



和平利用外层空间委员会

各国对空间碎片、核动力源空间物体的安全
以及这些物体与空间碎片碰撞问题的研究

秘书处的说明*

增编

目录

	页次
二. 会员国的答复	2
加拿大	2

* 本文件根据 2009 年 2 月 16 日收到的一会员国的答复编写。



二. 会员国的答复

加拿大

[原件：英文]

1. 国际活动

1. 2008年5月，加拿大主办了第九次保护材料和结构免受空间环境危害国际会议。加拿大航天局（加空局）的一名代表作了关于空间碎片减缓措施研究开发情况的主旨演讲。
2. 加拿大为2008年7月13日至20日在加拿大蒙特利尔举行的空间研究委员会第三十七届科学大会作出了贡献，向空间碎片国际专家小组作了题为“加拿大在空间碎片减缓技术方面的活动”的科学技术专题介绍。

2. 加拿大航天局的活动

3. 加拿大航天局主动对加拿大境内空间碎片研究开发方面的科学技术活动进行协调。
4. 在这种背景下，成立了一个轨道碎片工作组，以实现下述目标：
 - (a) 加强空间界在轨道碎片方面的科学技术知识，提高其对轨道碎片的认识；
 - (b) 确定并鼓励轨道碎片和减缓措施方面有针对性的研究开发工作；
 - (c) 确定并鼓励开发轨道碎片探测和避免碰撞技术；
 - (d) 促进加拿大境内以及与国际合作伙伴之间的科学技术合作；
 - (e) 确定与今后可能开展的能够直接受益于有针对性研究开发成果和新型实用技术的飞行任务有关的科学技术机会，并在加拿大境内以及与国际合作伙伴一起开发和协调技术解决方案；
 - (f) 与国际合作伙伴建立并保持技术联系，以创造可持续的空间环境。

3. 加拿大的空间碎片减缓研究开发活动

5. 加拿大研究活动主要侧重于发展新的超高速地面测试能力，以便能够研究超高速撞击的物理原理，并开发保护空间资产免受空间碎片危害和限制今后生成空间碎片的技术。这些活动包括开发碎片防护材料、用来减缓碎片生成的自愈合材料工艺和航天器报废技术等。
6. 2008年，加拿大支持开展了以下领域的国家研究活动：超高速撞击设施；减缓碎片和自愈合材料；以及航天器报废技术。

超高速撞击设施

7. 如何建立一些设施，将那些体积/质量最令人担忧的抛射体的速度增加到每秒 10 公里以上，从而进行有意义的撞击研究，在这方面存在不少挑战。用于评估对航天器超高速撞击情况的主要设施是光气枪。光气枪最多能使 1 厘米的抛射体达到 7 公里/秒的速度，但利用光气枪很少能够达到与轨道碎片和微流星体相当的撞击物体积和速度。
8. 急需建立能够达到这种速度并能够处理体现这种威胁的粒子质量范围的超高速发射设施。
9. 加拿大重点开发一种新型内爆驱动超高速发射设施。迄今为止取得的成果是利用一级装置，处理重 0.8 克、速度为 6 公里/秒的抛射体。二级内爆开发工作的目标是处理重 10 克、速度达 10 公里/秒的抛射体。

减缓碎片和自愈合材料

10. 自愈合材料为各领域提供了一种可能具有革命性的解决方案，包括在结构复合材料（基体断裂、界面脱粘、脱层）、微电子和粘合剂（微裂）等领域。
11. 在恶劣的空间环境中，空间资产的修复和（或）更换是一项棘手和花费不菲的工作。在这种情况下，自愈合材料可能会成为减轻航天器上空间碎片损害的一种合适技术。这种技术意味着微流星体或碎片造成的裂纹可以自行愈合。加拿大对三个主要问题进行了研究：
 - (a) 在直径小于 100 微米的微囊体内储存愈合剂；
 - (b) 将愈合剂送到受损害处；
 - (c) 将愈合剂倒在裂纹端部并通过毛细作用进行裂纹填补，从而引发愈合剂（单体）和基体内催化粒子之间的愈合作用、化学反应和聚合作用。
12. 加空局支持加拿大工业界和各大学对自愈合概念演示材料进行开发和测试，该演示材料由以下物质组成：航天上用于内部结构的环氧树脂（树脂和固化剂）；配制的一种单体愈合剂，即聚乙烯（尿素甲醛）薄壳内的微囊体；以及分布于环氧树脂结构内的催化剂。利用这种概念可以演示模拟空间条件下自动的自愈合过程，目的是减缓碎片的大量增加。

航天器报废技术

13. 加空局开始探索航天器报废技术，在再入大气层过程中有意将物体分解，确保没有碎片进入地球。
14. 任何有源的“可报废装置”必然仍在“已报废的”航天器上继续工作，这意味着无法使用通常的分离技术，例如爆炸螺栓和线性切割炸药。爆炸组件也会造成很高的安全风险。

15. 加空局正在支持加拿大工业界和各大学探索利用新的概念解决上述需要，即：使用具有内在安全性的活性合成物（火工品），这种合成物能够在再入大气层时被动激活。

16. 上述概念最简单的实施办法是，将非爆炸性火药线性元件附着在推进剂贮箱上。再入大气层时，火药点火，对推进剂贮箱加以切割。比较复杂的设计实际上是在推进剂贮箱设计中加入活性结构组件，以加大其强度。

4. 低地轨道上的轨道碎片研究

17. 加拿大国防研究与开发署开展了一项题为“低地轨道上的微型卫星脱轨”的研究。2008年6月发布了一份技术备忘录，概述了低地轨道上的轨道碎片问题，并大致介绍了可用于将微型卫星和纳卫星从低地轨道脱轨的各种技术。研究报告载有关于微型卫星和纳卫星脱轨要求的建议，以确保加拿大微航天方案今后不会受到影响。

5. 现行业务做法

18. 加空局制定了“雷达卫星-1号”遥感卫星和 SciSat 科学卫星的任务后处置计划。“雷达卫星-1号”处置计划以《和平利用外层空间委员会空间碎片减缓准则》¹的两项准则为指导，即清除卫星推进剂贮箱、动量轮和电池中的剩余能量以准则5为指导；在利用剩余燃料降低轨道高度并使卫星方向能够尽量增加阻力从而尽可能缩短卫星轨道寿命方面以准则6为指导。

19. 由于 SciSat 没有推进子系统，并且呈立方体形状，因此其任务后处置计划只在清除动量轮和电池中的剩余能源方面遵循准则5。

6. 加拿大航天界的做法

20. 加拿大航天界，尤其是航天运营人和制造商，正在自愿采取空间碎片措施，并在关注减缓碎片生成方面的技术进步。就 Telesat 公司等航天运营人而言，在整个购买过程中，包括最后的在轨交付阶段，都要对空间碎片减缓措施进行监测。实际做法包括监测各种活动，以防止与物体相撞，并利用《机构间空间碎片协调委员会空间碎片减缓规则》对卫星进行任务后处置。

7. 加拿大政府的政策和条例

21. 加拿大政策和条例中规定了一系列的要求。在《遥感空间系统法》框架内，有些要求涉及遥感卫星的处置。申请者必须提供以下所有方面的信息：

- (a) 处置每颗卫星拟使用的方法以及该方法的可靠性；
- (b) 卫星处置工作估计所用的时间；

¹ 《大会正式记录，第六十二届会议，补编第20号》（A/62/20），附件。

(c) 人员丧生概率以及该概率的计算方法；

(d) 预计到达地球表面的碎片数量、以平方米表示的撞击面积大小和这些数据的计算方法；

(e) 碎片再入大气层时可能撞击地区的地理范围、关于这些范围准确性的把握度以及这些范围和把握度的计算方法；

(f) 每颗卫星在飞行寿命结束时所含有害物和危险物的种类和数量、预计在再入大气层时到达地球表面的数量以及该数量的计算方法；

(g) 每颗卫星拟处置轨道的轨道参数和过近地点时刻；

(h) 对每颗卫星在正常运行期间由于爆炸、有意自毁和在轨碰撞而产生的空间碎片所作的评估，以及为减缓空间碎片生成而拟采取的措施。

22. 对刚刚授予许可的地球同步卫星而言，加拿大政府要求加拿大卫星运营人在卫星任务结束时尽量减少可能产生的空间碎片。无线电频谱许可申请人必须遵守国际电信联盟（国际电联）的《无线电条例》、加拿大《无线电通信法》和《无线电通信条例》以及加拿大关于被许可无线电频带的频谱使用政策。

23. 每颗卫星在寿命结束时，都必须从地球静止卫星轨道区域中清除，清除方式须符合国际电联关于地球静止卫星轨道环境保护的建议。根据该建议，在将卫星送入轨道期间，应尽量少向地球静止轨道释放碎片；地球静止卫星在其寿命结束时，在彻底用完推进剂之前，应转移到超同步倾弃轨道。所建议的最低转轨高度为 300 千米。