

公路交通安全设施智能养护决策系统研发与应用

李 磊 思向春 杨 安

陕西交通控股集团有限公司榆靖分公司 陕西 榆林 719000

摘 要：公路交通安全设施智能养护决策系统研发与应用项目，旨在通过集成先进的信息技术、大数据分析及人工智能算法，实现对公路交通安全设施状态的实时监测、精准评估与智能养护决策。该系统有效提升养护工作的效率与质量，降低养护成本，增强公路交通的安全性。本文详细介绍系统的研发背景、关键技术、功能模块及应用效果，为公路交通安全设施的智能化养护提供了可行的解决方案。

关键词：公路交通；安全设施；智能养护决策系统；研发；应用

1 公路交通安全设施概述

公路交通安全设施是确保道路交通流畅与行车安全的重要保障系统，其设计与安装旨在预防交通事故、减轻事故伤害，并为道路使用者提供清晰、明确的交通引导信息。这些设施主要包括几个方面：一是交通标志与标线，它们通过颜色、形状、文字及符号等视觉元素，为驾驶员提供前方路况、方向指引、速度限制等关键信息，帮助驾驶员做出正确的驾驶决策。二是护栏与隔离设施，它们设置在道路边缘或分隔不同方向、不同类型的车道，有效防止车辆失控冲出道路或与其他车辆发生碰撞，保护行人与非机动车的安全。三是照明与信号设施，良好的照明条件能显著提升夜间及恶劣天气下的行车视距，而交通信号灯则确保交叉路口的交通有序进行，减少冲突点，避免事故的发生。四是监控与通讯设施，如摄像头、雷达测速器等，它们实时监测道路交通状况，为交通管理部门提供及时、准确的信息，便于快速响应各类交通事件，保障道路畅通与安全。

2 公路交通安全设施养护现存问题分析

2.1 信息管理分散

公路交通安全设施养护的信息管理分散是当前面临的一个主要问题。不同层级的管理部门之间缺乏有效的信息共享机制。上级部门往往难以及时获取下级部门的养护进展和实际情况，而下级部门也缺乏向上级部门反馈问题的渠道。这种信息断层导致决策层无法做出及时、准确的养护决策^[1]。公路养护管理系统种类繁多，但功能单一，信息割裂，各类系统之间缺乏统一的接口和标准，导致数据无法互通，形成了一个信息孤岛。这不仅增加数据处理的难度，也降低养护工作的效率。养护过程中的数据记录和管理也存在问题，一些关键数据被遗漏或记录不准确，导致后续分析和决策的依据不足，纸质记录方式仍然普遍存在，这不仅增加数据丢失

和损坏的风险，也不利数据的长期保存和追溯。

2.2 决策缺乏科学性

公路交通安全设施养护的决策过程缺乏科学性，也是当前面临的一个重要问题。各地在养护决策时往往依据自身的经验和判断，缺乏统一的标准和依据。这不仅导致养护决策的质量参差不齐，也难以对养护效果进行科学评估。由于信息管理分散和数据记录不准确，导致决策层在做出养护决策时缺乏充分的数据支持。这使得决策往往过于主观和片面，难以反映出实际养护需求。传统的决策方法往往依赖于经验和直觉，缺乏科学性和准确性。而现代决策方法，如数据分析、模拟仿真等，在公路交通安全设施养护中的应用仍然不足。

2.3 养护资源配置不合理

公路交通安全设施养护的资源配置不合理是当前面临的另一个重要问题。一些地区由于经济基础薄弱，财政困难，导致养护资金投入不足。而另一些地区则由于公路设施老化严重，养护需求量大，资金分配也难以满足实际需求。这种资金分配不均导致养护工作难以全面展开。养护人员配置不合理，一些地区养护人员数量不足，年龄结构偏大，专业水平不高。这导致养护工作效率低下，养护质量难以保证。而另一些地区则由于养护人员过剩，造成资源浪费。一些地区由于资金不足或采购渠道不畅，导致养护设备和材料短缺。而另一些地区则由于采购计划不合理或库存管理不善，导致设备和材料积压或浪费。

3 公路交通安全设施智能养护决策系统的需求分析

3.1 功能需求

公路交通安全设施智能养护决策系统的功能需求主要围绕提升养护效率、确保养护质量以及优化资源配置展开。系统应具备实时采集公路交通安全设施状态数据的能力，包括路面损坏情况、交通流量、气候条件等，

并能将这些数据进行清洗、整合和存储,为后续分析提供基础。利用大数据分析和机器学习技术,系统应对采集的数据进行深入挖掘,识别潜在的安全隐患和维护需求,同时预测未来可能的设施损坏趋势,为养护决策提供科学依据。基于智能分析的结果,系统应能够自动生成针对性的养护策略,并结合历史养护数据和专家经验进行优化,确保养护方案的科学性和有效性。系统应实时监控养护项目的进度和质量,及时反馈养护过程中的问题和困难,以便及时调整养护策略和资源投入。为确保数据安全和系统稳定运行,系统应具备完善的用户权限管理机制,对不同用户设定不同的访问和操作权限^[2]。

3.2 性能需求

公路交通安全设施智能养护决策系统的性能需求主要体现在几个方面:(1)实时性:系统应具备快速响应和数据更新的能力,确保养护决策能够基于最新的数据和信息进行。(2)准确性:智能分析和预测的结果应具有较高的准确性,能够为养护决策提供可靠依据。(3)稳定性:系统应具备良好的稳定性和可靠性,能够长时间稳定运行,避免因系统故障导致的数据丢失或服务中断。(4)可扩展性:随着技术的不断进步和养护需求的不断变化,系统应具备灵活的可扩展性,以便未来能够接入更多的数据源和功能模块。(5)易用性:系统界面应简洁明了,操作流程应简单易懂,降低用户的学习成本和使用难度。

3.3 用户需求

公路交通安全设施智能养护决策系统的用户需求主要包括:管理层需要系统能够提供全面的养护数据和分析报告,以便做出科学的养护决策和资源配置。同时,他们还需要系统能够实时监控养护项目的进度和质量,确保养护工作的顺利进行。养护人员需要系统能够提供实时的设施状态信息和养护策略建议,以便他们能够迅速响应并处理养护任务。他们还需要系统能够提供便捷的数据录入和查询功能,以提高工作效率。数据分析人员需要系统能够提供丰富的数据分析和挖掘工具,以便他们能够对采集的数据进行深入分析,发现潜在的养护需求和规律。他们还需要系统能够提供灵活的数据导出和报告生成功能,以便将分析结果呈现给管理层和养护人员。系统管理员需要系统能够提供完善的用户权限管理和系统维护功能,以确保数据的安全和系统的稳定运行。他们还需要系统能够提供详细的日志记录和故障排查功能,以便及时发现和解决系统问题。

4 公路交通安全设施智能养护决策系统功能模块开发

4.1 设施信息管理模块

设施信息管理模块是公路交通安全设施智能养护决策系统的核心基础,负责存储、管理和维护所有与公路交通安全设施相关的信息。在设施信息管理模块中,首先需要设计一套合理的数据库结构,用于存储设施的基本信息、历史养护记录、当前状态数据等。这些信息包括但不限于设施的位置、类型、规格、安装日期、历次维修记录、当前损坏情况等。为了确保数据的准确性和完整性,模块还应提供数据校验和错误提示功能,防止无效或错误数据的录入。设施信息管理模块还应具备强大的数据查询和检索功能,用户可以根据设施的位置、类型、损坏程度等多种条件进行快速查询,获取所需信息^[3]。为了方便用户操作,模块界面应设计得直观简洁,提供友好的用户交互体验。为了进一步提高数据管理的效率,设施信息管理模块还可以集成一些自动化工具,如数据导入导出功能。这不仅可以减少手动输入数据的工作量,还可以方便地将数据与其他系统进行共享和交换。在安全性方面,设施信息管理模块需要实现严格的数据访问控制。通过用户身份验证和权限管理,确保只有授权用户才能访问和修改敏感数据,从而保护数据的安全性和隐私性。

4.2 数据采集与处理模块

在数据采集方面,模块需要支持多种数据采集方式,包括传感器实时监测、人工巡检记录、视频监控等。为了确保数据的实时性和准确性,模块需要设计合理的数据采集策略,如定时采集、事件触发采集等。模块还应提供数据校验和预处理功能,对采集到的数据进行清洗、整合和格式化,以提高数据质量。在数据处理方面,模块需要实现一系列数据处理算法和模型,如数据平滑、异常检测、数据融合等。这些算法和模型可以帮助用户从海量数据中提取出有价值的信息,为后续的数据分析和养护决策提供有力支持。为了提高数据处理的效率和灵活性,模块可以采用分布式计算技术,将数据处理任务分配给多个计算节点并行处理。模块还应提供数据可视化功能,将处理后的数据以图表、曲线等形式直观地展示给用户,方便用户理解和分析数据。在数据安全和隐私保护方面,数据采集与处理模块需要实现严格的数据加密和访问控制机制。通过加密传输和存储敏感数据,防止数据在采集和处理过程中被泄露或篡改。模块还应提供数据脱敏和匿名化处理功能,以保护用户的隐私和数据安全。

4.3 病害评估与预测模块

在病害评估方面,模块需要集成一系列评估算法和模型,如图像识别、机器学习等。这些算法和模型可以

对采集到的设施状态数据进行分析 and 处理, 识别出设施的损坏类型和程度。为了提高评估的准确性, 模块还可以结合专家经验和历史数据对评估结果进行校正和优化。在病害预测方面, 模块需要利用时间序列分析、回归分析等预测技术, 对设施的损坏趋势进行预测。通过分析历史数据和当前状态, 模块可以预测设施在未来一段时间内的损坏程度和可能发生的病害类型。这些预测结果可以为养护决策提供前瞻性的指导, 帮助用户提前制定养护计划和策略。为了提高病害评估与预测的可靠性和准确性, 模块需要不断学习和优化评估算法和预测模型。通过引入新的数据源和算法, 模块可以不断提高自身的评估能力和预测精度。模块还应提供评估结果和预测结果的验证功能, 方便用户对结果进行校验和确认。在用户界面方面, 病害评估与预测模块需要设计直观易懂的评估报告和预测图表。这些报告和图表可以帮助用户快速理解设施的损坏情况和未来的病害发展趋势, 为养护决策提供有力的支持。

4.4 养护决策支持模块

在养护决策支持方面, 模块需要集成多种决策算法和模型, 如多目标优化、智能推荐等。这些算法和模型可以根据设施的损坏程度、养护成本、交通流量等多种因素, 综合考虑制定出最优的养护策略和方案。为了提高决策的科学性, 模块还可以结合专家经验和历史数据对决策结果进行校验和优化。为了提高养护决策的效率, 模块需要提供快速决策支持功能。通过实时分析病害评估与预测的结果, 模块可以迅速生成多种可行的养护方案, 并为用户提供方案对比和选择的功能。这可以帮助用户快速做出决策, 减少决策过程中的犹豫和延误^[4]。在决策结果的可视化方面, 养护决策支持模块需要设计直观易懂的决策报告和图表。这些报告和图表可以清晰地展示养护方案的具体内容和预期效果, 帮助用户理解和评估决策结果。模块还应提供决策结果的导出和分享功能, 方便用户将决策结果与其他相关部门和人员进行沟通和协作。为了提高养护决策的准确性和可靠性, 模块需要不断学习和优化决策算法和模型。通过引入新的数据源和算法, 模块可以不断提高自身的决策能力和适应性。

4.5 养护计划制定与管理模块

在养护计划制定方面, 模块需要根据养护决策的结果, 结合设施的损坏程度和养护资源的情况, 制定出详细的养护计划。这些计划应包括养护的具体内容、时间节点、所需资源等信息。为了提高计划的科学性, 模块还可以结合交通流量、气候条件等因素对计划进行优化和调整。在养护计划管理方面, 模块需要提供计划执行情况的实时监控和反馈功能。通过实时跟踪养护工作的进度和质量, 模块可以及时发现问题和困难, 并为用户提供解决方案和建议。这可以帮助用户及时调整养护计划, 确保养护工作的顺利进行。为了提高养护计划的可执行性和效率, 模块需要集成一些自动化工具和功能, 如任务分配、进度跟踪、资源调度等。这些工具和功能可以帮助用户快速制定和执行养护计划, 减少人工干预和误差。模块还应提供计划执行情况的统计和分析功能, 方便用户对养护工作的效果进行评估和总结。在用户界面方面, 养护计划制定与管理模块需要设计简洁明了的计划制定界面和执行监控界面。这些界面可以帮助用户快速理解和操作养护计划, 提高养护工作的效率和准确性。

结束语

随着公路交通的快速发展, 对交通安全设施的养护要求日益提高。公路交通安全设施智能养护决策系统的研发与应用, 标志着公路养护工作向智能化、精细化方向的迈进。未来, 将持续优化系统功能, 拓展应用场景, 为构建更加安全、高效的公路交通网络贡献力量。期待与业界同仁携手合作, 共同推动公路交通安全设施养护技术的创新与发展。

参考文献

- [1]鲁淑华.高速公路交通安全设施养护维修策略分析[J].城市建筑,2021,18(14):178-180.
- [2]肖立军.对于公路交通安全设施养护与维修的几点思考[J].工程建设与设计,2021,(08):60-62.
- [3]谭艳桃.公路交通安全设施养护与维修思考[J].运输经理世界,2022(21):114-116.
- [4]刘玉凤.高速公路交通安全设施的养护维修[J].智能城市,2021,7(02):83-84.DOI:10.19301/j.cnki.zncs.2021.02.037.