

高階濾波器技術在三相電源 應用中實現節省空間等優勢

■作者：Patrik Kalbermatten

YAGEO Group 旗下企業 KEMET 磁性元件、感測器和致動器業務部 (MSABG) 經銷推廣產品管理高級經理

共模和差動電磁干擾 (EMI) (或雜) 需要採用 EMI-RFI 濾波器來進行衰減，雖然從原理上很簡單，但設計起來並不容易，而且通常需要專家幫助。此外，在三相電源應用中，進行適當濾波通常會佔據很大體積空間，雖然採用整合三相濾波器則可以緩解這個問題，但空間限制仍然會迫使設計人員採用密制濾波器來獲得他們所需尺寸、額定功率和頻率回應。在電感元件中，將整合式三相設計與節省空間的奈米晶體磁芯技術相結合，既可獲得現成解決方案，又能夠提供額外自由度。

EMI 來源和法規

越來越多電氣和電子設備正在滲透到我們個人和職業生涯方方面面，這些設備能夠幫助人們工作，提供和消費服務，管理必要的基礎設施，監測和呵護環境，保護我們的安全，並促進我們的社會生活。隨著我們周圍世界這些設備越來越多，並且它們在各種應用中角色愈加重要，確保各種設備的共存非常關鍵。每個設備都是 EMI 潛在來源，如果不加以解決，可能會導致附近其他設備發生故障。最大限度減少發射 EMI 和確保免受外部 EMI 影響都是設計好這些設備，實現良好電磁相容 (EMC) 重要方面。

世界各地法規要求確保投放到當地市場所有產品都能夠與其他產品共存。歐盟 EMC 指令 (2014/30/EU) 參考了各種機構制定的技術測試規範和標準，包括國際電子電機委員會 (IEC)、CISPR (Comité International Spécial des Perturbations

Radioélectriques) 和國際標準組織 (ISO) 相關標準。

任何電氣設備都可能產生不同類型 EMI，而這些 EMI 是完全不需要的干擾，例如來自電源轉換器的高頻切換輻射，或來自一台設備的訊號能量，這些訊號可能會在不需要之處耦合到另一台設備，因此同樣被視為 EMI。

EMI 可以沿傳輸線傳導，也可以透過子系統或不同設備之間空氣輻射。當電子設備透過離線交流電源連接時，每個設備產生的 EMI 可以透過電源線傳輸到其他線路供電設備。

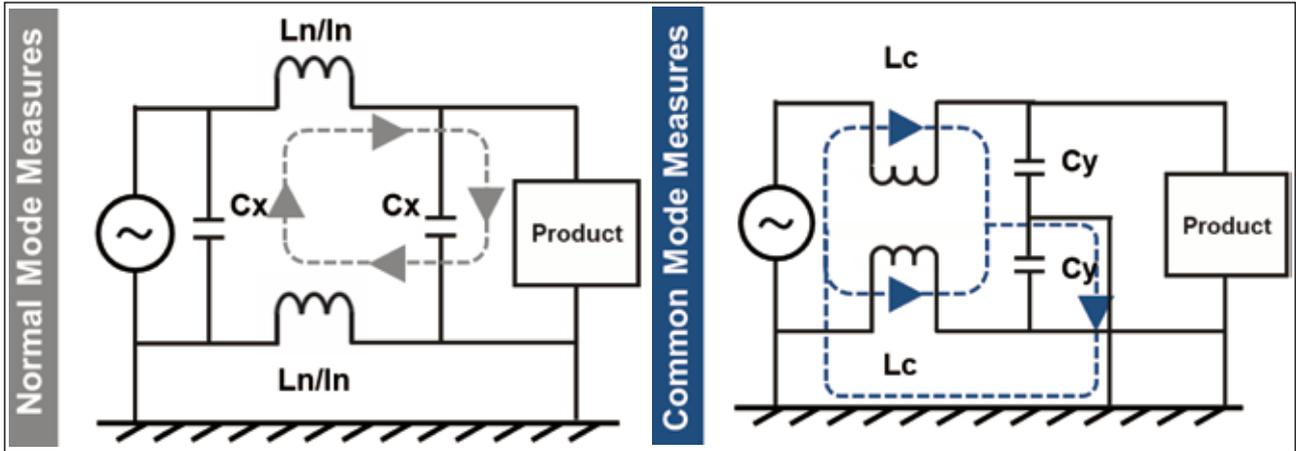
傳導輻射根據傳播路徑分為兩類。正常 (差動) 模式雜訊是指電源和訊號線之間發生的非同步輻射。在這種情況下，每條線路上發射電流方向相反。另一方面，共模雜訊發生在電源線或訊號線與接地之間。在這種稱為同步發射情況下，每條線路電流方向相同。

EMI-RFI 濾波器

可使用濾波器衰減這些不需要差動和共模輻射。如圖 1a 所示，使用連接在電源線上的串接電感器和 X 電容器組合能夠衰減正常 (差動) 雜訊。圖 1b 顯示了如何透過電源線和接地之間 Y 電容器來處理共模輻射。

圖 2 顯示了如何將兩者結合起來並創建一個完整 EMI-RFI 濾波器。任何包含切換設備 (如 AC/DC 轉換器) 的電源供電設備都需要採用此類濾波器，以符合發射、抗擾度和敏感性最低目標，例如歐洲

圖 1a 和 1b：對正常模式和共模 EMI 進行濾波。



EMC 指令 (2014/30/EU)。

對於設計為使用單相交流電源運作的冰箱等家

圖 2：包含差動和共模濾波功能的 EMI-RFI 濾波器。

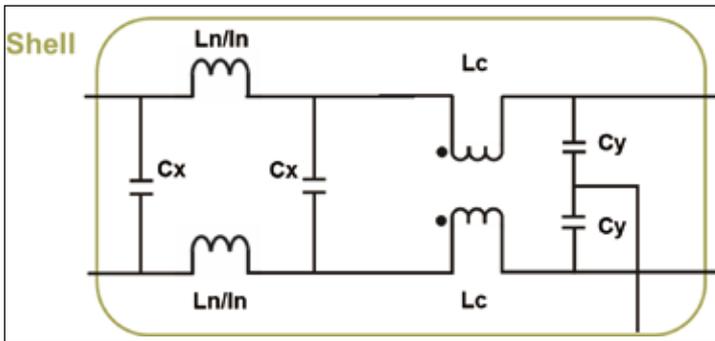
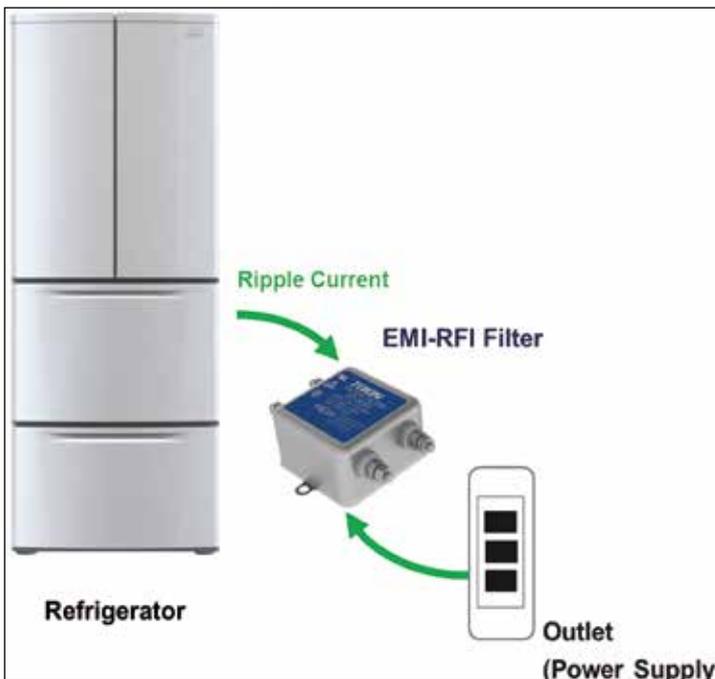


圖 3：單相應用中 EMI-RFI 濾波器。



用電器，濾波器需要插入在電源插座和負載之間，如圖 3 所示，這是因為當今許多家用電器都使用切換設備。這與過去相比差別很大，以往冰箱只有一個壓縮機和一個光源。

三相應用：三重挑戰

大型工業設備通常需要比單相交流電源更高功率的三相電源供電，這些設備包括大型工業機器人、馬達驅動器和 MRI 掃描器等大型醫療設備。三相設備自然需要三個通道 EMI-RFI 濾波：每條線路一個。濾波器供應商通常會將三個單獨線路濾波器整合在一個外殼中，並以此作為三相電源濾波器設備，可以提供節省空間的解決方案。

濾波器選擇標準

然而，在適合這些具有特定尺寸限制的設備中獲得所需頻率回應和額定功率並不容易，通常需要針對專案考量客制濾波器。但這可能有幾個問題，產品設計團隊經常發現他們選擇的供應商無法在合適時間範圍內提供所需客制產品。如果預期產量很低，一些供應商可能根本不樂意討論客制濾波器專案實施。

即便可以找到願意合作供應商，開發客制濾波器會不可避免地增加專案所需時間和成本，工程師首先必須耐心等待生產出樣品。隨

後，如果試驗表明需要更改濾波器設計，則可能會進一步拖延交付生產樣品時間。此外，具體產品應用還必須遵守不同地區 EMC 法規，具體取決於安裝地點。在純工業應用中，有一些最低標準要求，但在住宅區，要求則更為嚴格。在醫院等醫療環境中，接地電流不允許或必須有某些限制，不採用 Y 電容器的濾波器是唯一解決方案。

節省更多空間

奈米晶材料能夠使 EMI-RFI 濾波器中的電感元件或扼流圈比傳統鐵氧體磁芯尺寸小很多，利用這些節省的空間可以實現滿足某些適用限制，並具有合適頻率回應的濾波器。此外，奈米晶材料由於具備獨特性能，實現相同電感所需銅繞組匝數更少，因此能夠在更高頻率範圍內進行衰減。繞組會引起寄生電容，從而降低高頻衰減。特別是在以更高切換速度運作的現代寬能隙組件情況下，這些較高頻率範圍需要比過去更多衰減。

KEMET 已經採用奈米晶技術構建了 24 個現成緊湊型三相濾波器系列，這些濾波器可以提供 0pF 到 470,000pF 六個 Y 電容值中任何一個，從而能夠提供適合各種設備拓撲的共模衰減特性選擇。圖 4 顯示為六個不同電容值對共模衰減影響。

此外，每種配置都能夠提供從 30A 到 60A 四

圖 4：不同 Y 電容值三相濾波器頻率回應。

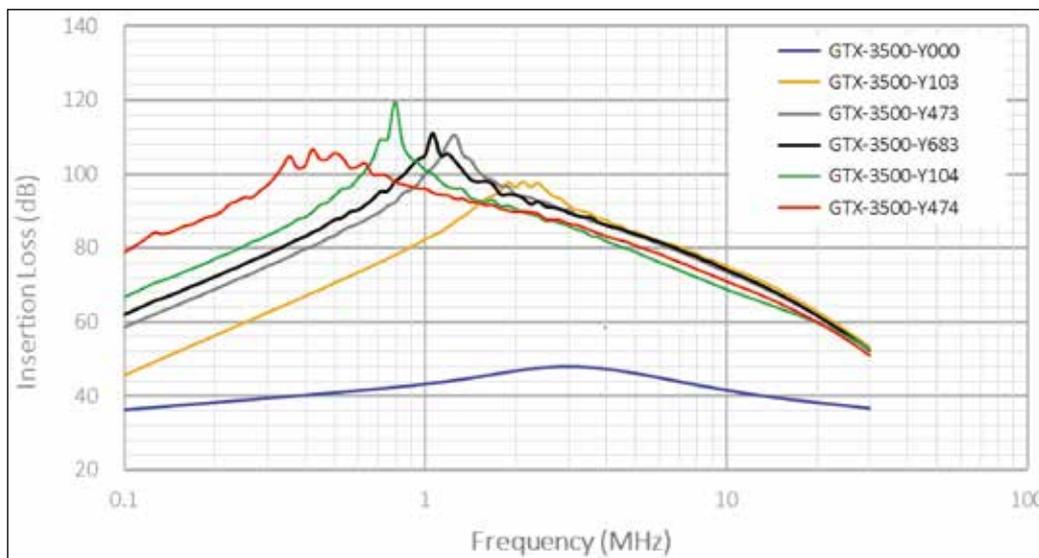


圖 5：奈米晶材料磁芯技術將三相濾波器尺寸和重量減少到原有 30% 以下。



種額定電流之一，電流額定值和衰減特性之廣泛選項有助於確保工程師能夠找到現成的型號來滿足他們專案要求，從而避免與客制專案相關的成本開銷。除了能夠更快地獲取樣品和更輕鬆地彈性訂購生產數量之外，客戶只需與供應商進行最少量技術合作，工程師即可快速輕鬆地評估該系列的一種或多種解決方案。

相較同類傳統三相 EMI-RFI 濾波器，GTX 系列僅具有不到 30% 體積大小，並且實現了濾波器整體重量同步減少 (參見圖 5)。

結論

由交流線路供電的電氣設備必須為每個供電相配備一個線路濾波器，以滿足強制性 EMC 法規要求。如果有緊張空間限制，工程師可能會被迫尋找專家幫助設計客制濾波器，以便在合適尺寸濾波器

中提供所需衰減。奈米晶電感磁芯能夠在體積小、重量輕設備中實現寬頻率範圍高共模衰減，支援採用現成濾波器滿足工業自動化、再生能源和醫療掃描器等需要深度衰減和高電流性能的嚴峻應用要求。 CTA