**片式钽电容器加电测试时的失效之谜**

凡大量使用过片式钽电容器的电子工程人员,可能都碰到过这样的现象; 使用的片式钽电容器在测试和筛选时性能合格,但是,安装上板后进行加电测试时却不断出现击穿短路的产品.

          出现此现象的原因简单分析有二;

1.使用的片式钽电容器性能存在严重的质量缺陷;

         由于片式钽电容器是一个通用元器件,它可以使用到各种电子电路中作为滤波或瞬时放电电源,对于用途不同的电路,整机供电功率差别非常大,电路中的电信号强度差别甚至可以达到百倍以上,例如手机上使用的片式钽电容器和大功率电源上使用滤波电容器和放电电容器.由于它们的使用条件不同,因此,国家标准必须覆盖所有的使用条件要求,因此,对电容器可靠性起决定作用的漏电流指标就放的很宽; 漏电流只要满足K≤0.01CR×UR[CR是额定容量,UR是额定电压],一般情况下,在使用电池供电的功率较低的个人用电子产品上就不会出现问题,而在功率较大的电子整机上使用,满足上述指标又根本不能保证可靠性.

        因此,根据电路供电功率和可靠性使用条件不同,必须选择可靠性不同的片式钽电容器. 特别是军用电子电路,甚至必须考虑到电容器的鲁棒性如何.

       本文分析的前提是你必须选择正确的,质量不存在问题的片式钽电容器. 对于因为选用质量不高的片式钽电容器引起的故障不再进行分析.

2.质量不存在问题的片失钽电容器为什么在加电测试时仍然有可能出现击穿短路的问题?

      造成此问题的原因如下;

   2.1.外接电源进行加电测试时的回路电阻过低,导致测试加电的瞬间浪涌电压和浪涌电流过大,电容器上实际承受了远远超过容许值的过压冲击和过流冲击.

      必须重视的是,在加电测试时,由于回路电阻过低而导致浪涌过高与电路单独实际工作时,电容器的工作条件完全不同.

    此类电路基本上是开关电源电路[也叫DC-DC电路].我们的很多用户对此类低阻抗电路的电信号特征了解的不够或认识不清楚;因此,在选择电容器规格时,没有考虑到在开关的瞬间,电路中会出现一个持续时间极短[小于1微秒],能量密度极高的电压和电流脉冲.此脉冲的瞬间电压可以达到稳态电压的2-10倍,电流可以瞬间达到稳态电流的十倍以上.

因此,在电容器的额定电压选择上偏低,有时候容量也不够.导致电容器在加电测试时瞬间过压过流而失效.

 在电容器正常工作时,电源往往由单独供电的电池组成,因此,开关的瞬间加在电容器上的电压非常稳定,电流也比工业电网小很多,加之电路中一般都要加装抑制浪涌的保护电路,所以,实际使用时不会存在加电测试时的过压和过流现象.

   有些工程师认为,只有经过不限流的工业电网的大功率开机测试,才能保证电路在实际工作时的可靠性达到要求;而依我看,这样的认识非常错误,甚至极度有害.原因如下;

1.不加保护电阻的大功率电源送电测试会产生过高的浪涌电压,此浪涌电压会瞬间远超过电容器的实际耐压,此点请电路设计者必须必须认识非常到位,不要再因为自己认识错误而导致电路经受过压和过流冲击,导致总的可靠性下降.

进行鲁棒性测试有很多方法,合理的实验方法必须仔细选择,不合理的实验和检验实际上有可能导致元件可靠性反而受损.任何一只片式钽电容器它可以安全承受的极限直流浪涌电流见下式;

  I=UR/1+ESR

  上式中,I是某只片式钽电容器容许承受的极限直流电流.UR是该只产品的额定电压.1是指该电路的回路电阻.ESR是该只产品的实际等效串联电阻.

 从上式中可以得到如下结论;

1.任何一只片式钽电容器的可以安全承受的直流浪涌电流都不同;额定电压越高的产品可以承受更大的直流浪涌电流.

2.ESR越低的产品可以安全承受的直流浪涌电流越高.而容量越大的产品ESR越低.因此,在考虑可靠性时,容量大的产品不光可以拥有更大的输出功率,而且可靠性更高.

3.回路电阻越大,电容器上就可以承受更高的浪涌电流冲击,反过来理解;回路电阻越高,通过电容器的过高浪涌就会被抑制.理解此点非常重要.

根据以上分析,可知道为了避免片式钽电容器在加电测试时出现突然失效,必须注意如下几点;

1.使用工业外接电源进行加电测试时,必须考虑被加电电路容许的最大直流浪涌承受能力.某电路可以承受的安全最大浪涌电流必须以电路中某只元件的最大容许值为限. 充放电电路中的最大峰值放电电流不能超过某元件的最大容许值的50%. 工业外接电源的过大浪涌峰值电压电流必须通过阻值合适的电阻进行限流.

       一句话;使用外接工业电源进行整机加电测试,必须在输入端加装阻值合适的电阻进行浪涌限制. 不能使用低电阻的外接电源直接对电子整机进行突然的加电测试.

2.使用在大功率滤波电路和放电电路里的电容器前面必须加装合理的延时保护电路. 保护电路的设计可以参考我的博客文章[开关电源电路的可靠性保护设计].

3.使用外接电源进行电子整机进行性能和可靠性测试时必须保证输入电路电信号特点与实际应用条件接近. 不能对电子整机或分电路进行破坏性的性能测试而导致整机可靠性下降.

      遗憾的是,我的上述分析基本源于中国大陆地区的很多电路设计和应用,有些甚至在军用行业.许多电路设计师都因为经验不足而对此认识不够或错误,