



# NASA激光通信技术 可从地外传输超高清视频

12月11日，NASA的深空光通信实验从创纪录的1900万英里（3100万千米，约为地月距离的80倍）外传送了一段超高清流媒体视频。这一里程碑是美国国家航空航天局（NASA）技术演示的一部分，旨在从深空传输高带宽视频和其他数据——使未来的人类任务能够超越地球轨道。

NASA副局长帕姆·梅尔罗伊（Pam Melroy）说：“这一成就强调了我们对推进光通信的承诺，光通信是满足未来数据传输需求的关键因素。提高我们的带宽对于实现未来的探索和科学目标至关重要，我们期待着这项技术的不断进步以及我们在未来星际飞行任务中通信方式的转变。”

这次演示通过一种名为飞行激光收发器的尖端仪器传送了15秒钟的测试视频。视频信号以每秒267兆比特的最大比特率发送，花了101秒才到达地球。该仪器具有发送和接收近红外信号的能力，它将编码后的近红外激光信号传送到加州圣迭戈县加州理工学院帕洛玛天文台的凯克望远镜，并在那里进行下载。然后，循环视频的每一帧都被“实时”发送到位于南加州的美国航空航天局喷气推进实验室（JPL），

在那里实时播放视频。

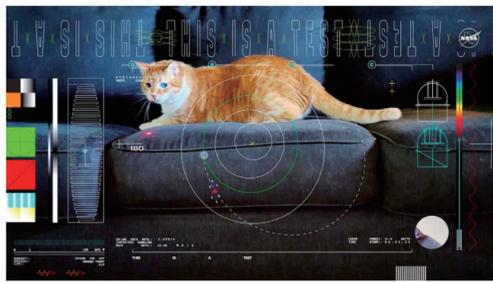
激光通信演示装置于10月13日随NASA的“Psyche”号任务一起发射，其设计目的是以比目前深空任务所使用的最先进的无线频率系统高10到100倍的速率从深空传输数据。当“Psyche”号飞往火星和木星之间的主要小行星带时，这项技术演示将发送高数据速率信号，最远可达火星与地球的最大距离。这样，它就能够发送复杂科学信息、高清图像和视频的更高速率通信铺平了道路，以支持人类的下一次飞跃：将人类送上火星。

“我们的目标之一是展示跨越数百万英里传输宽频视频的能力。Psyche上没有任何东西可以生成视频数据，所以我们通常发送随机生成的测试数据包，”JPL的技术演示项目经理比尔·克里普斯坦（Bill Klipstein）说，“但为了让这一重大事件更令人难忘，我们决定与JPL的设计师合作制作一段有趣的视频，它捕捉到

了作为Psyche任务一部分的演示的精髓。”

在发射前上传的超高清视频短片中，JPL员工的宠物——一只名叫“Taters”的橙色虎斑猫追逐着激光笔，并叠加了一些图形。画面展示了技术演示中的一些特征，如Psyche的轨道路径、Palomar望远镜的圆顶，以及有关激光及其数据比特率的技术信息。

JPL的项目接收电子负责人瑞安·罗



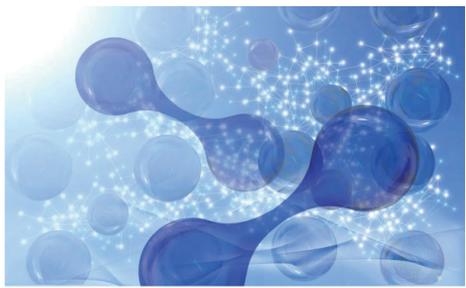
加林说：“尽管从数百万英里之外进行传输，但它发送视频的速度比大多数宽带互联网连接还要快。事实上，在帕洛玛接收到视频后，通过互联网将其发送到JPL，而这种连接来自深空的信号还要慢。JPL的设计实验室在帮助我们展示这项技术方面做得非常出色。”

最新的里程碑是在11月14日实现“第一束光”之后取得的。从那时起，该系统在每周的检查中展示了更快的下行速度和更高的指向精度。12月4日晚，该项目展示了62.5兆比特、100兆比特和267兆比特的下行链路比特率，相当于宽带互联网的下载速度。在此期间，该团队总共下载了1.3TB的数据。相比之下，美国国家航空航天局的“麦哲伦”号金星任务在1990年至1994年的整个任务期间下载了1.2TB的数据。

“当获得第一束光时，我们很兴奋，但也很谨慎。这是一项新技术，我们正在试验它是如何工作的，”JPL项目飞行操作负责人肯·安德鲁斯（Ken Andrews）说，“但是现在，在我们同事的帮助下，我们已经逐渐习惯了与该系统的合作，可以比以前更长时间地锁定航天器和地面终端。在每次检查过程中，我们都能学到新的东西。”

深空光通信演示是一系列光通信演示中的最新演示，由美国国家航空航天局空间技术任务局（NASA Space Technology Mission Directorate）下的技术演示任务（TDM）计划资助，并得到美国宇航局空间运行任务局（NASA Space Operations Mission Directorate）下的空间通信与导航（SCaN）计划的支持。（逸文）

# 美团队发现 用塑料可制氢



氢气是一种无碳能源，可以代替化石燃料。但氢气最常见的生产方法依赖于甲烷——这是一种强效温室气体，而其他已知方法成本高昂且非常耗资资源。

现在，研究人员发现了一种更清洁且理论上更高效的方法，将废塑料制成了氢气。这一过程还会产生石墨烯，这是一种极具价值的超薄碳材料，可用于电子产品、混凝土和汽车零部件等产品中。

美国莱斯大学的化学教授詹姆斯·图尔（James Tour，这项研究的通讯作者）表示，这种方法或许能阻止含碳温室气体进入大气中，缓解全球变暖。相关研究发表于《先进材料》（Advanced Materials）。

在2020年的一项研究中，图尔和他的团队使用一股强电流将塑料加热到约2700°C，仅持续几毫秒——这种方法叫作闪光焦耳热（flash Joule heating）——可以破坏塑料的化学键，进而产生一种石墨烯。这种石墨烯拥有多个原子厚度的碳层，而不是典型的单层结构。

此外，研究表明，这种方法还会产生一种气体。为了确认这种气体是什么，研究人员做了进一步分析，发现它含有高达94%的氢气。

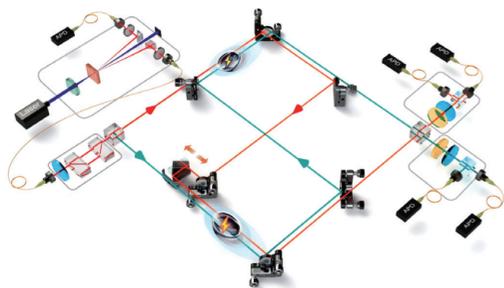
作为这项新研究的一部分，科学家对相应的研究过程做了生命周期评估，然后将结果与其他制氢方法就成本和气体排放做了比较。他们发现，与其他制氢方法相比，闪光焦耳热技术产生的温室气体排放减少了39%至89%。

美国马萨诸塞大学洛厄尔分校的机械和工业工程教授胡安·巴勃罗·特雷莱斯（Juan Pablo Trelles）表示，这种方法产生的石墨烯或许可以帮助回收成本，尽管目前多层石墨烯的需求量较低，也不清楚它可能的售价。

理论上，这项制氢技术可以用于处理混合塑料废物，图尔说，甚至包括纸板和纸张等其他碳基生活垃圾。使用大量氢气作为汽车、发电厂和其他动力系统的燃料，可以减少温室气体排放，但这需要整个能源基础设施发生根本性改变。

图尔表示，多家公司已经联系到他，试图获得这一制氢技术的使用许可。（彭容）

# 打破因果关系：量子电池的革命性力量



虽然量子电池比家用的AA电池大了不少，但作为量子电池的实验装置展示了充电特性，有朝一日可能会改进智能手机中的电池。

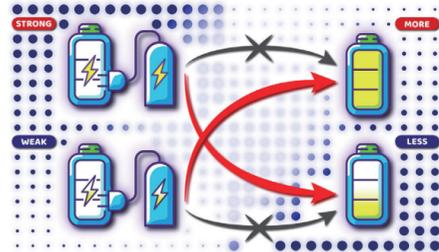
利用量子现象获取、分配和存储能量的电池有望在某些低功率应用中超越传统化学电池的能力和用途。研究人员首次利用一种无视传统因果关系概念的非直观量子过程来提高所谓量子电池的性能，使这一未来技术离现实更近了一步。

## 可持续能源中的量子电池

当你听到“量子”这个词，也就是亚原子世界的物理学时，量子计算机的发展往往会成为头条新闻，但还有其他即将出现的量子技术值得关注。量子电池就是其中之一，虽然它的名字起初令人费解，但它在可持续能源解决方案和未来电动汽车的可能集成方面具有尚未开发的潜力。不过，这些新设备有望在各种便携式和低功耗应用中找到用武之地，尤其是在充电机会稀少的情况下。

## 量子电池的研究进展

目前，量子电池只存在于实验室实验中，世界各地的研究人员正致力于不同方面的研究，希望有朝一日能



一般的直觉认为，充电器功率越大，电池的电量就越大。然而，源于ICO的发现使这种关系发生了显著的逆转；现在，用更少的功率为能量更强的电池充电成为可能。

将其结合成功能齐全的实际应用。东京大学信息与通信工程系的研究生陈远博和副教授长谷川义彦正在研究量子电池充电的最佳方法，而这正是时间发挥作用的地方。量子电池的优势之一是效率极高，但这取决于充电方式。

陈远博说：“目前用于智能手机或传感器等低功耗设备的电池通常使用锂等化学物质来存储电荷，而量子电池则使用原子阵列等微观粒子。化学电池受经典物理定律的支配，而微观粒子则是量子性质的，因此我们有机会探索使用微观粒子的方法，从而弯曲甚至打破我们对小尺度发生的事情的直观概念。我对量子粒子如何违反我们最基本的经验之一——时间——特别感兴趣。”

## 量子充电方法

研究小组与北京计算科学研究中心的朱高燕研究员和薛鹏教授合作，利用激光、透镜和镜子等光学仪器对量子电池进行了充电实验，但他们实现这种充电的方法需要一种量子效应，

在经典世界中，如果尝试使用两个充电器为电池充电，则必须依次进行，从而将可用选项限制在两种可能的顺序中。然而，利用被称为ICO的新型量子效应，就有可能以一种与众不同的非常规方式为量子电池充电。在这里，以不同顺序排列的多个充电器可以同时存在，形成量子叠加。

即事件之间不像日常事物那样存在因果联系。早期为量子电池充电的方法涉及一系列一个接一个的充电阶段。然而，在这里，研究小组使用了一种新的量子效应，他们称之为不定因果顺序（ICO）。在经典领域，因果关系遵循明确的路径，这意味着如果事件A导致事件B，那么就排除了B导致A的可能性。然而，在量子尺度上，不定因果顺序允许两个方向的因果关系同时存在，这就是所谓的量子叠加，两个方向的因果关系可以同时成立。

## 量子电池研究的意义

陈远博说：“通过不定因果顺序，我们证明了量子粒子组成的电池的充电方式会极大地影响其性能。我们看到系统中存储的能量和热效率都有了巨大的提高。而且有点反直觉的是，我们发现了一种与预期相反的相互作用所产生的惊人效果：在使用相同设备的情况下，功率较低的充电器比功率较高的充电器能提供更高的能量和更高的效率。”

该研究小组探索的不定因果顺序现象可能会为新一代低功耗设备充电之外找到其他用途。其基本原理，包括在这里发现的反向相互作用效应，可以改善其他涉及热力学的任务或涉及热量传递的过程的性能。一个很有前景的例子是太阳能电池板，热效应会降低其效率，但不定因果顺序可以用来减轻这些影响，从而提高效率。（逸文）

# 研究人员首次提出中高熵合金的3D图谱 有望开启合金工程的未来

加州大学洛杉矶分校在合金研究领域取得突破，首次绘制出中高熵合金的3D图谱，这些材料具有更强的柔韧性，有可能给该领域带来革命性的变化。合金是由两种或两种以上金属元素组合而成的材料，例如钢，是当代生活的基础之一。它们是建筑、交通、电器和工具的基本材料。

在应用合金的过程中，工程师们面临着大多数材料中常见的一个古老的权衡问题：硬度高的合金在应力作用下容易脆断，而应力作用下弹性好的合金则容易凹陷。

大约20年前，研究人员首次开发出中高熵和高熵合金，这种稳定的材料兼具硬度和柔韧性，而传统合金则不具备这种特性。（名称中的“熵”表示合金中元素混合物的无序程度）。

现在，一个由加州大学洛杉矶分校领导的研究小组提供了一个前所未有的视角，来观察中高熵合金和高熵合金的结构和特性。研究小组利用先进的成像技术，首次绘制出了此类合金的三维原子坐标图。在材料的另一项科学创举中，研究人员将元素混合物与结构缺陷联系起来。

通讯作者、加州大学洛杉矶分校学院物理学教授、加州纳米系统研究所成员苗建伟（John Miao）说：“中高熵合金以前曾以二维投影的方式在原子尺度上成像，但这项研究是首次直接观察到它们的三维原子秩序。我们发现了一个新的‘旋钮’，它可以提高合金的韧性和柔韧性。”

中高熵合金以大致相等的数量结合了三种或四种金属；高熵合金则以同样的方式结合了五种或更多种金属。相比之下，传统合金主要是一种金属与其他金属以较低比例混合而成。（例如，不锈钢的四分之三或更多成分是铁）。

要理解科学家的发现，可以想象一下铁匠锻造宝剑的情景。铁

匠的锻造工作遵循一个反直觉的事实，即微小的结构缺陷实际上会使金属和合金变得更加坚硬。当铁匠反复加热柔软而有弹性的金属棒直至其发光，然后将其放入水中淬火时，结构缺陷就会逐渐累积，从而帮助将金属棒变成一把坚硬无比的宝剑。

苗建伟和他的同事重点研究了一种被称为孪晶边界的结构缺陷，据了解，孪晶是中熵和高熵合金独特的韧性和柔性结合的关键因素。当应力导致晶体基体的一个部分发生对角弯曲，而其周围的原子则保持原有构型，在边界两侧形成镜像时，就会产生孪晶。

研究人员使用一系列金属来制造纳米粒子，这些粒子非常小，可以用十亿分之一米来测量。六种中高熵合金纳米粒子结合了镍、钨和钼。四种高熵合金纳米粒子结合了钨、镍、钨、钨、钨、钨和钨。

制造这些合金的过程类似于铁匠任务的极端和极速版本。科学家们将金属在华氏2000多度（约1100摄氏度）的高温下液化1/500秒，然后在不到1/10秒的时间内冷却下来。这样做的目的是将固态合金固定在液态合金相同的多种元素混合物中。在这个过程中，10个纳米粒子中有6个受到冲击而产生孪晶边界；其中4个各有一对孪晶粒子。

识别缺陷需要研究人员开发一种成像技术，即原子电子断层扫描技术。该技术使用电子，因为原子级细节比可见光波长小得多。由于在样品旋转时能捕捉到多个图像，因此能绘制出三维数据。测量原子电子断层扫描技术以绘制复杂的金属混合物是一项艰苦的工作。

“我们的目标是找到自然界的真相，我们的测量必须尽可能精确，”身兼STROBE国家科学基金会科技中心副主任的苗建伟说，“我们慢慢地工作，挑战极限，使每一步都尽可能完美，然后进入下一步。”

科学家们绘制了中高熵合金纳米粒子中每个原子的图谱。高熵合金中的一些金属大小过于相似，电子显微镜无法将它们区分开来。因此，这些纳米粒子的图谱将原子分为三类。

研究人员观察到，不同元素（或不同类别元素）的原子混合得越多，合金的结构就越有可能发生变化，从而有助于使韧性与其相匹配。这些发现可以为设计具有更高耐久性的中高熵合金提供参考，甚至可以通过对某些元素的混合进行工程设计，释放目前在钢和其他传统合金中尚未发现的潜在特性。

“研究缺陷材料的问题在于，你必须单独观察每一个缺陷，才能真正了解它对周围原子的影响，”共同作者、劳伦斯伯克利国家实验室分子铸造厂的科学家彼得·埃尔修斯（Peter Ercius）说，“原子电子断层扫描是唯一具有这种分辨率的技术。我们能在如此小的物体内部看到这种尺度的杂乱原子排列，这实在是太神奇了。”

苗建伟和他的同事们目前正在开发一种新的成像方法，将原子电子显微镜与一种根据光子发射来识别样品构成的技术相结合，以区分原子大小相似的金属。他们还在开发检查块状中高熵合金和高熵合金的方法，以了解它们的结构和性质之间的基本关系。

这项研究发表在12月20日的《自然》（Nature）杂志上。（航柯）

