

# 爲什麼計算電容器的使用壽命很有意義

電解電容器和聚合物混合電容器具有多項優點，但由於使用壽命有限，需要藉助計算方法來確定使用壽命長短

■作者：Sven Jimenez Rodriguez  
儒卓力電容器產品銷售經理  
Christian Kasper 技術支援

電解電容器和聚合物混合電容器具有幾乎相同的設計：它們由陰極側和陽極側組成，而兩者均由鋁膜製成。陽極薄膜經過氧化處理而形成氧化鋁層，從而形成電介質。兩片薄膜使用隔離膜紙捲起來，構成捲繞元件（圖 1、圖 2）。

兩種電容器之間的區別在於填充過程所用的材料，這也是其名稱的由來：電解電容器填充有電解質，而聚合物混合電容器則使用聚合電解質或固體和液體聚合物的組合。

兩款電容器都具有眾多優點，例如儘管尺寸小但電容值高、成本低，以及可以用於多種設計，例如 SMD、THT 或卡入式 (snap-in) 設計。

與電解電容器相比，聚合物混合電容器具有更高的紋波電流容量，以及低溫時內阻較低，並且在高頻時電容會更穩定。

圖 1：電解電容器主要由陽極和陰極薄膜、隔離膜紙和電解質組成

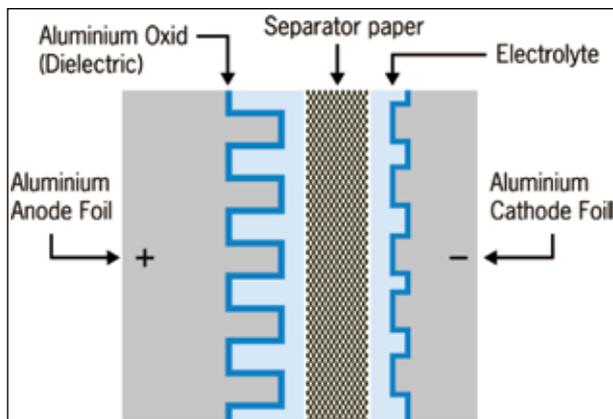


圖 2：電解電容器和聚合物電容器的基本設計

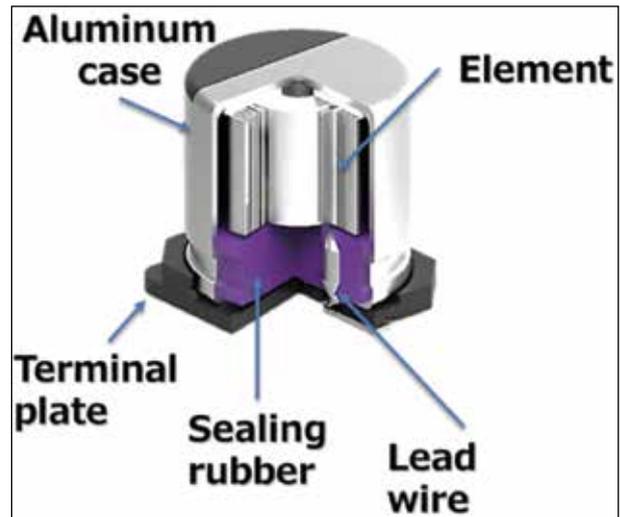
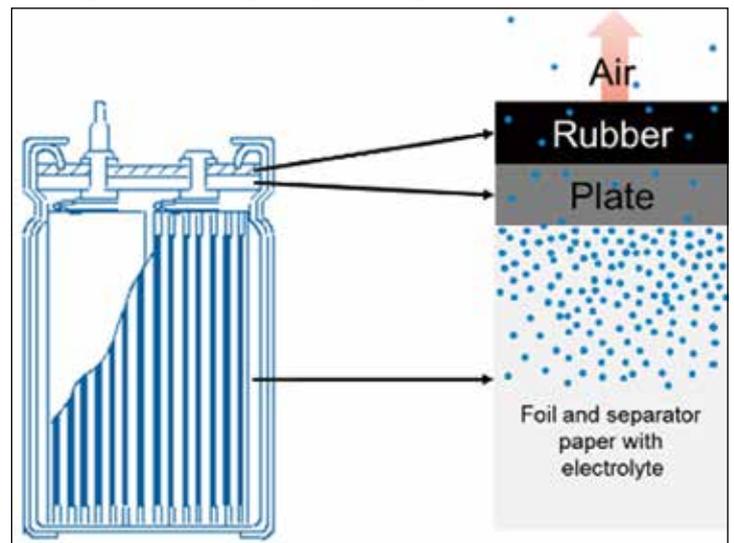


圖 3：電解液或液態聚合物在運作過程中擴散，導致電容器使用壽命縮短。Arrhenius 方程式可粗略估算電容器的使用壽命。



這兩種電容器技術的缺點在於使用壽命有限。在運作過程中，電解質或液態聚合物會縮減 (圖 3)。

### 使用壽命的限制因素

影響電解電容器和聚合物混合電容器使用壽命的最大因素是電容器的核心溫度，它隨著環境溫度和所施加紋波電流水準的增加而上升。此外，由於紋波電流過大而帶來的機械應力也會損壞氧化層，導致自復性 (self-healing) 效應而消耗額外的電解質。自復性是電解電容器和聚合物混合電容器利用電解液和鋁之間的化學反應來恢復氧化層的能力。電解質收縮也會導致電氣參數惡化，例如電容以及等效串聯電阻 (ESR) 和損耗因數等參數。

圖 4：Arrhenius 方程式和經驗法則表明，電容工作溫度每下降 50°F (10°C)，使用壽命就會增加一倍，兩者提供了幾乎相同的結果。

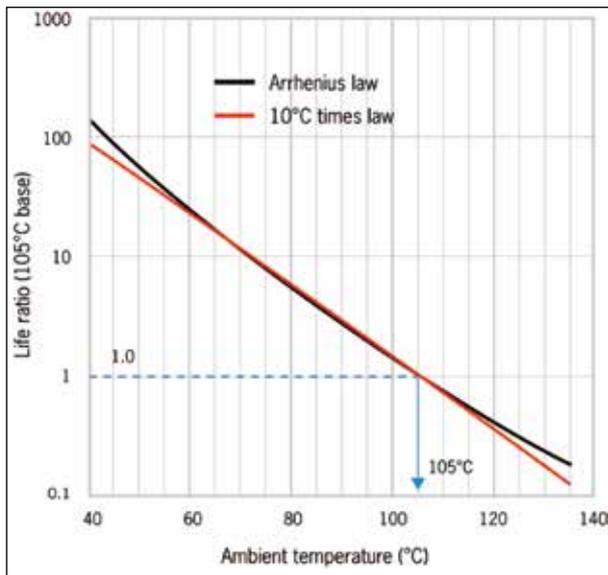


圖 5：任務設定檔範例顯示供應商需要哪些參數來準確地計算使用壽命

Mission Profile Active (operating)			
Ambient temp. [°C]	Time [Hrs]	Ripple current [Arms]	Frequency [kHz]
Operating Time Total			

使用壽命結束通常是指資料表參數 (通常是電容損耗和損耗因數百分比的增加) 未達標的階段。

用戶可以使用 Arrhenius 方程式進行初步評估，找出在最終產品目標運作期間的電氣參數能夠達標的電容器產品。如圖 4 所示，使用壽命作為擴散係數函數，在很大程度上類似於 Arrhenius 方程式。因此，我們可以根據經驗法則做出以下表述：電容工作溫度每下降 50°F (10°C)，使用壽命增加一倍。

Arrhenius 方程式僅提供粗略的指導數值，因為沒有考慮到紋波電流對自熱效應的顯著影響。

### 電容器供應商提供支援

為了獲得精確的使用壽命計算數值，建議用戶與相應的電容器供應商合作。這項計算需要客戶提供任務設定檔，它詳細說明了相關溫度範圍內的實際運行小時數。

每家供應商都對自有產品使用單獨的計算，其中包括溫度曲線和紋波電流負載。因此，供應商可以使用客戶提供的任務設定檔進行詳細的使用壽命計算。

使用任務設定檔，供應商可以根據相應的應用來評估和推薦電容器產品，這也可以防止使用超過規定而更加昂貴的電容器產品。

### 冷卻操作確保更長的使用壽命

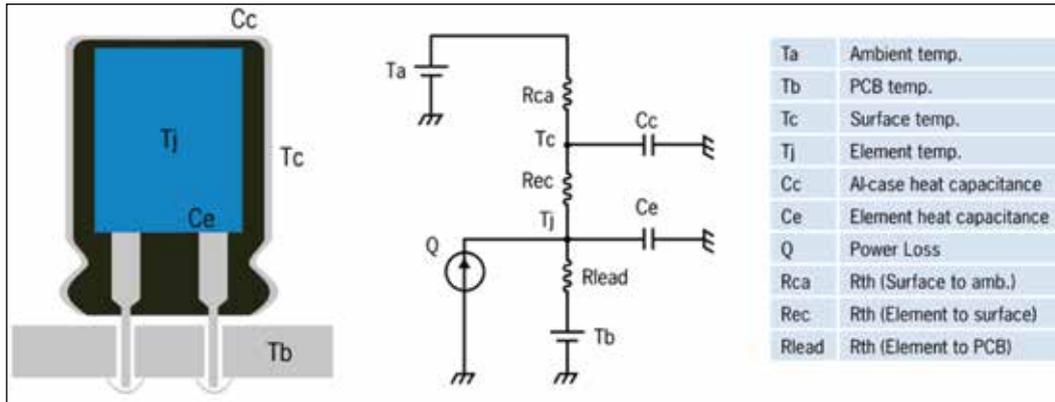
增加散熱器的表面積，是改善散熱從而延長電容器壽命的好方法。例如，使用風扇或水進行主動冷卻可以確保更好的散熱效果。在驗證元件並計算

使用壽命時，用戶可以考慮這類冷卻概念。

冷卻元件與電容器的連接也發揮了關鍵作用。

將冷卻元件直接連接到元件，通常比將其放置在電路板的另一側更有效。此外，還需要考慮電容器的週邊單元，因為它通過接腳同時輻射和吸收

圖 6：電容器的熱等效電路圖



熱量，特別是附近安裝了功率半導體或其他發熱元件時，情況尤為如此。如果有經驗資料 ( 例如導通溫度、電流、電壓和頻率 )，便可以將這個熱量輸入加入使用壽命計算中。

如果用戶使用導熱膏或導熱墊，它們的熱阻是決定性因素。數值越低，散熱效率越高。如果冷卻元件需要電氣隔離，應當選擇絕緣導熱膏或合適的焊墊。

如果用戶希望自行進行計算或模擬，可以從供應商處獲取從核心 ( 繞組元件 ) 到電容器的接腳和封裝的熱阻模型。

如果完全知道散熱情況和從頂蓋或 PCB 到冷卻元件的熱阻，則可以推斷出額外的散熱或供熱。一旦驗證可能的散熱，供應商或會允許使用更高的電路板佈局紋

波電流，但前提是不超過供應商規定的最大紋波電流，因為這會帶來電容器的機械負載。

### 結論

在選擇電容器產品時，建議使用 Arrhenius 方程式來確定初始指導數值。而使用任務設定檔可以準確地計算應用中所選電容器的使用壽命，這也考慮了由紋波電流引起的自熱效應。為了最大限度地延長電容器的使用壽命，我們值得進一步研究可能的冷卻概念，並且在開發時邀請供應商或經銷商參與。 CTA

## 科思創、SK geo centric 與耐思特攜手打造亞太低碳足跡 MDI 價值鏈

科思創、韓國石化公司 SK geo centric 以及耐思特 (Neste) 正攜手透過品質平衡方法，利用再生原料生產一款重要的聚氨酯原材料。在該合作中，耐思特為 SK geo centric 提供再生的 Neste RE™，這是一種經 ISCC ( 國際永續發展和碳認證 ) 體系認證的聚合物和化學品原料，其 100% 由再生原料 ( 如：廢物和油脂廢渣 ) 製成。

SK geo centric 在其韓國工廠將該原料加工成苯之後，供應給科思創上海一體化基地，用於生產二苯基甲烷二異氰酸酯 (MDI)。MDI 是生產聚氨酯硬泡的重要原材料，作為一款成熟的保溫隔熱材料，MDI 廣泛應用於建築行業和冷鏈設備。透過這種方式，將有助於在產品生命週期內減少二氧化碳排放和能源消耗。

此次攜手標誌著三家公司未來可能的更多合作的開始，目標是在亞太以及更多地區使用更永續的原料替代化石原料，進行聚合物和化學品的生產。

用 Neste RE 替代傳統的石油基化石原料可顯著減少溫室氣體排放，從而改善科思創生產的聚氨酯原材料和下游行業的碳足跡。Neste RE 由廢物或油脂廢渣等再生原料製成。

在其「綠色創造美好生活」策略指引下，SK geo centric 已宣佈到 2050 年前實現淨零排放的宏偉目標。為了履行企業責任，該公司將透過擴大高品質再生產品組合來推動業務轉型。SK geo centric 將利用三個合作夥伴之間的強大協同效應來應對日益增長的全球市場需求。