



中华人民共和国国家标准

GB/T 44776—2024

航天器空间环境及其效应 仿真分析通用要求

General requirements of simulation analysis for space
environments and their effects on spacecraft

2024-10-26 发布

2024-10-26 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	3
5 空间环境及其效应仿真分析的通用流程	4
6 任务分析要求	6
7 空间环境及其效应要素分析要求	6
8 空间环境及其效应参数分析要求	8
8.1 真空及出气效应参数分析	8
8.2 温度环境及其效应参数分析	9
8.3 大气环境及其效应参数分析	9
8.4 空间辐射环境及其效应参数分析	9
8.5 太阳电磁辐射环境及其效应参数分析	10
8.6 等离子体环境及其效应参数分析	10
8.7 空间磁场环境及其效应参数分析	10
8.8 空间碎片与微流星体环境及其效应参数分析	10
8.9 尘与尘暴环境及其效应参数分析	10
9 太阳活动分析要求	11
9.1 太阳中长期活动分析	11
9.2 太阳短期爆发性活动分析	11
10 行星磁场影响分析要求	11
11 轨道分析和建模要求	11
11.1 轨道分析	11
11.2 轨道建模	11
12 航天器结构分析与建模要求	11
12.1 航天器结构分析	11
12.2 航天器结构建模	12
13 空间环境仿真分析	12
13.1 一般要求	12
13.2 空间环境模型	12
13.3 空间环境模型选用原则	14
14 空间环境及其效应仿真分析要求	15

14.1	一般要求	15
14.2	真空出气效应仿真分析	15
14.3	航天器热环境效应仿真分析	16
14.4	大气环境效应仿真分析	16
14.5	单粒子效应仿真分析	17
14.6	电离总剂量效应仿真分析	18
14.7	位移损伤效应仿真分析	19
14.8	太阳电磁辐射效应仿真分析	19
14.9	表面充放电效应仿真分析	19
14.10	深层充电/内带电效应仿真分析	20
14.11	空间磁场效应仿真分析	20
14.12	空间碎片与流星体撞击效应仿真分析	21
14.13	尘与尘暴效应仿真分析	22
15	结果输出要求	22
15.1	轨道显示	22
15.2	数据输出	22
15.3	图像视频输出	22
附录 A (规范性)	地磁截止刚度	24
附录 B (规范性)	IGRF 模型	26
附录 C (资料性)	常用空间环境效应分析软件和代码	28
附录 D (资料性)	主要空间环境模型简要介绍	32
附录 E (资料性)	分子出气污染 Fick 扩散理论	37
附录 F (规范性)	分子污染传输角系数方法	39
附录 G (资料性)	分子污染黏附系数模型	40
附录 H (规范性)	中性大气对航天器的阻力	42
附录 I (资料性)	中性大气物理溅射关键参数	43
附录 J (规范性)	单粒子效应预示方法	44
附录 K (规范性)	屏蔽仿真分析方法	47
附录 L (资料性)	辐射剂量分析方法	51
附录 M (资料性)	位移损伤效应分析方法	53
附录 N (规范性)	受晒因子与光照几何因子计算方法	56
附录 O (资料性)	表面充放电效应仿真分析一般流程	58
附录 P (资料性)	航天器表面充电机制	59
附录 Q (资料性)	深层充电/内带电效应仿真分析一般流程	61
附录 R (资料性)	航天器内部充电机制	62
附录 S (规范性)	航天器磁干扰力矩计算	66
附录 T (资料性)	常用弹道极限方程	67

附录 U (规范性) PNI 和 PNP 计算方法	71
附录 V (资料性) 撞击累积损伤引起的光学性能退化预示模型	73
附录 W (资料性) 月尘遮蔽效应模型	75
参考文献	77

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。

本文件由全国航天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：北京卫星环境工程研究所、深圳星地孪生科技有限公司、哈尔滨工业大学、中国科学院国家空间科学中心、北京空间飞行器总体设计部、湘潭大学、南京航空航天大学、中国空间技术研究院、中国科学院新疆理化技术研究所、西安交通大学、北京微动时空科技有限公司、中科星图测控技术股份有限公司、西安龙飞电气技术有限公司、中国科学院空间应用工程与技术中心、数字太空(北京)科技股份公司、哈尔滨工大卫星技术有限公司。

本文件主要起草人：沈自才、季启政、欧阳晓平、李兴冀、蔡明辉、王世金、汤晓斌、向艳超、曲少杰、邱震钰、呼延奇、梅博、李豫东、方美华、陈玉、曹燕、陈金刚、陈宇鹏、罗丹、张欣、李昌宏、王馨悦、杨剑群、焦子龙、冒鑫、郭旗、汤晓君、张园园、刘业楠、丁义刚、马新、代巍、王汉风、任思远、陈健、孙威、刘薇。

航天器空间环境及其效应 仿真分析通用要求

1 范围

本文件规定了航天器空间环境及其效应仿真分析的通用要求,包括空间环境及其效应仿真分析的通用流程、任务分析、空间环境及其效应要素分析、空间环境及其效应参数分析、太阳活动分析、行星磁场影响分析、轨道分析和建模、航天器结构分析与建模、空间环境仿真分析、空间环境及其效应仿真分析、仿真分析结果输出等要求。

本文件适用于航天器及其材料、元器件、组件等在真空、带电粒子、紫外辐射、中性大气(含原子氧)、等离子体、污染、微流星体与空间碎片、尘与尘暴等环境及其单粒子效应、电离总剂量效应、位移损伤效应、表面充放电效应、深层充电/内带电效应、原子氧剥蚀效应、微流星体与空间碎片撞击效应、污染效应等的仿真分析,也适用于指导航天器空间环境及其效应仿真分析软件 and 代码的设计与开发,生物体的空间环境及其效应分析参照使用。

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 29079 航天器轨道分类及常用参数符号
- GB/T 30114.2 空间科学及其应用术语 第2部分:空间物理
- GB/T 32452 航天器空间环境术语
- GB/T 37834 银河宇宙线模型
- GB/T 41214 空间环境(自然和人工) 地磁活动的预报方法
- GB/T 41457 空间环境 地球同步轨道太阳质子注量及其统计模型置信度选择指南
- GB/T 41458 空间环境 产生航天器表面最恶劣电位差的等离子体环境
- GB/T 41459 空间环境 空间太阳总辐照度
- GB/T 42214 空间环境 低高度(300 km~600 km)高能辐射模型
- GB/T 42242 空间环境 用于低轨道卫星的商业现货(COTS)器件的辐射效应评估
- GB/Z 42244 空间环境 利用准动态模型获得地球辐射带注量的最劣情况和置信水平的程序
- GB/T 42846 空间环境 非金属材料空间辐射效应地面模拟方法
- GB/T 44001 空间环境 地磁场参考模型
- GB/Z 44002 空间环境 太阳能量质子注量和峰值通量的确定方法
- GB/T 44181 空间环境 宇航用半导体器件在轨单粒子翻转率预计方法

3 术语和定义

GB/T 29079、GB/T 30114.2 和 GB/T 32452 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。