

基于 Sipex Powerblox 系列的 DC/DC 变换器设计

摘要： 介绍 Sipex 公司推出的集成了 MOS 管和同步整流管的降压型 PWM regulator—Powerblox 系列的特性，描述了 Powerblox 系列在视频压缩 PCI 卡上的应用。给出了供电系统的设计方案和参考电路。

关键词： Buck 电路，Powerblox，同步整流技术

1 引言：

Powerblox 系列产品是 Sipex 公司推出的 DC/DC 变换器，该系列产品在 4mm*7mm 的 DFN 小封装上集成了 MOS 管，同步整流管和 PWM 控制器。Powerblox 极大的简化了电源管理的设计，使得对电源知识了解不多的工程师也能利用该系列产品实现专业的 DC/DC 变换器。Powerblox 系列有 3A, 6A, 8A, 12A 不同的输出电流等级以满足不同的需求，下图是该系列产品不同的输出电流，开关频率对应的型号：

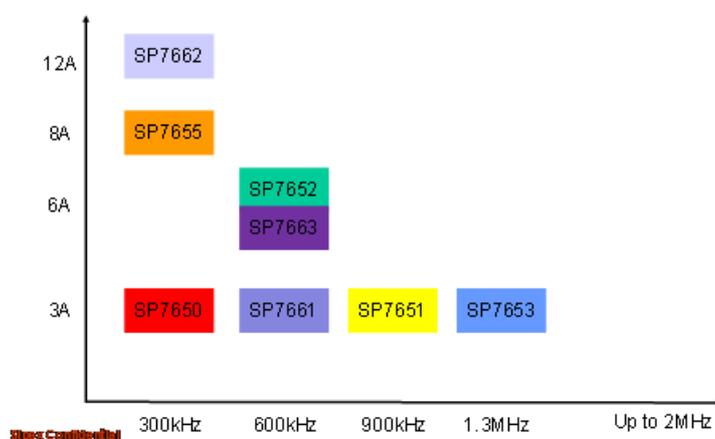


图 1, Powerblox 系列产品型号

2 Powerblox 简介：

2.1 Powerblox 的性能：

- 1) VCC 和 Vin 双重输入欠压保护功能；
- 2) 快速动态响应；
- 3) 可调软启动功能；
- 4) 高集成度，小体积；
- 5) MOS 管 R_{dson} 最低至 6.80hm (SP7662)；
- 6) 输出短路保护，Hiccup 模式，自动重启；
- 7) 过温保护；
- 8) 采用同步整流技术，效率最高至 95%；
- 9) 方便的上电时序控制。

2.2 Powerblox 的两大家族成员：

Powerblox 分成 SP765X 和 SP766X 两大系列，两者的区别在于：

- 1) SP765X 需要外接 5VCC 给芯片供电，输入电压可达 28V。由于芯片消耗的电流小于 9mA(max)，当输入电压高于 5V 时，VCC 可以通过一个电阻加一个 5V 稳压管来产生。
- 2) SP766X 集成了 VCC 电源，单电源供电时，输入电压范围为 4.75V~22V；通过外接 5VCC，输入电压可低至 3V。
- 3) SP766X 除 2.1 所述特性外还集成了输出过流保护功能，电流采样点为电感的直流压降。

由于电感阻抗随温度变化的变化量比较小，所以采用采样电感直流压降的过流保护电路的精度高于采集 MOS 管直流压降的方式。

3 Powerblox 的电路设计：

3.1 Powerblox 电路：

Powerblox 系列产品输出电压最低为 0.8V，精度为 1%。该系列芯片集成了高性能的电压误差放大器，设计者可以通过外围补偿电路设计提高电路的瞬态响应性能。较高的开关频率可以缩小无源器件如电感电容的体积和容值。以 SP7652 为例，电路图表示如下：

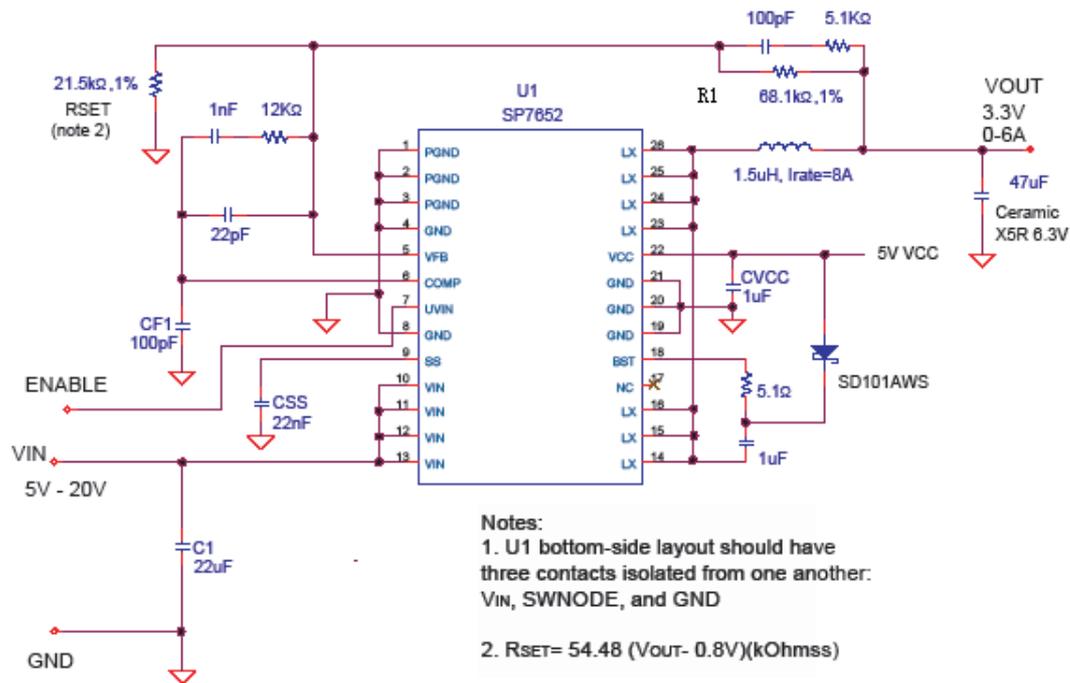


图 2， SP7652 电路图

其主电路的 PCB 图如下：

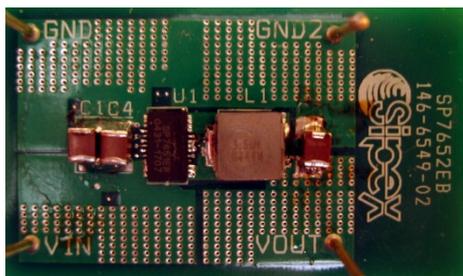


图 3， SP7652 PCB 图

以芯片的 4mm*7mm 尺寸为参照物，从上图可知，整个电源主电路所占 PCB 面积非常小，而反馈以及补偿电路的电容电阻只需采用 0603 或者 0805 封装的小器件即可。所以整个方案非常紧凑，适合于效率要求高，体积要求小的场合。

3.2 外围元器件的选择：

在不同的输入输出电压和电流情况下，对上述电路，首先需要修改的外围元器件是反馈电阻和电感。

3.2.1 反馈电阻设定：

Powerblox 系列的反馈电压为 0.8V(±1%)，输出电压通过反馈电阻的分压得到：

$$V_{out} = 0.8V * (\frac{R1}{RSET} + 1) \quad \text{其中 } R1, \quad RSET \text{ 参考图 2}$$

$$\rightarrow RSET = \frac{R1}{\frac{V_{out}}{0.8V} - 1}$$

推荐采用 0603 封装 1%精度的电阻作为反馈电阻，为了得到更好的系统稳定性，建议 R1 的选择范围为 50KΩ~100KΩ。如选定 R1=68.1KΩ，则上述方程可简化为：

$$RSET = 54.48 (V_{out} - 0.8) K\Omega$$

3.2.2 电感的选择：

在 Powerblox 电路上的电感选择主要关注以下三个参数：电感量，饱和电流，直流阻抗。

- 1) 电感量。电感值越大，输出电流纹波和电压纹波就越小，但随之动态响应速度就减慢。而且电感量越大，电感尺寸和成本也会增加。一般电流纹波设定在 20%~40%。电感量的计算公式为：

$$L = \frac{V_{out} (V_{in(max)} - V_{out})}{V_{in(max)} F_s K_r I_{out(max)}}$$

其中：F_s为开关频率

K_r为电流纹波 (20%~40%)

- 2) 饱和电流。电感的饱和电流值必须大于实际电路的电流峰值，否则引起电感饱和，会导致电路不能正常工作乃至烧毁。

电感电流纹波的峰峰值计算公式为：

$$I_{pp} = \frac{V_{out} (V_{in(max)} - V_{out})}{V_{in(max)} F_s L}$$

电感电流的峰值计算为：

$$I_{peak} = I_{out(max)} + \frac{I_{pp}}{2}$$

- 3) 直流阻抗。电感的直流阻抗越低，电感的铜损就越小，电路效率就越高。但较小的直流阻抗也意味着大的线径，同样导致电感体积和成本的上升。

选定了电感量，饱和电流值，直流阻抗，一个适合 Powerblox 电路的电感也就选定了。

在常规的电源设计中，修改这两项参数就可以实现一个符合实际需求的电源设计了。如果对电源的动态响应有较高的要求，需要对环路补偿参数做修改，请参考各个芯片的 datasheet，里面均有详细的环路响应设计介绍。

4 Powerblox 的应用举例：

Powerblox 系列产品的高效率，小体积使它适合于对体积效率时序要求较高的场合，如用于安防监控的视频压缩 PCI 卡，参见下图：

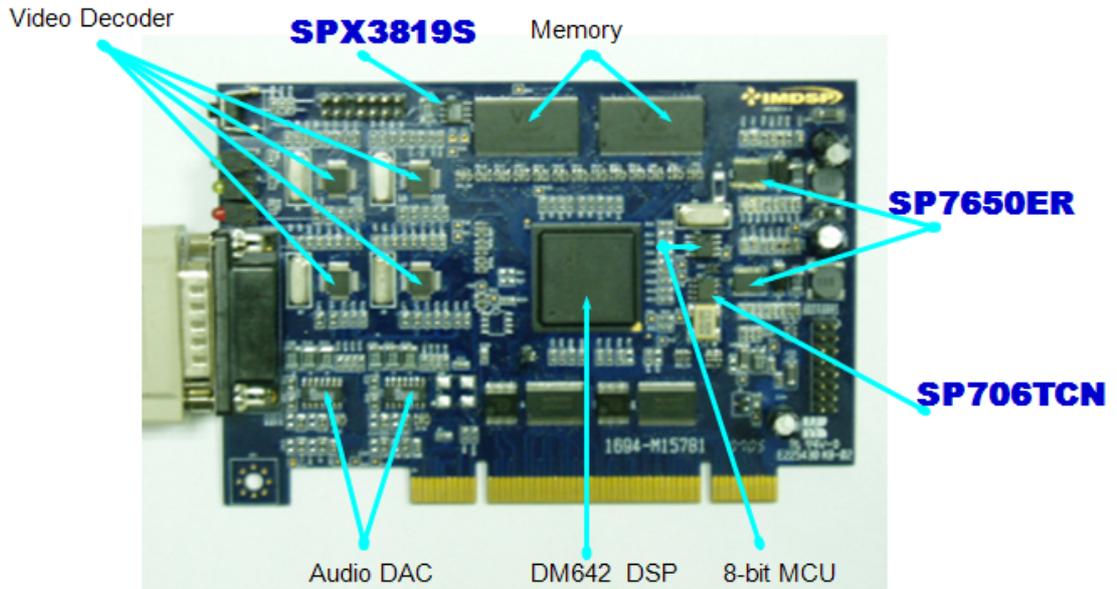
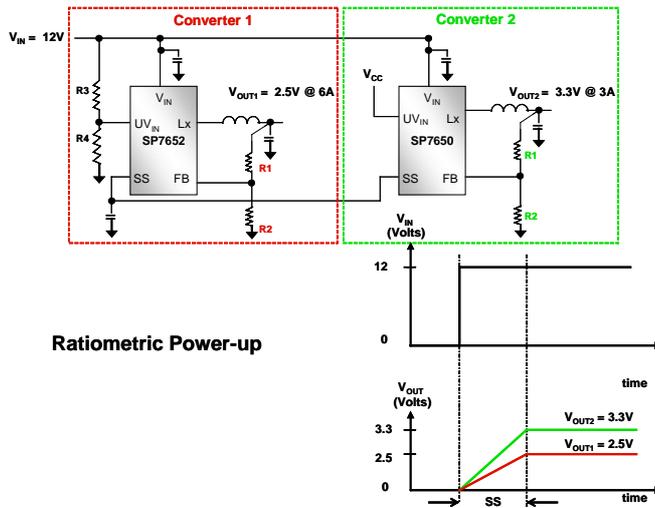


图 4, SP7650 在视频压缩 PCI 卡上的应用

两颗 SP7650ER 分别为 DSP 的核电压和 I/O 电压供电, 两路输出电压有上电时序的要求。通过在芯片输入欠压保护脚和软启动脚配置不同的电容电阻, 就可以方便的实现不同的上电时序, 下图仅显示最常见的两种上电时序:



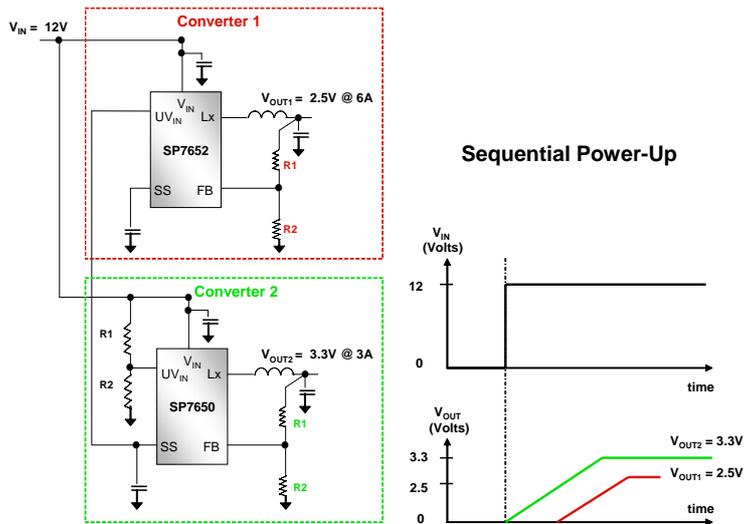


图 5, Powerblox 不同的上电时序

通过其它的电容电阻组合, 还可以产生其它所需的上电时序, 如以同样斜率上升, 不同时间到达设定电压的方式, 等等。

5 总结:

Powerblox 系列产品的高集成度, 高效率, 小封装都使得它适用于对体积, 整机功耗, 上电时序要求较高的场合, 如 PCI 卡, IP camera, DVR, 无线电表, 通信系统等等。更有不同型号对应不同开关频率, 输出电流以满足不同的电源需求。