

★★世纪期刊网-专业期刊论文原文服务网站★★

【关于我们】

世纪期刊网专业提供中文期刊及学术论文、会议论文的原文传递及下载服务。

【版权申明】

世纪期刊网提供的电子版文件版权均归属原版权所有人，世纪期刊网不承担版权问题，仅供您个人参考。

【联系方式】

商务及广告服务电话 013328196150 电子邮件 support@verylib.com

【网站地址】

世纪期刊网 <http://www.verylib.com>

【网上购书推荐商家】

[当当网](#) [卓越网](#) [读书人网](#)

[京东IT数码商城](#)

★★百万篇博硕本科论文-世纪论文网★★

网址 <http://www.verylib.com.cn>

本次文章生成时间：2009-12-17 9:53:20

文章内容从第二页开始!

请将本站向您的朋友传递及介绍!

整机电子产品抗电强度的可靠性

吴江南

【摘要】 本文从检测整机产品的实例出发,从理论上分析并讨论了导致整机电子产品被击穿的系列因果关系,亦提出了提高整机电子产品抗电强度的方法,对中小企业、乡镇企业的整机电子产品设计人员在选择元部件、设计线路时及对整机电子产品检试人员有一定的参考价值。

一 引言

抗电强度是反映正常情况下带电体和可触及件之间绝缘耐压情况,俗称“打耐压”。做耐压试验时,通常将高压击穿装置一端接整机电子产品的电源插头,一端接地线或天线,二者之间加上规定的试验高压,历时1分钟,样品没被击穿,试验便合格了。

由于整机电子产品是由元器件、部件及其绝缘导线综合组成的,因此关键的元部件选用不妥,导线布局不合理会使样品安全可靠降低,以致整机在质检中抗电强度不合格,甚至还会危及人身安全,所以国防电工委员会在其IECEE65号(85)公告,我国在GB8898-88国标中均对整机电子产品的抗电强度做了强制性规定:即I级整机(指有基本绝缘加保护接地的产品)抗电强度为1500V、绝缘电阻为2MΩ, II级整机(有双重绝缘的产品)抗电强度为3000V,绝缘电阻为4MΩ、泄漏电流 $\leq 0.7\text{mA}$ 。下面我们把导致整机电子产品抗电强度不合格情况分为一般原因及人为原因加以分析讨论,供参考。

二 电源变压器引起失效的一般原因

电源变压器是与整机电子产品抗电强度最关联的一个重要部件,整机抗电强不合格约有1/3左右是因为电源变压器引起的。在质检中因为电源变压器承受不住规定的耐压,常听到“吱、吱”的电量声并产生漏电流,久之,导致变压器被击坏,这类情况较常见,具体质检时典型失效例子较多。导致变压器失效的一般原因是其绝缘层处理不当或内部潮湿引起的。

(1) 绝缘层处理不当

在电源变压器初级与次级之间有一层绝缘层,见图1。由于变压器铁芯是接地的,所以做抗电强度试验时,高压实际上加在绝缘层D上,那么绝缘层D就有个最小允许厚度的问题。如果我们设计对象是I级整机,在绝缘层D上就要承受1500V交流峰峰值。选定好绝缘材料,其材料的电场强度E便可知,所选用材料的最小允许厚度D可计算得知。以I级整机为设计对象,选用材料的电场强度 $E = 80\text{MV/m}$ 则有:

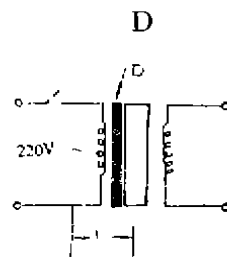


图1

$$E = \frac{U}{D} \Leftrightarrow D = \frac{U}{E} \Leftrightarrow D = \frac{1500V}{80MV/m} \quad U = 0.0019cm$$

由此可见，最小允许厚度达不到要求时，打耐压便会在绝缘层间产生漏电流，有时表现为在变压器初级端子上产生淡蓝色的火花并伴有“吱吱”电杂声。其泄漏电流还会通过变压器铁芯（铁芯接地、若接地不良的话）泄漏到机壳上，泄漏电流超过0.7mA时，人手触到机壳上时，便有人身危险。

绝缘层增厚，其电源变压器散热就会受到影响，也会增加绝缘材料电场强度E的不均匀度，绝缘场内还会夹带杂质、气泡等，这些因素都会促进击穿场强降低。绝缘层增厚时，电场强度E下降，见图2，所以绝缘层厚度一般以选用最小允许厚度为宜。

(2) 电源变压器的干燥处理

选用的电源变压器宜干燥，因为受潮后的电源变压器击穿场强大大降低。例如变压器油在工频交流下击穿场强一般为16MV/m，干燥后的变压器油击穿场强可达100MV/m。变压器油里含有0.2%的水分，击穿场强突然下降几十倍，即便有少量气泡也将会使击穿场强大大下降，故变压器要保持干燥，其因果关系见图3。

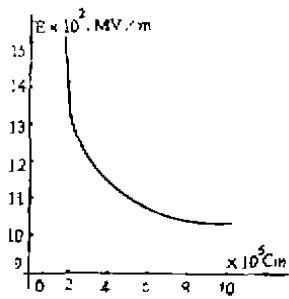


图2 击穿场强与厚度的关系

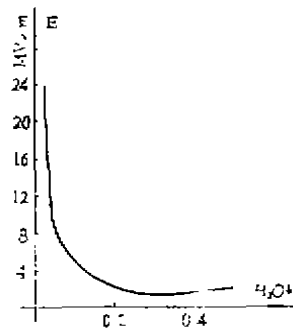


图3 变压器油的E与水份的关系

电源变压器干燥处理通常在真空浸化前，放在烘箱里烘，温度一般在80—90°为宜，时间三小时左右。除去其内部水份后，再进行真空浸化。这样变压器抗电强度便可过关了。

三 电容器导致失效的一般原因

一台整机有许多个大小容量的电容器，分布在电子产品的强电电路、弱电电路里。电容器导致整机电子产品不合格的一般原因是强电电路里的电容器布局不妥或耐压值低，经不起电网中瞬时过压脉冲的冲击以致失效。这种失效通常发生在电源变压器初级以前的电路中。典型的例子如1986年底安徽省电子所同安庆热工仪表厂共同研制的一种热工仪器，设计人员为了滤除电网中高次谐波对整机的干扰，在电源输入回路上加了一只滤波电容器，电路接法见图4，由于市面上供应的小容量，高容抗的滤波电容耐压值通常在400V左右，质检时电子仪器如I级电子仪器要承受1500V高压，而这高压实际是加在电源变压器初级与地之间，也就是电容C要承受1500V高压，D在瞬间被击穿，导致电源初级对地短路，整机的泄漏电流远远超过0.7mA国标规定的安全值。以上不合格现象在小型整机产品常有发生。

改正的方法：(1)根据有关规定的Ⅰ级仪器或Ⅱ级仪器相应使用耐压为1500V或3000V的电容器。若无高耐压电容，亦可按方法(2)将滤波电容C从变压器初级移到次级，见图5，这样滤波效果也较理想，同时次级端属低压端，C的耐压值也易达到。

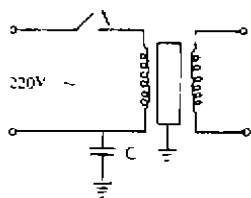


图 4

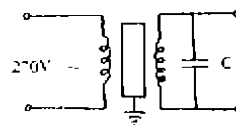


图 5

当然，考虑到电容器可靠性时，应考虑到所有强电的分布位置，处于这些位置上的电容器应有较高的可靠性，以保证电压脉冲冲击时不失效。处于弱电电路上的部分关联的电容器，也要具有较高的可靠性。

四 导线布局不妥引起失效的一般原因

除了分立电容器要精筛之外，整机设计人员还须对整机内导线之间、导线与面板之间的分布电容有充分的考虑。注意导线之间有一定距离，且固定，Ⅰ级仪器内部电源走线要双重绝缘。因为两导线靠得太近，其间的分布电容就大，整机的可靠性就差。我们设两导线间的分布电容为 C_2 ，见图6，存在于 C_2 中的电能为 $W = \frac{1}{2} C_2 u^2$ (1)， C_2 以平板电容为例 $C_2 = \epsilon S / l$ (2)

我们根据虚位移原理可知两线之间吸引力 $F = -\frac{\alpha W}{\alpha l}$ (3)。将(1)式代入(3)式有

$$F = -\frac{\alpha(\frac{1}{2} C_2 U^2)}{\alpha l} = \frac{1}{2} \epsilon S U^2 \frac{1}{l^2} \quad (4)$$

由(4)式可分析有 $l \downarrow C \uparrow F \uparrow R$ (空气电阻) $\downarrow I$ (漏流) \uparrow ，此时加上耐压，将在皮线裸露处产生飞弧现象或在导线的绝缘皮线上产生淡蓝色的环(电晕现象)，以上均属于质滥不合格现象。典型的例子是1986年夏滁县无线电厂送检的电子皮带秤，就因为机内的电源走线与靠近外壳的导线太近，且无固定，以致分布电容增大，打耐压时产生了飞弧。所以在具体设计时导线之间 l 要有一定距离，而且导线要固定好。

在选用导线问题上，还要注意采用绝缘性能较好的导线。若Ⅰ级整机，其双重绝缘厚度至少应为0.4mm，而且要避免有形状的导体靠近电源线，以免由于局部电场过强，造成局部击穿。

纵观上述分析大致可定：导致整机电子产品失效的一般原因主要是：处于强电部分电容器、导线、变压器由于各种原因经不起高电压，以致失效。失效主要发生在变压器自身及变压器初级之前的电路，变压器次级之后的元器部件导致整机抗电强度失效的概率相对较小，但对其有关联的电容器也要进行耐压筛选，方可使用。

五 导致整机失效的人为原因

导致整机电子产品抗电强度失效的人为原因是指由于检测人员操作不当造成整机电子产品的失效，主要有以下两点。

(1) 加高压时应从零开始且缓慢上升

根据操作规范加高压时应从零开始且缓慢上升，上升电压以每秒200—300V为宜。突加高压会对整机产生影响，有时会损坏整机。整机电源回路呈电感、电容、电阻负载，见图7，突加高压回路短接时，整个回路所示的过渡过程是：

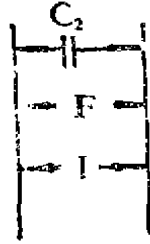


图 6

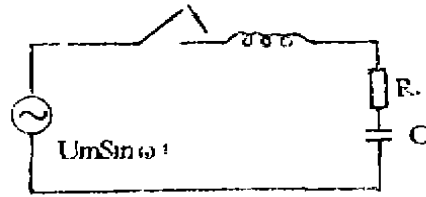


图 7

$$L \frac{di}{dt} + u_c + iR = U_m \sin \omega t \quad (A)$$

$$u_c = \frac{1}{C} \int i dt \quad i = C \frac{du_c}{dt} \text{ 将 } i \text{ 代入 (A) 式有:}$$

$$L_c \frac{d^2 u_c}{dt^2} + CR \frac{du_c}{dt} + U_c = U_m \sin \omega t \text{ 解此微分方程:}$$

$$u_c = U_m \sin \omega t - \frac{U_m \sin \omega t}{P_2 - P_1} (P_2 e^{P_1 t} - P_1 e^{P_2 t})$$

P_1 、 P_2 为两特征根。在 $R < 2\sqrt{L/C}$ 情况下，在振荡性的充电过程中， u_c 要超过电源电压，在 R 无穷小的极端情况下， u_c 的极大值可达 $2U_m$ ，但由于 R 值稍大，故在整机上加的电压达不到 $2U_m$ 。根据Jc-4型介质击穿仪现场实验，一般可达到试验电压 U_m 的1.3—1.4倍左右。振荡性充电过程见图(8)。

(2) 试验室里温度不宜过高

试验室里温度按规定应在15—35℃之间，但抗电强度试验一般在20℃左右进行为宜。

室内温度超过规定值，将导致整机的抗电强度下降，以聚乙烯为例其电场强度在45℃左右时下降最为明显，见图(9)。图中在45℃左右时击穿场强大幅度下降。有的绝缘材料在35℃左右时击穿场强大幅度下降。所以在做试验时要使样品处于适温状态，应避免如烘箱这类热力源。

整机电子产品抗电强度的人为原因导致失效虽然很少发生，但也应引起检测人员的注意。

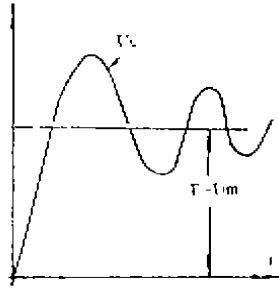


图 8

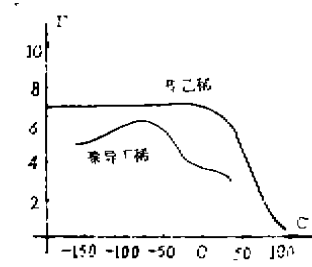
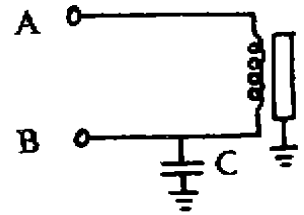


图 9 击穿场强与温度关系

导致整机电子产品抗电强度失效的其它原因这里不再赘述。

注(1)图7由来。

变压器初级有A、B两端，若高压击穿装置一端接B端一端接地线，便考验了C，若一端接A端，一端接地线，便形成了图7。至于接A端还是B端是随意的。



参 考 文 献

- [1] 刘耀南、邱易容主编：《电气绝缘测试技术》西安交通大学
- [2] 邱关源主编：《电路》，人民出版社
- [3] 国际电工委员会IECEE65号公告、国标GB8898—88。
- [4] 程守沐、江之永主编：《普通物理》，人民出版社

【作者简介】吴江南：助理工程师，中国电子报社兼职记者。