



中华人民共和国国家标准

GB/T 44181—2024

空间环境 宇航用半导体器件在轨 单粒子翻转率预计方法

Space environment—Method of single event upset rates prediction of semiconductor devices for space applications

2024-07-24 发布

2024-07-24 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

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	2
5 原理	2
6 流程	3
7 空间带电粒子 LET 谱和质子能谱计算	5
7.1 概述	5
7.2 空间轨道参数和屏蔽厚度确定	5
7.3 空间带电粒子能谱计算	5
7.4 LET 谱计算	6
8 辐照试验数据处理分析	6
8.1 概述	6
8.2 输入数据的准备	6
8.3 重离子单粒子事件敏感参数获得	6
8.4 质子单粒子翻转敏感参数获得	7
9 单粒子翻转率预计	7
9.1 直接电离单粒子翻转率预计	7
9.2 质子核反应在轨单粒子翻转率预计	9
10 其他类型在轨单粒子事件率预计	9
11 报告	9

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：中国空间技术研究院、国防科技大学、哈尔滨工业大学、北京微电子技术研究所、中国科学院国家空间科学中心。

本文件主要起草人：孙毅、张洪伟、梅博、莫日根、于庆奎、魏志超、曹爽、唐民、朱恒静、黄金英、梁斌、李昌宏、韩建伟、王天琦、马英起、郑宏超。

空间环境 宇航用半导体器件在轨 单粒子翻转率预计方法

1 范围

本文件描述了开展宇航用半导体器件（以下简称“器件”）在轨单粒子翻转率预计的方法，包括原理、流程、空间带电粒子 LET 谱和质子能谱计算、辐照试验数据处理分析和单粒子翻转率预计等。

本文件适用于空间自然辐射环境中的质子和重离子引发器件单粒子翻转率的预计。单粒子功能中断等其他类型单粒子事件率预计参考使用。本文件不适用于高能电子引发的单粒子翻转率的预计。

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/T 32452 航天器空间环境术语

GB/T 41206—2021 空间环境（自然和人工）宇宙线和太阳能量粒子穿入磁层有效垂直地磁截止刚度的确定方法

GB/T 44001 空间环境 地磁场参考模型

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

线性能量传输 Linear Energy Transfer; LET

带电粒子沿径迹单位长度沉积的能量。

注：常用单位为兆电子伏平方厘米每毫克（ $\text{MeV}\cdot\text{cm}^2/\text{mg}$ ）。

3.2

LET 阈值 threshold LET

器件发生单粒子事件所需的最小 LET 值。

3.3

单粒子翻转截面 SEU cross section

单位粒子注量辐照下发生单粒子翻转的数量。

注： $\sigma = \text{单粒子翻转数}/(\text{注量} \times \cos\theta)$ ，其中， σ 为单粒子翻转截面，常用单位为平方厘米每器件（ $\text{cm}^2/\text{器件}$ ），或平方厘米每位（ cm^2/bit ）。 θ 为离子入射方向与待测器件表面法线的夹角。

3.4

饱和截面 saturation cross section

增加入射粒子的 LET 值而截面不再增加的单粒子翻转截面。

3.5