



# 中华人民共和国气象行业标准

QX/T 546—2020

---

## 空间高能粒子辐射效应术语

Terminology for space energetic particle radiation effects

2020-04-14 发布

2020-07-01 实施

---

中 国 气 象 局 发 布



## 目 次

前言 .....	III
1 范围 .....	1
2 粒子辐射环境 .....	1
3 航天器辐射剂量效应 .....	1
4 航天器单粒子效应 .....	2
5 航天器深层充电效应 .....	3
6 航天生物体辐射效应 .....	3
参考文献 .....	5
索引 .....	6



## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 和 GB/T 20001.1—2001 给出的规则起草。

本标准由全国卫星气象与空间天气标准化技术委员会空间天气监测预警分技术委员会(SAC/TC 347/SC 3)提出并归口。

本标准起草单位:国家卫星气象中心(国家空间天气监测预警中心)。

本标准主要起草人:唐云秋、薛炳森、闫小娟。



# 空间高能粒子辐射效应术语

## 1 范围

本标准界定了空间天气保障中涉及的空间高能粒子辐射效应相关的术语。  
本标准适用于空间天气保障,以及空间高能粒子辐射效应研究与应用。

## 2 粒子辐射环境

### 2.1

**地球辐射带 radiation belts of the earth**

地球空间中被地磁场捕获而形成的相对稳定的高能带电粒子聚集区。

注:包括内辐射带(范艾伦带)和外辐射带。

### 2.2

**银河宇宙线 galactic cosmic rays;GCRs**

源于银河系的高能带电粒子流。

### 2.3

**太阳宇宙线 solar cosmic rays;SCRs**

太阳活动产生的高能带电粒子流。

### 2.4

**空间高能粒子辐射环境 space energetic particle radiation environment**

空间中能量高于几十千电子伏的带电粒子环境。

注 1:主要包括银河宇宙线(2.2)、太阳宇宙线(2.3)和地球辐射带(2.1)高能带电粒子。

注 2:改写 GB/T 30114.2—2014,定义 7.4。

### 2.5

**空间高能粒子辐射效应 space energetic particle radiation effects**

空间高能粒子辐射环境(2.4)对在轨航天系统及生物体产生的影响。

注:主要包括辐射剂量效应(3.1)、单粒子效应(4.1)、深层充电效应(5.1)和辐射生物效应(6.1)等。

## 3 航天器辐射剂量效应

### 3.1

**辐射剂量效应 radiation dose effect**

空间高能粒子造成的电离作用和原子位移作用使得航天器材料、电子器件的性能变差,甚至损坏的现象。

注:单指对航天器材料和电子器件的影响,不包括辐射生物效应(6.1)。

### 3.2

**电离总剂量效应 total ionizing dose effect**

空间高能粒子通过电离(激发)过程,引起航天器材料状态改变的现象。

3.3

**位移效应 displacement effect**

当空间高能粒子辐照半导体材料时,使其原子产生位移,造成缺陷,改变其原有电学性能,导致器件性能下降的现象。

3.4

**总电离剂量 total ionizing dose;TID**

空间高能粒子通过电离(激发)过程,在材料中传递的能量总额。

3.5

**非电离能损 non-ionizing energy loss;NIEL**

空间高能粒子造成半导体材料原子位移所对应的能量传递。

3.6

**线性能量输送 linear energy transfer;LET**

带电粒子通过材料单位长度时输送的能量。

注:单位为兆电子伏特平方厘米每克( $\text{MeV} \cdot \text{cm}^2/\text{g}$ )。

4 航天器单粒子效应

4.1

**单粒子效应 single event effect;SEE**

单粒子事件

由于单个高能粒子撞击微电子器件敏感区域而引起的器件异常。

4.2

**单粒子翻转 single event upset;SEU**

由单个高能粒子引起的系统或设备中逻辑电路单元状态改变的现象。

4.3

**单粒子锁定 single event latch-up;SEL**

由单个高能粒子引起的系统或设备中逻辑电路单元丧失功能的现象。

4.4

**单粒子烧毁 single event burnout;SEB**

由单个高能粒子轰击引起的系统或设备中元器件损坏的现象。

4.5

**单粒子门击穿 single event gate rupture;SEGR**

单粒子门断裂

单粒子栅击穿

单粒子栅极击穿

由单个高能粒子轰击引起的系统或设备中功率器件的破坏性失效的现象。

4.6

**单粒子功能中断 single event functional interrupt;SEFI**

由单个高能粒子轰击引起的系统或设备中元器件丧失功能的现象。

4.7

**多位翻转 multiple bit upset;MBU**

单个高能粒子击中微电子器件敏感部位,引发多个逻辑单元状态同时发生改变的现象。



## 4.8

**单粒子瞬变 single event transient;SET**

单个高能粒子轰击引起的电路中产生瞬时电流脉冲的现象。

## 5 航天器深层充电效应

## 5.1

**深层充电效应 deep charging effect**

由空间高能电子在介质内部沉积所形成的电场,影响航天器设备正常工作的现象。

## 5.2

**深层介质充电 deep dielectric charging**

内部介质充电 internal dielectric charging;IDC

体充电 bulk charging

浸入充电 buried charging

空间高能电子穿透介质表面,在介质内部传输积累生成电场的现象。

## 5.3

**静电放电 electrostatic discharge;ESD**

深层充电所致的最大电场达到或超过介质材料的击穿(5.4)阈值时,产生的电荷瞬间释放现象。

## 5.4

**击穿 breakdown**

绝缘物质在电场的作用下发生剧烈放电,导致绝缘性能下降甚至失效的现象。

## 6 航天生物体辐射效应

## 6.1

**辐射生物效应 biological effect of radiation**

空间高能粒子或其次级粒子通过与生物体相互作用,导致包括航天员在内的生物体的结构和机能发生改变的现象。

## 6.2

**随机性辐射效应 stochastic radiation effect**

发生概率与剂量成正比而严重程度与剂量无关的辐射效应。一般认为,在辐射防护范围内,这种效应的发生不存在剂量阈值。

## 6.3

**确定性辐射效应 deterministic radiation effect**

通常情况下存在剂量阈值的一种辐射效应,超过阈值时,剂量愈高则效应的严重程度愈大。

## 6.4

**辐射剂量 radiation dose**

空间高能粒子与生物体相互作用,通过电离作用,被生物体所吸收,并影响生物体的能量。

## 6.5

**吸收剂量 absorbed dose**

单位质量的物质吸收的电离辐射平均能量。

注:其 SI 基本单位为焦耳每千克(J/kg),SI 导出单位为戈[瑞](Gy)。1 Gy=1 J/kg。

6.6

**吸收剂量率 absorbed dose rate**

单位时间内吸收剂量(6.5)的增量。

注:单位是戈[瑞]每秒(Gy/s)。

6.7

**[辐射]品质因数 radiation quality factor**

表征相同的辐射剂量(6.4)对不同生物体或器官造成的影响程度的无量纲参数。

6.8

**剂量当量 dose equivalent**

*H*

生物组织中某处的吸收剂量(6.5)*D*、品质因数(6.7)*Q*和其他一切修正因数 *N* 的乘积,见式(1):

$$H = DQN \quad \dots\dots\dots(1)$$

注 1:*H* 为国际辐射单位与测量委员会(ICRU)使用的一个量,其 SI 基本单位为焦耳每千克(J/kg),SI 导出单位为希[沃特](Sv)。1 Sv=1 J/kg。

注 2:改写 GB/T 30114.6—2014,定义 4.30。

## 参 考 文 献

- [1] GB/T 3102.10—1993 核反应和电离辐射的量和单位
- [2] GB 18871—2002 电离辐射防护与辐射源安全基本标准
- [3] GB/T 30114.2—2014 空间科学及其应用术语 第2部分:空间物理
- [4] GB/T 30114.6—2014 空间科学及其应用术语 第6部分:航天医学
- [5] 徐龙道等. 物理学词典[M]. 北京:科学出版社,2004
- [6] 中国大百科全书总编辑委员会. 中国大百科全书[M]. 北京:中国大百科全书出版社,2002
- [7] 全国科学技术名词审定委员会. 航天科学技术名词[M]. 北京:科学出版社,2005
- [8] 都亨,叶宗海. 低轨道航天器空间环境手册[M]. 北京:国防工业出版社,1996
- [9] 焦维新. 空间天气学[M]. 北京:气象出版社,2003
- [10] 王劲松,焦维新. 空间天气灾害[M]. 北京:气象出版社,2009
- [11] 王劲松,吕建永. 空间天气[M]. 北京:气象出版社,2009
- [12] 刘振兴,等. 太空物理学[M]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2005
- [13] 丁义刚. 空间辐射环境单粒子效应研究[J]. 航天器环境工程,2007,24(5):283-290
- [14] 黄建国,陈东,师立勤. 卫星介质深层充电中的主要物理问题[J]. 空间科学学报,2004,24(5):346-352
- [15] Holmes-Siedle A, Adams L. Handbook of radiation effects: 2nd ed[M]. Oxford: Oxford University Press,2002

索 引

汉语拼音索引

**D**

单粒子翻转·····	4.2
单粒子功能中断·····	4.6
单粒子门断裂·····	4.5
单粒子门击穿·····	4.5
单粒子烧毁·····	4.4
单粒子事件·····	4.1
单粒子瞬变·····	4.8
单粒子锁定·····	4.3
单粒子效应·····	4.1
单粒子栅击穿·····	4.5
单粒子栅极击穿·····	4.5
地球辐射带·····	2.1
电离总剂量效应·····	3.2
多位翻转·····	4.7

**F**

非电离能损·····	3.5
辐射剂量·····	6.4
辐射剂量效应·····	3.1
[辐射]品质因数·····	6.7
辐射生物效应·····	6.1

**J**

击穿·····	5.4
剂量当量·····	6.8
浸入充电·····	5.2
静电放电·····	5.3

**K**

空间高能粒子辐射环境·····	2.4
空间高能粒子辐射效应·····	2.5

**N**

内部介质充电·····	5.2
-------------	-----

**Q**

确定性辐射效应·····	6.3
--------------	-----

**S**

深层充电效应·····	5.1
深层介质充电·····	5.2
随机性辐射效应·····	6.2

**T**

太阳宇宙线·····	2.3
------------	-----

体充电 .....		5.2
	<b>W</b>	
位移效应 .....		3.3
	<b>X</b>	
吸收剂量 .....		6.5
吸收剂量率 .....		6.6
线性能量输送 .....		3.6
	<b>Y</b>	
银河宇宙线 .....		2.2
	<b>Z</b>	
总电离剂量 .....		3.4
英文对应词索引		
	<b>A</b>	
absorbed dose rate .....		6.6
absorbed dose .....		6.5
	<b>B</b>	
biological effect of radiation .....		6.1
breakdown .....		5.4
bulk charging .....		5.2
buried charging .....		5.2
	<b>D</b>	
deep charging effect .....		5.1
deep dielectric charging .....		5.2
deterministic radiation effect .....		6.3
displacement effect .....		3.3
dose equivalent .....		6.8
	<b>E</b>	
electrostatic discharge .....		5.3
ESD .....		5.3
	<b>G</b>	
galactic cosmic rays .....		2.2
GCRs .....		2.2
	<b>I</b>	
IDC .....		5.2
internal dielectric charging .....		5.2
	<b>L</b>	
LET .....		3.6
linear energy transfer .....		3.6
	<b>M</b>	
MBU .....		4.7
multiple bit upset .....		4.7

**N**

NIEL ..... 3.5  
 non-ionizing energy loss ..... 3.5

**R**

radiation belts of the earth ..... 2.1  
 radiation dose effect ..... 3.1  
 radiation dose ..... 6.4  
 radiation quality factor ..... 6.7

**S**

SCRs ..... 2.3  
 SEB ..... 4.4  
 SEE ..... 4.1  
 SEFI ..... 4.6  
 SEGR ..... 4.5  
 SEL ..... 4.3  
 SET ..... 4.8  
 SEU ..... 4.2  
 single event burnout ..... 4.4  
 single event effect ..... 4.1  
 single event functional interrupt ..... 4.6  
 single event gate rupture ..... 4.5  
 single event latch-up ..... 4.3  
 single event transient ..... 4.8  
 single event upset ..... 4.2  
 solar cosmic rays ..... 2.3  
 space energetic particle radiation effects ..... 2.5  
 space energetic particle radiation environment ..... 2.4  
 stochastic radiation effect ..... 6.2

**T**

TID ..... 3.4  
 total ionizing dose effect ..... 3.2  
 total ionizing dose; TID ..... 3.4





中华人民共和国  
气象行业标准  
空间高能粒子辐射效应术语  
QX/T 546—2020

\*

气象出版社出版发行  
北京市海淀区中关村南大街46号  
邮政编码:100081  
网址:<http://www.qxcbs.com>  
发行部:010-68408042  
北京中科印刷有限公司印刷

\*

开本:880 mm×1230 mm 1/16 印张:1 字数:30千字  
2020年5月第1版 2020年5月第1次印刷

\*

书号:135029-6137 定价:15.00元

如有印装差错 由本社发行部调换  
版权专有 侵权必究  
举报电话:(010)68406301