

ICS 国际标准分类号 31.200, 31.140

中国标准分类号 L90, L21

团体标准

T/CECA XXX—2018

压电陶瓷电声元件可靠性试验方法

Reliability test methods for piezoelectric ceramic electro-acoustic components

(报批稿)

本稿完成日期：2018-11-30

2018 - XX - XX 发布

2018 - XX - XX 实施

中国电子元件行业协会 发布

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

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这些专利的责任。

本标准由中国电子元件行业协会电子陶瓷及器件分会归口。

本标准起草单位：广东捷成科创电子股份有限公司、中国电子科技集团公司第二十六研究所、工业和信息化部电子第五研究所、宁波凯普电子有限公司、广东奥迪威传感科技股份有限公司、贵州振华红云电子有限公司、苏州景康电子有限公司、中国船舶重工集团公司第七一五研究所、广州凯立达电子有限公司、广东工业大学。

本标准主要起草人：姜知水、张晓梅、杨少华、胡望峰、朱惠祥、徐锦生、秦小勇、王安玖、吴福根、沈忠伟。

中电元协团体标准报批公告

引 言

本团体标准供成员单位自愿采用，供使用单位参考采用。采用本团体标准时，应根据自身需要，确认本团体标准的适用性。

中电元协团体标准报批公示稿

压电陶瓷电声元件可靠性试验方法

1 范围

本标准规定了压电陶瓷电声元件的高温贮存、高温工作、低温贮存、低温工作、温度循环、恒定湿热、振动、碰撞、冲击、自由跌落、高温寿命、可焊性、耐焊接热、耐高温、耐高电压、工作失效率等可靠性试验的一般要求、试验方法和程序、试验记录、合格判据和报告要求。

本标准适用于压电陶瓷电声元件的研制、生产、使用、第三方检测等环节需要的可靠性试验。

2 规范性引用文件

下列文件对于本标准的应用是必不可少的。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 2421.1-2008 电工电子产品环境试验 概述与指南
GB/T 2422-2012 环境试验 试验方法编写导则 术语和定义
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Ab：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Bb：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 2423.5-1995 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Ea和导则：冲击
GB/T 2423.6-1995 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Eb和导则：碰撞
GB/T 2423.8-1995 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Ed：自由跌落
GB/T 2423.10-2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Fc：振动（正弦）
GB/T 2423.22-2012 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Na：温度变化
GB/T 2423.28-2005 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验T：锡焊
GB/T 2828.1-2012 计数抽样检验程序 第1部分：按接受质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划
GB/T 3389.1-1996 铁电压电陶瓷词汇
GB/T 19405.1—2003 表面安装技术 第1部分：表面安装元器件（SMDs）规范的标准方法
GJB/T 2649A-2011 军用电子元件失效率抽样方案和程序
SJ/T 10709-2016 压电陶瓷电声元件总规范

3 术语和定义

GB/T 2421.1-2008、GB/T 2422-2012、GB/T3389.1-1996、SJ/T 10709-2016 界定的术语和定义适用于本标准。

4 一般要求

4.1 试验目的

通过对压电陶瓷电声元件施加环境应力、机械应力和电应力，评价其在某种或者多种应力作用下的可靠性。

4.2 测量和试验的标准大气条件

除另有规定外，压电陶瓷电声元件的测量和试验用标准大气条件应符合GB/T 2421.1—2008中5.3.1条的规定。测量和试验的标准大气条件如下：

- a) 温度：15℃~35℃。
- b) 相对湿度：25%~75%。
- c) 大气压：86kPa~106kPa。

4.3 设备和试验条件的容许偏差

除另有规定外，设备和试验应力条件的容许偏差如下：

- a) 温度：不应超过规定温度的 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。应保持试验样品周围温度的均匀性，使试验箱内任一点的温度在任何时间内偏离参考值的 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ 或 $\pm 4\%$ 内，取较大者，样品加电时除外。
- b) 正弦振动幅值：规定值的 $\pm 10\%$ 。
- c) 振动频率：规定值的 $\pm 2\%$ （低于 25 Hz 时，为 ± 0.5 Hz）。

4.4 测量和试验的仪器、仪表要求

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。

4.5 试验项目

压电陶瓷电声元件可靠性试验项目及试验方法章条号见表1。

表1 可靠性试验项目

序号	试验项目	试验方法
1	高温贮存	5.1
2	高温工作	5.2
3	低温贮存	5.3
4	低温工作	5.4
5	温度变化	5.5
6	恒定湿热	5.6
7	振动	5.7
8	碰撞	5.8
9	冲击	5.9
10	自由跌落	5.10
11	高温寿命	5.11
12	工作失效率	5.12
13	可焊性（适用时）	5.13
14	耐焊接热（适用时）	5.14
15	耐高温（适用时）	5.15
16	耐高电压（适用时）	5.16

4.6 试验样品的抽取

试验样品的抽取按照GB/T 2828.1-2012的规定，采用一般检验水平II、AQL值为0.40%的正常检验，一次抽样方案。

4.7 试验检测

4.7.1 初始检测

试验前，在测量和试验的标准大气条件下，按照SJ/T 10709-2016和相应产品标准的规定对试验样品的性能指标参数进行初始测量，典型的性能指标参数包括：谐振频率、自由电容、等效电阻、损耗角正切、绝缘电阻、耐电压等。

以放大倍数不超过3倍的方式对外观标志进行检查，记录检查结果。

4.7.2 中间检测

试验中，对试验样品的部分性能指标参数进行中间检测，记录测量数据和检查结果。中间检测应在不中断试验的前提下进行。检测方法按4.7.1条的规定。

4.7.3 最后检测

试验后，试验样品在测量和试验的标准大气条件下性能恢复稳定后，按照SJ/T 10709-2016和相应产品标准的规定，对试验样品的性能指标参数和外观进行最后检测，恢复时间应大于2h，所有检测在24h之内完成。检测方法按4.7.1条的规定。

试验结果的合格判据按照相应产品标准的规定。

4.8 试验样品在试验设备中的安装

高温、低温、温度变化、恒定湿热、高温寿命、工作失效率等试验时，试验样品之间以及试验样品与试验箱壁、箱底及箱顶之间应留有适当间隔，以使空气能自由循环。

4.9 试验顺序

试验顺序按照表1规定的顺序，依次完成相应的试验。若受试验设备限制，无法一次性完成所有试验样品的试验时，允许分批次进行试验。

4.10 试验中断处理

4.10.1 容许偏差范围内的中断

若试验中断期间（如断电），试验条件没有超出容许偏差范围，不构成一次中断，可直接恢复试验，一直进行到完成预定的试验周期。

4.10.2 欠试验条件中断

当试验应力条件低于容许偏差下限时，应从低于试验条件的点重新按照预先规定的试验条件，恢复试验，一直进行到完成预定的试验周期。

4.10.3 过试验条件中断

当试验应力条件高于容许偏差上限即出现过试验条件时，应停止试验，用新的试验样品重新试验。如果过试验条件不直接影响试验样品特性，则按照4. 10. 2条的规定。如果以后试验中出现试验样品失效，则判定此试验结果无效。

5 试验方法及程序

5.1 高温贮存

5.1.1 试验目的

高温贮存试验的目的是在不施加电应力和机械应力的条件下，确定高温贮存对压电陶瓷电声元件的影响。

5.1.2 试验条件

参照GB/T2423. 2-2008试验Bb的规定，根据产品的应用环境要求选择表2规定的试验条件。对于消费电子产品等应用，宜选择试验条件A；对于工业设备、仪器仪表等应用，宜选择试验条件B；对于汽车或铁路等应用，宜选择试验条件C。

表2 高温贮存试验条件

试验条件	温度 (℃)	试验时间 (h)
A	70	240
B	85	240
C	105	240

5.1.3 试验设备

采用高温试验箱进行试验。试验箱应满足4. 3和4. 4的要求，并满足5. 1. 2规定的试验条件。

5.1.4 试验程序

高温试验按下列程序进行：

- a) 对试验样品按 4. 7. 1 要求进行初始检测。
- b) 将试验样品按 4. 8 相关要求放置在试验箱内。
- c) 将试验箱内温度升到规定的试验温度，并保持规定的试验时间。
- d) 试验结束后，按 4. 7. 3 要求进行最后检测。

5.2 高温工作试验

5.2.1 试验目的

测定压电陶瓷电声元件在高温下的工作能力。

5.2.2 试验条件

应根据产品的应用环境要求选择表3规定的试验条件，产品的工作条件为规定的工作电压、额定负载条件。对于消费电子产品等应用，宜选择试验条件A；对于工业设备、仪器仪表等应用，宜选择试验条件B；对于汽车或铁路等应用，宜选择试验条件C。

表3 高温工作试验条件

试验条件	温度 (℃)	试验时间 (h)
A	70	48
B	85	48
C	105	48

5.2.3 试验设备

采用高温试验箱进行试验。试验箱应满足4.3和4.4的要求，同时能满足5.2.2规定的试验条件。

5.2.4 试验程序

高温试验按下列程序进行：

- 对试验样品按 4.7.1 要求进行初始检测。
- 将试验样品按 4.8 相关要求放置在试验箱内。
- 将试验箱内温度升到规定的试验温度，并保持规定的试验时间。
- 试验结束后，按 4.7.3 要求进行最后检测。

5.3 低温贮存试验

5.3.1 试验目的

在不施加电应力和机械应力的条件下，确定低温贮存对压电陶瓷电声元件的影响。

5.3.2 试验条件

参照GB/T2423.1-2008试验Ab的规定，根据产品的应用环境要求选择表4规定的试验条件。对于消费类电子产品等应用，宜选用试验条件A；对于工业设备、仪器仪表等应用，宜选择试验条件B；对于汽车或铁路应用，宜选择试验条件C。

表4 低温贮存试验条件

试验条件	温度 (℃)	试验时间 (h)
A	0	240
B	-20	240
C	-40	240

5.3.3 试验设备

采用低温试验箱进行试验。试验箱应满足4.3和4.4的要求，同时能满足5.3.2规定的试验条件。

5.3.4 试验程序

低温贮存试验按下列程序进行：

- 对试验样品按 4.7.1 要求进行初始检测。
- 将试验样品按 4.8 相关要求放置在试验箱内。
- 将试验箱内温度降到表 4 规定的试验温度，并保持规定的试验时间。

d) 试验结束时，按 4.7.3 要求进行最后检测。

5.4 低温工作试验

5.4.1 试验目的

测定压电陶瓷电声元件在低温下的工作能力。

5.4.2 试验条件

应根据产品的应用环境要求选择表5规定的试验条件，产品的工作条件为规定的工作电压、额定负载条件。对于消费类电子产品等应用，宜选用试验条件A；对于工业设备、仪器仪表等应用，宜选择试验条件B；对于汽车或铁路应用宜选择试验条件C。

表5 低温工作试验条件

试验条件	温度 (℃)	试验时间 (h)
A	0	48
B	-20	48
C	-40	48

5.4.3 试验设备

采用低温试验箱进行试验。试验箱应满足4.3和4.4的要求，同时能满足5.4.2规定的试验条件。

5.4.4 试验程序

低温贮存试验按下列程序进行：

- a) 对试验样品按 4.7.1 要求进行初始检测。
- b) 将试验样品按 4.8 相关要求放置在试验箱内。
- c) 将试验箱内温度降到表 5 规定的试验温度，并保持规定的试验时间。
- d) 试验结束后，按 4.7.3 要求进行最后检测。

5.5 温度变化试验

5.5.1 试验目的

测定压电陶瓷电声元件承受极端高温和极端低温的能力，以及高低温交替变化对元件的影响。

5.5.2 试验条件

参考GB/T 2423. 22-2012试验Na的规定，样品应在表6规定条件下连续完成规定的循环次数10次。一个循环包括步骤1至步骤2或适用的试验条件，必须无中断地完成，才构成一个循环。

从高温到低温或从低温到高温的总转换时间不得超过1min，高温或低温的持续时间不小于10min。对于消费类电子产品等应用，宜选用试验条件 A；对于工业设备、仪器仪表等应用，宜选择试验条件 B；对于汽车或铁路应用宜选择试验条件 C。

表6 温度循环试验条件

步骤	持续时间 (min)	试验温度 (℃)		
		A	B	C
步骤1低温	≥10	0	-20	-40
步骤2高温	≥10	70	85	105
步骤1和步骤2可互换。				

5.5.3 试验设备

采用温度循环试验箱进行试验。试验箱应满足4.3和4.4的要求，并满足5.5.2规定的试验条件。

5.5.4 试验程序

温度变化试验按下列程序进行：

- 将试验样品按 4.7.1 要求进行初始检测。
- 将试验样品按 4.8 要求放置在试验箱内，试验箱温度调至规定的低温。
- 试验箱温度的低温保持时间≥10min。
- 将试验箱温度升至高温，保持时间≥10min。
- 将试验箱温度从高温降至低温。
- 重复 c) ~e) 10 个循环之后，恢复至标准大气条件，恢复时间 1h。
- 按 4.7.3 要求进行最后检测。
- 如果中断次数超过规定的循环总数的 10%时，应重新进行试验。

5.6 恒定湿热试验

5.6.1 试验目的

评定压电陶瓷电声元件的恒定湿热性能。

本方法是一种加速老化试验。试验样品连续暴露在高温高湿条件可达到加速老化的目的。

高温高湿条件作用在试验样品上，会产生水汽吸附、吸收和扩散作用。组成压电陶瓷电声元件的各种材料在吸湿后会腐蚀和膨胀，引起机械强度和材料绝缘的电性能下降。

5.6.2 试验条件

参考GB/T 2423.3-2011试验Cab的规定，恒定湿热试验条件在表7中选取。对于消费类电子产品等应用，宜选用试验条件A；对于工业设备、仪器仪表等应用，宜选择试验条件B；对于汽车或铁路应用宜选择试验条件C。

表7 恒定湿热试验条件

试验条件	温度 (℃)	相对湿度 (%)	试验时间 (h)
A	40	90	96
B	65	85	96
C	85	85	96

5.6.3 对试验设备的要求

- a. 试验箱应能满足表7所规定的试验条件。
- b. 使用放置在工作空间的温湿度传感器监测试验箱（室）内的温度和相对湿度。
- c. 应及时从试验箱内排出冷凝水。
- d. 试验箱的湿源用水的应经过净化，其电阻率应不小于 $500\ \Omega\cdot\text{m}$ 。
- e. 试验箱内的温湿度应保持均匀，并与监测传感器周围的温湿度一致。
- f. 试验箱壁和顶部的冷凝水不得滴落到试验样品。

5.6.4 试验程序

5.6.4.1 预处理

试验前，试验样品应在 $40^{\circ}\text{C}\pm5^{\circ}\text{C}$ 的干燥箱内放置 24h。

5.6.4.2 初始检测

预处理后，将试验样品按 4.7.1 要求进行初始检测。

5.6.4.3 试验程序

将样品放入试验箱，按照5.6.2规定的试验条件进行试验。

5.6.4.4 最后检测

试验结束后，按4.7.3要求进行最后检测。

5.7 正弦振动

5.7.1 试验目的

评价在规定频率范围内产品的振动可靠性。

5.7.2 试验条件

扫频正弦振动的振幅峰峰值按照表8的规定。在交越频率以下，试验条件由振幅大小控制，在交越频率以上，试验条件应由峰值加速度控制。振动频率在表8规定范围内随时间近似地按照对数变化，扫频循环共10次。对于消费类电子产品等应用，宜选用试验条件A；对于工业设备、仪器仪表等应用，宜选择试验条件B；对于汽车或铁路应用宜选择试验条件C。

表8 正弦振动试验条件

试验条件	频率范围 (Hz)	振幅 (mm)	扫频循环 (次)
A	10-55	0.35	10
B	10-500	0.75	10
C	10-500	1.0	10

5.7.3 试验设备

本试验采用扫频正弦振动试验系统。试验设备应满足4.3和4.4的要求，并满足5.7.2规定的试验条件。

5.7.4 试验程序

正弦振动试验按下列程序进行：

- 将试验样品直接或用安装夹具刚性地固定在试验台面上。
- 按照 4.7.1 对试验样品初始监测。
- 对试验样品施加符合 5.7.2 规定的振动。
- 完成一个方向的试验后，按照 4.7.2 条进行中间检测。
- 依次改变试验样品的安装方向，重复 c)~e) 操作，完成全部 X、Y、Z 轴 6 个方向的试验。
- 按 4.7.3 进行最后检测。

5.8 碰撞试验

5.8.1 试验目的

评价在装卸、运输或现场操作中，由于突然受力或者运动状态突然变化而产生碰撞时产品结构的可靠性。

5.8.2 试验条件

试验按照 GB/T 2423.6-1996 试验 Eb 的规定。试验严酷等级按表 9 规定。对于不同的应用环境，均宜按照该试验条件进行。

表9 碰撞试验条件

峰值加速度 $\text{m}^2/\text{s} \text{ (g)}$	脉冲持续时间 (ms)	碰撞次数 (次)
100 (10)	16	1000±10

5.8.3 对试验设备的要求

本试验采用冲击试验设备，应满足试验中冲击脉冲波形、峰值加速度、持续时间等方面的要求，冲击脉冲应是半正弦波，其允许失真不大于规定的峰值加速度的 20%。利用截止频率为冲击基频脉冲的五倍以上的传感器（允许增加一个滤波器）测量冲击脉冲。在上升时间的峰值加速度的 10% 处与下降时间峰值加速度的 10% 处之间测量脉冲持续时间。脉冲持续时间的绝对偏差应不大于试验条件中规定宽度的 ±15%。

5.8.4 试验程序

碰撞试验按下列程序进行：

- 将试验样品直接或用安装夹具刚性地固定在试验台面上，碰撞的安装面应朝下，作用中心尽量靠近台面中心；
- 将监测用的加速度传感器刚性地连接在试验样品与台面，或试验样品与夹具靠近台面中心的固定点上；
- 按照 4.7.1 对试验样品进行初始检测；
- 对试验样品施加 5.8.2 要求的碰撞脉冲；
- 完成 1000 次碰撞后进行电性能检测；
- 按 4.7.3 进行最后检测。

5.9 冲击试验

5.9.1 试验目的

评价在装卸、运输或现场操作中，由于突然受力或者运动状态突然变化而产生机械冲击时产品结构的可靠性。

5.9.2 试验条件

试验按照GB/T 2423.5-1995试验Ea的规定。试验严酷等级见表10。对于不同的应用环境，均宜该试验条件进行。

本试验采用半正弦波形冲击脉冲，在试验样品的三个相互垂直轴的6个轴向分别连续施加5次冲击。

表10 冲击试验条件

峰值加速度 m ² /s (g)	脉冲持续时间 (ms)	相应的速度变化量（半正弦） (m/s)
50 (5)	30	1.0

5.9.3 对试验设备的要求

本试验采用冲击试验设备，应满足试验度冲击脉冲波形、峰值加速度、持续时间等方面的要求，冲击脉冲应是半正弦波，其允许失真不大于规定的峰值加速度的20%。利用截止频率为冲击基频脉冲的五倍以上的传感器（允许增加一个电子滤波器）测量冲击脉冲。在上升时间的峰值加速度的10%处与下降时间峰值加速度的10%处之间测量脉冲持续时间。脉冲持续时间的绝对偏差应不大于试验条件中规定宽度的±15%。

5.9.4 试验程序

冲击试验按下列程序进行：

- a) 将试验样品直接或用安装夹具刚性地固定在试验台面上，作用中心尽量靠近台面中心。
- b) 将监测用的加速度传感器刚性地连接在试验样品与台面，或试验样品与夹具靠近台面中心的固定点上。
- c) 按照 4.7.1 对试验样品进行初始检测。
- d) 对试验样品施加符合 5.9.2 要求的冲击脉冲。
- e) 完成一个方向的试验后，按照 4.7.2 要求进行中间检测。
- f) 依次改变试验样品的安装方向，重复 c)~e) 操作，完成全部 6 个轴向方向的试验。
- g) 按 4.7.3 进行最后检测。

5.10 自由跌落

5.10.1 试验目的

评价在产品意外跌落后性能的影响。

5.10.2 试验条件

按照GB/T 2423.8-1996试验Ed的规定。

5.10.3 对试验设备的要求

跌落地板为硬木板（推荐厚度10cm）。

5.10.4 试验程序

自由跌落试验按下列程序进行：将试验样品水平放置，样品的基板面朝下，从1m的高度自由跌落至地板上。跌落次数为2次，然后按4.7.3进行最后检测。

5.11 高温寿命

5.11.1 试验目的

压电陶瓷电声元件在高温条件下工作一段时间后，确定高温对元件的电气和机械性能的影响，并评定产品的质量。

5.11.2 试验条件

试验样品处于额定电负载工作条件下（工作电压、工作频率），试验温度和寿命试验时间从表11中选取。对于消费类电子产品等应用，宜选用试验条件A；对于工业设备、仪器仪表等应用，宜选择试验条件B；对于汽车或铁路应用，宜选择试验条件C。

表11 高温寿命试验条件

试验条件	温度 (℃)	试验时间 (h)
A	70	240
B	85	240
C	105	240

5.11.3 试验设备

采用高温试验箱进行试验。试验箱应满足4.3和4.4的相关要求，并满足5.11.2规定的试验条件。

5.11.4 试验程序

高温寿命试验按下列程序进行：

- 对试验样品按4.7.1进行初始检测；
- 将试验样品按4.8的规定放置在试验箱内；
- 将试验箱温度升温到试验样品最高允许工作环境温度，并保持不变；
- 试验箱温度稳定后，对试验样品施加额定电压和电负载工作；
- 试验时间累积达到试验条件要求后，试验结束；
- 按4.7.3进行最后检测。

5.12 工作失效率

5.12.1 试验目的

按指定的置信度，评定压电陶瓷电声元件的工作失效率水平。

5.12.2 样品要求

样品的应能代表生产周期内所生产的所有批的产品，从合格品中抽取。

试验中由于非产品本身的原因（如设备原因，人为原因，意外事故等）造成的失效不应计入失效数内。其失效前的试验时间应计入总的元件小时数内。对失效的产品允许用同批产品予以替换，继续试验。

5.12.3 试验设备

试验设备采用高温箱和电源,试验所用设备及测量仪器应经过计量和校准,其精度应满足试验要求,在试验过程中不允许任意替换。

5.12.4 工作失效率抽样方案

工作失效率按照GJB 2649A-2011中 5.1的规定进行抽样。置信度为60%的一次失效率抽样方案见表12;置信度为90%的一次失效率抽样方案见表13。

表12 置信度为 60%的一次失效率抽样方案

失效率等级	累计的元件小时数 (10 ⁶ h)										
最大失效率 %/1000h	Ac=0	Ac=1	Ac=2	Ac=3	Ac=4	Ac=5	Ac=6	Ac=7	Ac=8	Ac=9	Ac=10
1.0	0.0916	0.202	0.311	0.418	0.524	0.629	0.735	0.839	0.943	1.048	1.152
0.1	0.916	2.02	3.11	4.18	5.24	6.29	7.35	8.39	9.43	10.48	11.52
0.01	9.16	20.2	31.1	41.8	52.4	62.9	73.5	83.9	94.3	104.8	115.2
0.001	91.6	202	311	418	524	629	735	839	943	1048	1152

表13 置信度为 90%的一次失效率抽样方案

失效率等级	累计的元件小时数 (10 ⁶ h)										
最大失效率 %/1000h	Ac=0	Ac=1	Ac=2	Ac=3	Ac=4	Ac=5	Ac=6	Ac=7	Ac=8	Ac=9	Ac=10
1.0	0.230	0.389	0.532	0.668	0.799	0.927	1.054	1.171	1.300	1.421	1.544
0.1	2.3	3.89	5.32	6.68	7.99	9.27	10.54	11.71	13	14.21	15.44
0.01	23	38.9	53.2	66.8	79.9	92.7	105.4	117.1	130	142.1	154.4
0.001	230	389	532	668	799	927	1054	1171	1300	1421	1544

5.12.5 试验条件

试验样品应在相关产品标准规定的额定工作电压、额定负载条件下工作。

5.12.6 试验程序

- 根据表12或表13确定置信度和允许失效数Ac。置信度和允许失效数选定后,在试验过程中不得更换。
- 根据失效率等级,置信度和允许失效数,由表12或表13查出所需的总试验元件小时数T。
- 按照5.12.5的试验条件规定开始试验,直到累计的元件小时数不小于T为止。
- 按照公式(1)计算样品的工作失效率。

$$\lambda = \frac{\chi_{\alpha, 2Ac+2}^2}{2 \cdot T} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

λ ——失效率 (单位: /h)

A_c ——失效数量

$\chi^2_{\alpha, 2A_c+2}$ —— χ^2 分布的 α 分位数

α ——置信水平，取 60%或 90%

T ——试验的总元件小时数

此外，为了满足不同应用对压电陶瓷电声元件的质量要求，推荐：

- a) 对于消费电子产品等的应用，产品的初始检测不合格率宜小于230ppm（即5 δ ）。
- b) 对于工业设备、仪器仪表等的应用，产品的初始检测不合格率宜小于30ppm（即5.5 δ ）。
- c) 对于汽车或铁路等的应用，产品的初始检测不合格率宜小于3.4ppm（即6 δ ）。

5.13 可焊性

5.13.1 试验目的

评估压电陶瓷电声元件电极的可焊性。

5.13.2 试验条件

按GB/T 2423.28—2005试验Ta规定的烙铁法进行试验，使用60W-90 W温控电烙铁，熔点为260℃的无铅焊锡丝，焊接温度320℃±10℃。

5.13.3 试验设备

功率为60W-90 W温控电烙铁。

5.13.4 试验程序

在电极面任意点进行焊接，烙铁头不应接触电极面，焊接面积为3mm²-5mm²，焊点堆积高度不大于2mm，焊接时间不大于1s。

5.13.5 最后检测

按4.7.3要求进行最后检测。

5.14 耐焊接热

5.14.1 试验目的

评估压电陶瓷电声元件耐受手工焊接时电烙铁温度的能力。

5.14.2 试验条件

按GB/T 2423.28-2005试验Tb 规定的烙铁法进行试验，使用60W-90 W温控电烙铁，熔点为260℃的无铅焊锡丝，焊接温度345℃±5℃。

5.14.3 试验设备

功率为60W-90 W温控电烙铁。

5.14.4 试验程序

在电极面任意点进行焊接，烙铁头不应接触电极面，焊接面积为 3 mm^2 – 5 mm^2 ，焊点堆积高度不大于2mm，焊接时间不大于 $1.5\text{ s} \pm 0.5\text{ s}$ 。

5.14.5 最后检测

按4.7.3要求进行最后检测。

5.15 耐高温

5.15.1 试验目的

评估红外再流焊工艺条件对压电陶瓷电声元件的影响。

5.15.2 试验条件

GB/T 19405.1—2003 中5.4.1规定的红外再流焊工艺条件。

5.15.3 试验设备

采用符合GB/T 19405.1—2003 中5.4.1规定的红外再流焊工艺条件或详细规范规定的设备。

5.15.4 试验程序

除详细规范另有规定外，按照GB/T 19405.1—2003 中5.4.1规定的红外再流焊工艺条件试验。

5.15.5 最后检测

按4.7.3要求进行最后检测，并目检瓷片，应无裂纹、脱落。然后按照SJ 10709—2016中方法7.7和方法7.8的要求，分组进行附着力试验和粘接强度试验。

5.16 耐高电压

5.16.1 试验目的

评估压电陶瓷电声元件耐受高电压的能力。

5.16.2 试验条件

根据压电陶瓷电声元件的使用要求选择表14的过电压试验条件。对于消费类电子产品等应用，宜选用试验条件A；对于工业设备、仪器仪表等应用，宜选择试验条件B；对于汽车或铁路应用，宜选择试验条件C。

表14 耐过电压试验条件

试验条件	电压 (V)	负载条件	时间 (h)
A	1.5 倍额定电压	额定负载	1
B	2 倍额定电压	额定负载	1
C	2 倍额定电压	额定负载	2

5.16.3 试验设备

采用带有功率输出的低频信号发生器，输出信号的幅值、波形和频率应能满足相关产品标准的规定。

5.16.4 试验程序

按详细规范的规定焊接导线，将导线端子接入测量夹具，保持元件悬空。

按详细规范的规定值设定输出信号频率，平稳加电压至规定值，并按表14规定的保持时间，将电压平稳下降至零后测量电性能和检查外观。瓷片应无裂纹、脱落，试验过程无飞弧现象，电性能应符合相关产品标准的规定。

5.16.5 最后检测

按4.7.3要求进行最后检测。

6 合格判据

同一批试验样品应全部通过表1规定的所有试验项目。当试验样品发生下列任何一种情况时，判定为批不合格：

- a) 在正常及最坏情况条件下，产品任一性能参数指标的偏离超出相关产品标准规定的允许限值。
- b) 试验样品破损、断裂、裂痕、碎片及翘曲形变；由于操作及固定件所导致的外观不合格除外，并应重新补做发生样品损坏的试验及其后续试验。
- c) 相关产品标准规定的其它不合格判据。

7 试验记录与试验报告

7.1 试验记录

在可靠性试验过程中，应及时记录。记录内容应准确，试验过程不得中断。记录内容应包括：

- a) 试验样品型号、规格。
- b) 制造单位、生产日期、生产批号。
- c) 试验日期和样品数量、试验项目。
- d) 试验环境条件。
- e) 失效样品编号及相关试验次数。
- f) 失效现象。
- g) 失效分析与判断。
- h) 试验人员。

7.2 试验报告

试验报告应写明试验依据和要求、失效样品编号、失效时间及失效原因，作出试验是否合格的判定。试验报告的格式见附录A。

附 录 A
(资料性附录)
压电陶瓷电声元件可靠性试验报告格式

压电陶瓷电声元件可靠性试验报告的格式见表A. 1。

表A. 1 压电陶瓷电声元件可靠性试验报告

试验日期			试验地点				环境温湿度			
制造单位			产品型号和规格				生产日期		试验样品数	
试验项目	高温贮存	高温工作	低温贮存	低温工作	温度变化	恒定湿热	振动	碰撞		
试验条件										
是否通过										
试验项目	冲击	自由跌落	高温寿命	可焊性	耐焊接热	耐高温	耐高电压	工作失效率		
试验条件										
试验结果										
序号	失效样品编号		失效时试验条件		失效现象		失效原因		备注	
试验结论										
试验人员 试验负责人										
试验单位（盖章） ____年__月__日										
备注：										