

具有双电流限值的 IEEE 802.3af PD 以太网供电接口控制器

特点

- 用于 IEEE 802[®].3af 受电设备 (PD) 的完整电源接口端口
- 片内 100V、400mA 功率 MOSFET
- 精准的双电平电流限值
- 带失效功能的 25k 片内特征电阻器
- 可编程分级电流 (第 1 至 4 级)
- 欠压闭锁
- 热过载保护
- 电源状态良好信号
- 采用 8 引脚 SO 封装

应用


- IP 电话的电源管理
- 无线接入点
- 电信电源控制

描述

LTC[®]4257-1 为在 IEEE 802.3af 以太网供电 (PoE) 系统中工作的器件提供了完整的签名和电源接口功能。LTC4257-1 通过将 25k 特征电阻器、分级电流源、输入电流限值、欠压闭锁、热过载保护、特征电阻器失效以及电源状态良好信号指示全部集成在一个 8 引脚封装中而使受电设备 (PD) 设计得以简化。LTC4257-1 采用了一个精准的双电平电流限值电路。这使得它能够在保持与当前的 IEEE 802.3af 规格的兼容性的同时对大负载电容器进行充电并与老式的以太网供电系统相连。通过采用一个片内高压功率 MOSFET，LTC4257-1 不仅能够为系统设计师降低成本，还能够节省电路板的占用空间。

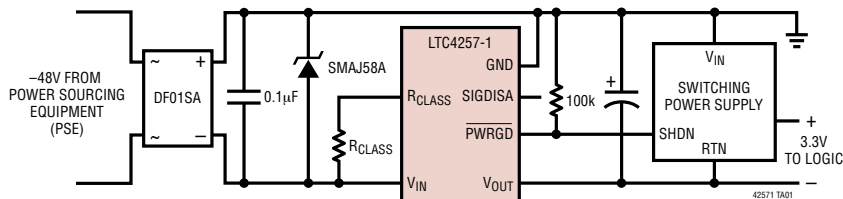
LTC4257-1 能够直接与凌特公司的各种 DC/DC 转换器产品相连，以便为 IP 电话、无线接入点及其他 PD 提供一个成本效益型的电源解决方案。凌特公司还可为供电设备 (PSE) 应用提供网络电源控制器。

LTC4257-1 采用 8 引脚 SO 封装。

、LTC 和 LT 是凌特公司的注册商标。
802 是电气和电子工程师协会的注册商标。

典型应用

受电设备 (PD)



42571 Ta01

LTC4257-1

绝对最大额定值 (注1、2)

V_{IN} 电压	-0.3V 至 -100V
V_{OUT} , SIGDISA,	
\overline{PWRGD} 电压	$V_{IN} + 100V$ 至 $V_{IN} - 0.3V$
R_{CLASS} 电压	$V_{IN} + 7V$ 至 $V_{IN} - 0.3V$
\overline{PWRGD} 电流	10mA
R_{CLASS} 电流	100mA
工作环境温度范围	0°C 至 70°C
结温	150°C
贮存温度范围	-65°C 至 150°C
引脚温度 (焊接时间 10 秒)	300°C 结温

封装/订购信息

	产品型号
	LTC4257CS8-1
	S8 器件标记
	42571

对于规定工作温度范围更宽的器件，请咨询凌特公司。

电特性 凡标注 ● 表示该指标适合整个工作温度范围，否则仅指 $T_A = 25^\circ C$ 。(注3)

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位	
V_{IN}	电源电压	以 GND 引脚为基准的电压 (注 4、5、6)	●		-57	V	
	最大工作电压		●	-1.5	-9.5	V	
	签名范围		●	-12.5	-21	V	
	分级范围		●	-34.8	-37.2	V	
	UVLO 接通电压		●	-29.3	-30.5	-31.5	V
UVLO 关断电压						V	
I_{IN_ON}	接通时的 IC 电源电流	$V_{IN} = -48V$, 引脚 5、6、7 浮置	●		3	mA	
I_{IN_CLASS}	分级期间的 IC 电源电流	$V_{IN} = -17.5V$, 引脚 2、7 浮置, V_{OUT} 连接至 GND (注 7)	●	0.35	0.50	0.65	mA
ΔI_{CLASS}	分级期间的电流精度	$10mA < I_{CLASS} < 40mA$, $-12.5V \leq V_{IN} \leq -21V$, (注 8)	●		± 3.5	%	
$R_{SIGNATURE}$	特征电阻	$-1.5V \leq V_{IN} \leq -9.5V$, V_{OUT} 连接至 GND, IEEE 802.3af 二点测量 (注 4、5)	●	23.25	26.00	k Ω	
$R_{INVALID}$	无效特征电阻	$-1.5V \leq V_{IN} \leq -9.5V$, SIGDISA 和 V_{OUT} 连接至 GND, IEEE 802.3af 二点测量 (注 4、5)	●		9	11.8	k Ω
V_{IH}	特征电阻器失效 高电平输入电压	相对于 V_{IN} , 高电平签名无效 (注 9)	●		3	57	V
V_{IL}	特征电阻器失效 低电平输入电压	相对于 V_{IN} , 低电平使能签名	●			0.45	V
R_{INPUT}	特征电阻器失效 输入电阻	相对于 V_{IN}	●		100		k Ω
V_{PG_OUT}	电源状态良好输出低电压	$I = 1mA$, $V_{IN} = -48V$, \overline{PWRGD} 以 V_{IN} 为基准	●			0.5	V
$V_{PG_THRES_FALL}$ $V_{PG_THRES_RISE}$	电源状态良好跳变点	$V_{IN} = -48V$, V_{IN} 与 V_{OUT} 之间的电压 V_{OUT} 下降	●	1.3	1.5	1.7	V
		V_{OUT} 上升	●	2.7	3.0	3.3	V
I_{PG_LEAK}	电源状态良好漏电流	$V_{IN} = 0V$, \overline{PWRGD} FET 关闭, $V_{\overline{PWRGD}} = 57V$	●			1	μA
R_{ON}	接通电阻	$I = 350mA$, $V_{IN} = -48V$, 在 V_{IN} 至 V_{OUT} 之间测量	●		1.0	1.6	Ω
			●			2.0	Ω
I_{OUT_LEAK}	V_{OUT} 漏电流	$V_{IN} = 0V$, 功率 MOSFET 关闭, $V_{OUT} = 57V$ (注 10)	●			150	μA

42571f

电特性

凡标注 ● 表示该指标适合整个工作温度范围，否则仅指 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。(注 3)

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
I_{LIMIT_HIGH}	输入电流限值，高电平	$V_{IN} = -48\text{V}$, $V_{OUT} = -43\text{V}$ (注 11, 12)	● 350	375	400	mA
I_{LIMIT_LOW}	输入电流限值，低电平	$V_{IN} = -48\text{V}$, $V_{OUT} = -43\text{V}$ (注 11, 12)	● 100	140	180	mA
$T_{SHUTDOWN}$	热停机跳变温度	(注 11)		140		$^\circ\text{C}$

注 1: 绝对最大额定值是指超出该值则器件的使用寿命可能会受损。

注 2: 表中给出的所有电压值均以 GND 引脚为基准，除非特别注明。

注 3: LTC4257-1 采用一个 -1.5V 至 -5V 的负电源电压作为工作电源。为避免混淆，本数据表中的电压值始终指的是绝对值。例如“最大负电压”指的是绝对值最大的负电压，“上升负电压”指的是一个正在变得更负的电位。

注 4: LTC4257-1 是专为利用 PSE 和 PD 之间的两个极性保护二极管压降而设计的。当把这些二极管压降考虑在内时，“电特性”表中规定的参数范围以 LTC4257-1 的引脚为基准，并且是专为满足 IEEE 802.3af 规范而设计的。见“应用信息”。

注 5: 特征电阻是按照 IEEE 802.3af 所规定的二点 $\Delta V/\Delta I$ 法来测量的。LTC4257-1 特征电阻偏离 $25\text{k}\Omega$ 以对二极管电阻进行补偿。当采用两个串联二极管时，总 PD 电阻将处于 $23.75\text{k}\Omega$ 至 $26.25\text{k}\Omega$ 的范围内，并符合 IEEE 802.3af 规范。在 LTC4257-1 引脚上测得的最小探测电压在 -1.5V 至 -2.5V 之间。最大探测电压则在 -8.5V 至 -9.5V 之间。

注 6: LTC4257-1 在 UVLO 电压中包括迟滞以排除任何启动振荡。根据 IEEE 802.3af 的要求，LTC4257-1 将由一个在第一轨迹上具有 20Ω 串联电阻的电压源来供电。

注 7: I_{IN_CLASS} 不包括在引脚 2 上设定的分级电流。分级模式中的

的总供电电流将为 $I_{IN_CLASS} + I_{CLASS}$ (见注 8)。

注 8: I_{CLASS} 是实际测得的流经 R_{CLASS} 的电流。 ΔI_{CLASS} 精度以理想电流 (被定义为 $I_{CLASS} = 1.237/R_{CLASS}$) 为基准。电流精度规格不包括 R_{CLASS} 电阻的变化。PD 的总分级电流还包括 IC 静态电流 (I_{IN_CLASS})。请参见“应用信息”。

注 9: 为使 $25\text{k}\Omega$ 特征电阻器失效，需将 SIGDISA 连接至 GND ($\pm 0.1\text{V}$) 或使 SIGDISA 保持高电平 (相对于 V_{IN})。请参见“应用信息”。

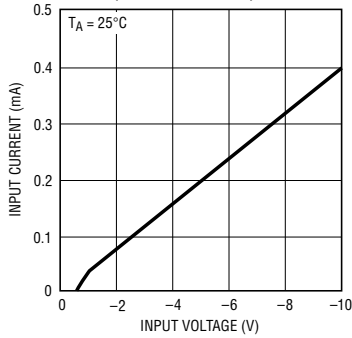
注 10: I_{OUT_LEAK} 包括由电源良好状态电路在 V_{OUT} 引脚上吸收的电流。该电流在 $25\text{k}\Omega$ 特征电阻中进行了补偿且并不影响 PD 操作。

注 11: LTC4257-1 具有热保护功能。如果出现过热条件，LTC4257-1 将关断功率 MOSFET，直到器件冷却至过热温度限值以下为止。LTC4257-1 还针对由 PSE 的错误分级探测所引起的热损坏提供了保护。如果 LTC4257-1 超过了过热跳变点，则使分级负载电流失效。

注 12: LTC4257-1 具有双电平输入电流限值。在接通时 (在 C1 被充电之前)，LTC4257-1 电流电平被设定在低电路上。在 C1 被充电且 $V_{OUT} - V_{IN}$ 压差低于电源状态良好门限之后，LTC4257-1 转换至高电平电流限值。LTC4257-1 将保持在高电平电流限值状态，直到输入电压降至 UVLO 关断门限以下为止。

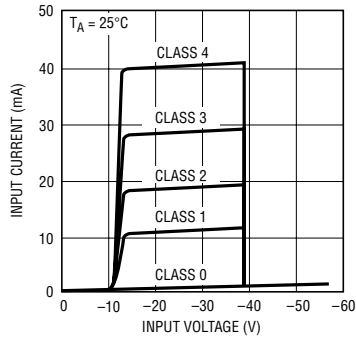
典型性能特征

输入电流与输入电压的关系曲线 (25k 检测范围)



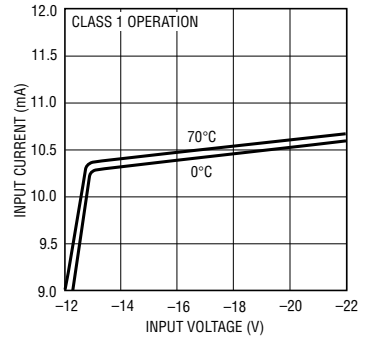
4357 G01

输入电流与输入电压的关系曲线



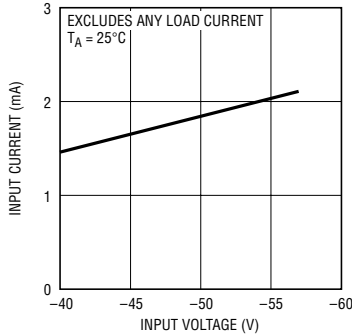
42571 G02

输入电流与输入电压的关系曲线



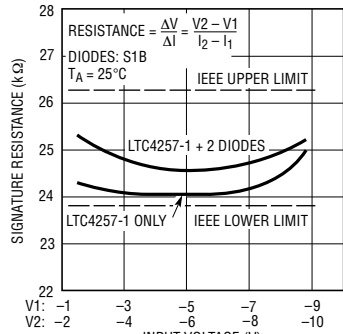
42571 G03

输入电流与输入电压的关系曲线



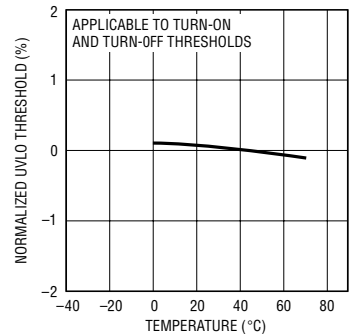
42571 G04

特征电阻与输入电压的关系曲线



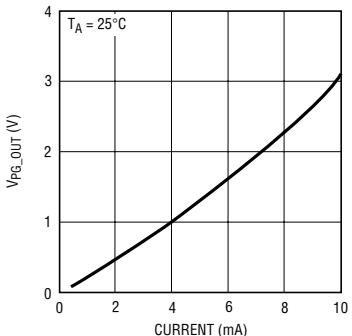
42571 G05

归一化的 UVLO 门限与温度的关系曲线



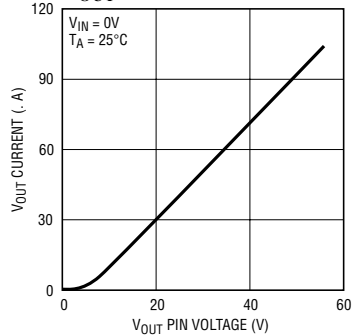
42571 G06

电源状态良好输出低电压与电流的关系曲线



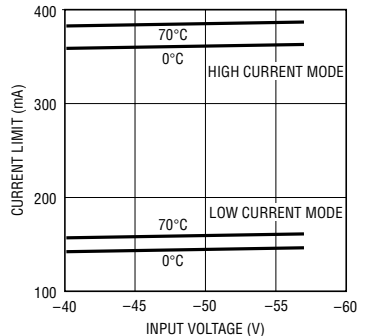
42571 G07

V_{OUT} 漏电流



42571 G08

电流限值与输入电压的关系曲线



42571 G09

引脚功能

NC (引脚 1)：无内部连接。

R_{CLASS} (引脚 2)：分级选择输入。该引脚用于设定 LTC4257-1 在分级期间所维持的电流值。在 R_{CLASS} 与 V_{IN} 引脚之间连接一个电阻器 (见表 2)。

NC (引脚 3)：无内部连接。

V_{IN} (引脚 4)：电源输入。通过输入二极管电桥将该引脚连接至系统 -48V 电源。

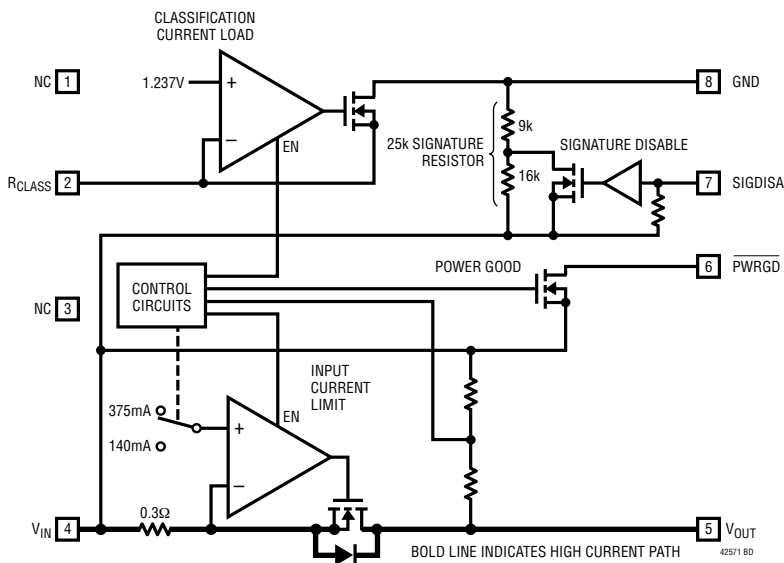
V_{OUT} (引脚 5)：电源输出。通过一个用于限制输入电流的内部功率 MOSFET 向 PD 负载提供 -48V 电源。在输入电压升至接通 UVLO 门限以上之前，V_{OUT} 为高阻抗。然后对输出进行电流限值。请参见“应用信息”。

PWRGD (引脚 6)：电源状态良好输出，漏极开路。信号传送到 PD 负载的 LTC4257-1 MOSFET 处于接通状态和 PD 的 DC/DC 转换器能够开始操作。该引脚呈低阻抗时表示电源状态良好。PWRGD 引脚在检测、分级期间以及发生热过载时呈高阻抗。PWRGD 以 V_{IN} 为基准。

SIGDISA (引脚 7)：特征电阻器失效输入。使得 PD 能够命令 LTC4257-1 提供一个无效特征电阻并保持在待用状态。将 SIGDISA 连接至 GND 可把特征电阻降到一个无效值。如果 SIGDISA 引脚浮置，则其电平在内部被拉至 V_{IN}。

GND (引脚 8)：地。通过输入二极管电桥连接至系统地 和 电源回线。

方框图



应用信息

LTC4257-1 拟用作采纳 IEEE 802.3af 标准的受电设备 (PD) 的前端。LTC4257-1 包括一个经调整的 25k 特征电阻器、分级电流源和一个输入电流限值电路。由于 LTC4257-1 集成了这些功能，因此只需采用极少的外部元件即可构成一个用于符合 IEEE 802.3af 规范所有要求的 PD 的签名和电源接口。

LTC4257-1 是专为实现与那些不符合 IEEE 802.3af 规范涌入电流要求的老式 PoE PSE 的连接而设计的。通过将初始涌入电流限值设定在一个低电平上，采用 LTC4257-1 的 PD 可最大限度地减少启动过程中从 PSE 吸收的电流。在上电之后，LTC4257-1 转换至高电平电流限值，从而允许 PD 在存在一个 802.3af PSE 的情况下消耗高达 12.95W 的功率。该低电平电流限值还允许 LTC4257-1 对任意大的负载电容器进行充电，而不会超过 IEEE 802.3af 规范的涌入电流限值。这种双电平电流限值使得系统设计师能够灵活地设计出既可与老式 PSE 兼容，同时又能利用 IEEE 802.3af 系统所提供的的更高的分配功率的 PD。

采用 LTC4257-1 来提供 PD 的电源和签名接口功能具有多项优点。LTC4257-1 电流限值电路包括一个具有低漏电流的片内 100V/400mA 功率 MOSFET。这种片内低漏电 MOSFET 避免了损坏 25k 特征电阻器的可能性，同时还节省了电路板占用空间和成本。此外，IEEE 802.3af 标准的涌入电流限值要求会在 PD 中引起大的瞬态功耗。LTC4257-1 的设计目标是提供多个接通排序，而不使小巧的 8 引脚封装产生过热现象。如果发生过量的功率循环，则 LTC4257-1 将提供热过载保护功能，以把片内功率 MOSFET 保持在其安全工作区内。

工作原理

根据所施加的输入电压的不同，LTC4257-1 可采用几种不同的工作模式 (详见图 1 和表 1)。这些不同的工作模式满足了 IEEE 802.3af 规范中所规定的要求。输入电压被施加在 V_{IN} 引脚上并以 GND 引脚为

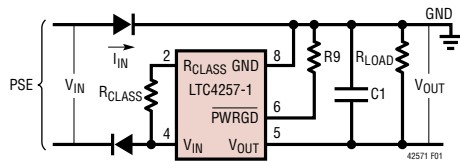
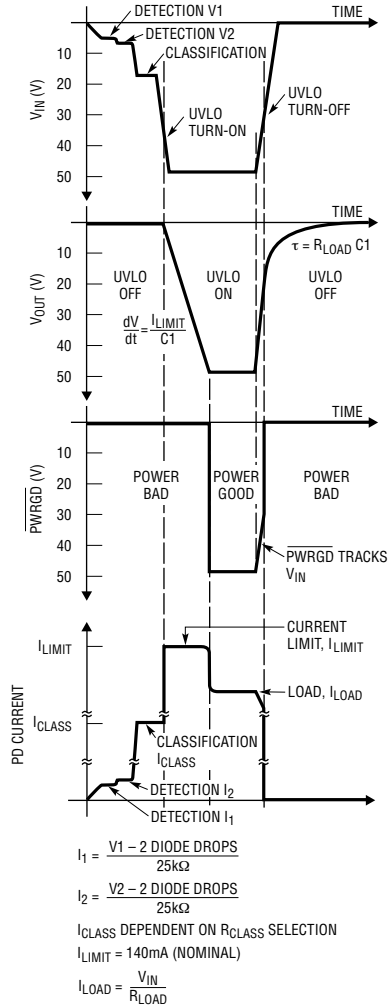


图 1：作为输入电压的函数的输出电压、PWRGD 和 PD 电流

应用信息

基准。该输入电压始终为负值。为避免混淆，本数据表中的电压值始终指的是绝对值。例如，**最大负电压**指的是绝对值最大的负电压，**上升负电压**指的是一个正在变得更负的电压。本应用部分中的电参数的基准值采用的是标称值。请参阅“电特性”部分以了解特定参数所具有的数值范围。

表 1：作为输入电压的一个函数的 LTC4257-1 的工作模式

输入电压 (V_{IN} 以 GND 为基准)	LTC4257-1 的工作模式
0V 至 -1.4V	待用
-1.5V 至 -10V	25k 特征电阻器检测
-11V 至 -12.4V	分级负载电流从 0% 斜坡上升至 100%
-12.5V 至 UVLO*	分级负载电流有效
UVLO* 至 -57V	给 PD 负载施加电源

* UVLO 包括迟滞。

上升输入门限 $\approx -36.0V$

下降输入门限 $\approx -30.5V$

串联二极管

IEEE 802.3af 规定的 PD 工作模式以 PD 上的 RJ45

连接器的输入电压为基准。然而，PD 电路必须包含 RJ45 连接器与 LTC4257-1 之间的二极管电桥 (图 2)。LTC4257-1 通过对每个工作范围的门限值中的这些二极管压降进行补偿来对此予以考虑。由于 LTC4257-1 电气规格中规定的电压范围是以 IC 引脚为基准的，因此，对于签名和分级范围，LTC4257-1 的低压端延伸至 IEEE 802.3af 规格以下达两个二极管压降。对 UVLO 电压也进行了相似的调整。

检测

在检测过程中，PSE 将向电缆施加一个 -2.8V 至 -10V 的电压并搜寻一个 25k 的特征电阻器。这将把电缆末端的设备识别为一个 PD。当终端电压位于该范围内时，LTC4257-1 在 GND 和 V_{IN} 引脚之间连接一个 25k 的内部电阻器。这一精准的温度补偿型电阻器具备一种固有特性，可向电缆另一端的供电设备 (PSE) 发出报警信号，指示存在一个 PD 并需要对其进行供电。

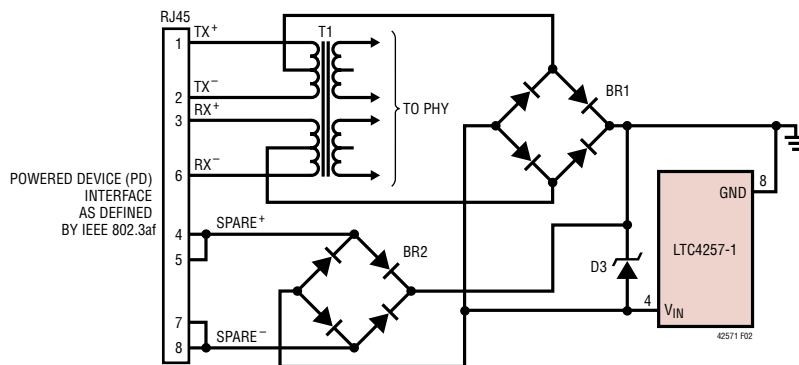


图 2：在主输入端和备用输入端上采用二极管电桥的 PD 前端

应用信息

施加在一个 PD 上的电源可以采用两种极性中的任一种，而且该 PD 必须要能够接受该电源，因此，在输入端上安装一个二极管电桥是很常见的。LTC4257-1 是专为补偿这两只串联二极管对电压和电阻所产生的影响而设计的。签名范围延伸至 IEEE 标准的规定范围以下，以便将二极管的压降包含在内。IEEE 规范要求 PSE 采用 $\Delta V/\Delta I$ 测量技术，用以防止这些二极管的 DC 偏移影响特征电阻测量。然而，二极管电阻是与特征电阻器串联的，且必须包含于 PD 的总特征电阻中。LTC4257-1 通过使电阻发生偏移来对信号通路中的两个串联二极管进行补偿，这样，由于采用 LTC4257-1，组建的 PD 将满足 IEEE 规范的要求。

在某些应用中，需要对是否进行 PD 检测加以控制。在这种场合，可以利用 SIGDISA 引脚来对 25k 特征电阻器进行使能和失效操作 (图 3)。通过 SIGDISA 引脚来使特征电阻器失效将把特征电阻值改变为 9k，而按照 IEEE 802.3af 规范，这是一个无效特征电阻值。对于 -2.8V 至 -10V 的 PD 输入电压，存在该特征电阻值。如果输入电压升至 -10V 以上，则特征电阻器恢复至 25k 的阻值，以最大限度地减少 LTC4257-1 中的功耗。如需使特征电阻器失效，则将 SIGDISA 连接至 GND。另一种方法是将 SIGDISA 引脚驱动至高电平 (相对于 V_{IN})。当 SIGDISA 引脚为高电平时，LTC4257-1 的所有功能均失效。

分级

一旦 PSE 检测到 PD，PSE 即可自如地对 PD 进行分级。分级通过使 PSE 确定出功耗较低的 PD 并向这些设备分配较少的功率来提供一种更为有效的功率分配方法。IEEE 802.3af 规范定义了功率电平各不相同的 5 级 (表 2)。设计师可根据该 PD 的功耗来选择适当的分级。对于每一级，存在一个相关负载电流，该载电流为 PD 在分类探测期间在线上申报的。PSE 测量 PD 负载电流以决定正确的分级和 PD 电源要求。

表 2：IEEE 802.3af 功率分级和 LTC4257-1 RCLASS 电阻器选择概要

级别	使用	PD 输入端的最大功率电平 (W)	标称分级负载电流 (mA)	LTC4257-1 RCLASS 电阻器 (Ω ，精度达 1%)
0	缺省	0.44 至 12.95	<5	开路
1	任选	0.44 至 3.84	10.5	124
2	任选	3.84 至 6.49	18.5	68.1
3	任选	6.49 至 12.95	28	45.3
4	保留	保留*	40	30.9

* 第 4 级目前是保留的，不得使用。

IEEE 802.3af 规范草案的早期版本规定了 PSE 为完成 PD 分级而能够采用的两种方法。这些方法被称为“被测电流”和“被测电压”。后来 IEEE 将“被测电压”法从规范中去掉了。LTC4257-1 既与 IEEE 802.3af 标准兼容，同时也可使用已废弃的“被测电压”法。

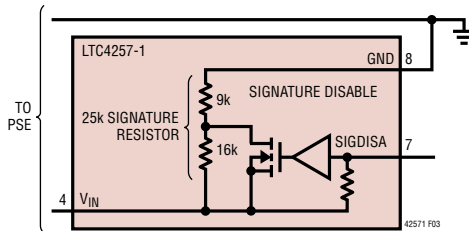


图 3：具有失效功能的 25k 特征电阻器

应用信息

在“被测电流”方法中(图 4)，PSE 向 PD 提供一个 -15.5V 至 -20V 之间的固定电压。当输入电压处于该范围内时，LTC4257-1 确定一个从 GND 引脚流经 R_{CLASS} 电阻器的负载电流。负载电流的大小通过选择 R_{CLASS} 电阻器来设定。表 2 列出了与每一级相关联的电阻值。

在“被测电压”法中(图 5)，PSE 将电流输送至 PD 中并监视 PD 终端两端的电压。PSE 电流在分级负载电流值之间阶跃以便对被测 PD 进行分级。当 PSE 探测电流低于 PD 负载电流时，LTC4257-1 将使

PD 终端电压低于分级电压范围。对于高于 PD 负载电流的 PSE 探测电流，LTC4257-1 将强制 PD 终端电压高于分级电压范围。

在分级过程中，LTC4257-1 的功耗是适中的。IEEE 802.3af 规范将分级时间限制为 75ms 。LTC4257-1 专为处理这段时间里的功耗而设计。如果 PSE 探测时间超过 75ms ，则 LTC4257-1 有可能过热。在这种情况下，热保护电路将起作用并使分级电流失效以对器件实施保护。LTC4257-1 将维持在分级模式中，直到输入电压升至 UVLO 接通电压以上为止。

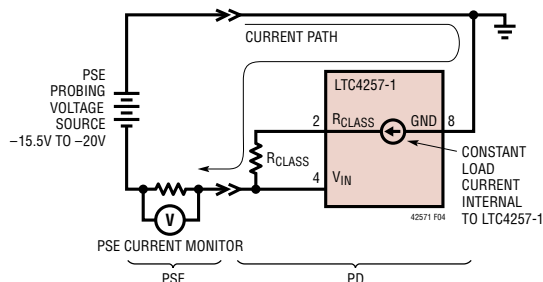


图 4：分级探测的 IEEE 802.3af 被测电流法

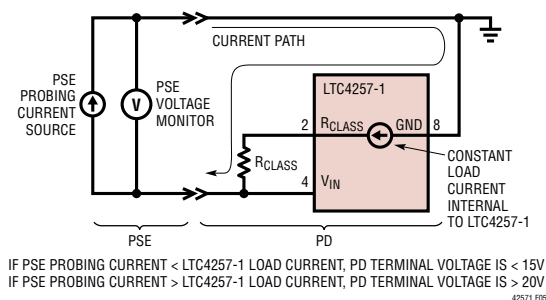


图 5：分级探测的 IEEE 802.3af 被测电压法

应用信息

欠压闭锁

IEEE 规范规定的 PD 最大接通电压和最小关断电压分别为 42V 和 30V。此外，PD 必须维持很大的接通关断迟滞，以防止 PSE 和 PD 之间的接线中的阻性损耗引发启动振荡。LTC4257-1 采用了一个欠压闭锁 (UVLO) 电路，该电路负责监视线路电压以确定何时向 PD 负载供电 (图 6)。在给负载供电之前， V_{OUT} 引脚呈高阻抗并位于地电位，因为电容器 C1 上没有电荷。当输入电压升至 UVLO 接通门限以上时，LTC4257-1 去掉分级负载电流并接通内部功率 MOSFET。C1 在 LTC4257-1 电流限值功能的控制下进行充电，而且， V_{OUT} 引脚电平从 0V 过渡至 V_{IN} 。该序列示于图 1。LTC4257-1 包括一个迟滞 UVLO 电路，该电路维持向负载供电，直到输入电压降至 UVLO 关断门限以下为止。一旦输入电压降至 $-30V$ 以下，内部功率 MOSFET 即被关断，而且分级负载电流被重新

使能。C1 将通过 PD 电路放电， V_{OUT} 引脚将变至高阻抗状态。

输入电流限值

IEEE 802.3af 规定了一个最大涌入电流，还规定了一个 GND 和 V_{OUT} 引脚之间的最小负载电容器。为了控制系统中的接通浪涌电流，LTC4257-1 将一个双电平电流限值电路与一个片内功率 MOSFET 和检测电阻器集成在了一起，以便在无需使用额外的外部元件的情况下构成一个完整的涌入电流控制电路。在接通时，LTC4257-1 将把输入电流限制在低电平，从而能够以一种受控方式来使负载电容器电压斜坡上升至线路电压。

LTC4257-1 是特别为实现与那些不符合 IEEE 802.3af 规范的涌入电流要求的老式 PSE 的连接而设计的。这是通过采用一个双电平电流限值来完成的。在接

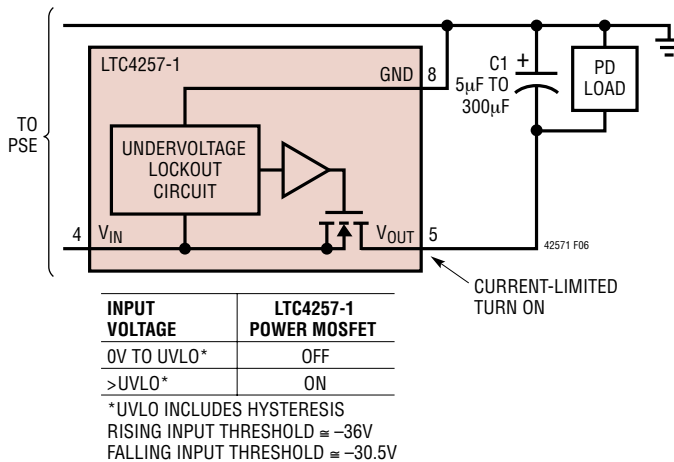


图 6 : LTC4357-1 欠压闭锁

应用信息

通且尚未对 C1 进行充电时，LTC4257-1 的电流限值被设定在低电平上。在 C1 被充电且 $V_{OUT} - V_{IN}$ 压差低于电源状态良好门限之后，LTC4257-1 转换至高电平电流限值。这种双电平电流限值既允许由供电能力有限的老式 PSE 给 PD 加电，同时也允许 PD 从一个 IEEE 802.3af PSE 吸取满功率。

另外，该双电平电流限值还允许采用任意大的负载电容器。IEEE 802.3af 规范要求接通时 PD 不超过涌入电流限值的时间达到 50ms 以上。LTC4257-1 由于采用一个低于 IEEE 涌入电流限值规范的电流对负载电容器进行充电，因而不受该 50ms 时限的约束。因此，LTC4257-1 可以配用较大的负载电容器。

当 LTC4257-1 从低电平电流限值转换至高电平电流限值时，可以观察到一个瞬间的电流增加。该电流尖峰是由 LTC4257-1 在高电平电流限值条件下进行的最后 1.5V 充电造成的。当对一个 $10\mu\text{F}$ 电容器充电时，电流尖峰的宽度一般为 $100\mu\text{s}$ ，并为标称低电平电流限值的 125%。

LTC4257-1 将保持在高电平电流限值状态，直到

输入电压降至 UVLO 关断门限以下为止。这种双电平电流限值使得系统设计师能够灵活地设计出既可与老式 PSE 兼容，同时还能利用 IEEE 802.3af 系统所提供的更高的分配功率的 PD。

在电流限值接通期间，功率 MOSFET 中的功耗很大。LTC4257-1 专为接受该热负载而设计，并具备用于避免片内功率 MOSFET 受损的热保护功能。请注意，为了遵守 IEEE 802.3af 标准，PD 设计师需确保 PD 稳态功耗不超过表 2 给出的极限值。

电源状态良好

LTC4257-1 包括一个电源状态良好电路 (图 7)，该电路用于向 PD 电路发出负载电容器 C1 已充满电和 PD 能够开始 DC/DC 转换器操作的指示信号。电源状态良好电路监视内部功率 MOSFET 两端的电压，并在电压降至 1.5V 以下时申报 $\overline{\text{PWRGD}}$ 。电源状态良好电路包括大的迟滞量，以使 LTC4257-1 能够在电流限值点的附近，而不会在无意中使 $\overline{\text{PWRGD}}$ 失效。只有 MOSFET 电压必须在 $\overline{\text{PWRGD}}$ 失效之前升至 3V。

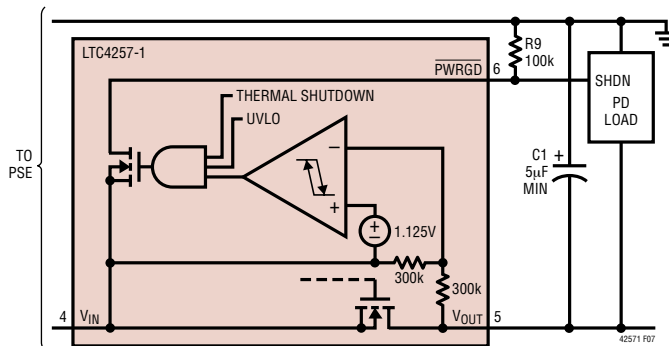


图 7 : LTC4257-1 电源状态良好

应用信息

如果输入线路中发生电压突然上升，则该电压阶跃将经由电容器 C1 而被转移并出现在功率 MOSFET 的两端。LTC4257-1 的响应将取决于电压阶跃的大小、阶跃的上升时间、电容器 C1 的数值以及 DC 负载。对于快速上升的输入，LTC4257-1 将尝试采用一个内部第二电流限值电路来对电容器 C1 进行快速充电。在这种情况下，PSE 电流限值应提供针对电路的总限值。对于上升较慢的输入，LTC4257-1 中的 375mA 电流限值将设定电容器 C1 的充电速率。在这两种场合， $\overline{\text{PWRGD}}$ 信号都可以暂时变至无效状态，而电容器则被充电至新的线路电压。在 PD 的设计过程中，需要确定输入电压中的一个阶跃是否将导致 $\overline{\text{PWRGD}}$ 信号变成无效状态以及如何对此做出响应。在有些设计中，电容器 C1 上的电荷足以在发生上述过程向 PD 供电。在这种场合，有可能需要滤除 $\overline{\text{PWRGD}}$ 信号以便忽略该间歇式的电源状态不良条件。图 10 示出了在电源状态良好接口上插入一个低通滤波器的方法。

对于采用了一个大负载电容器且功耗非常大的 PD 设计来说，利用 $\overline{\text{PWRGD}}$ 信号来延迟 PD 电路的启动是很重要的。如果在电流限值接通序列中未使 PD 电路失效，则 PD 电路将抢夺准备用来给负载电容器充电的电流并产生一个缓慢上升的输入，因而有可能导致 LTC4257-1 进入热停机模式。

$\overline{\text{PWRGD}}$ 引脚连接至一个能够吸收 1mA 电流的漏极开路、100V 内部晶体管。低阻抗时表示电源处于良好状态。在信号和分级探测期间以及发生热过

载时 $\overline{\text{PWRGD}}$ 引脚呈高阻抗。

在关断期间，当输入电压降至 30V 以下时使 $\overline{\text{PWRGD}}$ 无效。此外，在接通时，对于快速上升输入波形， $\overline{\text{PWRGD}}$ 可以暂时变至有效状态。 $\overline{\text{PWRGD}}$ 以 V_{IN} 引脚为基准，而且在有效时将接近 V_{IN} 电位。PD DC/DC 转换器一般将以 V_{OUT} 为基准，而且必须留意确保 $\overline{\text{PWRGD}}$ 信号的电位差不会产生任何的有害影响。如图 10 所示，采用箝位二极管 D6 将使所有的问题得到缓解。

热保护

LTC4257-1 具有热过载保护功能，用于在一个小巧的封装内提供完整的器件功能，并同时保持安全的工作温度。有多种因素有可能导致 LTC4257-1 内部产生巨大的功耗。在接通时，在负载电容器充电之前，LTC4257-1 的瞬时功耗可能达到 10W。当负载电容器充电时，LTC4257-1 中的功耗将减少，直到它达到一个稳态值（具体数值取决于 DC 负载电流）。负载电容器的大小决定了 LTC4257-1 中功耗的下降速度。LTC4257-1 能够处理数值高达 800 μF 的负载电容器，而不会进入热停机模式。利用这样一个大负载电容器，LTC4257-1 管芯温度在一个接通序列期间将上升 50 $^{\circ}\text{C}$ 左右。如果由于某种原因将电源从器件上拿掉，接著快速重新施加电源，使 LTC4257-1 再次给负载电容器充电。这时如果未采取安全防护措施，则温升可能会过大。

应用信息

LTC4257-1 通过监视管芯温度来防止其自身遭受热损坏。如果管芯温度超过了过热跳变点，则电流被降至零且器件中的功耗非常低，直到管芯冷却至过热温度设定点以下为止。

在分级期间，如果 PSE 违反了 75ms 探测时限，则 LTC4257-1 有可能产生过多的热量。为了保护 LTC4257-1，热保护电路将在芯片温度超过过热跳变点的情况下使分级电流失效。当管芯冷却至过热温度设定点以下时，分级电流被重新使能。

外部接口和元件选择

变压器

以太网上的节点经常通过一个隔离变压器来与外界相连(图 8)。对于受电设备，隔离变压器必须在媒体(电缆)侧包括一个中心抽头。在变压器周围需进行适当的终接以避免辐射和传导发射。Pulse、Bel Fuse、Tyco 及其他变压器售主(表 3)可在合适隔离变压器和正确终接方法的选择方面为用户提供协助。这些售主拥有特别为在 PD 应用中使用的变压器。

表 3：以太网供电变压器供应商

供应商	联络信息
Pulse Engineering	12220 World Trade Drive San Diego, CA 92128 电话：858-674-8100 传真：858-674-8262 网址： http://www.pulseeng.com/
Bel Fuse Inc.	206 Van Vorst Street Jersey City, NJ 07302 电话：201-432-0463 传真：201-432-9542 网址： http://www.belfuse.com/
Tyco Electronics	308 Constitution Drive Menlo Park, CA 94035-1164 电话：800-227-7040 传真：650-361-2508 网址： http://www.circuitprotection.com

二极管电桥

IEEE 802.3af 允许在发送(TX)/接收(RX)线路上进行两种配置的电源布线，另外还能通过 RJ45 连接器中的备用线对来给 PD 供电。PD 必需能在主输入端和备用输入端上接受任一极性的电源；因此，在这两种输入端上安装二极管电桥是很常见的，目的在于适应不同的布线配置。图 8 示出了这些二极管电桥的一种实现方案。规范还要求当在 PD 由 57V 电源供电时，经由未使用的电桥流回的漏电流须小于 $28\mu\text{A}$ 。

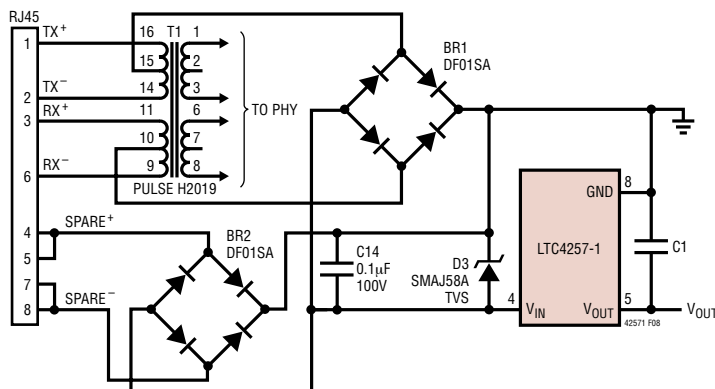


图 8：采用隔离变压器、二极管电桥和电容器的 PD 前端

应用信息

IEEE 标准包括一项 AC 阻抗要求，旨在实现 AC 断接功能。图 8 中的电容器 C14 即被用于满足该 AC 阻抗要求。对于本应用，建议采用一个 $0.1\mu\text{F}$ 的电容器。

根据存在于 V_{IN} 与 GND 引脚之间的电压的不同，LTC4257-1 具有几种不同的工作模式。PD 设计中的输入二极管正向压降使输入电压下降并对各工作模式之间的转换点产生影响。当使用 LTC4257-1 时，需要密切注意该正向压降，尤其是在低温条件下工作时。选择高额定值二极管将有助于把压降维持在一个可接受的低水平上。

辅助电源

在某些应用中，有可能希望通过一个辅助电源（例如壁式变压器）来给 PD 供电。图 9 示出了三种通过二极管“或”操作将外部电源输送至 PD 中的方法。第一种选择方案是在 LTC4257-1 之前插入电源，而第二种和第三种选择方案则是在 LTC4257-1 之后插入电源。

如果电源在 LTC4257-1 之前插入（选择方案 1），则壁式变压器需要超过 LTC4257-1 的 UVLO 接通要求并将最大电压限制在 57V。该选择方案为变压器提供了输入电流限值、提供了一个有效电源状态良好信号并简化了电源优先级问题。只要壁式变压器在 PSE 之前向 PD 供电，它就将取得优先权，而且 PSE 将不会对 PD 供电，因为壁装电源会损坏 25k 特征电阻器。如果 PSE 已经在向 PD 供电，则壁式变压器电源将与 PSE 并联。在这种场合，优先权将被给予较高的电源电压。如果壁式变压器电压较高，则 PSE 应去除线路电压，因为不会从 PSE 吸收电流。另一

方面，如果壁式变压器电压较低，则 PSE 将继续向 PD 供电，而不使用壁式变压器电源。在这两种情况下都应能进行正确的操作。

如果辅助电源在 LTC4257-1 之后施加（选择方案 2），则需要进行一组不同的权衡折衷。在该配置中，壁式变压器无需超过 LTC4257-1 接通 UVLO 要求；然而，需要采用二极管 D9 以防止变压器向 LTC4257-1 加电。变压器电压要求将由 PD 开关电源的需要来决定并有可能超过 57V。不过，此时对于电源优先权问题需要给予更多的干预。如果壁式变压器电压低于 PSE 电压，则优先级将被给予 PSE 电源。PD 将从 PSE 吸取功率，而变压器将处于未用状态。在 PoE 系统中，这种配置不成问题。另一方面，如果壁式变压器电压高于 PSE 电压，则 PD 将从变压器吸取功率。在这种情况下，需要解决 PSE 接入时有可能发生的功率循环问题。PSE 将检测 PD 并施加电源。如果 PD 由壁式变压器供电，则 PD 将不会满足最小负载要求，PSE 将随后去掉电源。PSE 将再次检测 PD 且功率循环将开始。当变压器电压高于 PSE 电压时，需要使特征电阻器失效（如选择方案 2 中所示），或在 LTC4257-1 的输出端上安装一个最小负载以防止发生功率循环。

第三种选择方案同样是在 LTC4257-1 之后加电，并去掉了二极管 D9。由于去掉了二极管，因此变压器电压除了被加在负载上之外，还被加在 LTC4257-1 上。为此，必需确保变压器将电压维持在 38V 至 57V 之间，以使 LTC4257-1 处于其正常工作范围内。第三种选择方案的优点是能够在外部电压超过 PSE 电压时自动使 25k 特征电阻器失效。

应用信息

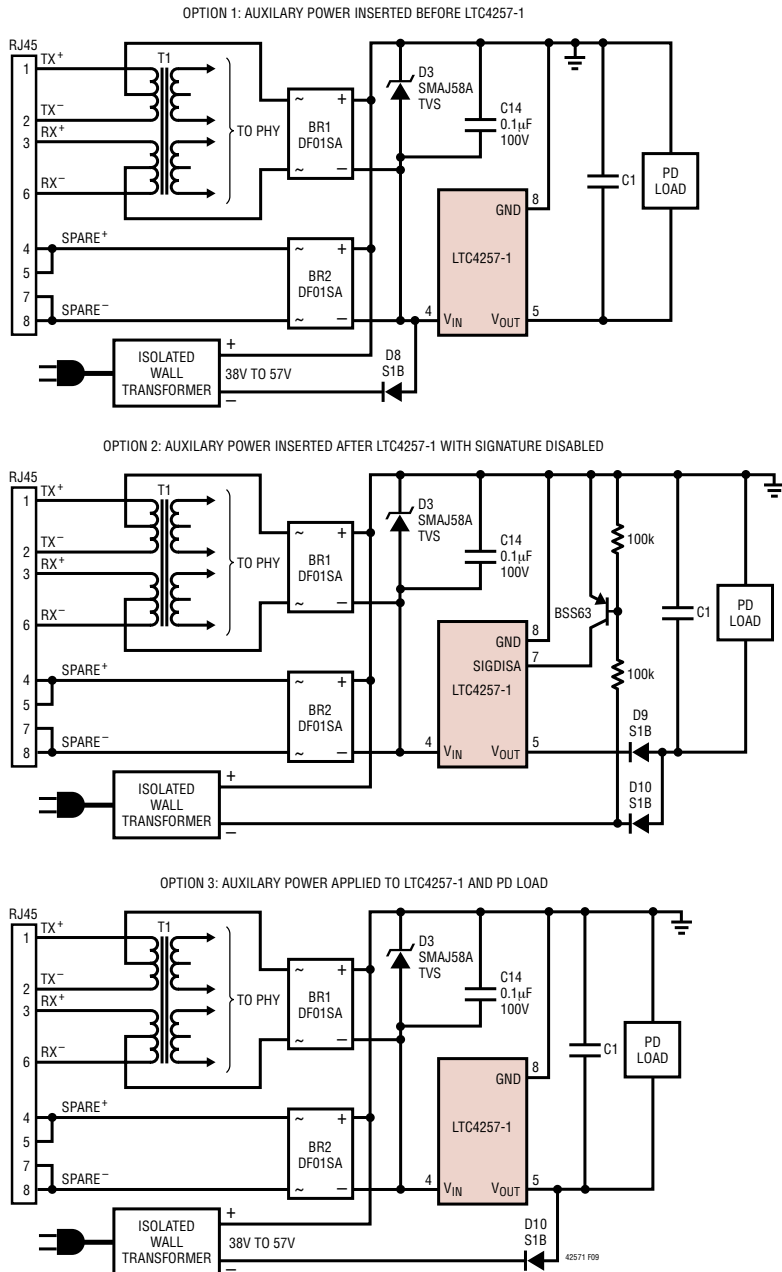


图 9：用于 PD 的辅助电源

应用信息

分级电阻器 (R_{CLASS}) 的选择

IEEE 规范允许将 PD 分为截然不同的 4 级，并把附带一个级号 4 留作将来之用 (见表 2)。连接在 R_{CLASS} 与 V_{IN} 之间的一个外部电阻器 (见图 4) 用于设定负载电流的数值。设计师应首先确定 PD 属于哪一类功率，然后再由表 2 选择合适的 R_{CLASS} 阻值。如果需要一个独特的负载电流，则可由下式来计算 R_{CLASS} 阻值：

$$R_{CLASS} = 1.237V / (I_{DESIRED} - I_{IN_CLASS})$$

其中，I_{IN_CLASS} 为分级期间 LTC4257-1 的 IC 供电电流，详见“电特性”。R_{CLASS} 电阻器的精度必须为 1% 或更高，以避免降低分级电路的总体精度。电阻器的最大功耗将为 50mW，而且是短暂的，因此一般无需考虑温升。为了维持环路稳定性，布局时应最大

限度地减小 R_{CLASS} 节点上的电容。将 R_{CLASS} 引脚浮置可使分级电路失效。R_{CLASS} 引脚不应短接 V_{IN}，因为这会迫使 LTC4257-1 的分级电路努力提供非常大的电流。在该场合，LTC4257-1 将迅速进入热停机模式。

电源状态良好接口

PWRGD 信号受控于一个高压、漏极开路晶体管。图 10 示出了用于控制 PD 负载的高态有效和低态有效接口电路实例。

在有些应用中，希望忽略间歇式的电源状态不良条件。这可以通过在图 10 中采用电容器 C15 以形成一个低通滤波器来实现。

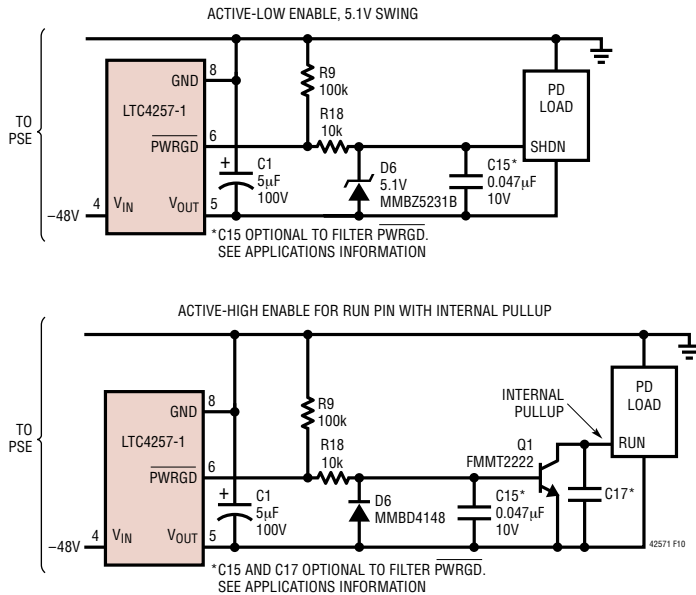


图 10：电源状态良好接口实例

应用信息

采用图中所示的元件值时，持续时间不足 200 μ s 左右的电源状态不良条件将被忽略。相反，在其他应用中，有可能希望延迟至 PD 负载的 $\overline{\text{PWRGD}}$ 申报信号。在图 10 中，通过增加电容器 C17 可延迟 $\overline{\text{PWRGD}}$ 信号。

特征电阻器失效接口

如需使 25k 特征电阻器失效，可将 SIGDISA 引脚连接至 GND 引脚。图 9 中的选择方案 2 示出了一个特征电阻器失效接口电路实例。

负载电容器

IEEE 802.3af 规范要求 PD 维持一个 5 μ F 的最小负载电容。允许采用一个大得多的负载电容器，而且，在热学方面的问题需要给予关注之前，LTC4257-1 能够对非常大的负载电容器进行充电。但是，负载电容器不应太大，否则 PD 设计就有可能违反 IEEE 802.3af 标准的有关要求。

如果负载电容器过大，就有可能发生 PSE 在无意中导致电源关断的问题。以下面这种情形为例。如果 PSE 工作于 -57V (最大容许值) 条件下且 PD 已被检测和上电，则负载电容器将被充电至接近 -57V。如果由于某种原因 PSE 电压突然降至 -44V (最小容许值)，则输入电桥将反偏压且 PD 电源将完全由负载电容器来提供。根据负载电容器大小和 PD 的 DC 负载的不同，PD 将在一段时间里不从 PSE 吸取任何功率。如果这段时间的长度超过了 IEEE 802.3af 标准所规定的 300ms 断接延迟，则 PSE 会去掉 PD 上的电源。为此，必需对负载电容和负载电流进行评估以确保不会发生无意停机。

在电流限值模式中，非常小的输出电容器 ($\leq 10\mu$ F) 将很快地充电。输出端上快速变化的电压会短暂地减小电流限值，从而导致电容器以稍慢的速率充电。相反，对非常大的电容器进行充电则有可能使电流限值略有上升。不管在哪一种情况下，一旦输

出电压达到其终值，输入电流限值即被恢复至其标称值。

维持电源信号

在一个 IEEE 802.3af 系统中，PSE 采用 *维持电源信号* (MPS) 来确定是否需要继续对 PD 供电。MPS 要求 PD 周期性地吸收至少 10mA 的电流并具有一个与 0.05 μ F 电容器并联的、低于 26.25k Ω 的 AC 阻抗。本数据表中所示的 PD 应用电路满足维持电源所需的要求。如果 DC 电流低于 10mA 或 AC 阻抗高于 26.25k Ω ，则 PSE 可能会断开电源。为了保证电源将被拿掉，DC 电流必须低于 5mA，且 AC 阻抗必须高于 2M Ω 。

布局

LTC4257-1 对布局问题的免疫力较强。应避免 R_{CLASS} 引脚上的寄生电容过大。在某些特殊场合，有可能需要进行散热处理。PD 中的电压可以高达 -57V，所以应采用高压布局技术。

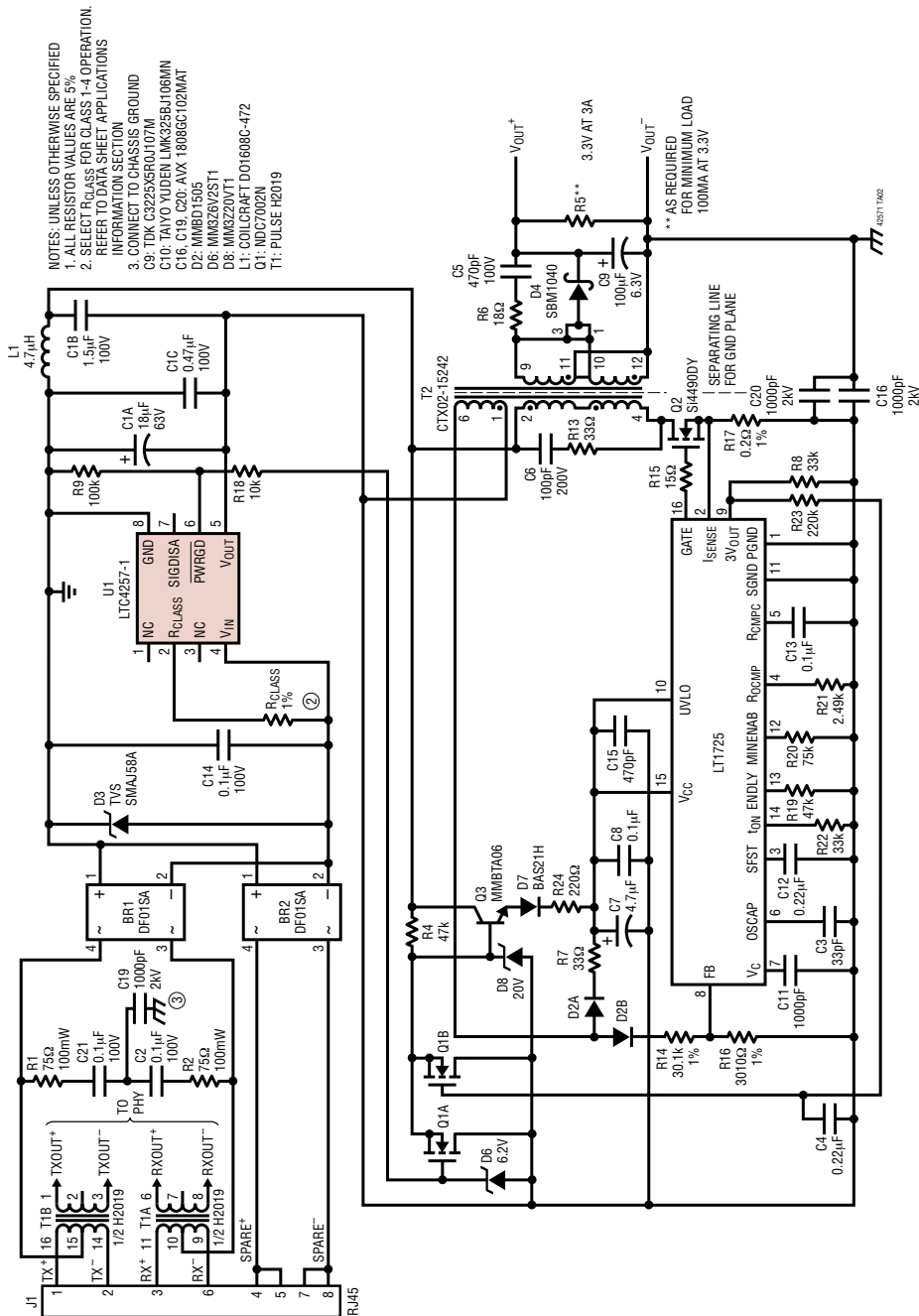
连接在 LTC4257-1 的引脚 5 和引脚 8 之间的负载电容器在充满时能够存储巨大的能量。PD 的设计必须确保该能量不会因疏忽而耗散在 LTC4257-1 中。极性保护二极管可防止电缆上的意外短路导致器件受损。然而，如果 V_{IN} 引脚在负载电容器充电时在 PD 内部被短接至 GND 引脚，则电流将流经内部 MOSFET 的寄生体二极管并有可能对 LTC4257-1 造成永久性的损坏。

静电放电和浪涌抑制

LTC4257-1 被规定工作于一个 -100V 的绝对最大电压条件下并专为容许短暂的过压事件而设计。但是，与外界相连的引脚 (主要是 V_{IN} 和 GND) 却会经常性地承受 10kV 以上的峰值电压。为了保护 LTC4257-1，强烈建议在电桥与 LTC4257-1 之间安装一个瞬态电压抑制器 (图 2 中的 D3)。

应用信息

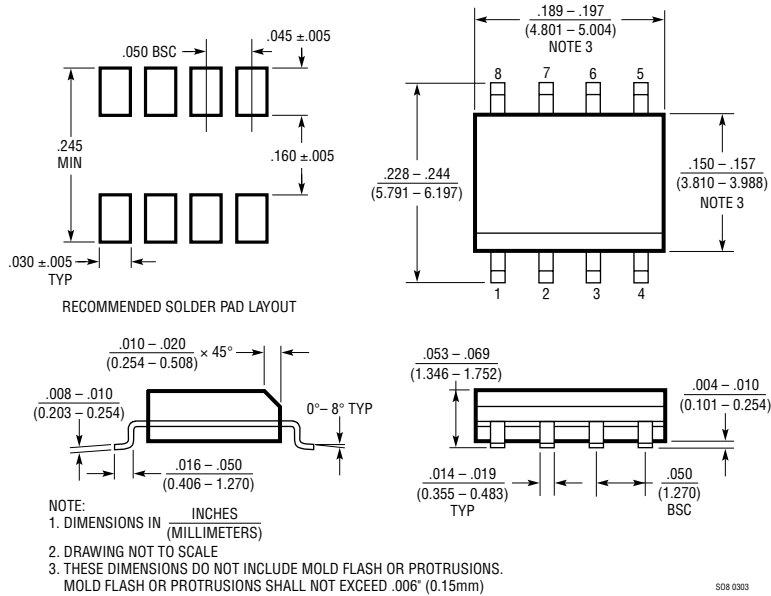
采用 3.3V、3A 隔离电源的 PD 电源接口



425711

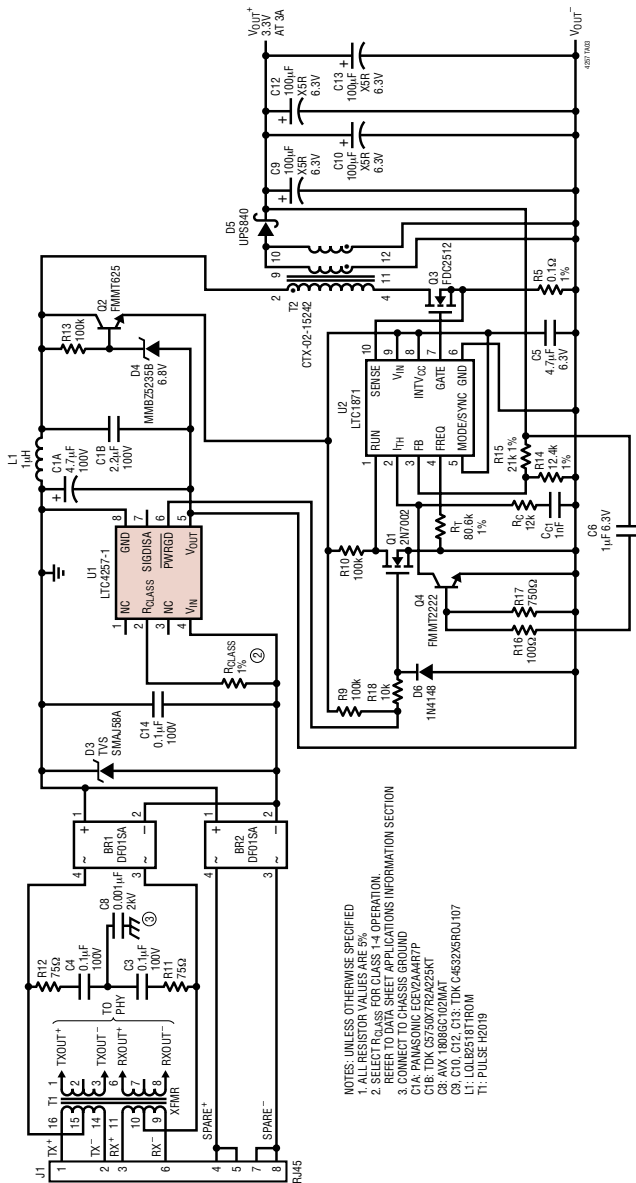
封装描述

S8 封装
8 引脚塑料小外形封装 (窄式 .150 英寸)
(参考 LTC DWG # 05-08-1610)



典型应用

采用 3.3V、3A 非隔离电源的 PD 电源接口



相关器件

器件型号	描述	备注
LTC4255	采用二线串行接口的四路供电以太网控制器	四路独立的 -48V 电源通道
LTC4257	IEEE 802.3af PD 以太网供电接口控制器	完整的电源接口