



中华人民共和国国家标准

GB/T 41270.9—2022

航空电子过程管理 大气辐射影响 第9部分：航空电子设备单粒子效应 故障率计算程序与方法

Process management for avionics—Atmospheric radiation effects—
Part 9: Single event effect fault rate calculation methods and procedures for
avionic equipment

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

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	1
5 计算方法	2
5.1 通用计算方法	2
5.2 总故障率计算方法	2
5.3 软故障率计算方法	2
5.4 硬故障率计算方法	3
6 计算程序	4
6.1 计算流程图	4
6.2 输入	5
6.3 计算步骤	5
6.4 输出	6
附录 A (资料性) 计算案例	7
附录 B (资料性) 敏感器件清单	11
附录 C (资料性) 大气中子辐射应力计算方法	13
附录 D (资料性) 单粒子效应截面数据典型值	19
参考文献	20

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 41270《航空电子过程管理 大气辐射影响》的第 9 部分。GB/T 41270 已经发布了以下部分：

- 第 7 部分：航空电子产品设计中单粒子效应分析过程管理；
- 第 9 部分：航空电子设备单粒子效应故障率计算程序与方法。

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、北京圣涛平试验工程技术研究院有限责任公司、中国航空工业集团公司西安飞机设计研究所。

本文件主要起草人：王群勇、邵文韬、陈冬梅、阳辉、白桦、施发健、严拴航、梁力、闫攀峰、王晓炜。

引 言

0.1 目标

本文件是为了航空电子设备电子产品单粒子效应故障率的分析计算的需要而制定的。

0.2 技术概述

大气层内工作的航空电子设备,其关键器件在遭受大气中子辐射下会产生多种单粒子效应,传递至航空电子设备,会产生单粒子效应软故障和/或硬故障,会影响飞机的安全性。考虑到只有设备级 SEE 故障率才参与系统级、飞机级的安全分析过程。因此,在飞机安全性评估过程中需要提供设备级的 SEE 故障率及其计算方法与程序,为航空电子设备安全性分析提供基础数据。

GB/T 34955—2017《大气辐射影响 航空电子系统单粒子效应试验指南》和 GB/T 34956—2017《大气辐射影响 航空电子设备单粒子效应防护设计指南》共同构成航空电子产品开展单粒子效应设计与分析的基础技术标准。

GB/T 41270 规定了大气中子单粒子效应分析、试验、评价方法与程序,拟由两个部分构成。

——第 7 部分:航空电子产品设计中单粒子效应分析过程管理。目的在于规定航空电子产品设计中电子元器件单粒子效应分析的方法和程序。

——第 9 部分:航空电子设备单粒子效应故障率计算程序与方法。目的在于规定航空电子设备单粒子效应故障率通用、总故障率、软故障率、硬故障率计算方法与计算程序。

0.3 相关专利情况说明

本文件的发布机构提请注意,声明符合本文件时,可能涉及单粒子效应故障率、大气中子辐射应力、器件敏感截面、降额因子相关的专利的使用。

本文件的发布机构对于该专利的真实性、有效性和范围无任何立场。

该专利持有人已向本文件的发布机构承诺,他愿意同任何申请人在合理且无歧视的条款和条件下,就专利授权许可进行谈判。该专利持有人的声明已在本文件的发布机构备案。

表 1 中列出的专利权人持有本文件涉及的专利。

表 1 持有本文件涉及专利的专利权人相关信息

专利持有人	地址
北京圣涛平试验工程技术研究院有限责任公司	北京市海淀区紫竹院路 69 号中国兵器大厦 708 室

请注意除上述专利外,本文件的某些内容仍可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

航空电子过程管理 大气辐射影响

第9部分：航空电子设备单粒子效应故障率计算程序与方法

1 范围

本文件给出了航空电子设备单粒子效应故障率通用计算方法、总故障率计算方法、软故障率计算方法、硬故障率计算方法与计算程序。

本文件适用于 35 km 以下高空内工作的航空电子设备的研制、试验和维护。

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 34955—2017 大气辐射影响 航空电子系统单粒子效应试验指南
 GB/T 34956—2017 大气辐射影响 航空电子设备单粒子效应防护设计指南

3 术语和定义

GB/T 34956—2017 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

大气中子辐射应力 atmospheric neutron radiation stress

飞行任务过程中，航空电子设备遭受的大气辐射环境中子注量率。

注：大气中子辐射应力的单位为每平方厘米小时 $[(\text{cm}^2 \cdot \text{h})]$ 。

3.2

单粒子效应故障率 single event effect fault rate

加电工作状态下，单位时间内大气中子辐射导致的航空电子设备单粒子效应故障次数。

注：单粒子效应故障率的单位为次每小时（次/h）。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

ADC：模拟数字转换器(analog-to-digital converter)

AD/DA：模数/数模转换(analog-to-digital/digital-to-analog convert)

APS：高级成像系统(advanced photo system)

CCD：电荷耦合元件(charge-coupled device)

CMOS：互补金属氧化物半导体(complementary metal oxide semiconductor)

CPU：中央处理器(central processing unit)

DAC：数字模拟转换器(digital-to-analog converter)

DRAM：动态随机存取存储器(dynamical random access memory)