

# 团 体 标 准

T/CECA XXX—2023

## 无铅压电陶瓷雾化元件

Lead-free piezoelectric ceramic atomizer components

(报批稿)

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

中国电子元件行业协会 发布



---

## 目 次

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 前言 .....                     | III |
| 引言 .....                     | V   |
| 1 范围 .....                   | 1   |
| 2 规范性引用文件 .....              | 1   |
| 3 术语和定义 .....                | 1   |
| 4 分类及型号命名方式 .....            | 2   |
| 5 技术要求和试验方法 .....            | 2   |
| 6 检验规则 .....                 | 6   |
| 7 标志、包装、运输和储存 .....          | 8   |
| 附录 A （资料性附录） 型号命名 .....      | 10  |
| 附录 B （资料性附录） 典型产品电性能参数 ..... | 11  |
| 参考文献 .....                   | 12  |

中电元协团体标准报批稿



## 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。

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子陶瓷及器件分会提出。

本文件由中国电子元件行业协会电子陶瓷及器件分会归口。

本文件起草单位：桐乡清锋科技有限公司、贵州振华红云电子有限公司、广州凯立达电子股份有限公司、中国电子科技集团公司第二十六研究所、佛山市南海科日超声电子有限公司、广东奥迪威传感科技股份有限公司、湖南嘉业达电子有限公司、清华大学、寿光市飞田电子有限公司、乌镇实验室、无锡市通超电子有限公司、浙江嘉康电子股份有限公司、中国船舶集团有限公司第七一五研究所、广东思威特智能科技股份有限公司、广东捷成科创电子股份有限公司、湖南锦络电子股份有限公司、江苏江佳电子股份有限公司、淄博宇海电子陶瓷有限公司。

本文件主要起草人：龚文、吴超峰、王渝、朱惠祥、鲜晓军、黄宝坤、张喆斯、刘志潜、王轲、袁燕飞、姚方周、温清武、张火荣、胡望峰、严红光、文理、唐良荣、严盛喜、孙兆海。

中电元协团体标准报批征求意见稿



---

## 引 言

目前，压电陶瓷雾化元件通常使用压电性能优良、生产技术成熟的含铅量达 60 % 以上的锆钛酸铅（PZT）压电陶瓷，其在生产、使用和废弃过程中都会对人类和环境带来危害。

我国 RoHS 认证及欧盟制定的 RoHS 强制性标准均规定了电子电气产品中铅等限用物质的限量要求和测定方法，为了配合相关规章更好地实施，推动压电陶瓷雾化元件中无铅或减铅化，特制定本标准。

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，应根据各自产品特点，确认本文件的适用性。

中电元协团体标准报批公示稿



# 无铅压电陶瓷雾化元件

## 1 范围

本文件规定了无铅压电陶瓷雾化元件的技术要求与试验方法、检验规则、标志、包装、运输和储存等基本规则。

本文件适用于铅含量小于等于 0.1 wt%（质量分数）的无铅压电陶瓷雾化元件的设计、制造和验收。

## 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 191 包装储运图示标志
- GB/T 2414.1—1998 压电陶瓷材料性能测试试验方法圆片径向伸缩振动模式
- GB/T 2421—2020 环境试验概述和指南
- GB/T 2423.1—2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验 A：低温
- GB/T 2423.2—2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验 B：高温
- GB/T 2423.3—2016 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验 Cab：恒定湿热试验
- GB/T 2423.17—2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验 Ka：盐雾
- GB/T 2828.1—2012 计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划
- GB/T 3389—2008 压电陶瓷材料性能测试方法 性能参数的测试
- GB/T 3389.1—1996 铁电压电陶瓷词汇
- GB/T 5095.2—1997 电子设备用机电元件基本实验规程及测量方法 第2部分：一般检查、电连续性和接触电阻测试、绝缘试验和电压力试验
- GB/T 11309—1989 压电陶瓷材料性能测试方法 纵向压电应变常数  $d_{33}$  的准静态测试
- GB/T 26125—2011 电子电气产品 六种限用物质（铅、汞、镉、六价铬、多溴联苯和多溴二苯醚）的测定
- GB/T 26572—2011 电子电气产品中限用物质的限量要求
- GB/T 3794—2014 压电陶瓷电极结合强度试验方法
- YY0109—2013 医用超声雾化器

## 3 术语和定义

GB/T 3389.1—1996 和 YY0109—2013 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**实心无铅压电陶瓷雾化元件** Solid lead-free piezoelectric ceramic atomizer components

厚度极化厚度伸缩的圆形或矩形无铅压电陶瓷雾化元件。

### 3.2

微孔无铅压电陶瓷雾化元件 Microporous lead-free piezoelectric ceramic atomizer components

环形无铅压电陶瓷片与微孔金属片粘接而成的压电陶瓷雾化元件。

注1：环形无铅压电陶瓷片是指厚度极化径向伸缩的无铅压电陶瓷中孔薄圆片，外圆直径与厚度之比大于等于5，外圆半径与内圆半径之比大于1.25。

注2：微孔金属片是指在中心一定区域内有相应数量微孔的薄圆片，微孔数量及大小根据平均雾化量的要求进行设计。

### 3.3

相对带宽 relative bandwidth

雾化元件的相对带宽 $\Delta f$ 为绝对带宽与谐振频率的比值。

### 3.4

平均雾化效率 average atomization efficiency

在规定的液体种类、深度以及额定功率和工作频率下，雾化元件在单位时间与功耗内雾化的液体体积。计算方法见式（1）。

$$\bar{A} = \frac{V}{t \times W} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$\bar{A}$ ——平均雾化效率，单位为毫升每小时瓦特[mL/（h·W）]；

$V$ ——雾化的液体体积，单位为毫升（mL）；

$t$ ——元件的工作时间，单位为小时（h）；

$W$ ——额定功率，单位为瓦特（W）。

## 4 分类及型号命名方式

### 4.1 分类

元件按振动模式分为厚度振动模式和径向振动模式。前者称为实心无铅压电陶瓷雾化元件，后者称为微孔无铅压电陶瓷雾化元件。

### 4.2 型号命名

参见附录 A。

## 5 技术要求和试验方法

### 5.1 试验条件

除非另有规定，所有试验都应在 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。

- a) 温度：15℃~35℃；
- b) 相对湿度：25%~75%；

c) 气压：86 kPa~106 kPa。

有争议时，采用仲裁试验的标准大气条件：

a) 温度：25 °C±2 °C；

b) 相对湿度：45 %~55 %；

c) 气压：86 kPa~106 kPa。

## 5.2 外形尺寸及外观

### 5.2.1 技术要求

元件的外形尺寸应按照供需双方确认的要求执行。元件的外表应平整、清洁、无明显机械损伤。

### 5.2.2 试验方法

用满足精度要求的量具测量产品的尺寸；采用目视检查雾化元件的外观质量和标志。

## 5.3 重量

### 5.3.1 技术要求

无铅压电陶瓷雾化元件的重量应符合详细规范规定要求。

### 5.3.2 试验方法

用精度不低于 0.01 g、量程满足要求的衡具称量。

## 5.4 谐振频率

### 5.4.1 技术要求

无铅压电陶瓷雾化元件的谐振频率应符合详细规范规定要求，典型产品见附录 B。

### 5.4.2 试验方法

按照 GB/T 3389—2008 中 5.6 的规定测试实心无铅压电陶瓷雾化元件的谐振频率；按照 GB/T 2414.1—1998 中 6.2 的规定测试微孔无铅压电陶瓷雾化元件的谐振频率。

## 5.5 谐振阻抗

### 5.5.1 技术要求

无铅压电陶瓷雾化元件的谐振阻抗应符合详细规范规定要求，典型产品见附录 B。

### 5.5.2 试验方法

按照 GB/T 3389—2008 中 5.6 的规定测试实心无铅压电陶瓷雾化元件的谐振阻抗；按照 GB/T 2414.1—1998 中 6.2 的规定测试微孔无铅压电陶瓷雾化元件的谐振阻抗。

## 5.6 相对带宽

### 5.6.1 技术要求

无铅压电陶瓷雾化元件的相对带宽应符合详细规范规定要求，典型产品见附录 B。

### 5.6.2 试验方法

按照 5.4.2 的试验方法测试无铅压电陶瓷雾化元件的谐振频率与反谐振频率，并根据式（2）计算元件的相对带宽。

$$\Delta f = \frac{(f_a - f_r)}{f_r} \times 100\% \dots \dots \dots (2)$$

式中：

$\Delta f$  ——相对带宽；

$f_a$  ——反谐振频率，单位为赫兹（Hz）；

$f_r$  ——谐振频率，单位为赫兹（Hz）。

## 5.7 压电常数

### 5.7.1 技术要求

无铅压电陶瓷雾化元件的压电常数应符合详细规范规定要求，典型产品见附录 B。

### 5.7.2 试验方法

按 GB/T 11309—1989 中第 4 章的规定进行压电常数的测试。

## 5.8 自由电容

### 5.8.1 技术要求

无铅压电陶瓷雾化元件的自由电容应符合详细规范规定要求，典型产品见附录 B。

### 5.8.2 试验方法

按照 GB/T 3389—2008 中 5.6.4.1 的规定测试实心无铅压电陶瓷雾化元件的自由电容；按照 GB/T 2414.1—1998 中 6.1 的规定测试微孔无铅压电陶瓷雾化元件的自由电容。

## 5.9 绝缘电阻

### 5.9.1 技术要求

除详细规范另有规定外，无铅压电陶瓷雾化元件的绝缘电阻应大于等于 100 MΩ（@50V）。

### 5.9.2 试验方法

按照 GB/T 5095.2—1997 中第 11 章的规定测试无铅雾化元件的绝缘电阻。

## 5.10 电极结合强度

### 5.10.1 技术要求

无铅压电陶瓷雾化元件的水平电极结合强度应大于等于 20 N；垂直电极结合强度应大于等于 3 N。

### 5.10.2 试验方法

按照 CB/T 3794—2014 中 9.1 规定的方法进行电极结合强度试验。

## 5.11 雾化粒径

### 5.11.1 技术要求

无铅压电陶瓷雾化元件的雾化粒径应符合详细规范规定要求。

5.11.2 试验方法

在雾化元件工作频率附近，使用峰峰值为 100 V 的方波信号驱动，以蒸馏水、去离子水或纯净水为雾化介质，使用激光散射法测量雾粒等效体积粒径分布和中位粒径，具体步骤如下：

- a) 打开喷雾激光粒度分析仪电源开关预热，使用标准粒子进行校准；
- b) 安装雾化元件，使出雾口与分析仪检测光路通道入口处两者的端面平齐且中心线重合，接通电源，驱动元件使雾化介质产生雾化；
- c) 将雾粒通入到分析仪的检测光路通道中，待稳定后，开始采集读数；
- d) 采集读数结束后，形成检测报告。

5.12 平均雾化效率

5.12.1 技术要求

在额定功率和工作频率下，实心无铅压电陶瓷雾化元件的平均雾化效率应大于等于 6 mL/(h·W)；微孔无铅压电陶瓷雾化元件的平均雾化效率应大于等于 12 mL/(h·W)。

5.12.2 试验方法

将实心无铅压电陶瓷雾化元件组装成雾化器，取适量纯净水，将雾化元件放在距离水面下方 5 mm（水深不小于 50 mm），按照指定的驱动信号工作 3 h~6 h 后，测试水的减少量，并根据式（1）计算平均雾化效率。

将微孔无铅压电陶瓷雾化元件与海绵吸棒组装成雾化器，取适量纯净水，将海绵吸棒的另一端浸没在水中，按照指定的驱动信号工作 3 h~6 h 后，测试水的减少量，并根据式（1）计算平均雾化效率。

5.13 工作寿命

5.13.1 技术要求

经工作寿命试验后，无铅压电陶瓷雾化元件的绝缘电阻应仍满足 5.9.1 的要求，元件外观应符合 5.2.1 的规定，其他性能变化应符合表 1 的规定。

表 1 性能变化值

| 序号 | 项目     | 变化值  |
|----|--------|------|
| 1  | 雾化粒径   | ≤20% |
| 2  | 平均雾化效率 | ≤30% |

5.13.2 试验方法

无铅压电陶瓷雾化元件在额定功率下连续工作 3000 h 后，恢复 24 h 再进行测试。

5.14 低温

5.14.1 技术要求

除详细规范另有规定外，经低温试验后，谐振频率、谐振阻抗和绝缘电阻应符合 5.4.1、5.5.1 和 5.9.1 的要求。

5.14.2 试验方法

按照 GB/T 2423.1—2008 试验 Ab 的规定进行低温试验，试验温度为 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、持续时间为 16 h、试验后恢复时间不低于 1 h。

## 5.15 高温

### 5.15.1 技术要求

除详细规范另有规定外，经高温试验后，谐振频率、谐振阻抗和绝缘电阻应符合 5.4.1、5.5.1 和 5.9.1 的要求。

### 5.15.2 试验方法

按照 GB/T 2423.2—2008 试验 Bb 的规定进行高温试验，试验温度为 $70\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、持续时间为 16 h、试验后恢复时间不低于 1 h。

## 5.16 恒定湿热

### 5.16.1 技术要求

除详细规范另有规定外，经恒定湿热试验后，谐振频率、谐振阻抗和绝缘电阻应符合 5.4.1、5.5.1 和 5.9.1 的要求。

### 5.16.2 试验方法

按照 GB/T 2423.3—2016 试验 Cab 的规定进行恒定湿热试验，试验温度为 $30\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、试验相对湿度为 $85\% \pm 3\%$ 、持续时间为 16 h，试验后恢复时间不低于 2 h。

## 5.17 盐雾

### 5.17.1 技术要求

无铅压电陶瓷雾化元件经盐雾试验 24 h 后，表面不应有发黑、发黄等现象，标志仍应清晰，引线不脱落，试验后符合 5.4.1 和 5.5.1 的规定。

### 5.17.2 试验方法

按 GB/T 2423.17—2008 的规定进行试验。试验后在常温下恢复 1~2 h，检查外观并进行谐振频率和谐振阻抗的测量。

## 5.18 铅的限量要求

### 5.18.1 技术要求

构成无铅压电陶瓷雾化元件的各均质材料中，铅的含量应满足 GB/T 26572—2011 中第 4 章的限量要求，不应超过 0.1 wt%。

### 5.18.2 试验方法

按照 GB/T 26125—2011 第 10 章中电感耦合等离子体质谱法（ICP-MS）的规定，测定构成无铅压电陶瓷雾化元件各均质材料的铅含量。

## 6 检验规则

### 6.1 检验批

雾化元件的检验批由在相同条件下生产的、同一时间提交的相同型号元件的产品组成。

6.2 检验分类

雾化元件的检验分为型式检验、逐批检验和周期检验。

6.3 型式检验

6.3.1 检验时机

有下列情况之一，应进行型式检验：

- a) 新产品投产之前；
- b) 老产品转场；
- c) 设计、工艺或材料有重大改变时；
- d) 用户要求时。

6.3.2 检验项目

型式检验项目包括第 5 章规定的所有要求。

6.3.3 样品数量

型式检验的样品数量为 5 个。

6.3.4 合格判据

若样品全部合格，则型式检验合格；若有一个不合格，则型式检验不合格。

6.4 逐批检验

6.4.1 检验程序

按照 GB/T 2828.1—2012 正常检验一次抽样方案，检验分组、项目、检查水平及接收质量限（AQL）应符合表 2 规定。

表 2 逐批检验

| 分组 | 项 目    | 要求及检验方法章条号 | 检查水平 | AQL  |
|----|--------|------------|------|------|
| 1  | 外观     | 5.2        | 全检   | 0    |
| 2  | 尺寸     | 5.2        | II   | 2.5  |
| 3  | 谐振频率   | 5.4        | II   | 0.65 |
|    | 谐振阻抗   | 5.5        |      |      |
|    | 绝缘电阻   | 5.9        |      |      |
| 4  | 雾化粒径   | 5.11       | S-3  | 2.5  |
|    | 平均雾化效率 | 5.12       |      |      |

6.4.2 不合格

1 组检验的不合格品应剔除，不作为产品交付。2 组、3 组和 4 组若有一项不合格，采用加严检验，若仍不合格时，则该批次产品判为批次不合格，不得再次提交验收。

6.5 周期检验

6.5.1 检验时机

周期检验每 6 个月进行一次；出现下列情形之一也需进行周期检验：

- a) 正常生产后，如结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
- b) 产品停产超过 6 个月再恢复生产时。

### 6.5.2 样品

周期检验的样品应是同一周期生产的，且需在逐批检验合格的产品中随机抽取。

### 6.5.3 检验程序

周期检验的检验项目、检验顺序、样品数及允许不合格品数由表 3 规定。

表 3 周期检验

| 分组 | 项 目    | 要求的章条号 | 样品数 | 允许不合格品数 |
|----|--------|--------|-----|---------|
| 1  | 重量     | 5.3    | 5   | 0       |
| 2  | 低温     | 5.14   | 5   | 0       |
|    | 高温     | 5.15   |     |         |
|    | 恒定湿热   | 5.16   |     |         |
|    | 盐雾     | 5.17   |     |         |
| 3  | 相对带宽   | 5.6    | 5   | 0       |
|    | 压电常数   | 5.7    |     |         |
|    | 自由电容   | 5.8    |     |         |
| 4  | 电极结合强度 | 5.10   | 5   | 0       |
| 5  | 铅的限量要求 | 5.18   | 5   | 0       |
| 6  | 工作寿命   | 5.13   | 5   | 0       |

### 6.5.4 不合格

周期检验的任一分组中有一项或一项以上检验不合格，则周期检验不合格。采取相应纠正措施后，再次经周期检验合格，才能重新开始逐批检验。

## 7 标志、包装、运输和储存

### 7.1 标志

雾化元件上应清晰地标明制造厂商标、型号、生产日期；由于尺寸限制无法标志完整时，应按相应的详细规范的规定标志，且应在外包装上做完整的标志。

### 7.2 包装

#### 7.2.1 内包装

雾化元件应排列整齐叠放并固定于内包装盒中，内包装盒应采用防震缓冲材料，以防止元件在储存和运输过程中变质和受到物理损伤。内包装盒应标明：

- a) 制造厂名称和地址；
- b) 产品名称和型号；
- c) 产品数量及生产日期。

#### 7.2.2 外包装

外包装箱应符合防护要求，箱内壁应衬有防潮材料，箱内应填充防震缓冲材料，箱内应有装箱单；包装箱上储运标志应符合 GB/T 191 的规定。包装箱上应标明：

- a) 产品名称和型号；

- b) 产品数量;
- c) 制造厂名称和地址;
- d) 包装日期;
- e) 易碎和向上标识。

### 7.3 运输

雾化元件装箱后海运、空运和陆运均可，但应避免雨雪的直接淋袭或机械损伤。

### 7.4 储存

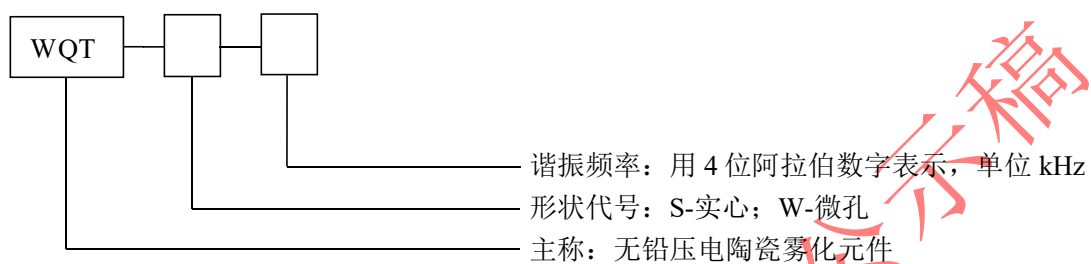
雾化元件应储存在环境温度为-10℃~40℃，相对湿度不大于80%，且无酸性、碱性或其他腐蚀性气体的库房内。

中电元协团体标准报批公示稿

---

附录 A  
(资料性附录)  
型号命名

无铅压电陶瓷雾化元件的命名方法如下<sup>[1]</sup>：



附 录 B  
(资料性附录)  
典型产品电性能参数

典型产品电性能参数，见表 B.1

表 B.1 典型产品电性能参数

| 序号 | 产品类型 | 外径/(mm) | 谐振频率/(kHz) | 谐振阻抗/(ohm) | 相对带宽/(%) | 压电常数/(pC·N <sup>-1</sup> ) | 自由电容/(pF) |
|----|------|---------|------------|------------|----------|----------------------------|-----------|
| 1  | 微孔   | 16      | 130±5      | ≤ 150      | ≥ 1.4    | ≥ 320                      | 4000±15%  |
| 2  | 实心   | 25      | 2200±100   | ≤ 4        | ≥ 5.4    | ≥ 300                      | 2800±15%  |
| 3  | 实心   | 16      | 3200±100   | ≤ 4        | ≥ 5.3    | ≥ 300                      | 2600±15%  |

中电元协团体标准报批公告

---

参 考 文 献

[1] GB/T 15156-2015 压电陶瓷换能元件总规范

---

中电元协团体标准报批公示稿