



中华人民共和国国家标准

GB/T 41275.3—2022

航空电子过程管理 含无铅焊料航空航天及国防电子系统 第3部分：含无铅焊料和无铅管脚的 系统性能试验方法

Process management for avionics—Aerospace and defence electronic systems
containing lead-free solder—Part 3: Performance testing for systems containing
lead-free solder and finishes

(IEC TS 62647-3:2014, MOD)

2022-03-09 发布

2022-10-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
航空电子过程管理
含无铅焊料航空航天及国防电子系统
第 3 部分：含无铅焊料和无铅管脚的
系统性能试验方法

GB/T 41275.3—2022

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100029)
北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址：www.spc.org.cn

服务热线：400-168-0010

2022 年 3 月第一版

*

书号：155066·1-69604

版权专有 侵权必究

目 次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 缩略语	2
5 试验方法	2
5.1 通则	2
5.2 试验载体	2
5.2.1 试验载体类型	2
5.2.2 样本量	3
5.3 热老化预处理方法	3
5.3.1 概述	3
5.3.2 热老化加速模型	3
5.3.3 通用测试参数	3
5.4 温度循环试验方法	4
5.4.1 试验参数	4
5.4.2 试验时间	4
5.4.3 失效判定和分析	4
5.4.4 加速模型	4
5.5 振动试验	5
5.6 机械冲击	5
5.7 综合环境试验	5
6 试验规程	5
6.1 通则	5
6.2 试验载体	5
6.3 温度循环试验要求	6
6.3.1 通则	6
6.3.2 恢复时间的测量	6
6.3.3 确定高温持续时间和温度	7
6.3.4 根据用途选择其他测试参数	7
6.3.5 试验实施	7
6.3.6 确定温度与失效循环次数的相关性	7
6.3.7 预估失效时的循环次数	8
6.4 振动试验	8
6.5 机械冲击	8
6.6 综合环境试验规程	9

6.6.1 通则	9
6.6.2 综合环境关联关系	9
6.6.3 NASA-DoD 无铅项目	10
6.6.4 MIL-STD-810G 寿命周期	10
6.7 失效判定和分析	10
7 说明事项	10
附录 A (资料性) 试验样本量的确定	11
附录 B (资料性) 无铅焊料的材料特性	12
附录 C (资料性) NASA-DoD 无铅电子项目试验信息	15
附录 D (资料性) 本文件与 IEC TS 62647-3:2014 技术差异及其原因	23
参考文献	25

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 GB/T 41275《航空电子过程管理 含无铅焊料航空航天及国防电子系统》的第 3 部分。GB/T 41275 已经发布了以下部分：

- 第 2 部分：减少锡有害影响；
- 第 3 部分：含无铅焊料和无铅管脚的系统性能试验方法；
- 第 21 部分：向无铅电子过渡指南。

本文件修改采用 IEC TS 62647-3:2014《航空电子过程管理 含无铅焊料航空航天及国防电子系统 第 3 部分：含无铅焊料和无铅管脚的系统性能试验方法》，文件类型由 IEC 的技术规范调整为我国的国家标准。

本文件与 IEC TS 62647-3:2014 相比做了下述结构调整：

- 第 4 章对应 IEC TS 62647-3:2014 中的 3.2；
- 将 IEC TS 62647-3:2014 中的 6.4.1 条标题删除。

本文件与 IEC TS 62647-3:2014 相比，存在较多技术差异，在所涉及的条款的外侧页边空白位置用垂直单线(|)进行了标示。这些技术差异及其原因一览表见附录 D。

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。

本文件由全国航空电子过程管理标准化技术委员会(SAC/TC 427)提出并归口。

本文件起草单位：中国航空综合技术研究所、中国电子科技集团公司电子科学研究院、中国航空工业集团公司洛阳电光设备研究所、中国空间技术研究院、中国电子科技集团第五十八研究所。

本文件主要起草人：杨洋、梁媛、湛希、邵文韬、何雪丽、王炜信、裴淳、刘站平、谷瀚天、杨瑛、李高显、李守委、谢童彬。

引 言

GB/T 41275 规定了航空航天、国防和高性能电子系统实现无铅化的管理要求与技术要求,拟由 3 个部分构成。

- 第 2 部分:减少锡有害影响。目的在于规定航空航天、国防和高性能电子系统为减少锡有害影响而采取的技术方法。
- 第 3 部分:含无铅焊料和无铅管脚的系统性能试验方法。目的在于规定含无铅焊料和无铅管脚的航空航天、国防和高性能电子系统的性能试验方法与试验规程。
- 第 21 部分:向无铅电子过渡指南。目的在于规定航空航天、国防电子系统项目管理层或系统工程管理层管理向无铅电子过渡的工作指南。

作为 IEC 62647 系列标准之一,本文件适用于印制板组装件性能试验设计,通用试验方法主要针对仅需要通用试验方法的公司,试验设计和实施规程主要针对有自行制定试验方法需求的公司。

本文件的编制目的并非为了规定某类特定方法,而是为航空电子/国防供应商的产品达到 IEC/TS 62647-1 的可靠性或性能要求,以及 IEC/TS 62647-21 规定的要求提供参考。

试验方法(见第 5 章)一方面适用于电子设备制造商、维修机构的常规项目,另一方面也适用于由于多种原因无法针对产品定制试验方法的项目。当无足够信息用于确认、实施和测试含有无铅焊料的电子设备的可靠性、合格性或其他试验结果时应使用该方法。通用方法实施条件较为保守,有利于使航空航天、国防和高性能(ADHP)电子设备用户的风险最小化。

试验规程(见第 6 章)适用于具备资源,且可针对其具体产品的使用条件和应用场景,设计并执行可靠性、质量或工艺相关的试验制造商或维修机构。使用该规程的用户应具备必要的知识、经验和数据以定制其相关试验方法,并能根据所得数据指导设计、实施试验,并分析结果。该规程的关键是明确所涉及无铅材料的所有材料属性,以及 5.3.2 中描述的封装级和板级属性。研究表明,由于铅锡和锡银铜焊料的蠕变机理可能存在不同,因此深入研究该类机理是确定主要试验参数(如温度循环持续时间)的关键。该规程可为精确确定新材料性能的试验参数制定提供指导。

推荐用户使用该规程,可在降低成本的同时获得更精确的结果。IEC/TS 62647-22 全面概述了使用该规程时必要的技术要素。

本文件通过性能试验对包含无铅焊料的电子产品的故障机理进行评估。根据失效物理和寿命预测分析,焊点的疲劳失效是 ADHP 电子产品中的主要失效模式。由 ADHP 电子产品的无铅焊料引起的潜在故障模式是分析早期现场故障或可靠性问题的关键因素,不同失效模式的分类可能误导试验结果或出现错误结论。需通过失效分析正确区分各类失效模式,从而能够正确应用可靠性评估和寿命预测。

如可行,应将本文件中定义的方法与 IPC-SM-785 规定的流程一起使用,或至少需要满足 IPC-SM-785 和 JESD22-B110A 中可靠性部分的要求。

本文件可灵活、定制化使用,任何条款均可单独用于指导无铅组件的试验设计。若要通过该类试验形成可靠性、验证或鉴定试验的结论,需征求利益相关者的意见并针对预期问题制定相应的规范性文件。

航空电子过程管理

含无铅焊料航空航天及国防电子系统

第3部分：含无铅焊料和无铅管脚的 系统性能试验方法

1 范围

本文件规定了含无铅焊料和无铅管脚的系统性能的试验方法、试验规程和说明事项等内容。

本文件适用于航空航天及国防电子系统向无铅焊料过渡的产品，其他高性能、高可靠性电子行业可参考使用。

注：向无铅焊料过渡的产品包括：

- 已通过传统铅锡电子元器件、材料和组装工艺的设计和鉴定，但正在使用无铅元器件进行重新鉴定的产品；
- 采用锡铅设计转换为无铅焊料的产品；
- 采用无铅焊料新设计的产品；
- 组装焊接级产品，即印制板组装件级产品。

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。

IPC-9701A:2006 表面贴装焊接连接的性能测试方法和鉴定要求(Performance test methods and qualification requirements for surface mount solder attachments)

IPC-SM-785 表面贴装焊接连接加速可靠性试验指南(Guidelines for accelerated reliability testing of surface mount solder attachments)

JESD22-B110A 组件机械冲击(Subassembly mechanical shock)

MIL-STD-810G:2008 环境工程相关事项及实验室测试(Environmental engineering considerations and laboratory tests)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

等效样件 coupon

实际产品或更高等级试验载体按比例缩小的试验样件。

3.2

热膨胀系数 coefficient of thermal expansion; CTE

材料的膨胀程度与温度变化的比值。

注：PCB/PWB热膨胀系数(X、Y轴)是在零件安装表面的平面方向上测量的，用于量化温度循环时由于部件与PCB之间热膨胀系数差异引起的焊点应力。热膨胀系数(Z轴)在“厚度”方向上测量，通常用于量化镀通孔应力。