

基于物联网技术的市政道路设施智能化管理

于卫东

新疆兵团勘测设计院集团股份有限公司建筑市政工程院 新疆 乌鲁木齐 830000

摘要：随着城市化进程的加速，市政道路基础设施规模不断扩大，传统管理方式难以满足高效运行和可持续发展的需求。物联网技术凭借其广泛连接性、实时感知性和智能处理性，为市政道路基础设施智能化管理提供了新路径。本文深入探讨物联网技术在市政道路基础设施智能化管理中的应用，分析其技术架构、关键技术、应用场景及实际成效，并针对实施过程中面临的挑战提出应对策略，旨在为推动市政道路基础设施智能化管理提供理论支持和实践参考。

关键词：物联网技术；市政道路基础设施；智能化管理；应用场景；挑战与策略

1 引言

城市化进程的加速使城市规模不断扩大，市政道路基础设施作为城市运行的重要支撑，其数量和复杂性日益增加。传统的管理方式主要依赖人工巡查和定期维护，存在信息获取不及时、管理效率低下、资源分配不合理等问题，难以满足现代城市高效运行和可持续发展的需求。例如，传统路灯管理采用固定时间开关模式，无法根据实际光照和车流量进行动态调节，造成大量能源浪费；下水道系统缺乏实时监测，暴雨时易引发内涝，给市民生活带来极大不便。

物联网技术的出现为解决这些问题提供了新的思路和方法。物联网通过将各种信息传感设备与互联网相结合，实现对物体信息的实时采集、传输、处理和智能应用，使物体能够“说话”，实现物物相联。在市政道路基础设施管理中，物联网技术可以实现对道路、桥梁、路灯、下水道等设施的实时监测和智能化管理，提高管理效率、降低运营成本、保障设施安全，为城市的可持续发展提供有力支持。

2 物联网技术概述

2.1 物联网技术的定义与特点

物联网（Internet of Things, IoT）是通过信息传感设备，按照约定的协议，将任何物体与网络相连接，通过信息传播媒介进行信息交换和通信，以实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络技术。其核心特点包括广泛连接性、实时感知性、智能处理性和协同性。广泛连接性使物联网能够连接各种类型的设备，涵盖家庭、企业、城市等各个层面的物体；实时感知性使系统能够实时采集物体状态信息，为用户提供及时的数据支持；智能处理性可对收集到的数据进行处理和分析，实现智能化决策；协同性则实现不同设备之间的协

同工作，提高整体系统的效率和性能。

2.2 物联网技术的体系架构

物联网技术体系架构通常包括感知层、网络层、平台层和应用层。感知层是物联网的基础，由各种传感器、射频识别（RFID）标签、摄像头等设备组成，负责采集物体的信息；网络层通过有线或无线通信技术，如5G、Wi-Fi、蓝牙等，将感知层采集的数据传输到平台层；平台层是物联网的核心，对传输过来的数据进行存储、处理和分析，为应用层提供数据支持和决策依据；应用层则是将物联网技术应用到各个领域，实现具体的应用功能，如智能交通、智能家居、智能医疗等。

3 基于物联网技术的市政道路基础设施智能化管理技术架构

3.1 感知层设计

在市政道路基础设施智能化管理中，感知层是关键环节，负责实时采集设施的运行数据。根据不同设施的特点和监测需求，部署相应的传感器。例如，在路灯上安装光照传感器和车流量传感器，实时感知周围环境的光照强度和车流量情况；在下水道关键位置安装水位传感器和流量传感器，监测水位和流量变化；在桥梁上安装应变传感器和位移传感器，监测桥梁的结构健康状况。这些传感器将采集到的数据转换为电信号或数字信号，为后续的数据传输和处理提供基础。

3.2 网络层设计

网络层的主要任务是将感知层采集的数据可靠、高效地传输到平台层。考虑到市政道路基础设施分布广泛、环境复杂的特点，采用多种通信技术相结合的方式^[1]。对于近距离的数据传输，如路灯之间的通信，可采用Wi-Fi或蓝牙技术；对于远距离的数据传输，如将下水道传感器的数据传输到控制中心，可采用5G或有线光纤通信技

术。同时,为了确保数据传输的稳定性,采用冗余设计和数据加密技术,防止数据丢失和被篡改。

3.3 平台层设计

平台层是市政道路基础设施智能化管理的核心,负责对采集到的数据进行存储、处理和分析。采用云计算技术构建数据中心,提供强大的计算能力和存储空间,满足大规模数据的处理需求。运用大数据分析算法对数据进行挖掘和分析,提取有价值的信息,如交通流量规律、设施故障预警等。同时,建立数据模型,对设施的运行状态进行模拟和预测,为管理决策提供科学依据。例如,通过对历史交通流量数据的分析,预测未来某一时段的交通拥堵情况,提前调整交通信号灯配时,优化交通流。

3.4 应用层设计

应用层是将物联网技术应用到市政道路基础设施管理的具体实践中,实现各种管理功能。主要包括智能路灯控制、下水道智能监测、桥梁健康监测、交通信号智能控制等应用模块。通过开发相应的管理软件和用户界面,使管理人员能够方便地查看设施的运行状态、接收预警信息、进行远程控制和决策。例如,管理人员可以通过手机APP实时查看路灯的开关状态和亮度,根据需要远程调节路灯亮度;当下水道水位超过警戒值时,系统自动发出警报,并通知相关人员采取措施。

4 物联网技术在市政道路基础设施智能化管理中的关键技术

4.1 多源数据融合技术

市政道路基础设施涉及多种类型的设施,每种设施采集的数据格式和类型各不相同。多源数据融合技术能够将来自不同传感器、不同数据源的数据进行整合和分析,提高数据的准确性和可靠性。例如,在城市交叉路口,融合路侧摄像头、车载传感器和气象传感器的数据,可以更全面地了解交通状况和环境信息,为交通信号控制和交通安全预警提供更准确的依据。通过数据融合算法,对不同数据源的数据进行校准、关联和融合,消除数据之间的矛盾和冗余,提取有价值的信息。

4.2 云计算与边缘计算技术

云计算具有强大的数据处理能力和弹性扩展特性,能够处理大规模的深度学习模型训练和数据分析任务,为智能决策提供科学依据。然而,在面对紧急情况或需即时响应的场景时,云计算的延时特性可能成为瓶颈。边缘计算将计算能力推向网络的边缘,即数据产生的源头附近,能够在现场快速处理数据,实现低延迟响应。在市政道路基础设施智能化管理中,采用云计算与边缘

计算相结合的方式,形成既能进行深度分析又能快速反应的混合架构^[2]。例如,在监测到突发交通事件时,边缘设备可以立即分析数据,自动触发相应的应急措施,如调整信号灯配时、发布交通预警信息等,无需等待云端指令,大大提高了系统的响应速度和效率。

4.3 人工智能与机器学习技术

人工智能和机器学习技术为市政道路基础设施智能化管理注入了智慧灵魂。通过对历史数据的深入学习,机器学习模型能够识别出可能导致设施故障或事故的模式,如频繁的急刹车、不规则的车流分布等,从而预测未来的交通状况和设施运行状态。例如,利用机器学习算法对桥梁的应变数据进行分析,可以提前预测桥梁的结构损伤,及时安排维修和加固,避免桥梁坍塌等严重事故的发生。同时,人工智能技术还可以实现对交通信号的智能调控,根据实时交通流量和路况,动态调整信号灯的配时方案,提高道路通行效率。

4.4 无线通信技术

无线通信技术是市政道路基础设施智能化管理的命脉,确保了系统内各组成部分之间的高效沟通。5G、Wi-Fi、蓝牙以及各种专有无线协议构成了一个强大的通信网络,不仅支持传感器、边缘设备和云端之间的数据交换,还实现了车辆与基础设施(V2I)、车辆与车辆(V2V)以及车辆与行人(V2P)之间的实时通信^[3]。例如,当一辆车检测到前方有障碍物时,它可以通过V2V通信立即通知周边的车辆,同时将信息上传至云端,由云端广播给更广泛的范围,从而避免连环事故的发生。无线通信技术的不断发展和完善,为市政道路基础设施智能化管理提供了更稳定、高效的数据传输保障。

5 物联网技术在市政道路基础设施智能化管理中的应用场景

5.1 智能路灯管理

传统路灯采用固定时间开关模式,无法根据实际光照和车流量进行动态调节,造成大量能源浪费。通过在路灯上安装光照传感器和车流量传感器,利用物联网技术实现智能控制。当周围环境光照较强或车流量较少时,路灯自动调暗亮度;当光照较弱或车流量较大时,路灯自动调亮。

5.2 下水道智能监测

下水道系统是城市基础设施的重要组成部分,其运行状况直接关系到城市的排水能力和防洪安全。传统下水道管理主要依靠人工巡查,难以实时掌握下水道的水位和流量变化,暴雨时易引发内涝。通过在下水道关键位置安装水位传感器和流量传感器,利用物联网技术实

现实时监测。一旦水位过高或流量异常,系统马上发出警报,市政部门就能及时采取措施,如打开排水闸或者启动排水泵。

5.3 交通信号智能控制

传统交通信号灯时长固定,遇到高峰期或者特殊路况,就容易堵车。物联网技术通过监测各个路口的车流量、车速等数据,动态调整信号灯时长。例如,在一条主干道早高峰时,某个方向车流量大增,信号灯会自动延长这个方向的绿灯时间,让车辆快速通过。通过实际案例分析,采用物联网技术进行交通信号智能控制后,城市道路的通行效率显著提高,交通拥堵时间明显减少。

5.4 桥梁健康监测

桥梁作为城市交通的重要枢纽,其结构安全至关重要。传统桥梁监测主要依靠定期的人工检查,难以实时掌握桥梁的结构健康状况。通过在桥梁上安装应变传感器、位移传感器、加速度传感器等,利用物联网技术实现对桥梁的实时监测^[4]。传感器实时采集桥梁的结构数据,并将其传输到监控中心,通过数据分析和模型预测,及时发现桥梁的潜在安全隐患,如裂缝扩展、结构变形等。

6 基于物联网技术的市政道路基础设施智能化管理面临的挑战与应对策略

6.1 挑战分析

市政道路基础设施智能化管理面临诸多挑战:部分传感器长期受环境因素影响,如温度、湿度等,数据采集存在误差,影响分析结果,如水位传感器读数不准影响下水道水位监测预警;物联网技术涉及大量数据采集传输,包含个人信息和基础设施运行数据,数据泄露或遭恶意攻击会带来安全隐患、影响城市正常运行,如黑客攻击交通信号控制系统致交通混乱;市政道路智能化管理涉及多个系统和设备,数据格式不统一、通信协议不兼容等导致系统集成和协同困难,无法实现信息共享互联互通;物联网技术在该领域应用尚处发展阶段,相关技术和标准不完善,且缺乏复合型人才,制约了其推广应用。

6.2 应对策略

6.2.1 提高传感器精度和可靠性

加强对传感器的研发和生产管理,采用先进的材料和工艺,提高传感器的抗干扰能力和稳定性。定期对传感器进行校准和维护,及时更换老化或损坏的传感器,确保采集的数据准确可靠。例如,研发具有自适应校准功能的传感器,能够根据环境变化自动调整参数,提高

数据采集的精度。

6.2.2 加强数据安全和隐私保护

建立完善的数据安全管理体系,采用数据加密、身份认证、访问控制等技术手段,保障数据在采集、传输和存储过程中的安全性。加强对数据安全和隐私保护的法律法规建设,明确数据使用和管理的责任和义务,加大对数据泄露和恶意攻击行为的处罚力度。例如,采用国密算法对交通参与要素的身份进行可信鉴别,对感知数据进行加密和完整性保护,确保数据的安全性和隐私性。

6.2.3 完善系统集成和协同能力

制定统一的数据格式和通信协议标准,促进不同系统和设备之间的互联互通和信息共享。建立综合管理平台,将各个子系统进行集成,实现数据的集中管理和协同工作。例如,开发基于云计算和大数据技术的综合管理平台,整合路灯管理、下水道监测、交通信号控制等系统,实现一站式管理和决策。

6.2.4 加强技术研发和人才培养

加大对物联网技术在市政道路基础设施智能化管理领域的研发投入,鼓励科研机构和企业开展相关技术创新。加强与高校和职业院校的合作,开设相关专业和课程,培养既懂物联网技术又懂市政道路基础设施管理的复合型人才。例如,设立物联网技术与应用专业,开展实践教学和项目实训,提高学生的实际操作能力和创新能力。

结语

物联网技术为市政道路基础设施智能化管理带来机遇与挑战。构建相关技术架构,应用多源数据融合等关键技术,实现智能路灯管理等多场景智能化管理,成效显著,提高了效率、降低成本、保障安全。但实施中面临传感器精度、数据安全、系统协同、技术人才短缺等问题。采取提升传感器性能、强化数据保护等策略,可推动其广泛应用。未来,随技术进步,市政管理将更智能高效绿色,为市民营造优质生活环境。

参考文献

- [1]袁静,申湘,陈昆,等.基于物联网技术的市政设施监测系统[J].电脑知识与技术,2025,21(13):90-92.
- [2]高鹏举.基于物联网的市政道路智能养护管理系统设计[J].运输经理世界,2025,(14):127-129.
- [3]林伟闽.市政基础设施物联网信息化标准体系构建[J].大众标准化,2021,(01):11-14.
- [4]林伟闽,市政基础设施物联网信息化标准体系及关键标准研究.福建省,福建省标准化研究院,2020-12-01.