

基于物联网的城市路灯监控系统架构及相关技术的研究

覃子钊¹ 曾雄智²

广西玉林市城市景观亮化中心

摘要：随着我国城市化进程的不断加快，城市能源消耗与环境污染问题日益突出，作为城市夜间照明的重要组成部分，路灯不仅关系到城市居民的生活品质，而且与城市用能效率及环境保护密切相关。为提高城市路灯的管理效率。节省能源。减少对环境的污染，提出了一种基于物联网的城市路灯监控系统。

关键词：物联网；城市路灯监控系统架构；相关技术研究

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.15.009

物联网技术已广泛应用于各行各业，是当前信息技术研究的热点之一，城市路灯监控系统是物联网技术在城市管理中的典型应用，具有很强的理论意义与应用价值。将各路路灯节点接入互联网，对路灯进行实时监测、智能控制及数据分析，可有效提升路灯管理的精细化水平，为城市节能减排、智慧城市建设提供强有力的支撑。

一、城市路灯监控系统的重要性

（一）增强城市安全性

城市中的路灯监控系统能够提供重要的证据，通过实时的监视与录像，协助警察追查罪犯，将罪犯绳之以法，一旦出现犯罪行为，监控系统就能第一时间拍下相关图片并将其保存，这样既能加快破案速度，又能提高破案成功率，同时实时监控也能使警方对突发事件做出快速反应，保障人民生命财产安全^[1]。城市路灯监测系统也能防止犯罪，罪犯为了减少被发现的危险，一般都会选择在暗处作案。而有了监控系统，大街上到处都是灯光，监控摄像头，就能起到震慑作用，降低犯罪率，这样既能使市民在夜间生活更安心，又能为城市发展创造良好的环境。通过对监测数据的分析，可找出犯罪高发区域及时段，从而采取有针对性的措施，增强城市治安水平。

（二）促进城市管理现代化

城市路灯监控系统的智能化管理，有助于城市管理人员对路灯运行状态进行实时监控，如亮灭、亮度调整等，以便及时发现和解决路灯故障，保障城市居民的安全出行。通过分析路灯的使用状况，为管理者提供最佳的照明布局及照明强度设置方案，提高能源利用率，减少能耗，达到节能减排的目的。将人脸识别技术与车牌识别技术相结合，能够实现城市公共空间的智能化监控与管理，不仅有助于提升城市安全水平，同时也可可为城市管理部门了解居民行为习惯与需求，为城市规划与建设提供科学依据。通过对路灯周围交通流及交通状态的

监测，市政管理人员可根据实际情况及时调整信号灯配置，达到优化道路通行效率、缓解交通拥堵的目的，监测系统还能辅助管理者进行交通信息实时发布、智能导航等智能化管理措施，提高城市交通运行效率与服务水平。

（三）提高城市形象

每当夜幕降临，灯火通明的城市街道，不仅能给人们带来安全感，还能展现出现代都市的特征，高效率、智能化的路灯系统，不仅可以提升整个城市的亮度，而且可以根据不同的时间、天气情况进行自动调整亮度，既节省了能源，又提高了城市的吸引力。一个智能化、高效率的路灯系统，不仅可以减少人力、物力的浪费，而且可以提高城市的整体管理水平，这样一来，不仅可以吸引大量的人才来这里工作、生活，还可以吸引更多的投资商来这里投资建设。

二、传统城市路灯监控系统面临的挑战

（一）能耗和资源浪费问题

传统的城市路灯监测系统多以高压钠灯、金卤灯为光源，存在能效低、能耗高、辐射范围窄等问题，因此，在城市道路照明系统中，需要长期连续运转，消耗大量电能，能源消耗巨大，不仅使城市用电量增加，而且给环境带来不可忽略的影响。传统的城市路灯监控系统存在照明范围不均匀的缺点，即使在繁华的商业区或者交通干道上，某些角落也存在光照不足的现象，这不仅影响到城市居民的安全与出行体验，而且造成资源浪费^[2]。由于在光照不足的地区，人们通常会添加路灯、手机照明等附加照明设施来弥补照明不足，这无疑增加了城市的能源消耗，却不能从根本上解决问题。传统的城市路灯监控系统管理、维护难度大，造成资源浪费，由于监测系统老化、设备故障频发，维护、更换费用高昂，加之管理不善，往往要耗费大量的人力、物力，这不仅增加了城市运营成本，而且还浪费了维护人员的时间、精力，影响了城市道路的正常运营。

（二）功能单一智能化水平不足

传统的路灯监控系统大多功能单一，仅能提供简单的照明、遥控等功能，不具备智能化和多功能，因此监控系统的应用范围受到限制，已不能满足日益增长的城市管理需求。传统监测系统软硬件技术相对落后，不能有效地与现代科技成果相融合，不能进行智能化的数据分析与处理，更不能满足大数据时代的需要。

单一的监控系统不能很好地满足城市安全、交通、环境保护等方面的需求，影响着城市管理的整体效率与质量。智能水平不高不能对数据进行有效的管理与分

析,不能提供及时准确的决策支持,影响城市管理的科学性与前瞻性。另外监控技术落后、维护费用高,造成了城市管理资源的严重浪费,很难达到最大的经济效益与社会效益。

(三) 兼容性和互联互通问题

随着市场竞争的加剧,各厂商不断地对自己的设备进行性能和性能的提升,这就造成了设备间的兼容性问题,针对目前路灯监控系统中存在的通讯协议、数据格式不统一等问题,导致设备间不能进行正常的通信与协作,这不仅影响到设备间的互联互通,而且给日常管理、维修带来不便,同时也给城市管理人员带来了很大的负担^[3]。在传统模式下,各部门对各自的路灯监控系统分别进行管理,存在严重的信息孤岛现象,难以实现跨部门协同工作,所以即使各系统之间存在一定的技术兼容性,也不可能实现真正意义上的互联互通,因为没有统一的数据标准,没有一个共享的平台,这不仅影响到城市管理工作的整体效率与水平,而且制约着城市智能化管理的进一步发展。

(四) 环境适应能力不足

传统的城市路灯监控系统一般都是固定的,不能适应环境的变化,因此不同气象条件(如雨、雪、强风)条件下,监控系统常常不能正常工作,影响路灯的正常使用与监测效果。传统的智能自适应能力较差,不能灵活地应对环境的变化,从而影响了系统对突发事件的响应速度与效率。传统的城市路灯监控系统在硬件设施、传感技术等方面相对落后,不能满足快速响应环境变化的需要,受技术条件所限,传统传感器的灵敏度和准确度都受到限制,难以准确捕捉环境变化的微小变化,影响监测效果与精度。此外由于硬件设备老化、损伤等原因,传统系统的稳定性与可靠性难以保证,极易发生故障、停机等现象,进一步降低了系统对环境的适应性。传统的城市路灯监控系统在数据处理与分析上还存在一些不足,传统的监测系统在处理数据时所采用的算法与模型较为单一,未能对数据中所蕴含的信息与规律进行充分的挖掘与利用,导致监测系统智能化程度不高,传统的路灯监测系统难以应对复杂的环境条件与监测需求,难以提供准确、及时的监测数据与预警信息,影响路灯的管理与维护效果。

三、基于物联网的城市路灯监控系统架构相关技术研究与应用

(一) 传感器技术

在路灯监控系统中,光传感器是必不可少的传感器,可根据所处环境光强变化情况,对路灯亮度进行智能调整,当夜晚或天黑时,能自动将路灯亮度调高,以保证道路的照明与安全;在白天或较亮的情况下,系统会自动降低路灯的亮度,达到节能减排的效果,这种自适应调整的功能,既可以提高路灯的利用率,又可以减少能源的浪费,达到城市照明的智能化和绿色化^[4]。也

可以利用温度传感器对城市路灯进行监测,可以大大方便城市路灯的使用,温度传感器通过对周围环境温度的监测,实时掌握路灯周边空气温度的变化,从而对路灯的运行状态进行调整。例如,在寒冷的冬天,该系统能够根据温度传感器提供的数据,自动调整路灯的亮度及工作方式,从而保证了路灯在低温环境下仍能正常工作,同时利用温度传感器对路灯设备的运行状况进行监测,及时发现故障,及时维修,提高路灯系统运行的可靠性与稳定性。将移动传感器应用到城市路灯监控系统中,也是非常有意义的,该系统能够实时感知行人、车辆等移动对象的运动状态,并根据实际需求调整路灯的亮度及照明范围。例如,当道路上有行人、车辆经过时,该系统会自动调节路灯的亮度,为行人及车辆提供更加明亮的照明环境。在无人经过的情况下,系统会自动降低路灯的亮度,达到节能省电的效果。在此基础上,提出了一种基于移动传感器的城市路灯监控系统,实现了对路灯照明的智能化管理,提高了城市照明质量与安全水平。

(二) 通信技术

将无线wifi技术应用于路灯监控系统,不仅可以实现高速数据传输,而且可以支持多台设备的联网,利用无线网络技术,实现了对路灯监测数据的实时传输、接收和与中央控制平台的交互,无线保真技术以其稳定、可靠的特点,非常适合于城市路灯监控系统,保证了系统的高效率、高可靠的数据传输。蓝牙技术也是城市路灯监控系统的重要组成部分,蓝牙技术有低功耗、短距离通讯、适用范围广等优点,适用于路灯间数据传输及设备接入。利用蓝牙技术,可实现路灯监控系统中各设备间的互联互通,提高了整个系统的运行效率与灵活性,同时蓝牙技术还能提供定位功能,使监控系统能够更加准确地掌握路灯的状态及位置。

窄带物联网作为一种低功耗的广域通信技术,也可以在城市的路灯监控系统中应用,窄带物联网(NB-IoT)以其覆盖范围大、连接稳定、低能耗等优点,适用于城市环境下大规模设备互联与数据传输。基于NB-IoT技术,路灯监控系统可实现远距离通信与远程监测,满足城市大规模监测需求,提升城市管理效能与智能化水平。

(三) 云计算技术

云计算为路灯监控系统提供了强大的数据存储与处理能力,传统的数据存储模式由于硬件条件的限制而导致系统性能下降,而云存储技术则能够在云服务器上存储大量的数据,既解决了存储能力不足的问题,又能对数据进行备份与容灾,保证数据的安全可靠,同时云计算平台具有可调整性,可根据实际需求动态调整存储能力,为系统提供更加灵活的支持^[5]。云计算技术具有较强的数据处理能力,为了更好地监控路灯状态及环境状况,监测、管理路灯的状况,需要实时分析与处理数

据,云计算平台提供了丰富的数据处理工具与算法库,使系统能够对数据进行快速处理、特征提取以及可视化展示,利用云计算技术,实现路灯监测数据的智能化处理,提高数据利用率,提高系统运行效率。云计算的路灯监控系统能够实现对路灯的实时监测与远程管理,通过云存储与运算,监控系统能够实时监控路灯的状态,并对其进行远程管理,监控人员可在任何时间、任何地点通过云平台查看每一盏路灯的运行状况、能耗状况及故障信息,实现对路灯的远程控制与调度。这不仅可以提高监测系统的响应速度和实时性,而且还可以减少人力成本,提高工作效率,为城市管理运营提供更方便、更有效的手段。

(四) 人工智能技术

将机器学习算法应用到路灯监测系统中,通过对历史数据与实时数据的分析,实现对路灯故障模式与规律的自动学习与识别,通过对路灯故障类型的识别,实现了路灯故障时间的准确预测,并给出了故障产生的原因,实现了路灯故障前的预警,提高了维护效率,避免了路灯故障所带来的安全隐患与能源浪费。引入深度学习算法,使系统更加智能化,基于深度学习的路灯故障诊断方法通过构建多层神经网络,实现对路灯故障模式与特征的准确识别,在大量数据训练的基础上,系统能够持续优化自身的学习能力,提高路灯故障检测与预警的准确性与可靠性,不仅可以提升路灯管理系统的自动化水平,而且可以为相关部门制定路灯维修管理策略提供数据支撑。另外将人工智能技术应用到路灯监控系统中,使其智能化程度大大提高,通过对路灯周边环境的感知与分析,实现对不同时段、不同天气、不同交通条件下的路灯亮度及开关时间的智能调整,达到节能降耗的目的,也可通过对路灯进行智能化布置,改善城市灯光效果,使市民及行人夜间出行更安全、更舒适。

(五) 可视化技术

可视化技术能够对路灯周边环境进行实时监控,通过安装在路灯上的摄像头,可以对路灯周边环境进行实时监控,包括车辆的行驶状态、人流密度、路况等,为相关部门提供重要的数据支撑^[6]。例如,在交通高峰时段,利用摄像头对车流量较大的路段进行监控,交通管理部门可以及时调整红绿灯时间,缓解交通拥堵,同时对路灯的运行状况进行监控,及时发现故障,及时维修,保证城市夜间交通安全。可视化技术还具有视频监控功能,可有效提高监控系统的安全性能,并可对突发事件的发生提供重要证据与参考依据,协助警方追查犯罪嫌疑人、化解纠纷,在城市治安管理中,视频监控系统已成为一种重要手段。可视化技术应用于城市管理部门,为城市管理部门提供数据支撑与决策依据,通过对摄像头采集到的数据进行分析,可生成各类报表、统计图表,为管理者提供城市人员密度、犯罪率等相关信

息,以便更科学、更有效地进行管理,还能与其他城市管理系统实现数据共享与集成,使城市管理工作更加智能化。

(六) 远程控制技术

手机应用程序作为一种便携式遥控工具,操作简单,实时性好,城市管理人员可通过手机APP随时随地监控路灯。通过手机应用程序,管理者可以实时监控全市路灯的运行状况,并查看每一盏路灯的亮度和运行情况,还可以根据需要对路灯的亮度进行遥控调节,对特定的路灯进行开关,从而达到节能减排的目的。手机应用程序的便捷性,为城市管理人员提供了更灵活的路灯管理方式,提高了城市能源的利用率。Web端界面作为一种功能更强的远程监控工具也可以在城市路灯监控系统中广泛应用,通过网路端界面,管理者可透过电脑或平板电脑,对路灯进行更详尽、全面的监控与管理。网页端的界面一般会提供更多的功能选项,例如路灯的定时开关、故障报警、统计分析等。这样管理者就能对路灯系统的运行状况有更全面的了解,从而实现更精细的管理,同时该系统还支持多个用户同时登陆,使城市管理团队能够更好地协同工作,提高工作效率。

结束语

城市路灯监控系统是物联网技术应用于城市管理的一种成功应用,它可以实现对路灯状态的实时监控、节能调控以及远程管理,提升城市用能效率与管理水平。随着我国城镇化进程的不断加快,人们对智能化的要求越来越高,以物联网为基础的城市路灯监控系统必将得到越来越广泛的应用与发展。但同时,我们也要认识到,在促进技术进步的同时,也要注意数据安全与隐私保护,以保证系统的稳定性与可靠性。只有把技术与管理有机结合起来,才能使城市路灯监控系统发挥其应有的功能,为促进城市可持续发展,提高人民生活水平作出更大的贡献。

参考文献

- [1] 齐志峰.城市照明中无线通信技术与计算机无线监控系统研究[J].光源与照明,2023,(11):25-27.
- [2] 张卫东.智慧城市建设背景下路灯灯杆智能化监控系统的设计与实现[J].黑龙江科学,2023,14(14):122-125.
- [3] 方杰,许令顺,范伟,朱闯.智慧路灯管控平台设计与应用[J].光源与照明,2021,(S1):24-26.
- [4] 邵海龙,严春晖,顾嘉辉.新能源互补城市路灯照明监控系统的网关研究与设计[J].长江信息通信,2021,34(04):118-120+124.
- [5] 张培高.基于物联网技术的城市路灯照明监控系统[J].湖北农机化,2020,(16):127-128.
- [6] 高益锋.基于4G/5G移动网络的智能照明节能控制系统[J].电子世界,2020,(15):36-37.