

## “小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

【自然-生物技术】

## 双向表观遗传编辑揭示基因调控层次结构

美国斯坦福大学 Howard Y. Chang 小组发现,双向表观遗传编辑能够揭示基因调控的层次结构。该研究成果近日在线发表于《自然-生物技术》。

研究人员开发了一种名为 CRISPRai 的双向表观遗传编辑系统。在该系统中,研究人员对同一细胞中的两个位点同时施加激活(CRISPRa)和抑制(CRISPRi)扰动。研究人员开发了 CRISPRai Perturb-seq,将双扰动 gRNA 检测与单细胞 RNA 测序结合起来,从而能够研究混合单细胞群体中的集合扰动。研究人员应用这一平台研究了两种造血系转录因子 SPI1 和 GATA1 之间的遗传相互作用,发现了它们对下游靶基因共同调控的新特点,包括 SPI1 和 GATA1 在通过不同模式调控的基因上的占有率差异。

研究人员还揭示了 Jurkat T 细胞、原代 T 细胞和嵌合抗原受体(CAR)T 细胞中 IL2(白细胞介素-2)的调控图谱,并阐明了增强子介导的 IL2 基因调控机制。CRISPRai Perturb-seq 有助于研究特定环境下的基因相互作用,为基因调控提供了新见解,并将有助于探索非编码疾病相关变体。

据悉,CRISPR 扰动方法在研究非编码元件和基因相互作用方面能力有限。

相关论文信息:  
<https://doi.org/10.1038/s41587-024-02213-3>

更多内容详见科学网小柯机器人频道:

<http://paper.sciencenet.cn/AInews/>

## 余刚:深耕环境30年,坐热“冷板凳”

(上接第1版)

前不久,余刚的一位在生态环境部国际司担任副司长的学生带领中国政府代表团在国外进行塑料公约的谈判,这让余刚很高兴:“我感到非常自豪,这是我们作为老师独有的快乐。”

## “阳春白雪”的研究

什么是 POPs?这是多年来余刚经常被问及的问题。

“水污染、大气污染、噪声污染这些常规污染物看得见、听得见。但 POPs 肉眼看不到,它是指具有环境持久性、生物蓄积性、远距离环境迁移的潜力,并对人体健康或生态环境产生不利影响的有机污染物。”余刚说。

余刚用“阳春白雪”来形容自己的研究。“大家会觉得,那些常规污染物问题都没有被完全解决,更何况这种浓度更低的污染物?同时,其研究条件要求较高,需要更加先进的检测分析方法和仪器设备。因此,早年间从事 POPs 研究的人非常少,随着社会经济的发展,近些年才逐渐多了起来。”

与那些直接致死的污染物不同,POPs 在人体内的累积更隐秘、周期更长,危及人体内分泌、免疫、神经、生殖等系统。如美国在越南战争中大面积使用的“橙剂”,其中含有的二噁英给越南的水源和土壤造成了难以消除的污染,约有 480 万越南人患上癌症等各类疾病,数十万儿童先天畸形或存在生理缺陷。

“简言之,它不立刻要人命,让人活着,但不会让人好好活着。”余刚说。

目前,绝大部分新污染物在全球尺度和全国尺度的污染状态还不清楚,不同类别新污染物的排放源和排放清单,在环境介质与生物体内的存在形态和浓度水平、源汇关系等,都亟待进一步研究。

余刚表示:“有些发达国家行动得早,但对于 POPs 问题仍然没有好的解决办法。如果我们的研究、政策、治理等能迎头赶上,或许可以实现弯道超车。”

## 30年的坚持

如今,生态文明、美丽中国的发展理念深入人心,越来越多的人认识到环境保护、绿色发展的重要性。近年来党和国家部署的 POPs 等新污染物治理研究吸引了大批学者和学生。而在 30 多年前,却是截然不同的场景。

1989 年,余刚硕士毕业,打算到中国科学院生态环境研究中心攻读博士。当时,环境科学还是一门新兴学科,全国能招收环境化学博士生的高校或研究所屈指可数,导师不超过 10 个人。

选择投身“冷门”专业,余刚有自己的坚持:“从硕士起,我就开始接触有机污染物的研究,了解到一些欧洲国家对有机污染物非常重视,我相信相关研究未来一定非常重要。”

有了这种坚定,余刚加倍努力。他几乎每晚做实验都做到熄灯时分,即使回到宿舍,脑子也忍不住继续思考问题,第二天一早,又冲到实验室继续做实验,总希望快点,再快点将问题解决。这为他打下了良好的科研基础,也使他在毕业后成为清华大学人才引进计划的合适人选。

1992 年进入清华大学后,余刚只花了 6 年时间便从讲师升任教授,2006 年担任环境科学与工程系主任,2011 年成为环境学院首任院长。

2022 年,余刚作出一个令人意外的决定,离开从教 30 年的清华大学,加入北京师范大学担任环境与生态前沿交叉研究院院长。

“在清华工作的 30 年,我亲历并见证了环境学科一步步发展壮大,可以说,这里是我的‘舒适圈’,可以‘躺平’。但我想再突破一下,希望在生态环境学科前沿方向开展多学科交叉研究,北京师范大学恰好有这样的机会,能和大家一起开垦一片新土地是很令人兴奋的。”余刚说。

## 科学家首次用钷实现合成壮举

本报讯在发现近 80 年后,元素周期表中最稀有、最神秘的一种元素,终于公开了一些关键的化学秘密。

美国橡树岭国家实验室的研究人员首次使用放射性钷制造出一种化学“复合物”——与周围的一些分子结合在一起的化合物。这一合成壮举使科学家能够研究该元素如何在水溶液与其他原子结合。5 月 22 日发表于《自然》的这一成果填补了化学教科书中的一个长期空白,并有望找到从核废料中分离钷和类似元素的更好方法。

“这是一项杰作。”未参与该研究的美国劳伦斯·伯克利国家实验室化学家 Polly Arnold 说。

1945 年发现的钷是由 15 种金属组成的钷系元素家族中最难以捉摸的成员。研究人

员估计,目前地壳中天然存在的钷不到 1 公斤,它此前已被用于为心脏起搏器和航天器提供动力。

钷系元素与其他几种金属元素一起被称为稀土元素,其中许多元素因在激光和强力磁铁等技术领域的应用而备受青睐。尽管许多稀土元素在地壳中含量丰富,但它们很难被分离出来。部分原因是它们具有非常相似的化学性质,这使得仅提取一种钷系元素并与其他元素分离成为一项挑战。

目前的分离方法通常将被称为配体的分子与溶液中带正电的钷离子结合,形成配位络合物,然后利用这些复合物之间的细微差别将它们分离。例如,使用有机溶剂有选择性地从水中洗出钷。“但要进行很多次分离才能得到纯净的提取物。”该研究

共同负责人、橡树岭国家实验室化学家 Ilya Popovs 说。

对于致力于改进分离方法的研究人员来说,他们只成功制造了少量的钷化合物,并且都是简单的固体,比如氧化物。但科学家从来没有合成出能够显示钷如何在溶液中与分离配体结合的复合物。

在这项研究中,橡树岭国家实验室的科学家利用钷-147 填补了这一空白。钷-147 是一种半衰期约为 2.5 年的放射性同位素,他们从生产放射性钷产生的废料中收集到钷-147。像所有其他钷系元素一样,钷倾向于形成带 3 个正电荷的离子。

研究小组将这些离子与一种叫作双吡咯烷二酮酰胺的配体结合,这种配体含有 3 个富电子氧原子。3 个配体与每个钷离子相结合,生成

## 科学此刻

## 新航事故如何避免

5 月 21 日,新加坡航空公司一架从英国伦敦飞往新加坡的航班,因途中发生剧烈颠簸,导致 1 人死亡、70 多人受伤。这一罕见事故引发了公众的疑问:是什么对飞机飞行造成如此严重的干扰?气候变化是否会使得飞机颠簸变得更加频繁?据《自然》报道,这架飞机飞行途中突然下降约 1800 多米,导致乘客和物体被抛向机舱顶部。这是 24 年来新加坡航空公司发生的第一起致命航空事故。

气流通常被称为“湍流”。“严重的湍流会让你变成一枚炮弹,对于没有系安全带的人来说,就像坐在没有任何约束的过山车上一样可怕。”英国雷丁大学大气研究员 Paul Williams 说。

“没有人喜欢在风暴中飞行。”Williams 说,大多数航班都会经历一定程度的湍流。当飞机起飞或降落时,机场周围的强风可能会造成湍流;而在更高海拔的天空,当飞机飞过或靠近风暴云时,后者向上和向下的气流会造成轻微到严重的湍流。

此外,山脉上空向上移动的气流,以及环绕地球的强气流都会造成湍流。任何发生在云层外的湍流都被称为晴空湍流。

Williams 说:“可能需要数周时间才能确定是什么样的湍流导致了此次事故。目前来看,其附近有一场风暴,但也符合形成晴空湍流的条件,因此我们需要做更多调查才能得出结论。”

在去年发表的一项研究中,Williams 和同事发现,1979 年至 2020 年,晴空湍流大幅增加。在北大西洋上空,比地球引力还要强的严重



新加坡航空公司的一架航班发生严重颠簸。

图片来源:Reuters

晴空湍流出现的频率增加了 55%。不仅如此,世界各地的湍流都有所增加。Williams 说,这几乎可以肯定是气候变化的结果。

在另一项研究中,Williams 和同事使用气候模型发现,随着气候变暖,晴空湍流会变得更加严重和频繁。他们估计,与轻微或中度的湍流相比,严重的湍流会增加更多。

无独有偶,韩国首尔国立大学大气研究员 Jung Hoon Kim 和同事去年发表的一项研究也发现,随着气候变化,云和山脉周围的晴空湍流会变得更加频繁。

“尽管湍流可能会增加,但这并不意味着要停止飞行,或者飞机会从天上掉下来。”Williams 说,“大多数航班仍然能像现在一样继续飞行,只是过去经历 10 分钟剧烈颠簸,未来可能是

20 或 30 分钟。”

飞行员通常会在预测湍流后规划飞行路线。气象中心的研究人员可以根据地面传感器和卫星收集的数据预测湍流,并将预测结果传达给飞行员。在飞机上,飞行员使用雷达识别并避开风暴云。

但雷达无法探测到无云的晴空湍流。Williams 说,激光雷达技术可能会有所帮助。“激光雷达与雷达类似,但因使用不同波长的光,可以探测到雷达无法发现的晴空湍流。不过,激光雷达很昂贵且笨重。”

Williams 说,如果设备可以小型化并降低成本,那么激光雷达可能很快就会投入使用。“我看到一些飞行试验,利用激光雷达,确实可以看到飞机前方 20 英里处的晴空湍流。”(李木子)

## 零碳水泥工艺减少建筑业排放

本报讯一项新技术可以利用建筑废料生产水泥。研究人员表示,到 2050 年,这项工艺可以减少数十亿吨的碳排放。相关论文 5 月 22 日发表于《自然》。

“我们已经明确证明,水泥可以被回收再利用。”英国剑桥大学的 Julian Allwood 说,“我们正朝着生产零碳排放水泥的方向前进。”

水泥行业污染严重,占温室气体排放总量的 7.5%。但迄今人们还不知道如何在不影响气候的情况下大规模生产水泥。

制造水泥需要“熟料”,后者是将石灰石和黏土等原材料的混合物加热到 1450 摄氏度制成的。制造熟料所需的高温 and 化学反应都会造成碳排放——其生产占水泥总碳足迹的 90%。

Allwood 和同事已经开发出一种生产熟料的替代方法,其中包括重新使用从拆除的建筑物中回收的水泥浆料。它的化学成分与石灰助熔剂相同,后者是一种用于去除再生钢杂质的

物质。

当钢熔化时,由旧水泥制成的助熔剂会形成一种漂浮在回收钢顶部的炉渣。一旦磨成粉末,炉渣就等同于熟料。它可以用来制造波特兰水泥,这是最常见的水泥。

如果回收的钢和水泥是由可再生能源或核能驱动的电炉生产的,那么这个过程几乎没有碳排放。“这个方法真的很简单。”Allwood 说。

实验室实验已证明该工艺是可行的。研究团队估算,它提供了一种可与传统设备一起使用的“临时”解决方案,如果全球都采用这种新方法,每年可减少排放 30 亿吨二氧化碳。

研究团队目前正与英国剑桥电力水泥公司以及建筑公司 Balfour Beatty Tarmac 等合作伙伴开展工业试验。Allwood 说:“在接下来的几周内,我们将开展一系列试验,每小时生产 30 吨水泥。”

扩大新型水泥生产工艺的规模,在一定程度上取决于回收钢的情况。目前回收炼钢约占全球钢铁产量的 40%。Allwood 表示,未来 30 年,随着该行业的脱碳,产量将至少翻一番,甚至可能是现在的 3 倍。

然而,挑战仍然存在。再生水泥工艺需要 1600 至 1750 摄氏度的炉温,略高于传统水泥生产的温度。英国利兹大学的 Leon Black 说,这将增加电力成本。

其他挑战包括建立旧水泥供应链、吸引必要的资本投资,以及说服这个以谨慎著称的行业大规模采用新工艺。

Black 说:“他们制造出一种成分与波特兰水泥相同的材料,已经克服了一个障碍。问题出在细节上——能源需求、物流、规模扩大。”

相关论文信息:  
<https://doi.org/10.1038/s41586-024-07338-8>

## 蜥蜴式建筑有望防止全楼倒塌

本报讯《自然》近日发表的一篇文章报道了一种新的建筑系统,在灾难性破坏事件下,该系统或可将结构破坏局限于受损区域,从而防止整座建筑倒塌。这种方法的灵感来自蜥蜴通过断尾摆脱捕食者的能力。

建筑倒塌的压力源有很多,如地震、车辆碰撞和施工错误,并有可能造成生命损失。目前用于防倒塌的设计通常让初始破坏重新分布到建筑的完好结构组件中,从而防止其扩散。虽然这种设计很有效,但可能会使整个建筑倒塌。

西班牙瓦伦西亚理工大学的 Jose Adam 和同事报道了一种能隔绝初始破坏的建筑系统,类似于蜥蜴尾巴上的断裂面,后者能让蜥蜴在受攻击时断尾。

这种建筑系统名为“层级式倒塌隔离”,能让建筑沿着特定截面的预选边缘发生受控断裂,从而防止初始破坏波及整座建筑。

为测试这种层级式倒塌隔离设计,研究团队用预制混凝土建造了一座 15 米 × 12 米的两层建筑,每层 2.6 米高。

Adam 和同事对该建筑进行了两轮测试。第一轮测试模拟了一次较小的初始破坏,去掉建筑转角两根柱子中的一根——这轮测试证实了该设计能提供传统的结构性支持。第二轮模拟了更极端的初始破坏,去掉了转角剩下的那根柱子。通过这一测试,研究团队注意到,层级式倒塌隔离成功防止了整个结构坍塌,只有沿着加载路径的部分建筑发生了倒塌。

虽然这些测试证明了层级式倒塌隔离的可行性,但 Adam 和同事指出,在该设计拓展用于不同形式的建筑前,仍需开展更多测试。不过,层级式倒塌隔离可以实现只对建筑倒塌部分的重建,而无须对整座建筑重建,有望显著减少生命损失并协助救援工作。(赵熙熙)

相关论文信息:  
<https://doi.org/10.1038/s41586-024-07268-5>



图片来源:Jose M. Adam

## 气候变化正在破坏全球珊瑚礁

据新华社电 受气候变化影响,全球珊瑚礁白化现象变得愈加频繁和严重。美国国家海洋和大气管理局以及“国际珊瑚礁倡议”组织近期发表联合声明说,目前全球正经历有记录以来第四次全球珊瑚礁白化事件,也是 10 年来的第二次。

声明说,历史上曾记录到 3 次全球珊瑚礁白化事件,分别为 1998 年、2010 年以及 2014 年至 2017 年。自 2023 年初以来,已有超过 53 个国家和地区记录了珊瑚礁白化现象,包括世界上最大的珊瑚礁群——澳大利亚的大堡礁。

今年 4 月,澳大利亚大堡礁海洋公园管理局发布报告说,大堡礁正经历有记录以来最严重的大规模白化事件。整体珊瑚礁群的四分之三出现了白化迹象,近 40% 的珊瑚礁出现了高度或极度白化。

“从 2023 年 2 月到 2024 年 4 月,在北半球和南半球的每个主要海洋盆地都记录了严重的

珊瑚礁白化现象。”美国国家海洋和大气管理局珊瑚礁观察组织协调员德里克·曼泽洛说。

珊瑚礁白化是珊瑚受环境压力影响,失去体内共生的藻类或藻类失去色素而导致珊瑚颜色消失的一种生态现象。珊瑚白化后未必会死亡,如果导致白化的压力减少,珊瑚有望恢复颜色。

研究认为,引起珊瑚白化的原因包括海水温度异常、紫外线辐射、风暴、污染、细菌或病毒感染等,但大规模珊瑚礁白化的主要原因是海水长时间异常高温。

德国马克斯·普朗克海洋微生物学研究所研究人员玛蒂尔德·戈德弗罗伊德介绍,当海水温度较长时间高于正常温度时,珊瑚开始遭受热应激。高温破坏了珊瑚和生活在珊瑚组织中的藻类之间的共生关系。随后,藻类会产生对自身和珊瑚都有害的分子。作为回应,珊瑚会驱逐它们的共生伙伴,以将损害降到最低。尽管这

在短时间内对珊瑚细胞有利,但长远来看却有害,因为藻类通过光合作用满足了珊瑚 90% 的能量需求。藻类还赋予珊瑚颜色,失去这些藻类后,珊瑚组织会变得透明,白色骨架随之显露,珊瑚就出现“白化”。

戈德弗罗伊德说,如果环境温度相对较快地恢复正常,珊瑚可以重建它们的共生体,并在白化中存活下来;反之,珊瑚可能无法恢复并死亡。

“随着全球海洋持续变暖,珊瑚白化正变得更加频繁和严重。”曼泽洛说,当这些事件足够严重或持续时间足够长时,它们可能导致珊瑚死亡,从而伤害依赖珊瑚礁为生的人们。

大堡礁近 8 年来已发生 5 次大规模白化事件。澳大利亚詹姆斯·库克大学海洋生物学专家特里·休斯警告,气候变化导致的海洋温度升高,使大堡礁更难在不同白化事件之间恢复过来。

珊瑚由无数微小的珊瑚虫聚集形成。研究显示,海洋温度升高还会导致细菌、病毒等病原体快速繁殖,增加珊瑚虫及其共生藻类的患病风险。例如,美国赖斯大学等机构的研究人员发现,海洋温度升高会加剧珊瑚虫群体中的病毒暴发,导致珊瑚虫的共生藻类死亡,珊瑚礁遭到破坏。

珊瑚礁在海洋生态系统中发挥重要作用,同渔业、旅游业等发展也息息相关。

戈德弗罗伊德说,全球变暖的程度和速度对全球珊瑚礁的未来具有决定性意义。如果全球平均气温较工业化前水平升高 1.5 摄氏度,预计 70% 至 90% 的珊瑚礁会消失;如果在 2050 年前上升 2 摄氏度,世界上几乎所有的珊瑚礁都将死亡。不过,变暖的速度如果较为缓慢,可为珊瑚带来适应变化的机会。因此,若能设法限制变暖并采取相应保护措施,部分珊瑚礁仍有希望留下来。(郭洋)