

负载开关：什么是负载开关，为什么需要负载开关，如何选择正确的负载开关？

Benjamin Mak

Drivers and Load Switches

摘要

集成负载开关是可用于开启和关闭系统中的电源轨的电子继电器。负载开关为系统带来许多其它优势，并且集成通常难以用分立元件实现的保护功能。负载开关可用于多种不同的应用，包括但不限于：

- 配电
- 上电排序和电源状态转换
- 减小待机模式下的漏电流
- 浪涌电流控制
- 断电控制

本应用手册将介绍什么是负载开关、何时应使用负载开关以及如何在系统中实现负载开关等基本知识。

内容

1	什么是负载开关？	2
1.1	常规负载开关框图	2
1.2	数据表参数	3
2	为什么需要负载开关	3
2.1	配电	3
2.2	上电排序和电源状态转换	4
2.3	降低漏电流	5
2.4	浪涌电流控制	5
2.5	断电控制	6
2.6	保护特性	6
2.7	减少 BOM 数量和 PCB 面积	7
3	部件选择和设计考量	7
3.1	NMOS 与 PMOS	7
3.2	导通状态电阻 (R_{ON})	7
3.3	电压 (V_{IN}) 和电流 (I_{MAX}) 额定值	8
3.4	关断电流 (I_{SD}) 和静态电流 (I_Q)	8
3.5	上升时间 (t_R)	8
3.6	快速输出放电 (QOD)	8
3.7	封装尺寸	8
3.8	输入和输出电容	8
4	基本计算	9
4.1	压降	9
4.2	浪涌电流	9
4.3	功耗	9
4.4	散热注意事项	9
5	设计示例和应用示例	10
5.1	R_{ON} 和浪涌电流计算	10
5.2	待机节能	11

5.3	无处理器干预的上电排序	11
5.4	双电源单负载电源多路复用器	12
6	结论	12

1 什么是负载开关?

集成负载开关是可用于开启和关闭电源轨的集成电子继电器。大部分基本负载开关包含四个引脚：输入电压引脚、输出电压引脚、使能引脚和接地引脚。当通过 ON 引脚使能器件时，导通 FET 接通，从而使电流从输入引脚流向输出引脚，并且电能传递到下游电路。

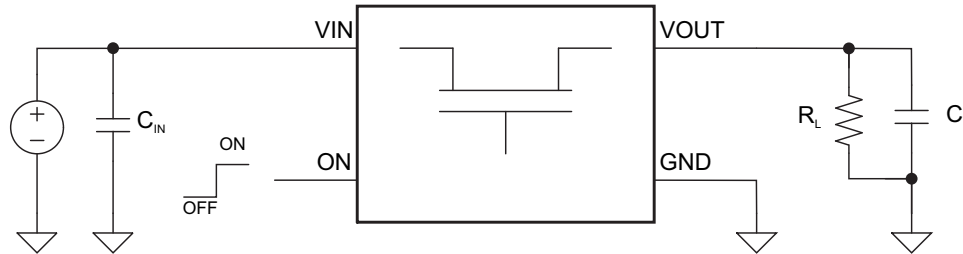
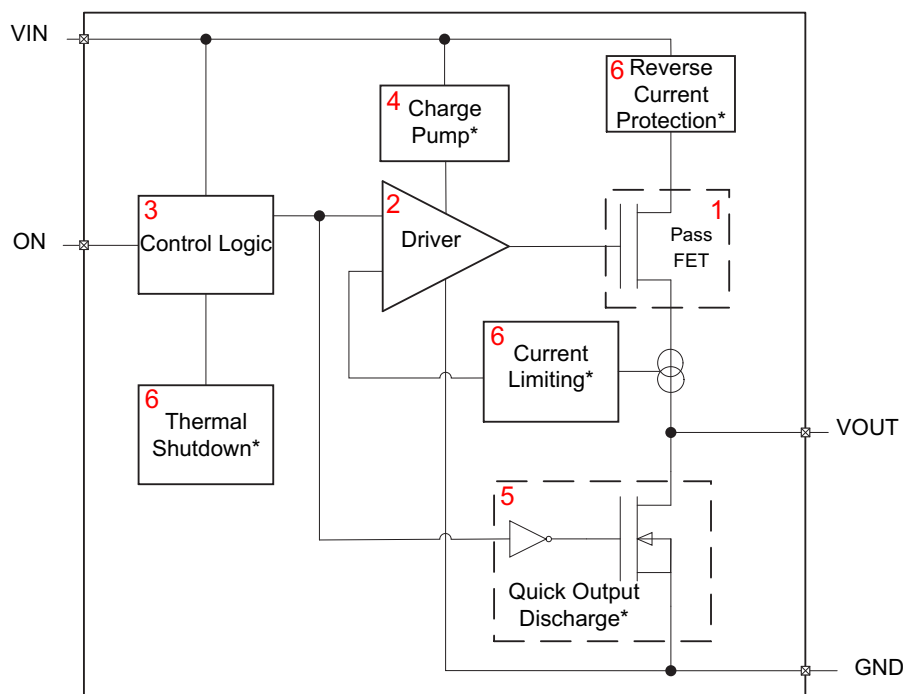


图 1. 常规负载开关电路图

1.1 常规负载开关框图

了解负载开关的架构对于确定负载开关的规范很有帮助。图 2 所示为基本负载开关的框图，该负载开关包括五个基本模块。可以包含更多模块以向负载开关添加功能。



*Not present on all load switches

图 2. 常规负载开关框图

1. 导通 FET 是负载开关的主要元件，它决定了负载开关可处理的最大输入电压和最大负载电流。负载开关的导通电阻是导通 FET 的特性，将用于计算负载开关的功耗。导通 FET 既可以是 N 沟道 FET，也可以是 P 沟道 FET，这将决定负载开关的架构。
2. 栅极驱动器以控制方式对 FET 的栅极进行充放电，从而控制器件的上升时间。
3. 控制逻辑由外部逻辑信号驱动。它控制了导通 FET 和其它模块（如快速输出放电模块、充电泵和带保护功能的模块）的接通和关断。
4. 并非所有负载开关中均包含电荷泵。电荷泵用于带有 N 沟道 FET 的负载开关，因为栅极和源极 (VOUT) 间需要有正差分电压才能正确接通 FET。
5. 快速输出放电模块是一个连接 VOUT 到 GND 的片上电阻，当通过 ON 引脚禁用器件时，该电阻导通。这将对输出节点进行放电，从而防止输出浮空。对于带有快速输出放电模块的器件，仅当 VIN 和 VBIAS 处于工作范围内时，此功能才有效。
6. 不同的负载开关中还包括其它功能。这些功能包括但不限于热关断、限流和反向电流保护。

1.2 数据表参数

下面列出了负载开关的常见数据表参数和定义。

- 输入电压范围 (V_{IN}) – 这是负载开关可支持的输入电压范围。
- 偏置电压范围 (V_{BIAS}) – 这是负载开关可支持的偏置电压范围。为负载开关的内部模块供电可能需要此参数，具体取决于负载开关的架构。
- 最大连续电流 (I_{MAX}) – 这是负载开关可支持的最大连续直流电流。
- 导通状态电阻 (R_{ON}) – 这是在 VIN 引脚与 VOUT 引脚间测得的电阻，其中考虑了封装和内部导通 FET 的电阻。
- 静态电流 (I_Q) – 这是为器件的内部模块供电所需的电流量，以 VOUT 上没有任何负载时流入 VIN 引脚的电流为测量值。
- 关断电流 (I_{SD}) – 这是禁用器件时流入 VIN 的电流量。
- ON 引脚输入漏电流 (I_{ON}) – 这是 ON 引脚上施加高电压时流向 ON 引脚的电流量。
- 下拉电阻 (R_{PD}) – 这是禁用器件时从 VOUT 到 GND 的下拉电阻值。

2 为什么需要负载开关

本部分将概述一些可以通过使用负载开关获得好处的应用。

2.1 配电

许多系统对子系统配电的控制有限。如图 3 所示，可使用负载开关来接通和关断输入电压相同的子系统，而不使用多个 DC/DC 转换器或 LDO。使用负载开关后，可通过对各个负载的控制不同负载间进行配电。

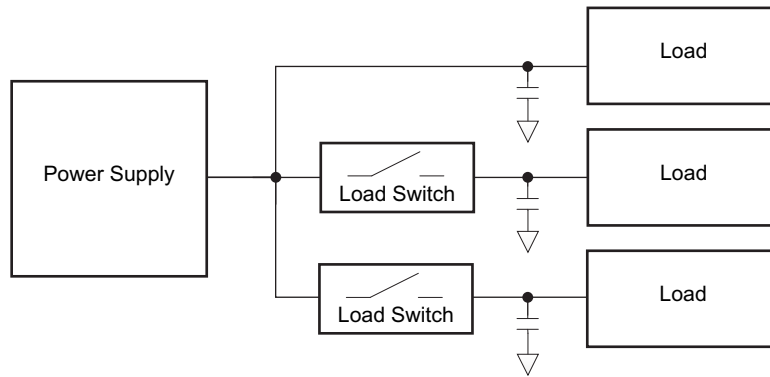


图 3. 配电框图

2.2 上电排序和电源状态转换

在某些系统（尤其是带有处理器的系统）中，必须遵循严格的上电时序。通过使用 GPIO 或 I²C 接口，负载开关成为可实现满足上电要求的上电排序的简单解决方案。负载开关可提供每个电源路径的独立控制，从而简化上电排序的负载点控制，如图 4 所示。

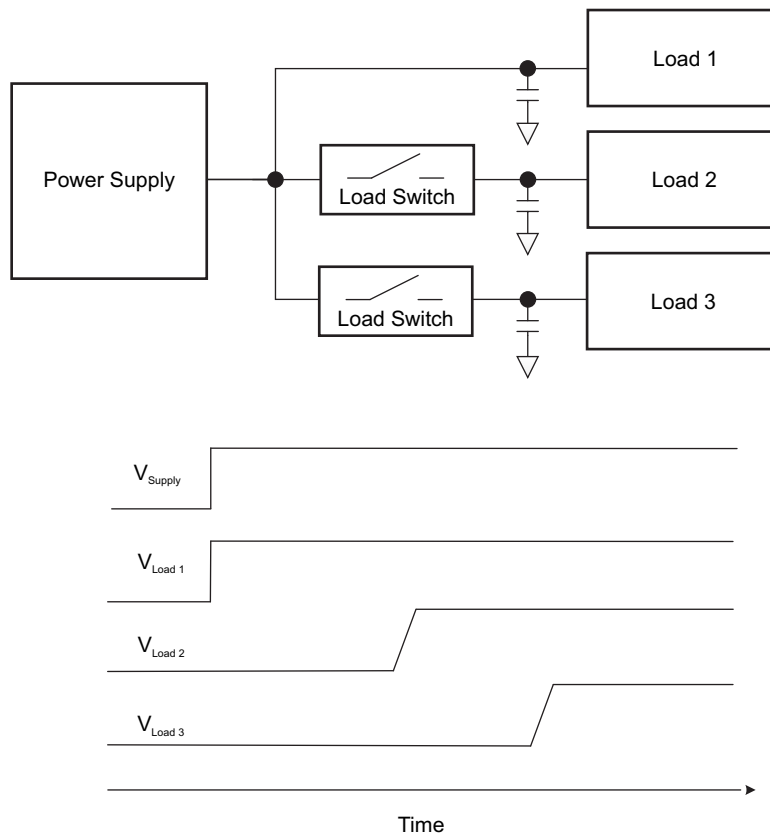


图 4. 使用负载开关的上电排序

2.3 降低漏电流

在许多设计中，存在只在特定工作模式期间使用的子系统。可以使用负载开关关闭这些子系统的电源来限制漏电流和功耗。图 5 显示了使用和不使用负载开关时的漏电流对比情况。有关详细信息，请参见 [输入和输出电容](#) 部分。

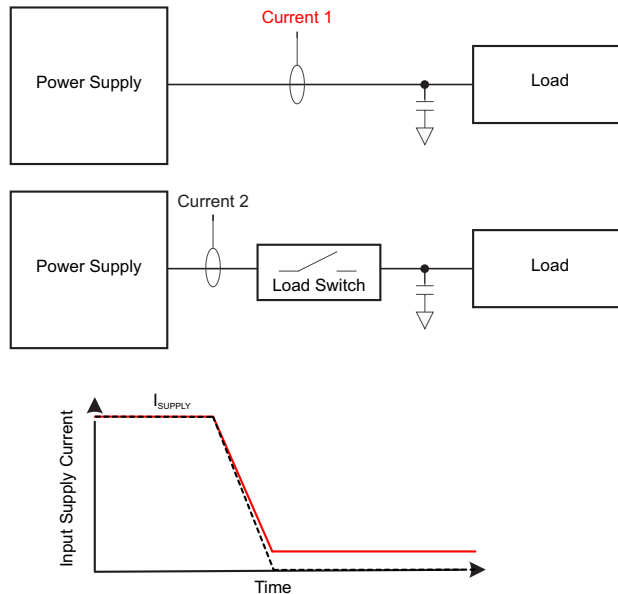


图 5. 使用和不使用负载开关时的漏电流对比情况

在一些应用中，可禁用电路（如 DC/DC 转换器、LDO 和模块）并将其置于待机模式。但即使是处于关断状态，这些模块的漏电流也相对较高。如上图所示，在负载前面放置一个负载开关可显著减小漏电流。因此，在电源路径中放置一个负载开关可大幅降低功耗。

2.4 浪涌电流控制

在没有任何转换率控制的情况下开启子系统时，可能会由于负载电容快速充电产生浪涌电流而导致输入轨下陷。由于此输入轨可能正在为其它子系统供电，因此这会引发问题（图 6）。负载开关可以通过控制输出电压的上升时间来消除输入电压的下陷，从而解决此问题（图 7）。浪涌电流与负载电容成正比，稍后将在 4.2 节部分对此进行说明。

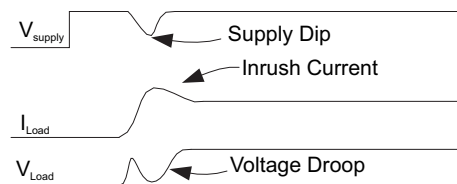


图 6. 导致电源电压突降的浪涌电流



图 7. 使用负载开关的转换率控制

2.5 断电控制

当不带快速输出放电功能的 DC/DC 转换器或 LDO 关闭时，负载电压保持浮空，断电取决于负载，如图 8 所示。这可能导致出现意想不到的动作，因为下游模块并未在断电后到达指定状态。

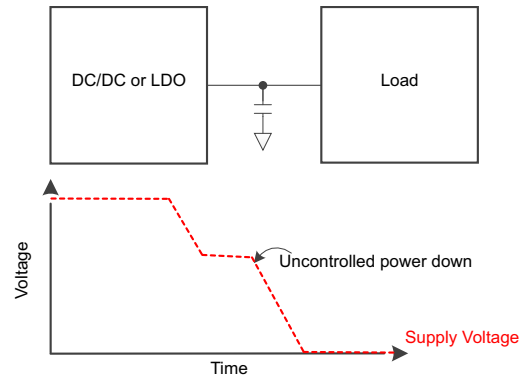


图 8. 未使用负载开关时的不受控断电

使用带快速输出放电功能的负载开关可缓解这些问题。负载将以受控方式快速断电，并将复位为已知的良好状态以备下次上电，如图 9 所示。这将消除负载上的任何浮空电压并确保其始终处于定义的电源状态。有关详细信息，请参见 [快速输出放电 \(QOD\)](#) 部分。

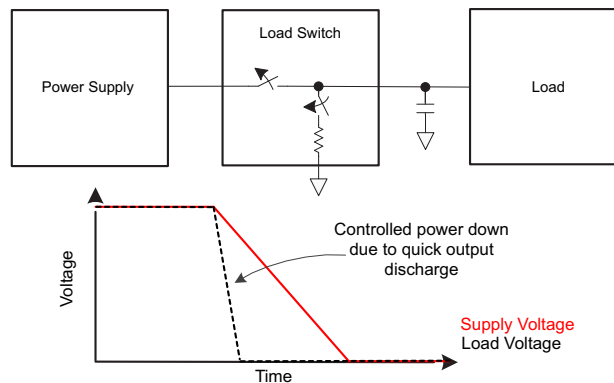


图 9. 使用负载开关时的受控断电

2.6 保护特性

某些应用可能需要负载开关中集成故障保护功能。一些负载开关包括反向电流保护、ON 引脚滞后、限流、欠压锁定和过热保护等集成功能。与通过离散元件实现这些复杂电路不同，使用集成负载开关可减少物料清单数量、减小解决方案尺寸并缩短开发时间。下面简要介绍了其中一些功能：

- 反向电流保护功能将阻止电流从 VOUT 引脚流向 VIN 引脚。如果没有此功能，当二极管压降导致 VOUT 上的电压高于 VIN 上的电压时，电流可能从 VOUT 引脚流向 VIN 引脚。因此，反向电流阻断可使某些应用获益，如电流不应从 VOUT 流向 VIN 的电源多路复用器应用。有许多不同的方法可实现反向电流保护。在某些情况下，器件（如 TPS22912）将监视 VIN 引脚和 VOUT 引脚上的电压。当此差分电压超出特定阈值时，开关将被禁用，同时体二极管断开以防止出现流向 VIN 的反向电流。某些器件（如 TPS22963C）只有在被禁用时才具有反向电流保护功能。
- ON 引脚滞后功能可使 GPIO 使能更稳定。由于 ON 引脚上存在逻辑高电平与逻辑低电平的电压差，即使 GPIO 线上出现噪声，控制电路也将按预期工作。图 10 说明了 ON 引脚滞后如何为 GPIO 使能线提

供稳定性。

- 限流功能将限制负载开关输出的电流量。这将确保外部电路不会拉过量的电流。如果电流不受限制，外部电路可能会使主系统停止工作。在限流模式下，负载开关提供连续电流，直至开关电流降至电流限值以下。
- 欠压锁定 (UVLO) 用于在 V_{IN} 电压降至阈值以下时关闭器件，以确保下游电路不会因为供电电压低于预期值而损坏。
- 过热保护功能可在器件温度超出阈值温度时禁用开关。凭借此功能，器件可用作在检测到高温时关断的安全开关。

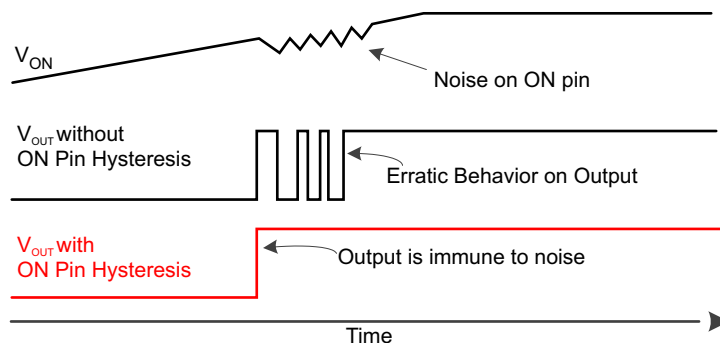


图 10. ON 引脚滞后

2.7 减少 BOM 数量和 PCB 面积

使用集成负载开关可减少系统的 BOM 数量。如果有离散 FET 与其它元件配合使用，则可以考虑使用负载开关来减少系统中的元件总数。分离创建负载开关时，将需要多个电阻、电容和晶体管来实现栅极驱动器、控制逻辑、输出放电和保护功能。而采用集成负载开关，只需单个器件便可实现全部功能，从而显著降低 BOM 数量。

3 部件选择和设计考量

本部分将介绍选择负载开关时需注意的规范。

3.1 NMOS 与 PMOS

在 NMOS 器件中，通过使栅极电压高于源极电压来使导通 FET 接通。通常，源极电压与 V_{IN} 端子处于相同电势。要使栅极和源极间产生上述电压差，需要一个电荷泵。使用电荷泵将增大器件的静态电流。

在 PMOS 器件中，通过使栅极电压低于源极电压来使导通 FET 接通。PMOS 器件的架构无需电荷泵，因此其静态电流比 NMOS 器件的静态电流低。

基于 PMOS 的架构与基于 NMOS 的架构的一个主要差别是，基于 PMOS 的负载开关在低电压下性能欠佳，而 NMOS 器件在低输入电压应用中性能良好。

3.2 导通状态电阻 (R_{ON})

导通状态电阻 (R_{ON}) 是一个极为重要的参数，因为它决定了负载开关的压降和功耗。 R_{ON} 越大，负载开关的压降越大，功耗越高。有关确定压降和功耗的计算方法，请参见 4 节。

3.3 电压 (V_{IN}) 和电流 (I_{MAX}) 额定值

决定使用哪种负载开关时的重要考虑因素之一是应用所需的电压和电流。负载开关必须能够支持稳态工作期间所需的直流电压和电流，以及瞬变电压和峰值电流。需要注意的是，一些负载开关需要偏置电压来开启器件和偏置内部电路。此偏置电压与输入电压无关。

3.4 关断电流 (I_{SD}) 和静态电流 (I_Q)

静态电流是负载开关接通时消耗的电流。除 I^2R 损耗外，静态电流还将决定负载开关接通时的功耗量。如果负载电流足够大，则静态电流引起的功耗可忽略不计。

关断电流决定了负载开关通过 ON 引脚被禁用时的功耗量。使用负载开关切断子系统电源可显著降低电源轨的待机功耗。有关说明此参数重要性的示例，请参见 5.2 节。

3.5 上升时间 (t_R)

上升时间因器件而异。上升时间可能需要较短，也可能较长，具体取决于应用。此外，浪涌电流与上升时间成反比。了解系统所能接受的浪涌电流是十分有益的。有关详细信息，请参见 4.2 节。

3.6 快速输出放电 (QOD)

一些负载开关具有内部电阻，该电阻会在开关关断时将输出拉至地，以避免输出浮空。要使快速输出放电功能起作用，输入电压引脚上的电压需处于工作范围内。

快速输出放电功能有诸多好处，例如：

- 输出不会浮空并且始终处于已确定状态。
- 下游模块始终完全关闭。

不过，仍有应用无法从快速输出放电功能中受益。

- 如果负载开关的输出与电池相连，则通过 ON 引脚禁用负载开关时，快速输出放电会导致电池电量耗尽。
- 如果两个负载开关用作双输入单输出多路复用器（其中，二者输出连在一起），则负载开关无法提供快速输出放电功能。否则，快速输出放电期间将持续浪费电能，因为只要通过 ON 引脚禁用负载开关，电流就会通过内部电阻流向地。

3.7 封装尺寸

集成负载开关提供各种不同的形状和尺寸。确保应用能够接受负载开关是十分重要的。在空间受限的系统中，可能需要选择较小的封装尺寸。例如，可能不需要使用 0.4mm 间距的器件，所以选择部件时不应考虑 0.4mm 间距的器件。因此，选择器件时应考虑封装尺寸。

3.8 输入和输出电容

在负载开关应用中，应放置输入电容，以限制由流入已放电的负载电容的瞬变浪涌电流所导致的输入电源压降。强烈建议在 V_{IN} 和 GND 之间靠近 V_{IN} 端子的位置放置 1 μF 电容 (C_{IN})。较大的电容将降低大电流应用期间的压降。尽管强烈推荐，但这并非负载开关工作所必需。

移除电源时， V_{OUT} 和 GND 之间的总输出电容 (C_L) 可能会使 V_{OUT} 上的电压超过 V_{IN} 上的电压，对于不具备反向电路保护功能的器件，这可能导致电流从 V_{OUT} 经导通 FET 中的体二极管流向 V_{IN} 。为防止出现这种情况，建议（但不要求）输入电容和负载电容保持 10:1 的比值。

4 基本计算

本部分介绍可用于确定负载开关所需规范的计算方法。

4.1 压降

要为应用确定合适的器件，必须了解应用可接受的负载开关压降大小。可接受的压降越低，负载开关的 R_{ON} 也必须越低。使用公式 1 来确定 V_{IN} 到 V_{OUT} 的压降：

$$R_{ON, \max} = \frac{\Delta V_{\max}}{I_{LOAD}} \quad (1)$$

其中：

ΔV_{\max} = V_{IN} 到 V_{OUT} 的最大压降

I_{LOAD} = 负载电流

$R_{ON, \max}$ = 给定 V_{IN} 对应的器件最大导通电阻

4.2 浪涌电流

要确定 C_L 电容产生的浪涌电流的大小，请使用公式 2：

$$I_{INRUSH} = C_L \times \frac{dV_{OUT}}{dt} \quad (2)$$

其中：

I_{INRUSH} = C_L 产生的浪涌电流的大小

C_L = V_{OUT} 上的总电容

dV_{OUT} = 启用器件时 V_{OUT} 的电压变化

dt = V_{OUT} 电压变化 dV_{OUT} 所用的时间

浪涌电流的值由 V_{OUT} 上的总电容和 V_{OUT} 电压的变化率决定。因此，必须确保选择合适的负载开关上升时间，使器件超出数据表中指示的启动时最大规范值（尤其是 I_{PLS} ）。一些器件具有单独的 CT 引脚，从而可通过 CT 引脚与 GND 之间的外部电容来设定上升时间。

4.3 功耗

输入电压和负载电流是计算负载开关功耗所必需的。使用公式 3 来确定负载开关的功耗：

$$P_D = V_{IN} \times I_Q + I_{LOAD}^2 \times R_{ON} \quad (3)$$

其中：

V_{IN} = 输入电压

I_Q = 负载开关的静态电流

I_{LOAD} = 负载开关的负载电流

R_{ON} = 负载开关的导通电阻

对于大负载电流，可以忽略器件的 I_Q ，因为相比 R_{ON} 引起的损耗， V_{IN} 和 I_Q 的乘积可以忽略不计。

4.4 散热注意事项

最大 IC 结温应限制为绝对最大值表中指示的正常工作条件下的最大结温。要计算在给定的输出电流和环境温度下的最大允许功耗 $PD(\max)$ ，请使用公式：

$$P_{D(\max)} = \frac{T_{J(\max)} - T_A}{\theta_{JA}} \quad (4)$$

其中：

$P_{D(max)}$ = 最大允许功耗

$T_{J(max)}$ = 最大允许结温

T_A = 器件的环境温度

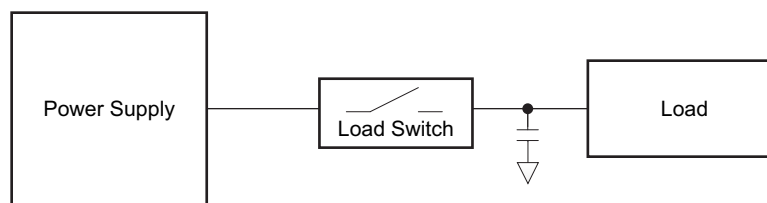
θ_{JA} = 结点到空气热阻 此参数很大程度上取决于电路板布局。

5 设计示例和应用示例

本部分将讨论几个利用前一部分所述公式的示例，并介绍一些如何在系统中使用负载开关的配置。

5.1 R_{ON} 和浪涌电流计算

下面列出了此示例的系统规范：



设计参数	示例值
V_{IN}	5.0V
I_{LOAD}	500mA
最大 I_{INRUSH}	1A
ΔV_{MAX}	0.3V
C_L	20 μ F
P_D	150mW

有了上述系统信息，可使用上面列出的公式制定负载开关的规范。

$$R_{ON, max} = \frac{\Delta V_{max}}{I_{LOAD}} = \frac{0.3V}{0.5A} = 600 \text{ m}\Omega \quad (5)$$

因此，可以选择 R_{ON} 最大为 600m Ω 的器件。

反过来， R_{ON} 限制可通过功耗预算来计算。例如，如果已确定负载开关的最大功耗为 150mW，则最大 $R_{ON,max}$ 可通过以下公式估算：

$$\frac{\Delta V_{max}^2}{P_D} = \frac{0.3V^2}{150mW} = 600m\Omega \quad (6)$$

接下来，可确定给定的 20μF 负载电容的最短上升时间。

$$I_{\text{INRUSH}} = C_L \times \frac{dV_{\text{OUT}}}{dt} \tag{7}$$

$$dt = \frac{dV_{\text{OUT}} \times C_L}{I_{\text{INRUSH}}} = \frac{5V \times 20\mu F}{1A} = 100\mu s \tag{8}$$

由于 C_L 和 I_{INRUSH} 是系统级限制，因此很容易计算负载开关的上升时间。基于此，可计算负载开关的上升时间。在 www.ti.com/loadswitch 上可以很容易地缩小特定负载开关的范围，因为负载开关可按上升时间分类。

5.2 待机节能

对于一些电池供电系统，在不同模式下工作时必须满足一定的功耗预算。本部分将说明在电源路径中使用负载开关可实现的节能效果。

某些模块（如 LCD 显示屏、功率放大器、GPS 模块和处理器）在待机模式下的泄漏电流可达几 mA 或更高，但使用负载开关后可将此电流降至几 μA。例如，对于漏电流为 1mA 的下游模块，存在 5V 电源轨，在禁用下游模块时该轨的功耗为：

$$5V \times 1mA = 5 \text{ mW}$$

在系统中使用负载开关时，漏电流通过负载开关分流到地并可降至 1μA 以下。这样，此轨的功耗现在为：

$$5V \times 1\mu A = 5 \mu W$$

因此，使用负载开关可使节能效果增大 1000 倍。随着轨的数量不断增加，放置额外的负载开关可降低泄漏电流过大的待机轨的功耗，从而获得显著的节能效果。

5.3 无处理器干预的上电排序

在图 11 所示的配置中，将负载开关排列成在没有任何处理器干预的情况下实现上电排序。在下图中，当 μC GPIO 接通负载开关时，将为负载 1 供电。一旦负载 1 的电压轨超过第二个负载开关的 V_{IH} 电平，第二个负载开关就将接通。尽管下图只显示启用了附加负载开关，但可进行扩展，让一条 GPIO 线对多个负载开关排序。

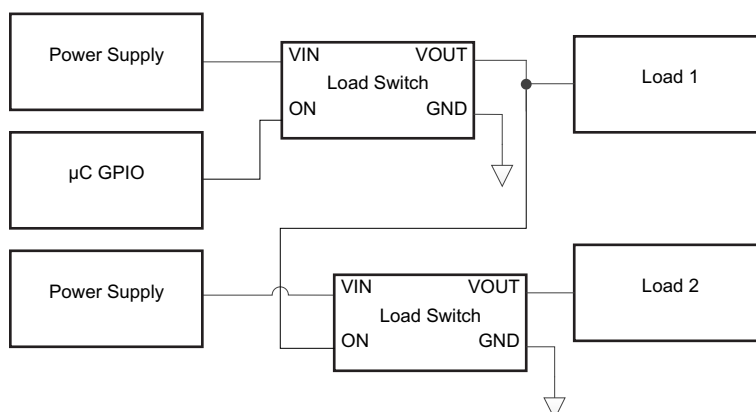


图 11. 无处理器干预的上电排序

5.4 双电源单负载电源多路复用器

在以下配置（图 12）中，具有反向电流保护功能的两个低电平有效负载开关可配置为将双电源复用到单个负载。低电平有效负载开关是在 ON 引脚拉低时接通的器件。如下图所示，电源 1 在此配置下的优先级最高。只要电源 1 施加电压，下面的负载开关便会因电阻分压器而被禁用。与电源 1 相连的负载开关保持接通状态，但反向电流保护功能将阻止电流从 VOUT 流向 VIN。如果没有外部电阻，微控制器 GPIO 可驱动各负载开关的 ON 引脚。

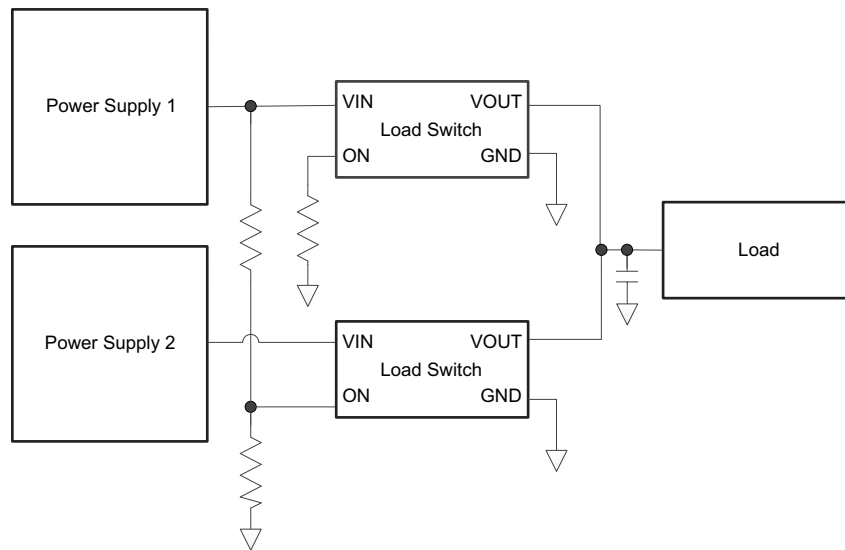


图 12. 双电源单负载电源多路复用器配置

6 结论

集成负载开关是一个有效的解决方案，可实现上电排序、配电、上升时间控制、降低待机功耗、减少 BOM 数量和缩小 PCB 面积。如本应用手册所示，只需一些简单计算，便可将 TPS229xx 系列负载开关轻松集成到任何系统中，从而降低功耗和简化电源设计。

重要声明

德州仪器(TI) 及其下属子公司有权根据 JESD46 最新标准, 对所提供的产品和服务进行更正、修改、增强、改进或其它更改, 并有权根据 JESD48 最新标准中止提供任何产品和服务。客户在下订单前应获取最新的相关信息, 并验证这些信息是否完整且是最新的。所有产品的销售都遵循在订单确认时所提供的TI 销售条款与条件。

TI 保证其所销售的组件的性能符合产品销售时 TI 半导体产品销售条件与条款的适用规范。仅在 TI 保证的范围内, 且 TI 认为有必要时才会使用测试或其它质量控制技术。除非适用法律做出了硬性规定, 否则没有必要对每种组件的所有参数进行测试。

TI 对应用帮助或客户产品设计不承担任何义务。客户应对其使用 TI 组件的产品和应用自行负责。为尽量减小与客户产品和应用相关的风险, 客户应提供充分的设计与操作安全措施。

TI 不对任何 TI 专利权、版权、屏蔽作品权或其它与使用了 TI 组件或服务的组合设备、机器或流程相关的 TI 知识产权中授予的直接或间接权利作出任何保证或解释。TI 所发布的与第三方产品或服务有关的信息, 不能构成从 TI 获得使用这些产品或服务的许可、授权、或认可。使用此类信息可能需要获得第三方的专利权或其它知识产权方面的许可, 或是 TI 的专利权或其它知识产权方面的许可。

对于 TI 的产品手册或数据表中 TI 信息的重要部分, 仅在没有对内容进行任何篡改且带有相关授权、条件、限制和声明的情况下才允许进行复制。TI 对此类篡改过的文件不承担任何责任或义务。复制第三方的信息可能需要服从额外的限制条件。

在转售 TI 组件或服务时, 如果对该组件或服务参数的陈述与 TI 标明的参数相比存在差异或虚假成分, 则会失去相关 TI 组件或服务的所有明示或暗示授权, 且这是不正当的、欺诈性商业行为。TI 对任何此类虚假陈述均不承担任何责任或义务。

客户认可并同意, 尽管任何应用相关信息或支持仍可能由 TI 提供, 但他们将独立负责满足与其产品及其应用中使用 TI 产品相关的所有法律、法规和安全相关要求。客户声明并同意, 他们具备制定与实施安全措施所需的全部专业技术和知识, 可预见故障的危险后果、监测故障及其后果、降低有可能造成人身伤害的故障的发生机率并采取适当的补救措施。客户将全额赔偿因在此类安全关键应用中使用任何 TI 组件而对 TI 及其代理造成的任何损失。

在某些场合中, 为了推进安全相关应用有可能对 TI 组件进行特别的促销。TI 的目标是利用此类组件帮助客户设计和创立其特有的可满足适用的功能安全性标准和要求的终端产品解决方案。尽管如此, 此类组件仍然服从这些条款。

TI 组件未获得用于 FDA Class III (或类似的生命攸关医疗设备) 的授权许可, 除非各方授权官员已经达成了专门管控此类使用的特别协议。

只有那些 TI 特别注明属于军用等级或“增强型塑料”的 TI 组件才是设计或专门用于军事/航空应用或环境的。购买者认可并同意, 对并非指定面向军事或航空航天用途的 TI 组件进行军事或航空航天方面的应用, 其风险由客户单独承担, 并且由客户独立负责满足与此类使用相关的所有法律和法规要求。

TI 已明确指定符合 ISO/TS16949 要求的产品, 这些产品主要用于汽车。在任何情况下, 因使用非指定产品而无法达到 ISO/TS16949 要求, TI 不承担任何责任。

	产品		应用
数字音频	www.ti.com.cn/audio	通信与电信	www.ti.com.cn/telecom
放大器和线性器件	www.ti.com.cn/amplifiers	计算机及周边	www.ti.com.cn/computer
数据转换器	www.ti.com.cn/dataconverters	消费电子	www.ti.com.cn/consumer-apps
DLP® 产品	www.dlp.com	能源	www.ti.com.cn/energy
DSP - 数字信号处理器	www.ti.com.cn/dsp	工业应用	www.ti.com.cn/industrial
时钟和计时器	www.ti.com.cn/clockandtimers	医疗电子	www.ti.com.cn/medical
接口	www.ti.com.cn/interface	安防应用	www.ti.com.cn/security
逻辑	www.ti.com.cn/logic	汽车电子	www.ti.com.cn/automotive
电源管理	www.ti.com.cn/power	视频和影像	www.ti.com.cn/video
微控制器 (MCU)	www.ti.com.cn/microcontrollers		
RFID 系统	www.ti.com.cn/rfidsys		
OMAP应用处理器	www.ti.com.cn/omap		
无线连通性	www.ti.com.cn/wirelessconnectivity	德州仪器在线技术支持社区	www.deyisupport.com

邮寄地址: 上海市浦东新区世纪大道1568号, 中建大厦32楼邮政编码: 200122
Copyright © 2014, 德州仪器半导体技术(上海)有限公司

重要声明

德州仪器(TI) 及其下属子公司有权根据 JESD46 最新标准, 对所提供的产品和服务进行更正、修改、增强、改进或其它更改, 并有权根据 JESD48 最新标准中止提供任何产品和服务。客户在下订单前应获取最新的相关信息, 并验证这些信息是否完整且是最新的。所有产品的销售都遵循在订单确认时所提供的TI 销售条款与条件。

TI 保证其所销售的组件的性能符合产品销售时 TI 半导体产品销售条件与条款的适用规范。仅在 TI 保证的范围内, 且 TI 认为有必要时才会使用测试或其它质量控制技术。除非适用法律做出了硬性规定, 否则没有必要对每种组件的所有参数进行测试。

TI 对应用帮助或客户产品设计不承担任何义务。客户应对其使用 TI 组件的产品和应用自行负责。为尽量减小与客户产品和应用相关的风险, 客户应提供充分的设计与操作安全措施。

TI 不对任何 TI 专利权、版权、屏蔽作品权或其它与使用了 TI 组件或服务的组合设备、机器或流程相关的 TI 知识产权中授予的直接或隐含权作出任何保证或解释。TI 所发布的与第三方产品或服务有关的信息, 不能构成从 TI 获得使用这些产品或服务的许可、授权、或认可。使用此类信息可能需要获得第三方的专利权或其它知识产权方面的许可, 或是 TI 的专利权或其它知识产权方面的许可。

对于 TI 的产品手册或数据表中 TI 信息的重要部分, 仅在没有对内容进行任何篡改且带有相关授权、条件、限制和声明的情况下才允许进行复制。TI 对此类篡改过的文件不承担任何责任或义务。复制第三方的信息可能需要服从额外的限制条件。

在转售 TI 组件或服务时, 如果对该组件或服务参数的陈述与 TI 标明的参数相比存在差异或虚假成分, 则会失去相关 TI 组件或服务的所有明示或暗示授权, 且这是不正当的、欺诈性商业行为。TI 对任何此类虚假陈述均不承担任何责任或义务。

客户认可并同意, 尽管任何应用相关信息或支持仍可能由 TI 提供, 但他们将独力负责满足与其产品及其应用中使用的 TI 产品相关的所有法律、法规和安全相关要求。客户声明并同意, 他们具备制定与实施安全措施所需的全部专业技术和知识, 可预见故障的危险后果、监测故障及其后果、降低有可能造成人身伤害的故障的发生机率并采取适当的补救措施。客户将全额赔偿因在此类安全关键应用中使用任何 TI 组件而对 TI 及其代理造成的任何损失。

在某些场合中, 为了推进安全相关应用有可能对 TI 组件进行特别的促销。TI 的目标是利用此类组件帮助客户设计和创立其特有的可满足适用的功能安全性标准和要求的终端产品解决方案。尽管如此, 此类组件仍然服从这些条款。

TI 组件未获得用于 FDA Class III (或类似的生命攸关医疗设备) 的授权许可, 除非各方授权官员已经达成了专门管控此类使用的特别协议。

只有那些 TI 特别注明属于军用等级或“增强型塑料”的 TI 组件才是设计或专门用于军事/航空应用或环境的。购买者认可并同意, 对并非指定面向军事或航空航天用途的 TI 组件进行军事或航空航天方面的应用, 其风险由客户单独承担, 并且由客户独力负责满足与此类使用相关的所有法律和法规要求。

TI 已明确指定符合 ISO/TS16949 要求的产品, 这些产品主要用于汽车。在任何情况下, 因使用非指定产品而无法达到 ISO/TS16949 要求, TI 不承担任何责任。

产品	应用
数字音频	www.ti.com.cn/audio 通信与电信 www.ti.com.cn/telecom
放大器和线性器件	www.ti.com.cn/amplifiers 计算机及周边 www.ti.com.cn/computer
数据转换器	www.ti.com.cn/dataconverters 消费电子 www.ti.com.cn/consumer-apps
DLP® 产品	www.dlp.com 能源 www.ti.com.cn/energy
DSP - 数字信号处理器	www.ti.com.cn/dsp 工业应用 www.ti.com.cn/industrial
时钟和计时器	www.ti.com.cn/clockandtimers 医疗电子 www.ti.com.cn/medical
接口	www.ti.com.cn/interface 安防应用 www.ti.com.cn/security
逻辑	www.ti.com.cn/logic 汽车电子 www.ti.com.cn/automotive
电源管理	www.ti.com.cn/power 视频和影像 www.ti.com.cn/video
微控制器 (MCU)	www.ti.com.cn/microcontrollers
RFID 系统	www.ti.com.cn/rfidsys
OMAP应用处理器	www.ti.com.cn/omap
无线连通性	www.ti.com.cn/wirelessconnectivity 德州仪器在线技术支持社区 www.deyisupport.com

邮寄地址: 上海市浦东新区世纪大道1568号, 中建大厦32楼邮政编码: 200122
Copyright © 2014, 德州仪器半导体技术(上海)有限公司