

# 人类首次直接探测到引力波

组发言人、路易斯安那州立大学物理学家加布里埃拉·冈萨雷斯说：“这一发现是一个新时代的开端，引力波天文学现在成为现实。”

## 倾听宇宙深处的颤动

本报记者 华凌

“人类此前的天文学发现都好似‘眼睛’，而引力波的发现意味着人类长了‘耳朵’。这是美国哥伦比亚大学物理学教授绍博尔齐·马尔卡，在欣闻激光干涉引力波天文台(LIGO)首次探测到宇宙引力波这个爆炸性消息时所感。

### 有别万有引力

谈及引力波，首次刷新了我们对“引力”的理解和认知。在英国剑桥大学大门口左边空荡的草坪上，矗立着一颗苹果树，这是为了纪念17世纪末物理学家牛顿在树下被落下的苹果砸头时，发现了伟大的万有引力。这个引力的精髓是由物体质量的存在所致。这在近两百多年里被奉为宇宙间的绝对真理。直到爱因斯坦分别于1905年和1915年发表了狭义相对论和广义相对论，对引力提出了一种完全颠覆的看法。

## 意义何在 未来如何

### ——两位LIGO科学家谈引力波的发现

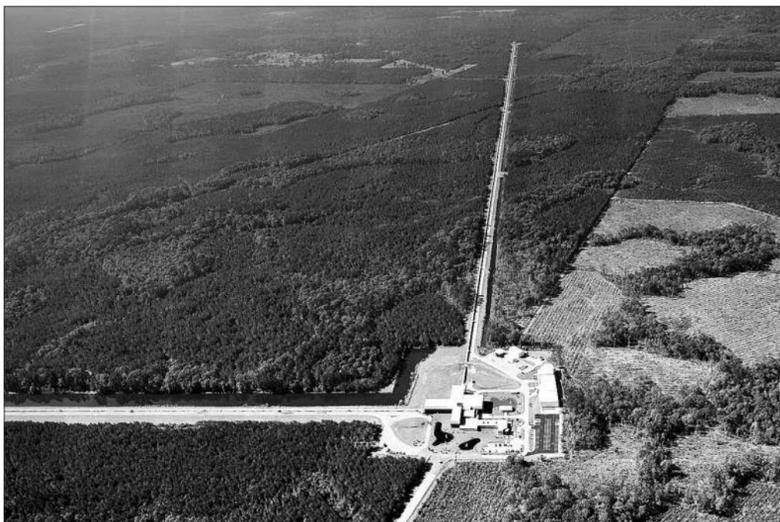
本报记者 华凌

引力波的发现有何重大意义？激光干涉引力波天文台(LIGO)科学合作组织核心成员、加州理工学院陈雁北教授在接受科技日报记者专访时指出：“1.广义相对论以时空几何来描述引力，而引力波的发现，代表了人类直接探测到了时空几何的动态扭曲。2.作为恒星演化的末态，黑洞是天文学中的一种重要物体。引力波让我们详细观测到了其附近时空几何的强烈弯曲和震荡。3.进一步的引力波观测，让我们以全新的方式精确的检验广义相对论，也开启了观察宇宙的新视窗。4.LIGO的实验本身，代表了精密测量科学取得了重大进步。”

对此，胡一鸣说：“如果要问及它的现实意义，恐怕很少有人能回答得上来。正如爱因斯坦当年也无法准确地预言，广义相对论能给人带来什么用处。但

# 是谁“听到”了13亿年前那声响

本报记者 王小龙



这是美国路易斯安那州利文斯顿的激光干涉引力波天文台的资料照片。

新华社发

### LIGO是什么？

LIGO的全称是“激光干涉引力波天文台”，是美国分别在路易斯安那州利文斯顿市与华盛顿州小城汉福德建造的两个引力波探测器。每个探测器都有两个长达4公里的测量臂，呈L型排列。为了便于理解，可以将其设想成一台极度敏感的巨型光学设备。

### 它是如何“听到”引力波的？

LIGO系统由相距1865英里(约3000公里)的两个完全相同的探测器组成。每个探测器包含由两个长度为4公里的L形真空管。科学家们通过真空管发射激光束。每束激光到达真空管末端后，会被镜面反射，并沿相反路线返回。在同等条件下，两束激光应该在完全相同的时间抵达源头，由于干涉作用，光线不会抵达光电探测器。而一旦有引力波穿过探测器，根据爱

因斯坦100年前的预测，会使两个真空管中的空间出现极其微小的拉伸与压缩，从而破坏了原有的完美平衡，使光线外泄到光电探测器上。建造LIGO最难，也是LIGO最厉害的地方在于：整个探测器都需要根据地球曲率校正设计建成，尽可能避免来自地表震动的干扰；为减少大气和污染物对激光运行的干扰，还要将其置于真空之中。为确保数据准确，开机后两台探测器必须不间断地记录结果，任何一个微小数据都不能遗漏。

身的波动也会向远处传播，但能产生这种较强引力波的波源距离地球都十分遥远，传播到地球时变得非常微弱。

一旦引力波为地球上的我们所感知，从某种角度而言，那将是人类在感受时空本身的颤动！

### 一个世纪的求索

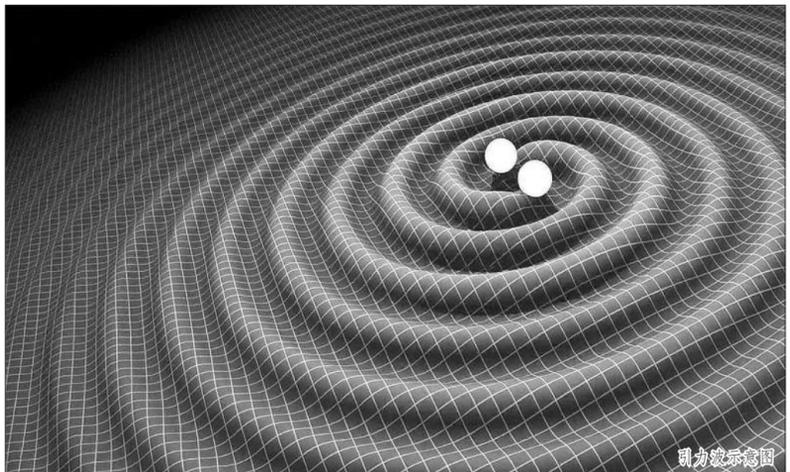
探测到引力波并非易事。整整一个世纪，众里寻他千百度，科学家始终未曾直接观测到它。20世纪60年代末期，美国马里兰大学物理学家J·韦伯宣布通过共振型引力波探测器测量到引力波，引起轰动。但可惜其实验无人可重复，理论上也很难论证。他的工作激励了很多科学家加入到引力波理论研究和实验探测的行列。1974年，就在引力波实验逐渐发展时，美国物理学家约瑟夫·泰勒和天文学家拉塞尔·赫尔斯利用射电望远镜发现了一对脉冲双星，观测其以引力波形式损失能量的数值与广义相对论所预言的吻合，由此间接证明了引力波的存在。他们也因此于1993年获诺贝尔物理学奖。2014年，由加州理工、哈佛大学等几所大学的研究人员组成的BICEP2团队曾宣称利用南极望远镜找到了原初引力波，将直接验证暴胀宇宙模型，遗憾的是后来证实那只是银河系尘埃影响的结果。日新月异科技似乎发展到了一个节点，终于为我们拨开迷雾，在美国东部时间2015年9月14日5时51分，科研人员利用LIGO首次“听”到，来自距离地球13亿光年之外的一场引力风暴，两个巨大质量黑洞碰撞最后并合瞬间对时空的扰动，即引力波。

实际上，尽管观测宇宙的望远镜越来越灵敏，让我们看到了很多图景，但对宇宙的认识一直处于一片寂静之中。如今，引力波的发现犹如给人类添了个“顺风耳”，使人类从此可以倾听宇宙深处之声。

的突破时，我们不应该以现实应用评价它的价值。当然，这并不是说，纳税人的钱扔给LIGO只是为了听个响(我们的确听到了这一声黑洞的并合)。在LIGO的建造中，涉及到无数科研前沿的问题等待突破，而这些技术上的创新与突破，纷纷都衍生出初创公司，也许未来某一天，我们也将从中受益。要知道，创造互联网的，并不是某个商业公司，而是为了探索高能物理的欧核中心。”

“科学的发展往往很有趣，有人总结过，如果某个科学家预言某种事情一定做不成，事实往往会证明他/她的错误，所以我们不敢说用引力波一定不能融入未来人类的日常生活并深刻改变人类的生活方式。但是，应该说，在我们的有生之年，是不能看到这一天的。”胡一鸣说。

(科技日报北京2月13日电)



引力波示意图

断靠近，旋转，并最终合并成一个黑洞。合并过程中产生的引力波经漫长的传播最终抵达地球。据推测，两个黑洞几乎是以一半光速的超超速度碰撞在一起，并形成了一个质量更大的黑洞。这个过程中一部分的质量转化成了能量，大约三倍于太阳质量的物质在短短一秒之内转化成了引力波。这一引力波首先到达利文斯顿探测器，7毫秒之后到达汉福德探测器。引力波信号就是这样发出并被LIGO观测到的。

### LIGO之外还有谁？

在LIGO项目启动后，世界各地的一些大型激光干涉引力波探测器开始筹建。目前，除LIGO外，比较大型的探测器还有位于意大利比萨附近，臂长为3000米的VIRGO；位于德国汉诺威附近，臂长为600米的GEO；以及日本东京国家天文台，臂长为300米的TAMA300。这些探测器在2002年至2011年期间共同进行观测，但并未探测到引力波。此外，还有欧洲的空间引力波项目eLISA和日本的大型低温引力波望远镜KAGRA。此前的消息，LIGO实验室和印度引力波物理学界已经达成协议，计划把LIGO的一部分实验设备运往印度，并在印度开设一个LIGO-India的引力波观测站。中国引力波探测工程“天琴计划”已经于2015年7月份正式启动，部分关键技术研究已有具体进展，目前正在立项中。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。能够预见的是，引力波的发现，将会进一步刺激各国的研究进度，世界各地的引力波研究计划的推进也会更为迅速。

### 梦然丝语

## 接下来，是宇宙的有声电影

张梦然

年初四的晚上，有几个天体物理爱好者的群，兴奋的彻夜不眠。我找到其中一位请他为我科普一下引力波。遭拒。理由是：我就是喜欢你们明明不懂引力波还不得不和我们一起强颜欢笑的样子。这谁说的，我自认还是明白点儿的。当年希格斯粒子出现时，我终于知道了自己为什么这么重；而引力波的发现，让我知道了这个重量会有多强大。说点题外的。荷兰的《星际穿越》放映时，我们都知道里面恢弘的黑洞由一位物理学家打造，他就是基普·索恩。自从当年相信了探测引力波是有可能的之后，他成了现世引力波最坚定的支持者之一，也是这次探测引力波的机构LIGO的主要发起人。上个世纪80年代，基普·索恩和几名科学家一起创建了这项计划，直到1999年，LIGO建成。这个天文台就像一面巨大的竖琴，以激光为弦。它不轻易奏响，只有宇宙中高度动态的事件才有本事拨弦。但这正是此前引力波探测研究最遭诟病之处，非常难以探测，噪音干扰又多，花钱又贵。以当年的眼光来看，同样的建设资金放到望远镜上才是正途，投在LIGO上就是在冒险，“全靠爱因斯坦的名声撑着”。LIGO的前十年保持潜伏状态，一无所获。当时它的灵敏度只能勉强够到这次发现的引力波振幅的峰值，还不足以辨识波形。但升级后，灵敏度一下子提了十倍，几乎是开机就找到了要找的东西。该怎么形容这次收获呢？不客气地说，天文学即将经历一次革命，其起点就是人们探测到引力波。从16世纪伽利略的望远镜发现天空中原本一片

黑暗之所竟蕴藏着丰富细节，到全球联网的射电望远镜群聚于向遮蔽我们视野的天幕发起挑战，人类从未放弃对星空的展望。但此前的成果，呈现给人们只是一部宇宙默片，引力波则让我们聆听到宇宙隐匿起来的音律，领略到精彩绝伦的寰宇有声电影。这是因为，电磁波包括可见光、无线电波和红外线等，都是由单个原子或电子发出的。譬如说，天体发出的电磁波让我们了解到它的温度、年龄、组成等单一特征。而引力波携带着迥然不同的信息，又不会像圆心的中微子那样把信息搞丢，引力波可以告诉我们大质量天体运行的全部情况，它是一个400年来探测太空最根本、却最先进的器具。其实，宇宙中只要有质量的运动物体都会发出引力波，其强弱取决于质量的大小和运动特点。但一般能入法眼的都是宇宙能量变化最激烈的事件，恒星碰撞、超新星爆发、中子星飞转，还有这次的两个黑洞合二为一。所以担心自己也辐射出引力波的人可以消停了，虽然咱们重，但咱不动啊。要知道像原子弹爆炸这个级别的引力波信号，对物理学探测来说都不值一提。从地球上能观测到的引力波实在太弱了。不过LIGO还会继续升级改造，大概是再提升3倍的灵敏度，人类距离真正回望到宇宙最初的瞬间已不再遥远，我们拥有了最理想的、也几乎是唯一的工具。这原本应该是个凄迷的故事不是吗？渺小的人类妄想去捕捉宇宙时空里捉摸不定的涟漪。但现代技术的成功，一步步把我们引向检验它的边缘，更让我们见证它成为事实。何其幸运！

## 他们说……

- 引力波提供了一种人们看待宇宙的全新方式。(人类)探测到引力波的这种能力，很有可能引发天文学革命。——英国著名理论物理学家斯蒂芬·霍金
- 对于科学家来说，我们需要把眼睛睁得更大，引力波将让我们看到更多未曾想象的世界。——LIGO项目负责分析数据的科学家艾伦·魏因施泰
- 有了这一发现，我们人类将会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。——LIGO项目共同创始人、加州理工学院教授基普·托尔内
- 我们能够“听”引力波，我们能够“听见”宇宙，这是引力波最美妙的事件之一。我们将不仅“看见”宇宙，我们还将“倾听”它。——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
- 如果我们能够把这一消息告诉给爱因斯坦，那么他的表情一定会很好玩。——LIGO项目共同创始人、麻省理工学院教授赖纳·韦斯
- 我们今天庆祝的发现体现了基础科学的特征：它是艰苦的、严谨的和缓慢的，又是震撼性的、革命性的和催化性的。没有基础科学，最好的设想就无法得到改进，“创新”只能是小打小闹。只有随着基础科学的进步，社会也才能进步。——麻省理工学院校长L·拉斐尔·赖夫