

气候变化令害虫更抗药

■本报记者 李晨

气候变化和害虫抗药性竟然息息相关。近日在线发表于《自然—通讯》的一项新研究首次发现,气候变化可通过扩大害虫的越冬分布范围,促进害虫抗药性发展。

论文第一作者及通讯作者、中国农科院植物保护研究所(以下简称植保所)研究员马春森告诉《中国科学报》,这一发现说明,因为气候变化,害虫防治难度增加,进而带来更大的经济损失。

毫不相干还是息息相关?

这项研究关注的害虫是小菜蛾,每年对十字花科作物造成的损失超过 40 亿美元。小菜蛾防治难,源于其抗药性强。据国际杀虫剂抗性行动委员会统计,它至少能抵抗 97 种杀虫剂。

2008 年,马春森参与一项小菜蛾农药抗性监测及治理研究项目时发现,中国长江以南地区小菜蛾抗药性问题非常严重,而在北方小菜蛾无法越冬的地区几乎没有听说过抗药性问题。他很快意识到小菜蛾抗药性与越冬存活可能存在关联。“我很关心小菜蛾的越冬问题,因为这不仅关系到第二年春季虫源基数,而且,如果在越冬地区小菜蛾全年发生,可能会快速进化出抗药性。”

然而当时,害虫分布和抗药性问题通常是被独立研究的,二者之间是否关联并不清楚。

论文共同通讯作者、植保所副研究员张薇告诉《中国科学报》,虽然当时意识到越冬可能有利于抗药性进化,但受到其他因素的影响,还不能确定越冬存活与抗药性有密切关系。比如,不同地区小菜蛾年世代数不同,世代数多的抗性发展快;不同农药种类因致死机制的差异和交叉抗性会影响抗药性发展;不同地区乃至不同田块,由于人为用药习惯不同,抗药性也会不同。“这些因素混在一起,让我们无法厘清越冬存活与抗药性的关系。”

于是,团队进一步深入研究,进行全球



小菜蛾抗药性大数据分析,并同时考虑了以上干扰因素。

低温下的慢性致死效应

为了确定哪些气候因素决定小菜蛾冬季能否存活,团队设计了室内模拟试验,用人工气候箱模拟了中国不同纬度 10 个地点的冬季温度变化,试验小菜蛾幼虫、蛹在不

同冬季条件下的存活率。

为了检验实验室越冬存活模型对田间环境下小菜蛾越冬存活能力预测的准确性,2008 年至 2013 年,他们在辽宁沈阳等 12 个地点进行小菜蛾田间越冬试验。考虑到小菜蛾可能在收获后植物残株落叶下越冬,他们还设计了植株上和残株落叶下两个越冬环境,试验小菜蛾幼虫、蛹、成虫在不同冬季条件下的存活率。

马春森说,借助上述试验,他们解析出制约小菜蛾越冬的关键气候因子,即低温积温日度(冬季日均温 11℃以下的积温),并构建出低温日度模型。

当冬季温度低于 11℃时,一部分小菜蛾开始死亡。在我国北方非常寒冷的地区如东北,最低气温低于小菜蛾能耐受的极限低温(过冷却点 -13.5℃~-20.1℃),小菜蛾肯定不能越冬。而广大的华北平原等地,冬季温度往往高于过冷却点,小菜蛾也不能越冬。换句话说,小菜蛾在这些地区不是被冻死的,而是在长期不太低的温度下冷死的。“这一慢性致死效应才是决定小菜蛾冬季存活率的关键。”马春森说。

为此,他们构建了基于冬季低温积温的小菜蛾越冬存活模型,计算不同地区不同年份的小菜蛾越冬存活率。在自然界复杂气候环境下,该模型能解释 62.1%的存活率,远超以往的低温存活模型。“这么高的准确度主要是因为,该模型准确模拟了小菜蛾低温死亡的过程,即长期低温损伤,而非极低温下冻伤。”张薇说。

“低温积温日度这个气候因子很容易从过去的气候数据和未来情景中获得。”论文作者、美国莱斯大学教授 Volker Rudolf 说,“由于易获取,才让我们得以研究全球范围内小菜蛾的越冬存活,以及气候变化下的抗药性变化趋势。”

抗药性相差 158 倍

研究发现,过去 50 年,气候变化使全球

小菜蛾的越冬面积扩大了 240 万平方公里;未来平均气温每上升 1℃,将导致其越冬面积扩大 220 万平方公里。

马春森说:“小菜蛾越冬研究的发现,加上对全球 40 年小菜蛾抗药性的大数据分析,揭示了气候变化如何影响全球小菜蛾的抗药性分布。”

根据小菜蛾越冬存活的冬季低温积温模型,他们将小菜蛾在全球的发生区划分为越冬区(冬季存活率 < 1%)、零星越冬区(冬季存活率为 1%~5%)、非越冬区(冬季存活率 ≥ 5%)。值得关注的是,越冬区小菜蛾的抗药性是非越冬区的 158 倍。

马春森解释道:“在非越冬区,冬季种群要么死亡,要么迁出至更温暖的地区。第二年春季种群是一个混合种群,这些个体从使用不同类型杀虫剂的多个地区迁入,因而在当地,抗药性无法跨季节累积进化。相反,越冬区种群全年发生,可以快速积累抗性基因。”

该研究指出,生产过程中应调整害虫管理策略来适应不同地区害虫冬季存活的差异。在常年越冬区,提倡使用绿色防控技术或化学农药替代技术,并交替使用作用机理不同的农药来治理;在非越冬区,尽可能使用与越冬区作用机理不一样的农药,以便减缓抗药性的发展。

同小菜蛾一样,许多重要农业害虫,如粘虫、飞虱、卷叶螟和蚜虫等,在南方温暖地区全年发生,春季时向北迁移到非越冬地区。这些害虫发生世代数多,防治农药使用量大,抗药性严重。

“虽然没有研究它们的越冬和抗药性的关系,但推测与小菜蛾具有类似结果。”马春森说,中国是蔬菜生产大国,这项研究不仅填补了小菜蛾越冬的知识空白,而且为气候变化下冬季存活和越冬分布研究提供样板。更重要的是,研究首次提供了气候变化促进害虫抗药性增强的证据,而且证实其由越冬分布范围的扩张驱动。

相关论文信息: <https://doi.org/10.1038/s41467-021-25505-7>



近日,浙江千岛湖水域几百只白鹭在这里翩翩起舞,时而俯冲、时而飞跃,引得不少路人驻足观看。

近年来,淳安县把生态环境作为最普惠的民生福祉,坚持点面结合、水景共保、流域共护,深入打好治水治气治土治废治塑攻坚战,营造人与自然和谐共生栖息地。

图片来源:视觉中国

新方法实现电镜下原子微观信息测量

本报讯(记者卜叶)近日,中科院大连化学物理研究所研究员刘伟团队与大连交通大学讲师刘淑慧、中国石油天然气集团有限公司石油化工研究院工程师徐华的联合研究取得新进展。

联合团队开发了一种基于电镜 HAADF 图像的原子识别统计(EMARS)新方法。该方法能够精准统计 18000 个铂(Pt)原子分散态,量化解析了 Pt 单原子、团簇等不同物种在三氧化二铝负载铂(Pt/Al₂O₃)催化剂工业重整催化中的活性贡献,为理解石油化工中石脑油重整制芳烃的活性来源、催化剂优化提供了新思路。相关研究成果发表于《美国化学会志》。

氧化物负载金属催化剂的原子密度、间距和配位环境影响着催化活性、选择性和稳定性。传统宏观测量的谱学手段只能对催化剂粉体样品进行整体分析,得出平均化的原子分散度,难以区分微观上不同金属物种的单独活性贡献。

近年来,透射电镜发展迅速,HAADF 技术可以实现原子直接成像。但由于催化性能是微观活性中心推动反应分子转变的整体宏观度量,仅靠几张 HAADF 图像进行表象分析和手工测量统计,难以客观、准确地体现催化剂的微观原子分散差异,也就无法找到宏观的催化活性对应的原子结构起因。

为弥补上述电镜分析手段统计性不



EMARS 方法能够精准统计 18000 个铂(Pt)原子分散态。 中国科学报社制图

足的短板,研究团队开发出 EMARS,通过获取图像中的金属原子坐标,以高通量、自动化地逐一原子计数方式精确计算分散性。首次对 Pt/Al₂O₃ 重整催化剂实现了 18000 个 Pt 原子统计,获得在 23 皮米到 60 埃范围内的 Pt 原子间距分布以及全部 Pt 团簇所含原子数。在真实空间中以原子精度重新定义了负载型催化剂的金属分散性。量化证据表明,石脑油重整的芳烃转化活性来自载体上的 Pt 单原子,原子密度与活性定量相关;Pt 团簇不直接贡献活性,但可在氧化气氛下动态分散为 Pt 单原子来补充活性位点。相比而言,传统氢氧滴定方法容易高估金属分散性,导致严

重偏离实际催化活性。

刘伟表示,团队开发 EMARS 更广泛的意义在于,找到了对多金属物种混合的一般性催化剂普适、高精度催化活性溯源方法。审稿人认为,该研究最显著的特色在于借助电镜图像识别出真实工业催化剂中数万量级的原子,实现宏观催化活性的原子尺度活性溯源。

据悉,团队正基于电镜微反应池的时间延迟校正技术开发新型电镜方法,以期在电镜中同时表征原子结构并评价催化活性,实现催化活性溯源一站式解决方案。

相关论文信息: <https://doi.org/10.1021/jacs.1c06381>

发现·进展

华东理工大学等

煤气化技术首次用于煤制天然气领域

本报讯 近日,内蒙古煤制天然气项目工程现场传来消息,华东理工大学和兖矿集团有限公司(山东能源集团有限公司)共同开发的单炉日处理煤 4000 吨级超大型多喷嘴对置式水煤浆气化装置首次投料成功。该装置设计最大产气量 247500Nm³/h(CO + H₂),是目前国际在运行的单炉最大产气量的气化炉。

此次煤制天然气项目的顺利投运,实现了华东理工大学煤气化技术在煤制天然气领域的首次应用。项目共建设 3 台(2 开 1 备)6.5MPa、直径 4000mm 的多喷嘴对置式水煤浆气化炉。该炉型是华东理工大学和兖矿集团有限公司承担的国家“十三五”重点研发计划项目课题开发的超大型气化炉(单炉日处理煤 4000 吨级),是目前世界上在运行的单炉规模最大的水煤浆气化炉。

自 2005 年首套多喷嘴对置式水煤浆气化千吨级示范装置运行至今,华东理工大学先后实现了从单炉日处理煤 1000 吨级到 2000 吨级、3000 吨级和 4000 吨级的跨越。截至目前,已累计推广应用 66 个项目 197 台气化炉,已运行项目达到 37 家,投入运行气化炉 102 台,有力推动了我国能源化工的转型升级。

据了解,该煤制天然气项目位于鄂尔多斯市伊金霍洛旗圣圆煤化工基地。项目以煤为原料生产合成天然气及液化天然气,是全国首个由民营企业投资建设的煤制天然气示范性项目。项目建设分两期,一期工程已于 2014 年 10 月试车投产,4 亿立方米天然气全部液化;二期工程天然气液化项目属于负荷型天然气液化工厂,新增煤制天然气生产规模 16 亿立方米并全部液化,处理天然气 270 万立方米/日。(黄辛 王兴军)

中科院沈阳自动化研究所

构建快速适应人体运动机器人控制系统

本报讯(记者沈春蕾)近日,中科院沈阳自动化研究所科研人员对具备高泛化能力的人体运动识别方法,以及对人体步频特性不敏感的外肌肉机器人系统展开研究。相关论文分别发表于《IEEE 人机系统汇刊》和《IEEE 自动化科学与工程学报》。

外肌肉机器人是一种与人共融机器人,通过驱动“附着”在人体肌肉/肌腱表面的人工肌肉线束,实现对目标肌群的精准辅助。然而,这种人机同体的紧密作业方式,使穿戴者的运动很容易受到机器人在决策与行为方面的偏差的影响。如何提升机器人对穿戴者运动状态的快速适应能力,是减少这种偏差的关键,也是当前机器人研究的难点。

科研人员以机器人识别与控制的高适应性为目标,受人体下肢运动的状态驱动与节律/CPG 驱动特点启发,开展了具备高适应性的人体运动识别与机器人控制方法的研究。

他们基于人体相平面与相曲线的概念,利用相曲线的特征相似度不变特性,提出了一种可适应不同受试者、不同步态模式的人体运动类型识别方法,并进一步验证了在下肢运动障碍人群运动功能量化评估方面的应用可行性。他们还结合人体下肢运动的节律特性,构建了一种可快速适应人体步频变化的外肌肉机器人控制系统,提升机器人对人体步频、运动环境与人机耦合动力学特性等变化的快速适应能力。

该研究将人体运动更本质的特性融入到人交互系统设计当中,对提升机器人适应能力、辅助效率以及促进机器人在智能医疗、智能养老等领域的实用化具有重要意义,为机器人策略设计与行为规划研究提供了新思路。

相关论文信息: <https://doi.org/10.1109/TASE.2021.3066403> <https://doi.org/10.1109/THMS.2021.3056274>

中科院广州地球化学研究所等

更精准地为年轻火山喷发定年

本报讯(记者朱汉斌 通讯员邓士连)中科院广州地球化学研究所同位素地球化学国家重点实验室、深地科学卓越研究中心博士后陈宣渝、中科院院士徐义刚与英国学者合作,在年轻火山喷发定年研究中取得新进展。相关研究近日发表于《第四纪地质年代学》。

研究人员利用贝叶斯统计建模方法开展火山灰年代学研究。该方法综合分析多个地点的年代学数据,并将地层学信息纳入模型,通过计算机迭代运算,实现较单个测年结果精度和精度更高的火山灰年龄估算。

该研究首先利用 OxCal 软件建立“阶段”模型分析火山灰的近源 ¹⁴C 年龄。样品依据其与火山灰层的相对地层关系,被纳入不同的沉积阶段。阶段模型在校正样品年龄的过程中,同时考虑了样品地层位置给火山灰带来的年代学制约。研究人员利用湖泊 ¹⁴C 年代学和地层学数据,构建了正式的“沉积”模型。该模型利用泊松过程模拟湖泊沉积物形成过程。根据火山灰在沉积记录中的层位,沉积模型在相应位置交叉引用了上述两层火山灰的阶段模型,实现了同时分析与火山灰相关的所有可用的年代学和地层学信息。

研究显示,与单独利用火山灰的近源或远源信息相比,交叉引用的阶段和沉积模型能有效地使先验信息最大化。综合分析所有近源、远源年代学和地层学信息后,该研究为 Ko-g 火山灰提供了目前最准确且最精确的年龄估算(6586 ± 40 cal yr BP),为 Ma-f-j 火山灰提供了目前最准确的年龄估算(7532 ± 72 cal yr BP)。

该研究是利用贝叶斯统计方法优化火山灰年龄的一个范例。研究结果厘清了过去关于火山灰喷发年龄的争论,增强了相应火山灰作为定年工具的作用,为完善东亚全新世火山灰地层框架提供了关键信息。

相关论文信息: <https://doi.org/10.1016/j.quageo.2021.101229>