

★ 高技术前沿

揭开 Kepler725c 的神秘面纱

Kepler725c 的发现,是中国科学院云南天文台顾盛宏研究员领导的国际研究团队、首次借助 TTV 反演技术(凌星时变法)完成的重大突破。

研究人员观测到,该恒星系统中一颗已知巨行星 Kepler725b 的过境时间有着异常偏移(有时提前 37 秒,有时延迟 48 秒),这种如“故障时钟”般的扰动,使他们推测出系统中还有一颗未被直接观测到的行星存在——“超级地球”Kepler725c 由此“浮出水面”。

那么,究竟什么是“超级地球”?它真的和我们脚下的这颗蓝色星球相似吗?在天文学中,“超级地球”(Super Earth)并不是指某颗具体星球,而是一类质量在地球与冰巨星之间(大约 1 至 10 倍地球质量)的岩质行星。它们可能拥有坚硬地壳、大气层,甚至液态水,但并不意味着它们适合人类居住。

事实上,绝大多数被发现的“超级地球”都环境极端:要么是熔岩海洋横亘表面、极度高温的“炼狱星球”,要么是被潮汐锁定、永昼永夜的“冰火星球”。

然而,有一小部分“超级地球”,却具有温和气候、合适轨道、稳定恒星辐射与潜在大气层等条件,成为科学界寻找“第二个地球”的希望之光。

Kepler725c 正是这样一颗“潜力行星”。它的宿主恒星 Kepler725 是一颗类太阳恒星,质量和温度与太阳相近,且拥有足够的寿命为行星提供长期稳定的能量。这使得 Kepler725c 在理论上具备液态水存在的可能性。在已知条件下,液态水是生命诞生不可或缺的希望。

Kepler725c 的发现,意味着宇宙中还可能存在许多类似地球的行星。这些行星也位于各自恒星系统的宜居带内,为科学家在宇宙中寻找“第二个地球”带来了新的希望。

事实上,早在 10 年前,英国天文学家就发现了“超级地球”格利泽 581d 行星。这颗行星位于距离地球 22 光年的遥远宇宙空间,体积约为地球的 3 倍,质量约为地球的 8 倍,相关研究成果发表在《自然》杂志上。

作为最早被人类发现的“超级地球”,格利泽 581d 行星位于恒星宜居带内,外部环境构成与地球高度相似,具备生命起源的关键因素:基础分子、液态水、稳定的能量源以及适宜的气候条件。

从格利泽 581d 行星到 Kepler725c 行星,越来越多的“超级地球”逐渐进入人类视野。其中一些“超级地球”已被科学家确认不存在生命迹象,而另外一些正在持续探索中,探索的空间依然很广阔。

“超级地球”的陆续发现,或将最终证实:宇宙中,适宜生命存在的外部环境并非地球所独有,在太阳系之外,或许真的有一些星球,那里有海洋、陆地、大气,甚至某种形式的生命。

茫茫宇宙中,是否还有另一颗像地球一样适合生命存在的行星?这一直是人类探索宇宙的重要问题之一。

今年 6 月,《自然·天文》杂志发布了一项重磅发现:中国科学院云南天文台牵头的国际研究团队,首次借助 TTV 反演技术,在一颗类太阳恒星的周围发现了一颗位于宜居带的“超级地球”——一颗名为 Kepler725c 的系外行星。

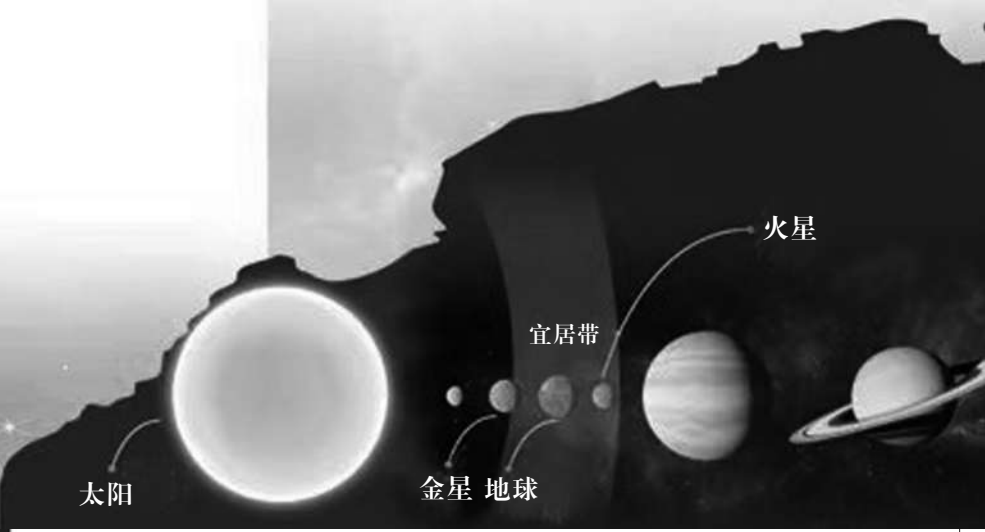
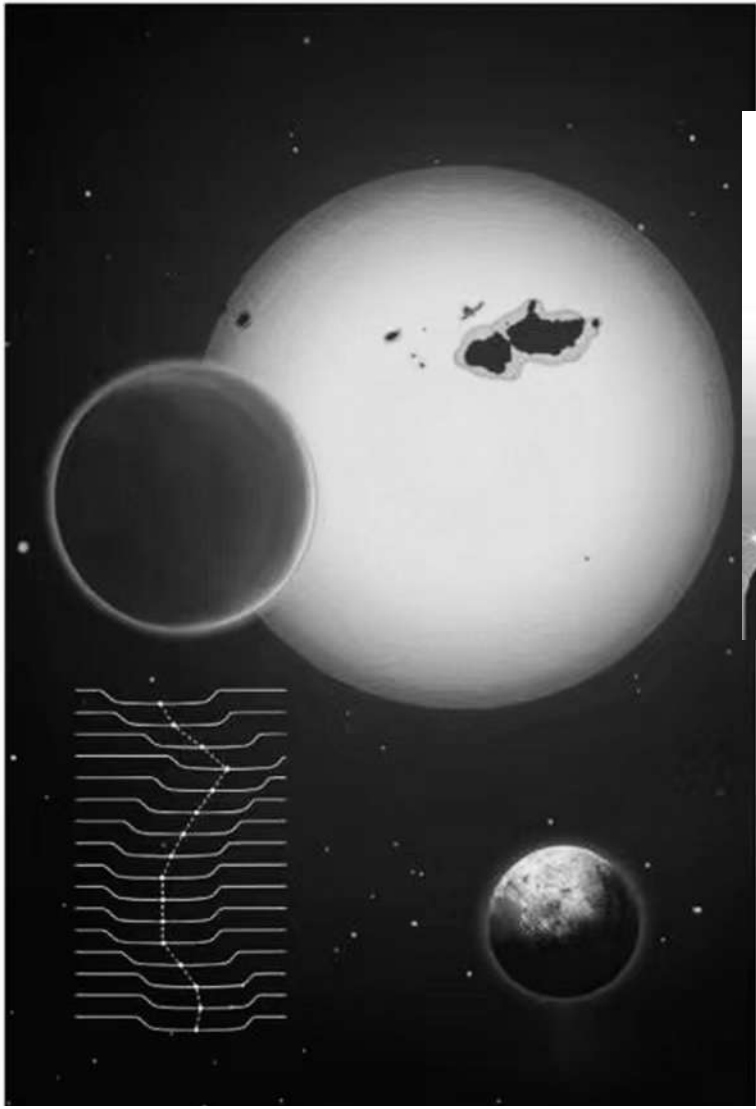
Kepler725c 的发现,不仅在科学界引起反响,还吸引了社

会各界的关注。其主要原因,是该星球具备一系列类地球的特征——它的质量是地球的 10 倍左右,直径约为地球的 1.5 倍,表面温度可能在 0 至 30 摄氏度之间,正好处于该星系恒星的“宜居带”。

人们据此展开猜测与联想:Kepler725c 上是否有生命存在?能否真的成为适合人类移居的“第二个地球”?其背后还蕴藏着哪些科学奥秘?本期,我们共同关注。

在茫茫宇宙寻找“第二个地球”

■周雨豪



左图:TTV 反演技术想象图,右下角为利用 TTV 反演技术发现的 Kepler725c 行星。

上图:地球在太阳系宜居带中的位置示意图。

中国科学院云南天文台供图

绘制星际迁徙的“坐标图”

人类对“超级地球”的执着探索,远不止出于对宇宙的好奇心,更是文明本能的危机感。我们向星空投去目光的背后,是对这颗蔚蓝色星球未来命运的深切忧虑。

2023 年,《全球足迹网络》发布数据显示,人类对自然资源的消耗速度已经超过地球可再生能力的 1.7 倍,石油、磷矿等战略资源正在耗竭。

生态方面,全球变暖趋势明显。根据联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)第六次评估报告显示,如果全球气温比工业化前水平升高超过 2℃,将导致约 10%的陆地永久被海水淹没,10 亿人口将受到极端气候直接威胁。

还有一些威胁来源于不稳定的天体。大约 6500 万年前,一颗小行星撞击地球,导致了恐龙灭绝。如今,美国国家航空航天局每年在地球轨道监测到的数千颗近地小天体,其中,有数十颗直径超过 140 米、轨道不稳定,如果任意一颗撞向地球,都将具备区域毁灭风险。

为了解决“地球问题”,世界各国加大对“超级地球”的探索,并不是不切实际的幻想,而是一条被越来越多国家证实的技术路径。

2021 年,中国提出“地球 2.0”项目,拟在未来发射多台高精度望远镜,全面扫描天鹅座至天琴座方向的恒星系统,目标是发现类似地球的宜居行星。

美国国家航空航天局的 TESS 任务

自 2018 年起运行,截至 2024 年已发现超 300 颗潜在系外行星,其中包括多颗位于宜居带的“超级地球”候选行星。

如今在科学界,寻找“第二个地球”不再只是理论假设,它已成为天文学、行星科学、空间工程交叉推进的真实任务链条。这些项目的核心目标,不仅是寻找生命的踪迹,更是为未来人类星际迁徙绘制“坐标图”。

例如,比邻星 b 位于距离地球仅 4.24 光年的比邻星系统内,被认为是人类星际旅行的第一站候选地;格利泽 581d、格利泽 667Cc、Kepler186f 等一批“超级地球”,已经具备基本物理建模框架,将为后续研究提供详细的模拟数据。

科学家据此推测,银河系内可能存在多达 300 亿颗处于恒星宜居带内的岩质行星。通俗地说,地球在宇宙里并不孤独,我们只是还没有能力接近那些潜在的“迁徙地”。

目前,美国国家航空航天局、欧洲航天局、中国科学院天文系统与中国航天科技集团、加拿大国家研究委员会等,均已在地球宜居带探测方面加大投入,形成全球竞合格局。

我们有理由相信,“超级地球”不仅是科研仪器在茫茫宇宙中寻找到的“亮点信号”,还可能是人类未来的备选家园。

“走出地球”的梦想能否成真

事实上,想要发现 Kepler725c 这一“隐藏行星”,并不容易。

由于行星本身不发光,主要反射宿主恒星的光芒,因此,系外行星相对于其宿主恒星显得十分黯淡,极易被恒星的光芒淹没。即便使用天文望远镜,科学家也难以区分行星与其宿主恒星的光。

值得人们重点关注的是,在本次“超级地球”的发现与研究中,中国科研团队应用了先进的 TTV 反演技术,成功发现了 Kepler725c 这一“隐藏行星”。该方法通过测算已知行星凌星时间的微小波动,反推出系统中存在未直接观测到的引力源。这一技术被认为是“暗行星探测”的里程碑。

环顾世界,这也是国际上首次应用 TTV 反演技术,在类太阳恒星周围的宜居带中成功发现此类行星。

此外,美国国家航空航天局的詹姆斯·韦布空间望远镜(JWST)也提供了重要的技术支持。该望远镜具备强大的红外光谱观测能力,已成功探测到部分系外行星的大气层中存在水蒸气、二氧化碳与甲烷等生命相关分子。例如,在距离地球约 120 光年的 K218b 行星的大气中,该望远镜就检测到了潜在生命化学标记物——甲硫醇(CH₃SH)的存在可能。

多技术集合,助力科学家发现“隐藏行星”。根据中国科学院云南天文台专家介绍,这次“超级地球”的发现与后续研究,也将为我国未来的空间天文任务,如中国载人航天工程巡天空间望远镜(CSST)、“地球 2.0”项目等提供新的观测目标和技术支持。

未来,中国科学院云南天文台的相关研究团队还计划将 TTV 反演技术应用于寻找更多的系外行星系统,从而发现更多“隐藏”在类太阳恒星和红矮星

宜居带中的系外行星。在国际合作方面,他们也将与全球科学家共同推动对系外类地生命的探索。

不过,尽管 Kepler725c 行星的宜居条件令人兴奋,但科学家对其是否存在生命仍持谨慎态度。

判断一个“超级地球”上是否存在生命,需要综合考虑大气成分、辐射水平、地质稳定性、磁场强度等多种因素。例如,2016 年被广泛讨论的“超级地球”比邻星 b 行星,虽然距离地球较近,但该星球上存在剧烈的耀斑活动,可能剥离行星大气层,使其表面暴露于宇宙辐射中,难以维持生命。

反观 Kepler725c 行星,其宿主恒星更年轻,磁场活动更剧烈,这些磁场活动可能对行星大气造成持续侵蚀,或将影响生命的存在。

尽管前路漫长,但人类对于“星际未来”的希望从未熄灭。

据悉,欧洲航天局预计在 2026 年发射空间望远镜,计划在 6 年内监测上百万颗恒星,重点寻找宜居带内“类地大小、类地轨道”的行星;美国国家航空航天局的“Artemis 计划”则将建立月球基地,为未来深空探测积累经验;还有一些国家对星际导航与授时系统提前布局,利用“毫秒脉冲星”建立无需依赖地球的宇宙 GPS 网络,使人类具备在星际空间中独立定位与通信的能力,为未来跨星系飞行构建“数字航道”……

正如著名天体物理学家斯蒂芬·霍金曾说:“人类若想延续文明,必须走出地球,走向星际。”随着技术的不断发展,在遥远的未来,科幻电影中的“太空移民”场景或将成为现实。

场的低空防御作战模式。

在激烈的电子对抗中,按传统模式遥控的无人机易成“断线风筝”,而基于 AI 算法的无人机“半自主”模式——平时接受指令,失联时借助 AI 自主决策,就像给无人机上装了“应急大脑”,遇到紧急情况,该模式能帮助无人机在几秒钟内自主决策,成为制胜未来战场的关键。

不过从目前来看,这类“半自主”模式的无人机,距离在陌生环境中随心所欲地机动,仍面临算力局限等问题。

随着人工智能与计算机技术的持续突破,未来战场上“会自己打目标”的 AI 飞手或将越来越多,但在这个过程中,人类飞手的经验和智慧依然不可或缺。二者相辅相成,才能实现从“单点功能”向“全域自主”的跨越。

★ 科技云

科技连着你我他

■本期观察:张诗宏 顾培强 陈李辉

磁光存储器

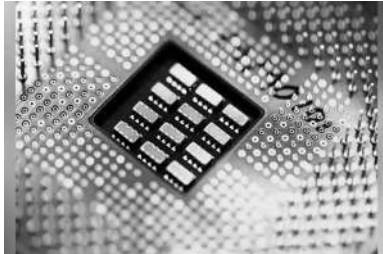


近期,一个由多国科学家组成的研发团队研发出一款用于计算机超快计算的新型磁光存储器。据悉,这款存储器不仅开关速度惊人,还可支持超过 23 亿次重写操作,相关成果已经发表在《自然·光子学》杂志上。

研发人员称,内存计算是未来计算领域面临的一项重要挑战,现有高端光学存储设备通常只能承受最多 1000 次写入操作;相比之下,新开发的磁光存储器支持数十亿次重写操作,满足不同任务的存储需求。这也意味着,该存储器或将拥有近乎无限的存储服务寿命。

此外,应用于该存储器的磁光材料,也对信息的存储功能发挥了重要作用。据悉,磁光材料借助外部磁场,控制光信号在材料中的路径,团队成员随后利用电流对微小磁体进行编程,用以保存信息。

量子存储器



近期,中国科学技术大学科研团队在《科学·进展》杂志发表一项重要研究成果——一款基于无噪声光子回波(NLPE)方案的可集成量子存储器。

据悉,该款存储器成功将存储时间从 10 微秒级提升至毫秒级,大大提升了存储效率,为构建大规模量子网络奠定了坚实基础。

作为克服信道损耗、构建大尺度量子网络的核心器件,量子存储器的规模化应用需要实现器件的集成化,从而达到小尺寸、低功耗的目标。该存储器的创新性在于,其通过圆对称波导结构消除偏振噪声,并利用射频磁场控制核自旋跃迁,最终实现了存储器毫秒级的高效存储。

展望未来,有消息称,研发团队将继续优化存储器件的集成度与稳定性,进一步探索 NLPE 方案在长程量子通信中的适配性,展现固态量子存储体系在噪声抑制方面的独特优势。

耐高温存储器



据悉,美国宾夕法尼亚大学科研人员成功研制出一款可在 600℃ 高温下持续工作 60 小时的存储器。据悉,该存储器耐受温度是普通商用存储器的两倍多,可靠性与稳定性强,相关研究成果已发表于《自然·电子学》杂志。

研发人员称,这款存储器应用了铁电氮化铝钽材料。这种材料具备稳定的晶体结构,赋予存储器卓越的耐热性,为存储器在高温环境下高速读写数据提供了保障。

此外,该存储器通过金属结构设计,还能与高温碳化硅逻辑器件无缝兼容,使内存与处理元件高度集成,显著提升极端环境下计算系统的速度与效率。据悉,研发人员未来将继续探索该存储器在智能高温计算领域的应用潜力。

★ 热点追踪

近期,在阿联酋阿布扎比举行的某无人机冠军联赛上,荷兰代尔夫特理工大学研发的自主无人机系统表现优异。比赛中,在操控无人机完成竞速、

穿越障碍等动作时,AI 飞手反应敏捷,飞行轨迹比人类飞手操纵的无人机更加稳定、平滑。

无独有偶。不久前,我国浙江大学科研团队研发出一套全自主特技飞行系统。据悉,该系统创造性地借鉴鹰、蝙蝠等生物的敏捷性,使无人机能够自主完成“大回环”“桶滚”“倒飞穿

障”等高难度动作,相关成果已发表在《科学·机器人学》杂志。

通过上述新闻可以看到,自主无人机系统带来了无人机机动性能的进步,AI 飞手正逐渐走进人类社会的多个领域。

事实上,如今 AI 飞手代替人类飞手执行任务的现象,在军事领域也愈发

AI 飞手+人类飞手——

“半自主”模式:给无人机装上“应急大脑”

■姚舜怀 文兆阳