为NASA任务推荐低成本紧凑型空间环境与空间天气效应传感器套件

Yihua Zheng[1], Michael A. Xapsos[2], Insoo Jun[3], T. P. O'Brien[4], Linda Parker[5], Wousik Kim[3],Justin Likar[6], Joseph Minow[7], Thomas Y. Chen[8], Douglas Rowland[9]

[1]NASA戈达德太空飞行中心，空间天气实验室，美国马里兰州格林贝尔特。[2] NASA戈达德太空飞行中心，辐射效应与分析[illegible]，[illegible]进实验室，加州理工学院，美国加利福尼亚州帕萨迪纳。[4] Aerospace Corporation，美国弗吉尼亚州尚蒂伊。[5] 空间天气解决方案公司，美国阿拉巴马州。[6] 约翰·霍普金斯大学应用物理实验室，美国。[7] NASA空间环境技术研究员，兰利研究中心，美国弗吉尼亚州汉普顿。[8] 哥伦比亚大学，美国。[9]NASA戈达德太空飞行中心，电离层、热层、中间层物理

cs

实验室，美国马里兰州格林贝尔特。

概要:
随着微型航天器（如立方星和小卫星）及仪器设备日益成为太空探索和科学研究不可或

概要：

随着微型航天器（如立方星和小卫星）及仪器设备日益成为太空探索和科学研究不可或缺

1. 动机

航天器（如小卫星和立方体卫星）及仪器设备持续小型化的趋势预计将延续下去，而这

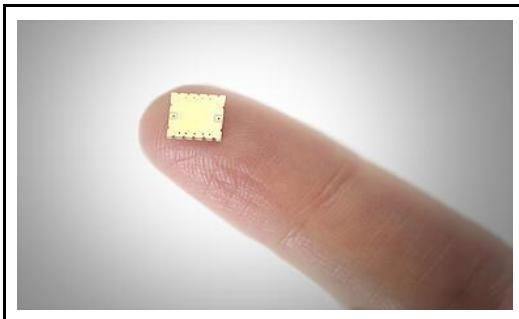




图1：空间硬件／空间资产的小型化

SEESAW（空间环境工程与科学应用）路线图报告（

2. 建议：

- 我们建议开发或采购低成本、低功耗、小型化传感器，并尽可能在任何时间和地点

- 我们建议，在测量数据收集并核实后实行开放数据政策。我们倡导通过国际协调与

潜在效益：

- 更深入地了解空间环境及其与空间资产的相互作用，还可能通过采用适当程度的

- 有助于异常情况处理和风险缓解；更全面地了解部件和材料在任务期间及不同空间

- 增进关于空间环境的科学知识（次要效益）

3. 空间环境/效应测量：现状

日本

鉴于空间环境测量数据（高能粒子、银河宇宙射线（GCRs）、原子氧、等离子体及直接

日本宇宙航空研究开发机构已建立“空间环境与效应系统”（

可通过以下链接查看仪器类型：

以工程效应为重点的方案（示例）包括

- DOM：剂量监测器 / SDOM：标准剂量监测器
- DOS：剂量计
- AOM：原子氧监测器
- POM：电位监测器
- DIM：放电监测器
- SUM：单粒子翻转监测器 / RSM：RAM软错误监测器
- ICM：集成电路监测器
- SCM：太阳能电池监测器
- COM：污染监测器 / TDM：热控材料退化监测器

欧洲

在欧洲，曾搭载于太空中的空间环境与效应传感器包括 SURF（搭载于 STRV1d 地球同步

U.S.

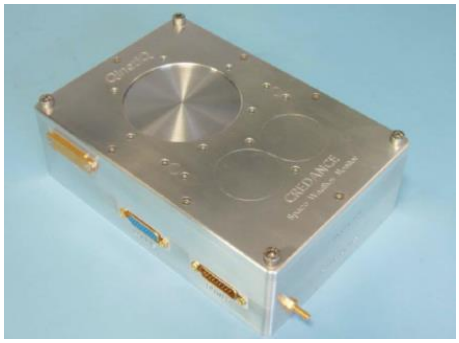
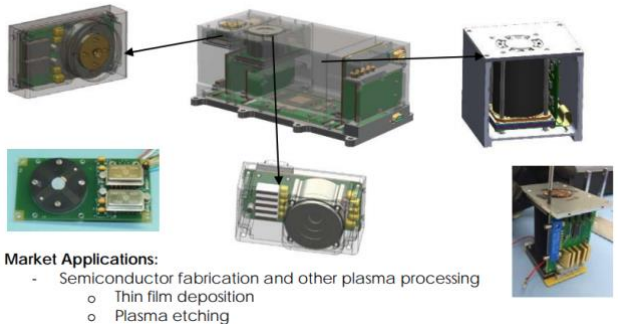
直接空间环境效应测量的开展一直有限。少数专门执行此类任务的航天器包括 SCATHA

能够提供关键信息，帮助了解空间硬件和电子设备如何与空间环境相互作用，也可用于测

我们需要在不同轨道/区域（包括月球、火星及更远处）进行更多直接的空间环境效应测

4. NASA任务的潜在小型传感器

潜在传感器可以类似于DSX及上述其他任务所搭载的传感器。不过，它们可以做得更加小

<table>
<tr><td></td><td>
</td></tr>
<tr><td>图2a CREDANCE</td><td>图2b. CEASE-3</td></tr>
</table>

CREDANCE（宇宙辐射环境剂量测量与充电实验）

这是一套由质子和重离子望远镜组成的第三代传感器套件，可在三个屏蔽深度进行内部充电电

测量数据。CREDANCE 由英国萨里大学萨里航天中心制造。

测量规格：> 40 MeV 质子通量；0.1 至 28.5 MeV-cm2/mg 重离子线性能量传递；在 0.5、

尺寸和功耗规格：18.5 x 12.5 x 6 cm，1.7 kg，2.4 W。

CEASE3（紧凑型环境异常传感器）。

这是一套第三代传感器套件，由低、中、高能电子和质子望远镜以及一台静电分析仪组

- 测量规格：0.1 keV 至 5 MeV 电子；2 至 100 MeV 质子。
- 尺寸和功耗规格：26.9 x 11.1 x 10.4 cm；3.9 kg；12.5 W。

DSX搭载的其他类型传感器包括：

DIME（剂量测定比对与微型化实验）

剂量测定比对与微型化实验（DIME）采用新型剂量测定技术，测量对空间系统可靠性有

ELDRS（增强型低剂量率敏感性）仪器

与高剂量率辐射相比，晶体管或电路在低剂量率辐射下会出现更严重的退化，这种现象

COTS-2

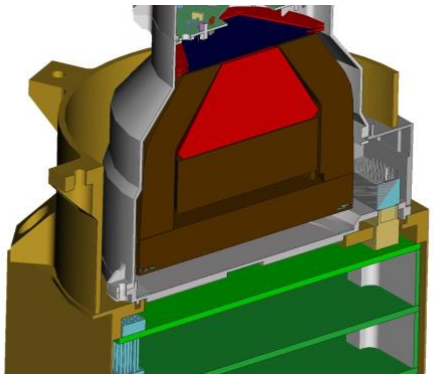
COTS-2 在正常背景环境以及太阳风暴事件期间，利用单粒子效应缓解平台测量粒子诱发单粒

新一代传感器

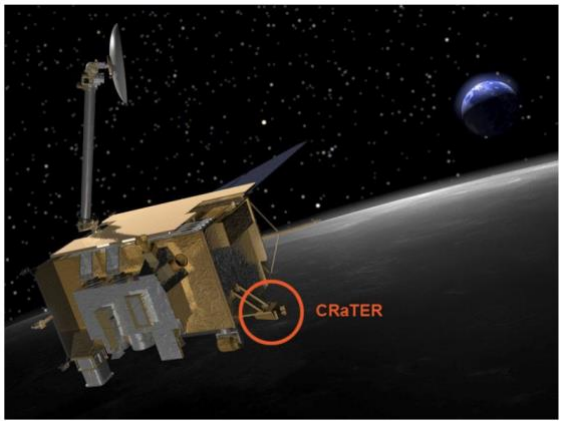
应开发并采购新一代传感器，充分利用技术进步与创新。在 Aerospace Corporation，
订单生产，并以商用现货价格提供。这些传感器既可单独搭载，也可组合成全灾害套件传感器。然而，对于其中一些传感器，制造和集成仍然成本高昂。希望通过进一步的传感器开发与协作，能够解决这些挑战。

月球和火星上的空间辐射/环境监测器

目前在轨运行的两个实例是火星科学实验室（MSL）搭载的辐射评估探测器（RAD），



a. RAD——大小与小型烤面包机相当



b. 月球勘测轨道飞行器上的 CRaTER

图 3. 目前正在飞行的辐射监测器

HERMES（日球物理环境与辐射测量实验套件）任务和 ERSA（欧洲辐射传感器阵列）

5. 摘要

总之，未来所有 NASA 任务都应搭载空间环境与效应传感器；这将有助于更好地界定空

参考文献：

Ryden, Keith & Dyer, C. & Morris, P.A. & Haine, R.A. & Jason, Susan. (2004). Merlin空间

G. Spanjers 等人，“美国空军研究实验室为美国国防部在中地球轨道部署太空能力开展

I. Sandberg 等人，“欧洲航天局下一代辐射监测单元搭载于EDRS-C的首批结果与分析”，载于

A. R. Benedetto, H. J. Barnaby, C. Cook, M. J. Campola 和 A. Tender，《太空中的双极结型晶体

SEESAW路线图报告：