电解电容器的应用条件与寿命的关系

The Realation of The Application Condition and Operating Life About ElectrolyticCapacitor

宁武　熊飞　吴君　辽宁工学院(锦州 121001)

Ning Wu　Xiong Fei　Wu Jun　Liaoning Institute Of Technology (121001)

摘　要:电解电容器是电子设备中不可缺少的元件之一,它的使用寿命直接关系到产品的可靠性和成本。因此,在选用电解电容器之前,有必要对它的应用条件与使用寿命的关系有所了解,本文分析了影响电解电容器寿命的因素。

叙　词:额定温度　纹波电流　使用寿命

Abstract: Electrolytic capacitor is one of the most indispensable components in electronic equipment, its operating life is connected with its realiability and cost. For these reasons when we use them we must know their operating conditions and their operating life , and the factors which can affect the electrolytic capacitor are also discussed in this paper.

Keywords: the rate temperature　lines current　operating life

在选择电解电容器时,用户需要注意的是电解电容器的使用寿命。使用寿命即工作寿命,是指当电解电容器工作在额定电压、纹波电流和最高工作温度情况下,电解电容器所能工作的时间。对于每一个电容器来说,都有环境温度限制——额定温度(额定温度,是指电解电容器可持续工作的最高允许环境温度,它与电解电容器本身的设计有关)。由于电解液向壳外挥发使电解液逐渐干涸,导致电容量下降,当电容量下降到一定值(如额定容量的 80%),即为电解电容器的寿命终了。当环境温度不同时,电解液的挥发程度不同,电解电容器的使用寿命也是不同的。一般来说,电解电容器根据设计不同而采用不同额定温度的电解液,因而,电解电容器的最高额定温度等级也不同,通常分为 +85℃, +105℃和 +125℃三种。而对于不同型号的电解电容器来说,它们的使用寿命也不相同。每一种型号的电解电容器相应的使用寿命可在其产品说明中查得。图 1 表示了额定温度为 85℃、105℃、125℃,寿命为 1000 小时的电解电容器的环境温度与使用寿命的相对关系,如寿命为 2000 小时、3000 小时、4000 小时等,可将图 1 纵坐标的刻度分别乘 2、3、4 等。

电解电容器的使用寿命与环境温度的相对关系如图 1 所示,当纹波电流一定时(如额定纹波电流),环境温度越高,电解电容器的使用寿命越短。且如果环境温度过高,超过了电解电容器的最高额定温度,将会使电解电容器中电解液沸腾产生过压使泄压部件产生不可逆转泄压动作造成电解液泄漏,使电解电容器永久性的损坏。因此电解电容器的存储和使用温度绝不可超过额定温度。相反,若降低工作温度则可以使电解电容器寿命大大增加,如额定最高温度为 85℃的电解电容器在 85℃的环境温度条件下寿命为 1000 小时,而环境温度降低到 60℃,则

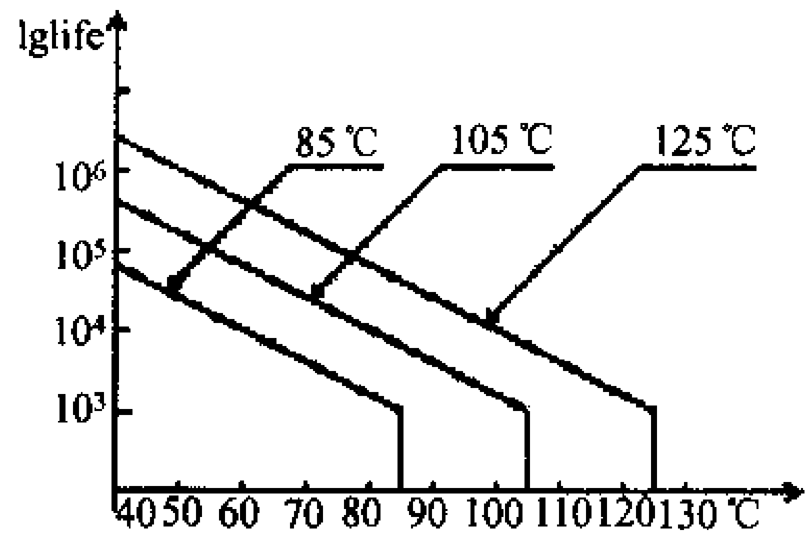

图 1　纹波电流一定时,温度与电解电容器寿命的关系

寿命可以延长到约 10000 小时,当环境温度降低到 40℃,则寿命可达约 80000 小时,在实际使用中常可以看到电解电容器的实际寿命远比标称值高得多,这就是使用温度低于最高额定温度的原因,因此,若条件允许,尽可能降低环境温度来延长电解电容器的使用寿命,是一种很好的办法,故通常设计中要求电解电容器应远离发热源。

电解电容器的使用寿命不仅与环境温度的高低有关,还与纹波电流的大小有关。由于热应力对电解电容器的使用寿命有决定性的影响,因此,由纹波电流产生的热损耗是影响电解电容器使用寿命的重要因素。纹波电流是指流过电解电容器的交流分量电流,它受环境温度和交流频率的影响,环境温度不同,纹波电流的最大允许值不同。而当环境温度一定时,在允许范围内,流过的纹波电流越大,电解电容器的使用寿命越短,额定温度为 85℃,寿命为 1000 小时的电解电容器的纹波电流与寿命的关系如图 2 所示。究其原因为:电解电容器的散热性很差,当纹波电流流过电解电容器时,在等效串联电阻(ESR)上将电能转化为热能,在散热条件很差的电解电容器的内部将引起温度的上

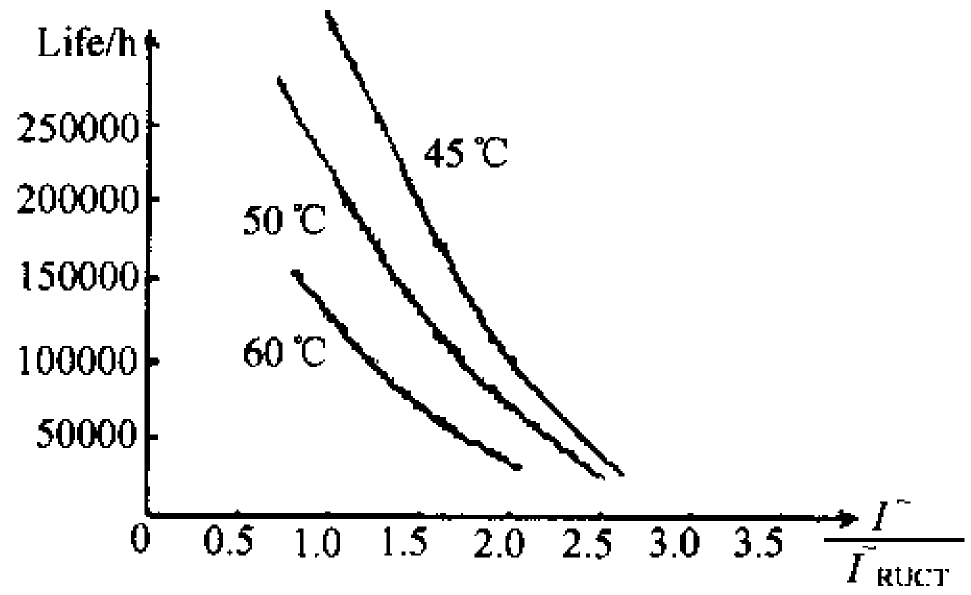

图 2 温度一定时，纹波电流与电解电容器寿命的关系

升，产生温度上升导致寿命降低的效应，使用时应尽可能地减小电解电容器的纹波电流。不仅如此，对于普通电解电容器而言，高频纹波电流将比工频纹波电流的热效应大，因此，在开关电源的输出滤波或负载具有很高的高频纹波电流时，应用普通电解电容器会感到明显发热，将导致电解电容器的寿命将下降。

一般情况下，在分析电解电容器的使用寿命时，要同时考虑环境温度和纹波电流这两个因素。如 EPCOS 生产的 B43550/B43570 型电解电容器（高额定温度为 + 105℃）的使用寿命曲线

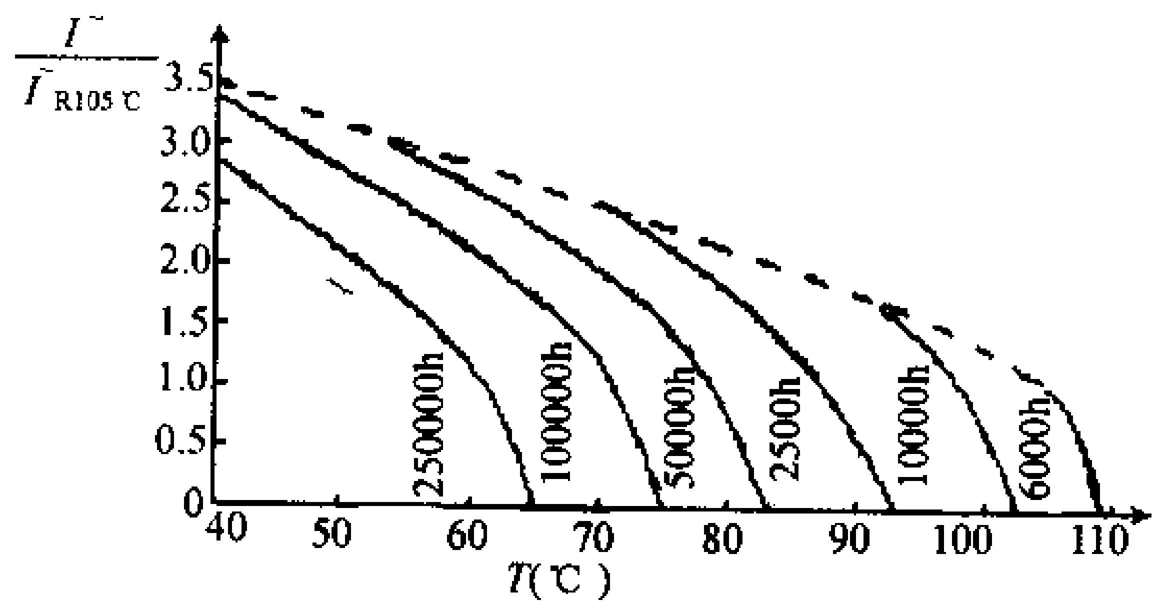

图 3 电解电容器的寿命与温度、纹波电流的关系

图见图 3（其它电解电容器的环境温度和纹波电流与寿命之间的关系与图 3 基本相同），其横坐标为环境温度 T，纵坐标为纹波电流因数 $\frac{I^{\sim}}{I^{\sim}_{R,105℃}}$ 即：某一环境温度时的纹波电流值与高额定温度时额定纹波电流值的比），图中的虚线为电解电容器的环境温度与纹波电流的上边界线使用时不得超出。从图中可以看出，电解电容器的使用寿命是由纹波电流和环境温度共同确定的。在允许范围内，纹波电流越大，环境温度越高，电解电容器的使用寿命越短，而且环境温度越高所允许的纹波电流越小。另外，利用电解电容器的使用寿命图，可根据给定的纹波电流值与和环境温度来计算电解电容器的使用寿命值。例如：给出：EPCOS 的 B43550/B43570 型电解电容器在额定温度范围某一环境温度、某一频率时的纹波电流值 $I^{\sim}_F$，及其在高额定温度范围、频率为 100Hz 时的额定纹波电流值 $I^{\sim}_{R,105℃}$；寻求：B43550/B43570 型电解电容器在该环境温度、该频率下的使用寿命。

首先，考虑到频率对纹波电流的影响，要先将某一环境温度、某一频率时的纹波电流值 $I^{\sim}_F$ 换算成与额定纹波电流值 $I^{\sim}_{R,105℃}$ 同频率的纹波电流值 $I^{\sim}$。不同频率之间的换算值见下表：

频率	50	100	400	800	1000	≥2000
换算值	0.8	1.0	1.2	1.3	1.35	1.4

然后，计算纹波电流因数 $\frac{I^{\sim}}{I^{\sim}_{R,105℃}}$。通过查找该型号电解电容器对应的使用寿命曲线图（图 3），就可得出相应环境温度和纹波因数下 B43550/B43570 型电解电容器的使用寿命值。

在应用电解电容器时，要根据需要，选择合适的最高额定温度和使用寿命值。通常，额定温度高、额定寿命长的电解电容器的价格也相应较高。虽然，若环境温度过高，即使不超过了所使用的电解电容器的最高额定温度，也会感到电解电容器过早损坏，如作者在月十年前买得某比较有名的抽油烟机，由于设计者忽略了电解电容器高温环境下使用寿命短的问题，将电解电容器置于电源变压器附近，由于散热条件较差使电解电容器附近温度近 60℃致使电解电容器使用进两年就失效了。不仅如此，纹波电流产生的热损耗对电解电容器的使用寿命有很大的影响，所以，一般在选择电解电容器时，要选择额定值比要求值稍高一些的电解电容器。但从经济角度看，因额定温度越高，使用寿命越长的电解电容器的价格越高，所以，一般情况下，若没有特殊要求，选择高额定电压为 + 85℃，使用寿命为 1000h 的电解电容器通常可以满足设计要求。

目前电解电容器的生产厂商很多，但大多数厂商的产品样本或数据手册中并没有关于电解电容器的环境温度与使用寿命、纹波电流与使用寿命之间关系的特性曲线（如图 3 以及由此推导出的图 1、图 2），给使用者带来不便。实际上图 1-图 3 的特性曲线并不是电解电容器生产厂商的内部保密数据，只有使用者对产品性能了解得越多，产品才能得到广泛应用。

参考文献

[1] EPCOS Passive Components Data Book LIBRARY 2001 (CD)

作者简介

宁武，辽宁工学院教师，主要从事电力电子技术的教学与科研工作；

熊飞、吴君，辽宁工学院电子信息工程 2000 级在校本科生。