|  |
| --- |
|  |
| 高温压电式加速度传感器 |
| 编制说明 |
| （**征求意见稿**） |
| 2024年10月 |

**一、工作简况**

**1、任务来源**

本项目任务来源于中国电子元件行业协会“关于下达2024年第五批中国电子元件行业协会团体标准制修订项目计划的通知”，计划编号为YX202406001，起草单位为山东利恩斯智能科技有限公司、中国核动力研究设计院、中国航发湖南动力机械研究所、中国航空计量技术研究所、中国船舶集团有限公司第七一五研究所、中国电子科技集团公司第二十六研究所、四川大学、清华大学、北京信息科技大学、中国科学院上海硅酸盐研究所、扬州科动电子有限责任公司、广州凯立达电子股份有限公司、广东思威特智能科技股份有限公司、浙江嘉康电子股份有限公司、淄博宇海电子陶瓷有限公司、江苏联能电子技术有限公司、寿光市飞田电子有限公司、成都森桫迩科技有限公司、厦门大学、三亚声演科技有限公司、成都大学共同编制团体标准《高温压电式加速度传感器》，技术归口单位为中国电子元件行业协会电子陶瓷及器件分会，计划要求编制时间为2024年6月至2025年5月。

**2、制定背景**

近年来，随着工业化和智能化的发展，核电、冶炼、航空航天、化工等行业对高温下振动监测需求不断增加，高温压电式加速度传感器已经成为了诸多振动监测领域不可或缺的组成部分。经查询团体标准信息平台，国内尚未高温压电式加速度传感器的团体标准，本标准的制定有利于高温压电式加速度传感器产品的标准化程度，同时为其设计、生产、试验提供指标齐全、试验方法完备的标准支撑。

目前国内的高温压电式加速度传感器大部分被国外企业垄断，且高温压电式加速度传感器的使用场合多涉及防务市场，国外的高温压电式加速度传感器基本已经实施禁运。因此，如果国内不形成相应的标准，会造成因信息滞后，导致国内多个厂家进行反复研制，增加高温压电式加速度传感器行业的研发损耗。

该团体标准的提出，有助于促进国内高温压电式加速度传感器产品的标准化，有助于提升核电、冶炼、航空航天、化工等行业对高温下振动监测能力，此外，该团体标准还有助于规范高温压电式加速度传感的生产和检测等环节，避免低质量、不合格产品流入市场，从而提升行业整体水平，维护市场秩序。通过制定团体标准，可以实现高温压电式加速度传感器技术的突破，形成自主知识产权，增强我国在高温压电式加速度传感器方面的核心竞争力。

**3、起草过程**

2024年6月28日至7月1日，中国电子元件行业协会电子陶瓷及器件分会《高温压电式加速度传感器》团体标准工作组会议在山东省德州市召开。中国电子元件行业协会标准管理部主任章怡，电陶分会名誉理事长吴旭峰，秘书长罗平，高温压电式加速度传感器团体标准牵头单位、山东利恩斯智能科技有限公司董事长司留启，总经理郇正利及中国核动力研究设计院、中国航发湖南动力机械研究所、中国航空工业集团公司北京长城计量测试技术研究所、中国船舶集团有限公司第七一五研究所、中国电子科技集团公司第二十六研究所、四川大学、清华大学、北京信息科技大学、中国科学院上海硅酸盐研究所、扬州动力电子有限责任公司、广州凯立达电子股份有限公司、广东思威特智能科技股份有限公司、浙江嘉康电子股份有限公司、淄博宇海电子陶瓷有限公司、江苏联能电子技术有限公司、寿光市飞田电子有限公司、成都森桫迩科技有限公司、厦门大学、三亚声演科技有限公司、成都大学等参加团标制定单位相关人员40余人出席了会议。会议由电陶分会秘书长罗平主持。会议期间，编制工作组将《高温压电式加速度传感器》团体标准与国内的相关标准进行对比分析，并进一步确定标准编制要求与框架。会后，山东利恩斯智能科技有限公司将工作组讨论稿发送各编制工作组专家征求意见，共收集意见55条，其中采纳55条，详细工作组讨论稿意见汇总表见本文“第十章其他应予说明的事项”。讨论组经开会讨论后形成统一意见，将征求意见稿于2024年10月16日提交中国电子元件行业协会电子陶瓷及器件分会会审查。

主要参加单位和编制组成员及其所做的工作见下表：

| 序号 | 成员姓名 | 编制组成员单位 | 组内职务 | 职责 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 郇正利 | 山东利恩斯智能科技有限公司 | 项目负责人 | 负责完成标准各阶段文件的编写、修改、审查，标准项目计划的进度控制，以及与其他单位的沟通协调。 |
| 2 | 杨志康 | 山东利恩斯智能科技有限公司 | 标准化人员 | 负责协助开展各阶段标准文本编写、修改、审查，同时落实各阶段提出意见情况审查等。 |
| 3 | 司留启 | 山东利恩斯智能科技有限公司 | 标准化人员编制组成员 | 协助项目负责人完成标准各阶段文件的编写、修改，协助项目负责人完成相关方意见征集并反馈项目负责人，按期完成项目负责人分派的其它工作任务等。 |
| 4 | 黎超逸 | 山东利恩斯智能科技有限公司 |
| 5 | 董超 | 山东利恩斯智能科技有限公司 |
| 6 |  |  |
| 7 |  |  |
| 8 | 罗平 | 电陶分会 |
| 9 |  |  |
| 10 |  |  |
| 11 | 郑兰疆 | 中国核动力研究设计院 |
| 12 | 孙磊 | 中国核动力研究设计院 |
| 13 | 徐昱根 | 中国核动力研究设计院 |
| 14 | 杨恒 | 中国核动力研究设计院 |
| 15 | 张利民 | 中国航发湖南动力机械研究所 |
| 16 | 郑爱建 | 北京长城计量测试技术研究所 |
| 17 | 胡望峰 | 中国船舶集团有限公司第七一五研究所 |
| 18 | 汪跃群 | 中国船舶集团有限公司第七一五研究所 |
| 19 | 鲜晓军 | 中国电子科技集团公司第二十六研究所 |
| 20 | 陈强 | 四川大学 |
| 21 | 吴波 | 清华大学 |
| 22 | 秦雷 | 北京信息科技大学 |
| 23 | 毛利萍 | 中国科学院上海硅酸盐研究所 |
| 24 | 郭少波 | 中国科学院上海硅酸盐研究所 |
| 25 | 高祥 | 扬州科动电子有限责任公司 |
| 26 | 刁龙飞 | 扬州科动电子有限责任公司 |
| 27 | 蔡振雄 | 广东凯立达电子股份有限公司 |
| 28 | 严红光 | 广东思威特智能科技股份有限公司 |
| 29 | 张火荣 | 浙江嘉康电子股份有限公司 |
| 30 | 姚国华 | 浙江嘉康电子股份有限公司 |
| 31 | 刘健 | 淄博宇海电子陶瓷有限公司 |
| 32 | 赵文浩 | 淄博宇海电子陶瓷有限公司 |
| 33 | 杨明 | 江苏联能电子技术有限公司 |
| 34 | 袁燕飞 | 寿光市飞田电子有限公司 |
| 35 | 汤立国 | 厦门大学 |
| 36 | 陈渝 | 成都大学 |
| 37 | 季惠明 | 天津大学 |
| 38 | 孙清池 | 天津大学 |

**二、标准编制原则、主要内容及其确定的依据**

**1、标准编制原则**

为保证本标准的技术内容能适应目前国内对高温压电式加速度传感器的需求，体现出标准的先进性、适用性和可操作性，结合国内该高温压电式加速度传感器生产状况以及国内标准化工作导则的相关要求，编制中遵循下述原则：

a）本标准编制符合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》，按标准制定的程序进行工作，广泛征求行业内有关意见，保证技术内容的正确性；

b）标准编写中的内容和技术指标的准确性，规范性引用了以下标准文件GB/T 191-2008《包装储运图示标志》、GB/T 2421-2020《环境试验概述和指南》、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 2423.22-2012《环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 N：温度变化》、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 20485.1-2008《振动与冲击传感器校准方法第1部分基本概念》、JJG 233-2008《压电加速度计检定规程》和 JB/T 6822-2018《压电式加速度传感器》。

c）本标准为产品标准，编写中切实注意标准的可执行性，同时在编写中注意用字用词的统一性、规范性；

。

**2、主要内容及其确定的依据**

**2.1** **总则**

本标准是在客户要求和国内公司同类产品试验的基础上，参考相关标准进行编制，本标准各项性能指标已经过国内同类产品的试验摸底。

与JB/T 6822-2018同类指标的对比见下表：

| 试验项目 | JB/T 6822-2018 | 本标准 | 备注 |
| --- | --- | --- | --- |
| 工作温度 | -269℃～760℃ | -55℃～815℃ | 高温段优于JB/T 6822-2018要求，该指标参考国外同类产品，满足工业级民用通讯使用 |
| 外观 | 传感器的外观应无目视可见的瑕疵、锈蚀和损伤，标志应清晰完整、准确，安装基面表面粗糙度Ra 应小于1 μm，插头、座应接触良好，装卸灵活。 | 传感器的外观应无瑕疵、无划痕、无锈蚀、无损伤等不损害性能的外观缺陷，标志应清晰完整、准确，安装基面表面粗糙度 Ra 应小于1 μm。 | 一致 |
| 外形及安装尺寸 | 用游标卡尺检测传感器的外形及安装尺寸。结果应符合相关详细规范的要求。 | 用满足准确度要求的量具测量传感器的外形及安装尺寸。结果应符合本标准相关详细规范的要求。 | 一致 |
| 重量 | 用天平称量传感器的质量（应说明是否包括输出电缆和插头）。结果应符合相关详细规范的要求。 | 用满足准确度要求的衡具测量传感器的重量。结果应符合本标准相关详细规范的要求。 | 一致 |
| 参考灵敏度  | 按JB/T 6822-2018中 7.7条进行试验。结果应符合相关详细规范的要求。 | 按JB/T 6822-2018中 7.7条进行试验。试验后传感器的参考灵敏度应符合本标准相关技术要求。 | 一致 |
| 横向灵敏度比 | 按 JB/T 6822-2018 中7.8条进行试验。最大横向灵敏度比不大于5% | 按 JB/T 6822-2018 中7.8条进行试验。振动测试的最大横向灵敏度比应≤5%，冲击测试的最大横向灵敏度比应≤10%。 | 区分振动测试和冲击测试条件下的最大横向灵敏度比 |
| 安装共振频率 | 按JB/T 6822-2018 中7.10条进行试验。结果应符合相关详细规范的要求。 | 按JB/T 6822-2018 中7.10条进行试验。结果应符合相关详细规范的要求。 | 一致 |
| 幅频响应 | 按JB/T 6822-2018 中7.11条进行试验。结果应符合本标准相关详细规范的要求。 | 按JB/T 6822-2018 中7.11条进行试验。结果应符合本标准相关详细规范的要求。 | 增加不同温度档的幅频响应要求 |
| 幅值线性度 | 按JB/T 6822-2018中7.12条进行试验。用振动测量法时不大于3%；用冲击测量法时不大于10%。 | 按JB/T 6822-2018中7.12条进行试验。要求幅值线性度：a） <3%（振动法校准）；b） <10%（冲击法校准）。 | 一致 |
| 绝缘电阻 | 按JB/T 6822-2018中7.15条进行试验。常温时传感器输出极间绝缘电阻应大于1×1010Ω。 | 按JB/T 6822-2018中7.15条进行试验。芯对壳的绝缘电阻应符合本标准相关详细规范的要求。 | 增加不同温度档最低温、常温、最高温时的绝缘电阻 |
| 气密性 | 传感器放入95℃热水中，5min内不应出现五个以上气泡；传感器在水中处于15000Pa负压下，不应有连续气泡出现。 | 传感器放入95℃热水中，5min内不应出现五个以上气泡；传感器在水中处于15000Pa负压下，不应有连续气泡出现。 | 一致 |
| 极限加速度 | 按JB/T 6822-2018中7.14条进行试验。结果应符合相关详细规范的要求。 | 按JB/T 6822-2018中7.14条进行试验。结果应符合相关详细规范的要求。 | 一致 |
| 基座应变灵敏度 | 按JB/T 6822-2018中7.17.1条进行试验。。结果应符合相关详细规范的要求。 | 按JB/T 6822-2018中7.17.1条进行试验。结果应符合相关详细规范的要求。 | 一致 |
| 声灵敏度 | 按JB/T 6822-2018中7.17.2条进行试验。。结果应符合相关详细规范的要求。 | 按JB/T 6822-2018中7.17.2条进行试验。结果应符合相关详细规范的要求。 | 一致 |
| 瞬变温度灵敏度 | 按JB/T 6822-2018中7.17.3条进行试验。。结果应符合相关详细规范的要求。 | 按JB/T 6822-2018中7.17.3条进行试验。结果应符合相关详细规范的要求。 | 一致 |
| 安装力矩灵敏度 | 按JB/T 6822-2018中7.17.4条进行试验。。结果应符合相关详细规范的要求。 | 按JB/T 6822-2018中7.17.4条进行试验。结果应符合相关详细规范的要求。 | 一致 |
| 磁灵敏度 | 按JB/T 6822-2018中7.17.5条进行试验。。结果应符合相关详细规范的要求。 | 按JB/T 6822-2018中7.17.5条进行试验。结果应符合相关详细规范的要求。 | 一致 |
| 温度响应偏差 | 按JB/T 6822-2018中7.17.6条进行试验。结果应符合相关详细规范的要求。 | 按JB/T 6822-2018中7.17.6条进行试验。结果应符合相关详细规范的要求。 | 增加不同温度档时的温度响应偏差要求，并增加高温测试系统原理和低温测试系统原理 |
| 高温贮存试验 | — | 使用温度响应偏差试验装置进行高温贮存试验，结果应符合本标准高温贮存试验要求。 | 增加不同温度档时的高温贮存试验要求 |
| 温度冲击试验 | — | 使用温度响应偏差试验装置进行温度冲击试验，在温度范围-55~125 ℃内温度冲击 5 次，传感器应符合相关详细规范的要求。 | 增加温度冲击试验要求 |

* 1. 外观

外观依据山东利恩斯智能科技有限公司类似产品的设计经验确定，产品按照企业标准进行摸底试验验证后，满足该要求。本产品摸底试验的次数为5次，每次样本数量为2个。

指标如下：外观应无瑕疵、无划痕、无锈蚀、无损伤等不损害性能的外观缺陷，标志应清晰完整、准确，安装基面表面粗糙度 Ra 应小于1 μm。

试验方法：目视检查传感器的外观和标志，用表面粗糙度仪测量传感器安装基面表面租糙度。

* 1. 外形及安装尺寸

外形及安装尺寸依据山东利恩斯智能科技有限公司类似产品的设计经验确定，产品按照企业标准进行摸底试验验证后，满足该要求。本产品摸底试验的次数为5次，每次样本数量为2个。

指标如下：传感器的外形及安装尺寸应符合相关详细规范的要求。

试验方法：用满足准确度要求的量具测量传感器的外形及安装尺寸。

* 1. 重量

传感器重量依据山东利恩斯智能科技有限公司类似产品的设计经验确定，产品按照企业标准进行摸底试验验证后，满足该要求。本产品摸底试验的次数为5次，每次样本数量为2个。

指标如下：传感器的重量应符合相关详细规范的要求。

试验方法：用满足准确度要求的衡具测量传感器的重量。

* 1. 参考灵敏度

参考灵敏度依据JB/T 6822-2018和山东利恩斯智能科技有限公司类似产品的设计经验确定，并且产品按照企业标准进行摸底试验验证后，满足该要求。本产品摸底试验的次数为5次，每次样本数量为2个。

指标如下：传感器的参考灵敏度S的单位用pC/g表示，传感器的参考灵敏度应符合下表要求。

| 温度档代号 | 灵敏度代号 | 参考灵敏度（pC/g） |
| --- | --- | --- |
| A | 1 | 1≤S ＜5 |
| 2 | 5≤S＜10 |
| 3 | 10≤S＜50 |
| 4 | S≥50 |
| B | 1 | 1≤S＜5 |
| 2 | 5≤S＜10 |
| 3 | 10≤S＜50 |
| 4 | S≥50 |
| C | 1 | 1≤S＜5 |
| 2 | 5≤S＜10 |
| 3 | S≥10 |
| D | 1 | 1≤S＜5 |
| 2 | S≥5 |

试验方法：按JB/T 6822-2018中7.7条进行试验。

* 1. 横向灵敏度比

横向灵敏度比依据JB/T 6822-2018 和山东利恩斯智能科技有限公司类似产品的设计经验确定，并且产品按照企业标准进行摸底试验验证后，满足该要求。本产品摸底试验的次数为5次，每次样本数量为2个。

指标如下：传感器最大横向灵敏度比应符合下表要求。

|  |  |
| --- | --- |
| 试验条件 | 最大横向灵敏度比 （%） |
| 振动测试 | ≤5 |
| 冲击测试 | ≤10 |

试验方法：按 JB/T 6822-2018 中7.8条进行试验。

* 1. 安装共振频率

安装共振频率依据JB/T 6822-2018 和山东利恩斯智能科技有限公司类似产品的设计经验确定，并且产品按照企业标准进行摸底试验验证后，满足该要求。本产品摸底试验的次数为5次，每次样本数量为2个。

指标如下：传感器安装共振频率应符合相关详细规范的要求。

试验方法：按JB/T 6822-2018 中7.10条进行试验。检验结果出现争议时，采用连续扫描法作为仲裁方法。

* 1. 幅频响应

幅频响应依据JB/T 6822-2018 和山东利恩斯智能科技有限公司类似产品的设计经验确定，并且产品按照企业标准进行摸底试验验证后，满足该要求。本产品摸底试验的次数为5次，每次样本数量为2个。

指标如下：幅频响应在工作频率范围内灵敏度变化（∆S）情况，应符合下表要求。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 温度档代号 | 灵敏度代号 | ∆S≤5%的频率范围（Hz） | ∆S≤10%的频率范围（Hz） |
| A | 1 | 1-10000 | 1-15000 |
| 2 | 1-10000 | 1-11000 |
| 3 | 1-6000 | 1-9000 |
| 4 | 1-5000 | 1-7000 |
| B | 1 | 1-6000 | 1-10000 |
| 2 | 1-5000 | 1-8000 |
| 3 | 1-2500 | 1-5000 |
| 4 | 1-2000 | 1-4000 |
| C | 1 | 1-2000 | 1-3000 |
| 2 | 1-2000 | 1-3000 |
| 3 | 1-2000 | 1-3000 |
| D | 1 | 1-3000 | 1-4000 |
| 2 | 1-1000 | 1-2000 |

试验方法：按JB/T 6822-2018 中7.11条进行试验。检验结果出现争议时，采用逐点点频校准作为仲裁方法。

* 1. 幅值线性度

幅值线性度依据JB/T 6822-2018 和山东利恩斯智能科技有限公司类似产品的设计经验确定，并且产品按照企业标准进行摸底试验验证后，满足该要求。本产品摸底试验的次数为5次，每次样本数量为2个。

指标如下：a） <3%（振动法校准）；b） <10%（冲击法校准）。

试验方法：按JB/T 6822-2018中7.12条进行试验。检验结果出现争议时，采用振动测试法作为仲裁方法。

* 1. 绝缘电阻

绝缘阻抗依据JB/T 6822-2018 和山东利恩斯智能科技有限公司类似产品的设计经验确定，并且产品按照企业标准进行摸底试验验证后，满足该要求。本产品摸底试验的次数为5次，每次样本数量为2个。

指标如下：传感器芯对壳的绝缘电阻应符合下表要求。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 温度档代号 | 最低温传感器绝缘电阻（Ω） | 常温时绝缘电阻（Ω） | 最高温时绝缘电阻（Ω） |
| A | >1×109 | >1×109 | >1×107 |
| B | >1×109 | >1×109 | >1×107 |
| C | >1×109 | >1×109 | >5×105 |
| D | >1×109 | >1×109 | >5×105 |

试验方法：按JB/T 6822-2018中7.15条进行试验。

* 1. 气密性

气密性依据JB/T 6822-2018 和山东利恩斯智能科技有限公司类似产品的设计经验确定，并且产品按照企业标准进行摸底试验验证后，满足该要求。本产品摸底试验的次数为5次，每次样本数量为2个。

指标如下：传感器在潮湿、有害气体中工作时，其内部结构不受外界环境的侵蚀。气密性试验后烘干传感器，其绝缘阻抗应符合相关指标要求。

试验方法：试验方法有两种。

a) 将透明玻璃烧杯内的水加热到95 ℃，把传感器放入水中，5 min内传感器释放出的气泡不得多于五个。

b) 在一个能密封的玻璃器皿里注入适量的水，先用真空泵抽气至15000 Pa左右，以除去水中的游离气体，然后放气至常压状态，再将传感器放入水中，抽气至15000 Pa，抽气过程中检查传感器周围，特别是插座是否有连续的气泡出现，如有则表明气密性不良。

检验结果出现争议时，采用 b）方法作为仲裁方法。

* 1. 极限加速度

极限加速度依据JB/T 6822-2018 和山东利恩斯智能科技有限公司类似产品的设计经验确定，并且产品按照企业标准进行摸底试验验证后，满足该要求。本产品摸底试验的次数为5次，每次样本数量为2个。

指标如下：传感器的极限加速度值应符合相关详细规范的要求。

试验方法：按JB/T 6822-2018中7.14条进行试验。

* 1. 基座应变灵敏度

基座应变灵敏度依据JB/T 6822-2018 和山东利恩斯智能科技有限公司类似产品的设计经验确定，并且产品按照企业标准进行摸底试验验证后，满足该要求。本产品摸底试验的次数为5次，每次样本数量为2个。

指标如下：传感器的基座应变灵敏度应符合相关详细规范的要求。

试验方法：按JB/T 6822-2018中7.17.1条进行试验。

* 1. 声灵敏度

声灵敏度依据JB/T 6822-2018 和山东利恩斯智能科技有限公司类似产品的设计经验确定，并且产品按照企业标准进行摸底试验验证后，满足该要求。本产品摸底试验的次数为5次，每次样本数量为2个。

指标如下：传感器的声灵敏度应符合相关详细规范的要求。

试验方法：按JB/T 6822-2018中7.17.2条进行试验。

* 1. 瞬变温度灵敏度

瞬变温度灵敏度依据JB/T 6822-2018 和山东利恩斯智能科技有限公司类似产品的设计经验确定，并且产品按照企业标准进行摸底试验验证后，满足该要求。本产品摸底试验的次数为5次，每次样本数量为2个。

指标如下：传感器的瞬变温度灵敏度应符合相关详细规范的要求。

试验方法：按JB/T 6822-2018中7.17.3条进行试验。

* 1. 安装力矩灵敏度

安装力矩灵敏度依据JB/T 6822-2018 和山东利恩斯智能科技有限公司类似产品的设计经验确定，并且产品按照企业标准进行摸底试验验证后，满足该要求。本产品摸底试验的次数为5次，每次样本数量为2个。

指标如下：传感器的安装力矩灵敏度应符合相关详细规范的要求。

试验方法：按JB/T 6822-2018中7.17.4条进行试验。

* 1. 磁灵敏度

磁灵敏度依据JB/T 6822-2018 和山东利恩斯智能科技有限公司类似产品的设计经验确定，并且产品按照企业标准进行摸底试验验证后，满足该要求。本产品摸底试验的次数为5次，每次样本数量为2个。

指标如下：传感器的磁灵敏度应符合相关详细规范的要求。

试验方法：按JB/T 6822-2018中7.17.5条进行试验。

* 1. 温度响应偏差

温度响应偏差依据JB/T 6822-2018 和山东利恩斯智能科技有限公司类似产品的设计经验确定，并且产品按照企业标准进行摸底试验验证后，满足该要求。本产品摸底试验的次数为5次，每次样本数量为2个。

指标如下：用比较法在规定的温度范围内，对被校加速度传感器进行温度响应校准，计算各温度点下灵敏度与室温环境下的灵敏度误差，其误差最大值应符合下表要求。

|  |  |
| --- | --- |
| 温度档代号 | 温度响应偏差（%） |
| A | ≤10 |
| B | ≤10 |
| C | ≤15 |
| D | ≤15 |

试验方法：按JB/T 6822-2018中7.17.6条进行试验，高低温测试系统测试原理见图 1 和图 2。

其中，校准频率为160 Hz，加速度在1~10 g范围内选取。260 ℃以下温度范围内建议取不少于3个温度点，260 ℃以下温度范围内建议取不少于5个点，其中包括最低温度点及最高温度点，提供优选温度-55 ℃，25 ℃，100 ℃，200 ℃，260 ℃，300 ℃，400 ℃，500 ℃，600 ℃，650 ℃，700 ℃，800 ℃，815 ℃。

传感器在最高温度下应在正弦信号下输出波形正常，且灵敏度变化小于要求值。在最低温度下正弦信号输出波形正常，且灵敏度变化小于要求值。

其中常温~815 ℃温度范围内使用高温测试系统进行测试，-55 ℃~常温温度范围内使用低温测试系统进行测试。



**图1 高温测试系统原理图**



**图2 低温测试系统原理图**

* 1. 高温贮存试验

高温贮存试验依据GB/T 2423.2—2008 和山东利恩斯智能科技有限公司类似产品的设计经验确定，并且产品按照企业标准进行摸底试验验证后，满足该要求。本产品摸底试验的次数为5次，每次样本数量为2个。

指标如下：使用温度响应偏差试验装置进行高温贮存试验（默认选择最高工作温度），传感器应符合下表要求。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 温度档代号 | 最高工作温度（℃） | 灵敏度变化 |
| A | 260  | 灵敏度变化≤±2 % |
| B | 500 |
| C | 650 |
| D | 815 |

试验方法：引用 GB/T 2423.2—2008试验 Bb 的规定，使用图2装置进行高温试验，试验温度为最高工作温度，持续时间为72 h，降至常温后取出样件，在标准大气条件下放置至少24 h后测试灵敏度。

* 1. 温度冲击试验

温度冲击试验依据GB/T 2423.22—2012 和山东利恩斯智能科技有限公司类似产品的设计经验确定，并且产品按照企业标准进行摸底试验验证后，满足该要求。本产品摸底试验的次数为5次，每次样本数量为2个。

指标如下：使用温度响应偏差试验装置进行温度冲击试验，在温度范围-55~125 ℃内温度冲击 5 次，传感器应符合相关详细规范的要求。

试验方法：按照 GB/T 2423.22—2012试验 Na 的方法，将试验样品暴露于-55 ℃下，保持 30 min，然后将样品暴露于高温 125 ℃下，保持 30 min，转换时间不宜超过3 min。按上述循环，重复试验 5 次循环后，在标准大气条件下放置至少2 h后检查。

1. **解决的主要问题**

本标准规范了高温压电式加速度传感器的技术要求和检验要求，为了实现可耐最高815 ℃的国产化压电加速度传感器，解决传感器行业卡脖子问题，特制定本标准。

**三、试验验证的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效益、社会效益和生态效益**

**1、试验验证的分析、综述报告**

以上试验指标均按照企业标准在公司内部进行摸底试验验证（详见附件），试验结果均为合格。且产品在国内重点客户处批量应用。

**2、技术经济论证**

高温压电式加速度传感器从结构设计和质量管控方面进行成本的优化设计，有效降低了产品的成本。

**3、预期的经济效益、社会效益和生态效益**

本标准的制定将使高温压电式加速度传感器在设计、研制、生产、检验、订购、使用、维护等方面有统一的依据，能更好的推动高温压电式加速度传感器的研制、生产和使用，具有显著的经济效益和社会效益。

高温压电式加速度传感器主要应用于以下领域：

航空航天领域，包括航空发动机、航天器结构等；

工业制造领域，包括火力发电厂、核电站、化工厂等；

交通运输领域，包括汽车发动机、高速列车等；

科研实验领域，包括材料力学、弹性模量、阻尼比、热应力、热疲劳等。

目前高温压电式加速度传感器在航空航天、工业制造、交通运输以及科研实验等多个领域都有着广泛的应用前景，市场需求也将继续增加。

**四、与国际、国外同类标准技术内容的对比情况，或者与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况**

经标准编制组查询，暂无国际、国外同类标准。与国外Meggitt的2273指标数据对比如下表：

| 试验项目 | Meggitt（2273） | 本标准 | 对比情况 |
| --- | --- | --- | --- |
| 工作温度 | -55℃～399℃ | -55℃～500℃ | 优于 |
| 参考灵敏度 | 10 | 10 | 一致 |
| 横向灵敏度比 | ≤5% | ≤5%（振动测试） | 一致 |
| 安装共振频率 | 27 | 30 | 优于 |
| 幅频响应 | 1-5000Hz（5%） | 1-6000Hz（5%） | 优于 |
| 幅值线性度 | 1% | <3%（振动法校准） | 低于，该指标与JB/T 6822-2018中要求保持一致，满足工业级使用要求 |
| 绝缘电阻（最高温） | >5×105Ω | >1×107 | 优于 |
| 温度响应偏差 | ≤15% | ≤10% | 优于 |

数据来源：

**五、是否合规引用国际国外标准**

本标准属于自主制定的标准，没有可引用的国际国外标准。

**六、与有关法律、行政法规及相关标准的关系**

本标准按照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》格式进行编制； 与本领域的其他标准相协调。

**七、重大分歧意见的处理经过和依据**

本标准编制过程中无重大分歧意见。

**八、涉及专利的有关说明**

本标准中的产品涉及标准的必要专利，专利申请号：CN112415226 B、CN113985066 B等，专利持有人愿意同任何申请人在合理且无歧视的条款和条件下，就专利授权许可进行谈判。

**九、实施标准的要求，以及组织措施、过渡期和实施日期的建议等措施建议**

由于本标准中的高温压电式加速度传感器广泛应用于诸多领域，建议本标准发布即实施。本标准颁布实施后，在适当的时间进行必要的修订，以更好地满足各方的实际使用需求。

**十、其他应予说明的事项**

编制工作组内讨论稿共收到55条反馈意见，具体处理情况详见下表：

| 序号 | 章条编号 | 意见内容 | 提出单位 | 处理意见及理由 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **编制说明** |
|  | 引言 | 定义最高温度，首段重新梳理，写明制定缘由，增加“特制定本标准”等。 | 工作组会议 | 采纳，已重新编辑为“目前国内企业所生产的传感器产品未能完全达到国内对高温加速度传感器的性能要求，为了实现可耐受最高815℃的压电加速度芯体、外壳等部件的全部国产化，解决传感器行业卡脖子问题，特制定本标准。” |
|  | 全文 | 全文改为“高温压电式加速度传感器”。 |  | 采纳，全文更改。 |
|  | 全文 | 下文将“高温压电式加速度传感器”简称为“传感器”。 |  | 采纳，已简化。 |
|  | 2 | 规范性引用文件，引用的放入，没有引用的放在参考文献，并将引用的进行排列；后续正文中的引用文献均使用引用文件编号。 |  | 采纳，已整理。 |
|  | 3 | 没有的术语找到相关标准，并进行添加。 |  | 采纳，更改为“GB/T 20485.1-2008、JJG 233-2008及JB/T 6822-2018界定的术语和定义适用于本文件。” |
|  | 4.1 | 图片重新整改，删除尺寸标注等。 |  | 采纳，图片已重新整改。 |
|  | 5.1 | 增加引用标准； |  | 采纳，已整理为“GB/T 2421-2020中4.3规定” |
|  | 6.1 | 表1增加“范围”；并编制说明添加与国外产品对比。 |  | 采纳，已增加并对比。 |
|  | 6.1 | 应开头引出“表1”. |  | 更改为“除另有规定外，传感器推荐工作温度范围见表1。” |
|  | 6.5.1 | 表2重新划档整理 |  | 采纳，已更改。 |
|  | 6.7 | 引用试验方法，避免重新摘抄 |  | 采纳，已删除后引用标准。 |
|  | 6.8.1 | 表4重新进行幅频响应定档，并增加相对应的绝对值情况。 |  | 采纳，意见已修改。 |
|  | 6.8.2 | 引用标准 |  | 采纳，已更改为“引用JB/T 6822-2018 压电式加速度传感器 中7.11规定进行试验，结果应符合相关详细规范的要求。检验结果出现争议时，采用逐点点频校准作为仲裁方法。” |
|  | 6.10.1 | 表5按照档位重新定义最高温时绝缘电阻 |  | 采纳，已重新定义。 |
|  | 6.10.2 | 引用标准。 |  | 采纳。修改为“按JB/T 6822-2018中7.15条进行试验。” |
|  | 6.18.1 | 表6中的温度响应偏差应同上 |  | 采纳，已修改。 |
|  | 6.18.2 | 按照实际测试进行温度响应偏差试验的方法描述。 |  | 采纳，重新描述为“按JB/T 6822-2018中7.17.6条进行试验，高低温测试系统测试原理见图 2 和图 3。其中，校准频率为160 Hz，加速度在1~10 g范围内选取。260 ℃以下温度范围内建议取不少于3个温度点，260 ℃以下温度范围内建议取不少于5个点，其中包括最低温度点及最高温度点，提供优选温度-55 ℃，25 ℃，100 ℃，200 ℃，260 ℃，300 ℃，400 ℃，500 ℃，600 ℃，650 ℃，700 ℃，800 ℃，815 ℃。传感器在最高温度下应在正弦信号下输出波形正常，且灵敏度变化小于要求值。在最低温度下正弦信号输出波形正常，且灵敏度变化小于要求值。其中常温~815 ℃温度范围内使用高温测试系统进行测试，-55 ℃~常温温度范围内使用低温测试系统进行测试。” |
|  | 6.18.2 | 重新绘制“高温测试系统原理图”并增加“低温测试系统原理图”。 |  | 采纳，已重新绘制 |
|  | 6.19.2 | 引用标准，并应安装实际情况重新描述试验方法。 |  | 采纳，修改为“引用 GB/T 2423.2—2008试验 Bb 的规定，使用图2装置进行高温试验，试验温度为最高工作温度，持续时间为72 h，降至常温后取出样件，在标准大气条件下放置至少24 h后测试灵敏度。” |
|  | 7.3.3 | 按照产品实际情况重新整理表9；并将“表9”改为表8；首段中并应引出表8。 |  | 采纳，修改为“鉴定检验的检验项目、样品数及允许不合格品数应符合表8的要求。” |
|  | 7.4.1 | 按照产品实际测试情况，重新整理表10的出厂检验；并将“表10”改为表9。 |  | 采纳，已整理。 |
|  | 7.5.1 | 基于以上试验，重新整理表11的周期检验项目；并将“表11”改为表10。 |  | 采纳，已整理。 |
|  | 8.1 | 根据产品实际情况重新描述标志情况。 |  | 采纳，重新描述为“传感器外壳上应明显标有产品型号、产品序列号、注册商标及振动灵敏轴方向(↑)。包装储运图示标志应按GB/T 191-2008中的规定，包装盒上至少应标有产品名称、型号、序列号及注册商标。外包装至少应标有公司logo等。” |
|  | 8.2 | 根据产品实际情况重新描述包装情况。 |  | 采纳，重新描述为“产品应用包装盒包装，包装盒内用塑料材料将产品定位，产品输出插座处应有保护帽，产品及附件应互不碰撞，产品合格证及校验报告置于包装袋内。” |
|  | 8.4 | 根据产品实际情况重新描述贮存情况。 |  | 采纳，重新描述为“存放产品的仓库环境温度为-10 ℃~+40 ℃，相对湿度不大于80 % RH，室内应无酸、碱及腐蚀气体，且无强烈的机械振动、冲击和强磁场作用，贮存期限不超过一年，贮存期超过一年的产品应重新进行出厂检验。” |
|  | 全文 | 页眉、页脚修改整理 |  | 采纳，已全篇修改 |
| **标准文本** |
|  | 封面 | 删除“CXXTXX系列”。 |  | 采纳，已删除。 |
|  | 前言 | 删除“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”。 |  | 采纳，已删除。 |
|  | 引言 | 删除“我国现有B/T6822-2018压电式加速度传感器及JJG233-2008压电加速度计检定规程虽然规定了高温加速度传感器产品的部分指标要求和检定方法，但指标和试验条件不全面，为推动高温加速度传感器国产化，特制定本标准。”。 |  | 采纳，已删除。 |
|  | 1 | 删除“CXXTXX系列高温”。 |  | 采纳，已删除。 |
|  | 1 | 删除“具有压电效应元件的振动、冲击传感器的”。 |  | 采纳，已删除。 |
|  | 全文 | 删除“按输出方式分类”部分；删除“高温压电加速度传感器按输出方式分为：顶插式、侧插式和连体式”；增加“典型”。 |  | 采纳，已更改为“高温压电加速度传感器按典型外形方式分为：三角型、立方型和六角型等。” |
|  | 5.1 | 删除“应符合产品技术条件的规定”。 |  | 采纳，指标已修改。 |
|  | 5.3 | 重新阐述语句 |  | 采纳，更改为“被测传感器与试验仪器和设备的安装及连接，插头、座应接触良好，装卸灵活，应符合相关详细规范的要求。” |
|  | 5.4 | 删除“5.4试验仪器和设备试验设备仪器及要求如下:——校准振动台：横向振动比≤10%，失真≤5%，信噪比≥50 dB，频率范围为5 Hz~2000 Hz；——标准加速度传感器：灵敏度幅值不确定度为±0.5%，横向灵敏度比≤2%；——交流电压表：频率范围为20 Hz~10 kHz，允许误差≤0.5%；——横向检定装置：最大横向振动比≤1.0%，信噪比>10 dB；——频率试验装置：频率范围为 200 Hz~30 kHz，误差不超过±0.5 dB；——波形记录装置：上限频率至少为100 kHz；——电容测试仪：电容测量范围为1×102 pF~5×106 pF，允许误差为±1%；——冲击试验装置：测量范围为1×10 m/s2~1×10 m/s2，允许误差为±2%至±5%；——温度响应偏差试验装置：-80~1100 ℃；——高阻表：测量范围为1×109 Ω~1×1012 Ω，检定电压为100 V，允许误差为±10%。” |  | 采纳，已删除。 |
|  | 6.1 | 将温度“-80”改为“-55” |  | 采纳，已更改。 |
|  | 6.2.1 | 删除“标志”、“插头、座应接触良好、装卸灵活”等；重新阐述语句。 |  | 采纳，已删除并更改为“传感器的外观应无瑕疵、无划痕、无锈蚀、无损伤等不损害性能的外观缺陷，标识应清晰完整、准确，安装基面表面粗糙度Ra应小于1μm。” |
|  | 6.2.2 | 删除“结果应符合相关详细规范的要求”；将“标志”改为标识。 |  | 采纳，已删除并更改。 |
|  | 6.3.1 | 删除“结果应符合相关详细规范的要求”。 |  | 采纳，已删除。 |
|  | 6.4.1 | 删除“应符合产品技术条件”；并将其改为“应符合相关详细规范的要求。” |  | 采纳，已删除。 |
|  | 6.4.2 | 删除“(应说明是否包括输出电缆和插头)，结果应符合相关详细规范的要求。” |  | 采纳，已删除。 |
|  | 6.5.1 | “电荷灵敏度”改为“参考灵敏度”；简写改为“S”。 |  | 采纳，已更改。 |
|  | 6.5.2 | 删除“引用标准《》”；删除压电式加速度传感器；删除“结果应符合相关详细规范的要求”。 |  | 采纳，已删除。 |
|  | 6.6.1 | 表3删除“%”；删除“一般”。 |  | 采纳，已删除。 |
|  | 6.6.2 | 删除“引用标准《》”；删除压电式加速度传感器；删除“结果应符合相关详细规范的要求”。 |  | 采纳，已删除。 |
|  | 6.8.1 | 更改灵敏度变化简写为“∆S” |  | 采纳，已更改。 |
|  | 6.9.2 | 删除“结果应符合相关详细规范的要求”。 |  | 采纳，已删除“结果应符合相关详细规范的要求”。 |
|  | 全文 | 删除原“6.10传感器灵敏度年稳定性”部分。 |  | 采纳，已删除原“6.10传感器灵敏度年稳定性”部分。 |
|  | 6.10.1 | 删除“及电荷敏感件绝缘电阻”，更改为“芯对壳的绝缘电阻” |  | 采纳，已删除“及电荷敏感件绝缘电阻”，更改为“芯对壳的绝缘电阻” |
|  | 6.11.2 | 删除“烘干后绝缘电阻应符合表5的要求，气密性应符合6.11.1的要求”等描述。 |  | 采纳，已删除“烘干后绝缘电阻应符合表5的要求，气密性应符合6.11.1的要求”等描述。 |
|  | 6.19 | 标题改为“高温贮存试验”。 |  | 采纳，已更改。 |
|  | 6.20 | 标题改为“温度冲击试验”。 |  | 采纳，已更改。 |
|  | 7.3.2 | 删除“型式试验”；删除“周期例行试验”。 |  | 采纳，已删除。 |
|  | 7.3.4 | 删除“序号”、“检验项目”、“要求”、“样品数”、“允许不合格数”。 |  | 采纳，已删除。 |
|  | 8.4 | 更改“储存”为“贮存”。 |  | 采纳，已更改。 |

《高温压电式加速度传感器》编制工作组

2024-11-22