

铝电解电容器基础知识

铝电解电容是由铝圆筒做负极，里面装有液体电解质，插入一片弯曲的铝带做正极制成。还需要经过直流电压处理，使正极片上形成一层氧化膜做介质。它的特点是容量大，但是漏电大，稳定性差，有正负极性，适宜用于电源滤波或者低频电路中。使用的时候，正负极不要接反。

基本信息

中文名称：铝电解电容

英文名称：Aluminium electrolytic capacitor

负极：铝圆筒

正极：铝箔

介质：正极片上形成一层氧化膜

特点：容量大，但是漏电大，稳定性差

应用：电源滤波或者低频电路中

应用发展情况

全球铝电解电容供应市场日趋成熟，主要集中在日本、中国大陆、台湾地区以及韩国等地区。从近几年的行业总体竞争格局来看，日本的电解电容的生产量开始逐渐萎缩减产，取而代之的是走韩国企业，台湾企业，中国大陆企业。铝电解电容这种产品在 1978 年之前，在中国大陆当时算是高新技术产品，而经过三十多年的发展，铝电解电容这种产品对于国内铝电解电容的生产商来说已不属于高新技术产品了。从技术的角度来看，国内某些知名品牌所生产的电容已完全可以取代国外的电容。

2010 年全球产值为 52 亿美元，过去 7 年的平均增长率为 4%-5%，预计到 2012 年能达到 55 亿美元的市场规模，至 2015 年达到 60 亿美元左右。从全球铝电解电容交货期看，2010 年以来出现了明显的延长现象，这在很大程度上暗示着行业正在步入快速增长通道。

受成本上行压力和下游需求朝中国转移的影响，近几年来，海外知名铝电解电容制造商纷纷来中国大陆投资建厂。除 Rubycon 还没有选好地点之外，其余全球知名的铝电容制造商都在中国设立了生产基地，中国也理所当然地成为了全球最大铝电解电容的市场，份额占比保持稳步上升。铝电解电容在传统消费电子领域稳步增长的同时，其应用领域随着结构转型与技术进步在节能灯、变频、新能源等诸多新兴领域得以拓展。国家"十二五"规划中明确提出:推进大中小城市交通、通信、供电、给排水等基础设施一体化建设和网络化发展。这些新兴领域的发展将拓展新材料产品的需求空间，而作为国家重点发展产业的中国铝电解电容行业也将获得巨大的发展空间

选型要点

额定电压

铝电解电容本体上标有的容量和耐压，这两个参数是很重要，是选用电容最基本的内容。在实际电容选型中，对电流变化节奏快的地方要用容量较大的电容，但并非容量越大越好，首先，容量增大，成本和体积可能会上升，另外，电容越大充电电流就越大，充电时间也会越长。这些都是实际应用选型中要考虑的。

额定工作电压:在规定的工作温度范围内，电容长期可靠地工作，它能承受的最大直流电压。在交流电路中，要注意所加的交流电压最大值不能超过电容的直流工作电压值。常用的固定电容工作电压有 6.3V、10V、16V、25V、50V、63V、100V、200V、250V、400V、450V、475V、500V、600V、630V。电容在电路中实际要承受的电压不能超过它的耐压值。

在滤波电路中，电容的耐压值不要小于交流有效值的 1.42 倍。另外还要注意的一个问题是工作电压裕量，一般来说要在 15% 以上。

让电容器的额定电压具有较多的余裕，能降低内阻、降低漏电流、降低损失角、增加寿命。虽然，48V 的工作电压使用 50V 的铝电解电容短时间不会出现问题，但使用久了，寿命就有可能降低。

介质损耗

电容器在电场作用下消耗的能量，通常用损耗功率和电容器的无功功率之比，即损耗角的正切值表示(在电容器的等效电路中，串联等效电阻 ESR 同容抗 $1/\omega C$ 之比称之为 $\tan \delta$ ，这里的 ESR 是在 120Hz 下计算获得的值。显然， $\tan \delta$ 随着测量频率的增加而变大，随测量温度的下降而增大)。损耗角越大，电容器的损耗越大，损耗角大的电容不适于高频情况下工作。散逸因数 dissipation factor (DF) 存在于所有电容器中，有时 DF 值会以损失角 $\tan \delta$ 表示。此参数愈低愈好。但铝电解电容此参数比较高。

DF 值是高还是低，就同一品牌、同一系列的电容器来说，与温度、容量、电压、频率.....都有关系;当容量相同时，耐压愈高的 DF 值就愈低。此外温度愈高 DF 值愈高，频率愈高 DF 值也会愈高。

外型尺寸

外型尺寸与重量及接脚型态相关。**single ended** 是径向引线式，**screw** 是锁螺丝式，另外还有贴片铝电解电容等。至於重量，同容量同耐压，但品牌不同的两个电容做比较，重量一定不同；而外型尺寸更与外壳规划有关。一般来说，直径相同、容量相同的电容，高度低的可以代用高度大的电容，但是长度高的替代低的电容时就要考虑机构干涉问题。

功率解读

一只电容器会因其构造而产生各种阻抗、感抗。**ESR** 等效串联电阻及 **ESL** 等效串联电感是一对重要参数—这就是容抗的基础。一个等效串联电阻(**ESR**)很小的电容相对较大容量的外部电容能很好地吸收快速转换时的峰值(纹波)电流。用 **ESR** 大的电容并联更具成本效益。然而,这需要在 PCB 面积、器件数目与成本之间寻求折衷。

电流电压

也称作涟波电流和涟波电压，其实就是 **ripple current**, **ripple voltage**。含义就是电容器所能耐受纹波电流/电压值。纹波电压等于纹波电流与 **ESR** 的乘积。

当纹波电流增大的时候，即使在 **ESR** 保持不变的情况下，纹波电压也会成倍提高。换言之，当纹波电压增大时，纹波电流也随之增大，这也是要求电容具备更低 **ESR** 值的原因。叠加入纹波电流后，由于电容内部的等效串连电阻(**ESR**)引起发热，从而影响到电容器的使用寿命。一般的，纹波电流与频率成正比，因此低频时纹波电流也比较低。

额定纹波电流是在最高工作温度条件下定义的数值。而实际应用中电容的纹波承受度还跟其使用环境温度及电容自身温度等级有关。规格书目通常会提供一个在特定温度条件下各温度等级电容所能够承受的最大纹波电流。甚至提供一个详细图表以帮助使用者迅速查找到在一定环境温度条件下要达到某期望使用寿命所允许的电容纹波量。

漏电流

电容器的介质对直流电流具有很大的阻碍作用。然而，由于铝膜上有一层还有水分的凝胶状物质，在施加电压时，重新形成的以及修复氧化膜的时候会产生一种很小的称之为漏电流的电流。通常，漏电流会随着温度和电压的升高而增大。它的计算公式大致是： $I=K \times CV$ 。漏电流 I 的单位是 μA ， K 是常数。一般来说，电容器容量愈高，漏电流就愈大。从公式可得知额定电压愈高，漏电流也愈大，因此降低工作电压亦可降低漏电流。

寿命

首先要明确一点，铝电解电容一定会坏，只是时间问题。影响电容寿命的原因有很多，过电压，逆电压，高温，急速充放电等等，正常使用的情况下，最大的影响就是温度，因为温度越高电解液的挥发损耗越快。需要注意的是这里的温度不是指环境或表面温度，是指铝箔工作温度。厂商通常会将电容寿命和测试温度标注在电容本体。

因电容的工作温度每增高 10°C 寿命减半，所以不要以为 2000 小时寿命的铝电解电容就比 1000 小时的好，要注意确认寿命的测试温度。每个厂商都有温度和寿命的计算公式，在设计电容时要参照实际数据进行计算。需要了解的是要提高铝电解电容的寿命，第一要降低工作温度，在 PCB 上远离热源，第二考虑使用最高工作温度高的电容，当然价格也会高一些。

电解电容在电路中实际要承受的电压不能超过它的耐压值。在滤波电路中，电容的耐压值不要小于交流有效值的 1.42 倍。使用电解电容的时候，还要注意正负极不要接反。不同电路应该选用不同种类的电容。揩振回路可以选用云母、高频陶瓷电容，隔直流可以选用纸介、涤纶、云母、电解、陶瓷等电容，滤波可以选用电解电容，旁路可以选用涤纶、纸介、陶瓷、电解等电容。电容在装入电路前要检查它有没有短路、断路和漏电等现象，并且核对它的电容值。安装的时候，要使电容的类别、容量、耐压等符号容易看到，以便核实。

寿命估算(life expectancy):电解电容在最高工作温度下，可持续动作的时间。

$$lx=lo*2^{(to-ta)/10}$$

lx=实际工作寿命

lo=保证寿命

to=最高工作温度(85°C 105°C)

ta=电容器实际工作周围温度

example:规范值 105°C/1000hrs

$$65^\circ\text{C 寿命推估}:lx=1000*2^{(105-65)/10}$$

实际工作寿命:8000hrs

高温负荷寿命(load life)将电解电容器在最高工作温度下，印加额定工作电压，经一持续规定完成时间后，须符合下列变化: δcap :试验前之值的 20%以内。

需要提醒大家的是，铝电解电容的使用寿命，实际的需要参照原厂给出的寿命计算公式，切记。

阻抗

在特定的频率下，阻碍交流电流通过的电阻即为所谓的阻抗。它与电容等效电路中的电容值、电感值密切相关，且与 ESR 也有关系。电容的容抗在低频率范围内随着频率的增加逐步减小，频率继续增加达到中频范围时电抗降至 ESR 的值。当频率达到高频范围时感抗变为主导，所以阻抗是随着频率的增加而增加。

开关电源中的输出滤波电解电容器，其锯齿波电压频率高达数十 kHz，甚至是数十 MHz，这时电容量并不是其主要指标，衡量高频铝电解电容优劣的标准是"阻抗-频率"特性，要求在开关电源的工作频率内要有较低的等效阻抗，同时对于半导体器件工作时产生的高频尖峰信号具有良好的滤波作用。

特点

电解电容器特点一:单位体积的电容量非常大，比其它种类的电容大几十到数百倍。

电解电容器特点二:额定的容量可以做到非常大，可以轻易做到几万 μf 甚至几 f(但不能和双电层电容比)。

电解电容器特点三:价格比其它种类具有压倒性优势，因为电解电容的组成材料都是普通的工业材料，比如铝等等。制造铝电解电容的设备也都是普通的工业设备，可以大规模生产，成本相对比较低。
