

# “人造太阳”会成为下一代清洁能源吗

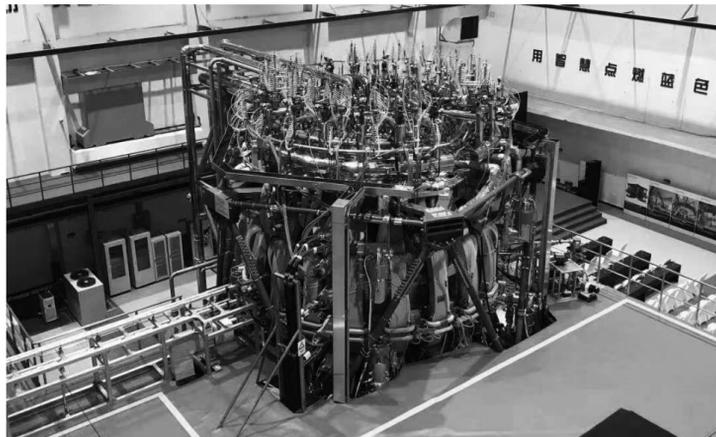
□ 科普时报实习记者 都芃

100万安培是什么概念？不久前，中核集团核工业西南物理研究院传来捷报，我国新一代“人造太阳”（HL-2M）等离子体电流突破100万安培（1兆安），创造了我国可控核聚变装置运行的新纪录。100万安培，这个巨大数字背后，是我国“人造太阳”向着核聚变点火迈出的重要一步。

## 什么是“人造太阳”？

“人造太阳”即托卡马克装置，是通过模拟太阳核聚变，利用可控核聚变反应来为人类提供清洁能源的一种装置。托卡马克装置的中央是一个环形真空室，里面注满气体，外面缠绕着线圈。线圈通电后，会在托卡马克内部产生巨大的螺旋型磁场，里面的气体将被电离成等离子体并形成等离子体电流，当等离子体被加热到极高温度后，便可达到核聚变条件。

中核集团核工业西南物理研究院聚变科学所副所长、HL-2M实验负责人钟武律告诉记者，要衡量核聚变装置及核聚变研究水平，主要看3个参数：燃料的离子温度、等离子体密度和能量约束时间。3个参数缺一不可：首先温度要足够高，能够使燃料变成超过一亿摄氏度的等离子体；二是密度要足够大，这样原子核发生碰撞的概率就大；三是等离子体能够在装置内被约束足够长的时间。只有当这3个参数的乘积超过一个特定数值时，才能够达到发生核聚变反应的条



图为托卡马克装置（中核集团供图）

件。而等离子体电流的大小将显著影响3个参数中的等离子体密度和能量约束时间。因此，钟武律表示，未来托卡马克装置要实现稳定运行，等离子体电流必须要超过1兆安。这样聚变3个参数的乘积才有可能超过特定数值，实现聚变点火。

等离子体电流听起来“高大上”，但钟武律告诉记者，其基本原理实际非常简单。“我们的托卡马克装置其实就是在一个大型真空容器里面注满气体，然后把气体电离变成等离子体，再用强磁场把带电粒子控制住，让它在真空容器里面悬浮起来。类似的等离子体在生活

中其实很常见，比如日光灯管中就有。”

## 实现核聚变发电还有多远？

相比于人类目前采用的多种能源，核聚变能堪称是真正的“未来能源”：一方面，核聚变的反应原料氘能够在海水中获得，储量丰富，取之不竭。1升海水中提取的氘完全发生聚变反应时，其释放的能量相当于燃烧300升汽油。另一方面，相比于依靠核裂变产生能源，核聚变的安全性也更为可靠。如果说核裂变是把镜子摔碎，那么核聚变就是把摔碎的镜子复原。核聚变通常是将氘的同位素、轻原子核氦和氦结合成较重的原子核氦来释放巨大能量。而要想让原本独立的两个原子核克服各种阻碍融为一体，对温度、密度、约束时间等条件的要求都极为苛刻，一旦条件受限，反应无法维持，核聚变就不会发生。

核聚变虽然好处很多，但必须承认目前距离依靠核聚变产生能源发电，还有很长的路要走，现阶段最为实际的目标是实现真正的核聚变点火。钟武律表示，HL-2M不仅在等离子体电流这一参数上拥有领先优势，其设计等离子体温度可达到1.5亿摄氏度，同样能够满足点火要求。未来，HL-2M将继续有条不紊地开展后续实验工作，冲击更高的等离子体电流和离子温度等参数，全面提升核聚变3个参数，向着核聚变点火不断迈进，实现我国“人造太阳”研究新的飞跃。

# 激光加速器为深空辐射环境模拟提供新方案

□ 科普时报记者 毕文婷

“空间辐射是制约深空探测发展的核心问题之一。”在9月19—21日召开的香山科学会议上，中国科学院院士、上海科技大学副校长李儒新提出，“为保障航天任务的顺利执行，需要在地面开展相关的空间辐射效应环境模拟，评估相关因素的危害，激光加速技术提供了环境模拟的新思路”。本次会议上，与会专家围绕激光加速器和深空探测的机遇与挑战，开展了深入讨论。

## 应用激光加速技术模拟空间辐射环境更真实

“由空间环境引起的航天器故障占总故障的40%以上。”哈尔滨工业大学教授李立毅告诉科普时报记者，“由于高真空、微重力、电磁辐射、粒子辐照等空间环境的特殊性，单一或综合作用下产生的复杂效应会给航天器的安全运行带来严重影响。”

“在进行地外天体探索时，面临的空间辐射环境比近地空间更复杂、更恶劣。”李儒新

表示，由于深空环境中粒子种类多，辐射能谱宽，高能粒子的能量、通量及覆盖范围也远高于地球辐射带。这些辐射不仅会对航空航天器产生影响，甚至还会威胁航天员生命健康，导致癌症风险增加、中枢神经损伤、免疫功能变化、骨骼与肌肉等微结构改变等，给深空探测任务带来严峻挑战。

为进一步了解空间环境的具体情况，利用在轨平台进行飞行试验是最准确的评价手段，但由于其时间长、难度大、成本高，世界各国已纷纷将目光投向更易实施的地面模拟装置。

“但这些模拟装置通常只能提供单一类型、单一能量的辐射粒子，与空间辐射环境中复杂的多种粒子、宽能谱的混合辐射场存在较大区别。”中国科学院上海光学精密机械研究所研究员宾建辉直言，目前所用的模拟装置都是基于传统的加速器技术，在模拟真实的空间环境中存在着一定的困难。全新思路是利用激光加速技术，通过激光与固体靶的相互作用加速出多粒子束流，实现环境模

拟。与传统技术相比，激光加速可以产生包含高能质子、电子等混合辐射场、超高的加速梯度，以及更宽的能谱分布，更接近于真实的空间辐射环境。

## 带来全新机遇与挑战

“利用激光加速装置进行空间环境模拟已成为国内外研究的前沿方向之一。”中国科学院上海光学精密机械研究所副所长冷雨欣表示，国际上已经建立或正在发展多个重频超强超短激光装置，且基于更高平均功率的超强超短激光驱动的更高亮度次级辐射束线平台也被美国、欧洲等列入发展计划。“上海光机所成功研制的世界首台10拍瓦超强超短激光实验装置，创下了国际最高激光峰值功率纪录。”他说。

“建设基于激光加速的空间辐射效应模拟装置还有若干科学问题等待解答。”李儒新认为，近期的研究目标是开发高重频、高性能、高功率、小型化的新一代驱动激光，研

发稳定可控的宽谱多粒子束混合辐射源，发展新型脉冲粒子诊断技术以实现混合辐射场的瞬态测量，并研究激光加速产生的短脉冲粒子束流对电子器件和生物体辐射效应的影响机制等。

“激光加速器与深空探测，既有挑战也有机遇。激光加速器形成的辐射场具有重要应用价值，对深空探测和国内耐辐照器的发展有迫切需求。”中国工程院院士、西北核技术研究院研究员欧阳晓平与中国科学院院士、中国科学院理论物理所研究员蔡荣根均看好激光加速器在深空探测领域的应用前景。

与会专家呼吁，希望有更多领域、更多学科专家融入进来，通力合作，开拓辐射效应机理研究的全新途径，建立空间辐射生物效应及风险评估体系，建立器件和生物学的相关辐射检测及指标，共同推动我国自主研发的、具有自主知识产权的空间辐射环境模拟大科学装置建设。

# 元素家族

摘：制成光源促进植物生长

## 元素家族

镉，元素周期表第66号元素。汉代贾谊在《过秦论》中写道“收天下之兵，聚之咸阳，销锋镝”。这里“镝”指箭的箭头。1842年，莫桑德在铋土中分离发现了铊和铊以后，不少化学家从光谱分析鉴定中，确定铊土里可能还有别的元素。7年后，法国化学家布瓦博德朗将铊土成功进行分离，一部分还是铊，而另一部分经确认最终认定是一种新元素，这就是镉元素。

镉基材料能够在特定温度下整序为块状磁体，而且这一温度与镉基材料产生此性能的温度非常接近。铊铁磁系磁体中会添加一定百分比的镉，仅约2—3%就可以提高永磁体中的矫顽力，是铊铁磁体中必要的添加元素。甚至有些铊铁磁体中的铊，还用镉代替一部分铊，用来改善磁体的耐热性能。有了镉的铊铁磁体，就能具有较高的抗腐蚀性，在较高性能的电动汽车驱动马达上应用。

镉与铊是一对好搭档，制成的铊镉铁合金有较大的磁伸缩性，具有材料中最高室温磁致伸缩系数。利用某些顺磁性铊盐晶体，科学家们制作出了隔热退磁冰箱。

磁记录技术的起源可以追溯到1875年使用钢带的录音机，现在磁光记录激光记录和磁记录于一体，具有很高的存储密度和反复擦写功能。而镉具有较高的记录速度和读取灵敏度。

照明器材的镉灯是镉与铊一起制备出的。镉灯属高强度气体放电灯，不像普通的白炽灯通过钨丝通电发光，在发光时也会发热，大约70%的电能都转化成了热能，使用时间越长温度越高，钨丝还容易被烧断。镉灯则是通过气体在低压下通电所发出的光，大部分电能都能转换成光能，更节能、更亮、寿命更长，在相同能源供给下可以创造出3倍于白炽灯的亮度。镉灯是金属卤化物灯的一种，充入的物质是碘化镉、碘化铊、汞等，能发出其特有的密集光谱。反射型日光色镉灯具有反射层，在蓝紫光到橙红光的广阔光谱区域内辐射强度大、红外辐射小，是农科试验、培养农作物、加速植物生长的理想光源，适用于各种人工气候箱、人工生物箱、温室等场合的人工辐射光源，也被称为生物效应灯，能让植物长得更好。

掺镉的发光材料可作为三基色荧光粉，制作荧光粉激活剂。

镉有俘获中子的能力，具有较大的中子俘获截面，因此在原子能工业中用来测定中子能谱或做中子吸收剂。

（作者系武汉市第二十中学化学教师、武汉市科学家科普团成员）

# 电子烟雾影响小鼠正常心脏功能

## 国际前沿

科普时报记者 吴桐 施普林格·自然旗下学术期刊《自然·通讯》日前发表的一篇研究论文指出，电子烟气溶胶会在小鼠体内短暂扰乱其正常心脏功能。

电子烟是一种模仿卷烟的电子产品，有着与卷烟一样的外观、烟雾、味道，虽不含焦油但仍含有多种致癌物。以往很多人认为电子烟不通过燃烧烟草来

传递尼古丁，气溶胶比烟草烟雾含有较少的一氧化碳、焦油和致癌物，这使一些人断言电子烟危害更小。但是电子烟气溶胶对心脏功能的影响，以及其中一些成分的作用，至今并未受到充分的检验。

该论文介绍说，在这项研究中，作者和同事使用小鼠研究电子烟气溶胶对心脏的实时影响。在一系列实验中，将小鼠暴露于5种不同的电子烟气溶胶、两种不同香烟的烟雾，以及电子烟和香烟产生的一种气体丙烯醛环境中，每个实验有6—8只小鼠，期间对小鼠进行监测。作者发现，

吸入电子烟气溶胶会引发小鼠心率失调、改变小鼠心率。

论文作者认为，这些反应的严重程度可能取决于电子烟中的化合物，如尼古丁、溶剂和香味剂，例如薄荷味电子烟可能会影响小鼠心房传导。此外，电子烟溶剂被发现扰乱小鼠心脏节律。

论文作者强调，在啮齿类动物中观察到的这些反应可能会与人类有所不同，不停地暴露在电子烟雾环境中可能会使人类耐受，特别是在过去有吸烟史的成人中会降低心脏反应。

# 完善激励机制 让科普成为“份内事”

(上接第1版)

## 完善评价奖励体系 营造重视科普的氛围

一直以来都有这种声音，科研人员做科普被认为是“不务正业”，如何让更多科学共同体认可这种职业的行为，科研人员本身该如何转变思想？

张伟认为，还要在国家层面进行对应的制度设计。“例如，自然科学基金或科技部项目申请书中增加科普工作的要求，科研人员需要提交从事相关科普工作的证明，给予科普工作展示评分上的倾斜等，这些政策都将产生积极的影响。”“对于科研人员本身，重要的还是科学评价方式的改变。”张伟说，考核方式可增加科普相关内容，这种改变将潜移默化地影响科研人员，使他们理解并接受科普工作已

成为职业行为的一部分。对此，“合理制定专职科普工作者职称评聘标准”已写入《意见》中。

《意见》还提出，完善科普奖励激励机制。对在科普工作中作出突出贡献的组织和个人按照国家有关规定给予表彰。完善科普工作者评价体系，在表彰奖励、人才计划实施中予以支持。

说到底，营造“科普是件正事”的氛围非常关键。“推动科研人员参与科学传播更重要的是营造热爱科学、学科学的社会氛围，让更多青少年热爱科学，鼓励他们未来在科技领域建功立业，这对国家科技发展至关重要。”张伟表示，在提高科学研究质量方面，科普工作主要的意义在于让科研工作者把自己的成果宣传出去，向公众说清楚，从而可以吸引更多的科研工作者尤其是青年科学家参与进来，逐步

提升研究水平。

“以我国月球探测研究为例，通过科学传播，科学家们了解到月球样品值得研究，因此有些科学家从地球科学转向月球与行星科学，这个学科的研究团队会出现大幅增长。经过几年的发展，月球与行星科学这个学科的研究水平获得了整体跃升。”张伟分析称。

归根结底，还是要把科普普及放在与科技创新同等重要的位置上。“只有实现了科学的传播和普及，才能提高全体公民的科学素质，这是科学普及的第一个目标。”中国科学技术协会发展研究中心兼职研究员徐善行分析认为，一个国家只有在提高科学素质的基础上，才能形成宏大的高素质科技队伍，才能实现科技创新成果的转化，进而创造社会精神文明价值和物质文明价值。

# 刷掌支付或更具应用前景

□ 科普时报记者 陈杰

像的质量，是刷掌支付最先需要面对的一个关键技术问题。

早在今年3月，腾讯就申请了“刷掌设备”的专利，并于7月26日获得授权，专利成功解决了刷掌设备的相关技术问题，为上线铺平了道路。

从原理上看，掌纹的信息识别会比面部识别更容易，特别是疫情背景下，戴口罩已成为多数用户的习惯，从用户体验及便利性角度来看，刷掌支付比刷脸支付更容易被大众接受。

余晨说，刷掌支付其实并非一项新技术，2015年就有银行尝试应用刷掌

支付，并推出全国首台掌静脉识别银行自助机，只是没有大面积普及及推广。“近些年随着互联网技术不断发展，支付方式也一直在发生变革，支付机构希望通过支付方式的创新来扩大市场。”

中研产业研究院公布的《2021—2025年中国第三方支付行业竞争分析及发展前景预测报告》显示，截至2021年6月底，使用互联网进行在线支付的用户达8.72亿，另外有98%的用户把移动支付设置为支付首选，预计2022年中国第三方支付移动支付市场交易将达379万亿元。

10月19日，安徽省文化和旅游厅举办“皖美好味道·百县名小吃”美食旅游活动，相信看到这一消息的当地民众，兴许有空会到指定酒店一饱口福。而人们在餐桌上品味佳肴时，有谁考虑过美食中的香气来自何处？

香气是指能令人愉快的挥发性物质。发香物质经过扩散过程进入人们的鼻孔，刺激嗅觉神经，进而传至中枢神经引起人们的一种愉快的快感。从化学角度进行剖析，引起香气必然有一定的物质基础，这些物质包括发香团和发香原子。发香团或发香原子是指对形成香气有作用的分子基团或原子。羟基、羧基、酯基、羰基等是常见的发香团。香气主要来源于食品中的挥发性成分，这种物质种类多但是含量较少，呈香与否还与含量有关。

为了准确判断一种化合物对食品香气的贡献程度，才有了用香气值(FU)来判断某种化合物在香气中所起的作用。当FU<1.0时，该物质不会引起人的嗅觉，嗅觉器官对这种物质散发的香气无感觉。FU值越大则表明该物质在食物中引起的嗅觉越强。任何一种食品的香气并不是由一种呈香物质单独产生，而是多种呈香物质的综合反应。对香气贡献大的物质，被称为“头香物”。香气物质具有挥发性、水溶性和脂溶性，正是因为这三种特性，香气才能通过感受细胞的细胞膜向外发散。

分析食品香气就是鉴定食品中挥发性化合物中起主要作用的呈香成分。香气可通过感官评价和仪器分析来进行检测。感官评价是最古老、最直接的方法，是凭借人体的感觉器官鼻子对食品气味进行综合性鉴别。食品质量的感官评价需要多方面的知识去保证感官评价的可靠性。感官评价具有主观性，对评价人员要求较高、过程比较繁琐。仪器分析在食品香气的检测与鉴定方面有着广泛的应用，具有客观性和结果稳定性。仪器分析的可靠性是通过灵敏度来实现的，它并不能用来直接评价食品中香气质量的好坏，必须依靠数据处理并建立相关的评价标准。常见的仪器分析方法有气相色谱—质谱、电子鼻、气相色谱—嗅闻。分析香气的步骤可分为香气物质的提取、分离分析和关键香气物质的鉴定。

茶叶中香气的化学成分主要以醇类和醛类为主，有芳樟醇、癸醛、正辛醛、壬醛、正己醛等多种化合物。我们可以利用气相色谱—质谱的方法具体分析某一种茶叶中的香气，就能更加准确地判断茶叶香气的主要成分。

食品中香气成分的种类多种多样，不同香气化合物有不同的物理化学性质和香味阈值，是食品品质的重要影响因素。香气的本质是多种挥发性物质通过不同比例组合的结果，对食品香气的研究无论是从学术还是食品市场的角度来看都是非常必要的。目前，我们需要进一步探究挥发性物质与香味的关系，这对食品中香气的品质研究、食品的评价与加工都有一定的参考价值和指导意义。

（第一作者系西北师范大学教授、博士生导师，第二作者系西北师范大学研究生）



美食的香气的来源

□ 莫尊理 成青松