

基于大数据的路基病害监测与治理研究

李建兴

新疆生产建设兵团交通建设有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要]随着交通基础设施的迅速发展,路基病害的监测与治理问题日益突出。路基病害的检测传统上多依赖人工巡视及有限的检测工具,往往难以迅速了解并处理路基潜在问题,因而引发维修成本上升及治理成效欠佳。基于大数据的路基病害监测与治理研究,通过整合多源数据、智能分析和预测技术,为路基病害的早期预警、精准定位及有效治理提供了新的思路和方法。文中着重研究大数据技术在路基病害检测领域的运用,整合了数据采集、储存、剖析及预测等环节,创新性地构建了一套高效且精准的路基病害检测与整治机制。路基病害的监测与治理,得益于大数据技术的应用,其效率与精度显著提升,同时维护成本亦有所降低,进而确保路基的安全与耐用性得到长期保障。创新方法助力路基病害的监测与治理,同时为构建未来智慧交通体系贡献了宝贵经验与参考。

[关键词]大数据;路基;病害;监测技术;治理策略

DOI: 10.33142/ec.v8i1.15037

中图分类号: TU712

文献标识码: A

Research on Monitoring and Treatment of Roadbed Diseases Based on Big Data

LI Jianxing

Xinjiang Production and Construction Corps Transportation Construction Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract: With the rapid development of transportation infrastructure, the monitoring and treatment of roadbed diseases have become increasingly prominent. Traditionally, the detection of roadbed diseases has relied heavily on manual inspections and limited detection tools, which often make it difficult to quickly understand and deal with potential problems in the roadbed, resulting in increased maintenance costs and poor treatment effectiveness. The research on roadbed disease monitoring and treatment based on big data provides new ideas and methods for early warning, accurate positioning, and effective treatment of roadbed diseases by integrating multi-source data, intelligent analysis, and prediction technology. The article focuses on the application of big data technology in the field of roadbed disease detection, integrating data collection, storage, analysis, and prediction, and innovatively constructing an efficient and accurate mechanism for roadbed disease detection and remediation. The monitoring and treatment of roadbed diseases, thanks to the application of big data technology, have significantly improved efficiency and accuracy, while reducing maintenance costs, which ensuring the long-term safety and durability of the roadbed. Innovative methods assist in the monitoring and treatment of roadbed diseases, while contributing valuable experience and reference to the construction of future smart transportation systems.

Keywords: big data; roadbed; diseases; monitoring technology; governance strategy

引言

随着社会经济的飞速发展和交通运输需求的日益增长,路基作为公路建设的重要组成部分,其安全性和稳定性直接影响到交通运输的畅通和人民生命财产安全。公路安全受路基病害影响,而路基病害的增多则源于交通流量的上升、气候变迁及地质环境的复杂性。路基病害的常规检测手段主要依靠人工巡视及有限技术,通常难以实现全面、及时、准确的监测,且病害一旦发生,往往已对交通安全构成隐患。因此,在交通工程领域,探索并应用新型的路基病害监测与治理技术,特别是依托大数据的监测与治理策略,已演变为关键的研究课题。下文就是针对大数据技术背景下的路基病害检测与治理的相关探讨,希望能够促进我国路基工程的健康发展。

1 路基病害的现状与挑战

随着我国公路建设和交通网络的快速发展,路基病害

已成为影响公路长期安全运营和维护成本的重要因素。路基病害主要表现为沉降、裂缝、裂纹、水土流失等,这些病害的产生与多种因素密切相关,包括土质不良、施工质量问题、气候变化、交通荷载等。特别是在一些交通繁忙、气候变化剧烈或土壤质量较差的地区,路基病害问题更加严重。根据相关研究,路基病害发生的频率较高,特别是在一些老旧公路和山区路段,其修复和加固所需的成本大大增加^[1]。

路基病害的检测,传统上多依赖人工巡查与局部抽样,此法往往效率不高,覆盖范围有限。尤其在路基复杂、病害类型多样的情形下,全面而精准地监测实属不易,在病害检测过程中,人工巡查往往受限于天气状况与人员能力,极易出现遗漏与错误判断,进而导致病害发现及处理的延迟。众多道路路面广量大的车流量,环境条件复杂多变,传统的由人工进行巡查和检测的方式,无疑对交通的顺畅流通

产生了显著影响，同时也推高了维护以及社会整体成本。

路基病害的种植规模日渐膨胀，使得常规监测工具显得力不从心，同时亦遭遇众多困境。路基数据的搜集与监测技术存在短板，导致无法实时掌握路基的完整资讯，亦无法动态监控病害的发生与演变过程。预测与预警机制在病害领域尚不健全，病害一旦暴发，常难以实现预警及干预。在公路建设过程中，路基病害的修复与治理多依赖人工操作，此方法成本高昂且耗时较长，进而对公路的常规运行造成了不利影响。在现有技术框架中，迫切需求引入创新性技术途径，尤其是依托大数据的监测策略，以填补当前方法的缺陷，提升病害辨别的精确度和效率，同时减少治理开支。

2 基于大数据的路基病害监测技术

基于大数据的路基病害监测技术通过整合多种传感器设备、地理信息系统(GIS)、遥感技术以及物联网(IoT)等现代科技手段，实现了对路基病害的实时、全面、精确监测。数据采集方面，路基的病害监测可以通过安装不同类型的传感器来实现，包括温度传感器、湿度传感器、位移传感器、压力传感器等，这些传感器能够实时收集到路基的各种物理参数，如温度变化、沉降情况、湿度分布等，为后续的数据分析提供基础。通过物联网技术，这些传感器所采集的数据可以实时上传到云端平台，确保数据的及时性与准确性^[2]。

依托大数据技术，对海量监测数据实施存储与分析，进而通过数据挖掘与机器学习等手段，实现了对路基病害的早期预警与预测。系统依托历史与实时数据，运用数据建模技术，精准预测路基在特定环境下的病害及其严重程度，进而实现风险预判与防范措施的有效制定。在路基维护与修复工作中，GIS与遥感技术能够精确锁定病害发生地带，揭示病害的分布态势，进而为维护和修复提供必要的数据保障。

对病害发展走向进行的大数据分析，能够有效实现趋势的监测，基于对沉降、裂缝扩展等病害数据的深入分析，系统有效辨识病害的扩展状况，进而给出适宜的修复策略。借助大数据技术，病害监测得以提升识别准确性，并能实时呈现病害演变状况，从而为后续的治理与修复工程提供坚实的数据支撑。依托大数据技术所研发的路基病害监测，展现出实时性、全面性及高精度的显著优势，有效弥补了传统监测手段的诸多不足。持续的技术改进与数据沉淀，预示着未来路基病害管理将迈向智能化新里程，这不仅将为公路的持续安全运行构筑坚固防线，亦显著减少了公路养护的投入与潜在风险。

3 路基病害治理策略

3.1 精准定位与诊断

精准定位与诊断是基于大数据的路基病害监测技术中的核心环节之一，涉及如何高效地识别病害的类型、发

生位置以及程度。公路建设和维护领域对路基病害检测方法的需求，随着技术的进步，正逐渐超越了传统手段的范畴。在面临复杂地质构造及高强度交通流量的特定区域，常规的人工巡视及局部抽样检测手段难以实现全面覆盖，亦难以实时掌握病害演变的动态资讯。运用融合多种传感器、GIS以及遥感技术与物联网技术的大数据监测体系，可实现病害的全方位、高精度识别与准确定位^[3]。

传感器网络的高精度定位，构成了精准实施的根本，在路基不同部位布置各类传感器（包括温湿度传感器、应变计、位移计、加速度传感器等），此操作能够实时获取大量反映路基变化状况的物理信息。路基沉降、裂缝等病害的初期阶段，这些传感器能精确捕捉不同层次和位置的信息，并对其变化过程进行实时监测与记录。实时数据由传感器收集，借助物联网技术，精准传输至数据中心，从而为数据的处理与解析构筑了坚实的基础。GIS技术的运用使得路基病害的定位更加精准。通过与GIS平台结合，监测数据不仅限于“数字”信息，还能实时反映出病害位置的地理信息。结合GIS的空间分析功能，系统能够精准标定病害发生的具体地点，且可以通过历史数据的比对，预测病害的发展趋势和发展路径。例如，通过分析沉降数据，系统可以判断出路段的沉降集中区域，并基于历史数据推断出其未来可能发生的趋势。

运用大数据技术，系统对海量的传感器数据进行解析，进而实现病害的智能化识别与诊断。在融合机器学习与数据挖掘技术的基础上，系统具备解析病害演变轨迹的能力，并能辨识病害是否由自然因素单因素诱发，抑或由施工质量、环境因素等多重因素协同作用所导致。基于此，对病害的诊断精度予以提升，旨在确保后续的修复与整治行动更具精确性与指向性，路基病害监测的精准定位与诊断。以大数据为基础，其关键在于结合高精度传感器与GIS技术，全方位掌控病害区域、类型及其演变趋势，确保后续处理措施的有效实施与时效性。

3.2 基于数据分析的智能决策支持

随着路基病害的种类和规模逐步增大，单纯依赖人工判断已无法满足路基病害管理的需求。基于大数据的智能决策支持系统，利用先进的数据分析、人工智能和机器学习技术，能够在海量数据中提取有价值的信息，辅助决策者做出精准的病害预防、维修和治理决策。这一过程不仅依赖于实时数据采集，还要求将历史数据、环境因素、交通荷载等多维度信息进行综合分析，从而提供科学、合理、可执行的决策方案^[4]。

对病害发生趋势进行数据剖析，可预判其发展动向，通过累积并处理众多监测数据，智能系统运用机器学习算法构建病害预测模型，特定路段病害的潜在风险，得以通过这些模型对温度、湿度、降水量等环境参数以及交通荷载等多维度数据的综合分析而预测。例如，在多雨地带，

湿度与水土流失现象往往诱发路基病害,而数据分析系统能够精准预测该类路段未来病害风险等级,为路基养护决策提供前瞻性支持。采用先进的数据分析技术,针对各类路基病害,制定出具有针对性的治理策略,针对各类病害极其严重程度与分布位置,智能系统自动筛选并推荐最适宜的修复策略。系统对于存在轻微裂痕的路段,可能会提出实施灌浆修复的方案;路段若出现严重沉降现象,建议实施局部换填或进行加固处理。依托于数据分析技术的助力,路基治理的方案得以实现更精准与高效,同时有效降低了因错误判断及不当处理所引发的额外成本。

实时调整与优化,智能决策支持系统对决策方案的调整功能得以实现。监测数据持续更新,实施过程实时反映,系统对现有治理方案展开自动反馈分析,依据新数据动态调整决策。例如,在修复作业进行中,若现行方案未能实现既定成效,系统将依据反馈信息重新审视问题,进而提出改进后的优化策略。路基病害治理的效果因智能系统的运用而显著提升,该系统不仅优化了决策的实时响应,而且显著增强了决策的灵活性与可执行性。依托大数据,智能决策支持系统运用数据分析与机器学习技术。在多维数据支持下,精准预测病害风险,优化治理策略,并通过实时反馈机制持续优化决策方案,为路基病害治理提供精确、科学的决策依据,确保公路的长期稳定运行^[5]。

3.3 整体治理方案的实施与反馈机制

基于大数据的路基病害监测与治理技术,不仅依赖于精准的危害诊断与智能化决策,还需要一个完整的实施与反馈机制来保障治理方案的有效性和持续性。在实施阶段,病害治理的持续优化与调整离不开对数据采集、方案执行和效果评估的实时反馈,此三者构成了病害治理动态调整的坚实基础。在实施阶段,根据既定治理方案,需针对不同路基病害,合理配置施工设备、物料及人力等资源,并严格监控施工品质,确保其达到预定标准。在上述环节中,大数据平台扮演了举足轻重的角色,其重要性不容忽视。实时数据采集与监控针对施工过程,系统对施工进度、施工质量及外部环境变化等信息进行即时反馈,以保障各项治理措施得以按时执行。施工过程中,系统具备对潜在问题如气候变动及交通流波动等实施预判的能力,并能据此灵活调整施工方案,或启动应急策略以保障工程进度的稳定。路基病害治理中,反馈机制在评估与修正治理效果方面发挥着关键作用,系统依托于实时监测数据的不断更新,持续对修复后的路段进行评估,加固后的路段,系统得以实时监控其沉降、裂缝等状况,进而对修复效果进行评估,以确保修复成效与预期相符。当系统监测到修复方案未达

预期成效,即刻触发反馈机制,向相关人员推送改进提案,基于此反馈机制,得以规避一成不变的治理观念,确保路基病害的整治措施能适应现实情况,实现灵活变动与持续优化。

在实施综合治理方案的过程中,跨部门协作与信息共享显得尤为关键。引入大数据技术,为不同部门间的协作开辟了新的可能性,病害治理工作的顺利实施,得益于交通、环境、建设等众多部门间的数据与信息共享,他们协同作战,形成合力。工程部门依据由交通部门所提供的交通流量数据,环境部门所提供的气候变化数据,对病害监测所得信息进行分析,进而提出相应技术解决方案。在跨部门层面,信息共享与协调工作的实施,显著提升了病害治理工作的效率,同时亦保障了各类方案的科学性和实施可能性。在大数据支持下,该路基病害治理方案得以实施,并建立了反馈机制,此机制凸显了实时监控的重要性,以及效果评估与跨部门协作的必要性,从而保障了病害治理工作的连续性与适应性^[6]。

4 结语

基于大数据的路基病害监测与治理研究,通过引入先进的技术手段,如物联网(IoT)、遥感技术、地理信息系统(GIS)及数据分析方法,为公路建设和维护提供了更加精准、实时、智能的解决方案。基于大数据的路基病害监测与治理研究为路基病害的预防、诊断和治理提供了创新性解决方案。其精准的监测手段、智能的决策支持以及灵活的实施反馈机制,使得路基病害治理变得更加高效、科学、可持续。

[参考文献]

- [1]黄彪,朱源婷.基于监测变形数据的路基病害综合分析处治实例研究[J].中国水运(下半月),2023,23(10):131-133.
- [2]徐家栋.高速铁路路基病害施工轨道几何尺寸监测与控制[J].铁道勘察,2023,49(3):62-68.
- [3]王清平.高速公路路基结构及病害状态监测评估方法研究[J].中国勘察设计,2022(8):92-95.
- [4]裴海燕.探地雷达在高速公路路基病害监测中的应用研究[J].科学技术创新,2021(26):157-158.
- [5]陶智亮,熊洪强,答月稳.既有线路病害车载 GPR 检测数据的处理方法[J].高速铁路技术,2018,9(2):14-18.
- [6]常建德.高速公路路基排水设施的病害及其治理措施研究[J].工程机械与维修,2024(4):56-58.

作者简介:李建兴(1990.6—),毕业院校:吉林大学,所学专业:土木工程,当前就职单位:新疆生产建设兵团交通建设有限公司,职称级别:中级工程师。