



中华人民共和国国家标准

GB/T 47857—2026

空间环境 宇航用电子元器件单粒子烧毁 试验方法

Space environment—Test method of single event burn-out for aerospace
electronic components

2026-07-02 发布

2026-11-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 缩略语和符号 2

 4.1 缩略语 2

 4.2 符号 2

5 一般要求 2

 5.1 试验室环境 2

 5.2 仪器与设备 2

 5.3 辐射安全与防护 2

 5.4 静电防护 2

6 试验分类和目标 3

 6.1 试验分类 3

 6.2 试验目标 3

7 试验样品 3

 7.1 选取 3

 7.2 开帽 3

 7.3 保形涂层去除 3

 7.4 数量要求 3

8 辐照源 3

 8.1 重离子 3

 8.2 质子 4

 8.3 激光 4

9 试验系统 4

 9.1 概述 4

 9.2 真空系统(如需要) 4

 9.3 DUT 试验系统 5

 9.4 电路测试系统 5

 9.5 线缆 6

 9.6 开关(如需要) 6

 9.7 三维移动机构 6

 9.8 辐照监测系统 6

10 试验要求..... 6

11 试验流程..... 6

 11.1 评估试验流程..... 6

 11.2 验证试验流程..... 7

12 试验步骤..... 8

 12.1 辐照源的选择..... 8

 12.2 电路调试..... 8

 12.3 电学性能参数..... 9

 12.4 试验状态..... 9

 12.5 试验操作..... 9

13 数据处理..... 9

 13.1 截面面积..... 9

 13.2 安全工作区域..... 9

14 试验文件..... 10

 14.1 试验前文件..... 10

 14.2 试验过程记录..... 10

 14.3 试验后文件..... 10

附录 A（资料性） 我国常用试验装置及其性能..... 11

 A.1 串列静电加速器..... 11

 A.2 回旋加速器..... 11

 A.3 质子重离子同步加速器..... 12

 A.4 50 MeV 质子回旋加速器装置..... 13

 A.5 60 MeV 质子加速器装置..... 13

 A.6 100 MeV 质子加速器装置..... 13

 A.7 200 MeV 质子加速器装置..... 13

 A.8 单粒子效应激光试验测试装置..... 14

附录 B（资料性） 激光单粒子烧毁试验原理及方法..... 15

 B.1 单粒子效应脉冲激光模拟试验原理概述..... 15

 B.2 光子吸收主要机制..... 15

 B.3 激光能量换算..... 16

 B.4 E_{eff} 与 LET 值的对应关系..... 16

参考文献..... 17

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。

本文件由中国科学院提出。

本文件由全国宇航技术及其应用标准化技术委员会(SAC/TC 425)归口。

本文件起草单位：中国科学院国家空间科学中心、北京卫星环境工程研究所、中国空间技术研究院、西安电子科技大学、哈尔滨工业大学、中国电子产品可靠性与环境试验研究所[(工业和信息化部电子第五研究所)(中国赛宝实验室)]、湖南融创微电子股份有限公司、西安龙飞电气技术有限公司。

本文件主要起草人：马英起、沈自才、梁亚楠、王英豪、于庆奎、季启政、郑雪峰、王天琦、张欣、李昌宏、马腾、刘祥远、张园园、康玄武、刘新宇。

空间环境 宇航用电子元器件单粒子烧毁 试验方法

1 范围

本文件描述了宇航用电子元器件单粒子烧毁的试验方法,包括一般要求、试验分类和目标、试验样品、辐照源、试验系统、试验要求、试验流程、试验准备、试验步骤、数据处理和试验文件等。

本文件适用于功率金属氧化物半导体场效晶体管、绝缘栅双极晶体管、高电子迁移率晶体管、双极型功率晶体管、功率二极管等宇航用电子元器件单粒子烧毁的地面模拟试验。

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 18871 电离辐射防护与辐射源安全基本标准
- GB/T 32304 航天电子产品静电防护要求
- GB/T 32452 航天术语 空间环境
- GB/T 43967 空间环境 宇航用半导体器件单粒子效应脉冲激光试验方法

3 术语和定义

GB/T 32452 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

单粒子烧毁 single event burn-out; SEB

单个粒子(质子、中子或重离子等)入射功率金属-氧化物-半导体场效应晶体管(MOSFET)等电子器件,通过电离作用导致器件 PN 结雪崩击穿并烧毁器件的效应。

[来源:GB/T 32452—2025,6.7.3]

3.2

线性能量传输 linear energy transfer; LET

入射粒子在物质内穿过单位距离损失的辐射能量。

注:单位为兆电子伏平方厘米每克($\text{MeV} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$),本质上等同于材料密度归一化的阻止本领。

[来源:GB/T 32452—2025,6.7.13]

3.3

截面 cross section

入射粒子与靶物质碰撞发生预期事件的概率。

注 1:严格地说,截面也与入射粒子的角度相关。