



中华人民共和国国家标准

GB/T 41458—2022

空间环境 产生航天器表面最恶劣 电位差的等离子体环境

Space environment—Plasma environments for generation of worst case
surface electrical potential differences for spacecraft

[ISO 19923:2017, Space environment (natural and artificial)—Plasma
environments for generation of worst case electrical potential differences for
spacecraft, MOD]

2022-04-15 发布

2022-11-01 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	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 符号和缩略语	2
5 最恶劣环境认定原则	2
6 应用于航天器设计的原则	2
7 模拟中采用的最恶劣空间环境	3
附录 A (资料性) 航天器充电模拟程序	4
附录 B (规范性) 材料老化处理后的模拟	5
附录 C (资料性) 充电模拟	8
参考文献	14

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。

本文件修改采用 ISO 19923:2017《空间环境(自然和人工) 产生航天器最恶劣电位差的等离子体环境》。

本文件与 ISO 19923:2017 相比做了下述结构调整：

——将 ISO 19923:2017 的附录 C 调整为附录 B；

——将 ISO 19923:2017 的附录 B 调整为附录 C；

——删除了 ISO 19923:2017 的附录 D；

——第 1 章“范围”中，删除第三段内容。

本文件与 ISO 19923:2017 的技术差异如下：

——第 1 章“范围”第二段删除最后一句“低地球轨道航天器发生的严重表面充电可能是由于航天器设备的高压电源造成的，因此本文件不涉及这部分内容”；删除第三段“本文件仅涉及航天器的外表面充电”；

——第 3 章将“下列术语和定义适用于本文件”改为“GB/T 32452—2015 界定的以及下列术语和定义适用于本文件”；

——在 3.1 “双麦克斯韦分布”中增加“ v ——粒子速度，单位为米每秒(m/s)”以及其他物理参量的单位；

——第 5 章，删除“本文件是航天器充电模拟的一部分”；

——7.1 第一段中用“表 1 给出地球同步轨道最恶劣等离子体环境的双麦克斯韦分布参数”代替“对最恶劣情况进行模拟时，应采用表 1 给出的双麦克斯韦分布”，表 1 标题中用“地球同步轨道最恶劣等离子体环境”代替“模拟使用的空间环境”；

——7.2 删除了“随着更多的环境测量数据发表，本文件将更新极地轨道和中地球轨道最恶劣等离子体环境参数”。

本文件做了下列编辑性改动：

——标准名称更改为《空间环境 产生航天器表面最恶劣电位差的等离子体环境》；

——A.2 “NASCAP-2k”中删除“该程序仅在美国开放使用”，添加了“采用混合 PIC 模拟方法模拟航天器表面与等离子体环境的相互作用过程”以描述该程序的功能；A.3 “COULOMB-2”中删除“该程序仅在俄罗斯开放使用”；

——附录 C 标题以及各条小标题中用“充电模拟”代替“循环模拟”；

——C.1 “NASCAP-2k 充电模拟”第二段增加“其中 δ_{\max} 为最大二次电子发生率， E_{\max} 为二次电子发生率最大时的入射电子能量”；

——C.1 “NASCAP-2k 充电模拟”表 C.1 表头第一列用“材料”代替“盖玻璃材料”；表 C.2 第六行第一列，对 ATS-6 加脚注“此处 NASCAP-2k 使用的 ATS-6 环境与表 C.5 中的 ATS-6 环境不同”；

——C.1 “NASCAP-2k 充电模拟”表 C.3 “NASCAP-2k 模拟结果”第四行第六列，NASA Worst Case 环境日照下充电 2 000 s 后反向电位梯度最大电位差计算结果，用“897”代替“3 940”；

——C.2 “MUSCAT 充电模拟”表 C.6 “日照情况下 MUSCAT 的模拟结果”第七行第八列，LANL-KIT 环境正向电位梯度最大电位差计算结果，用“—23 800”代替“—23 700”；C.2 第三行，删除

了“康普顿®”的脚注；
——C.4 第二句“模拟结果”后添加脚注“由于模拟使用的材料特性与实际工程中使用的不完全相同，所以模拟结果仅供参考”。

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：中国科学院国家空间科学中心。

本文件主要起草人：孟雪洁、钟秋珍、陈东、陈善强、苗娟、林瑞淋、周振奇。

空间环境 产生航天器表面最恶劣 电位差的等离子体环境

1 范围

本文件描述了产生航天器表面最恶劣电位差的空间等离子体环境,以及如何使用模拟程序估算航天器表面最恶劣电位差。

本文件包含地球同步轨道(GEO)、地球极轨道(PEO)、中地球轨道(MEO)的等离子体的温度和密度,不包含低地球轨道(LEO)的等离子体的温度和密度。

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—2015 航天器空间环境术语

3 术语和定义

GB/T 32452—2015 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

ISO 和 IEC 在以下地址维护用于标准化的术语数据库:

——IEC: <http://www.electropedia.org/>

——ISO: <http://www.iso.org/obp>

3.1

双麦克斯韦分布 **double Maxwellian distribution**

地球同步轨道电子和质子的分布函数分别具有两个温度成分。

麦克斯韦分布函数如下^[1]:

$$f(v) = \left(\frac{m}{2\pi}\right)^{3/2} \left[\frac{n_1}{(kT_1)^{3/2}} \exp\left(-\frac{mv^2}{2kT_1}\right) + \frac{n_2}{(kT_2)^{3/2}} \exp\left(-\frac{mv^2}{2kT_2}\right) \right] \dots\dots\dots(1)$$

式中:

v —— 粒子速度,单位为米每秒(m/s);

m —— 粒子质量,单位为千克(kg);

k —— 玻尔兹曼常数, $1.380\ 648\ 52 \times 10^{-23}$ J/K;

n_1, n_2 —— 粒子数密度,单位为每立方米(m^{-3});

T_1, T_2 —— 粒子温度,单位为开(K)。

3.2

不等量电压 **differential voltage**

差分电位 **differential potential**

不等量充电发生时航天器任意两点之间的电位差,特别是航天器主体和绝缘表面之间的电位差。