

聆听宇宙之声,中国有何作为?

——专家解析中国引力波探测设想

●新华社记者 吴晶晶

近日,美国“激光干涉引力波天文台(LIGO)”第一次直接探测到引力波,证实了爱因斯坦引力理论的最后一项预言,震动世界。引力波探测为人类开启了宇宙观测的全新窗口,中国科学家将在其中有何作为?

怎样才能探测到引力波?

美国麻省理工学院物理系研究员苏萌介绍,一旦宇宙中某个地方产生了引力波信号,就好比大功率扩音喇叭在宇宙的某个角落喊一嗓子,这种时空的“震荡”会以引力波的形式在宇宙间几乎毫无阻力的传播。如果离地球足够近,就可以用“引力波天线”接受这些讯号。就像地球上时不时发生地震一样,只要我们有一个好的“地震仪”就能探测到这些微乎其微的震荡。

科学家们针对不同频率的引力波信号源,建造了不同的引力波接收器,大致可以分为三类:

——这次宣布探测到引力波的LIGO科学合作组,目标是几十到几千赫兹的高频段,主要的引力波信号源是中子星、恒星级黑洞等致密天体组成的双星系统并合过程,探测手段就是地面数公里的激光干涉装置。

——如果引力波的频率提升到十万分之一到一赫兹,对应的信号来源通常为质量更小一些的大质量黑洞并合过程的后期,可通过空间卫星阵列来探测,欧洲空间局的LISA项目就是以此为目标,计划2035年左右上天开始收集数据,其首颗技术验证星2015年底发射升空。

——第三类接收器针对的是一种更独特的引力波,它不同于天体运动、演化形成的引力波,而是来自于宇宙早期,产生于宇宙大爆炸时宇宙时空剧烈的暴涨过程中,也就是“原初引力波”信号。它的探测需要对宇宙微波背景辐射进行观测,一旦被探测到对基础物理学意义更加重大。

“此次LIGO实验在它的工作频段证实引力波的存在,也就是说,引力波在其他广泛的频段都应该存在,如果在对应这些引力波频段的探测上建造领先的实验装置,就会在未来的引力波科学大发现上占先机。”苏萌说。

中国的引力波探测如何行动?

实际上,早在上世纪70年代,中国科学家就开始了

引力波研究,但由于种种原因停滞了十几年,造成了人才断层。直到2008年,在中科院力学所国家微重力实验室胡文瑞院士的推动下,中国的引力波研究才再度开启。

中科院高能物理研究所所长王贻芳院士说,“目前中国的引力波研究主要有两个方向,一是由中山大学领衔的‘天琴计划’,是去太空捕捉引力波;二是由中科院高能物理研究所主导的‘阿里实验计划’,目标是在地面探测原初引力波。这是两个完全不同的研究方向和科学目标。”

“阿里实验计划”负责人、中科院高能所研究员张新民介绍,原初引力波太微弱,所以要选各种干扰尽量少的区域。目前,科学家在全球共选出了4个最佳观测点,南半球是南极和智利阿塔卡马沙漠,而北半球则在格陵兰岛和我国西藏阿里。

据介绍,中科院国家天文台在阿里建设的观测站位于阿里地区狮泉河镇以南约20公里处,海拔5100米的山脊。这里海拔高、云量少、水汽低、透明度高,同时具备望远镜建设与运行基础的台址,提供了北半球最好的观测台址。

“阿塔卡马沙漠和阿里都处于中纬度,扫过的天区面积比高纬度地区要大很多,未来阿里将成为北半球天区第一个地面观测点,开启北天区原初引力波观测的新窗口,与南半球相呼应。”张新民说。

王贻芳表示,由于国内引力波研究基础薄弱,所以阿里计划将通过国际合作来实施,引进国际团队,而我们也参与国际在南美的实验,以此快速提升我们自己的研究能力。据透露,目前美国哈佛大学、麻省理工学院、芝加哥大学等都表示出积极合作意愿,中美有关方面已经签署了相关合作协议。

“阿里项目造价小,周期短,可望约5年内出成果。”张新民说。

而“天琴计划”是去太空聆听引力波的声音。苏萌介绍说,该计划主要将分四阶段实施:第一阶段完成月球/卫星激光测距系统、大型激光陀螺仪等天琴计划地面辅助设施;第二阶段完成无拖曳控制、星载激光干涉仪等关键技术验证,以及空间等效原理实验检验;第三阶段完成

高精度惯性传感、星间激光测距等关键技术验证,以及全球重力场测量;第四阶段完成所有空间引力波探测所需的关键技术,发射三颗地球高轨卫星进行引力波探测。

据了解,完成全部四个子计划,大约需要二十年的时间,投资大约150亿元人民币。目前,“天琴计划”的部分基础设施建设已经开始。

寻找引力波有什么意义?

科学家们花费这么大的精力去寻找引力波有什么用?会不会像科幻电影里那样为我们打开“虫洞”、开启时间旅行带来可能性?

苏萌说,科学上讲,引力波的发现为我们打开了研究宇宙的全新窗口,射电、光学、伽马射线等电磁波谱研究宇宙都是来自于光子携带的信息,引力波携带着与电磁波截然不同的信息,将为我们揭示宇宙新的奥秘,比如黑洞与黑洞并合时的物理过程。如果能探测到宇宙大爆炸时发出的原初引力波,那将为我们揭示宇宙诞生之初的奥妙。

那它对普通人的生活会产生什么影响?科学家们表示,一个新的科学发现,总会给人类社会带来无法预估的发展。百年前电磁波刚被发现的时候,也没有人知道会给人类带来什么,但是现在不管是电视机还是移动电话,都与电磁现象有关。

“现在的我们大概不会比一百年前人们刚发现电磁波时候的想象力好太多,引力波到底能多大程度上改变人类的生活,让一百年后我们的后代去体会吧!”苏萌说。

LIGO的发现让我们中国科学家对中国引力波研究充满期待。“目前在国际引力波探测领域,中国的影响几乎为零,希望借此机会更大推动国内引力波研究的发展。”王贻芳说。

张新民认为,中国作为一个大国,这个领域不能是空白。“我们必须抓紧,创新而不是跟踪,作出我们应有的贡献。原初引力波仍未测出,国际合作空间依然很大。”

“LIGO的发现证明了引力波的存在,我们可以满怀信心地去寻找不同波段的引力波,就像不同波段的电磁波谱一样。如果能够探测到原初引力波将是下一个引力波领域、宇宙学、高能物理的重大突破。”苏萌说。

斯坦预言引力波存在刚好一百年。

据介绍,中山大学“天琴计划”是以引力波研究为中心,开展空间引力波探测计划任务的预先研究,制定中国空间引力波探测计划的实施方案和路线图,并开展关键技术研究。主要分为四个阶段实施:第一阶段,完成月球/卫星激光测距系统、大型激光陀螺仪等“天琴计划”地面辅助设施;第二阶段,完成无拖曳控制、星载激光干涉仪等关键技术验证,以及空间等效原理实验检验;第三阶段,完成高精度惯性传感、星间激光测距等关键技术验证,以及全球重力场测量;第四阶段,完成所有空间引力波探测所需的关键技术,发射三颗地球高轨卫星进行引力波探测。

据了解,中山大学“天琴计划”将需要100人左右的教师团队,四五百人的研究、工程技术人员以及博士后。为此,中山大学已发布招聘启事,面向全球招募人才。

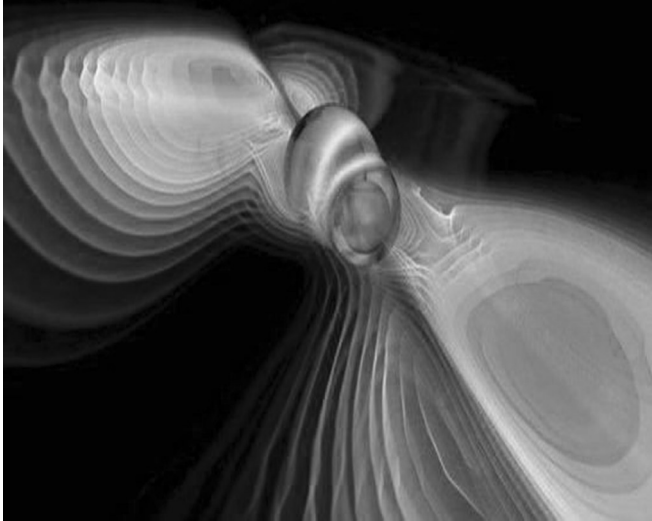
引力波是什么?发现引力波意味着什么?

●谢韧

引力波是什么?

激光干涉引力波天文台的发现再次让引力波成为公众焦点,引力波的理论提出很早,但我们至今没有发现。引力波的基础理论来自广义相对论中的引力辐射理论,相对论中预言了引力波会产生于强引力场的天体事件。有趣的是宇宙中的强引力场天体非常多,比如超大质量黑洞合并,脉冲星自转、超新星爆发等都是引力波的强有力来源。引力波与电磁波天文文又有不同的地方,比如引力波无法通过电磁辐射直接观测,引力波与宇宙中物质的相互作用是非常微弱的,可以传播至很远的宇宙空间。

引力波的探测目前仍然存在困难,科学家认为引力波尽管有间接的证据显示其存在,但直接证据缺乏。在过去十多年内,科学家通过毫秒级脉冲星信号的筛查来发现引力波,但是也没有结果。对此科学家也提出了几种可能性的解释,比如引力波或位于高频段上,中子星合并产生的引力波需要利用灵敏度更高的探测器进行观测。这也是为什么激光干涉引力波天文台每隔一段时间要升级的原因,如果在这个频段没有新的发现,就要继续升级。



超大质量黑洞合并、脉冲星自转、超新星爆发等都是引力波的强有力来源。

有哪些装置可探测引力波?

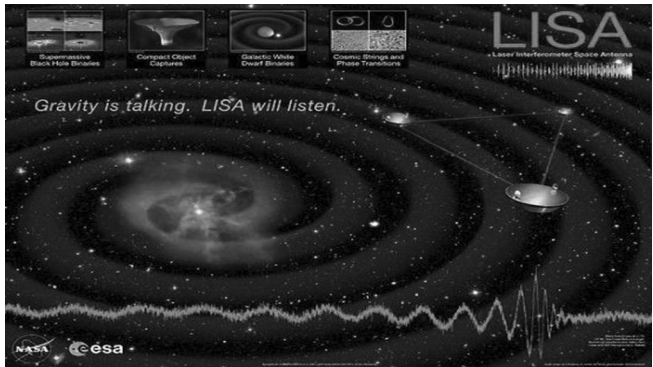
目前比较著名的要数激光干涉引力波天文台,1999年建成

盛顿州的哈福德之间有两个探测器,呈现L型排列,利用迈克尔逊干涉仪原理进行测量引力波。L型测量臂很长,达到4公里,两个测量臂垂直排列,两端各有反射镜面。科学家认为激光在测量反射臂上来回反射,如果干涉条纹发生了变化,就说明探测到了引力波事件。2005年之后,激光干涉引力波天文台再次进行了升级,使用更高功率的激光器和避震措施,降低误差。



激光干涉引力波天文台。

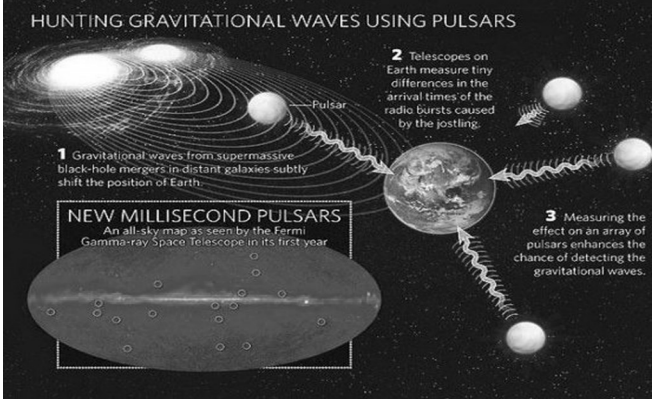
在意大利的比萨附近也有类似的装置,一个双臂探测器长度达到3公里,是欧洲测量引力波的关键设备。德国汉诺威也有引力波测量装置,两个测量臂长度为600米。欧洲前不久还发射了LISA探测器航天器,定点在拉格朗日点L1上,距离地球大约150万公里。德国达姆施塔特是LISA探测器航天器的控制中心,探测器主要任务目的就是寻找宇宙中的引力波,内部带有2公斤的金铂合金立方体,数量为两个,为垂直放置,如果两个立方体位置发生变化,就证明探测到了引力波的存在。不过这个任务仅仅是欧洲空间局引力波空间探测计划的一部分,侧重于演示和验证。



德国达姆施塔特是LISA探测器航天器的控制中心,探测器主要任务目的就是寻找宇宙中的引力波。

发现引力波意味着什么?

引力波的发现意义重大,从科学意义上看,引力波可以直接与宇宙大爆炸连接。广义相对论中预言的引力波也可以产生于宇宙大爆炸中,这就是说大爆炸之初的引力波在137亿年后的今天仍然可以探测到。一旦我们发现了宇宙大爆炸时期的引力波,就可以揭开宇宙的各种谜团,甚至了解宇宙的开端和运行机制。因此也有这样的说法,如果引力波的发现被确定,那么几乎可以肯定会入选诺贝尔奖。1993年的诺贝尔奖就是授予了间接发现引力波存在的科学家,当时两位科学家泰勒和赫尔斯对脉冲星双星系统PSR1913+16进行研究,发现其系统内有两颗中子星,它们快速围绕对方公转,最终发现了引力波间接证据。



一旦我们发现了宇宙大爆炸时期的引力波,就可以揭开宇宙的各种谜团,甚至了解宇宙的开端和运行机制。

2014年3月,BICEP2望远镜科学家称发现了宇宙大爆炸时期产生的原初引力波,这个发现瞬间轰动了世界,科学家在宇宙微波背景辐射中探测到B模偏振,认为这是原初引力波的证据。这个发现不仅意味着我们探测到引力波,而且还发现大爆炸时期的引力波,更令人惊讶的是根据这个理论我们甚至可以推出平行宇宙的存在。不过,很快BICEP2望远镜的发现成果被否定,科学家验证后发现是银河系的尘埃对观测形成干扰,这个发现是错误的。

由此也可以看出,引力波对于现代天文学而言是多么重要,一旦发现引力波直接证据,我们就能够通过这个途径观测并研究它,进而揭开宇宙深层奥秘。

发现引力波,基础科研是个啥节奏

●新华社记者 林小春