

提供行星演化信息、富含多种资源……

小行星：体量虽小 价值却大

热点透视

据美国国家航空航天局（NASA）介绍，美国“露西”号探测器 11 月 1 日飞越小行星“丁基内什”，这是其任务期将飞越的 10 颗小行星中的第一颗。此次飞越旨在测试“露西”号的追踪系统，为其未来探索木星特洛伊小行星群做准备。

小行星是太阳系中的小型天体，它们绝大多数在火星和木星之间绕太阳运行。尽管许多小行星的体积相对较小，但对人类来说，其科研价值非同寻常，吸引了众多科学家的目光。

在近日召开的中国科协年会上论坛上，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、中国工程院院士吴伟仁表示，针对近地小行星撞击地球这一极小概率、极大危害事件，中国将对一颗数千万公里外的小行星实施采样探测。无独有偶，NASA“灵神星”号探测器日前从约翰·肯尼迪航天中心发射升空，开启探索金属小行星——灵神星的旅程。据报道，未来 6 年时间内，这一无人航天器将飞行 32 亿公里；同时，这也是美国首个研究富含金属的小行星探索任务。

小行星是怎样的一类天体？人类如何主动探测小行星、认识小行星，甚至科学利用小行星？

发现的小行星数量已超 120 万

在太阳系中，小行星与水星、金星、地球等“大朋友”一样，环绕着太阳运动，但其体积和质量却比八大行星小得多。它们绝大部分分布在内太阳系，特别是火星和木星之间的小行星带。

小行星也是目前发现数量最多的太阳系天体。传统观点认为，它们是由太阳系形成时期的微行星演变而来的。虽然数量庞大，但只有极少数的小行星直径大于 100 千米。20 世纪 90 年代以前，人们发现最大的小行星是谷神星，但随后在远离太阳的柯伊伯带内，人们又发现了一些直径比谷神星要大的小行星。如 2002 年发现的创神星直径为 1280 千米；2004 年发现的亡神星，直径甚至可能达到 1800 千米。

自 1801 年意大利天文学家皮亚齐发现谷神星，直至 20 世纪 90 年代末，登记

在册并被编号的小行星只有 8000 余颗。随着观测技术的不断进步，人们发现的小行星数量每天都在持续增长，有时甚至每个月都能发现多达数千颗新的小行星。根据小行星中心发布的数据，截至 2023 年 3 月，人们已经发现超过 120 万颗小行星，而这很可能仅是所有小行星中的一小部分。

对研究太阳系乃至宇宙意义重大

自皮亚齐发现谷神星之后，小行星就成为了人类探索太空的重要目标之一。但人类真正近距离探测小行星，则要到 20 世纪后期。人类通过一次次探测发现，小行星保存着太阳系形成、演化的原始信息，是研究太阳系起源的“活化石”，对揭示太阳系起源和演化历史、寻找地球生命起源以及未来的太空资源开发具有重要意义。

从科学价值角度来说，小行星是科学家研究太阳系形成和演化的重要样本。通过研究小行星的成分和结构，科学家可以更好地理解太阳系的早期状态及行星的形成和演化过程。此外，它们还可以提供有关地球和其他行星演化的重要信息。

从拓展资源角度来说，一些小行星可能富含水和贵金属等资源，这对于未来的太空开发和利用具有重要意义。到目前为止，人类已经探索了数百颗小行星，并在一些小行星上发现了包括碳、硅、铁等元素以及水冰等在内的多种物质。

从规避潜在风险角度来说，虽然小行星撞击地球的概率非常低，但科学家仍需要跟踪并了解这些天体的运行轨道。如果一颗近地小行星有可能撞击地球，科学家就需要提前预警并评估潜在风险。

此外，小行星或许还可作为未来深空探测的中转站。

据了解，NASA 此次探测的灵神星富含金属。基于已取得的观测结果，科学家认为，这颗直径约为 220 千米的小行星，30% 至 60% 的成分是金属。据信，它是一颗存在于太阳系形成初期的远古行星体残留的核心，其构成可能与地球内核相似。

预计 2029 年到达指定位置后，“灵神星”号探测器将环绕这颗小行星开展为期 26 个月的科学考察，拍摄照片、绘制表面地图并收集数据以确定其成分。

“灵神星”任务首席研究员、美国亚利



“露西”号探测小行星示意图。■ 视觉中国供图

链接

近地小行星“振荡天星”可能来自月球

新华社讯 英国《通讯-地球与环境》最新发布一项研究称，数值模拟显示，已陪伴地球“共舞”近一个世纪的地球准卫星——近地小行星“振荡天星”可能来自月球。

这颗小行星 2016 年被位于夏威夷的一台小行星观测望远镜发现。大约一半时间，它比地球更靠近太阳，另一半时间则距离太阳较远。它的轨道有一点倾斜，每年在地球轨道平面上上下摆动一次。科学家用夏威夷语给它起名为“振荡天星”（Kamoʻoalewa）。

此前有研究分析这颗小行星的反射光谱与月球硅酸盐的相似性及其类地轨道，猜测它可能来自月球。此次，美国亚利桑那大学和加利福尼亚大学圣迭戈分校研究人员对从月球表面不同位置以一定喷射速度发射的粒子动态演化进行了数值模拟，以分析这颗小行星可能来自陨石撞击月球表面形成碎片的假设。

结果显示，当这些喷射物逃离地月环境时，一小部分发射条件会产生与“振荡天星”相同的轨道结果。其中，最适合的条件是喷射速度略高于从月球后随半球逃脱的逃逸速度。这一研究为“振荡天星”来自月球添加了新证据。

“振荡天星”是少数已知的地球准卫星之一。美国航天局喷气推进实验室曾这样形容：近一个世纪以来，这颗小行星一直与地球“共舞”。未来几个世纪，它将作为地球“伙伴”延续这种运动模式。

创新杂谈

11 月 6 日，首届“一带一路”科技交流大会在重庆开幕。国家主席习近平向大会致贺信指出，中方将弘扬以和平合作、开放包容、互学互鉴、互利共赢为核心的丝路精神，深入实施“一带一路”科技创新行动计划，推进国际科技创新交流，与各国共同挖掘创新增长潜力，激发创新合作潜能，强化创新伙伴关系，促进创新成果更多惠及各国人民，助力共建“一带一路”高质量发展，推动构建人类命运共同体。

科技合作是共建“一带一路”国家合作的重要组成部分。过去 10 年，中国与 80 多个共建国家签署了政府间科技合作协定，共同构建起全方位、多层次、广领域的科技合作格局；在农业、医疗、信息、新能源、基础研究等多个领域实施多批联合研究计划；建设公共卫生科技合作中心、农业技术示范中心、菌草技术示范中心、海水养殖研究中心、山地灾害研究中心等一批合作平台；推进科技园区合作和多领域技术转移示范，服务各国产业升级……在提升科研能力、支撑产业发展、服务改善民生等方面结出累累硕果。

当前，共建“一带一路”进入高质量发展的新阶段，必须从更大范围、更高水平、更深层次推动科技创新，全面提升共建“一带一路”国家互联互通、共同发展的水平和质量。要进一步加大科技对外开放，不断扩大国际科技合作领域，培育合作新增增长点；要进一步营造良好创新生态，打造开放、公平、公正、非歧视的科技发展环境；要进一步加强与各国政府间、科技界、产业界的交流互动，推动人才、技术、资本、数据等创新要素的顺畅流动；要进一步加强科技文化交流，不断拓展国际科技人文交流渠道，推动科学素质建设。

共建创新之路，同促合作发展。共建“一带一路”开启新的篇章，科技创新合作重要作用愈发凸显。面向未来，中国将坚持以科技创新为重要抓手，以自身发展经验深入推进国际合作，以共建“一带一路”高质量发展助力推进世界各国现代化进程，不断为构建人类命运共同体作出新的更大贡献。

来！沉浸式听科技音乐



图为“音乐秘境——沉浸式音乐科技体验展”现场。■ 中国科技馆供图

11 月 7 日，由中国科技馆主办的国内首个“音乐秘境——沉浸式音乐科技体验展”正式向公众开放。该展览将持续至 2024 年 2 月 29 日，在北京中国科技馆短期展厅展出。

展览立足于揭示“音乐·人·科技”的相互关系，围绕“音乐如何起源发展”“音乐如何更加美妙”“音乐如何更多可能”“音乐如何创造未来”4 个问题，设置“中西古乐坊”“音创实验室”“爱乐俱乐部”“未来音乐厅”4 个展区。展览通过 10 余个沉浸式空间，以及 46 件互动展品和艺术装置，让观众深入了解音乐背后的科学知识，探索音乐对人的心理及大脑的影响，引导观众在全方位、多感官的体验中感受音乐与科技的融合之美。

其中，“未来音乐厅”展区从音乐可视化、体感音乐游戏、人工智能作曲等方面，展示了当代最新科技为音乐创造的无限可能。电子科技大学参展的作品《脑电波协奏曲》，让观众只需沉思默想即可创作出独特的脑波音乐。清华大学团队设计的《宇宙八音盒》艺术装置，让观众能够听见宇宙八方的音乐与地球音乐之间的同奏，实现“天地共鸣”。

（上接 A1 版）第四次参加进博会的摩比斯带来一款“基于脑电波的驾驶员状态监测系统”。笔者戴上一个带有传感器的耳机后，显示屏上立即显示出脑电波信号。

“当系统发现驾驶员压力过大或者分心驾驶时，车辆会通过座椅震动、头枕音响发出提示音以及车内灯光的闪烁，为驾驶员减压或提醒。”摩比斯工程师牛玺尧介绍。

电影《流浪地球 2》中，无人驾驶卡车协助人类建造基地的画面炫酷、时尚。这些卡车的“真身”，此次也亮相进博会。它们来自进博会的“头回客”西井科技。

“这是一辆全时无人驾驶新能源商用车，采用多传感器融合的方式和车辆调度管理系统，可自主选择最优路线。”西井科技品牌传播经理陈易介绍，这辆车还能智能换电池，5 分钟即可完成无人化电池补能，在完全使用绿电的情况下，单车每年可减排二氧化碳 50 吨。

氢能是一种来源丰富、绿色低碳、应用广泛的二次能源，可实现零排放的氢燃料电池被寄予期待，也是进博会中广大企业集中展示的明星产品。

丰田展台有一款中国首秀的氢燃料汽车吸引了不少观众驻足。“这辆车有 3 个高压氢气罐和燃料电池，单次加氢 3 分钟，可以行驶约 800 公里。”一位丰田工程师介绍。

航空燃料以石油基燃料为主，是航空业碳排放的主要来源。第六次亮相进博会的霍尼韦尔将回收的地沟油、废弃脂肪、非食用植物油、乙醇以及电子甲醇等可再生原料，制成可持续航空燃料，且不需要改变飞机技术或燃料基础设施。

“可持续航空燃料相比传统航空燃料，可减少 80% 的温室气体排放，其燃料效能相比传统燃料具有明显的优势。”霍尼韦尔相关负责人介绍，霍尼韦尔将继续致力于与中国合作伙伴共同推动低碳化转型升级。

穿行进博会，一幅科技赋能的智能化、可持续、有温度的未来生活图景，正在从东海之滨起笔，向五湖四海舒展。

国内首套深水钢悬链线立管全自动焊焊接设备完成海试

深水油气田“咽喉”焊接设备实现国产制造

记者近日从海洋石油工程股份有限公司（以下简称海油工程）获悉，深水油气田开发的“咽喉”设备——深水钢悬链线立管（SCR）的制造技术有了重大突破。由海油工程牵头研发的首套国产 SCR 全自动焊焊接设备完成海试，具备工程项目应用条件，标志着我国自主掌握了 SCR 全自动焊焊接设备制造及施工技术，对实现高水平科技自立自强、保障国家能源安全具有重要意义。

连接海上生产平台和海底油气的关键设备

深水立管一端连接浮式生产平台，一端连接水下设备，是海底油气从水下输送

到浮式生产平台的关键通道。

SCR 是深水立管的一种形式，一般用于水深 1500 米以上的深水油气田。SCR 的适配性非常强，目前已被成功应用于张力腿平台、半潜平台、浮式生产系统和浮式生产储运系统，适用现有任何浮式结构，水深已超过 3000 米。

“SCR 取代了传统的柔性立管和顶张力立管，成为深水开发的首选立管形式，目前被认为是降低深水立管系统成本的有效解决方案。”海油工程设计院总工程师李怀亮对科技日报记者说。

不过 SCR 在制造的过程中难度极大。它由一条条特制钢管焊接而成，矗立于复

杂多变的深海中，需要在涌浪等极端海况持续冲击下安全工作 20 年甚至更长时间，对焊接技术要求极为严苛。

“全自动焊接具有焊接效率高、焊接质量好等诸多优势，成为 SCR 焊接装备技术攻关的前沿方向。”海油工程设计院焊接实验室经理李黎霞介绍说，但一直以来，国际上 SCR 全自动焊焊接装备和焊接技术都掌握在少数国际公司手中，制约了我国 SCR 高效铺设装备技术自主化发展步伐。

特质钢管和焊接设备缺一不可

为了更加准确、全面了解当前国际上 SCR 铺设技术情况，海油工程的科研团队收集了国内外 20 余个项目资料，整理了百余份焊接工艺，组织科研力量进行分析论证。同时，基于大量的国外公司施工经验和焊接数据，于 2022 年初进行了前期的全自动焊方案设计和工艺优选，同时还组织团队进行硬件设备系统研发、功能集成调试等工作。

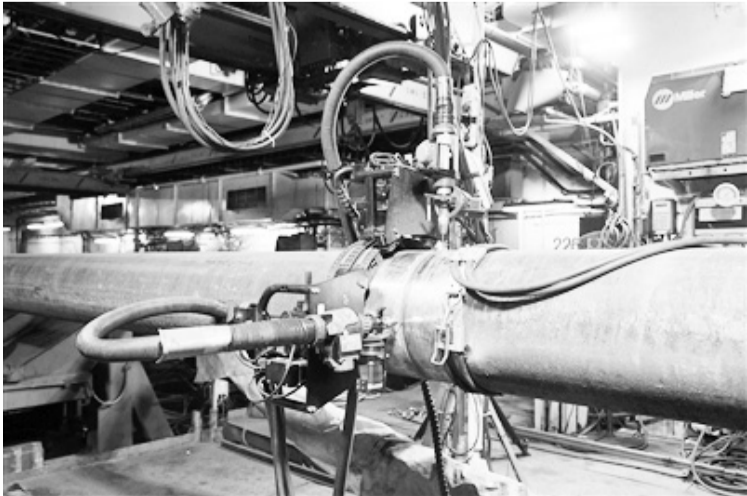
“SCR 的焊接难度非常大，首先就需要一副好‘骨架’——特质的钢管。”李黎霞说。

由于钢悬链线立管由很多段标准长度的钢管焊接形成，它集海底管线与立管于一身，上端通过柔性接头自由悬挂在平台外侧，立管在重力作用下自由垂挂在海底呈悬链线状，下端与海底生产系统相连，无需海底应力接头或柔性接头的连接，大大降低了水下施工难度和施工量。

与柔性立管、顶部张力立管相比，钢悬链线立管结构形式简单、成本低，无须顶张力补偿，对浮体的漂移运动和升沉运动的适应能力强，适用于高温高压的环境。

此外，SCR 还需要技艺高超的“接骨师”——SCR 焊接设备。

“由于深海浮式结构在风、浪、流作用



首套国产 SCR 全自动焊焊接设备。■ 海油工程供图

陈曦