



大会

Distr.: General
7 January 2005
Chinese
Original: English

和平利用外层空间委员会
科学和技术小组委员会
第四十二届会议
2004年2月21日至3月4日，维也纳
临时议程*项目10
近地物体

关于国际组织和其他实体开展的近地物体领域研究的情况介绍

秘书处的说明

目录

	页次
一. 导言	2
二. 收到的国际组织和其他实体的答复	2
欧洲空间局	2
空间卫士基金会	16

* A/AC.105/C.1/L.277。



一. 导言

根据科学和技术小组委员会第四十一届会议达成的一致意见（A/AC.105/823，附件二，第 18 段）并经和平利用外层空间委员会第四十七届会议核可（A/59/20,第 140 段），秘书处请在近地物体领域开展研究活动的各国际组织、区域机构和其他实体提交有关其开展的近地物体研究活动的报告供小组委员会审议。本文件载有截至 2004 年 12 月 17 日收到的报告。

二. 收到的国际组织和其他实体的答复

欧洲空间局

欧空局近地物体领域研究活动概况：减缓危险

概要

1. 近地物体对地球构成威胁。有确凿的证据表明过去曾发生过约数公里直径的巨大物体碰撞，导致灾难性后果。尽管这类碰撞很少发生，但即使直径小于数公里的物体，当它们不定期地每隔数百年或数千年撞击地球时仍造成重大损害。
2. 过去，欧洲空间局（欧空局）对在一般研究方案框架内并与其空间科学方案密切合作开展的近地物体领域工业和学术研究给予了支助。通过开展这些活动，欧空局得以确定一种最佳方式，使欧洲能够对关于近地物体危险方面的国际评估努力做出重大而现实的贡献。
3. 在一般研究方案的近地物体空间飞行计划准备活动中开展了一些并行任务可行性研究。¹欧空局近地物体飞行任务咨询专家组（近地专家组）——一个由公认的近地物体各方面问题专家组成的独立委员会——对这些研究成果进行了评估。根据近地专家组于 2004 年 7 月提出的建议，目前工作着重放在“堂吉珂德”飞行计划构想上。主要从技术角度来看，这一构想列为重点，因为它为飞行计划的重大回报提供最大的可能性；从科学角度来看，也同样将这一构想列为重点。该构想有一个模块架构，能够便利其在合作项目框架内的实施，它还引起传媒和公众的相当兴趣。最近在与日本宇宙航空研究开发机构的科学技术专家（这些专家目前正在参与进行中的 Hayabusa（猎鹰号）小行星飞行任务）就他们是否可能参与欧空局的内部评估——计划于 2004 年 12 月和 2005 年 1 月在欧空局欧洲航天研究技术中心同步设计设施继续进行这种评估——进行讨论时，将这一构想作为一种参考设想加以介绍。在讨论中，日本宇宙航空研究开发机构的科学技术专家明确表示他们对参与这项工作感兴趣，并认为这给双方可能带来的惠益是明显的，这其中包括集中专有技术和评估今后在行星表面科学与空间技术发展方面可能的合作机会。
4. 已明确认识到采取国际行动进一步了解近地物体的重要性。由于近地物体危险涉及到全球范围，而且广大公众高度认识到这种危险，因此对这种危险的

研究工作特别适合开展国际合作。所形成的任何项目或空间飞行任务在资金方面可能花费并不是很大。

导言

5. 近地物体对人们来说不单单是一种科学好奇。实际上，如果假设近地物体与地球相撞，将会造成可能是最严重的自然灾害。

6. 在欧洲，学术界在近地物体碰撞风险评估领域开展了大量活动，而机构组织开展的活动则不多。机构一级的活动与欧洲委员会 1996 年 3 月 26 日关于探测小行星和彗星对人类潜在危险的第 1080 号决议的建议不相符合。

7. 欧洲委员会在第 1080 号决议中请各成员国政府、观察员地位国家和欧空局对一项国际方案给予必要的支助，该方案将：建立一份尽可能完整的近地物体目录，着重于体积在 0.5 公里以上的天体；进一步了解近地物体的物理性质，在考虑到各种强度撞击动能和构成条件下评估与可能的碰撞有关的现象；参与设计成本低廉的小型卫星，用于观测从地面不能探测到的近地物体，并进行能从空间最有效开展的研究；以及致力于制定对可能的碰撞采取补救措施的长期全球战略。

8. 采取国际行动进一步了解近地物体的重要性已受到多次强调：在第三次联合国探索及和平利用外层空间会议（第三次外空会议）所通过并经大会 1999 年 12 月 6 日第 54/68 号决议核可的《关于空间和人的发展的维也纳宣言》²中；在欧洲委员会 1996 年 3 月 20 日关于探测对人类潜在危险的小行星和彗星的第 1080 号决议中；在 2003 年 1 月 20 日至 22 日于意大利弗拉斯卡蒂举行的经济合作与发展组织（经合组织）全球科学论坛关于“近地物体：风险、政策和行动”的讲习班的结论和定论中；以及在美国航空航天学会 2004 年 10 月发表的题为“保护地球免遭小行星和彗星损害”的立场文件中。欧空局的长期空间政策也确定近地物体研究为应当积极从事的一项工作。³

9. 由于近地物体危险涉及到全球范围，并且广大公众高度认识到这种危险，因此近地物体危险成为特别适合开展国际合作的一个课题，所形成的任何项目在资金方面可能花费并不大。然而，航天国家之间的关系性质复杂，在近地物体问题上存在各种各样的利益和可能的方法。欧空局决定采取一种逐步推进的方法，作为为未来开展国际合作框架的一个准备步骤，首先评估欧洲的利益和能力，然后制定欧洲一级的战略。这一方法是基于一些研究和正在进行的内部评估采取的，能够为利用航天器飞行计划评估近地物体危险以及我们目前应对这种危险的技术能力制定一项连贯的欧洲战略。

空间飞行计划在评估近地物体危险方面的作用

10. 迄今为止，欧洲国家在研究近地物体方面的努力大多集中于建立近地物体总量的理论模型，协调和改进地面测量方案，发布和分析天体测量数据，确定近地物体轨道，远距离测定近地物体的物理特性以及建立其物理属性模型。欧空局直接支助了其中的一些活动。欧空局在欧洲航天研究所设立了空间卫士中枢，该中枢就有关近地物体的所有问题向欧空局提供咨询。

11. 欧空局委托进行的研究表明，在利用专用的空间资产进一步了解近地物体危险方面存在着很大的可能性（见附件二），这些研究还阐明了欧洲处理这一问题的各种备选方案。

12. 在组织这些研究时，认为将有必要采取一种分阶段的方法来评估这种威胁和发展有效的减缓危险技术。确定了两大类空间飞行任务：测量类和“会合”类飞行任务。这两类飞行任务都将在很大程度上辅助当前的地面工作，在某些情况下，优越于地面工作。

13. 近地物体测量类飞行任务是专门进行探测、跟踪（即轨道测定）和远距离测定特性（例如，确定近地物体的分类类别和表面反照率）。这些飞行任务的主要目的是汇编、完善和扩充危险物体目录。虽然航天器载望远镜不能造得像陆地望远镜那样巨大和功率那样强，但观察几何角度和观测条件的改进之后，能够更好地观测到某些类别的天体，例如阿坦型小行星和内侧近地物体，由于它们离太阳近，往往难以进行观测。上述有利条件可导致进行有效的测量，可探测到数百米直径的天体并将其编入目录。从空间有可能探测比地面更广的波段（如红外线）和改进工作周期。所有这些可为扩展目前在观测方面的努力做出重大贡献。

14. 现场测定特征飞行任务除测定天体的其他性质外，寻求精确测定天体的质量、体积和内部结构。要获得此类数据，航天器载仪器是最佳的往往也是唯一的选择，这类数据对于评估撞击的后果和为防止撞击所能采取的对策是必不可少的。

15. 为演示转移一个小行星轨道的能力而执行的实验飞行任务被归类为现场近地物体任务，无论从近地物体特征测定还是从技术观点来看，这类任务都具有最重要的意义。

近地物体空间飞行任务准备阶段一：飞行任务研究

16. 欧空局以往的研究已表明了近地物体空间飞行任务的效益，为了详细评估所有可能的任务类别的效益，欧空局先行构想与研究办公室在“近地物体空间飞行任务准备”题目下吁请征集有关飞行任务和（或）手段方面的构想（见附件二）。在听取了公认的近地物体专家组的咨询意见后，遴选出六个飞行任务构想。2003年2月，圆满完成了这六项并行的“预备阶段A”的研究。这些研究评估了六个不同的空间飞行任务构想，所有构想都是关于专门收集有关近地物体危险的若干方面资料，以便找到最有效的对策。

17. 研究表明，空间资产可辅助从地面进行的观测，因此，包括从风险和费用角度来看，是一种可靠和有意义的近地物体风险评估手段。所有研究提案涉及预算经费1.5亿欧元。

18. 现将这六种飞行任务构想描述如下：

(a) 欧洲近地物体调查（EUNEOS）构想是由法国阿尔卡特航天制造公司、法国蓝色海岸天文台和空间卫士基金会提出和研究的。所提出的构想是从金星的日心轨道内侧进行空间探测，这将会发现最危险的近地物体，即所谓的

“潜在危险物体”，在从地面观测站观测这些物体时，由于需要接近地平线并且太阳距角小，往往很难进行观测；

(b) “地球卫士一”构想是由德国凯泽特雷德公司、德国航空和航天中心（德国航天中心）、空间卫士基金会和国际空间大学提出的。未来在内太阳系执行飞行任务时可搭载一个望远镜，例如在“比皮—科伦坡”（BepiColombo）号水星轨道飞行器上或在一个专门的航天器平台上布置这样的望远镜，将以类似于 EUNEO 的方式发现和追踪近地物体；

(c) 近地物体遥测/空间卫士潜在危险物体综合调查系统（NERO/SISYPHOS）构想是由意大利阿莱尼亚航天制造公司、英国萨里卫星技术有限公司和意大利都灵天文观测台提出的。将由一个空间观测站进行探测和遥感，并测定近地物体的物理特征：体积、构成、表面粗糙度等等；

(d) 小卫星拦截近地物体飞行计划（SIMONE）构想是由英国 QinetiQ 公司、大不列颠及北爱尔兰联合王国开放大学行星和空间科学研究所（行星和空间科学研究所）、科学系统有限公司、意大利空间通信公司和米兰理工大学提出的。一群低成本的小型卫星将飞近和（或）“会合”若干近地物体以测定它们的特征或获得有关潜在危险小行星的第一手资料；

(e) 小行星会合内结构高分辨率层析 X 射线成像（ISHTAR）飞行计划构想是由欧洲航空防卫和航天制造公司（EADS）阿斯特里厄姆有限公司公司、巴黎默东天文台、罗马天文观测台、法国格勒诺布尔行星学实验室、行星和空间科学研究所和科隆大学提出的。一个轨道飞行器将利用雷达 X 射线层析摄影术（即利用探地雷达对坚固的物体内部成像）来探测目标天体内部，以研究其结构（例如，均质的、多孔渗水的、破裂的，或只是松散集合的分离石块）并评估这种威胁的严重程度；

(f) “堂吉诃德”飞行计划构想是由西班牙火卫二航天制造公司（Deimos Space）、欧洲航空防卫和航天制造公司（EADS）阿斯特里厄姆有限公司、比萨大学和空间卫士基金会提出的。将由名为“Hidalgo”（主人）号和“Sancho”（仆人）号的两个航天器对小行星进行研究。一个航天器将高速撞击一个目标小行星，另一个航天器将从围绕小行星的轨道上观察该天体在碰撞时及其前后的情况，以获取关于该小行星内部结构及其他物理特性的资料。在六种构想中，这是唯一将导致一种简单演示小行星轨道改变的任务构想。

近地物体空间飞行任务准备阶段二：近地物体飞行任务咨询专家组

19. 上节提到的六种飞行任务代表各种有意义的备选方案，似宜对所有这些方案加以审查。然而实际上，需要确定它们的优先次序。

20. 拟定欧洲近地物体空间系统路线图的下一阶段涉及建立近地物体任务咨询专家组（近地专家组），近地专家组由来自欧空局成员国的六名科学家组成，他们具有关于近地物体各方面的专门知识（如探测、轨道测定和物理特征测定以及近地物体对地球构成的撞击威胁）。他们被要求讨论近地物体任务研究的结果和就下一步应采取的行动提出建议。

21. 近地专家组包括下列专家：

- A. W. Harris（德国航天中心）（主席）；
- W. Benz（瑞士伯尔尼大学物理研究所）；
- A. Fitzsimmons（英国贝尔法斯特皇后大学天体物理学和行星学系）；
- S. F. Green（英国开放大学行星和空间科学研究所）；
- P. Michel（法国蓝色海岸天文台）；
- G. Valsecchi（意大利宇宙物理和空间天体物理研究所）。

22. 近地专家组的初步任务如下：

- (a) 查明利用空间飞行任务评估近地物体撞击危险的优势并建立坚实的理论基础。这一做法的目的不是重复先前的工作，而是简要概述主要结论；
- (b) 查明与利用空间系统有关的这些优势中，哪些能够补充地面观测和数据。对先前的有关研究进行总结和补充新资料更新研究工作；
- (c) 着眼于上述构想在减少近地物体碰撞危险方面的价值，而不是着眼于它们的纯科学成果价值，全面修订和更新近地物体危险评估任务构想的科学优先次序；
- (d) 在目前或未来的国际活动框架内——无论是地面测绘还是其他计划的空间飞行任务——来判断每种任务构想的价值和执行这种任务可能带来的惠益；
- (e) 为每种类别的任务（测量类和“会合”类）提出一组按优先顺序排列的建议和关于在国际一级开展空间飞行任务合作项目的提案。

23. 近地专家组于 2004 年 1 月 14 日在荷兰欧洲航天研究技术中心举行了会议，并在随后的五个多月继续工作，拟定一套建议，于 2004 年 7 月 9 日在意大利弗拉斯卡蒂欧洲航天研究所举行的一次活动上作了公布。

24. 这些建议随后发表于题为“关于评估和减少近地物体风险的空间飞行任务的优先次序”报告，⁴内容概要如下：

(a) 在审查的三个观测任务方案中，近地专家组认为 EUNEOS 和“地球卫士一”近地物体观测构想最符合上述既定的标准和优先重点。EUNEOS 似乎是一种可行、有效和基本是自立的任务，其唯一的目的是发现具有潜在危险的近地物体并确定它们的轨道。然而，专家组断定，鉴于在随后十年内，各种地面观测方面的综合努力很可能取得成果，因而，当前进行一次为发现近地物体的空间飞行任务不是这里所考虑的任务范围内的最高度优先事项。一旦更加明确地确定来自从地面无法观测到的近地物体的残留危险时，可以在以后阶段再次讨论空间近地物体观测飞行任务。

(b) 在审查的三个“会合”任务方案中，近地专家组认为“堂吉诃德”构想最符合上述既定的标准和优先重点，因为其不仅有可能显示一个近地物体的内部结构，而且可能显示如何与它进行相互机械作用。因而“堂吉诃德”是三

个任务构想中唯一能够提供从识别威胁到减轻威胁全过程中重要衔接环节的飞行任务构想。考虑到欧洲以外国家是否可能参与的问题，专家组认为“堂吉诃德”构想符合其他地区当前的利益与发展，并可能容易吸引潜在合作方的注意。

(c) 在审查的全部六项任务构想中，近地专家组建议欧空局最优先考虑“堂吉诃德”构想，将其作为参与评估和减少近地物体撞击危险的基础。

国际合作的前景

25. 近地专家组继续工作以支持欧空局对“堂吉诃德”构想进行内部审查。目前，欧空局的先行构想与研究办公室在欧洲航天研究技术中心同步设计所的支持下开展一些与近地专家组有关的活动。

26. 2004 年 12 月和 2005 年 1 月，在与日本宇宙航空研究开发机构的科学技术专家就他们是否可能参与欧空局的内部评估进行讨论时，已将“堂吉诃德”构想作为一种参考设想加以介绍。日本宇宙航空研究开发机构的科学技术专家目前正在参与进行中的 Hayabusa（猎鹰号）小行星飞行任务和 Lunar A 月球轨道飞行器的研制。讨论中他们明确表示对参与这项工作感兴趣，认为这给双方可能带来的惠益（如集中专有技术和评估今后在行星表面科学及空间技术发展方面可能的合作机会）是明显的。

27. 作为为有效的近地物体偏转飞行任务铺平道路而执行近地物体先导任务的一个实例，已于 2004 年 2 月在美利坚合众国加利福尼亚州奥兰治县举行的“行星防卫：保护地球，防范小行星”会议上向国际社会介绍了“堂吉诃德”任务构想。

28. 在该次会议上，以及还在介绍了这项任务的其他场合下，如 2004 年 7 月举行的空间研究委员会大会和 2004 年 10 月举行的国际宇宙航行联合会大会，可以明显地看到：

(a) 近地物体先导任务构想与面临许多不确定性、耗资巨大、完全独立的偏转任务试验相反，引起了近地物体界的极大兴趣。这不仅反映在近地专家组的建议中，而且反映在其他报告中，如美国航空航天学会关于“保护地球，防范小行星和彗星”的立场文件；

(b) 由于在这一领域积累了广泛和互为补充的经验并可能为合作方带来惠益，近地物体任务将是一个理想的国际合作项目，特别是如果考虑建立一种界面明确的模块任务架构，便利合作方做出独立的贡献；

(c) 因此，一种涉及在近地物体附近或表面进行调查研究的多元航天器将是适合执行任务的，尤其是利用它来处理与减少风险技术有关的问题时。

(d) 由于迄今所进行的研究达到了很高的水平和深入程度，欧空局对现有的飞行任务备选方案有了十分全面的了解，因而完全有能力协调这方面的工作。在考虑可能的合作方案时，“堂吉诃德”飞行计划代表了一种极好的参考设想。

结论

29. 发展专门用于评估近地物体危险的空间系统将为国际合作提供极好的机会，在这种合作中，所有合作方都将以较少的费用在任务回报、技术发展和公共关系方面从中受益。因此，有必要与对此项倡议感兴趣的国际合作伙伴建立联系并探讨适当的合作框架模式。

附件一

拟议的“堂吉诃德”飞行任务

1. 以下简要介绍欧洲空间局（欧空局）委托进行的初步工业研究的结果。这些结果正由欧空局在欧空局先行概念小组的支持下在其同步设计设施进行内部审查。图一显示“堂吉诃德”飞行任务及其两个组成部分——“仆人”号和“主人”号，装设于“Soyuz-Fregat”发射装置顶级的顶端。

图一

拟议的“堂吉诃德”飞行任务：将出现在“Soyuz-Fregat”号发射装置顶级的“仆人”号和“主人”号航天器



一. 拟议的飞行任务目的

2. “堂吉诃德”飞行任务的目的将有两方面：

(a) 获取关于小行星物理性质的知识。该目的具有非常高度的科学重要性，但是目前一代小行星飞行任务无法实现；

(b) 获取重要的知识，以防万一发现一颗小行星处于与地球碰撞的轨道上而必须使之偏转轨道的情况下将知道如何处理。“堂吉诃德”将能够初步详细确定这样一颗小行星的内部结构、机械特性以及直接测量其对一次撞击的反应，从而为包括数字建模在内的所有减灾战略的进一步制定提供关键信息。

3. 为了实现这些目标，该研究设想使用两个航天器，将发射到分别不同的星际轨道上。被称为“仆人”号的科学航天器，将首先到达小行星，在“会合”机动之后，将在几个月的期间内观测和测量目标小行星。测量技术包括地震学。然后第二个航天器——被称为“主人”号的撞击物体，将以至少 10 公里 / 秒的相对速度撞击该小行星。“仆人”号将在撞击前退至安全距离，然后回到一个较近的轨道上，测定小行星的轨道变化和旋转状态以及外形所发生的变化，（或者还可以）收集所形成的撞击坑中暴露出来的新鲜的地表下物质。

4. 以下是科学航天器“仆人”号将要做的的主要测量工作：

- (a) 测定小行星在撞击后发生的轨道偏转，要求精确度约为 10%；
 - (b) 测定小行星物质的机械特性；
 - (c) 测量小行星的质量、惯性矩比率及其引力场的低位谐波；
 - (d) 建立小行星撞击前后的形态模型，以发现变化；
 - (e) 测定小行星内部结构，特别是主要固体块的大小、平均微粒大小、风化层厚度以及大块间距中空间碎片层的厚度；
 - (f) 测量小行星撞击前和紧接撞击之后的旋转状态，要求精确度约为 10%。如可能还应探测在撞击之后非主轴旋转的耗散，以确定内部耗散因数（Q）；
 - (g) 测定小行星的大规模矿物成分。这对于最终确定所观测到的光谱特性与内部结构之间的相关联系十分重要；
 - (h) 提供一个诸如雅可夫斯基效应的非引力对小行星轨道和旋转的作用力模型。这需要一个热力模型。
5. “堂吉诃德”工业研究对直径 500 米、密度 2.6 克/立方厘米的参照小行星所作的计算表明，小行星由撞击引发的位移在四个月期间内达 1400 米。小行星的旋转率可能每天改变约 0.5° 。这种变化将可以通过“仆人”号轻易测到。

二. 有效载荷

6. 据确定，为完成飞行任务目标将需要下列仪器：

- (a) 用以对小行星进行高分辨率成像摄影的照相机，以便获取小行星在“主人”号撞击前后的完整三维模型；
- (b) 用以测量表面矿物性质的低空间分辨率和高光谱分辨率的红外光谱成像仪。对于热力模型还需要测量热红外谱段；
- (c) 无线电学载荷；这包括 X 波段和 K 波段转发器和一个加速计；
- (d) 地震学；

- (一) 穿透器。计划在一个小行星表面建立一个至少由四个穿透器组成的网络。除仪器以外，穿透器还包括所需的表面操作子系统。每一个穿透器载有一个地震仪、一个加速计和一个温度传感器；
- (二) 地震仪。需要 3 轴短周期地震仪。在“主人”号撞击期间，地震仪将由于高加速度而达到饱和状态。因此预计使用一组将只在“主人”号撞击期间工作的加速计；图二显示“主人”号对 1989ML 小行星的撞击，“仆人”号观测撞击过程。
- (三) 热力计。用于支持热红外线的测量和小行星热力模型的建立；
- (四) 震源。小型炸药（带有定时雷管，相当于几百克梯恩梯炸药），将产生用于确定该小行星的内部结构的地震信号。

图二

按设计“仆人”号航天器旁观“主人”号航天器对小行星 1989ML 的撞击过程



三. 航天器和飞行任务设计

7. 根据正在欧空局同步设计设施进行审查和更新的初步工业研究，“堂吉诃德”飞行任务将被分成若干专项飞行任务单元：“仆人”号轨道飞行器上所载的照相机、红外光谱仪、穿透器/表面操作仪以及震源。穿透器/表面操作仪和震源被看作单独的单元，因为它们将要在该小行星表面进行“降落”和表面作业，这本身将是“堂吉诃德”的一个复杂的“子飞行任务”。另一个单元将是“主人”号，它将只作为一个撞击物体，其主要任务将是以确定的位置精度和相对速度撞击该小行星。

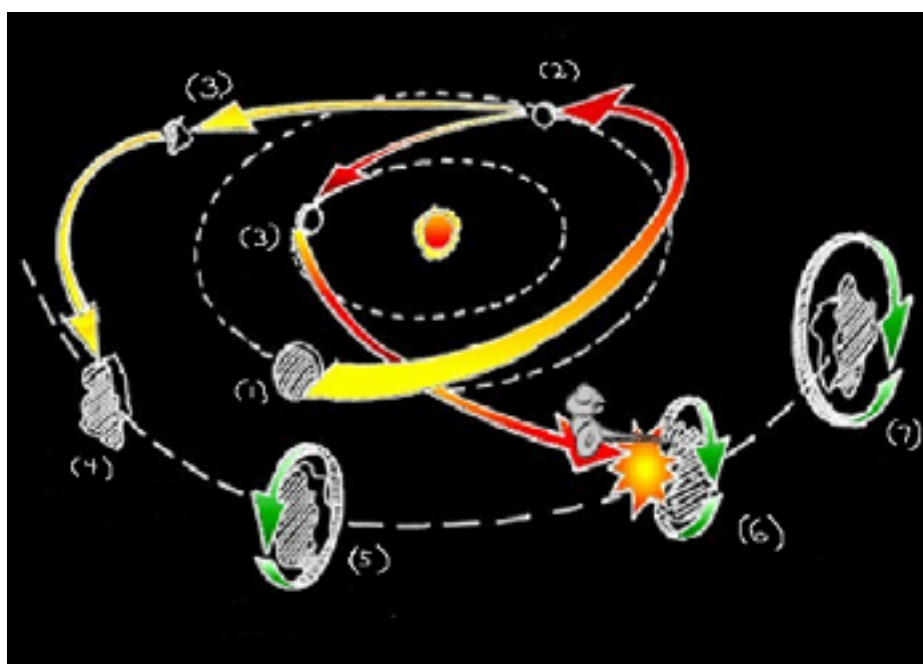
8. “仆人”号航天器将是一个外形像一个盒子一样的结构，其中将装载航天器运作和仪器运作所必需的各个单元。成像仪和红外光谱仪将安装在底部结构外侧，并将安装在散热器上，以确保对红外探测器的适当热力控制。

9. 为了部署穿透器，发射装置将被装在航天器的一侧。将由一个小型固体火箭发动机进行发射。撞击速度应当在 50-100 米/秒⁻¹ 的范围内，以便确保一个适当的穿透深度和与该小行星的适当结合。震源的发射将与穿透器的发射一样。计划在“主人”号撞击之前和之后至少分别各部署四个穿透器，并且最好在同一位置，以便测量撞击引发的变化。这一地震网络的部署和使用被认为是“堂吉诃德”飞行任务中最具挑战性的环节。图三列出“堂吉诃德”飞行任务的拟议设计概览。

10. “主人”号可在原则上使用与“仆人”号同样的航天器平台，但是除一个导航摄像机和可能一些简单的技术试验以外不负载任何载荷，它应比“仆人”号更轻，一般来说也更简单。一个例外将是最后寻的系统，即使在非指定条件下（即目标不定的情况下）也应当是精确和高度自主的。

11. 该飞行任务设计研究中所考虑的一个可能性是找出同时出发但在不同时间到达同一天体的两条轨道，其到达速度和飞行轨道几何完全不同，但同时要尽量降低总速度变量（ ΔV ）（即成本）。表 1 中的飞行任务时间例表描述了对指定目标(10302) 1989 ML（估计大小=500 米）进行的参照飞行任务的特征。

图三
“堂吉诃德”飞行任务的拟议设计



- (1) 从地球出发
- (2) 飞经地球
- (3) “主人”号飞经金星/“仆人”号飞经小行星
- (4) “仆人”号飞抵目标
- (5) 小行星分析
- (6) “主人”号撞击目标
- (7) 撞击后分析

表 1
“堂吉诃德”参照飞行任务

发射之后历经时间	“仆人”号航天器 出发质量：582.3 kg 入轨质量：394.0 kg	“主人”号航天器 出发质量：388.2 kg 入轨质量：379.1 kg
	两个航天器合并发射，进入几乎相同的轨道，六个月（或加倍时间）后飞经地球。	
~ 180 天	绕地球变轨：送往目标小行星。	绕地球变轨：送往金星。
~ 909 天（2.49 年）		绕金星变轨：送往目标小行星。
~ 1,478 天（4.05 年）	飞抵目标小行星， $\Delta V = 1.089 \text{ km s}^{-1}$ 。 从小行星半径约 10 倍的距离进行全星体成像，随后从小行星半径的距离近距离观测具体区域。进行地震试验。	
~ 1,706 天（4.67 年）	在撞击前转移到安全距离。观测撞击过程。重新测量小行星，以确定撞击引发的变化（轨道、旋转等等）。重新进行地震试验。	以 $\Delta V = 13.44 \text{ km s}^{-1}$ 撞击目标小行星。 飞行任务结束。
五年	飞行任务结束。	

注： ΔV = 速度变量。

附件二

欧洲空间局关于近地物体的研究及合同

合同号	研究项目名称	合同承包人	网址
AO/12314/97/D/IM	全球近地物体研究网调研	主 承 包 人：空间卫士基金会 (意大利)	无
AO/13265/98/D/IM	空间卫士潜在危险天体综合调查系统 (SISYPHOS)	主 承 包 人：空间卫士基金会 (意大利) 分包人：阿莱尼亚航天制造公司 (Alenia Spazio) (意大利)	www.esa.int/gsp/completed/card_98_A15.html
AO/14018/00/F/TB	了解近地物体的分布	主 承 包 人：蓝色海岸天文台 (法国)	www.esa.int/gsp/completed/card_00_S92.html
RFQ/14472/00/D-HK	减轻近地物体危险出版物调查	主 承 包 人：德雷斯頓技术大学 (德国)	www.esa.int/gsp/completed/card_00_N94.html
AO/16257/02/F/IZ	近地物体空间飞行任务准备研究：欧洲近地物体调查	主 承 包 人：阿尔卡特航天制造公司 (Alcatel Espace) (法国) 分包人：蓝色海岸天文台 (法国)、空间卫士基金会 (意大利)	www.esa.int/gsp/completed/neo/euneos.html
AO/16256/02/F/IZ	近地物体空间飞行任务准备研究：地球卫士一	主 承 包 人：凯泽特雷德有限公司 (Kayser Threde) (德国) 分包人：德国航天中心 (德国)、空间卫士基金会 (意大利)、国际空间大学	www.esa.int/gsp/completed/neo/earthguard.htm
AO/16253/02/F/IZ	近地物体空间飞行任务准备研究：从空间进行的近地物体远距离观测	主 承 包 人：阿莱尼亚航天制造公司 (Alenia Spazio) (意大利) 分包人：萨里卫星技术有限公司 (大不列颠及北爱尔兰联合王国)、都灵天文观测台 (意大利)	www.esa.int/gsp/completed/neo/remote.html
AO/16254/02/F/IZ	近地物体空间飞行任务准备研究：小卫星拦截近地物体飞行计划	主 承 包 人：QinetiQ (英国) 分包人：行星和空间科学研究所 (英国)、科学系统有限公司 (英国)、空间通信公司 (意大利)、米兰理工大学 (意大利)	www.esa.int/gsp/completed/neo/simone.html

合同号	研究项目名称	合同承包人	网址
AO/16255/02/F/IZ	近地物体空间飞行任务准备研究：小行星会合内结构高分辨率层析 X 射线成像 (ISHTAR) 任务	主承包人：阿斯特里厄姆有限公司 (Astrium Ltd.) (英国) 分包人：巴黎—默东天文台 (法国)、罗马天文观测台 (意大利)、行星学实验室—格勒诺布尔 (法国)、行星和空间科学研究所 (英国)、科隆大学 (德国)	www.esa.int/gsp/completed/neo/ishtar.htm
AO/16252/02/F/IZ	近地物体空间飞行任务准备研究：堂吉诃德	主承包人：火卫二航天制造公司 (Deimos Space) (西班牙) 分包人：阿斯特里厄姆有限公司 (Astrium GmbH) (德国)、比萨大学 (意大利)、空间卫士基金会 (意大利)	www.esa.int/gsp/completed/neo/donquijote.html

空间卫士基金会

1996-2004 年期间空间卫士基金会开展的活动情况报告

导言

1. 天文和地质古生物研究表明，近地物体（小行星和彗星）撞击地球影响了过去生命的演化，并且与其他主要自然灾害造成的威胁相当，仍然是对人类的严重威胁。
2. 撞击发生的概率取决于天体的大小，其概率分布遵循合理周知的能量定律。足以危及物种生存的灾难性事件再次发生率为数千万年至数亿年。较小的但仍足以威胁到文明并给生命和财产造成重大损害的事件，其发生频率要高很多，大约每隔数百年或数千年。尤其令人担忧的是撞击引发海啸的可能性，对此所有拥有较长沿海地带的国家越来越关注。
3. 在过去 10 年中，美国启动了若干近地物体观测方案。这些对这一新发现的危险进行调查的初步努力目标是在 2008 年之前发现大部分可能撞击地球的大于约一公里直径的天体，因为这些天体可能造成全球范围的灾难。据估计约有 60% 的这类天体已被发现。不过由于目前的发现速度略比预期的缓慢，很可能将无法实现上述目标，这主要是因为有些天体处于动态中，只有使用强大功率的仪器才能发现。此外，由中等体积天体（100-300 米）的撞击而可能引发重大海啸事件的可能性已经得到广泛研究，各种研究表明，这种危险之大足以需要采取适当的对策。
4. 一些国际组织，包括欧洲委员会、经济合作与发展组织和联合国，已邀请各国采取步骤扩大现有努力，并将搜索的体积限度降到 200-300 米直径范围的天体。很明显，正在进行的以探测直径一公里的天体为目标的调查，无法发现相当大一部分小型天体，而且显然也必须在尚没有搜索方案的南半球适当建立一个搜索方案，以补充北半球已经十分活跃的搜索活动。
5. 在此框架内，1996 年成立了一个非营利组织——空间卫士基金会，其主要目的是支助和协调对近地物体的国际研究。

空间卫士基金会：历史和目的

6. 建立一个国际组织以确保对近地物体观测活动的协调的想法，早在 1980 年代末就已多次提出。事实上，自从美国国家航空和航天局于 1991 年成立两个工作组（由 Dave Morrison 担任主席的“发现”工作组以及由 Jürgen Rahe 和 John Rather 担任主席的“拦截”工作组）以分析近地物体构成的威胁以来，就已经达成了共识，认为这一研究领域将需要许多国家的广泛参与。
7. 主要是为这一目的，国际天文学联盟（天文学联盟）第 20 委员会“小行星、彗星和卫星的位置和运动”主动向 1991 年的第二十一届天文学联盟大会提交了有关这一事项的一项决议。天文学联盟另有五个委员会也核可了该决议。决议要求成立一个委员会间特设小组，目的是研究近地物体问题，并促进这一研究中广泛的国际参与。

8. 近地物体工作组为 1994 年举行的天文学联盟第二十二届大会编写了一份报告，其中工作组建议，与近地物体有关的研究和举措应由一个国际权威机构主持。

9. 1995 年 9 月，工作组举办了一个题为“启动空间卫士调查”的讲习班。讲习班的目的是为了强调协调努力的必要性，并为在这一问题的国际合作建立一个基础。在长时间而又富有启发性的讨论过程中，讲习班参加者决定建立一个有助于支持和协调全世界范围对近地物体问题研究的组织。在讲习班最后一天，工作组成立了一个小型委员会，负责探索成立这样一个组织的可能途径。经过几个月的审议后，该委员会决定，第一步将是建立一个由工作组成员参加的名为“空间卫士基金会”的意大利协会。空间卫士基金会于 1996 年 3 月 26 日在罗马正式成立。

10. 空间卫士基金会是一个由空间专业人士组成的非政府国际组织，有三个主要目标：

(a) 在国际一级促进和协调与近地物体的发现、跟踪和轨道计算有关的活动；

(b) 从理论、观测和试验方面促进对太阳系小型天体的物理和矿物学特性研究，尤其关注近地物体；

(c) 促进和协调设立一个地面网络（将称作“空间卫士系统”），如有可能以卫星网络作为支持，以进行不间断的观测，发现近地物体并对其进行天体测量和物体跟踪。

11. 几乎在这一新组织成立的同时，欧洲委员会科学和技术委员会也开始注意到近地物体构成的威胁问题。空间卫士基金会协助委员会成员为讨论进行了筹备工作，委员会一致核准了一项决议，并提交议会大会于 1996 年 3 月 20 日核准作为欧洲委员会 1080 号决议。

12. 和平利用外层空间委员会也审查了近地物体观测问题。德国航天局代表德国政府在普朗克射电天文研究所主办的第六期联合国/欧洲空间局“基础空间科学：地面观测和空间观测天文学”讲习班的报告（A/AC.105/657）在其建议中提到了近地物体观测。《关于空间和人的发展的维也纳宣言》提到了需要加强协调对近地物体的研究。

13. 空间卫士基金会协助联合王国潜在危险近地物体问题工作队编写了提交联合王国政府的一份报告。报告发表后，联合王国参加经合组织全球科学论坛的代表提议成立一个近地物体工作组，以审查该问题的社会方面。该工作组于 2003 年在欧洲航天研究所举办了一个讲习班，并邀请科学家和民防及政界的官员参加。讲习班的报告已分送经合组织各成员国政府。

空间卫士中枢

14. 为了确定一个特定近地物体是否对地球构成威胁，有必要在其较长一段时间的天体测量位置基础上很好地了解其轨道。为了计算出一个可靠的轨道，需

要在发现近地物体之后立即加以跟踪，并在若干年以后其他方便的出现期再次跟踪。

15. 由于过去的发现活动没有伴随相应程度的追踪活动，空间卫士基金会在欧空局的资金支持下于 1999 年建立了空间卫士中枢⁵。空间卫士中枢的主要目的是协调全世界范围内的近地物体追踪观测。

1. 空间卫士中枢 1999-2004 年期间的活动

16. 空间卫士中枢与近地物体观测界之间的主要联系是通过空间卫士中枢网站进行的。在该网站上，观测者可以找到若干清单，其中一些每日刷新。如情况需要立即采取行动，有可能直接联系观测者。

17. 空间卫士中枢清单中最重要的是优先清单，其中的目标按再次观测的紧迫性分为四类。优先清单由一个程序每日进行编排，该程序分析每一个新发现的近地物体在发现时（即当前）的出现期和下一次出现期这段时间内的几何变量和天空不确定性。目标是尽可能缩小下一次出现期的天空不确定性，以便十拿九稳重新找到该近地物体。所需的计算对于大多数（如果不是全部）观测者来说是难以办到的，在一个网站上可以自由查到有关结果这一做法对于观测者来说极有帮助，因为这样可使其天体测量观测的效益达到最大化。

18. 空间卫士中枢大多数其他清单基本不变，由人工操作加以刷新。其中包括诸如观测活动的发布和结果以及观测极暗天体所用大型望远镜的观测时间表等若干具体问题。

19. 空间卫士中枢一个尤其重要的活动涉及为从清单中去除虚拟撞击物体而进行的观测活动。对于有些近地物体，有可能是不能仅仅根据现有天文观测排除该小行星未来与地球撞击的可能性，与这类情况相应的轨道计算结果被称作虚拟撞击物体。寻找虚拟撞击物体所需的轨道分析在两个中心进行：1999 年在意大利比萨成立的 NEODyS 和 2002 年在美国喷气推进实验室成立的“哨兵”（Sentry）。空间卫士中枢通过取得进一步高质量天文观测结果，定期组织专项活动以改进具有虚拟撞击体的近地物体轨道。有可能近地物体在其所有虚拟撞击体被消除之前就已无法观测。在这种情况下，观测活动应当至少完成一个使未来能够重新发现的轨道精度。

20. 为了克服或尽可能减少在近地物体仍属虚拟撞击物体时该近地物体失踪的风险，空间卫士中枢直接或间接鼓励使用大型望远镜；自 2000 年以来，特别是在美国（夏威夷）莫纳克亚天文台和（亚利桑那）基特峰天文台，有时使用了直径达 3.5 米的仪器。不过，仅仅在 2002 年初，首个“机会目标”方案才开始使用位于西班牙拉帕尔马的 2.5 米艾萨克·牛顿望远镜和 1.0 米的雅可布·卡普坦望远镜设备。机会目标方案的好处是可以在需要时提供大型望远镜。2003 年春，这一追踪范围被扩大到极暗近地物体（星等为 25-26），使用了位于智利 Paranal 的欧洲南方天文台 8.2 米的甚大望远镜。这些举措补充了使用中小型望远镜进行的日常工作。

21. 最后，空间卫士中枢的另一项重要活动是通过其网站上的大幅页面以及通过称作“坠落石块”（Tumbling Stone）的网上杂志普及与近地物体有关问题的知识。

2. 成果

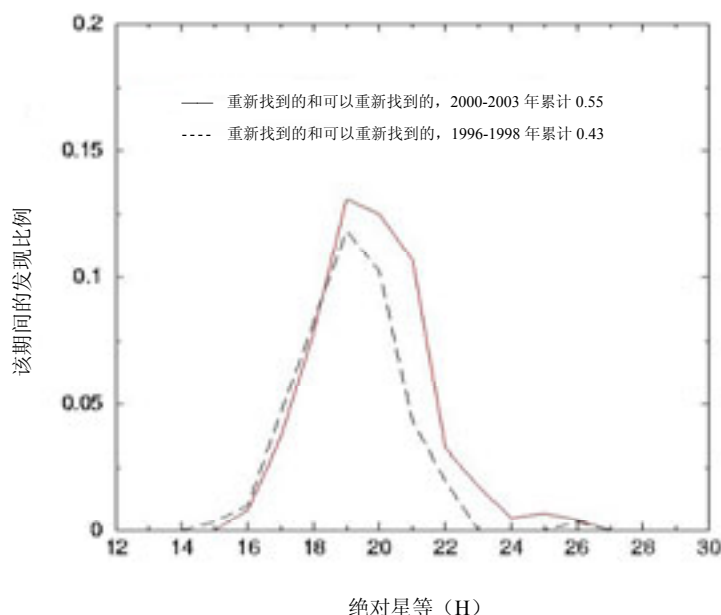
22. 在四年的活动中，有 2,000 多个近地物体被列入空间卫士中枢清单。以下描述这一阶段中取得的主要科学成果。

23. 通过比较 1996-1998 三年期中新发现的近地物体的轨道统计数据与空间卫士中枢运作时段 2000 年初至 2003 年期间新发现的近地物体的轨道统计数据，可以说明空间卫士中枢的主清单——优先清单的功效。对于一些新发现的近地物体，追踪活动要么确保了在发现后其首次回归时即能够再次发现，要么导致其预先被发现，这部分的新发现近地物体比例已从 55% 上升到 69%。因此，在空间卫士中枢开始运作以前，几乎近一半的新发现近地物体在被发现时的出现期结束之后没有精确计算的轨道，而空间卫士中枢的协调则将这一部分降低到不到三分之一。

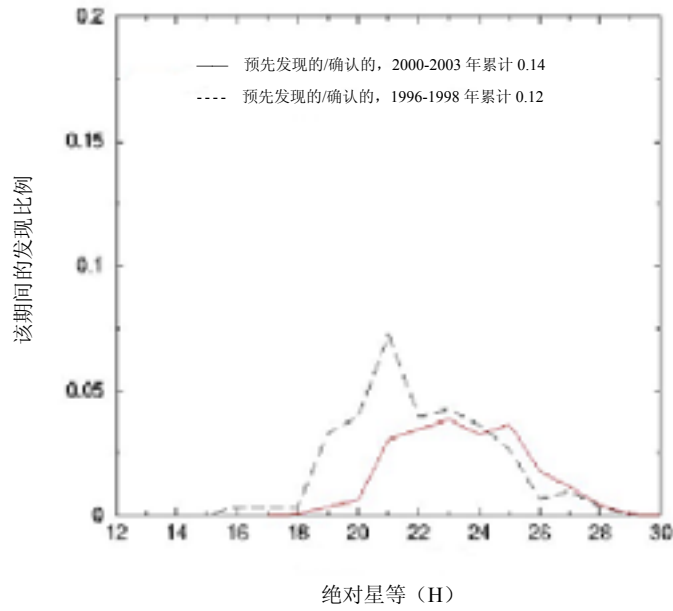
24. 下文图一更详细地显示了可再次发现的近地物体部分与绝对星等（H）的函数关系，图二显示了天文档案（摄影仪器或电荷耦合仪器）预先发现的或原有天文观测记录得到确认的近地物体。另外两幅图显示了基本失踪（图三）和严重失踪（图四）的近地物体。失踪的近地物体意味着再次直接发现是可能的，但是因为天空中不确定性很大，通常需要付出巨大努力。严重失踪的近地物体意味着从望远镜资源上来说，再次直接发现不具有成本效益。总体来说，可以注意到失踪的和严重失踪的近地物体趋向为更暗的星等。

图一

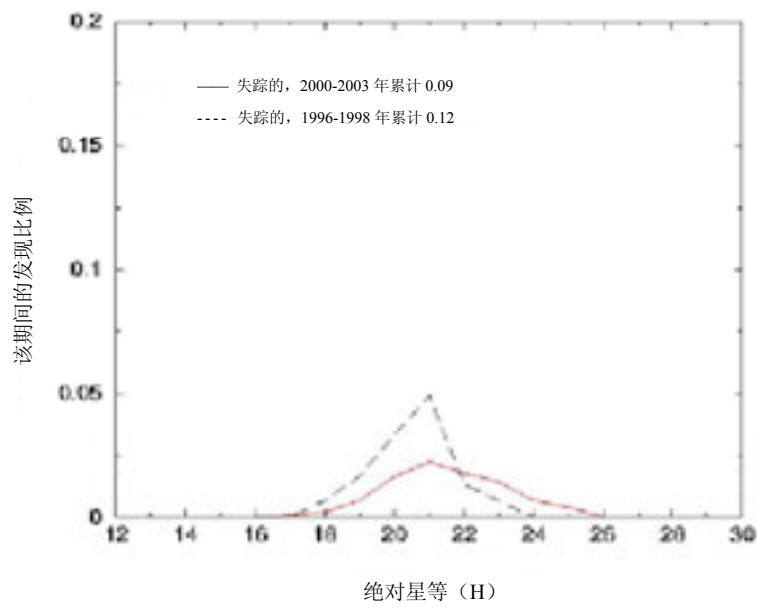
可以重新找到的近地物体比例与绝对星等（H）的函数关系



图二
通过原有观测记录确认的或天文档案中发现的近地物体的比例与绝对星等 (H)
的函数关系

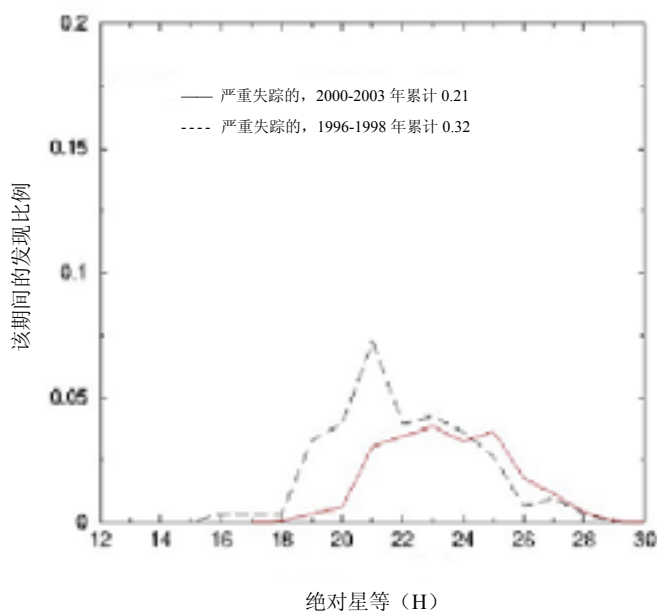


图三
将需要作出巨大努力才能重新找到的失踪近地物体的比例



图四

搜寻工作将不具成本效益的严重失踪近地物体的比例



25. 关于虚拟撞击物体的去除, 大多数观测活动是成功的。当其不成功时, 并非由于缺乏追踪方面的协调。举例来说, 对于 2002MN, 有些虚拟撞击物体的假设无法消除。这一天体在发现时的出现期显示出非常奇怪的几何关系, 以致即使尽可能长期地跟踪了该近地物体, 以这种方式获得的天体测量结果也不能显著促进其计算轨道的改进。事实上, 2002MN 在大多数时间都在按照几乎是放射状的运动轨迹离开地球, 当这一阶段过去并可以得到一些横截面数据时, 该天体已经过于暗淡。

3. 结论

26. 空间卫士中枢协调活动能够使全球许多专业和业余观测者的近地物体天文测量工作的效益达到最大化。空间卫士中枢幕后每日计算的优先顺序, 使观测者无需为观测哪一个天体而建立标准; 观测者只需要根据空间卫士中枢清单所提供的建议组织观测活动即可。因此, 空间卫士中枢的工作有助于从量上和质上改进已知近地物体的动态数据库。

空间卫士基金会的其他活动

27. 空间卫士中枢是空间卫士基金会的主要技术活动。不过在本阶段, 空间卫士基金会还开展了其他许多项目, 主要是在科学政策领域。本节简要回顾这些项目。

1. 与欧洲空间局的关系

28. 欧空局是空间卫士基金会的第一个也仍然是最重要的一个支持者。这部分原因是由于欧洲委员会在其 1080 号决议中的明确邀请，该决议敦促建立和发展空间卫士基金会。欧空局的支持也是因为其在小型天体空间飞行任务中的利益。

29. 欧空局已向空间卫士基金会签发了两份合同。第一份合同——全球近地物体研究网研究（1999 年）促成了空间卫士中枢的建立。第二份合同——空间卫士潜在危险天体综合测定系统（2000 年），涉及研究由地面段、空间段（在拉格朗日点 L_2 上的一个观测站）和一个由空间卫士中枢控制的全球网络组成的系统。

30. 2003 年，欧空局决定推进六项近地物体研究飞行任务。其中三个由设于适合发现从地面难以观测的天体的区域的观测站组成。另外三个是绕飞或“交会”飞行任务，能够进行一系列广泛的现场分析。空间卫士基金会被要求从科学的角度审查所有这些研究。这三项之一——“堂吉珂德”飞行任务，目的之一是首次试验偏转机动，于 2004 年被选定作进一步研究和可能的实施。

31. 欧空局、空间卫士基金会、意大利宇宙物理和空间天体物理研究所就空间卫士中枢设在意大利弗拉斯卡蒂欧洲航天研究所运作签订了一项协议。

2. 与欧洲科学基金会的关系

32. 欧洲科学基金会在 1993 年开始对近地物体问题发生兴趣，当时实施了欧洲科学基金会“地球系对撞击过程的响应”方案。该方案的目的是了解近地物体的撞击对地球的发展和演化的影响。这类撞击是太阳系中关键而常见的过程。作为这一方案的后续活动，2001 年成立了一个特设工作组，以便将近地物体问题置于一个可能的欧洲举措之中。空间卫士基金会被邀请参加这个工作组，该工作组于 2001 年 11 月编写了一份最后报告。⁶

3. 与欧洲南方天文台的关系

33. 空间卫士基金会与欧洲南方天文台的初次接触是在 2000 年 2 月，当时空间卫士基金会在位于德国 Garching 的欧洲南方天文台总部作了一次关于近地物体危险的专题介绍。该专题介绍的目的是为了讨论欧洲南方天文台对于一个欧洲搜索方案的可能兴趣和作用，以利用位于智利的欧洲南方天文台的先进设施。

34. 继这次首次接触之后，研究了一个项目，并于 2003 年提交欧盟委员会。该项目被称为“欧洲深空近地物体调查”，是空间卫士基金会、欧洲南方天文台、欧空局、北欧光学望远镜科学协会和七个欧洲国家的一项联合举措。尽管在新兴科学和技术方案的框架内没有得到批准，但是该项目受到欢迎。

4. 与国际科学理事会的关系

35. 空间卫士基金会所参与的最后一项举措是由国际科学理事会核可的一项方案。天文学联盟于 2002 年提出的原提案是成立一个工作组，以便不仅从天文学

角度，而且从科学和社会领域的不同学科的角度，审查近地物体问题。空间卫士基金会协助天文学联盟拟订了该提案，该提案于 2003 年被批准执行。

36. 该方案下组织的第一项活动是 2004 年 11 月和 12 月在特纳里夫岛举办的一个讲习班，有来自不同学科的 40 名科学家出席，他们开会讨论了彗星/小行星撞击及其对人类社会的影响。该讲习班的最后文件正在编写之中。

结论

37. 空间卫士基金会的主要目标是协调现有发现和追踪近地物体的观测活动，这一目标已经由建立空间卫士中枢得以实现。这一成就的实现是由于欧空局的支持和空间卫士基金会成员的自愿参与。空间卫士基金会提供了一个论坛，国际科技界通过这一论坛可为评估对人类社会未来具有严重影响的问题并寻找其解决办法作出贡献。

38. 空间卫士基金会未来举措的成功取决于各国政府表示出更大的兴趣和给予支持。基金会将欢迎和平利用外层空间委员会在这一领域的支持。

注

¹ 关于近地物体空间飞行计划准备举措，可查阅：www.esa.int/gsp/NEO。

² 《第三次联合国探索及和平利用外层空间会议报告，1999 年 7 月 19 日至 30 日，维也纳》（联合国出版物，出售品编号：E.00.I.3），第一章，第 1 号决议。

³ 欧洲空间局，长期空间政策委员会，《空间投资：对欧洲的挑战》（ESASP-2000，1999 年 5 月）。

⁴ 近地物体任务咨询专家组的建议登载于下述网址：www.esa.int/gsp/NEO/other/NEOMAP_report_June23_wCover.pdf。

⁵ 空间卫士中枢的网址是 <http://spaceguard.esa.int>。

⁶ 《欧洲空间研究的前景：欧洲空间基金会对欧空局成员国部长的建议》（2001 年 10 月，欧洲空间基金会），第 7 页（登载于 www.esf.org/publication/122/Space.pdf）。