

第八章 鋁箔乾式電解電容器之選擇與 使用上應注意事項

本章擬針對鋁箔乾式電解電容器使用於各種電氣機器之立場來探討其選擇與使用上應注意之要點。

電解電容器選擇上應注意之問題主要有二。其一為需充分滿足電氣機器所要求之性能；其二為尺寸與構造都能達到電氣機器製造上最恰當之要求；及其三為價格低廉且供應來源穩定。

電解電容器使用上應注意之問題係指能將電解電容器保持在最佳性能之妥善使用方法而言。以下擬就不當使用法與正確使用法說明之。

一、鋁箔乾式電解電容器之選擇(I)——性能因素

影響電解電容器性能之問題可歸納成三項。其一為使用環境及其耐受性；其二為使用電壓下應具備之特性；及其三為經時變化之容許程度及需求之可靠度。

1. 使用環境及其變化之因應

電解電容器在運輸、貯存、使用期間之周圍環境屬於電解電容器選擇上極為重要之一環。

[1] 周圍氣體

電解電容器通常都存放在一般空氣中，因而空氣中之濕度及變化，鹽風之類腐蝕性氣體之有無，其他如航空機或火箭之類減壓環境或其他高氣壓場所以及浸漬於油類之中等特殊要求條件場合，皆需配合用途適當選擇能夠滿足要求之規範才行。且如標準規格品全部無法符合需求時，尚需編寫特種採購規範逕向製造廠商訂購。

[2] 周圍溫度

電解電容器之規範中通常都規定著容許安全使用之周圍溫度範圍。惟因電容器本身會發熱，所以電容器本體之溫度都比其周圍溫度稍高。又因電容器是否能夠承受之溫度，係指電容器本體之溫度而非其周圍溫度，並

且規範中所規定之周圍溫度通常都不考慮輻射熱之類外來熱源，以致儘管使用於容許周圍溫度範圍之內，若遭受日光直接照射或承受其他機器熱量之影響，也會導致電解電容器本體之溫度高於正常使用狀態而引起破壞。

另一方面，如果施行鼓風冷卻，則電容器本體之溫度可比正常使用狀態更低而對特性比較有利。亦即選擇電容器規範之溫度範圍時，需將此等因素一一考慮進去才行。

電動機起動用電容器在極低溫時，偶而會因電容量極小，損失過大，導致電動機無法起動。然因通電中電容器可藉溫升逐漸改善其特性，所以一般幾乎都不規定其低溫特性。

近來，電氣機器之使用溫度範圍，普遍都朝著高溫與低溫兩方向同時擴張，而鋁箔乾式電解電容器之特性又承受溫度之強烈影響，因此，電解電容器之設計製造人員務需不斷地努力，藉以在使用溫度範圍內繼續保持其應具備之特性才行。

除此之外，不僅要在一定溫度下保有優良特性，並且在溫度急遽變化中，尚需因應其變化保持穩定特性。關於此等問題請參閱第七章第二節。
[3] 加速度

電解電容器在運輸途中都會承受振動。此外，安裝著電容器之機器，如果屬於飛機、汽車、火箭及太空船之類移動機器，則電容器經常都要承受振動或衝擊加速度引起之力量。同時，縱使靜止機器，也可能遭受周圍音波或其他原因之振動負荷所干擾。其中尤以連續振動，因會使電容器承受加速度之大小、方向之不斷變化，而對電容器之特性造成更大之影響。關於此一問題請參閱第七章第四節。

2. 使用電壓之因應

鋁箔乾式電解電容器選擇上之第二項重要問題為該電解電容器施加何種電壓之問題。

譬如僅僅施加直流電壓或交流電壓，抑或同時施加交流與直流電壓，且其大小比例又各如何等。另一方面所施加之交流電壓頻率、波形、及其變化與否、如何變化等皆需考慮及之。亦即電解電容器於承受印加電壓時如何加以因應，且因應過程中溫度又會發生何種變化等問題在電解電容器

選擇時必須配合特性上之要求審慎決定並確實掌握（參閱上項〔2〕）。

如果上述要求無法確實掌握，則需在電路上施行試驗裝配，藉實驗方式求出相關數據，再據以選擇合用之電解電容器才行。關於此一問題請參閱第七章第五節。

3. 耐久性

使用於機器上之電解電容器，選擇時其耐久性必須配合該機器之特徵及性格。譬如，玩具用途幾乎不會發生任何耐久性方面之問題；而計算機用途則可能需求20年或更久之耐用壽命等。

對於零件件數特多之機器，其需求可靠度也必然隨之相對提高，如第七章第七節第3項所述。又由於一般電解電容器在容許溫度範圍內之高溫部使用時之劣化程度遠甚於其低溫部使用之情形，所以有時也選擇適用於比需求溫度範圍之高溫限為高之規格品。基於相同理由，偶而也選擇適用額定電壓更高於其實際施加電壓之電容器，或具有高於必要以上容許紋波電流值之電解電容器。另一方面，由於鋁箔乾式電解電容器之劣化都會引起電容量降低，而選擇電容量高於需求電容量值20%左右之電容器（此類額定值減輕使用法中寬放額定電壓之使用方法，就筆者之經驗而言，並沒有太大效果，然溫度方面之影響却非常顯著）。關於此等問題請參閱第七章第六節及第七節。

二、鋁箔乾式電解電容器之選擇(II) — 尺寸與構造因素

就鋁箔乾式電解電容器而言，額定電壓相同、標稱電容量也相同，而尺寸與構造却彼此不同之產品比比皆是。並且，從電解電容器之廠商型錄必然可以查得適於各種不同目的之一系列多種產品。使用者通常都可根據型錄，找到本身容易使用之尺寸與構造，然一般而言，長度太短之產品仍以儘可能避免為宜。

機器設計上近來趨於矮胖型電容器之要求非常強烈，電解電容器廠商也都配合此項要求先後發表了各種短型電解電容器。不過，此類構造在設計與製造上幾乎都有相當程度之勉強與犧牲。譬如為了縮短長度，必須將封口材料厚度及鋁箔寬度降至極端最小，同時隔離紙寬度與鋁箔寬度亦須

儘量接近。並且端子之嵌釘連接點也必然大為減少。此等作法恰與可靠度之提高背道而馳。因此，除非萬不得已，切莫輕予採用超矮型系列而應選擇標準系列之產品。

三、鋁箔乾式電解電容器之選擇(Ⅲ)——價格與穩定供應因素

筆者謹就二次大戰結束後不久，三洋電機株式會社剛開發完成量產形電音之往事說明之。該社先社長井植先生對筆者做了如下之要求。

「此次本公司新開發之量產型電音已經設計就緒即將正式上市，惟安裝在電音中之電解電容器擬請閣下代為決定。尚請代為製造價格最合理、且量產性最佳之電解電容器。」

無疑地筆者感到非常榮幸。不過，也因而引起其他很多廠商之技術者抱怨，為何完全不採納彼等之意見，而自行決定構造與尺寸，且逕交生管部門採購。另一方面，生管部門則要求筆者需製造符合規範書之最便宜產品。此時，如果要求稍微更改，該公司則以底板已經確定為由而不准予變更。以免其他公司之相關零件受到影響而導致生產性劣化。嚴重時，第二次訂貨又需配合變更。並且一再以此種訂貨方式不斷地要求降低售價。此種作法經予深思之後，終於悟出井植社長之經營理念。相信其他零件供應廠商必然也有相同體驗。即透過全體之合作，量產型電音才能以量產性低價位大量推出市場，三洋電機株式會社也因此獲致輝煌之成就。

使用者爲了獲得廉價且安定之供給來源，電解電容器選擇時應如井植社長之方式，於機器設計前先與電容器廠商妥爲協調方屬上上之策。

筆者經營之企業係製造電鋁箔供電容器廠商使用之公司。最近由於99.98%以上高純度之鋁箔已能更便宜製造出來。此類材料之雜質中含有對電解電容器影響最劣之鐵元素含量都在60ppm以下。此含量與美國之99.99%高純鋁料規範幾乎相同。換言之，鋁料中如果含有鋅、鎳之類影響極小之雜質則純度儘管稍低於99.99%亦無大碍。即此種新製之99.98%鋁料亦可以99.99%鋁料完全相同之可靠度視之。

筆者經予實際試驗結果證實其效果與假定完全吻合。並且，此種鋁箔再經多數客戶製成電容器試驗後，結果也是完全一樣。

此種 99.98 % 鋁料價格比較低廉，因而筆者乃將 99.98 % 電蝕鋁箔以低於 99.99 % 者 6 % 之價格出售。所以筆者確信除了必須具備特殊電蝕條件之高壓用電蝕鋁箔之外，將來可能會全部改用 99.98 % 鋁料。不過儘管如此，在轉換過程中起初之約 50 % 可能進展得很快，但其後之部分則可能會耽擱很久。

就價格與穩定供應之觀點而言，其選用要領，即如何購買、如何銷售之問題，仍然在於使用者與供應者彼此間之充分協商與溝通。

四、鋁箔乾式電解電容器使用上應注意事項

使用者必須熟知鋁箔乾式電解電容器之特性，並且祇要不施以超出規範之無理使用即可。此項要點已經一再闡述說明過了。惟為便於參閱起見彙總歸納列舉如下：

- (1)儘量避免高溫使用。尤其外部輻射熱之影響應特別注意。使用溫度提高 10°C 時壽命幾乎減半，所以設計時需慎重檢討。
- (2)普通鋁箔乾式電解電容器不宜施加反向電壓。如果無法避免時亦應止於 1.0 V 以下。惟如必須施加 1.0 V 以上之反向電壓時，則應以特殊規格處理而使用化成陰極之產品。
- (3)施加於直流用電解電容器之直流分電壓與交流分電壓最大值之和（即尖峯電壓）切勿超過電容器之額定電壓。
- (4)容許流通之交流分電流有一定限界，切勿超出廠商之保證值。流通規範規定之頻率以外之交流，畸變波形之交流或變化之交流時，必須事先經過試驗或與廠商協調，務需使電容器本體之溫升一直都保持在容許溫升值以內（參閱第七章第五節第 4 項）。
- (5)普通鋁箔乾式電解電容器不得使用於短時間頻繁充放電之用途。此種使用法會肇致電容量降低、溫度上升乃至造成開閘事故。頻繁充放電電路中使用之電解電容器必須選擇特別設計之產品。
- (6)乙烯基套管耐熱性甚差，很容易引起劣化，所以不可視為完全絕緣體。因而要求絕緣之構造必須與廠商協調，使用更可靠之絕緣材料。
- (7)端子不得施加過大之外力。

- (8) 使用時封口部應儘可能朝上。
- (9) 電容器錫焊後之洗淨必須使用廠商指定之清潔劑。
- (10) 無載放置兩年以上之電解電容器再予使用時，如果施加額定電壓後外殼顯出明顯之溫升現象，則需以每個電容器流通 1mA 電流之程度，使端子電壓逐漸上升至額定電壓，再保持30分鐘才予使用。
- (11) 直流用電解電容器之鋁製外殼，除了素子特別施以絕緣之特殊構造者以外，所有產品之外殼與陰極之間皆應當做無絕緣性看待。即縱使以電阻計測得外殼與陰極間具有極高之絕緣電阻，也會因電解液之作用突然間發生導通現象。
- (12) 電解電容器串聯使用時必須選擇電容量、電壓都幾乎相同之產品。同時爲了使外加電壓能夠正確分佈起見，必須連接平衡用電阻器使用之（參閱第二章第二節第 8 項）。