



扫二维码 看科学报



扫二维码 看科学网

# 尹飞虎：把论文写进农民心里

■本报记者 袁一雪

从新疆石河子到内蒙古海拉尔，再到北京，之后去湖南长沙，从那里返回新疆，这是中国工程院院士、新疆农垦科学院研究员尹飞虎这几天的行程。70 岁的尹飞虎对这样的长途奔波早已习以为常。他与全国 16 个省区市合作建立了试验示范基地，希望通过科技赋能提高农民收入，让更多人回归农业，共同守护我国粮食安全。

自 1976 年从事科研工作以来，尹飞虎立足新疆，率先在国内研发出滴灌水肥一体化技术、旱区滴灌条件下土壤次生盐渍化防控技术，并创建了不同区域主要大田作物水肥一体化高效利用技术模式和标准化生产田间管理技术规程。尹飞虎曾获得多个国家级和省级奖项，但面对荣誉与成就，他说：“让农民满意才是我最大的目标和前行的动力。”

## 到祖国最需要的地方去

1972 年，尹飞虎从湖南老家奔赴新疆。按照当时的条件，他完全可以去机关、学校就业，但他毅然选择了去农业连队。

“我出生在农村，是农民的儿子，5 岁就开始下田插秧、拔草，无论去哪儿都不会丢掉务农这份情怀。”尹飞虎告诉《中国科学报》。从湖南到新疆，环境与饮食存在差异。“有工作在，有目标在，就不觉得苦。”他说。

在新疆进行农业生产是一件困难的事。新疆干旱少水，加上遍地可见的盐碱地，让农耕难上加难。为了唤醒沉睡的耕地，当地人采取了水旱轮作等方式。

初到新疆的尹飞虎主要从事水稻种植研究。“通过种植水稻可以降低盐碱地中的盐分，第二年可以在同一块地种植小麦、玉米、棉花等旱生作物。水生作物与旱生作物交替种植，就是水旱轮作。”他解释说。尽管这种耕作方式可以缓解盐碱对农作物的影响，但水稻种植让本就不足的水资源更加捉襟见肘。

降“盐”也需要节水。因此，尹飞虎一边参与种稻洗盐降盐工作，一边开展节水研究。

## 做祖国最需要的研究

上世纪 60 年代，干旱少雨的以色列在世界上第一个建成了现代滴灌系统，让这个沙漠面积占国土面积 70% 的国家成为农业强国。当时，我国虽然希望引进滴灌系统，却受阻于每亩 4000 元的高昂成本。

于是，尹飞虎决定改变自己的研究方向，主动请缨，向滴灌技术发起挑战。不过，他很快意识到，滴灌可以达到节水的目的，但要想促进农



尹飞虎查看智能化设备运行情况。受访者供图

作物生长并获得高产，离不开肥料的配合，水肥一体化势在必行。

水肥一体化的前提是肥料高度溶于水，因为最终水与肥料会通过直径不超过 2 毫米的滴孔滴入田间，进而被农作物吸收利用。在农业常用的氮、磷、钾肥料中，氮肥和钾肥可以完全与水融合，磷肥不行，而且不溶于水的磷及杂质会堵塞滴孔，影响灌溉施肥效果。

为解决这一问题，尹飞虎自掏腰包购置了几千元的专业书籍，从零开始学习无机盐化工知识，并前往磷资源相对丰富的贵州等地，寻找破解之法。他的目标只有一个，研发出水溶性好、成本低、适用于大范围作物滴灌的磷肥。

一般来说，磷肥通常采用成本较低的湿法工艺进行制备，但这样生产出来的磷肥杂质含量高，制备过程中还会产生大量磷石膏，对环境造成污染。另一种生产工艺是热法制备，可以产出纯度高、杂质少的黄磷。黄磷在空气中极易燃烧生成五氧化二磷气体，再利用水循环吸收，就可得到符合标准的磷产品。只是这种方法成本较高，一般用于药品制作，而且会产生 30% 的副产品——贫泥磷，依然对环境不友好。

如何在获得高纯度磷的同时降低副产品产出率，并降低成本呢？尹飞虎想到的是将副产品重新利用，从中提炼高纯度磷。

历时 4 年，几经试验，尹飞虎带领团队创新磷回收方法，回收率达到 95% 以上，不仅解决了环境污染问题，还大大降低了生产成本。最终，一种含有氮磷钾元素及作物所需微量元素的高水溶性复合肥问世了。配合滴灌系统，每亩可节约成本 30% 左右，增产 30% 以上，有力支撑了新疆滴灌节水的快速发展。

同时，针对传统滴灌技术造成的土壤耕层盐分上升等问题，尹飞虎团队创新了滴灌农田土壤盐渍化灌排协同防控技术，制定了相应的技术规范。研究人员不仅将其广泛应用于新疆，还在吉尔吉斯斯坦、乌兹别克斯坦、哈萨克斯坦

和安哥拉等国建立了以滴灌水肥一体化为核心的现代农业示范区。

## 农民说好才是真的好

尹飞虎曾在上世纪 70 年代末跟随中国工程院院士袁隆平学习，从事过水稻杂种优势利用研究。“当时在海南，我们白天在田里工作，晚上听袁老给我们上课。”

他至今还记得袁隆平经常挂在口头的一句话——“无论做什么，一定要亲自干”。这句话对尹飞虎影响深远。他认为，从事农业研究要具备“绝知此事要躬行”的实干精神。

“如果只是在实验室摆弄瓶瓶罐罐、发几篇论文，就认为一项技术获得了成功，那是不可取的。”尹飞虎说，“现在有人对创新的理解有一个误区。创新不能仅仅停留在论文上，而是要经过实验室、中试，最终实现产业化。这 3 个步骤缺一不可，才是真正的创新，因为实践是检验真理的唯一标准。”

“不能在地里发现问题的专家是不合格的。农民希望专家解决实际问题，而不是在地头讲理论。只有在地头发现问题、解决问题的，才能称为农业专家。”尹飞虎把对实践的重视传递给了学生们。他的学生往往在设计试验田时就开始介入，并跟随施工，完工后继续在试验田做实验。

“只有亲自做了，才能在书本的理性认识上增加感性认识，有新的发现；也只有在实践中发现问题，才能真正解决问题。”他解释说。

尹飞虎一直在实践中打磨自己的研究。在解决北方缺水地区的滴灌问题后，他面向南方地区的需求，与相关专家合作解决了果树大小年问题。果树一年或持续几年产量非常高，然后就开始出现产量降低甚至绝收的现象，此后一年或几年又进入高产期，这就是大小年现象。“出现这一情况是因为土壤肥力不够或养分失衡。我们经过研究找到了土壤缺乏的营养元素，通过滴灌系统进行有针对性的补充，彻底解决了这一问题。”尹飞虎说。

现在，尹飞虎团队主要面向 3 个方面开展研究：农业节水与水肥一体化、盐碱地改良、灌溉施肥自动化。“其实我的研究都围绕一件事，就是提高农民收入和幸福指数。只有在地头真的成功了，建立了示范区，农民才能相信并跟着一起做，乡村振兴才能真正实现。”



# 新策略提升无铅钙钛矿太阳能电池效率和稳定性

本报讯（记者王敏）近日，中国科学技术大学（以下简称中国科大）特聘研究员胡芹课题组成功构建钙钛矿同质结，促进了光生载流子的分离和提取，并进一步分析了缺陷形成机制。光伏器件效率和稳定性的同步提升，证明了同质结构策略在非铅锡基钙钛矿太阳能电池领域的应用潜力，也为其他钙钛矿光电器件的结构优化提供了新思路。相关研究成果发表于《纳米快报》，并被选为封面论文。

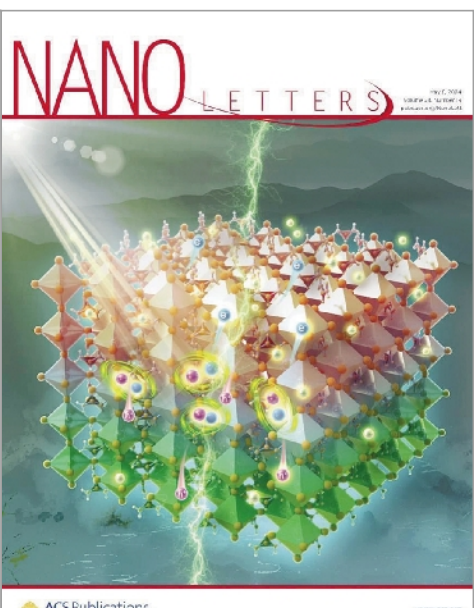
针对非铅锡基钙钛矿半导体存在结晶速率快、p 型自掺杂严重、与传输层能级匹配不佳等问题，胡芹课题组与中国科大教授何力新课题组合作，利用自主发展的第一性原理计算软件 ABACUS 中的高精度杂化泛函计算方法，对非铅锡基钙钛矿半导体材料进行掺杂设计，

通过将镉离子引入活性层中，实现了镉离子的梯度掺杂和同质结构构筑。钙钛矿半导体吸收层能级的梯度变化增强了内建电场，从而促进了光生载流子的分离和提取。

研究通过不同深度的 X 射线光电子能谱表征，证实了锡基钙钛矿半导体薄膜中镉离子的梯度掺杂，通过第一性原理计算的缺陷形成能和掺杂类型结果，揭示了构建同质结的内在机制。

经过进一步优化器件工艺，同质结光伏器件的暗电流降低了两个数量级，缺陷密度降低了一个数量级，功率转换效率从 11.2% 提升至 13.2%，在最大功率点连续运行 250 分钟后仍然保持初始效率的 95% 以上，具有良好的稳定性。

相关论文信息：  
<https://doi.org/10.1021/acs.nanolett.4c00646>



《纳米快报》封面。受访者供图

# “柳江人”生活年代锁定在距今 3.3 万至 2.3 万年

本报讯（记者胡琨琦）近日，中国科学院古脊椎动物与古人类研究所（以下简称古脊椎所）与南京师范大学、中国科学院地质与地球物理研究所等研究人员合作，通过地层与年代学综合研究，将早期现代人“柳江人”的生活年代锁定在距今 3.3 万至 2.3 万年。相关成果在线发表于《自然-通讯》。

1958 年，柳江人发现于广西柳州市柳江区通天岩洞。化石材料包括一件基本完整的颅骨和 17 件后肢骨，是中国迄今发现的最为完整的化石人类骨架之一。自其发现以来，不同学者进行过测年，但测定的年代相差甚远。研究团队意识到，这种差异可能源于对柳江人出土地层的记录和判断

不准确，需要开展新的工作确定其出土位置。

团队成员在柳江人左侧股骨的髓腔和颅骨的鼻腔中均发现了红棕色的黏土质沉积物。将这些沉积物与洞穴地层沉积物进行对比，有望揭示柳江人具体的出土层位。研究人员首先对洞中沉积序列进行详细的地层划分和描述，在此基础上，对入骨中沉积物及通天岩洞穴堆积层开展粒度、颜色、常量和微量元素分析与对比，最终发现柳江人最可能出土于通天岩第三沉积单元的第三层。

在确定出土地层后，研究人员对该层沉积物及整个堆积序列进行了碳十四、铀系和光释光年代测定，结果显示第二层距今约 3 万至 2

万年。他们随后对柳江人左侧股骨进行了更为详细的微损取样和铀系直接测年，从而得到化石最终的铀系年龄距今约 2.3 万至 2.1 万年。人骨的铀系测年结果代表标本的年代最小值，与沉积物测年得到的年代区间相符。

古脊椎所研究员邢松表示，在距今 3.3 万至 2.3 万年这一新的年代背景下，柳江人的演化意义需要重新审视。该研究成果有助于将柳江人化石真正归入全球早期现代人演化序列，为探讨整个欧亚大陆现代人的迁徙扩散模式提供关键新数据。

相关论文信息：  
<https://doi.org/10.1038/s41467-024-47787-3>

# 印度洋海温：全球登革热风险“晴雨表”

■本报记者 崔晋芳

登革热是一种由登革病毒引发的急性传染病，对人类生命健康构成严重威胁。目前准确预测登革热暴发流行仍然具有挑战性。

北京师范大学全球变化与公共健康研究中心教授田怀玉团队在登革热疫情预测预警理论方面取得原创性突破，首次发现热带印度洋全区一致海温模态 (IOBW) 指数是预测研究全球登革热流行程度和时间的关键指标，提出全球变化与疫情模型 (GCE model) 解析全球气候变化和登革热长周期传播动态。相关成果近日发表于《科学》。

“该研究增进了学界对全球气候模式预测登革热疫情的理解，对预测各国登革热疫情动态具有重要意义。通过该研究的模型体系，相关部门能够提前 9 个月预警，从而有针对性地实施干预措施，降低流行病风险。”论文通讯作者田怀玉告诉《中国科学报》。

## 发掘指数潜在作用

登革热预警系统主要利用气候指标进行预测。局地气候因素，如温度和降雨量是登革热流行的主要相关因素，通常能提前 3 个月预测疫情暴发风险。

由于全球气候模式通常比局地气候变化更易预测，基于厄尔尼诺-南方涛动 (ENSO)、印度洋偶极子 (IOD) 等全球气候模式，能够预测 6 个月以上的局地气候长期趋势，因此全球气候模式对局地气候变化的准确预测，可以作为全球登革热风险预警系统的基础。然而，目前尚不清楚哪个全球气候指数可以预测不同国家登革热流行的程度和时间。

“局地气候因素主要影响登革热发病率在季节尺度的周期性变化。例如，温度影响蚊虫从卵到幼虫再到成虫的发育过程，以及病原体在蚊虫体内的潜伏期，雌性蚊虫叮咬人类宿主的频率也与温度存在关联。在年际尺度上，每隔一段时间出现的大规模登革热流行可能与全球气候模式有关。作为全球气候系统的重要组成部分，热带海表温度具有周期性变化的特征，其调节并影响着局地气候的变化。”论文第一作者、北京师范大学地理科学学部陈宇彬博士说。

为了深入发掘全球气候模式对南北半球登革热流行的潜在作用，团队收集整理了全球不同时间尺度的登革热病例和气候数据，并通过国家气候中心获取了详尽的 30 个全球气候指数。他们采用相关性分析和经验动态建模的方法，调查了全球气候模式、当地气候变异性与登革热流行国家登革热发病率之间的关系。完工后继续在试验田做实验。

“IOBW 指数有效表征了全球气候变化和

登革热疫情动态。尽管 ENSO 的气候影响在全球范围内普遍存在，但人们认识到印度洋海温变化和波动对全球气候变化具有显著影响。IOBW 事件通过引起热带和温带环流异常模式的变化，在全球气候变化中发挥了关键作用。在该研究考虑的空间和时间尺度上，与其他全球气候因素相比，登革热流行和局地气温与 IOBW 指数显著相关。”陈宇彬说。

## 探究预测预警效果

尽管有关气候变化与传染病关系的研究层出不穷，但在全球范围内，登革热流行趋势的预测框架却陷入了困境。通过将 IOBW 指数纳入登革热传播机制模型，该研究对全球气候变化和登革热传播动态进行了长周期深入分析。经过完善的模型验证，研究人员发现，引入 IOBW 指数的预测模型有效捕捉了登革热流行的季节和登革热暴发的年际波动。

“通过数值实验，我们生成了 24 个国家的局地温度数据，排除了 IOBW 事件，但保留了包括 ENSO 事件在内的所有其他气候现象。有趣的是，即使在相同的 ENSO 条件下，包含 IOBW 事件的模型在预测全球登革热流行方面也优于不包含 IOBW 事件的模型。与不包含 IOBW 指数的预测模型相比，引入 IOBW 指数的预测模型显著改善了登革热疫情预测预警的提前期和可靠性。”论文共同第一作者、北京师范大学国家安全与应急管理学院徐一博博士说。

通过对 50 种不同初始条件和蚊子生命周期特征的热响应，以及 25 种不同蚊子与人的初始比例进行敏感性分析，研究发现模型模拟的登革热流行动态具有稳定性，有效捕捉了各国登革热暴发次数、暴发程度和暴发峰值时间等流行病学指标。“这说明，IOBW 指数作为一个稳定因素，能够有效解释登革热疫情波动强度的变化。”徐一博说，“这为其他蚊媒疾病的模拟预测提供了敏感性分析参考。”

“未来，我们将拓展 IOBW 指数在登革热疫情预测预警中的应用，考虑可能影响登革热传播的其他潜在因素，如病媒控制措施、社会和经济因素以及群体免疫等，为登革热预警系统建立一套全面的指标。同时，我们还将采用时间序列交叉验证等稳健方法，进一步评估模型的预测性能，验证其在适当的提前期内预测登革热风险的能力，从而为公共卫生规划和干预措施提供更可靠的信息。”田怀玉说。

相关论文信息：  
<https://doi.org/10.1126/science.adf4427>



用热带印度洋海温预测全球登革热流行。杨韵 / 摄

# 热带森林增减对地表温度影响具有不对称性

本报讯（记者张晴丹）北京大学城市与环境学院、碳中和研究院领衔的研究团队综合运用长时间序列的多源遥感数据和多套土地覆被数据，发展了从地表温度时间序列中分离森林变化效应和年际变化影响的研究方法，解析了过去 20 年热带森林增减对地表温度的影响。这一研究成果为设计并评估基于森林恢复和植树造林的气候变化解决方案提供了科学依据。相关论文近日发表于《自然-地球科学》。

值得注意的是，研究团队还发现，政府间气候变化专门委员会使用的最新地球系统模式，均未成功模拟热带森林增减对地表生物物理特征的不对称影响，可能导致其高估了热带森林恢复和植树造林在减缓气候变暖中的作用。研究团队指出，政府间气候变化专门委员会使用的最新地球系统模式，均未成功模拟热带森林增减对地表生物物理特征的不对称影响，可能导致其高估了热带森林恢复和植树造林在减缓气候变暖中的作用。

相关论文信息：  
<https://doi.org/10.1038/s41561-024-01423-3>

# 美国 AI 新计划让科学家“摸到”超级计算机



本报讯 为促进人工智能 (AI) 在诸多学科研究中发挥作用，提高人工智能系统的安全性、可靠性和可信度，美国国家科学基金会 (NSF) 近日宣布了国家人工智能研究资源 (NAIRR) 计划的首个项目。

据《科学》报道，在这个为期两年的项目中，35 位科学家将获得由政府资助的“超级计算机时间”。这些学者虽然拥有自己的实验室，却苦于无法获得训练人工智能系统所需的先进计算机。美国华盛顿大学蛋白质设计研究所所长 David Baker 说：“计算生物学家一直以来无法接触到这种水平的计算机。学术界很难跟上产业界的步伐。”

NAIRR 旨在缩小这一差距。“我们希望扩大大规模计算的使用范围，让更多人能够应对关键的社会挑战。”管理该项目的 NSF 高级网络基础设施办公室负责人 Katie Antypas 说，

“我们还想让学生亲自动手使用这些工具。”

该项目资助的科学家将可以使用由 NSF 和美国能源部支持的超级计算机设施。美国得克萨斯大学高级计算中心主任 Dan Stanzione 表示，该中心拥有 NSF 资助的 Frontera 和 Lonestar 超级计算机，这些机器的需求量已经很大，但他和其他中心主任仍然同意为 NAIRR 项目留出时间。“NAIRR 是一个优先事项，但我们也希望增加产能。”

到目前为止，NSF 已经重新分配了内部资源来管理这个项目，并得到了其他十几个联邦机构的帮助。

即使美国国会已批准 NSF 3000 万美元的申请，NSF 主任 Sethuraman Panchanathan 仍表示：“无论国会得到多少钱都不够，所以我们需要合作伙伴。”据悉，包括微软、亚马逊科技和英伟达等人工智能巨头在内的 26 家公司已同意提供计算资源。

Antypas 指出，联邦官员正在讨论如何让 NAIRR 不仅为研究人员提供计算机时间，还为他们提供大量训练数据集，如由领域专家规划的、政府资助的临床试验图像数据。“我们希望 NAIRR 成为真正的国家资源。”（王方）