

# 电解电容器的可靠性试验及失效分析

喜珺

(南通航运职业技术学院 江苏南通 226006)

摘要: 阐述了电解电容器的可靠性试验方案和试验过程, 并从容量超差、漏电流超值这两方面对筛选出的失效电容进行了机理分析, 找到了电解电容器失效是由于产品开路、接触不良、芯子吸附的电解液逐渐干涸这三种情况造成的。

关键词: 电解电容器 可靠性 失效

中图分类号: TQ151

文献标识码: A

文章编号: 1672-3791(2007)04(a)-0029-02

## 1 引言

铝电解电容器作为电子工程中极为重要的基础电子元件之一, 是不可取代的电子元件。可靠性试验是一种非破坏性的试验, 是电子元器件在使用前所进行的必不可少的项目, 其目的就是使整机使用的电子元器件更具有可靠性, 电子元器件的使用寿命更长。以下对电解电容器的可靠性试验方案和过程进行了阐述, 并对筛选出的失效电容进行了机理分析。

## 2 试验方案和过程

### 2.1 试验方案

在激烈地市场竞争中, 客户对产品质量的要求越来越高, 为了满足客户的需求, 生产电容器的厂家在产品出厂前, 需做一系列的产品例行试验, 来确保产品的质量。由于该批电容器是整机上使用的, 对可靠性要求比较高, 属于比较容易进行维修和更换元器件的产品, 所以采用可靠性筛选, 选定它的额定工作电压 100V, 额定工作温度 85 作为应力条件, 根据之前的模底试验所找出的失效分布和失效机理, 选取了贮存、动态老化试验作为筛选试验项和试验时间, 结合 GJB3606A-96(电子及电器元件试验方法)(简称试验方法)。按照前提性试验在前, 非前提性试验在后的原则, 选择先后试验顺序为 85 高温

48 小时贮存; 85 动态老化试验。

### 2.2 筛选试验过程

#### (1) 高温贮存试验

根据电容器的额定温度和试验方法, 做 85 连续 48 小时的高温贮存, 其基本原理是: 在贮存试验中, 随着贮存温度的升高和持续恒定的高温, 使有缺陷的电容器内部加速发生化学反应及电化学反应造成电容器的可靠性下降, 从而暴露出缺陷电容, 达到筛选目的。

#### (2) 高温动态老化筛选

高温动态老化筛选也叫电老化, 根据试验方案和试验方法在 85 高温试验箱内加 100V 的额定电压进行 48 小时的电应力老化, 并定时测试电容器的漏电流。通过连续高温电老化将漏电流超值失效或提早失效电容器予以剔除。

## 3 筛选后的测试结果

电容器在老化过程中和筛选试验结束后所进行的测试中测得: 在这批试验的电容器中 > 标称容量 18% 的 3 只, < 标称容量 16% 的 2 只; 漏电流超出上限值 2 只, 失效 3 只, 这些不符合技术标准的电容器均是通过可靠性试验筛选出来的。

## 4 对失效电容器的失效分析

所谓失效就是指电解电容器经规定试验

时间或工作后, 其性能指标超过规定值。对电容器进行失效分析, 首先应从电容器的内部结构和功能结构说起。

图 1 是铝电解电容器的内部结构示意图。铝电解电容器是由经过腐蚀和形成氧化膜的阳极铝箔、经过腐蚀的阴极铝箔、中间隔着电解纸卷绕后, 浸渍工作电解液, 铝箔上分别引出引出线然后密封在铝壳中而制成的。

图 2 是铝电解电容器的功能结构图。电容器的介质是氧化铝膜, 电解液为真正的阴极。其中一层铝箔为正极, 由于氧化铝膜类似 PN 结具有单向导电性, 所以只有正极接高电位, 负极接低电位时, 介质起绝缘作用, 电解电容器才能正常工作。

### 4.1 对容量超差的分析

#### (1) 铆接厚度超标

铝电解电容器铆接的目的是将引出线的铝舌与铝箔牢固地接触在一起, 控制好铆接厚度很有必要。铆接厚度的标准制定需根据生产实际情况具体规定。一般来说, 铆接厚度越小, 说明铆接得越牢, 接触电阻也越小。但如果铆接厚度太薄, 易造成铆裂, 断箔等; 反之, 铆接厚度太厚, 则铆接不牢, 接触电阻偏大, 易造成电容量不能完全引出, 电容量会衰减变小, 严重时甚至出现无容量。

#### (2) 刺铆针、刺铆孔处加油润滑

1. E:\大领水厂雷达\PROCDATA\VP000000.051 / traces: 379 / samples: 626

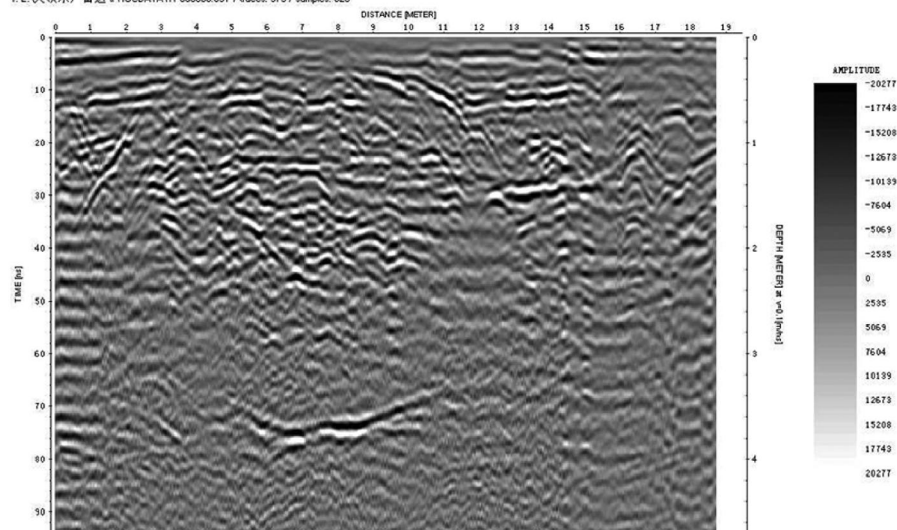


图3 下水管线的雷达异常特征

下管线的探测方向为一个方向进行雷达扫描, 即横跨公路, 通过 1 个方向的扫描。根据雷达测线剖面图, 标记出了可能的地下管线位置, 本文仅给出两个较典型的雷达测线剖面图, 并对结果进行分析。

图 2 显示, 在水平距为 2.5m、深度为 1m 处, 有一明显的拱形异常, 异常弧度较大, 而且剖面附近有电缆井, 据此可以判断为地下电缆、光缆管沟。图 3 显示, 在水平距为 12m、纵向深度为 1.5m 处, 有一拱形异常, 异常弧度较图 2 小, 根据事后开挖可知, 此异常处管线为下水管。

## 5 结语

应用 RAMAC 系列探地雷达进行地下管线探测的实践表明, 该系列雷达能够成功用于城市地下管线的探测, 具有探测准确、适用于各种类型管线探测的优点。但是, 在实际探测中, 应在同一场地选择代表性已知管线点做适当的方法试验, 并进行分析总结, 以试验总结结果来指导未知管线的探测。

生产过程中,随着刺铆的次数增加,刺铆针与刺铆孔之间的磨损增大,就会影响到铆花的花形及大小。另外,刺铆针刺入刺铆孔的深度也会对铆花的花形及大小有影响。调整时,曾出现过的做法是加入硅油之类润滑剂,用以改善铆花的花形及大小。由于油类的润滑作用,使刺铆针退出刺铆孔时对铆花的花瓣不会因摩擦力而带回来,这的确对铆花的花形及大小起到一定的改善作用。但是油类是一种介质,导电能力差,其加入会隔绝在导针铝片与阳极铝箔的基体铝之间,使它们不能良好接触;另外,由于油类对阳极氧化膜微孔的缓慢渗入,并堵塞微孔,阻碍电解液对氧化膜微孔的渗透,这样将会影响产品电容量的引出,造成电容量衰减,严重时甚至导致无电容量。

#### (3) 阳极铝箔的箔粉多

铆接时,刺铆针刺穿导针铝片和铝箔,把导针铝片通过刺铆孔从铝箔反面翻出铆花的花瓣,然后经过刺铆座压平,使导针铝片与阳极铝箔的基体铝相接触,完成电信号的引出。如果阳极铝箔的箔粉较多,刺铆压平就会隔绝在导针铝片与阳极铝箔的基体铝之间,使它们不能良好接触。因为箔粉的主要成分是 $Al_2O_3$ ,是一种介质,导电能力差,所以,就会影响产品电容量的引出,造成电容量衰减,严重时甚至导致无容量。

#### (4) 产品老练的工艺参数控制不好

产品老练的工艺参数包括:老练电压、老练温度、老练时间等。如果这些工艺参数没有控制好,不仅起不到好的老练效果,漏电流大,而且会影响产品的其它电参数以及寿命。比如老练电压过高,老练温度过高,老练时间过长,这些因素都会造成产品内部压力过大,芯子内部温度升高,阳极氧化膜增厚,产品电容量会衰减变小。如果产品老练时承受了反向电压,在短时间内,会在阴极箔上迅速生成一层薄薄的氧化膜,阴极比容迅速下降,产品的电容量也会随着衰减变小。

#### (5) 产品的装配密封性能不好

产品的装配密封性能如果不好,易造成电解液的缓慢挥发,漏液,电容量会衰减变小,损耗变大,电解液干涸,产品最终失效。要确保产品的装配密封性能,卷边与胶塞平面一定不能无缝隙,滚槽的深度和位置应根据产品直径和胶塞厚度不同而相应调整。滚槽中心位置应在导针铝棒的中间部分,滚槽的宽度尽量宽一点,但不能超过导针铝棒的长度。

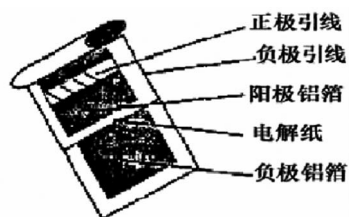


图1 内部结构图

#### 4.2 对漏电流超值的分析

电容器的介质对直流电具有很大的阻碍作用。然而,由于铝氧化膜介质上浸有电解液,在施加电压时,重新形成以及修复氧化膜的时候会产生一种很小的电流,称之为漏电流。电容器刚施加电压时,充电电流较大,随着时间的延长,充电电流会逐渐减小并最终保持稳定值——这就是电解电容器的漏电流。漏电流是衡量其品质、制造工艺水平高低的一个直接标志。漏电流超值这是一般的铝电解电容器在贮存和高温动态老化试验中发生的主要失效现象。失效原因是电容器中有有害的杂质离子或者电解液中掺有水分,浸蚀破坏了氧化膜,使介质膜变薄,在高温贮存试验中没有外来电压来修补氧化膜,使暴露的疵点数量增大,导致漏电流增大超差失效。

#### 4.3 对失效电容器的分析

从理论上而言,失效电容有可能是开路、接触不良、芯子吸附的电解液逐渐干涸引起的失效。

##### (1) 开路失效

开路失效一般发生在引出线被腐蚀断开处,断点一般发生在引出线与铝杆之间的焊接处。大都发生正极上,失效机理分析表明主要是微电池腐蚀和化学腐蚀所造成的。铝电解电容器的引出线一般是CP线,CP线与铝杆对焊后在对焊点处形成Al、Fe、Cu、Sn、Pb等共熔物,当电解液含有水分时,上述共熔物在电解液形成微电池腐蚀,还有封口处的盖封受到热、氧和金属盐的作用以及电解液的浸泡而发生的老化溶胀,这时盖封内的补强剂、填充剂等被释放出来, $Cl^-$ 、 $SO_4^{2-}$ 等杂质离子也被析出,加速了对焊点的腐蚀。

电解电容器做动态老化时,加有直流电压,电解液中的 $Cl^-$ 、 $OH^-$ 等负离子也在电场的作用下趋向电容的正极,所以腐蚀主要发生在电容器的正极部位,负极区域中缺少这种离子,所以对焊点一般都保持完好。

##### (2) 接触不良失效

铝电解电容器接触不良表现在:电容值时有时无,触动电容器引线时容量值正常,从理论上讲就是电容器的损耗正切值 $tg$ 不稳定,造成这种失效的原因是,电容器引线的焊接处在焊接时没有处理好,产生氧化

现象,引起导电性能差引起的。

#### (3) 芯子吸附的电解液逐渐干涸失效

工作电解液是电解电容器真正阴极,电解液干涸就等于电容器失去阴极,在电性能上反映出电容量 $C$ 小,损耗角 $tg$ 正切大。电解液通过封口橡皮塞、引线孔和滚边处逸出铝壳外的一种失效现象,是由于出现橡皮塞破、铝壳上有裂痕等问题造成电容密封不好产生的。

#### 5 结语

可靠性试验不仅使有缺陷和失效的电容被剔除,还可以使合格的电容器结构和性能更加稳定,分析失效的原因,以便在制造过程中针对这些问题重点加以控制,防止不良的产生。通过试验降低了生产成本,提升了产品品质,为企业带来更大的效益。

#### 参考文献

- [1] 周胜海,涂有超.铝电解电容器使用可靠性.大学物理实验,2001.
- [2] 石伦.小型电解电容器失效模式探讨.电子元件与材料.1996,2.

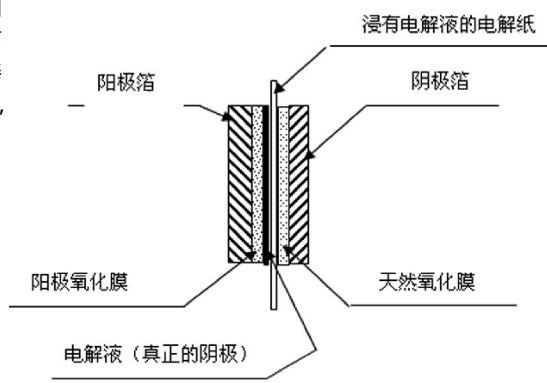


图2 功能结构图