



和平利用外层空间委员会

各会员国、国际组织和其他实体在近地天体领域开展研究的情况

秘书处的说明

一. 导言

1. 和平利用外层空间委员会科学和技术小组委员会在 2009 年第四十六届会议上核可了经修正的 2009-2011 年多年期工作计划（A/AC.105/911，附件三，第 11 段）。按照该工作计划，小组委员会将在 2010 年第四十七届会议上审议各会员国、国际组织和其他实体根据请其每年提供资料的请求而提交的介绍其近地天体活动情况的报告。
2. 本文件载有从德国、意大利、日本、缅甸、波兰、西班牙和大不列颠及北爱尔兰联合王国以及国际天文学联盟、航天新一代咨询理事会和世界安全基金会收到的资料。

二. 从会员国收到的答复

德国

[原文：英文]

德国航空航天中心行星研究所，柏林

位于柏林-阿德列尔肖夫的德国航空航天中心（德国航天中心）行星研究所的科学家们多年来一直参与国际近地天体研究。他们的工作包括：规划、制定和利用空间飞行任务以开展近地天体研究，利用各种尺寸和类型的天文望远镜观察近地天体的物理特征，有时利用德国航天中心工作人员建立的设施从该中心进行远程观测，进行二维撞击理论模拟、数据缩减和分析，在主要的同行评审期刊上发表成果，以及在欧洲火球网内开展活动。



与近地天体有关的空间飞行任务

行星研究所被选定为德国航天中心首枚“Kompaktsatellit”提供有效载荷，其中包括一系列小型地球轨道航天器。经过德国航天中心的内部竞争，“小行星发现者”项目胜出，该项目的目的是使用一台 25 厘米望远镜搜寻地内天体，望远镜的视场为 2x2 平方度，配有新型电子倍增电荷耦合器件照相机。该任务将是地面近地天体搜寻方案的理想补充，应于 2013 年开始运行，从而将搜寻范围扩展到从地面难以发现或无法发现的天空区域。预计“小行星发现者”项目将在一年的运行时间内探测到大约 10 个以前未知的地内天体（见 http://www.dlr.de/pf/en/desktopdefault.aspx/tabid-174/319_read-18911）。

已开始利用美利坚合众国国家航空航天局（美国航天局）的 Spitzer 太空望远镜（不用致冷剂的“温”Spitzer）进行波长范围 3 至 5 微米的观测。观测得出的数据将用来确定约 700 个直径千米以下近地天体的大小和反照率，这是确定近地天体物理特征的第一个重要步骤。德国航天中心编写的建议书中选，该中心获准在今后数年内进行 500 小时的观测，并将在数据分析中发挥关键作用。行星研究所开发的热模型将用来得出近地天体的大小和反照率，并在可能情况下得出有关表面特征的信息。

对近地天体的补充地面观测

活动的一个重要方面是利用位于夏威夷毛纳基山上的美国航天局红外望远镜设施等望远镜以及光学望远镜进行观测。研究所与西班牙卡拉阿托天文台合作，签订了一项使用 1.2 米遥控望远镜对近地天体进行光学光度测定和天文测量观测的合同，每年使用 100 个夜晚，为期三年。第一轮观测于 2009 年 4 月开始。

这些观测得到的数据使得有可能确定一些重要参数，如近地天体的大小、反照度、旋转参数和形状。解读这些观测数据需要大量的理论工作，并且需要对近地天体的物理特征进行计算机建模。不同望远镜提供的观测数据往往相互补充。在某些情况下，可从其他来源得到关于小行星的详细信息，如自旋向量和形状，在这类情况下，利用热红外数据可以得出关于大小、表面粗糙度、热惯量和风化特性的信息。

这项工作由研究所与美国（亚利桑那大学、麻省理工学院、夏威夷大学）和欧洲（贝尔法斯特大学、赫尔辛基大学、蓝色海岸天文台）的一些小组合作开展。几名研究所前研究生目前在亚利桑那大学斯图尔特天文台和蓝色海岸天文台工作，他们将继续与行星研究所的工作人员开展合作。

除了上述研究活动，还维护一个所有已知近地天体物理特性在线数据库。该数据库可在因特网上查阅（<http://earn.dlr.de>），并且每日更新。2009 年 9 月以来，该数据库累积输入了逾 6,300 个近地小行星的内容，这些内容取自 700 多篇论文中发表的关于近地天体物理特性的数据。数据库参引了近 1,000 种相关出版物。

理论研究和模拟

一项称作“行星演变和生命”的理论研究利用基于多物质流体动力学程序的先进计算机建模和模拟，分析撞坑的形成以及小行星和彗星撞击对地球的相关影响，例如喷出物的分布、撞击蒸汽喷流的化学过程以及撞击爆炸云的演变。使用一种多物质流行动力学程序，可以专门评价对海洋和陆地的特定撞击。该项目是开始于 2007 年、预定持续到 2012 年的一个研究联盟的一部分，由亥姆霍兹德国研究中心协会供资。

欧洲火球网

研究所参与欧洲火球网的运行工作，该网络由全天象照相机组成，记录与地球碰撞的大流星体的轨迹。欧洲火球网提供用来计算地球附近的质量流量以及较大天体撞击概率的基本数据。

欧洲火球网的照相机每天监测中欧的夜空。该网络由设在捷克共和国的 10 个照相站、设在斯洛伐克的 2 个照相站以及设在奥地利、法国和德国的 13 个照相站组成，大约每相隔 100 公里分布一个照相站，以覆盖共计 100 万平方公里的区域。2008 年，该网络共探测发现 41 个火球，创了历史记录（www.dlr.de/pf/desktopdefault.aspx/tabid-623）。

出版物

与上述研究活动有关的出版物可以应请求提供。小行星研究所的年度报告公布在因特网上（<http://www.dlr.de/pf/en/>）。

意大利

[原文：英文]

意大利航天局的仪器在目前正朝着预定目标飞行的航天器上进行的彗星和小行星等原始天体研究中发挥着重要作用。2009 年，在欧洲航天局“罗塞塔”号航天器飞往 67P/Churyumov-Gerasimenko 号彗星的途中，航天器上的仪器观察到了小行星 Steins，此事发生在 9 月 5 日。意大利制造的光学摄谱和红外成像系统广角照相机拍摄了该近地天体的第一批图片。与此同时，美国航天局“发现”飞行任务“黎明”号继续携带意大利的可见光和红外绘图分光仪飞往灶神星和谷神星。

日本

[原文：英文]

日本的近地天体活动是 1996 年日本空间护卫协会成立时开始的。日本空间护卫协会建造了一台近地天体探测宽视场 1 米望远镜用于近地天体观测，该望远镜于 2002 年启用，主要用于跟踪观测。日本空间护卫协会于 2006 年对这座 1 米望远镜进行了修理，修理后的望远镜能够探测到 20.5 星等的近地天体，与美国的卡特琳娜巡天方案和太空观察方案的探测等级相当。下表列有近地天体跟踪观测清单。

日本空间护卫协会在最近十年内开展了各种教育活动。为进行公众宣传，用英文、日文和西班牙文制作了一套介绍近地天体探测的教育材料，出版了两本书，并在杂志和报纸上发表了若干文章。2009 年，日本空间护卫协会在四个地点举办了空间护卫专题讨论会，并出版了题为“空间护卫问题研究”的研究公报第二期。

日本空间护卫协会的近地天体观测（截至 2008 年 9 月）

年份	近地小行星			彗星	
	观察数量	位置测量次数	位置测量总数	观测数量	位置测量次数
2000	23	205	4 240	20	113
2001	29	560	5 907	16	275
2002	24	243	2 018	13	339
2003	54	567	4 938	18	165
2004	23	233	2 908	4	20
2005	8	42	2 431	0	0
2006	25	297	3 224	5	66
2007	34	408	7 219	15	108
2008	31	162	4 534	14	110
2009	20	87	2 594	4	27
共计	271	2 804	40 013	109	1 223

关于近地天体的另一项重要活动是向称为“丝川”的近地天体派出的隼鸟飞行任务。这次飞行任务的科学目的是通过分析小行星的构成，获得有关太阳系起源的秘密的信息；为此，需要开发带回小行星样本的技术。2005 年秋，当小行星“丝川”较为靠近地球时，获得了大量的放大图像，并进行了带回“丝川”表面物质样本的试验。正在进行的隼鸟飞行任务定于 2010 年 6 月返回。这次飞行任务的成果不仅对于科学研究很重要，对于空间护卫也很重要，因为“丝川”是一种可能靠近地球的小行星，此次飞行任务是第一次对此类小行星进行

研究。日本宇宙航空研究开发机构目前正在考虑另一次采样返回飞行任务，这次任务如果成功，将提供另一类近地天体的信息。

缅甸

[原文：英文]

科学和技术部

导言

近地天体问题引起全球关切，任何国家在任何时间都可能遭受撞击带来的破坏性后果，尽管这种事情很少发生。因此空间机构和研究机构除注重从和平利用外层空间获取利益之外，还对近地天体进行调查，并制订危险缓减战略，以保护地球免遭此类有潜在危险天体的危害。缅甸目前虽然还不是一个航天国家，但仍然希望通过这一领域的研究和开发作出与自身能力相称的贡献。

关于近地天体缓减战略的研究和开发活动

缅甸科学和技术部的主要职能之一就是通过开展各种研究开发活动加强本国的开发工作。几年来，该部一直在开展空间科学和应用方面的活动，特别是在遥感和地理信息系统、卫星通信和航宇器等领域。在这方面，该部将开展一项近地天体研究和开发活动，目的如下：加强与国际空间科学和技术机构的合作；注重近地天体探测、跟踪和监测中使用的技术；促进有关当前和今后活动的信息共享，还有一个目的是促进认识和理解近地天体环境和缓减战略。

为了实现这些目的，这项研究和开发活动将包括下列内容：**(a)**建立一个宇宙研究小组，该小组将编写报告，偶尔也编写出版物；**(b)**对空间环境进行研究，重点研究近地天体的轨道区，随后更加密切地关注有潜在危险天体；**(c)**更好地熟悉这方面的技术诀窍，分析有关近地天体风险缓减系统和方法的科学和技术出版物；**(d)**研究有关议题，如近地天体的物质特征以及密度和大小，以便选择可能的缓减办法。

研究将不包括近地天体搜寻和探测等领域，因为目前的财务和技术资源还不充分。

1960年代以来，人们知道月球上的坑洞并非火山作用形成，而是由天体撞击而形成的。因此，地球可能有危险，因为质量比行星小的流星体、小行星和彗星等天体的轨道可能改变并与地球轨道交集，从而带来碰撞危险。预计这类撞击发生的时间范围可能以数百万年计。类似通古斯和东地中海事件的灾难性撞击提高了对这类天体可能给地球带来危险的认识。

可能迫切需要制订一项缓减战略，因为危险天体可能在接近地球前几天才被发现，或者撞击之前的警报时间可能非常短。因此，科学和技术部的研究和开发活动主要侧重于缓减系统。

防止近地天体与地球碰撞的两个主要战略是分裂和偏移。分裂可能仍会带来碰撞危险，因为碎片大小将难以预测。另一方面，改变危险近地天体的轨道需要足够时间。因此，必须根据天体的大小、构成和轨道参数以及可用时间选择一项缓减战略。将审查各种分裂或偏移有潜在危险近地天体机制的相对优点和缺点，并将考虑制作一个力学模型，其中将包含可能的偏移或分裂系统的各组成部分。

在选择缓减战略时，应当注意误用技术的风险可能大于小行星撞击的风险。在这方面，在知道碰撞威胁之前，应当做好充分准备、有效制订计划、及时作出决策并进行彻底研究。缅甸对此的贡献将是依据危险近地天体的最常见特征制作一个缓减系统模型。

结论

缅甸科学和技术部希望增进这一领域的知识和专门技术。鉴于危险近地天体事件不常发生，该部应当有足够时间为有关这一问题的国际合作作出贡献。该部还以支助空间科学家和技术人员为目的。

虽然认识到自身的贡献与航天国家的贡献不可同日而语，但缅甸将继续向和平利用外层空间委员会报告本国研究和开发活动的成果。

波兰

[原文：英文]

在近地天体领域，进行了网络中心观测和模拟系统研究，以收集和处理近地天体观测所获取的数据。波兰火球网目前负责运作一个近地天体观测系统。

西班牙

[原文：西班牙文]

欧洲航天局“提高对空间情况的认识”方案涉及保证欧洲空间资产的安全运作。该举措包括近地天体的探测以及监测和研究等活动。

西班牙为该方案提供了许多设施，包括几个专门探测近地小行星的天文台。近地天体动态网站系统中心也很重要，该中心对一个小行星与地球碰撞的风险进行系统监测。该中心还是一个与近地天体有关的数据中心，为用户提供服务，如提供近地天体轨道数据以及这类天体靠近地球以及太阳系其他天体的相关估计。

大不列颠及北爱尔兰联合王国

[原文：英文]

英国国家航天中心继续积极致力于解决近地天体问题，鼓励在国家、欧洲和国际各级进行协调，以便就了解近地天体的威胁并制定有效措施对付这一威胁达成一致意见。除其他以外，这一领导作用的一个表现是联合王国担任第 14 行动小组主席以及和平利用外层空间委员会近地天体问题工作组主席。

联合王国以其天文、行星科学和空间监视能力为基础，具备很强的近地天体研究能力，英国国家航天中心经常利用这种能力提供公平的技术支助和建议。2009 年，联合王国的各个组织开展了广泛的活动，现将其中一些活动简要介绍如下。

对近地天体群体进行远距离观测和测量

来自达拉莫大学、贝尔法斯特皇后大学和爱丁堡大学的一批联合王国天文学家携手加入了美国和德国的研究所组成的小组，以使用一台先进的新型望远镜，即全景观测望远镜和快速反应系统（Pan-STARRS）。该望远镜配有世界上最大的数码像机，位于夏威夷茂宜岛上，其主要目的之一对近地天体和太阳系内外的其他天体进行观测，并确定其特性。贝尔法斯特皇后大学的天文学家在继续获取关于已确定在今后 100 年内撞击地球风险不大的近地天体的天文数据，目的是更准确地计算这类天体的轨道。

开放大学利用来自超级广角行星搜寻巡空照相机提供的数据，对缓慢旋转的（主要是主带）小行星的光变曲线展开研究，并继续发布近地天体观测结果（热建模和红外光谱学）。

对近地天体群进行实地观测和测量

在开放大学，除了为认识太阳系内较小天体的形成而进行的理论研究之外，还正在进行一些实验方案。其中一项是研制一种硬度测量装置，以模拟固定在着陆航天器上的硬度计所产生的高质量、低速度冲击。近地天体表面可能比较脆弱，硬度计是能否在这种表面上进行实地测量以提供有关该天体的结构和力学方面的信息的关键，而这类信息对于能否成功缓减或消除该天体非常重要。更广泛地说，开放大学有意制作仪器，用于近地天体和太阳系中其他较小天体的实地物理研究和地质化学研究。这有助于开放大学在通过欧洲空间局“宇宙观”方案提议的“马可波罗”近地天体取样返回飞行任务中发挥主要的科学作用。此外，开放大学还继续利用其属于联合王国宇宙化学分析网一部分的世界级成套地理化学实验室，在流星和地外取样分析领域展开有关近地天体的研究。

风险评估

南安普敦大学的航天研究小组正在对近地天体撞击地球的结果进行大量研究。南安普敦大学的近地天体研究方案旨在评估直径在 1 公里以下的小型近地天体对地球造成的全面威胁。近地天体的撞击所造成的结果会影响到地球生态系统，并会对人类造成严重影响。研究中的主要挑战是说明撞击产生的每一种影响，并研制适当的模型进行模拟。为此，正在研制的计算机模拟工具能够模拟小型近地天体的撞击。这一工具可以建立有关局部和全球范围的危害的模型，跟踪撞击对人类造成的影响。撞击产生的每种结果都会对人类和基础设施造成不同程度的影响。因此，模拟的主要部分是对死亡率和基础设施损失进行分析。在计算伤亡人数和基础设施毁坏程度以后，就可确定近地天体撞击事件总体危害评估的等级。

减缓

格拉斯哥大学开展的工作的目标是形成基本的最佳控制理论，将其应用于拦截危险的近地天体。将对时间、质量、轨道纠正、最大偏移等各种参数进行优化。还将研究各种办法的稳健性，以考虑到近地天体动力学和边界条件方面的不确定性。将考虑从太阳帆到核推进等各种推进办法，并评估每种办法的优缺点。将研制现实情景中的数字模拟，以研究这些办法的效果，为了评价最佳轨道和偏移方法，将把模拟数据制成动画。这项三年期方案由工程和物理科学研究理事会资助。

信息传播

联合国仍有两个负责向公众和媒体提供近地天体资料的中心。

第一个中心是设在前波伊斯天文台的空间护卫中心，该中心位于威尔士中部奈顿附近。该中心作为国际空间护卫信息中心代表着空间护卫基金会。该中心建立了全国彗星和小行星信息网，并且拥有一个完善的推广方案。它目前同其他国家的空间护卫组织建立了联络关系，并且鼓励建立新的空间护卫组织。该中心还担任了霍基斯望远镜小行星项目的首席科学顾问，并且正在研制将部署在肯尼亚和联合王国的机器人近地天体测量系统（空间护卫近地天体测量项目）。

第二个中心是联合国近地天体信息中心，该中心是根据联合国政府有潜在危险近地天体工作队近地天体情况报告建议 13 和 14 设立的。依据同英国国家航天中心的合同，近地天体信息中心由英国国家航天中心领导下的一个企业集团运作。主要中心设在位于莱斯特的国家航天中心，里面有一个近地天体展览，并为公众和媒体问询提供了主要联络点。在近地天体领域开展活动的以下七个学术机构形成的网络为该中心提供咨询。这些机构是：贝尔法斯特皇后大学、联合国天文技术中心、自然历史博物馆、玛丽皇后学院、伦敦大学、帝国学院和莱斯特大学。除此之外，还有三个区域中心，它们有在线展品并且能使用信息中心的设施。这三个中心分别设在贝尔法斯特 W5 科学中心、伦敦国

家自然历史博物馆和爱丁堡皇家天文台。信息中心的网站（www.spacecentre.co.uk）提供虚拟展览、资料区（供教育工作者和媒体使用）以及近地天体的最新消息，包括常见问题。通过该网站，还可以查阅联合国王国工作队的报告。

政策方针

联合国对近地天体的基本政策方针是，承认这类撞击物的确构成威胁，虽然发生这类撞击的概率很低，但一旦发生就可能成为灾难性事件。该政策方针还承认，这类天体不受国界限制，就影响范围而言，近地天体的危险是一个全球性问题，只有开展国际合作与协调才能加以有效解决。

三. 从国际组织和其他实体收到的答复

国际天文学联盟¹

[原文：英文]

美国航天局的近地天体方案

绝大多数近地天体是被美国航天局资助的宽视场望远镜观测发现的。挑选有竞争优势的经同行审评的建议书构成美国航天局资助近地天地搜寻观测、后续观测方案和提供近地天体物理特性信息等工作的依据。美国航天局目前支助的近地天体观测小组包括：卡特琳娜巡天方案、麻省理工学院林肯实验室的林肯近地小行星研究方案、亚利桑那大学月球和行星实验室的太空观察方案。对夏威夷大学运作的 Pan-STARRS 方案的资助已经停止，因为该方案至今尚未运转起来。

对这三个方案概述如下：

卡特琳娜巡天方案目前在发现近地天体方面成果最为显著。该方案运作三个经过修整的望远镜，这些望远镜全部使用相同的减薄、多路酷冷冷却 4Kx4K 电荷耦合器件（CCD）照像机：

(a) 最初的卡特琳娜方案使用一台视场 2.9x2.9 度的 0.7 米 f/1.8 斯密特望远镜，该望远镜位于斯图尔特天文台卡特琳娜站（海拔 2,510 米，亚利桑那州塔克森东北 20 公里处）；

(b) 赛丁泉观测使用视场 2.0x2.0 度的乌普萨拉 0.5 米 f/3.5 斯密特望远镜，该望远镜位于澳大利亚赛丁泉天文台（海拔 1,150 米），是与澳大利亚国立大学天文学与天体物理学研究学院共同运营的；

¹ 国际天文学联盟以英文提交的原始文件，包括本文件中的图像和提到的网络链接，可在秘书处外层空间事务厅网站（<http://www.unoosa.org/>）查阅。

(c) 莱蒙山观测使用一台视场 1.0×1.0 度的 1.5 米 $f/2.0$ 主焦点望远镜，该望远镜位于斯图尔特天文台莱蒙山站（海拔 2,790 米，亚利桑那州塔克森以北 18 公里处）。莱蒙山 1.5 米望远镜和赛丁泉 1.0 米望远镜还用来对有趣的近地天地进行天文学跟踪观测和物理观测。

麻省理工学院林肯实验室与空军合作，一直在运作一个近地天体发现设施，该设施使用 1 米孔径的地面电子光学深空监视系统（电光监视系统）望远镜，目的是对地球轨道航天器进行光学观测。林肯近地小行星研究方案使用的电光监视系统仪器设在林肯实验室位于新墨西哥州索科罗的实验测试场。1996 年初进行的测试表明，搜寻系统具有很光明的前景。1997 年 3 月至 7 月期间，现场测试中使用了一台 $1,024 \times 1,024$ 像素的 CCD 探测器，虽然该探测器仅占据望远镜视场的大约五分之一，依然发现了四个近地天体。1997 年 10 月，使用了一个占据望远镜 2 平方度视场的大幅面 CCD ($1,960 \times 2,560$ 像素)，发现了 9 个新的近地天体。1997 年 11 月至 1998 年 1 月，在同时使用小幅面和大幅面探测器之后，又发现了 5 个新的近地天体。自 1999 年 10 月起，该系统添加了第二台 1 米望远镜。

目前，林肯近地行星研究方案的望远镜每晚对每块天空进行五次观测，主要是沿着黄道平面进行搜寻，预期多数近地天体在这个位置。这些望远镜的 CCD 的灵敏度，特别是其相对迅速的读出率，使得林肯近地行星研究方案每晚能够覆盖大面积天空。

1984 年以来，空间观察系统在斯图尔特天文台使用一台 0.9 米孔径望远镜以发现近地天体。这台望远镜最初于 1923 年安装在亚利桑那大学校园，1963 年移到亚利桑那州基特峰。1982 年，这台仪器被捐给空间观察小组，1984 年，成为使用电子探测器（CCD）而非照像底片或胶片来探测和发现小行星和彗星的第一台望远镜。

最初在 1984 至 1998 年期间使用的是 320×512 RCA CCD 探测器，1989 至 1992 年期间改用一台大幅面 $2,048 \times 2,048$ CCD 探测器。该系统域宽 38 弧分，极限星等 20.5。1992 年，安装了一台减薄 $2,048 \times 2,048$ CCD，将极限星等降至 21.0，CCD 灵敏度（量子效率）提高了一倍，达到 70%。每个月有 23 个夜晚使用 0.9 米望远镜搜寻近地天地。通过锁定赤经轴，并允许星空从其视场漂移而过（“漂移—扫描”），同时 CCD 探测器被不断读出，这台望远镜扫描速度可达每月大约 200 平方度天空，极限星等降至 21。每个空域被扫描三次，相隔时间大约 30 分钟，以检查哪些天体相对于背景星在移动。

空间观察系统第一次使用 CCD 发现近地天体，第一次使用 CCD 发现一颗彗星，第一次使用自动图像处理软件发现一颗近地天体。2001 年，空间观察小组开始使用一台新建的 1.8 米孔径望远镜进行观测，该望远镜是为跟踪观测在发现之后变得暗淡的行星而设计的。2002 年底，在 0.9 米孔径望远镜上增加了一个大型拼接 CCD 相机（四个 $4,608 \times 2,048$ CCD），并更换了光学系统，以便增宽视场（2.9 平方度）。现在，0.9 米望远镜以“凝视”方式而不是以前的“漂移-扫描”方式工作，而 1.8 米望远镜则以“漂移—扫描”方式工作。

2005 年至 2008 年，空间观察小组逐步将重点转移到对获取准确的轨道数据至关重要的跟踪观测。除这些活动外，空间观察小组还参与了半人马座和外海王星小行星群体以及短周期彗星慧核大小的研究。

小行星中心是一个彗星、小行星和太阳系其他天体天文和光度测量数据中央交换所。它还与同在一处的中央天文电报局一道，提供这些天体的轨道和星历表信息，并确定发现人，以及指定正式编号和名称。对于近地天体，小行星中心收集、编排并验证数据，提供初步轨道数据和星历表，贴出需要通过补充观测加以确认的暂订近地天体清单，并在适当情况下提供有关撞击地球的预测。

小行星中心由设在马萨诸塞州坎布里奇的美国史密森天体物理观测台运营，由国际天文学联盟第三处提供支持。当前，小行星中心的运营主要通过美国航天局近地天体方案提供经费，国际天文学联盟、一些个人和基金会提供补充经费。

除了支助上述近地天体搜寻设施之外，美国航天局还支助多个对最近发现的天体开展跟踪观测的天文台。为确保新近发现的天体的轨道足够准确，不至丢失该天体，必须进行跟踪观测。除了卡特琳娜巡天方案和太空观察方案所做的工作外，这些重要的跟踪天文台还包括美国的马格达莱纳岭天文台和天文研究所。其中许多跟踪观测信息是国际专业和非专业天文学家提供的。所谓非专业天文学家只是名义上非专业而已：许多人掌握了高超技术，拥有重要的设备，其工作十分专业。美国航天局也为各项研究近地天体物理特性的观测方案提供资助。

下一代近地天体搜寻方案

美国航天局目前支助的所有近地天体望远镜搜寻设施所使用的望远镜最初都不是为这一目的设计的。下一代近地天体搜寻设施将采用宽视场观测望远镜，这种望远镜能够在给定的曝光量中发现昏暗得多的天体。下一代搜寻设备的典范就是上文提到的 Pan-STARRS 和大口径综合巡天望远镜。

利用美国国防部提供的发展供资，目前在夏威夷毛威岛哈莱亚卡拉运行的 Pan-STARRS 1 望远镜是一台单一的 1.8 米孔径望远镜。这项计划旨在利用新开发的极大幅面 1.4 千兆像素 CCD 照相机每晚两次采集部分夜空（7 平方度）的 CCD 图像，并在每个朔望月（28 天）三次覆盖整个可达夜空。因此，每个移动的近地天体在每 28 天内，将在被发现的第一个夜晚接受两次观测，并在另两个夜晚接受两次额外的观测。一旦 Pan-STARRS 4 望远镜与四台 1.8 米孔径望远镜协同运行，该系统就能以高于 Pan-STARRS 1 单一望远镜系统一倍的灵敏度（穿入太空的深度提高 0.75 星等）拍摄空间领域的图像，定期测量目视星等 23 的天体。目前，Pan-STARRS 1 系统已经建成，预计将于 2010 年底全面投入使用。

大口径综合巡天望远镜将由美国国家科学基金、能源部、私人捐助方以及多个其他学术界和机构赞助者提供资金。望远镜的计划孔径为直径 8.4 米，视场为 9.6 平方度。该望远镜将设在智利北部的帕切翁山，如果能够得到必要的额外供

资，计划将于 2016 年启用。该观测计划将在每三个夜晚覆盖一次全部可达天空，观测暗于目视星等 24 的天体。

虽然无论是 Pan-STARRS 1、Pan-STARRS 4 还是大口径综合巡天望远镜都不会仅用于研究近地天体，但所有这三个方案都把发现近地天体作为一项主要科学目的包括在内。搜寻望远镜的视场乘以望远镜的孔径面积得到的乘积往往被用于衡量一项观测发现近地天体的效率。该乘积被称为“系统扩展量”，目前正在运作的性能最好的发现系统（卡特琳娜巡天系统）的系统扩展量约为 2。Pan-STARRS 1、Pan-STARRS 4 和大口径综合巡天望远镜的扩展量将分别约为 12、51 和 319。

小行星中心与设在喷气推进实验室和比萨的轨迹计算中心的互动

虽然本报告以喷气推进实验室的近地天体方案办公室为重点，但下文也概要介绍了位于马萨诸塞州坎布里奇的小行星中心及设在喷气推进实验室和意大利比萨的近地天体轨迹计算中心开展的活动及其相互间的互动。

小行星中心迅速向喷气推进实验室和设在比萨的中心提供尤其是近地天体的天体测量数据和最初轨道信息。喷气推进实验室一旦收到数据，将自动确定近地天体的轨道，并利用可立即从喷气推进实验室近地天体网站得到的关于该天体今后接近地球情况的信息，确定其今后的轨道。如果自动软件系统注意到某个天体有可能特别接近地球，该天体进入自动哨兵系统，哨兵系统将计算潜在撞击地球的概率和相关信息，如撞击时间、相对速度、冲击能、撞击标度值等。哨兵警报自动发布在近地天体方案办公室网站（<http://neo.jpl.nasa.gov>）。对于撞击概率较高、有高冲击能和（或）撞击时间间隔短的天体，哨兵系统将通知近地天体方案办公室工作人员，以便在向网站公布结果之前手动核实情况。对于后一种情况，首先要核查结果是否准确，随后将结果送交比萨核实。在比萨中心，也将开展类似的工作，如果哨兵系统和比萨的系统得出类似的结果，相关信息将几乎同时公布在喷气推进实验室和比萨中心的网站上。由于哨兵系统和近地天体动态网站系统是两个完全独立的系统，因此在公布关于尚未排除撞击地球可能性的、受到高度关注的天体的信息之前，这种交叉核查提供了一个非常有价值的核实程序。

美国国家航空航天局的近地天体方案办公室

1998 年 7 月，美国航天局在喷气推进实验室设立了近地天体方案办公室，以协调和监测有关近地天体发现和近地天体今后动向的工作，并计算其接近地球的情况，并在适当时计算它们撞击地球的概率。1999 年 3 月，近地天体方案办公室推出了一个近地天体信息网站。

近地天体方案办公室从小行星中心接收天体测量数据和最初轨道信息，随后依据收到的补充数据不断改进这些轨道信息和相应得出的接近地球情况预测。一旦新轨道与可用的观测（天体测量）数据成功吻合，将及时合并该天体的轨道数据，以指出该天体在下一个 100 年内任何接近地球的情况。喷气推进实验室

的轨道计算采用了最先进的数值计算机模型，该模型考虑到行星、月球、大的小行星体引起的引力摄动以及相对的热再辐射和（或）除气（非引力）效应。这些更新的轨道数据和接近地球信息是自动计算的，并立即公布到近地天体方案办公室的网站。那些尚不能排除撞击地球的可能性的物体会被自动提交给哨兵系统作进一步的风险分析。

哨兵系统将对某一物体今后可能的轨道进行检查，并计算其撞击地球的概率，以确定未来具体的撞击日期。这些结果立即发布到喷气推进实验室近地天体网站上。但是如果哨兵系统发现相对较大的物体，其撞击概率相对较高和（或）可能撞击地球的时间间隔较短，就会出现唯一的例外情况。在这种例外情况下，一封电子邮件将发送给近地天体方案办公室工作人员，要求在把信息发布到网站之前对情况进行核查。这种手动核查程序包括：与比萨的同事进行电子通信以便对结果进行比对，如果结果得到确认，将这些结果通知美国航天局总部。喷气推进实验室将利用独立的“蒙特卡洛程序”进一步核实结果，确定数以千计的略有不同的变体轨道，这些变体轨道可用于与现有的观测结果成功地吻合，然后在数字上把每个轨道与可能的撞击地球的时间相结合。在可能的撞击地球时的轨迹群的扩展提供了可靠的撞击地球概率。因为“蒙特卡洛程序”需要大量的计算机资源，它只用来验证速度更快的哨兵系统得出的结果。

除了（哨兵系统提供的）关于轨道、今后接近地球的情况、撞击地球的概率和情形的最新信息之外，喷气推进实验室近地天体网站还提供以下信息：

- (a) 有关近地天体搜寻方案的说明以及与这些方案网站的链接；
- (b) 表明近地天体发现历史的图表和统计资料，从中可以看出自 1998 年以来发现率有了极大提高；
- (c) 有关近地天体空间飞行任务的说明以及与每个方案的链接；
- (d) 关于近地天体的常见问题；
- (e) 所有彗星和小行星的互动轨道图；
- (f) 轨道要素和绝对星等（亮度估计值）；
- (g) 美国航天局最近与近地天体有关的报告；
- (h) 关于近地天体方案办公室团队最近所做研究的报告，例如使用重力牵引器偏移威胁地球的近地天体；
- (i) 最近在近地天体网站上贴出的新闻稿；
- (j) 天文学家使用的时间排序表（星历表），用于确定任何天体的天空位置、速率、太阳和地球距离、视亮度以及关于任何特定天体的 100 多类其他资料。国际科学界也使用了曾获奖的喷气推进实验室网上地平坐标系，以获得太阳系中目前已知 450,000 个天体的精确星历表信息。这些物体包括太阳、行星和它们的卫星、小行星、彗星以及许多航天器。观测人员、研究人员和飞行任务规划人员广泛使用该系统规划观测活动，追踪空间和地面望远镜的目标以及航

天器。自 1996 年 10 月启用以来，地平坐标系已对来自 300,000 个不同地点的千万次以上请求（平均每天 2,200 多次请求）做出了回应。

近地天体方案办公室最近的成绩包括：

(a) 发现一颗编号为 2009 VA 的新的行星，其直径只有约 7 米，2009 年 11 月 6 日约美国东部时区 16 时 30 分以与地球表面大约地球半径两倍（14,000 公里）的距离穿过。这是有记录的一颗编入目录的小行星以已知的第三近的距离接近（非撞击）地球；

(b) 方案办公室人员利用最新的天文测量观测数据重新计算近地天体 Apophis 的轨道，以改进现有观测数据的精确度。根据重新计算，2036 年与地球发生危险撞击的概率大大降低，从 1:45,000 降到了 1:250,000；

(c) 方案办公室人员完成有关缓减威胁地球近地天体的两项研究。这些研究分别报告了利用重力牵引器偏移小型小行星的可行性以及近距离接近地球期间的动态“匙孔”，这种动态“匙孔”将能够承受随后与地球遭遇时的一次撞击。重力牵引器如果能利用动态匙孔的影响将取得最佳效果；

(d) 迅速、成功地预测 2008 TC3 号小行星（直径几米）于 2008 年 10 月 6 日格林尼治平时 2 时 46 分在苏丹北部撞击地球，并成功收回这次撞击产生的陨石。

近地天体方案办公室已在使用的自动软件系统的开发工作考虑到下一代搜寻活动，预计届时发现率将增加不止一个数量级。出现这种情况时，将需要更多的计算机同时运行以处理额外的工作量。不必对软件进行重大改变。下一代搜寻活动将发出的撞击地球警报数量可能是现有数量的 40 倍（大多数警报是在不精确的初步轨道数据尚未排除撞击地球可能性的情况下发出的）。虽然还需要对一些程序和界面进行完善，但喷气推进实验室近地天体方案办公室完全有能力处理增加的活动。

有威胁近地小行星的缓减

虽然好莱坞曾设想一些有趣的办法阻止将与地球碰撞的小行星，但这项任务从未授予任何国家机构或国际机构，也从未发现这样的小行星。不过，还是有许多学术和技术研究在探讨如何避免破坏性的小行星撞击。主要的近距离威胁是由小行星造成的，因为在内太阳系中，它们的数量以 100 比 1 的倍数超过彗星。

威胁地球的小行星可能的规模、轨道和预警时间有很大差异，这就意味着找到适当的应对办法的困难程度各不相同。除非有几十年的预警时间，否则偏移或分裂直径大于数百米的危险小行星需要很高的能量，也许是核爆炸产生的能量。

对于直径小于数百米但数量多得多的行星，如果有几年到十年的充分预警，就可以发送一个加重型机器人航天器与该天体碰撞，改变其速度以缓慢改变其轨道，最终防止其撞击地球。“深度撞击”航天器于 2005 年 7 月 4 日故意撞击

坦普尔-1 号彗星，以便研究其构成，从而使用于撞击小型天体的航天器导航技术得到成功地证明。

已经较详细地研究了核爆炸和航天器撞击用于偏移威胁地球的天体。最近，对于可能在预计撞击之前几年以与地球较近距离飞越的少量小行星提出了另一种选择，近距离遭遇对小行星的动态有非常大的影响，以致在靠近之前其速度的相对微小的变化在飞越时可能被数倍地放大，从而导致该小行星在下次飞越时不与地球相撞。在这些相对不常见的情况下，即使是小行星和附近的“微推力”航天器（俗称“重力牵引器”）之间的重力引力相对较小，也足以改变小行星的速度，防止其撞击地球。

成功的缓减要求及早发现有威胁的小行星并描述其物理特性，以便能够作出适当的反应。当前美国航天局近地天体方案就是依据这一思想运作的。不过，由于较小型近地天体过多，最大的撞击威胁是由难以提前探测的相对小的天体造成的。因此，对地球上将受最近发现的较小撞击物即将到来的碰撞影响的地区，还必须发出通知，予以疏散。不过，如果天体可以及时发现，并利用航天技术使之成功地偏离威胁地球的轨道，将极大地证明我们的航天能力。

航天新一代咨询理事会

[原文：英文]

作为近地天体问题行动小组的成员，航天新一代咨询理事会认识到近地天体问题工作组工作的重要性，并大力支持该工作组的工作。如工作组 2009 年工作计划所述，国际天文学年可作为提高对近地天体威胁的认识的框架。航天新一代咨询理事会理解需要增进青少年的认识，致力于开展旨在增进其参与的宣传推广方案。

航天新一代咨询理事会自 2008 年以来每年举办一次“移动小行星”竞赛，这项竞赛要求学生和青年专业人员就如何偏移小行星提出新颖的建议。专家对提出的建议进行评审，竞赛优胜者有机会在与国际宇航大会联合举办的航天新一代咨询理事会年度大会即航天新一代大会上宣读论文。通过该竞赛，青少年积极参与近地天体活动并分析相关的问题。

航天新一代理事会是 2009 年 4 月在西班牙格拉纳达举行的第一次国际宇航科学院“行星护卫会议：保护地球免受小行星危害”的正式共同举办方，理事会两名成员担任组委会成员。理事会利用这次机会宣布了 2009 年“移动小行星竞赛”，并就几个重要的缓减议题向专家阐明了自己的观点，其中包括政治政策、提高公众认识和利用核装置。有关镜头被用来制作一部面向公众的记录片，以使他们准确地认识近地天体的危险和将来的用途，这些可在航天新一代咨询理事会网站查阅。

理事会成员在 2009 年 4 月份于美国内布拉斯加举行的近地天体会议上以及在 10 月份于大韩民国大田举行的国际宇航大会上就本理事会的近地天体活动作了专题介绍。

理事会打算继续提高认识，促使青少年参与近地天体领域的活动，并向青少年通报当前问题，如行动小组的工作。理事会相信，公众特别是青少年了解情况可对缓减近地天体造成的挑战产生积极影响。

世界安全基金会

[原文：英文]

2009 年，世界安全基金会成为近地天体问题行动小组的正式成员。为了支持近地天体工作，基金会与内布拉斯加大学空间和电信法方案共同在美国内布拉斯加州林肯举办了一次近地天体管理讲习班，重点讨论国际法律和政策。一周之后，基金会在第一次国际宇航科学院“行星护卫会议：保护地球免受小行星危害”上宣读了这次讲习班的结论，并主持了近地天体管理国际问题会议。

2009 年，基金会向内布拉斯加大学提供赠款，用于研究与近地天体有关的法律问题，并与行星协会一道帮助出版一期《行星报告》近地天体专刊（将在 2010 年出版），向空间和教育杂志投稿，并就作者 Mike Moore 编写一本关于保护地球的书稿向其提供帮助。

世界安全基金会计划在 2010 年开展下列行星护卫活动：举办一次宣传、分析和警报网络讲习班，与 Wiki 一道为新闻工作者、国会议员和外交官编写一本近地天体初级读本。
