

中国智慧助力“捕捉”引力波

本报记者 彭训文

13亿年前，两个恒星级黑洞相互碰撞，大约3倍于太阳质量的物质转化为引力波，并以光的速度向外扩散。13亿年后，这列“涟漪”在2015年9月14日扫过太阳系，被美国科学家利用激光干涉引力波天文台首次捕捉到。这一重大成果直接印证了爱因斯坦100年前关于引力波的预测，打开了人类探索宇宙的新窗口。这一消息在上周公开发布后，全球科学界瞬间沸腾。

聆听宇宙远古的天籁之音



参加引力波探测的技术人员检查光学部件

2月11日晚，中国公众还处在猴年春节假期的欢乐气氛中，曹军威则早早打开了电脑，神情庄重地守着直播。他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。作为参与者，他知道，一个震撼物理学界、天文学界乃至整个科学界的重磅消息即将发布。

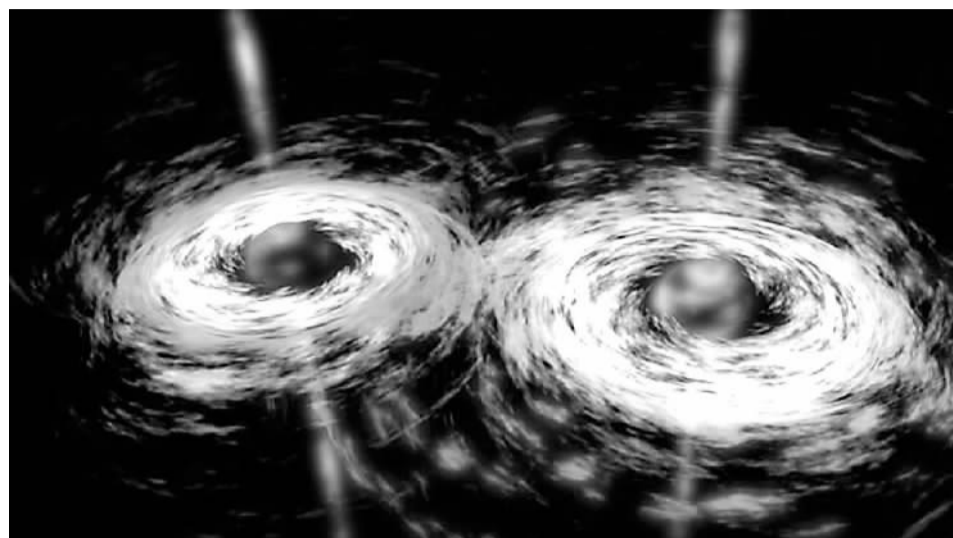
北京时间23时30分，美国加州理工学院、麻省理工学院、LSC和美国国家自然科学基金会联合举行新闻发布会。加州理工学院LIGO项目执行主任戴维·赖茨以一种尽量稳重的姿态走上讲台，但神情难掩激动：“女士们，先生们，我们检测到了引力波，我们确实检测到了引力波。这是真的，我认为这是人类在科学上的登月壮举。”

在一片嘈杂的背景噪音中，一声“噗”的清脆声响，如水滴落水，持续时间短暂得不到1秒，这正是现场播放的由引力波转化成的宇宙之声。

这是人类利用激光干涉引力波天文台首次探测到引力波。2015年9月14日，LIGO项目组修建的利文斯顿激光干涉引力波天文台记录下这个非常明确的引力波信号。7毫秒后，另一个名为汉福德的天文台记录下相同信号。

为避免“乌龙事件”，科学家经过大量复杂的计算和分析后得出结论，这是在距地球13亿光年处的两个黑洞相撞后产生的引力波。这两个黑洞，一个质量相当于29个太阳质量，一个相当于36个太阳质量，它们不断旋转靠近，最终相撞，合并成一个相当于62个太阳质量的黑洞，而相当于3个太阳的质量转化为引力波，并向外辐射，释放的峰值能量比整个可见宇宙释放的能量还要高出约50倍。

不过，虽然携带的能量很大，但引力波实际对物质产生的作用却十分微弱。以这次被捕获的引力波为例，其作用大概为一个氢原子的五百亿分之一那么微小，尚不能挪动电荷。



十三亿光年前，两个黑洞“碰撞”

有助于揭示宇宙“婴儿期”的奥秘

虽然作用很微弱，但引力波对人类来说却是意义非凡。美国麻省理工学院物理系研究员苏萌表示，射电、光学、伽马射线等电磁波谱研究，研究的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，比如黑洞与黑洞合并时的物理过程。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秘。

LIGO项目组发言人、路易斯安那州立大学物理学家加布里埃拉·冈萨雷斯形象地宣称，人类从此长了“耳朵”，能“听”到宇宙大爆炸，并“看”到整个宇宙中黑洞的形成。

在她看来，人类此前的天文学发现都好似“眼睛”，而引力波携带的大量信息打开了认识宇宙的新方式。

1916年，广义相对论的创立者爱因斯坦预测，引力起源于物质在时空中运动时质量对空间的扭曲；如果大质量物体运动，例如两个黑洞碰撞，所产生的曲率变化会像波一样向外传播，导致时空压缩、伸展，这个现象就是引力波。

打个比方，引力波就像在宇宙某个角落敲一面大鼓，其“震荡”会以引力波的形式在宇宙间几乎毫无阻力地传播。但它对物质造成的形变非常微小，仅有亚原子量级，要探测到它，好比在一个喧闹的聚会上辨别一首低吟的歌，这被世界公认为最难检验的尖端科技之一。

中国科学家深度参与贡献独特

中国科学家虽然不是此次“捕捉”引力波的主要贡献者，但同样是其中的参与者，并做了大量开创性的工作，贡献了“中国智慧”。在公布的为此发现做出贡献的人员名单中，数位中国科学家的名字赫然在列。

从2009年开始，清华大学信息技术研究院研究员、LSC理事会成员曹军威和他团队里的另外5名研究人员就参与了LSC引力波探测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。

“29个太阳质量”、“36个太阳质量”、“13亿光年”……这串看似简单的数据，背后是设在世界十几个地点的大型集群计算机对信号的海量分析处理。

“LIGO数据的采样频率达到每秒1.6万次以上，采样信道达上万个，这需要先进的计算机处理技术做支撑。”曹军威说，他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，同时研究数据驱动的新型分析方法。6年来，他所在的团队参与构建了引力波数据计算基础平台，把探测器GPU的信息处理速度从原有的58倍提升到了120倍以上。他们开发的数据分析软件工具被LSC成员广泛使用。



空间太极计划标识

段是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。第四阶段是完成所有空间引力波探测所需的关键技术，发射3颗地球高轨卫星进行引力波探测。

“阿里实验计划”则拟在位于我国阿里地区狮泉河镇以南约20公里处、海拔5100米的山脊上建立引力波观测站。该计划负责人、中科院高能所研究员张新民解释称，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，将用于探测极早期宇宙“暴涨”过程、寻找宇宙“原初”引力波。他预计，首批成果可望约5年内“出炉”。

而就在LSC宣布探测到引力波不久，2月17日，中科院宣布了经8年酝酿的“空间太极计划”。首席科学家胡文瑞表示，中国将在2030年前后发射3颗卫星(目前尚不得知其是否就是“天琴计划”第四阶段将发射的3颗卫星)，观测双黑洞合并和极大质量比天体合并时产生的引力波辐射，以及其它的宇宙引力波辐射过程。

除了专门的引力波计划，结合我国国情，我国在探测引力波上并没有像美国一样建设激光干涉仪这样的直接探测引力波设备，而是投入射电望远镜中，以找到射电天文学与引力波监测的结合点。

引力波探测的“中国足印”

本报记者 彭训文

中国探索脚步艰辛

1969年，美国马里兰州立大学的约瑟夫·韦伯宣称，他已探测到不排除为引力波的信号，引起物理学界极大关注。

虽然当时条件艰苦，但是在这个世界顶级难题的漫长求索中，中国科学家从未放弃过自己的努力。上世纪70年代初，中山大学物理系教授陈嘉言等科学家决定白手起家，寻找引力波。没有实验室，他们就借来一间不足30平方米的、潮湿而不通风的地下室。清理房子，刷石灰，装电灯，搬石块，查文献，借仪器……1976年，他们装起了引力波天线模拟系统，并取得第一批实验数据。

同年，国家科委和教育部把这项研究定为国家重点研究项目，批准建筑专用实验室。但是基建工程、建筑材料、承建队伍都得自己联系。为此，科学家们自己清洗小房间大大小小的钢制真空罐、自己去切割搬运数十米长的钢轨。终于在上世纪80年代初，他们用简单的、最原始的棒状天线，研发出达到同类型里世界级水平的引力波探测器。

遗憾的是，1982年，陈嘉言不幸在真空罐中触电殉职。此后，由于人才队伍接续等问题，中国的引力波研究停滞了许多年。直到2008年，在中国科学院力学所国家微重力实验室胡文瑞院士的推动下，空间引力波探测工作组成立，引力波的中国研究才再启征程。



中国“空间太极计划”首席科学家、中科院院士胡文瑞(左)、吴岳良。

另辟蹊径追赶世界

一般来说，针对不同频率的引力波信号源，探测的方式也会有所不同。主要有四种情况：

第一种是超大质量黑洞合并时发出的引力波，对应的频率在百万分之一到一万分之一赫兹。科学家可用若干精确校准后的毫秒脉冲星在宇宙中排成校准源阵列，利用地面的大型射电望远镜来寻找引力波。

第二种频率为十万分之一到一赫兹，对应的信号源通常为质量更小一些的大质量黑洞合并过程的后期，可通过空间卫星阵列来探测。例如欧洲空间局的空间激光干涉引力波探测项目。

第三种是这次宣布探测到的几十到几千赫兹的高频段引力波，其信号源是中子星、恒星级黑洞等致密天体组成的双星系统合并过程，探测手段是地面数公里的激光干涉装置。

第四种是“原初”引力波，它是宇宙大爆炸时宇宙时空剧烈的暴胀过程中产生的信号，需要对宇宙微波背景辐射进行观测。

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”，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。

“天琴计划”将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。整个计划大约需要20年，投资大约150亿元。

该计划主要分四个阶段。第一阶段是完成月球/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。第二阶段是完成无拖曳控制、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

据《钱江晚报》近日报道，一名就读于美国爱荷华大学的杭州留学生，因在社交网络上张贴持枪照，并暗示若考试挂科，将让教授体会当年“卢刚的恐惧”。他因此被学校认为是危险人物，被没收枪支后立即取消签证，返回中国。此事迅速发酵，引发各种声音，同情者有之，惋惜者有之，嘲讽者亦有之。

据报道，该同学坚称自己只是一句“玩笑话”，没想到被校方当真，酿出严重后果。如果真是这样，就和早前发生的几名中国留学生因殴打虐待一名女同学还自以为是在玩“恶作剧”，却被美国法院判处重刑一样，令人唏嘘不已。有人将这归结为文化和法律差异，是这种差异让留学生“吃了苦头”，其逻辑是，这些行为在国内根本就不是什么事，包括殴打同学，有的就连校内处分都没有，更别提追究刑责。而其实，这本质上不是什么文化和法律的差异，而是我国学生太缺规则教育。在国内，这类行为被纵容，而到了美国，严格按规则办事的美国学校和司法机关，就不会留情。这不是只针对中国人，美国本土的学生若有这些行为，得到的是同样的处罚。

在我国学校，如果课堂上学生对老师出言不逊，威胁恐吓老师，假如学校要处罚学生，社会舆论很可能指责学校小题大作，而且还会在网上借此发泄对教育、学校的不满情绪，甚至辱骂学校、老师。结果，被辱骂恐吓的老师，反而成了不讲道理的人，而辱骂恐吓的学生，则错以为自己做了很“拉风”的事。而在美国，学校是怎样处理学生辱骂恐吓老师的行为的呢？通常，如果发生这样的事，老师会把学生告上法庭，由法院对学生的行为进行调查、审理，若事实确凿，法院不但判处罚学生向老师道歉，缴纳罚金，而且要求其必须用自己劳动挣来的钱去缴纳罚金，而不能由父母代缴。这就是十分严格的规则教育，告诉学生什么能做，什么不能做，如果做了将由自己承担怎样的后果。

规则教育，是让学生成为合格社会公民的基本教育。当前，对学生进行规则教育，面临诸多现实困惑。一方面，学校办学还没有做到依法治校，校内事务处理，很多时候是由教育部门和学校行政部门说了算，包括对学生涉嫌违法的行为，也只是学校内部进行处理。考虑到学校的名声和学生所谓的前途，再加上有的学生父母利用各种关系来摆平，于是处理往往轻描淡写，甚至不了了之。受此影响，学生缺乏规则意识，就不足为奇。另一方面，社会舆论和学生家长，缺乏参与学校监督、评价的畅通途径，因此，家校矛盾冲突近年来日益加剧，老师在校内正常的批评学生的行为，也会被有的家长夸大其词、变相体罚学生，加之舆论煽风点火，有的学校老师已经不愿意批评学生的不良行为，师德师风不在，有的学生没有丝毫的敬畏意识，无法无天。就连保护未成年人的14岁以下不追究刑责的法律规定，也被有的问题孩子误读为只要不满14岁，就是杀人也没关系。

针对未成年犯罪现象(包括杀人事件)增多，舆论又呼吁要严格执法，降低追究刑责的年龄限制，但这不是解决问题的办法，是头疼医头脚疼医脚。根本解决之道，是加强对学生的规则教育，这不是对学生进行简单的说教，而是要让学生在依法治校、凡事讲规则的和社会环境中成长。对于这名杭州留学生因恐吓教师而被取消签证一事，需要的是理性的反思，而不是泛滥的同情，以及扯上什么美国人对中国留学生的歧视等等。违反了规则，就要受到相应的处罚，这对谁都一样，没有例外，这就是规则教育。

(作者为21世纪教育研究院副院长)



中国将建一批国家实验室

本报电 中国科学院院长白春礼日前在中科院举办的“国家实验室建设与管理国际研讨会”上透露，我国将以国家目标和战略需求为导向，在重大创新领域组建一批综合性国家实验室。他介绍，相关部门正酝酿建设一批体量更大、学科交叉融合、综合集成的国家研究基地，将国家实验室打造成聚集国内外一流人才的高地，成为国家重要战略创新力量。(文心)

无臂考生参加艺考逐梦



近日，无臂考生张晗参加2016年山东工艺美术学院招生专业考试，他用脚完成绘画作品。 赵晓明摄(新华社发)