 DOI: https://doi.org/10.12349/iser.v6i8.7014

Research on the Integration Scheme of Communication Technologies and the Construction of Smart Parks in the Internet of Things Environment

Haitao Liu

Guoneng Shuohuang Railway Company, Cangzhou, Hebei, 062350, China

Abstract

This paper conducts a systematic study on the integration of communication technologies and the construction of smart parks in the Internet of Things environment. This paper analyzes the necessity of the convergence of communication technologies, points out that a single technology is difficult to meet diverse demands, and then proposes typical convergence schemes, and elaborates on key supporting technologies such as heterogeneous network convergence, network slicing, and edge computing. Combining the three core demands of efficient communication, equipment connection and intelligent management in intelligent parks, the architecture of "perception layer - network layer - platform layer - application layer" is designed. The technical application logic of each layer is clarified, and the supporting role of key technologies such as data security and artificial intelligence big data is explored. A case study in a certain high-tech industrial park has demonstrated that the integration of communication technologies can significantly enhance the operational efficiency of scenarios such as office work, security, energy, and transportation. Analyze the challenges faced in the construction of smart parks, propose countermeasures, and provide practical references for the application of Internet of Things technology and the construction of smart parks.

Keywords

Internet of Things environment Communication technology Intelligent park

物联网环境下通信技术融合方案及智能园区构建研究

刘海涛

国能朔黄铁路公司，中国 · 河北 沧州 062350

摘　要

本文针对物联网环境下通信技术融合及智能园区构建展开系统性研究。分析通信技术融合的必要性，指出单一技术难以满足多样化需求，进而提出典型融合方案，并阐述异构网络融合、网络切片、边缘计算等关键支撑技术。结合智能园区的高效通信、设备连接及智能化管理三大核心需求，设计“感知层－网络层－平台层－应用层”架构，明确各层技术应用逻辑，并探讨数据安全与人工智能大数据等关键技术的支撑作用。通过某高新技术产业园区案例验证，显示通信技术融合可显著提升办公、安防、能源及交通等场景的运行效率。剖析智能园区构建面临的挑战，提出应对策略，为物联网技术应用及智能园区建设提供实践参考。

关键词

物联网环境；通信技术；智能园区

1 引言

随着物联网技术的飞速发展，其应用已渗透到智能工厂、智能家居、智能农业等众多领域，各类物联网设备的连接需求呈爆发式增长。然而，单一通信技术逐渐显露出明显局限性：蓝牙虽低功耗却传输距离有限，Wi-Fi 速率高但覆盖范围受限，5G 能实现高速实时通信却成本较高，LPWAN（如 NB-IoT、LoRa）虽广覆盖低功耗却传输速率较低。在实际场景中，设备对通信的需求往往是复合的——例如智能工厂既需要工业机器人的高速数据传输，又需要环境传感器的低功耗长连接，单一技术难以兼顾。智能园区作为物联网技术的典型应用载体，其场景复杂性进一步凸显了通信技术融合的迫切性。园区内既有办公设备的高速网络需求、安防系统的实时传输需求，又有环境监测设备的低功耗连接需求，还有交通设施的移动性通信需求。这些多样化需求倒逼通信技术从“单一应用”向“融合协同”升级。基于此，本文以物联网环境为背景，系统研究通信技术融合方案，探索适配智能园区的构建路径，旨在为破解单一通信技术瓶颈、提升智能园区智能化水平提供理论与实践参考。

【作者简介】刘海涛（1971–），男，中国河北衡水人，本科，工程师，从事铁路通信研究。

2 物联网环境下通信技术融合方案

2.1 通信技术融合的必要性

随着物联网应用的不断丰富和深入，单一通信技术已难以满足多样化的需求。例如，在智能工厂中，既有需要实时高速传输生产数据的工业机器人、自动化生产线设备，又有大量分布在工厂各个角落用于环境监测、设备状态监测的低功耗传感器。对于高速数据传输设备，低功耗广域网技术无法满足其速率要求；而对于低功耗传感器，蜂窝移动通信技术的高功耗和高成本又不适用。通过通信技术融合，可以针对不同设备的需求，选择最合适的通信技术组合，充分发挥各种技术的优势，实现物联网系统性能的优化 [1]。通信技术融合还能够提高物联网网络的可靠性和稳定性。当一种通信技术出现故障或信号受到干扰时，其他通信技术可以作为备用，保证数据传输的连续性。

2.2 几种典型的通信技术融合方案

BLE+LoRa 融合方案：BLE 负责短距离高速通信，延迟低，适用于智能家居中设备的近距离控制，如手机 APP 通过 BLE 操控智能灯泡；LoRa 承担远距离低功耗传输，可将设备状态数据上传至云端。在大型智能家居系统中，各房间设备经 BLE 将数据传至集中器，再由 LoRa 汇总上传，兼顾实时性与设备续航。5G+Wi-Fi 融合方案：5G 凭借高带宽、低时延特性，支撑工业控制、自动驾驶等高速场景；Wi-Fi 适合室内高速上网，满足办公文件传输等需求。企业园区通过两者融合实现无缝覆盖：办公区用 Wi-Fi，生产区靠 5G 保障设备响应，还能根据负载智能切换网络，提升资源利用率。蜂窝通信与 LPWAN 融合方案：蜂窝技术（4G/5G）提供高速移动传输，LPWAN（如 NB-IoT）擅长低功耗广覆盖。智能农业中，农田传感器用 LPWAN 传输环境数据，农业无人机和灌溉设备通过蜂窝技术实现高清图传与实时控制，兼顾大规模低功耗监测与关键设备高速通信。

2.3 通信技术融合的关键技术及实现方式

异构网络融合技术是通信融合的基础，需解决协议、频段及接口兼容问题。网络层通过多协议标签交换（MPLS）技术，为不同网络数据分配标签实现快速转发，如整合 Wi-Fi 与蜂窝网络数据；接入层依托多模终端设备（如集成 Wi-Fi、蓝牙、4G/5G 及 NB-IoT 模块的物联网网关），实现不同网络的无缝接入。网络切片技术在通信融合中作用显著，可按物联网场景需求将物理网络切割为独立虚拟切片，定制分配带宽、时延等资源。例如智能园区中，为安防监控分配高带宽低时延切片，为环境监测分配大连接切片，提升资源利用率与服务质量。边缘计算技术将数据处理下沉至边缘节点，能减少云端传输压力与时延。如工业物联网中，边缘设备可本地分析生产线传感器数据，及时检测设备故障，无需全量数据上传，有效支撑融合网络的数据协同与应用响应。

3 基于通信技术融合的智能园区构建

3.1 智能园区的需求分析

智能园区存在三类核心需求。一是高效通信需求：园区内智能办公设备、安防摄像头、能源管理设备等需实时数据交互，如办公设备需高速网络支持文件传输与视频会议，安防摄像头需快速传输高清视频至监控中心，因此需高带宽、低时延的通信服务保障数据流畅传输。二是设备连接需求：园区设备数量庞大且种类繁杂，从环境传感器到工业设备分布广泛，且接口与协议各异。例如环境监测需接入大量不同厂商的温湿度、空气质量传感器，这要求通信系统支持大规模设备接入，并兼容多种通信标准，实现无缝互联互通。三是智能化管理需求：为提升效率、降低成本，需通信技术支撑智能应用——通过采集分析能源数据优化分配，借助安防系统智能分析人员车辆行为实现主动防范。同时，通信技术需与管理平台融合，如基于交通流量数据优化疏导方案，为决策提供及时数据支持。

3.2 基于通信技术融合的智能园区架构设计

智能园区架构分为感知层、网络层、平台层和应用层。感知层是数据采集基础，由传感器和智能设备构成。近距离设备（如办公区人体传感器）用蓝牙或 Wi-Fi 实现快速通信；室外环境传感器（温湿度、光照等）采用 NB-IoT 或 LoRa，依托其低功耗、广覆盖特性稳定传输；同时部署多协议转换网关，统一管理不同协议设备。网络层负责数据传输，融合 5G、Wi-Fi、蜂窝通信及 LPWAN 等技术 [2]。核心区域（办公楼等）用 5G 和 Wi-Fi 6 保障高速连接，5G 支撑实时应用（如工业控制），Wi-Fi 6 满足办公上网；室外区域（停车场等）通过蜂窝网络支持交通设备，LPWAN 连接低功耗传感器。借助网络切片分配资源，边缘计算减少传输压力。平台层提供支撑，设备管理平台兼容多协议设备；数据中台整合分析各类数据，为决策提供支持；应用支撑平台提供身份认证等基础服务。应用层基于上层能力实现场景化应用：智能办公依托 5G 与 Wi-Fi 6 优化协作；智能安防通过 5G 传输高清视频、LoRa 覆盖盲区；智能能源经 NB-IoT 采集数据并自动调控；智能交通借助 5G 和蓝牙提升通行效率。

3.3 智能园区构建的关键技术

智能园区运行产生大量涉隐私数据，数据安全与人工智能大数据技术是关键支撑。数据安全方面，需依托三类技术：数据加密技术通过 SSL/TLS 协议保护传输数据，用 AES 算法加密存储敏感信息（如员工身份、安防视频）；访问控制技术按角色分配权限，如访客仅能访问公共信息，管理人员可查看全量数据；入侵检测系统实时监测网络异常，通过分析流量和日志识别攻击并预警。人工智能与大数据融合技术助力智能化管理：数据挖掘可分析人员流动预测密集区域、通过设备数据预判故障；智能决策依托 AI 算法生成方案，如结合能耗与天气数据优化能源供应，依据交通

流量调整信号灯，为园区管理提供精准支持。

3.4 基于通信技术融合的智能园区应用实践

以某高新技术产业园区（占地 5 平方公里，入驻 50 余家企业、8000 余名员工）为例，其通过通信技术融合构建智能园区成效显著。通信部署上，核心办公及研发区采用 5G 与 Wi-Fi 6 融合网络，满足高速数据传输与高清会议需求；室外公共区域、停车场等部署 LoRa 和 NB-IoT 网络，连接环境传感器与智能停车设备；企业生产车间则用蓝牙与 5G 融合，实现设备实时通信及短距数据交互。应用效果突出：智能办公中，高清视频会议接通率超 99%，远程操控办公设备成功率达 95% 以上，办公效率提升 30%；智能安防通过 5G 与 LoRa 融合实现全覆盖，异常响应时间缩至 30 秒内，安全事故率下降 60%；智能能源经 NB-IoT 监测，能耗降低 15%，年省数十万元；智能交通依托 5G，道路通行效率提升 25%，停车场利用率提高 30%，平均停车时间缩至 5 分钟内。

4 智能园区构建面临的挑战及应对策略

4.1 面临的挑战

不同通信技术在协议、频段、接口等方面存在差异，导致在融合过程中容易出现兼容性问题 [3]。例如，LoRa 设备与 NB - IoT 设备在数据传输格式和通信协议上不统一，难以实现数据的直接交互；5G 网络与 Wi-Fi 网络在频段上可能存在干扰，影响通信质量。不同厂商生产的通信设备在兼容性方面也存在差异，增加了通信技术融合的难度。智能园区内汇聚了大量的人员、设备、业务等数据，这些数据在采集、传输、存储和分析过程中面临着安全风险。一方面，网络攻击手段不断升级，黑客可能通过入侵网络系统窃取敏感数据、篡改数据或破坏系统正常运行；另一方面，部分园区在数据管理方面存在漏洞，如数据加密措施不到位、访问控制不严格等，导致数据泄露风险增加。同时，随着人们隐私保护意识的提高，如何在利用数据的同时保护个人隐私，成为智能园区构建需要解决的重要问题。智能园区的构建需要投入大量的资金，包括通信设备采购、网络建设、平台开发、应用系统开发等。通信技术融合意味着需要部署多种类型的通信设备和网络设施，这进一步增加了初期建设成本。智能园区建成后，还需要投入大量的人力和物力进行维护。由于涉及多种通信技术和复杂的系统，维护人员需要具备专业的技术知识，维护难度较大，维护成本也相对较高。对于一些中小型园区来说，成本投入和维护压力可能成为制约其智能化建设的重要因素。

4.2 应对策略

智能园区建设需从标准、安全、成本、运维四方面制定应对策略。标准制定上，相关部门与行业协会应牵头制定统一通信技术融合标准，明确接口规范、数据格式及通信协议，如制定 LoRa 与 NB-IoT 设备交互标准，解决兼容性问题。同时鼓励企业参与标准推广，推动规范化发展。数据安全需构建全流程防护体系：采集阶段加密数据，传输采用 SSL/TLS 协议，存储通过加密与备份防泄露；严格访问控制并定期审核权限；建立安全监测与应急响应机制，实时处置风险；加强员工安全意识培训。成本管理可通过科学规划实现：按需选择技术设备，避免盲目投入；采取分步建设模式，先建核心区域再逐步扩展；积极争取政府政策与资金支持，减轻成本压力。运维方面，引入专业团队提升效率；依托智能运维平台实现设备与网络的实时监测及远程维护，如远程诊断修复故障；建立设备全生命周期管理机制，优化采购、使用及报废流程，延长设备寿命，降低更换成本。

5 结语

综上所述，本文围绕物联网环境下通信技术融合方案及智能园区构建展开了完整研究，从技术逻辑到实践应用形成了系统性结论。研究明确了通信技术融合的核心价值——通过 BLE+LoRa、5G+Wi-Fi 等方案的协同应用，可有效弥补单一技术在速率、功耗、覆盖等方面的短板，而异构网络融合、边缘计算等技术则为融合落地提供了关键支撑。在智能园区领域，基于 “感知层—网络层—平台层—应用层” 的架构设计，精准响应了高效通信、设备互联及智能化管理需求，某高新技术产业园区的实践已充分验证：通信技术融合能使办公效率提升 30%、安防响应时间缩短至 30 秒内、能耗降低 15%，凸显了技术应用的实际价值。同时，研究也正视了智能园区构建中的现实挑战，包括不同技术的兼容性问题、数据安全风险及成本压力，而标准化建设、全流程安全防护、分步实施等策略，为解决这些问题提供了可行路径。未来，随着 5G、AI 等技术的持续演进，通信技术融合将向更智能的协同模式发展，智能园区也将在技术迭代中实现更高效的运营与管理，为物联网场景的规模化落地提供重要示范。

参考文献

[1] 许秋霞.人工智能背景下5G通信技术与物联网融合研究[J].中国宽带,2024,20(3):154-156.

[2] 谢先富,刘林.智慧园区中物联网技术的集成与应用研究[J].中文科技期刊数据库（引文版）工程技术,2024(11):209-212.

[3] 綦晓春.5G驱动下智能电子与物联网融合的通信架构优化探索[J].中国宽带,2025,21(4):22-24.