

已带来事实性威胁，气候变暖又添“受害者”

■本报记者 赵广立

一项最新研究指出，全球气候变暖已不再是“未来风险”，而是“事实性地”给我们的生产生活带来了威胁。在该研究中，最新的受害者是海上风电。

这项由南方科技大学教授曾振中课题组、宁波东方理工大学助理教授陈云天团队与合作者共同开展的研究显示，亚洲与欧洲超过一半已建及规划中的海上风电场正面临极端风况的危险，其中与风机载荷相关的极端风速在全球 68% 的沿海区域呈显著上升趋势。相关研究成果近日发表于《自然－通讯》。

“我们研究发现，上述趋势与全球变暖导致的气旋活动变化密切相关。”论文第一作者、香港理工大学与宁波东方理工大学联合培养博士生赵雅楠在接受《中国科学报》采访时表示，“这不仅是数据上的风险，更是现实中的隐患。”

一个前人不曾深究的课题

2024 年 9 月，台风“摩羯”袭击海南文昌，在强力台风之下，当地一风电项目发生多台风机倒塌事故，经济损失高达数亿元。这一事例表明，科学评估现有及规划中的风电场能否应对极端风速至关重要。

关于“极端风速”的标准，国际电工委员会(IEC)依据“50 年重现期风速”，即 50 年一遇的极端风速，对风机进行等级划分，并要求各等级风机具备承受其运营位置风速的能力。根据标准，Ⅰ类、Ⅱ类和Ⅲ类风机的最大设计极限风速分别为 50 米 / 秒、42.5 米 / 秒和 37.5 米 / 秒。

赵雅楠告诉《中国科学报》，在开展相应分析之前，研究团队注意到已有多篇文献直接或间接指出极端风速正在增强。例如，2019 年澳大利亚一个研究团队通过遥感观测的高度计和散射计数据发现，90 分位数的风速呈显著上升趋势。此外，近十几年来关于台风的研究也显示，尽管台风频次未见显著增加，



极端风速不仅是数据上的风险，更是现实中的隐患。
南方科技大学供图

但其强度有所增强。

“这些现象引发我们思考：在气候变化背景下用于风机设计载荷的风速是否已经发生变化、当前乃至未来的风机是否足以抵御日益加剧的极端风速事件。”赵雅楠说，带着这些思考，他们一头扎进过去 80 多年(1940 年—2023 年)的逐小时风速数据中，结果发现，全球海洋范围内极端风速的长期变化趋势和空间差异，是一个前人不曾深究的课题。

“现实情况可能更严峻”

基于 1940 年—2023 年逐小时风速数据，研究团队系统分析了全球海域的时空变化。他们发现，50 年一遇的极端风速在全球 36.70% 的海域已超过Ⅲ类风机设计标准，并在 68% 的海域呈显著上升趋势；而在离岸 100 公里范围内的沿海区域，16.49% 的区域超过Ⅲ类标准，11.25% 和 0.62% 的区域分别超过Ⅱ类和Ⅰ类标准。

“极端风速增强的区域非常广泛，这令我们感到意外。”赵雅楠对《中国科学报》说，这些区域多是各国、各地区部署海上风电较为集中的区域，如我国浙江、福建、海南沿岸，欧

洲西北侧海岸线以及美国东部海岸线。因此，研究团队提出，相关区域有必要提前部署更高等级的风机，并加强对现有风机在极端风况下的监测与防护。

赵雅楠介绍，由于再分析数据的网格平滑效应，该研究仍然显著低估了台风频发海域的极端风速。这意味着，已建成和正在规划中的海上风机系统能达到Ⅰ类风机设计阈值(需Ⅰ类风机才能抵御)的区域占比不足 1%。

“现实情况可能更为严峻。”赵雅楠说，受数据时间分辨率的限制，团队对台风频发海域的极端风速估计可能偏低。因此，“这些结果实际上趋于保守”。

陈云天及合作者表示，该研究围绕极端风速对海上风电场的影响作了初步探讨，针对具体风场项目仍需开展更深入的 analysis。他们建议在风场建设与规划中引入动态风险评估机制，推出适用于不同气候区域的本地化设计规范，以增强在极端天气中风机的结构完整性与运行可靠性。

“当全球有超过半数的海上风场位于极端风速显著增强的区域，说明仅依赖历史数据进行风机选址和选型存在明显局限性。”陈云天说，考虑到风机的设计使用年限通常为 20 年，建议在未来的风场规划中充分参考对未来极端风况的预测。这也凸显了开发相应预测模型的紧迫性。

值得一提的是，我国在风机抗台风技术方面已走在国际前列。我国目前已设计并投产的抗台风风机，其标准已达到 70 米 / 秒。例如，明阳智能在广东阳江布设的风场，就在今年 9 月成功经受住了超强台风“桦加沙”的考验。这表明，我国在技术上完全具备支撑海上风电持续发展的能力，在应对未来气候风险方面有可行的技术路径。



11 月 17 日，第十五届全国运动会田径项目多项赛事在广东省奥体中心体育场举行。女子 100 米复赛开赛前，吉祥物“喜洋洋”“乐融融”与机器人 1 号为观众上演了一场百米赛道趣味竞速赛。
图为比赛现场。
鹿麟 / 摄 图片来源：视觉中国

快 4.5 亿倍！ 超导量子计算机“天衍－287”完成搭建

本报讯(记者王敏 通讯员沈劲松)近日，记者从中国电信量子研究院获悉，搭载“祖冲之三号”同款芯片的超导量子计算机“天衍－287”完成搭建。该量子计算系统具备“量子计算优越性”能力，处理特定问题的速度比目前最快的超级计算机快 4.5 亿倍，未来将接入“天衍”量子计算云平台并首次面向全球开放应用服务。这也将是我国首个具备“量子计算优越性”的量子计算云平台，标志着我国在推动量子计算实用化道路上迈出重要一步。

此次即将上线的超导量子计算机“天衍－287”使用“祖冲之三号”同款系列芯片，拥有 105 个数据比特和 182 个耦合比特，与“祖冲之三号”同根同源，具备量子计算优越性，由中电信量子信息科技集团有限公司与科大国盾量子技术股份有限公司联合团队完成搭建、调测。

此次搭建过程在全国产、人工智能(AI)赋能、超量融合 3 个方面实现技术突破。一是

搭建过程使用了全国产的超导量子计算机硬件设备和元器件，大容量稀释制冷机、测控电子学、低温元器件等关键部件全部由国内厂商研发生产，中国电信牵头国内生态厂商构建了全国产化的超导量子计算供应链体系。二是团队自主研发了 AI 赋能的超导芯片参数自动校准系统，在 AI 技术赋能下，成功实现量子计算系统的高效、高精度自动校准与维护。三是通过将这台超导量子计算机与天翼云超算集中部署，基于硬件直连达成高带宽的量超融合，实现量子计算和超算的低延时交互，助力算力资源的协同调度，构建“硬件－软件－云平台－生态”的全国产化量子计算全栈式工具体系。

量子计算云平台为量子计算的未来应用提供了关键基础设施，还成为构建完整量子产业生态的战略支点。通过云端服务模式，量子计算云平台可有效降低技术应用门槛，加速量子计算从实验室研究向实际场景落地的进程。

一场职工技能大赛的智能“进化”

■本报记者 张双虎

“答对了，祝贺 9 号赵霖宇撞成功！”随着主持人公布正确答案，赛场上再次响起热烈的掌声。

近日，网信运维技能赛道个人赛尘埃落定，为期 3 天的中国科学院第四届职工技能大赛网信智能应用服务领域赛事完美收官。

“今年的赛事设计既前瞻又实用。”网信运维技能赛道个人赛第一名、中国科学院信息工程研究所科技支撑部网络安全工程师赵霖告诉《中国科学报》，“大赛题目紧密结合人工智能(AI)、大模型等前沿技术，在实操环节要实现智能体与科技云大模型对接，既考验了选手的综合能力，又让大家在比赛中接触到新知识、新技术。”

赛场练兵，精准回应智能时代网信人才要求

“今年网信运维赛事最大的变化是增加了智能运维方面的内容。”中国科学院计算机网络信息中心党群办公室主任孙健英介绍。

2021 年，中国科学院举办职工技能大赛伊始就设立了网信运维技能赛道。依据信息技术领域发展迅速、技术迭代快的特点，组委会每年都会调整大赛内容。2023 年，赛事增加了高性能计算和大数据应用方面的内容。今年，除在传统的网信运维技能赛道增加智能运维方面的考核外，组委会还专门设立了 MCP 云服务和智能知识库赛道。

MCP 是一种标准化接口协议。该协议通过统一交互标准，解决了传统应用程序编程

接口(API)碎片化集成的痛点，堪称“大模型的 USB 接口”，显著降低了开发者适配不同模型的门槛。

“AI 技术目前已渗透各行各业，中国科学院很多单位涉及相关内容，所以我们将 AI 应用赛题融入本次技能大赛。”孙健英说，“今年大赛的实操题基本上都围绕大模型搭建、部署与科研平台相结合展开。”

“如果用一句话概括 4 届大赛的变迁，那便是‘进化’。”清华大学信息化技术中心高级工程师马云龙 4 次受邀参与网信运维技能赛道的试题设计和点评。他认为本届赛事呈现三大“进化”方向。一是技术维度进化。从“工具应用”到“智能驱动”，本届赛事首次将传统运维与云原生、智能知识库、大模型 API 调用等深度结合。二是能力考核进化。从“单一技能”到“人机协同”，团队赛引入编程知识与大模型辅助编码考核，极具前瞻性。三是价值导向进化。从“以赛促学”到“学创融合”，比赛场景全面覆盖安全防护、云与攻防等核心领域，瞄准科研一线痛点。

“这标志着竞赛的焦点已从对工具的熟练使用，进化到对智能技术的深度融合与驱动，为中国科学院全院运维模式的智能化转型描绘了清晰路径。”马云龙说，“大赛不仅是竞技场，更是一个激发创新、验证创意的‘练兵场’，确保了技术成长与岗位需求的无缝对接。”

搭建平台，让“托举创新者”走到前台

“网信运维工作，是一种润物无声的坚

守。”孙健英说，“他们最好的状态是‘不被看见’，因为一旦被注意到，往往意味着某个地方出了状况。事实上，正是这群默默无闻的‘托举者’，构成了中国科学院科技创新背后不可或缺的支持。我们应该搭建平台，让他们从幕后走到前台，展现专业风采和独特价值。”

对此，本届网信运维技能赛道团体冠军队成员、中国科学院大连化学物理研究所工程师何熠辉深有同感。他补充说：“这个群体虽然习惯了在幕后默默工作，但有机会站在这样一个自我展示、自我认同、自我价值体现的舞台上，还是让人倍感振奋。”

在智能知识库赛道，参赛团队突破传统知识库单一架构，创新构建了“学科认知内核+AI 能力外延”模式，实现专业领域知识与智能技术深度耦合。其中，中国科学院北京基因组研究所(国家生物信息中心)团队的智能甲基化－性状关联研究知识库，打造了表现知识智能问答应用新方式，实现了精准推送、知识总结与数据共享；中国科学院昆明植物研究所团队的中国植物 DNA 条形码数据库融合大数据和大模型，实现了植物物种鉴定与科研档案管理智能化升级；中国科学院自然科学史研究所无可桢科技史攻关突击队构建了国内首个“中国科技创新思想演变研究”专业知识库，填补了该领域系统化数字资源建设空白。

在 MCP 云服务赛道，大赛吸引了 20 个研究所、18 支队伍积极参与。参赛内容涉及生态、生物、空天、地质、材料、海洋等多个关键科研领域，充分体现了跨学科融合的创断趋势。

气候变暖“难逃干系”

赵雅楠告诉《中国科学报》，处理和分析连续 83 年的全球网络逐小时风速数据并不容易。由于数据规模很大，从下载到完成 50 年一遇极端风速趋势的计算，整个过程耗时一个多月。这还不包括调试代码、多次计算等时间成本。因此，研究团队并没有将分析研究仅停留在现象层面，而是进一步关联了气旋活动变化，尝试探究极端风速增长的气候机制。

已有研究表明，超过 80% 的极端风速事件是由热带气旋(如台风)和温带气旋引起的。赵雅楠说，他们在数据分析中发现，尽管目前每年台风的总数量并未显著增加，但在全球气候变暖的背景下，强台风的发生频率明显上升。结合前人研究结果，研究团队认为，该趋势与气候变暖背景下气旋强度变化密切相关。

“具体来说，气候变暖导致海洋表层温度升高，进而通过增强潜热释放等物理过程使气旋系统获得更多能量，最终导致其强度增强。”赵雅楠说，这一机制直接关联海上风机等结构面临的极端风速风险增加。

《自然－通讯》同期发布的亮点文章评析中写到，该研究的创新之处在于，首次大规模量化了极端风速变化与不同等级海上风机的适配关系，填补了“气候变化影响－风电设施耐受度”的研究空白。

“气候风险特别是日益增强的极端风速事件，正显著提高清洁能源的成本并影响其供应的稳定性。”曾振中说，具体到这篇论文呈现的信息，已建风场若因低估极端风速而选用了标准较低的风机，将面临极高的倒塌风险。风机造价和铺设成本高昂，倒塌可能导致上千万甚至超亿元的经济损失只是一方面，未来海上风场的运营成本提升、供电中断的威胁等，还得人类买单。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41467-025-65105-3>

发现·进展

中国科学院生物物理研究所等

成人 大脑存在两种相反并互补的眼优势可塑性机制

本报讯(记者孟凌霄)中国科学院生物物理研究所研究员张朋团队与合作者首次揭示了短程单眼剥夺后，成人视觉系统在皮层下与皮层脑区的两种相反并互补的眼优势可塑性机制。相关研究近日发表于《通讯生物学》。

人类大脑在成年后是否仍然具有可塑性一直是神经科学领域的重要问题。最近的研究表明，仅几小时的单眼剥夺就能显著增强成人被剥夺眼的视觉功能，但这种眼优势可塑性的神经机制目前仍不清楚。

研究团队利用 7T 高分辨率功能磁共振成像考察了成人大脑在经历 3 小时单眼对比度剥夺后的眼优势可塑性变化。结果显示，被剥夺眼的对比敏感度和眼优势显著提升，同时伴随视觉丘脑外膝体小细胞层和丘脑枕腹外侧子区的信号增强。同时，非剥夺眼的三维形状感知能力显著提升，并且立体视觉相关的视皮层信号增强。有趣的是，丘脑枕与视皮层的眼优势可塑性呈负相关，出现此消彼长的现象。

这些发现表明，成人大脑存在两种相反并互补的眼优势可塑性机制。皮层下丘脑核团通过稳态调节机制提升被剥夺眼的敏感性，而高阶视觉皮层则依赖类似 Hebbian 学习机制，即“共同激活的神经元会加强彼此连接”的原则，增强非剥夺眼的输入在高级视觉加工中的权重。二者协同作用，使大脑能够对双眼输入的不平衡作出快速而灵活的响应。该研究为弱视等视觉疾病的干预治疗提供了重要的启示。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s42003-025-08914-y>

中国地质大学(武汉)

揭示极端水文事件 时空动态演变过程与机制

本报讯(记者李思辉 通讯员王俊芳)中国地质大学(武汉)教授王伦澈、顾西辉团队近期先后在《自然－通讯》《科学进展》和《自然－气候变化》发表系列研究成果。团队围绕“极端水文气候事件如何溯源、如何跨海陆传播、怎样深入地表之下”，提出了“跨圈层×跨深度”的极端水文气候事件起源—发展—消退过程全链条解析框架。

研究团队将地球系统各圈层视作一个耦合整体，“从海到陆”追踪海洋热量与水分异常登陆传播过程，“由表及里”沿土壤剖面追踪土壤水分亏缺时空—深度演变结构，形成了极端水文气候事件由“单圈层 / 单深度”走向“多圈层耦合 + 垂向剖面”的新认知。

研究团队追踪了高温热浪在海洋与陆地之间的迁移过程，发现高压系统移动和罗斯贝波传播等天气过程驱动下，受陆向风增强与海陆温差放大的气候变化影响，热浪能够跨越海陆边界传播并持续增强。

过去数十年，这类跨圈层迁移显著增加，预示沿海至内陆更多地区将更频繁地承受来自海洋的高温热浪侵袭。与“热”同步上岸的还有“水”。研究团队揭示了海向陆连续迁移的海源淡水盈余过程，主要源自大西洋与北太平洋，在季节性遥相关与环流型转变作用下于北半球中高纬陆地频繁登陆，造成更久、更广、更强的湿涝影响。

此外，研究团队还进一步评估了“由表及里”的地下响应，解析了具有垂向结构的“四维空间”土壤干旱演变过程，发现深层主导的“冰山型”干旱较表层主导的“倒冰山型”干旱更持久、更强，却难以被以表层信号为主的卫星遥感手段充分捕获。在气候变暖背景下，深层干旱风险显著上升，亚马孙、非洲雨林及北半球中纬度地区的深根植被面临更缺水胁迫威胁。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41467-025-58586-9>
<https://doi.org/10.1126/sciadv.adv0282>
<https://doi.org/10.1038/s41558-025-02458-z>

西北工业大学

研发智能“隐身衣”

本报讯(记者李媛)西北工业大学教授虞益挺课题组基于阻抗匹配理论与定制化损耗工程，构建了一种珀珀匹配损耗超表面，提出了可见光、红外与雷达波段间的协同调控策略。相关研究成果近日发表于《先进材料》。

如今，多谱段兼容隐身技术快速发展，而现有设计以规避波段间串扰为主，在谱段间协同与综合性能优化方面仍面临挑战。

针对这一挑战，团队构建了一种珀珀匹配损耗超表面，提出了可见光、红外与雷达波段间的协同调控策略。研究人员提出的珀珀匹配损耗网络由两种关键策略构成。前者通过伪装像素层实现初始阻抗转变，并在内部吸波层中构建梯度阻抗结构以有效引导电磁波耦合进入；后者则通过珀珀共振、电感－电容谐振、介电损耗、磁损耗及多重散射等定制化配置，在各频段实现能量的精准耗散，从而获得超宽带微波吸收性能。

值得一提的是，伪装像素层不仅可实现动态可见光数码迷彩，还可与底层结构共同构建珀珀腔，通过热屏蔽与热补偿协同的热管理策略实现自适应红外匹配。最终，多谱段隐身蒙皮仅 5.9 毫米厚，在林地、海洋与山地环境下可进行动态迷彩切换，在高辐射与低辐射背景下具备自适应红外隐身能力，并拥有目前最宽的微波吸收带宽。

此外，该结构在可见光、红外和微波波段均表现出优异的集成灵活性、幅频不敏感性与时空稳定性，在便携式、现场部署的多谱段伪装系统中展现出巨大应用潜力。

相关论文信息：<http://doi.org/10.1002/adma.202517422>