



Distr.: Limited  
3 December 2007

Chinese  
Original: English

和平利用外层空间委员会  
科学和技术小组委员会  
第四十五届会议  
2008 年 2 月 11 日至 22 日，维也纳  
临时议程\*项目 12  
近地天体

## 近地天体

### 近地天体行动小组的中期报告 (2007 年至 2008 年)

#### 一、 导言

1. 近地天体行动小组是根据第三次联合国探索与和平利用外层空间会议（第三次外空会议）第 14 号建议设立的，并被赋予下列职权范围：

- (a) 审查近地天体领域现行工作的内容、结构和组织安排；
- (b) 查明现行工作中存在的需要加强协调和（或）其他国家或组织可做出贡献的任何空白之处；
- (c) 提出配合专门机构改进国际协调的步骤。

2. 和平利用外层空间委员会在其 2007 年第五十届会议上满意地注意到了科学和技术小组委员会近地天体行动小组开展的工作并通过了 2008 至 2010 年<sup>1</sup>的下列工作计划：

2008 年 继续届会之间的工作并审议有关要求提交的近地天体活动资料的报告。这些专题介绍将着重说明在近地天体观测和分析方面的国家、地区和国际协作活动。虽然在实现现有目标方面取得了很大的进展，并

\* A/AC.105/C.1/L.293。

<sup>1</sup> 《大会正式记录，第六十二届会议，补编第 20 号》（A/62/20），第 138 段。



且新的目标也在考虑之中，但仍然需要更好地在观测方面进行协调，并确保及时实现后续的行动。对近地天体行动小组中期报告加以更新。

2009 年 继续对近地天体活动进行年度报告，并在届会之间为 2009 年的方案做好准备工作，该方案将包括近地天体任务的更新，以及提交与国际一级威胁处置有关的程序草案概要方案。审查和更新中期报告。

2010 年 继续起草（或同意）威胁处置的国际程序并审查在观测方面进行合作和协作的进展。审查和更新中期报告。

3. 本中期报告是在近地天体行动小组成员的参与下编写的一份 2007 年至 2008 年概要，是有关 2006 年至 2007 年情况的上一份中期报告（A/AC.105/C.1/L.290 号文件）的更新。报告涉及与近地天体危害有关的活动和问题、对这些天体构成的威胁的认识以及减轻这种威胁所需采取的措施。根据行动小组的职权范围，预计将每年发布最新的中期报告，介绍知识现状、相关活动和就拟解决的问题的优先次序及其可能的解决方案达成的一般共识。更详细的活动介绍见会员国向委员会提交的年度国别报告及委员会成员和观察员在小组委员会年会上所作的专题介绍。

## 二、近地天体行动小组的中期报告

### A. 近地天体探测和远距离测定特性

4. 解决近地天体威胁的第一步是探明其存在，并根据其轨迹和所观察到的亮度推断其大小。美利坚合众国在近地天体探测和远距离测定特性领域做出了最重大的贡献。美国国家航空和航天局（美国航天局）近地天体方案资助五个近地天体搜索小组在美国西南部操作九个单独的 1 米级探测望远镜，并在澳大利亚操作一个这样的望远镜，这些望远镜平均可探测暗至 20 星等的天体。下面列出了这五个搜索小组的名称和包含更多信息的相关网站：

（a）亚利桑那大学月球和行星实验室空间观测项目在亚利桑那州基特峰操作两架望远镜（<http://spacewatch.lpl.arizona.edu>）；

（b）美国航天局喷气推进实验室近地小行星跟踪方案在加利福尼亚州帕洛马天文台对一架望远镜上的探测照相机进行操作（<http://neat.jpl.nasa.gov>）；

（c）麻省理工学院林肯实验室林肯近地小行星研究项目按照一项由美国航天局出资的美国空军合同，在新墨西哥州索科罗市附近操作两架望远镜（<http://www.ll.mit.edu/LINEAR>）；

（d）亚利桑那州弗拉格斯塔夫市附近洛维尔天文台的洛维尔天文台近地天体搜索项目操作的一架 0.6 米大视场望远镜（<http://asteroid.lowell.edu/asteroid/loneos/loneos.html>）；

(e) 由一个独立小组在亚利桑那大学月球和行星实验室开展的卡塔林娜巡天观测项目在亚利桑那州莱蒙山上操作两架望远镜，并在澳大利亚赛丁泉操作一架望远镜，这是南半球的第一架此类望远镜（<http://www.lpl.arizona.edu/css/>）。

5. 美国还操作两个能够观测近地天体的行星雷达。对于数据弧较短的单一出现轨道解来说，雷达数据对于减少轨道不确定性非常有用；雷达观测将轨道预测能力扩大到比仅靠光学观测的轨道解所及范围约远 4.5 倍。金石雷达位于南加利福尼亚的莫哈韦沙漠。该雷达使用的是美国航天局深空跟踪网的 70 米天线，目前该天线装有一台 450 千瓦的发射机，可在其抛物面反射器或深空跟踪网其他附近天线上接收信号。该天线由于其可控性，范围可达较深的天空，并可跟踪近地天体通常速度很快的明显运动。第二个雷达位于波多黎各的阿雷西沃，由国家科学基金会拥有和管理，并由康奈尔大学按照与该基金会签订的一份合作协议进行操作。该雷达的孔径为 305 米，发射机功率为 900 千瓦。其探测距离超过金石雷达，但由于它的天线是固定天线，因此只能观察到距其天顶位置大约 20 度的方位。

6. 在欧洲，德国航空航天中心（德国航天中心）行星研究所的科学家一直在参与利用地面光学望远镜和空间光学望远镜观测近地天体的活动，以确定近地天体的物理特征。与美国探测系统的运作情况不同，利用这些望远镜进行观测的时间是通过竞争获取的，而不是专门指定。热红外领域的观测工作由美国和以下实体领导：德国航天中心、美国麻省理工学院和夏威夷大学、大不列颠及北爱尔兰联合王国的女王贝尔法斯特大学、赫尔辛基大学和意大利的都灵天文台。

7. 目前，德国活动的主要领域是在热红外领域使用科克和国家航天局红外望远镜设施的望远镜和国家航天局施比策空间望远镜进行观测活动，前两者位于夏威夷的莫纳克亚山上。这些观测获得的数据有助于确定一些关键的参数，如近地天体的大小和反射率，并通过热惯性提供表面特征。对这些观测的解释需要广泛的理论工作，并需要对近地天体的物理特征进行计算机建模。除了这些前沿研究活动外，德国航天中心还在维持所有已知近地天体物理特性的在线数据库（<http://earn.dlr.de>）并且每天对该数据库加以更新。

8. 此外，来自达勒姆大学、女王贝尔法斯特大学和爱丁堡大学的一批联合王国天文学家与德国和美国的一些机构一道，利用一台新的先进望远镜，即位于夏威夷毛伊岛并配有全世界最大数码相机的全景观测望远镜和快速反应系统，对近地天体进行发现，观测并确定其特性。

9. 可利用光度曲线观测来推断旋转特征和说明双天体的存在。2006 年，西班牙卡拉阿托天文台开始利用一架 1.2 米望远镜对近地天体进行光度观测和天体测量观测。

10. 中国报告称，位于东经 118 度 28 分，北纬 32 度 44 分的紫金山天文台已开始操作一台配备 4K x 4K 高敏感度光电耦合器件相机的 105/120 厘米施米特望远镜，并将为发现和执行近地天体后续观测工作的全球努力做出贡献。

11. 日本通过美星太空护卫中心为远程观测领域做出了贡献。该中心有一个直径为 1 米的光学望远镜和一个专门用于观测近地天体的直径为 50 厘米的跟踪望远镜。
12. 韩国天文与空间科学研究所和延世大学天文台近地天体项目联合小组在南非和澳大利亚拥有 50 厘米的机器人望远镜。这些望远镜属全自动操作，用于同其他科学方案一道，发现和跟踪快速移动的近地天体。该联合项目小组会向小行星中心报告探测到的小行星和近地天体。除了调查活动外，该项目小组还在执行近地天体调查模拟，以便评估发现所有千米级天体所需的时间，并为持续调查方案探索更好的探测战略。
13. 2006 年，俄罗斯科学院天文学院开始在俄罗斯联邦的特尔斯科尔操作一台 2 米望远镜，通过光度测量和天体测量方法来观测近地天体。
14. 德国航天中心与捷克共和国 Ondrejov 天文台对欧洲火球网实行联合领导，这是一个记录与地球大气发生碰撞的较大流星体的轨迹的全天空照相机网。
15. 在拉脱维亚，文茨皮尔斯国际无线电天体测量中心和拉脱维亚大学天文学院正在与俄罗斯联邦和乌克兰的科学院合作，联合组建一个 5 吉赫兹频率波段近地天体无线电定位观测网络。相应接收机的设计和测试均已完成。预计其加入观测方案的工作将于 2007 年后完成。文茨皮尔斯国际无线电天体测量中心和天文学会将负责处理采集到的数据。
16. 行动小组认识到，总的来说，国际社会为探测大于 1 千米的潜在危险近地天体做出了巨大的努力，并在一定程度上进行了后续的跟踪活动。至 2007 年 9 月 15 日，已发现的大于 1 千米的天体已达 721 个，此类天体的总数估计不超过 1 000 个。然而，行动小组也注意到，介于 100 米至 1 千米之间的天体仍然对地球构成了一种严重的撞击威胁，目前尚未对这些天体进行最有效的观测。
17. 近年来，美国国家航空航天局研究了较小天体对人类生命和财产构成的威胁程度，并最终导致美国国会在 2005 年国家航空航天局授权法案中责成国家航空航天局计划、开发和执行一项近地天体调查方案，以便对直径等于或大于 140 米的近地天体进行探测、跟踪、编目，并确定这些近地天体的物理特性。该调查方案的目的是在 15 年的时间内完成 90% 的编目。国家航空航天局于 2006 年执行的备选方案分析和 2007 年 3 月向国会提交的报告均表明，通过将地基和天基传感器结合在一起，这一目标是可以实现的。美国联邦政府正在规划和采购部分地基望远镜系统，这些系统将有能力探测最小为 140 米的近地天体，但利用这些系统不足以在 2021 年之前完成 90% 的编目目标。为实现该目标，可以在 2015 年之前采购专门用于发现近地天体的大型地基望远镜，也可以执行一个中型天基天文台任务，但必须在 2017 年之前完成采购和发射工作。这些方案注定都不属于国家航空航天局已确立的预算优先项目的范围之内，为了在法定时间框架中完成危险近地天体编目的目标，国家航空航天局仍在继续努力寻找所需的能力，探索重复利用地基望远镜和航天器，并与其他机构建立伙伴关系的可能性。
18. 行动小组承认，与数量较少的千米级近地天体相比，直径等于或大于 140 米的近地天体会对地球构成更直接的威胁，因此行动小组鼓励国家航空航天局

与其国际伙伴一道，继续寻找方法，将近地天体探测的阈值降至 140 米。行动小组注意到，发现和确定精确的轨道是确定近地天体威胁并采取缓减行动的最关键步骤，而且采集和迅速处理发现数据的设施和能力也是至关重要的。行动小组还注意到，一些近地天体具有双星的特性（即近地天体有自己的卫星），这些卫星的大小就足以构成危害，因此应当将这些卫星也包括在偏移计划中。因此，行动小组对阿雷西沃的行星雷达表示关切，该雷达在确定阿波菲斯等近地天体轨道，估计其大小和旋转状态，以及探测伴随天体方面具备全世界最强的能力，但根据计划该雷达将在 2012-2013 年关闭，而此时正是阿波菲斯出现之时。行动小组承认，为了确定阿波菲斯是否会在 2036 年对地球构成严重的撞击威胁，在此期间使用阿雷西沃是非常重要的，而且当新的天体被发现时，该雷达也可能发挥类似的重要作用。

## B. 轨道确定和编目

19. 确定从地面观测到的天体的独特特征并对其轨道加以改进，以评估其对地球构成的撞击威胁，这一点非常重要。小行星中心在这一过程中起着至关重要的作用。该中心由史密森天体物理观测台在与国际天文学联盟协调下，根据一份对于该中心来说相当于“国际宪章”的协定备忘录进行运营。按照该协定备忘录，小行星中心自 1978 年以来，一直充当国际信息中心，对于在全世界获得的关于所有小行星、彗星和卫星的天体测量（位置测量）结果进行交流。该中心负责处理和组织数据、查明天体、计算轨道、临时命名和每日传播信息。对于特别感兴趣的天体，该中心还请求实施跟踪观测并进行档案数据搜索。该中心负责通过《小行星电子通报》（视需要发布，一般至少每天一次）和相关目录传播关于天体测量观测结果和轨道的信息。除了发布关于太阳系中所有小天体的完整的轨道和天体测量目录外，该中心还通过近地天体确认网页，在互联网上发布备选的空中平面星历表和不明情况图，以促进对可能存在的新近地天体进行跟踪观测。小行星中心特别侧重于与近地天体有关的信息的识别、短弧轨道确定和传播。在大多数情况下，该中心在收到近地天体观测结果后 24 小时内向公众免费发布。该中心还提供支持近地天体举措的各种工具，其中包括天空覆盖图、已知近地天体清单、近地天体发现人员名单和一个载列需要进行天体测量跟踪的已知近地天体的专页。小行星中心还有一套具体方案，用于根据两个天空平面位置和一个星等计算概率，以确定某个天体是否是新发现的近地天体。与这些互联网资源的链接见该中心的网站（<http://cfa-www.harvard.edu/iau/mpc.html>）。

20. 2006 年，国际天文联合会执行委员会建议成立一个专家咨询委员会，目的是确立联合会在近地天体的正式科学政策，以及在影响和教育全社会方面所发挥的关键作用。

21. 行动小组认识到，小行星中心的作用对于传播和协调各项观测非常重要。现有系统已在充分运作，但该系统能否应对为实现将美国航天局望远镜的系统探测阈值从 1 千米减少到 140 米的预期目标而大量增加的任务，这一点值得怀疑。行动小组认为，可以在欧洲或亚洲建立中心的“镜像”能力，这种可能的

方法将提供诸多的优势。这两个节点可以使用相同的分析协议和程序，并且采用相同的数据管理和访问策略，但执行互补式的操作任务，即可能执行相同操作的不同观测数据子集，但独立保持一个完整的数据库。两个地点还将对各自的关键成果进行验证和核实。

22. 美国航天局在其喷气推进实验室设立了近地天体方案办公室，作为其近地天体观测方案的一部分。小行星中心每天向该办公室并向设在意大利比萨的一个并行而独立的轨道计算中心，提供近地天体的天体测量数据。该中心还在西班牙巴利亚多利德设有一个镜像站点。通过喷气推进实验室哨兵系统 (<http://neo.jpl.nasa.gov/risk>)，可对有可能撞击地球的天体进行自动风险分析。这种分析通常是对最近所发现的、数据间隔尚不足以保证其轨道安全的天体进行的分析。这些天体在哨兵系统中的优先次序根据其接近地球轨道的可能性及其轨道的现有质量加以确定。哨兵系统每天自动更新大约 40 个近地天体的轨道，并制作接近情况表格，将其公布在互联网上 ([http://neo.jpl.nasa.gov/cgi-bin/neo\\_ca](http://neo.jpl.nasa.gov/cgi-bin/neo_ca))。每天大约进行五次风险分析，到 2105 年，每次分析将能提供 10 000 个多元解决方案。意大利比萨也在开展同样的工作。在通过互联网公布风险分析数据之前，喷气推进实验室和比萨中心将对撞击地球风险非零的重大情况进行人工核对。自 2002 年建立哨兵系统以来，出现在哨兵风险网页 (<http://neo.jpl.nasa.gov/risk>) 上的天体约有 400 个。对于近来所发现的引起特别关注的天体，小行星中心、喷气推进实验室和比萨中心将经常提醒观察员需要更多的未来数据或复原数据。

23. 喷气推进实验室为国际社会建立了一个可检索小天体数据库，其中包括有关 350 000 个天体的数据。该实验室的“地平线”网上系统是一个互动式星历表制作网站，每天可自动为国际科学界制作大约 3 000 个星历表 (<http://horizons.jpl.nasa.gov>)。

24. 行动小组注意到，“哨兵系统”和近地天体动态网站系统是完全独立的系统，使用不同的理论方法提供碰撞风险评估。因此，如果两者的长期轨道传播得出了相同的解决方案，全社会便可以对预测的结果建立某种程度的信心。由于哨兵系统是由国家航空航天局近地天体方案提供资金，因此其运转前景相对较为稳定，动态网站系统的长期供资前景则不甚明朗。在小行星中心的活动方面，行动小组认为，为了对预测出的接近轨道进行独立的验证和核实，小行星中心最好能够与哨兵系统保持独立，但具备与后者互补的能力。

### C. 后果确定

25. 美国为评估近地天体撞击地球的危险开展了大量工作。其中大部分工作是由美国航天局在加利福尼亚大学圣克鲁斯分校支持下领导进行的，重点是撞击引发的海啸所构成的威胁。亚利桑那大学创建了一个便于使用的互动式网站，目的是对撞击地球的环境后果进行评估。通过提供与爆心地面投影点之间的距离和抛射体的直径、密度、速度和撞击角等方面的信息，该方案将对抛出物的分布、地面振动、大气冲击波、撞击的热效应和所产生的凹坑大小进行评估 (<http://www.lpl.arizona.edu/impacteffects/>)。

26. 在联合王国，南安普敦大学正在对较小近地天体撞击地球的影响进行研究。制作了一个在当地和全球一级消除危险的工具，该工具对撞击给人类造成的后果进行追踪。对近地天体撞击事件的整体危害评估是根据可能的伤亡人数和基础设施损坏程度来确定的。

27. 行动小组认识到，在考虑旨在解决近地天体威胁的科学政策时，各国政府应当对这类撞击产生的社会风险进行评估，并与为处理其他自然危害（例如气象和地理危害）而设立的标准相比较，以便制定适当和一贯的对策。因此行动小组认为，需要在这一领域开展更多的工作，特别是在直径小于 1 千米的碰撞物方面。

#### D. 实地测定特性

28. 行动小组认识到 2005 年底与近地小行星 25143 Itokawa 实现会合的“猎鹰号”（MUSES-C）飞行任务的重要性，这种重要性不仅在于获得了关于该小行星的形状和组成等特征的科学知识，还在于从重力非常低的环境下进行的会合和靠近操作中取得了重要实际经验，以及该飞行任务对今后实地研究和可能的缓减活动所产生的影响。“猎鹰号”是在一系列成功的飞行任务之后发射的，其中包括“近地小行星会合”、“深空 1 号”、“星尘”和“深度撞击”等，这些飞行任务使得对分布极广的近地天体的特征有了独特的了解。由于无法通过远距离观测确定近地天体的详细特征，因此行动小组预计今后还将开展以近地天体为目标的飞行任务。

29. 意大利正在为美国航天局的“黎明发现”号航天器飞行任务提供一个可见光红外绘图光谱仪，该航天器将于 2011 年和 2015 年分别到达灶神星和谷神星。除了美国开发的航天器和仪器外，意大利和德国也在为该任务提供主要的仪器。意大利为该任务提供的是可见光和红外绘图光谱仪。可见光/红外绘图光谱仪可提供关于近地天体的矿物成分和分布情况的数据，从而有助于确定演变过程和推断内部结构及整体特性。德国的马普学会提供的是该任务中用于主要科学成像的双帧照相机。

30. 通过与法国、德国、西班牙和瑞典等国合作，意大利为飞往彗星 67P/Churyumov-Gerasimenko 并将于 2014 年会合的“Rosetta”轨道飞行器和“Philae”着陆器提供了一些有效载荷，其中包括一个可见光红外绘图光谱仪，以协助研究该彗星的彗形象差，这对于确定着陆地点非常重要，钻孔则将为实地研究和测定特性采集样本。

31. 在联合王国开放大学，除了为了解太阳系中较小天体的形成而进行的理论研究之外，还在实施一些实验方案，其中包括研制一种硬度测量器械，以模拟固定在着陆航天器上的透度计所产生的高质量低速度撞击。近地天体表面往往比较脆弱，透度计是能否在这种表面上进行实地测量的关键，它们可以提供有关该天体的结构和力学上的信息，而这些信息对于能否成功缓减或消除该天体非常重要。

32. 美国航天局已同意了马里兰大学“深度撞击”航天器科学家和康奈尔大学“星尘”号航天器科学家提出的延长“黎明发现”任务的建议，行动小组对此表示欢迎。“深度撞击”航天器的新任务被称为“深度撞击扩展研究”，它将在 2008 年 12 月使用继续飞行的“深度撞击”航天器的三个工作仪器（两个彩色照相机和一个红外光谱仪），对“Boethin”彗星进行研究。第二项任务为称作“星尘对坦普尔彗星的新探索”。“星尘”号航天器将于 2011 年 2 月近距离飞过“坦普尔 1 号”彗星（“深度撞击”的目标天体），采集更多该彗星表面的图像，甚至可能包括两年前由“深度撞击”碰撞物造成的凹坑。“黎明发现”任务还选择了详细的概念研究，应用于一个完整的任务建议——“对起源的光谱解释、资源确定和安全飞行任务”将从原始近地小行星 1999 RQ 36 上送回表面样本。有关是否将任务建议推进至项目制订第二阶段的决定将在不久后做出。

## E. 缓减

33. 本报告中的缓减是指通过对危险天体某种形式的干预或互扰，消除或减少近地天体撞击地球的风险，或通过疏散或类似应对措施降低其对人口的影响的过程。

34. 欧洲空间局（欧空局）过去一直在支持关于近地天体的工业和学术研究。通过这些活动，确定了一个适当的项目，使得欧洲能够对评估近地天体危害的国际努力做出重大而实际的贡献。这项分析的结果是“唐吉珂德”近地天体技术展示飞行任务，欧洲各工业小组目前正在对该任务进行定义。欧洲委员会号召欧空局在近地天体撞击危害评估中发挥积极作用，为了响应这一号召，开展了几项科学和技术评估。此后紧接着开展了一些并行的飞行任务可行性研究，欧空局近地天体飞行任务咨询小组对研究结果进行了评估，这是一个由近地天体问题各方面的知名专家组成的独立小组。根据该小组 2004 年 7 月提出的建议，工作重点是由两部分组成的“唐吉珂德”飞行任务概念，其中一个部分是 SMART-1 级的小型卫星小行星轨道飞行器，另一个部分是充当小行星撞击器的经修改的上面级。轨道飞行器的名称为“Sancho”，它将在撞击器“Hidalgo”到达之前与一个 500 米的近地小行星会合，并对其进行研究。“Hidalgo”将以非常高的相对速度对该小行星进行撞击。“Sancho”轨道飞行器将对撞击情况及其结果，特别是所造成的小行星轨道偏移进行观测。第一个组成部分即轨道飞行器的适当发射机会将于 2011 年开始。撞击器可在四五年后发射，以便能够独立和分阶段开发这两个小型卫星。运载火箭和最佳发射时间的选择在很大程度上取决于所选择的目标小行星，近地天体飞行任务咨询小组将在今后几个月里再次讨论这一问题。“唐吉珂德”飞行任务有一个模块化结构，由两个单独的小航天器组成，并可能包括一个独立的小行星“表面包”，这将促进在合作项目背景下执行该飞行任务。

35. 欧空局认识到主要空间机构的工作目前正朝着类似的方向前进，并且达到了在空间飞行任务方面取得实际进展所需的临界质量。筹备活动使欧空局对近地天体实际技术展示飞行任务的关键问题有了很好的了解，并使其能够探索从



这种趋于一致的兴趣中获益的方法，或者至少与另一个机构建立机会伙伴关系，以确定在分担费用和（或）方案方面的优势。

36. 在观测任务方面，欧空局近地天体任务咨询小组注意到了，由于现有调查以及特别是较大设施计划的业绩呈现出的改善，各方对于从地面发现近地天体的信心大增，过去几年中的地面观测活动出现了巨大的增长。该小组的结论是，在未来的十年中，即使不通过航天观测， $H < 20.5$  天体（大小约为 300 米）的发现概率也可达到 80%至 90%。因此该小组建议，待地基调查无法发现的近地天体的残余危害得到更好的界定之后，天基近地天体观测可以在 10 至 15 年后考虑。

37. 在另一方面，欧空局咨询小组承认，即使查明了一个潜在的碰撞物，但目前近地天体物理特性方面精确知识的不足将会成为一个关键的制约因素。因此，小组的结论是，在风险评估和缓减方面，撞击任务的概念比观测任务的概念具有高得多的优先地位。小组还指出，考虑到已知天体的多样性，任何撞击任务所调查的近地天体都不可能下一个撞击物完全相同。因此小组强调，在执行实际的缓减任务前，确定近地天体大小、密度、内部结构、动量传递等相关数量的前导任务概念具有非常重要的意义。

38. 2007 年 2 月，俄罗斯联邦建立了小行星-彗星碰撞危险工作组。俄罗斯联邦的多数政府、研究和教育机构都参与了该工作组的活动。该工作组在不久后提出一份有关小行星-彗星碰撞危险问题的国家方案，该方案中将包括国际和地方层面的探测和远距离特性测定、轨道确定和编目、后果确定和缓减。

39. 德国航天中心行星研究所正在与德累斯顿技术大学合作研究使小行星和彗星改变轨道方向的可能技术，并在开发一个可确定某个特定撞击器最佳偏移策略的工具。多种改变小行星和彗星与地球碰撞路线的技术已经过了调查并建立了模型。在该工作的进行过程中，已开发出一个模拟可能碰撞情形并确定最佳偏移策略的软件包。利用先进的计算机建模和模拟技术，在理论上还研究了陆地和海洋上小行星或彗星撞击地球后凹坑的形成和相关效果。

40. 行星研究所还提议建立一个德国太空防卫中心。该中心将与美国和联合王国的对等机构（分别由喷气推进实验室和近地天体信息中心建立）一样，担当研究活动和公众之间的纽带，以可理解的语汇向公众和政府部门传达科学信息，并在决定德国参与国际上与碰撞危险和近地天体缓减计划活动的过程中为政策制定者提供支持。该提议已经过德国航天中心各机构的审查，建立该中心的决定也将在不久后做出。

41. 联合王国资助了一些与减轻近地天体危害有关的活动。格拉斯哥大学所开展的工作的目标是形成基本最佳控制理论，并将该理论用于拦截危险的近地天体。这项研究一直在沿着两条平行路线前进。第一条路线是行星际轨道全局优化算法。所开发的工具被用于绘制若干可能的近地天体拦截轨道。今后的工作是研制模拟小行星静态和动态特性的更加准确的模型，以观察这些特征如何影响某些特定的偏移方法甚至导致这些方法无效。将继续评估重力牵引机和雅科夫斯基效应的使用等其他偏移方法。

42. 行动小组饶有兴趣地注意到，美国国会通过 2005 年《美国航天局授权法案》，要求就美国航天局为改变可能与地球发生碰撞的天体的轨道而可能采取的方法进行分析。在该研究中，美国航天局小组已对与地球碰撞轨道上近地天体进行偏移的多种可能方法进行了评估。这些方法可以大致分为两个类别：在极短时间内施加偏移能量的“短冲量”选择，以及在较长时间里施加能量的“慢推动”选择。在确定最有效技术的过程中，需要考虑的重要因素是：该选择需要多长的提前时间，换句话说，从探测到碰撞之间有多长的时间，即通常所谓的“预警时间”；到达有威胁天体的难度有多大（主要指其相对于地球的轨道路径参数）；有威胁天体的物理特性；以及对有威胁天体施加有效作用力需要多大的能量源。

43. 根据国家航天局研究小组的发现，最有希望的短冲量技术是使用一个外爆式核装置，尤其是对于较大的天体且预警时间仅为几年时，另外一种技术是使用动能撞击物。两项技术都利用了相对成熟的技术，而且几乎所有的技术都至少已经在行星间的空间任务中进行过验证，并且可以将这些技术打包成为有效的系统并利用现有的发射能力将其送入行星间轨道。

44. 国家航天局研究小组还分析了多种慢推动技术。然而，几乎所有这些技术都不成熟（有些只是初步的概念）而且在对付近地天体的威胁时应用范围非常有限，除非预警时间允许利用数年或数十年的任务时间来施加偏移力。唯一具有竞争力的慢推动技术并值得进一步研究的技术是空间牵引和“重力牵引机”。前者将使用高效的推进系统连接有威胁的天体并改变其轨道，后者将利用航天器在天体附件对其施加重力牵引，从而改变其运行轨道。只有当天体速度改变的增时较小（每秒数毫米）和天体相对较小（最大端尺寸小于 200 米）时，这两种技术才能发挥有效的作用。然而，空间牵引需要对天体的特性有更详细的了解，而且在近期内尚不具备更加可靠的指导和控制及表面附着技术。

45. 行动小组注意到，国家航天局对偏移选择的分析只涉及了相对较大的近地天体，而且没有考虑在偏移过程中避免近地天体进入返回碰撞轨道所需的精度。

46. 行动小组注意到，总体而言，除碰撞可能性和碰撞时间外，会影响响应战略的其他的参数还包括在地球表面的预计相交轨迹，以及碰撞区域的脆弱性。偏移方法的不同选择和特定偏移战略的内容——技术准备、政治接受度、开发和运营成本、相交轨迹的解释，都需要在考虑各种备选方法时加以权衡。行动小组承认，某次具体的碰撞可能只威胁到一些不承担空间费用的国家。考虑到任务的复杂性和保持敏感技术信息的政治考虑等问题，各方可能更愿意让一个有能力的行动方牵头执行具体的偏移任务，而不是由一组实体来执行不同的任务。因此，行动小组构想出了多种选择方案，针对一系列碰撞设想列出了各方已同意的响应措施，并明确指出了执行具体任务的行动方。在这一方面，行动小组有必要召开一个国际技术论坛，通过该论坛确定可能的撞击物设想，并针对具体的威胁开发出成熟的缓减选择，使制定可靠任务时间表的工作成为可能，并使国际社会能够制定出相应的决策时间表。

## F. 政策

47. 行动小组认识到近地天体构成的撞击威胁是一种真正的威胁，虽然发生这种撞击的几率很低，但它造成的后果可能是灾难性的。行动小组还认识到，这种撞击的影响将是没有区别的（也就是说，这些影响不只限于发生撞击的国家），撞击的影响规模可能非常大，因此应将近地天体危害视为一个只有通过国际合作和协调才能有效解决的全球问题。据悉，尚没有一个国家制定国家近地天体战略。因此，联合国将在通报必要政策的拟订情况方面发挥重要作用。

48. 联合国面临的另一项挑战是，在今后的 15 年里，可能需要就采取哪些行动以保护地球上的生命免遭潜在的近地天体撞击危害做出重大决定。这是由于发现近地天体的速度加快，人类通过预先改变近地天体轨道方向而防止可能发生的撞击的能力也日益增强。由于现在既能发出近地天体撞击地球的预警，又有能力防止发生这种撞击，因此人类将对其作为或不作为所造成的后果负有不可推卸的责任。由于整个星球都面临着近地天体的撞击威胁，并且由于轨道偏移过程必然会导致本来没有风险的人口所遭遇的风险暂时增加，因此必定需要联合国做出决定并权衡各种利弊。空间探索者协会出于对这一问题的关切，设立了一个近地天体委员会，并承担起提请全世界领导人和机构注意这一问题并协助他们应对这一挑战的任务。在和平利用外层空间委员会科学技术小组委员会第四十三届会议上，空间探索者协会表示打算通过举办一系列讲习班和呼吁全世界具有相关经验的专家详细解决这一挑战来促进这项工作，并将拟订近地天体偏移议定书草案供委员会审议。将在今后两年里举办这些讲习班，以拟订该议定书草案。行动小组将提交该草案供委员会 2009 年举行的第五十二届会议审议。空间探索者协会报告称，该协议已于 2007 年 5 月 9 日至 12 日在法国斯特拉斯堡的国际空间大学成功地执行了第一次讲习班。该讲习班是全部四个讲习班中的第一个，是由小行星威胁缓减领域具有丰富经验的个人组成的小组，其目的是草拟一份有关对近地天体碰撞危险做出国际响应的协定。第一次讲习班包括专家就近地天体碰撞威胁和全球研究和探测方案做出汇报；近地天体偏移的技术方法；近地天体协定的国际法律引用；以及最有效处理该威胁的外交和方案努力概要。联合国出席该讲习班的代表为和平利用外层空间委员会的观察员。第二次讲习班将于 2007 年 9 月 12 日至 15 日在罗马尼亚的 Sibiu 召开。

49. 于 2007 年出版的《彗星/小行星碰撞和人类社会》<sup>2</sup>报告了一些需要解决的科学问题，该出版物对国际科学理事会主办的同名讲习班所做出的贡献进行了概括。

## G. 2007 年行星防御会议

50. 来自多个成员国的专家于 2007 年 3 月 5 日至 8 日在华盛顿特区的乔治·华盛顿大学参加了行星防御会议。此次会议的主要目的是着重讨论目前最新的近

<sup>2</sup> Peter T. Brobrowsky 和 Hans Rickman 等，《彗星/小行星碰撞和人类社会》（Berlin, Heidelberg, Springer, 2007 年）。

地天体探测、特性测定和缓减技术；理解小行星和彗星构成的威胁以及针对近地天体碰撞的可能响应；以及考虑可能影响有效防御能力的政治、法律和社会问题。与会者承认，虽然自 2004 年的上届会议以来，科学和技术已取得了巨大的进展，但针对近地天体的有效行星防御和一旦发生碰撞后的灾难缓减规划仍然处于初级阶段。此次会议的主要发现如下：

(a) 虽然研究和发现工作已成功地发现了多数等于或大于 1 千米的大型“文明杀手”天体，但仍需要努力发现更多此类天体，因此出现机率更频繁的大小为 140 米至 300 米危险天体的发现工作才刚刚开始。此类天体可能在预警时间极短或毫无预警的情况下碰撞地球，而且可能在一个广泛的地区导致严重的生命和财产损失；

(b) 地基资源，如阿雷西沃雷达被认为在精确确定潜在危险天体和提供偏移所需信息的过程中可发挥关键的作用。在精确确定阿波菲斯近地天体的威胁方面，阿雷西沃雷达也将发挥重要的作用；

(c) 有威胁天体的偏移目前仍处于概念阶段。查明现有偏移天体选择的工作刚刚开始，可以使用的技术仍需要具体的设计或测试。目前尚未设计出可投放一个或多个偏移装置的完整任务，而且确保总体偏移行动高成功率的要求仍未经过考虑；

(d) 在决定是否或如何对近地天体碰撞做出响应的过程中，会涉及许多严肃的技术、政治、政策、法律和社会问题。近地天体碰撞造成的灾难可能等于或超过近代文明所经历的任何灾难。此外，可能负有响应责任的实体尚未充分考虑过威胁的类型。另外，从探测到偏移，再到碰撞后果，近地天体威胁各方面的协调责任尚未明确划分；

(e) 对潜在近地天体威胁的理解、分析和处置是一项需要国际合作的国际问题。为了发展与行星防御有关的国际合作和行动的基础，还需要做大量的工作。该基础可以扩大并超出防御的范围，将国际载人和无人天空探索事业也包括在内。

51. 行星防御会议还提出了以太的建议行动：

(a) 确定小行星 99942 阿波菲斯的特性并精确确定其在 2012 至 2013 年出现期间的轨道；

(b) 为近地天体发现、轨道确定和跟踪的关键设施提供运营支助；

(c) 立即启动探测 140 米级威胁天体的行动；

(d) 对潜在的危险天体启动一个实地测量特性方案，并有可能与行星科学目标协作执行；

(e) 研究与最有希望的冲量和慢推动技术有关的技术，确定其特性并进行验证；

(f) 确定近地天体对偏移尝试做出响应的性质；

(g) 开发和验证偏移行动的完整设计，包括运载火箭和有效载荷要求、地面支持要求、总体任务可靠性、任务时间表、里程碑和费用；

(h) 执行一个碰撞响应演习：使用完备的预案和设计好的案头演习，通过改进后的演练、建模和模拟资源使人们更好地理解碰撞灾难发展过程以及对响应实体和通信系统要求；

(i) 将近地天体危险写入目前负责处理特大规模的自然和人为灾难的各国国家和国际实体职责范围内；

(j) 执行更多的研究工作，更好地理解近地天体大小和事件后果之间的关系。这种关系在确定探测工作最低限度方面具有至关重要的意义；

(k) 制定一项国际议定书，以备需要就威胁和灾难缓减做出关键决定时使用；

(l) 增加探测、特性确定和任务规划以及偏移研究方面的国际协作。所提出的概念是建立一个类似机构间空间碎片协调委员会的小组；

(m) 开发和实施一套机制，保持对关键技术和工作的长期供资。发起一系列的讨论，使各方理解有关的问题，并制定一个在查明可靠的威胁之前使用核爆炸的框架；

(n) 制定一系列的国际协定，限制与碰撞预测，或在近地天体威胁方面作为或不作为的有关责任；

(o) 吸引和保持社会和行为科学专业人员和从业人员的兴趣；

(p) 制定一项教育战略，使当选人员、政府官员及公众了解近地天体威胁的本质以及对近地天体的探测和预警的期望内容。展示此类战略和相关倡议的恰当时间是 2009 年，因为这一年是国际天文学年（<http://www.astronomy-2009.org>）。国际天文学年是由国际天文学联盟协调下举行的，该联盟已为国际天文学年建立了一个中心秘书处。该联盟将会更积极地参与与近地天体有关的讨论；

(q) 调查社会因素，如个人和群体心理、文学和政治及宗教信仰会对近地天体偏移工作的决策造成哪些影响。

52. 行星防御会议的更详细报告见因特网站（<http://www.aero.org/conferences/planetarydefense/>）。行动小组对该会议的报告表示欢迎，并预计行动小组会在科学和技术小组委员会第四十五届会议上对建议的行动加以讨论。