

科技新闻

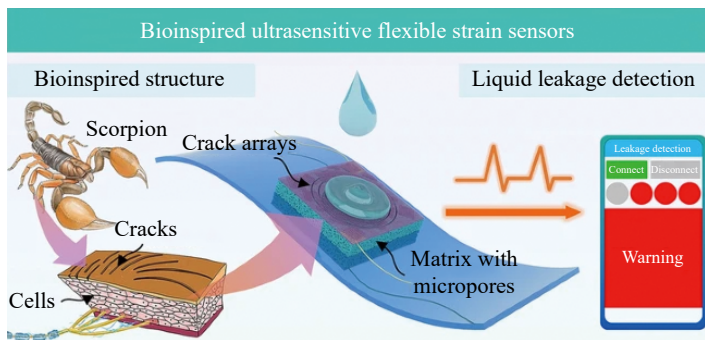
·卓越亮点·

柔性应变传感器实时监测管道泄漏

管道是城市与工业运行的“血管”，但泄漏问题却始终是安全与资源管理的顽疾。长期运行中，老化、腐蚀、地质变化乃至人为破坏都可能引发液体泄漏，造成巨大的能源浪费、公共安全风险及生态破坏。然而，当前主流的声学、光纤、红外与雷达等检测手段，在监测精度、成本和实时响应方面仍存在诸多局限，尤其难以捕捉微小或突发的泄漏事件。

蝎子通过关节之间的弯曲裂缝感应器感知周围的振动，裂缝感应器表面大约有12条弯曲的裂缝，下面有许多细胞。受此启发，华中科技大学瞿金平院士团队与香港城市大学胡金莲教授合作，研发出一种新型仿生柔性应变传感器，可对微小液体泄漏实现高灵敏度、快速响应和无线实时监控，为城市地下管网、工业流体系统等复杂环境中的泄漏预警提供了全新解决方案。

这款传感器由热塑性聚氨



传感器检测泄露的设计示意

(图片来源:《Nano-Micro Letters》)

酯、碳纳米管与石墨烯纳米片复合构成,通过微挤压压缩成型和表面改性技术构建了三重仿生结构:内部的微孔网络、表面的阿基米德螺旋裂纹阵列,以及具备超疏水性能的导电涂层。该结构使传感器在受外力或泄漏液体扰动时,可即时响应并转换成清晰的电信号,实现了对细微应变的精准感知。灵敏度远高于传统微孔结构传感器(提升约4300%),并在5000次以上循环中保持性能稳定。其超疏水表面还能有效抵抗湿润环境干扰,使其在雨水、化工液体等多种液体介质中依然保持高灵敏度和精准度。

更值得关注的是,该传感器可与无线通信模块集成,构建成智能液体泄漏监测系统,实时传输泄漏信息,实现从微滴渗漏到大流量泄漏的自动识别和远程预警,真正迈向智能感知与自动响应。

(来源于中国科技期刊卓越行动计划入选期刊:《Nano-Micro Letters》,2025,17(68))

AI算法助力盾构机穿越复杂地层

在城市地下飞速延展的地铁和隧道背后,一种名为“盾构机”的庞然大物正默默承担着穿山破土的重任。如今,这头“钢铁穿山

甲”也变得越来越聪明了。

盾构施工过程中,地质条件变化莫测,直接影响着掘进速度和施工成本。传统的物理仿真模型不仅计算周期长,还难以适应复杂多变的地层。武汉工程大学的科研团队构建了一个基于人工智能的掘进预测模型,不仅大幅提升了预测精度,还显著减少了计算时间,目前已成功应用于深大城际铁路的智慧管控平台,在复杂地质条件下为掘进施工提供了强有力的决策支持。

研究团队采集了961环、超过370万条真实施工数据,涵盖砂质黏性土等6类典型地质组合以及对应的盾构机掘进参数。通过相关性分析和高斯重采样,构建了一个高质量的盾构机掘进预测数据集,突破了地质样本分布不均的难题。

此外该研究首次将Kolmogorov-Arnold Network(KAN)引入盾构预测领域。相比传统神经网络,KAN模型能以更少的参数逼近复杂非线性关系,把多种变量耦合问题“拆解”为一系列单变量函数组合,大幅提升预测精度和计算效率。实验显示,其掘进速度预测平均误差控制在15%以内,在单一地质工况下表现尤为优越。

随着这一智能预测模型的实际部署,工程团队能更准确地判断掘进进度、调配资源和优化成本,助力我国城市轨道交通迈向更高质量的发展。

(来源于中国科技期刊卓越行动计划入选期刊:《仪器仪表学报》,2025,46(3))