

第 785 次香山科学会议学术讨论会上, 专家热议——

极端天气下, 如何破解高铁的“冰雪之困”

■本报见习记者 赵宇彤

你有过这样的经历吗? 年关将至, 突降暴雪, 车站大屏上纷纷亮起红灯——高铁大面积降速、晚点、停运, 甚至行驶途中因故障停车, 恢复运行遥遥无期。转头一看, 内燃机车却依旧坚挺冒雪前行。

“大气覆冰是影响高速铁路运行安全的关键因素。”近日, 在北京举行的第 785 次香山科学会议学术讨论会上, 中国科学院院士、中国科学院电工研究所研究员王秋良表示, 当前亟须研发安全、高效的防护技术, 支撑高速铁路安全、稳定运行。

本次香山科学会议聚焦“高速铁路大气覆冰致灾成因与防护”主题, 40 余名专家学者围绕高速铁路大气覆冰演化机理与影响规律、监测与评估技术、高速铁路防护和除冰装备与示范应用等议题进行了交流讨论。

高铁遇困的“真凶”

“随着全球极端天气事件的增加, 拉尼娜现象导致的覆冰灾害发生时间间隔逐渐变短, 影响范围大幅扩大。”西南交通大学未来技术研究院院长吴广宁指出, 这对我国高速铁路牵引供电安全造成巨大影响。

2008 年南方地区遭遇严重冰灾, 铁路网大面积瘫痪, 广州火车站滞留旅客超 200 万人; 2020 年冬季, 东北地区的极端强降雪天气导致哈大线等线路严重覆冰, 多辆列车停运; 2023 年冬至 2024 年春运期间, 东北、华北、华中、华东等地 15 个省份先后出现冰雪、冻雨等极端覆冰天气, 大量列车被迫“龟速”前行, 加剧了春节期间的出行难。

“此前法国、德国、日本等高速铁路发达国家在覆冰防护领域有了一定探索, 但我国幅员辽阔、地形多样、气候环境复杂, 其他国家的技术无法解决我国复杂气候环境引起的高铁覆冰运营问题。”王秋良指出。

同时, 我国冬季气候特征的复杂性, 也进



AI 制图

一步加剧了高铁“遇困”的风险。

“我国冬季气候受到冬季风系统多因素影响, 也受到海温、积雪、极冰等外强迫变化的作用。”国家气候中心首席预报员陈丽娟解释道, 气候变暖导致全球冬季的平均温度上升, 而北极的升温又是其他地区的 2 倍以上, 破坏了原本稳定的极地环流, 更多冷空气“逃逸”到欧亚大陆。在此影响下, 我国地区极端冷事件和冰雪冻雨灾害发生的风险随之上升。

不难看出, 气候环境的显著变化是高速铁路大气覆冰的“元凶”。

“覆冰是由温度、湿度及风等气象条件和冷暖空气对流、环流等因素决定的综合物理现象。”重庆大学电气工程学院教授蒋兴良表示, 大气结构物覆冰必须具备三个条件: 可冻结气温, 可冻结的过冷却水滴、雾滴和水汽等, 以及使过冷却水滴运动的风速。

“接触网是电气化铁路的核心部件。我国接触网覆冰呈现出明显的地域差异。”王秋良指出, “其中, 华中地区为极端覆冰的典型, 南

下的西伯利亚寒流与北上的东南暖湿气流交汇, 形成准静止锋, 引发的极端冻雨天气易造成雨凇覆冰, 其密度是雪凇的 8 倍, 黏附强度更是其 20 倍。”

此外, 当前我国以人工除冰为主的被动应对模式效率低下, 难以满足大面积覆冰下高铁主动、高效运维的要求。王秋良认为, 亟须开展高速铁路大气覆冰致灾成因机理与防护方法的研究。

筑牢监测“智慧网”

“高铁接触网作为弓网滑动电接触的重要部件, 覆冰状态复杂、覆冰类型多样, 严重影响弓网动态接触和受流质量。”吴广宁指出, 高速铁路覆冰的监测与评估至关重要。

然而, 由于接触网自身结构和服役工况的特殊性, 高铁覆冰监测需要兼顾覆冰类型、质量和轮廓特征。“这对监测的精度和抗干扰能力提出了极高要求, 目前尚无满足高速铁

按图索技

无轨爬行焊接机器人上岗

本报讯 (记者朱汉斌 通讯员彭永桂) 近日, 中船集团广船国际有限公司(以下简称广船国际)在船舶曲面自动化、智能化焊接技术方面取得新突破。他们研发的无轨爬行焊接机器人相继完成了中国舰级社(CCS)的焊接工艺评定和操作人员专项培训。

记者了解到, 一个月内, 该机器人完成了 9 个曲面分段约 27 条焊缝焊接, 实现了工艺参数和焊接位置的自动调整焊接, 分段类型包含底部、舷部、机舱等。经抽查检测, 焊缝探伤合格率为 99.8%。

该机器人的传感系统可实时获取焊缝坡口的几何信息和焊缝位置, 自动调整机器人的位置, 跟踪焊缝路径, 运动路径覆盖

各种线型的曲面焊缝焊接。研发人员还开发了焊接工艺参数自适应调整程序, 实现工艺参数自动调整, 有效降低对人员技能水平的要求。

据介绍, 广船国际于 2020 年起便着手研究船舶曲面分段拼板的自动化焊接技术, 基于在建产品特点和生产模式, 联合相关焊接设备厂家开展了曲面智能装备样机开发、焊接工艺研究及工程应用测试。其样机为无轨爬行式焊接机器人, 配备磁吸附轮, 可吸附在曲面上自由运动, 有效解决了现有自动焊接设备轨道与焊缝路径不匹配的问题, 不仅避免了人工操作等主观因素的干扰, 还保证了焊接施工的可靠性和规范性。



无轨爬行焊接机器人。

广船国际供图

妈妈童年不快乐, 女儿也“跟着遭殃”?

■本报记者 张思玮

母亲拥有一个快乐、幸福的童年, 她的孩子也会拥有一个快乐、幸福的童年吗? 母亲如果遭受过童年期不良经历, 她在日后养育孩子的过程中是否会传递给下一代, 并对下一代的心理健康产生影响?

近日, 一篇中国学者刊发在《柳叶刀-区域健康(西太平洋)》的论文给出了肯定答案: 母女间童年期不良经历存在显著代际关联, 且母女双方的童年期不良经历均与女儿孕期和产后焦虑、抑郁风险显著相关。

“健康的代际传递既往多关注于遗传学和生理学层面, 而社会学和行为学层面的传递效应长期被忽视。”论文通讯作者、浙江大学公共卫生学院教授徐小林接受《中国科学报》采访时表示, 童年期不良经历在全球普遍存在, 并与个体一生中多种身心健康问题密切相关。

然而, 现有研究多基于西方国家, 样本量有限, 文化背景相对单一。中国具有独特的文化和家庭结构, 强调代际责任与情感纽带, 女性往往是家庭中情绪调节和照护的核心人物, 在这一背景下, 童年期不良经历是否存在代际传递, 以及社会环境因素是否会影响这一过程, 证据仍然不足。

为此, 徐小林团队联合江苏省淮安市妇幼保健院主任医师朱晓琴团队, 在江苏省淮安市建立了“外祖母-母亲和孩子三代女性健康”(GMATCH)队列, 共纳入 1931 对母女, 系统评估了母女童年期不良经历的代际传递及其对女儿孕期、产后 1 年及产后 3 年心理健康的影响。

数据收集的复杂性超乎预想

之所以选择淮安, 研究团队主要基于两方面考虑。其一, 淮安市地处中国南北分界线, 城市和农村人口比例、经济发展水平、教育状况等指标与全国平均水平相近, 具有较好的代表性。其二, 该团队已在当地开展了三轮基于全出生人群的围产期流行病学调查, 具有了丰富的研究经验。

但即便如此, 作为一项以三代女性为单位的队列研究, 数据收集的复杂性仍超研究团队的预想。

“如果三代同堂、共同居住, 数据收集还相对便利。但在更多的实际事例中, 外婆可能仍居住在农村, 母亲和女儿则居住在城市, 地域跨越显著, 加之代际间沟通模式差异, 也影响了招募协调效率。”论文共同通讯作者朱晓琴告诉《中国科学报》, 家庭成员多分散居住、工作与生活节奏较快, 对招募工作在时间安排与地域覆盖上带来了较大挑战。

随后, 研究团队对入组的三代家庭“画像”进行了分析: 外祖母一代平均年龄 56.2 岁, 近 50%居住在城镇地区, 65%以上为小学及以下学历, 平均拥有约 4 个兄弟姐妹, 生育 2 个孩子; 母亲一代平均年龄为 31.2 岁, 70%以上居住在城镇地区, 大专及以上学历占 27.2%, 平均拥有约 2 个兄弟姐妹, 生育 1 个孩子; 孩子一代平均年龄为 2.5 岁, 家庭首胎与二胎比例各占 47%, 母亲是孩子主要照护者的比例高达 77%。

“我们主要通过面对面的问卷调查系统收集了涵盖社会人口学特征、家庭结构、生活方式、生命经历、孕产史及心理与躯体健康状况等多个维度的 949 个变量数据, 并关联了区域医疗信息系统和妇幼健康平台的临床诊疗数据。”徐小林说, 他们还采集研究对象外周血样本建立了生物样本库。所有数据和样本采集均基于知情同意原则, 由受过专业培训的调查员执行, 确保了数据质量和信息安全。

心理创伤不会自然痊愈

所谓童年不良经历泛指个体在 18 岁前所经历的负面的生活经历和环境条件, 通常包括虐待、忽视和家庭功能障碍, 但也包括其他形式的压力, 如欺凌、饥荒和战争。而该研究主要聚焦 5 种常见类型: 情感虐待、身体虐待、性虐待、情感忽视和身体忽视。

在调研过程中, 一位年轻母亲的访谈令研究团队至今难忘: 她在怀孕后期和产后出

现了持续的焦虑和失眠, 情绪波动剧烈, 甚至在孩子哭闹时会陷入强烈的自责和无力感。

当时, 这位年轻母亲只觉得是“产后情绪不好”, 但在深入交流后, 她提起自己的童年: 小时候常被父母忽视, “他们很忙, 从来没真正看我一眼”。

可以说, 她从未真正感受过被爱的样子, 如今却要学习如何去爱一个孩子。“我总是担心自己不会成为一个好妈妈, 我怕把我的孩子也养成我小时候的样子。”

朱晓琴表示, 心理创伤并不会随着时间自然痊愈, 它可能被压抑、被遗忘, 却常常在下一代的养育关系中悄然浮现。正是这类“沉默的延续”, 让他们更加坚定了研究代际心理健康机制和强调早期干预的信念。

童年创伤有可能“复制”

那么, 母女代际关联及对精神健康的影响是怎么“传递”的?

面对记者的提问, 徐小林解释称, 首先, 从代际关联的角度来看, 母亲童年时期的不良经历显著增加其女儿经历类似创伤的可能性, 这也是“虐待循环理论”所提出的核心观点: 童年创伤有可能在家庭中代际“复制”。

其次, 母亲的这些不良经历还可能通过生物层面、家庭环境以及基因与环境的交互作用三条路径影响子代的心理健康。

在生物层面, 童年期不良经历可能通过调节下丘脑-垂体-肾上腺(HPA)轴功能, 持久影响个体的应激系统。性激素对 HPA 轴的调节作用可能使女性在经历童年期不良经历后更易感知压力, 并在生命后期更易罹患与压力相关的精神障碍。

在环境层面, 母亲在童年时期遭遇的不良经历常常会对其成年后的情绪调节能力和养育方式产生影响, 造成孩子生活在一个应激水平较高、情感回应较差的成长环境中, 尤其是在生命早期的关键发育阶段。

此外, 精神健康问题也具有一定的遗传易

路覆冰监测需求的技术。”吴广宁举例称, 输电线路、风机叶片和航空航天领域同样存在覆冰问题, 相关领域对覆冰监测技术都有一定探索, 但现有方法均无法满足精确监测的需求, “应当建立一套完备的覆冰监测、数据处理、评估预警与运行调控体系”。

同济大学电子与信息工程学院教授金立军则分享了各类覆冰的形成机理与动态行为。“雾凇容易在低温高湿静风环境中形成, 具备良好的绝缘性, 但枝状容易引发电晕放电; 雨凇和混合凇含有大量液态水, 导电性较强, 容易造成局部放电和闪络; 湿雪的导电性更高, 会严重干扰受电弓的运行。”

同时, 数字技术的发展也有助于实现对电网的覆冰感知和预测, 为高铁运行筑牢安全“智慧网”。

“覆冰监测与评估目前不能单一采用视觉、视频、光纤的方式, 要像工程桥梁的监测一样综合使用多种方式。”中国工程院院士、西南交通大学首席教授何川表示, “高铁接触网是一个力学体系, 应继续深入开展协同研究, 共同推进多层级、多单位参与的高铁覆冰与防护研究工作, 形成智能集策和经验共享, 推动整体系统能力的提高。”

华南理工大学电力学院教授郝艳捧认为, 近年来研究人员已通过大数据分析与人工智能等技术实现了智能化、自动化的电网覆冰感知, 可为电网防灾减灾提供技术支撑。

中国工程院院士何华武指出: “预测与预警系统在应对覆冰灾害中至关重要。应用大数据和智能模型, 可显著提高预测的准确性, 同时结合热滑车技术, 提前进行融冰操作, 确保列车运行畅通。未来工作重点在于加强与电力系统、航空等领域在覆冰预测和融冰技术方面的合作, 推动包括新型材料、智能监测系统等新技术的应用, 优化覆冰环境下运输指挥调度系统, 确保高铁的畅通与安全。”

集装箱

全国首个“20 兆瓦时新型填充床储热系统”辅助调峰项目投运

本报讯 (记者陈欢欢) 近日, 中国科学院工程热物理研究所研发的全国首个“20 兆瓦时新型填充床储热系统”辅助调峰项目在华东国际电力股份有限公司朔州热电分公司投运, 在燃煤机组灵活性改造领域, 破解了高效储热技术辅助火电机组灵活发电的难题。

该项目是中国科学院战略性先导科技专项 A 类项目, 采用中国科学院工程热物理研究所自主研发的新型喷淋式填充床储热技术, 打破了传统热电联产机组“以热定电”模式, 将供热和发电“解绑”。项目团队研发的首套 20 兆瓦时喷淋式填充床储热系统, 突破了高效大容量喷淋式填充床结构设计、大流量喷淋多相换热等关键技术, 提高传热效率并大幅减少传热介质用量, 具有低成本、高效率、小占地、大换热的特点。该系统可以有效提高机组响应电网调度需求效率, 协助完成机组负荷的升降调整, 提高燃煤机组的调峰速率。

据介绍, 该项目投运后, 将成为火电企业探索“热电解耦”模式的全新路径。通过创新技术, 该项目实现了发电与供热系统的灵活解耦, 不仅能增强火电调峰能力, 提高电网对可再生能源的消纳水平, 更将为新型电力系统建设注入新动能, 推动国家能源绿色转型。

首例国产机器人穿支皮瓣血管吻合术完成

本报讯 (见习记者江庆龄) 近日, 上海交通大学医学院附属第九人民医院(以下简称九院)成功实施了全国首例国产机器人穿支皮瓣血管吻合术。

本次手术患者为一名 29 岁女性, 她被诊断为左肘部隆突性皮肤纤维肉瘤, 病灶范围广泛。手术先由九院骨科主任医师郝永强团队完成肿瘤根治性切除, 随后在九院整复外科团队章一新指导下, 副主任医师马少清主刀完成右大腿股前外侧穿支皮瓣的游离移植, 并使用自主研发的“显微机器人系统”, 对直径仅 0.5 至 1.2 毫米的穿支动静脉血管实施精准吻合。

在手术过程中, 团队通过 3D 高清显微视觉、智能动态震颤控制和全过程数字化采集, 显著提升了操作的稳定性、精度和可追溯性, 成功实现 0.5 毫米级血管精准吻合, 术后皮瓣血运良好, 患者恢复顺利, 充分验证了系统在复杂重建手术中的可靠性与安全性。

“显微机器人技术的引入, 不仅显著提升了亚毫米级血管吻合的操作精度与稳定性, 更为我们提供了一种能够跨越‘术者能力上限’的新工具, 使得复杂重建手术的安全性、标准化和复制性大幅提高。”章一新指出, “未来, 随着相关算法的发展和数据体系的完善, 该技术有望在手术自动化、远程医疗等更多场景中发挥作用, 为外科治疗方式带来深层次变革。”

第七届北京智源大会举行

本报讯 (记者沈春蕾) 6 月 6 日至 7 日, 第七届北京智源大会在北京举行。会上, 继“悟道”系列大模型之后, 智源研究院(以下简称智源)推出了“悟界”系列大模型。

“悟界”系列大模型包括原生多模态世界模型 E-mu3、脑科学多模态通用基础模型见微 Brain μ 、跨本体具身大脑协作框架 RoboOS 2.0 与具身大脑 Robo-Brain 2.0, 以及全原子微视生命模型 OpenComplex2。从微观生命体到具身智能体, “悟界”系列大模型试图揭示生命机理本质规律, 构建人工智能与物理世界交互的基座。

据悉, 基于 2024 年研发的全球首个数字孪生心脏, 智源推出了全球首个高速跨尺度心脏药物安全性评价平台, 可以全尺度评测药物对心脏电活动的影响, 评测药物心脏毒性, 将全尺度药物毒性仿真时间由近 90 天缩短到一天之内, 为药物仿真平台实际应用提供坚实支撑。

大会期间, 智源与北京大学第一医院签署战略合作协议。大会还宣布了智源与香港投资管理有限公司建立战略合作框架, 共建世界级跨区域合作的人工智能生态圈。

据介绍, 作为非营利科研机构, 智源一直坚持开源、开放的原则, 打造了覆盖模型、算法、数据、评测、系统的大模型开源技术体系 FlagOpen。截至目前, 智源已开源约 200 个数据集和 160 个数据集, 模型全球总下载量超 6.4 亿次, 开源数据集下载量近 113 万次, 开源项目代码下载量超 140 万次, 为人工智能技术普惠与开源社区繁荣作出持续贡献。

2025 低空技术与工程大会召开

本报讯 (记者高雅丽) 6 月 7 日至 9 日, 2025 低空技术与工程大会在北京市延庆区召开。会上, 北京理工大学和中国电子学会共同发布《低空技术与工程发展报告》和《低空技术产业创新发展场景清单》。大会现场, 北理工-国彩-延庆区低空技术产学研创新平台、中国电子学会科技成果转化平台延庆分平台正式启动。两个平台将重点服务北京延庆及周边地区低空技术领域, 打通科技成果从实验室走向市场的“最后一公里”, 加速技术孵化和产业化进程。

大会还举行了“国彩低空技术产业研究院”揭牌仪式。国彩低空技术产业研究院聚焦低空技术产业发展前沿, 联动科研机构、高校、企业及政府资源, 构建“人才培养-技术转化-产业落地-经济赋能”的全链条生态。中国电子学会和国彩低空技术产业研究院进行了无人机等级考试签约。

自 2020 年 10 月获批中国民航局首批、北京市唯一民用无人驾驶航空试验区以来, 延庆区大力发展低空技术产业, 区域内集聚了航天飞鸿、理工全盛、度晓科技等超百家行业领军企业, 构建了涵盖研发设计、整机制造、运营服务、反制技术等环节的全产业链条, 成为北京市无人驾驶航空示范区。

2025 低空技术与工程大会由北京理工大学、中国电子学会、工业和信息化部装备工业发展中心等主办。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1016/j.lanwpc.2025.101579>