

京沪高铁劣损智能检测的数据全流程赋能实践

关键词：多源数据融合；劣损智能检测；数据生命周期管理；检测精度提升

孪生数据的采集、预处理、存储、融合与分析，是数字孪生系统“激活价值”的核心环节，直接决定工程问题诊断的精准度与效率。京沪高铁作为国家重大交通基础设施，其混凝土与钢结构的浅表劣损（如裂缝、锈蚀）直接威胁结构安全，检测过程涉及巡检图像、传感器监测数据、运维记录等多源异构数据，具有体量巨大、类型复杂、实时性强的特点，因此如何实现数据“采得准、预处理精、融得好、用得活”，是提升劣损检测智能化水平的关键挑战。

课题组围绕“京沪高铁基础设施混凝土与钢结构浅表劣损智能检测与关键技术研究”，构建全流程数据管理与融合体系。在数据采集环节，采用高清巡检机器人、应力传感器、环境监测设备，同步获取劣损图像数据、结构受力数据、温湿度数据，通过 PTP 实现多设备时间同步，确保数据时空一致性；预处理阶段，针对图像数据采用自适应滤波、边缘增强技术去除噪声与干扰，对传感器数据进行异常值剔除、缺失值插值，提升数据质量；在存储环节，基于时序数据库存储海量监测数据，结合分布式存储架构实现历史数据与实时数据的分级存储，保障数据快速调取；在融合环节，采用“特征层融合+决策层融合”策略，先提取图像数据的劣损特征与传感器数据的力学特征，再通过贝叶斯推理算法整合多源特征，实现劣损类型、程度的智能判定——例如，通过融合裂缝图像特征与混凝土应力数据，精准区分“荷载致裂”与“老化致裂”。全流程数据管理与融合技术的应用，显著提升了劣损检测的准确率与效率，为京沪高铁精细化运维提供数据支撑。

思政点：以数据赋能筑牢高铁安全防线，践行责任担当；用高效数据管理驱动工程智能化升级，助力交通强国建设。