

把“小科学”探索和“大科学”攻关结合起来，是推动科学向前发展的最佳途径——

双中子星合并折桂《科学》年度十大突破

每年年底，美国《科学》杂志都会公布年度“十大科学突破”，这些突破往往预示着未来几年的发展方向。今年，“双中子星合并”事件吸引了数千位天文观测者，印证了天文学研究的多个预言，被评选为2017年度科学突破之首。27个月前，当激光干涉引力波天文台（LIGO）探测到两个大质量的黑洞在不可见的天翻地覆中合并所发出的宇宙震颤时，科学家首次探测到引力波，这一发现也问鼎了《科学》杂志2016年度重大科学突破。

1

双中子星合并

今年8月，全世界953个研究机构4156名科研人员，观测并研究了1.3亿光年远的两颗中子星合并及后续事件。值得一提的是，研究者捕捉到了该事件的细节，他们检测到了宇宙中极微小的涟漪，也就是旋转的中子星在合并之前放出的引力波。早在27个月前，科学家利用激光干涉引力波天文台（LIGO）探测到来自两个黑洞合并的宇宙震动。如果说上次的研究是吹响了引力波探测的号角，那么这次则是演奏出了交响乐。正因如此，首次观测到双中子星合并及其揭示的重大科学意义，折桂《科学》杂志评选的2017年度十大科学突破。

黑洞是巨大的恒星坍缩成一个点后留下的幽灵一般的引力场，没有物质可以加热和辐射。相比之下，中子星几乎是由最致密的中子组成的球体。黑洞碰撞除了引力能不会发射出任何东西，但是中子星碰撞则上演了一场灯光秀，全世界有70多个天文台都对此展开了研

究。美国佐治亚理工学院物理学家、LIGO团队副发言人劳拉·卡多纳蒂表示：“我们能够从双中子星合并事件中提取的信息量，多得令人目眩神迷。”

不仅LIGO位于美国华盛顿州汉福德和路易斯安那州利文斯顿的两个干涉仪探测到了相互旋近的中子星所发出的引力波，位于意大利比萨附近的法国和意大利合建的“处女座”引力波探测器（VIRGO）也探测到了。巧的是，VIRGO刚刚经历了5年的升级改造，于17天前才开始恢复记录数据。

中子星合并产生的引力波比黑洞合并产生的引力波频率更高，持续时间也 longer。引力波产生后，研究者还观测到了短时 γ 射线爆。这次探测也支持了25年前的一个假说：中子星合并会产生短时 γ 射线爆。不过这次中子星合并的数据也让人困惑，如产生的短时 γ 射线爆非常弱，科学家希望未来能看到更多这样的事件，从而对目前的观测数据作出科学的阐释。

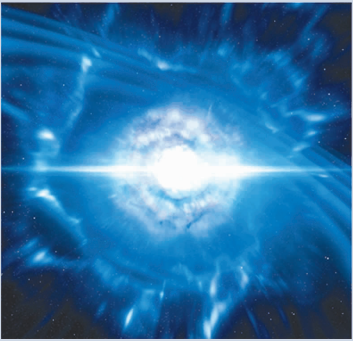
科学的“大”与“小”

杰里米·伯格 美国《科学》杂志主编

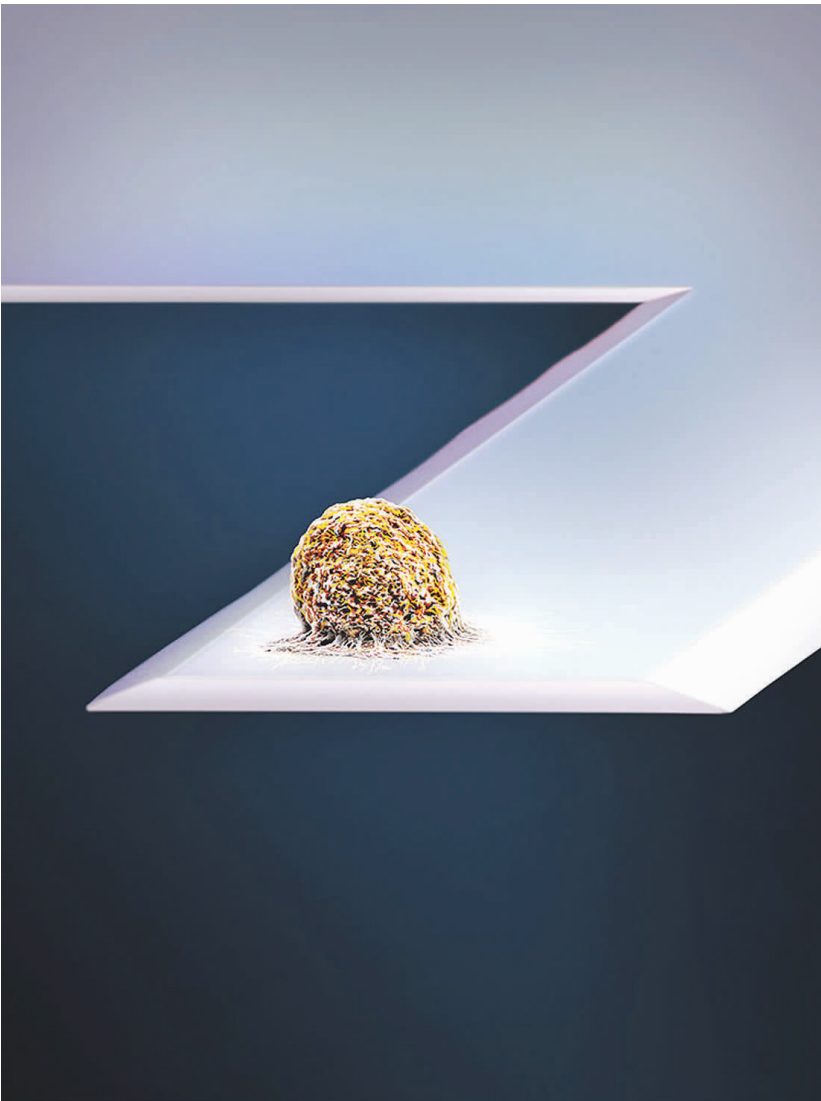
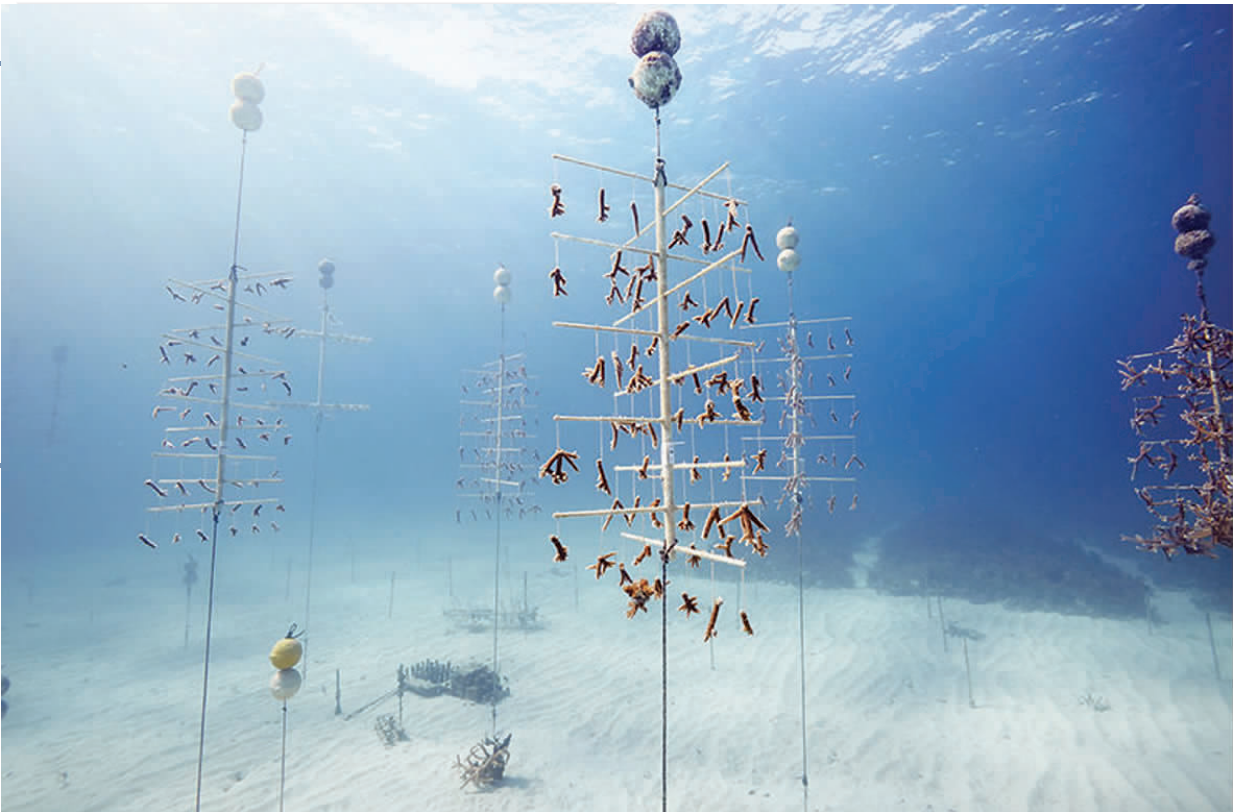
别看近年来LIGO探测引力波的进展相对迅速，其实LIGO项目的科学家和工程师们之前有过一段长时间埋头苦干的历史，从1990年至今，已经在LIGO项目上投入了11亿美元。

LIGO代表了一种具有清晰科学目标的重大项目，它建立在坚实的理论基础上，长期以来得到充足的经费投入，由一个卓越而专注的研究团队驱动，并且研究团队充分重视项目管理。

相比之下，还有很多其他重大发现来自于小型研究团队，他们提出了更加开放式的问题，解答这些问题最终产生了深远影响。比如，



（蔡立英 编译）



《自然》年度科学“大片”

修复珊瑚礁

■珊瑚礁是成千上万的由碳酸钙组成的珊瑚虫的骨骼在百年乃至千年的生长过程中形成的。珊瑚礁为许多动植物提供了生活环境，其中包括蠕虫、软体动物、海绵、棘皮动物和甲壳动物。不过由于海水温度升高以及海洋酸化等原因，这份美丽正在被摧毁，不少珊瑚礁得了“白化病”。

在美国佛罗里达州塔尼尔海岸有400多个珊瑚礁“树”，旨在培育野外珊瑚礁，以应对海水变暖和海洋酸化带来的威胁。

（斯宾塞·洛厄尔摄）

“单细胞天平”

■2017年10月，瑞士的研究人员发明了“单细胞天平”。这种天平有一个十分微小、用透明超薄的硅材料制成的“臂”，表面用胶原蛋白类物质涂覆，可伸进细胞培养室底部“捕获”单个细胞，将其推送到天平的悬臂上。这一新技术是生物学研究领域一项重要突破。（巴塞尔大学 马丁·欧格利摄）

“月宫一号”

■2017年5月，志愿者住进“月宫一号”，以测试模拟月球的“微型生物圈”。本次实验为4人365天，舱内实验志愿者共有8名，分为2组，设置3班。1组值第一班，持续时间60天；2组值第二班，持续时间200天；1组再值第三班，持续时间105天。也就是说，除了带一些肉食、佐料以及需要给植物补充的营养液外，舱里的4人团队要完全依靠舱内物资生活。

（新华社 鞠焕宗摄）

《自然》2017年度全球十大科学人物

2017年年末，英国《自然》杂志围绕本年重要科学进展和事件评选出十大科学人物。从量子通信和基因组编辑，到一场潜在核危机和美国环保政策的退步，该人物列表总结了2017年度科学和科学家的成就与挫折。“基因修复者”刘如谦和“量子之父”潘建伟成为其中的华人面孔。

- ◆ **刘如谦**：一名生物学家研发出非天然存在的基因编辑工具，或许有一天可以用来挽救生命
- ◆ **马里卡·布兰切斯**：一名天文学家帮助科学家从一个历史性引力波事件中获得最大收获
- ◆ **潘建伟**：让量子通信驰骋于天地之间的物理学家
- ◆ **艾米丽·怀特海德**：小女孩与白血病的抗争催生了新一代癌症疗法
- ◆ **詹妮弗·伯恩**：研究者在侦查缺陷论文的过程中帮助创建了差错工具
- ◆ **拉西耶·泽尔博**：面对不利于稳定的局面，一名地球物理学家为核不扩散做竭力抗争
- ◆ **斯科特·普瑞特**：一名新上任的环保局长削弱美国的污染治理政策，激怒了环保人士和科学家
- ◆ **维克多·科鲁兹·阿蒂恩扎**：9月墨西哥城发生7.1级大地震，证实了一名地震学家的预测
- ◆ **安·奥利瓦里斯**：随着性骚扰案件激增，一位律师将目光瞄准了学术机构中的性骚扰问题
- ◆ **哈立德·图康**：历经艰难险阻，一位物理学家竭力维护中东首个同步加速器光源的正常运转

基因修复者刘如谦



25年前，当刘如谦（David Liu）还是一名本科生的时候，他写下了一篇令他的导师至今仍记忆犹新的毕业论文。“简直无可挑剔。”诺贝尔化学奖得主、现哈佛大学名誉教授艾里亚斯·詹姆斯·科里说，这篇论文不需要任何编辑。

但是刘如谦却对编辑有执著的追求。在过去十多年里，刘如谦始终是强大的基因编辑技术的先锋研究者，他最近的重点关注对象是备受称赞的CRISPR基因编辑技术。尽管大众对编辑基因组的便捷方法兴奋不已，但是这种技术并不完美。比如，CRISPR无法可靠地重写某些细胞中的DNA片段；科学家想要在基因组中制造的特定改变出现异常。

今年10月，刘如谦在美国博德研究所（Broad Institute）的实验室发表了他们大胆调整CRISPR系统的结果。他们利用实验室制造的一种酶，通过化学方法将DNA碱基对A-T转化成为G-C。这种酶不存在于自然界——刘如谦和他的团队并没有百分百的成功把握。

但是，冒险是刘如谦的事业主基调。当他还是加州大学伯克利分校的一名博士生时，他开发了一种将非天然氨基酸加入活细胞内蛋白质的方法。刘如谦说：“我记得很清楚，一些高年级的学生提醒我这个项目太疯狂了。”

在刘如谦读博的第四年，科里邀请他回哈佛大学做一场研讨会。化学学院的教职工惊叹于他的才华，刘如谦一获得博士学位，他们便给了他一份工作。他的团队在2017年2月迁至博德研究所。

刘如谦的实验室率先开发出了在实验室里制作新酶的方法，并将其与基因编辑技术结合。2013年，刘如谦与一些志同道合的杰出科学家一起成立了一家名为Editas Medicine的公司，研发基于CRISPR技术的疗法。

2016年，刘如谦团队中的博士后亚历克斯·科莫和其他成员报告了首个DNA碱基编辑器。这是研究人员首次找到一种可靠、可预测的方法，在活细胞的基因组中实现单碱基转换。

自此之后，这种方法被用于多种有机体，包括小麦、斑马鱼和小鼠。今年9月，中国的研究人员报告称，他们使用刘如谦的碱基编辑器修复了人类胚胎血液紊乱的一个单碱基突变，也叫作“点突变”。

2 发现新的类人猿

最近，科学家在印度尼西亚一片濒危的树林中找到了一类属于人科的动物。这个新物种生活在印度尼西亚的苏门答腊岛，通过基因组对比分析发现，该类人猿的祖先几百万年前就遍布印度尼西亚及其周边海岛，大概在三四百万年前，北方的苏门答腊与南方的苏门答腊、婆罗洲分离。至于什么因素最终导致新物种的形成目前还不清楚。目前，该物种的生存形势比较严峻，仅有的800多个个体栖息在独立的岛屿森林中，而且这些森林正因非法砍伐而逐渐减少。

3 在原子水平上观察生命

冷冻电镜使用液态乙烷来快速冻结水中移动的分子，研究人员在电镜下观察，并采用计算机程序进行图像分类，再将它们组装成一个完整的结构。今年，这项技术为研究者观察剪接体如何工作提供了一个新的视角；它使得研究者对细胞中重塑细胞膜蛋白质，有了更清晰的认识；帮助研究者对酶修复DNA中的断裂也有了新认识；它还展示了CRISPR(短回文重复序列)系统是如

何捕获和编辑DNA等。

4 生物预印快速发展

以前生物学家的文章都是同行评议过后再在线发表，但今年生物领域未经评议的文章快速发展起来。四年前，冷泉港实验室创立免费生物预印服务器bioRxiv，刚开始只有计算生物学的文章，后来细胞生物学、神经科学领域的文章也多了起来。很多研究者也倡导大家去该网站发文章，这样能够加速科学交流过程，给年轻研究人员建立好的学术记录。

5 精准定位的基因编辑

目前，超过6万个遗传突变和人类疾病有关，其中3.5万个是由小的错误造成，即基因组中一个特定位点上DNA碱基的变化。今年，研究人员宣布了一项名为“碱基编辑”的新技术，以此来纠正DNA甚至RNA的这种点突变。这项技术最终有可能会在医疗上应用。今年，中国研究人员通过在人类胚胎中更正了一个疾病点突变来证明碱基编辑的力量，虽然修复并不总是成功，但这个壮举证明了碱基编

辑拥有巨大潜力。

6 广谱抗癌药获批

今年5月，美国FDA批准了默沙东公司的一款广谱抗癌药派姆单抗（Keytruda），用于治疗带有微卫星不稳定性高或错配修复缺陷的实体瘤患者。这是FDA首次基于生物标志物而非癌症类型批准的药物。获批之前，Keytruda已被用于黑色素瘤以及其他肿瘤类型。

7 270万年前的地球气候

今年8月，普林斯顿大学和缅甸大学宣布，他们挖掘出了在南极冰封长达270万年之久的冰块。这次发掘的冰块比之前的要古老170万年，这也将直接的气候记录向前推到一个对地球历史非常重要的时期。早在2015年，科学家发掘出最古老的冰芯，它形成于最初的几次冰河世纪期间，那时的冰河世纪每4万年发生一次，而不是像现代每10万年发生一次。研究人员测量了冰芯中的气体，气体显示在冰河期开始之时，二氧化碳的含量保持在百万分之三百（300ppm）以下，远

低于今天的400ppm。这一分析结果验证了气候模型的预测——只有这样的低浓度才能使地球进入冰河期的周期循环。

8 智人更古老的起源

一个摩洛哥山洞里被长期忽视的头骨，将智人的化石记录向前推进得更早了，这也为今年的现代人类起源研究提供了原动力。研究人员认为，这块头骨有着令人震惊的30万年历史，比埃塞俄比亚出土的最早被认可的智人遗骨还要早10万年。这使得我们的非洲根基比以往认为的更深且更广泛。

9 基因治疗的胜利

一个小型临床试验的成功，使基因治疗得到推动。研究人员报告称，他们通过在脊髓神经元中添加一个缺失的基因，拯救了患有致命的遗传性神经肌肉疾病婴儿的生命。如果不进行治疗，婴儿会在2岁左右死亡。此项技术的成功，打开了使用基因疗法治疗其他神经退行性疾病的大门。该技术的关键是一种被称为腺病毒（AAV）的无病毒，它被广泛应用于

将基因转运到靶细胞中。目前，研究人员通过注射携带其他基因的AAV来治疗严重的遗传性脑病。

10 探测最“羞涩”粒子的微型探测器

今年，物理学家以一种新的方式袭击原子核，发现了最难以捉摸的亚原子粒子——中微子。这项成就实现了一个长达40年的目标，并且不需要使用大量的硬件，而后者往往是探测中微子时所必需的。此次，研究人员用了一个和微波炉重量差不多的便携式探测器，便取得了成功。

中微子在某些核过程中产生，它与其他物质的相互作用很少，以至于无数中微子束穿过地球。但有时候，中微子会撞击原子核中的中子，将其变成质子，同时自身变成可检测的粒子，如电子。今年，COHERENT（相干中微子核碰撞）实验合作团队使用了一个14.6公斤的碘化铯钠晶体的大型晶体探测器，当它内部的原子反射时，探测器就会闪光。

（刘天霖 梅宝 编译）

（许栩 金琳 编译）