

利用高漣波電流 實現更智慧型電動車設計

■作者：Jorge Vacas / KEMET 公司電解產品經理

汽車行業電氣化趨勢沒有減弱跡象。每過一個月，至少有一家汽車製造商會宣佈一項重大進展，或是開發出全新電動車，或是現有車型的升級換代。

市場分析機構 Markets and Markets 最新研究表明，汽車行業電氣化可能會以 11.9% 的複合年增長率成長，從 737 億美金增長到 2025 年的 1296 億美金，這種快速發展也從另一側面證明，伴隨電動車繼續贏得消費者廣泛接受，對研發活動也在進行巨大投資。

然而，任何技術進步並不會

孤立發生。供應鏈在支援 OEM 方面開展了大量工作，系統和元件專家都在更廣泛領域提供創新解決方案。

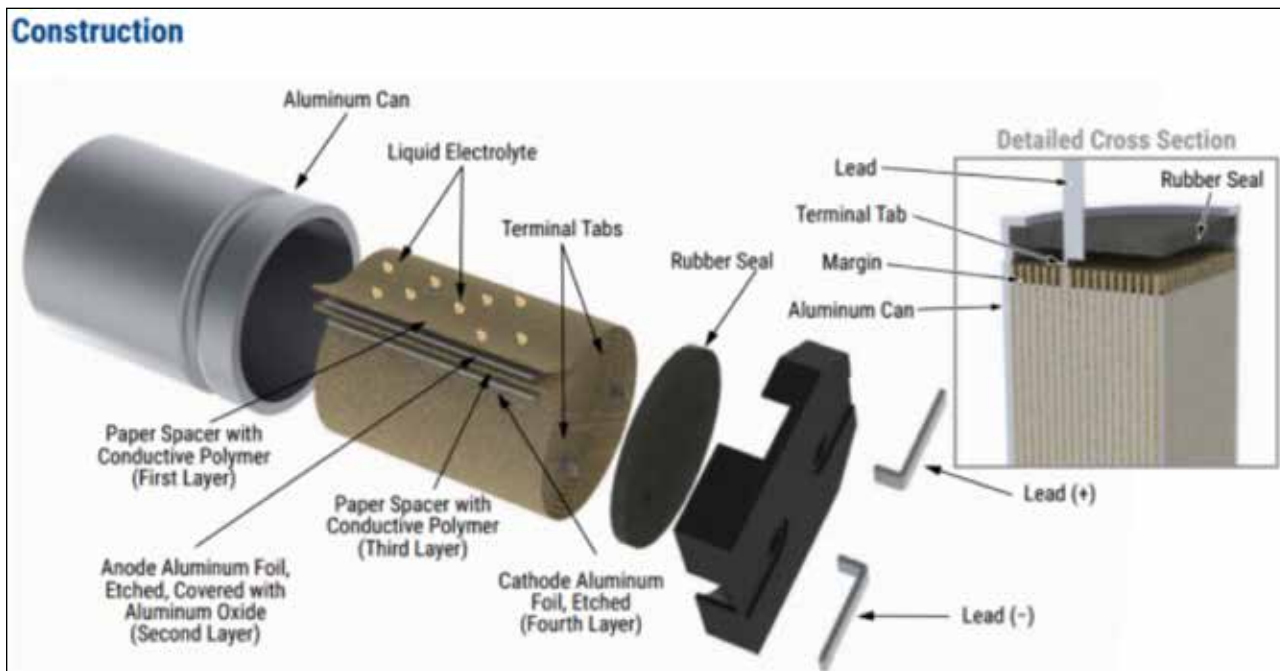
以電解電容器為例，這些微型元件經過發展改進，已經能夠在電動車上發揮重要作用，作為高密度功率輸送可靠來源，具有較長壽命週期和快速充電 / 放電時間。特別是混合鋁聚合體電容器，它已成為汽車應用中極具前景元件，聚合體和液體電解材料相組合，可為輕度混合動力車輛 48V 架構提供出色電氣性能。

事實上，全新混合鋁聚合體電容器最值得關注之處在於以小封裝提供非常高漣波電流能力，在與現有 48V 汽車變流器設計平行使用時，可以減少所需元件數量。最終，這種方案可以帶來更精簡、更高效汽車設計。

低等效串接電阻重要性

下面我們深入探討混合鋁聚合體電容器的設計和性能特點及其在汽車行業中的應用。與傳統電解電容器一樣，這些器件在金屬罐中包含鋁箔和紙纏繞結構。電容器

圖 1：混合鋁聚合體電容器架構。



創新來自於電解質，它整合了傳統液體 (wet liquid) 和現代導電聚合體 (參見圖 1)。聚合體提高了電導率並降低了等效串接電阻 (ESR)，而濕電解質則使接觸表面積最大化，並增大了電壓耐受性。

這些先進材料和混合架構組合產生了一些能夠改變遊戲規則的好處。等效串接電阻是一個關鍵參數，因為它直接影響電容器峰值連波能力，以及發熱和溫度性能。下圖展示了在整個頻率範圍內，與傳統電解質相比，混合架構電池的串接電阻極低 (參見圖 2)。

當這些電容器在其連波吸收極限值工作時，混合架構設計的超低 ESR 可顯著改善發熱。高連波電流的暫態模擬表明混合架構設計的溫度可降低 20°C (參見圖 3)。

在電動車等特定案例中，負載可變性和電壓調節給工程師帶來

圖 2：混合架構和傳統電解電容器 ESR 性能比較。

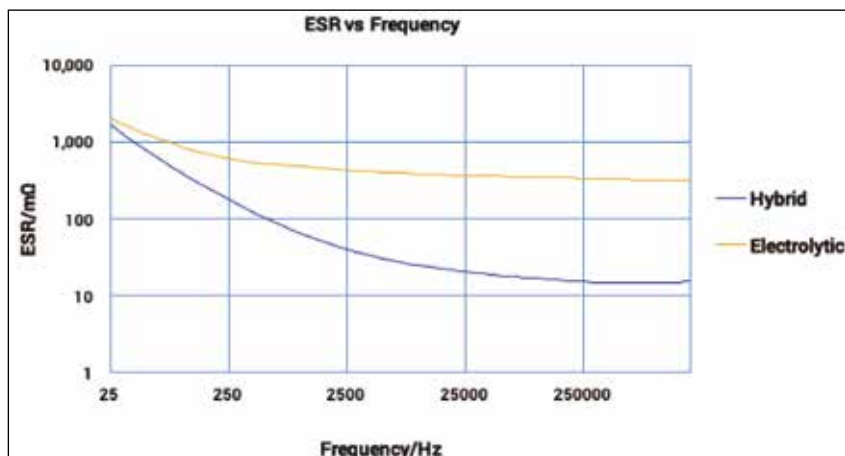
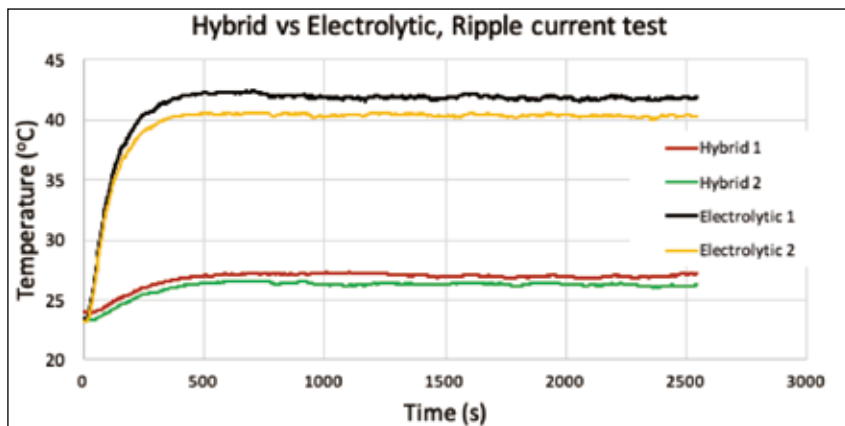


圖 3：混合架構和傳統電解電容器連波電流溫度比較。



了巨大設計挑戰。車載電腦、引擎控制單元、DC/DC 轉換器和 48V 變流器等需要在嚴峻環境條件下進行漣波穩定和電源去耦。在高漣波條件下，混合架構鋁電容器的溫度性能使其非常適合於在嚴峻環境中敏感下游電子設備需要適當平滑和電源去耦應用。

除了溫度性能，汽車應用還需要高可靠性才能滿足 AEC-Q200 標準。在某些情況下，熱衝擊會導致電容器內部氧化層產生缺陷，從而導致漏電流過大。然而，混合架構聚合體電容器具有軟自愈機制，液體電解質的存在允許氧化物電化學生長。該過程不需要達到特定最小電流，並且可以在相對較低局部電流密度下進行，從而可以順利恢復任何缺陷。因此，能夠穩定漏流，電容器可靠性得到有效保證。

把這些牢固的機制與防振安裝架構相整合，可以輕鬆滿足汽車認證，其額定壽命可超過 3,000 小時，抗震性達 30g，操作溫度範圍為 -55 ~ +125°C。還值得注意的是，儘管混合架構電容器比傳統電容器較為昂貴，但它們強大的性能允許更嚴格額定裕度，並且能夠以具有價格競爭力的設計實現在額定值 90% 時的可靠運作。

混合電容器產品進展

由於混合電容器在汽車應用中具有如此明顯巨大潛力，KEMET 開發了一系列新產品來滿足市場需求。所有這些符合 AEC-Q200 標準的電容器都具有高

圖 4：KEMET 的 A780、PHA225 和 PHH225。這些都是符合 AEC-Q200 標準的電容器，在混合架構設計中結合了高導電聚合體技術和液體電解材料。



功率密度和低漏流特性，並採用不同的緊湊型設計封裝，可為工程師提供了更高彈性和選擇餘地。

PHA225 為軸向架構，採用極化全焊接設計，鍍錫銅質引線，負極連接至外殼。PHA225 繞組裝在圓柱形鋁罐中，帶有高純度鋁蓋和耐用橡皮墊圈。而 PHH225 不同之處在於它包含一個徑向表冠 (radial crown)，可以將其安裝在豎直位置。

PHA 和 PHH 225 都具有較小尺寸和單位體積高漣波電流，在面向汽車和工業技術的設計應用中，這些都是非常具有價值屬性。透過在現有 48V 汽車變流器設計中平行使用體積更小、功率密度更高的混合架構鋁電容器，可以減少所需元件數量，並保持高漣波電流性能。PHA 和 PHH 都非常適合於大功率汽車應用，包括 48V 變流器、冷卻風扇、水泵、動力轉向以及制動和噴射系統的直流鏈路 (DC-Link) 等。

這兩個元件還可提供其他值得注意的性能特徵，包括在 +125°C 下超過 3,000 小時運作時間、高達 140°C 高溫特性、高達 40Arms 電流、連續負載和自愈行為等功能。

下面介紹一下 A780 系列 (參見圖 4)，它是 KEMET 首次發佈的表面固裝 (V-Chip) 混合架構鋁聚合體電容器。該電容器系列可承受劇烈振動 (高達 30g)，滿足汽車動力總成等應用的嚴格設計要求，包括引擎控制單元、DC/DC 轉換器、MHEV 的 48V 變流器、開關模式電源和電腦穩壓模組等。

KEMET 提供正確解決方案

隨著汽車電氣化步伐不斷加快，這也是汽車產業激動人心時刻。除了功率電感器和電磁相容解決方案等其他產品外，新推出的符合 AEC-200 標準電容器表明，KEMET 對汽車技術進行大量投資的一貫承諾。

KEMET 公司在電容器等關鍵技術領域擁有業內驗證的創新歷史，正是這些創新使 KEMET 能夠跟上當下和未來迅速發展和快速增長的電動車市場步伐。CITA