

浩渺宇宙中,地球是人类迄今所知唯一拥有生命的行星。在银河系的千亿恒星中,有没有类似地球的行星也存在有生命?或者会不会有宜居的类地行星,可以成为人类在地球以外的第二个家园?

进入21世纪,面对地球上人口爆炸、气候变化、资源耗竭等一系列生存挑战,伴随深空探测技术的发展,人类开始尝试大面积搜索宇宙中的类地行星。如今,中国科学家也将加入到搜寻队伍中。

在中国科学院战略先导项目“地球2.0”支持下,来自中科院上海天文台、微小卫星创新研究院、上海技术物理研究所、西安光学精密机械研究所和中国科学技术大学的100多位科研人员,联手开展技术攻关,以期在四年后将望远镜送入太空,对银河系中的类地行星开展“普查”。

科学家预计,此次大范围搜索将能找到约5000个类地行星、约200个流浪行星(不围绕任何恒星转的行星),还有十几个“地球2.0”(适宜人类居住的类地行星)。

寻找地球2.0

人类第二个家园会是“流浪地球”吗?



恒星系中的宜居带示意图。

寻找“地球2.0” 人类已走到关键路口

行星是宇宙中最基本的天体之一,也是生命和文明的摇篮。宇宙中是否存在其他的智慧生命?是否存在另一个人类宜居的地球?对行星的探测及其形成演化的研究,承载着人类渴望揭开生命起源奥秘、寻求地外生命的强烈愿望。

近20年来,随着深空探测技术和系外行星研究的飞速发展,以及一系列相关关键技术逐步成熟,人类已经走到了发现“第二个地球”的关键路口。

“地球2.0”项目负责人、中国科学院上海天文台葛健教授介绍,人类要寻找的“地球2.0”得符合两个“相似”——恒星与太阳相似,行星与地球相似。因此,天文学家把行星半径为0.8-1.25个地球半径、处于恒星系宜居带的类地行星称为“地球2.0”。

其实,这样的条件非常苛刻。葛健解释,如果行星半径不足0.8个地球半径,那它很可能留不住行星表面的大气层,人类肯定无法长期居住;如果行星半径太大,那么过重的质量会导致其表面到处有火山喷发,同样无法具备产生生命的稳定环境。此外,这颗行星还得处于恒星系中不太冷也不太热的“宜居带”。

尽管条件严苛,但以宇宙之广袤,能够入围的行星也应该不少吧?根据一项理论研究,如果太阳系具有代表性(但遗憾的是,最新观测结果表明,太阳系的行星在银河中不具有代表性),那么在46亿年前太阳系诞生时,宇宙中只有约12%可能适合人类居住的行星产生,即使再过60亿年太阳寿命终结,这个诞生宜居行星的进程仍将继续。也就是说,宇宙中的类地行星还没有大量产生。

2006年,葛健主导的科研团队利用全新技术光学干涉光谱仪,在距离地球约100光年的地方,捕捉到了一颗围绕幼年恒星运转的系外行星“ET-1”,由此成为第一个发现系外行星的华人天文学家。2018年,他和团队经过130次以上的观测和后续数据合并分析,在《星际迷航》故事中新波克家乡的波江座40A恒星周围,发现了一颗类似瓦肯星的行星,被称为“超级地球”。

2009年,美国国家航空航天局(NASA)发射开普勒太空望远镜,核心目标是发现类太阳恒星周围的宜居类地

行星,这也是人类第一次对银河系行星种群进行普查。

开普勒的遗憾 给后来者留出探索空间

令人遗憾的是,开普勒望远镜升空仅四年,就发生了故障。天文学家对此感到无比惋惜,同时也开始酝酿新的银河系“普查”。2018年,NASA发射凌日系外行星勘测卫星(TESS),以接替开普勒。欧洲空间局紧随其后,于2019年成功发射CHEOPS望远镜。

2018年发现“超级地球”后,葛健就希望中国的科技力量能够加入到未来的银河系“行星普查”中。

经过仔细分析研究,葛健和团队认为,开普勒任务没能实现核心科学目标有两个重要原因:一是对恒星活动噪声认识不足,二是仪器的噪声偏高,“当时天文学家对恒星和行星的认识还不够深入,直到望远镜上天之后才发现问题”。

葛健解释,开普勒寻找行星主要用的是“凌星法”,也就是行星经过恒星表面时所引发的恒星表面的微弱光度变化。当初设计仪器的探测指标时,科学家是以太阳的活跃度为蓝本的。可当开普勒上天之后才发现,大约有2/3的待观测恒星活动要比太阳剧烈很多。这样一来,观测的噪声非常大,一些小的凌星信号就会被无情淹没。

再者,开普勒望远镜的视场只有100平方度(月亮的视面积约为0.5平方度),而全天约为4.1万平方度。按照朝一个方向观测一年的节奏,开普勒要看遍全天需要400多年。一般而言,行星只观测到一次还不能确认,要观测到三四次才行。因此,开普勒能够观测的主要是公转周期在一年以内的行星,对于周期超过一年的就无可奈何了。

如此一来,开普勒任务虽然开启了人类寻找太阳系外行星的先河,却给后来者留下了巨大的探索空间。

独创“搜星利器” 超大视场+超高精度

2019年,在中国科学院“空间科学(二期)”战略性先导科技专项的总体部署下,葛健召集了几十位科学家和技术人员,开始筹划“地球2.0”项目。

经过一年多预研,项目整体方案最

终确定:科学卫星将搭载自主研发的6台30厘米口径、500平方度广角凌星望远镜,1台30厘米口径、4平方度微引力透镜望远镜,发射到日-地拉格朗日L2点处,利用超大视场和超高精度的光学测光,对银河系内类地行星进行大规模普查。

“凌星法”和“微引力透镜法”观测对小质量行星探测具有高度敏感性,“地球2.0”项目将首次结合这两种先进的观测方法。

“我们原先设计7台256平方度的望远镜都用凌星法来观测,优化设计后,每台凌星望远镜的视场增加到500平方度,这样每台望远镜的搜寻能力也就相应提高了一倍。”葛健介绍,后来经清华大学天文系系主任毛淑德教授建议,项目方案作了调整,空出一个载荷位置,放置微引力透镜望远镜,对准银河系中心观测。

葛健说,银河系中心的恒星密度非常大,尽管单个恒星和前景目标,包括恒星和行星,能对准发生微引力透镜效应的概率很小,但银心附近数量庞大的恒星大大增加了发生微引力透镜事件的总量,“这样我们就有机会发现不少质量较小的行星,甚至‘流浪地球’”。

“开普勒望远镜口径大约1米,视场做到100平方度已经是极限了。但我们创造性地用6个30厘米的较小望远镜来实现500平方度的超大视场观测,同时让6台望远镜观测同一个视场的目标,并将观测的数据叠加,从而实现一个较大口径望远镜的观测深度。”葛健说,这样既实现了超大视场,又实现了观测深度的要求,也就可以看到更多星星。

“地球2.0”项目使用了我国自主研发的CMOS传感器,它的噪声非常低,可帮助“地球2.0”卫星比开普勒看得更深,同时这也将是人类首次将CMOS用于太空超高精度测光观测。

此外,在卫星姿态方面,团队已完成卫星飞轮隔震系统的地面试验验证,于今年4月开展在轨验证;在超高精度测光相机技术方面,已完成单探测器相机空间样机的实验室组装,开展了性能的初步测试,探测器噪声达到预期要求;卫星载荷的温控能力也从开普勒10℃上下的变化幅度降到0.6℃以内,大大降低了温度变化带来的仪器测量噪声。

有了如此“搜星利器”,葛健对项目

实施信心满满:它不仅可以获得开普勒望远镜5倍的视场,仪器噪声比开普勒低20倍,同时还能通过使用先进的相控阵天线下数据,解决了开普勒数据下载不畅的难题。总体而言,“我们的巡天能力将是开普勒望远镜的10到15倍”。

超越开普勒 建最大类地行星样本库

“地球2.0”项目目前已组建起了由国内外30多所大学和研究室的200多位天文学家参与的卫星科学团队,完成了卫星的科学目标研究,卫星载荷、超高精度导星和卫星平台的设计方案均已完成。

业内专家认为,“地球2.0”项目实施后,将会使人类获得最大的类地行星样本库。

尽管人类迄今仍未发现一个“地球2.0”,但科学家们确信“地球2.0”的存在。因为,通过开普勒望远镜,科学家们在一些较安静的亮星周围,已经找到了300多个周期短(少于20天),但大小与地球类似的固体行星。

“这些行星很可能是在原恒星气体盘完全消散后碰撞而成,因此和地球起源最为类似。”葛健说,这些被称为“亚地球”的行星如果位于宜居区内,很有可能就是我们一直想搜寻的“地球2.0”。

而且,通过对各类类地行星样本进行深入分析,天文学家还有望揭开类地行星和流浪行星的起源之谜。通过后继地面和空间望远镜的观测,测量和研究太阳系外类地行星的质量、密度,以及它们上面的大气、海洋和宜居性特征,甚至有望发现系外生命迹象,将系外行星科学研究跃升到“地球时代”。

根据项目时间表,今年年底前,团队预计将完成全部技术攻关和实验室验证。项目顺利立项后,可在2023年着手进行卫星的制造,2026年底前将可发射入轨。再经过三到六个月的调试,望远镜最早可在2027年夏天开始目标搜寻。

葛健预计,开始搜寻两年后,可能会有一些早期发现,到2031年整个项目的基本任务将完成。根据部分模拟,项目预计将能找到约5000个类地行星,约200个流浪行星,以及十几个“地球2.0”。

文图均据文汇报