

DC-DC 模塊簡化噪聲和熱管理

Jeffery Hord, 配置產品高級產品經理

Robert Martetti, DC-DC 轉換器高級產品經理

通訊市場發展迅速，瞬息萬變，競爭激烈。要滿足市場發展趨勢，電源設計師要求元件供應商可以提供體積更小，更纖薄功率密度更高，更高可靠性，可持續供貨及低成本的電源元件。

從各個方面，供應商都努力滿足他們的期望。例如，功率密度增加了，提升效率及降低每瓦的成本，但電源工程師們仍然為直放站的體積越來越小而造成的問題而煩惱。雖然成本依然是主要考慮因素，噪聲及散熱的處理還是電源工程師在通信應用中要面對的重要挑戰。功率密度也同時會影響系統的可靠性和容錯能力。

通訊設備的結構越來越緊湊，電路板面積很小，元件及板面高度很矮。由於元件排列緊密，會在更小的空間產生更多的熱力。設計工程師需要考慮更新的散熱方法，令系統達到最佳的效率。有些轉換器只在窄的範圍內才達到高的效率，例如只在 80% 負載時。有些轉換器的效率曲線很平坦，在整個模塊工作範圍內，如 40% 至 100% 負載時，效率表現都差不多。電源設計師不能單單考慮規格上標示的效率，以為在任何情況下，它的效率都是一樣。供應商應提供效率曲線圖，顯示不同指標時的效率變化。

同步整流較二極管整流更能改善 DC/DC 轉換器的工作效率。採用二極管整

流其功耗大概與流經二極管的電流成正比例。如果採用同步整流，它採用一只 MOSFET 開關，或一些更複雜的開關器件，它的功耗大概與 I^2 成正比，當電流低時 MOSFET 所發的熱較二極管少。但當達到一個轉折點（大概是每個開關 20A 至 30A），它功耗便比二極管整流大。

熱處理對任何系統設計師都是一項挑戰，但設計師可以選擇不同的架構來處理。在通訊應用環境，通常採用分佈式電源架構，它可以把熱分散在整個系統內，用以減少使用散熱片或高流量風速。系統會相對地更可靠。大部份的 DC-DC 轉換器模塊都可以用在分佈式電源架構上。

冷卻方案

完成了對電源架構、產品效率和熱處理各方的權衡取捨後，設計師需要很小心地分析應用環境，定出一套散熱方案。設計師需要確保在任何操作情形下，工作溫度都不會超出模塊的溫度規格，還應該留有足夠的餘量。

把熱對流傳到空氣中是最常用的散熱方法。因為成本較低，相對於強制氣流，這種自由散熱方式需要更大的散熱器，以保持相同的基板溫度。如加裝風扇。它會增加噪聲（無論是電子上或聽覺上的噪聲），再者，除非設計師加入很多保護措施。否則，

它會影響系統的可靠性。

不同 DC/DC 轉換器所產生的電磁干擾 (EMI) 可能有很大的分別。不同的供應商，不同的轉換器的拓樸架構都有影響。原因有很多，最基本的因素是：噪聲是從哪裏產生出來的。舉一個例子，固定開關頻率的脈寬調制式和不固定開關頻率的零電流開關的主要分別是開關時所產生的噪聲。零電流開關 DC-DC 轉換器是半絃波而不是方波，沒有尖峰及諧波份量低，對寄生元件所產生的應力很少，所以噪聲也低很多。

所有 DC-DC 轉換器都產生共模、差模和輻射噪聲。適當的佈局可以減低濾波的要求，讓出更多的電路板空間。減低共模噪聲最有效的方法是用 Y-電容旁路輸入到基板電路。引線應愈短愈好，以減少寄生電感。

差模噪聲，相位是相反的。把輸入線相絞，就可以很顯著地減低差模噪聲。在電路板的功率平面，把線跡佈置在電路板背面，同時與正面線跡對正，可以減低輻射噪聲。

雖然電源模塊一般都內置輸入及輸出濾波器。仍需外加濾波器以符合個別系統需求或規格認證。如 FCC 及 VDE 均列明回流到交流電源的噪聲標準。

大部份 DC-DC 轉換器製造廠都提供詳細的應用說明，或由經驗豐富的應用工程師協助用戶。另外，有些 DC-DC 轉換器供應商同時供應 AC 前端及 EMI 濾波器模塊作配套。採用這些濾波器，不單省時，

亦能減低風險。這些 EMI 濾波器是為同一供應商的模塊而設計，配合適當的佈局，互相配套可以符合特定 EMC 指標。

目前，高功率密度一直都是 OEM 廠家對 DC-DC 模塊的確切要求。有些模塊的功率密度高達每立方吋 150 瓦。可以幫助設計師達到體積小，重量輕的指標，同時可減少模塊的使用數量，讓出更多電路板空間。

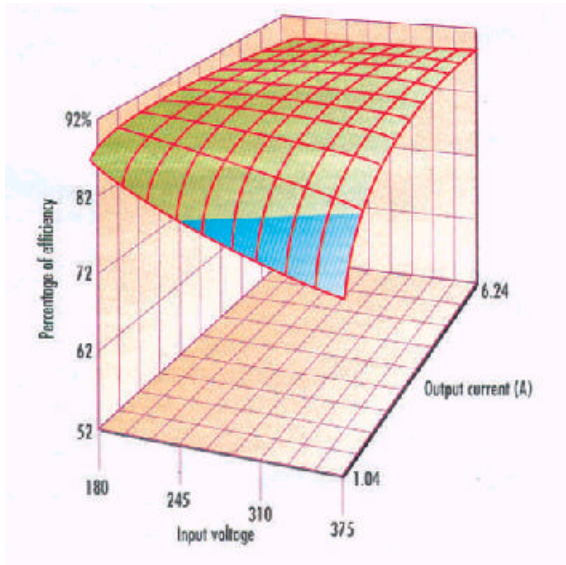
對於一些薄身的模塊，提升功率密度更是一項艱難任務。傳統的轉換器會以高度來將就功率密度。如果電源設計師只考慮每平方吋可容納的功率，薄身的模塊就不一定能把所需的功率放進板面面積內。板面面積的成本可不少，每平方吋大概是 0.5 至 1 美元。有些需要特殊結構的電路板，成本可能高達每平方吋 8 美元，所以板面面積都是重要的考慮因素。

DC-DC 轉換器的可靠性不斷提高，有些的 MTBF 可達過百年。例如有些模塊內部採用硅集成技術，把內部元件數目由 113 個減至 35 個，大大提升 MTBF。如果模塊工作溫度超出規格，這些 MTBF 數據都變得沒有意義。產品可靠性及工作壽命與工作溫度是成反比的，此引證了效率和熱處理的重要性。

電源系統失效可以拖垮整個系統。備份模塊或系統可以保障模塊失效時系統仍能繼續工作。在並聯陣列內加一只額外的模塊 (N+1) 可以顯著的增加系統的可靠性。而成本只增加一點點。

如何進行冗餘取決於系統的可用空間和成本考慮。舉個例子，兩個 400W 全磚模塊可以輸出 800W，加一只 400W 模塊備份，變為 2+1 冗餘，便可在 15 立方吋內提供 1200W。又如，用 4 只半磚 200W 模

塊再加 1 個 200W 模塊備份，變成 4+1 冗餘，總輸出 1000W，體積 12.5 立方吋。第二個方案雖然佔用體積較小，但累積失效率較高。因為它用較多的模塊、或門二極管和監控電路還有更多的裝配焊接工序。



有些轉換器的效率面有個尖峰，在 80% 負載時才達到最高效率。優良的模塊的效率曲面應很平坦地分佈於不同的負載比例，如 40% 至 100% 負載。

錯誤隔離

把二極管串入陣列內每個模塊的正輸出端可以做到輸出容錯。在冗餘系統內，容錯是十分重要的。沒有容錯電路，任何一個模塊的輸出短路都會拖垮整個陣列。但二極管會增加功耗，減低系統的效率。當然亦會影響可靠性。為改善對效率的影響，二極管應常處啟動狀態，減少壓降，增加效率。

大部份需要容錯及冗餘的應用都同時需要熱插拔以保證系統可持續供電。設計師需要特別設計熱插拔咭，以避免系統操作

員觸到危險的電壓及電流。同時需要著意，當模塊損壞時，必需要有監察電路，向維修人員示警。熱插拔系統需要保證當模塊被拔出時，對母線的影響必須減至最低。無論輸入端還是輸出端，都不能因母線壓降而引至系統故障。