

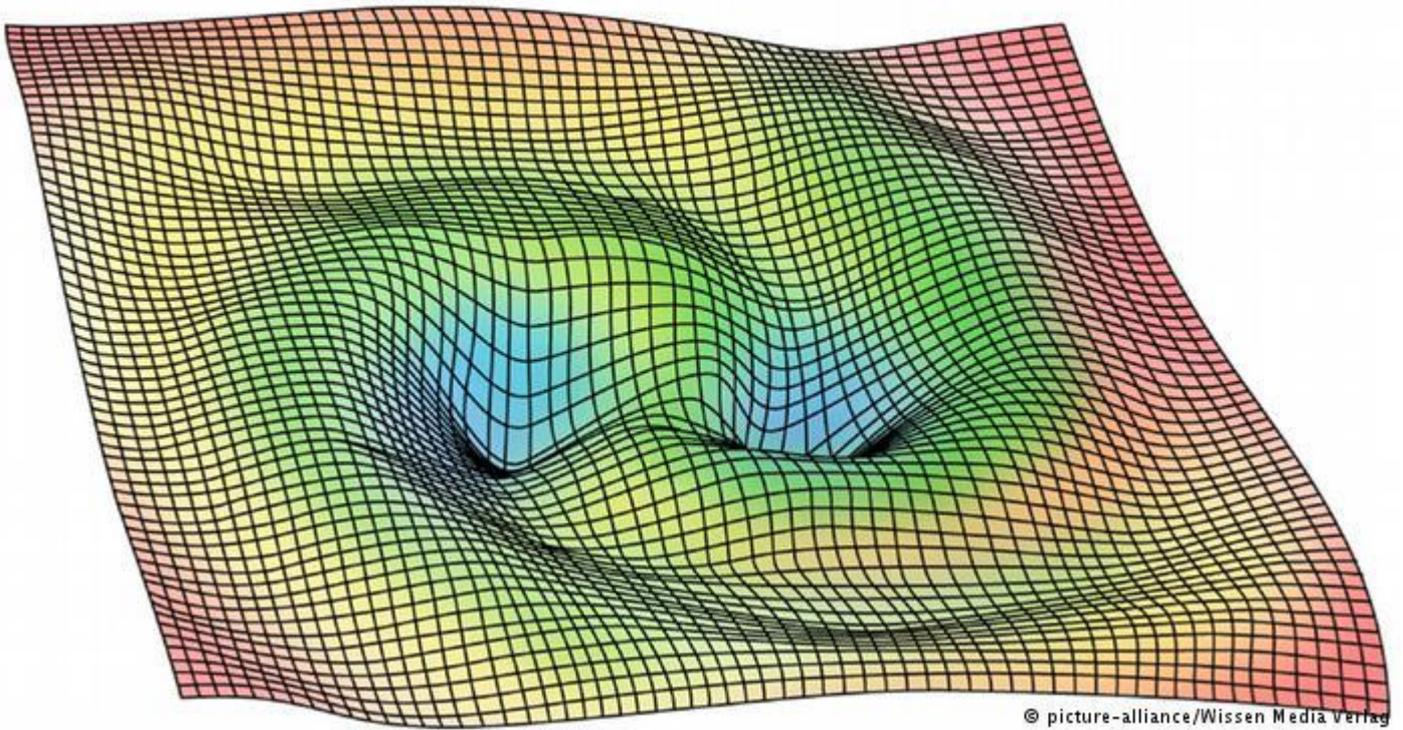
深入浅出讲解引力波

德国之声

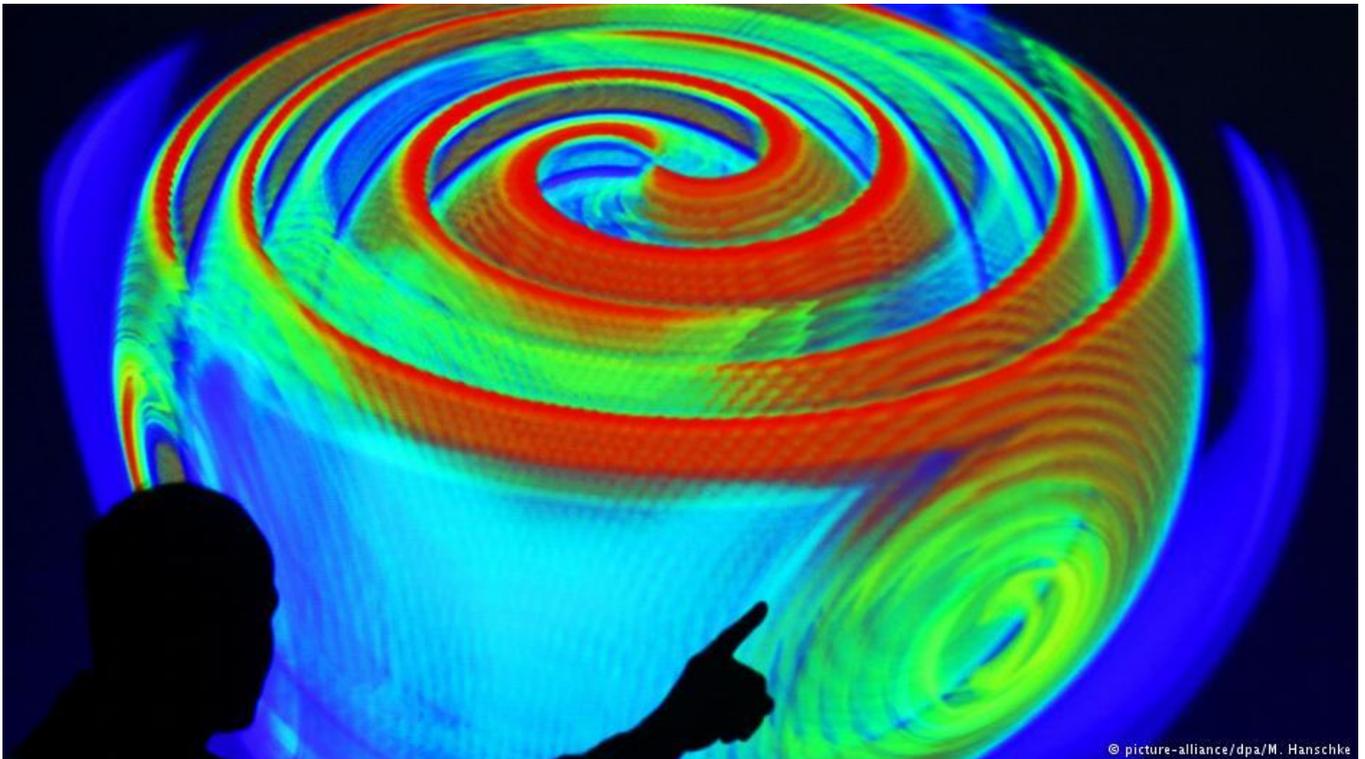
時間: 2016-02-12 05:57

[訂閱《明鏡郵報》](#)

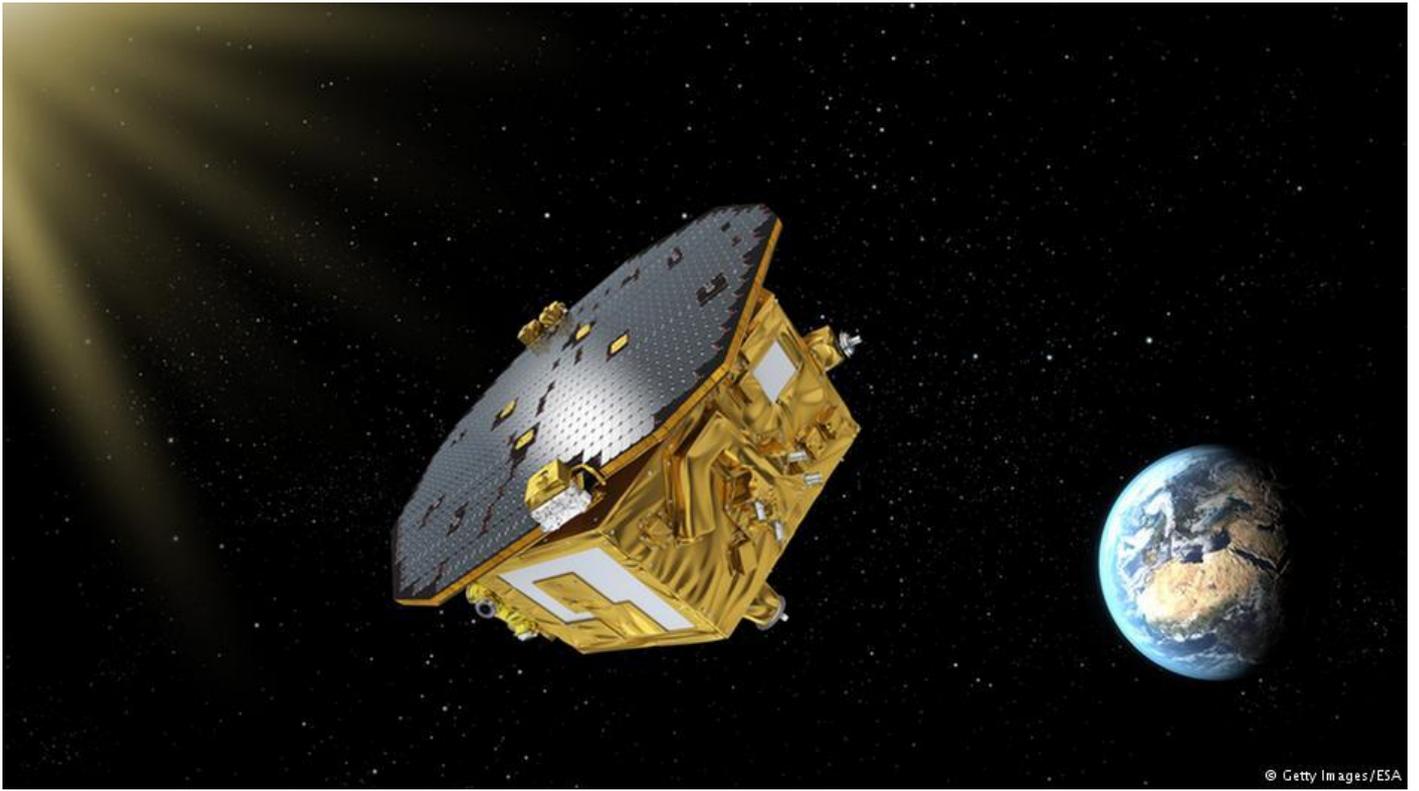
[《明鏡新聞》安卓版 App](#)



引力導致的時空彎曲



馬普引力物理研究所發布的引力波示意圖



歐洲空間局去年 12 月發射了 LISA 探路者號，可以探測時空波動



衛星定位需要運用廣義相對論

为什么一项常人难以理解的天体物理学新发现能够引发如此多的关注？究竟什么是引力波？发现了引力波，又有怎样的科学意义？

我们无时无刻地感知到重力——也就是引力的存在。而在广义相对论中，引力可以用时空弯曲来解释。假设时空就是一张蹦床：一枚小小的网球放在蹦床上，它只会静静地停在那里；而如果此时在蹦床上坐着一个人，蹦床就会向下凹陷，那枚小网球则会滚向这一凹陷处，而且越是离得近，滚得越是快。网球被这处凹陷“吸引”了。

显然，坐在蹦床上的那个人体重越大，凹陷就越是明显，网球就越是容易滚向凹陷处。同理，在时空中，引起改变的那个物体质量越大，时空弯曲程度就越是明显，产生的“引力”也更大。

而在那个人一屁股坐上蹦床的那一瞬，蹦床的弯曲会从凹陷中心处向外扩散；此时，如果用高速摄影机观测、并回放慢镜头，会发现这一扩散过程是以波动的形式进行的。就好像平静的水面上投一枚石子，会产生一圈圈的涟漪。这就是引力波。

引力波产生在物体加速过程中，即物质的分布发生改变时（一屁股坐上蹦床的时刻）。比如恒星爆炸、黑洞碰撞，都会产生引力波。引力波会引起时空的伸缩、影响时空的结构（蹦床的弯曲从凹陷处呈波浪状扩散）。

为何花了一个世纪？

爱因斯坦在 1916 年发表广义相对论时，就预言了引力波的存在。与声波、光波（电磁波）不同的是，引力波在宇宙中的传播不会受到任何阻挡。

爱因斯坦描述了时空是如何被引力波拉伸以及压缩、时空是如何弯曲，也描述了物体是如何在弯曲的时空中运动的。

爱因斯坦的这一理论被提出后，众多物理学家都在努力寻找引力波存在的证据。然而，受时代所限，早年间科学家没有足够的技术手段来进行观测。

难以观测的一大原因就是引力波太微弱了。就好比我们要观察蹦床弯曲的波浪状扩散需要高速摄影机，观测引力波也需要极端精密的仪器。抵达地球的引力波，其振幅大约相当于氢原子的 100 亿分之一。

这次立了大功的 LIGO（激光干涉引力波探测器），是由相距 3000 公里的两个精密观测装置共同组成的。每个观测装置都具有两条相互垂直的管道，每条管道长 4000 米，构成 L 型。管道内安装有半透镜以及反射镜。激光在 L 型管道的节点处被半透镜分为两路，分别走向 L 型管道的两端，从尽头反射回来后，重新汇聚。如果没有引力波的影响，重新汇聚后的激光会因为同频干涉而相互抵消。而引力波会极其细微地改变反射镜与半透镜的距离，从而影响本应相互抵消的干涉结果。

而之所以要相隔 3000 公里修建两套一样的观测装置，则是为了便于科学家比对引力波的方向以及时间

节点。

除了 LIGO 项目，还有许多其他装置也在找寻引力波的踪影。欧洲空间局最近发射了一枚卫星，可以用来观测宇宙的细微波动。

证实引力波为何意义重大？

从科学意义上而言，证实引力波确实存在，将彻底改变物理学对宇宙的认知。科学家将能够由此来研究大爆炸事件的后续影响，还能够更精确地来观察宇宙中遥远的角落。源自大爆炸的引力波，还能帮助科学家更好地理解宇宙的构成。

从科学史角度来看，捕捉到引力波直接存在的证据，就是补上了爱因斯坦广义相对论实验验证的最后一块拼图。广义相对论的其他几项预言—例如可见光/电磁波的弯曲、水星近日点进动、引力红移效应此前都已经被证实。

从大众传媒的视点来看，这次发现引力波直接证据的科学家，极其有望获得诺贝尔物理学奖(比如，LIGO 项目的发起人之一怀斯教授已经 83 岁了…)

从普通人的现实角度……暂时无法预测引力波会有哪些现实的应用价值。但是：看似远离日常生活的、1916 年发表的广义相对论，对于如今广泛应用的卫星定位技术，却是不可或缺的：卫星必须依照广义相对论，来修正由地球引力导致的时空弯曲。