



中华人民共和国国家标准

GB/T 41270.3—2025/IEC 62396-3:2013

航空电子过程管理 大气辐射影响 第3部分：考虑大气辐射单粒子效应 (SEE)的系统设计优化

Process management for avionics—Atmospheric radiation effects—
Part 3: System design optimization to accommodate the single
event effects(SEE) of atmospheric radiation

(IEC 62396-3:2013, IDT)

2025-08-01 发布

2026-02-01 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 过程指南 4

5 大气辐射与电子系统故障 5

 5.1 大气辐射对航空电子设备的影响 5

 5.2 硬故障 6

 5.3 软故障 6

6 飞机安全性评估 6

 6.1 概述 6

 6.2 缓解措施 7

 6.3 特定电子系统 7

 6.3.1 A 级系统 7

 6.3.2 B 级系统 10

 6.3.3 C 级系统 10

 6.3.4 D 级和 E 级系统 10

附录 A (资料性) SEE 率相关的设计过程流程图 11

附录 B (资料性) SEE 的部分缓解方法 12

 B.1 概述 12

 B.2 存储器件 12

 B.3 微处理器 13

 B.4 FPGA 13

 B.5 系统级技术 13

附录 C (资料性) 示例系统 15

 C.1 A 级系统 15

 C.2 A 级系统或 B 级系统 16

参考文献 18

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 的第3部分。GB/T 41270 已经发布了以下部分：

- 大气辐射影响 航空电子设备单粒子效应防护设计指南(GB/T 34956—2017)；
- 大气辐射影响 航空电子系统单粒子效应试验指南(GB/T 34955—2017)；
- 航空电子过程管理 大气辐射影响 第3部分：考虑大气辐射单粒子效应(SEE)的系统设计优化(GB/T 41270.3—2025)；
- 航空电子过程管理 大气辐射影响 第7部分：航空电子产品设计中单粒子效应分析过程管理(GB/T 41270.7—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(GB/T 41270.9—2022)。

本文件等同采用 IEC 62396-3:2013《航空电子过程管理 大气辐射影响 第3部分：考虑大气辐射单粒子效应(SEE)的系统设计优化》。

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：太原航空仪表有限公司、中国航空综合技术研究所、哈尔滨工程大学、中国航空工业集团公司洛阳光电设备研究所、哈尔滨工业大学。

本文件主要起草人：宣晓刚、任海涛、祝陶然、王学花、薛睿、陈文鋆、刘站平、杜文杰、郭晓俊、常悦、周治国、赵林庆、王帅创、邓克锋、陈启明、王树棋。

引 言

GB/T 41270《航空电子过程管理 大气辐射影响》规定了航空电子过程管理领域大气辐射对航空电子产品影响的管理要求与技术要求,拟由九个部分构成。

- 第1部分:航空电子设备单粒子效应防护设计指南。目的在于为18.3 km以下飞行的飞机中航空电子设备大气辐射效应防护设计提供指导。
- 第2部分:航空电子系统单粒子效应试验指南。目的在于给出微电子器件测量大气中子单粒子效应敏感特性的试验方法指南。
- 第3部分:考虑大气辐射单粒子效应(SEE)的系统设计优化。目的在于规定航空电子产品在大气辐射诱发单粒子效应(SEE)影响下的技术要求,用于指导航空电子产品的设计。
- 第4部分:高压飞机电子设备的设计管理潜在的单粒子效应。目的在于规定高电压(标称高于200 V)航空电子设备的大气辐射影响及其管理的指南。
- 第5部分:航空电子系统中热中子通量和单粒子效应的评估。目的在于描述热中子对航空电子产品构成的影响。
- 第6部分:极端空间天气对航空电子环境和电子设备的潜在影响。目的在于给出对极端空间天气事件理解的信息,描述由于太阳表面活动的大量增加而产生“极端空间天气”的机制和条件,并根据极端空间天气的记录讨论其潜在的辐射环境。
- 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8部分:对航空电子产品中的质子、电子、介子、 α 射线和单粒子效应的考虑。目的在于规定小粒子(质子、电子、 π 和 μ 子通量)和单粒子效应对在60 000英尺(18 300 m)高度飞行的飞机上使用的航空电子设备的影响的认识和指导。
- 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。

本文件为航空电子系统设计师、电子设备、元器件制造商及其客户提供了额外的指导,采用标准方法优化系统设计,以适应大气辐射单粒子效应(SEE)。以GB/T 34956—2017中关于单粒子效应的系统级方法的信息和指导为基础,考虑了一些航空电子系统,并提供了适应单粒子效应(SEE)的基本方法,以满足系统硬件保证水平。

大气辐射效应是可能导致设备硬故障率和软故障率的一个因素。从系统安全的角度来看,使用导出的故障率值,ARP4754中描述的方法(通常适应硬故障率和软故障率)也将适应大气辐射影响。

航空电子过程管理 大气辐射影响

第3部分：考虑大气辐射单粒子效应 (SEE)的系统设计优化

1 范围

本文件规定了航空电子产品在大气辐射诱发单粒子效应(SEE)影响下的技术要求,用于指导航空电子产品的设计。本文件描述的活动和内容是航空电子产品审查/审定和符合性证据的输入。本文件以 GB/T 34956—2017 中系统级单粒子效应为基础,为航空电子产品提供 SEE 防护的基本方法,以满足研制保证等级要求。

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 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(IEC 62396-1:2016,IDT)

注: GB/T 34956—2017 被引用的内容与 IEC 62396-1:2012 被引用的内容没有技术上的差异。

IEC 62239-1 航空电子设备过程管理 管理计划 第1部分:元器件管理计划的编制和维护(Process management for avionics—Management plan—Part 1: Preparation and maintenance of an electronic components management plan)

3 术语和定义

GB/T 34956—2017、IEC 62239-1 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

模拟电路单粒子瞬态 analogue single event transient;ASET

由单个粒子的电荷沉积引起模拟器件输出虚假信号或电压。

[来源:GB/T 34956—2017,3.2,有修改]

3.2

不能复现 could not duplicate;CND

对某一设备诊断检测后的报告结果。

注:在运行过程中收到错误或故障信息后,在后续的设备检测过程中,该错误或故障状态无法复现。

3.3

纠二检三 double error correction triple error detection;DECTED

系统或设备的一套纠检错方法,用于检测数字字信息,确定字信息是否出错,如果出错,则根据状态加以纠正。

注:该方法可纠正2位出错,能够检测并报告3位出错。