

指定代理: Skytex International Ltd.

(天富達國際有限公司)

RUBYCON CORPORATION

ENGINEERING DIVISION

(紅寶石公司工程部)

Aug. 22<sup>nd</sup> 2001

### 電解電容應用壽命計算方法

(備註: 此計算方法適用於引線腳及 Snap-in 腳之電容器)

#### 1. 計算方法

工作條件是影響鋁電解電容壽命之主要因素，特別是周邊溫度及紋波電流。實際電容壽命可從三個數值之相乘計算出來: 1)基本保證壽命;2)周邊溫度加速係數;3)紋波電流加速係數。

$$L = L_b \cdot f(T) \cdot f(I) \quad \text{----- (1)}$$

L : 使用時電容之實際壽命

L<sub>b</sub> : 基本保證壽命

f(T) : 周邊溫度加速係數

f(I) : 紋波電流加速係數

#### 1.1 加速係數

我們已從實驗測試中決定出周邊溫度加速係數和紋波電流加速係數:

##### (1) 周邊溫度加速係數

$$f(T) = 2^{\frac{T_{max} - T_a}{10}} \quad \text{----- (2)}$$

T<sub>max</sub> : 最高工作溫度

T<sub>a</sub> : 實際周邊溫度

以上公式是從 Arrhenius 定律演譯出來，此定律是關於反應程序之加速。此公式在 T<sub>a</sub> (實際周邊溫度) 於 40 °C 或以上適用。

但如果很難量度實際周邊溫度(T<sub>a</sub>)，T<sub>a</sub> 仍可從電容之表面溫度推算出來:

$$T_a = T_c - \frac{\Delta T_{j0}}{\alpha} \times \left( \frac{I}{I_0} \right)^2 \quad T_c : \text{電容之表面溫度}$$

ΔT<sub>j0</sub> : 在加上最大容許紋波電流時內部所提升了之溫度

系列	$\Delta T_{jo}$
USR,USC,USP (Snap-in)	10 °C
VXP(Snap-in)	3.5 °C
其他類型	5 °C

$\alpha$  : 電容內部溫度提升與表面溫度提升之比率.

電容直徑.	5 to 8	10, 12.5	16, 18	20, 22	25	30	35
$\alpha$	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6

I : 實際紋波電流

$I_o$  : 最大可容許紋波電流

## (2) 紋波電流加速係數

$$f(I) = 2^{\frac{\Delta T_{jo}}{10 - 0.25 \cdot \Delta T_{jo}} - \frac{\Delta T_{jo} \times \left(\frac{I}{I_o}\right)^2}{A}} \quad \text{----- (3)}$$

$\Delta T_{jo}$  : 在加上最大容許紋波電流時內部所提升了之溫度

A : 當加速係數大予兩倍時之溫度因數

$$\text{當 } \Delta T_j \leq 20 \quad A = 10 - 0.25 \cdot \Delta T_{jo} \times \left(\frac{I}{I_o}\right)^2$$

$$\Delta T_j > 20 \quad A = 5.$$

$$\Delta T_j = \Delta T_{jo} \times \left(\frac{I}{I_o}\right)^2$$

## 1.2 計算壽命之方程式

$$L = L_b \times 2^{\frac{T_{max} - T_a}{10}} \times 2^{\frac{\Delta T_{jo}}{10 - 0.25 \cdot \Delta T_{jo}} - \frac{\Delta T_{jo} \times \left(\frac{I}{I_o}\right)^2}{A}} \quad \text{----- (4)}$$

## 1.3 最大可容許紋波電流

加上最大可容許紋波電流會引致電容核心內之溫度提升，在最大額定工作溫度下，( $\Delta T_{jo}$ ) 最大數值為 10°C(適用於 USR / USC / USP 系列); 或 3.5°C(適用於 VXP 系列); 或 5°C(其他種類)

## 2. 壽命計算之例子

### (1) 產品型號

• 350 BXA 10 M 10X20

最大可容許紋波電流：280mArms (105°C, 100kHz)

保證壽命：105°C 8000 小時

### (2) 工作條件

紋波電流：45mArms (120Hz) + 190mArms(100kHz)

周邊溫度：80°C

當紋波電流通過電容器時，電容器內之溫度會因而提高，所產生之熱量與電容器之等效電阻(ESR)成正比。因為 ESR 值取決於頻率，而所提升之溫度多少亦取決於紋波電流之頻率，因此把正弦波紋波電流(在 100kHz 頻率)之 RMS 值介定為額定紋波電流，而頻率係數則應用在於 100kHz 頻率時產生相同溫度之提升。

在其他頻率或眾多頻率組合時之紋波電流，可參考以下“頻率係數轉換之表 4”。

直流電壓之總和，和尖峰交流電壓，均不可超出額定電壓。

$$\text{轉換數值} = \sqrt{\left(\frac{45}{0.50}\right)^2 + \left(\frac{190}{1.00}\right)^2} = 210\text{mArms}$$

表 4: 頻率係數

頻率 ( Hz )		120	1k	10k	100k≤
BXA 系列	係數	0.50	0.80	0.90	1.00

### (3) 預期壽命

$$L = 8000 \times 2^{\frac{105-80}{10}} \times 2^{\frac{5}{10-0.25 \times 5} - \frac{5 \times \left(\frac{210}{280}\right)^2}{10-0.25 \times 5 \times \left(\frac{210}{280}\right)^2}}$$
$$= 54,500(\text{hrs}) \text{ 小時}$$