

浩瀚的太阳系中,围绕太阳公转的不仅有八大行星,还有千千万万个个头不等、形状各异、运行轨道不同的小行星。小行星是太阳系原始星云在长成行星过程中的中间产物,也被称为太阳系建筑大厦的“活化石”。在前不久举行的第三届深空探测(天都)国际会议上,我国科学家提出了中国小行星探测、防御和资源开发利用构想,并向国际伙伴发出了合作倡议。

数十亿颗小行星,是太阳系形成与演化的“活化石”

太阳系小天体包括小行星和彗星。其中,小行星是指轨道环绕太阳运行、体积和质量比行星和矮行星小,并且不易释放出气体和尘埃的小天体。太阳系中有数十亿颗小行星,由近及远分为近地小行星、主带小行星、特洛伊小行星、半人马小行星、柯伊伯带小行星等,它们是太阳系形成与演化的“活化石”。如果小天体的近日点距离小于1.3AU(AU为天文单位),则被称为近地小行星。

小行星富含铁、镍、铂族金属以及水冰等资源,主要分为金属质、碳质和硅酸盐质三大类。其中,金属质小行星富含铁、镍、铂族等金属,如灵神星由金、镍等贵金属构成;碳质类小行星蕴藏水资源,可用于推进剂、生保物资的原位生产和补给;硅酸盐质小行星中的硅酸盐矿物等,可作为太空建筑的原材料,减少从地球运输材料的成本,大幅提高探测效益。

小行星发现目前主要依赖地基光学、地基雷达和天基红外等手段。自上世纪90年代开始,世界上开展了10余次小行星探测、防御与勘察任务。

在小行星探测方面,2003年发射的日本隼鸟号探测器,首次实现了对系川小行星采样返回。2012年12月,我国发射的嫦娥二号探测器对图塔蒂斯小行星完成了飞越探测,成功拍摄并回传了数百张高清晰度照片。2014年日本发射的隼鸟二号,带5.4克小行星“龙宫”样本返回地球,为小行星特性、生命起源研究等提供了关键线索。

在小行星防御方面,2005年,美国成功实施了“深度撞击”任务,验证了动能撞击防御的技术可行性。随后,美国和欧空局联合开展了“小行星撞击偏转评估计划”,2022年9月成功实施了“双小行星重定向测试(DART)”任务,证明动能撞击技术可有效改变小行星轨道。欧空局于2024年10月发射了赫拉探测器,计划对DART任务撞击效果进行观测,评估双小行星系统受到的影响。

在小行星资源开发利用方面,美国于2023年成功对水资源丰富的小行星“贝努”完成采样返回。2023年发射了“灵神星号”探测器,计划对含有大量黄金的灵神星进行详查。2025年5月,我国天问二号探测器成功发射,目标是对近地小行星进行采样返回。

构建小行星防御能力,是全人类共同的任务

近地小行星是对地球最具潜在威胁的天体之一,小行星撞击也被联合国列入威胁人类生存的二十大灾难。科学界普遍认为,6600万年前,一颗直径大约10公里的小行星撞击地球导致了包括恐龙在内全球大约75%的物种灭绝。1908年6月30日,通古斯大爆炸,超2000平方公里的森林被摧毁。2013年,一颗小行星在俄

院士讲科普

读者:最近看到一个热搜话题,“我国规划撞击一颗小行星”,有种科幻照进现实的感觉。小行星是颗什么“星”,为什么要去撞击它?假如小行星撞地球,我们怎么办?
编辑:这些话题听起来很科幻,但其实离我们并不遥远。今年年初,“一颗编号为2024 YR4的小行星可能会在2032年撞击地球”的消息曾引起热议。就在9月3日晚,一颗近地小行星2025 QD8在21万公里外与地球“擦肩而过”。近日,中国探月工程总设计师、深空探测实验室主任兼首席科学家吴伟仁院士就探索小行星的那些事向读者进行了一些科普。

我们为什么要去撞击小行星

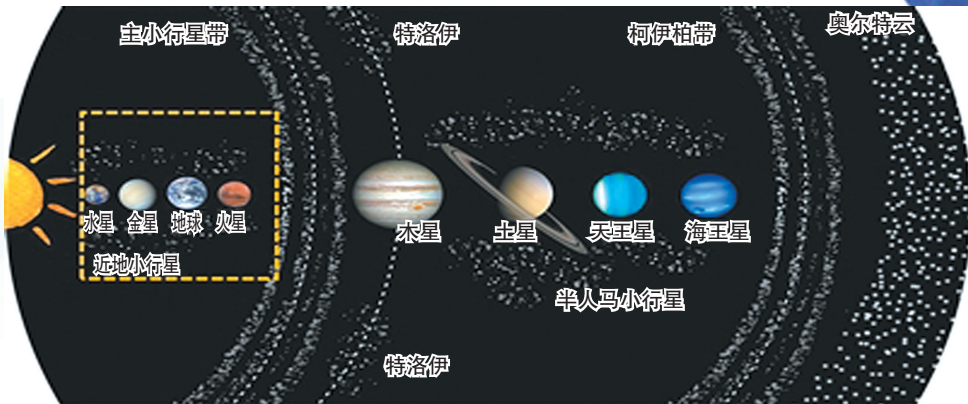
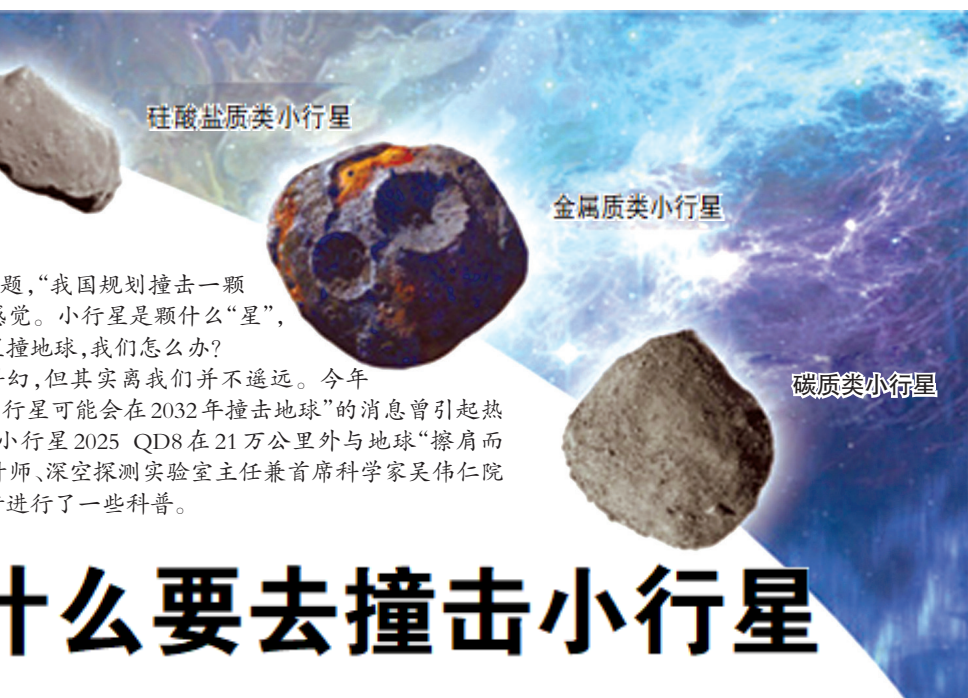
罗斯车里雅宾斯克地区高空爆炸,造成约1500人受伤,约3000栋房屋受损。高破坏性撞击事件,概率极小,但危害极大。

但是,我们对于小行星的研究还远远不够。截至2025年3月,人类共发现了38171颗近地天体,其中包括38048颗近地小行星和123颗近地彗星。但由于监测难度大,还有大量近地小行星尚未轨道编目,据统计,近地小行星中完成编目的数量只占真实数量的1%。2025年初,编号为2024 YR4的小行星撞击概率曾升至3.1%,给全球带来了极大震动。就在9月3日22时56分,一颗最近发现的近地小行星2025 QD8飞过地球,距离地球只有21万公里。这颗小行星平均直径约为38米,飞越地球时速度达到了12.5千米/秒。

面对这些“不速之客”,有哪些应对之策?

近年来,中国国家航天局相继启动了近地小行星探测计划和行星防御等工程论证和实施,明确提出“论证建设近地小天体防御系统”。我国科学家从监测预警、在轨处置、体系应对等方面,提出了建设相对完善的近地小行星探测与防御体系战略构想。一是构建精准预警、常态运行的天地一体化协同监测预警体系。地基方面,充分利用国内现有专用和兼用望远镜,并考虑将来部署更大口径望远镜,积极布局地基雷达,与地基光学望远镜形成多口径搭配、多功能结合、高效协同的地基监测网。天基方面,优选稳定值守轨道部署观测航天器,构成多轨位多手段综合地基监测网络。在此基础上,构建小行星探测与防御综合服务系统。二是形成“动能撞击为主、多技术互补”的处置能力,建立近地小行星防御任务库,实现“发现即有预案、风险即能应对”。

我国科学家论证提出2027年前后实施小行星在轨处置演示验证任务,首次动能撞击任务主要实现三大目标:一是成功改变目标小行星的轨道;二是对撞击过程进行全程



太阳系内小行星分布示意图

观测,获取撞击瞬间的速度、能量传递等关键数据;三是在撞击后,对小行星的轨道变化、形貌等进行持续观测,评估撞击效果。

演示验证任务提出后,受到广大公众的热切关注。网上也出现了许多分析、解释文章,从侧面反映了大家的热情。当然,有些文章可能不是那么严谨,有些解读也不是特别准确。

这项任务具体来说,就是对距地球1000万公里左右的小天体实施动能撞击,使其产生3到5厘米每秒的速度增量,以期改变其原有轨道,验证动能撞击的可行性,且验证在100年内无撞击地球风险。

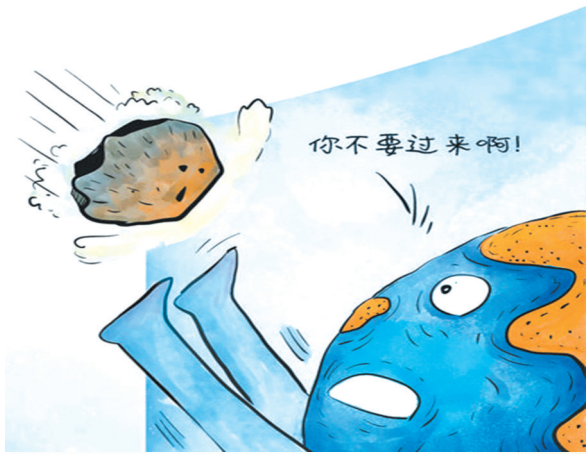
站在守卫地球安全与人类延续的角度来看,构建小行星防御能力,是全人类共同的任务。中国作为负责任的航天大国,有责任、有义务、有能力贡献中国智慧、发挥中国力量,系统构建小行星探测与防御体系,和世界一起守卫我们的地球家园。

小行星有丰富资源,是未来深空经济的重要支撑

小行星撞击是全人类共同面临的潜在威胁,但随着探测、防御能力提升,与小行星的“亲密接触”,有望打开太空资源的更多可能。虽然小行星防御受到较高关注,但对其进行探测与资源开发利用同样重要。

小行星资源开发与利用,是指对小行星矿物、水冰等资源的探测、开采、加工、运输及利用的一系列经济活动,包括勘察与评估、开采与加工、运输与利用等主要环节。首先通过地面观测台站、深空探测器等进行勘察,筛选目标小行星。然后,发射探测器到目标小行星,由作业机器人进行开采作业,并在小行星轨道或附近空间站进行在轨加工,初步处理与提纯。最后,通过重复使用的往返运输器,将加工后的资源送往近地轨道或返回地球,形成“太空供应链”。

小行星开发利用具有重要的经济价值,主要航天国家对此高度重视。根据国际权威机构估算,目前探测较为充分的约1000颗小行星中,有700余颗的单颗价值超过100万亿美元,未来30年主带小行星资源开发价值超过7万亿美元。这一领域不仅是深空探测的重要方向,更是未来深空经济和地外资源补给的重要支撑。随着空间核能源、量子技术、具身智能等新技术不断取得突破,将大力推动小行星资源开发利用走向智能化、低成本、商业化运营模式,逐步形成规模化小行星资源开发利用产业链,成为深空经济的重要组成部分。



地球防御小行星撞击漫画

(据《人民日报》吴伟仁)