

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大行星过程中的中间产物,也被称为太阳系建筑大厦的砖石。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、柯伊柏带小行星等,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为天文学单位),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,金属质类小行星富含铁、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、生物物资的原位生产和补给;硅酸盐质类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,首次实现了对系外小行星采样返回。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,概率虽小,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。

趣科普

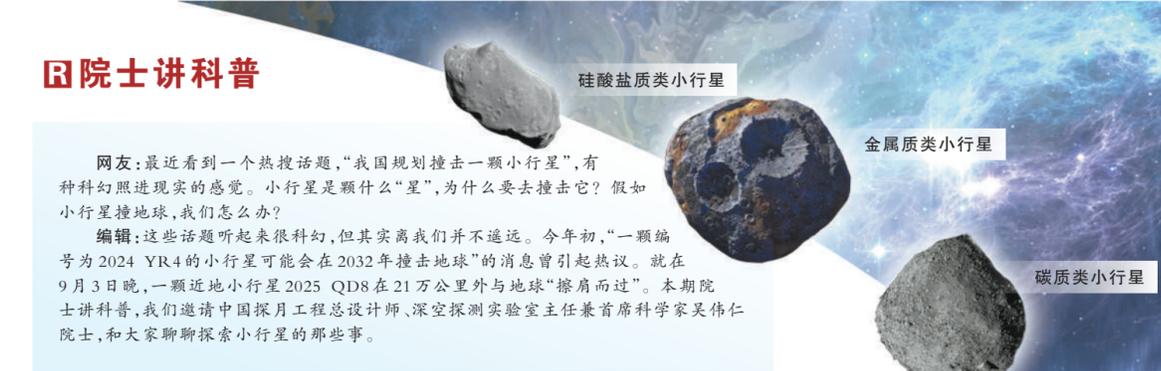
天问二号为啥要去小行星

本报记者 喻思南

今年5月29日,行星探测工程天问二号探测器成功发射,开启小行星探测与采样返回之旅。天问二号主要任务目标是对小行星2016HO3进行探测、取样并返回地球,此后将对主带彗星311P开展科学探测,其间共包含13个飞行阶段,计划最远到达距离地球约1.5亿至5亿公里处。为什么要选择探测这两颗小天体?

小行星2016HO3是地球的一颗“准卫星”,稳定运行于地球轨道附近,公转周期与地球公转周期接近。根据前期科学研究,小行星2016HO3很有可能保留着太阳系诞生之初的原始物质,对研究太阳系早期物质组成、形成过程和演化历史具有极高科研价值。此外,该小行星轨道相对稳定,经过前期的轨道设计,探测器只需相对较低的能量即可抵达,为持续开展主带彗星311P探测提供可行方案。

311P主带彗星是运行于火星与木



院士讲科普

网友:最近看到一个热搜话题,“我国规划撞击一颗小行星”,有种科幻走进现实的感觉。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”。本期院士讲科普,我们邀请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,和大家聊聊探索小行星的那些事。

我们为什么要去撞击小行星

吴伟仁

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,优选稳定值守点轨道部署观测航天器,构成多轨道多手段综合天基监测网络。在此基础上,构建小行星探测与防御综合服务体系。

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。

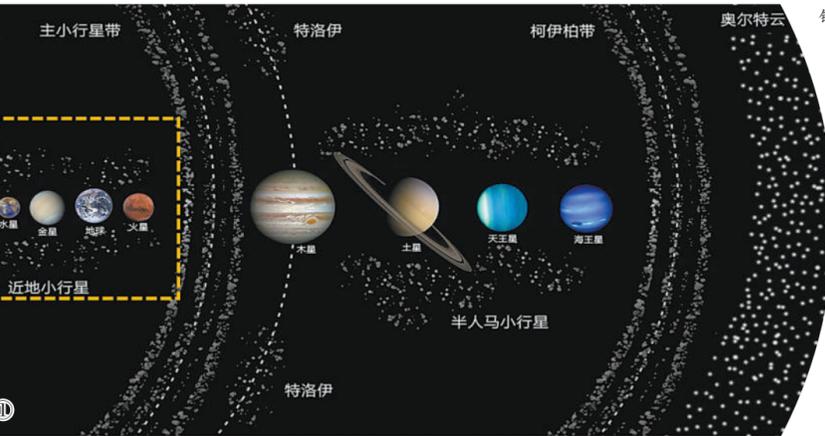
演示验证任务提出后,受到广大公众的密切关注。网上也出现了许多分析、解释文章,从侧面反映了大家的热情。当然,有些文章可能不是那么严谨,有些解读也不是特别准确。这项任务具体来说,就是对距地球1000万公里左右的小天体实施动能撞击,使其产生3到5厘米每秒的速度增量,以期改变其原有轨道,验证动能撞击的可行性,且验证在100年内无撞击地球风险。

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。

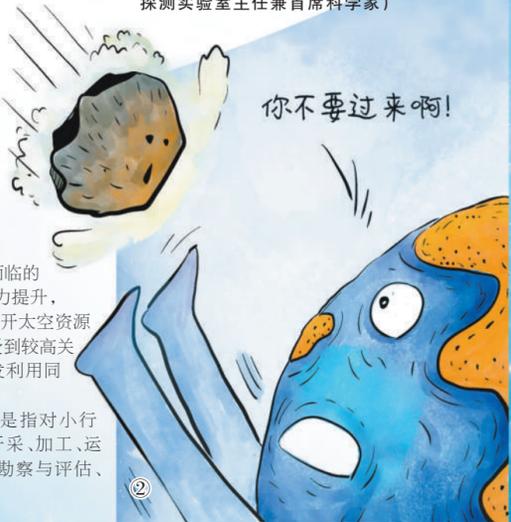
小行星资源开发与利用,是指对小行星矿物、水冰等资源的探测、开采、加工、运输及利用的一系列经济活动,包括勘察与评估、



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余颗的单价价值超过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。

(作者为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)



第三届深空探测(天都)国际会议倡议——

共同建设小行星防御体系

本报电(记者喻思南、徐靖)第三届深空探测(天都)国际会议9月6日在安徽合肥闭幕。会上,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介绍,我国正在规划对一颗小行星实施动能撞击演示验证任务,验证小行星防御方案可行性。

吴伟仁介绍,这项任务拟采用“伴飞+撞击+伴飞”的任务模式,发射观测器和撞击器。观测器先期抵达对目标小行星进行抵近观测,获取其详细特性参数,然后撞击器对小行星实施高速撞击。撞击全过程将通过天地联合方式,采用近距离高速成像等技术,开展小行星轨道、形貌和喷射物变化观测,准确评估撞击效果。

小行星探测、防御和资源开发对于全人类具有深远战略意义,也是国际社会的广泛共识。会上,我国科学家向全球伙伴发出合作倡议,在地面联合监测、联合研制与载荷搭载、数据与成果共享等方面开展积极合作,携手共同建设小行星防御体系,共同守卫地球家园。

本次会议由深空探测实验室和国际深空探测学会联合主办,来自40多个国家和地区的400多位嘉宾参会。

图①:太阳系内小行星分布示意图。深空探测实验室供图

图②:地球防御小行星撞击漫画。杨仕成绘

小行星是如何命名的

本报记者 姚雪青

小行星由发现者提名,经国际组织审准,最终得到国际公认

以普通人的名字命名一颗小行星,有可能吗?2008年,上海一中学生因环保农药研究成果广受好评,在浩瀚宇宙中中获得了一颗用他的名字命名的小行星。这让许多人好奇,小行星是如何命名的?

“小行星由发现者提名,经国际组织审准,最终得到国际公认。”中国科学院紫金山天文台研究员赵海斌介绍,这是一个漫长的过程。首先,国际小行星中心会给新发现的小行星一个临时编号,以发现的时间为序,将一年分成24个半月。例如2025A1,“2025”代表年份,“A”代表1月的上半月,“1”代表这个时间段内全球新发现的第一个小行星。为什么只给“临时身份证”?因为经过再观测,这也可能是多年前就发现的“老朋友”。

在完成小行星采样任务后,天问二号返回舱预计于2027年底着陆地球并完成回收;此后,主探测器将按计划继续飞行,前往主带彗星311P开展后续探测。

时,小行星最亮、最容易被观测到,这个位置叫“冲”。4次观测到“冲”的位置,就能确定较高精度的轨道参数,国际小行星命名委员会给它一个永久编号,以数字命名,目前已经排到几十万号。

获得了永久编号,小行星就可以被命名了。此时距离小行星被发现,往往已经过了好几年甚至几十年。早期小行星的命名,多取材于神话故事中的人物,比如人类发现的第一颗小行星“塞雷斯”;后来多以特定人物、地点、事件命名,例如“张衡星”“北京星”“北京奥运星”。小行星命名有一些规则:不长于16个字符、可发音、非攻击性词汇等。

“小行星的命名,是举世公认的殊荣。我们通过提名小行星,可以向世界展示中国形象、彰显科技力量。”赵海斌介绍,紫金山天文台台长张钰哲将中国第一个新发现的小行星命名为“中华星”。20世纪70年代以来,我国以郭守敬、张衡、祖冲之以及钱学森、张钰哲、钟南山等古今科学家的名字命名了一批小行星,还将北京奥运、“嫦娥”探月等重大事件冠名小行星。这些在我们头顶闪耀的名字,正是一代代年轻人持续追逐的“星”。

唠「科」

当你掰开一个热气腾腾的蒸土豆,或者将炸得金黄酥脆的薯条蘸着番茄酱送入口中时,有没有想过,马铃薯到底是从哪儿来的?

马铃薯的身世比想象中复杂得多,曾是困扰科学界许久的“悬案”。不久前,国际学术期刊《细胞》上的一篇文章揭开了谜底:我们今天吃的马铃薯,并非来自某个单一的古老祖先,而是一场发生在千万年前“跨界联姻”的意外结晶。

故事要从八九百万年前的南美洲安第斯山脉讲起。彼时,那里还没有人类的足迹,只有剧烈的地质运动和野蛮生长的植物。主角之一是番茄的某个古老祖先,我们暂且称它为“茄小姐”;另一位主角则是类马铃薯植物,样貌酷似马铃薯,但就是不长块茎,我们叫它“薯先生”。

中国农业科学院深圳农业基因组研究所黄三文团队分析了128份高质量的基因组数据,结果显示,今天马铃薯的基因组,堪称“混血奇迹”:其中约40%的基因来自番茄祖先“茄小姐”,而另外60%则来自类马铃薯植物“薯先生”。这次杂交不仅创造了一个新物种,还催生出一个全新的器官——块茎。

块茎的起源一直是个谜。研究团队发现控制块茎形成的关键基因来自“双亲”:例如,“主开关”基因SP6A源自番茄,而调控葡萄糖生长的IT1基因则来自类马铃薯植物。这些基因通过杂交重组,形成了全新的调控网络,最终促成了块茎的出现。

也就是说,“茄小姐”提供了引擎,“薯先生”提供了底盘和车身,经过基因的重组磨合,造出了名为“块茎”的超级跑车。这个全新的基因网络,让马铃薯拥有了其他植物梦寐以求的生存法宝。

这一发现,也为我们理解生命演化提供了生动范例。1972年,科学家提出“间断平衡”理论,认为进化更像是在漫长的平稳期中,穿插着短暂而剧烈的快速分化阶段。马铃薯的诞生,就是对“间断平衡”理论的一次印证。

研究推测,杂交发生时正值安第斯山脉快速抬升期,环境剧变,拥有块茎这一“超级外挂”的初代马铃薯,成为当时的赢家。块茎不仅能储存大量养分以备不时之需,还能通过芽眼进行无性繁殖,无需费力开花授粉、等待种子成熟。这赋予它无与伦比的环境适应能力,从温带草原到高寒山区,迅速抢占了广阔的生态位,最终一路逆袭。

解开古老的谜团,是为了更好地走向未来。如今,这一基础研究正转化为育种实践中的创新动力。黄三文团队发起的“优薯计划”,目的就是希望通过基因组设计育种,从依赖块茎的无性繁殖,改造为使用种子的有性繁殖,这将极大降低种植成本和病害风险。此次研究还提出了一条新的育种路径:利用番茄作为遗传底盘,导入块茎形成关键基因,培育出地下结土豆、地上长番茄的新型作物,通过基因工程我们将有望实现真正意义上的“一株双收”。

当然,从理想到现实还有一段路要走。块茎的形成是极其复杂的系统工程,受到光照、温度、激素等多种因素的精细调控。科学家们还需要挖掘更多的调控因子,才能真正实现马铃薯育种的精准设计。

(作者为中国农业科学院深圳农业基因组研究所博士后,本报记者常钦采访整理)

科研人员开发可用于癌症免疫治疗的“纳米标记机器人”

据新华社电(记者张建松)在癌症的免疫治疗中,如何精准识别癌细胞?中国科学院分子细胞科学卓越创新中心韩硕研究团队将化学生物学研究中的邻近标记技术应用到疾病治疗,通过构建一种深红光或超声波响应的工程化纳米酶,成功开发出可对癌细胞精准识别的“纳米标记机器人”。

国际学术期刊《自然》于9月10日在线发表了相关研究论文。

据介绍,邻近标记技术是一种强大的“分子地图”绘制技术,能在细胞的特定位置对周边环境进行催化标记。利用这一技术原理开发的“纳米标记机器人”,可搭载识别癌细胞的抗体或配体,通过血液循环富集在癌细胞的表面,再通过深红光或超声波下达指令,就可以给癌细胞打上清晰的标记,成为“人造靶标”。

目前,该研究在实验小鼠肿瘤模型和体外临床肿瘤样本中均取得良好疗效,有望为开发更智能、更高效的下一代免疫治疗开辟全新的道路。

科研人员研发治疗粉碎性骨折的“胶水”

本报电(记者刘军国)近日,浙江大学医学院附属邵逸夫医院研发出能够在人体血液环境中实现即时强效黏合的骨胶水材料,为粉碎性骨折患者带来新的治疗模式。

骨折是临床上常见的损伤,目前,主要应用螺钉、钢板等金属内固定物进行治疗。“对于伴随众多细小碎骨块的粉碎性骨折,临床治疗仍面临巨大挑战。”浙大邵逸夫医院骨科主任范顺武介绍,应用传统金属固定方法,固定小骨片过程不仅费时费力,而且易导致骨碎片在操作中丢失或被吸收,最终影响骨愈合。

一次,浙大邵逸夫医院骨科副主任林贤平了解到跨海大桥底部附着的牡蛎,虽经风浪冲刷,仍与桥体紧紧粘在一起。“能否在人体环境中创造类似的可能?”受仿生学原理的启发,他明确了方向。

研发过程克服了重重困难。首先是材料的选择,需要找到能在血液环境中快速形成强力黏合且生物相容性优异的复合材料;其次是工艺的创新,必须建立标准化、可复制的制备流程,满足临床应用需求;此外,还需通过严格试验证明其在体内的长期稳定性与安全可吸收性。

经过临床试验研究,该院联合国内多家医疗机构,成功完成针对粉碎性骨折黏合治疗的多中心随机对照临床研究入组,骨胶水“骨02”在150余例受试患者中展现出良好的安全性和有效性。