

中华人民共和国国家标准

电子设备用固定电容器
第一部分：总规范

GB 2693—90

IEC 384—1

代替GB 2693—86

Fixed capacitors for use in electronic equipment
Part 1: Generic specification
(可供认证用)

本标准等同采用国际标准IEC 384-1 (1982) 《电子设备用固定电容器，第一部分：总规范》和IEC384-1 第一号修改 (1985)；第二号修改 (1987)；第三号修改 (1989)。

1 范围

本标准适用于电子设备用的固定电容器。

本标准规定了适用于电子元件鉴定批准及电子元件质量评定体系的分规范和详细规范中使用的标准术语、检验程序和试验方法。

2 总则

2.1 有关文件

IEC 27-1 电工技术用文字符号 第一部分：总则

IEC 50 国际电工技术词汇

GB 2691 电阻器、电容器标志内容与标志方法

GB 2471 电子设备用电阻器的标称阻值系列和固定电容器的标称容量系列及其允许偏差系列

IEC 68-1 (1982) (SJ/Z 9001.1) 基本环境试验规程 第一部分：总则和导则

IEC 68-2-1 (1976) (SJ/Z 9001.2) 试验A 寒冷 (低温)

IEC 68-2-2 (1976) (SJ/Z 9001.3) 试验B 干热 (高温)

IEC 68-2-3 (1969) (SJ/Z 9001.5) 试验Ca 稳态湿热

IEC 68-2-30 (1980) (SJ/Z 9001.6) 试验Db 循环湿热试验

IEC 68-2-14 (1986) (SJ/Z 9001.4) 试验N 温度变化

IEC 68-2-27 (1983) (SJ/Z 9001.23) 试验Ea 冲击

IEC 68-2-29 (1987) (SJ/Z 9001.24) 试验Eb 碰撞

IEC 68-2-6 (1982) (SJ/Z 9001.18) 试验Fc 振动 (正弦)

IEC 68-2-13 (1983) (SJ/Z 9001.7) 试验M 低气压

IEC 68-2-17 (1985) (SJ/Z 9001.30) 试验Q 密封

IEC 68-2-20 (1979) (SJ/Z 9001.31) 试验T 焊接

IEC 68-2-21 (1983) (SJ/Z 9001.21) 试验U 引出端和整体安装件的强度

IEC 68-2-45 (1980) (SJ/Z 9001.34) 试验XA 在清洗剂中浸渍

GB 4728.1 电气图用图形符号 总则

GB 5076 具有两个轴向引出端的圆柱体元件的尺寸测量

IEC 410 (SJ/Z 9007) 计数检查抽样方案和程序

IECQ/QC 001001 IEC电子元器件质量评定体系 (IECQ) 基本章程

IECQ QC 001002 IEC电子元器件质量评定体系 (IECQ) 程序规则

GB 321 优先数和优先数系

GB 3100 国际单位制及其应用

注: 上述文件除IEC68必须采用指定的版本外, 其余均采用现行版本。

2.2 单位、符号和术语 units, symbols and terminology

2.2.1 概述 general

单位、图形符号、文字符号和术语应尽可能从下列标准中选取。

GB 3100; GB 4728.1; IEC27; IEC50。

需要更多的项目时, 应按上述文件的原则导出。

2.2.2 类型 type

具有相似的设计特征和制造工艺, 在鉴定批准或质量一致性检验中能把它们组合在一起的一组元件。

这些元件通常用一个单独的详细规范来概括。

注: 在某些情况下, 几个详细规范所规定的元件可以认为是属于同一类型的, 因此, 可以把它们组合在一起, 以便进行鉴定批准和质量一致性检验。

2.2.3 形式 style

通常根据尺寸因素对某一类型的元件再划分, 一个形式可以包括几个派生形式, 通常是机械方面的。

2.2.4 等级 grade

表示预定用途的附加一般特性的术语, 例如: 长寿命用。

“等级”这个术语只能与一个或多个词组合起来使用 (如长寿命等级), 而不可以单独用字母或数字来表示。

加在“等级”术语后面的数字应是阿拉伯数字。

2.2.5 族类 (电子元件的) family (of electronic components)

突出地表明某一特定的物理特性和 (或) 完成某一规定功能的一组电子元件。

2.2.6 分族类 (电子元件的) sub family (of electronic components)

在某一族类内用相似的工艺方法制造的一组电子元件。

2.2.7 直流电容器 D.C. capacitor

主要设计用于直流电压的电容器。

注: 直流电容器不适合用于交流电源。

2.2.8 极性电容器 (对于电解电容器) polar capacitor (for electrolytic capacitors)

预定用于按照极性指示与单向电压连接的电容器。

2.2.9 双极性电容器 (对于电解电容器) bipolar capacitor (for electrolytic capacitors)

设计能经受交流电压和 (或) 外加直流电压的方向可以改变的一种电解电容器。

2.2.10 交流电容器 A.C. capacitor

主要设计用于交流电压的一种电容器。

2.2.11 脉冲电容器 pulse capacitor

用于脉冲电流或脉冲电压的一种电容器。

2.2.12 标称电容量 (C_R) rated capacitance (C_R)

电容器设计所确定的和通常在电容器上所标出的电容量值。

2.2.13 类别温度范围 category temperature range

电容器设计所确定的能连续工作的环境温度范围。该范围取决于它相应类别的温度极限值。

2.2.14 上限类别温度 upper category temperature

电容器设计所确定的能连续工作的最高环境温度。

2.2.15 下限类别温度 lower category temperature

电容器设计所确定的能连续工作的最低环境温度。

2.2.16 额定温度 rated temperature

可以连续施加额定电压的最高环境温度。

2.2.17 额定电压 (d.c.) (U_R) rated voltage (d.c.) (U_R)

在下限类别温度和额定温度 (见2.2.16条) 之间的任一温度下, 可以连续施加在电容器上的最大直流电压或脉冲电压的峰值。

2.2.18 类别电压 (U_C) category voltage (U_C)

电容器在上限类别温度 (见2.2.14条) 下可以连续施加在电容器上的最高电压。

2.2.19 温度减额电压 temperature derated voltage

温度减额电压是在额定温度和上限类别温度之间的任一温度下, 可以连续施加在电容器上的最高电压。

注: 如果适用, 应在有关规范中给出额定温度和上限类别温度之间的温度下的电压温度关系。

2.2.20 浪涌电压比 surge voltage ratio

在类别温度范围内的任一温度下, 在规定的时间内可以加到电容器引出端上的最高瞬时电压与额定电压或适用的温度减额电压的比。

每小时可施加该电压的次数应予以规定。

2.2.21 额定纹波电压 rated ripple voltage

叠加在直流电压上的一种规定频率的最大允许交流电压有效值, 在该电压下电容器在规定的温度下可以连续工作。加在电容器上的直流电压和交流电压的峰值之和应不超过额定电压或适用的温度减额电压。

2.2.22 反向电压 (仅对极性电容器) reverse voltage (for polar capacitors only)

施加在电容器引出端上与极性方向相反的电压。

2.2.23 额定纹波电流 rated ripple current

一种规定频率的最大允许交流电流的有效值, 在该电流下电容器可在规定温度下连续工作。

2.2.24 时间常数 time constant

绝缘电阻和电容量的乘积, 通常以秒表示。

2.2.25 损耗角正切 ($\tan\delta$) tangent of loss angle ($\tan\delta$)

在规定的正弦电压下, 电容器的损耗功率除以电容器的无功功率。

2.2.26 自愈 self-healing

电容器的介质局部击穿之后, 电容器的电特性迅速地基本上恢复到击穿前之数值的过程。

2.2.27 电容器的最高温度 maximum temperature of a capacitor

电容器外表面最热点的温度。

注: 电容器的引出端被认为是外表面的一部分。

2.2.28 电容器的最低温度 minimum temperature of a capacitor

电容器外表面最冷点的温度。

注: 电容器的引出端被认为是外表面的一部分。

2.2.29 最低贮存温度 minimum storage temperature

电容器在非工作状态下不出现损伤应能承受的允许最低环境温度。

注: 允许最高贮存温度等于上限类别温度。

2.2.30 电容量随温度的变化 variation of capacitance with temperature

电容量随温度的变化可以用二种方法表示:

- a. 电容量温度特性;
- b. 电容量温度系数。

2.2.30.1 电容量温度特性 temperature characteristic of capacitance

该术语主要适用于作为温度函数的电容量变化，不管其为线性或非线性，均不能精确和肯定地表示出来的这样一类电容器。

电容量温度特性是在类别温度范围内一个给定温度范围所出现的电容量的最大可逆变化。电容量温度特性通常是以 20°C 为基准温度的电容量的百分比表示。

2.2.30.2 电容量温度系数和电容量温度循环漂移 temperature coefficient of capacitance and temperature cyclic drift of capacitance

这两个术语适用于作为温度函数的电容量变化为线性或近似线性并可相当精确地表示出来的这样一类电容器。

对于这些电容器，在类别温度范围内的任一温度下的电容量变化可以分成两种：

电容量温度系数 (α)

在规定温度范围内测得的电容量随温度的变化率，一般以百万分之一每摄氏度 ($10^{-6}/^{\circ}\text{C}$) 为单位表示。

电容量温度循环漂移

在规定的温度循环次数期间或结束之后，在室温下所观测到的电容量的最大不可逆变化。该不可逆变化通常是以与基准温度有关的电容量的百分比表示，基准温度通常是 20°C 。

在温度循环之后或在温度循环期内的测量条件、温度循环的种类和循环次数应有规定。

2.2.31 可见损伤 visible damage

对于电容器预期的用途来说，降低其使用性的可见损伤。

2.2.32 额定交流负荷 rated a.c. load

额定交流负荷是在下限类别温度和额定温度（见2.2.16条）之间的任何温度下可以连续地施加在电容器引出端上的最大正弦交流负荷。它可以表示为：

- a. 在低频时为额定交流电压；
- b. 在高频时为额定交流电流；
- c. 在中频时为额定无功功率。

对此可用图1表示：

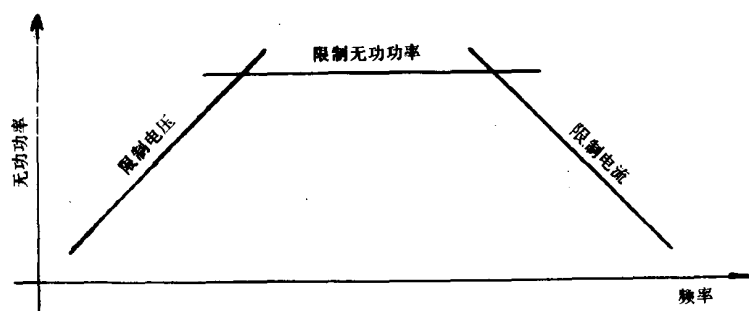


图 1

注：① 对于具体类型的电容器，规定上述特性的一种或几种可能是必要的。

② 在本规范范围内的电容器，在 $50\sim 60\text{Hz}$ 下，无功功率通常小于 500Var 。低频可以是 $50\sim 60\text{Hz}$ ， $100\sim 120\text{Hz}$ 或 400Hz 。在 $50\sim 60\text{Hz}$ 时电压可达 600V 有效值。但是对于滤波器、发射机或变换器电路用电容器，可以在很宽频率范围的电源下工作。在高频且电压高达 1000V 有效值时，无功功率可达 10kVar 。

2.2.33 额定脉冲负荷 rated pulse load

额定脉冲负荷是在下限类别温度和额定温度（见2.2.16条）之间的任一温度下，可以在某一脉冲重复频率下，电容器引出端上施加的最大脉冲负荷。它可以用a和b以及其它任何一项表示：

- a. 每微法峰值电流或 dV/dt ($\text{V}/\mu\text{s}$)；

- b. 充电和放电周期的相对持续时间;
- c. 电流有效值;
- d. 电压峰值;
- e. 反向电压的峰值;
- f. 脉冲重复频率 (见注);
- g. 最大有功功率。

对于周期脉冲这些参数都是固定的。

注: 在间歇脉冲的情况下, 应该规定占空系数。在随机脉冲情况下, 应指出在给定周期的时间内预计的脉冲总数。

2.2.34 脉冲电流有效值 R.M.S. pulse current

脉冲电流有效值应按IEC 469-1的2.5.2.4条计算。在间歇或随机脉冲情况下, 时间间隔的选择应与最大温升相对应。

IEC 469-1的2.5.2.4条如下:

有关幅度的各数值的平方平均值的平方根;

如果这幅度取 n 个不连续值 m_j 时, 则它的有效值为:

$$m_{rms} = \left[\left(\frac{1}{n} \right) \sum_{j=1}^n m_j^2 \right]^{1/2}$$

其中, 相邻各 m_j 值之间的时间间隔相等。

如果幅值是时间的连续函数 $m(t)$ 时, 则它的有效值为:

$$m_{rms} = \left[\left(\frac{1}{t_1 - t_2} \right) \int_{t_1}^{t_2} m^2(t) dt \right]^{1/2}$$

求和或积分要扩展至所求有效值大小的时间间隔内, 如果该函数为周期函数时, 则求和或积分要扩展到函数周期重复的任何整数上。

2.2.35 电容器的脉冲等效电路 pulse equivalent circuit of a capacitor

电容器的脉冲等效电路是由一个理想的电容器与剩余电感和等效串联电阻(ESR)串联组成。

注: 对脉冲工作而言, 等效串联电阻与用正弦电压测得的等效串联电阻相似但不相等。脉冲等效串联电阻, 应考虑到脉冲中的一系列谐波和损耗随频率的变化。

2.2.36 温升 temperature rise

电容器在交流或脉冲条件下工作时, 由于电容器的损耗而引起的电容器上的温度相对于环境温度的升高。

2.2.37 绝缘型电容器 insulated capacitor

绝缘型电容器芯组的所有引出端的电位, 可能升高到与在正常使用时易于与电容器外壳接触的任何导体表面有不同的电位 (不低于额定电压)。

2.2.38 非绝缘型电容器 uninsulated capacitor

非绝缘型电容器芯组的一个或几个引出端的电位, 不能升高到与在正常使用时易于与电容器外壳接触的任何导体表面有不同的电位 (不低于额定电压)。

2.2.39 片状电容器 chip capacitor

适于在混合电路中和印制板上使用的一种小尺寸和各种形状或种类引出端的固定电容器。

2.3 优先值

2.3.1 概述

每个分规范应规定适用于分族的优先值, 对于标称电容量见2.3.2条。

2.3.2 标称电容量的优先数值

标称电容量的优先数值应从GB 2471规定的数系中选取。

2.4 标志

2.4.1 概述

分规范应指出在电容器和（或）包装上要求标出的标志的准则或其他内容。

应规定在小电容器上标志的优先顺序。

2.4.2 代码

当电容量的数值、允许偏差或制造日期用代码时，其方法应从GB 2691中选取。

3 质量评定程序

3.1 鉴定批准 质量评定体系

3.1.1 当上述文件作为一个完整的质量评定体系使用时，鉴定批准和质量一致性检验应遵守3.4和3.5条的程序。

3.1.2 当这些文件用于不属于上述质量评定体系范围时，例如，设计验证或定型试验，可以采用3.4.1和3.4.2b条的程序和要求。但是，各项试验和试验的各部分应按试验一览表中给出的顺序进行。

3.2 初始制造阶段

对于固定电容器规范来说，初始制造阶段应在分规范中规定。

3.3 结构类似元件

对于鉴定批准和质量一致性检验用的结构类似元件的划分应在分规范中规定。

3.4 鉴定批准程序

3.4.1 制造厂应遵守

——管理鉴定批准的程序规则的一般要求；

——本标准3.2条中规定的初始制造阶段的要求。

3.4.2 除3.4.1条的要求外，应采用下述程序a或程序b。

a. 制造厂应在尽可能短的时间内进行三个批次的逐批检验以及一个批次的周期检验以证明符合规范要求。在抽取检验批的周期期间内制造工艺应无重大改变。

样品应按IEC 410规定从批中抽取（见附录A）。授予鉴定批准的电容量和电压范围按分规范规定的抽样程序抽取的样本来决定。

应使用正常检查，但当样本大小按零个失效接收时，应抽取附加样品以满足按一个失效接收所需要的样本大小。

b. 制造厂应按分规范给出的固定样品数试验一览表进行试验，以证明符合规范要求。

构成样本的样品应从现行生产的产品中随机抽取或按与国家监督检查机构协商抽取。

对于这两种程序而言，样本的大小和允许失效数应接近一致，试验条件和要求应相同。

3.4.3 作为质量评定体系的一部分，所获得的鉴定批准应通过符合质量一致性（见3.5条）要求的常规试验来维持。否则，鉴定批准必须用IEC电子元器件质量评定体系程序规则（QC 001002第11.5.2和11.5.3条）中所给出的鉴定批准的维持规则来检验。

3.5 质量一致性检验

与某分规范有关的空白详细规范应规定质量一致性检验的试验一览表。

一览表还应规定逐批和周期检验的组别划分、抽样和周期。

检查水平（IL）和合格质量水平（AQL）应从IEC 410中选取。

如果需要，可以规定一个以上的一览表。

3.5.1 放行批证明记录

有关规范规定有放行批证明记录而且用户要求时，至少应给出下列内容。

周期检验所包括各分组中试验的计数数据（即受试元件数和失效元件数）但不涉及造成拒收的参数。

按分规范的要求，在耐久性试验之后的为电容量变化、损耗角正切和绝缘电阻。但是对绝缘电阻，

可以仅给出数值结果。

3.5.2 延期交货

保存周期超过（除非分规范中另有规定）两年的固定电容器，这种批次在以后放行时，应在发货之前按分规范规定要求重新检验。

制造厂的质量管理负责人所采取的重新检验程序应由国家监督检查机构批准。

一旦某一批满意地通过了重新检验，其质量就再次保证一个规定的周期。

3.5.3 B组检验完成之前的发货

对于B组所有试验，当按IEC 410转为放宽检查的条件得到满足时，允许制造厂在该试验完成之前放行元件。

3.6 替换的试验方法

有关规范中规定的试验和测量方法并不是必须使用的唯一方法。因而，制造厂可以采用任何替换的方法，但应使国家监督检查机构确信它得到的结果与用规定的方法所得到的结果等效。在有争议的情况下，只能使用规定的方法进行判定和仲裁。

3.7 不检验的参数

只有在详细规范中已经规定并需经过试验的元件参数，才能认为处在规定极限之内。不应认为，没有规定的参数对于每个元件都保持一致。因此，由于某种理由有必要控制更多的参数时，应该采用新的规范。

补充的试验方法应充分地加以说明，并规定相应的极限值、AQL值和检查水平。

4 试验和测量程序

4.1 概述

分规范和（或）空白详细规范应列表表示要进行的各种试验、每项试验或每试验分组前后需要进行的测量，以及应进行试验的顺序。每项试验的各个试验阶段应按规定的顺序进行。初始测量和最后测量的测量条件应该相同。

如果质量评定体系中的国家规范包含有不同于上述文件规定的方法，则应完整地加以叙述。

4.2 标准大气条件

4.2.1 试验用标准大气条件

除非另有规定，所有试验和测量应在IEC 68-1第5.3条中规定的试验用标准大气条件下进行。

温度：15～35℃；

相对湿度：45%～75%；

气压：86～106 kPa（860～1060 mbar）。

在进行测量之前，电容器应在测量温度下存放足够时间，以便使整个电容器都达到这一温度。为此目的，规定与试验后恢复时间一样的周期，通常是足够的。

在规定温度以外的温度下进行测量时，如必要，则应将其结果校正到规定温度时的数值。测量期间的环境温度应在试验报告中说明。在有争议时，应采用仲裁温度的一种（按4.2.3条规定）重复测量。而其他条件应按本规范规定。

当按某一顺序进行试验时，一个试验的最后测量可以作为下一试验的初始测量。

注：在测量期间，不应使电容器受到气流、阳光直射或可能引起误差的其他影响。

4.2.2 恢复条件

除非另有规定，恢复应在试验用标准大气条件（见4.2.1条）下进行。如果恢复必须在严格控制的条件下进行，应采用IEC 68-1第5.4.1条的控制条件。

在有关规范中除非另有规定，恢复时间应为1～2 h。

4.2.3 仲裁条件

对于仲裁试验来说，仲裁试验用标准大气条件应从IEC 68-1第5.2条规定的如下条件中选定一种。

温度	相对湿度	气压
20 ± 1 °C	63 % ~ 67 %	86 ~ 106 kPa (860 ~ 1060 mbar)
23 ± 1 °C	48 % ~ 52 %	86 ~ 106 kPa (860 ~ 1060 mbar)
25 ± 1 °C	48 % ~ 52 %	86 ~ 106 kPa (860 ~ 1060 mbar)
27 ± 1 °C	63 % ~ 67 %	86 ~ 106 kPa (860 ~ 1060 mbar)

4.2.4 基准条件

作为基准用的标准大气条件采用IEC 68-1 第5.1条所规定的基准。

温度: 20 °C;

气压: 101.3 kPa (1013 mbar)。

4.3 干燥

4.3.1 除非在有关规范中另有规定, 电容器应在温度为 55 ± 2 °C, 相对湿度不超过20%的空气环流的烘箱内加热 96 ± 4 h。

4.3.2 电容器允许立即放在干燥器中冷却, 干燥器中用适当的干燥剂, 如活性氧化铝或硅胶。电容器从烘箱中移出之后, 在干燥器中保存到规定试验开始。

4.4 外观和尺寸检查

4.4.1 外观检查

用目视法检查产品状态、加工质量和表面质量应符合要求 (见2.2.31条)。

用目视法检查标志应是清晰的, 它应符合详细规范的要求。

4.4.2 尺寸 (规检的)

在详细规范中所标注的适合用量规检验的尺寸应进行检验, 并应符合详细规范的规定值。适用时, 应按GB 5076进行测量。

4.4.3 尺寸 (详细的)

在详细规范中规定的所有尺寸都应进行检查, 并应符合规定值。

4.5 绝缘电阻

4.5.1 在进行测量之前, 电容器应充分放电。

4.5.2 在有关规范中除非另有规定, 绝缘电阻应在下述规定的电压下进行测量。

电容器的额定电压	测量电压
U_R 或 $U_C < 10$ V	U_R 或 $U_C \pm 10\%$
10 V $\leq U_R$ 或 $U_C < 100$ V	10 ± 1 V ¹⁾
100 V $\leq U_R$ 或 $U_C < 500$ V	100 ± 15 V
500 V $\leq U_R$ 或 U_C	500 ± 50 V

注: 1) 当能够证明电压对于测量结果没有影响或已知电压与绝缘电阻的关系时, 可以在不高于额定电压或类别电压的电压下进行测量 (除非分规范另有规定, 在有争议的情况下应使用10 V)。

U_R 是额定电压, 用来确定在试验用标准大气条件下使用的测量电压。

U_C 是类别电压, 用来确定在上限类别温度下使用的测量电压。

4.5.3 绝缘电阻应在表1中所规定的测量点之间进行测量, 其值应在有关规范中规定。

表 1 测量点

试 验	适用于	1) 单芯组电容器	2) 所有芯组具有一个共同引出端的多芯组电容器	3) 没有共同引出端的多芯组电容器
A. 引出端之间	所有电容器	1a) 引出端之间	2a) 每个引出端与共同引出端之间	3a) 每个芯组的引出端之间
B. 内部绝缘	非绝缘金属外壳绝缘型单芯组与多芯组电容器 (1b、2b、3b)	1b) 连接在一起的引出端接与外壳之间	2b) 连接在一起的所有引出端与外壳之间	3b) 连接在一起的所有引出端与外壳之间
	绝缘型和非绝缘型多芯组电容器 (2c和3c)		2c) 每个芯组的非共同引出端与连在一起的所有其他引出端之间	3c) 各芯组的引出端之间。但每个芯组的引出端应连接在一起
C. 外部绝缘	非金属外壳或绝缘的金属外壳的绝缘型电容器	1c) 连接在一起的两个引出端与金属箔、金属板或V形金属块之间, 按适用	2d) 在所有的连接在一起的引出端与金属箔、金属板或V形金属块之间, 按适用	3d)

试验A, 引出端之间。适用于所有的电容器, 无论是绝缘型的或非绝缘型的电容器。

试验B, 内部绝缘。适用于在非绝缘金属外壳的绝缘型电容器以及绝缘和非绝缘型多芯组电容器。

试验C, 外部绝缘。适用于在非金属外壳或绝缘金属外壳中的绝缘型电容器。对此试验, 按有关规范的规定, 采用下述三种方法之一施加测量电压。

4.5.3.1 金属箔法

用一张金属箔紧密地裹住电容器的本体。

对于轴向引出端的电容器, 这金属箔在电容器本体每一端至少伸出 5 mm, 金属箔和引出端之间最小距离要保持 1 mm。如果不能保持这一最小距离, 这箔伸出的长度需要减少到能保持 1 mm 的距离。

对于单向引出的电容器, 每个引出端和箔的边沿之间的最小距离应保持 1 mm。

4.5.3.2 对于带有安装装置电容器的方法

电容器用其正常方式安装在金属板上, 金属板在所有方向上, 要超出电容器安装面不小于 12.7 mm。

4.5.3.3 V形金属块法

电容器应夹在一个 90° 角 V 形金属块的凹槽内, V 形金属块的尺寸要使电容器的本体不超出 V 形金属块的末端, 夹持力应保证电容器和 V 形金属块之间保持充分接触。电容器应按下述方法放置:

a. 对于圆柱形电容器: 电容器应被放置在 V 形块内, 使其离电容器轴线最远的引出端, 最靠近 V 形块的一个面。

b. 对于矩形电容器: 电容器应被放置在 V 形块内, 使其离电容器一边最近的引出端, 最靠近 V 形块的一个面。

对于带有轴向引出端的圆柱形和矩形电容器，引出端从电容器本体露出之处的任何偏心应忽略不计。

4.5.4 在详细规范中除非另有规定，绝缘电阻应在电压加上之后 $1 \text{ min} \pm 5 \text{ s}$ 时进行测量。

4.5.5 当详细规范有规定时，应注明测量时的温度。如果温度不是 $20 \text{ }^\circ\text{C}$ 时，应用分规范中规定的适当的修正系数乘上测量值进行修正。

4.5.6 有关规范应规定

- a. 测量点和对应试验点的测量电压；
- b. 电压的施加方法（4.5.3.1；4.5.3.2；或4.5.3.3条规定方法之一）；
- c. 充电时间，如果不是 1 min ；
- d. 在测量期间需要采取任何特别的保护措施；
- e. 在试验用标准大气条件所包括的温度范围内，对测量所需要的任何修正系数；
- f. 测量温度，如果不是试验用标准大气条件；
- g. 各测量点（见表1）的绝缘电阻最小值。

4.6 耐电压

下面规定的试验是直流试验。当有关规范规定交流试验时，试验电路应在有关规范中规定。

4.6.1 试验电路（用于引出端之间的试验）

试验电路应满足在有关规范中规定的充电、放电和充电时间常数的有关条件。

下面图2说明了适用试验电路的特性

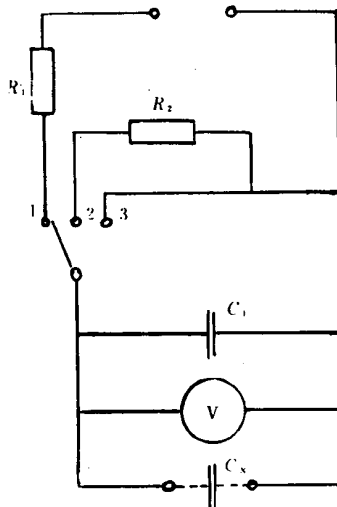


图 2

注：对于某些类型的电容器的试验，电容器 C_1 可以省略。对此，应在分规范中规定。

电压表的内阻应不小于 $10000 \Omega / \text{V}$ ；

电阻 R_1 应包括电压源的内阻；

R_1 和 R_2 电阻值应具有足以将充电和放电电流限制在有关规范中规定的值。

电容器 C_1 的电容量应不小于被试电容器电容量的十倍。

如果适用的话，时间常数 $R_1 \cdot (C_x + C_1)$ 应小于或等于有关规范规定的值。

4.6.2 试验

根据具体情况，试验按表1由一个或几个部分组成和按有关规范的要求。

4.6.2.1 试验A——引出端之间

试验点：表1的1 a)、2 a)、3 a)，按有关规范的要求。

程序

将图2上部的两个接线端连接一个有足够功率的可变直流电源。将开关放到位置2上，将电压调整到所要求的试验电压。

被试电容器(C_x)连接到图2所示的试验电路中。

将开关移到位置1上，经过 R_1 使 C_1 和 C_x 电容器充电。

达到试验电压后，开关在这个位置上保持所规定的时间。

然后，将开关移到位置2上，使 C_1 和 C_x 电容器通过 R_2 放电。一旦电压表的读数降到零就将开关移到位置3上，使电容器短路并将 C_x 电容器取下。

4.6.2.2 试验B——内部绝缘

试验点：表1的1b)、2b)、2c)、3b)、3c)按有关规范的要求。

程序

将规定的试验电压经过电源的内阻立即加上，施加的时间按有关规范规定。对于试验点2c)使用的试验电路和程序与引出端之间的试验相同(4.6.1和4.6.2.1条)。

4.6.2.3 试验C——外部绝缘(仅适用于非金属外壳或绝缘金属外壳的绝缘型电容器)

试验点：1c)、2d)或3d)，按有关规范的要求，采用下面三种方法中的一种施加电压。

金属箔法

用一张金属箔紧密地裹住电容器的本体。

对于轴向引出端的电容器，这金属箔在电容器本体每一端至少伸出5mm，金属箔与引出端之间保持的距离最小为1mm/kV。如果不保持这一最小距离，则箔的伸出长度需要减小到确定试验电压1mm/kV的距离。

对于单向引出端的电容器，每个引出端和箔的边缘之间的最小距离应保持1mm/kV。

箔和引出端之间的距离，在任何情况下应不小于1mm。

对于带有安装装置电容器的方法

电容器用其正常方式安装在金属板上，金属板在所有方向上超出电容器安装面应不小于12.7mm。

V形金属块法

电容器应夹在一个90°角V形金属块的槽中，V形金属块的尺寸要使电容器的本体不超出V形金属块的末端，夹持力应保证电容器和V形金属块之间保持充分接触。电容器应按下述方法放置：

a. 对于圆柱形电容器：电容器应被放置在V形金属块内，使其离电容器轴线最远的引出端最靠近V形金属块的一个面。

b. 对于矩形电容器：电容器应被放置在V形金属块内，使其离电容器一边最近的引出端，最靠近V形金属块的一个面。

对于带有轴向引出端的圆柱形和矩形电容器，引出端从电容器本体露出之处的任何偏心应忽略不计。

程序

将规定的试验电压经过电源的内阻立即加上，施加的时间按有关规范的规定。

4.6.3 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。

4.6.4 反复进行耐电压试验时，可能使电容器发生永久性破坏，应尽可能的避免。

4.6.5 有关规范应规定

- 试验点(见表1)和对应试验点的试验电压；
- 对于外部绝缘试验(试验C)：试验电压的施加方法(4.6.2.3条规定方法中的一种)；
- 施加电压的时间；
- 最大充电和放电电流；
- 当适用时，最大充电时间常数 $R_1 \cdot (C_1 + C_x)$ 。

4.7 电容量

4.7.1 除非有关规范中另有规定，电容量应在下述频率之一下测量：

电解电容器：100 Hz 到 120 Hz；

其他电容器： $C_R = 1 \text{ nF}$ ，100 kHz 或 1 MHz 或 10 MHz（1 MHz 应是基准的），

$1 \text{ nF} < C_R < 10 \mu\text{F}$ ，1 kHz 或 10 kHz（1 kHz 应是基准的）；

$C_R > 10 \mu\text{F}$ ，50 Hz（60 Hz）或 100 Hz（120 Hz）。

对于测量用所有频率的允许偏差应不超过 $\pm 20\%$ 。

除非在有关规范中另有规定，测量电压应不超过 U_R 的 3% 或 5 V，取较小者。

4.7.2 测量仪器的精度应保证误差不超过：

a. 对于电容量的绝对测量：标称电容量允许偏差的 10% 或绝对值的 2%，取较小者。

b. 对于电容量变化的测量：规定电容量最大变化的 10%。

在不是 a 和 b 的情况下，要求精度优于有关规范中规定的最小绝对测量误差（如 0.5 pF）。

4.7.3 有关规范应规定：

a. 测量温度，如果不同于试验用标准大气条件时；

b. 测量频率及其适用的电容量范围，如果与 4.7.1 条规定不同时；

c. 绝对测量误差，当适用时（例如 0.5 pF）；

d. 测量电压，如果与 4.7.1 条规定不同时；

e. 施加的极化电压，当适用时。

4.8 损耗角正切

4.8.1 损耗角正切应按有关规范规定从 4.7.1 条中选取一个或几个频率与测量电容量所给出的相同条件下进行测量。

4.8.2 除非分规范中另有规定，测量方法的误差应不超过规定值的 10% 或 0.0001，取较大者。

4.9 漏电流

4.9.1 在测量之前，电容器应充分放电。

4.9.2 除非有关规范中另有规定，漏电流应采用与试验温度相适应的直流电压（ U_R 或 U_C ）在最长充电时间 5 min 时测量。如果在较短的时间内达到规定的漏电流极限值，则无须完全地充电 5 min。

4.9.3 应采用一个稳定电源，例如稳压电源。

4.9.4 测量误差应不超过 $\pm 5\%$ 或 $0.1 \mu\text{A}$ ，取较大者。

4.9.5 当有关规范有规定时，应在电容器上串联一个 1000Ω 的保护电阻器来限制充电电流。

4.9.6 有关规范应规定：

a. 在基准温度 20 C 和其他规定的温度时的漏电流极限值；

b. 当必要时，如果测量不是在 20 C 温度下进行，而是在试验用标准大气条件所包括的温度范围内进行时，要给出修正系数；

c. 充电时间，如果不同于 5 min 时；

d. 是否需要按 4.9.5 条规定的把一个 1000Ω 保护电阻器串联在电容器上来限制充电电流。

4.10 阻抗

阻抗应按图 3 用电压表—电流表方法或与之等效的方法进行测量。

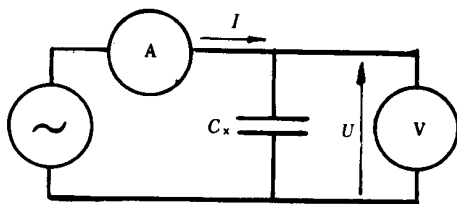


图 3 测量电路原理图

电容器 C_x 的阻抗 Z_x 由下式计算:

$$Z_x = \frac{U}{I}$$

测量电压的频率应优先从下列值中选取:

50Hz; 60Hz; 100Hz; 120Hz; 1kHz; 10kHz; 100kHz; 1MHz 和 10MHz。

除非有关规范中另有规定, 测量仪器的精度, 其误差应不超过要求值的 10%。

注: 在频率高于 120Hz 时, 为了避免分布电流引起的误差, 必须采取预防措施。应限制通过电容器的电流, 使测量结果不致明显地受到电容器温升的影响。

有关规范应规定:

- a. 测量频率;
- b. 测量时的温度;
- c. 阻抗极限值或不同温度下测得的阻抗比。

4.11 电感或自谐振频率

4.11.1 自谐振频率 (f_T)

对此项测量提出三种方法。第一种方法是通用的, 其他方法特别适合于对小电容量的某些类型电容器的测量。

测量仪器的精度, 应使误差不超过要求值的 10%。除非在有关规范中另有规定。

4.11.1.1 方法 1

按 4.10 条的阻抗测量方法和使用一个可变频率源, 测定阻抗达到最小值时的最低频率, 这就是自谐振频率。

注: 当精确地确定阻抗最小的频率有困难时, 可以用一个相位计对电容器上和与电容器串联的低电感电阻器上电压相位进行比较, 相位差为零时的频率即为自谐振频率。此项测量可以使用 Q 表。

4.11.1.2 方法 2

这种测量方法是采用一个吸收式振荡器波长计 (栅流陷落式测试振荡器)。

安装

4.11.1.2.1 采用一般引出端的电容器

外形和数值接近相等的四个电容器, 应以直角串联焊接成一个闭合环路。

导线长度应予规定, 不允许用附加引线或连接 (见图 4)。环路与吸收式振荡器波长计之间的耦合要尽可能地松, 然后再测定自谐振频率。

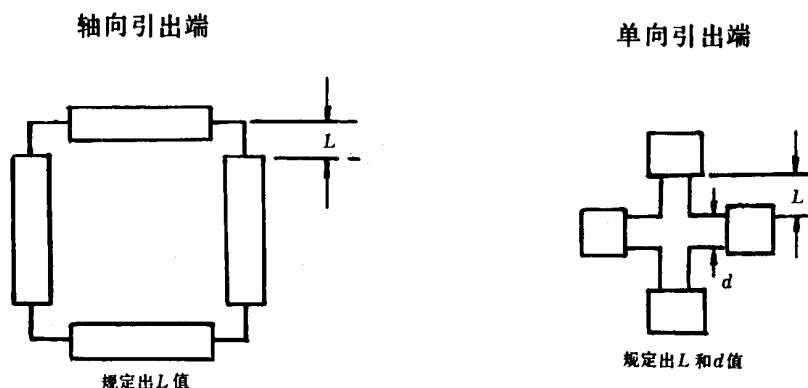


图 4

4.11.1.2.2 具有用在印制电路上引出端的电容器

当电容器安装在印制电路板上并且它的外壳形状和 (或) 引出端形状不能正确构成四个电容器环

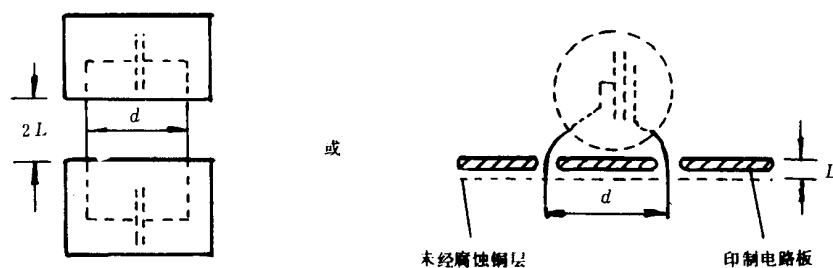
路的条件时，要确定电容器的自谐振频率，应用具有规定长度的直引出端的两个（近似）相等的电容器构成的环路（见图5）。

第二个电容器可用它在导电平面上的镜像来代替，方法如下：

用一块未经腐蚀的印制电路敷铜板为基板材料，其各边长度至少为电容器最大尺寸的三倍。在板的中心打孔，以使用正常方式安装电容器。

有关规范应规定安装的细节。焊接在板上的电容器用铜层把电容器短路。然后按4.11.1.2.4条将电容器与探测线圈耦合并测量。

注：金属外壳电容器可能需要作出的专门耦合安排，这个安排应在有关规范中予以规定。



规定出 L 和 d (L 从安装面测量)

图 5

4.11.1.2.3 方法的说明

吸收式振荡器波长计是一个可变频率的 $L-C$ 振荡器，具有由一个外部探测线圈构成的电感器。当探测线圈与另一谐振回路耦合时，吸收功率引起栅极电压（场效应晶体管的栅极）变化。

监视其变化和在耦合电路的谐振频率时的陷落。

由四个电容器组成的耦合电路按4.11.1.2.1条规定安装和串接使互感达到最小。

采用吸收式振荡器波长计的典型方框图，如图6所示。

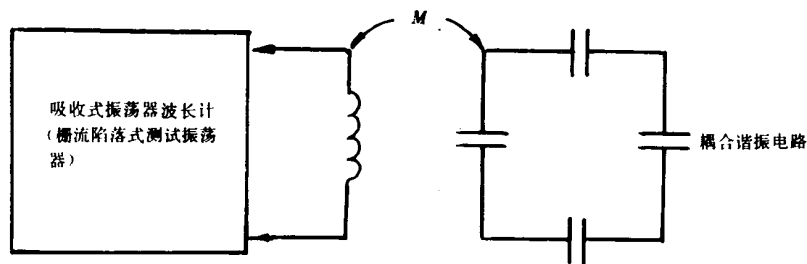


图 6

4.11.1.2.4 波长计的使用

波长计的探测线圈靠近受试电容器，从较低频率向谐振频率靠近，应将波长计移离电容器（减少吸收功率）来检查陷落，以保证该陷落不是由波长计内部效应所引起的。谐振频率应在尽可能松的耦合下进行测量，以避免对振荡器的牵引作用。

4.11.1.2.5 要求

谐振频率应不超出有关规范规定的极限。

4.11.1.3 方法 3

本方法特别适用于小电容量和自谐振频率在Q表工作范围之内的电容器。当采用Q表和图7所示的电路时，最低频率应这样确定，即无论对电容器的短路片是否接入，得到的谐振频率都一样，可以

证明这个频率与电容器的自谐振频率相等。

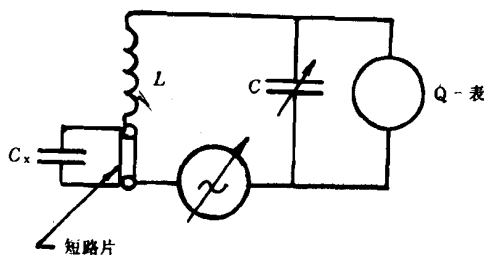


图 7 测量电路的原理图

4.11.2 电感

电容器的串联电感 L_x ，用测得电容器的自谐振频率 f_T 并采用下列给出的公式进行计算：

$$L_x = \frac{1}{4\pi^2 f_T^2 C_x}$$

式中： C_x 是按4.7条和有关分规范的要求测得的电容器的电容量。

4.11.3 有关规范应规定

- a. 优先采用的试验方法；
- b. 在测量时，所使用电容器的引线长度；
- c. 任何特殊安装的排列；
- d. 串联电感或自谐振频率的极限。

4.12 外箔引出端

4.12.1 连接外金属箔引出端的正确标记，应使用一种不损伤电容器的方法来检查。

4.12.2 适合的方法在图 8 中给出。

4.12.2.1 振荡器的频率可以从50Hz到几千赫兹。并应适当地选择频率，以便能给出一个清晰的测量结果。最适当的值取决于被试电容器的类型。

电压约为10V。

电压表应具有不小于1 MΩ的输入阻抗。

布线的杂散电容量应尽量小。

4.12.2.2 当开关在位置1时，电压表的偏转应明显地小于开关在位置2时的偏转。

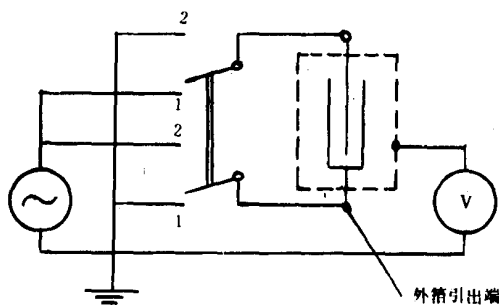


图 8 试验电路

4.13 引出端强度

电容器应承受IEC 68-2-21中适用的试验 U_{a1} 、 U_b 、 U_c 和 U_d 的作用。

4.13.1 试验 U_{a1} ——拉力

施加力应为：

对于非线状引出端为20N；

对于线状引出端见下表：

标称横截面积, mm ²	圆引线截面积相对应的直径, mm	力, N
$S \leq 0.05$	$d \leq 0.25$	1
$0.05 < S \leq 0.07$	$0.25 < d \leq 0.30$	2.5
$0.07 < S \leq 0.20$	$0.30 < d \leq 0.50$	5
$0.20 < S \leq 0.50$	$0.50 < d \leq 0.80$	10
$0.50 < S \leq 1.20$	$0.80 < d \leq 1.25$	20
$1.20 < S$	$1.25 < d$	40

4.13.2 试验 U_b ——弯曲（引出端的一半）

方法1：应在每个方向上连续进行两次弯曲，如果在详细规范中说明引出端是刚性的，则本试验不适用。

4.13.3 试验 U_c ——扭转（引出端的另一半）

应采用方法A，严酷度2（两次连续扭转180°）。

如果在详细规范中说明引出端是刚性的和为适用于印制电路板设计的单向引出端元件，则本试验不适用。

4.13.4 试验 U_d ——转矩（适用于螺栓或螺钉引出端和整体装配的元件）。

标称螺纹直径, mm		2.6	3	3.5	4	5	6
转矩 N·m	严酷度1	0.4	0.5	0.8	1.2	2.0	2.5
	严酷度2	0.2	0.25	0.4	0.6	1.0	1.25

4.13.5 外观检查

这些试验的每一试验后，电容器应进行外观检查，并应无可见损伤。

4.14 耐焊接热

4.14.1 当有关规范有规定时，电容器应采用4.3条的方法进行干燥。

电容器应按有关规范规定进行测量。

4.14.2 除非有关规范中另有规定，电容器应按有关规范规定，经受下列试验之一：

a. 除了下面b项或c项外的所有电容器：

IEC 68-2-20 (1979) 试验Tb的方法1A，持续时间按有关规范规定为5s或10s。

浸入深度为离安装面 $2 \begin{smallmatrix} 0 \\ 0.5 \end{smallmatrix}$ mm，采用厚度为 1.5 ± 0.5 mm的绝热屏蔽板。

b. 在详细规范中说明不适用于印制电路板上的电容器：

IEC 68-2-20 (1979) 试验Tb的方法1B。

浸入深度为离元件的本体 $3.5 \begin{smallmatrix} 0 \\ 0.5 \end{smallmatrix}$ mm。

c. 对于片状电容器应按详细规范规定采用下列焊槽法之一：

方法1

应利用一把小的不锈钢镊子夹住片状电容器，按图9，该镊子不应与片状电容器端电极相接触。

应按上述规定夹住片状电容器并浸入0.2%氯化物活性焊剂中大约2s，然后应除去过多的焊剂。

将片状电容器浸入焊槽内，浸入的深度为10mm，焊槽的温度应为 260 ± 5 °C，浸入的时间为 5 ± 0.5 s或 10 ± 1 s，按详细规范规定。

应在60 min内,用适当的溶剂将片状电容器上剩余的焊剂清除干净(见IEC 68-2-45第3.1.1条)。

方法2

应用适当的工具夹住片状电容器的非金属化部位。

应连续浸入引出端,浸入的方式是使整个金属化表面被焊锡覆盖。

焊槽的温度应为 260 ± 5 C。

浸入时间:每一表面为 5 ± 1 s。

对于不打算用上述焊槽法进行安装的电容器,其安装方法应在详细规范中规定。

除非详细规范中另有规定,恢复时间应为1~2 h,但对片状电容器,其恢复时间应为 24 ± 2 h。

4.14.3 除片状电容器外,所有电容器应适用下面的要求。

当试验后,电容器应进行外观检查,并无可见损伤,标志清晰。然后,电容器按有关规范规定测量。

片状电容器应进行外观检查、测量并符合有关规范规定的要求。

4.15 可焊性

4.15.1 除片状电容器外的所有电容器应承受IEC 68-2-20(1979)的试验Ta,按详细规范的规定用焊槽法(方法1)或烙铁法(方法2)或焊球法(方法3)。片状电容器按IEC 68-2-20试验Ta方法1进行试验和第4.15.3条规定的焊槽法的一种,按详细规范中的规定。

4.15.2 当规定为焊槽法(方法1)时,应符合下列要求:

4.15.2.1 试验条件

焊槽温度: 235 ± 5 C;

浸入时间: 2.0 ± 0.5 s。

浸入深度(离安装面或元件本体):

a. 除下面b项外的所有电容器为 $2.0 \begin{smallmatrix} 0 \\ 0.5 \end{smallmatrix}$ mm,采用厚度为 1.5 ± 0.5 mm的绝热屏蔽板;

b. 在详细规范中说明不是设计用于印制电路板上的电容器为 $3.5 \begin{smallmatrix} 0 \\ 0.5 \end{smallmatrix}$ mm。

4.15.2.2 应检查引出端,以引出端的焊料自由流动来说明包锡良好。

4.15.2.3 当焊槽法不适合时,则有关规范应确定两种方法的试验条件和要求。

注:当采用焊球法时,应包括焊料流合时间的要求。

4.15.3 片状电容器应按详细规范规定,采用下面焊槽法的一种。

4.15.3.1 方法1

应使用一把小的不锈钢镊子按图9所示夹住片状电容器,镊子不应与片状电容器端电极接触。

按上述规定夹住片状电容器并应浸入非活性焊剂中大约2 s,然后应除去过多的焊剂。

按4.15.3.1条规定,镊子夹住电容器并应安装在按图10所示的浸渍试验设备上。

然后将片状电容器浸入焊槽内10 mm的深度。焊槽的温度应是 235 ± 5 C,浸入时间为 2 ± 0.5 s。

应在60 min内,用适当的溶剂将片状电容器上剩余的焊剂清除干净(见IEC 68-2-45第3.1.1条)。

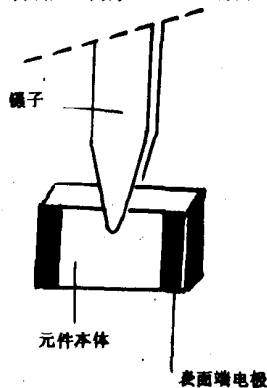


图9 图10中“A”的详图

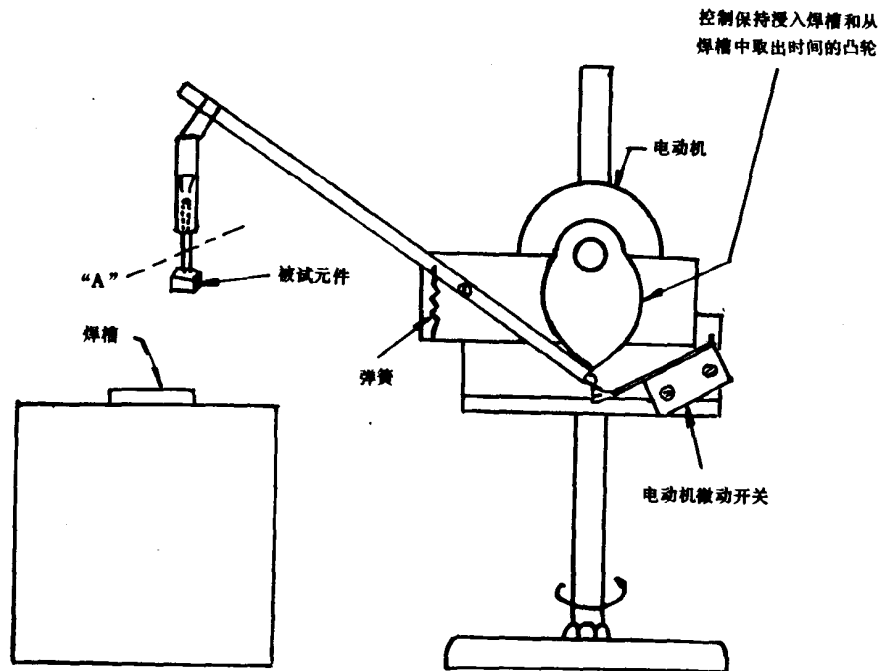


图 10

4.15.3.2 方法 2

应用适当的工具夹住片状电容器非金属化部位。

应连续浸入引出端，使整个金属化表面被焊锡覆盖。

焊槽温度应为 235 ± 5 °C。

浸入时间：每一表面为 2 ± 0.5 s。

4.15.3.3 最后检查、测量和要求：

片状电容器应符合有关规范规定的要求。

4.16 温度快速变化

4.16.1 应进行有关规范规定的测量。

4.16.2 电容器应承受 IEC 68-2-14 (1974) 试验 N a，采用的严酷度应在有关规范中规定。

4.16.3 在恢复之后，电容器应进行外观检查，并应无可见损伤，然后进行有关规范规定的测量。

4.17 振动

4.17.1 应进行有关规范规定的测量。

4.17.2 电容器应承受 IEC 68-2-6 的试验 F c，采用的安装方法和严酷度应在有关规范中规定。

4.17.3 当详细规范有规定时，在每个运动方向上振动试验的最后 30 min 期间内，应进行电气测量以检查间歇接触、开路或短路。

测量的持续时间应是从一频率端到另一频率端的频率范围内的一次扫描所需的时间。

4.17.4 在试验之后，电容器应进行外观检查，并应无可见损伤。当电容器按照 4.17.3 条规定试验时，应无大于或等于 0.5 ms 的间歇接触，也无开路或短路。

4.17.5 应进行有关规范规定的测量。

4.18 碰撞

4.18.1 应进行有关规范规定的测量。

4.18.2 电容器应承受 IEC 68-2-29 的试验 E b，采用的安装方法和严酷度应在有关规范中规定。

4.18.3 在试验之后，电容器应进行外观检查，并应无可见损伤。然后应进行有关规范规定的测量。

4.19 冲击

4.19.1 应进行有关规范规定的测量。

4.19.2 电容器应承受IEC 68-2-27的试验E a, 采用的安装方法和严酷度应在有关规范中规定。

4.19.3 在试验之后, 电容器应进行外观检查, 并应无可见损伤。然后应进行有关规范规定的测量。

4.20 外壳密封

按有关规范规定, 电容器应承受IEC 68-2-17 (1978) 的试验Q中适当方法的程序。

4.21 气候顺序

在气候顺序试验中, 除寒冷试验应在循环湿热试验Db的第一个循环周期的恢复之后立即进行外, 任何试验之间允许的时间间隔最多为三天。

4.21.1 初始测量

应进行有关规范规定的测量。

4.21.2 干热

电容器应承受IEC 68-2-2的试验B a, 时间为16h, 采用详细规范中所规定的上限类别温度的严酷度。

当保持在所规定的高温下和在高温周期末, 应进行有关规范规定的测量。

经规定的条件作用之后, 电容器应从箱中取出, 且放置在试验用标准大气条件下不少于4h。

4.21.3 循环湿热试验Db, 第一个循环

电容器应承受IEC 68-2-30 (1969) 的试验Db, 24h为一个循环, 采用温度为55°C (严酷度b)。在恢复之后, 电容器应立即承受寒冷试验。

4.21.4 寒冷

电容器应承受IEC 68-2-1的试验Aa, 时间为2h, 采用的严酷度应为有关规范中规定的下限类别温度。

当保持在规定的低温下和在低温周期末, 应进行有关规范规定的测量。

经规定条件作用之后, 电容器应从箱中取出并放置在试验用标准大气条件下不少于4h。

4.21.5 低气压

电容器应承受IEC 68-2-13 (1966) 的试验M, 采用有关规范中规定的适当的严酷度除非在有关规范中另有规定, 试验的持续时间应为10min。

有关规范应规定:

- a. 试验持续时间, 如果不是10min;
- b. 温度;
- c. 严酷度等级。

除非有关规范另有规定, 在规定的低气压下, 在试验周期的最后1min应施加额定电压。

在试验期间和试验后, 应没有永久性击穿、飞弧、外壳的有害变形或浸渍剂渗出。

4.21.6 循环湿热试验Db, 其余循环

电容器应承受IEC 68-2-30 (1969) 的试验Db, 温度55°C (严酷度b), 下表内表示以24h为一个循环的循环数:

类 别	循 环 数
— — 56	5
— — 21	1
— — 10	1
— — 04	0

4.21.7 最后测量

在规定的恢复之后, 应进行有关规范规定的测量。

4.22 稳态湿热**4.22.1 应进行有关规范规定的测量。**

4.22.2 电容器应承受IEC 68-2-3的试验C a, 采用详细规范中所规定的电容器的气候类别相对应的严酷度。当在空白详细规范中规定时, 详细规范可以规定在整个湿热条件作用期间内所施加的极化电压。

除非详细规范中另有规定, 在样品从试验箱中取出15min内, 仅在试验点A用额定电压, 按4.6条进行耐电压试验, 电解电容器除外。

4.22.3 在恢复之后, 电容器应进行外观检查, 并应无可见损伤。然后, 应进行有关规范规定的测量。

4.23 耐久性**4.23.1 初始测量**

应进行有关规范规定的测量。

4.23.2 电容器应承受耐久性试验。采用IEC 68-2-2中各项试验如下:

- a. 直流试验——试验B a;
- b. 交流试验——试验B a或B c (按适用);
- c. 脉冲试验——试验B a或B c (按适用)。

试验样品可以放入室温和规定烘箱温度之间的任何温度的烘箱中, 但是烘箱温度达到之前, 电容器不应施加电压。

4.23.3 有关规范应规定

- a. 试验持续时间 (如小时数或脉冲次数);
- b. 试验温度 (如室温、额定温度或上限类别温度);
- c. 要施加的电压或电流 (见4.23.4条)。

当电容器需要符合防电冲击的附加要求时, 有关规范应规定耐久性试验的附加试验条件 (例如采用脉冲电压)。

4.23.4 除非有关规范另有规定, 试验期间所施加的电压应从下列规定中选择:

a. 直流试验

在温度等于额定温度时, 试验应在规定的试验电压 (d、c) (试验电压为规定倍乘系数乘以额定电压) 下进行。在有关规范中应规定试验温度和倍乘系数值。同样对于在上限类别温度下的试验也应给出电压降额系数。

b. 交流试验 (正弦电压)

在温度等于额定温度时, 试验应在50~60Hz和试验电压 (a、c) (试验电压为规定倍乘系数乘以额定电压) (见2.2.32条) 下进行, 但在上限类别温度时为降额电压系数。在有关规范中应规定试验温度和电压倍乘系数或电压降额系数值。

c. 交流试验 (正弦电流)

试验应按2.2.32b条施加的电流下进行。

在有关规范中应规定试验温度、频率和电流值。

注: 为了便于试验, 试验可以在一组并联或串/并联电容器上施加规定频率的电压下进行。

d. 正弦交流试验 (无功功率)

本试验应在按2.2.32c条的无功功率下进行。在有关规范中应规定试验温度、频率和无功功率。

注: 为了便于试验, 试验可以在一组并联或串/并联电容器上施加规定频率的电压下进行。

热稳定性试验 (见4.30条) 可以代替本试验。详细规范中应规定要进行的试验。

e. 脉冲试验

脉冲试验应按2.2.33条施加的脉冲和有关规范的规定进行试验。在附录C中给出脉冲试验的指南。

f. 叠加直流的正弦交流或脉冲试验

按有关规范的要求（见2.2.21条），在叠加直流的情况下进行b至c试验。

对于电解电容器适合的试验电路的示例如下：

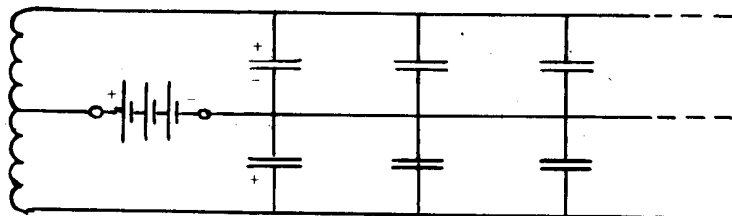


图 11

4.23.5 电容器在试验箱中放置方式如下：

- a. 对于散热的电容器，其电容器与其它任何电容器之间的距离应不小于25 mm；
- b. 对于非散热的电容器，其电容器与其它任何电容器之间的距离应不小于5 mm。

4.23.6 在完成规定周期后，电容器允许冷却到试验用标准大气条件。

4.23.7 电容器应进行外观检查。

4.23.8 然后，应进行有关规范规定的测量。当在试验期间或试验结束时，电容器不满足有关规范要求时，则认为电容器不合格。

4.24 电容量随温度变化

4.24.1 静态法

4.24.1.1 应在有关规范规定的条件下，进行电容量的测量。

4.24.1.2 电容器应依次保持在下述每个温度。

- a. 20 ± 2 °C；
- b. 下限类别温度 ± 3 °C；
- c. 中间温度，如详细规范有要求时；
- d. 20 ± 2 °C；
- e. 中间温度，如详细规范有要求时；
- f. 上限类别温度 ± 2 °C；
- g. 20 ± 2 °C。

如果对于一具体类型的电容器有要求时，有关规范应规定是否要避免热冲击或是否应规定一个温度的最大变化速率。

4.24.1.3 应在上述规定的每一温度下，在电容器达到热稳定后应进行电容量的测量。

在不小于5 min的时间间隔所取得的两次电容量的读数之差不大于认为由测量仪器所引起的误差时，应判定为达到了热稳定状态。

实际温度的测量必需符合详细规范要求的精度。

在测量期间必须注意防止在电容器表面上凝露或结霜。

4.24.1.4 对质量一致性逐批检查，详细规范可以规定一个简化程序，例如，包括从20 °C到上限类别温度的温度范围的d、f和g的测量。

4.24.2 动态法

可以使用动态作图法来代替4.24.1.2和4.24.1.3条的静态法。电容器应承受缓慢变化的温度。

为保证测得温度与被试电容器的温度一致的方式，把温度传感器埋放在与被试电容器在一起的模拟电容器中。电容量应用自动平衡电桥或比较仪测量。

电桥或比较仪的输出端应与绘图机的‘Y’轴连接。

温度传感器的输出端应与绘图机的‘X’轴连接。

温度应足够慢地变化，使在下限类别温度或上限类别温度时产生一个均匀而非闭环的曲线。

温度应依次从20℃变化到下限类别温度,然后到上限类别温度和再到20℃,应进行两个循环。

只有可以证明这一方法的结果与使用稳定温度的方法是一样时,才可以使用这一方法。

在有争议的情况下,应采用静态法。

4.24.3 计算方法

C_0 ——在4.24.1.2条的d项测得的电容量;

θ_0 ——在4.24.1.2条的d项测得的温度;

C_i ——在4.24.1.2条的a、d和g项以外的试验温度下测得的电容量;

θ_i ——在试验时测得的温度。

4.24.3.1 电容量温度特性

对于所有 C_i 值而言,电容量变化作为温度的函数时应按下式计算:

$$\frac{\Delta C}{C} = \frac{C_i - C_0}{C_0}$$

电容量变化通常以百分数表示。

4.24.3.2 电容量温度系数和电容量温度循环漂移

a. 电容量温度系数 (α)

对于所有 C_i 值而言,电容量温度系数(α)应按下式计算:

$$\alpha_i = \frac{C_i - C_0}{C_0 (\theta_i - \theta_0)}$$

温度系数通常用百万分之一每摄氏度($10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)表示。

b. 电容量温度循环漂移

按有关规范的要求,应对应4.24.1.2a、d和g各项测量,按下述方法计算电容量温度循环漂移:

$$\delta_{da} = \frac{C_0 - C_a}{C_0}; \quad \delta_{gd} = \frac{C_g - C_0}{C_0}; \quad \delta_{ga} = \frac{C_g - C_a}{C_0}。$$

这些数值中的最大值为电容量的温度循环漂移。

电容量漂移通常以百分数表示。

4.25 贮存

4.25.1 在高温下贮存

4.25.1.1 应进行有关规范规定的测量。

4.25.1.2 电容器应承受IEC 68-2-2的试验Ba,采用下面的严酷度:

温度:上限类别温度;

持续时间: 96 ± 4 h。

4.25.1.3 至少恢复16h后,应进行有关规范规定的测量。

4.25.2 在低温下贮存

4.25.2.1 应进行有关规范规定的测量。

4.25.2.2 电容器应承受IEC 68-2-1的试验Ab。电容器应在-40℃下贮存16h或达到热稳定状态后经4h,取较短周期。

4.25.2.3 至少恢复16h后,应进行有关规范规定的测量

4.26 浪涌

4.26.1 应进行有关规范规定的测量。

4.26.2 适合的试验电路如下:

注:晶体闸流管电路有重复率高和避免弄脏接点以及避免接触反跳而引起故障的优点。

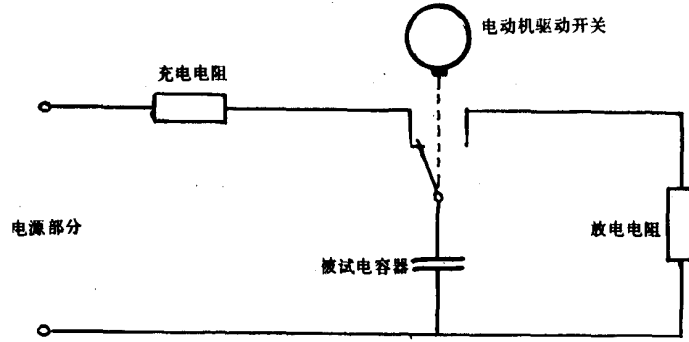


图 12a 继电器电路

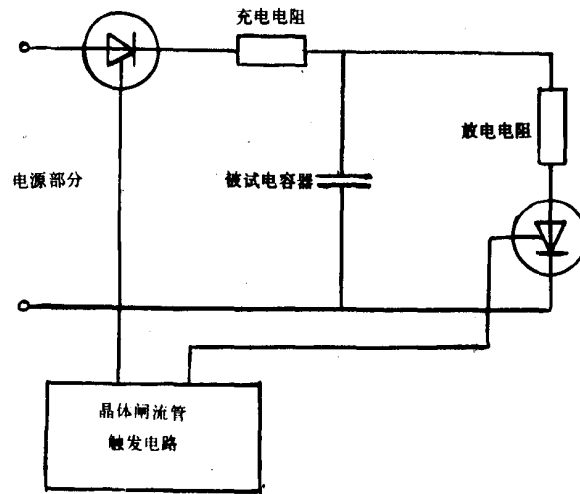


图 12b 晶闸管电路

被试电容器两端间电压的波形大致如下：

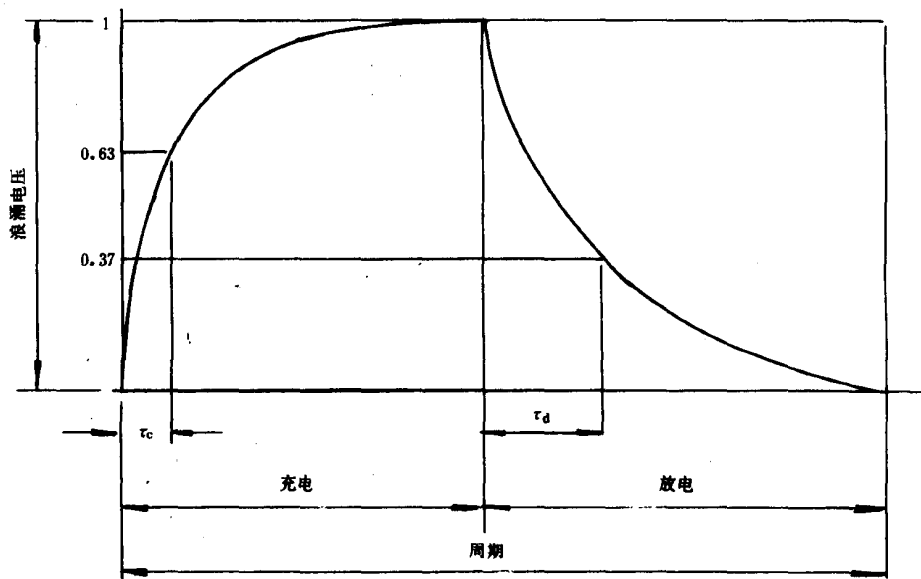


图 13

τ_c —充电时间常数； τ_d —放电时间常数

4.26.3 下面的数据应在有关规范中给出：

- a. 由电源内阻、充电电路的电阻和被试电容器的电容量所决定的充电时间常数；
- b. 由放电电路的电阻和被试电容器的电容量所决定的放电时间常数；
- c. 浪涌电压与额定电压或类别电压的比（如果适用）；
- d. 试验周期数；
- e. 浪涌持续时间；
- f. 放电持续时间；
- g. 重复率（周 秒）；
- h. 温度，如果温度与试验用标准大气条件的要求不同时。

4.26.4 应进行有关规范规定的测量。

4.27 充电和放电试验

4.27.1 应进行有关规范规定的测量。

4.27.2 在4.26.2条图12a和图12b中给出了适合的试验电路。

被试电容器两端间电压和通过的电流波形大致如下：

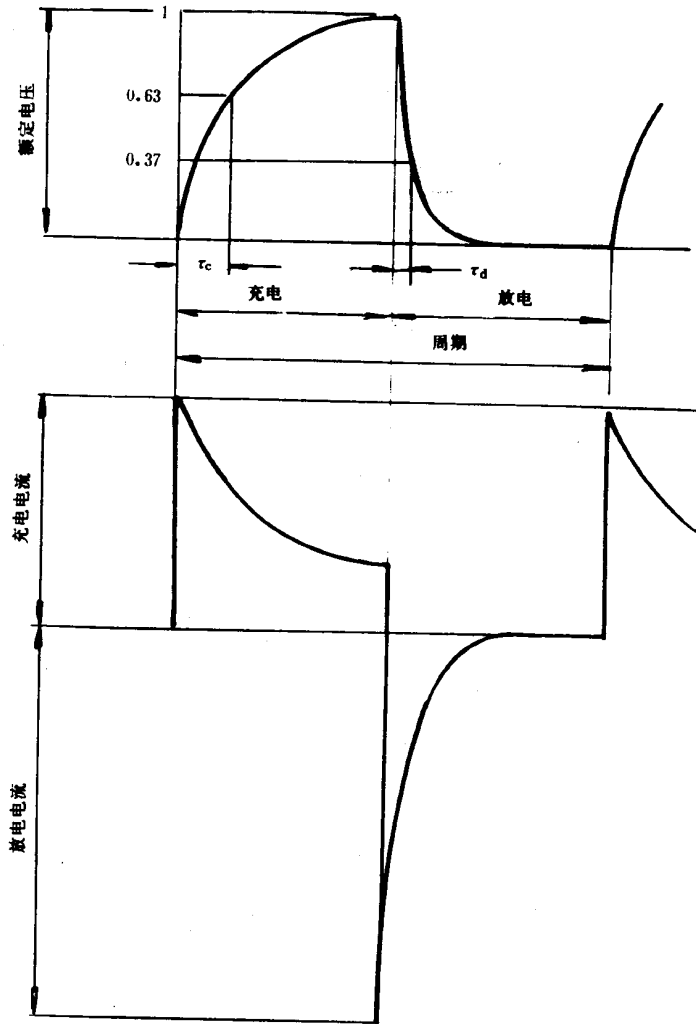


图 14

τ_c —充电时间常数； τ_d —放电时间常数

4.27.3 下面的数据应在有关规范中给出:

- a. 由电源内阻、充电电路的电阻和被试电容器的电容量所决定的充电时间常数;
- b. 由放电电路的电阻和被试电容器的电容量所决定的放电时间常数;
- c. 在充电周期内要施加的电压, 如果不是额定电压时;
- d. 试验周期数;
- e. 充电持续时间;
- f. 放电持续时间;
- g. 重复率(周 秒);
- h. 温度, 如果温度与试验用标准大气条件的要求不同时。

4.27.4 应进行有关规范规定的测量。**4.28** 压力减弱试验(仅对电解电容器)

除非在有关规范中另有规定, 应用下述规定之一来试验电容器的减压装置。

4.28.1 交流试验

施加电压: 交流电压的有效值不超过额定直流电压的0.7倍。

施加电压的频率: 50Hz或60Hz。

串联电阻R为在试验频率下电容器阻抗的0.5倍。

4.28.2 直流试验

施加电压: 在相反方向上施加的直流电压, 其值必需产生1~10A的电流。

4.28.3 充气试验

施加气体的压力: 从外面充进的气体的压力应以20kPa/s的速率连续增加。

4.28.4 应进行有关规范规定的测量。**4.29** 在高温和低温下的特性

电容器应承受干热试验和寒冷试验(分别为4.21.2条和4.21.1条)的程序并符合下列说明。

4.29.1 这些试验的温度应与干热和寒冷试验是一样的。有关规范可以规定中间温度。

在每个规定温度下, 电容器达到热稳定后进行测量。

在不少于5min的时间间隔所取得的两次电容量读数之差不大于认为由测量仪器所引起的误差时应判为达到了热稳定状态。

4.29.2 电容器应不超过有关规范中规定的极限值。**4.30** 热稳定性试验

热稳定性试验可代替4.23.1d条的耐久性试验。要进行的试验应在详细规范中规定。

电容器应在有关规范规定的额定温度和持续时间下负荷规定的无功功率(规定的无功功率为规定系数与额定无功功率之积)。热稳定性试验应在规定持续时间的最后部分时间测量温升(温升是时间的函数)。温升应在规定极限范围之内。

温升的测量可以使用热电偶、热敏电阻、红外线温度计、红外线摄影术等进行。应注意保证测量误差不超过±1(和由于沿着测量连接线热传导引起的误差保持最小)。

有关规范应规定测量点和进行安装的方法(见IEC 68-2-2的36.2条)。

4.31 元件的耐溶剂**4.31.1** 初始测量

应按有关规范规定进行测量。

4.31.2 元件应承受IEC 68-2-45(1980)试验XA并符合下列说明:

- a. 使用的溶剂: 见IEC 68-2-45的3.1.1条;
- b. 溶剂温度: $23 \pm 5^\circ\text{C}$ 。除非详细规范另有规定;
- c. 条件: 方法2(无摩擦);
- d. 恢复时间: 48h, 除非详细规范另有规定。

4.31.3 然后应按有关规范规定进行测量和满足规定的要求。

4.32 标志的耐溶剂

4.32.1 元件应承受IEC 68-2-45 (1980) 试验XA并符合下列说明:

- a. 使用的溶剂: 见IEC 68-2-45的3.1.1条;
- b. 溶剂温度: $23 \pm 5^{\circ}\text{C}$;
- c. 条件: 方法1 (有摩擦);
- d. 摩擦材料: 脱脂棉;
- e. 恢复时间: 不采用。除非详细规范另有规定。

4.32.2 试验后, 标志应清晰。

4.33 安装 (仅对片状电容器)

4.33.1 片状电容器应安装在适当的基板上, 安装方法将取决于电容器的结构。基板材料通常应是1.6mm厚的环氧树脂玻璃层压印制板 (按IEC 249-2第5号规范的规定) 或0.635mm氧化铝基板, 而且它们不应影响任何试验或测量的结果。对于电气测量, 详细规范应规定所使用的材料。

基板应有适当间隔的金属化导电带, 以便安装片状电容器并提供片状电容器引出端的电气连接, 详细情况应在详细规范中规定。

对机械和电气试验用试验基板的实例, 分别在图15和图16示出。

如果采用其他的安装方法, 其方法应在详细规范中清楚地说明。

4.33.2 当详细规范规定波峰焊时, 应采用一种适当的粘合剂 (这种粘合剂的详细要求可以在详细规范中规定) 在焊接之前将元件固定在基片上。

应采用可得到重复结果的装置将粘合剂点在基片导电带之间。

用镊子将片状电容器放在粘合剂点上。粘合剂应保证不溅到导电带上, 片状电容器也不应左右移动。

将带有片状电容器的基片放到 100°C 的烘箱中加热15min, 基片在波峰焊接设备中进行焊接。

波峰焊接设备的预热温度应调整到 $80 \sim 100^{\circ}\text{C}$, 焊槽内的温度为 250°C , 焊接时间为5s。

焊接操作应再重复一次 (总共二次)。

基板应在适当的溶剂中清洗3min (见IEC 68-2-45第3.1.1条)。

4.33.3 当详细规范规定再流焊接时, 应采用下列安装程序:

a. 使用预成形的或糊状焊料。这种焊料应含有银 (至少2%) 的锡铅低共熔点焊料, 并带有按IEC 68-2-20 (1979) “试验T: 焊接” 所规定的非活性焊剂。当引出端结构含有阻止焊料溶解物的片状电容器时, 可以采用60 40或63 37的焊料来代替。

b. 接着将片状电容器跨置在试验基板的金属化导电带上, 以便使基板导电带与片状电容器连接。

c. 然后, 基板应放置在合适的加热装置 (熔融焊料, 加热板, 隧道炉等) 中或上, 装置温度应保持在 $215 \sim 260^{\circ}\text{C}$ 之间, 直到焊料熔化和再流形成一个均匀的焊接结合为止, 但是不应超过10s。

注: 1 残留焊剂应用适当的溶剂除去。所有以后的操作应避免污染。在试验箱内和在试验后的测量期间应注意保持清洁。

2 详细规范可以规定一个更严格限制的温度范围。

3 如果进行汽相焊接, 在适的温度下可以采用同样的方法。

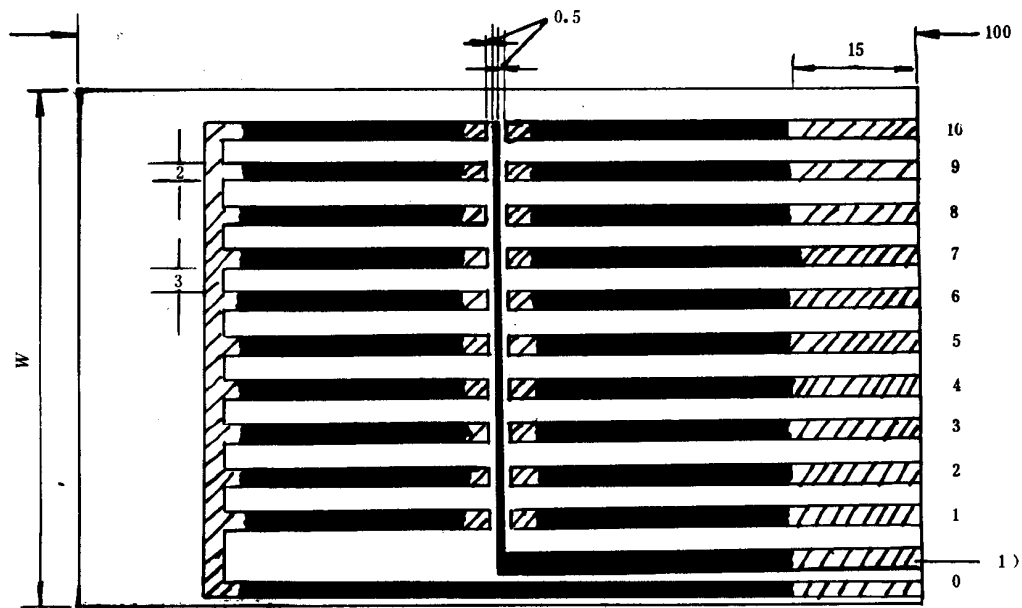


图 15 对机械和电气试验用的基片

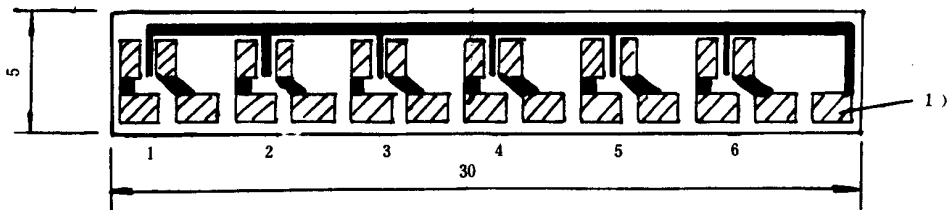




图 16 对电气试验用的基片

注：图15和图16的说明：

- ①  可焊区，
 不可焊区（用不可焊漆涂覆）。
 - ② 所有尺寸单位为mm，允许偏差：适中的。
 - ③ 材料：图15：玻璃—环氧树脂，厚度： 1.6 ± 0.1 mm，
图16：纯度为98%的氧化铝，标称厚度：0.635 mm。
 - ④ 未给出或不适用于具体元件型号的尺寸，根据被试元件的设计和尺寸应在详细规范中规定。
 - ⑤ 尺寸W是与试验设备的结构有关。
- 1) 导电带用作保护电极否则可以省略。

4.34 附着力

4.34.1 试验条件

片状电容器应按4.33条规定进行安装。

4.34.2 在加力面的中心位置应施加5 N的力，该加力面垂直于基板表面和平行于端面中心的连线。这力的方向应垂直于加力面。该力应逐渐地无冲击地施加在片状电容器本体上并保持 10 ± 1 s。

4.34.3 要求

片状电容器应在安装状态下进行外观检查，片状电容器应无可见损伤。

4.35 端面镀层的结合强度

- 4.35.1 片状电容器应按4.33条规定安装在印制板上。
- 4.35.2 片状电容器的电容量，应按4.7条和有关分规范的规定进行测量。
- 4.35.3 按照使片状电容器朝下的方式将印制板置于弯曲夹具中（见图17），然后，该板应在1mm/s的弯曲速率下弯曲1mm。
- 4.35.4 片状电容器的电容量应在基片的弯曲状态下按4.35.2条规定进行测量。电容量的变化应不超过有关规范规定的极限。
- 4.35.5 印制板应允许从弯曲状态恢复原状并从试验夹具上取下。
- 4.35.6 最后检查和要求
片状电容器应进行外观检查并无可见损伤。

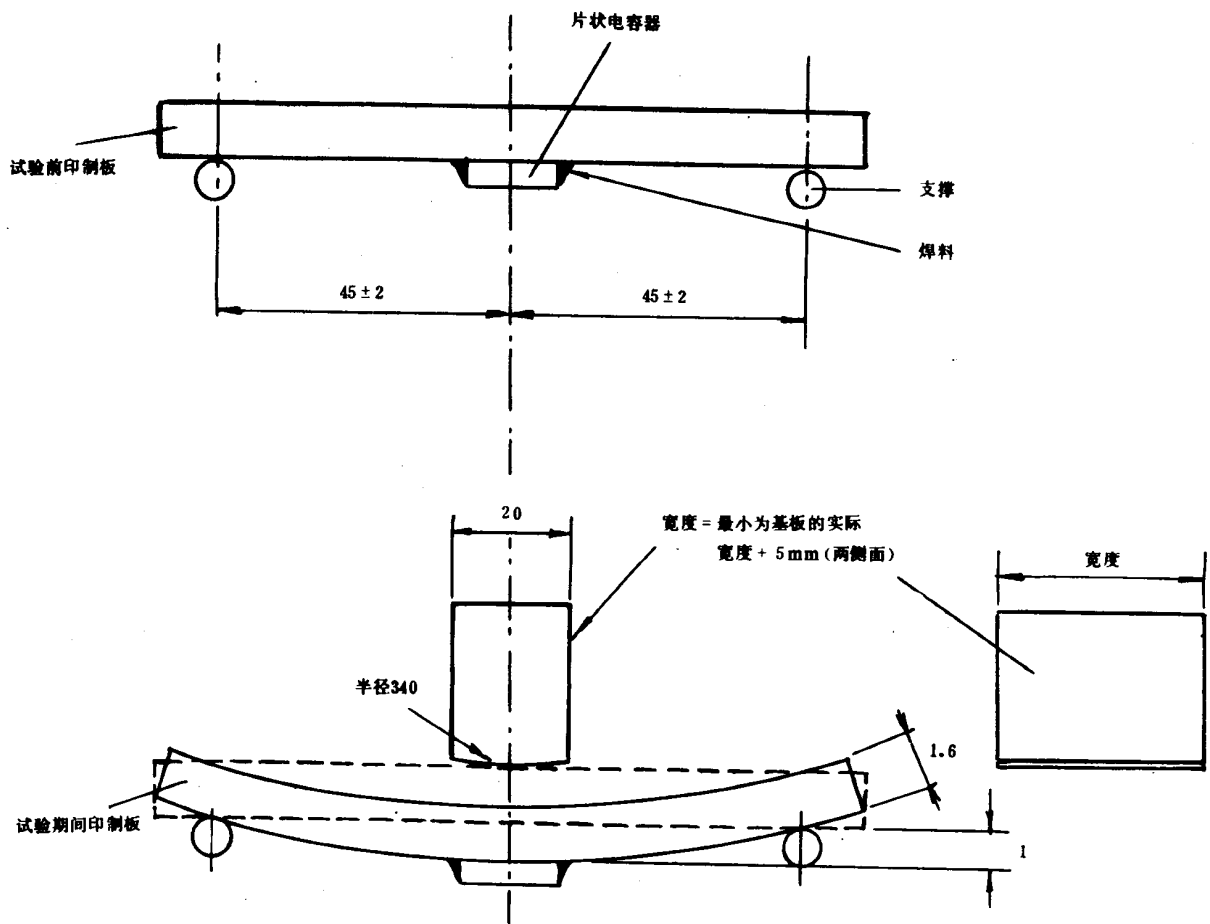


图 17 弯曲夹具

附录 A
在IEC电子元器件质量评定体系中使用
IEC 410规定的抽样方案和程序的说明
(补充件)

当使用IEC 410 (1973) 进行计数抽样检查时, 本标准采用下面指出条款和分条款的说明:

- 1 负责管理机构是执行程序规则和基本章程的国家代表机构。
- 1.5 单位产品是详细规范规定的电子元器件。
- 2 本条款只采用本条中的下述定义:
 - 一个不合格是指单位产品不符合任一规定要求。
 - 一个不合格品是指包括一个或多个不合格的单位产品。
- 3.1 一个产品不合格的程度应用百分比来表示。
- 3.3 不适用。
- 4.5 负责管理机构是起草空白详细规范(构成总规范或分规范的一部分)的单位。
- 5.4 负责管理人员是主管检查员, 他按照已批准制造者的检验部门编制的由国家监督检查机构批准的程序进行工作。
- 6.2 负责管理人员是主管检查员。
- 6.3 不适用。
- 6.4 负责管理人员是主管检查员。
- 8.1 检验开始的应总是采用正常检查。
- 8.3.3 d) 负责管理人员是主管检查员。
- 8.4 负责管理机构是国家监督检查机构。
- 9.2 负责管理机构是起草空白详细规范(构成总规范或分规范的一部分)的单位。
- 9.4 不适用(仅第四段), 负责管理人员是主管检查员(仅第五句)。
- 10.2 不适用。

附录 B
电子设备用电阻器和电容器详细规范的制定规则
(参考件)

本附录为IEC第40技术委员会制定电子设备用电阻器和电容器详细规范用一般规则供制定详细规范时参考。

B1 IEC第40技术委员会起草一个完整的电子设备用电阻器和电容器的详细规范, 如果需要的话, 只有在下述条款均满足时才能开始:

- a. 总规范已被批准;
- b. 适用的分规范已按6个月法则通过;
- c. 相关的空白详细规范已按6个月法则通过;
- d. 有证据说明, 至少有三个国家委员会正式批准, 将性能相似元件的规范作为他们自己国家的标准。

当国家委员会正式决定在该国内具体的或有效的采用某一其他国家标准的部分规定时, 则这种决定可以考虑上述要求。

B2 第40技术委员会负责编制的详细规范, 应采用的标准或优先值、额定值、特性和环境试验的严酷度等等, 这些都已相应的总规范和分规范中给出。

只有当第40技术委员会同意时,某一具体详细规范才可以不遵守本规则。

B3 在分规范和空白详细规范批准发布之前,详细规范不得采用6个月法则征求意见。

附 录 C
电容器脉冲试验的指南
(参考件)

C1 引言

GB 2693标准所包括的现有的试验方法适用于工作在主要是直流电压的电路中的电容器,但是,目前又增加了一些应用,在这些应用中外加电压是带有或不带有反极性的脉冲形式电压,这些脉冲可以是连续的、间歇的或随机出现的。

本附录说明了影响脉冲额定值的因素和可以用适当的耐久性试验来检查这些额定值的方法。脉冲的参数已确定,这些参数的不同组合能引起下述不同的失效。

类型	失效原因	试验
电解电容器	浪涌电压过度	浪涌电压
	反向电压过度	反向电压
	过热 ($I^2 R$)	脉冲或交流
金属化电容器	峰值电流	充电/放电 (间歇的)
	dV/dt	脉冲
	过热 ($I^2 R$)	脉冲或交流
其它	电离	交流
	dV/dt	脉冲
	过热 ($I^2 R$)	脉冲或交流
	峰值电压过度	浪涌
	电离	交流

C2 电容器的典型脉冲条件

下面给出的典型应用数值表,表明试验规范的要求,105或106个脉冲对应于工作时间仅为5~50s。

不可能做出一个模拟所有要求条件的电路,但很可能得到能模拟不同组别条件的电路。在目前尚不可能规定出(例如,工作五年)模拟加速试验条件的电路。

——电视机应用示例:

S——校正

典型峰值电压 25V, 50V 180V;

典型峰值电流 5~15A;

dV/dt 5V/ μ s左右;

频率 15kHz~20kHz;

无功功率 达250Var。

行调谐

典型峰值电压 达1500V;

典型峰值电流 5A;

dV/dt 180V/ μ s。

倍压电容器

典型峰值电压 10kV含有纹波的直流;

典型峰值电流 0.1A;

dV/dt 达1000V/ μ s。

——功率电子器件示例

典型峰值电压	60 ~ 100 V;
典型峰值电流	40 ~ 100 A;
dV/dt	1 ~ 20 V/ μ s;
频率	50 Hz ~ 20 kHz;
无功功率	达500 Var。

——直流—直流变换器示例

典型峰值电压	30 V;
典型峰值电流	6 A;
dV/dt	600 V/ μ s;
频率	达20 kHz。

——开关电源示例

典型峰值电压	15 ~ 400 V;
典型峰值电流	2 ~ 10 A;
频率	100 Hz ~ 40 kHz。

——激光和脉冲光源示例

典型峰值电压	1 ~ 3 kV;
典型峰值电流	1000 A;
dV/dt	500 V/ μ s 左右;
频率	1 ~ 5 kHz。

C3 脉冲试验电感的影响

推荐的脉冲试验方法，其试验电路大多是包括有反复充电和放电的电容器的电阻性的电路。这将导致一般的指数式电流和电压特性。

但是，在许多应用场合下，感应效应是很重要的并且对应用时电容器的适用性有着重要的影响。

在高的 dV/dt 值时，感应效应特别重要。当存在临界阻尼条件 ($R^2 = 4L/C$) 时，感应效应对充电和放电的曲线的形状改变较小，这对试验严酷度几乎不产生什么影响。

但是，当 $R^2 < 4L/C$ 时，则可能会出现阻尼或非阻尼振荡的过冲。于是可能导致过应力和功率消耗增加。

附加说明:

本规范由中华人民共和国机械电子工业部提出。

本规范由中华人民共和国机械电子工业部电子标准化研究所起草。