



大电流 LDO 应用具增强的热性能以减少了热点

Steve Knoth 高级产品市场工程师
凌力尔特公司

背景

随着便携式和非便携式产品尺寸的减小，也需要相应减小印刷电路板 (PCB) 的尺寸。单面电路板已经让位于双面电路板，现在 4 至 16 层的电路板已经司空见惯了。几乎总能见到利用各种不同的板上稳压器进行电源分配和负载点电压转换的实例。开关稳压器在很宽的电压范围内以较高频工作，但需要电感器，从而占用了大量电路板空间。人们也用充电泵或开关电容器电压转换器来实现电压转换，但是其输出电流能力有限，大约为 500mA，而且需要外部电容器以稳定工作，但是一般来说，就提供与开关稳压器相当的输出电流而言，占用较少的电路板空间。低压差 (LDO) 线性稳压器效率较低，但产生较低的噪声，而且就降压型应用而言，使用也更简单。

新式表面贴装 PCB 系统的限制

PCB 上产生局部热点这个问题很难解决。开关稳压器和充电泵由于采用开关拓扑，所以产生较少的热量。而另一方面，视输入至输出电压差、输出电流和封装热特性的不同而不同，LDO 产生更多的热量。表面贴装电路板的设计随着更加尖端的制造方法、多层 PCB、较小和较薄的分立式组件、以及较薄的 IC 封装的采用而演变。传统上，当需要大电流时，在这类系统中采用了具功率封装和散热器的线性稳压器或开关稳压器。不幸的是，与全表面贴装解决方案相比，使用散热器使电路板更加复杂、昂贵和难以组装了。直到现在，由于表面贴装 IC 在电路板上的散热限制，LDO 的功耗一直限制在约为 2W。在这类应用中使用线性稳压器遇到的典型问题包括：

- 在表面贴装系统中无法得到较大的输出电流。并联允许较大的输出电流，并在表面贴装系统中使功耗分

散到较大的区域上。否则，当稳压器贴装到 PC 板表面时，较高的峰值温度将使功耗限制为最大 2W。

- 无法将输出电压调节至低于 1.2V。新的高性能数字电路需要低于 1.2V 的电压。
- 无法在所有表面贴装系统中实现最佳使用。表面贴装组件和高密度电路板排除了为较旧的线性稳压器配备散热器的可能（高度限制等）。

高性能开关稳压器填补了这些空白，可提供较低的输出电压和最少的热量积累。缺点是提高了成本和复杂性。不过现在，改进的设计方法使低压差稳压器在这一应用领域占据了相当大的份额，而且份额在日益增大。

一种新的架构——可并联 3A NPN LDO

LT3083 是一款 3A LDO，可非常容易地并联，以分散热量并提供较大的输出电流。该器件采用电流源基准和高电源电压跟随器。稳压器的跟随器输入连在一起（SET 引脚），仅用一小段 PC 走线作为镇流器，就可以在多个稳压器之间实现输出电流均分并分散热量，从而无需散热器，就能在全表面贴装系统中实现数安培的输出电流。

LT3083 在任何输出电压都能实现无与伦比 $< \pm 2\text{mV}$ 的稳定度。该器件具 1.2V 至 18V（DD-Pak 和 TO-220 封装）的宽输入电压能力，当用一个单独的偏置电源工作时，其满负载电流压差仅为 310mV。输出电压可用单个电阻器调节和编程，涵盖从 0V 至 17.5V 的宽电压范围，而且已微调的内置 $50\mu\text{A}$ 电流基准达到了 $\pm 1\%$ 的高准确度。由于该器件采用了单位增益电压跟随器架构，所以稳定性和输出噪声 ($40\mu\text{V}_{\text{RMS}}$) 不受输出电压影响。大的输出电流、宽的输入和输出电压范围、严格的电压和负载调节、高纹波抑制、很少的外部组件和并联能力使 LT3083 非常适用于新式较大电流的多轨系统。

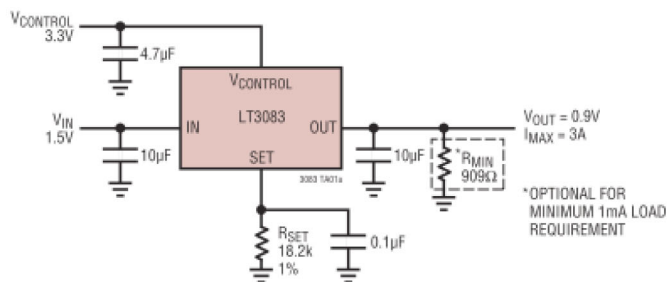


图 1 LT3083 的典型应用电路

OPTIONAL FOR MINIMUM 1mA LOAD REQUIREMENT:
可选, 以满足 1mA 的最小负载电流要求

LT3083 采用各种耐热增强型表面贴装兼容封装, 包括扁平 (0.75mm) 12 引线 4mm x 4mm DFN 和 16 引线耐热增强型 TSSOP。在表面贴装应用中, 这两种封装无需散热器, 就允许 2W 耗散。该器件还采用 5 引线 TO-220 和 DD-Pak 功率封装, 以安装到散热器上, 从而允许更大的功率耗散。

较大基准电流的优势

相比先于其推出的同类器件 (LT3080 / LT3082 / LT3085), LT3083 的 SET 引脚电流为 $50\mu A$ (前者则为 $10\mu A$), 因而对于影响实际输出电压的电路板漏电流不太敏感。对于因电路板清洗不良和 / 或污染所引起从 SET 至 GND 的给定漏电流, 将呈现出一个较小的百分比误差: $50\mu A$ 比 $10\mu A$ 。另外, 对于一个给定的输出电压, R_{SET} 电阻器的阻值较小 (它是一个较低阻抗节点, 使得杂散信号不容易耦合进来), 从而可产生一个更加稳定的输出。该器件的 SET 引脚电流还具有很高的准确度 (初始准确度达 1%), 而且在整个温度范围内也非常稳定, 如图 2 所示。

这个新一代 NPN LDO 系列适用于各种创新性电路方案, 其中的两个是电流源和并联配置。

与其他模拟电路相比, 表面上看, 电流源设计似乎相对容易, 但实际上却更复杂。尽管高质量电压源很常见, 但是在凌力尔特推出 LT3092 之前, 作为组件的电流源一直难以见到。将 LT3083 配置为电流源, 可提供很

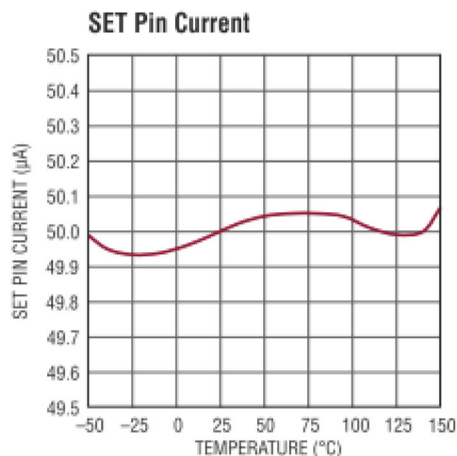


图 2 LT3083 的高度准确 SET 引脚电流

SET Pin Current: SET 引脚电流
TEMPERATURE: 温度
流行的电路应用: 3A 电流源

多 LT3092 提供的功能, 而且该电流源还提供高得多的供电电流 (3A 比 200mA), 参见图 3 以获得详细信息。此外, 这种电流源消除了传统的分立式方案的多种问题, 尤其是希望随温度变化有较高的准确度和稳定性时。

直接并联的 IC 分散热量

与单个 IC 相比, 在 PC 板上并联的稳压器可以分散热量, 以帮助保持电路板峰值温度在可接受的范围, 并提高最大输出电流。传统上, 这需要一个外部运算放大

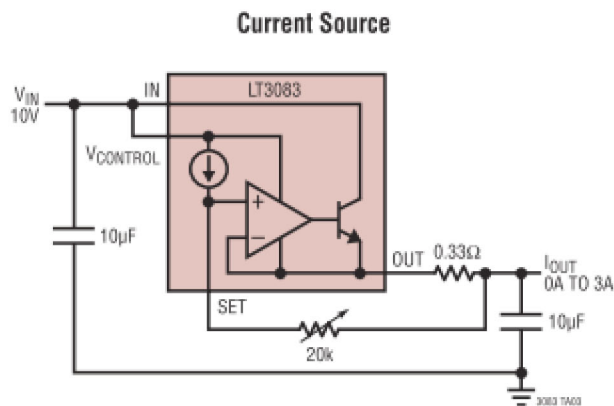
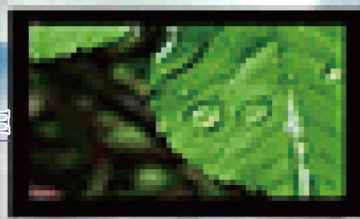


图 3 LT3083 配置为电流源

Current Source: 电流源



器和几个电阻器来实现，以实现最佳平衡的电流均分。而 LT3083 可以非常容易和直接地并联（即无需外部运算放大器），以分散热量并提供较大的输出电流，而且其输出仍然可用单个电阻器调节。这允许采用 LT3083 实现全表面贴装解决方案，而以前在这类解决方案中，一度使用开关稳压器或者因噪声要求而决定使用配备散热器的线性稳压器。直到不久前，表面贴装 IC 散出有关 2W 功率的能力还一直限制着大电流输出。现在，产生的热量可以分散在几个稳压器上，从而提供了较大的输出电流。通过采用创新性电流基准和跟随器架构，仅用一小段 PC 走线作为镇流器，就可以在多个稳压器之间实现准确的电流均分，从而可在全表面贴装系统中实现数安培的线性调节，而无需散热器，如图 4 所示。使通路晶体管的集电极可用，可进一步增加散热选择。功耗可以分散在几个稳压器上，以使系统板上不出现热点。外部电阻器可用来以非常低的成本进一步分散热量。这种均分电流和功耗的能力使该稳压器非常适用于不想使用开关稳压器的电路板电源。

结论

传统上，面向大电流应用的多轨、表面贴装 PCB 系统布满了采用功率封装和散热器的线性稳压器，从而增大了尺寸、复杂性和成本，或者布满了开关稳压器。现在，一种新的线性低压差稳压器已上市，该稳压器继

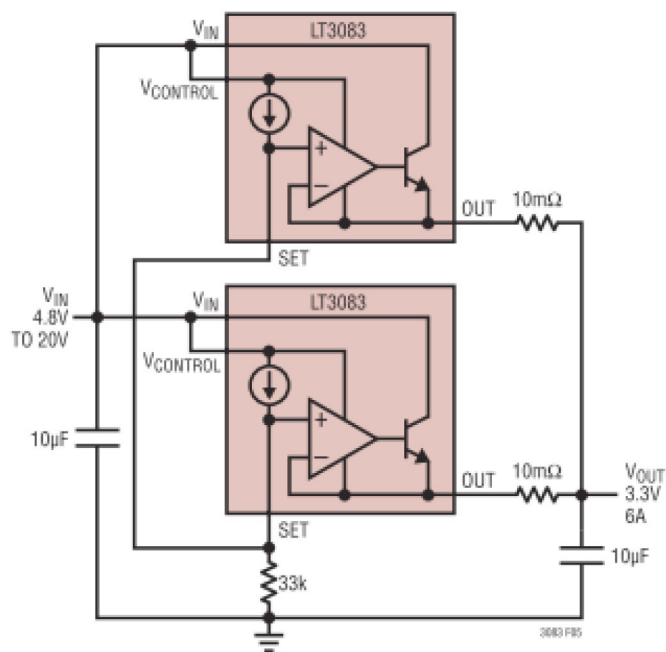


图 4 LT3083 并联方案提供 6A 输出电流，且无需散热器

续发扬了凌力尔特 LT3080 系列的优良传统，那就是 3A LT3083。LT3083 凭借基于电流的基准架构和大的输出电流，解决了通常与这类设计有关的多种问题，包括局部热量过高、散热器和过多的导线、以及大量无源组件的问题。这个创新性 IC 通过直接并联，能提供几乎无限的输出电流，从而无需散热器就能分散 PCB 的热量，而且可用单个电阻器稳定 V_{OUT} 并将输出电压调节至 0V，在实现所有这一切的同时，产生的输出噪声也很低。