
极端天气下，如何破解高铁的“冰雪之困”？

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/33771.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

极端天气下，如何破解高铁的“冰雪之困”？。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，当前亟需研发安全高效的防护技术，支撑高速铁路的安全稳定运行。

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”的主题，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/除冰装备与示范应用等议题进行交流讨论。

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、影响范围大幅增加。”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年南方地区突遇严重冰灾，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年冬季至2024年春运期间，东北、华北、华中、华东等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，加剧春节期间的出行难题。

“尽管法国、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带来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称，全球气候变暖导致全球冬季的平均温度上升，而北极的增温又是其他地区的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提升。

不难看出，气候环境的显著变化是高速铁路的大气覆冰的“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，粘附强度更是其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，也难以满足大面积覆冰下高铁主动、高效运维的要求。王秋良强调，亟需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，严重影响着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路覆冰监测需求的监测技术。”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，但枝状形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使用视觉、视频、光纤的方式，还要用更多方式，像工程桥梁的监测方法一样综合使用。”中国工程院院士，西南交通大学校首席教授何川表示，“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，形成智能集聚和经验共享，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，近年来通过大数据分析 with 人工智能等技术实现了智能化、自动化的电网覆冰感知，为电网防灾减灾提供技术支撑。

中国工程院院士何华武强调：“预测与预警系统在应对覆冰灾害中至关重要。通过大数据和智能模型，可显著提高预测的准确性，并结合热滑车技术，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，推动如新型材料、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。”

作者：赵宇彤 来源：中国科学报

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发