

# 决定电源寿命的元器件解读

## 1、决定电源寿命的元器件

### ① 电解电容器

电解电容器的封口部位会漏出气化的电解液，这种现象会随着温度的升高而加速，一般认为温度每上升 10°C，泄漏速度会提高至 2 倍。因此可以说电解电容器决定了电源装置的寿命。

### ② 风扇

球形轴承及轴承的润滑油枯竭、机械装置部件的磨损，会加速风扇的老化。加之近年的 DC 风扇的驱动回路开始使用电解电容器等部件，所以有必要将回路部件寿命等因素也一并考虑进去。

### ③ 光电耦合器

电流传达率 (CTR; Current Transfer Ratio) 随着时间的推移会逐渐减少，结果发光二极管的电流不断增大，有时会达到最大限制电流，致使系统失控。

### ④ 开关

多数开关电源设有电容器输入型的整流回路，在通入电源时，会产生浪涌电流，导致开关接点疲劳，引发接触电阻增大及吸附等问题。理论上认为，在电源期望寿命期间，开关的通断次数约有 5,000 回。

### ⑤ 冲击电流保护电阻、热敏功率电阻器

为抵抗电源通入时产生的冲击电流，设计者将电阻与 SCR 等元件并联起来使用。电源通入时的电力峰值高达额定数值的数十倍至数百倍，结果导致电阻热疲劳，引起断路。处在相同情况下的热敏功率电阻器也会发生热疲劳现象。

## 2、各部件寿命的评估计算

### ① 电解电容器

#### 1、寿命性能

电解电容器的寿命结束形式为磨损故障，决定寿命的主要因素为静电容量、损失角的正切 ( $\tan\delta$ )、漏电流等。随着时间的推移，静电容量减少， $\tan\delta$  增大。漏电流在外加电压时有增加的趋势，所以对负荷的寿命影响不大。

#### 2、寿命的判定

用百分比来表示静电容量相对于起始值的变化率，一般达到 - 20% 以下时即告寿命结束。 $\tan\delta$  的值在超过规定值时寿命结束。漏电流在零负荷的情况下有增加的趋势，同理，在超过规定值时寿命结束。

#### 3、影响寿命的主要原因

前面讲到的特性之所以会产生劣化，其主要原因在于电解液。随着温度的上升，

电解液气化，经电容器的封口部位向外泄漏，内部的电解液不断减少。随着电解液量的减少， $\tan\delta$ 会逐渐增大，结果，脉冲电流经由时产生的发热量增大，又

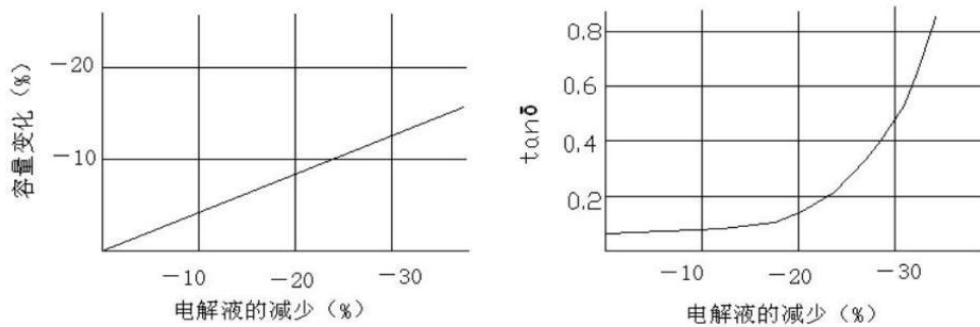


图4（左图）电解液的减少与容量变化

图5（右图）电解液量与 $\tan\delta$ 变化

进一步加快了劣化过程。这种关系如图 4、图 5 所示。

#### 4、寿命的推算

$$L2 = L1 \cdot 2^{\frac{T1-T2}{10}}$$

在这里，L1=温度 T1 时的寿命

L2=温度 T2 时的寿命

T1=最高保证温度或测试温度+脉冲发热温度

T2=推算寿命时的环境温度+脉冲发热温度

要求  $T1 > T2$

铝电解电容器的近似寿命可以由环境温度与脉冲电流引起的自发热温度中推得。

下面的式子表现了寿命与环境温度之间的关系。

测定脉冲发热的升温值时，需避开其它热辐射。另外，小型电解电容器受热极易升温，最好进行表面温度实测。

#### ② 光电耦合器

GaAs 系的红外发光二极管多使用光电耦合器。这种发光二极管的发光效率的退化会导致 CTR (电流传达率) 下降，其它的 CTR 劣化形式还有芯片面的光结合树脂剥离。温度越高，CTR 的下降也越快。同时，二极管电流越大，CTR 下降也越快。图 6、图 7 标明了这些因素间的关系。

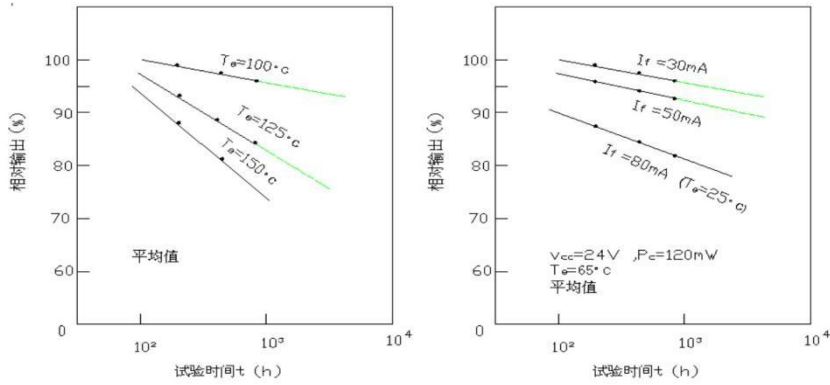


图 6 (左上图) 保存温度对 CTR 的径时变化

图 7 (右上图) 动作试验与 CTR 的径时变化

CTR 降至起始值的 50% 所耗的时间称为半衰期。电源回路的统计中以此为限值，所以可以认为半衰期就是寿命时间。通常条件下，半衰期为 5 万 ~ 10 万小时，但所有的光电耦合器都具有如图 8 所示的寿命值，因而在进行寿命评估之前最好确认一次。

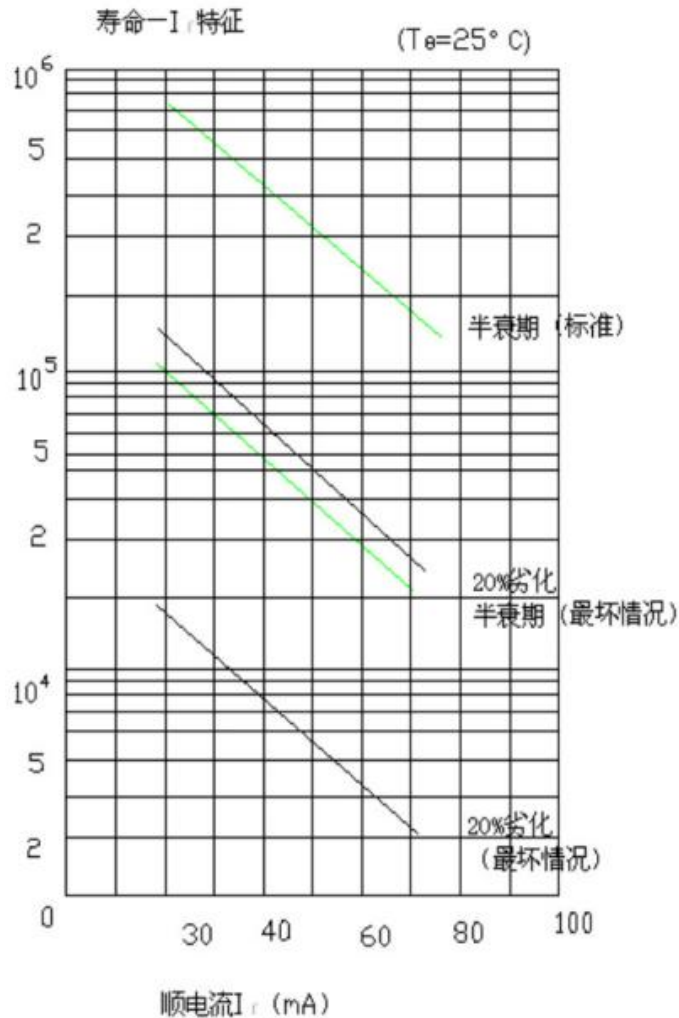
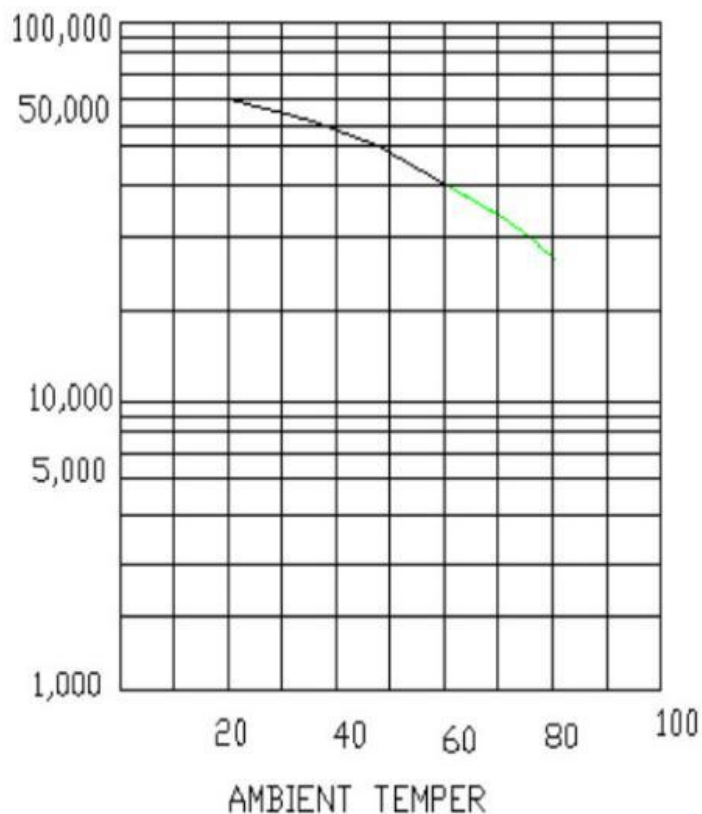


图 8

### ③ 风扇

风扇的寿命受轴承及球形轴承的磨损程度影响。轴承部分因旋转而发热，风扇自身虽能进行一定程度的冷却，但不能从根本上解决发热问题。测出轴承部位的升温值，升温值越小，质量越好，由此来选择合适的制造商。

轴承部位的润滑油干枯及轴承的磨损导致转数下降，噪音增大，加快了寿命的终结。关于转数的减少，各制造商的标准不尽相同，但一般以起始值的 3~5% 为上限。寿命随着温度的上升而缩短。普通的 DC 无刷电动机在 40°C 的环境下，寿命约为 40,000 小时，廉价的金属轴承风扇约为 10,000 小时。图 9 标出了风扇的寿命的特性值。另外，DC 风扇的寿命还受内脏部分——电动机驱动回路影响。风扇中经常会用到铝电解电容器，因此有必要将电容器拆开检查（铝电解是 105°C）。



\*虚线部分根据球形进行推算

图9 DC无风扇的寿命特性

### ④ 防浪涌电阻、热敏电阻

电阻

电阻的稳定性高，故障率为 1FIT 以下，寿命极长，所以平时使用时无需特别留意。

冲击电流防护回路中使用的像电阻器一样带有浪涌电力的元件，会因为开关的循环而发生热疲劳，导致断路。浪涌电力、持续时间和循环次数成以下关系。带负荷的衰减波形的耐浪涌特性如图 13 所示。将最大的第一波形的峰值电压 ( $V_p$ ) 代入 (7) 式，可得  $V_{rms}$ ，再代入 (8) 式，可求得额定电力倍数。这两个数值和衰减时间常数  $\tau$  都适用于图 13。该曲线的内侧为安全地带。使用普通的镍铬线（耐浪涌）时，约可承受 30,000 次浪涌。时间常数是当衰减波形的实效值降至第一波形的 0.368 倍时的时间值，所以其

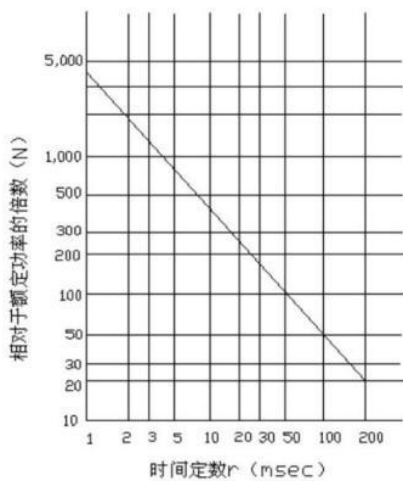


图12 统线电阻器的耐浪涌特性

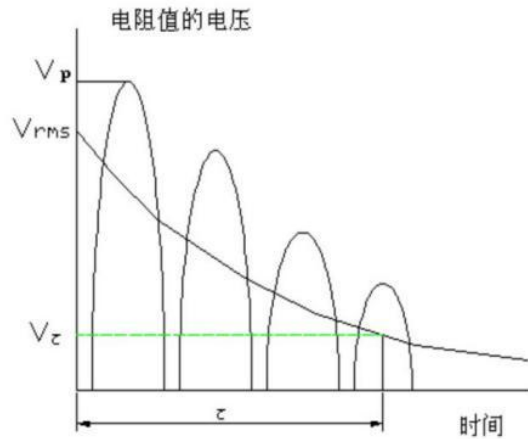


图13 突入电流防护电阻浪涌电压（功率）的衰减波形

数值一般从电阻值上的波形照片中获得。

$$V_{rms} = V_p / \sqrt{2} \quad (7)$$

$$N = \left( \frac{V_{rms}^2}{R} \right) / W \quad (8)$$

R: 电阻值 , W: 额定功率

## 热敏电阻

### ① 寿命性能

作为冲击电流防护回路的部件，使用在较小容量（不超过 70W）的电源中。电源接入时，电流达到最大值，热敏电阻随着温度的上升，电阻值降低。通常温度会上升至 70~90°C，虽然热敏电阻采用的是耐热材料，但热疲劳仍然会影响其寿命。制造商方面的寿命规格：当通过最大允许电流时，断续负荷的寿命为 10,000 次循环。然而，热敏电阻器在用来防护冲击电流时，电源通入后，电阻上通过的电流会达到最大允许电流的 10~20 倍，所以功率循环的耐用期也会缩短。

## ② 寿命判定

电阻值随时间的推移而发生变化，其变化率超过规定值时，寿命即告终止。热敏功率电阻在用来防护冲击电流时，电阻值会逐渐变大。表 3 列出了热敏电阻寿命性能规格。

表 3 热敏功率电阻器的寿命性能

项 目	规 格	条 件
断续负荷寿命	电阻变化率±10%	常温常湿，外加最大允许电流 1,000 小时，反复进行 1 分钟 ON—5 分钟 OFF 的循环
连续负荷寿命	电阻变化率±10%	常温常湿，连续外加最大允许电流 1,000 小时。其后放置 25℃环境中 1 小时，再进行检测
潮湿放置	电阻变化率±10%	环境温度 40±3℃，相对湿度 90~95%，放置 1,000 小时。其后放置 25℃环境中 1 小时，再进行检测

## ⑤ 继电器、开关

继电器和开关的寿命分两种：一为机械寿命，一为电寿命。前者由机械部件的磨损程度决定，包括开关灵活性下降、继电器工作时间和复位时间延长等现象。后者主要受绝缘电阻和接点的接触电阻增大的影响。以上几种劣化形式中，最需要引起注意的是电感负载的浪涌电压引发的接点电弧现象，以及冲击电流引发的接点劣化问题。一般来说，开关电压和电流越大，接点寿命越短。功率因数越小，寿命越短。图 14 表示了继电器的寿命性能。

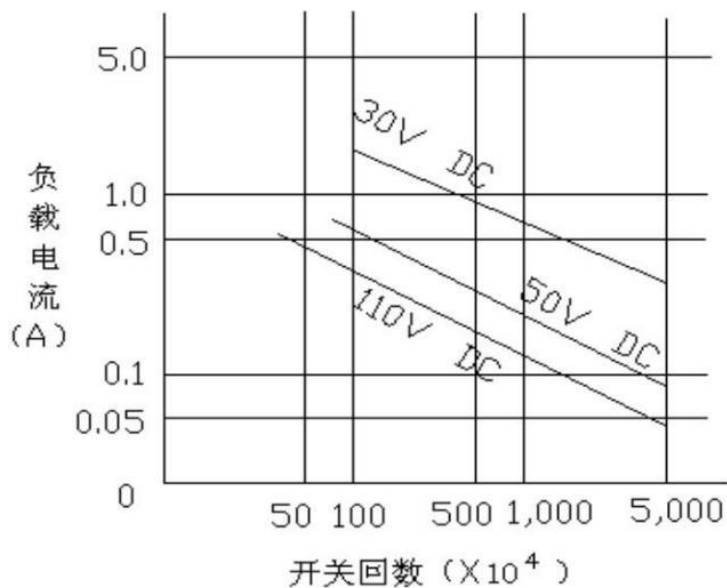


图14 继电器的寿命特性

