




---

 和平利用外层空间委员会

 各国关于空间碎片、带有核动力源的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

## 目录

	段次	页次
一. 导言 .....	1-3	2
二. 从会员国收到的答复 .....		2
巴西 .....		2
芬兰 .....		3
法国 .....		3
印度尼西亚 .....		9
拉脱维亚 .....		9
毛里求斯 .....		9
秘鲁 .....		9
土耳其 .....		9
大不列颠及北爱尔兰联合王国 .....		10
三. 从国际组织收到的答复 .....		15
空间研究委员会 .....		15



## 一. 引言

1. 大会在其 2003 年 12 月 9 日第 58/89 号决议第 33 段中认为，会员国必须更多地注意包括有核动力源的物体在内的空间物体与空间碎片碰撞的问题和空间碎片的其他方面，要求各国继续对这个问题进行研究，发展更佳的技术来监测空间碎片，编辑和散发关于空间碎片的数据，并认为应在可能范围内向科学和技术小组委员会提供有关资料，并同意应进行国际合作，以便扩大适当和可负担得起的战略，尽量减少空间碎片对未来空间任务的影响。
2. 科学和技术小组委员会在其第四十届会议上请各会员国和区域空间机构继续报告各国在空间碎片、带有核动力源的空间物体的安全及其与空间碎片碰撞有关的问题上的研究情况（A/AC.05/804，第 120 段）。在 2003 年 7 月 24 日的一份普通照会中，秘书长请各国政府在 2003 年 10 月 31 日之前提交关于这一事项的所有资料，以便能够将此类资料提交给科学技术小组委员会第四十一届会议。
3. 本文件是由秘书处根据从会员国和国际组织收到的资料编写的。

## 二. 从会员国收到的答复

### 巴西

[原件：英文]

1. 自 1977 年以来，国家空间研究所的空间力学和控制司已对地球以及其他天体周围的人造物体和自然物体的运动和控制问题进行了研究。自 1991 年以来，这些研究对由于力的作用和/或转矩而造成的物体轨道摄动开展了调查。自 1998 年以来，还对空间碎片的运动，包括始发单点源碎片云的弥散建模以及碎片云如何沿着物体的运动轨迹畸变展开了研究。
2. 从 2003 年 2 月 6 日至 5 月 15 日，巴西空间局对意大利卫星 BeppoXax 重返地球大气层进行了监测。国家空间研究所技术分组：
  - (a) 向多学科小组提供总体技术支助；
  - (b) 翻译意大利小组定期在互联网上公布的报告；及
  - (c) 对撞击点及时作出精确的估计。
3. 2003 年，国家空间研究所还为国家空间研究所空间工程和技术研究生方案开设了一门题为“CMC-214-4 人造卫星：星座和空间碎片”的课程。

## 芬兰

[原件：英文]

芬兰的几项正在进行中的空间碎片研究活动和应用是：

- (a) 2001 年 10 月在欧洲航天局 PROBA 卫星上发射的碎片在轨评估器空间碎片传感器和数据处理装置；
- (b) 碎片在轨评估器以后用于国际空间站飞行以发挥更实际的作用；
- (c) 在拉普兰使用欧洲非相干散射雷达进行了低地轨道空间碎片调查（验证性能：1 厘米及更大物体）；
- (d) 图尔库大学在加那利群岛使用欧洲航天局（欧空局）望远镜进行了地球静止轨道空间碎片调查。

## 法国

[原件：法文]

### 1. 引言

1. 本报告的目的是概述法国在 2002-2003 年期间就空间碎片开展的活动。这些活动涉及：

- (a) 国际合作：在中心网络的框架内与欧洲伙伴的合作和与机构间空间碎片协调委员会（空间碎片协委会）其他机构以及与和平利用外层空间委员会的合作；
- (b) 规范性活动：草拟关于空间活动情况的条例，尤其是同限制碎片剧增有关的条例；及
- (c) 技术活动：国家空间研究中心（法国空研中心）、各研究机构和业界开展的活动。

### 2. 国际合作

#### (a) 中心网络

2. 空间碎片是中心网络一个试点项目的主题。该项目目前涉及四个空间机构：英国国家航天中心（英国航天中心）、法国空研中心、德国航空和航天中心（德国航天中心）和欧空局继意大利航天局（意空局）退出之后）。主要目的是在欧洲就与空间碎片有关的活动开展合作。

3. 迄今为止取得的主要成就是拟订了由各机构工作计划组成的综合方案并指定了在下述四个领域加强合作：

- (a) 机载光学观测；
- (b) 对材料进行就地检测和分析；
- (c) 高速撞击和保护；
- (d) 编写欧洲标准。

4. 与此同时，还成立了关于空间监视的特别工作队。已将合同交给由国家航空及航天研究局同奇奈蒂克公司、阿尔卡特宇航集团和伯尔尼大学联合牵头的的一个联合企业（见下文第 4(a)段）。目的是界定未来欧洲空间监视系统的技术规格、结构、性能和费用。

(b) 联合国

5. 在于 2003 年 2 月科学和技术小组委员会第四十届会议上专门介绍了阐明限制空间碎片生成的基本预防原则的“缓减准则”（A/AC.105/C.A/L.260）以后，法国代表提议法律小组委员会从 2005 年开始对适用这类原则所涉法律方面的问题进行审查。小组委员会未能就该提议取得一致意见。

(c) 空间碎片机构间协调委员会

6. 法国参加了 2003 年 3 月在印度班加罗尔举行的空间碎片协委会第二十一次会议，所有 11 个成员均参加了这次会议。法国代表团由法国空研中心牵头，代表团成员包括来自法国国家航空及航天研究局、Délégation générale pour l'armement/Direction des centres d'expertise et d'essais (DGA/DCE) 和 Commandement de la défense aérienne et des opérations aériennes 的代表。

3. 规范性活动

(a) 法国空间法拟订情况

7. 研究和新技术部的技术局于 2003 年 3 月 13 日在国民议会举行专题讨论会，讨论法国空间法的拟订情况。根据国际法的要求，各国必须对本国公民的空间活动进行监督，由此产生了拟订一系列具体法规的问题。该专题讨论会着重讨论了下述问题：

- (a) 在法国建立涉及空间物体发射批准和登记的法律框架的重要性；
- (b) 对国家法规某些部分（例如，知识产权或保险）进行调整的必要性；
- (c) 澄清适用于空间活动的公共事务这一概念的必要性；
- (d) 界定并统一分配给法国空研中心的各项任务的范围的好处。

8. 专题讨论会的与会者还一致认为顾及比较法律十分重要，即，借鉴从现行各国法律，例如澳大利亚、大不列颠及北爱尔兰联合王国和美利坚合众国等国

法律的执行情况中所获经验以便保留久经考验的部分，避免重复薄弱的部分，同时在拟订此类法规时能够反映欧洲和国际方面的情况。

(b) 拟订各项标准

9. 机构间工作组（由意空局、英国航天中心、法国空研中心、德国航天中心和欧空局的代表组成）已完成了欧洲标准的编写工作。在 Astra 1K 通信卫星活动之后做了一些小的调整。已将文件提交给欧洲空间标准化合作组织，以便列入欧洲标准系统。在国际层面上，空间碎片协委会于 2003 年 2 月向和平利用外层空间委员会科学和技术小组委员会专门介绍了空间碎片缓减准则。空间碎片协委会目前正在编写一份载有解释和理由的背景文件。与此同时，国际标准化组织（标准化组织）设立了一个负责研究各种要求和拟订战略的工作组，目的是拟订一套国际条例。在最近的将来已确定了与缓减准则中七个章节的标题相应的七个初步题目。工作组将负责协调与碎片有关的标准化组织各小组的工作，并将与空间碎片协委会保持长期的联系。

4. 技术活动

(a) 阿尔卡特宇航集团

10. 阿尔卡特参与了欧空局关于空间监视的研究（见下文第 4(-)小节）。阿尔卡特宇航集团所述及的主要方面是系统的结构和光传感器。阿尔卡特还领导了欧空局对近地小行星进行探测和监测的研究报告。

(b) 国家航空及航天研究局

(-) 空间监视

11. 还在继续开发 Grand réseau adapté à la veille spatiale (GRAVES)空间监视雷达。该雷达能够对最高高度为 1000 公里的卫星进行探测，探测期低于 24 小时。发送地位于第戎以外，接受地位于 Albion 高原（军事基地）上。正在开展扩充工作并对可靠性加以测试。空军预期该系统将于 2005 年 6 月开始运作。

12. 在民用领域，由国家航空及航天研究局牵头与奇奈蒂克公司、阿尔卡特宇航集团和伯尔尼大学合作展开欧空局对欧洲空间监视系统可行性的研究。DGA/DCE 担任顾问。目的是界定未来欧洲空间监视系统的技术规格、结构、性能和费用。通过迄今为止所开展的工作，已经可以对要求和任务加以评估。对于低轨道监视而言，所采用的解决办法是建立一种属于 GRAVES 类型的超高频率的雷达系统。就地球静止轨道而言，所采用的解决办法是提议建立直径为 0.5 和 1 米的望远镜网络。

## (二) 哈勃空间望远镜太阳板的观测：对我们理解碎片的影响

13. 哈勃空间望远镜的两块太阳板在约 600 公里的高度上沿着地球轨道运行 8 年以后于 2002 年 3 月被收回。通过对其 120 平方米的表层进行研究可获得有关环境及哈勃空间望远镜在上一次飞行任务之后怎样发生变化方面的信息。这两块太阳板上留着发生多次撞击的痕迹。对这些痕迹尽早进行分析的目的是根据痕迹的大小测绘出火山口的分布情况。已对一块太阳板（前部和后部）进行过摄影检查。已使用视频显微镜对最大的几处撞击进行过检查。将对火山口微型残留物进行详细的检查，以便查明这些微粒的性质（究竟是碎片还是陨星）。在得到检查结果以后，将能够对通量的模式加以改进，并且还可能会对如何设计太阳板产生影响。

## (c) 实地测量

14. 将在材料受照和降解项目的范围内在国际空间站上使用金属氧化硅检测器进行一项试验。由于事先估计到该项目的时间安排将会有所改变，各种飞行模型已予交付并已储存起来。在法国-巴西微型卫星项目中止以后，就必须为正在开发的检测器寻找一个新的飞行机会；目的是在国际空间站俄罗斯部分上进行试验，或者与阿根廷合作或在阿里安 5 号上进行试验。通过使用以硅氧气凝胶为基础的检测器可以收回这些微粒。已做好在物质受照和降解项目的范围内进行试验的计划。结合使用聚偏二氟乙烯检测器和其他类型的检测器的重要性已变得十分明显。法国空研中心已经与法国国家航空及航天研究局合力对哈勃太阳板进行评价。其工作的主要重点是损害评估（性能规则）与化学分析（碎片源）。已计划通过中心网络开展合作，以便对中心网络空间站以前的太阳能发电机进行分析。

## (d) 空间数学

15. 还在继续对地球静止轨道中的碎片进行光学观测。由于闪电造成的损害，用于瞬态物体快速行动望远镜（快速行动望远镜）及其电子系统运行中断已达数月之久。不过，电信 2 号卫星已开展了一些观测工作。

16. 已几乎完成开发能够对在轨和发射期间冲撞风险进行评价的软件包（ARC 软件）的工作。该研究报告已委托斯伦贝谢神码公司编写。其主要任务是为计算发射舱的大小确定有效的过滤算法，因为该问题组合方面的情况很严重。轨道测定技术作业中心和自动运送飞行器管制中心均将使用该软件。正在对其他方法做内部评价。

17. 正在联合天体力学和天文年历计算研究所开展有关陨星雨建模和预测方面的工作，目的是找出对陨星雨日期和强度进行预测的手段。

18. 已经同大学各实验室建立了联系，以便对就与碎片有关事项开展合作是否可行进行评估。已提出了各种研究课题。法国国家航空及航天研究局还在继续

开发将各种工具汇集成共同界面的平台工作，目的是为将计算机软件应用于同碎片有关的问题提供便利。

(e) 活动

(一) 监测碰撞风险

19. 2000 年建立的风险监测程序还在继续使用之中。在所记载的碎片和地球观测卫星（斯波特）和太阳神号卫星之间观察到大量（小于 1,500 米）的相撞险情（每个卫星每周平均发生一次距离小于 1,500 米的相撞险情）。探测到概率小于  $10^{-3}$  的三次警告。主要问题是，双行数据及相关的外推模式不准确，从而无法对实际风险进行正确的评估。轨道测定技术作业中心将把正在开发的 ARC 软件纳入空间数学计算之中。在 2002 年未有任何卫星重返大气层，但该中心协助对 Astra 1K 号卫星重返大气层进行了监测，并正在处理 DGA/DCE、美国国家航空和航天局（美国航天局）及俄罗斯航空和航天局等其他机构提供的信息。

(二) 电信 2 号寿命期的结束

20. 关于电信 2 号卫星家族，就寿命期结束时变轨所指明的价值为每秒 6 米，也就是说在长半径上增加了 164 公里。该价值低于空间碎片协委会的建议，空间碎片协委会就电信 2 号确定的公式为 285 公里（每秒 10.4 米）。空间碎片协委会的建议不适用于在该建议公布之前发射的电信 2 号，但已做了各种研究以查明可以达到什么高度。如果顾及偏心率方面所发生的自然变化，则空间碎片协委会所作的关于速度改变量（ $\Delta V$ ）每秒 9.5 米的建议是可以实现的。应予列入的另一个因素是，由于喷气效应，出现了推进系统东-西不对称现象。在寿命期结束时，对苯甲酸苄酯质量的估计很不准确：成功的概率从 90% 上升至 99% 意味着必须将更大的误差记入在内，从而造成寿命期相应缩短。对作业寿命期长短的影响并非微不足道的。

21. 一旦完成这一项工作，就将进行电子钝化。

(三) 斯波特 1 号寿命期结束

22. 正在对 1986 年发射的斯波特 1 号的转轨作业进行研究。这些作业包括将卫星转至低于作业轨道的圆型轨道，以便避免与同一个家族中其他卫星发生碰撞的风险；随后进行的一系列远地点作业（从 11 至 14）将降低近地点高度。因此，大气层的磨擦将会造成该卫星在不到 25 年之内返回地球，从而确保与法国空研中心的标准、欧洲标准和空间碎片协委会的建议保持一致。

5. 杂项资料

(a) 国家航空与航天学院专题研讨会

23. 国家航空与航天学院于 2002 年 11 月 27 日至 28 日在图卢兹举行了题为“欧洲与空间碎片”的专题讨论会。其主要建议为：

(a) 国际合作：应利用现行的组织结构（空间碎片协委会、中心网络、和平利用外层空间委员会、欧洲空间标准化合作组织、国际标准化组织等）及其专门知识；

(b) 技术、财务和法律方面：

(一) 应倡导“零碎片”文化；

(二) 拟议的规则不应过于严格，从而无法适用；

(三) 应考虑使制造商和运营商能够参加空间碎片协委会的工作；

(四) 登记协定应适用于所有空间物体（包括非运营物体）；

(五) 需要有一个对发射国活动进行管制的国家法律制度。

(c) 空间监视：应倡导在欧洲进行空间监视的自主手段。这就要求现行各监视系统之间建立联盟性的联系，并开发专用检测设备。

(b) 在轨断裂事件

24. 据记载，2002 年只发生两起在轨断裂事件，这是 13 年来所取得的最佳成果。遗憾的是，有关运载装置是在可适用钝化措施之前便已发射的阿里安的末级。

(c) 地球静止轨道中的状况

25. 2002 年总共将 27 个物体置入地球静止轨道（26 枚卫星和一个发射级）。13 枚卫星达到了其寿命期的终端：按照空间碎片协委会的建议已将 5 枚卫星正确地加以转轨；已对 5 枚卫星进行部分转轨，这些卫星将运行在地球静止轨道上方高达 200 公里的保护区；有 3 枚卫星弃置于轨道之中。

(d) 结论

26. 必须适用能够限制空间活动的预防措施以减少轨道中碎片的数量。所有有关各方都必须适用这些措施。国际权力机构参与拟订条例十分重要；这就要求订立关于技术活动的综合方案，从而使中心网络、空间碎片协委会以及和平利用外层空间委员会能够充分参与这些活动。



## 印度尼西亚

[原件：英文]

印度尼西亚政府报告称，印度尼西亚未就空间碎片、带有核动力源的空间物体的安全及其与空间碎片碰撞问题进行过任何国家性的研究。

## 拉脱维亚

[原件：英文]

拉脱维亚报告称，拉脱维亚没有同使用外层空间、空间物体或空间碎片有关的任何国家方案。

## 毛里求斯

[原件：英文]

毛里求斯报告称，毛里求斯未开展过任何空间活动。

## 秘鲁

[原件：西班牙文]

秘鲁报告称，秘鲁未就空间碎片、带有核动力源的的空间的安全及其与空间碎片碰撞问题进行过任何研究。然而，国家航空航天研究与开发委员会是监督空间碎片（失效的卫星）重返地球大气层及其可能的撞击区域的国家和国际联络中心，目的是进行预防，并由国际安全和民防体系发出警报。

## 土耳其

[原件：英文]

1. 土耳其科学和技术研究委员会信息技术与电子学研究所的主要空间活动侧重于小型卫星项目和遥感地理信息系统。信息技术和电子学研究所正在开展一个监测空间碎片的项目，目的是对可能发生的碰撞以及空间碎片重返大气层及时进行预测。在近期内将使用 BILSAT 小型卫星的数据提高该方案的效率。
2. 信息技术与电子学研究所还在对建立一个从地面对空间物体进行监测的有益系统一事进行可行性研究。资金短缺是影响该项目完成的主要障碍。

## 大不列颠及北爱尔兰联合王国

[原件：英文]

## 1. 引言

1. 在过去一年内，英国国家航天中心（英国航天中心）继续积极致力于解决空间碎片问题。英国航天中心尤其继续鼓励在国家、欧洲和国际各级开展协调，以便就最为有效的缓减办法取得一致意见。
2. 通过作为成员参加空间碎片协委会的工作，英国航天中心积极致力于就各种问题达成国际一致意见。空间碎片协委会的主要目标是促进作为成员的各空间机构就空间碎片研究活动交换信息、为就空间碎片研究展开合作创造机会提供便利、审查进行中的合作活动所取得的进展并确定用于碎片缓减的各种选择。大不列颠及北爱尔兰联合王国参加了空间碎片协委会的第二十一次会议，会议由印度空间研究组织主办，于 2003 年 3 月 10 日至 13 日在印度班加罗尔举行。2003 年 2 月和平利用外层空间委员会科学技术小组委员会第四十届会议上所作的关于空间碎片协委会空间碎片缓减准则的专题介绍尤为令人注意（A/AC.105/C.1/L.260）。
3. 在欧洲内部，欧空局通过欧洲中心网络空间碎片协调组进行了研究能力方面的协调，欧空局理事会于 2000 年 6 月批准了关于空间碎片的试点项目，并且于 2001 年 12 月批准了该项目合格鉴定阶段的工作。英国航天中心与意空局、法国空研中心和德国航天中心等三个国家机构均为该组织的成员。中心网络正在争取编写一份经修订的欧洲综合工作计划。
4. 在国家一级，英国航天中心继续对联合王国空间碎片协调组提供支助，该协调组每年都为了为协调联合王国所有空间碎片和政策方面的活动提供论坛而举行会议。2002 年 9 月在南安普敦大学举行了年度会议，参加会议的有联合王国该行业许多主要的研究团体及学术界的代表，其中包括欧洲航空防务和空间公司阿斯特里姆子公司、Century Dynamics 公司、自然历史博物馆、国家环境研究理事会、空间大地测量设施公司、观察科学公司、奇奈蒂克公司、卢瑟福·阿普顿实验室、萨瑞卫星技术有限公司和南安普敦大学。会议讨论了国际上最新的发展情况，尤其是关于碎片缓减准则和标准的情况，为报告联合王国最近的研究情况提供了机会。
5. 联合王国在空间碎片方面的研究能力特别强，英国航天中心定期借助于这种很强的研究能力提供公正不倚的技术支助和咨询意见。在过去一年里，联合王国的各种组织开展了许多活动，其中某些活动概述如下。

## 2. 对碎片群的观察与测量

### (a) 碎片观察活动

6. 联合王国国防部在观察科学有限公司的支助下参加了 2002-2003 年空间碎片协委会地球静止轨道碎片搜寻活动。为此使用了国防部被动成像计量传感器望远镜的网络。

7. 该网络在活动期间所探测的物体的轨道已予以确定，并已将数据提交给空间碎片协委会活动协调员；所作的观察及其分析对更为详细地记载地球静止轨道中的碎片作出了积极的贡献。

### (b) 实地探测器和对已收回的表面的测量

8. 伦敦自然历史博物馆矿物学系的研究继续侧重于航天器表面所受撞击的定性，具体地说，和平号系统试验和日本航天飞行装置。该博物馆目前正在与 Unispace Kent 公司合作，对哥伦比亚穿梭式轨道飞行器在由欧空局资助的第三次维修任务期间所收回的哈博太空望远镜太阳能电池上陨石坑的残留物进行调查。

9. 自然历史博物馆与美国劳伦斯·利弗莫尔国家实验室和伦敦帝国学院的研究人员一起继续在评估用于对硅氧气凝胶所捕捉的微粒进行现场分析和准备的技术。在这一年内，已对用于给空间碎片和微流星体取样的多层聚合物翼片装置进行了初步测试，并设计了适用于布署在低地轨道的模型。

10. 开放大学和 Unispace Kent 公司已对沿极地轨道运行的 PROBA 卫星于 2001 年下半年发射的碎片在轨鉴定探测器所提供的碎片和微流星体数据进行了分析。这些结果最终将用于更新空间环境的微粒子模型。

## 3. 碎片环境建模

11. 联合王国碎片研究人员所开展的一项重大活动是建立关于碎片环境、其长期演变和对未来可能的空间系统所造成的潜在风险的模型。

### (a) 对空间碎片协委会环境和数据库问题工作组提供支持

12. 联合王国奇奈蒂克公司和南普敦大学的研究人员通过参加空间碎片协委会环境和数据库工作组的几项关于碎片环境建模的研究，而使英国航天中心仍然是该工作组的成员。该小组定期请求由联合王国碎片模型碎片演变综合系列和地球静止环境碎片分析与监测结构给这些活动加以支助。

**(b) 高地轨道碎片建模**

13. 在报告期间完成了南安普敦大学开发地球静止环境碎片分析与监测结构软件工具的研究方案。方案得到了联合王国工程与物理学研究理事会的资助。地球静止环境碎片分析与监测结构是专门用于分析高地轨道，尤其是地球静止轨道空间碎片的一个模型。就地球静止轨道碎片环境以及各轨道系统所存在的相关风险建模和进行分析是对建模者的独特的挑战，因为这与低地轨道碎片处理是不相同的。

**(c) 碎片云快速预测模型**

14. 南安普敦大学最近完成了关于开发碎片云快速预测模型的（博士）研究生研究方案。工作涉及到与由许多碎片组成的碎片云长期预测（10 至 100 年）有关的计算费用问题。所有标准碎片环境及风险分析工具都需要有这种关于云的发展变化资料，而且，预测的准确性与所需的计算工作之间往往是很难两全的。所进行的工作对断裂事件所造成的碎片云的预测进行研究，从统计分布的角度来看待云的碎片。情况表明，界定云统计特点的参数的预测大大简化了在计算方面的工作，对个别碎片数量很多的云来说更是如此。结果证明十分准确，足以用于长期碎片风险评估。

**(d) 建立空间系留与碎片环境之间的互动模型**

15. 作为南安普敦大学另一个博士研究方案的一部分，已开发了一个软件工具，以研究碎片对系留空间系统的撞击风险。该软件应用了概率连续动力学方法，从而能够进行单绞线和双绞线柔性系留的建模。这项技术在计算支出的限制范围内，提供了准确估价特定系留任务断裂风险的手段。

**4. 航天器碎片保护风险评估和碰撞避免**

16. 联合王国继续致力于研究的另一个领域是评估超高速碎片撞击对航天器造成的风险及对航天器的保护问题。

**(a) 对空间碎片协委会保护问题工作组的支持**

17. 奇奈蒂克公司继续以英国航天研究中心的名义代表联合王国积极参加空间碎片协委会保护问题工作组的工作。联合王国目前担任该工作组的主席，为期两年，任期在拟于 2004 年 4 月举行的空间碎片协委会第二十二次会议上届满。工作组目前的一个主要任务是编写一份保护问题手册，其中载有与航天器碎片风险评估和保护有关的技术资料。这些由工作组主席负责监督的活动已接近完成，由此产生的文件将公布在空间碎片协委会网页上。

## (b) 卫星耐受性建模

18. 奇奈蒂克公司继续使用 SHIELD 软件模型以评价无人驾驶的航天器在碎片环境下的耐受性的种种设计，并就具成本效益的适当保护战略提出建议。已进行了进一步的模拟试验，以使用数量表示碎片对定于 2005 年发射的三维气象操作航天器具有代表性的模型的影响、穿透风险和出现故障的风险。通过这一评估，能够查明航天器设计方面最具脆弱性的各种要素，从而能够了解在何处增加保护最有益处。

19. 奇奈蒂克公司还参与了由德国马赫研究所牵头的欧空局的一项合同，以便确定典型航天器设备应对碎片和流星体撞击的特点。将开展广泛的撞击测试方案，并将由此所得的损害方程式纳入 SHIELD 软件。在有了这些新的方程式以后，SHIELD 就能够更为准确地评估典型无人驾驶航天器的耐受性。

## (c) 超高速撞击的数值模拟

20. Century Dynamics 公司继续为世界各地的空间团体，包括机构、业界和学术界开发、销售 AUTODYN 软件，并向其提供支助。

21. 为欧空局开展的一份两年期的研究项目接近完成，这将标志着在受超高速撞击的复合材料的建模能力方面向前迈出了一大步。在过去一年内，为欧空局和英国航天中心/阿斯特里姆公司并且与其一起完成了其他三个项目，这些项目关系到对蜂窝式卫星结构的保护、对以碳纤维增强塑料为基础的结构损害以及对 X 射线多镜头科学任务的非常间接的影响。

## (d) 对超高速撞击的测试

22. 肯特大学继续广泛使用两级光气电枪进行超高速撞击的研究。这种枪的最高速度已经提高，目前超过了每 0.1 秒 8 公里。在过去一年内，与空间碎片有关的工作包括就对空间系留撞击所造成的损害进行调查。在今后一年内，肯特大学研究生研究方案中的某个方案将侧重于分析撞击对典型航天器材料所造成的损害。

23. 开放大学新的超高速撞击实验室研制的两级光气电枪已接近投入使用。这种枪把毫米大小的投射体加速到空间碎片所特有的速度，并用于探测器响应和碎片风险评估。这种枪是对同一实验室中的凡迪格拉夫显微粒子设施的一种补充。

## 5. 碎片缓减

### (a) 对空间碎片协委会缓减问题工作组的支持

24. 在空间碎片协委会缓减问题工作组中，英国航天中心的代表奇奈蒂克公司就空间碎片协委会关于将有用寿命已结束的地球静止轨道卫星转轨所作建议展

开了研究。这种研究的目的在于加深对确保已转轨的卫星今后不会同地球静止轨道区域发生互动所涉要素的了解。这项工作是与南安普敦大学和美国航空航天公司合作进行的。

**(b) 碎片缓减标准**

25. 欧洲航空防务与空间公司阿斯特里姆子公司继续开展关于碎片主题的协同活动，尤其侧重于同碎片缓减有关的业界问题。通过由联合王国牵头在欧洲航空防务与空间公司阿斯特里姆子公司开展的工作所得出的结论是，现行欧洲和国际标准与准则草案不适于在业界加以落实，其中部分原因是拟订要求的方式有所不同。欧洲航空防务与空间公司阿斯特里姆子公司所开展的“职能和责任”分析以及科学界在关于空间碎片方面的研究确定了各标准化机构及航天器设计人员和制造商所起到的关键作用。

26. 欧洲航空防务与空间公司阿斯特里姆子公司全力支助欧洲空间标准化合作组织和英国航天中心采取标准化组织对拟订空间碎片标准所持做法的政策，为此目的积极参加了关于碎片缓减问题的讨论：

(a) 在国家一级（英国标准机构）；

(b) 在欧洲标准化一级（欧洲空间标准化合作组织），尤其是受权在标准化组织的框架内代表欧洲空间标准化合作组织的空间碎片问题工作组；

(c) 在欧洲贸易协会一级（欧洲空间组织）；

(d) 向空间碎片协委会联合王国代表团提供技术支助。

27. 欧洲航空防务与空间公司阿斯特里姆子公司还在标准化组织轨道碎片协调小组发挥了主导作用，为支持联合王国代表团提供了必要的技术专门知识。该小组主导了对寿命终了活动的标准界定工作。

28. 在联合王国，欧洲航空防务与空间公司阿斯特里姆子公司继续在加强其在碎片，包括碰撞建模和碰撞避免方面的强大的技术能力。

**(c) 联合王国卫星许可证发放程序**

29. 英国航天中心负责发放各种许可证，以确认联合王国的卫星是按照联合王国根据 1986 年外层空间法所承担的义务而发射和运营的。为协助英国航天中心对许可证发放进行评估，奇奈蒂克公司两年前开发了一个对在地球静止轨道区域运行的联合王国的卫星进行碰撞风险和责任评估的软件工具。在过去一年内，还将该工具用于在低地轨道区域运行的卫星。从操作层面来讲，称为联合王国许可证发放程序卫星碰撞评估的这个工具最近被用于对联合王国的三个卫星系统进行评估：Skynet、联合王国灾害监测星区及 Bilsat 和 AMC-2。随后向这三个系统均发放了许可证。

**(d) 碎片风险评估和缓减分析工具**

30. 奇奈蒂克公司正在为欧空局开发一个碎片风险评估和缓减分析软件工具。该工具的目的是使欧洲的卫星节目能够评估其遵守欧洲空间碎片安全与缓减标准草案的情况。正在利用最近得到更新的长期环境模型 DELTA（也是由奇奈蒂克公司为欧空局开发的）对欧空局空间碎片缓减手册中的结果加以修订，这包括对碎片环境的长期演变以及缓减措施的有效性进行广泛的分析。

**(e) 积极地消除地球静止轨道上的碎片**

31. 由奇奈蒂克公司、ESYS 公司、德国空间技术和卫星集团 OHB-System 和荷兰空间公司组成的国际小组最近完成了由欧空局资助的一个合同，其目的是研究由自动操纵的航天器移走地球同步轨道上的危险物品的可行性。标题为“自动操纵的地球静止轨道恢复器”的项目处理地球静止轨道的碰撞风险，找到可行的经济和技术飞行任务的种种设想，提出适当的解决办法。所作的分析包括对地球静止轨道圈现行利用情况进行分类，对困扰着地球静止轨道上各种卫星的卫星故障进行评估。得到考虑的还有地球静止轨道市场的总体趋势，卫星营运者在卫星有效寿命终了后将卫星从可运行的地球静止轨道区域中移走的种种趋向。对整个地球静止轨道进行模拟的目的是确定地球静止轨道上发生碰撞的风险并考虑到卫星故障、今后发射交通量和转轨趋向的影响。

32. 事实证明，使用干预式飞行任务降低在地球静止轨道上发生碰撞风险所主要考虑的是这种解决办法的成本效益，以及有关当事方是否愿意执行这种解决办法。这一研究评估了若干飞行任务设想的各种经济和技术要素，以便形成某种可行的干预概念。因此，得到赞同的技术解决办法既十分新颖，同时又尽量不需要使用复杂的自动操纵部分。根据该解决办法，将由使用高冲量电子推进系统的卫星访问大量目标物体。在每一次访问中，均使用体积很大的简易捕获设施捕获目标，然后将目标送往高度高于地球静止轨道的倾弃轨道。在开发方面的主要挑战预计是锚定设备、设备的姿态和轨道控制分系统以及在制导、导航和控制要素方面面临的挑战，而这些设备、分系统和要素是安全处理不受控制和不合作的目标物体所必需的。还已经制订出了关于开发阶段和执行阶段的费用和时间表。

**三. 从国际组织收到的答复****空间研究委员会**

[原件：英文]

1. 空间研究委员会（空间研委会）积极促进对空间碎片问题的进一步认识，并支持为取得在碎片缓减问题上的全球性解决办法做出努力。在于 2000 年 7 月 16 日至 23 日在华沙举行的第三十三届空间研委会科学大会和与国际航空联合会（航空联合会）共同组织举办作为世界空间大会于 2002 年 10 月 10 日至 19 日

在美利坚合众国得克萨斯休斯顿举行的第三十四届空间研委会科学大会上分别举行了关于空间碎片问题的科学会议。而且，空间研委会主办了于 2001 年 3 月 19 日至 21 日在德国达姆施塔特欧洲空间业务中心举行的第三次欧洲空间碎片问题会议。

2. 讨论空间碎片方面所有各种技术问题的这些活动为来自世界各地的与会者介绍研究结果和讨论前进方向提供了一个论坛。所讨论的重要议题包括寻找尽量减少新空间物体产生的具有成本效益的方法和减少在轨碎片数量的种种做法。

3. 在 2002 年世界空间大会期间由空间研委会和国际宇宙航行科学院联合举行的空间碎片问题科学会议上共收到了 57 份约稿和主动提交的稿件以及 26 张海报。共举行的六场会议涉及下述主要领域：(a)对空间碎片和流星体的测量和建模；(b)风险分析；(c)超高速撞击和保护；(d)碎片缓减措施和标准。其中一场会议专门讨论地球静止轨道圈这一事实着重说明了地球静止轨道圈的重要性。应该指出的是，目前地球静止轨道上有 300 多个可控航天器。

4. 有几篇论文述及使用雷达和光学传感器改进地面和空间观察能力的问题。这些论文涉及到下述题目：

(a) 使用应用科学研究所的在距离 1000 公里处灵敏度约 2 厘米的雷达开展了束场实验；

(b) 关于使用欧洲电离层雷达系统（欧洲极光区非相干散射设施）监测低地轨道小面积（低于 10 厘米）的空间碎片的可行性研究报告的积极结果；

(c) 使用 Evpatoria 设施中的超长基干涉仪雷达技术检测小面积的碎片；

(d) 美国航天局和美国空军毛伊岛光学站的光学轨道碎片测量方案；

(e) 使用欧空局 1 米的望远镜在特内里费（加那利群岛）观测低倾角地球静止转移轨道的最初成果。

5. 讨论了确定近地空间微型碎片和流星体特性的若干论文。这些论文论及下述题目：

(a) 附带弹射物与空间碎片群的增多；

(b) 1996 年 9 月由俄罗斯 Express-2 卫星射入地球静止轨道并于 2002 年结束其运行任务的尤里西斯和伽利略飞行任务中所使用的地球静止轨道撞击检测仪中的灰尘检测仪；

(c) 以往几年就观测狮子座流星雨返回所做努力的结果，2002 年 11 月预览。

6. 为改进空间碎片群模型，例如 EVOLVE 5.0 和美国航天局三维低地轨道至地球静止轨道演变模型的 LEGEND 以及欧空局 2001 年流星体和空间碎片地面环境参考模型作了几次专题介绍。还作了关于确认微粒面积为 1 毫米的美国航天局爆炸碎裂模型的报告。碎裂模型对空间碎片模型至关重要，因为这些模型介绍了碎片云及其今后的演变情况。



7. 有些专题介绍论及超高速撞击模型建立和保护方面的进展情况、流星体飞行后分析结果及碎片撞击航天飞机的影响和保护无人驾驶航天器免受撞击影响的有效方法概述等重要题目。
8. 若干论文述及地球静止轨道光学观测、该区域人造物体的数量增长及由此造成的碰撞风险等情况。在地球静止轨道至少发生了两起断裂事故（荧光屏航天器和大力神号第三级火箭）。然而，当时未对碎片作任何记载，这就意味着，无法了解碎片所在轨道。这些碎片将不会离开地球静止轨道区域。所做努力将侧重于检测这些碎片，并将检测阈值降低至已取得重大进展的 10 至 20 厘米。对述及在地球静止轨道避免发生碰撞的实际问题已做了专门介绍。
9. 若干空间机构为分析碎片预防措施及其对空间碎片群长期演变的影响作出了巨大努力。光制止爆炸对长期演变的影响并不很大。必须在飞行任务结束后处理航天器和火箭前几节部分，例如，在飞行任务结束时立即脱离轨道或转移到寿命期有限（少于 25 年）的轨道上。有一个专题介绍表明，导航卫星系统、全球定位系统、全球轨道导航卫星系统和伽利略系统的稳定性对轨道依赖性很强。还需要做进一步的工作来界定具有成本效益和稳定性的弃星轨道。
10. 在科学会议期间，介绍了欧空局 2002 年空间碎片缓减手册。与会者审议了对空间碎片缓减方法的费用进行调查并就预定在航天器设计和运作期间必须加以考虑和执行的碎片方面的问题展开讨论等重要问题。
11. 日益重要的一个领域是与航天器在重返大气层期间的耐受性有关的地面风险问题。会上专门介绍了对 BeppoSAX 号卫星和高层大气研究卫星的分析情况，随后介绍了欧空局关于摧毁性重返的航天器重返大气层并因气动热发生断裂的分析工具最新情况。
12. 会上概要介绍了由某工作组同欧空局成员及若干国家的空间机构（意空局、英国航天中心、法国空研中心和德国航天中心）拟订的欧洲空间碎片安全与缓减标准草案。标准侧重于碎片预防措施以及保护污染已达到最高值的低地轨道和地球静止轨道区域的概念。标准是以空间碎片协委会空间碎片缓减准则为基础制订的。
13. 已提出了一份报告以介绍日本最近因合并而形成的空间组织在有关空间碎片方面的活动情况（定于 2004 年 1 月开始执行的推广活动、观测、保护和缓减情况以及碎片问题研究）。
14. 空间碎片问题科学会议对世界各地目前在空间碎片领域的研究活动和这方面的技术知识情况作了最新的全面概述。尽管已注意到在各种研究活动方面取得的进展，但为了确保空间所有用户能够持之以恒地将预防碎片措施统一用于空间系统的设计和运作还需做出进一步的巨大努力。在这一进程中，和平利用外层空间委员会对空间碎片所做的审议为就适用空间缓减措施寻找全球解决办法发挥了关键作用。