

# 团 体 标 准

T/CECA XXXX—2025

## 表面安装多层陶瓷电容器（MLCC）电性能 老化测试 第1部分：直流老化（DC-Aging） 测试

Electrical performance aging test for fixed surface mount multi-layer ceramic capacitors (MLCC) Part 1: DC-Aging test

（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。

2025 - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国电子元件行业协会 发布



## 目 次

前 言 .....	II
引 言 .....	III
1 范围 .....	4
2 规范性引用文件 .....	4
3 术语和定义 .....	4
4 测试原理 .....	4
5 一般要求 .....	4
5.1 测量和试验的标准大气条件 .....	4
5.2 仲裁测量和试验用标准大气条件 .....	5
5.3 设备和设备允许偏差 .....	5
5.4 仪器和仪表 .....	5
6 样品 .....	5
6.1 通则 .....	5
6.2 样品预处理 .....	5
7 试验程序 .....	6
7.1 试验准备 .....	6
7.2 试验程序 .....	6
8 测试报告 .....	8
8.1 基本信息 .....	8
8.2 测试结果 .....	8
附 录 A （资料性） DC-Aging 测试报告格式 .....	9
参 考 文 献 .....	10

## 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件是T/CECA XXX《表面安装多层陶瓷电容器(MLCC)电性能老化测试》的第1部分。T/CECA XXX已经发布了以下部分：

——第1部分：直流老化（DC-Aging）测试；

——第2部分：长周期高温绝缘电阻（Hot IR）测试；

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国电子元件行业协会电容器分会提出。

本文件由中国电子元件行业协会电容器分会归口。

本文件起草单位：广东风华高新科技股份有限公司、潮州三环(集团)股份有限公司、广东微容电子科技有限公司、大连达利凯普科技股份公司、福建火炬电子科技股份有限公司、深圳市宇阳科技发展有限公司、武汉佰力博科技有限公司、成都宏科电子科技有限公司、北京元六鸿远电子科技股份有限公司、杭州灵通电子有限公司、华为技术有限公司、广东高端元器件创新科技有限公司

本文件主要起草人：

## 引 言

片式多层陶瓷电容器（以下简称MLCC）作为电子设备中的关键组件，市场对于高容量、高可靠性MLCC的需求量逐渐提升，其性能和质量直接影响到整个电子系统的稳定性和效率，尤其是有高可靠要求的产品，对于产品长时间处于特定偏置电压、温度等特殊条件下工作的稳定性日益严苛。

本文件中的直流老化测试主要用于评估MLCC在直流电压偏置下的性能变化，以及长期在直流电压作用下的稳定性变化趋势。本文件的制定有助于MLCC直流老化性能测试技术的规范化与标准化，推动该类产品及其陶瓷粉体的开发与应用。

《表面安装多层陶瓷电容器（MLCC）电性能老化测试》旨在建立MLCC电性能老化测试的统一评价体系，指导产品研发与质量控制，提升电子元器件在严苛工况下的可靠性保障能力，拟由以下部分组成：

——第1部分：直流老化（DC-Aging）测试。目的在于评估MLCC在直流电压偏置下容值的老化情况。

——第2部分：长周期高温绝缘电阻（IR）测试。目的在于评估MLCC在高温高电压的严苛情况下，产品的绝缘性能变化情况，

本文件供各成员单位自愿采用，提请各使用单位注意，采用本文件时，请根据各自产品特点，确认本文件的适用性。

# 表面安装多层陶瓷电容器（MLCC）电性能老化测试 第1部分：直流老化（DC-Aging）测试

## 1 范围

本文件描述了多层陶瓷电容器（MLCC）直流老化测试（以下简称DC-Aging测试）的测试原理，规定了样品的测试步骤。

本文件适用于电子设备中表面安装用无包封的1类和2类多层瓷介固定电容器，这些电容器有金属连接片或焊接带，并主要用于印制电路板或在混合电路上直接安装。

本文件中所规范的测试方法适用于最高额定电压不大于160V的MLCC产品。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 2421-2020 环境试验概述和指南

GB/T 6346.1-2024 电子设备用固定电容器 第1部分：总规范

GB/T 21041-2007 电子设备用固定电容器 第21部分：分规范 表面安装用1类多层瓷介固定电容器

GB/T 21042-2007 电子设备用固定电容器 第22部分：分规范 表面安装用2类多层瓷介固定电容器

## 3 术语和定义

GB/T 6346.1-2024、GB/T 21041-2007及GB/T 21042-2007中界定的术语和定义适用于本文件。

## 4 测试原理

MLCC的DC-Aging测试，是一种通过长期施加直流电压，模拟MLCC在实际工作条件下的容量性能退化行为的可靠性评估方法。其核心原理是，在直流电压的持续作用下，MLCC内部的介电材料发生一系列微观结构变化，包括铁电畴的弛豫、氧空位迁移和缺陷以及晶格结构的微观演变等机制。这一过程导致介电材料的自发极化强度降低，宏观上表现为电容值（C）的降低<sup>[1]</sup>。

DC-Aging测试通过模拟MLCC在长期工作状态下的性能演变，评估其稳定性与寿命。测试过程中，定期测量电容值，并记录其随时间的变化情况，试验结果采用以时间的对数（log t）为横轴、电容值（C）为纵轴的散点图呈现。通过拟合曲线，可以外推计算出MLCC在若干使用时长后的电容值，从而预测其长期性能退化趋势。

该项测试不仅能够评估MLCC的容值变化和电介质稳定性，还能为电容器的工作寿命提供定量化的预测依据。这对于高可靠性应用场景中MLCC的选型、设计优化以及寿命评估具有重要意义，同时也为介电材料的微观机制研究提供了实验支持。

## 5 一般要求

### 5.1 测量和试验的标准大气条件

除非另有规定，测试在GB/T 2421-2020中4.3规定的测量和试验用标准大气条件下进行。测量和试验的标准大气条件如下：

a) 温度：15°C~35°C。；

- b) 相对湿度：25%~75%；
- c) 大气压：86kPa~106kPa。

## 5.2 仲裁测量和试验用标准大气条件

除非另有规定，仲裁测量和试验用标准大气条件符合GB/T 2421—2020中4.2的规定，仲裁测量和试验用标准气条件如下：

- a) 温度：25 ℃±1 ℃；
- b) 相对湿度：48%~52%；
- c) 气压：86 kPa~106 kPa。

## 5.3 设备和设备允许偏差

### 5.3.1 数字电桥

实际测量时，数字电桥输出到样品两端的电平应满足GB/T 21042-2007中4.5.1.1要求的电容器测试条件，其中包括频率要求条件和测量电压要求条件，见表1。

表1 测量条件

标称电容值	额定电压	频率	测量电压/V (r.m.s.)	仲裁电压/V (r.m.s.)
$C_R \leq 100 \text{ pF}$	a	1 MHz	$1.0 \pm 0.2$	$1.0 \pm 0.2$
$100 \text{ pF} < C_R \leq 10 \text{ } \mu\text{F}$	$U_R > 6.3\text{V}$	1 kHz	$1.0 \pm 0.2$	$1.0 \pm 0.2$
	$U_R \leq 6.3\text{V}$	1 kHz	$0.5 \pm 0.2$	$0.5 \pm 0.2$
$C_R > 10 \text{ } \mu\text{F}$	a	100 Hz或120 Hz	$0.5 \pm 0.2$	$0.5 \pm 0.2$

a: 所有额定电压 $U_R$

### 5.3.2 直流电源

直流电源应满足：

设定值精确度： $\leq 0.1\% + 20\text{mV}$ ；

设备分辨率：0.1%。

## 5.4 仪器和仪表

测量和试验中所涉及的仪器、仪表以及辅助设施在试验前应检定，并符合国家规定的有关标准或计量部门的检定规程。所有测量和试验的仪器、仪表及设备均应有规定期限内的检定合格证。

## 6 样品

### 6.1 通则

根据MLCC产品的类别温度根据其介质种类划分 MLCC的介质种类及工作温度范围见表2：

表2 MLCC 的介质种类工作温度范围

介质种类	工作温度范围
COG	-55℃~125℃
X7R	-55℃~125℃
X7S	-55℃~125℃
X7T	-55℃~125℃
X6S	-55℃~105℃
X6T	-55℃~105℃
X5R	-55℃~85℃

### 6.2 样品预处理

样品的预处理程序如下：

- a) 将样品置入高温干燥箱中，温度设定在 $150 \pm 10^{\circ}\text{C}$ ，放置时间1h；
- b) 预处理结束后，待样品自然降温至 $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 的温度下，并在4.2的条件下放置 $24 \pm 4\text{h}$ 后，样品进入待测试状态。

## 7 试验程序

### 7.1 试验准备

#### 7.1.1 测试电路的搭建

每个规格的样品分三组测试，测试条件按8.2.1的规定，三组测试结果共同评定该款产品的直流老化性能。

在三组测试条件中，其中一组的电压条件为“0V”，因此测试使用两台直流电源，测试电路框图见图1，样品在三个测试条件下完成直流老化过程。

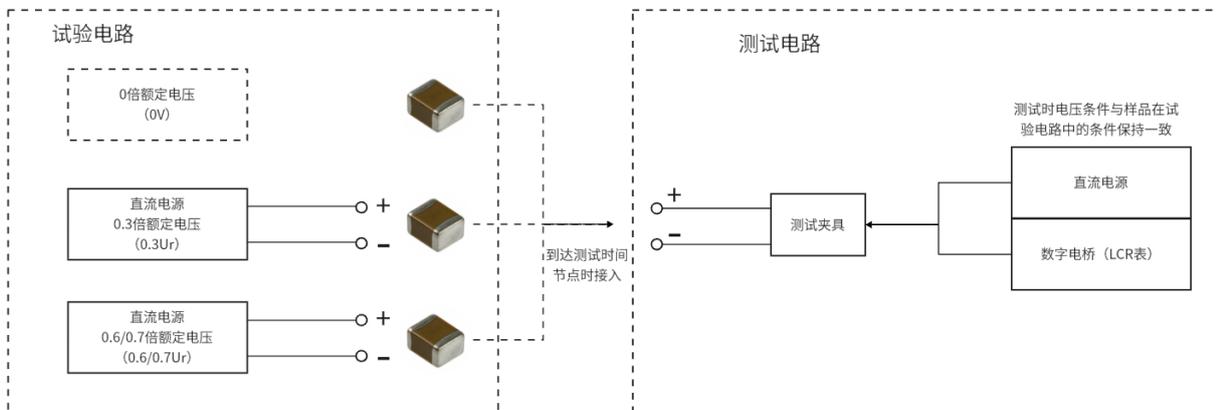


图1 DC-Aging 测试电路框图

若测试所使用的数字电桥无内置偏置电压源（Bias），或设备的内置偏置电压输出范围无法覆盖测试所需偏置电压，则设备需额外接入一台直流电源配合使用。当到达测试时间节点时，样品由试验电路转入加载偏置电压的测试电路（以下简称“测试电路”）中进行电容值测试，测试流程按8.2.4的规定。

#### 7.1.2 数字电桥的设置

数字电桥在测试过程中应注意施加的偏置电压。测试前设置规定的偏置电压值，测试电路中的偏置电压设置值应与该样品在试验电路中加载的电压保持一致，并根据GB/T 21042-2007中4.5.1.1要求的电容器测试条件设置设备的测试频率与测试电压。

测试时，应先开启偏置电压，再读取测试数据；

## 7.2 试验程序

### 7.2.1 测试条件的设置

每个规格的三组测试条件分别为：

第1组：施加0V；

第2组：施加0.3Ur；

第3组施：加0.6Ur或0.7Ur（当待测样品的介质种类为X7温度特性，且 $U_r < 25\text{V}$ 时，第三组的测试电压应为0.7Ur，其余产品均为0.6Ur）。

### 7.2.2 样品数量

按照 7.2.1 中的三组测试条件，每组测试条件的样品数量不应少于 5 只。

### 7.2.3 测试时间节点

样品经过预处理后，先进行电性能初测，初始值应符合标称电容值。

将初测合格的样品分别接入7.2.1的3组测试条件的试验电路中，启动直流电压源，使样品处于加压状态，并在规定的测试时间节点将样品由试验电路转入测试电路中，读取样品在该时间节点下的电容值。

测试时间节点及其允许偏差见表3。

表3 测试时间节点及其允许偏差

测试时间节点 (h)	测试时间允许偏差
0	± 5min
24	
48	± 1 h
96	
144	
192	
264	
336	
408	
504	

### 7.2.4 电容量测试

当到达7.2.3中的测试时间节点时，使用LCR表进行测试，此时LCR表应按7.1.2中要求，开启偏置电压，偏置电压设置值与7.2.1中的试验电压相同，且试验电路与测试电路中电流施加在样品两端的应保持一致。LCR表的测试电平按GB/T 21042-2007中4.5.1.1要求的电容器测试条件规定进行设置。样品由试验电路转入测试电路后等待60s±2s，读取LCR表的读数。

注：样品在试验电路与测试电路之间切换的时间应尽量短。

### 7.2.5 数据整理

试验结束后汇总测试数据。将一个测试组中的所有样品在同一测试时间节点的结果取平均值，作为该规格被测样品在该组测试条件下该测试时间节点的电容值。

### 7.2.6 测试结果计算

以时间的对数为X轴，不同时间下的样品电容值为Y轴，绘制散点图。以24h测试节点的数据作为线性拟合的初始值，对数据进行拟合，得到拟合公式。将时间n的对数计算值X代入拟合公式，可以获得该时间下的电容值预测值Y。

通用拟合公式见公式（1）

$$Y = a \lg(X) + b \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$a, b$ ——拟合得到的系数；

$X$ ——时间，单位为小时（h）；

$Y$ ——产品电容值的预测值，单位为（ ）。。

公式（2）可计算时长为n的等效电容值衰减率，n的单位为小时（h）。

$$\Delta C = [C_{(time=24h)} - C_{(time=n)}] / C_{(time=24h)} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$\Delta C$ ——电容值衰减率

$C_{(time=24h)}$ ——产品在测试时间节点为24h时的容值；

$C_{(time=n)}$ ——产品在若干工作时间n后的容值。

## 8 测试报告

### 8.1 基本信息

测试报告中至少应包括：

- 委托单位信息；
- 样品信息；
- 仪器设备信息；
- 测试条件；
- 样品预处理条件；
- 测试环境条件；
- 检测单位及人员；
- 检测日期；
- 检测结果（结果包含实测数据、拟合公式）。

### 8.2 测试结果

电容值至少保留4位有效数字。

检测结果仅给出0h、24h、48h、96h、144h、192h、264h、336h、408h、504h 时间下产品的电容值数据，并用24h~504h的电容值结果进行拟合，给出拟合公式。

附录 A  
(资料性)  
DC-Aging 测试报告格式

DC-Aging测试报告的格式参见表A.1。

表A.1 DC-Aging 测试报告的格式

样品型号:			试验日期:					
样品预处理条件:			测试温湿度:      °C/      %rh					
测试设备:			试验批次:					
试验条件	测试时间		样品1	样品2	样品3	样品4	样品5	均值
0 V	时间(h)	Log10(t)	C/μf					
	0	0						
	2	0.301						
	5	0.699						
	12	1.079						
	24	1.380						
	48	1.681						
	96	1.982						
	144	2.158						
	192	2.283						
	264	2.422						
	336	2.526						
408	2.611							
504	2.702							
0.3Ur __V	时间(h)	Log10(t)	C/μf					
	0	0						
	2	0.301						
	5	0.699						
	12	1.079						
	24	1.380						
	48	1.681						
	96	1.982						
	144	2.158						
	192	2.283						
	264	2.422						
	336	2.526						
408	2.611							
504	2.702							
0.6Ur __V	时间(h)	Log10(t)	C/μf					
	0	0						
	2	0.301						
	5	0.699						
	12	1.079						
	24	1.380						
	48	1.681						
	96	1.982						
	144	2.158						
	192	2.283						
	264	2.422						
	336	2.526						
408	2.611							
504	2.702							
结果拟合公式								
0Ur (0 V)			0.3Ur ( __V )			0.6Ur ( __V )		
试验人员:								
试验负责人试验单位(盖章):								
年      月      日								
备注:								

参 考 文 献

- [1] T Tsurumi, M Shono, H Kakemoto, S Wada, K Saito, H Chazono Mechanism of capacitance aging under DC-bias field in X7R-MLCCs. *Journal of Electroceramics*, 2008, 21: 17–21
- [2] EIA-198-1-F Ceramic Dielectric Capacitors Classes I,II,III and IV-Part I: Characteristics and Requirements

