



## 科学家首次直接观测非阿贝尔拓扑荷

本报讯(记者唐凤)香港科技大学教授陈子亭团队领衔,与香港大学教授张霜和国防科技大学副研究员杨镭等合作,通过构建空间和时间反演对称保护的传输线网络,直接实验观测到了一维能带系统中的非阿贝尔拓扑荷,并将其清晰地映射到本征坐标架球面上。相关论文近日刊登于《自然》。

研究人员表示,该系统与阿贝尔群描述的拓扑系统不同的是,不同拓扑相之间转换的路径不再是唯一的,这使得一边对应更为复杂。该研究同时也提出了非阿贝尔体一边对应,提供了边界/畴壁态分布的全局视图。

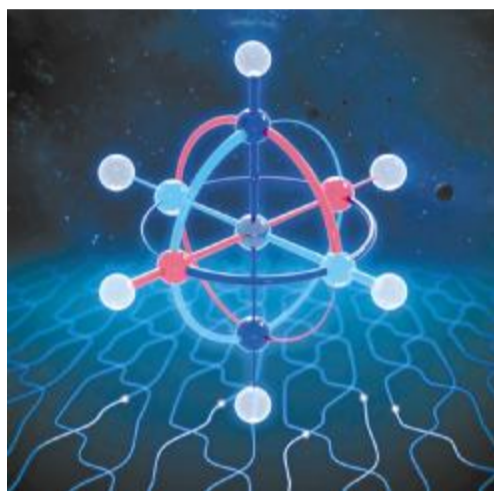
对于一个空间和时间反演对称性保护的具有 3 条不简并能带的一维体系,其拓扑分类是一个四元数群,该群有 5 个共轭类: $+1, \pm i, \pm j, \pm k, -1$ 。研究人员构造了一系列具有不同四元数拓扑荷的传输线网络。实验中,他们测量每个节点的电压,经过傅里叶变换,得到了不同拓扑荷的布洛赫能带以及本征

态,观察到了对应的本征态旋转,还测量了它们的边界态。

研究还发现,对于非阿贝尔拓扑荷这样的一维体系,两个系统之间的拓扑边界态则需要通过两个拓扑荷之间的商来预测。例如,如果把属于分类  $+i$  和分类  $+j$  的两个样品放在一起,根据群商关系  $+i/+j=-k$ ,其边界态的分布应该和  $-k$  的边界态一致,这被称之为非阿贝尔商准则。对于这个结论,研究人员表示从传统拓扑理论出发,把每个带隙的 Zak 相位标出来,然后通过穷举法,把可能的两两组合情况进行验证,发现都符合该准则。

该项研究实验上首次观测到了非阿贝尔拓扑荷,并提出和证实了非阿贝尔拓扑荷对应的体一边对应准则,该准则可以被推广到任意多能带的非阿贝尔体系,为今后非阿贝尔拓扑领域的研究提供了建设性的指导。

相关论文信息:  
<https://doi.org/10.1038/s41586-021-03521-3>



研究人员直接实验观测到了一维能带系统中的非阿贝尔拓扑荷(艺术图)。 课题组供图

## 研究揭示青藏高原降水年代际可预报性

本报讯(记者崔雪芹)6月10日,中国科学院大气物理研究所周天军研究团队,利用最新的气候年代际气候预测系统大集合样本气候预测结果,通过剔除不可预测的气候噪声,提取可预测的气候信号,首次揭示了青藏高原夏季降水的年代际可预报性。相关成果在线发表于《科学进展》。

利用年代际气候预测计划(DCPP)的多模式历史气候回测数据,研究团队发现 DCPP 多模式对位于青藏高原腹地的羌塘高原夏季降水的年代际预测结果存在显著的“信噪比悖论”问题,使得年代际可预报性被低估。而基于多模式大集合

气候预测试验的集合平均预测结果,能够有效剔除模式中不可预测的噪声,从而成功提取到可预测的信号。

针对回测结果时间演变位相与实际相符而振幅偏弱的问题,他们提出了一种兼顾长期变化趋势与年代际振荡信号的“方差订正”技术,使得预报结果在位相和振幅上都与观测高度吻合。进一步研究发现,羌塘高原夏季降水年代际变化的可预报性源于北大西洋副极区涡旋区的海温异常,它通过激发出的大气遥相关波列,最终影响到下游的青藏高原降水变化。

利用实时年代际预测试验数据,团队定量估

算了羌塘高原夏季降水在 2020 年至 2027 年间的变化。结果表明,相对于 1986 年至 2005 年的气候平均态,该地区夏季降水将增加 0.27 毫米/天。这意味着在不久的将来,羌塘高原将处于偏湿状态,夏季降水量较之气候平均状况偏多约 12.8%。

该研究考虑了海洋初始化的年代际气候预测系统,是提供近期气候变化信息的有效工具。该成果对于亚洲水塔周边地区的水资源调控、经济和社会的可持续发展,以及科学应对青藏高原气候变化风险具有重要参考价值。

相关论文信息:  
<https://doi.org/10.1126/sciadv.abf9395>

在真核细胞中,RNA 可以“形单影只”,也可以与蛋白质“珠联璧合”。后者被称为 RNA 结合蛋白,拥有强大的基因调节能力。但 RNA 究竟与哪些蛋白结合,将怎样作用于人类的发育、疾病?这都是悬而未决的问题。

6月10日,中国科学院生物物理研究所研究员薛愿超团队与合作者开发了可在微量细胞中鉴定 RNA 结合蛋白作用靶点的新技术 LACE-seq,首次实现了在单碱基分辨率和单细胞层面精准鉴定 RNA 结合蛋白的结合位点。为研究 RNA 结合蛋白在胚胎发育和生殖疾病中的功能机制打开了大门。相关成果发表于《自然—细胞生物学》。

### 寻觅工具

人类基因组共编码了约 1500 个 RNA 结合蛋白,它们往往通过结合 RNA 分子上的特定基序或结构元件而调控细胞内各种 RNA 分子的加工、定位、翻译和稳定性等。

研究表明,RNA 结合蛋白在早期生殖、个体发育、细胞分化、增殖和凋亡等几乎所有的生理过程中都发挥了关键的调控作用。同时,RNA 结合蛋白的突变会导致多种遗传性疾病,比如肌肉萎缩性侧索硬化症、骨髓增生异常综合征等。

因此,准确鉴定 RNA 结合蛋白的结合靶标及精确结合位置是理解其生理和病理调控机制的前提。

薛愿超介绍,目前常用的鉴定 RNA 结合蛋白靶标的方法主要有 RIP-seq 和 CLIP-seq。由于这两种方法都依赖于利用特异性抗体富集 RNA 结合蛋白及其所结合的 RNA,而且需要百万数量级的细胞,严重限制了其在稀有细胞类型及临床穿刺样本中的应用。

比如,由于缺乏可在微量细胞甚至单细胞水平研究 RNA 结合蛋白靶标的实验方法,导致人们仍不清楚早期生殖过程中 RNA 结合蛋白及其复合物的分子机制。

“当前针对 RNA 结合蛋白的相关技术研究多是在干细胞和体细胞等可以在体外大量扩增的细胞系中进行,而在早期生殖和临床穿刺等微量样本中的研究依然是个空白。”薛愿超告诉《中国科学报》。

### 推开大门

曾经在北大基因从事两年 RNA 相关技术研发的苏瑞宝加入薛愿超团队,成为薛愿超的第二位博士生,为团队开发 LACE-seq 方法奠定了基础。

为了建立这个方法,苏瑞宝认真细致地优化了每一个实验条件。在 LACE-seq 方法搭建完成之后,团队重点研究了 RNA 结合蛋白 Ago2/endo-siRNA 沉默复合物在小鼠 MII 时期卵细胞中的作用靶标,解析了 Ago2/endo-siRNA 复合物在卵细胞中调控 mRNA 翻译以及抑制转座子介导的嵌合体转录本生成等一系列新机制和规律。

在应用上,团队利用创建的 LACE-seq 方法,首次在卵细胞中绘制了 Ddx4、Ptbp1、Ago2 和 Mili 等 RNA 结合蛋白的具体靶标和结合位置,率先发现 Ago2/endo-siRNA 沉默复合物在卵细胞中以非完全互补配对的方式抑制 mRNA 的翻译,并证明 endo-siRNA 的靶标 Bub3、Chk1、Nu2 等的蛋白质水平变化可能与 Ago2 敲除后的表型相关。

此外,他们还证明了 Ago2/endo-siRNA 复合物可切割由逆转录子启动子起始的嵌合体 RNA,该机制确保了卵细胞中转录组的完整性。

LACE-seq 技术具有实验操作时间短、信噪比高、有效数据多、成本更加低廉等一系列优势,克服了现有实验方法的缺点,有效解决了该领域的难题。这些优势使得在珍稀的微量细胞如早期生殖细胞、癌症干细胞、临床穿刺样本中,研究 RNA 结合蛋白的调控、致病机理成为了可能。

LACE-seq 技术通过线性扩增逆转录酶在 RNA 结合蛋白结合位点处的终止信号,首次实现了在单碱基分辨率和单细胞层面精准鉴定 RNA 结合蛋白的结合位点。

可以说,LACE-seq 技术为研究 RNA 结合蛋白及其复合物在早期生殖、胚胎发育等过程中调控基因表达的新规律打开了大门。

### 建立图谱

RNA 结合蛋白,英文简称 RBP。据相关研究,大约 5%~10% 的人类蛋白质可以与 RNA 结合。但到目前为止,研究人员尚未对所有 RNA 结合蛋白进行普查,已知的 RBP 数量仍然是估计数。

RBP 关系人类基因奥秘,功能重要。建立起 RBP“家族”图谱,才能更有助于挖掘一个个“金矿”。

美国于 2013 年启动了一项大型研究计划,准备利用增强型的紫外交联和免疫共沉淀方法 eCLIP 来系统解码 RBP 的调控机制,目前已经成功绘制了 150 个 RBP 的结合图谱。不过,我国迄今还没有相关的 RBP 图谱研究计划。

“接下来,我们将与国内同行合作,希望快速推动 LACE-seq 方法的应用,尤其是在生殖及相关疾病中的研究。同时我们希望建立全自动化 LACE-seq 平台,以大规模注释 RBP 的功能机制,并发起有中国特色的 RBP 图谱计划。”薛愿超说。

相关论文信息:  
<https://doi.org/10.1038/s41556-021-00696-9>

## 揭开基因奥秘有了新「钥匙」

科学家创建 RNA 结合蛋白靶标研究新方法

■本报记者 韩扬眉

## 重庆发现特有濒危物种 川东灯台报春种群

据新华社重庆 重庆阴条岭国家级自然保护区管理局 6 月 9 日发布消息称,该局联合重庆师范大学生命科学院教授唐安军团队在官山林场调查时,发现了极小种群野生植物川东灯台报春,这是继发现珍稀濒危植物穗花杉之后又一次在重庆境内发现的极有价值的濒危植物。

此次发现的川东灯台报春,主要生长于林缘路旁,呈带状分布,其分布区面积约 6000 平方米,种群有 2100 余株。

川东灯台报春为中国特有植物,除重庆城口和巫溪外,还见于湖北神农架巴东冷杉林下石山间草丛中,数量较少。根据花柱长短差异,该物种的花可分为长柱头型花与短柱头型花。

川东灯台报春花色彩艳丽,具有较高的观赏价值。该种植物在重庆阴条岭国家级自然保护区的野外发现,对于研究报春花属植物的起源与分化,报春花属植物的资源利用和保护具有十分重要的科学意义。

重庆阴条岭国家级自然保护区是我国亚热带山地森林生态系统及其物种基因保存最完整的区域之一,具有很高的科研和保护价值。(黄伟)

## 人工智能精彩大戏 还缺完备的基础理论

张钹

作为引领第四次科技革命的战略性的技术,人工智能(AI)给社会建设和经济发展带来了重大而深远的影响。但数据隐私、算法偏见、技术滥用等安全问题正给社会公共治理与产业智能化转型带来严峻挑战。

AI 带来的问题,首先是科技发展的共性问题。科技是发展的利器,也可能成为风险的源头,AI 也不例外。

AI 的发展将引发新一轮产业革命。一方面是传统产业的智能化,比如网络搜索中采取推荐算法、用户画像等,可以提高服务效率和质量。另一方面是智能技术的产业化,催生了新的产业,如智能交通、智慧医疗、智慧城市、自动驾驶等。与此同时,AI 的发展也带来了新的风险和安全隐患。因此,我们既要抓 AI 的创新发展,又要抓 AI 的治理,两手都要抓。

其次是 AI 发展与治理中的特殊性问题,具体表现在算法层面、数据层面与应用层面。

从算法层面看,现有的 AI 算法较脆弱,泛化能力较差,这意味着如果将算法运用到与训练场景区别很大的实际场景中,就会存在安全问题。以无人驾驶为例,AI 训练的时候不可能穷尽所有情景,所以当遇到新的突发事件便无法处理,就会造成 AI 技术的误用。同时,这种脆弱性还使得 AI 系统容易被攻击、被欺骗,给 AI 技术的滥用以可乘之机。

从数据层面看,现在 AI 应用效果很大程度上依赖于数据质量,但由此会带来隐私泄露、数据确权等问题。如果解决不好数据安全的问题,AI 产业也不可能健康发展。

从应用层面看,AI 技术已经逐渐对人们的生活造成冲击,比如为隐私摄像头去售楼处的看房人、困在算法里的外卖骑手等,还有深度伪造之类可能对社会造成重大影响的技术,因此 AI 技术必须保证安全可控。

AI 的创新发展是大道理。纵观信息

科技的发展历史,尽管信息科技发展异常迅猛,但基本上安全可控。而 AI 发展却缓慢曲折,安全问题层出不穷。

二者的差别在于,从信息革命开始,信息的三大理论就已经建立,即图灵机理论(1936)、香农的通信理论(1948)、维纳的控制论(1948)。正因为有了坚实的理论基础,才引导信息技术健康发展。然而,AI 的发展则相反,其基础理论至今没有建立。尽管经历了第一代 AI 的符号主义模型(知识驱动)和第二代 AI 的亚符号(连接)主义模型(数据驱动),但它们均有很大的局限性,不能构成 AI 的理论基础。由于缺乏理论指导,AI 的发展处于难以控制的局面。

当前,必须解决“卡脖子”的基础理论问题。因此,建立 AI 的理论基础是我们提出“第三代人工智能”的初衷。所谓的“第三代人工智能”,其发展路径是融合第一代的知识驱动和第二代的数据驱动的 AI,在前两代理论的基础上发展“第三代人工智能”基础理论,建立一个完备的 AI 基础理论。

具体的思路是,“第三代人工智能”利用知识、数据、算法和算力 4 个要素,建立新的可解释和鲁棒的 AI 理论及方法,从而发展安全、可信、可靠和可扩展的 AI 技术。这样,发展“第三代人工智能”和 AI 治理一起进行,以达到相辅相成、共同发展的目的。

AI 刚刚拉开序幕,更精彩的大戏正要上演。全世界应共同来发展安全可控的“第三代人工智能”,让 AI 真正造福于人类。

(作者系中国科学院院士,本报记者沈春蕾根据其 2021 北京智源大会上的讲话整理)

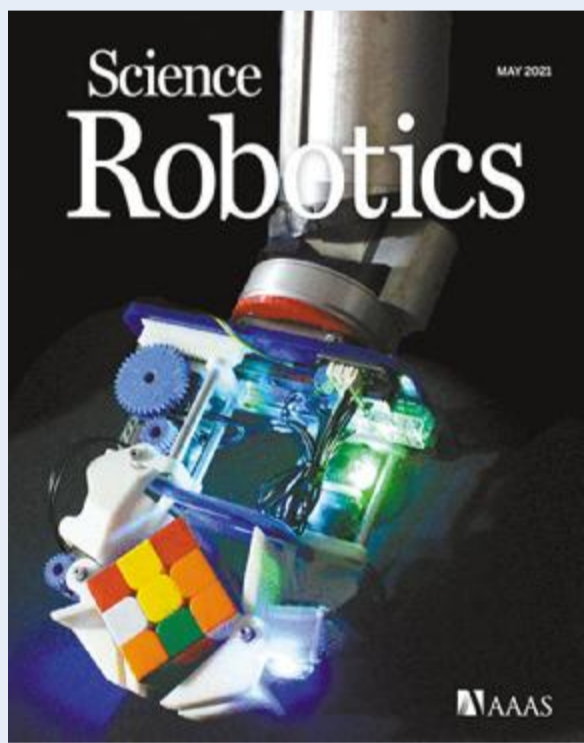
### 看封面

## 机器人学“抓”

机器人已经可以对规则物体进行熟练抓取和分类。然而,与人手相比,机器手臂在抓取形状、大小不一的物体方面仍不熟练,例如柔软的不规则物体。

在最新一期《科学—机器人》特刊中,研究人员试图通过结合有效的机械臂设计、视觉感知、多模态场景理解、空间规划以及学习和推理等,实现更好的机器人抓取功能。本期封面图片是非传统的双指机械手臂 Model W。(鲁亦)

图片来源: BIRCHER ET AL./SCIENCE ROBOTICS



## 警告! 东京奥运会将加剧新冠传播



本报讯 日本科学家发出警告,允许观众现场观看东京奥运会和残奥会将加剧新冠病毒在日本及国际上传播。这些科学家已向《科学》提出了禁止或至少限制奥运会观众的建议,代表了科学界对日本政府和国际奥委会的“谏言”。

日本政府和国际奥委会已经禁止游客进入日本观看奥运会,但在日本,数百万人仍可以在东京及其周边 40 多个场馆观看比赛。约 20 位日本顶级公共卫生专家组成的非正式小组认为这很糟糕,但他们担心人们对该警告置若罔闻。

一位匿名成员表示,大多数专家赞成取消比赛,但考虑到日本政府和国际奥委会目前的立

场,讨论已经转向是否应该欢迎国内观众。另一名成员、京都大学流行病学专家 Hiroshi Nishiura 说,现在“考虑对东京奥运会的组织方式进行任何重大改变”可能为时已晚。

由于新冠大流行,原定于 2020 年举行的奥运会推迟了 1 年。目前,东京和其他主要城市仍处于疫情状态,疫苗接种工作进展缓慢。最近民意调查显示,60%~80% 的民众支持取消奥运会。然而,国际奥委会和日本政界人士正加紧推进奥运会的相关工作。

日本政府新冠疫情专家小组组长,该非正式小组组长 Shigeru Omi 曾公开表示,举办奥运会“在目前情况下是不正常的”。奥运会组织者应该进行“严格的准备工作”,以最大限度地减少病毒传播和感染风险。

Nishiura 说,令人担心的是,奥运会可能导致传播更具传染性的新冠病毒变种,特别是考虑到

届时会有大量运动员、教练、官员、媒体、当地志愿者和国内观众参加。日本奥委会的指导方针要求运动员和工作人员只能前往官方住所和场馆,避免乘坐公共交通工具以及去往旅游景点、餐厅和酒吧,并要求其在奥运会结束后两天内离开日本。虽然指导方针明确指出,不遵守规定可能会被禁赛,但 Nishiura 表示,没有迹象表明这些禁令将如何执行。

到目前为止,还没有应急计划来处理可能使卫生保健设施超负荷的聚集性病例,迟缓的疫苗接种也增加了几分担忧。

东北大学公共卫生专家 Hitoshi Oshitani 说,任何与奥运会相关的感染都可能波及整个日本,甚至全球。奥运会将持续到 8 月暑假,届时许多城市居民将返乡。随着人们对奥运会的热情逐渐高涨,Oshitani 不确定他们是否会听从限制旅行的建议。(辛雨)

