

电源滤波器的相关标准及试验和测量程序

1. 滤波器相关标准:

1.1 滤波器基本标准:

IEC939-1: Complete filter units for radio interference suppression. Part 1: Generic specification

IEC939-2: Complete filter units for radio interference suppression. Part 2: Sectional specification. Selection of methods of test and general requirements

UL1283: Standard for Electromagnetic Interference Filters

CSA C22.2 No.8 : Electromagnetic Interference (EMI) Filters

EN 133000: 总规范. 电磁干扰抑制用无源滤波器

EN133200: 分规范. 电磁干扰抑制用无源滤波器装置(安全试验规定的滤波器)

GB/T15287: 抑制射频干扰整件滤波器. 第一部分: 总规范

GB/T15288: 抑制射频干扰整件滤波器. 第二部分分规范: 试验方法的选择和一般要求

CISPR-17 : Methods of measurement of the suppression characteristics of passive radio interference filters and suppression components

GB7343: 10KHz-30MHz无源无线电干扰滤波器和抑制元件抑制特性的测量方法

1.2 与滤波器相关标准:

IEC384-14II (EN132400) : 电子设备用固定电容器 第14部分: 抑制射频干扰用固定电容器: 试验方法的选择和一般要求

GB/T14472: 电子设备用固定电容器 第14部分: 分规范 : 抑制电磁干扰和电源网络连接用固定电容器

UL1414: Standard for Capacitors and Suppressors for Radio- and Television-Type Appliances

IEC335-1: Standard for Safety of Household and Similar Electrical Appliances, Part 1: General Requirements (家用或类似电器设备的安全. 第一部分: 总规范)

IEC68 : 基本环境试验规程

2. 术语:

2.1 额定电压:

在下限类别温度和额定温度之间的任一温度下可以连续施加在滤波器引出端上的最大直流电压或在额定频率下的最大交流工作电压有效值。

2.2 下限类别温度:

设计所确定的, 能连续工作的, 滤波器外表面的最低温度。

2.3 上限类别温度:

设计所确定的, 能连续工作的, 滤波器外表面的最高温度。

2.4 额定温度:

在滤波器上流过额定电流时的最高环境温度。

2.5 额定电流:

使滤波器在额定温度下能连续工作的最大直流工作电流或在额定频率下的最大交流工作电流有效值。

2.6 插入损耗:

抑制干扰滤波器插入电路之前和插入后, 在电路终端所测得的电压之比, 插入损耗可以用一个对称的或不对称的试验电路进行测量。注: 当插入损耗以分贝表示时, 是20倍电压比的对数。

3. 试验和测量程序:

3.1 外观检验和尺寸检验

3.1.1 外观检查:

目视法检查产品状态, 加工质量和表面质量应符合要求。外观应无可见损伤, 无凹坑、毛刺、锈斑。标志正确、完整、清晰。

3.1.2 尺寸：

应按照技术文档中所标注的尺寸用量规检查，并应符合规定值及所标注的公差范围之内。

3.2耐电压试验：

滤波器耐电压测试点及相应的测试方法在GB/T15287中有详细的说明，在此不再详述，请参阅标准4.6节。在GB/T15288 4.2节中对各种滤波器的耐压试验严酷度有详细的规定，并对测试方法及注意事项都有详细说明。以下就耐电压试验过程中碰到的几个需要注意的问题加以说明

3.2.1电压试验的种类：

按照GB/T15288 4.2节及GB/T14472 4.2.1节中的规定，电压试验分为鉴定批准和周期试验，时间为1分钟，对于逐批质量一致性试验为2秒。此处的鉴定批准和周期试验，一般是指在产品开发、交付以及例行试验时为判定滤波器性能所做的耐电压试验。电压应以不超过150V/S的速率从零升高到试验电压，试验时间应以达到试验电压起计算。而对于生产现场产品100%检验，只是验证产品在装配过程中的结构一致性，及装配过程中组合、焊接对元器件安全性能引起的损害程度控制在可知及允许的范围内，一般只需要也只能在短时间内完成。同时要注意在直接施加电压时，应避免过电压峰值。在重复进行耐电压试验时，可能损伤滤波器（即内部的电容器），此时应把试验电压降至要求值的80%以下。

3.2.2耐压值的定义：

由于耐压试验即为考核滤波器内部电容的安全性能，而此类电容一般都采用抑制射频干扰用固定电容器中的X2类（跨接于引出端之间），Y2类（跨接于引出端和外壳之间或引出端与接地端之间）电容器，特殊要求可能需要用到X1、Y1类电容器。所以一般滤波器耐压值的选取，都是以IEC384—14Ⅱ中X、Y类电容器的耐压值为依据。国际上，耐压的安全规范各种标准有所区别，在下表中列出：

额定电压	测试电压(额定电压250/440Vac)	
	P-P P-N	P, N-PE
IEC939-2 GB/T15288	4.3VR(dc)	2UR+1500V(dc)
EN133200	4.3VR(dc)	1.8KV(ac)
UL1283	1768(dc)	1.5KV(ac)
CSA C22.2 NO.8	4.3VR(dc)	1.8KV(ac)
IEC384-14	4.3VR(dc) (X2类)	1.5KV(ac) (Y2类)

额定电压为250VAC的电源滤波器，引出端之间的试验电压为 $4.3 \times 250 \times 1.414 = 1520Vdc$ 。现有国内国外X2类电容器的引出端之间耐压值一般都能大于1500Vdc，国内外滤波器厂商对交流电源滤波器引出端之间耐压值一般亦定义为1500Vdc。

对于引出端和外壳之间或引出端与接地端之间耐压值应为2000Vac，同时GB/T15288在4.2节中指出，如果滤波器中在引出端和外壳之间或引出端与接地端之间连接了U类或Y类电容器，则应采用IEC384—14表5中试验A给出的电压，相应于U或Y类电容器的电压来代替试验B或C的电压。IEC384—14对Y2类电容（额定电压 $\geq 150V \leq 250V$ ）试验A规定为1500Vac。则对于包含有Y2类电容的滤波器，引出端和外壳之间或引出端与接地端之间耐压值一般取1500Vac或者用1.5倍的直流电压2250Vdc代替。在此需要说明的是，对于三相电源滤波器特别是大电流滤波器，Y电容取值一般都比较小，如果使用交流1500Vac测试的话，普通耐压测试仪都不能输出如此大的电流值，一般建议都用2250Vdc代替。

对于直流类滤波器，由于额定电压规格众多，使用场合要求繁杂，一般以客户设备或系统要求来定义耐压试验值。但优先参照GB/T15288中直流滤波器耐压值，并注意耐压试验一般都为直流。

对于特殊用途的电源滤波器，以及客户定制滤波器，一般都参照相关标准，以及另外订立技术协议要求执行。

3.2.3 直流耐压试验时耐压测试仪漏电保护值的确定：

GB/T15288 GB/T14472及IEC384—14对直流试验，要求时间常数 $R1 \times Cx$ 不应超过1S，但应大于0.01S，R1为耐压测试仪内阻。针对普通电源滤波器引出端之间跨接X类电容器容量一般在uF级别，要求耐压测试仪内阻大于10KΩ以上。同时为正确判定滤波器是否满足耐压要求，耐压测试仪漏电保护值设置还需要满足如下要求：

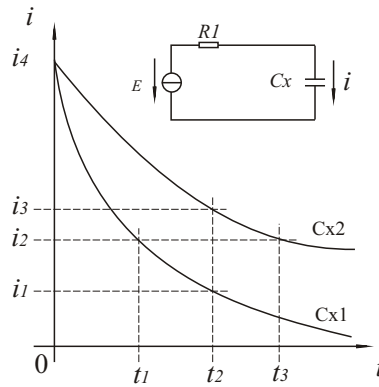


图1. 滤波器内部电容充电过程

I1、i3:分别为电容Cx1、Cx2从0充电开始到耐压测试仪漏电取样电路的取样延时时间t2止的充电电流值

i2: 耐压测试仪漏电保护值

i4: 初始充电电流，即耐压测试仪短路电流值

t1、t3: 分别为电容Cx1、Cx2从0充电开始到耐压测试仪漏电保护值i2所需时间

t2: 耐压测试仪漏电取样电路的取样延时时间，针对某一测试仪为一常数

如图所示，只有当电容从0充电开始到漏电保护值所需时间(t1)小于漏电取样电路的取样延时时间(t2)时，或到漏电取样电路的取样延时时间(t2)止，充电电流(i1)小于漏电保护值(i2)时，才不至于引起耐压测试仪误动作，才能正确判定滤波器符合耐压要求。一般市售的耐压测试仪有两种类别，一种适用于绝缘介质材料的测试，为保证其灵敏度，取样延时时间一般都选择较低，不适合用于电容器及滤波器的测试。另一种为专用于电容及滤波器测试的耐压测试仪，取样延时时间设置较大，不容易引起误动作。但由于其取样延时时间针对某一测试仪都为固定常数值，相对于各种滤波器，不能保证电容充电时间能小于耐压测试仪取样延时时间，也有可能引起误动作。一是采用缓慢升压的方式，避免电容器充电电流超过漏电保护值，但测试时间较长，一般都只适用于1分钟的鉴定批准和周期试验。在生产现场的逐批质量一致性试验和100%试验（一般为2S），只能通过加大漏电报警设置值的方法加以解决。

3.2.4 交流电压试验时耐压测试仪漏电保护值的确定:

由于电源滤波器在引出端与接地端或引出端与外壳间跨接有Y类电容，在施加交流电压于引出端与接地端或引出端与外壳之间时，会有容性电流流过，电流的大小与施加的电压，频率，及电容量有关，可以按以下公式计算：

$$I = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot V \cdot C_y$$

I: 滤波器交流耐压试验时引出端与接地端或引出端与外壳间的电流值

V: 耐压试验值

Cy: 滤波器Y电容值，

Cy电容量，可以近似为滤波器所有Y电容量的代数和，如不能确定，可以用LCR测量仪测量引出端与接地端或引出端与外壳间的电容量值，以此确定交流耐压试验时耐压测试仪的所需设定的最小漏电保护值。

GB/T15288、GB/T14472 及IEC384-14对交流耐压试验要求：当用于鉴定批准和周期试验时，应施加50/60Hz电压，电压可以通过变压器施加或通过可调变压器施加。电压应以不超过150V/S的速率从零升高到试验电压，试验时间应以达到试验电压计算。对于质量一致性试验，可以直接施加试验电压。但要注意避免过电压峰值。对于直接施加试验电压，由于测试表棒在接触滤波器引出端瞬间，会在表棒与引出端间引起电弧，瞬间过电压可能会损坏内部Y类电容器，这需要引起特别注意。同时暂态不稳定时的过电流可能超过耐压测试仪漏电报警设置值，引起误动作。解决方法之一也是加大漏电报警设置值，另外依据GB/T14472及IEC384-14标准中规定：对于Y2类电容器的逐批试验，交流试验可以用规定交流电压的1.5倍的直流电压代替。滤波器引出端和外壳之间或引出端与接地端之间1500Vac的交流耐压试验可以用2250Vdc的直流电压代替。

3.2.5 放电

撤除试验电压后，滤波器要通过一电阻放电，放电电流不能超过50mA。应避免直接短路放电，使内部电容器受损。

3.2.6 要求

对于规定的试验点，在试验期间，不应有击穿或飞弧现象。

3. 3绝缘电阻

绝缘电阻测试方法在GB/T15287 4.5节、GB/T15288 4.3节和IEC384—14中都有详细的测试方法和严酷度要求。

3. 3. 1对于额定电压为250/440Vac交流电源滤波器要求如下：

测试电压为500Vdc。引出端之间有放电电阻的，可忽略。引出端与接地端或引出端与外壳之间，一般大于1500MΩ。在大电流三相滤波器中，由于Y电容取值较大，为保证安全有可能也加有放电电阻，则引出端与接地端或引出端与外壳之间的绝缘电阻也可忽略。

3. 3. 2对于直流滤波器要求如下：

测试电压一般为100Vdc，严酷度要求同上。特殊类或用户定制滤波器按相应技术协议要求执行

3. 3. 3放电

测试完毕后，滤波器应通过一电阻放电，放电电流不能超过50mA。

3. 4连续性

用一直流欧姆表（或万用表）测试相对应的引出端的电气连续性，不应出现开路现象。

3. 5标称电感量和标称电容量

电源滤波器是由电感L、电容C等无源器件组成的一个低通滤波器网络，滤波性能即插入损耗的一致性由电感及电容的一致性来保证。一般用户都不具备信号源、接收机、网络分析仪等设备，滤波器的性能可以通过测量相对应输入输出引出端之间的电感量，相邻引出端之间的电容量，以及引出端与接地端或引出端与外壳间的电容量来大致评定。但这只能是对滤波器在低频（500KHz以下）状态的性能做一个大概的评估，在高频（500KHz以上）状态下，由于磁性材料频率特性及分布参数的影响，简单的电感电容量已无法确定滤波器的性能状态。

对电感器电容器都确定有一个标称值及公差范围，电感量的公差范围为+50%—25%，X2类薄膜电容器的公差为±10%，Y2类陶瓷电容的公差为±20%。测试频率一般为1KHz，同时要注意电路中电感电容串并联对最终结果的影响。

3. 6 插入损耗

插入损耗应按照CISPR—17或GB7343的规定方法进行测量，测试仪器应符合相关规范要求。通常都提供未加载及50Ω阻抗状态下的共模和差模测试结果。测试电路如下所示：

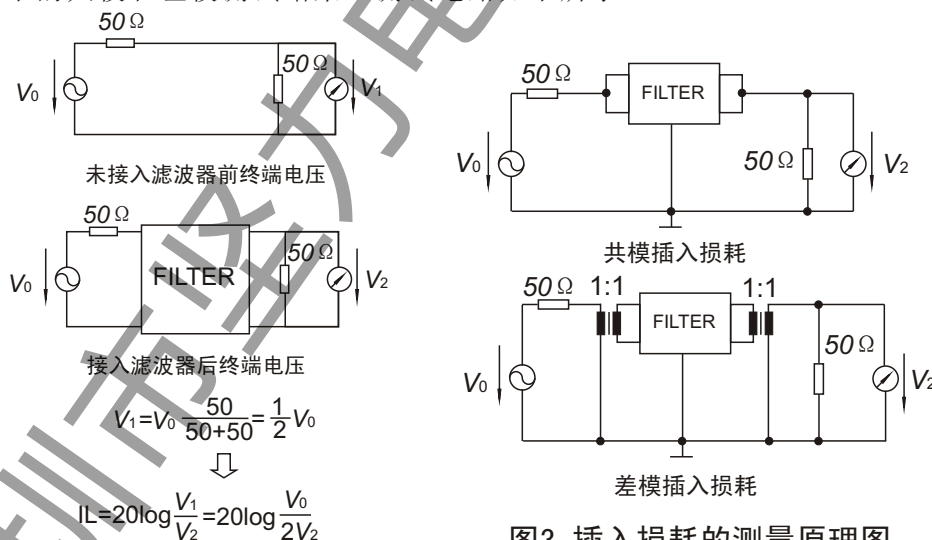


图3. 插入损耗的测量原理图

图2. 插入损耗的定义

3. 7引出端强度

GB/T15287 4.8节对各种引出端方式都规定了引出端强度的严酷度要求，通常在鉴定批准和周期试验中试验，在生产现场检验中一般都不作测试，由原材料进厂检验来保证机械强度。在此有两点需要说明：

3. 7. 1插片引出端子：

通常都选用国际通用6.3×0.8快速连接端子，建议用户使用标准插簧连接，不建议直接在插片上焊接，多次焊接后可能造成绝缘端子不可逆转的损害，造成滤波器报废。

3. 7. 2 螺栓引出端子：

为降低大电流时引出端子的损耗，都采用H62铜螺栓，相对于钢制螺栓，扭矩有一定限制。GB/T15287 4.8.4节对此有严酷度要求，一般取严酷度1。但在实际安装使用中，由于用户在安装现场受条件限制对扭矩无判定能力，为降低端子接触电阻，对螺栓过度施加扭力，有可能造成拧断螺栓的现象。一般建议当弹簧垫圈或锯齿垫圈压平时，就能保证接触面的载荷达到要求，过度施加扭力对降低接触电阻无明显效果。