

## 大亚湾实验测得最精确的反应堆中微子能谱

### 最新发现与创新

科技日报北京2月13日电(记者李大庆)记者从中科院高能所获悉,大亚湾中微子实验测得了迄今为止最精确的反应堆中微子能谱。科学家发现这一能谱与以前的理论预期存在两处偏差。相关结果发表在2月12日的《物理评论快报》上。

中微子是核反应堆发电时发射的副产物。上世纪50年代,科学家正是在反应堆旁首次探测到了中微子。

以前有关中微子的实验通常是需要知道反应堆总共发射了多少个中微子(称为通

量),以及不同能量的中微子各占多少(称为能量分布或能谱)。科学家再根据对反应堆中复杂的裂变过程的理解,通过计算或其他间接方法来估计这些数值,对理论模型具有很强的依赖性。

大亚湾实验现在给出了最精确的、与模型无关的能谱测量,并对中微子通量做了新的测量。科学家总共分析了包含30多万对中微子的数据,研究发现,在大部分能量范围内,中微子能量达到了前所未有的精度——好于1%。

测得的反应堆中微子能谱有一个意外的特征:在能量5百万电子伏特(MeV)左右,数

据超出理论预期10%,对应4倍标准偏差。“这个意外的测量与预言不一致,说明现有计算需要改进。”大亚湾共同发言人、加州大学伯克利分校及伯克利国家实验室的陆锦标说。

发现这个偏差说明直接测量反应堆中微子能谱的重要性,也暗示依赖于模型的计算可能需要重新研究。

大亚湾实验对中微子通量的测量还显示,反应堆中微子的总产额比某些模型的预期值低6%。这可能来自理论模型的缺陷,也有人认为是由中性中微子振荡引起的。

科学家认为,新发现的两处偏差为未来的反应堆中微子实验提供了重要的测量数据。

## 牢记嘱托,为创新驱动发展鼓与呼

### 学习落实刘延东同志视察科技日报时的重要讲话精神

科技日报社编委会

打开科技日报社的微信群,看一看科技日报社编委会成员们的朋友圈,春节期间讨论最多最热的话题,仍然是国务院副总理刘延东羊年年末对科技日报社的考察与指示。以下记录的几个侧面就是科技日报社编委会共同学习的体会和共识。

**重温话语,细品甘味。**2016年2月5日,延东副总理在考察完科技日报社之后,与编委会全体成员进行了深入座谈。因此,编委会学习自然从重温延东副总理讲话开始。

她在谈到科技日报过去三十年时说,科技日报是我国科技事业的记录者、见证者和发布者,是我国科技事业的重要推动者,是党和政府科技事业宣传的主阵地,是广大科技工作者业绩的传播者,是广大社会公众的良师益友。作为科技日报人,有理由自豪和骄傲。

她在谈科技日报未来发展时说,科技日报一要服务大局,牢牢把握正确的政治方向,牢牢守住党在科技战线上的“主航道”;二要突出特色,始终奔走在科技宣传和创新驱动的“专行道”上;三要与时俱进,全面进入互联网+的“快车道”;四要面向大众,深耕科技宣传,厚植创新沃土。因此,科技日报“三十而立”,大有可为。

**抓住根本,做实保障。**延东副总理对科技日报社过去成绩的充分肯定,对新一届编委会来说,既是莫大的鼓励,也是莫大的鞭策。围绕延东副总理对科技日报社未来发展的四点殷殷期望,编委会成员畅所欲言,最后的意见竟然不谋而合,殊途同归,高度一致。

第一,如何服务大局,守住“主航道”?大家一致认为,定力是根本,能力是保障。“定力”就是要始终坚持科技姓党,坚持政治家办报,始终围绕党和国家的中心任务,把科技宣传工作放在党和国家的大局中去谋划、部署和实践。“能力”就是要造就一支党性坚定、业务过硬、能打硬仗的新闻采编队伍,构建符合现代传媒特点的硬件、软件支持系统,让正能量和主渠道发挥最大、最快、最强的传播力和影响力。因此,科技日报社决不能走过度市场化的道路,要守得住阵地,抵御得住诱惑,党和国家的科技宣传事业最大化才是科技日报社发展的根本目的。

第二,如何突出特色,始终奔走在“专行道”上?大家不约而同地提出,专注是根本,专业是保障。“专注”就是心无旁骛地专心于科技事业和创新发展战略,以科技宣传事业为己任,而不是摇摆不定,四处出击。“专业”就是要按照现代传媒规律,统筹科技、传媒、集团三大要素,构建拥有较强传播力、影响力的科技日报社旗下的中国科技报业事业平台和中国科技传媒业平台两大平台,实现科技日报社公共职能与市场职能的良性互动发展。

(下转第三版)

## 穿越时空:除了引力波,还有信念

本报记者 张盖伦

13亿年前,两个恒星级黑洞撞到了一起。

大约3倍于太阳质量的物质,在不到1秒的时间内,被转化为引力波。这在时空中激荡起的涟漪,以光的速度向外扩散。

黑洞合并的交响曲已经奏响,只是它几乎无声无息,混杂于所有噪声中。

100年前,物理学家爱因斯坦做出了关于引力波的预言。时空告诉物质如何运动,物质引导时空如何弯曲。当物质在时间的“水面”运动,水波便会荡开。但他又说,在所有能得到的情况下,引力波的辐射都可

以被忽略。

有多小呢?当一列引力波向你走来,你便会经历一个忽高忽矮、忽胖忽瘦的神奇过程。但是这样的变化幅度,大概为一个氢原子的五百分之一那么微小。

不过人类并未因此放弃探测引力波。实验物理学家约瑟夫·韦伯(Joseph Weber)用共振法寻找引力波,他自己发明了一种铝制圆筒作为探测工具。上世纪60年代末,他宣称引力波撞击了这一探测器;但他实验结果从未再现,又无法解释,因此未获认同。

但不管怎样,追寻引力波的征程开始了。

又是几年过去,1974年,两位科学家发现了一对脉冲双星。这个星体由两个在近距离轨道里相互缠绕的中子星组成,而且以爱因斯坦预测的速度螺旋式向内靠拢——这是引力波存在的间接证据!神秘的引力波,现出了一个朦胧身影。

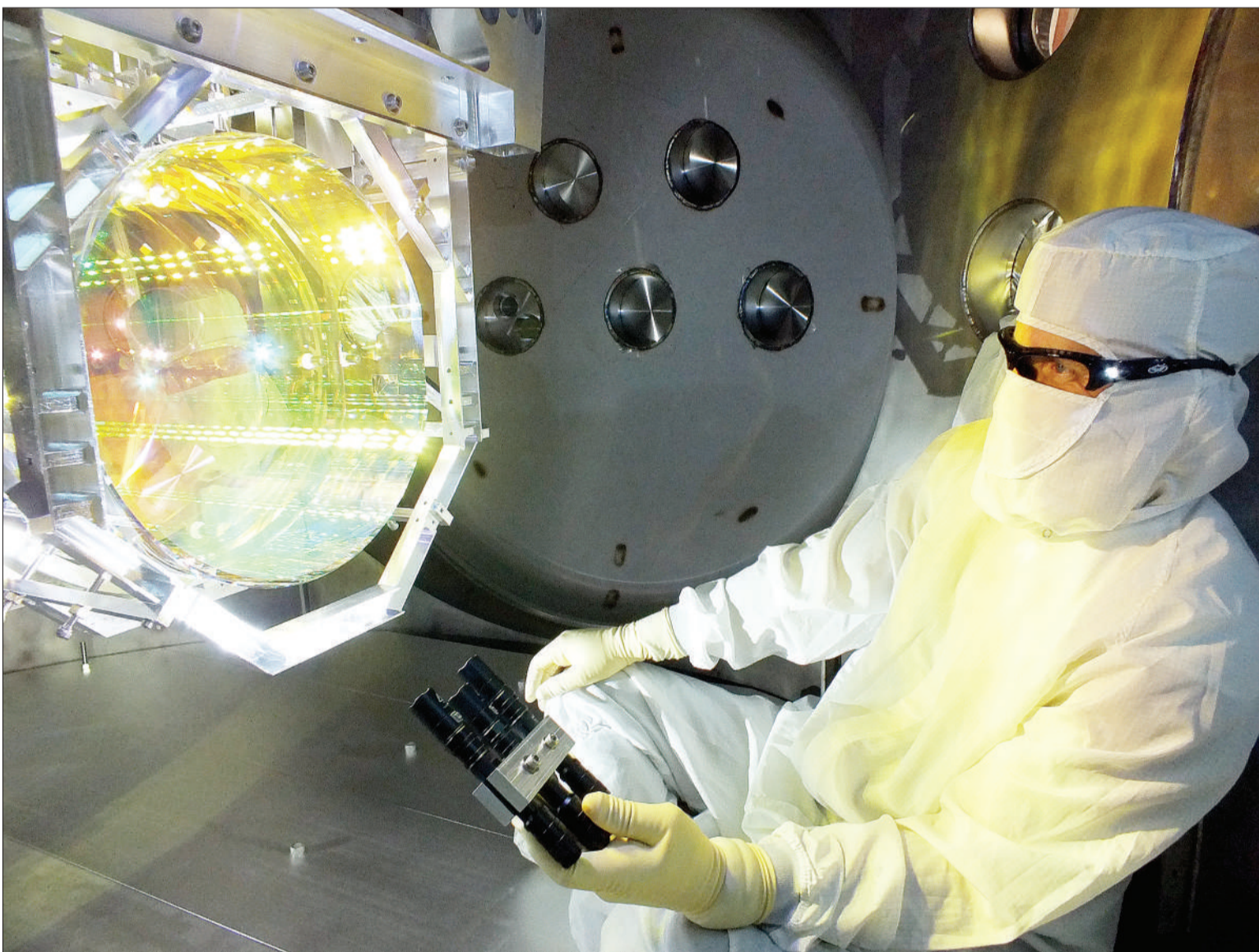
可是还不够。20世纪90年代起,在世界各地,一批大型激光干涉引力波探测器开始筹建。它们是人类用来捕捉引力波信号的耳朵。

17年前,激光干涉引力波天文台(LIGO)在美国初

步建成。一晃十年,它没有探测到任何确定的引力波信号。2010年,LIGO开始对探测器进行升级。2015年9月,灵敏度提升了十倍的升级版LIGO整装再出发。长臂中的激光再次不知疲倦反复奔跑,等待着引力波降临,那个神奇的干涉图纹的出现。

2015年9月14日,一个与往常并没有什么分别的夜晚,人类终于捕捉到了13亿年前黑洞合并奏出的那首交响曲的音符。他们给它取名为GW150914。爱因斯坦广义相对论的最后一块拼图,被补上了。

(下转第三版)



2月11日,加州理工学院、麻省理工学院以及“激光干涉引力波天文台(LIGO)”的研究人员在华盛顿举行记者会宣布他们探测到引力波的存在。图为技术人员在关闭舱门抽真空前检查光学部件。新华社发

## 感知宇宙新能力 开启天文新时代

新华社记者 杨骏 郭爽

“时空涟漪”、“宇宙呢喃”……引力波的发现,好比全球物理学界最大的“新年红包”,让物理学界多年的梦想照进了现实。

都说探测到引力波的这种能力,很有可能引发天文学革命。“著名理论物理学家斯蒂芬·霍金兴奋地说,“这提供了一种人们看待宇宙的全新方式!”

是的,如同一个失聪的人突然获得听觉,从此获得感知世界的全新方式。引力波的最后发现,让人们对于宇宙的认识耳目一新。

过去,宇宙以光的形式向人类传递了太多信息,而如今,引力波在时空中向我们传递着类似声音般的新信息。“这正如在时间和空间中演奏的乐曲,是由黑洞用力拨动的吉他琴弦,而这只是交响乐的开

始,而非结束。”激光干涉引力波天文台(LIGO)负责分析数据的科学家魏因施泰教授对新华社记者打了个比方。

都说引力波是爱因斯坦广义相对论实验验证中最后一块缺失的“拼图”,它的发现是物理学界里程碑式的重大成果。就像电磁波的发现最终使人类有了无线电信号和手机一样,引力波会带给我们什么?或许可借助相对论的其他相关内容,做个比较。

在狭义相对论中质能关系理论指导下,科学家最终制造出了原子弹、氢弹和核反应堆,卫星定位等技术也借助了狭义相对论的知识。如今相对论中的引力波被发现,很有可能改写物理课本,它带给科学家和人类今后无穷的想象。

最前沿的科学在初期看上去都像魔法。科学家说,引力波离应用阶段还很远。包括时空旅行这样的科幻设想还早得很,而利用引力波的宇宙通信,目前看也只不过仍是一种微弱的可能。不过没关系,我们需要把眼睛睁得更大,引力波的发现无疑打开了探索我们头顶星辰的一扇大门,必将让人类感知到更多未曾想象的世界。

有引力波这一发现,人类将开始不可思议的新探索:探寻宇宙扭曲的一面——由扭曲时空生成的天体与现象。而检验爱因斯坦相对论、探测黑洞质量、测量宇宙距离、完善大爆炸理论等,都有待对引力波的进一步研究。这无疑提升了人类的认知,开启天文新时代。

(新华社北京2月13日电)

## 引力波探测的中国脚步

### 专访中科院国家天文台研究员张承民

本报记者 刘园园

北京时间2月11日,美国加州理工学院、麻省理工学院、LIGO(激光干涉引力波天文台)科学联盟以及美国国家科学基金会联合宣布:引力波终于被探测到了!这是人类有史以来首次观测到时空的涟漪,它将打开人类探索宇宙的新窗口。这一震惊世界的发现将对中国的引力波探测事业产生什么样的影响?科技日报记者就此对中科院国家天文台研究员张承民进行了专访。

**科技日报:**中国科学家对引力波的探测是从什么时候起步的?

**张承民:**中国对引力波的探测研究早在上世纪80年代就开始了,这得益于著名科学家、原人大常委会副委员长周培源教授的支持,他曾经在美国普林斯顿大学留学,学习流体力学和广义相对论,并听过爱因斯坦的课,与其一起讨论相对论。但当时由于条件落后,经济环境不是很好,设备和技术也不是很到位,那时对引力波的探测处于初级阶段,大部分情况下是进行理论的探索、方案的可行性研究。

当时中科院的高能物理研究所、物理研究所以及中山大学都建立了引力波研究小组,进行了简单的、最原始的棒状天线观测,现在看来这些粗糙的设备距离探测引力波所需的灵敏度还是差得比较远的,但是中国科学家毕竟是进行了引力波研究的起步跟踪。

**科技日报:**中国科学家有没有想过建造像美国LIGO那样的激光干涉仪来探测引力波?

**张承民:**2000年前后美国LIGO建立后,中国科学家受到很大鼓舞。当时国家天文台还有其他单位相关学者开始牵头研讨建设中国概念的激光干涉引力波干涉仪。当时中科院的领导给了很大的支持,提供了项目的必要启动经费,国家天文台对这个项目也是比较支持的。我本人荣幸地作为早期引力波探测项目参与者之一,也积极参与这方面的推动工作。

**科技日报:**现在中国的引力波探测处于什么样的发展状态?

**张承民:**中国在贵州建设500米口径射电望远镜(FAST)方面,把引力波作为探测目标之一。也就是说,后来引力波这项计划就转变成为FAST的科学目标之一,它未来可以通过监测毫秒脉冲星的空间位置变化,检验引力波的直接证据。

此前在上海建成的65米口径射电望远镜,以及现在正在新疆筹建的110米口径射电望远镜,都提出把脉冲星引力波监测作为其科学目标之一,但是它们的灵敏度和综合性能目前还达不到美国和澳大利亚射电望远镜的探测能力。在用射电望远镜探测引力波方面,美国、欧洲和澳大利亚目前是在我们前面的。

(下转第三版)

## 为引力波数据分析“加速度”

### ——专访LIGO科学合作组织成员、清华大学信息技术研究院曹军威研究员

本报记者 林莉君

虽然这次过年终于回到东北老家,但是曹军威的过得并不悠闲。原因就是引力波“来袭”!

正月初五(2月12日)那天,他的手机就没消停过,几乎被电话、微信“搞”到爆。“亲戚、朋友、甚至同学都在关注引力波的事。大家对它的热情有点出乎意料,可能是资讯太发达了吧。”13日,曹军威在接受科技日报记者采访时说。

曹军威所在的清华大学研究团队,是中国大陆唯一的激光干涉引力波天文台(LIGO)科学合作组织(LSC)成员。他和团队里的另外5名研究人员参与了

LSC引力波暴和数据软件两个工作组的相关研究,侧重提高引力波数据分析的速度和效率。

北京时间2月11日23时30分,美国国家科学基金会和欧洲引力波天文台召开新闻发布会,宣布人类首次“倾听”到了时空涟漪——引力波,证实了爱因斯坦100年前的重要预言,打开了一扇探索宇宙的全新窗口。全球科学界瞬间沸腾。

“我在网上看的直播,虽然心情有一点小激动,但还是比较冷静的,毕竟我们只是参与了这一重大成果的科研工作,并不是主要贡献者。哈哈!”电话那头

传来曹军威爽朗的笑声。他告诉科技日报记者,合作组织内部有严格的管理流程,“什么时候发表论文?论文投给哪家出版社?什么时候召开新闻发布会?重大事项的决策流程都是由理事会投票决定,我是代表清华大学参与理事会的讨论工作。”

科技的发达让很多公众已经知道神奇的引力波,是两个分别为29倍太阳质量和36倍太阳质量的超恒星级黑洞,合并产生的信号。它经过13亿光年的漫长旅行,于2015年9月14日抵达地球。

这串看似简单的数据背后是大型集群计算机对

信号的分析处理。“合作组织内部十几个地点都有集群计算机,通过天文学家或者物理学家设计的软件对信号筛选、分析。作为合作组织中少有的自动化和计算信息背景科研团队,简单地说,我们的工作就是采用信息技术支撑这些软件的正常运行,提高它们的运行效率,同时我们也研究数据驱动的新型分析方法。”曹军威解释道。

在过去6年,曹军威研究团队参与构建引力波数据计算基础平台,开发的数据分析软件工具被LSC成员广泛使用。他们与麻省理工学院、加州理工学院等LSC成员合作,取得的“GPU加速引力波暴数据分析和实现低延迟实时精密双星并合信号的搜寻”“采用机器学习方法加强引力波数据噪声的分析”等成果,发表在《物理评论D》《经典与量子引力》等国际期刊上。

曹军威告诉记者,“若能以更快的速度、更高的精度实时处理得到引力波源的方向、位置等信息,就能为相应的研究争取宝贵的天文观测时间,进而形成以引力波观测为触发的全新天文观测方法——多信使天文学。”

(科技日报北京2月13日电)

