

人防工程物联感知研究及应用

王田田

泰安市国防动员办公室 山东 泰安 271000

摘要：人民防空工程是国家安全体系的重要组成部分，运用物联感知手段进行工程监管，对于提升人防工程维护管理水平和城市体系防护能力具有十分重要的意义。长期以来，由于缺少成熟的物联感知技术体系，工程实时感知手段单一，严重制约了人防工程综合应用效能。开展人防工程物联感知技术研究及应用，对于推动人防工程信息化建设应用，提升监管水平具有重要的现实意义与战略价值。

关键词：人防工程；物联感知；智能化

1 研究背景

当前人防工程现状是点多面广，较为分散，且多以人工方式管理为主，管理手段较为落后。加之人防工程的管理、维护人员不足，在报警实时掌控、危险即时处置、隐患及时处理等方面也难以实现预期管理效能，威胁人防工程的使用安全，也制约了人防工程平时管理效率及战时保障能力^[1]。

近年来，随着信息技术的快速发展，各地国防动员部门和相关科研单位积极进行人防工程监管手段建设，充分推动视频监控、环境监测、结构监测、设施监控等一系列物联感知、动态监测类设备在人防工程中应用，有效提高了人防工程的管理效率和使用效能。但同时，我国在人防工程物联感知技术及应用方面还存在一定差距。主要表现在以下几个方面：

一是人防工程物联感知系统建设普及率不高，很多人防工程内没有物联监测手段，防护单元内火灾、水淹、防护设备被盗、防护结构被破坏等这种紧急事件不能及时掌控，很多问题现场巡查时才能发现。

二是当前人防工程缺少视频监控、人脸识别、人数统计等功能，给工程平时运维、战时保障带来不便。比如对于已开发利用人防工程（如商场、超市等），存在人流量过大可能，存在重大安全隐患^[2]。

三是当前物联感知设备或系统欠缺专业性，多应用于指挥所工程，更侧重于战时保障，这种系统组网繁琐、接入设备众多、安装工艺复杂、建设和维护费用高，且需要人员实时值班，不具有普通人防工程推广应用性。

四是物联感知的技术体系标准未建立，针对工程平时运维及战时保障，管理部门不知道建设哪些、怎么建、建设指标是哪些，造成建设的随意性，针对性较差，很难便捷化实现大范围工程监管。另外，因为没有

标准体系，对于已建的物联系统或设备也存在系统兼容性与集成壁垒问题，不同厂家的物联网设备和系统因接口不统一、通信协议差异，导致数据难以互通。

五是政策与法规配套滞后，国家层面尚未出台专门的人防物联网发展规划，地方政策多聚焦于单个项目，缺乏系统性布局。例如，2024年发布的《人民防空工程数字化运行维护技术规程》虽提出了数字化运维要求，但未明确物联感知系统的建设标准和验收规范。

2 研究原则

未来，随着信息技术的不断进步和人防工程建设需求的不断提升，人防工程物联感知建设将遵循以下原则：

一是技术体系标准规范化：人防工程物联感知建设未来应形成技术标准规范，明确各类人防工程物联感知建设内容、建设指标等，以推动人防工程监管系统的普及和应用。

二是物联感知智能化：借助人工智能、物联网、大数据等先进技术，物联感知将实现更高级别的智能化和自动化水平，提高管理效率和应急响应能力。

三是物联感知的高度集成性：物联感知系统或设备应具有高度融合集成性，能对人防工程进行统一的管理和控制，将各种独立的系统、设备、能力等进行融合，为工程平时、战时提供可靠保障。

四是物联感知的经济性：物联感知系统建设，是在人防工程主管部门人员不足、运维资金有限等困难的前提下进行的，应充分考虑系统的经济性价比，以便后续推广应用可行^[3]。

五是物联感知的组件模块化：物联感知设备应基于组件模块化设计，各个组件采用高内聚低耦合的设计原则，各个组件承载各自的服务能力，各组件之间可以方便的根据自身功能需要相互调用，完成设备的功能集成融合需求。

3 研究内容

结合当前人防工程实际情况, 可对人防工程物联感知进行如下研究, 研究内容结构图如图1所示:

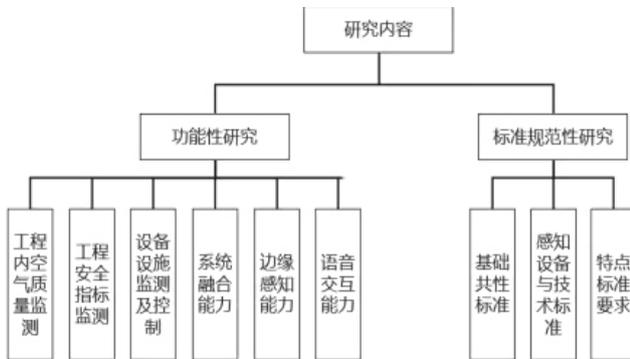


图1 研究内容结构图

3.1 功能性研究

人防工程物联感知的功能性研究聚焦于: 通过物联网技术实现对工程环境、设备、安全状态的全面感知, 并构建具备“监测-分析-控制-决策”闭环的智能系统。研究内容需覆盖平战结合需求、多维度监测目标及跨系统联动逻辑。

(1) 工程内空气质量监测。针对不同类型的人防工程, 可对工程内的温湿度、 O_2 、 CO_2 、甲醛、 CO 、 $PM_{2.5}$ 、挥发性气体、氨气浓度等空气质量参数进行选择性及针对性监测, 数据能实时显示, 异常时及时报警。

(2) 工程安全指标监测。对工程内水管破裂漏水、污水外溢, 以及电气火灾等进行实时监测; 对工程结构安全进行监测, 如沉降、位移、裂缝等; 对工程防护密闭性能进行监测, 如工程气密性、(防护)密闭门气密性、工程防水性能等; 对工程战时防护指标, 如核辐射等进行监测; 对工程内水质、水位、油位等保障数据进行监测, 上述数据能实时显示, 异常时及时报警^[4]。

(3) 工程设备设施监测及控制。人防工程设备设施的监测与控制是保障其战时防护功能和平时使用安全的核心环节, 可对各类设备运行状态进行实时监控, 并能实现自动化调节与应急响应。

(4) 系统融合能力。通过技术手段将各类功能子系统(如消防、防化等)整合为有机整体, 实现数据共享、具备协同控制特性。其核心在于通过对数据统计、分析、融合、报警等, 使各系统从“分散式独立”向“一体化智能协同”转变, 整体提升人防工程保障能力与运维效率。

(5) 边缘感知能力。物联感知系统或设备应可利用环境数据、视频数据、安全参数等数据的实时采集、本地处理及智能分析, 以满足平战场景下的快速响应与自主决策需求。

(6) 语音交互功能。战时防护单元值班或隐蔽人员, 通过物联感知系统或设备, 可实现与上级指挥部门的在线语音交互。语音交互功能的应用, 不仅提升了操作的便捷性, 更在应急场景下成为“人机协同”的关键纽带, 未来结合AI与物联网技术, 将进一步向智能化、自适应方向发展。

3.2 标准规范性研究

人防工程物联感知的标准性研究旨在通过建立覆盖技术架构、设备接口、数据交互、安全防护的标准化体系, 解决当前感知系统存在的兼容性差、互操作难、安全隐患多等问题。其核心意义在于确保平战场景下感知系统的兼容性与联动性, 为人防工程数字化建设提供可复制、可验证的技术规范, 推动物联感知技术在人防领域的规模化应用与产业升级。

(1) 基础共性标准。统一“人防物联感知”“边缘节点”等核心术语的真正含义, 明确感知系统的等级划分(如甲级、乙级人防工程的感知精度要求), 规定感知层、网络层、平台层的技术边界, 以及数据流规范和接口与协议标准等^[5]。

(2) 感知设备与技术标准。感知设备性能标准, 比如各类感知终端的量程、测量精度、响应时间, 以及环境适应性标准等。

(3) 特点标准要求。人防工程大多已建设完成, 在对人防工程进行物联感知建设时, 应尽量减少对建筑、原有设备、装饰物的破坏, 在工程现有空间条件下, 系统设备研究应遵循小型化、模块化、易安装、易扩展的原则要求。

4 研究方法

(1) 理论研究与分析法。根据国内外参考文献和著作, 充分研究人防各类建筑的薄弱环节, 研究能充分表征主体工程质量、结构安全、用电安全及节能、火灾、水灾等各类人防工程的物联感知评价指标, 掌握各类物联感知终端、物联感知系统的应用范围。

(2) 市场调研分析法。对于工程建设中应用的物联感知技术设备, 应把成熟稳定放在首要位置。通过调研市场上成熟的产品具体性能, 充分了解物联感知系统所用设备的具体性能与要求, 从而确定更加合理的人防物联感知系统搭建所需的设备参数和性能要求。

(3) 案例研究法。通过在已有的人防工程中进行试点研究, 检验建立的理论体系和技术体系的合理性和适用性。

5 研究结果成效

针对人防工程管理的现状问题, 以提升工程平时运

维、战时综合保障能力为根本诉求,开展人防工程内物联感知技术研究及应用,研发功能模块化、接入快速化、使用便捷化,实现工程无人值守的物联感知技术系统,用于解决人防工程内空气质量监测、机电设备监控、水淹火灾报警、工程人数统计、人脸识别以及工程内视频信号监测、应急对讲等需求。

物联感知系统应实时监控管理着人防工程,任何可疑情况及时发现并报警,数据记录不间断,相当于为人防工程安装了“千里眼、顺风耳”,管理人员在不去现场也能实时发现工程问题,及时报警提醒,避免小问题被拖成大问题,甚至水淹火灾因发现不及时而造成的事故。在提高工作效率的同时,也降低工程运行风险及管理成本,以期达到如下成效:

一是通过研究及应用,能够动态掌握人防工程安全和设备设施运行状况,实现人防工程各类风险隐患感知的实时性和可预见性,提升人防工程使用维护的主动保障能力,提高人防工程日常管理和巡检效率,确保人防工程长期处于良好的战备运行状态。

二是通过研究及应用,将有效提高人防工程日常巡检效率,通过设备设施的智能监测与预防性维护,减少设备突发故障,降低设备维修成本和更换频率,进而减少政府运行成本。同时确保人防工程安全及设备设施可靠运行,大大减少因事故造成的人防工程损坏,以及可能由此造成的经济损失。

三是通过研究及应用,有效提升人防工程防护效能,物联感知系统实现了对人防工程全方位、实时、精准监测,极大地提高工程的防护能力。在战时,能够快速、准确地感知核生化威胁、爆炸冲击等危险情况,及时启动相应防护设备,如防护门、滤毒通风设备等,有效保护人员和重要物资安全。

6 面临挑战

6.1 技术标准与规范不完善

目前,人防工程物联感知领域缺乏统一、完善的技术标准与规范。不同厂家生产的传感器和设备在接口、通信协议、数据格式等方面存在差异,导致系统集成难度大,难以实现不同品牌设备的互联互通与协同工作。例如,在一些人防工程改造项目中,由于前期选用的部分设备不兼容新的物联感知系统标准,需要对设备进行大量改造或更换,增加了项目成本与实施难度。

6.2 数据安全与隐私保护问题

人防工程涉及国家安全与重要信息,物联感知系统产生和传输的大量数据包含敏感信息,如工程结构参数、防护设备状态等。在数据采集、传输、存储和使用

过程中,面临数据泄露、篡改、恶意攻击等安全风险。此外,在数据共享与协同过程中,如何保障数据隐私不被非法获取和利用,也是亟待解决的问题。

6.3 系统可靠性与稳定性有待提高

人防工程环境复杂,存在电磁干扰、潮湿、振动等不利因素,对物联感知系统的可靠性与稳定性提出了严峻挑战。感知终端在复杂环境下可能出现数据漂移、故障等问题,影响监测数据的准确性与及时性。通信网络在遭受电磁干扰或物理破坏时,可能出现通信中断或数据丢包现象,导致系统部分功能失效。例如,在战时电磁环境复杂的情况下,无线通信网络可能受到严重干扰,无法正常传输数据。此外,部分设备的耐用性不足,在长期运行过程中容易出现故障,需要频繁维护和更换,影响系统整体可靠性与稳定性,亟待通过技术创新和设备优化加以解决。

7 总结

人防工程物联感知应用研究应首先定位于人防工程实际现状、国动办维护管理单位实际需求、人员编配现状及可维护经费现状进行研究,研究应具有实用性、先进性、节约性等特点,能切实带来明显的社会效益、经济效益。

人防工程物联感知应用研究需能提高人防地下室工程管理和运维水平,提高工作效率,通过研究能够动态掌握人防工程使用和设备设施运行状况,实现人防工程各类风险隐患感知的实时性和可预见性,提升人防工程使用维护的主动保障能力,提高人防工程日常管理和巡检效率,提升人防工程管理工作水平。

未来,随着智能化、自主化发展,与新兴技术的融合以及一体化、协同化建设的推进,物联感知技术将在人防工程领域发挥更大作用,为工程安全和城市发展提供更加坚实的保障,推动人防工程建设向更高水平迈进。

参考文献

- [1]张福华,基于物联网的人防工程维护管理信息系统[J].科技创新与应用,2022(20):68-71.
- [2]李华,王强.人防工程智能化中的关键技术应用[J].智能建筑与智慧城市,2024(7):121-123.
- [3]王宁,等.人防工程物联网技术应用研究[J].防护工程,2023(4):32-37.
- [4]徐国富,景政,李亮,等.人防工程风水电系统设备远程控制研究现状[J].山西建筑,2020,46(3):2.
- [5]景政,徐国富,朱德伟,杜兴业.人防指挥工程内部设备远程控制系统需求分析[J].山西建筑,2020,46(06):191-192.