

多输出电源管理 IC 进一步简化汽车信息娱乐系统设计

Steve Knoth, Jeff Marvin
(凌力尔特公司)

1 背景

产品的外形不断缩小,因而对功能和特性的要求持续提高。与此同时,用于为这些产品供电的精细数字 IC (例如:微处理器[μ P]和微控制器[μ C]或现场可编程门阵列[FPGA])的业界发展趋势是:继续降低其工作电压,同时增加其电流量。微处理器是导入设计时最常用的此类 IC 之一,而且诸如 Freescale、Intel、NVIDIA、Samsung 和 ARM 等供应商推出了越来越多的高效型产品。这些产品设计用于为众多的无线、嵌入式和网络应用提供低功耗和高性能处理。

这些处理器的最初目的是帮助 OEM 制造商开发出体积较小、成本效益性更佳、电池使用寿命长的便携手持式设备,同时提供更高的计算性能以运行功能丰富的多媒体应用程序。然而,这种对于高效率和高处理性能组合的需求已经扩展到了非便携式应用领域。相关的例子包括汽车信息娱乐系统和其他的嵌入式应用,它们均需要相似的效率和处理性能。在所有的场合中,都必需采用一种高度专用的高性能电源管理 IC (PMIC) 来正确地控制和监视微处理器的电源,以便获得此类处理器的所有性能优势。此外,随着汽车车载电子装备不断地大幅增加,作为车内各种控制系统之“主力”的微处理器的使用量也大为增多。信息娱乐系统囊括了大量旨在改善驾驶

体验的功能。触摸屏、蓝牙通信、数字及高清晰度电视 (HDTV)、卫星无线电、CD/DVD/MP3 播放器、全球定位系统 (GPS) 导航和视频游戏系统已经在汽车内部营造了一个成熟完备的娱乐中心!

2 汽车 PMIC 挑战

面向汽车应用的电子系统设计颇具挑战性,原因很多,其中包括宽工作温度范围、严格的 EMC 和瞬态要求、以及汽车 OEM 制造商所要求的高质量水准。就宽工作温度范围而言,电源管理 IC 面临着来自两个方面的挑战。首先,电源转换(即使在高效率的情况下)必定会将一些功率作为热量消耗掉。当把几个 DC-DC 和 LDO 稳压器集成在单个器件之中时,其组合功率耗散会相当大,轻而易举地就能接近 2W 或更高。典型的 PMIC 封装(比如:6mm x 6mm 40 引脚、裸露衬垫 QFN)具有一个 33°C/W 的热阻,可导致结温升幅超过 60°C。如果再加上宽环境温度工作温度范围这个额外的难题,PMIC 的最大结温常常超过 125°C。即使是在汽车车身电子设备中(不是引擎罩下),密封式塑料电子控制模块内部的环境温度亦可达到 95°C。由于这些温度方面的难题,许多规格在 85°C 甚至 125°C 的 PMIC 都不足以在高温环境中持续运作。

集成型电源管理器件在高环境温度场合工作的

另一个关键点是：器件应能自行监视其芯片温度并在其结温变得过高时进行报告，这样系统控制器就能机智灵活地决定是否降低负载的供电功率。通过关断不太重要的功能电路或者调低处理器和其他高功率功能电路（例如：显示器和网络通信）的运行性能，操作系统软件能够实现上述目标。

现今汽车仪表盘的内部环境中挤满了各种类型的电子线路与组件。而从蓝牙到基于蜂窝电话的网络连接等无线电装置的加入则使这种状况雪上加霜。因此，假如要在这个散热条件严重受限的环境中装入任何新的组件，那么这些新组件就不能产生过多的热量或 EMI，这一点是十分必要。这里的电磁兼容性（EMC）要求十分严格，其涵盖了辐射和传导发射、辐射和传导抵抗力或敏感性、以及静电放电（ESD）。如欲拥有满足这些要求的能力，那么 PMIC 设计的性能方面将受到影响。其中有些影响是简单直接的，比如：DC-DC 开关稳压器必须在远远超出 AM 无线电频段的某个固定频率上运作。然而，DC-DC 转换器中的另一个常见的辐射发射源则来自于其内部功率 MOSFET 的开关边缘速率。必须对这些边缘速度进行控制以减少辐射发射。

当今的许多嵌入式系统和先进处理器都需要在电源上电及施加至各种不同的电路时执行受控和精心设计的排序。提供系统灵活性及简单的排序方法不仅可使系统设计更加容易，而且还能提高系统可靠性并允许由单个 PMIC 来应对更加广泛的系统，而不仅仅局限于满足某种特定处理器的要求。

概括起来，汽车信息娱乐系统设计人员所面临的主要难题包括：

- 在功率耗散与高集成度（内置多个开关稳压器和线性稳压器）之间实现平衡
- 先进的纳米技术处理器和 FPGA 所要求的准确输出电压调节和负载阶跃响应
- 监视结温
- 对于辐射及传导噪声的耐受力，并产生很低的辐射
- 电压瞬变大和极端的工作温度

- 管理启动和停机期间的电源排序
- 尽量缩减解决方案的尺寸和占板面积

3 一款简单的解决方案

历史上，很多 PMIC 都不具备用于处理这些新式系统和微处理器所需的功率。对于任何旨在满足上述汽车电源管理 IC 设计限制条件的解决方案来说，其必须同时具备高集成度（包括高电流开关稳压器和 LDO）、宽工作温度范围、电源排序、关键参数的动态 I²C 控制和“难以实现的”功能构件。此外，具有高开关频率的器件还可缩减外部组件的尺寸，而陶瓷电容器则能降低输出纹波。这种低纹波与准确、快速响应稳压器相组合，可满足 45nm 型处理器苛刻的电压容差。虽然输入电压通常取自经过预先调节的 5V 或 3.3V 系统电源轨或电池电压，但此类电源 IC 还必须拥有适应严苛汽车环境的能力，包括辐射发射抑制。

4 一款高功率的电源管理解决方案

LTC3676/ LTC3676-1 是完整的电源管理解决方案，适合于 Freescale i.MX6 处理器、基于 ARM 的处理器和其他的先进便携式微处理器系统。LTC3676/LTC3676-1 包含 4 个用于内核、存储器、I/O 和片上系统（SoC）电源轨的同步降压型 DC/DC 转换器（各能提供高达 2.5A 电流），以及 3 个用于低噪声模拟电源的 300mA 线性稳压器。LTC3676-1（如图 1 所示）配置了一个用于电流供应/吸收和跟踪操作的 1.5A 降压型稳压器以支持 DDR 存储器终端，并且还增设了一个用于 DDR 的 VTT 基准输出。这两个引脚的特性取代了 LTC3676 的 LDO4 使能引脚和反馈引脚。LDO4 仍可利用 I²C 进行设置。支持多个稳压器的是一种高度可配置的电源排序能力、动态输出电压调节、一个按钮接口控制器、以及通过 I²C 接口实现的稳压器控制，并具有大量通过一个中断输出提供的状态和故障报告功能。

5 抑制辐射和传导发射

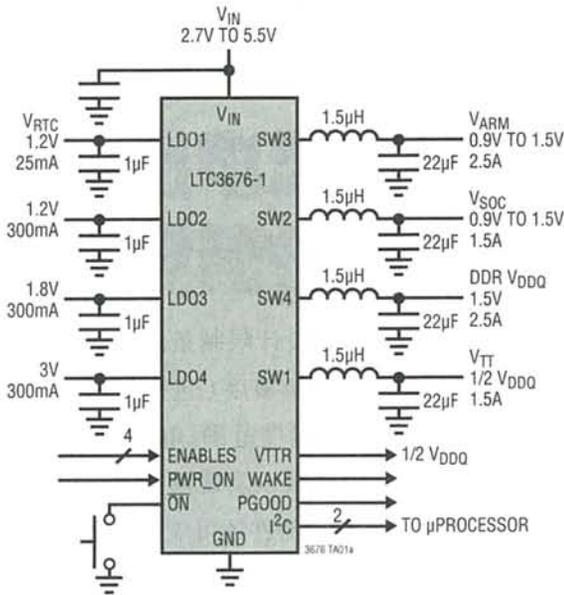


图1 LTC3676-1的简化典型应用示意图

LTC3736支持i.MX6、PXA和OMAP处理器，具有8个位于适当功率级的独立电源轨以及动态控制和排序功能。其他特点包括接口信号，例如：其电平同时在多达4个电源轨上的编程运行与待机输出电压之间变换的VSTB引脚。该器件采用扁平40引脚6mm x 6mm x 0.75mm裸露衬垫QFN封装。

面向应用处理器的LTC3676电源管理解决方案能够解决上述的汽车信息娱乐系统设计难题。LTC3676HUI PMIC可提供一种具有-40℃至+150℃额定结温的高温（H级）选项，能轻松满足汽车的高温工作要求。该IC包括一个专门用于结温监视的热报警标记和中断，而且还具有一种硬热停机功能，用于在功率耗散失控或发生严重故障的情况下提供可靠的硬件保护。

LTC3676 PWM开关频率特别调整至2.25MHz，并具有一个1.7MHz至2.7MHz的保证范围。另外，其内部稳压器还可被设定为一种强制连续PWM操作模式，以防止在脉冲跳跃或突发模式中运作（即使在轻负载时也不例外）。这不仅保持了频率的固定，而且还可进一步降低DC-DC输出电容器上的电压纹波。

由于LTC3676内置了4个开关稳压器，因此它们各有一个相关的电抗器件（电感器）需要予以关注。一种可行的解决方案是把LTC3676所在的区域屏蔽起来以防止EMI辐射。除了昂贵和笨重之外，此方法还未能解决由任何有可能连接至电源区域的导线所造成的污染问题。更好的做法是采用辐射源抑制和天线消除。

辐射源抑制有必要采用合理的布局/组件选择（和内部IC设计）以避免产生射频能量。常常必需使用屏蔽式电感器，并将这些电感器布设在比输出电容器距离LTC3676更远的地方。这是因为AC电流沿着从LTC3676经由电感器、输出电容器到地并返回LTC3676的路线循环流动。显然应使用宽阔的走线（最好是区域填充）将输出电容器的地连接至LTC3676的地、以及PVIN输入去耦电容器的地。

LTC3676还提供了几种用于辐射源抑制的方法。其DC-DC转换器特别内置了一种dv/dt控制功能，此功能用于减慢开关边缘速率以降低辐射发射。由于这些降压稳压器是同步型的，因而上升和下降时间均处于受控状态。选择了一个大约3ns上升/下降时间的缓慢边缘速率，以在通过辐射要求的同时依旧限制开关损耗，这有助于优化电源转换器效率。LTC3676中的全部4个降压开关稳压器均默认至该3ns边缘速率控制模式，不过也可以通过I²C单独设定至较快的1ns速率，以在不需要有限边缘速率和辐射控制的情况下改善效率。

除了开关时间控制之外，LTC3676还提供了一些其他的EMI抑制手段。降压稳压器的频率可在2.25MHz至1.12MHz的范围内改变。而且，为了最大限度地抑制输入纹波（该纹波最终会通过电源输入配线辐射），降压稳压器可在两个不同的相位时钟之间交错运作。

此外，LTC3676还能提供超过10W的可观功率。这会导致相当大的循环电流，因此必须为该电流的循环提供一条不间断的通路。特别是接地平面中

的缝隙,它会使得大的循环电流围绕其而流动,从而形成缝隙天线。但是,诸如换层等其他障碍物则会给 EMI 特征信号提供一些能量,故应尽量减少。理想的情况是,顶层和底层应全部(或大部分)为接地平面,信号层则设在内部。这常常是不切实际的,于是有些设计思路自然会专注于怎样在布局开始之前连接接地平面。例如:把 LTC3676 置于 PCB 上的一角或凸耳(tab)就不是好主意。这将使得接地平面的正确布线变得非常困难。然而,先进行 LTC3676 的高循环电流区域之布线却是不错的主意,其可确保尽可能优化布局。

倘若能以辐射源抑制和天线消除原理为指导思想设计并执行 EMI 控制,就可以创建一个具有优良 EMI 性能的满功率系统,而不会增加产品成本或重量。

6 其他的重要特点

LTC3676 完全符合 2kVHBM 和 1000V CDM 的汽车 ESD 要求,这是在汽车组装过程中趋近零缺陷的另一项关键性的要求。再者,该 IC 还具有非常低的待机电流消耗(通常为 $12\mu\text{A}$),这一特性合乎汽车导航、防盗和安全系统的要求,此类系统必须保持对用于感知时间的实时时钟电路的连续供电,即使当引擎不处于运行状态时也是如此。

最后,LTC3676 可支持简单和有效的电源排序,其可通过串行通信或引脚搭接(按照期望的接通顺序将电源输出电压连接至使能引脚)来处理。在内部对每个使能动作进行了几 μs 的延迟,以进一步错开启动序列的时间。该特性由精准的低电压使能门限提供支持,因此即使在输出电压低至 0.43V 的情况下也可以进行排序。另外,还对每个电源电压输出实施了软起动,以限制浪涌电流并实现干净的电压转换。见图 2。

此外,LTC3676 还具备可轻松设置的断电序列控制功能。该 IC 包括两个用于初始化一种断电序列配置的寄存器,下一个关断事件或过功率故障情况

将遵循该配置。每个稳压器(DC-DC 和 LDO)都可被预先设定至用于停机的 4 个时隙之一。每个稳压器输出包括一个内部下拉电阻器,在稳压器输出停用时连接该电阻以保证受控放电(如图 3 所示)以及下一个接通序列的低起点。

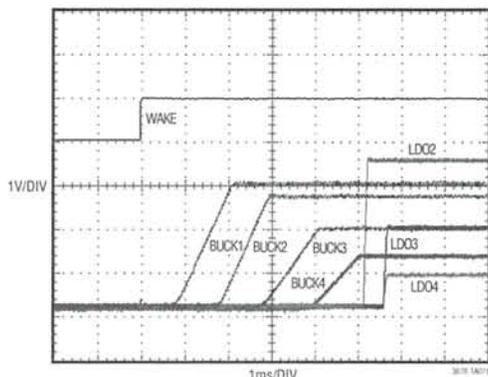


图 2 LTC3676 的启动序列

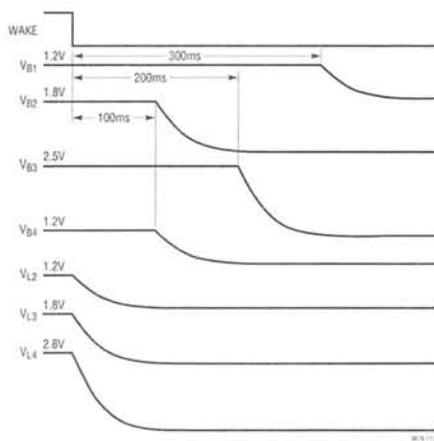


图 3 LTC3676 的断电序列

7 结论

与昔日的座驾相比,如今的汽车取得了长足的进步。简单的 AM/FM 收音机已经让位给最新的技术,例如:卫星无线电、触摸屏、导航系统、蓝牙、HDTV、集成型蜂窝电话、媒体播放器和视频游戏系统等。而且,通过取代分立型电源 IC 组件或过度集成的传统大型 PMIC(即:带有音频、编解码器等),系统设计人员将能够采用新一代的紧凑型电源管理解决方案 IC,此类 IC 集成了关键的电源管理功能,

旨在以较小和较简单的解决方案来实现新的性能水平。高性能处理器通常具有一组独特的电源要求,包括多个高电流和低噪声电压轨、可编程排序和动态 I2C 调节。因此,重要的是选择合适的 PMIC 为其提供控制和供电。

凭借诸如由凌力尔特提供面向应用处理器的 8 轨 LTC3676/LTC3676-1 电源管理解决方案等新产品,系统设计人员将能够在不断扩大的应用领域中充分利用这些来自 Freescale、Marvell、Samsung 和其他公司的新型处理器所拥有的全部节能和性能优

势。LTC3676/LTC3676-1 解决了许多与汽车信息娱乐系统设计相关的传统问题,从而改善了新式汽车的驾乘体验。**CIC**

作者简介

Steve Knoth, 凌力尔特公司电源产品组高级产品市场工程师;

Jeff Marvin, 凌力尔特公司电源产品组设计中心经理。