

CECA

中国电子元件协会团体标准

T/CECA XXX-20XX

光伏逆变器用长使用寿命铝电解电容器

Long service life aluminium electrolytic capacitor for
photovoltaic inverter

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

2019-XX-XX 发布

2019-XX-XX 实施

中国电子元件行业协会 发布

目录

前言

引言

1 总则

1.1 范围

1.2 目的

1.3 引用文件

1.4 详细规范中应给出的内容

1.5 术语

1.6 标志

2 额定值和特性

2.1 优先特性

2.2 优先额定值

3 质量评定程序

3.1 初始制造阶段

3.2 结构类似元件

3.3 放行批证明记录

3.4 鉴定批准

3.5 质量一致性检验

4 试验和测量程序

4.1 预处理

4.2 外观检查和尺寸检查

4.3 电气试验

4.4 引出端强度

4.5 耐焊接热

4.6 可焊性

4.7 温度快速变化

4.8 振动

4.9 碰撞

4.10 冲击

4.11 气候顺序

4.12 稳态湿热

4.13 耐久性

4.14 浪涌

4.15 反向电压

4.16 压力释放

4.17 高温储存

4.18 低温储存

4.19 高、低温特性

4.20 标志耐溶剂性

前言

本标准按照 GB/T 1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则编制。

本标准的制定参考 GB/T 2693-2001《电子设备用固定电容器 第1部分：总规范》、GB/T 5993-2003《电子设备用固定电容器 第4部分：分规范 固体和非固体电解质铝电容器》、GB/T 5994-2003《电子设备用固定电容器 第4-1部分：空白详细规范 非固体电解质铝电容器 评定水平 E》的要求。

本标准由中国电子元件行业协会电容器分会提出。

本标准由中国电子元件行业协会电容器分会归口。

请注意本标准某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准起草单位：由南通江海电容器股份有限公司、湖南艾华集团股份有限公司、深圳市智胜新电子技术有限公司、阳光电源股份有限公司、华为技术有限公司。

本标准主要起草人：。

引言

本团体标准为自愿采用。提醒使用方注意，采用本团体标准时，应根据自身产品特点，确认本团体标准的适用性。

光伏逆变器用长使用寿命铝电解电容器

1 总则

1.1 范围

本标准适用于光伏逆变器用长使用寿命铝电解电容器。

1.2 目的

本标准的目的是对光伏逆变器用长使用寿命电容器规定优选额定值和特性，并从 GB/T 2693-2001 《电子设备用固定电容器 第 1 部分：总规范》中选择适用这种类型电容器的质量评定程序，各项试验和测量方法以及给出一般性能要求。引用本分规范的详细规范中规定的试验严酷度和要求应具有相同或更高的性能水平，不允许降低性能水平。

1.3 引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本标准。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

GB/T 2691 电阻器和电容器的标志代码 (idt IEC 60062)

GB/T 2693 电子设备用固定电容器 第一部分：总规范 (idt IEC 60384)

GB/T 5993 电子设备用固定电容器 第 4 部分：分规范 (idt IEC 60384)

GB/T 5994 电子设备用固定电容器 第 4-1 部分：空白详细规范

IEC 60068 环境试验

IEC 60410 计数检查抽样方案和程序

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本标准件中所规定的要求。当有更严格的要求时，应在详细规范中列出，并在试验一览表中注明。

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标准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。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。如果以英寸为单位，应同时给出毫米尺寸。

一般应给出电容器主体的直径、高度及引出端间距，以及引出端的长度、宽度、厚度。

当外形尺寸不同于上述描述时，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电路板时，详细规范中应明确说明。

本标准推荐的电容器外形图和尺寸如附录 A 图 I 及表 I。

1.4.2 安装

电容器为焊针或焊片引出式结构，其焊针或焊片可做安装固定用。

1.4.3 额定值和特性

额定值和特性应符合本标准的有关条款及下列规定。

1.4.3.1 标称电容量范围

见本标准的 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

当特殊特性对于充分说明元件的设计和应用是必须的，应补充列出这些特性。

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。与本规范 1.6 的差别应特别说明。

1.5 术语

除了 GB/T 2693-2001 标准的术语和定义适用之外，下列定义也适用。

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

长寿命级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作，性能得到改进以延长电容器的寿命。

本标准规定的光伏逆变器用铝电解电容器最长使用寿命达到 25 年。

本标准推荐的寿命计算方法见附件 E。

1.5.3 反向电压

加在与电容器极性相反方向上的电压。

1.6 标志

按 GB/T 2693-2001 中 2.4 和下列说明。

1.6.1 电容器上应清晰地标出：

- a) 标称电容量；
- b) 额定电压；
- c) 上限使用温度；
- d) 制造日期（或代号）；
- e) 制造厂商标；
- f) 型号；
- g) 极性标识；
- h) 套管材质（适用时）；

注：电容量偏差在电容器上可不标出。

1.6.2 装有电容器的包装应清晰地标出：

- a) 型号；
- b) 额定电压；
- c) 标称电容量及容量偏差；
- d) 制造日期（或代号）；
- e) 制造厂商标；
- f) 生产批次号（检验批号）；
- g) 包装数量；
- h) 客户及制造厂部品编码。

1.6.3 使用任何附加标志不应引起混淆。

2 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

本标准所涉及的电容器是按 IEC 60068-1 总则的规定划分气候类别。

下限类别温度：-40℃、-25℃；

上限类别温度：+105℃

2.2 优先额定值

本标准推荐的优先额定值见附录 B 表 II。

2.2.1 标称电容量 (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。

本规范推荐的标称电容量优先额值见附录 B 表 II。

2.2.2 标称电容量允许偏差

标称电容量偏差的优先值为： $\pm 10\%$ ， $\pm 20\%$ ， $-10\% \sim +20\%$ ， $0\% \sim 30\%$ ， $-10\% \sim +30\%$ ；

2.2.3 额定电压 (U_R)

在下限类别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大直流电压或脉冲电压的峰值。

本标准推荐的优先额定电压值见附录 B 表 II。

2.2.4 纹波电压

若在直流电压上叠加交流电压，其峰值应不超过额定直流电压，且不超过纹波电流或其等效值（见 2.2.6）及允许的反向电压。

2.2.5 浪涌电压

本规范推荐的优先额定值见附录 B 表 II。

2.2.6 额定纹波电流

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。

在频率为 100Hz 或 120Hz 和上限类别温度下的纹波电流应在详细规范中给出。

本标准推荐的优先额定纹波电流值见附录 B 表 II。

对于其他频率下或在其他温度下的纹波电流可以由纹波电流频率修正系数与温度修正系数给出，本规范推荐的修正系数见附录 C 表 III 及表 IV。

3 质量评定程序

3.1 初始制造阶段

初始制造阶段为电容器制造者对形成的阳极铝箔的评估。

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壳号和不同的数值。

3.3 放行批证明记录

用户要求时，放行批证明记录应按 GB/T 2693-2001 中 3.5.1 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/T 2693-2001 中的 3.4 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程序在下述 3.4.1 和 3.4.2 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/T 2693-2001 的 3.4.2b 中说明。样品应足以代表要求批准的电容器的范围。这个范围可以是也可以不是本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。当额定电压超过 200V

时，其中一个中间电压也应进行试验。每种这些外壳/电压组合（值）中应选择电容量最大的样品。因此，对于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。

允许的备份样品数如下：

- 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”组中所规定的样品数是所有各试验组所使用的样品数，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 1 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 1 和表 2 所规定的全部系列试验。每项试验应按规定的顺序进行。

全部样品应经过“0”组试验，然后再分配到其他各组。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和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 1 和表 2 一起构成固定样本大小试验一览表。表 1 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 1 连同第 4 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和试验条件。

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1 鉴定批准试验用抽样方案及允许不合格数

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 ^a	四数值和小于四数值的试验 ^a			六数值的试验 ^a			
			n	4n	pd	总 pd	6n	pd	总 pd	
0	外观检查	4.2	30	120	1			180	2 ^b	
	尺寸	4.2								
	漏电流	4.3.1								
	电容量	4.3.2								
	损耗角正切	4.3.3								
	备份样品数		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			36	2 ^b	
	温度快速变化	4.7								
	振动	4.8								
	碰撞或冲击	4.9和4.10								
1	气候顺序	4.11	9	36	2 ^b			54	2 ^b	
2	稳态湿热	4.12	5	20	1			30	2 ^b	
3	耐久性	4.14	5	20	1			30	2 ^b	
4A	浪涌电压	4.14	2	8	1			12	1	
4B	反向电压	4.15	2	8				12	1	
	压力释放	4.16								
5A	高温储存	4.17	2	8	1			12	1	
5B	低温储存 ^c	4.18	2	8				12	1	
6	高低温特性	4.19	3	12	1			18	2	

a 外壳号/电压的组件 3.4.1。
b 任何一种值中允许不多于一个不合格品。

表 2 鉴定批准试验一览表

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 不合格数(pd)	性能要求
0 组 4.2 外观检查 4.3 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	ND	保护电阻 约为 1000 Ω 频率: 120Hz, 20 $^{\circ}$ C 频率: 120Hz, 20 $^{\circ}$ C	见表 1	无可见损伤、标志清晰并按 详细规范的规定 见详细规范 按 4.3.1.2 条规定 在规定的偏差范围内 按 4.3.3.2 条规定
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 试验 U_{a1} 、 U_b 方法 1 外观检查 不需要预处理 试验 T_b , 方法 1A, (10s) 外观检查 电容量	见表 1	无可见损伤 无可见损伤 标志清晰 $\Delta C/C \leq 5\%$ (与 4.4.1 条测 量值相比)
1B 组 4.6 可焊性 4.7 温度快速变化 4.7.1 初始测量 4.7.3 最后测量 4.8 振动 4.8.2 最后测量 4.9 冲击 (或 4.10 碰撞) 4.9.2 最后测量	D	焊槽法 T_a 方法 1 $\theta A = -40^{\circ}\text{C}$ (160V~420V) -25°C (450V~550V) $\theta B = +105^{\circ}\text{C}$ 100 次循环 持续时间: 30min 恢复: 16h 电容量 外观检查 安装方法: 按 1.4.2 条 程序 B4 频率范围: 10Hz~55Hz 振幅: 0.75mm 总持续时间: 3 \times 2h 外观检查 电容量 安装方法: 按 1.4.2 条 碰撞次数: 4000 次 加速度: 390m/s ² 脉冲持续时间: 6ms 外观检查 电容量	见表 1	引出端有良好的镀层 焊料自由流动, 引出端润湿 无可见损伤和无电解质漏出 无可见损伤和无电解质漏出 标志清晰 $\Delta C/C \leq 5\%$ (与 4.7.1 条测量 值相比) 无可见损伤和无电解质漏出 $\Delta C/C \leq 5\%$ (与 4.3.2 条测量 值相比)

表 2 (续)

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 不合格数(pd)	性能要求
1 组 4.11 气候顺序 4.11.1 干热 4.11.2 循环湿热 试验 Db: 第一循环 4.11.3 寒冷 4.11.5 循环湿热 试验 Db, 其余循环 4.11.7 最后测量	D	温度: +105℃ 持续时间: 16h 温度: -40℃ (160V~420V) -25℃ (450V~550V) 持续时间: 2h 外观检查 漏电流 电容量 损耗角正切	见表 1	无可见损伤和电解质漏出 $\leq 4.1.3$ 条规定值 $\Delta C/C \leq 10\%$ (与 4.9.2 测量 值相比) ≤ 1.2 倍规定值
2 组 4.12 稳态湿热 4.12.1 初始测量 4.12.2 最后测量	D	温度: (40±2)℃ 湿度: (93±3)%RH 时间: (240±8) hrs 电容量 外观检查 漏电流 电容量 损耗角正切 绝缘外套的绝缘电阻	见表 1	$\Delta C/C \leq 20\%$ (与标称电容量 相比) 无可见损伤和电解质漏出, 标志清晰 ≤ 1.3 条规定值 $V > 160V$: $\Delta C/C \leq 10\%$ $V \leq 160V$: $\Delta C/C \leq 15\%$ (与 4.12.1 测量值相比) \leq 规定值 $\geq 100M\Omega$
3 组 4.13 耐久性 4.13.1 初始测量 4.13.3 最后测量	D	持续时间: 5000h 环境温度: +105℃ 恢复时间: 至少 16h 施加额定纹波电流 电容量 外观检查 漏电流 电容量 损耗角正切 绝缘外套的绝缘电阻	见表 1	$\Delta C/C \leq 20\%$ (与标称电容 量相比) 无可见损伤和无电解质漏出 ≤ 1.3 条规定值 ΔC 与 4.13.1 测量值之比 \leq 20% ≤ 2 倍规定值 $\geq 100M\Omega$

表 2 (续)

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 不合格数(pd)	性能要求
4A 组 4.14 浪涌 4.14.1 初始测量 4.14.3 最后测量	D	循环次数: 1000 次 温度: 15℃~30℃ 充电电压: 浪涌电压 充电持续时间: 30s 放电持续时间 5min 30s 恢复: 16h 电容量 外观检查 漏电流 电容量 损耗角正切	见表 1	$\Delta C/C \leq 20\%$ (与标称电容量相比) 无可见损伤和电解质漏出 ≤ 1.3 条规定值 $\Delta C/C \leq 15\%$ (与 4.14.1 条测量值相比) \leq 规定值
4B 组 4.15 反向电压 4.15.1 初始测量 4.15.3 最后测量 4.16 压力释放	D	持续时间: 1000hrs 温度: +105℃ 电压: 1.5V (反向) 电压处理 电容量 电容量 损耗角正切 试验方法: 直流法或交流法	见表 1	$\Delta C/C \leq 10\%$ (与 4.15.1 条测量值相比) \leq 规定值 装置应打开, 无爆炸和燃烧
5A 组 4.17 高温贮存 4.17.1 初始测量 4.17.3 最后测量	ND	温度: +105℃ 持续时间: 1000h \pm 12h 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 判定有疑义时, 进行电压处理	见表 1	无可见损伤和电解质漏出, ≤ 2 倍的规定值 $\Delta C/C \leq 20\%$ (与 4.17.1 值比) ≤ 2 倍规定值
5B 组 4.18 低温贮存 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, (取时间较短者) 温度: -40℃ (160V~420V) -25℃ (450V~550V) 恢复: 24~48h 电容量 外观检查 漏电流 电容量 损耗角正切	见表 1	无可见损伤和电解质漏出, \leq 规定值 $\Delta C/C \leq 10\%$ (与 4.18.1 值比) \leq 规定值

表 2 (续)

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 不合格数(pd)	性能要求														
6 组 4.19 高、低温特性	D	电容器在每个温度阶段下测量 阶段 1: +20℃ 阻抗: 120Hz 阶段 2: -40℃ (160V~420V) -25℃ (450V~550V) 阻抗: 120Hz 阶段 3: +105℃ 漏电流	见表 1	做基准值 相对于阶段 1 数值的比率: <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">额定电 压 (V)</th> <th colspan="2">阻抗比</th> </tr> <tr> <th>Z_{-25}/Z_{+20}</th> <th>Z_{-40}/Z_{+20}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>160~ 250</td> <td>4</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>315~ 420</td> <td>7</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>450~ 550</td> <td>10</td> <td>--</td> </tr> </tbody> </table> ≤5 倍规定值	额定电 压 (V)	阻抗比		Z_{-25}/Z_{+20}	Z_{-40}/Z_{+20}	160~ 250	4	8	315~ 420	7	12	450~ 550	10	--
额定电 压 (V)	阻抗比																	
	Z_{-25}/Z_{+20}	Z_{-40}/Z_{+20}																
160~ 250	4	8																
315~ 420	7	12																
450~ 550	10	--																
<p>注 1: 表中试验的条款号和特性要求引自第四章 试验和测量程序。</p> <p>注 2: 表中 D=破坏性 ND=非破坏性。</p> <p>注 3: 规范中指明在电容器上采用压力释放装置时, 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)不能认为是泄露和(或)可见损伤。然而渗漏是不允许的。</p> <p>注 4: 表中 ΔC 为电容量变化量的绝对值。</p> <p>注 5: 电压处理即给电容器串接 1kΩ 电阻, 以适当的电流徐徐加上电压至额定值, 保持 30min~60min, 再以相当于 1Ω/V 的电阻放电; 放电完毕后放置 24h~48h。</p>																		

3.5 质量一致性检验

3.5.1 检验批的构成

3.5.1.1 A 组和 B 组检验

a) A 组和 B 组检验

这些试验应在逐批检验的基础上进行。

制造商可按下列规定将现行生产的产品集成检验批:

1) 检验批应由结构类似的电容器组成(见 3.2)。

(2a) 试验样本应能够代表检验批所包括的各种值和尺寸:

- 样品数;
- 任何一种值的样品数至少为 5 只。

(2b) 如果样品中任何一种规格的数量少于 5 只时, 则抽样的基数应由制造商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, 并分为中、高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壳号。在此之后的连续周期中, 为了覆盖整个范围, 应对在以后的周期内生产的其他外壳和(或)额定电压时行试验。

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在表 3 和表 4 中给出。

3.5.3 延期交货

当按照 GB/T 2693-2001 中的 3.5.2 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

规范中规定的评定水平为 E，并按表 3 和表 4 执行。

表 3 逐批试验一览表（评定水平 E）

检验分组	条款号和试验项目		评定水平 E	
			IL	AQL/%
A1	4.2	外观检查和尺寸检查	S-4	2.5
A2	4.3.1	漏电流	II	1.0
	4.3.2	电容量		
	4.3.3	损耗角正切($\tan \delta$)		
B1	4.6	可焊性	S-3	2.5
	4.17	高温储存		
B2	4.19	高低温特性	S-3	2.5

注 1: IL--检查水平。
注 2: AQL--合格质量水平。

表 4 周期试验一览表（评定水平 E）

检验分组	条款号和试验项目		周期(按月计)	样本大小	允许不合格品数
			p	n	c^b
C1A	4.2	外形尺寸（详细的）	6	9	1
	4.4	引出端强度			
	4.5	耐焊接热			
C1B	4.20	标志耐溶剂	6	18	1
	4.7	温度快速变化			
	4.8	振动			
	4.9	冲击或碰撞			
	或 4.10	（如果详细规范有要求）			
C1	4.11	气候顺序	6	27	1
C2	4.12	稳态湿热	6	9	1
C3	4.13	耐久性	3	22	1
C4A	4.17	高温贮存	12	6	1
	4.14	浪涌电压			
C4B	4.15	反向电压	12	6	1
	4.16	压力释放			
C5A	4.17	高温贮存	6	12	1
C5B	4.18	低温贮存	12	6	1
C6	4.19	高、低温特性	6	15	1

a 检验分组的内容在规范的第 4 章中描述。
b 允许不合格品数作为验收标准。

4 试验和测量程序

本章补充 GB/T 2693-2001 第 4 章中给出内容的补充。

4.1 预处理（如有要求）

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电流电压源如稳压电源供给。通过一个大约为 1000 Ω 的电阻，在电容器上加电压。以不超过 $\pm 3\%$ 的误差在电容器两端加额定电压，保持 1h。经预处理后，电容器应通过大约 1 Ω/V 的电阻放电。

电容器经 12~48h 不加压的贮存周期以后进行 3.4.2 的试验。在试验过程中，不再对电容器做进一步预处理。

4.2 外观检查和尺寸检查

按 GB/T 2693-2001 中 4.4。

4.3 电气试验

4.3.1 漏电流

按 GB/T 2693-2001 中 4.9 和下列说明。

4.3.1.1 测量条件

额定电压应施加在电容器及其保护电阻的两端。保护电阻应约为 1000 Ω 。

4.3.1.2 要求

推荐的漏电流初始规定极限值，20℃ 5 分钟测试应不超过 $0.01C_r U_R$ 或 1500 μA （取小者）。

4.3.2 电容量

按 GB/T 2693-2001 的 4.7 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。

测试电压的频率应为 100Hz 或 120Hz。

测试频率：100Hz 或 120Hz。

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 ($\tan \delta$)

按 GB/T 2693-2001 的 4.8 和下列说明。

4.3.3.1 测量条件

测试电压：最大 0.5V 交流有效值。

频率：100Hz 或 120Hz。

4.3.3.2 要求

损耗角正切应符合详细规范的要求。

推荐的损耗角正切 ($\tan \delta$) (20℃, 120Hz)：见附录 D 表 V；

4.3.4 阻抗

按 GB/T 2693-2001 的 4.10 和下列说明。

4.3.4.1 初始测量

频率：120Hz。

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，以避免电容器发热。

4.3.4.3 下限类别温度下的测量

频率：120Hz

4.3.4.4 要求

阻抗比应符合标准中的要求。

4.3.5 绝缘外套的绝缘电阻

按 GB/T 2693-2001 中 4.5 和下列说明。

4.3.5.1 测量条件

把一条金属箔紧紧缠绕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。

将 $100V \pm 15V$ 的直流电压施加在金属箔与电容器连接的引线上，时间至少 1min 或者保持到获得稳定读数的时间。在这个周期结束时测量绝缘电阻。

4.3.5.2 要求

绝缘电阻不低于 $100M\Omega$ 。

4.4 引出端强度

按 GB/T 2693-2001 的 4.13 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 测量。

4.5 耐焊接热

按 GB/T 2693-2001 的 4.14 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 2 给出的要求。

4.6 可焊性

按 GB/T 2693-2001 的 4.15 和下列说明：

4.6.1 试验条件

除非详细规范另有规定，试验条件应如下：

焊锡槽温度： $235\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$

浸入时间： $2\text{s} \pm 0.5\text{s}$

4.6.2 最后检查

引出端有良好的镀层焊料自由流动，引出端润。

4.7 温度快速变化

4.7.1 初始测量

电容量按 4.3.2 进行测量。

4.7.2 条件

电容器应经受试验 Na 的 100 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 2 给出的要求。

4.8 振动

按 GB/T 2693-2001 的 4.17 和下列规定：

4.8.1 试验条件

电容器应经受下列严酷度的正弦振动：

频率： $10\text{Hz} \sim 55\text{Hz}$

振幅： 0.75mm

持续时间： 6h (X、Y、Z 三个方向各 2 h)

详细规范应规定安装方法。

4.9 碰撞

按 GB/T 2693-2001 中 4.18 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 4000 次。

加速度： 390m/s^2 (或 40g)。

脉冲宽度：6ms。

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应符合表 2 给出的要求。

4.10 冲击

按 GB/T 2693-2001 的 4.19 和下列规定：

详细规范应规定采用冲击试验还是碰撞试验。

4.10.1 试验条件

电容器应经受以下严酷度的半正弦波冲击脉冲：

加速度峰值： 490m/s^2 (50g)

相应的脉冲持续时间：11ms

详细规范应规定安装方法。

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 2 给出的要求。

4.11 气候顺序

按 GB/T 2693-2001 的 4.21 和下列说明。

4.11.1 初始测量

电容量按 4.3.2 测量。

4.11.2 干热

按 GB/T 2693-2001 的 4.21.2。

4.11.3 循环湿热试验 Db, 第一个循环

按 GB/T 2693-2001 的 4.21.3。

4.11.4 寒冷

按 GB/T 2693-2001 的 4.21.4。

4.11.5 循环湿热试验 Db, 其余循环

按 GB/T 2693-2001 的 4.21.6。

4.11.6 恢复

如果电容器已经在液体中浸渍后，甩掉多余的液体，然后在标准大气条件下 1h 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 2 给出的要求。

4.12 稳态湿热

按 GB/T 2693-2001 的 4.22 和下列说明。

4.12.1 初始测量

电容量按 4.3.2 测量。

4.12.2 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 2 给出的要求。

4.13 耐久性

按 GB/T 2693-2001 的 4.23 和下列规定：

4.13.1 初始测量

电容量按 4.3.2 测量。

4.13.2 试验条件

电容器应经受下列严酷度的耐久性：

持续时间：5000 h

温度：105℃

采用频率为 50Hz 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，且不超过额定纹波电流值。

4.13.3 最后检查，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 2 给出的要求。

4.14 浪涌

按 GB/T 2693-2001 的 4.26 和下列说明。

4.14.1 初始测量

电容量按 4.3.2 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 5min30s 无载周期组成，放电时应将电容器断开并允许间断放电。

串联一个 1000 Ω 的保护电阻，施加浪涌电压，持续时间 30s。

试验温度：15~35℃。

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 2 给出的要求。

4.15 反向电压

4.15.1 初始测量

电容量按 4.3.2 测量。

4.15.2 试验步骤

电容器应经受以下严酷度条件

温度：105℃

施加电压：1.5V

持续时间：1000 h

4.15.3 最后检查，测量和要求

恢复后，电容器应进行外观检查和测量并应符合表 2 给出的要求。

4.16 压力释放

采用 GB/T-2693-2001 中 4.28 的一种试验。

4.16.1 要求

敞开压力释放装置时，应由避免爆炸或起火的措施。

4.17 高温贮存

按 GB/T 2693-2001 的 4.25 和下列说明。

4.17.1 初始测量

电容量按 4.3.2 测量。

4.17.2 试验条件

电容器应经受下列严酷度的高温贮存：

温度：105℃

持续时间：1000h

4.17.3 最后检查，测量和要求

在恢复至少 16h 后，电容器应进行外观检查和测量并应符合表 2 给出的要求。

4.18 低温贮存

按 GB/T 2693-2001 中 4.25 和下列说明。

4.18.1 初始测量

电容量应按 4.3.2 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 2 给出的要求。

4.19 高、低温特性

按 GB/T 2693-2001 的 4.29 和下列说明。

4.19.1 测量和要求

电容器应进行外观检查和测量并应符合表 2 给出的要求。

4.20 标志耐溶剂性

4.20.1 按 GB/T 2693-2001 的 4.32 和以下说明：

- a) 试验溶剂：异丙醇
- b) 溶剂温度：23℃±5℃
- c) 条件：来回摩擦 5 次
- d) 摩擦材料：脱脂棉

4.20.2 试验后，标志应清晰。

附录 A 推荐的产品外形图和尺寸

推荐的产品外形图和尺寸如图 1 所示。

单位为毫米

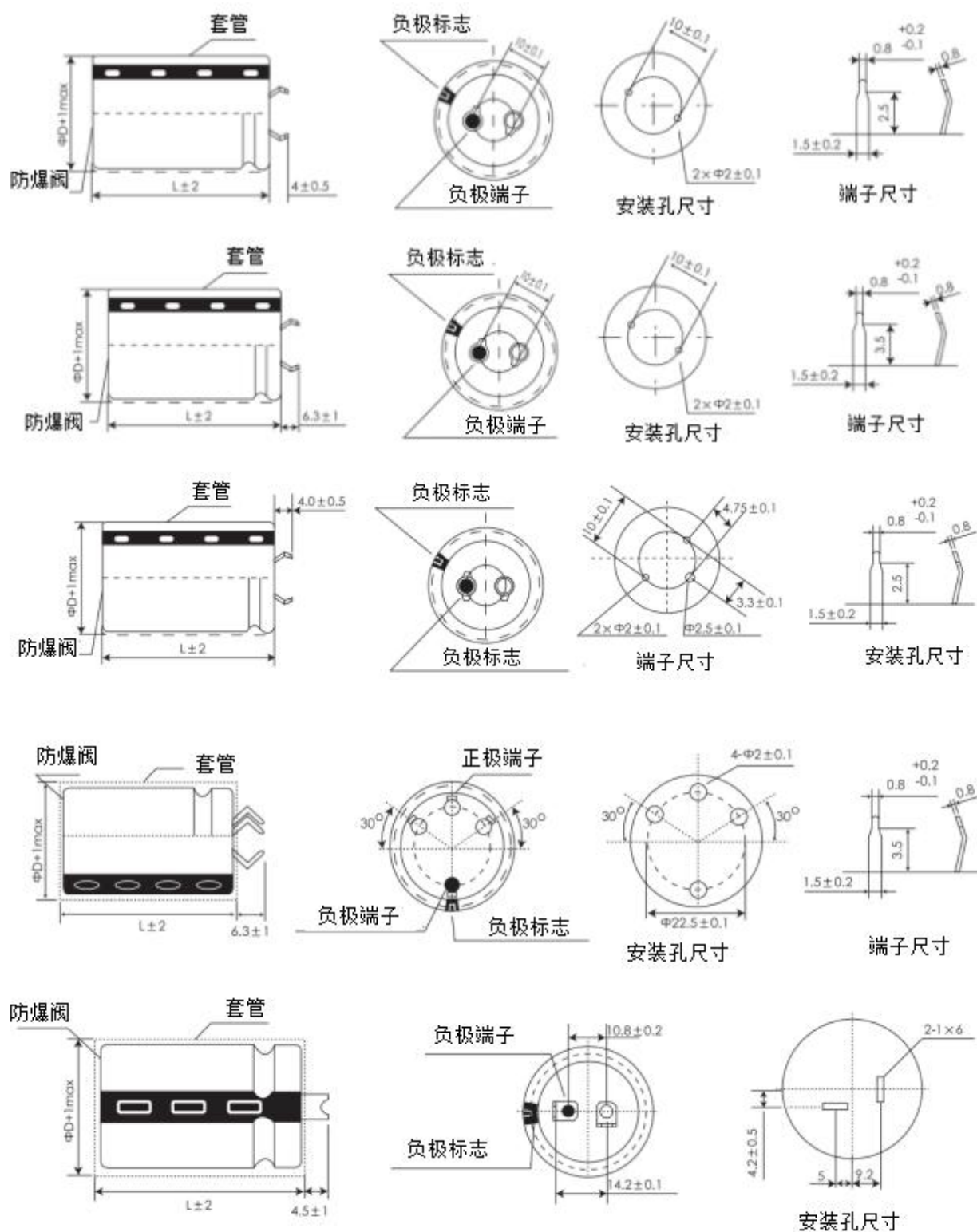


图 1

电容器尺寸及允许偏差见表 I。

表 I 尺寸及允许偏差

单位为毫米

D+1Max	22						25					
L+2Max	25	30	35	40	45	50	25	30	35	40	45	50

表 I (续)

单位为毫米

D+1Max	30							35						
L+2Max	2 5	30	35	40	45	50	60	25	30	35	40	45	50	60

表 I (续)

单位为毫米

D+1Max	40							45					
L+2Max	50	55	60	65	70	75	80	55	60	65	70	80	

附录 B

表 II 外形尺寸及标称电容量、额定电压、浪涌电压和额定纹波电流

额定电压 U_R (V)	浪涌电压 U_S (V)	标称电容量 C_R (μ F)	额定纹波电流 (A) 105°C, 120Hz	外形尺寸 D×L (mm)
160	200	470	1.5	22x25
		560	1.7	22x30
		680	1.9	22x30
			1.8	25x25
		820	2.1	22x35
			2.1	25x30
		1000	2.4	22x40
			2.4	25x35
			2.5	30x25
		1200	2.8	25x40
			2.8	30x30
			2.8	35x25
		1500	3.1	25x45
			3.1	25x50
			3.2	30x35
		1800	3.6	25x50
			3.6	30x40
			3.5	35x30
		2200	3.7	30x45
			3.8	30x50
3.9	35x45			
2700	4.0	35x50		
	4.6	35x40		
	4.8	35x45		
3300	5.4	35x50		
	390	1.3	22x25	
	470	1.5	22x30	
200	250	560	1.7	22x35
		680	1.6	25x25
			1.9	22x40
		820	1.9	25x30
			1.8	30x25
		1000	2.2	30x25
			2.2	22x45
			2.2	25x35
		1200	2.5	25x40
			2.5	25x40
			2.5	30x30
		1500	2.6	35x25
			2.7	35x30
			2.7	35x30
		1800	2.7	25x45
			2.8	25x45
			2.8	30x35
		2200	3.0	30x35
			3.0	35x30
			3.3	30x40
2700	3.3	30x40		
	3.3	30x45		
	3.4	35x35		
3300	3.7	30x50		
	3.7	30x50		
	3.8	35x40		
3900	3.8	35x40		
	3.8	35x45		
	4.3	35x45		
4700	4.5	35x50		
	4.5	35x50		
	4.9	35x50		

表 II 外形尺寸及标称电容量、额定电压、浪涌电压和额定纹波电流 (续)

额定电压 U_R (V)	浪涌电压 U_S (V)	标称电容量 C_R (μF)	额定纹波电流 (A) 105 $^{\circ}C$, 120Hz	外形尺寸 $D \times L$ (mm)
250	300	270	1.1	22x25
		330	1.3	22x30
		390	1.4	22x35
			1.4	25x25
		470	1.6	22x40
			1.6	25x30
		560	1.8	22x45
			1.8	25x35
			1.8	30x25
		680	2.0	25x40
			2.1	30x30
			2.2	35x25
			2.3	25x45
		820	2.4	30x35
			2.5	35x30
2.7	30x40			
1000	3.0	30x45		
	3.0	35x35		
	3.2	35x40		
	3.6	35x45		
1800	4.0	35x50		
	180	1.0	22x25	
315	365	220	1.1	22x30
		270	1.2	22x35
		330	1.2	25x30
			1.4	22x40
		390	1.6	22x45
			1.6	22x50
			1.6	25x35
		470	1.8	25x40
			1.8	30x30
			1.8	35x25
			2.0	25x50
		560	1.9	30x35
			2.0	35x30
			2.2	30x40
		680	2.3	30x45
			2.2	35x35
			2.5	30x50
		820	2.6	35x40
			2.9	30x50
			2.9	35x45
1000	3.0	35x50		
	3.3	35x50		
	3.5	35x55		
	0.7	22x25		
350	400	150	0.8	22x30
		180	0.9	22x35
			0.9	25x25
		220	1.0	22x40
			1.0	25x30
			1.0	30x25
		270	1.3	22x45
			1.3	22x50
			1.3	25x35
			1.3	30x30
		330	1.4	22x50
			1.4	25x40
			1.4	30x30
		390	1.5	25x40
			1.6	25x45
1.6	30x35			

表II 外形尺寸及标称电容量、额定电压、浪涌电压和额定纹波电流(续)

额定电压 U_R (V)	浪涌电压 U_S (V)	标称电容量 C_R (μF)	额定纹波电流 (A) 105°C, 120Hz	外形尺寸 D×L (mm)
350	400	470	1.8	25x45
			1.8	30x35
		560	1.8	35x35
			2.0	30x45
		680	2.0	35x35
			2.4	30x50
		820	2.4	35x40
			2.6	35x45
2.7	35x50			
1000	2.8	35x50		
400	450	150	0.9	22x30
			0.9	25x25
		180	1.0	22x35
			1.0	25x25
		220	1.1	22x40
			1.1	25x30
			1.2	30x25
		270	1.3	22x50
			1.3	25x35
			1.3	30x30
		330	1.5	25x40
			1.4	30x30
			1.5	35x25
		390	1.6	25x45
			1.6	30x35
			1.7	35x30
		470	1.8	30x45
			1.9	35x35
560	2.1	30x50		
680	2.1	35x40		
820	2.4	35x45		
1000	2.7	35x50		
1200	3.2	35x60		
420	470	100	3.7	35x70
		100	0.7	22x25
		120	0.8	22x30
			0.8	25x25
		150	0.9	22x35
			1.0	22x40
		180	1.0	25x30
			1.1	30x25
		220	1.2	22x45
			1.2	22x50
			1.2	25x35
			1.2	30x30
		270	1.3	25x40
			1.3	30x30
			1.4	35x25
		330	1.5	25x50
			1.5	30x35
			1.6	35x30
		390	1.7	30x40
			1.7	35x30
1.7	35x35			
470	1.9	30x50		
	2.0	35x40		
560	2.2	35x40		
680	2.5	35x50		
820	3.0	35x55		
1000	3.4	35x65		
1200	3.8	35x75		

表 II 外形尺寸及标称电容量、额定电压、浪涌电压和额定纹波电流 (续)

额定电压 U_R (V)	浪涌电压 U_S (V)	标称电容量 C_R (μF)	额定纹波电流 (A) 105°C, 120Hz	外形尺寸 D×L (mm)
450	500	100	0.7	22x30
			0.8	22x30
		120	0.8	22x35
			0.8	25x25
		150	0.9	22x40
			0.9	25x30
		180	1.1	22x45
			1.1	25x35
		220	1.1	30x25
			1.2	22x50
			1.2	25x40
		270	1.2	30x30
			1.3	25x45
			1.3	30x35
		330	1.4	35x30
			1.5	30x40
			1.7	30x45
		390	1.7	35x35
			1.8	35x40
			2.0	30x50
470	2.0	35x40		
	2.0	35x45		
	2.2	35x50		
560	2.6	35x55		
680	2.7	35x60		
820	3.0	35x65		
1000	3.4	35x75		
	3.4	40x65		
1200	3.7	40x75		
500	550	100	0.8	25x30
		120	0.9	25x35
			0.9	30x30
		150	1.0	30x30
		180	1.2	30x35
			1.3	25x50
		220	1.3	30x40
			1.2	35x35
		270	1.5	30x50
			1.5	35x40
		330	1.6	35x45
		390	1.8	35x50
		470	2.0	35x55
			2.0	35x60
		560	2.2	35x65
			2.2	40x50
		680	2.4	35x70
2.4	40x60			
820	2.6	40x70		
1000	2.8	45x70		
1200	3.2	45x80		
550	600	270	1.3	35x45
			1.4	35x50
		330	1.5	35x55
			1.6	35x60
		390	1.9	35x60
			1.9	35x70
		470	1.8	40x65
			2.0	35x80
560	2.0	40x70		
	2.3	40x80		
680	2.3	45x70		

附录 C 推荐的纹波电流频率修正系数及温度修正系数

表 III 纹波电流频率修正系数

电压 (V)	频率 (Hz)					
	50/60	120	300	1k	10k	$\geq 50k$
160~250	0.80	1.00	1.17	1.32	1.45	1.50
315~550	0.80	1.00	1.16	1.30	1.41	1.43

表 IV 纹波电流温度修正系数

温度 (°C)	+40	+55	+70	+85	+105
系数	3.0	2.8	2.5	2.0	1.0

附录 D 推荐的损耗角正切

表 V 损耗角正切

工作电压 (V)	160~420	450~550
损耗角正切	≤ 0.15	≤ 0.20

附录 E 推荐的铝电解电容器使用寿命计算公式

铝电解电容器使用寿命计算方法有两种，一种可以通过纹波电流进行计算，其计算方法如公式（1）所示。另外一种是通过测定工作时铝电解电容器的中心温度进行计算，其计算方法如公式（2）所示。

$$L_x = L_0 \times 2^{\frac{T_0 - T_a}{10}} \times 2^{\left[1 - \left(\frac{I}{I_0}\right)^2\right] \times \frac{\Delta T_0}{10}} \times \left(\frac{U_R}{U_W}\right)^{2.5} \dots\dots\dots \text{公式 (1)}$$

其中： L_x ：期望的实际使用寿命

L_0 ：铝电解电容器在额定条件下的寿命

T_0 ：额定上限温度，对于本标准规定的电容器 $\Delta T_0 = 5^\circ\text{C}$

T_a ：铝电解电容器实际工作时的环境温度

I_0 ：额定纹波电流

I ：流过铝电解电容器的实际纹波电流（与 I_0 频率应相同）

U_R ：额定电压

U_w ：施加在铝电解电容器两端的实际工作电压，当实际工作电压 ≤ 0.6 倍的额定电压时， U_w 取 0.6 倍的额定电压。

$$L_x = L_0 \times 2^{\frac{110 - T_h}{10}} \times \left(\frac{U_R}{U_W}\right)^{2.5} \dots\dots\dots \text{公式 (2)}$$

其中： L_x ：期望的实际使用寿命

L_0 ：铝电解电容器在额定条件下的寿命

T_h ：铝电解电容器实际工作时的中心温度

U_R ：额定电压

U_w ：施加在铝电解电容器两端的实际工作电压，当实际工作电压 ≤ 0.6 倍的额定电压时， U_w 取 0.6 倍的额定电压。