



大 会

Distr.: General

17 March 2003

Chinese

Original: English

---

和平利用外层空间委员会

关于空间碎片、携载核动力源的空间物体的安全及其与空间碎片  
碰撞有关的问题的国别研究

秘书处的说明\*

增编

目 录

	页次
二、从会员国收到的答复.....	2
德国.....	2
美利坚合众国.....	8

---

\* 本文件载有 2002 年 12 月 5 日至 2003 年 3 月 14 日之间从会员国收到的答复。

## 二、从成员国收到的答复

### 德国

1. 空间碎片研究领域所有国家出资的活动都以题为“空间碎片端对端服务”的协调项目为中心。这一项目目前已经连续开展了一年以上。最近一次关于空间碎片问题国别研究的报告（见A/AC.105/751/Add.2）对此作了详细叙述。本报告则叙述目前的状况。
2. 德国各研究机构或公司的其他活动均根据与欧洲航天局（欧空局）订立的合同进行，并将在欧空局的相应报告中加以介绍。

### 空间碎片端对端服务项目

#### 导言

3. 空间碎片端对端服务项目将支助航天器制造商、供应商和运营商从航天器的设计和开发之初，到运行阶段，直至飞行任务结束以及接下来的启动消能和脱轨或重新入轨等处置措施阶段，考虑到避免和缓减空间碎片的各个方面。还有必要协助使用者分析空间碎片的危险，使其了解碎片冲击保护措施的概念并对成本进行估算。作为这个项目的一部分，将建立一种程序，为航天器的设计者和操作者按照现行标准处理空间碎片问题提供工程准则和工具。空间碎片端对端服务项目准则将以指令的形式描述这一程序。今后将加强分析人员、科学家和对这一检测进行审议的其他人之间的沟通。

4. 这一项目将分为以下六个主要工作程序包：
  - (a) 端对端服务概念；
  - (b) 国家需求研究和知识状况；
  - (c) 航天器设计所适用的缓减措施；
  - (d) 航天器操作所适用的缓减措施；
  - (e) 国家先行项目的实施；
  - (f) 方案方面。

5. 该项目由德国航空航天中心用德国教育和研究部提供的政府资金赞助。

#### 端对端服务概念（工作程序包 1000）

##### 标准审查

6. 作为第一步，已经对现有的国家和国际空间碎片缓减标准进行了比较审查。审查了下列标准：

- (a) 美利坚合众国国家航空和航天管理局（美国航天局）的标准；
- (b) 法国国家空间研究中心的空间碎片安全要求；
- (c) 欧洲空间碎片缓减和安全标准草案；
- (d) 日本国家宇宙开发厅的空间碎片缓减标准；
- (e) 俄罗斯航空航天局的空间技术项目分科标准；
- (f) 机构间空间碎片协调委员会的各项准则（IADC/SG（2001）107 Rev.2.2）。

7. 其他资料分别取自《美国政府轨道碎片缓减标准做法》、欧洲 ECSS-E-10-04. ECSS-E-10A. ECSS-E • Q-40A 号标准、《机构间空间碎片协委会保护手册》以及《欧空局空间碎片缓减手册》。

8. 评估上述标准是要看它们如何处理缓减措施的各个方面，如“减少与飞行任务有关的物体”、“与目的有关的解体”、“剩余推进剂的排放”、“电池、压力容器、机轮等的消能处理”、“避免碰撞”、“脱轨和重新入轨”、“由于飞行任务后的活动减少使用期”以及“从轨道消除”。

##### 端对端服务的要求

9. 《用户需求文件》收集了从用户角度对空间碎片端对端服务项目的要求，它旨在列出该项服务应予满足的要求。这些要求分为五类，涉及到对空间碎片端对端服务项目各种不同类型的要求（空间碎片端对端服务项目的目标、实施和成果、对工具和文件的要求）。

##### 端对端服务检测

10. 根据《用户需求文件》所列要求，制订了空间碎片端对端服务项目服务准则。空间碎片端对端服务准则介绍了对由于用户需求所产生的过程的全部要求，并且描述了在这一过程中为满足这些要求而应采取的措施。一旦在空间碎片端对端服务项目结束时加以更新，这一文件将成为在空间项目的构思、设计和开发阶段为成功达到有关空间碎片的要求而采用的程序准则。

11. 该准则经过适当修改可以适合每一个空间项目的需要。除该准则之外，还有精确的碎片缓减标准适用于单个空间研究。除了用户需求、现有空间碎片标准和其他空间碎片考虑因素所产生的所有技术要求之外，上述准则还包括了关于每一种要求的所谓“工作指令”。这些工作指令叙述了在实施具体的碎片缓减要求以及核实其是否得到遵守时应当进行的所有步骤。这是该项目取得的一项重要成果，因为它与项目的所有结果挂起钩来并且旨在成为服务使用者的主要参考文件。

#### 国家需求研究和知识状况（工作程序包 2000）

12. 为了更好地了解国家需求和关于空间碎片的知识状况，筹备并通过审计、访谈和问卷调查方式开展了对德国航天界的一项研究。确定了企业、卫星经营公司、研究机构、国家航天局、各部、政府当局和保险公司等实体中的目标群体。对这些目标群体所作投入的评价和分析提供了关于空间碎片端对端服务项目的反馈意见。

#### 缓减空间碎片危险的设计措施（工作程序包 3000）

##### 流星体和碎片分析

13. 正在开展的流星体和碎片分析提供了关于临界轨道和国际空间站、太阳同步轨道和地球同步轨道等若干具体轨道的危险等级的资料。建立了一个网络数据库，其中载有欧空局的流星体和空间碎片地面环境参考模型和美国航天局的 ORDEM 碎片模型的初步计算结果。这将使服务使用者比较容易得到冲撞通量并且可以很容易地分析不同轨道的冲撞危险。

##### 航天器系统设计

14. 由于实施空间碎片缓减措施而产生的所有设计措施都必须经过确定、分析和说明。这一项目过程中的一个十分重要的问题是设计合成，其中要对与空间碎片有关的措施的效果进行整体评价，同时考虑到所有航天器子系统的相互作用。空间碎片端对端服务项目将说明利用哪些技术方案才能达到某种空间碎片要求、方案的利与弊以及它们如何才能影响其他航天器子系统。因此，如果使用者在其卫星项目中不得不采用某些空间碎片标准，空间碎片端对端服务项目将为由于这些标准而产生的要求提供技术上的解决办法。

##### 保护系统设计

15. 航天器的保护问题是该项目的一个重要方面。端对端服务将提供关于可利用的保护系统和相应的核实方法的资料。目前正在拟订防撞系统高级损坏方程式，以考虑更为现实的粒子几何图形问题。这样做将会使使用者能够选择适当的保护系统，并进行更精确的损坏分析，从而制订出更有效的设计措施。在这一工作程序包中要完成的主要任务有：

- (a) 说明流星体和空间碎片保护系统及其相应的损坏方程式;
- (b) 说明航天器各子系统的临界状态;
- (c) 说明损坏和故障过程;
- (d) 拟订加强关键子系统的保护和耐受性的方法;
- (e) 为拟订和验证高级损坏方程式进行撞击试验;
- (f) 改进流星体/轨道碎片保护分析工具的危险分析工具，并拟订流星体和空间碎片保护系统的质量优化算法。

#### **缓减空间碎片危险的操作措施（工作程序包 4000）**

##### **操作措施**

16. 实际的空间碎片标准包括避免在航天器运行期间产生空间碎片的要求以及在运行阶段结束时航天器的处置要求。在本工作程序包中，要对由于考虑到空间碎片问题而拟订的操作措施进行分析，并对随之产生的飞行任务和设计要求进行说明。拟完成的主要任务有：

- (a) 分析由于缓减碎片的操作措施而产生的卫星要求;
- (b) 关于缓减碎片和保护航天器的操作措施;
- (c) 规划和执行各种动作，以实现返回、重新进入或脱离具有有限使用寿命的轨道;
- (d) 规则和执行避免碰撞的各种动作;
- (e) 说明不同飞行任务要求对航天器设计的影响;
- (f) 评估实施所确定的操作措施所需的费用和努力。

##### **雷达分析**

17. 将对用雷达观测卫星和碎片物体的可能性进行分析，说明雷达是否可以用于卫星项目。将对所有预期的结果和为准备这种分析而要完成的任务加以说明，使项目组能够对这项研究的费用和好处加以评估。雷达分析可以用来支持采取措施，在低地球轨道、中地球轨道和地球同步轨道进行使用寿命终结时的处置。对利用雷达数据评估航天器故障的可能性也将进行审查。

### 返回分析

18. 在这一工作程序包中，将对航天器返回期间的毁灭或燃烧进行数值分析。目前正在对所有现有的返回分析工具进行审查和比较，以期找到一种为特定的航天器分析选择适当工具的方法。目前正在利用航天器返回大气层空气热力破裂（SCARAB）的返回分析工具进行参数返回模拟试验，以评估不同材料和形状对返回大气层期间发生的毁灭过程的影响。就先行项目而言，将精确制作所选卫星的模型，并对其返回大气层的情况进行分析，以便对适用于航天器设计的富有建设性的操作措施进行评价。

### 长期分析

19. 目前正在利用 LUCA20 长时段分析工具对各种缓减措施所考虑的未来碎片群的发展问题进行长期模拟试验。这些模拟试验加上新拟订的成本估测方法，将大致勾画出碎片保护和缓减方法的成本和好处。总共 12 种不同的方案可在未来 50 年对空间碎片的数量进行评估，并说明具体的缓减措施，如使用期终结时的处置措施，会对碎片数量产生什么影响。然后，将把所产生的结果与费用模型结合起来，从而可以对各项措施的成本效益进行评估。

### 国家先行项目的实施（工作程序包 5000）

20. 将把空间碎片端对端服务项目概念适用于国家卫星项目，以证实它的有效性。将根据空间碎片端对端服务项目的概念对所选定的先行航天器的系统和飞行任务进行审查。在这一项目的过程中将收集进一步的具体要求。这一先行项目过程中要完成的任务有：

- (a) 确定拟在先行项目中采用的流星体和空间碎片环境；
- (b) 确定要受到空间碎片撞击保护的敏感部件；
- (c) 分析先行卫星可能遭受的损坏危险以及卫星本身可能造成的损害，其中包括由于丢失部件或返回大气层后的残存物所产生的空间碎片；
- (d) 对为达到所选定的空间碎片标准（如欧洲空间碎片缓减和安全标准）所需的设计和操作措施进行评估，确保航天器能在空间碎片环境中继续存在；
- (e) 选择建造措施并对采取这种措施所需作出的努力进行评估；
- (f) 研究选定的设计措施的相互影响和问题，从而选择最佳解决办法并积累关于实施空间碎片端对端服务项目的经验；
- (g) 对所采用的措施进行成本效益分析。

## 方案方面（工作程序包 6000）

### 成本效益分析

21. 必须弄清空间碎片缓减措施的好处，并将其与把它们适用于卫星项目的成本进行比较。已经为这一行动选择并修改了业界认可的一种适当的成本模式。如果把一颗真正的卫星作这一先行项目的基础，就可以与实际成本进行认真的比较。项目的费用对于使用者来说十分重要，因为它将使空间碎片端对端服务项目的顾客能对把空间碎片缓减措施适用于空间项目的成本效益有一个大致的了解。成本模式将适用于长时段碎片总数分析结果，从而对成本与未来效益之间的关系作出评估。

### 法律方面

22. 将对有关的法律和法令进行汇编，其中包括涉及到由于航天器碰撞或由于航天器零部件返回后撞击地面所产生损害的法律责任的法律和法令，并阐述卫星制造者和经营者的法律风险以及具体的法律漏洞。将提出关于碎片问题法律方面的具体建议。

### 综合

23. 在进行综合时，将把在先行项目期间取得的成果和经验纳入到空间碎片端对端服务项目准则和工作指令之中，从而确保它们的适用性和对于卫星设计队伍在技术上的有用性。

### 国际合作

24. 这一项目是作为国家项目启动的，但德国航天中心打算通过国际合作加以实施。第一个机会是欧空局的空间碎片中心网络，其中纳入了空间碎片端对端服务项目。另外，也可以认为该项目有助于机构间空间碎片协委会的活动，以及和平利用外层空间委员会科学和技术小组委员会第三十七届会议关于调查空间碎片缓减措施的有效性和经济问题的举措。

### 结论

25. 空间碎片端对端服务项目第一次成为航天器设计者、制造者、供应者和运营者从空间项目或方案开始到飞行任务结束考虑空间碎片缓减的一个基本概念。他们将收到在航天器的设计、开发和运行阶段，其中包括从审议航天器的技术规格到就建造措施乃至操作措施提出建议期间必须遵守的准则。对与空间碎片有关的所有问题都要从卫星设计队的角度而不仅仅从科学的角度进行审议，以确保所提出的建议在技术上切实可行。在设计服务时要支持采用现行的一切空间碎片标准，帮助使用者理解，实施和验证项目中与空间碎片缓减有关的一切要求。因此，鉴于已采用有约束力的空间碎片标准，空间碎片端对端服务项目将提供技术背景材料，并提高行业客户的竞争力。

## 美利坚合众国

### 美国轨道碎片缓减政策

1. 自从美国一政府机构于 1987 年发布第一项正式的轨道碎片政策以来，在为轨道碎片缓减标准奠定坚实的基础和在机构间达成共识方面已经取得重大进展。罗纳德·里根总统 1988 年 1 月 5 日发布的国家空间政策对轨道碎片问题作了进一步的阐述。总统令申明：

“所有空间部门将千方百计最大限度地减少空间碎片的产生。空间试验、实验和系统的设计和运行将力争最大限度地减少或降低空间碎片的累积，使之符合飞行任务的各项要求和成本效益。”

2. 在此之后不到两年，即 1989 年 11 月 16 日，布什政府以附加声明的形式扩大了国家空间政策这一部分的范围：

“美国政府将鼓励其他航天国家采取旨在最大限度地减少碎片的政策和做法。”

3. 1996 年 9 月 14 日，克林顿政府发布了一项新的国家空间政策，其中载有关于轨道碎片问题的更强硬的声明：

“美国谋求最大限度地减少空间碎片的产生。美国航天局、情报局和国防部将与私营部门合作，为未来政府采购航天器、运载工具和服务制订出设计准则。空间试验、实验和系统的设计和运行将最大限度地减少或降低空间碎片的累积，使之符合飞行任务的各项要求和成本效益。

“确保其他航天国家和国际组织也采用最大限度地减少空间碎片的做法符合美国政府的利益。美国政府将为通过最大限度地减少碎片的政策和做法在国际论坛中发挥领导作用，并将在交换碎片研究资料和确定碎片缓减选择方案方面开展国际合作。”

4. 上述总统决定令仍然是美国关于轨道碎片的首要政策声明。

### 美国政府轨道碎片缓减标准做法

5. 继机构间轨道碎片问题工作组 1996 年 12 月的一次会议之后，美国航天局和国防部郑重开始制订一套适合于美国政府机构的轨道碎片缓减准则。上述两个机构与工作组其余人员一道根据美国航天局现行的限制轨道碎片准则，于 1997 年 12 月完成了一套美国政府轨道碎片缓减标准做法草案。1998 年 1 月 27 日至 29 日在得克萨斯州休斯顿举办了美国政府轨道碎片行业讲习班，向航空航天界介绍了这些标准做法。经过美国政府机构和业界进一步审查，美国政府于 2000 年 12 月通过了这些标准做法。

6. 标准做法分以下四大飞行任务类别:

- (a) 控制正常运行过程中释放的碎片;
- (b) 最大限度地减少意外爆炸所产生的碎片;
- (c) 选择安全的飞行数据图表和运行配置;
- (d) 飞行任务后对空间结构的处置。

7. 美国政府轨道碎片缓减标准做法由各政府机构根据其各自的一套政策和程序加以执行。负责美国政府大多数卫星的美国航天局和国防部发布了十分具体的政策、指令、指示和准则，目的在于减少轨道碎片的产生。联邦航空管理局和国家海洋和大气层管理局（诺阿）为它们所负责的商业航空航天界各部门颁布了规章，联邦通信委员会作为一个独立的联邦机构也于 2002 年 3 月发布了建议规则通告，以考虑到关于轨道碎片的可行规则。该通告目前仍然有效。联邦通信委员会还在颁发执照的个别决定中逐案考虑碎片缓减问题。

#### **美国国家航空和航天管理局**

8. 自 1996 年 Gemini 方案实施以来，美国航天局一直在评价关于轨道碎片引起的风险问题，结果是 1970 年代在 Lyndon B. Johnson 空间中心设立了一个轨道碎片研究方案。到 1981 年，美国航天局已经制订了第一项事实上的轨道碎片缓减政策，要求 Delta 的第二级在飞行任务结束时排空剩余的推进剂。关于轨道碎片的第一份正式的指导文件是 1993 年 4 月 5 日的美国航天局管理指示 1700.8，“限制轨道碎片产生的政策”。

9. 美国航天局管理指示 1700.8 于 1997 年 5 月 29 日由美国航天局政策指令 8710.3 取代。这一政策有以下三项主要原则:

- (a) 采用限制轨道碎片产生且符合飞行任务要求和成本效益的设计和运行做法;
- (b) 按照美国航天局安全标准 1740.14 对该局各方案或项目进行正式的评估，评估的内容是碎片产生的可能性和碎片缓减选择方案，其中包括设计选择方案;
- (c) 当经过评估的碎片贡献率被认为不可接受时，制订并实施额外的碎片缓减措施。

10. 从 1995 年 8 月 1 日起，美国航天局安全标准 1740.14 补充美国航天局管理指示 1700.8 的要求，为方案管理者和项目经理评估轨道碎片产生的可能性提供必要的文件和准则。综合性文件涵盖正常运行期间产生的碎片、爆炸和与目的有关的解体产生的碎片、在轨碰撞产生的碎片、飞行任务后运

载工具的处置以及返回部件的残存。可以利用专门设计的碎片评估软件进行准则遵守情况评价。每次空间飞行任务都必须提供两份轨道碎片评估报告，一份报告在初步设计审查阶段提供，另一份在临界设计审查前 45 天提供。

### 国防部

11. 国防部是美国政府中第一个采纳关于轨道碎片的正式政策的机构。1987 年 2 月 4 日，国防秘书发表了一份题为“国防部的空间政策”的备忘录，要求国防部“力争最大限度地减少空间碎片对其军事行动的影响。国防部空间试验、实验和系统的设计和运行必须尽可能最大限度地减少或降低空间碎片的累积，使之符合飞行任务的要求”。这项政策实行了 12 年多，直到 1999 年 7 月 9 日由国防部题为“空间政策”的第 310010 号指令取代。新的指令扩大了国防部轨道碎片政策的范围，涉及轨道碎片的产生、航天器的处置和一般空间飞行安全问题。

12. 具体的执行指示已经由国防部操作空间系统的组织发布，这些组织包括美国宇航指挥部、空军太空指挥部和国家侦查办公室。这些指示均符合美国政府轨道碎片缓减标准做法中的建议。

### 其他美国政府机构

13. 美国商业空间发射活动的管理和颁发执照工作由运输部联邦航空管理局主持进行。联邦航空管理局为规范与发射活动相关的一些轨道碎片做法颁布了各种条例。经过为期两年的审查，1999 年通过了新的条例，以避免运载工具部件与其所释放的航天器之间发生碰撞，并通过对推进器进行消能处理防止发生爆炸。

14. 美国商务部的诺阿对遥感航天器行使颁照和管理权力。诺阿还于 1997 至 1999 年期间审查并最终通过了一项条例，要求申请者提出航天器在飞行任务结束时的处置计划。

15. 美国所有的商业性通信航天器都由联邦通信委员会管理。若干年来，联邦通信委员会一直在评价在新卫星系统的应用和服务方面产生的轨道碎片缓减问题。2002 年 5 月，联邦通信委员会发布了建议规则通告，其中涉及到各种轨道碎片缓减问题，尤其提到了美国政府轨道碎片缓减标准做法。预计经过公众评论之后，联邦通信委员会将发布一份关于制订轨道碎片规则的报告和命令。

### 美国业界

16. 美国杰出的官方航空航天组织之一——美国航空航天学会——于 1981 年发表了第一份关于轨道碎片及其缓减办法的综合立场文件。目前轨道碎片缓减政策和准则的许多内容均可在该论文中找到。1999 年，该学会发表了一份关于美国有关轨道碎片缓减的法律、政策和条例的特别报告，其中重点强调了它们对低地球和中地球轨道卫星星座的适用情况。美国航空工业协会也一直在积极促进

业界与政府之间展开对话，以便对轨道碎片的威胁达成共识并采取可以限制轨道碎片总数增长的负责任的行动。

## 总结

17. 美国一直以来不仅积极关注轨道碎片研究，而且也关注旨在限制轨道碎片产生的政策和做法的落实。迄今为止，这些政策把政府的准则和标准做法、商业规章和以教育和自身利益为基础的自愿遵守结合起来，已经产生了更大的效果。

18. 就美国的飞行任务而言，与飞行任务有关的碎片急剧减少。更为重要的是，自 1990 年以来，在美国所发射的物体中，只有两个在轨碎裂。对这两个案件 (Titan II 第二级和 Pegasus XL 推进器)，都进行了积极的调查以查明可能的原因，并且在恢复轨道飞行任务前采取了种种预防措施。对于低地球和地球同步轨道，目前更多地关注的是在航天器和推进器的任务结束时予以适当处置的问题。

---