

基于大数据的桥梁检测信息管理系统研究

姜安乐

中公路安（大连）技术检测服务有限公司，辽宁 大连 116023

[摘要]随着城市基础设施的快速发展，桥梁安全管理面临着越来越高的技术和数据挑战。传统检测信息管理存在数据分散、处理效率低和信息更新滞后的问题，难以满足现代桥梁运营与养护的需求。文中提出了基于大数据技术的桥梁检测信息管理系统设计思路，通过整合多源检测数据，实现桥梁结构健康信息的统一管理与实时更新。系统架构充分利用云存储与智能分析手段，提升了检测数据的采集、存储及检索能力，并确保信息的精准性与完整性。研究结果表明，该系统能够有效支撑桥梁的日常检测、健康评估及维护决策，提高了管理效率与数据利用水平，促进了桥梁运行安全与数字化管理水平的提升。相关技术和方法的应用为我国桥梁信息化管理提供了重要参考，对推动基础设施智能运维具有现实意义与广阔前景。

[关键词]大数据；桥梁检测；信息管理系统；结构健康监测；智能运维

DOI: 10.33142/ec.v8i9.17996

中图分类号: U445

文献标识码: A

Research on Bridge Inspection Information Management System Based on Big Data

JIANG Anle

Zhonggong Luan (Dalian) Technical Testing Service Co., Ltd., Dalian, Liaoning, 116023, China

Abstract: With the rapid development of urban infrastructure, bridge safety management is facing increasingly high technological and data challenges. Traditional detection information management suffers from problems such as data dispersion, low processing efficiency, and lagging information updates, making it difficult to meet the needs of modern bridge operation and maintenance. The article proposes a design concept for a bridge detection information management system based on big data technology, which integrates multi-source detection data to achieve unified management and real-time updates of bridge structural health information. The system architecture fully utilizes cloud storage and intelligent analysis methods to enhance the collection, storage, and retrieval capabilities of detection data, while ensuring the accuracy and integrity of information. The research results indicate that the system can effectively support the daily inspection, health assessment, and maintenance decision-making of bridges, improve management efficiency and data utilization level, and promote the improvement of bridge operation safety and digital management level. The application of relevant technologies and methods provides important references for the information management of bridges in China, and has practical significance and broad prospects for promoting intelligent operation and maintenance of infrastructure.

Keywords: big data; bridge inspection; information management system; structural health monitoring; intelligent operation and maintenance

引言

伴随我国城市化进程的加快和交通基础设施规模的持续扩展，桥梁成为城市交通体系之内的关键枢纽，它们的结构安全与健康状态越来越引起社会各界的普遍关注。根据住房和城乡建设部数据表明，到2023年底，全国在役桥梁数量已经超过百万座之上，桥梁检测与管理的复杂性明显提高。于常规桥梁检测信息管理模式之中，经常存在着数据零散、信息孤立、处理效率低效以及动态更新不及时等瓶颈，难以适应现代桥梁运营维护对于信息的即时性、精确性和全面性的要求。依托大数据、云计算、人工智能等新技术，研究人员已经着手研究采用多源数据融合、智能分析、可视化监控等方式，目的在于打破传统管理方式带来的各种局限，促进桥梁运维顺利迈入智能化和数字化新时代。过去很多研究都聚焦单一检测数据类型或者局

部信息处理，还没有建立起系统化、多维度、长周期的信息管理机制。面对现在存在的问题，团队准备研发一套依托大数据技术的桥梁检测信息管理系统，借助融合多个渠道采集到的各种数据源，达成桥梁结构健康信息统一管理、即时更新和智能分析的目标，大幅提高桥梁检测数据从采集到存储再到管理的整体效率。这项研究就是要为桥梁的安全管理和智能运维供给可靠的技术支撑以及理论依据，同时提出实用的方案，来促进基础设施数字化管理实现更深层次的发展。

1 大数据驱动下桥梁检测信息管理的现状与需求

1.1 城市桥梁安全管理面临的挑战

城市桥梁安全管理已经成为现代城市基础设施管理中的一个关键问题。伴随城市化进程的加速，桥梁数量持续增多，其结构繁杂性与设计要求也相应提高，这对于桥

梁的检测和维护带来了更严的技术需求。桥梁的设计与运行通常需要兼顾诸多因素,涵盖交通负荷的变动、环境因素的作用以及材料老化等,均是作用于桥梁结构安全的重要因素。因为桥梁结构繁杂并且特性不同,传统的检测手段往往很难完整体现其健康状态。近几年自然灾害多发、不良天气增加与交通压力加剧,促使对于桥梁安全的升级管理与实时监测提出了更加严苛的要求,而恰好是大数据技术能够大显身手的领域。系统性的安全保障措施对桥梁的健康与安全运行十分关键,迫切需要借助先进技术手段达成。

1.2 检测信息管理现有模式及局限

以前桥梁检测信息管理方式完全依靠人工记录加上分散的数据处理办法,这种办法存在不少问题。数据通常分散在各种来源和格式里面,难以实现融合和统一管理。处理效率低下,阻碍检测信息得到分析和决策,无法支持桥梁结构健康评估。信息更新滞后导致桥梁状态变化未反映出来,增加了运营安全风险。数据存储和检索能力不足,限制历史检测数据得到有效利用,阻碍桥梁健康趋势预测以及科学管理。以前的管理办法无法满足现在桥梁运营和养护的智能化需求。

1.3 基于大数据的信息化管理需求分析

依托海量数据开展智能化管理,已经成为当今桥梁检测信息管理的关键发展方向。伴随传感器技术快速发展加上数据采集能力显著增强,桥梁检测产生的数据量急剧膨胀,亟需一套高效能管理解决方案。过去那种传统信息管理方式完全无法满足数据实时更新和复杂分析的要求,造成信息传递严重滞后、决策支持明显跟不上。大数据技术赋予了桥梁检测领域数据整合、智慧分析和快速反应的强大能力,让智能化管理既大幅提高数据处理速度和效率,同时有力保障桥梁日常运营安全。借助整合各种来源的数据,桥梁管理部门能够做到全方位状态监控和及时预警,充分满足现在桥梁养护工作对效率高、精度高的实际需求。

2 桥梁检测数据的多源采集与集成

2.1 检测数据类型及数据流特点

桥梁检测数据的多源采集跟融合阶段,数据种类跟数据流特性直接影响系统怎么设计以及能做到哪些功能。检测数据种类主要包括结构应力应变数据、位移振动数据、环境因素数据还有视觉图像数据,所有数据都可以通过物联网设备跟传感器网络实时获取。数据流特性表现出高频率、连续不断、来自不同平台的特点,促使系统必须具备快速响应跟处理海量数据的能力。数据流连续不断加上实时性的要求,让多源数据融合平台需要拥有极强的数据并行处理能力,才能实现桥梁状态的实时动态监控。不同数据源之间兼容跟协同的能力体现出跨平台特性,这给系统设计提出更高难度要求。保证数据准确并且全面覆盖的情况下,必须完成数据流的不间断接入跟传输,这样才能大幅提高桥梁检测信息管理的效率。

2.2 数据采集技术及系统接入模式

数据采集技术在桥梁检测信息管理系统中具有重要地位。桥梁检测数据来源涵盖视觉监测、传感器采集、无人机巡检及地面检测设备等多种形式,通过这些技术手段能够全面覆盖结构健康检测的多维度信息。在系统接入模式方面,需要构建基于物联网技术的接入框架,使多源数据能够以实时、安全的方式传输至数据中心。边缘计算技术在桥梁传感器部署中具有关键作用,可实现对原始数据的预处理与筛选,降低数据冗余对系统性能的影响。网络架构设计应确保高效传输与接入稳定性,支持云端存储及动态扩展功能,提升数据融合与管理能力。这种集成方式不仅提高了检测数据的采集效率,在桥梁健康评估及维护决策环节也发挥了重要技术保障作用。

2.3 多源数据融合方法与应用场景

桥梁检测数据的多源融合就是要全面利用统计分析、机器学习、人工智能这些技术,来实现不同来源数据之间的互相校验和错误纠正。通过把时间和空间对齐、把各种特征关联起来这些方法,建立出一个统一的桥梁健康信息总视图,使所有数据用在结构健康监测和安全评估的时候变得更准确、更高效。

3 信息管理系统架构与关键技术要素

3.1 云存储平台与数据管理机制

云存储平台属于桥梁检测信息管理系统核心部分,拥有超大容量数据存放、整理和计算功能。最大好处就是可以快速分析处理海量检测产生的数据,达成资源自动调配和日常管理目标,这样整个系统就能随时响应最新情况并完成数据更新。数据管理功能依靠支持很多人同时访问以及设置好自动备份方式,来确保所有检测数据绝对安全并且长期保存不会丢失。云平台里面实际运行的数据库使用多个服务器一起工作的架构,这样查找数据和做分析就变得特别快,还能把不同格式的数据全都放在一起方便查看和管理。系统采用先进的数据压缩方法加上随时调整存储空间和优化办法,在完全不损坏任何数据内容的情况下,大大提高硬盘空间的使用效率。把云计算技术和聪明的数据管理方式彻底融合到一起,这个平台给整个桥梁检测信息管理系统带来非常可靠的技术基础和持续稳定的运行保障。

3.2 智能分析与结构健康监测模型

桥梁检测信息管理系统里面有个非常核心的部分,就是智能解析加结构健康监测模型。这个模型利用大数据技术,把桥梁每天产生的大量监测数据拿来深入挖掘和仔细分析,目的是尽早发现结构可能出现的损伤或者任何异常状况。整个数据处理流程包括信号处理、模式识别还有机器学习算法的应用,这些技术加在一起大大提高了分析结果的准确程度和处理速度。模型可以随时判断桥梁现在的健康状况,还能提前预测结构性能未来会怎么变化,这样就能更好支持管理人员做决策、安排养护维修工作。整个

智能解析完全靠数据驱动来实现,给桥梁长期安全运行给出可靠的科学支持。随着相关技术不断向前发展,也给监测系统实现更程度的自动化和智能化带来更多可能性。这项研究给出了一条真实可行、操作性很强的路子,来帮助桥梁健康监测变得更加智能、更加自动化。

3.3 系统安全保障与信息完整性控制

桥梁检测信息管理系统必须把数据安全和信息完整性放在第一位。系统使用多层加密技术和严格的访问权限控制,彻底防止别人未经允许进入系统或随意改动数据。系统还加入自动数据校验功能,一旦发现数据出错就能马上发现并自动修复。通过设置多份数据备份存储和定期备份的方式,让数据更加可靠不出问题。这些做法一起保护桥梁检测数据从上传、处理到保存的每一个环节都安全完整,让桥梁实现智能化运维变得又快又稳。

4 桥梁运维管理的智能化应用

4.1 检测数据驱动的健康状态评估流程

桥梁运维管理实现智能化以后,最重要的环节就是用检测数据来判断桥梁健康状况。这个环节必须把来自不同设备的数据全部整合到一起,才能对桥梁结构做出全面而且及时的状况判断。传感器网络一刻不停地监测桥梁的振动、应力、变形这些物理指标,一旦桥梁状态发生变化就能立刻获取最新信息。所有数据都会传到云端存储,再由智能分析技术把数据集中处理,最终生成一份清楚显示桥梁当前健康状况的报告。健康评估模型会把大量历史数据跟现在监测到的数据进行对比,从而发现那些肉眼看不见的结构问题和潜在风险,直接为管理人员提供准确可靠的决策依据。健康评估结果可以清楚告诉人们这座桥到底哪里需要修、哪里需要保养,从而保证桥梁一直安全运行,还能让桥梁多用很多年,这一点非常重要。这个评估流程让整个信息管理变得更加自动、更加聪明,能真正做到对桥梁进行全天候、全方位的安全监测。

4.2 辅助决策与维护管理优化路径

辅助决策与维护管理的优化路径在桥梁检测信息管理系统中至关重要。通过大数据分析技术,系统可实时评估桥梁健康状态,识别潜在风险,提供精准维护建议。系统利用历史数据与实时监测数据进行趋势分析,协助识别关键结构部位的潜在损坏趋势。优化的维护策略不仅基于当前检测信息,更结合桥梁的运营环境和历史养护记录,支持复杂条件下的决策制定。决策支持工具结合智能算法,实现养护方案的动态调整,提升运维效率,有效延长桥梁使用寿命,保障桥梁运行的安全性与经济性。

4.3 运行安全与数字化协同管理实践

在桥梁日常养护管理过程中,运行安全加上数字化团队协作管理属于最核心最重要的一环。这种管理方式利用大数据技术来实现桥梁健康状况的实时监测和深度分析,

从而确保桥梁主体结构一直保持稳定和安全。整个信息管理系统整合了目前最先进的传感器技术和智能分析算法,可以随时采集并详细分析桥梁结构受力数据以及周围环境的变化情况,最后自动形成一份非常全面的安全评估报告。通过数字化平台提供强大的决策支持功能,管理人员就能更加合理地分配资源、更加科学地安排维修计划,大大提高日常养护工作的效率和准确程度。这种团队协作管理模式能够切实提升桥梁整体安全水平,保障城市所有基础设施都可以长期稳定可靠地运行。

5 结束语

这份研究主要解决传统桥梁检测信息管理里面数据互不通、处理速度慢这些实际麻烦,开发完成一套使用大数据技术的桥梁检测信息管理系统。这套系统把来自不同设备、不同时间的检测数据全部整理到一起,利用云端存储、人工智能分析、数据图表展示这些核心技术,成功做到桥梁结构健康数据的快速收集、集中管理、随时更新。实际测试证明,这套系统在保持数据完整、加快处理速度、帮助管理人员做决定这些方面表现特别优秀,大大提高桥梁安全运行水平和数字化管理能力。虽然系统整体框架和功能已经基本做好,但真正在工地使用时还碰到一些问题,比如不同来源数据真正深度融合的技术还要继续完善,超大量数据实时处理时速度会卡顿,人工智能识别某些特殊桥梁损伤的准确度还需要继续改进。同时,系统的数据安全与隐私保护机制还需持续完善,以应对未来更为复杂的应用场景与合规需求。基于上述分析,后续工作可从以下几个方向展开:一是深化多源大数据融合与处理技术,实现更高效、更智能的数据集成与分析;二是引入人工智能与机器学习方法,提升结构健康评估与损伤预测的准确性;三是加强系统的数据安全与隐私保护研究,完善桥梁检测信息全生命周期管理。上述方向的持续探索将为桥梁智能运维与基础设施数字化转型提供坚实技术支撑。

【参考文献】

- [1]王彦平.大数据时代的信息管理与信息系统研究[J].商业 2.0(经济管理),2021(10):0194-0194.
- [2]于望军.大数据时代物流信息管理系统研究[J].中国科技投资,2020(17):99-100.
- [3]杨梦玮.大数据时代下信息管理与信息系统研究[J].中国新通信,2022,24(13):110-112.
- [4]雷林林,葛智君,罗剑武,李浩波.基于大数据的产品质量信息管理系统研究[J].电子产品可靠性与环境试验,2022,40(5):17-21.
- [5]庞敏.基于大数据算法的高校信息管理系统设计[J].数字通信世界,2023(10):54-56.

作者简介:姜安乐(2000.7—),性别:男,民族:汉,籍贯:辽宁省大连市,学历:研究生,研究方向:水利工程。