

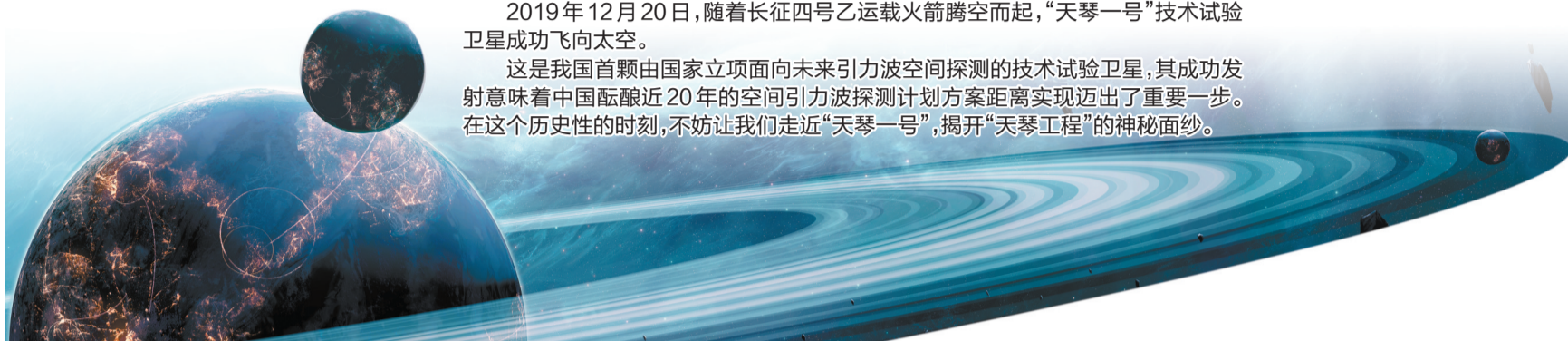
“天琴”将奏何妙音？

——“天琴一号”发射成功背后的我国引力波探测之问

新华社记者 郑天虹 肖思思 马晓澄 胡喆

2019年12月20日,随着长征四号乙运载火箭腾空而起,“天琴一号”技术试验卫星成功飞向太空。

这是我国首颗由国家立项面向未来引力波空间探测的技术试验卫星,其成功发射意味着中国酝酿近20年的空间引力波探测技术方案距离实现迈出了重要一步。在这个历史性的时刻,不妨让我们走近“天琴一号”,揭开“天琴工程”的神秘面纱。



“天琴一号”要做什么？

“天琴一号”由国家航天局为工程大总体管理单位,中山大学为用户单位,中国航天科技集团五院航天东方红卫星有限公司为卫星总体负责单位,试验载荷分别由中山大学、华中科技大学、航天五院等单位研制。

“天琴计划”是由中山大学校长、中国科学院院士罗俊于2014年提出,以中国为主导的国际空间引力波探测计划:2035年前后,在距离地球约10万公里轨道上部署三颗卫星,构成边长约为17万公里的等边三角形编队,在太空中建成一个探测引力波的天文台。因为三颗卫星组成的编队在太空中形似竖琴,故名天琴。

据介绍,要实现引力波的探测,必须具备两大基础技术,即空间惯性基准技术和激光干涉测距技术;前者相当于找准基点,后者相当于一把尺子。

“天琴计划”将分三次总计发射六颗卫星上天,第一次发射一颗高精度空间惯性基准试验卫星,第二次发射两颗激光干涉测量技术试验卫星;第三次发射三颗天琴卫星,组成编队进行空间引力波探测。

罗俊说,此次发射的“天琴一号”,是“天琴计划”拟发射的第一颗试验卫星。“天琴一号”好比是引力波“探头”,它的核心技术就是空间惯性基准技术,这是空间引力波探测技术体系中的关键技术之一。

那么“天琴一号”上天后将肩负怎样的科学任务?

中山大学天琴中心副主任叶贤基教授说,“天琴一号”身负三大科学任务:一是对空间惯性传感器进行在轨验证,二是对微牛级可变推力的微推

力器进行在轨验证,三是对无拖曳控制技术进行在轨验证。此外,“天琴一号”也将对高精度激光干涉测量技术、高精度质心控制技术、高稳定性温度控制技术等引力波空间探测共性关键技术开展在轨验证。

“这颗卫星是整个‘天琴计划’的首颗技术验证星,离最终实现空间引力波探测目标还有很长的路要走。”“天琴一号”技术试验卫星总设计师张立华介绍,这一次的技术验证,将为未来技术发展提供有价值的参考。

“空间引力波探测带来了极大的技术挑战,很多技术指标高于现有水平数个量级。因此,必须循序渐进、分步实施,通过技术试验卫星验证相关技术,待关键技术取得实质性突破后,再去研制能够在空间探测到引力波的卫星系统。”张立华说。

我们为什么要探测引力波？

在爱因斯坦广义相对论中,引力波是时空波动的具体表现。宇宙大爆炸、黑洞并和等天文事件会产生时空涟漪,如同石头被丢进水里产生的波纹,这种波动会以光速传播。当波动抵达地球时,将“扭曲”地球的时空;这种扭曲极其微弱,不仅你我无法感知,普通的科学仪器也无法测量。

在此之前,人类观测宇宙的手段,不管是红外光还是紫外光,靠的都是电磁波。而引力波提供了一个全新的观测宇宙的重要窗口。

“想象我们在一个房间内看到光在内部传播,那是一种电磁波。而如果房子本身形状发生了改变,则是引力波的作用。”罗俊说。

中国科学家正在进行的空间引力

波探测的“天琴计划”,其原理是:由于引力波会造成时空的变化,导致空间中两点之间的距离发生改变。当引力波到达时,会造成一个方向压缩,另一个方向拉伸,这种变化是有规律的。通过精确测量引力波天文台三颗卫星组成的等边三角形之间距离的微小变化,可以测量引力波是否存在。

引力波探测跟我们普通人有关系吗?受访科学家表示,新的科学发现,会给人类社会带来难以预估的影响。引力波探测,将可能带动激光、材料、光学、工程、计算机等诸多学科前沿的发展;引力波探测的很多技术将对或者已经对半导体制造、能源、材料、大数据等实用领域产生深远影响。

中国科学院院士叶朝辉表示,作为我国首颗国家立项的引力波空间探测技术试验卫星,“天琴一号”不仅适用于空间引力波探测计划,还将满足其他基础科学空间实验对航天技术的发展需求。

“‘天琴一号’还是国内首颗无拖曳控制技术试验卫星,无拖曳控制技术是最前沿的航天技术。”叶朝辉说,这将为开展下一代卫星重力测量、深空探测、基础科学实验等提供重要技术储备。

离引力波探测还有多远？

引力波的影响非常微弱,假设在太空中有一个半径10万公里的粒子圈,则引力波对粒子圈带来的形变也只有百分之一个原子的大小,这对测量精度提出了极高要求。

科学家表示,此次“天琴一号”成功发射,意味着空间引力波探测技术迈出了关键性的一大步;但这项工程

巨大,技术前沿且复杂,是科学界的“无人之境”,国际竞争日渐白热化。

引力波的频率很宽,就好像交响乐中分低音、中音、中高音和高音;针对不同频率,科学家采取了不同的探测手段,科学目标也不尽相同。

目前,国内主要有三大项目正在推进:一是由中科院高能所主导的基于地面探测的“阿里实验计划”,目的是探测原初引力波;二是由中科院推动的同样基于太空探测的“太极计划”;三是由中山大学主导的“天琴计划”。

而国际上太空引力波探测,以欧洲空间局主导的“LISA空间引力波探测计划”为代表,根据该计划,将在太阳轨道发射三颗卫星组成等边三角形编队。

“天琴计划”首席科学家助理梅健伟教授介绍,“天琴计划”的卫星由于距离地球近,因此面临的来自地球和地月相对运动带来的探测干扰也会多一些,这就对“天琴计划”卫星的高精度惯性传感、微牛级微推进器、高精度无拖曳控制等技术提出了更高的挑战。而“LISA计划”也面临距离地球远、卫星入轨时间长、跟地球通信时间长和在轨控制难度大等问题。

罗俊表示,“天琴一号”虽然意义重大,但并不代表我国空间引力波探测技术已经成熟。实际上我们距离实现空间引力波探测的最终目标还任重道远,必须本着求真务实的科学态度和踏实严谨的科学作风,加快推进关键技术攻关和在轨验证,加速推进人才队伍建设和国内外科技合作。

“科学不仅仅是简单去理解别人探索发现的东西,而应该自己能够走到前沿去探索一些未知的世界,这是科学家的使命,要对未知保持一颗好奇心,对科学保持一颗敬畏心。”罗俊说。

天文学家成功绘制宇宙中最遥远的耀变体“倩影”

耀变体是宇宙中最活跃的一种天体现象。由中科院上海天文台安涛研究员领衔的中外天文学家团队,成功捕捉到宇宙中最遥远的耀变体的信号,并绘制出高分辨率图像(如图)。国际权威期刊《自然-通讯》1月9日在线发表了相关研究论文。

新华社发

