

# 选用恰当的超低静态电流低压降稳压器

安森美半导体 Pawel Holeksa

静态电流相同或极接近的超低静态电流LDO的动态性能可能差异很大。有两项主要因素决定了这些器件的动态性能。一是使用的半导体工艺，大多数当今LDO使用先进的CMOS或BiCMOS技术制造；二是LDO设计中应用的技术。

有几种不同类型的超低静态电流LDO，它们基于不同的技术，呈现出不同的动态性能参数，包括：

1 恒定偏置LDO—传统上的超低静态电流CMOS LDO使用恒定偏置(constant biasing)原理，接地电流消耗在LDO输出电流范围内保持相对恒定。这样的LDO非常适合性能要求相对不那么严格的电池供电应用。它们的主要劣势是负载及线路瞬态、电源抑制比(PSRR)或输出噪声等方面的动态性能相对较差。通常可以使用较大的输出电容来调节动态性能。图1显示了怎样通过将输出电容由 $1\mu\text{F}$ 增加至 $100\mu\text{F}$ 来改善某款这类LDO的负载瞬态过冲及

欠冲。不利的是，在瞬态幅度下降的同时，恢复时间(settling time)延长。还应当注意的是，使用大输出电容时，可能有必要在系统中增加外部反向保护二极管，以保护LDO免受过大反向电流影响。

2 正比例偏置LDO—为了改善恒定偏置(恒定 $I_{\text{GND}}$ ) LDO相对较弱的动态性能，一些相对较新LDO器件的接地电流与输出电流成正比例地变化。这就确保LDO在轻载时的电流消耗实际上恒定，很好地符合产品数据表中列出的 $I_{\text{Q}}$ 规格。虽然正比例偏置技术为恒定 $I_{\text{GND}}$  LDO提供更好的动态参数，但对于要求波形纯净之电源轨和超低 $I_{\text{Q}}$ 的极严格精密应用而言，这性能可能还不够好。

3 自适应偏置LDO—为了优化动态参数，同时维持超低静态电流，一些应用了“自适应接地电流”技术的新类型LDO正在进入市场。这些LDO能够在一定的输出电流电平时提升接地电流，而不会损及轻载能效。因此，终端应用可以提供良好的负载/线路瞬态、PSRR及输出噪声性能。这样的LDO经过了高度优化，适合于为敏感的模拟及射频电路供电，用于要求长电池使用时间及小方案尺寸的环境。

图2是这三类超低静态电流LDO在不同输出电流时的接地电流比较图。每种类型都有相似的静态电流规格( $1\sim 1.5\mu\text{A}$ )。由于它们的接地电流与输出电流的相关性大为不同，因此动态性能差异也很大。

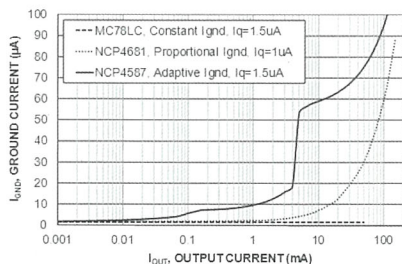


图2 不同类型LDO比较

在某些情况中，产品数据表中列出的静态电流可能跟实际测量值有较大差异。两个数值之间出现差异的原因有几种。首先，在某些情况下，数据表中标明的静态电流值未顾及通过内部下拉电阻流至地的启用(EN)引脚输入电流。测量显示此内部下拉电阻在 $1\text{M}\Omega$ 数量级。如果EN引脚连接至 $V_{\text{IN}}$ 引脚，接地电流将受输入电压极大影响，导致下拉电阻产生额外电流消耗。相比而言，市场上其他类型器件的EN电流与输出电压无关。其次，某些LDO中使用的自适应接地电流的设定方式令 $I_{\text{GND}}$ 在极低输出电流时开始上升。

(下转第46页)

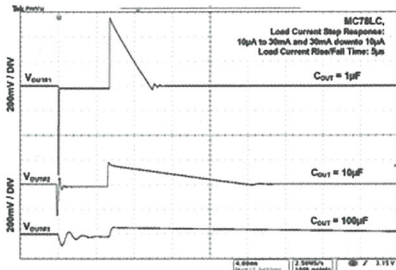


图1 改善负载瞬态

LDO另一项很重要但又常常被轻视的参数就是LDO在进入压降条件下的接地电流消耗。在锂离子电池或锂聚合物电池供电的产品中,常见使用LDO来高效地对电源稳压,以产生3.3V或3.1V输出电压。然而,随着电池放电,电池电压衰减,LDO的输入电压 $V_{IN}$ 可

能接近输出电压 $V_{OUT}$ ,到达LDO稳压器进入压降区的那个点。在这种情况下,市场上的大多数超低 $I_Q$  LDO将开始消耗明显高得多的接地电流,超出数据表中标出的值。图3所示的不同输入电压条件下的 $I_{GND}$ 关系图可以说明这一点。

LDO在压降区开始消耗达 $100\mu A$ 的电流。为了在功率敏感型应用中解决这个问题,建议增加带可调节迟滞特性的极低功率监控器,用于在负载移除后恢复电池电压。在某些迟滞特性不充足的情况下,带闩锁输出的其他电压检测器可能更适合。但这将导致需要使用按钮或来自电池充电控制器的信息来清除

闩锁。

LDO数据表中标明的 $I_Q$ 规格针对的是极佳的空载条件而非 $10\sim 100\mu A$ 的输出负载情况。市场上的某些LDO的接地电流在输入电压下降的情况下大幅增加,器件进入压降模式。意料之外的额外电流消耗可能对设计产生负作用,大幅缩短电池使用时间。在相当部分时间处于空闲或休眠模式、电流消耗极小的设计中,这些问题可能尤为尖锐。工程师应当详尽阅读数据表上有关 $I_Q$ 规格的注释,且在指定使用特定LDO之前尽可能地检查跟不同负载电流条件下静态电流相关的图表。

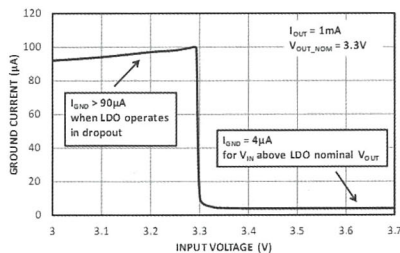


图3 不同输入电压参数条件下的 $I_{GND}$