

## 小行星偏转囊获奖项

(中国科学院国家天文台 宋宇佳、苟利军 编译自 Hamish Johnston, Michael Banks, Tami Freeman, Margaret Harris. *Physics World*, 2023, (1): 4)

美国国家航空航天局(NASA)和美国约翰·霍普金斯大学应用物理实验室因成功改变小行星轨道而获得 *Physics World* 2022 年度突破奖。

双小行星重定向测试(Double Asteroid Redirection Test, DART)探测器发射于2021年11月,耗资3.3亿美元,是有史以来第一次为了改变天体的运动轨迹和第一个全面展示小行星偏离轨道的技术。

它的目标是一个近地双星小行星系统,包括名为双卫一(Dimorphos)的一个直径160 m的天体,围绕一个更大的直径780 m的伴生星(Didymos)运行。经过1100万公里的旅程后,DART探测器于2022年9月26日以约6 km/s的速度飞行时成功地撞击了双卫一。

2022年10月11日,NASA证



真实撞击。约翰·霍普金斯大学应用物理实验室的工作人员在2022年9月26日收到DART与双卫一碰撞的确认消息时欢呼雀跃

实,DART已经成功地将双卫一的轨道周期从11小时55分钟缩短至11小时23分钟。这一变化已比73秒多出约25倍(NASA此前就表示,将轨道周期缩短73秒就代表任务成功)。

这些结果将被用来评估如何最好地应用“动能撞击”技术来保护我们的地球。欧洲空间局(ESA)计划于2024年发射赫拉(Hera)任务,当它于两年后到达小行星系统时,将近距离地对DART探测器撞击的“碰撞现场”进行调查分析。

今年的十大突破由 *Physics World* 的5位编辑组成的团队挑选而出,他们筛选了物理学所有领域中成百上千的最新研究和发表在网站上的新闻报道。胜出者和其他九项被高度赞赏的研究需要符合以下标准:知识或理解方面的显著进步;工作对科学进步或现实世界应用发展的重要性;并且被 *Physics World* 的读者广泛关注。

### 高度赞扬

除前面介绍的最终获奖成果“改变小行星轨道”外,其他九项被高度推荐的突破成果排名不分先后。

在原子物理学领域,来自中国科学技术大学和中国科学院的赵博、潘建伟以及他们的同事,和美国哈佛大学

的约翰·道尔的团队独立地创造了第一个超冷多原子分子。尽管30多年来物理学家一直努力将原子冷却到接近绝对零度,并且在2000年代中期,制造出了第一个超冷双原子分子,但制造包含3个或更多原子的超冷分子的目标仍然难以实现。中国科大和哈佛团队使用不同且互补的技术,分别在220 nK和110  $\mu$ K的条件下制造出了3原子钠钾分子样品和氢氧化钠样品。他们的成就为物理学和化学的新研究铺平了道路。

在粒子物理学领域,德国达姆施塔特工业大学核物理研究所的Meytal Duer和SAMURAI合作组织的成员观察到了四中子,并表明不带电的核物质可以存在,即使只持续很短的时间。四中子由4个中子组成,是在日本仁科中心(RIKEN Nishina Center, RNC)的放射性离子束工厂发现的。四中子是通过在液态氢靶上发射氦-8原子核而产生的。碰撞可以将一个氦-8原子核分裂成一个 $\alpha$ 粒子(两个质子和两个中子)和一个四中子。通过检测反冲的 $\alpha$ 粒子和氢原子核,该团队计算出这4个中子以未结合的四中子状态存在了仅 $10^{-22}$  s。观测结果的统计显著性大于 $5\sigma$ ,超过了粒子物理学发现的门槛。

在材料物理学领域,美国麻省理工学院和美国国家可再生能源实验室的研究团队构建了效率超过40%的热光伏(TPV)电池。新型TPV电池是首款将红外光转化为电

能的固态热力发动机，比涡轮发电机更有效，并且它可以在各种可能的热源下运行：包括热能存储系统、太阳辐射(通过中间辐射吸收器)以及核反应或燃烧的余热。因此，该设备可以成为更清洁、更环保的电网的重要组成部分，以及作为对可见光太阳能光伏电池的补充。

在光学领域，马克斯·普朗克量子光学研究所、德国慕尼黑大学、奥地利维也纳科技大学、格拉茨科技大学和意大利的纳米技术研究所组成的国际团队定义并探索了物理设备中光电开关的“速度限制”。该团队使用仅持续1飞秒( $10^{-15}$ 秒)的激光脉冲，以实现每秒1000万亿次(1拍赫兹)操作的开关所需的速度，将介电材料样品从绝缘状态切换为导电状态。尽管驱动这种超高速开关所需的公寓大小的设备意味着它不会很快出现在实际应用中，但结果暗示了经典信号处理的基本限制，并表明拍赫兹固态光电技术在原则上是可行的。

光学领域的另一项突破颁给了奥地利维也纳技术大学和法国雷恩大学的研究团队，他们创造了一种抗反射结构，可以通过复杂介质实现完美传输；类似地，以色列耶路撒冷希伯来大学的科学家尝试开发一种“反激光”，使任何材料都能从不同角度吸收所有光线。在第一项研究中，研究人员设计了一种经过数学优化的抗反射层，以匹配波从物体前表面反射的方式。将这种结构放置在随机无序的介质前面可以完全消除反射，并使物体对所有入射光波都是半透明的。在第二项研究中，该团队开发了一种基于一组镜子和透镜的相干完美吸收器，可

将入射光捕获在空腔内。由于精确计算的干涉效应，入射光束与镜子之间反射回来的光束发生干涉，使反射光束几乎完全消失。

## 打开宇宙之窗

在天文学领域，由于在2021年12月25日发射了价值100亿美元的詹姆斯·韦布空间望远镜(JWST)及其拍摄的第一张图像，美国航天局、加拿大航天局和欧洲空间局获得了赞誉。对于许多空间探测器来说，发射是任务中最危险的部分，但JWST还必须经受住一系列危险的深空操作，其中包括展开6.5 m的主镜和网球场大小的遮阳板。在发射之前，工程师们发现了344个“单点”故障，这些故障可能会阻碍望远镜的任务，甚至有可能使其无法使用。值得注意的是，在JWST的科学仪器投入使用后没有遇到任何问题，望远镜很快开始收集数据并捕捉宇宙的壮观图像。JWST预计将运行到2030年左右，并为天文学带来革命性变革。

在医学物理学领域，美国辛辛那提大学的Emily Daugherty和从事FAST-01试验的合作者进行了FLASH放射治疗的首次临床试验和FLASH质子治疗的首次人体使用。FLASH放疗是一种新兴的治疗技术，它以超高剂量率进行辐射，这种方法被认为可以在保护健康组织的同时仍能有效杀死癌细胞。使用质子进行超高剂量率辐射可以治疗体内深处的肿瘤。该试验包括10名手臂和腿部疼痛性骨转移的患者，他们接受了单次质子治疗，剂量为40 Gy/s或更高——大约是传统光子放射治疗剂量率的1000倍。该团队展示了FLASH质子疗法临床工作流

程的可行性，并表明其在缓解疼痛方面与传统放射疗法一样有效，而且不会引起意想不到的副作用。

## 全领域最优

在凝聚态物理领域，有两个独立团队获奖，一个由麻省理工学院的陈刚和美国休斯顿大学的任志锋领导，另一个由位于中国北京的国家纳米科学中心的刘新风和休斯顿大学的包吉明和任志锋领导，他们都展示了立方砷化硼是科学界已知的最好的半导体之一。这两个研究团队进行的实验表明，与构成现代电子产品基础的硅等半导体相比，砷化硼材料的小而纯的区域具有更高的热导率和空穴迁移率。硅的低空穴迁移率限制了硅器件的运行速度，而其低导热性会导致电子器件过热。该结果使立方砷化硼离实际应用更近了一步。

最后，在量子引力领域，美国斯坦福大学的Mark Kasevich领导的团队使用超冷原子观察到了Aharonov—Bohm效应的引力版本。于1949年首次被预测的Aharonov—Bohm效应是一种量子现象：即使带电粒子处于零电场和零磁场区域，带电粒子的波函数也会受到电势或磁势的影响。自1960年代以来，人们通过分裂一束电子并将两束电子束发送到包含完全屏蔽磁场的区域的任一侧来观察这种效应。当电子束在检测器处重新组合时，Aharonov—Bohm效应显示为电子束之间的干涉。斯坦福大学的物理学家将原子分成两组，每组相距约25 cm，其中一组与大质量物质发生引力相互作用。当重新组合时，原子显示出与引力的Aharonov—Bohm效应一致的干涉。