

智慧公路养护数字化管理平台设计

曾 涛

昭通高速工程试验检测有限公司 云南昭通 657000

摘 要：随着智能化技术的不断发展，智慧公路作为推动交通行业发展的重要方向之一，受到了越来越多的关注。公路养护是确保公路正常运营的重要组成部分，而传统的养护管理方式存在信息获取慢、决策滞后、资源配置不均等问题。本文基于数字化管理平台设计，提出了一种适用于智慧公路养护的数字化管理平台，旨在通过物联网、大数据分析、人工智能等技术手段，提高公路养护工作的效率、准确性和资源利用率。平台设计涵盖了数据采集、智能分析、实时监控等功能，并通过具体的案例分析，验证了平台的应用效果与可行性。

关键词：智慧公路；养护管理；数字化平台

一、智慧公路养护数字化平台设计

1. 数据采集与监控

数据采集与监控系统是数字化平台的基础，它通过各种先进的设备，确保公路状态的实时监测和数据的全方面收集。传感器、摄像头、无人机等设备共同构成了公路养护的智能感知网络，能够全天候、全时段地监控公路的各项指标。这些设备可以监测包括路面状况、交通流量、气象变化、路面温湿度等在内的多种关键数据，为公路管理者提供及时的信息支持。传感器部署在公路的不同位置，能够实时监测路面压力、温度变化、湿度等数据，特别是对路面裂缝、沉降、坑洞等微小损伤的敏感性，使得这些早期损伤可以被及早发现。例如，当路面因气候变化发生轻微裂缝时，传感器能够检测到温度和湿度的变化并推测出可能的裂缝趋势，提前预警养护人员进行必要的检查。这种实时监测不仅提高了公路养护的及时性，还能有效降低突发性损坏对公路通行的影响。摄像头和无人机则提供了更直观的数据支持。摄像头可以24小时监控公路情况，捕捉交通流量、车速等动态信息，及时发现交通事故或突发事件。而无人机则能够在一些难以到达的区域进行定期巡视，获取高空视角下的公路图像，并结合图像处理技术识别潜在问题。通过这些设备的协作，平台能够确保公路的健康状态得到全面、细致的监控，并为养护工作提供全面的数据支持。

2. 数据传输与存储

为了确保采集到的数据能够及时传输并高效处理，数字化平台采用了先进的通信技术和存储方案。首先，

数据传输依赖于高速的5G网络和物联网技术，这些技术能够提供低延迟、高带宽的通信能力，保证数据的实时上传与传输。5G网络不仅能够满足大规模传感器和设备的数据传输需求，还能在高密度传感器环境中维持稳定的数据流，确保公路养护管理系统的高效运作。物联网技术则通过将各类设备与传感器连接到互联网，实现设备之间的数据互联与交互，从而保证数据在整个平台中的顺畅传输。在数据存储方面，平台采用了分布式数据库架构，这一架构能够有效地处理和存储来自不同设备的大量数据。分布式数据库不仅能够提升数据处理能力，还能通过分布式存储实现数据的冗余备份，确保数据的高可用性与安全性。即使某一节点发生故障，数据依然能够在其他节点上恢复，保证数据不丢失。对于海量的历史数据，平台还结合云存储技术，用户可以灵活调度和获取所需数据。云存储不仅具备弹性扩展的特点，能够根据实际需求随时增加存储空间，还支持远程访问，使得数据在任何地方都可以进行调取和使用，从而增强了平台的灵活性与可操作性。

3. 智能分析与决策支持

数字化平台的核心功能之一是数据分析与决策支持系统，通过集成大数据和人工智能技术，实现对公路养护的智能化管理。平台通过采用机器学习和深度学习算法，对采集到的大量历史数据和实时监测数据进行深度分析，能够自动识别潜在的养护问题并进行精准预警。这些分析技术能够从多个维度挖掘数据背后的规律，准确预测公路可能出现的各种损坏类型，如路面裂缝、沉降、坑洞等。例如，基于历史数据和实时数据的结合，

平台能够通过模型预测路面损坏的可能性和发生的时间点。这些预测模型通过机器学习不断优化，能够分析不同天气条件、交通流量、路面老化等因素对公路状态的影响，从而给出最有可能发生的养护需求。平台不仅能够自动生成养护计划，还能够根据损坏的类型和优先级，自动安排相应的养护任务，并为养护人员提供详细的工作指导。此外，智能决策系统能够根据数据分析结果，为管理者提供最优的资源配置方案。通过对资源的调度和养护任务的优先级判断，平台能够高效合理地分配养护人员、设备和材料，避免资源浪费，并提升养护工作的整体效率。这种智能化决策不仅减少了人为因素对决策的干扰，降低了误差，还能够提高公路养护工作的精准度，确保公路的安全运营，延长其使用寿命。

二、平台功能模块设计

1. 数据采集与设备管理

数据采集是智慧公路养护数字化管理平台的核心功能之一，也是平台能够实现精准养护管理的基础。该模块的主要任务是通过自动化设备的接入与管理，实时获取道路运行中的各类数据，确保信息的及时性和准确性。为了实现这一目标，平台设计了多种类型的设备接入功能，主要包括传感器、摄像头、无人机等设备，这些设备能够覆盖公路各个维度的监测需求。传感器通过安装在道路的不同位置，实时采集路面状况数据，如温度、湿度、裂缝、沉降、车速等信息。摄像头能够对公路进行视频监控，实时识别交通流量、路面损坏等情况，并通过图像处理技术进行分析，识别潜在的风险点。无人机则用于高空巡视和定期检查，特别是在一些难以接近或受天气影响较大的区域，无人机可以灵活地获取图像和数据，为养护决策提供依据。为了确保这些设备能够高效运作，平台设计了统一的设备接入管理系统，所有设备的数据将通过物联网技术进行连接并实时上传至平台。平台会根据设备类型和任务需求进行分类管理，确保设备运行的稳定性。此外，平台还配备了实时监控功能，可以随时查看设备的工作状态，包括电池电量、通信信号、工作时间等关键参数。当设备出现故障或异常时，平台能够及时发出报警，并通知维护人员进行检查和修复。为了保证数据采集的长期稳定，平台还内置了设备自动校准和维护功能。定期的自动校准可以消除设备由于环境变化或长时间运行导致的误差，确保数据的准确性。此外，系统还会根据设备的使用频率和环境条件，自动生成维护计划，避免设备长时间使用后出现故

障，从而确保数据采集系统的高效和可靠运行。

2. 养护任务与资源调度

养护任务的生成与资源调度是智慧公路养护数字化管理平台的关键功能模块之一，直接关系到公路养护工作的高效性和科学性。该模块通过智能分析系统和大数据处理技术，结合实时监控数据和历史数据，自动生成养护任务，并根据任务的紧急程度和资源的可用性进行合理调度，确保养护工作能够精准、高效地开展。首先，平台通过实时采集到的公路状态数据（如路面损坏情况、交通流量、气象条件等）进行智能分析，识别出需要进行养护的具体区域与项目。例如，当路面出现裂缝或沉降时，平台会自动识别并评估损坏程度，依据预设的养护标准，生成相应的养护任务。每个任务会被赋予优先级，根据公路损坏的严重程度和对交通安全的影响程度进行排序，以便养护人员能够优先处理高风险区域。在资源调度方面，平台根据任务的优先级和当前可用资源（如人力、物力和财力）进行智能分配。平台会评估各类资源的状况，包括养护人员的工作安排、设备的可用性、材料的库存等信息，确保在最短的时间内调配到最适合的资源。例如，当某一区域的损坏程度较为严重时，系统会自动调整计划，调动更多的养护人员和设备，确保任务能够按时完成。此外，平台还具备动态调整功能，当资源或环境发生变化时，系统能够根据实时数据重新优化资源调度方案，避免资源浪费，并最大化提升养护效率。通过这个智能化的任务生成与资源调度系统，平台能够实现公路养护任务的科学管理，不仅提高了工作效率，也优化了资源利用率，避免了人为干预和决策失误，确保了公路养护的精准实施。

3. 实时监控与预警系统

实时监控与预警功能是智慧公路养护数字化管理平台的核心组成部分，旨在确保公路的安全性与畅通性。通过高效的监控系统和精准的预警机制，平台能够及时发现潜在的安全隐患，并迅速采取措施进行修复，避免因突发事件导致的交通事故或更严重的损失。平台的实时监控系统主要依靠传感器、摄像头、雷达等设备来实现对公路全程的监控。传感器能够监测路面温度、湿度、压力等关键数据，及时发现裂缝、沉降等问题，且能根据数据变化趋势预测未来的损坏风险。例如，当路面因气温变化出现扩展裂缝时，平台会自动识别并通过数据分析推算出裂缝的扩展趋势，提前进行预警。摄像头则提供路面影像数据，能够实时监控道路状况，识别交通

流量、车速等变化，并对异常情况进行报警。当出现交通事故或路面损坏严重时，摄像头能迅速捕捉到事发瞬间并提供详细的影像资料，帮助养护人员准确判断事故位置和程度。平台的预警功能则依赖于对实时数据的智能分析。当监测到道路出现异常情况或潜在风险时，平台能够通过设置的算法进行自动评估，并根据预设规则及时发出预警。例如，系统会通过大数据分析判断某一区域的养护需求，自动生成预警报告，并推送至相关养护人员和管理人员的设备。通过这样的智能化预警机制，平台能够确保养护人员在第一时间内知晓问题，迅速采取应急处理措施。

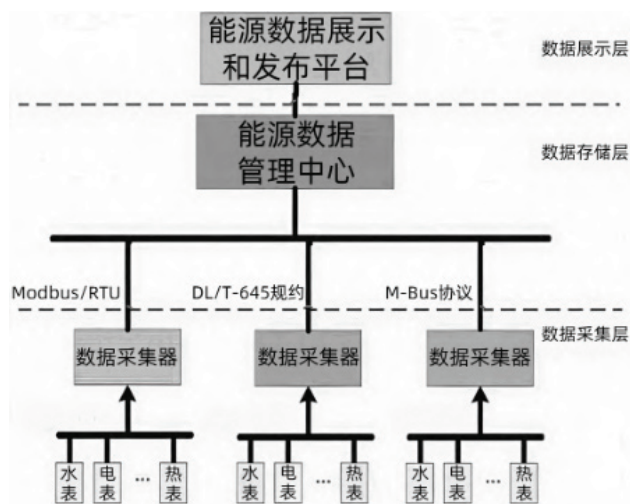


图1 数据展示平台系统分层结构图

4. 数据分析与报告生成

数据分析模块是智慧公路养护数字化管理平台的核心理念之一，负责对平台采集到的海量历史数据和实时数据进行全面处理与分析。通过运用大数据分析技术，平台能够深度挖掘公路养护的潜在问题、发现资源配置中的不足，并为养护管理者提供科学决策支持。数据分析不仅有助于优化养护工作，还能提高资源利用率，降低养护成本，最终提升公路养护的整体效率和效果。首先，平台通过采集到的各类实时数据（如路面状况、气象条件、交通流量等）以及历史数据（如养护记录、设备使用情况等），进行综合分析，识别潜在的风险和问

题。平台通过建立模型，对道路养护效果进行量化评估，并生成养护报告。报告内容包括公路的整体状况、问题点的分布、历史养护效果的反馈等信息，这些都为管理者提供了可靠的决策依据。通过数据分析，平台能够生成图表和可视化报告，帮助管理者直观地了解公路的养护状况。图表展示包括路面裂缝、沉降等常见问题的分布情况、各类养护任务的完成情况、养护成本的支出等内容。这些可视化的数据不仅能够帮助管理者迅速识别养护的薄弱环节，还能够通过趋势图展示养护工作效果的变化，为后续的工作安排提供参考。

三、案例分析

在某地区实施智慧公路养护数字化管理平台的过程中，成功提高了养护效率和减少了不必要的资源浪费。通过该平台的实时监控和智能分析，公路养护部门能够快速识别路面损坏情况，及时进行修复，避免了延误导致的严重后果。此外，平台的智能调度系统帮助养护工作者合理安排工作任务，提高了工作效率。通过大数据分析，公路养护部门还能够预测未来养护的需求，做到提前准备，降低了突发事件对公路通行的影响。

结束语

随着数字化技术的不断发展，智慧公路养护数字化管理平台的设计和应用将成为未来公路养护的重要趋势。通过实时监控、智能分析与决策支持等功能，数字化平台不仅提升了公路养护的效率和精准性，也为交通管理部门提供了科学的决策依据。随着技术的不断进步，未来的智慧公路养护系统将更加智能化、系统化，为实现高效、安全、绿色的交通管理目标贡献力量。

参考文献

[1] 李燕华. 基于智慧服务模式下的公路养护施工档案信息管理探析[J]. 兰台内外, 2022(29): 16-18.
 [2] 徐青杰, 高申通, 秦耀艺. 项目级高速公路智慧养护管理系统设计与实现[J]. 科技创新与应用, 2023(27): 108-111+115.