

## 电源设计小贴士 50: 铝电解电容器常见缺陷的规避方法

因其低成本的特点，铝电解电容器一直都是电源的常用选择。但是，它们寿命有限，且易受高温和低温极端条件的影响。铝电解电容器在浸透电解液的纸片两面放置金属薄片。这种电解液会在电容器寿命期间蒸发，从而改变其电气属性。如果电容器失效，其会出现剧烈的反应：电容器中形成压力，迫使它释放出易燃、腐蚀性气体。

电解质蒸发的速度与电容器温度密切相关。工作温度每下降 10 摄氏度，电容器寿命延长一倍。电容器额定寿命通常为在其最大额定温度下得出的结果。典型的额定寿命为 105 摄氏度下 1000 小时。选择这些电容器用于图 1 所示 LED 灯泡等长寿命应用时（LED 的寿命为 25000 小时），电容器的寿命便成了问题。要想达到 25000 小时寿命，这种电容器要求工作温度不超过 65 摄氏度。这种工作温度特别具有挑战性，因为在这种应用中，环境温度会超出 125 摄氏度。市场上有一些高额定温度的电容器，但是在大多数情况下，铝电解电容器都将成为 LED 灯泡寿命的瓶颈组件。



图 1 这种 105°C 电容器可能不会达到其声称的 23 年寿命

这种寿命温度依赖度实际影响了您降低电容器额定电压的方法。您首先想到的可能是增加电容器额定电压来最小化电介质失效的机率。但是，这样做会使

电容器的等效串联电阻（ESR）更高。由于电容器一般会具有高频纹波电流应力，因此这种高电阻会带来额外的内部功耗，并且增加电容器温度。故障率随温度升高而增加。实际上，铝电解电容器通常只使用其额定电压的 80% 左右。

电容器温度较低时，ESR 急剧增加，如图 2 所示。在这种情况下，-40°C 下，电阻呈数量级增加。这在许多方面都会影响到电源性能。如果电容器用于开关式电源的输出端，则输出纹波电压呈数量级增加。另外，在 ESR 和输出电容形成的零以上频率，它让环路增益增加一个数量级，从而影响控制环路。这会产生一个有振荡的不稳定电源。为了适应这种强震动，控制环路通常会在空间方面做出巨大妥协，并在更高温度下工作。

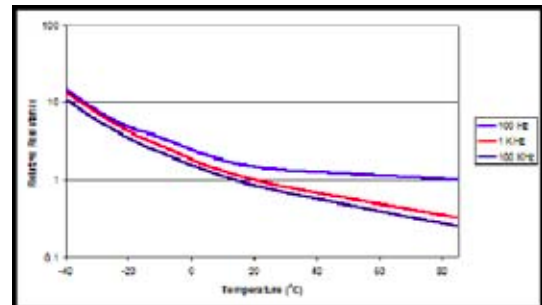


图 2 低温下 ESR 性能急剧下降

总之，铝电解电容器通常是最低成本的选择。但是，您需要确定其缺点是否会对应用产生不利影响。您需要通过其工作温度，考虑其寿命长短。另外，您还要适当地降低其额定电压，这样您才能实现最低温度运行，从而获得最长的使用寿命。最后，您需要理解必须使用的 ESR 范围，这样您才能正确地设计出控制环路，从而满足设计的纹波规范要求。

（德州仪器供稿）