

团 体 标 准

T/CIE 119-2021

半导体器件大气中子单粒子效应试验方法与程序

**Test method and procedure of atmospheric-neutron induced single event effects
in semiconductor devices**

2021-11-22 发布

2022-02-01 实施

中国电子学会 发布

目 次

前言.....	II
引言.....	III
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 一般要求.....	2
4.1 辐射源提供单位.....	2
4.2 辐射安全和辐射防护.....	2
4.3 试验人员.....	2
4.4 仪器与设备.....	2
4.5 试验环境.....	3
4.6 位移效应的影响.....	3
4.7 不确定性分析.....	3
5 试验方法.....	3
5.1 试验目的.....	3
5.2 试验原理.....	3
5.3 辐射源.....	3
5.3.1 散裂中子源.....	3
5.3.2 中子注量率.....	4
5.3.3 中子注量.....	4
5.3.4 中子入射角度.....	4
5.3.5 中子射程.....	4
5.3.6 束斑面积.....	4
5.4 束流测量系统.....	4
5.5 单粒子效应测试系统.....	4
5.6 试验板、电缆和测试设备.....	4
5.7 试验程序.....	5
5.7.1 制定试验计划.....	5
5.7.2 样品准备.....	5
5.7.3 试验流程.....	5
5.7.4 样品处置.....	8
5.7.5 辐照试验工序单.....	8
5.8 错误率预计.....	9
6 试验报告.....	9
附录 A（资料性）散裂中子源能谱与大气中子能谱的比较.....	10

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。

本文件由中国电子学会可靠性分会提出。

本文件由中国电子学会可靠性分会归口。

本文件起草单位：工业和信息化部电子第五研究所、中国民用航空适航审定中心、散裂中子源科学中心、西北核技术研究院、中国航发商用航空发动机有限责任公司、中国航空综合技术研究所。

本文件主要起草人：张战刚、雷志锋、黄云、郭雁泽、于全芝、梁天骄、郭红霞、赵振可、王春晓、陈宇、何玉娟、彭超、肖庆中。

引 言

航空电子系统、地面通讯基站、大数据中心等高安全性、高可靠性电子系统使用的半导体器件的工艺进一步发展和变化。随着器件工艺尺寸的减小，其单粒子效应的中子能量阈值持续降低，导致能量介于1MeV~10MeV之间中子的贡献变得不可忽略；器件工作频率、存储容量等性能的提升对大气中子单粒子效应试验方法提出新的要求，包括测试速度提升、高频信号传输、中子注量率协同配合、现场布局等；金属化互联结构中 ^{10}B 的采用导致先进半导体器件的热中子敏感性重新显现；器件集成度增高、敏感性的降低使得单个中子导致的多位翻转（MBU）更加严重，一方面MBU截面的增加令其成为实际应用环境下大气中子单粒子效应敏感性的重要贡献，另一方面MBU将导致校验码加固方法的失效。因此，MBU的测试和评价成为必须仔细考虑的因素。这些新的变化对半导体器件大气中子单粒子效应试验标准提出了新的要求，而传统的试验标准不能覆盖这些关键要素，导致测试结果不准确度增大，甚至不适用。

本文件给出半导体器件大气中子单粒子效应试验方法与程序。专门针对使用散裂中子源对半导体器件进行大气中子单粒子效应加速试验，根据半导体器件工艺和散裂中子源测试条件变化，编制新标准，覆盖热中子和高能中子协同测试，提升试验效率，覆盖高速大容量器件测试、MBU测试分析、1MeV~10MeV中子贡献等半导体器件大气中子单粒子效应测试中的关键环节。通过开展散裂中子源加速辐照试验、数据处理分析和计算，可以得到半导体器件在实际应用环境下的大气中子单粒子效应敏感性数据，为半导体器件抗辐射能力评价提供依据，为电子系统软错误模型和分析评价提供基础数据。