

电子行业计量技术规范项目建议书

建议项目名称	集成电路多余微粒碰撞噪声自动检测系统校准规范		
制定或修订	☒ 制定 ☐ 修订	被修订计量技术规范号	/
计量技术规范性质	☐ 检定规程 ☒ 校准规范	计量技术规范类别	☐ 重点 ☒ 基础
主要起草单位	中国电子技术标准化研究院		
联系人	李亚杰	联系电话	13661335203
任务年限	1 年	申请经费	
参加单位	/		
目的、意义和必要性	1.指出该计量技术规范项目编制的目的、意义，解决产业的问题和编制必要性、迫切性： 集成电路多余微粒碰撞噪声自动检测系统是面向军工、航天、工业控制等高可靠密封封装集成电路专用的可靠性筛选检测设备，主要通过可控振动、冲击激励耦合声学传感采集技术，捕捉器件腔体内部游离金属碎屑、焊锡颗粒、封装粉尘、绝缘碎屑等外来多余物碰撞产生的特征噪声信号，自动化完成集成电路器件多余物合格性判定，是密封集成电路出厂筛选、进场验收、可靠性摸底、失效复盘的核心专用检测设备，可提前甄别内部带多余物的缺陷芯片，规避器件服役过程中多余物引发电路短路、开路、瞬时宕机、装备失效等致命故障，是保障高端集成电路元器件服役安全性、长期可靠性的关键工艺检测装备。 GB/T 4937.16-2025《半导体器件 机械和气候试验方法 第 16 部分：粒子碰撞噪声检测（PIND）》及 GJB 548C-2021《微电子器件试验方法和程序 方法 2020.2 粒子碰撞噪声检测》，对集成电路多余微粒碰撞噪声自动检测系统的参数及技术指标作出明确规		

	范。目前行业沿用的 JJF1220-2009《颗粒碰撞噪声检测系统校准规范》发布时间久远，技术内容滞后，存在明显局限性，已无法适配新版国标、军标要求及产业实际使用需求。JJF1220-2009 存在关键缺陷，一是无核心参数范围，未对振动、冲击激励等关键参数的校准范围进行统一规定，导致各机构校准尺度不统一、量值规范性不足；二是对标 GJB 548C-2021 参数覆盖不全，与现行检测标准脱节，无法满足高精度检测要求。同时，航天军工单位、集成电路生产企业及第三方检测机构等均提出明确诉求，老旧规范参数不全、依据模糊，无法满足客户体系审核、质量验收和量值溯源的硬性要求，行业标准化校准需求迫切。 该校准规范的编制，可有效弥补 JJF1220-2009 短板，全面对齐新版国标、军标技术要求，为集成电路多余微粒碰撞噪声自动检测系统校准提供统一、科学的技术依据和操作准则，规范振动激励、冲击激励、灵敏度检测单元等各模块的校准项目、方法与计量要求，保障结果准确可靠。此举可有效统一行业校准尺度，保证不同时间、不同设备检测结果的一致性与可比性，切实解决产业长期存在的校准依据缺失、标准不统一、参数不准引发的误判漏判、量值不可溯源等突出问题，满足行业客户溯源验收的核心需求。随着集成电路封装复杂度提高、多腔体器件需多次检测以及航天军工等领域对元器件可靠性的要求日益严苛，集成电路多余微粒碰撞噪声自动检测系统校准的准确性已成为保障产品质量与产业安全的关键环节，加之 GB/T 4937.16-2025 已发布实施，校准规范的完善和执行更显紧迫，是推动集成电路产业高质量发展的必要制度保障。 <u>2.先进性和亮点、社会效益和推广应用前景：</u> 该校准规范构建了一套完整覆盖集成电路多余微粒碰撞噪声自动检测系统全要素的计量技术体系，紧密贴合产业实际需求，既服务于航空航天、军事电子等对可靠性要求极高的领域，也为集成电路制造商在生产前的质量排查以及集成电路多余微粒碰撞噪声自动检测系统研发企业的产品优化提供了明确的技术导向。
--	---

	在社会效益层面，通过确保集成电路多余微粒碰撞噪声自动检测系统检测的准确性，能有效剔除含有金属碎屑、焊锡颗粒等多余物的不合格器件，显著提升航空航天、军事、汽车等关键领域电子设备的可靠性与安全性，避免因微小多余物引发系统故障乃至重大事故。为国产电子元器件的质量控制提供了统一的技术标尺，有助于提升国产产品的整体质量水平与国际竞争力，支撑国内集成电路产业链的自主可控发展。 从推广应用前景来看，该校准规范面临着持续增长的市场需求和有利的政策环境。随着集成电路向高密度、高复杂度方向快速发展，以及航天工程、汽车电子、5G 通信等市场对元器件可靠性要求的不断提升，集成电路多余微粒碰撞噪声自动检测系统检测的需求将持续增加，进而带动校准服务市场的稳步扩大。与此同时，该规范的应用领域正从传统的军工、航天等高端领域向工业控制、新能源汽车、轨道交通等民用高端领域不断延伸，市场空间广阔。 <u>3.查新结果（国家、本行业或其他行业是否有相关技术规范）；</u> JJF 1220-2009《颗粒碰撞噪声检测系统校准规范》
产业链应用	<u>1.重点产业链方向；</u> 集成电路多余微粒碰撞噪声自动检测系统可以确保半导体分立器件、航天专用微电子器件、车载功率芯片、军工密封电子组件等微电子器件质量合规，为高可靠密封半导体元器件的筛选验收与工艺迭代提供可信数据基石，从根本上保障微电子器件服役安全性与长期可靠性。集成电路多余微粒碰撞噪声自动检测系统校准规范应用领域正从传统的航空航天、军事等高端领域快速拓展至新能源汽车、5G 通信、低空经济与高端装备以及半导体封装等新兴高可靠性民用市场。 <u>2.对本行业重点产业链的支撑作用。</u> 在技术自主化方面，该校准规范为国产集成电路多余微粒碰撞噪声自动检测系统的研发和制造提供明确的技术标尺。通过规定振动加速度幅值误差、振动频率示值误差、冲击加速度峰值显示误差

	等关键计量参数的具体要求，该校准规范为国产设备在设计、生产和出厂检验阶段提供统一的技术依据，使国产设备能够对标国际先进水平，支撑产业链中游设备研发与制造的标准化发展。 在应用拓展方面，该校准规范保障集成电路多余微粒碰撞噪声自动检测系统检测结果在不同应用场景下的准确性和可靠性。随着其应用领域从航天军工向汽车、通讯、低空经济等民用场景延伸，该校准规范为不同时间、不同实验室、不同设备之间的检测结果具有可比性和可复现性提供根本保障。 在质量保障方面，该校准规范解决产业中长期存在的“测不了、测不准、测不全”的难题。集成电路多余微粒碰撞噪声自动检测系统经规范校准，为下游航空航天、军事、汽车电子等领域的元器件质量控制提供可靠的技术支撑，有效避免因微小多余物引发的系统故障。 在产业链协同方面，该校准规范与 GJB548C-2021 等军用标准以及 GB/T 4937.16-2025 等国家标准形成配套，共同构建从设备校准到试验操作、从民用领域到军工航天的完整集成电路多余微粒碰撞噪声自动检测系统检测标准体系，为集成电路测试产业链从原材料供应、芯片设计、制造、测试设备研发到测试服务的全链条协同创新提供计量技术基础。
--	---

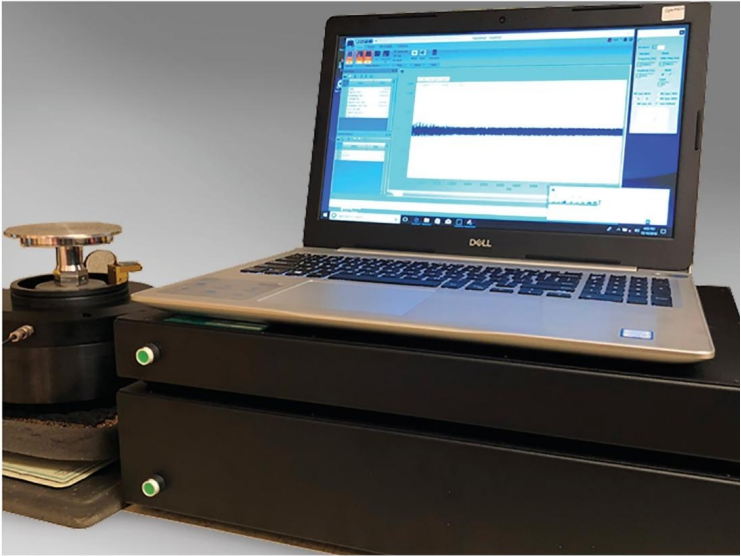
范围和主要 计量特性	<u>1.计量技术规范适用范围：</u> 本规范适用于集成电路多余微粒碰撞噪声自动检测系统的校准。 <u>2.以典型仪器或试验设备等（注明仪器型号）为依据，提出计量特性的技术指标，包括其名称、测量范围和最大允许误差：</u> 2.1 典型的集成电路多余微粒碰撞噪声自动检测系统 1. 美国 SPECTRAL DYNAMICS 公司 FELIX™-M4 型号  图 1 FELIX™-M4 微粒碰撞噪声多余物自动检测系统 a) 振动频率：40 Hz ~ 250 Hz； b) 振动加速度：5.0 g ~ 20.0 g，最大允许误差：± 10%，重复精度：0.5 g； c) 冲击加速度：500 g ~ 1500 g，最大允许误差：± 20%，重复精度：50 g； d) 脉冲宽度：<100 μs（50%），90 μs ~ 150 μs（10%）； e) 声学通道增益：60 dB ± 2 dB（150 kHz ~ 160 kHz软件带通滤波）； f) 灵敏度检测单元（STU）输出电压：250 μV，最大允许误差：± 20%。 2. 美国 BW 公司 BW-LPD-DAQ4000 型号
-----------------------	---



图 2 BW-LPD-DAQ4000 微粒碰撞噪声多余物自动检测系统

- a) 振动频率：27 Hz ~ 265 Hz；
- b) 振动加速度：0 g ~ 20 g；
- c) 冲击加速度：典型值1000 g，最大允许误差：± 200 g；
- d) 脉冲宽度：<100 μs；
- e) 本底噪声：<10 mV；
- f) 声学通道增益：60 dB ± 2 dB（155 kHz ± 5 kHz）；
- g) STU输出电压：250 μV，最大允许误差：± 20%。

3. 哈尔滨宇高电子有限公司 DZJC-IIIU 型号

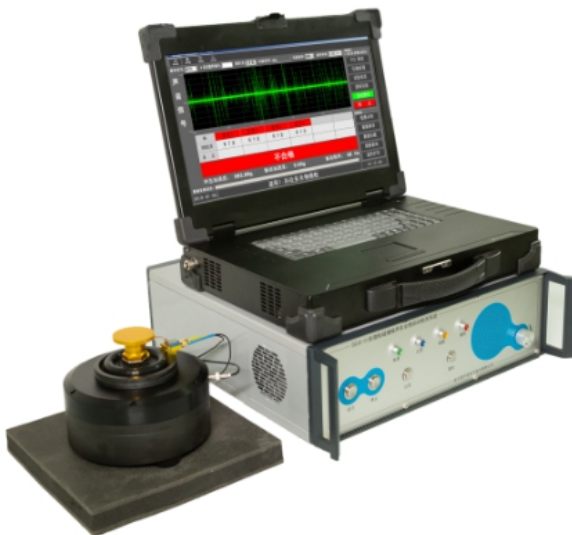


图 3 DZJC-IIIU 微粒碰撞噪声多余物自动检测系统

- a) 振动频率：25 Hz ~ 250 Hz；
- b) 振动加速度：5 g ~ 25 g；
- c) 冲击加速度：200 g ~ 2500 g；

	d) 脉冲宽度: $<100\ \mu\text{s}$; e) 声学通道增益: $60\ \text{dB} \pm 2\ \text{dB}$; f) STU输出电压: $250\ \mu\text{V}$, 最大允许误差: $\pm 20\%$。 2.2 微粒碰撞噪声多余物自动检测系统的计量特性 参考典型型号微粒碰撞噪声多余物自动检测系统的技术参数及标准 GJB 548C-2021 中 2020.2 粒子碰撞噪声检测中对试验设备参数的要求, 微粒碰撞噪声多余物自动检测系统的计量特性如下: 2.2.1 外观及工作正常性检查 2.2.2 振动加速度 振动加速度范围: $0\ \text{g} \sim 25\ \text{g}$, 最大允许误差: $\pm 10\%$。 2.2.3 振动频率 振动频率范围: $20\ \text{Hz} \sim 300\ \text{Hz}$, 最大允许误差: $\pm 8\%$。 2.2.4 振动时间 振动时间: $3\ \text{s}$, 最大允许误差: $\pm 1\ \text{s}$。 2.2.5 冲击加速度 冲击加速度范围: $100\ \text{g} \sim 2500\ \text{g}$, 最大允许误差: $\pm 20\%$。 2.2.6 冲击脉冲时间 冲击脉冲时间$<100\ \mu\text{s}$。 2.2.7 STU 输出电压 STU 输出电压: $250\ \mu\text{V}$, 最大允许误差: $\pm 20\%$。 2.2.8 声学通道增益 声学通道增益: $60\ \text{dB}$, 最大允许误差: $\pm 2\ \text{dB}$。 <u>3.主要测量标准的技术指标;</u> 3.1 加速度计 振动用加速度范围: $0\ \text{g} \sim 25\ \text{g}$; 冲击用加速度范围: $100\ \text{g} \sim 2500\ \text{g}$; 灵敏度测量误差: $\leq 1\%$。 3.2 电荷放大器 下限频率: $\leq 0.3\ \text{Hz}$, 输入等效电荷噪声: $\leq 0.1\ \text{pC}$, 增益误差: $\leq 1\%$, 归一化误差: $\leq 0.2\%$, 线性误差: $\leq 0.1\%$, 谐波失真: $\leq 0.3\%$。
--	---

	3.3 数字示波器（或动态信号分析仪） 频带宽度：$\geq 100\text{ kHz}$，有效位数：≥ 8 位，增益误差：$\leq 1\%$。 3.4 数字多用表/毫伏表 直流电压范围：$\pm(10\text{ }\mu\text{V} \sim 1\text{ mV})$，最大允许误差：$\pm 0.05\%$。 3.5 正弦信号发生器 频率：$100\text{ kHz} \sim 200\text{ kHz}$，最大允许误差：$\pm 0.1\%$。 <u>4.简要描述主要计量项目的技术原理。</u> 4.1 外观及工作正常性检查 4.1.1 外观检查 a) 系统各部分应有铭牌，标明生产厂家、商标、型号、出厂编号以及出厂日期，外观完好，附件齐全； b) 按键清晰，输入输出插座无松动或接触不良现象，无影响正常工作的机械损伤。 4.1.2 工作正常性检查 a) 按照说明书给系统通电预热（预热时间$\geq 15\text{min}$）； b) 编辑一段实验序列并运行，系统能正常工作并显示适当回测数据； c) 编辑一段振动序列并运行，产生的噪声信号小于20mV； d) 编辑一段振动序列并运行，选择自动中止功能，运行中轻触振动台，设备应报错并中止振动； e) 运行冲击自校准命令，实验台能执行冲击的自校准程序。 4.2 振动 4.2.1 振动加速度 a) 按图4所示连接系统测试台、振动用加速度计、电荷放大器及数字示波器；
--	--

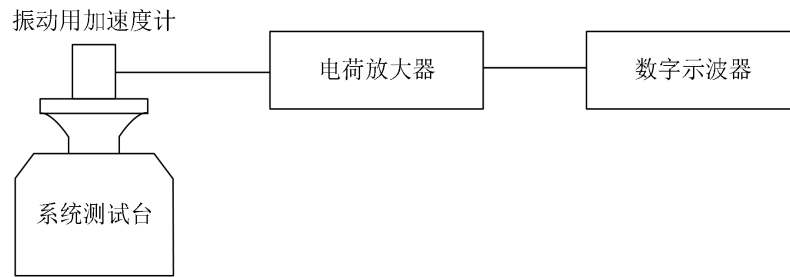


图4 振动加速度、频率及时间测量装置连接示意图

- b) 选取适当的加速度及频率，编写振动程序并运行；
- c) 读取加速度示值，按式(1)计算加速度实测值，并记录振动加速度示值及实测值。

$$a_v = V_{pp} / 2S_v \quad (1)$$

式中： a_v 为振动加速度实测值；

V_{pp} 为数字示波器读取的波形峰峰值；

S_v 为振动用加速度计灵敏度。

4.2.2 振动频率

- a) 按图4所示连接系统振动台、振动用加速度计、电荷放大器及数字示波器；
- b) 选取适当的加速度及频率，编写振动程序并运行；
- c) 读取数字示波器振动频率并记录。

4.2.3 振动时间

- a) 按图4所示连接系统振动台、振动用加速度计、电荷放大器及数字示波器；
- b) 选取适当的加速度及频率，编写一个时间为3s的振动程序并运行；
- c) 读取数字示波器振动时间并记录。

4.3 冲击

4.3.1 冲击加速度

- a) 按图5所示连接系统测试台、冲击用加速度计、电荷放大器及数字示波器；

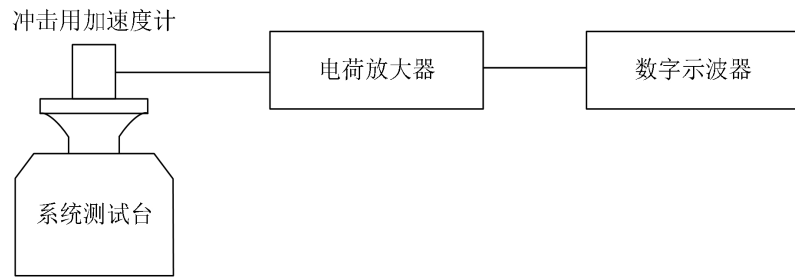


图5 冲击加速度及脉冲时间测量装置连接示意图

- b) 执行冲击自校准程序，选取适当的加速度，编写冲击程序并运行；
- c) 读取加速度示值，按式(2)计算加速度实测值，并记录冲击加速度示值及实测值。

$$a_s = V_p / S_s \quad (2)$$

式中： a_s 为冲击加速度实测值；

V_p 为数字示波器读取的波形峰值；

S_s 为冲击用加速度计灵敏度。

4.3.2 冲击脉冲时间

- a) 按图5所示连接系统测试台、冲击用加速度计、电荷放大器及数字示波器；
- b) 执行冲击自校准程序，选取适当的加速度，编写冲击程序并运行；
- c) 读取数字示波器脉冲时间并记录。

4.4 STU

4.4.1 STU 输出电压

- a) 按图6所示连接STU及数字多用表/毫伏表；

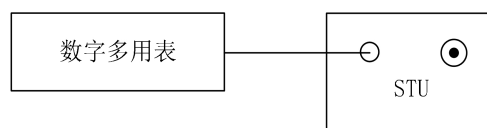


图6 STU输出电压测量装置连接示意图

- b) 按下STU输出按钮，读取STU输出电压并记录。

	4.4.2 STU 功能验证 a) 按图7所示连接系统测试台及STU; 图7 STU功能验证连接示意图 b) 按下STU输出按钮，系统显示“DETECTED”并显示一个峰值约为20 mV的脉冲。 4.5 声学通道增益 a) 连接信号发生器与数字示波器; b) 信号发生器输出频率为150 kHz ~ 160 kHz、幅值为2mV的正弦波信号，读取数字示波器波形频率及幅值并记录; c) 连接信号发生器与系统声音调理电路输入端，系统声音调理电路输出端与数字示波器; d) 信号发生器再次输出相同信号，读取数字示波器波形频率及幅值并记录; e) 按式(3)计算声学通道增益并记录。 $G = 20\lg(V_{\text{out}} / V_{\text{in}}) \quad (3)$ 式中：G为声学通道增益; V_{in}为系统声音调理电路输入端信号幅值; V_{out}为系统声音调理电路输出端信号幅值。
水平	☐ 国际先进 ☒ 国内先进
国内外情况 简要说明	1.与国内相关技术规范之间的关系; 本规范对 JJF 1220-2009《颗粒碰撞噪声检测系统校准规范》中的计量特性范围进行了补充规定，并且针对 GB/T 4937.16-2025《半导体器件 机械和气候试验方法 第 16 部分：粒子碰撞噪声检测

	(PIND)》及 GJB 548C-2021《微电子器件试验方法和程序 方法 2020.2 粒子碰撞噪声检测》中明确提出的集成电路多余微粒碰撞噪声自动检测系统的参数和技术指标编写了校准方法，重点补充了灵敏度检测单元及声学通道增益部分的参数要求及校准方法。 <u>2.指出是否发现有知识产权的问题，或涉及专利的情况；</u> 无知识产权问题或涉及专利情况。				
推荐意见	集成电路多余微粒碰撞噪声自动检测系统是封装集成电路检测和筛选的重要设备，广泛应用在微电子产品制造、检测领域。目前尚无国家、行业计量规范。建议书给出的计量特性和技术方案基本合理，可以满足集成电路多余微粒碰撞噪声自动检测系统校准需求。				
主要 起草 单位	(签字、盖公章) 月 日	技术 委员 会	(盖公章) 月 日	部委托 支撑 单位	(盖公章) 月 日

填写说明：1.表中第 2，3，11 行，请在选定的内容上填写 “■” 的符号。
2.填写制定或修订项目中，若选择修订则必须填写被修订计量技术规范号。