

## “小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

《自然－物理学》

### 双频驱动产生 临界预热离散时间晶体

美国加州大学伯克利分校 Ashok Ajoy 和保加利亚索非亚大学 Marin Bukov 团队合作发现，双频驱动产生临界预热离散时间晶体。相关论文 1 月 12 日发表于《自然－物理学》。

离散时间晶体是物质的非平衡多体相，其特征是在周期驱动下自发破缺的离散时间平移对称性。在足够高的驱动频率下，系统进入 Floquet 预热化状态，其中周期性驱动量子多体态的寿命大大超过系统的固有衰减时间。

合作团队报道了室温下金刚石 <sup>13</sup>C 核三维晶格中长寿命的预热离散时间晶序。研究者演示了一种双频驱动协议，涉及慢速和快速驱动的交叉应用，同时预热自旋，沿 X 轴产生准守恒磁化。这让以高分辨率持续观察它们的动态演变成为了可能。

研究人员获得了时间晶体响应的视频，其清晰度和吞吐量比以前的实验大几个数量级。对驱动频率的参数控制使它们达到高达 396 Floquet 周期的时间晶体寿命，这是该团队在单次实验中测量的。这种快速测量能够详细描述整个相图，突出了预热化在稳定时间晶体响应中的作用。双频驱动方法有望拓展层展准守恒定律稳定的物质非平衡相研究。

相关论文信息：  
<https://doi.org/10.1038/s41567-022-01891-7>

### 量子计算平台 最优纠缠集体测量的逼近

澳大利亚国立大学的 Lorcan O. Conlon、Ping Koy Lam、Syed M. Assad 小组近日取得一项新成果。他们发现量子计算平台上最优纠缠集体测量的逼近。相关论文 1 月 12 日发表于《自然－物理学》。

量子纠缠是量子力学的一个基本特征，在增强计量和通信方面有很大前景。到目前为止，量子计量学的大部分焦点都集中在产生高度纠缠的量子态上，这种量子态提供了比经典方法更好的灵敏度。然而，为达到多参数量子计量和量子信息处理任务的极限，需要在量子态的多个副本之间产生纠缠的集体测量。

研究人员证明了理论上最优的单拷贝和双拷贝集体测量，同时估计两个非交换量子比特旋转。这让他们实现了量子增强传感，在高水平的退相干中，其计量增益持续存在，并提出了不确定性原理解释的基本见解。该研究组在超导、俘获离子和光子系统上实现了最佳测量，为未来量子增强传感网络的外观提供了指示。

相关论文信息：  
<https://doi.org/10.1038/s41567-022-01875-7>

《自然－遗传学》

### 血浆代谢组基因组图谱 与人类疾病相关代谢产物

加拿大犹太总医院 J. Brent Richards 团队通过研究血浆代谢组的基因组图谱，分析了与人类疾病相关的代谢产物。相关研究 1 月 12 日发表于《自然－遗传学》。

代谢过程可以影响疾病风险并提供治疗靶标。通过对 1091 种血液代谢物和 309 种代谢物比率进行全基因组关联研究，研究人员确定了 248 个位点与 690 种代谢产物的关联以及 69 个位点与 143 种代谢产物比例的关联。通过整合代谢产物基因和基因表达信息，他们确定了 109 种代谢产物和 48 种代谢产物比率的 94 个效应基因。使用孟德尔随机化(MR)分析，研究人员确定了 22 种代谢物和 20 种代谢物比率对 12 种性状和疾病具有估计的因果影响，包括用于估计骨矿物质密度的乳清酸、用于身体质量指数的  $\alpha$ -羟基异戊酸，以及用于炎症性肠病和哮喘的麦角硫因。研究人员进一步测量了单独队列中的乳清酸水平，证明与 MR 一致，乳清酸水平与腕关节骨折的发生呈正相关。

这项研究为描述代谢产物的遗传结构提供了宝贵资源，并通过深入了解了代谢产物在常见疾病中的作用，为治疗靶点提供了机会。

相关论文信息：  
<https://doi.org/10.1038/s41588-022-01270-1>

### 单细胞大规模平行报告试验 检测细胞类型特异性基因调控

美国华盛顿大学医学院 Barak A. Cohen 团队开发了通过单细胞大规模平行报告试验，检测细胞类型特异性基因调控的方法。相关研究 1 月 12 日在线发表于《自然－遗传学》。

大规模平行报告基因分析是调控基因组学中的关键工具，但如果不在于不同细胞类型之间连续进行分析，则无法用于识别细胞类型特异性的调控元件。

为了解决这个问题，研究人员开发了一种单细胞大规模平行报告分析(scMPRA)方案，以同时测量跨多种细胞类型的顺式调控序列(CRS)库的活性。他们分析了 HEK293 和 K562 细胞混合物中的核心启动子库，研究表明，scMPRA 是一种可重复的、高度平行的单细胞报告基因分析方法，可检测细胞类型特异性顺式调节活性。随后，他们测量了活小鼠视网膜中多种细胞类型的启动子变体库，表明细微的基因变异可以以细胞类型特异性顺式调节活性产生影响。

研究人员认为，scMPRA 广泛适用于研究 CRS 在不同细胞类型中的作用。

相关论文信息：  
<https://doi.org/10.1038/s41588-022-01278-7>

更多内容详见科学网小柯机器人频道：  
<http://paper.sciencenet.cn/AInews/>

# 银河系发现恒星“墓地”

为了解恒星、行星及生命演化提供更多信息

**本报讯** 从满天星斗中寻找超新星遗迹，就像开盲盒，有很多遗迹属于“隐藏款”，通常很难窥见真容。据《自然》报道，近日，加拿大天文学家研究出了“开盒”利器——一种新的射电观测方法，一举发现了 20 多颗此前未曾发现过的超新星爆发遗迹。

银河系中的恒星至少每 100 年便会作为超新星爆发一次。这些剧烈的爆发是高质量恒星在“生命”尽头最后的挣扎。爆发过程中，大量尘埃和气体被喷射到距恒星光年远的地方，形成持续数千年才能消散的超新星遗迹。

这些遗迹对于天文学家来说是宝矿，蕴藏着产生恒星、行星甚至生命的重元素，有助于挖

掘银河系的相关信息。

目前，天文学家已在银河系中发现数百个这样的遗迹，但这还不到遗迹总数的 1/5，其中大多数都是通过探测遗迹残余物膨胀时发出的射电辐射发现的。但许多遗迹的射电辐射都太过微弱，无法被探测到。

“缺失的超新星遗迹是个问题。我们知道总共有多少，但实际观测到的要少得多。”阿尔伯塔大学天文学家 Brianna Ball 说。

Ball 带领团队试图找到这些“隐藏”的遗迹。他们研究出追踪超新星遗迹的新方法——澳大利亚平方公里阵列探路者射电望远镜(ASKAP)与坐落在澳大利亚新南威尔士州的

帕克斯天文台强强联手，通过汇聚二者的观测能力，在相同的夜空中看到了不同的“风景”，即此前从未见过的超新星遗迹。

“我们发现了 21 个新候选者，首批观测得到的图像证明新方法效果非常好。”加拿大国家研究委员会射电天文学家 Roland Kothes 说，但相关研究目前还未发表。

该团队发布的图像中展示了 21 个新发现的超新星遗迹中的 5 个，其中一个形状像 8 的遗迹，在图像左上方隐约可见。这张图像是在靠近银核(银河中心)的螺旋臂(也称为外臂、矩尺臂)拍摄到的。那里的尘埃和气体遮蔽了可见光。



生活在一起的人会吃同样的食物，这可能导致口腔形成类似的环境，从而产生相同的细菌。

图片来源：Filippo Bacci

认为，与肠道细菌相比，口腔细菌更易被家庭成员共享。

“这表明人们将细菌传播给他人是多么普遍，即便是关系不那么亲密的人。”Segata 说，“口腔细菌很容易被共享，因为许多细菌形成的孢子可以在空气中存活很长时间。”

英国伦敦大学学院的 Joanne Santini 表示，生活在一起的人可能会吃同样的食物，这有助于他们的口腔形成类似的环境，导致相同菌株的细菌繁殖。

(王见卓)

相关论文信息：  
<https://doi.org/10.1038/s41586-022-05620-1>

## 针鼹吹鼻涕泡降温

释放热量。相关论文 1 月 18 日发表于《生物学快报》。

数百万年前，当单孔目动物与其他哺乳动物分离之后，它们便不能通过喘气、出汗或舔舐来降低体温。短吻针鼹会在夜间出行避免炎热。如果在白天外出，它们偶尔会在河流或海滩中泡一泡。

即便如此，研究人员认为，如果温度超过 35 摄氏度，这些动物也会被“烤熟”。然而，他们通过实地观察发现，针鼹在接近 40 摄氏度时依然在摇摇摆摆走动。

为了解它们如何抵御高温，研究人员使用红外相机观察了生活在珀斯附近自然保护区的野生短吻针鼹。在一年时间里，他们拍摄了 124 只短吻针鼹的红外图像，记录了它们的体温。

塔斯马尼亚大学动物学家 Stewart Nicol 表示，在野外观察动物至关重要，因为实验室研究并不总能复制真实的世界。在收集的红外图像中，大多数针鼹的身体都发出了不同程度的

红色、橙色和粉色的光。但它们的吻尖通常是深蓝色的。

这种极端的热差异源自针鼹的鼻涕。科廷大学动物学家 Christine Cooper 说：“在特别热的时候，它们会喷出黏液泡，这些泡泡从吻尖处破裂。”

鼻涕泡蒸发时会带走热量，使得针鼹的吻比身体其他部位低近 10 摄氏度。Cooper 说，由于大量血液会流经针鼹细长的鼻子，这种情况也有助于冷却身体其他部分。

针鼹还有另外一个妙招。它们的棘刺由硬化的中空毛囊组成，起到了绝缘作用。当针鼹感到寒冷时，这些刺就会平躺在背上，防止热量流失；而感到热时，这些刺会竖起来，让热量散去。

针鼹身体的一些无刺区域，包括柔软的下腹部和腿部内侧，也可以让热量散发出去。如果天气变冷，它会蜷缩成一个球，防止无刺区域的热量流失。

(王方)

相关论文信息：  
<https://doi.org/10.1098/rsbl.2022.0495>

## 氢氦混合冰粒成功冷却 1 亿摄氏度等离子体

**本报讯** 日本国立量子科学技术研究院和国家自然科学研究所国立聚变科学研究所(NIFS)的研究人员发现，通过向氢冰颗粒中添加约 5% 的氦，可使等离子体在其表面下更深入冷却，比注入纯氢冰颗粒更有效。

通过利用 NIFS 大型螺旋设备诊断的理论模型和实验测量，研究者阐明了在冰颗粒周围形成密集等离子体的动力学，明确了成功增强强制冷却系统性能的物理机制，这对于在国际热核聚变实验堆(ITER)上进行实验不可或缺。研究结果有助于发展未来核聚变反应堆的等离子体控制技术。相关研究近日发表于《物理评论快报》。

ITER 的实验需要让氦同位素等离子体保持在 1 亿摄氏度以上的“燃烧状态”以产生 500 兆瓦的聚变能。实验的一个主要障碍是“中断”现象——用于限制等离子体的磁场结构由于磁流体力学的不稳定性而崩溃。中断会导致高温等离子体流入容器的内表面损坏设备，进而导致实验进度的延迟和更高的成本付出。为了避免中断，ITER 的设备和操作条件经过精心设计，但不确定性仍然存在，许多实验需要专用的设备保护策略作为保障。

一个潜在的解决方案是采用“中断减缓”技

术，该技术会在检测到可能导致中断的第一个不稳定迹象时强制冷却等离子体，从而防止等离子体的材料组件的损坏。

作为一个基本策略，研究人员正在开发一种方法，将在低于 10 开尔文温度下冻结的氢冰粒团，注入高温等离子体中。注入的冰受到周围高温等离子体的加热，从表面开始融化、蒸发、电离，在冰周围形成一层低温高密度等离子体(以下简称等离子体粒团)。这种等离子体粒团与主等离子体混合，使主等离子体的温度在此过程中降低。

但在最近的实验中，科学家发现，在使用纯氢冰颗粒时，等离子体粒团在与目标等离子体混合之前就被喷射出去，无法将高温等离子体冷却到表面以下更深度的地方。

这种喷射是由于等离子体粒团的高压所致，即被约束在“甜甜圈”形的磁场中的等离子体倾向于按压力的比例向外膨胀。而等离子体粒团是由氢冰的融化和电离形成的，其温度很低、密度很高。由于温度平衡比密度平衡快得多，等离子体粒团的压力会上升到高于热目标等离子体的压力。其结果是，等离子体粒团变得极化并在磁场中进行漂移运动，使它能够完

全与目标等离子体混合之前向外传播。

科学家通过理论分析提出了对这一问题的解决方案：模型计算预测，通过将少量氦混合到氢中，等离子体粒团的压力可以降低。氦在约 20 开尔文温度下结冰，并在等离子体中产生强烈的线辐射。如果在注入前将氦与氢冰混合，可以将部分热能以光子能量的形式散射出去。

为了验证使用氢氦混合物的效果，科学家在位于日本的大型螺旋装置(LHD)上进行了一系列实验。多年来，LHD 一直在可靠地运行着一个名为“固体氦气注入器”的设备，该设备可以 1100 米/秒的速度注入直径约 3 毫米的冰丸。这保障了科学家以毫秒级时间精度向等离子体中注入氢冰，并在冰融化后测量等离子体的温度和密度。

最近，使用新型激光技术的 LHD 系统实现了汤姆逊散射(TS)20kHz 的世界最高时间分辨率。利用这一系统，研究小组捕捉到了等离子体粒团的进化过程。他们发现，正如理论计算所预测的那样，当氢冰掺杂约 5% 的氦时，等离子体粒团抛射被抑制，与注入纯氢冰的情况形成鲜明对比。实验还证实氦在等离子体的有效冷却中起着有益作用。

该研究首次表明，向高温等离子体中注入掺



5 个之前未被观测到的超新星遗迹。

图片来源：R. Kothes (NRC)

Ball 指出，去年 ASKAP 开始对南半球的整个天空进行为期 5 年的观测，这有助于发现更多超新星遗迹。

(徐锐)

### 过去 8 年 全球有记录以来最暖

**据新华社电** 世界气象组织 1 月 12 日发布公报称，受不断上升的温室气体浓度和累积热量的推动，过去 8 年是全球有记录以来最暖的 8 年，全球长期变暖仍在继续。

世界气象组织整合的 6 个主要国际温度数据集的数据显示，2022 年全球平均气温较工业化前水平高出约 1.15 摄氏度，是全球年度气温较工业化前水平至少高出 1 摄氏度的连续第 8 个年份。这也意味着 2015 至 2022 年是全球有记录以来最暖的 8 年，其中 2016 年、2019 年和 2020 年位列前三。2016 年发生了异常强烈的厄尔尼诺事件，促使全球气温创纪录。

世界气象组织表示，自 20 世纪 80 年代以来，每个 10 年都比前一个 10 年更暖。预计这种情况会持续下去，未来全球平均气温较工业化前水平升高幅度短暂突破 1.5 摄氏度的可能性日益增加。

按照 2015 年达成的《巴黎协定》，各方将加强对气候变化威胁的全球应对，把全球平均气温较工业化前水平升高幅度控制在 2 摄氏度之内，并为把升温控制在 1.5 摄氏度以内而努力。

世界气象组织指出，2022 年的极端热浪、干旱和破坏性洪水使全球数百万人受灾，造成数十亿美元经济损失。人们需要加强应对此类极端事件的准备，包括提高气象观测水平和预警服务等。

(刘曲)

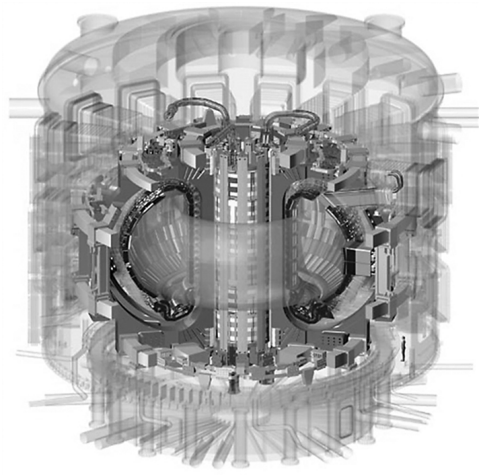
### 新德里成 2022 年 印度空气污染最严重城市

**据新华社电** 印度中央污染控制委员会 1 月 10 日公布的报告显示，据印度国家清洁空气计划监测，该国首都新德里成为 2022 年全国空气污染最严重城市，细颗粒物(PM2.5)全年平均浓度达到安全上限的两倍多。

报告显示，2022 年新德里的 PM2.5 全年平均浓度为 99.7 微克/立方米，达到该国设定的安全上限 40 微克/立方米的两倍以上。2022 年印度空气污染最严重的 10 个城市还包括法里达巴德、加济阿巴德、巴特那、穆扎法尔布尔、诺伊达等，这些城市大多集中在恒河平原地区。

2022 年入冬以来，新德里空气质量开始急剧下降。印度中央污染控制委员会发布的数据显示，11 月 3 日新德里的空气质量指数就已超过 400，达到印度空气污染评判标准的“严重”级别。此后两个多月内，新德里空气质量指数始终保持在 300 至 400 左右，最严重时超过 600。印度媒体报道说，严重的空气污染往往持续整个冬季，发生在新德里等城市的空气污染不仅造成大批市民患上哮喘等呼吸道疾病，每年还引发不少死亡案例。

印度联邦政府于 2019 年启动国家清洁空气计划，提出到 2024 年将 102 个城市空气污染水平在 2017 年基础上降低 20% 至 30%。(赵旭)



正在法国建设的国际热核聚变实验堆，是全球最大的实验性聚变反应堆。

图片来源：ITER

有少量氦的氢冰颗粒，可通过抑制等离子体类抛射有效冷却等离子体的深核区域。研究者表示，氦掺杂效应不仅是一种有趣的新实验现象，还发展了 ITER 中断减缓基线策略。ITER 中断缓解系统的设计评审计划于 2023 年进行，目前的结果有助于提高系统性能。

相关论文信息：  
<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.129.255001>