

面向高可用性系统的理想二极管和热插拔控制

Ideal diode and hot swap control for high availability systems

□ Pinkesh Sachdev 凌力尔特公司混合信号产品产品市场工程师

引言

为了实现容量可扩展和模块化，服务器、工业计算机、企业数据存储系统和网络路由器等系统都内置了很多插槽，以容纳多个处理和 I/O 板卡。为了确保高可用性和运行时间，系统需具备热插拔能力。这样，板卡插入和拔出时，整个系统才不会断电。为了进一步提高可靠性，需要并联多个电源模块，以确保任一电源发生故障时系统仍能继续运行。可以利用肖特基功率二极管以“或”方式并联电源。有些系统以“或”方式并联相同的电源，有些则“或”连接备份电池、辅助维护电源或电容器组。在后者所述情况下，仅当主电源不可用时才需要备份电源。另外，二极管与输出端的保持电容器相结合，可以实现电源低电压穿越。

当电流值高于几安培时，肖特基二极管消耗大量功率，每流过 1A 电流大约消耗 0.5W，而且二极管两端会产生压降，对于 3.3V - 5V 的较低电压电源而言，电压是宝贵资源。采用低导通电阻 MOSFET 和控制器构成的理想二极管可将功耗和压降降低 10 倍或以上，因此无需散热器，节省了电路板面积。在有些配置方式中，理想二极管控制器已经与

热插拔 (Hot Swap™) 控制器相集成，旨在为高可用性系统中遇到的各种不同热插拔和“或”连接情况提供紧凑的解决方案。

1 电源模块的“或”连接，在负载板卡上进行热插拔

有些高可用性系统在背板上有多个电源模块，通过电源总线向系统中的所有负载板卡供电 (图 1a)。当电源模块插入带电的电源总线时，需要实现热插拔 (图中用开关表示) 和二极管控制。插入第一个模块时，热插拔控制器软启动电源总线，使大容量电容器的电流缓慢上升至安全水平。向已供电的总线插入第二个模块时，如果该模块的电压低于总线电压，理想二极管控制确保不出现反向馈送。如果该模块的电压高于总线电压，热插拔控制确保浪涌电流可控。热插拔控制器还实现快速的电流限制。此外，电源本身也有电流限制。每个负载板卡都具备热插拔能力，因为这些板卡共享一个通用电源总线。

LTC4229 是一款 2.9V 至 18V 单电源理想二极管和热插拔控制器 (图 1b)，可用在如图 1a 所示的插入式电源模块上。其 2.9V 至 18V 工作电压范围适合 3.3V、5V 和 12V 电源。该器件控制所有 N 沟道 MOSFET，以降低输入到输出的压降和功耗。与无源二极管和保险丝不同，LTC4229 提供多种电源状态输出。

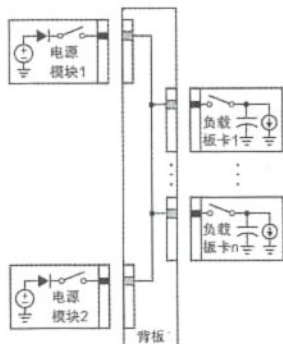


图1a 在背板上“或”连接的电源模块

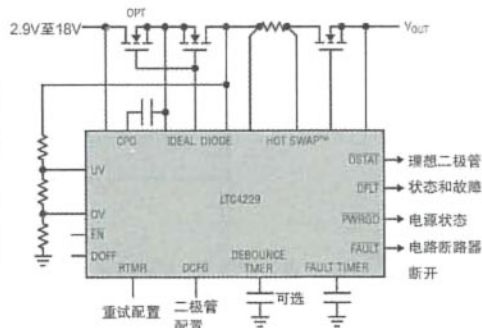


图1b LTC4229: 用于电源“或”连接和电压保持应用的单个理想二极管和热插拔控制器

2 在负载板卡上实现“或”连接

和热插拔

因为负载板卡仅需要热插拔控制，图 1a 拓扑最大限度降低了成本。这种配置方式的缺点是，背板上的二极管必须很大，以承载整个系统的电流，因此更容易出故障。二极管一旦出现故障，整个系统的电源通路都不能工作，而且有可能在另一个电源出故障之前，一直注意不到这一情况，从而降低可靠性。一种更加可靠的方法是，在每个负载板卡上并联两个电源，如图 2 所示。板卡上的二极管电流较低，而且任何二极管故障都只影响那个特定的板卡。

凌力尔特的 LTC4227 包括双理想二极管“或”电路和一个热插拔控制器（图 2b），为负载板卡电源“或”连接和热插拔提供了一款紧凑的解决方案。理想二极管“或”电路（D1 和 D2）用电压较高的电源给板卡供电，热插拔控制器管理浪涌电流，并利用电流限制电路断路器实现短路保护。

3 电源模块的“或”连接和热插拔

图 2a 拓扑需要在负载板卡上实现电源“或”连接，因此增加了每个负载板卡的成本。系统中的负载板卡通常比电源模块多，因此简化负载板卡是有益的。

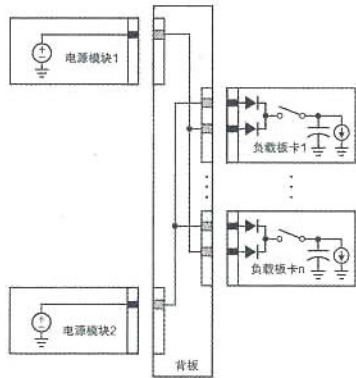


图2a 电源在负载板卡上实现“或”连接

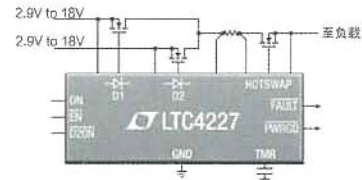


图2b LTC4227：双理想二极管“或”和单热插拔控制器在负载板卡上实现电源“或”连接的应用

可用于具多个 2.9V 至 18V 输出的电源模块，例如 μ TCA 系统中的多个 12V 输出，或 PCI Express 系统中的 12V 和 3.3V 输出。

4 保持电源电压

有些电源会经历短暂的电压过低情况，持续时间从几百微秒到若干毫秒。就共享背板电源而言，这种情况可能发生在负载板卡接通时，也可能发生在电源总线在“或”连接的电源之间切换时。为了使负载板卡实现低电压穿越，在电源通路中的板卡输入端插入一个理想二极管（图 4）。

当输入电源下降时，二极管使电源通路开路，这样任何电流都无法流回背板。板卡继续用二极管输出端的大容量电容器给自身供电，直到输入电源的电压恢复为止。

图 3a 为每个负载板卡提供独立“或”输出的电源模块

图 3b LTC4228：面向多个电源“或”连接和电压保持应用的双理想二极管和热插拔控制器

图 4 用串联二极管和输出电容器使电源电压得以保持

LTC4229 放置在电源接入点与板卡之间，可保持电源电压。为了防止热插拔控制器由于欠压状况而断电，理想二极管放置在热插拔控制器之前，如图 1b 所示。如果需要，LTC4229 也允许热插拔控制器放置在理想二极管控制器之前。该器件足够灵活，热插拔和理想二极管控制可以独立用于不同电源。LTC4228 为两路电源提供电压保持。

5 电源优先顺序

当“或”连接不同类型的电源时，通常会采用备份电源，可能是电池、低电流辅助电源或电容器组（在主电源不可用时供电）。主电源的优先级比备份电

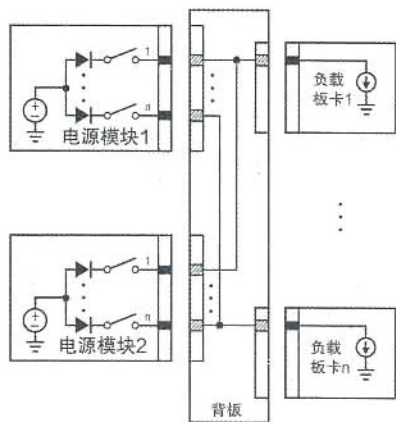


图3a 为每个负载板卡提供独立“或”输出的电源模块

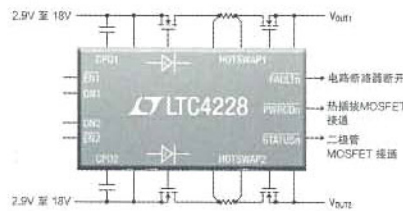


图3b LTC4228：面向多个电源“或”连接和电压保持应用的双理想二极管和热插拔控制器

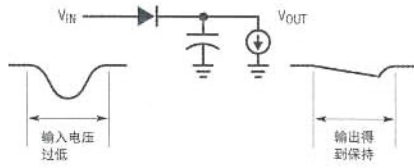


图4 用串联二极管和输出电容器使电源电压得以保持

(上接第209页) 源高, 但主电源的电压未必是两个电源中较高的, 因此不能用普通的二极管连接他们。这是一种优先级排序器应用: 根据优先级而不是电压高低选择电源。

当备份电源电压高于主电源电压时, 只要主电源可用, 就需要防止备份电源给输出供电。这种情况如图 5 所示, 图中采用了 LTC4229 和 LTC4352 理想二极管控制器。只要主电源电压高于 4.7V (由 R6-R7-R8 分压器设定), LTC4229 就控制背对背 MOSFET (MD1 作为开关, MD2 作为理想二极管)防止 12V 电池向输出供电。当主电源降至低于 4.7V 时, LTC4229 就接通 MD1 和 MD2, 用 12V 备份电池供电。

6 结论

高可用性系统需要热插拔和二极管控制, 以结合多个电源提供冗余和可靠性。LTC4227、LTC4228 和 LTC4229 提供不同的配置方式, 这些配置方式适合需要电源“或”连接或保持电源电压的各种场景: 电源侧或负载板卡侧。这些控

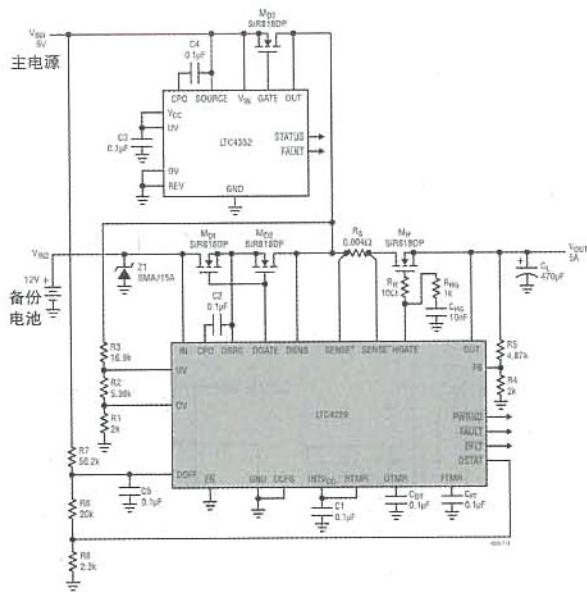


图5 采用 5V 主电源 (第一优先级) 和 12V 备份电池 (第二优先级) 的优先级排序器应用

制器与其他独立理想二极管和热插拔控制器相结合, 可满足电源优先级排序以及其他定制应用需求。 