

DC-DC 模块简化噪声和热管理

Jeffery Hord, 配置产品高级产品经理

Robert Martetti, DC-DC 转换器高级产品经理

通讯市场发展迅速，瞬息万变，竞争激烈。要满足市场发展趋势，电源设计师要求元件供应商可以提供体积更小，更纤薄功率密度更高，更高可靠性，可持续供货及低成本电源元件。

从各个方面，供应商都努力满足他们的期望。例如，功率密度增加了，提升效率及降低每瓦的成本，但电源工程师们仍然为直放站的体积越来越小而造成的问题而烦恼。虽然成本依然是主要考虑因素，噪声及散热的处理还是电源工程师在通信应用中要面对的重要挑战。功率密度也同时会影响系统的可靠性和容错能力。

通讯设备的结构越来越紧凑，电路板面积很小，元件及板面高度很矮。由于元件排列紧密，会在更小的空间产生更多的热力。设计工程师需要考虑更新的散热方法，令系统达到最佳的效率。有些转换器只在窄的范围内才达到高的效率，例如只在80%负载时。有些转换器的效率曲线很平坦，在整个模块工作范围内，如40%至100%负载时，效率表现都差不多。电源设计师不能单单考虑规格上标示的效率，以为在任何情况下，它的效率都是一样。供应商应提供效率曲线图，显示不同指标时的效率变化。

同步整流较二极管整流更能改善DC/DC转换器的工作效率。采用二极管整

流其功耗大概与流经二极管的电流成正比。如果采用同步整流，它采用一只MOSFET开关，或一些更复杂的开关器件，它的功耗大概与 I^2 成正比，当电流低时MOSFET所发的热较二极管少。但当达到一个转折点（大概是每个开关20A至30A），它功耗便比二极管整流大。

热处理对任何系统设计师都是一项挑战，但设计师可以选择不同的架构来处理。在通讯应用环境，通常采用分布式电源架构，它可以把热分散在整个系统内，用以减少使用散热片或高流量风速。系统会相对地更可靠。大部份的DC-DC转换器模块都可以用在分布式电源架构上。

冷却方案

完成了对电源架构、产品效率和热处理各方的权衡取舍后，设计师需要很小心地分析应用环境，定出一套散热方案。设计师需要确保在任何操作情形下，工作温度都不会超出模块的温度规格，还应该留有足够的馀量。

把热对流传到空气中是最常用的散热方法。因为成本较低，相对于强制气流，这种自由散热方式需要更大的散热器，以保持相同的基板温度。如加装风扇。它会增加噪声(无论是电子或听觉上的噪声)。再者，除非设计师加入很多保护措施。否则，

它会影响系统的可靠性。

不同 DC/DC 转换器所产生的电磁干扰 (EMI) 可能有很大的分别。不同的供应商，不同的转换器的拓扑架构都有影响。原因有很多，最基本的因素是：噪声是从哪里产生出来的。举一个例子，固定开关频率的脉宽调制式和不固定开关频率的零电流开关的主要分别是开关时所产生的噪声。零电流开关 DC-DC 转换器是半弦波而不是方波，没有尖峰及谐波份量低，对寄生元件所产生的应力很少，所以噪声也低很多。

所有 DC-DC 转换器都产生共模、差模和辐射噪声。适当的布局可以减低滤波的要求，让出更多的电路板空间。减低共模噪声最有效的方法是用 Y-电容旁路输入到基板电路。引线应愈短愈好，以减少寄生电感。

差模噪声，相位是相反的。把输入线相交，就可以很显著地减低差模噪声。在电路板的功率平面，把线迹布置在电路板背面，同时与正面线迹对正，可以减低辐射噪声。

虽然电源模块一般都内置输入及输出滤波器。仍需外加滤波器以符合个别系统需求或规格认证。如 FCC 及 VDE 均列明回流到交流电源的噪声标准。

大部份 DC-DC 转换器制造厂都提供详细的应用说明，或由经验丰富的应用工程师协助用户。另外，有些 DC-DC 转换器供应商同时供应 AC 前端及 EMI 滤波器模块作配套。采用这些滤波器，不单省时，

亦能减低风险。这些 EMI 滤波器是为同一供应商的模块而设计，配合适当的布局，互相配套可以符合特定 EMC 指标。

目前，高功率密度一直都是 OEM 厂家对 DC-DC 模块的确切要求。有些模块的功率密度高达每立方寸 150 瓦。可以帮助设计师达到体积小，重量轻的指标，同时可减少模块的使用数量，让出更多电路板空间。

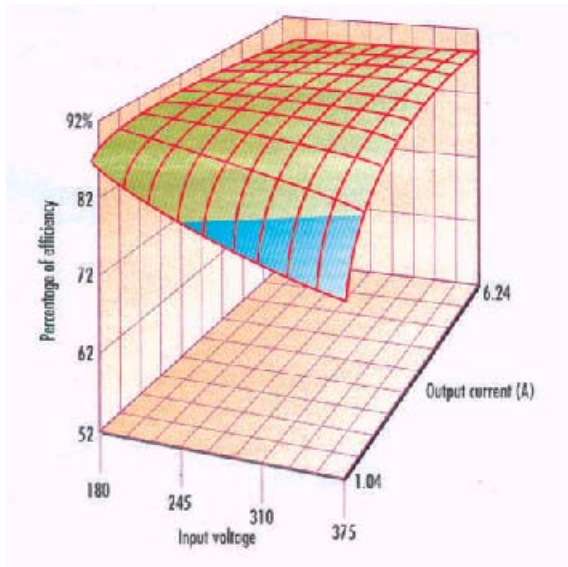
对于一些薄身的模块，提升功率密度更是一项艰难任务。传统的转换器会以高度来将就功率密度。如果电源设计师只考虑每平方寸可容纳的功率，薄身的模块就不一定能把所需的功率放进板面面积内。板面面积的成本可不少，每平方寸大概是 0.5 至 1 美元。有些需要特殊结构的电路板，成本可能高达每平方寸 8 美元，所以板面面积都是重要的考虑因素。

DC-DC 转换器的可靠性不断提高，有些的 MTBF 可达过百年。例如有些模块内部采用硅集成技术，把内部元件数目由 113 个减至 35 个，大大提升 MTBF。如果模块工作温度超出规格，这些 MTBF 数据都变得没有意义。产品可靠性及工作寿命与工作温度是成反比的，此引证了效率和热处理的重要性。

电源系统失效可以拖垮整个系统。备份模块或系统可以保障模块失效时系统仍能继续工作。在并联阵列内加一只额外的模块 (N+1) 可以显著的增加系统的可靠性。而成本只增加一点点。

如何进行冗余取决于系统的可用空间和成本考虑。举个例子，两个 400W 全砖模块可以输出 800W，加一只 400W 模块备份，变为 2+1 冗余，便可在 15 立方寸内提供 1200W。又如，用 4 只半砖 200W 模

块再加 1 个 200W 模块备份，变成 4+1 冗余，总输出 1000W，体积 12.5 立方寸。第二个方案虽然占用体积较小，但累积失效率较高。因为它用较多的模块、或门二极管和监控电路还有更多的装配焊接工序。



有些转换器的效率面有个尖峰，在 80% 负载时才达到最高效率。优良的模块的效率曲面应很平坦地分布于不同的负载比例，如 40% 至 100% 负载。

错误隔离

把二极管串入阵列内每个模块的正输出端可以做到输出容错。在冗余系统内，容错是十分重要的。没有容错电路，任何一个模块的输出短路都会拖垮整个阵列。但二极管会增加功耗，减低系统的效率。当然亦会影响可靠性。为改善对效率的影响，二极管应常处启动状态，减少压降，增加效率。

员触到危险的电压及电流。同时需要著意，当模块损坏时，必需要有监察电路，向维修人员示警。热插拔系统需要保证当模块被拔出时，对母线的影响必须减至最低。无论输入端还是输出端，都不能因母线压降而引至系统故障。

大部份需要容错及冗余的应用都同时需要热插拔以保证系统可持续供电。设计师需要特别设计热插拔咭，以避免系统操作