5V_{IN} + 0.3V)
输出电压：(引脚 1，3，4) -0.3V至 (5V_{IN} + 0.3V)
模拟电压和电流：
 (引脚 9，11) -0.3V至 5V_{IN}
 (引脚 2，5，7，13，14) -0.3V至 (5V_{IN} + 0.3V)
 (引脚 10) ±20mA
工作温度范围：
 LTC1646C 0°C至 70°C
 LTC1646I -40°C至 85°C
贮存温度范围 -65°C至 150°C
引脚温度 (焊接时间 10 秒) 300°C

封装/订购信息



关于更宽工作温度范围的器件，请咨询凌特公司。

电特性 凡标注 ● 的指标适用于整个工作温度范围，否则该指标的环境温度为 T_A = 25°C。V_{5VIN} = 5V 以及 V_{3VIN} = 5V，除非特别注明。

符号	参数	条件		最小值	典型值	最大值	单位
I _{DD}	V _{5VIN} 电源电流	OFF/ON = 0V	●		1.5	4	mA
V _{LKO}	欠压闭锁	5V _{IN}	●	2.3	2.50	2.7	V
		3V _{IN}	●	2.3	2.55	2.7	V
V _{FB}	折返电流限制电压	V _{FB} = (V _{5VIN} - V _{5VSENSE})，V _{5VOUT} = 0V，TIMER = 0V	●	15	20	30	mV
		V _{FB} = (V _{5VIN} - V _{5VSENSE})，V _{5VOUT} = 4V，TIMER = 0V	●	50	55	65	mV
		V _{FB} = (V _{3VIN} - V _{3VSENSE})，V _{3VOUT} = 0V，TIMER = 0V	●	15	20	30	mV
		V _{FB} = (V _{3VIN} - V _{3VSENSE})，V _{3VOUT} = 2V，TIMER = 0V	●	50	55	65	mV
V _{CB}	电路断路器跳变电压	V _{CB} = (V _{5VIN} - V _{5VSENSE})，V _{5VOUT} = 5V，TIMER 开路	●	50	56	65	mV
		V _{CB} = (V _{3VIN} - V _{3VSENSE})，V _{3VOUT} = 3.3V，TIMER 开路	●	50	56	65	mV
t _{OC}	过流故障响应时间	(V _{5VIN} - V _{5VSENSE}) = 100mV，TIMER 开路	●	10	21	30	μs
		(V _{3VIN} - V _{3VSENSE}) = 100mV，TIMER 开路	●	10	21	30	μs
t _{SS}	短路故障响应时间	(V _{5VIN} - V _{5VSENSE}) = 200mV，TIMER 开路	●		0.145	1	μs
		(V _{3VIN} - V _{3VSENSE}) = 200mV，TIMER 开路	●		0.145	1	μs
I _{CP}	GATE 引脚输出电流	OFF/ON = 0V，V _{GATE} = 0V，TIMER = 0V	●	-18	-13	-8	μA
		OFF/ON = 5V，V _{GATE} = 5V，TIMER = 0V		80	200	300	μA
		OFF/ON = 0V，V _{GATE} = 5V，FAULT = 0V，TIMER 开路	●	4	7	12	mA
V _{GATE}	外部门极电压 (GATE 至 GND)	OFF/ON = 0V，I _{GATE} = -1μA	●	12	15	16	V
		OFF/ON = 0V，V _{5VIN} = 3.3V，I _{GATE} = -1μA	●	11	13	15	V
V _{TH}	电源良好门限电压	3V _{OUT}	●	2.8	2.9	3.0	V
		5V _{OUT}	●	4.5	4.65	4.75	V
V _{3VONLY}	无 5V 输入模式窗口电压	V _{3VONLY} = V _{5VIN} - V _{3VIN} ，V _{5VOUT} = V _{3VOUT} = 3.3V	●	50	120	200	mV
V _{IL}	输入低电压	OFF/ON，RESETIN，FAULT	●			0.8	V
V _{IH}	输入高电压	OFF/ON，RESETIN，FAULT	●	2			V
V _{TIMER}	TIMER 门限电压	V _{TIMER} ，FAULT = 0V	●	1.15	1.25	1.35	V

电特性 凡标注 ● 的指标适用于整个工作温度范围，否则该指标的环境温度为 $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ 。 $V_{5\text{VIN}} = 5\text{V}$ 以及 $V_{3\text{VIN}} = 5\text{V}$ ，除非特别注明。

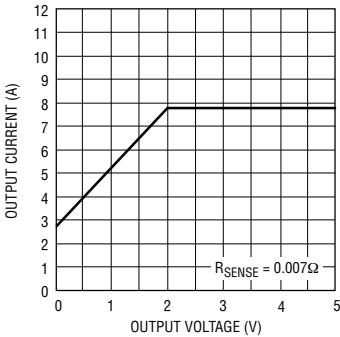
符号	参数	条件		最小值	典型值	最大值	单位
I_{IN}	OFF/ $\overline{\text{ON}}$ 输入电流	OFF/ $\overline{\text{ON}} = 5\text{V}$	●		± 0.08	± 10	μA
		OFF/ $\overline{\text{ON}} = 0\text{V}$	●		± 0.08	± 10	μA
	RESETIN 输入电流	$\overline{\text{RESETIN}} = 5\text{V}$	●		± 0.08	± 10	μA
		RESETIN = 0V	●		± 0.08	± 10	μA
	5V _{SENSE} 输入电流	5V _{SENSE} = 5V, 5V _{OUT} = 0V	●		66	100	μA
	3V _{SENSE} 输入电流	3V _{SENSE} = 3.3V, 3V _{OUT} = 0V	●		66	100	μA
	3V _{IN} 输入电流	3V _{IN} = 3.3V	●		460	1000	μA
	5V _{OUT} 输入电流	5V _{OUT} = 5V, OFF/ $\overline{\text{ON}} = 0\text{V}$	●		0.9	1.5	mA
	3V _{OUT} 输入电流	3V _{OUT} = 3.3V, OFF/ $\overline{\text{ON}} = 0\text{V}$	●		0.9	1.5	mA
I_{TIMER}	TIMER 引脚电流	OFF/ $\overline{\text{ON}} = 0\text{V}$, V _{TIMER} = 0V	●	-7	-5	-3	μA
		OFF/ $\overline{\text{ON}} = 5\text{V}$, V _{TIMER} = 5V			6.6		mA
R_{DIS}	5V _{OUT} 放电阻抗 3V _{OUT} 放电阻抗	OFF/ $\overline{\text{ON}} = 5\text{V}$	●		120	220	Ω
		OFF/ $\overline{\text{ON}} = 5\text{V}$	●		120	220	Ω
V_{OL}	输出低电压	FAULT, PWRGD, RESETOUT, I = 2mA	●		0.25	0.4	V
V_{PXG}	预充电参考电压	V _{PRECHARGE} , V _{5VIN} = 5V 和 3.3V	●	0.90	1.00	1.10	V

注 1：绝对最大额定值指超过该指标可能影响器件的寿命。

注 2：所有流入器件引脚的电流均为正；所有流出器件引脚的电流均为负。所有电压均以地为基准，除非特别指定。

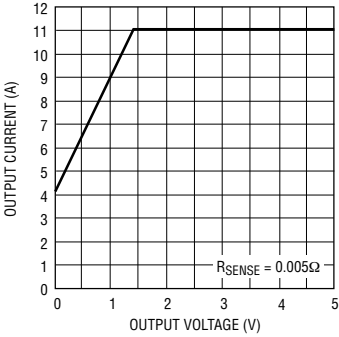
典型性能特征

5V 电流折返特性



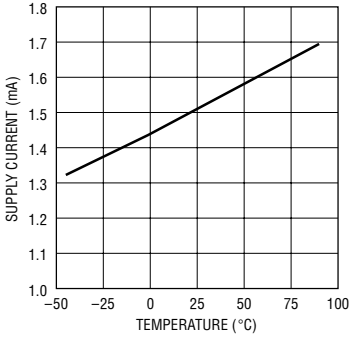
1646 G01

3.3V 电流折返特性



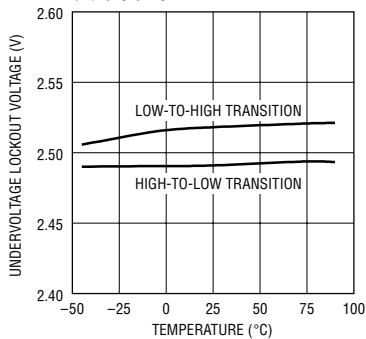
1646 G02

5V_{IN} 电源电流与温度的关系曲线

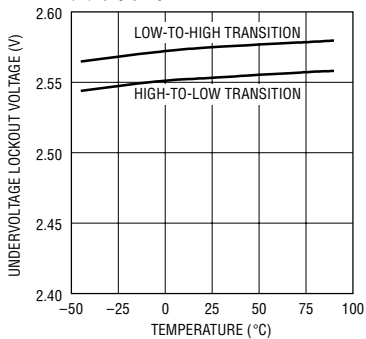


1646 G03

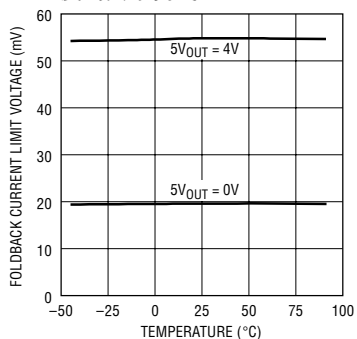
典型性能特征

5V_{IN} 欠压闭锁电压与温度的关系曲线

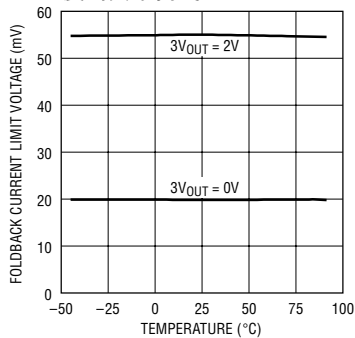
1646 G04

3V_{IN} 欠压闭锁电压与温度的关系曲线

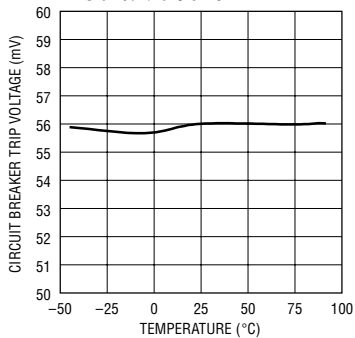
1646 G05

5V_{IN} 折返电流限制电压与温度的关系曲线

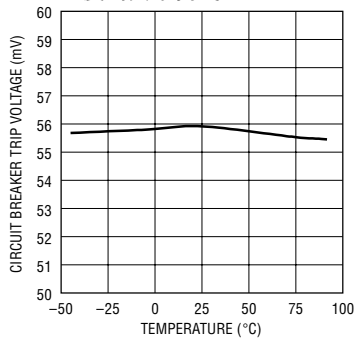
1646 G06

3V_{IN} 折返电流限制电压与温度的关系曲线

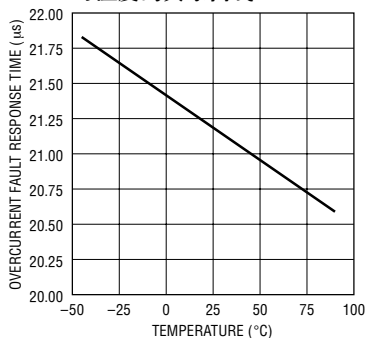
1646 G07

5V_{IN} 电路断路器跳变电压与温度的关系曲线

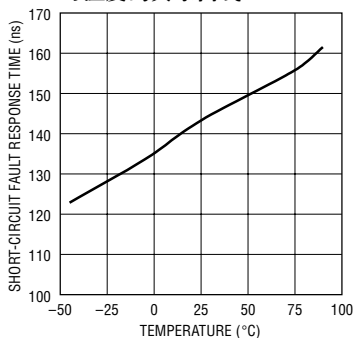
1646 G08

3V_{IN} 电路断路器跳变电压与温度的关系曲线

1646 G09

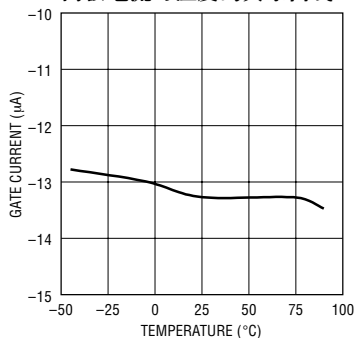
5V_{IN}/3V_{IN} 过流故障响应时间与温度的关系曲线

1646 G10

5V_{IN}/3V_{IN} 短路故障响应时间与温度的关系曲线

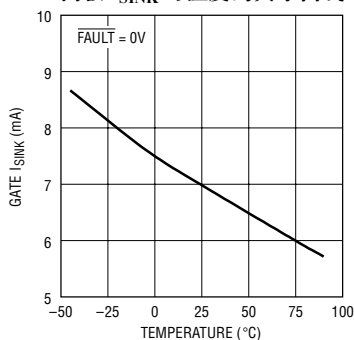
1646 G11

门极电流与温度的关系曲线



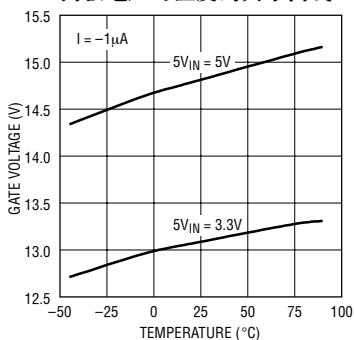
1646 G12

典型性能特征

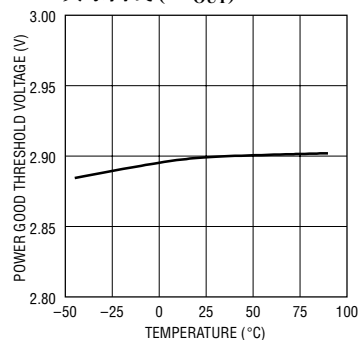
门极 I_{SINK} 与温度的关系曲线

1646 G13

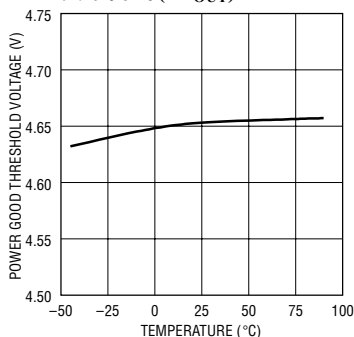
门极电压与温度的关系曲线



1646 G14

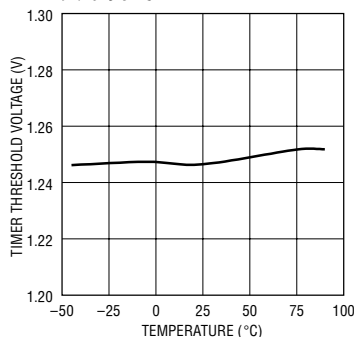
电源良好门限电压与温度的关系曲线 (3V_{OUT})

1646 G15

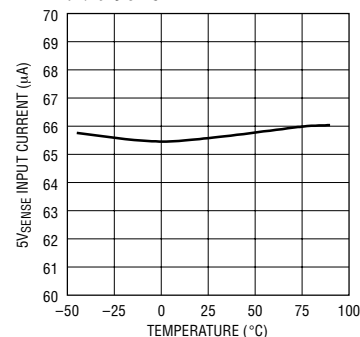
电源良好门限电压与温度的关系曲线 (5V_{OUT})

1646 G16

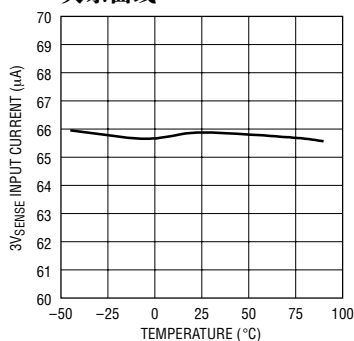
定时器门限电压与温度的关系曲线



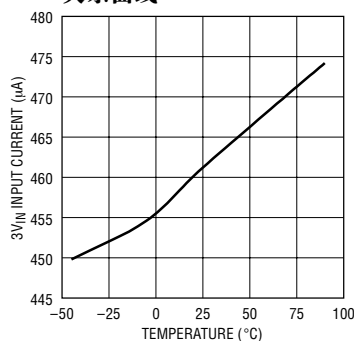
1646 G17

5V_{SENSE} 输入电流与温度的关系曲线

1646 G18

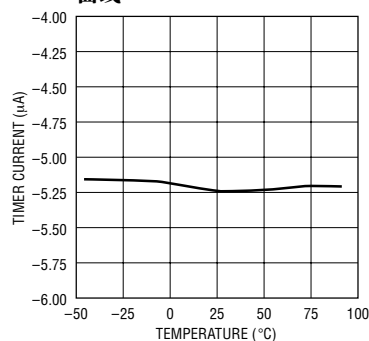
3V_{SENSE} 输入电流与温度的关系曲线

1646 G19

3V_{IN} 输入电流与温度的关系曲线

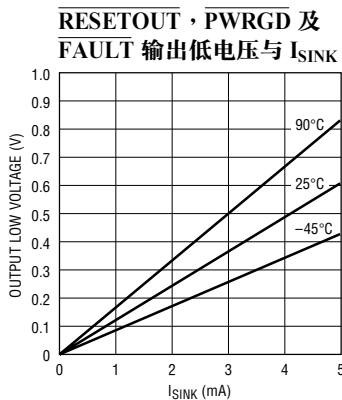
1646 G20

定时器电流与温度的关系曲线

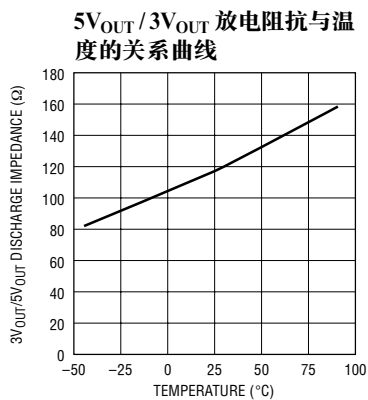


1646 G21

典型性能特征



1646 G22



1646 G23

引脚功能

RESETOUT (引脚 1) : 开路漏极数字输出。将 CPCI LOCAL_PCI_RST# 信号连接于 RESETOUT 引脚。RESETOUT 为 RESETIN 和 PWRGD 的逻辑组合 (见表 4)。

TIMER (引脚 2) : 电流故障禁止定时输入。自 TIMER 至 GND 连接一个电容器。当芯片关闭时, TIMER 引脚在内部保持在 GND。当芯片工作时, TIMER 连接一个 5 μ A 的上拉电流源。电流限制和电压兼容故障可被忽略直至在 TIMER 引脚的电压大于 1.25V。

FAULT (引脚 3) : 开路漏极数字 I/O。在检测到电流限制故障时 FAULT 被拉低。这些故障在 TIMER 引脚的电压小于 1.25V 时被忽略。一旦 TIMER 循环完成, FAULT 将在出现过流故障的情况下拉低并且芯片被锁存。芯片将一直保持锁存状态, 直到 OFF/ON 引脚出现由高到低的循环或电源被循环。

利用外部下拉强制 FAULT 引脚为低将在 21 μ s 去干扰时间之后使芯片被锁定在关断状态。

PWRGD (引脚 4) : 开路漏极电源良好数字输出。连接 CPCI HEALTHY# 信号至 PWRGD 引脚。PWRGD 在 $V_{3VOUT} \geq 2.9V$ 和 $V_{5VOUT} \geq 4.65V$ 时保持为低。当任一电源降至电源良好门限电压以下时, PWRGD 将在 50 μ s 去干扰时间之后走高。

5V_{OUT} (引脚 5) : 5V 输出检测。除非 5V_{OUT} 引脚电压超过 4.65V, 否则 PWRGD 引脚不会拉低。如果没有 5V 输入电源, 则将 5V_{OUT} 引脚连接于 3V_{OUT} 引脚, 以停止 5V_{OUT} 电源好功能。

GND (引脚 6) : 芯片地。

3V_{OUT} (引脚 7) : 3.3V 输出检测。除非 3V_{OUT} 引脚电压超过 2.90V, 否则 PWRGD 引脚不会拉低。如果没有 3.3V 输入电源, 则将 3V_{OUT} 引脚连接于 5V_{OUT} 引脚。

3V_{IN} (引脚 8) : 3.3V 电源检测输入。一个欠压闭锁电路防止开关在 3V_{IN} 引脚电压小于 2.5V 时出现导通。如果没有 3.3V 输入电源, 则在 5V_{IN} 与 3V_{IN} 之间连接一个二极管 (阳极接 5V_{IN}, 阴极接 3V_{IN})。参见图 11。

引脚功能

3V_{SENSE} (引脚 9) : 3.3V 电流限值设置。通过在 3V_{IN} 和 3V_{SENSE} 之间的电源通路上放置一个检测电阻, 那么在 TIMER 引脚电压小于 1.25V 时, GATE 引脚电压可被调整, 从而在检测电阻两端保持一个恒定的电压以及保持通过开关的恒定电流。一个折返功能可在 3V_{OUT} 引脚上的电压接近 GND 时使电流限值减少。

当 TIMER 引脚电压超过 1.25V 时, 电路断路器功能被使能。如果检测电阻两端的电压超过 56mV, 则电路断路器在 21 μ s 延时之后跳变。在检测电阻电压超过 150mV 时, 电路断路器立即跳变, 芯片锁断。要停止 3.3V 电流限值功能, 可将 3V_{SENSE} 与 3V_{IN} 短路在一起。

GATE (引脚 10) : 用于推动外部 3.3V 和 5V N 沟道通路晶体管的高边门极驱动。要求使用一个外部串联 RC 网络, 用于电流限值环路补偿及设置最小斜坡上升速率。在上电期间, GATE 电压的上升坡度由连接于内部电荷泵的 13 μ A 电流源和连接于 GND 的外部电容来确定, 或者由 3.3V 或 5V 电流限值以及 3V_{OUT} 或 5V_{OUT} 电源线上的体电容来确定。在掉电期间, 电压的斜坡下降坡度由连接于 GND 的 200 μ A 电流源和外部 GATE 电容来确定。

在 TIMER 引脚电压小于 1.25V 时, 不论 3V 或 5V 电源进入电流限值, GATE 引脚的电压都受到调制, 以维持一个恒定电流。如果在 TIMER 引脚电压超过 1.25V 后发生一个电流故障, 则 GATE 引脚立即拉至 GND。

5V_{SENSE} (引脚 11) : 5V 电流限值设置。通过在 5V_{IN} 和 5V_{SENSE} 之间的电源通路上放置一个检测电阻, 那么在 TIMER 引脚电压小于 1.25V 时, GATE 引脚电压可被调整, 从而在检测电阻两端保持一个恒定的电压以及保持通过开关的恒定电流。一个折返功能可在 5V_{OUT} 引脚上的电压接近 GND 时使电流限值减少。

当 TIMER 引脚电压超过 1.25V 时, 电路断路器功能被使能。如果检测电阻两端的电压超过 56mV 但小于 150mV, 则电路断路器在 21 μ s 延时之后跳变。在检测电阻电压超过 150mV 时, 电路断路器立即跳变以及芯片闭锁。要停止 5V 电流限值功能, 可将 5V_{SENSE} 引脚与 5V_{IN} 引脚短路在一起。

5V_{IN} (引脚 12) : 5V 电源检测输入。一个欠压闭锁电路防止 GATE 引脚电压在 5V_{IN} 引脚电压小于 2.5V 时出现斜坡上升。如果没有 5V 输入电源, 则将 5V_{IN} 与 3V_{IN} 接在一起。

PRECHARGE (引脚 13) : 预充电监视器输入。一个带有 1V 基准的在片误差放大器可伺服 DRIVE 引脚电压, 从而将预充电节点保持在 1V。如果预充电功能未被使用, 则将 PRECHARGE 引脚接于 GND。

DRIVE (引脚 14) : 预充电基极驱动输出。提供对外部 NPN 射极跟随器的基极驱动, 跟随器接著对 PRECHARGE 节点进行偏置。如果预充电功能未被使用, 则让 DRIVE 引脚浮置。

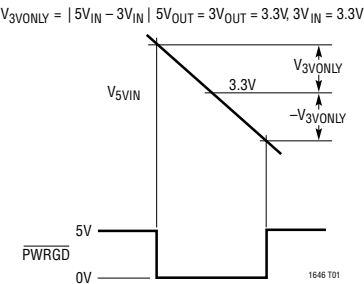
OFF/ $\overline{\text{ON}}$ (引脚 15) : 数字输入。连接 CPCI BD_SEL# 信号至 OFF/ $\overline{\text{ON}}$ 引脚。当 OFF/ $\overline{\text{ON}}$ 引脚被拉低时, GATE 引脚被一个 13 μ A 电流源拉高。当 OFF/ $\overline{\text{ON}}$ 引脚被拉高时, GATE 引脚将被一个 200 μ A 电流源拉至地。

OFF/ $\overline{\text{ON}}$ 引脚还可用于电子电路断路器的复位。如果 OFF/ $\overline{\text{ON}}$ 引脚在电路断路器跳变之后出现一次由高至低的循环, 则电路断路器被复位, 并且出现一次正常的上电过程。

RESETIN (引脚 16) : 数字输入。连接 CPCI PCI_RST# 信号至 RESETIN 引脚。将 RESETIN 拉低将造成 RESETOUT 引脚的拉低。

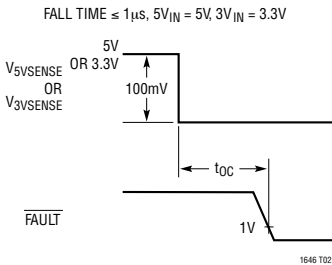
测试图

V_{3VONLY} 无 5V 输入模式窗口电压

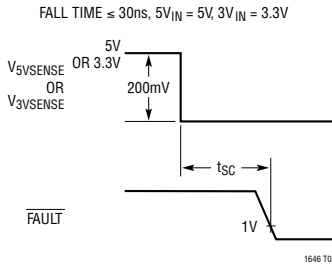


时序图

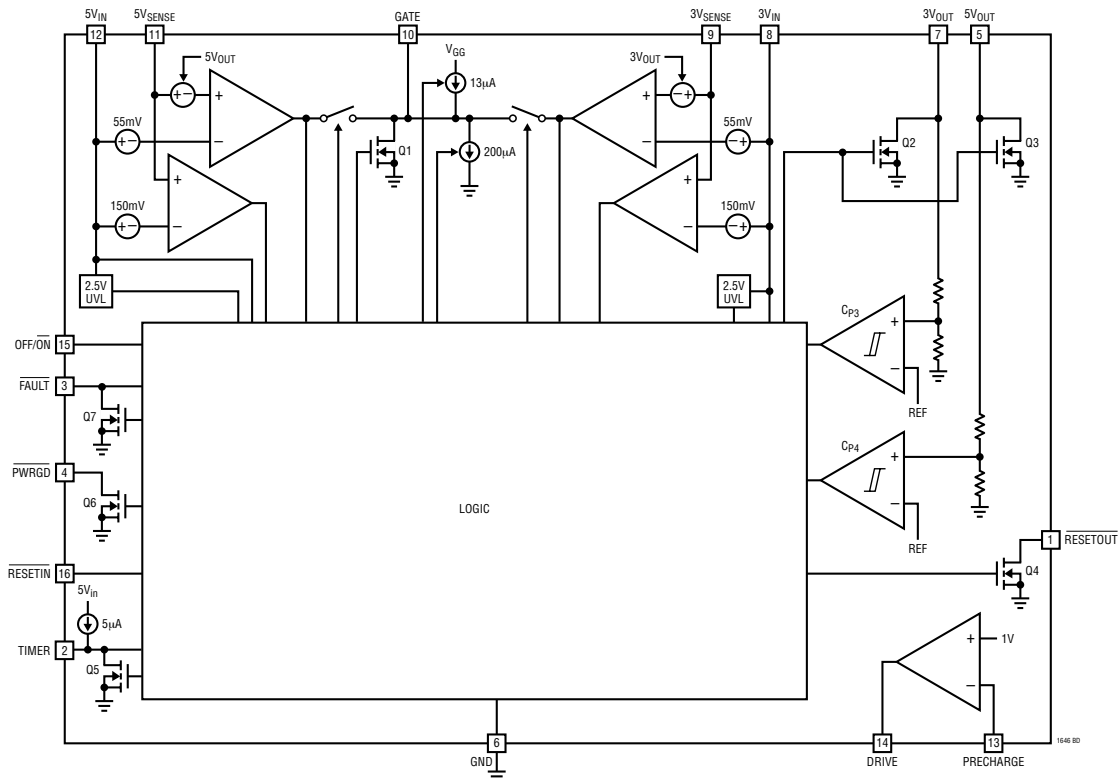
t_{OC} 过流故障检测



t_{SC} 短路故障检测



方框图



应用信息

电路热插拔

当一块电路板被插入带电的 CompactPCI (CPCI) 插槽时，板上的电源旁路电容器在充电时会从 CPCI 电源总线抽取巨大的电源瞬态电流。该瞬态电流可对电源总线造成干扰，使系统中的其它电路板发生复位。

LTC1646 以受控方式来开通和关闭电路板上的电源电压，使电路板可在带电的 CPCI 插槽中安全地插入或取出，同时又不会干扰系统电源。该芯片还保护电源不受短路的损害、在插入和拔出期间对总线 I/O 引脚预充电，并监视电源电压。

LTC1646 特别为芯片置于插入板之上的 CPCI 应用而设计。

LTC1646 特点小结

1. 允许电路板在 CPCI 背板上安全地插拔。
2. 控制 5V 和 3.3V CPCI 电源。
3. 上电期间的电流限值：电源被允许以电流限值来上电。这就允许该芯片为具有大变化范围电容负载的电路板供电，同时又不会使电路断路器跳变。利用 TIMER 引脚和一个外部电容器可对最大允许上电时间进行设置。

应用信息

- 4. 可设置折返电流限值：一个可设置模拟电流限值，其值决定于输出电压。如果输出短路到地，则电流限值下降，以便将功耗和电源干扰保持在最低水平。
- 5. 两级可设置 5V 和 3.3V 电路断路器：该功能在 TIMER 引脚电压超过 1.25V 时被使能。如果任一电源超过电流限值达 21μs 以上，则电路断路器将跳变，电源将被关断， $\overline{\text{FAULT}}$ 引脚被拉低。在任一电源三倍超过所设定的电流限值时，所有电源将被关断， $\overline{\text{FAULT}}$ 引脚不经任何延迟即被拉低。
- 6. 为外部 3.3V 和 5V 的 N 沟道 MOSFET 提供 15V 高边驱动。
- 7. $\overline{\text{PWRGD}}$ 输出：监视电源电压的状态。
- 8. $\text{PCI_RST\#}$ 在片上与 $\text{HEALTHY\#}$ 结合，以建立 $\text{LOCAL_PCI_RST\#}$ 输出。如果 $\text{HEALTHY\#}$ 不确定，则 $\text{LOCAL_PCI_RST\#}$ 的确定与 $\text{PCI_RST\#}$ 无关。
- 9. 预充电输出：在片基准和放大器在 CPCI 卡插拔期间为总线 I/O 连接器插针的偏置提供 1V 电压。
- 10. 节省空间的 16 引脚 SSOP 封装。

PCI 电源要求

CPCI 系统要求多达四条电源轨线：5V、3.3V、12V 和 -12V。LTC1646 的设计针对仅使用 5V 和/或 3.3V 电源的 CPCI 应用。在插入卡元器件上测量的电源容差被归纳在表 1。

表 1：PCI 电源要求

电源	容差	容性负载
5V	5V ± 5%	<3000μF
3.3V	3.3V ± 0.3V	<3000μF

上电顺序

LTC1646 特别为热插拔 CPCI 板而设计。典型应

用如图 1 所示。LTC1646 的主要 3.3V 和 5V 输入来自中等长度的电源插针。3.3V、5V 连接器长插针在 CPCI 插卡上与中等长度的 5V 和 3.3V 连接器插针短接在一起，为 LTC1646 的预充电电路、V(I/O) 上拉电阻和 PCI 桥接芯片提供初期电源。 $\text{BD_SEL\#}$ 信号连接于 OFF/ON 引脚，而 $\overline{\text{PWRGD}}$ 引脚连接于 $\text{HEALTHY\#}$ 信号。 $\text{HEALTHY\#}$ 信号在片上与 $\text{PCI_RST\#}$ 信号结合，以产生 $\text{LOCAL_PCI_RST\#}$ 信号，该信号可在 $\overline{\text{RESETOUT}}$ 引脚获得。

对电源的控制是通过在 3.3V 和 5V 电源通路上放置外部 N 沟道通路晶体管来实现的。

电阻 R1 和 R2 提供电流故障检测，R5 和 C1 提供电流控制环路补偿。电阻 R3 和 R4 防止 Q1 和 Q2 出现高频振荡。

当 CPCI 卡插入时，长 5V 和 3.3V 连接器插针及 GND 引脚首先接触。LTC1646 预充电电路在插入阶段将总线 I/O 插针偏置为 1V (图 2)。5V 和 3.3V 中等长度插针在插入的下一阶段接触，但只要 OFF/ON 引脚被 1.2k 上拉电阻拉到 V(I/O)，插槽电源则被关断。在线路板插入的最后阶段， $\text{BD_SEL\#}$ 短连接器插针开始接触， $\overline{\text{OFF/ON}}$ 引脚被拉低。这使得通路晶体管可以导通，并且一个 5μA 电流源与 TIMER 引脚连接。

每个通路晶体管的电流开始增加，直至达到每个电源的电流限值。5V 和 3.3V 电源接著被允许上电，上电速率为下算式中数值较低者：

$$\frac{dV}{dt} = \frac{13\mu A}{C1} \text{ 或 } = \frac{I_{LIMIT(5V)}}{C_{LOAD(5VOUT)}} \text{ 或 } = \frac{I_{LIMIT(3V)}}{C_{LOAD(3VOUT)}}$$

在 TIMER 引脚电压斜坡上升并小于 1.25V 时，电流限值故障被忽略。一旦两组电压都在容差之内， $\text{HEALTHY\#}$ 将拉低， $\text{LOCAL_PCI_RST\#}$ 可自由跟随 $\text{PCI_RST\#}$ 。

应用信息

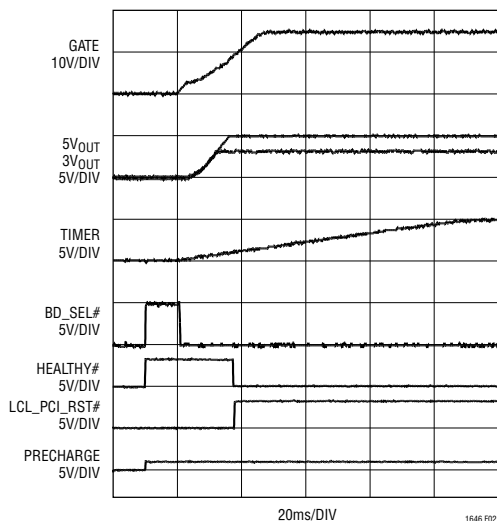


图 2: 正常上电顺序

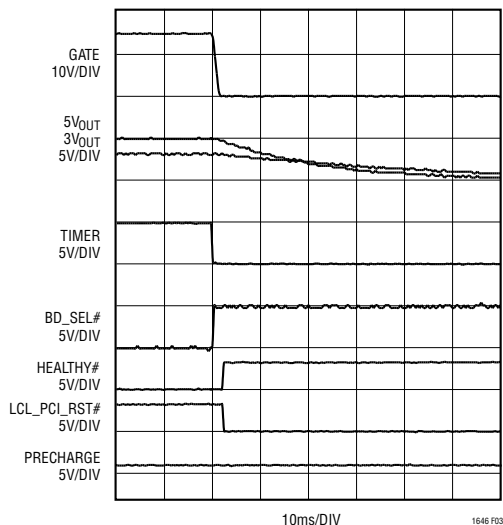


图 3: 正常断电顺序

断电顺序

当 BD_SEL# 被拉高, 则开始一个断电顺序 (图 3)。

内部开关被连接于每个输出电源电压引脚, 使旁路电容器向地放电。TIMER 引脚 (引脚 2) 立即拉低。GATE 引脚 (引脚 10) 被一个 200μA 电流源拉低, 以防止 3.3V 和 5V 电源上的负载电流同时变为零, 以防止对电源电压造成干扰。当任一输出电压跌落在门限以下时, HEALTHY# 拉高, LOCAL_PCI_RST# 将被确定为低。

一旦断电顺序完成, CPCI 卡就可以从插槽内取出。在拔出期间, 预充电电路继续将总线 I/O 插针偏置为 1V, 直到 5V 和 3.3V 长连接器插针的连接被分开。

定时器

在上电顺序过程中, 一个 5μA 的电流源连接于 TIMER 引脚, 并且电流限值故障被忽略, 直到电压

超过 1.25V。该功能允许芯片在电源上为具有大范围容性负载的 CPCI 板上电。两组输出的任一上电时间由下式给出:

$$t_{ON}(XV_{OUT}) = 2 \cdot \frac{C_{LOAD}(XV_{OUT}) \cdot XV_{OUT}}{I_{LIMIT}(XV_{OUT}) - I_{LOAD}(XV_{OUT})} \quad (2)$$

其中 $XV_{OUT} = 5V_{OUT}$ 或 $3V_{OUT}$ 。例如, 在 $C_{LOAD}(5V_{OUT}) = 2000\mu F$, $I_{LIMIT} = 7A$ 及 $I_{LOAD} = 5A$ 时, $5V_{OUT}$ 的启动时间将约为 10ms。将公式 2 中的变量替换为适当的值, 则 $3V_{OUT}$ 输出的启动时间也可以计算出来。定时器的时间设置应该长于最大电源启动时间, 但又应该足够短以不会在发生短路时超出通路晶体管的最大安全工作区。LTC1646 的定时器时间由下式给出:

$$t_{TIMER} = \frac{C_{TIMER} \cdot 1.25V}{5\mu A} \quad (3)$$

为方便设计, 定时器时间作为定时电容器的函数, 容值采用了 0.01μF 至 1μF 之间的标准值, 其数值如表 2 所示。

应用信息

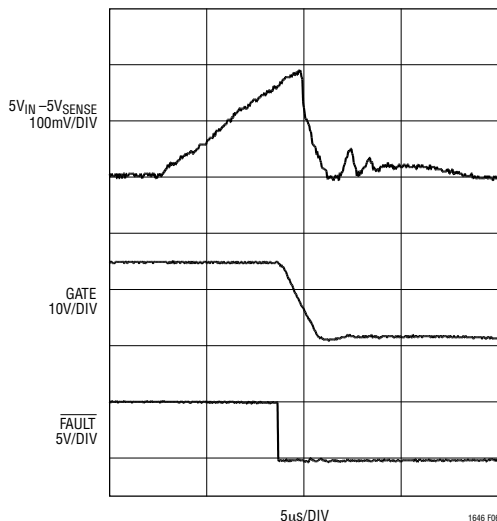


图 6：在 5V 电源的短路故障

供电时连接 $5V_{IN}$ (引脚 12) 和 $5V_{SENSE}$ (引脚 11) 之间。对于 3.3V 电源，检测电阻则连接于 $3V_{IN}$ (引脚 8) 和 $3V_{SENSE}$ (引脚 9) 之间。电流限值和电流折返的电流水平由等式 4 和 5 给出：

$$I_{LIMIT}(XVOUT) = \frac{55mV}{R_{SENSE}(XVOUT)} \quad (4)$$

$$I_{FOLDBACK}(XVOUT) = \frac{20mV}{R_{SENSE}(XVOUT)} \quad (5)$$

其中， $XV_{OUT} = 5V_{OUT}$ 或 $3V_{OUT}$ 。

为帮助设计， R_{SENSE} 的常用值与对应的电流限值和折返水平如表 3 所示。

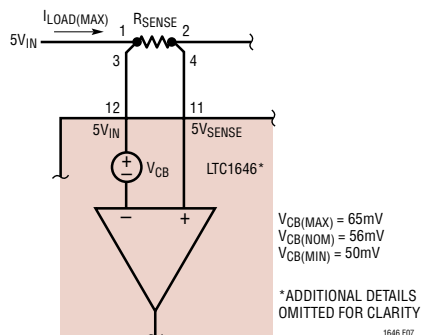
表 3： $I_{LIMIT}(XVOUT)$ 和 $I_{FOLDBACK}(XVOUT)$ 与 R_{SENSE} 的关系

$R_{SENSE} (\Omega)$	$I_{LIMIT}(XVOUT)$	$I_{FOLDBACK}(XVOUT)$
0.005	11A	4A
0.006	9.2A	3.3A
0.007	7.9A	2.9A
0.008	6.9A	2.5A
0.009	6.1A	2.2A
0.01	5.5A	2A

其中， $XV_{OUT} = 3V_{OUT}$ 或 $5V_{OUT}$ 。

 R_{SENSE} 的计算

可用来计算检测电阻值的一个 LTC1646 电路断路器等效电路如图 7 所示。为确定检测电阻的最恰当数值，首先要求给出在最差条件下负载所要求的最大电流。

图 7：用于计算 R_{SENSE} 的电路断路器等效电路

两个其它参数也影响检测电阻的值。首先是 LTC1646 电路断路器门限的容差。LTC1646 的标称电路断路器门限是 $V_{CB}(NOM) = 56mV$ ；但由于过程误差，它具有一个 $-6mV/+9mV$ 的容差。其次是检测电阻的容差 (RTOL)。RTOL 为 $\pm 1\%$ 、 $\pm 2\%$ 和 $\pm 5\%$ ，并且阻值温度系数 (TCR) 在 $\pm 75ppm/^{\circ}C$ 和 $\pm 100ppm/^{\circ}C$ 之间的检测电阻是可以得到的。检测电阻作为温度函数的变化取决于它所耗散的 I^2R 功率。

计算 R_{SENSE} 阻值的第一步是根据 $I_{TRIP}(MAX)$ 和电路断路器门限的下限 $V_{CB}(MIN)$ 。这种情况下 R_{SENSE} 的最大值如等式 6 所示：

$$R_{SENSE}(MAX) = \frac{V_{CB}(MIN)}{I_{TRIP}(MAX)} \quad (6)$$

第二步是确定检测电阻的标称值，它依赖于其容差 (RTOL = $\pm 1\%$ 、 $\pm 2\%$ 或 $\pm 5\%$) 和标准检测电阻值。

应用信息

等式 7 可根据等式 6 所得出的最大值来计算标称值：

RSENSE(NOM) = (RSENSE(MAX) / (1 + (RTOL / 100))) (7)

经常地，等式 7 的结果可能不会得出一个标准检测电阻值。在这种情况下，两个具有相同 RTOL 的检测电阻可并联在一起以得到 RSENSE(NOM)。

最后一步是要根据 RSENSE 的最小值(RSENSE(MIN)) 和电路断路器上限 VCB(MAX) 来计算 ITRIP(MAX) 的新值 (ITRIP(MAX,NEW))。如果计算出的 ITRIP(MAX,NEW) 值远大于 ITRIP(MAX) 的设计值，则应该选择一个较大的检测电阻值，然后重复上面的计算过程。ITRIP(MAX,NEW) 的新值由等式 8 给出：

ITRIP(MAX,NEW) = (VCB(MAX) / RSENSE(MIN)) (8)

其中，RSENSE(MIN) = RSENSE(NOM) • [1 - (RTOL / 100)]

例如：一个 5V 电源显示了标称 5A 负载和最大负载电流 6.8A (ILOAD(MAX) = 6.8A)，并且将使用 ±5% RTOL 的检测电阻。根据等式 6，VCB(MIN) = 50mV 和 RSENSE(MAX) 由下式给出：

RSENSE(MAX) = (VCB(MIN) / ITRIP(MAX)) = (50mV / 6.8A) = 0.0074Ω

标称检测电阻值为 (等式 7)：

RSENSE(NOM) = (RSENSE(MAX) / (1 + (RTOL / 100))) = (0.0074Ω / (1 + (5 / 100))) = 0.007Ω

新的电流限值跳变点根据等式 8 计算：

ITRIP(MAX,NEW) = (VCB(MAX) / RSENSE(MIN)) = (VCB(MAX) / (RSENSE(NOM) • [1 - (RTOL / 100)])) = (65mV / (0.0065)) = 9.8A

由于 ITRIP(MAX,NEW) > ILOAD(MAX)，所以应该为 RSENSE 选择一个更大的值，然后重复以上计算以获得较小的 ITRIP(MAX,NEW)，同时在本质上不会影响 ILOAD(MAX)。

输出电压监视器

5V 和 3.3V 输出电压的状态都由电源好功能来监视。此外，PCI_RST# 信号在片上与 HEALTHY# 信号有逻辑结合，以产生 LOCAL_PCI_RST# (见表 4)。

表 4：LOCAL_PCI_RST# 真值表

PCI_RST#	HEALTHY#	LOCAL_PCI_RST#
低	低	低
低	高	低
高	低	高
高	高	低

如果任一输出电压降至电源良好门限以下达 50μs 以上，则 HEALTHY# 信号将被拉高，LOCAL_PCI_RST# 信号将被拉低。

预充电

PRECHARGE 输入和 DRIVE 输出引脚的目的是用来产生 1V 预充电电压，该电压可在电路板插入时为总线 I/O 连接器插针提供偏置。LTC1646 还能够产生 1V 以外的预充电电压。图 8 表示一个可在要求 1V 以下预充电电压应用中使用的电路。图 9 所示的电路可用在要求 1V 以上预充电电压的应用。表 5 列出图 8 和图 9 的应用电路在各种预充电电压下所建议的 R1 和 R2 阻值。

应用信息

应用信息

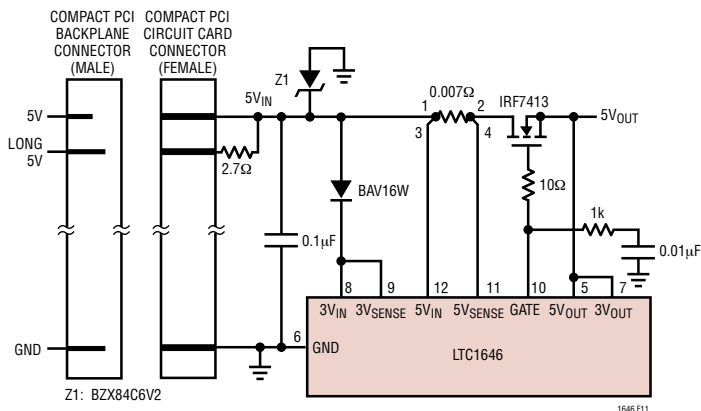


图 11：仅有 5V 电源的典型应用

如果没有 3.3V 电源, 图 11 表示此时 LTC1646 应该如何配置。首先, $3V_{SENSE}$ (引脚 9) 连接于 $3V_{IN}$ (引脚 8), $3V_{OUT}$ (引脚 7) 连接于 $5V_{OUT}$ (引脚 5), 并且 LTC1646 的 $3V_{IN}$ 引脚通过一个二极管 (BAV16W) 连接于 $5V_{IN}$ 。

对于 BD_SEL# 连接器插针通常在背板上接地的应用，图 12 中的电路允许简单地通过按下 CPCI 插入板上的按钮开关将 LTC1646 复位。有了这种安排，就不必通过拔出和再插入 CPCI 板的方法对 LTC1646 的电路断路器进行复位。

过压瞬态保护

好的工程实践要求在任何模拟电路的电源轨线上实施旁路。旁路电容器通常放置在每一个有源器件与电源连接的地方，另外每条电源轨线还要一个或更多的高容值大型旁路电容器。如果电源突然接通，大值旁路电容器会降低电源电压的上升速率，并有力地阻止引脚或印刷走线电感与电源旁路电容器相互作用而引起的寄生共振。

对于安装在插入卡上的 LTC1646 热插拔电路来说，情况正相反。大多数情况下，MOSFET 开关连接电源的 3.3V 或 5V 边没有电源旁路电容器。电路板插入背板连接器所产生的突然连接会在 LTC1646 的 3.3V 和 5V 线路上形成快速的上升边沿。

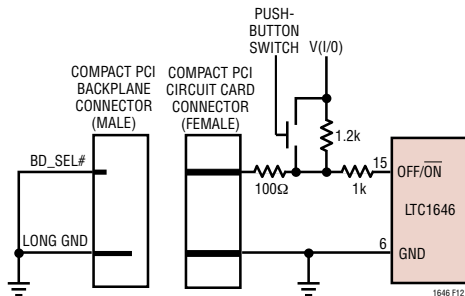


图 12: BD_SEL#按钮切换开关

应用信息

由于没有大型电容来阻止走线寄生电感，电源电压的瞬态变化将激励由功率 MOSFET 电容与线束、背板及电路板走线的寄生电感所形成的共振电路。这些瞬态振荡信号形成 3.3V 或 5V 电源上的一个快速边沿，表现比稳态值高出 2.5 倍的尖峰过冲，随后是一个减幅正弦响应，其持续时间决定于共振电路的参数。由于 LTC1646 的绝对最大电源电压为 7V，因此强烈建议对 3.3V 和 5V 电源电压瞬态尖峰与振荡进行防范。

在这些应用中，有两种方法可以消除这些电源电压的瞬态干扰：采用齐纳二极管将瞬态信号箝制在安全水平上，或采用阻尼器网络。阻尼器为 RC 网络，其时间常数足够大，可以安全地抑制电路板寄生共振电路的电感。首先，这些网络中的分流电容器应选用比偏置下功率 MOSFET 的 C_{OSS} 大 10 倍至 100 倍的容值。串联电阻（图 13 中的 R6 和 R7）也应选用足够大的阻值，能够抑制所形成的串联 R-L-C 电路，通常在 1Ω 至 10Ω 的范围内。注意，在所有

LTC1646 电路原理图中，齐纳二极管和阻尼器网络都已附带在每个 3.3V 和 5V 电源轨线上，并且应该一直使用。这些保护网络应放置在非常靠近 LTC1646 电源电压的地方，采用短引脚以最大限度地减少引脚电感。其原理图如图 13 所示，围绕 LTC1646 的瞬态保护器件建议布局如图所示。

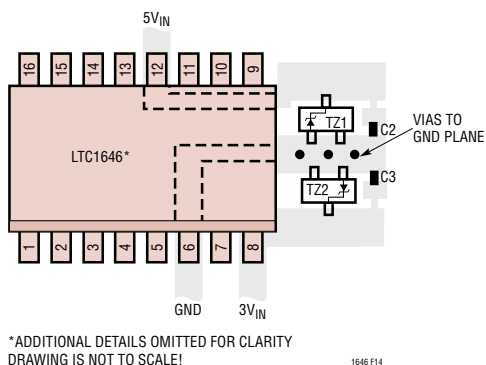


图 14：瞬态保护元器件的建议布局

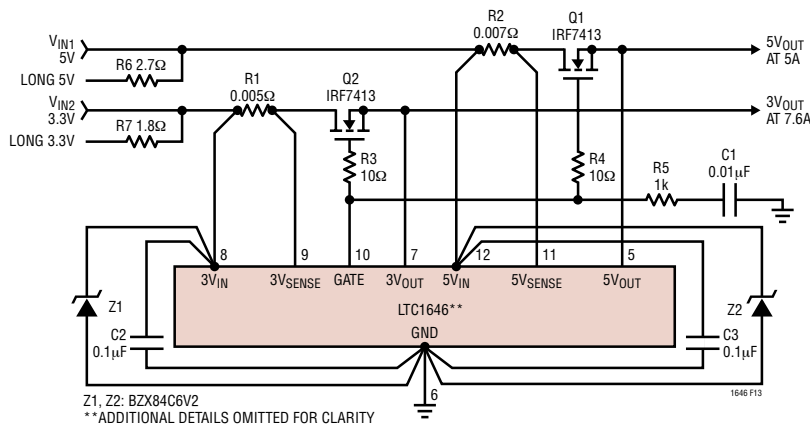


图 13：瞬态保护器件应靠近 LTC1646 放置

应用信息

PCB 布局的考量

为使 LTC1646 的电路断路器功能能够正常工作，强烈建议与检测电阻实施 4 线 Kelvin 连接。围绕 LTC1646 的检测电阻、功率 MOSFET 及 GATE 驱动元器件的建议 PCB 布局如图 15 所示。在负载电流高达 10A 的热插拔应用中，窄 PCB 走线比较宽走线表现出更大的阻抗，工作温度也高一些。由于 1 盎司铜箔的表面电阻大约为 $0.5\text{m}\Omega/\square$ ，走线阻抗在大电流应用中会快速增加。因此，为尽量减少 PCB 走线阻抗和温升，在这些应用中，1 盎司的铜箔建议走线宽度为每安培 DC 电流采用 0.03 英寸。

在大多数应用中，有必要采用电镀过孔将元件层与电路板内部的电源和地层连接起来。对于 1 盎司铜箔的电镀，一般性原则是每个过孔应付 1A 的直流电流，以保证过孔有适当的尺寸，使焊料能够完全填充所有的空隙。对于其它电镀厚度，请咨询 PCB 制造厂家。

功率 MOSFET 和检测电阻的选用

表 6 列出一些目前可使用的 MOSFET 晶体管，表 7 列出一些可用于 LTC1646 电路断路器的现有检测电阻。表 8 列出供应商网站地址，以供寻找整个 LTC1646 数据表中所提到的分立元器件。

表 6：N 沟道功率 MOSFET 选择指引

电流(A)	型号	描述	制造商
0 至 2	MMDF3N02HD	双 N 沟道 SO-8 $R_{DS(ON)} = 0.1\Omega$	ON Semiconductor
2 至 5	MMSF5N02HD	单 N 沟道 SO-8 $R_{DS(ON)} = 0.025\Omega$	ON Semiconductor
5 至 10	MTB50N06V	单 N 沟道 DD Pak $R_{DS(ON)} = 0.028\Omega$	ON Semiconductor
5 至 10	IRF7413	单 N 沟道 SO-8 $R_{DS(ON)} = 0.01\Omega$	International Rectifier
5 至 10	Si4410DY	单 N 沟道 SO-8 $R_{DS(ON)} = 0.01\Omega$	Vishay-Siliconix

表 7：检测电阻选择指引

电流限值	型号	描述	制造商
1A	LR120601R055F WSL1206R055	0.055Ω ，0.5W，1% 电阻	IRC-TT Vishay-Dale
2A	LR120601R028F WSL1206R028	0.028Ω ，0.5W，1% 电阻	IRC-TT Vishay-Dale
5A	LR120601R011F WSL2010R011	0.011Ω ，0.5W，1% 电阻	IRC-TT Vishay-Dale
7.6A	WSL2512R007	0.007Ω ，1W，1% 电阻	Vishay-Dale
10A	WSL2512R005	0.005Ω ，1W，1% 电阻	Vishay-Dale

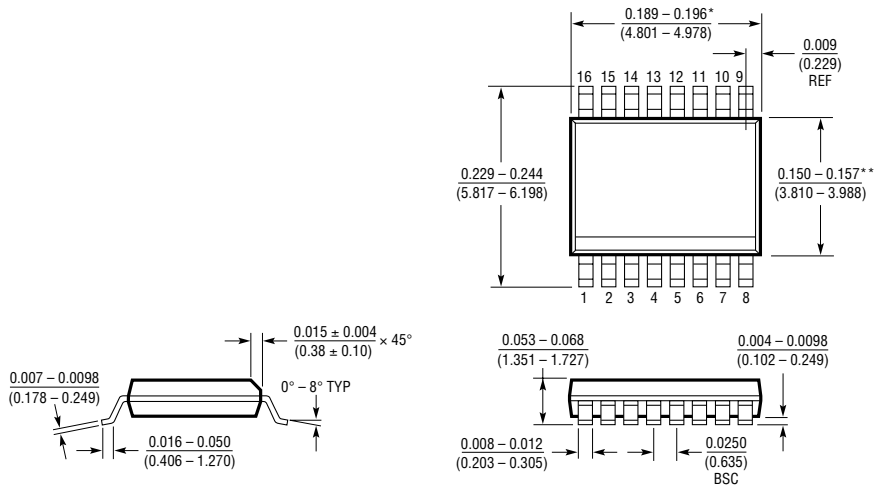
应用信息

表 8：制造商网站

制造商	网站
International Rectifier	www.irf.com
ON Semiconductor	www.onsemi.com
IRC-TT	www.irctt.com
Vishay-Dale	www.vishay.com
Vishay-Siliconix	www.vishay.com
Diodes, Inc.	www.diodes.com

封装描述

GN 封装
16 引脚塑料 SSOP (窄式 .150 英寸)
(参考标准 LTC DWG # 05-08-1641)



*尺寸不包括注塑飞边。注塑飞边每边不应超过 0.006" (0.152mm)。

**尺寸不包括引脚间的飞边。引脚间的飞边每边不应超过 0.010" (0.254mm)。

GN16 (SSOP) 1098

典型应用

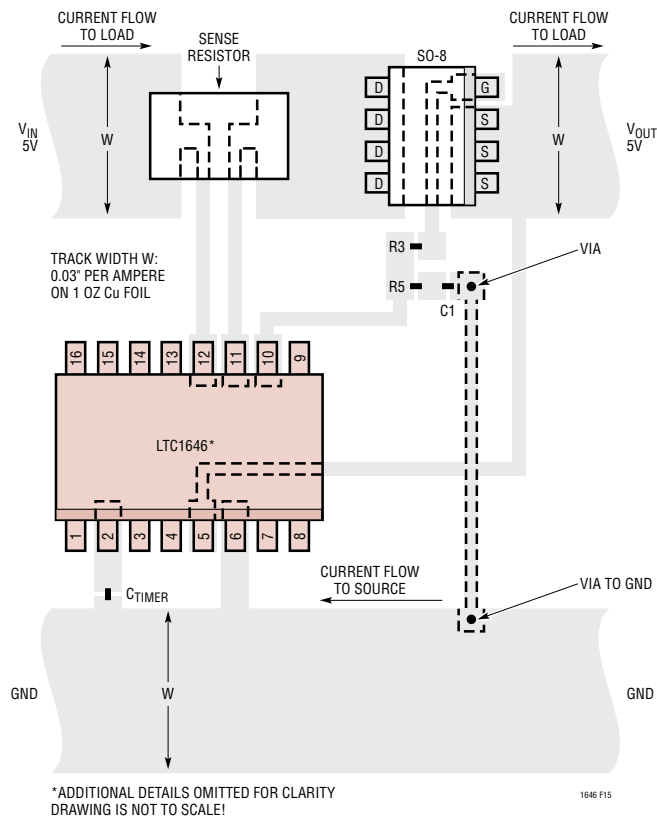


图 15：功率 MOSFET、检测电阻及门极元器件的建议布局

相关器件

型号	描述	备注
LTC1421	热插拔控制器	3V 至 12V 双电源，附加 -12V
LTC1422	热插拔控制器	SO-8 封装，从 3V 至 12V 的单电源热插拔
LT1640AL/LT1640AH	SO-8 封装负电压热插拔控制器	负高电压电源从 -10V 至 -80V
LT1641/LT1641-1	SO-8 封装正电压热插拔控制器	电源从 9V 至 80V，自动重试/锁断
LTC1642	故障防护型热插拔控制器	3V 至 15V，过压保护高至 33V
LTC1643L/LTC1643L-1/LTC1643H	PCI 总线热插拔控制器	3.3V，5V，12V，-12V 电源，适用于 PCI 总线
LTC1644	CompactPCI 热插拔控制器	3.3V，5V，±12V 本地复位逻辑与预充电
LTC1645	两通道热插拔控制器	工作电源从 1.2V 至 12V，电源排序
LTC1647	双热插拔控制器	适用于 3V 至 15V 的双 ON 引脚
LTC4211	带多功能电流控制的热插拔控制器	单电源，2.5V 至 16.5V，MSOP 封装