

## 超低功耗 LDO 线性稳压器

上海英联电子科技有限公司 杨永华 徐宁

### 一、前言

在智能终端高速发展的今天，如何延长电池的使用寿命就成为了电子设计人员的重要课题。目前市面上的 MCU 等处理器处于休眠模式时，功耗可以达到 1uA 以内。由于设备大部分时间处于休眠状态，因此线性稳压器 LDO 的静态工作电流就决定了电池的使用寿命。

上海英联电子推出了 UM153XX、UM154XX 系列超低静态工作电流的 LDO，其典型值仅有 1.2uA ( $V_{IN}=5V$ )。适用于穿戴式产品、便携式产品以及需要备份电池供电的设备，可以有效延长电池使用寿命。

### 二、UM153XX、UM154XX 的重要参数

英联的 UM153XX、154XX 系列是超低静态工作电流的电压稳压器(其原理框图见图 1)，可使用  $1\mu F$  以上的陶瓷电容器作为输出电容。输入电压范围：2.2V~5.5V，输出电压范围为 1.3V~5V。

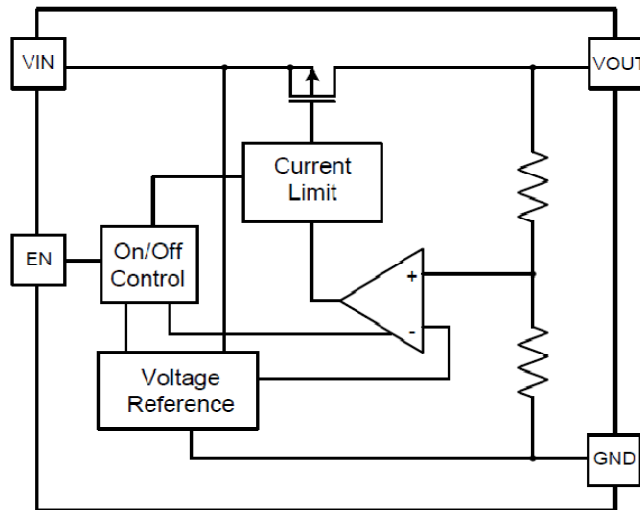


图 1 超低静态工作电流 LDO 的原理框图

UM153XX 系列提供两种封装供客户选择，SOT23-3、SOT89-3，与市面同类型芯片兼容。UM154XX 系列带有使能管脚，封装为 SOT23-5。其主要参数如表 1 所示：

表 1 特性参数表

Symbol	Parameter	Test conditions	Min	Typ	Max	Unit
$V_{IN}$	Input Voltage Range		2.2		5.5	V
$V_{OUT}$	Output Voltage Range		1.3		5.0	V
$I_Q$	Quiescent Current	$I_{OUT}=0mA, V_{IN}=5.0V$		1.2	3	$\mu A$
$\Delta V_{OUT}$	Load Regulation	$V_{IN}=V_{OUT}+1V(V_{IN}\geq 3V),$ $1mA\leq I_{OUT}\leq 100mA$		10		mV
$I_{ENH}$	Enable High Current	$V_{EN}=5.5V$			1	$\mu A$
$I_{ENL}$	Enable Low Current	$V_{EN}=0V$			1	$\mu A$
$I_{OUT}$	Output Current	$V_{IN}\geq 3V$	100			mA
		$V_{IN}\geq 3.5V$	200			mA
$I_{LIMIT}$	Current Limit			300		mA

#### 1、静态电流 $I_q$

静态电流为输出电流与输入电流的差，LDO 的效率与输入、输出电压和静态工作电流有关。效率可由以下公式算出：

$$\text{效率} = \frac{V_o \times I_o}{(I_o + I_q) \times V_{in}} \times 100\%$$

由公式可看出，当 LDO 处于轻负载情况下，静态电流就显得尤为重要， $I_q$  值越小，效率越高。图 2 为 UM153XX 系列 LDO 的  $I_q$  值在不同输入电压情况下与同类低功耗 LDO 的对比，由图 2 可看出，UM153XX 在低压供电情况下，有明显的优势。

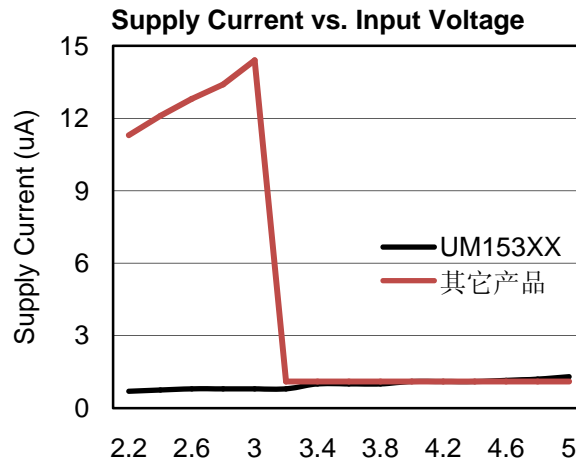


图 2 静态工作电流随输入电压变化图

### 2、动态负载调整 ( $\Delta V_{OUT}$ )

当输入电压一定时，输出电压随负载电流的变化而产生的变化量。只要负载电流变化缓慢，大多数 LDO 都能轻松地保持输出电压接近恒定不变。然而，当负载电流快速改变时，输出电压也将随之改变。当负载电流发生变化时，输出电压的改变量决定负载瞬态性能。当负载电流由 1mA 瞬时变为 100mA 时，UM153XX 系列 LDO 的输出电压变化量仅为 10mV。

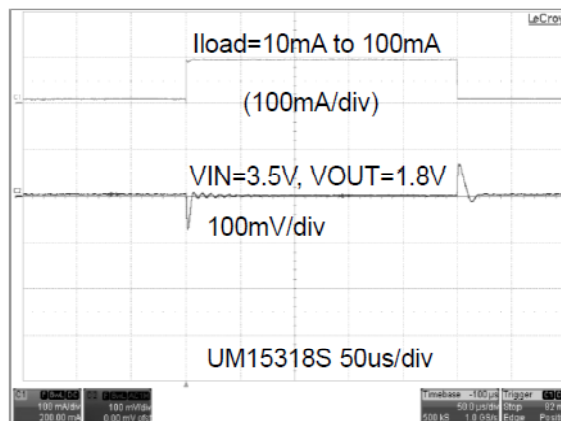


图 3 负载瞬态响应

### 3、压差 ( $\Delta V_{DO}$ )

压差可表示为  $V_{drop}$ ，是指保持电压稳定所需的输入电压与输出电压之间的最小差值。当输入电压下降到一定程度时，输出电压将不能维持在一恒定值。其具体算法如下：

输入电压为  $V_{IN} = V_{OUT}(s) + 1.0$  V 时的输出电压值为  $V_{OUT3}$ ，缓慢降低输入电压 ( $V_{IN}$ )，当输出电压降至为  $V_{OUT3}$  的 98% 时，此时的输入电压 ( $V_{IN1}$ ) 与输出电压的差即为输入输出电压差：  
 $V_{drop} = V_{IN1} - (V_{OUT3} \times 0.98)$

压差应尽可能小，以使功耗最小，效率最高。负载电流和结点温度会影响这个压差。最大

压差值应在整个工作温度范围和负载电流条件下加以规定。在非调整区域，Vdrop的值呈线性变化，图4为UM15333的压差随输出电流变化的曲线图。

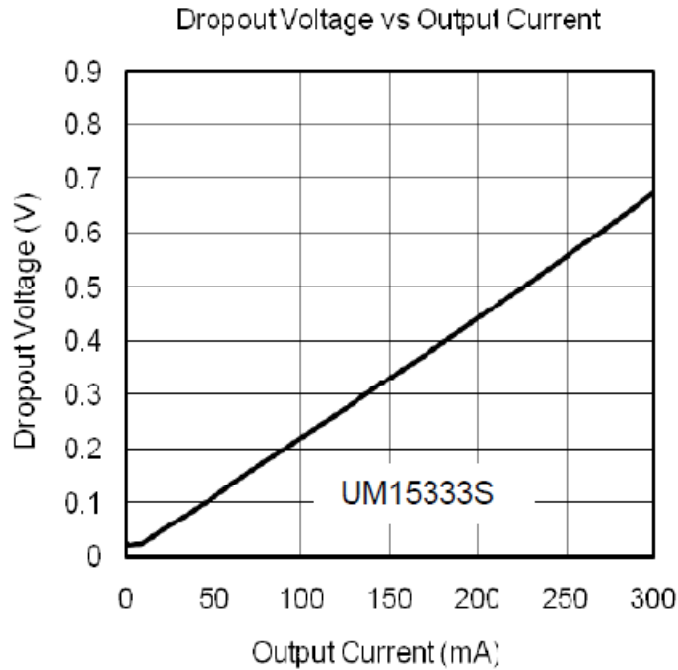


图4 Vdrop 曲线图

#### 4、过载电流保护

UM153XX系列LDO为了保护输出晶体管免受过大的输出电流，以及VOUT管脚—GND管脚之间短路的影响，内置了过载电流保护电路。最大限流300mA，负载电流小于限流时，输出电压即可恢复为正常值。

#### 三、应用注意事项：

##### 1、电容的选择：

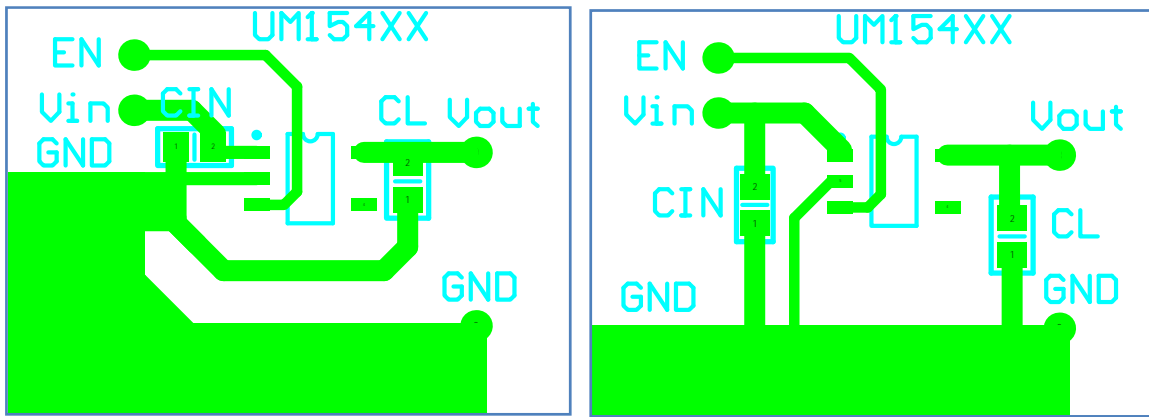
输出电容及其等效串联电阻 ESR，将影响环路稳定性和对负载电流瞬态变化的响应性能。为了确保输出的稳定性，如果使用 1 $\mu$ F 输出电容，请尽量选用 ESR 值为 0.3 $\Omega$  或以下的，推荐 X7R 或 X5R 陶瓷电容。另外，LDO 要求使用输入和输出电容来滤除噪声和控制负载瞬态变化，输入电容器因应用电路的不同所需要的容值也不同。电容值越大，LDO 的瞬态响应性能越好，缺点是会延长启动时间。在电源的阻抗偏高的情况下，当 IC 的输入端未接电容或所接电容值很小时，会发生振荡，请加以注意。

##### 2、封装的选择：

SOT23-3 的最大额定功率为 0.4W，SOT89-3 的最大额定功率为 1W，SOT23-5 的最大额定功率为 0.6W。请注意输入、输出电压以及负载电流的使用条件，避免 IC 内的功耗超过封装的容许功耗。

##### 3、PCB 布线：

重点要考虑噪声、纹波和散热问题，尽可能将输出电容（CL）接在 VOUT-VSS 管脚的附近，将输入电容（CIN）接在 VIN-VSS 管脚的附近，LDO 和电容要使用同一铜层铺地，尽量增加地面积。



推荐 Layout

不推荐的 Layout

图 3 PCB 布线设计