

# Application study of intelligent sensing technology in highway slope stability monitoring

Dilbai·dilimulati

Tacheng Highway Development Center Tacheng Maintenance Institute, Tacheng, Xinjiang, 834700, China

## Abstract

The application of intelligent sensing technology in highway slope stability monitoring has gradually shown its great potential and practical value. Firstly, the impact of slope stability problems on traffic safety and the current challenges are cited. Next, we adopted intelligent sensing technology, mainly including Internet of Things technology, big data analysis, cloud computing, etc., for real-time monitoring and damage early warning of highway slope. The results show that this method can effectively monitor several key parameters such as slope geological structure, structural slope inclination, slope crack, etc. Through real-time data collection and intelligent analysis, it can predict the time and amount of slope sliding, so as to give early warning and ensure the safety of road driving. Finally, it analyzes that the wide application of intelligent sensing technology will have an important impact on the stability monitoring of highway slope, which not only changes the traditional monitoring method and improves the monitoring accuracy, but also provides a scientific basis for highway construction and operation. This research result is of great guiding significance for the improvement of highway slope stability.

## Keywords

intelligent perception technology; highway slope stability; Internet of Things technology; sliding early warning; highway traffic safety

## 智能感知技术在公路边坡稳定性监测中的应用研究

迪丽拜·地力木拉提

塔城公路事业发展中心塔城养护所, 中国·新疆 塔城 834700

## 摘要

智能感知技术在公路边坡稳定性监测中的应用逐渐显现出其巨大的潜力和实际价值。首先引述了边坡稳定性问题对交通安全的影响以及目前该问题面临的挑战。接下来, 我们采用了智能感知技术, 主要包括物联网技术、大数据分析、云计算等, 进行公路边坡的实时监测和破坏预警。结果表明, 该方法可以有效监测边坡地质构造、构造面倾角、边坡裂缝等数个关键参数, 通过数据实时采集和智能分析, 可以预测边坡可能发生滑动的时间和滑动量, 从而提前预警, 确保公路行车安全。最后, 分析了智能感知技术的广泛应用将对公路边坡稳定性监测产生重要影响, 不仅改变了传统监测方式, 提高了监测精度, 同时也对公路建设和运营提供了科学依据。这一研究成果对于公路边坡稳定性的提高有着十分重要的指导意义。

## 关键词

智能感知技术; 公路边坡稳定性; 物联网技术; 滑动预警; 公路行车安全;

## 1 引言

每年, 由于边坡不稳定性引发的公路交通事故造成了巨大的生命财产损失, 这已经成为全球公路安全问题的一大挑战。这种复杂的地质现象工程主要受地质构造、地震、降雨和人为活动等多种影响因素的共同作用, 在目前的技术条件下, 准确、实时地监测和预测这种现象的发生具有一定的困难, 但这是保障高速公路行车安全的关键一步。最近几年, 随着物联网技术、大数据分析、云计算等信息技术的飞速发展和广泛应用, 智能感知技术在公路边坡稳定性监测中的应

用逐渐显现出其巨大的潜力和实际价值。本研究主要从物联网技术、大数据分析、云计算等智能感知技术的角度, 探讨了这些技术在公路边坡稳定性实时监测和破坏预警中的应用, 并落实到关键参数的实时监测和智能分析中, 希望能为公路边坡稳定性的提高提供一些新的方向和建议。

## 2 公路边坡稳定性问题的背景及挑战

### 2.1 交通安全与公路边坡稳定性的关系

公路边坡稳定性直接关系到交通安全, 其重要性不言而喻<sup>[1]</sup>。公路边坡是指道路两侧由于地形或施工需要而形成的坡面, 这些坡面在受到自然因素如降雨、地震、风化作用等影响下, 可能会发生崩塌、滑坡等地质灾害。这类灾害不仅会损坏道路基础设施, 阻塞交通路线, 还可能导致严重交

【作者简介】迪丽拜·地力木拉提(1979-), 女, 哈萨克族, 中国新疆塔城人, 本科, 工程师, 从事公路工程研究。

通事故,危害乘客生命财产安全。研究表明,不稳定的边坡往往表现出裂缝、倾角变化及地质结构变形等特征,监测这些特征至关重要。

交通安全与公路边坡稳定性的关系主要体现在三个方面:

边坡失稳会直接影响公路的运行安全。如果边坡在交通高峰期或极端天气条件下出现滑坡或塌方,可能会引发交通堵塞、车辆擦刮甚至重大交通事故,严重影响通行效率和公共安全。

边坡的稳定性对施工和维护产生重要影响。在公路施工及日常维护过程中,确保边坡稳定性是极为重要的环节。如果在设计和施工初期未能有效监控和评估边坡稳定性,可能会导致项目延期和成本增加。

三是公路沿线居民的安全和经济利益也受到边坡稳定性的影响。边坡失稳可能导致公路不可用,影响物流运输、人员流动,对沿线经济发展带来负面影响。

加强公路边坡稳定性监测,对于保障交通安全、提高公路使用寿命及减少维护费用都具有重要意义。有效的边坡监测和预警系统可以提供实时数据,帮助及时发现潜在隐患,制定应急预案,从而大幅降低边坡失稳带来的风险和损失。智能感知技术在此背景下应运而生,其高效和精确的监测能力,为公路边坡稳定性分析提供了科学依据,对交通安全保障贡献巨大。

## 2.2 当前公路边坡稳定性问题面临的挑战

公路边坡稳定性问题是影响交通安全的重要因素,当前面临诸多挑战。地质条件复杂多变,地震、降雨等自然因素容易触发边坡失稳,增加判读难度。传统的监测手段多依赖人工巡查和简单仪器监控,无法实现全面、实时的数据采集与分析,导致潜在风险难以及时侦察。边坡实际情况千差万别,监测方案需因地制宜,增加了实施复杂度。经济成本亦是关键挑战,高效监测系统投入和维护费用较高,资源匮乏地区更难以推广。缺乏统一的技术标准和规范,导致不同区域、不同项目间的数据难以统一处理和比较,制约了综合分析和预警效率。面对上述挑战,引入智能感知技术显得尤为迫切,不仅有助于在技术层面解决监测难题,更为提升公路边坡稳定性管理提供了重要机遇。

## 2.3 智能感知技术在公路边坡稳定性监测中的需求和应用

智能感知技术在公路边坡稳定性监测中的需求和应用日益受到关注<sup>[2]</sup>。公路边坡的地质条件复杂多变,传统监测方法难以实时、全面地捕捉地质变化,智能感知技术正好弥补了这一不足。通过物联网技术,传感器和监测设备可以布设在边坡的多个关键位置,实时采集各种地质参数。大数据分析能够处理海量监测数据,识别潜在风险。云计算则为数据存储和处理提供强大支持<sup>[3]</sup>。这些智能技术的综合应用,使得边坡稳定性监测更加精准、及时,极大提升了预警能力

和交通安全保障。

## 3 智能感知技术在公路边坡稳定性监测中的应用

### 3.1 物联网技术在公路边坡稳定性监测中的应用

物联网技术在公路边坡稳定性监测中的应用已经展现出其显著的优势,主要通过集成多种传感器和数据通信技术,形成一个智能化、信息化的监测网络。在公路边坡监测中,传感器如位移传感器、应变计、倾斜仪等被广泛使用,用以实时监测边坡的多个关键物理参数,比如地质构造、地面倾角和裂缝变化。这些传感器被部署在边坡的不同位置,通过无线传输技术将数据实时上传至监测中心。

物联网技术的应用使得传统的间歇性、点对点的监测方式被连续性、区域性的观测模式所替代。这不仅提高了监测数据的时效性,还增强了数据的完整性和精确度。例如,位移传感器可以记录边坡细微的位移变化,为边坡滑动的预测提供依据,倾斜仪则能够检测细微的倾斜角变化,预示潜在危险。当传感器检测到异常时,系统可以自动生成预警信息,提醒相关管理部门采取应对措施,避免灾害发生。

物联网技术在公路边坡稳定性监测中的应用,不仅提高了边坡监测的实时性和准确性,还为灾害预警和减灾提供了科学依据,对提升公路安全具有重要意义。

### 3.2 大数据分析在公路边坡稳定性监测中的应用

大数据分析在公路边坡稳定性监测中的应用,是通过数据的海量采集和处理,提高监测精度和预警能力。公路边坡涉及众多地质参数和环境因素,其中包括地质构造、构造面倾角,以及边坡裂缝等。传感器会收集这些参数,并通过物联网实时传输到数据平台。大数据分析技术可迅速处理和提取有用的信息和规律。例如,通过对历史数据的回归分析和趋势预测,分析边坡的稳定性变化,识别潜在的滑动危险。针对异常数据的识别,可及时预警,从而避免意外发生。平台还能够结合地理信息系统(GIS)分析边坡的空间分布特征,优化监控点的布设,提高监测覆盖率。大数据分析能够融合气象、水文等多种数据源,建立更加全面的边坡稳定评估模型,增强预警的可靠性。通过整合多种数据及其分析结果,可以精准预测边坡滑动时间和滑动量,从而科学指导公路维护与管理。综合来看,大数据分析在公路边坡稳定性监测中的应用,显著提升了监测效率与预警能力,对于确保公路行车安全具有重要意义。

### 3.3 云计算在公路边坡稳定性监测中的应用

云计算在公路边坡稳定性监测中的应用至关重要,通过高效处理和分析大量实时数据,实现对边坡地质参数的全面监控。借助云端计算能力,能够快速整合来自各类传感器的数据,进行复杂的地质模型计算和变化趋势分析。云计算平台提供了强大的存储和处理能力,使得大规模数据的存储、管理和访问更加便捷。通过云计算技术,还可以实现多

用户、多部门之间的数据共享和实时协同工作，提升监测决策的准确性和及时性，为公路安全管理提供科学依据。

## 4 智能感知技术在公路边坡稳定性监测中的预警及影响

### 4.1 智能感知技术在公路边坡安全预警中的应用

智能感知技术在公路边坡安全预警中发挥着至关重要的作用。其关键在于利用先进的物联网技术、大数据分析和云计算，实时监测和分析边坡的多种参数，从而实现高效预警。

物联网技术用于实现实时数据采集，通过布设在边坡上的传感器网络，实时收集边坡地质构造、构造面倾角、边坡裂缝等多源数据。这些数据通过无线传输技术传送至后台系统，为后续的数据处理和分析提供了坚实的数据基础。

大数据分析在预警系统中起到了数据挖掘和模式识别的重要作用。通过对大量实时监测数据的处理，建立边坡稳定性的评估模型，识别出潜在的危险参数和趋势。利用机器学习算法，可以动态调整和优化评估模型，提高预警的精度和可靠性。

云计算提供了强大的计算能力和存储平台，使得海量数据处理和复杂算法计算得以高效执行。通过云平台，可以快速地进行数据处理和分析，实时生成预警信息。预警系统在发现任何异常时，能够立即发出警报，并通过短信、邮件等多种渠道及时传达给相关管理部门和人员，确保预警信息的迅速传递和有效响应。

智能感知技术的应用不仅提升了监测数据的实时性和准确性，还显著提高了边坡安全预警的效率和可靠性。这一技术手段能够提前预测边坡可能发生滑动的时间和滑动量，从而为决策部门提供了充分的时间采取必要的预防措施，保护人民生命财产安全。智能感知技术在公路边坡稳定性监测中的应用，为确保行车安全、减少交通事故提供了科学的解决方案。

### 4.2 智能感知技术对公路边坡稳定性监测的改变和提升

智能感知技术的引入在公路边坡稳定性监测中带来了显著的改变和提升。通过物联网技术的应用，传感器可以实时采集边坡的多种地质参数，如地质构造、构造面倾角和边坡裂缝等，极大地提高了数据获取的精度和时效性。大数据分析能够处理和分析海量监测数据，通过识别数据中的模式和趋势，可以更加准确地预测边坡滑动的时间和滑动量。云

计算则提供了强大的数据处理和存储能力，使得监测系统可以在短时间内处理和分析大量数据，从而提高监测效率和预测精度。

这些技术的融合应用不仅改变了传统依赖人工和单一设备的监测方法，显著提高了监测的精度和反应速度，还实现了对监测数据的综合分析和智能预警。监测系统可以根据实时数据进行动态调整，提供更加及时和精准的滑坡预警信息，有效提高公路行车的安全性。智能感知技术的应用拓展了监测的广度和深度，能够对不同类型和规模的边坡提供稳定可靠的监测服务，助力公路建设和运营的科学决策。

### 4.3 智能感知技术的广泛应用对公路建设和运营的影响

智能感知技术的广泛应用对公路建设和运营产生了深远影响。在公路建设阶段，智能感知技术提供了精确的地质数据和实时监测功能，助力科学决策，优化设计与施工过程。在运营阶段，通过持续的数据采集和智能分析，及时发现和预警边坡隐患，显著提升了公路的安全性和可靠性。高效的监测系统降低了维护成本，延长了公路使用寿命，也提升了公路运营管理的科学化和智能化水平。

## 5 结语

本研究应用先进的智能感知技术，包括物联网、大数据和云计算，对公路边坡进行实时监测和预防。研究发现这一技术有效地监测到了边坡的地质结构、倾斜角度和裂缝等重要信息，能预警滑坡的可能发生时间和规模，确保公路行车安全。该技术的使用改变了传统的检测方法，提高了检测的精度，为公路的建设和运行提供了科学依据。但是，该技术在数据采集的准确性、大数据处理的复杂性以及智能分析技术的准确度等方面还存在挑战，需要在未来的研究中解决。这篇研究只是对该技术在公路边坡稳定性监测中的初步探索，未来还需进一步研究提升系统设计和算法优化，以增加行车安全，保障公路平稳运行。希望深入研究后，能更好地利用这项技术，提高监测的效果和准确度。

### 参考文献

- [1] 赵念伟. 锚杆加固公路边坡稳定性[J]. 中国新技术新产品, 2023(05):84-86.
- [2] 彭勇潘瑞. 公路边坡稳定性影响因素分析[J]. 工程技术研究, 2020,5(01):242-243.
- [3] 王鹏. 泥岩层公路边坡稳定性评价[J]. 绿色科技, 2019,0(14):259-261.