

基于物联网的环境执法远程监控系统设计与实施

范文军

山西省运城市生态环境局临猗分局 山西 临猗 044100

摘要：本文立足执法视角，深度剖析基于物联网的环境执法远程监控系统的设计理念与实施路径。详尽阐述该系统如何凭借物联网技术，在提升环境执法效率、拓展监管覆盖范围、增强证据采集的精准性与可靠性等方面发挥关键作用。通过全面解析系统架构、深入探究功能模块以及梳理实施过程中的关键要点，全方位展示物联网技术在环境执法领域的巨大应用潜力，为推动环境执法向现代化迈进提供具有参考价值的思路与方法。

关键词：物联网；环境执法；远程监控系统；执法效率

1 引言

物联网技术作为信息技术领域的重要创新成果，其通过将各类设备、物品与互联网连接，实现信息的实时采集、传输与共享。这一特性为解决传统环境执法难题提供了全新且有效的途径。基于物联网构建的环境执法远程监控系统，打破了时间和空间的限制，能够对环境信息进行实时、高精度的采集，并迅速传输至执法终端，使执法人员即便身处办公室，也能如同亲临现场一般，精准掌握污染源的实时动态，极大地提升了环境执法的整体效能，为守护生态环境安全注入了强大动力。

2 基于物联网的环境执法远程监控系统设计

2.1 系统架构

(1) 感知层

感知层借助水质、大气污染物、噪声等各类传感器，对水、气、声等环境要素及污染源核心参数实时采集。传感器被科学部署于重点污染源企业排污口、河流关键断面、城乡空气质量监测点等关键位置^[1]。像化工园区企业排污管道末端安装水质传感器，可监测废水指标；城市交通枢纽与工业聚集区周边设置大气污染物传感器，能掌握不同区域空气质量，全方位获取环境数据，为系统运行提供基础支撑。

(2) 传输层

传输层负责将感知层采集的数据传输至平台层，有多种传输方式供灵活选用。无线通信中，4G/5G网络高速度、大带宽，能快速传输大量监测数据，适用于偏远山区或移动污染源监测，安装便捷且可随时移动，极大提升监测灵活性；NB-IoT技术则以低功耗、广覆盖，在对速率要求不高但需长期稳定运行的场景，如农村分散式污水处理设施监测中发挥作用。有线通信里，光纤因高稳定性与超高速率，成为对数据传输质量要求高的固定监测点首选，像城市核心区的大型空气质量监测站，可

保障数据稳定快速传输。

(3) 台层

平台层由数据处理中心和应用服务平台构成。数据处理中心运用先进算法与大数据技术，清洗传输层海量环境数据，去除噪点和错误，保障数据准确可靠，存储后便于随时调用。同时，借助数据挖掘，精准洞察环境数据变化趋势，捕捉异常，如污染物浓度飙升，分析污染源关联。应用服务平台为执法人员提供功能丰富、操作便捷的界面，涵盖实时监控、预警报警、报表生成等模块，助力执法人员快速获取信息，科学决策。

(4) 应用层

应用层面向环境执法人员，是系统功能落地的关键。其提供诸多贴合执法需求的功能：远程执法检查功能，支持执法人员远程查看企业污染治理设施运行及污染物排放，实现“非接触式”执法，大幅提升效率；违法行为取证功能，在监测到违法瞬间，自动启动设备抓拍、录像，存储带时间戳与地理位置的证据，为处罚提供有力支撑；执法流程管理功能，对案件从发现到执行全流程数字化管理，执法人员能便捷填文书、上传材料，系统自动跟踪进度、智能提醒期限，保障执法规范高效。

2.2 功能模块

(1) 实时监控功能

执法人员借助系统实时监控功能，如同拥有“千里眼”，可即时查看各监测点环境数据。系统以动态图表（如折线图、柱状图）和地图标注等可视化方式呈现数据，能直观展现河流水质、大气污染物浓度及企业排放量等情况。例如在地图上，企业废气排放浓度用不同颜色标注，超标时以红色闪烁。执法人员轻点鼠标，就能获取超标企业详细排放信息，快速定位异常，为后续执法行动提供明确指引。

(2) 预警报警功能

系统依据国家环境标准和当地实际情况,为各类环境指标设定合理阈值。一旦监测数据超标,预警报警机制即刻触发。通过短信、APP弹窗等方式,向执法人员发送详细警报信息,包含超标点位、污染物种类及超标倍数等。如某河流断面化学需氧量超标2倍,执法人员会迅速收到相关通知。凭借这些精准预警,执法人员能第一时间反应,调配力量制止违法行为,降低环境危害。

(3) 违法行为取证功能

为保障执法公正权威,系统设有先进的违法行为取证功能。监测到疑似违法行为时,如企业偷排污水等,自动启动高清抓拍和录像设备,从多角度全方位记录现场。系统自动为照片和视频添加精确时间戳和地理位置信息,保证证据真实不可篡改。这些证据实时存储在安全数据库,执法人员可随时调取,为处罚违法企业或个人提供有力依据,避免执法困境。

(4) 执法流程管理功能

系统对环境违法案件从发现到执行全流程进行规范化、数字化管理。执法人员发现问题后可在系统发起立案申请,填写详细信息;调查取证时可上传各类材料。系统按预设流程自动跟踪各环节进展,如立案审核、调查完成情况等。同时具备智能提醒功能,期限临近时通过短信、弹窗提醒执法人员,确保执法按法定程序和时间节点高效推进,提升执法规范性和效率。

3 基于物联网的环境执法远程监控系统实施

3.1 前期准备

(1) 制定详细的实施方案

在系统建设的筹备阶段,结合当地环境执法的实际需求和当前环境状况的特点,制定一份详尽且具有高度可操作性的实施方案至关重要。实施方案首先要明确系统建设的总体目标,例如提高环境执法效率30%、将监管覆盖率提升至95%以上等具体且可量化的目标^[2];详细规划系统建设的各项任务,包括硬件设备的采购与安装、软件系统的研发与调试、人员培训计划等;合理安排项目进度,以时间轴的形式明确各个阶段的关键里程碑和交付成果,如在第1-2个月完成需求调研,第3-5个月完成硬件设备采购等;精准预估项目所需的资金预算,涵盖设备采购费用、软件开发费用、人员培训费用以及后期运维费用等各个方面;同时,清晰界定环保、财政、工信等各相关部门在系统建设过程中的职责分工,确保各部门协同合作,形成工作合力,共同推进系统建设顺利进行。

(2) 数据整合与共享

为充分发挥系统的效能,与环保、水利、气象等多

个相关部门进行深入的沟通协调,实现各部门环境数据资源的整合与共享势在必行。环保部门拥有丰富的污染源监测数据,水利部门掌握着大量的水文水资源数据,气象部门则积累了长期的气象观测数据,这些数据对于全面评估环境状况、准确分析环境问题具有重要价值。通过建立统一的数据标准和接口规范,将各部门的数据接入到环境执法远程监控系统中,实现数据的互联互通。同时,对当地现有的各类监测设备进行全面、细致的评估,判断哪些设备的技术参数和性能能够满足新系统的要求,可以直接接入新的远程监控系统继续发挥作用,哪些设备已经老化或技术落后,需要进行更新换代或补充新的设备,以确保系统能够获取全面、准确的环境数据。

(3) 人员培训

为确保环境执法人员能够熟练运用新系统开展工作,对执法人员进行系统操作培训是必不可少的环节。培训内容涵盖系统的各个方面,包括系统的安装流程,确保执法人员在设备更新或出现故障时能够独立完成安装操作;系统的登录方式及用户权限管理,使执法人员明确自己的操作权限范围;详细的数据查看与分析方法,教会执法人员如何从海量的数据中提取有价值的信息,如通过对比不同时间段的数据判断环境质量的变化趋势;执法流程操作培训则重点讲解如何在系统内完成从案件发现到处理结束的整个执法流程,包括文书填写规范、材料上传要求等。培训方式采用理论讲解与实际操作相结合,通过现场演示、模拟案例操作等方式,让执法人员在实践中加深对系统功能的理解和掌握,确保培训效果,使执法人员能够迅速适应新的执法工作模式。

3.2 系统建设与部署

(1) 设备采购与安装

依系统方案,按技术参数与质量标准,采购传感器、传输设备、数据处理服务器等硬件。采购中,全面评估供应商资质、产品质量及售后服务,保障设备性能优良、质量可靠。安装时,组织专业技术团队,严格遵循规范流程。运用专业知识与地理信息系统技术,为传感器科学选址,如安装水质传感器考虑水流、周边污染等因素,安装大气污染物传感器避开干扰。设备安装完毕后,开展全面调试测试,确保安装牢固、信号稳定,性能达设计要求。

(2) 软件研发与调试

软件系统是环境执法远程监控系统的核心。研发时,软件开发团队严格遵循软件工程规范流程。先深入分析需求,与执法人员、管理人员充分沟通,形成详

细需求规格说明书。接着进行总体与详细设计,确定架构、模块划分和数据库设计等。编码选用先进技术与工具,保障代码质量与可维护性。开发完成后,开展全面调试,运用功能、性能、兼容性、安全等多种测试方法。功能测试查功能是否达标,性能测试关注高并发下运行效率,兼容性测试确保多平台适配,安全测试检测漏洞。通过全面调试,及时发现并解决问题,确保软件稳定可靠,为系统高效运行提供有力支撑。

(3) 系统集成与联调

在硬件设备安装和软件系统开发完成后,将两者进行有机集成,并开展全面的系统联调工作。系统集成过程中,确保硬件设备与软件系统之间的接口匹配、通信顺畅。通过系统联调,验证感知层采集的数据能否准确无误地传输至平台层,平台层的数据处理和分析功能是否能够正常运行,对传输过来的数据进行准确的清洗、存储和分析,应用层是否能够为执法人员提供便捷、高效、稳定的操作界面。在联调过程中,模拟各种实际场景,如不同类型的环境违法行为发生、大量监测数据同时传输、系统遭受网络攻击等,对系统进行全方位、多角度的测试。通过模拟实际场景测试,及时发现系统在运行过程中存在的问题,如数据传输延迟、系统死机、功能异常等,并针对这些问题进行优化和改进,确保系统在正式投入使用后能够稳定、可靠地运行,满足环境执法工作的实际需求。

3.3 运行维护

(1) 建立运维团队

为保障系统的长期稳定运行,组建一支专业、高效的运维团队是关键。运维团队由硬件维护人员、软件工程师、网络技术人员等专业人员构成。硬件维护人员负责对系统的各类硬件设备,如传感器、服务器、传输设备等进行日常巡检、故障排查和维修保养工作,确保硬件设备始终处于良好的运行状态;软件工程师负责对软件系统进行定期更新和优化,修复软件漏洞,根据执法人员的反馈意见和新的业务需求,不断完善系统功能;网络技术人员则主要负责保障系统网络的安全稳定

运行,监控网络流量,防范网络攻击,及时解决网络故障,确保数据传输的顺畅无阻。运维团队成员均具备扎实的专业技术知识和丰富的实践经验,能够快速、有效地应对系统运行过程中出现的各种问题。

(2) 定期巡检与维护

制定完善的定期巡检与维护制度,对系统的硬件设备和软件系统进行周期性的检查和维护。对于硬件设备,每周进行一次日常巡检,检查设备的外观是否有损坏、连接是否松动、运行状态指示灯是否正常等;每月进行一次全面的深度巡检,包括对设备进行性能测试、清洁保养等。对于软件系统,每周进行一次系统漏洞扫描,及时发现并修复可能存在的安全漏洞;每月对系统进行一次性能评估,根据评估结果对系统进行优化,如调整数据库索引、优化代码算法等,以提升系统的运行效率。同时,定期对系统的数据进行备份,采用全量备份与增量备份相结合的方式,确保数据的安全性和完整性,防止因硬件故障、软件错误、人为误操作或自然灾害等原因导致数据丢失^[3]。

4 结束语

基于物联网的环境执法远程监控系统,为环境执法模式带来了变革性创新。它以先进的技术架构和丰富功能,极大提升执法效率,让环境监管更精准、全面。在实施过程中,从前期筹备到建成后的运维,每个环节的精心运作都保障了系统的有效运行。然而,系统在数据安全、与多部门协同等方面仍有提升空间。未来,持续优化技术、强化管理,将促使该系统更好地服务于环境执法,为守护生态环境、推动绿色发展贡献更大力量。

参考文献

- [1]刘阳,李华.基于物联网的环境监测系统关键技术研究[J].环境科学与技术,2023,46:258-263.
- [2]王强,赵晓峰.物联网技术在环境监管中的应用实践与挑战[J].环境保护,2024,52(10):45-49.
- [3]陈晨,周扬等.一种基于物联网的环境执法智能辅助决策系统设计[J].计算机应用与软件,2024,41(7):102-107.