

中华人民共和国国家标准

电子设备用固定电容器

第四部分：分规范

固体和非固体电解质铝电容器

Fixed capacitors for use in electronic equipment

Part 4: Sectional specification

Aluminium electrolytic capacitors with solid and
non-solid electrolyte

(可供认证用)

UDC 621.319.4-182.2

GB 5993—86
IEC 384-4—1985
QC 300300

本标准等同采用国际标准 IEC 384-4 (1985) 《电子设备用固定电容器 第四部分：分规范 固体和非固体电解质铝电容器》。

1 总则

1.1 范围

本标准适用于固体和非固体电解质铝电容器。该电容器主要用于电子设备中的直流电路。它包括长寿命用途电容器和普通用途电容器。

对特殊用途的电容器需另外补充要求。

1.2 目的

本标准的目的是对这种类型的电容器规定优选额定值和特性，并从 GB 2693—86 (IEC 384-1) 《电子设备用固定电容器 第一部分：总规范》中选择适用的质量评定程序，各项试验和测量方法以及给出一般性能要求。

详细规范中引用本分规范规定的试验严酷度和要求应具有相同或较高的性能水平，因为较低性能水平是不允许的。

1.3 有关文件

IEC 标准：

IEC 62 (1974)：电阻器和电容器的标志符号

IEC 63 (1963)：电容器和电阻器的优选数系

补充 1 (1967)

补充 2 (1967)

IEC 68 (1978)：基本环境试验规程

IEC 384-1 (1982)：电子设备用固定电容器

第一部分：总规范

IEC 410：计数检查抽样方案和程序

QC 001001 (1981)：IEC 电子元器件质量评定体系 (IECQ) 基本章程

QC 001002 (1981)：IEC 电子元器件质量评定体系 (IECQ) 程序规则

ISO 标准：

ISO 3 (1973)：优先数—优先数系

注：上述有关文件除 IEC 68 必须采用在总规范相应试验条款中所指定的版本外，其余均采用现行版本。

1.4 详细规范中应给出的内容

详细规范应按有关的空白详细规范来制订。

详细规范中不应规定低于总规范、分规范或空白详细规范中所规定的要求。当有更严格的要求时，应在详细规范的 1.9 条中列出，并在试验一览表中注明。例如用星号标出。

注：为了方便起见，1.4.1 条的内容可用表格形式表示。每个详细规范中应规定下列内容，而且引用的值应优先从本规范相应条款中给出的值中选取。

1.4.1 外形图和尺寸

应有一幅电容器的图形作为便于识别和与其他电容器进行比较的一种辅助手段。影响互换性和安装的尺寸及其公差应在详细规范中给出。全部尺寸应以毫米为单位。

一般应给出电容器主体的长度、宽度、高度（圆柱形电容器则应给出主体直径）和引线间距，以及引出端的长度和直径。必要时，例如详细规范所包括的（电容量值/电压范围）项目较多时，其尺寸及公差应列在图下的表格中。

当外形不同于上述描述时，详细规范应给出能足以描述电容器外形的尺寸数据。当电容器不是设计用于印制线路板时，详细规范中应明确说明。

1.4.2 安装

详细规范应规定正常使用时以及在振动、碰撞（或冲击）试验中所采用的安装方法。

电容器应以其正常方式进行安装。某种电容器的设计可能在使用中需要有专用的安装件，在这种情况下，详细规范中应用图说明这种安装件。而且这种安装件在振动和碰撞（或冲击）试验中应加以采用。

1.4.3 额定值和特性

额定值和特性应符合本规范的有关条款及下列规定。

1.4.3.1 标称电容量范围

见本标准 2.2.1。

注：当按照详细规范批准的产品其标称电容量范围与详细规范的规定不同时，应加下列说明：“每一电压范围内标称电容量的有效范围在合格产品一览表中给出。”

1.4.3.2 特殊的特性

假如认为特殊特性对于充分说明元件的设计和用是必须的，那么可以把这些补充的特性列出。

1.4.3.3 焊接

详细规范应规定可焊性和耐焊接热的试验方法、严酷度和要求。

1.4.4 标志

详细规范应规定在电容器上和包装上的标志内容。

与本分规范第 1.6 条的差别应特别说明。

1.5 术语

除了 GB 2693—86 (IEC 384-1) 标准的术语和定义适用之外，下列定义同样适用。

1.5.1 电解电容器的电容量

电解电容器的电容量是按照电容和电阻的串联等效电路，以规定的频率，用近似正弦波的交流电流测得的电容量。

1.5.2 长寿命级电容器

长寿命电容器是指长期工作，特性高度稳定的电容器。由于材料经过选择和精工制造，性能得到改进以延长电容器的寿命。

1.5.3 普通级电容器

普通级电容器是指不需要具备长寿命级电容器那样高性能的电容器。

1.5.4 反向电压（仅对极性电容器）

加在与电容器极性相反的方向上的电压叫做反向电压。

1.6 标志

按 GB 2693—86 (IEC 384-1) 2.4 条和下列说明:

1.6.1 标志中给出的内容通常从下列项目中选取。每项的相对重要性按其在项目顺序中的位置来表示:

- a. 标称电容量;
- b. 额定电压 (直流电压可用符号——或——表示);
- c. 类别电压和类别温度 (仅对长寿命级电容器而言);
- d. 引出端的极性;

对组合式电容器, 各引出端的额定电容量和额定电压应以清楚的方法标明。

直接与整流器联接的多芯电容器中的那个引出端 (称为贮能引出头) 应以数字 1 或红颜色标出;

- e. 标称电容量偏差;
- f. 有关等级 (仅对长寿命级电容器)。可用缩写符号“LL”进行标注;
- g. 制造年和月 (或周);
- h. 制造厂名称或商标;
- i. 气候类别;
- j. 制造厂的型号名称;
- k. 依据的详细规范。

1.6.2 电容器上应清楚地标出 a、b、c、d、e 和 f 各项以及尽可能标出其他必要的项目。电容器上的标志应避免任何重复的内容。

1.6.3 电容器的包装应清楚地标出 1.6.1 条中列出的所有项目。

1.6.4 使用任何附加标志不应引起混淆。

2 优先额定值和特性

2.1 优先特性

详细规范中给出的值应优先从下列数值中选取。

2.1.1 优先气候类别

本规范所涉及的电容器是按国际标准 IEC 68-1 总则的规定划分气候类别的。

下限和上限类别温度以及稳态湿热试验的持续时间应从下列数值中选取:

下限类别温度: -55 、 -40 、 -25°C 和 -10°C

上限类别温度: $+70$ 、 $+85$ 、 $+100^{\circ}\text{C}$ 和 $+125^{\circ}\text{C}$

稳态湿热试验持续时间: 4、10、21 和 56 天

寒冷和干热试验的严酷度分别为下限和上限类别温度。

2.2 优先额定值

2.2.1 标称电容量 (C_R)

标称电容量的优先值是从 IEC 63 号标准中的 E3 系列和它们的十进倍数中选取。

如需其他数值, 可从 E6 系列中优先选取。

2.2.2 标称电容量偏差

标称电容量偏差的优先值为:

$-10/+10\%$	$-10/+75\%$
$-10/+30\%$	$-10/+100\%$
$-10/+50\%$	$-20/+20\%$

2.2.3 额定电压 (U_R)

直流电压额定值的优先值应从 ISO 3 号标准中的 R5 和 R10 数系中选取;

电压值小于 250V 者: 1、1.6、2.5、4、6、3V 和它们的十进倍数 (R5 数系)

电压值大于 250V 者: 250、315、350、400、450V (250、315V 和 400V 为 R10 数系, 350V 和 450V 为容许补充的数值)。

2.2.4 类别电压 (U_c)

除非在详细规范中另有规定外, 类别电压等于额定电压。

2.2.5 纹波电压

若在直流电压上叠加一交流电压, 其峰值应不超过额定直流电压, 且不超过纹波电流 (见 2.2.8 条) 及允许的反向电压 (见详细规范)。

2.2.6 反向电压

容许的反向电压在详细规范中给出。

2.2.7 浪涌电压比

对于小于或等于 315V 额定电压的电容器浪涌电压为额定电压或类别电压的 1.15 倍。

对于大于 315V 额定电压的电容器, 为额定电压或类别电压的 1.10 倍。

见 4.14 条。

2.2.8 额定纹波电流

在频率为 100Hz 或 120Hz 和类别温度下的额定纹波电流应在详细规范中给出。然而, 用于开关型电源的电容器, 其额定纹波电流应规定在相应的频率下。

注: 这个数值决定于电容器的外形尺寸和其他几个因素, 例如损耗角正切和允许温升等。

见 2.2.5 条。

3 质量评定程序

3.1 初始制造阶段

初始制造阶段为氧化层的形成。

3.2 结构类似元件

结构类似电容器是以同样的工艺和材料生产的电容器。虽然它们可能是不同的外壳号和不同的数值。

3.3 放行批证明记录

当详细规范中有规定, 并且用户要求时, 放行批证明记录应按 GB 2693—86 (IEC 384-1) 3.5.1 条要求的内容给出。在耐久性试验后, 要求变化量的参数是电容量、损耗角正切 ($\tan \delta$) 和漏电流。

3.4 鉴定批准

进行鉴定批准试验的程序已在 GB 2693—86 (IEC 384-1) 第 3.4 条中规定。

以逐批和周期试验为基础的鉴定批准试验一览表在本规范的 3.5 条中规定。采用固定样本大小一览表的程序在下述 3.4.1 和 3.4.2 条中规定。

3.4.1 以固定样本大小为基础的鉴定批准程序

抽样

固定样本大小程序已在 GB 2693—86 (IEC 384-1) 第 3.4.2b 条中说明。样品应足以代表谋求批准的电容器的范围。这个范围可以是也可以不是详细规范所包括的整个范围。

样本应由具有最低和最高电压以及这些电压中最小和最大壳号的样品组成。当额定电压范围超过 200V 时, 其中一个中间电压也应进行试验。每种这些外壳号电压组合 (值) 中应选择电容量最大的样品。因此, 对一个范围的批准就是要求对四种值或六种值进行试验。当组成的范围少于四种值时, 试验的样品数量应按四种值要求。

允许的备份样品如下:

- a. 每种值一个, 可以用来替换“0”组中允许不合格的样品。
- b. 每种值一个, 可以用来替换不属于制造原因而引起不合格的样品。

“0”组中所规定的样品是所有各试验组所用的样品, 如果不是这样, 则样品数可相应地减少。鉴定批准试验一览表中增加试验组时, 则“0”组所需的样品数应按增加的试验所要求的样品数来增加。

表 I 规定了鉴定批准试验的每组或每分组所需样本数以及允许的不合格品数。

3.4.2 试验

由一个详细规范所包括的电容器的批准, 必须通过表 I 和表 II 所规定的全部一系列试验。每项试验应按规定的顺序进行。

全部样品应经过“0”组试验, 然后再分成其他各组。在“0”组试验中发现不合格的样品不能用于其他各组。

一个电容器不能满足某一组的全部或部分试验要求时算作“一个不合格品”。

当不合格品数不超过规定的每个组或分组的允许不合格品数以及总的允许不合格品数时应给予鉴定批准。

注: 表 I 和表 II 一起构成固定样本大小试验一览表。表 I 中包括了对不同的试验或试验组的抽样和允许的不合格品数的细节, 而表 II 连同第四章中所包括的试验细节一起给出了试验条件和性能要求的完整摘要, 以及指出在详细规范中已选定的例如试验方法或试验条件。

固定样本大小试验一览表中试验条件和性能要求应与详细规范中用于质量一致性检验的规定相一致。

表 I 鉴定批准试验用抽样方案及允许不合格品数

试验组	试验项目	本规范条款号	样品数 (n) 和允许不合格品数 (pd)						
			每种值 ^③	四数值和小于四数值的试验 ^④			六数值的试验 ^⑤		
			n	4n	pd	总pd	6n	pd	总pd
0	外观检查	4.2	30	120	1	—	180	2 ^②	—
	尺寸	4.2							
	漏电流	4.3.1							
	电容量	4.3.2							
	损耗角正切	4.3.3							
	阻抗 ^⑥	4.3.4							
备份样品		2	8			12			
1A	引出端强度	4.4	3	12	1	4	18	1	6
	耐焊接热	4.5							
1B	可焊性	4.6	6	24	1		86	2 ^②	
	温度快速变化	4.7							
	振动	4.8							
	碰撞或冲击 ^⑦	4.9或4.10							
1	气候顺序	4.11	9	36	2 ^②	54	2 ^②		
2	稳态湿热	4.12	5	20	1	30	2 ^②		
3	耐久性	4.13	5	20	1	30	2 ^②		
4A	浪涌电压	4.14	2	8	1	12	1		
4B	反向电压 ^⑧	4.15	2	8		12	1		
	压力释放 ^⑨	4.16							

续表 I

试验组	试验项目	本规范条款号	样品数 (n) 和允许不合格品数 (pd)						
			每种值 ^①	四数值和小于四数值的试验 ^②			六数值的试验 ^③		
			n	4n	pd	总pd	6n	pd	总pd
5A	高温贮存	4.17	2	8	1	4	12	1	
5B	低温贮存 ^①	4.18	2	8			12	1	
6	高、低温特性 充放电 ^①	4.19 4.20	3	12	1	18	2 ^②		

注：① 如详细规范中有规定。

② 任何一种值中允许不多于一个不合格品。

③ 外壳号/电压的组合见 3.4.1。

表 I 鉴定批准试验一览表

注：① 试验的条款号和性能要求引自第四章：试验和测量程序。

② 表中：D=破坏性 ND=非破坏性

条款号和试验项目 (见注①)	D或ND	试验条件 (见注①)	样品数 (n) 和允许不合格品数 (pd)	性能要求 (见注①)
0组 4.2外观检查 4.2外形尺寸 (详细的) 4.3.1漏电流 4.3.2电容量 4.3.3损耗角正切 4.3.4阻抗 (如适用)	ND	保护电阻: _____ Ω 频率: _____ Hz 频率: _____ Hz 频率: _____ Hz	见表 I	无可见损伤、标志清晰 并按详细规范的规定 见详细规范 按4.3.3.2条 在规定的偏差范围内 按4.3.3.2条 在详细规范规定的极限内
1A组 4.4.1初始测量 4.4引出端强度 4.5耐焊接热 4.5.2最后测量	D	电容量。 外观检验。 不予干燥 试验方法 (1A或1B) 见详细规范 外观检验 电容量。	见表 I	无可见损伤 无可见损伤 标志清晰 $\frac{\Delta C}{C}$ 与4.4.1条测量值 相比小于或等于5%
1B组 4.6可焊性	D	方法见详细规范	见表 I	按适用, 湿润引出端的焊料自由流动或焊料在... ...s内流合来说明色锡良好

续表 I

条款号和试验项目 (见注①)	D或ND	试验条件 (见注①)	样品数 (n) 和允许不合格品数 (pd)	性能要求 (见注①)
4.7 温度快速变化 4.7.1 初始测量 4.7.3 最后测量		Q_A = 下限类别温度。 Q_B = 上限类别温度 五次循环 持续时间 $t_1 = \dots$ min 恢复时间: 16h 电容量 固体电解质: 外观检查 漏电流 损耗角正切 阻抗 (若需要) 非固体电解质: 外观检查		无可见损伤。 按4.3.1。 按4.3.3。 按详细规范的规定。 无电解质漏出或其他可见损伤。
4.8 振动		安装方法见详细规范 程序 B ₄ 频率范围 从 _____ Hz 至 Hz 振幅 _____ mm 或加速度 _____ m/s^2 (取严酷度较小者) 总持续时间 _____ h	见表 I	
4.8.2 最后测量		外观检查 电容量		无可见损伤。对非固体电解质电容器无电解质漏出。 标志清楚。 除详细规范另有规定外, $\frac{\Delta C}{C}$ 与4.7.1条测量值相比小于或等于5%。
4.9 碰撞 (或冲击, 见4.10条)		安装方法见详细规范 碰撞次数: ----- 加速度: $390m/s^2$ 脉冲持续时间: 6ms		
4.10 冲击 (或碰撞, 见4.9条)		安装方法见详细规范 范 加速度 _____ m/s^2		

续表 I

条款号和试验项目 (见注①)	D或ND	试验条件 (见注①)	样品数 (n) 和允许不合格品数 (pd)	性能要求 (见注①)
4.9.2或4.10.2最后测量 4.10.2		脉冲持续时间.....ms 外观检查 电容量	见表 I	无可见损伤, 对非固体电解质电容器无电解质漏出 除非详细规范另有规定外, $\frac{\Delta C}{C}$ 与4.3.2条测量值相比小于或等于5%
1组 4.11气候顺序 4.11.1干热 4.11.2循环湿热, 试验Db, 第一个循环 4.11.3寒冷 4.11.4低气压 (如果详细规范有要求) 4.11.4.3中间测量 4.11.5循环湿热, 试验Db其余循环 4.11.6密封 (如详细规范有要求) 4.11.7最后测量	D	温度: 上限类别温度 持续时间: 16h 温度: 下限类别温度 持续时间: 2h 气压: 8.5kPa (85mbar) 外观检查 方法: 外观检查 漏电流 电容量 损耗角正切	见表 I	无击穿、飞弧或外壳有害的变形 无可见损伤。非固体电解质电容器无电解质漏出 标志清晰 按4.3.1条 $\frac{\Delta C}{C}$ 与4.5.2, 4.9.2或4.10.2的测量值相比: 固体电解质电容器: 长寿命级: $\leq 5\%$ 普通级: $\leq 10\%$ 非固体电解质电容器: $\leq 10\%$ ≤ 1.2 倍4.3.3条的极限值
2组 4.12稳态湿热 4.12.1初始测量 4.12.2最后测量	D	电容量 外观检查	见表 I	无可见损伤, 非固体电解质电容器, 无电解质漏出

续表 I

条款号和试验项目 (见注①)	D或ND	试验条件 (见注①)	样品数 (n) 和允许不合格品数 (pd)	性能要求 (见注①)
		漏电流 电容量 损耗角正切 阻抗 绝缘外套的绝缘电阻 (如适用) 绝缘外套的耐电压 (如适用)	见表 I	标志清晰 按4.3.1 $\frac{\Delta C}{C}$ 与4.12.1条的测量值相比: 固体电解质电容器: 长寿命级: $\leq 5\%$ 普通级: $\leq 10\%$ 非固体电解质电容器: 长寿命级: $\leq 10\%$ 普通级: $\leq 20\%$ ≤ 1.2 倍4.3.3条极限值 ≤ 1.2 倍详细规范的极限值 $\geq 100M\Omega$ 无击穿或飞弧
3组 4.13持久性 4.13.1初始测量 4.13.3最后测量	D	持续时间: 长寿命级: 2000h 普通级: 1000h 环境温度...℃ 施加电压...V 恢复时间: 至少16h 电容量 固体电解质电容器 外观检查 漏电流 电容量 损耗角正切 阻抗 绝缘外套的绝缘电阻 (如适用) 绝缘外套的耐电压 (如适用) 非固体电解质电容器 外观检查	见表 I	无可见损伤 标志清晰 按4.3.1 $\frac{\Delta C}{C}$ 与4.13.1条测量值相比 比小于或等于10% ≤ 1.2 倍4.33条的极限值 ≤ 1.2 倍详细规范的极限值 $\geq 100M\Omega$ 无击穿或飞弧 无电解质漏出或其他可见损伤 标志清晰

续表 II

条款号和试验项目 (见注①)	D或ND	试验条件 (见注①)	样品数 (n) 和允许不合格品数 (pd)	性能要求 (见注①)								
		漏电流 电容量	见表 I	按4.3.1条 $\frac{\Delta C}{C}$ 与4.13.1条测量值相比: 长寿命级								
				<table border="1"> <thead> <tr> <th>额定电压 (V)</th> <th>$\frac{\Delta C}{C}$ (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$U_R < 6.3$</td> <td>+15至-30</td> </tr> <tr> <td>$6.3 < U_R \leq 160$</td> <td>±15</td> </tr> <tr> <td>$160 < U_R$</td> <td>±10</td> </tr> </tbody> </table>	额定电压 (V)	$\frac{\Delta C}{C}$ (%)	$U_R < 6.3$	+15至-30	$6.3 < U_R \leq 160$	±15	$160 < U_R$	±10
				额定电压 (V)	$\frac{\Delta C}{C}$ (%)							
				$U_R < 6.3$	+15至-30							
$6.3 < U_R \leq 160$	±15											
$160 < U_R$	±10											
普通级												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>额定电压 (V)</th> <th>$\frac{\Delta C}{C}$ (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$U_R < 6.3$</td> <td>+25至-40</td> </tr> <tr> <td>$6.3 < U_R \leq 160$</td> <td>±30</td> </tr> <tr> <td>$160 < U_R$</td> <td>±15</td> </tr> </tbody> </table>	额定电压 (V)	$\frac{\Delta C}{C}$ (%)	$U_R < 6.3$	+25至-40	$6.3 < U_R \leq 160$	±30	$160 < U_R$	±15				
额定电压 (V)	$\frac{\Delta C}{C}$ (%)											
$U_R < 6.3$	+25至-40											
$6.3 < U_R \leq 160$	±30											
$160 < U_R$	±15											
		损耗角正切	见表 I	长寿命级: ≤1.3倍4.3.3条规定的极限值 普通级: ≤1.5倍4.3.3条规定的极限值或≤0.4, 取较大者 长寿命级: ≤2倍详细规范规定的极限值 普通级: ≤3倍详细规范的极限值								
		阻抗		≥100MΩ								
		绝缘外套的绝缘电阻 (如适用) 绝缘外套的耐电压 (若需要)		无击穿或闪火								
4A组 4.14浪涌	D	循环次数: 1000 温度:℃ 充电电压: $U_R \leq 315V$ 者为1.15 U_R 或1.15 U_C $U_R > 315V$ 者为1.10 U_R 或1.10 U_C 充电时间: 30s 放电时间: 5min30s	见表 I									

续表 II

条款号和试验项目 (见注①)	D或ND	试验条件 (见注①)	样品数 (n) 和允许不合格品数 (pd)	性能要求 (见注①)
4.14.1 初始测量 4.14.3 最后测量		电容量 外观检查 (对非固体电解质电容器) 漏电流 电容量 损耗角正切。	见表 I	无可见损伤或电解质漏出 按4.3.1 $\frac{\Delta C}{C}$ 与4.14.1条测量值相比: 固体电解质电容器: 长寿命级: $\leq 5\%$ 普通级: $\leq 10\%$ 非固体电解质电容器: $\leq 15\%$ 按4.3.3
4B组 4.15 反向电压 (如需要) 4.15.1 初始测量 4.15.3 最后测量	D	持续时间: 125h, 在上限类别温度下 固体电解质电容器: 0.15U。直流反向电压 非固体电解质电容器: 按详细规范规定的电压。然后, 在上限类别温度下, 125h加与极性相同方向的类别电压 电容量 漏电流 电容量 损耗角正切 试验方法	见表 I	按4.3.1 $\frac{\Delta C}{C}$ 与4.15.1条测量值相比: 固体电解质: $\leq 10\%$ 非固体电解质: 见详细规范 按4.3.3 装置应打开, 无爆炸和燃烧的危险
4.16 压力释放 (如需要)				
5A组 4.17 高温贮存 4.17.1 初始测量	ND	温度: 上限类别温度 持续时间: $96 \pm 4h$ 恢复时间: 至少16h 电容量	见表 I	

续表 I

条款号和试验项目 (见注①)	D或ND	试验条件 (见注①)	样品数 (n) 和允许不合格品数 (pd)	性能要求 (见注①)
4.17.3最后测量		外观检查 漏电流 电容量 损耗角正切	见表 I	无可见损伤。非固体电解质电容器无电解质漏出 固体电解质电容器: 按4.3.1。 非固体电解质电容器: ≤2倍4.3.1条的极限值。 $\frac{\Delta C}{C}$ 与4.17.1条测量值相比: 固体电解质电容器: ≤5% 非固体电解质电容器: ≤10% 固体电解质: 按4.3.3 非固体电解质: ≤1.2倍4.3.3条极限值
5B*组 4.18低温贮存 (仅对非固体电解质电容器) 4.18.1初始测量 4.18.2最后测量	ND	持续时间: 16h或达到热稳定之后4h, (取时间短的)温度: -40℃ 恢复时间: 至少16h 电容量 外观检查 漏电流 电容量 损耗角正切	见表 I	无可见损伤, 或电解质漏出 标志清晰 按4.3.1 $\frac{\Delta C}{C}$ 与4.3.2条测量值相比小于或等于10% 按4.3.3
6组 4.19高、低温特性	D	电容器在每个温度阶段下测量 固体电解质电容器: 阶段1: 20℃ 电容量** 阻抗 (与第二阶段的频率相同) 损耗角正切** 阶段2: 下限类别温度 电容量	见表 I	作为基准值 作为基准值 $\frac{\Delta C}{C} \leq 20\%$ 与第一阶段的测量值相比

* 5B组仅适用于-25℃和-10℃的下限类别温度的电容器。
** 如适用。

续表 II

条款号和试验项目 (见注①)	D或ND	试验条件 (见注①)	样品数 (n) 和允许不合格品数 (pd)	性能要求 (见注①)										
		阻抗 损耗角正切* 阶段3: 上限类别 温度 漏电流 电容量* 损耗角正切* 非固体电解质 电容器: 阶段1: 20℃ 电容量* 损耗角正切* 阻抗 (与第二阶段 频率相同) 阶段2: 下限类别 温度 阻抗 阶段3: 上限类别 温度 漏电流 电容量* 损耗角正切*	见表 I	≤2倍与第一阶段数值的比: ≤2倍4.3.3条的极限值 125℃下 (加 U_C): ≤8倍4.3.1条的极限值 85℃下 (加 U_R) ≤10 倍4.3.1的极限值 $\frac{\Delta C}{C} \leq 20\%$ 第一阶段的测量值 ≤4.3.3条极限值 作为基准值 作为基准值 与第一阶段数值的比: <table border="1" data-bbox="1118 1283 1390 1570"> <thead> <tr> <th>额定电压 (V)</th> <th>阻抗比</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$U_R \leq 6.3$</td> <td>≤7</td> </tr> <tr> <td>$6.3 < U_R \leq 16$</td> <td>≤5</td> </tr> <tr> <td>$16 < U_R \leq 160$</td> <td>≤4</td> </tr> <tr> <td>$160 < U_R$</td> <td>≤7</td> </tr> </tbody> </table>	额定电压 (V)	阻抗比	$U_R \leq 6.3$	≤7	$6.3 < U_R \leq 16$	≤5	$16 < U_R \leq 160$	≤4	$160 < U_R$	≤7
额定电压 (V)	阻抗比													
$U_R \leq 6.3$	≤7													
$6.3 < U_R \leq 16$	≤5													
$16 < U_R \leq 160$	≤4													
$160 < U_R$	≤7													
				125℃下: ≤10倍4.3.1条的极限值 85℃下: ≤5倍4.3.1条的极限值 70℃: ≤3倍4.3.1条的极限值 见详细规范 见详细规范										

• 如适用。

续表 I

条款号和试验项目 (见注①)	D或ND	试验条件 (见注①)	样品数 (n) 和允许不合格品数 (pd)	性能要求 (见注①)
4.20 充电和放电 (如需要) 4.20.1 初始测量 4.20.3 最后测量		温度: 20℃ 循环次数: $U_R \leq 160V$: 10° $U_R > 160V$: 在考虑中 充电时间: 0.5s 放电时间: 0.5s 电容量 外观检查 电容量	见表 I	无可见损伤。非固体电解质电容器无电解质漏出 $\frac{\Delta C}{C}$ 与 4.20.1 条测量值相比 固体电解质电容器: $\leq 5\%$ 非固体电解质电容器: $\leq 10\%$

3.5 质量一致性检验

3.5.1 检验批的构成

a. A组和B组检验

这些试验应在逐批检验的基础上进行。

制造厂可按下列条款将现行生产的产品集成检验批:

(1) 检验批要由结构类似的电容器组成。(见 3.2 条)

(2a) 试验样本要能够代表该检验批所包括的各种值和尺寸一样品数

—任何一种值的样品数至少为 5 只。

(2b) 如果样本中任何一种值的数量少于 5 只, 则抽取的样本数应由制造厂和国家监督检查机构商定。

b. C组检验

这些试验应在周期检验的基础上进行。

样本要能够代表规定周期内现行生产的产品, 并分为高、中、低额定电压的代表产品。为了覆盖批准的范围, 在任何周期内均应从每个电压组中试验一个外壳号。在 n 个连续周期中, 为了覆盖整个范围, 应对在以后的周期内生产的其他外壳号和 (或) 额定电压进行试验。

3.5.2 试验一览表

质量一致性检验的逐批和周期试验一览表, 已在 IEC 384-4-1 和 IEC 384-4-2 (QC 300301 和 QC 300302) 空白详细规范第二章表 IV 中给出。

3.5.3 延期交货

根据 GB 2693—86 (IEC 384-1) 第 3.5.2 条的程序进行复验时, 可焊性和电容量应按 A 组和 B 组检验的规定进行检查。

3.5.4 评定水平

空白详细规范中规定的评定水平应优先从表 A 和 B 中选取。

表 III A

检验分组**	D*		E		F*		G*	
	IL	AQL%	IL	AQL%	IL	AQL%	IL	AQL%
A1			S-4	2.5				
A2			II	1.0				
B1			S-3	2.5				
B2			S-3	2.5				

注：IL——检查水平。

AQL——合格质量水平。

表 III B

检验分 组**	D*			E			F*			G*		
	p	n	c	p	n	c	p	n	c	p	n	c
C1A				6	9	1						
C1B				6	18	1						
C1				6	27	1						
C2				6	9	1						
C3				3	21	1						
C4A				12	6	1						
C4B				12	6							
C5A				6	12	1						
C5B				12	6	1						
C6				6	15	1						

注：p——周期（月数）；n——样本大小；c——允许不合格品数。

4 试验和测量程序

本章为GB 2693—86 (IEC 384-1) 第四章给出内容的补充。

4.1 预处理（仅对非固体电解质电容器）

试验开始前，所有电容器加额定电压进行预处理，这个电压由一低内阻的直流电压源如稳压电源供给。对额定电压小于或等于100V的电容器，通过一个大约为100Ω的电阻器，在电容器上加电压，对额定电压大于100V的电容器，通过一个大约为1000Ω的电阻器在电容器上加电压。以不超过±3%的误差在电容器两端加额定电压，保持一小时。经预处理后，电容器应通过大约1Ω/V的电阻器放电。

电容器经12~48h不加电压的贮存周期以后进行第3.4.2条的试验。在试验过程中，不再对电容器做预处理。

4.2 外观检查和尺寸检查

按GB 2693—86 (IEC 384-1) 第4.4条。

4.3 电气试验

4.3.1 漏电流

按GB 2693—86 (IEC 384-1) 和下列说明：

4.3.1.1 额定电压应施加在电容器及其保护电阻的两端。测量条件除非详细规范中另有规定，对于额定电压小于或等于100V的电容器，保护电阻约为100Ω；对于额定电压大于100V的电容器，约为1000Ω。

• 评定水平D、F、G在考虑中。

•• 各个检验分组的内容在相应的空白详细规范的第二章中规定。

4.3.1.2 要求

- a. 非固体电解质电容器，漏电流应不超过表IV给出的数值。

表 IV

CU乘积, μC (微库)	漏 电 流, μA	
	长 寿 命 级 电 容 器	普 通 级 电 容 器
≤ 1000	$0.01 CU$ 或 $1\mu\text{A}$ (取较大者)	$0.05 CU$ 或 $5\mu\text{A}$ (取较大者)
> 1000	$0.006 CU + 4\mu\text{A}$	$0.03 CU + 20\mu\text{A}$

注: C ——额定电容量, μF ; U ——额定电压, V 。

- b. 固体电解质电容器，漏电流应不超过:

长寿命级电容器: $\leq 0.1 CU$

普通级电容器: $\leq 0.15 CU$

4.3.2 电容量

按GB 2693—86 (IEC 384-1) 第4.7条和下列说明。

4.3.2.1 测量条件

测量电压: 最大为0.5V交流有效值或不超过额定纹波电流要求的较低电压。

测量电压频率应为100Hz或120Hz。

若使用不同频率测量的电容量应修正为100Hz或120Hz的数值。详细规范中应规定使用的频率。

4.3.2.2 要求

电容量应在额定偏差之内。

4.3.3 损耗角正切 ($\text{tg}\delta$)

按GB 2693—86 (IEC 384-1) 第4.8条和下列说明:

测量电压: 最大0.5V交流有效值或不超过额定纹波电流要求的较低电压。

频率100Hz或120Hz

4.3.3.2 要求

- a. $CU \leq 100000\mu\text{C}$ 的电容器，损耗角正切值应不超过表V给出的数值。

表 V

额 定 电 压	损 耗 角 正 切 ($\text{tg}\delta$)	
	固 体 电 解 质 电 容 器	非 固 体 电 解 质 电 容 器
$U_R \leq 4\text{V}$	在详细规范中规定	
$4\text{V} < U_R \leq 10\text{V}$	0.18	0.5
$10\text{V} < U_R \leq 25\text{V}$	0.16	0.35
$25\text{V} < U_R \leq 63\text{V}$	0.12	0.25
$63\text{V} < U_R$	—	0.20

- b. 对于 $CU > 100000\mu\text{C}$ 的电容器， $\text{tg}\delta$ 值可以相应的高一些。

c. 对于 CU 比 $100000\mu\text{C}$ 小得多的电容器， $\text{tg}\delta$ 值可以小一些。损耗角合适的数值在详细规范中规定。

4.3.4 阻抗

按GB 2693—86 (IEC 384-1) 第4.10条和下列说明:

4.3.4.1 初始测量

测量电压的频率应从下列频率中选择：100Hz、120Hz、1kHz、10kHz、100kHz和1MHz 并应选择可能出现阻抗值最低的那个频率。对于测量，所有频率的误差应不超过 $\pm 20\%$ 。测量频率应在详细规范中规定。

4.3.4.2 测量条件

测量用电压应尽可能低，同时加电压的时间尽可能的短，以避免电容器过热。

为了证明电压足够低，可把电压加在每个电容器样品上一分钟，在加电压时间内电容器阻抗不应有明显变化。测量误差应不超过要求值的5%或 0.02Ω （取二者较大的数值）。

4.3.4.3 下限类别温度下的测量

除非详细规范中另有规定，频率应为100Hz或120Hz。

4.3.4.4 要求

阻抗应符合详细规范的要求

4.3.5 绝缘外套的绝缘电阻（如适用）

按GB 2693—86（IEC 384-1）第4.5条和下列说明。

4.3.5.1 测量条件

把一条金属箔紧紧缠在电容器本体整个长度上，金属箔与电容器引出端之间的间隙不小于0.5mm。金属箔从两端至少各伸出5mm。电容器两端的箔不得折向电容器的端部。假如0.5mm的间隙不能保持则应缩短箔伸出的长度，使达到0.5mm的间隙。

如果适用，V形槽法可以代替上述方法。

将 $100\pm 15V$ 的直流电压加在金属箔或V形槽与电容器相连的引线上，时间至少1min或者保持到获得稳定读数的时间。在这个周期的末尾测量绝缘电阻。

4.3.5.2 要求

绝缘电阻不低于 $100M\Omega$ 。

4.3.6 绝缘外套的耐电压（如适用）

按GB 2693—86（IEC 384-1）第4.6条和下列说明：

4.3.6.1 测量要求

把一条金属箔紧紧缠在电容器本体整个长度上，金属箔与电容器引出端之间的间隙不小于1mm。金属箔从两端至少各伸出5mm。电容器两端的箔不得折向电容器的端部。假如1mm的间隙不能保持则应缩短箔伸出的长度。使达到1mm的间隙。

如果适用，V形块法可以代替上述方法。

升压速度为 $100V/s$ ，最高达到 $1000V$ 的直流电压逐渐施加于金属箔或V形槽与电容器相连的引线上。 $1000V$ 的电压施加 $1min\pm 5s$ 。

4.3.6.2 要求

试验过程中不得有击穿或飞弧现象。

4.4 引出端强度

按GB 2693—86（IEC 384-1）第4.13条和下列说明。

详细规范应规定试验方法和所采用的严酷度。

4.4.1 初始测量

电容量按4.3.2条测量。

4.5 耐焊接热

按GB 2693—86（IEC 384-1）第4.14条和下列说明。

4.5.1 条件：不预先干燥。

4.5.2 最后检查、测量和要求

电容器应进行外观检查和测量，且应符合表Ⅱ给出的要求。

4.6 可焊性

按GB 2693—86 (IEC 384-1) 第4.15条和下列说明：

焊球法的要求应在详细规范中规定。

如不使用槽焊法也不使用球焊法时，应采用烙铁法使用A号烙铁进行试验。

4.6.1 要求在表Ⅱ中给出。

4.7 温度快速变化

按GB 2693—86 (IEC 384-1) 第4.16条和下列说明：

4.7.1 初始测量

电容量应按4.3.2条进行测量。

4.7.2 条件

电容器应经受试验Na的五次循环。按照详细规范的规定，在每个极限温度下放置时间为30min或3h。恢复周期应为16h。

4.7.3 最后检查、测量和要求

电容器恢复之后应进行外观检查和测量并应符合表Ⅱ给出的要求。

4.8 振动

按GB 2693—86 (IEC 384-1) 第4.17条和下列说明：

4.8.1 试验FC应采用程序B4，并按下列严酷度中的一种在详细规范中规定：

频 率 (Hz)	振幅或加速度 (取较小的加速度)	持续时间 (h)
10~55	0.35mm或5g (49m/s ²)	3×0.5
10~55	0.75mm或10g (98m/s ²)	3×2
10~500	0.75mm或10g (98m/s ²)	3×2
10~2000	0.75mm或10g (98m/s ²)	3×2

详细规范应规定频率范围和所使用的安装方法。对于轴向引出的电容器只用引线安装，电容器本体与安装点之间的距离为6±1mm。

最后检查，测量和要求

电容器应进行外观检查和测量并应符合表Ⅱ给出的要求。

4.9 碰撞

按GB 2693—86 (IEC 384-1) 第4.18条和下列说明：

详细规范应规定采用碰撞试验还是冲击试验。

4.9.1 碰撞总次数：普通级电容器为1000次

长寿命级电容器为4000次

加速度：390m/s² (或40g)

脉冲宽度：6ms

详细规范还应规定所使用的安装方法。对于轴向引出的电容器只用引线安装，电容器本体与安装点之间的距离为6±1mm。

4.9.2 最后检查，测量和要求

电容器应进行外观检查和测量并应符合表Ⅱ给出的要求。

4.10 冲击

按GB 2693—86 (IEC 384-1) 第4.19条和下列说明。

详细规范应规定采用冲击试验还是碰撞试验。

4.10.1 详细规范应规定采用下列优先严酷度中的那一种严酷度：

脉冲波形：半正弦波

加速度峰值, m/s^2 (g)	脉冲持续时间, ms
294 (30)	18
490 (50)	11
981 (100)	6

详细规范还应规定所使用的安装方法。对于轴向引出的电容器只用引线安装, 电容器本体和安装点之间的距离为 6 ± 1 mm。

4.10.2 最后检查、测量和要求

电容器应进行外观检查和测量并应符合表 I 给出的要求。

4.11 气候顺序

按 GB 2693—86 (IEC 384-1) 第 4.21 条和下列说明。

4.11.1 干热

按 GB 2693—86 (IEC 384-1) 第 4.21 条。

4.11.2 循环湿热, 试验 Db, 第一个循环

按 GB 2693—86 (IEC 384-1) 第 4.21 条。

4.11.3 低温

按 GB 2693—86 (IEC 384-1) 第 4.21.4 条和下列说明：

4.11.4 低气压

按 GB 2693—86 (IEC 384-1) 第 4.21.5 条和下列说明：

4.11.4.1 若详细规范要求时, 试验应在 $15 \sim 35^\circ\text{C}$ 、气压 8.5kPa (85mbar) 下进行。试验持续时间为 5min 。

4.11.4.2 当达到规定的低气压和 5min 周期的最后一分钟时, 施加额定电压 U_R 。

4.11.4.3 要求

在试验期间和试验以后, 电容器应符合表 I 给出的要求。

4.11.5 循环湿热试验 Db, 其余循环

按 GB 2693—86 (IEC 384-1) 第 4.21.6 条。

4.11.6 密封 (如详细规范要求时)

按 GB 2693—86 (IEC 384-1) 第 4.20 条和下列说明。

IEC 68-2-17 (1968) 试验 Qc 应在气候顺序试验结束时进行。

4.11.6.1 详细规范应规定采用方法 1 或方法 2。

4.11.6.2 恢复

电容器从液体中取出, 甩去多余的液体然后放在标准大气条件下保持 1 至 2h。

4.11.7 最后检查、测量和要求

电容器应进行外观检查和测量并应符合表 I 给出的要求。

4.12 稳态湿热

按 GB 2693—86 (IEC 384-1) 第 4.22 条和下列说明。

4.12.1 初始测量

电容量应按 4.3.2 条进行测量。

4.12.2 最后检查、测量和要求

恢复之后，电容器应进行外观检查和测量并应符合表Ⅱ给出的要求。

4.13 耐久性

按GB 2693—86 (IEC 384-1) 第4.23条和下列说明。

4.13.1 初始测量

电容量应按4.3.2条进行测量。

4.13.2 持续时间：长寿命级电容器 2000h；

普通级电容器 1000h。

环境温度：上限类别温度

施加电压：除非在详细规范中有规定外，为类别电压。

注：当类别电压与额定电压不同时，试验样品分成两部分，一部分供额定电压和额定温度试验用，另一部分供类别电压和类别温度试验用。

当详细规范有规定时，可用频率为50、60、100或120Hz的正弦交流电压叠加在直流电压上，其峰值不超过额定直流电压，且不超过其额定纹波电流值。

a. 对固体电解质电容器，电源阻抗最大为 3Ω 。

b. 对非固体电解质电容器，直流电压由一低内阻的稳压电源供给，直流电压应通过一个分立的电阻器加到每个电容器上或多芯电容器的每个芯子上。该电阻器的阻值应这样选取；即在有一个电容器或多芯电容器的一个芯子短路时，应不影响其余的样品，但电阻值应不超过 1000Ω 。

4.13.3 最后检验、测量和要求

恢复至少16h之后，电容器进行外观检查和测量并应符合表Ⅱ给出的要求。

注：当详细规范中指明，在电容器上采用重复使用的压力释放装置时，该装置预定作用的效果（如轻微的着色或退色、轻微的湿润等等）不能认为是泄漏和（或）可见损伤。然而渗漏是不允许的。

4.14 浪涌

按GB 2693—86 (IEC 384-1) 第4.26条和下列说明：

4.14.1 初始测量

电容量按4.3.2条进行测量。

4.14.2 试验步骤

电容器应经1000次循环，每次循环由下述的充电、接着为5min50s无载周期组成。试验温度对长寿命级电容器为上限类别温度，对于普通级电容器为室温。

充电

施加电压：对于额定电压小于或等于315V者为1.15
倍的额定电压或类别电压
对于额定电压大于315V者为1.10
倍的额定电压或类别电压

见2.27条

电源内阻：按 $RC = 0.1 \pm 0.05s$ 要求。

持续时间：30s。

4.14.3 最后检查、测量和要求

恢复之后，电容器应进行外观检查和测量并应符合表Ⅱ给出的要求。

注：与4.13.3条的注同。

4.15 反向电压（如详细规范要求时）**4.15.1 初始测量**

电容量应按4.3.2条测量。

4.15.2 电容器应按a项紧接着按b项条件进行试验：

a. 试验温度：上限类别温度

施加电压：对固体电解质电容器在与极性相反的方向上施加 0.15 倍类别电压的直流电压。

对非固体电解质电容器其值应在详细规范中规定。

持续时间：125h

b. 试验温度：上限类别温度

施加电压：按极性加相等于上限类别电压的直流电压。

持续时间：125h

4.15.3 最后检查、测量和要求

恢复之后，电容器应进行外观检查和测量并应符合表Ⅱ给出的要求。

4.16 压力释放（如详细规范要求时）

除非在详细规范中另有规定，该试验采用 GB 2693—86（IEC 384-1）第4.28条中的一种试验。

4.16.1 要求

敞开压力释放装置时，应有避免爆炸或起火的措施。

4.17 高温贮存

按 GB 2693—86（IEC 384-1）第 4.25 条和下列说明。

4.17.1 初始测量

电容量应按 4.3.2 条进行测量。

4.17.2 温度：上限类别温度

持续时间：96±4h

4.17.3 最后测量和要求

恢复至少 16h 之后，电容器应进行外观检查和测量并应符合表Ⅱ给出的要求。

4.18 低温贮存（仅对非固体电解质电容器）

按 GB 2693—86（IEC 384-1）第 4.25 条和下列说明。

4.18.1 初始测量

电容量应按 4.3.2 条进行测量。

4.18.2 最后检查、测量和要求

恢复至少 16h 之后，电容器应进行外观检查和测量并应符合表Ⅱ给出的要求。

4.19 高、低温特性

按 GB 2693—86（IEC 384-1）第 4.29 条和下列说明：

4.19.1 测量和要求

电容器应进行测量并应符合表Ⅱ给出的要求

4.20 充电和放电（如详细规范要求时）

按 GB 2693—86（IEC 384-1）第 4.27 条和下列说明：

4.20.1 初始测量

电容量应按 4.3.2 条进行测量。

4.20.2 电容器在 20℃ 的环境温度下，应经受规定的循环次数，每次循环由按 a 项的充电，接着按 b 项的放电组成。

当需要增加循环周期的情况下，为了使电容器的发热量不超过允许的最大值，充电时间要保持不变，这一点应在详细规范中规定。

a. 充电

施加电压：额定直流电压

电源内阻加上外部串联电阻：按 $RC = 0.1s$ 要求

持续时间：0.5s

b. 放电

不加电压

放电电阻：按 $RC = 0.1s$ 要求。

放电持续时间：0.5s

循环次数：

对额定电压 (U_R) $\leq 160V$ 的电容器： 10^6

对额定电压 (U_R) $> 160V$ 的电容器：在考虑中

4.20.3 最后检查、测量和要求

电容器应进行外观检查和测量并应符合表Ⅱ给出的要求。

附加说明：

本标准由中华人民共和国电子工业部提出。

本标准由电子工业部标准化研究所负责起草。