

基于区块链与物联网的传输机房综合监测平台构建开发研究

刘小龙¹, 邓燕青¹, 蔡堃^{1*}, 许雅思¹, 李志龙^{1*}, 欧伟恒²

1. 公诚管理咨询有限公司, 广东 广州 510610

2. 广州商学院, 广东 广州 510610

DOI: 10.61369/TACS.2025100007

摘要：2018年起，国家信息中心推进全国一体化大数据中心体系建设，助力“东数西算”工程落地，机房改造成为地方政府重点任务。随着“新基建”明确区块链、5G与物联网技术地位，物联网推动IDC机房等通信机房升级，新时代机房需具备可扩展性、安全性，采用RFID、环境监控等技术。传输机房作为通信关键节点，其建设维护质量至关重要。本文针对传统传输机房质检系统集成度低、监控模糊等问题，结合区块链、物联网、QueryDet及人工智能技术，构建新型综合监测平台，实现机房质检系统化、智能化管控，提升数据准确性、可追溯性与图像处理精度，经实验验证性能优于传统系统，未来可拓展至多领域，推动管理模式转型。

关键词：区块链；物联网；传输机房；综合监测；平台构建

Research on the Development and Implementation of An Integrated Monitoring Platform for Transmission Rooms Based on Blockchain and Internet of Things

Liu Xiaolong¹, Deng Yanqing¹, Cai Kun^{1*}, Xu Yasi¹, Li Zhilong^{1*}, Ou Weiheng²

1. Gongcheng Management Consulting Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 510610

2. Guangzhou College of Commerce, Guangzhou, Guangdong 510610

Abstract： Since 2018, the National Information Center has been advancing the construction of a nationwide integrated big data center system to facilitate the implementation of the "East Data West Computing" project, with data center renovations becoming a key task for local governments. As the "New Infrastructure" initiative clarifies the roles of blockchain, 5G, and Internet of Things (IoT) technologies, IoT is driving the upgrade of communication facilities such as IDC data centers. Modern data centers must possess scalability and security, utilizing technologies such as RFID and environmental monitoring. As critical nodes in communication networks, the construction and maintenance quality of transmission rooms are of paramount importance. This paper addresses issues such as low integration and vague monitoring in traditional quality inspection systems for transmission rooms. By integrating blockchain, IoT, QueryDet, and artificial intelligence technologies, a novel comprehensive monitoring platform is constructed to achieve systematic and intelligent management of data center quality inspections, enhancing data accuracy, traceability, and image processing precision. Experimental results demonstrate superior performance compared to traditional systems, with potential for expansion into multiple fields to drive transformation in management models.

Keywords： blockchain; internet of things; transmission room; comprehensive monitoring; platform construction

一、研究背景和目标

(一) 研究背景

2018年以来，国家信息中心全面参与全国一体化大数据中心体

系建设，推动相关指导意见落地，启动多地国家算力枢纽节点建设，“东数西算”工程全面展开。同时，国家发改委将区块链、5G与物联网技术纳入“新基建”范畴，为技术发展与应用提供政策支撑。物联网的快速发展，使通信机房改造升级成为行业首要任务。

基金项目：公诚管理咨询有限公司2024年度技术研发项目专项资金（研发项目名称：基于人工智能的传输机房质检技术研究；研发项目RD编号：GC-RD091）。

作者简介：

刘小龙（1987-），男，广东深圳人，本科，工程师，任项目总监、技术专家，研究方向：为机电设备工程、通信工程建设及电力信息化。

邓燕青（1982-），男，江西赣州人，本科，工程师，任项目总监、高级专家，研究方向：为大数据、信息化系统开发、无线网建设及项目全过程管理等。

蔡堃（1985-），男，广东梅州人，本科，工程师，任项目总监、专家，研究方向：为系统开发研究、信息工程建设和政府和电力信息系统建设管理。

许雅思（1988-），男，广东汕尾人，本科，工程师，研究方向：为系统开发研究、政府信息化和电力信息系统建设管理。

李志龙（1983-），男，湖南郴州人，本科双学士，高级工程师，任项目总监、高级专家，研究方向：为电子信息技术、物联网、信息通信建设、智能建筑及信息系统等。

欧伟恒（1988-），男，广东广州人，本科硕士，工程师，研究方向：为电子信息技术、物联网、无线网络、信息化系统开发建设系统等。

新时代机房需满足可扩展性与安全性要求，广泛应用 RFID、环境监控、生物识别等技术。传输机房视频监控系统正朝着全数字化、智能化转型，以适配新一代信息技术。机房建设质量直接关系到通信安全与国家信息产业竞争力，对监控系统提出更高标准，物联网与监控系统的融合，将为通信建设与维护提供重要支撑。^[1-5]

(二) 研究现状

1. 传输机房环境监控系统现状

当前传输机房采用的动力监控系统包括环境监控机构、入侵监控机构、中控机构和报警机构四部分，架构如图1所示。随着通信业务规模的不断扩大，动环监控系统逐步从无人值守模式向设备管理、资源管理、图像与门禁监控等多样化增值应用方向拓展。但现有标准 YD/T1363.2-2005 存在局限，难以满足历史数据查询及图像与门禁监控等特殊应用的互联需求，需进一步完善。

2. 传输机房及其质检系统现状

近年来，运营商固网业务（尤其是宽带业务）快速发展，5G 基站多采用 C-RAN 组网，将设备集约于传输业务机房，降低成本的同时提高效率。但接入层设备（如交换机、IAD208）故障率较高，且缺乏集成监控系统，导致故障发现与修复耗时久，影响用户满意度。^[6-7]

传统机房监控系统功能单一，图像精度与视频信号收集能力差，信息孤岛现象严重，无法实时监控机房建设与维护质量。传输机房建设涉及多专业，质量控制依赖人工经验与测量工具，现有触发式监控系统缺乏有效监控机制。5G 物联网推广后，利用 AI 实现在线巡检，可实现机房从建设到维护的全过程可视化质量管控，较 2G 触发监控有显著提升。

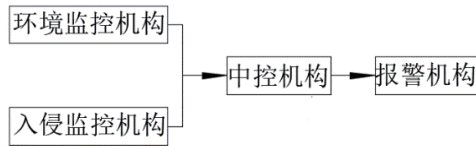


图1、传输机房环境监控系统

二、区块链技术在移动传输机房的应用原理

(一) 区块链技术在物联网系统的应用

区块链作为分布式账本技术，可应用于传输机房物联网终端监控，其本质是大型分布式数据库，能存储并透明追踪网络数据，分析物联网终端异常，实现数据共享与网络行为实时监控评估。

物联网节点信息源多样、数据格式复杂，在监测系统中，区块链的应用流程为：实时监测器采集数据→数据处理→网络终端通信模块传输→控制平台嵌入区块链程序实时保存数据，确保数据可追溯性。其应用架构如图2所示。

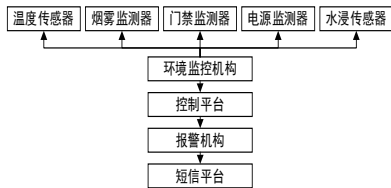


图2、区块链在传输机房物联网监测系统应用架构

(二) 区块链在视频监控系统的原理

区块链具有分布式容错、不可篡改、隐私保护、可信任等特点，正改变多行业业务机制。传统视频监控系统分为传感器、传输、应用三部分，而区块链在视频监控中的应用需软硬件协同：硬件平台（核心处理器、硬盘、天线等）为软件运行提供基础；软件采用 μ C/OS-II 嵌入式操作系统，具备实时性、可定制性、可移植性与低资源占用特性，能提升系统执行效率，扩展功能。

μ C/OS-II 操作系统提供任务管理、内存控制、时间管理等基础功能，采用优先级调度算法，在任务中断后可快速整合中断数据并恢复系统运行，为区块链视频监控系统的稳定高效运行提供核心支撑，确保机房视频监控数据的实时处理与可信存储。

三、传输机房质检系统设计

(一) 传输机房质检系统架构

传输机房质检系统总体框架分为基础设施层、区块链平台支撑层、业务服务层、业务应用层四层，架构如图3所示。各层级自上而下协同工作，实现机房质检全流程管理。

(二) 基础设施层

基础设施层是系统底层支撑，包含智能终端设备与云计算中心：

1. 智能终端设备：部署 GPS、安防监控、环境监控模块。环境监控设多传感器（监测温湿度、气压等），异常时触发告警；安防与遥感测控设备部署于机房外，实现周边环境监控；GPS 用于故障定位。

2. 云计算中心：部署可扩展计算、存储资源与物联网设备，作为城市传输机房资源汇聚池，管理机房建设资料、维护资产，管控传输与监控设备，监测机房运行状态，通过边缘设备将信息传至质检平台。中心由物理集群与虚拟集群构成，需完善安全管理与资源监控机制，支持异构资源，通过高效调度提升资源利用率。

(三) 区块链平台层

区块链平台支撑层集成分布式存储、点对点传输等技术，在质检系统中发挥核心作用有：①保障合同签订、电费缴纳、资产记录等操作的安全可信；②将大容量数据存储于云计算中心，满足数据存储与按需查询需求；③通过智能合约简化机房选址、租赁等业务流程，无需第三方介入，实现业务可追溯与安全交易，便利业主与行政部门。

(四) 业务服务层

业务服务层位于区块链平台支撑层之上，为业务应用层与区块链平台提供 API 接口和应用中间件，实现层级间数据交互与功能调用，保障系统操作流畅稳定，提升用户体验与系统整体性能。

(五) 业务应用层

应用层涵盖四大功能模块，满足机房全场景管理需求：
1. 信息服务：提供机房建设相关提醒（如进度提醒）与通知，确保用户及时掌握机房动态。

2. 业务支撑：包含合同管理、电费管理、设备物资管理，实现业务全流程数字化。

3. 工程管理：管理机房全生命周期的建设进度、质量与安全，动态监控项目各环节。

4. CIM 态势感知可视化：基于 BIM（建筑信息模型）与 GIS（地理信息系统）融合技术，实现机房建设内容的智能管理，涵盖历史管网、存量机房现状等信息，可完成基础地图应用（图层控制、查询定位、统一运维管理等）与模拟仿真（机房环境及空间规划管理）功能。

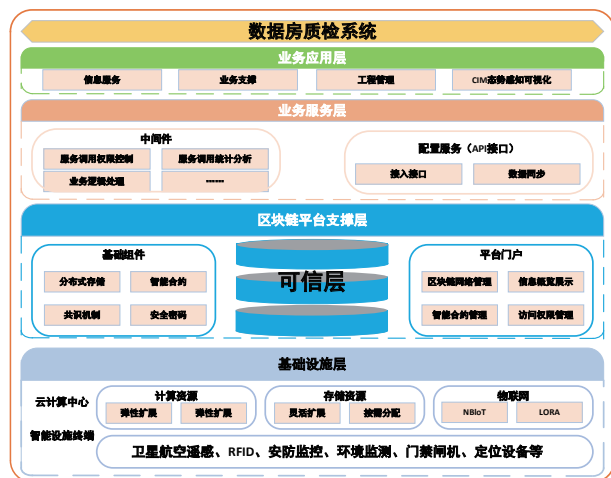


图3：数据机房质检系统架构图

四、传输机房系统实施

传统通信机房监控依赖触发式传感器与2G短信报警，缺乏有效管控。5G物联网推广后，在线巡检成为可能，助力机房全流程可视化质量管控。

（一）基于区块链人工智能质检系统的实现

区块链质检系统采用五层架构，各层功能如下：

1. 数据层：提供分布式存储与防篡改机制，保障数据安全完整，为可视化应用提供数据基础。
2. 网络层：构建可靠数据分发机制，治理传输机房建设维护生态，实现数据高效传输。
3. 共识层：确保分布式网络数据一致性，为系统可信运行提供核心保障。
4. 合约层：赋能分布式编程，使资产具备可编程性，实现业务逻辑自动化执行。
5. 应用层：引入AI、大数据分析技术，通过网络接口上传数据、管理设备状态，Web3.0界面实时显示数据；云端服务器支持多种协议，提供大数据分析和网络信息分发服务，最终在数据层实现可视化应用。

（二）关键技术实现

1. 智能身份识别技术

传输机房监控装置融入智能身份识别技术，基于区块链去中

心化特性，通过主权身份应用模型实现（如图5）。模型包含签发者、持有者、验证者与凭证文档，各角色可为设备、个人或组织，流程为：①持有者在区块链注册自我主权身份，获取加密身份凭证与证书；②签发者注册后，向持有者签发声明并上链，生成可验证凭证；③验证者注册后，查询区块链凭证，验证持有者身份。

该技术实现身份自主控制、细粒度访问控制与可信数据交换，提升机房安全管理水平。

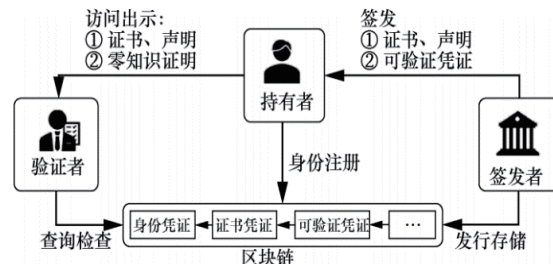


图4：智能身份识别技术

2. 智能资产管理技术

智能资产管理技术以NFT为核心，NFT作为稀缺性数字资产权属凭证，验证所有权并支撑资产流转，管理机房建设运营中的各类数字资产，流程如图6所示：

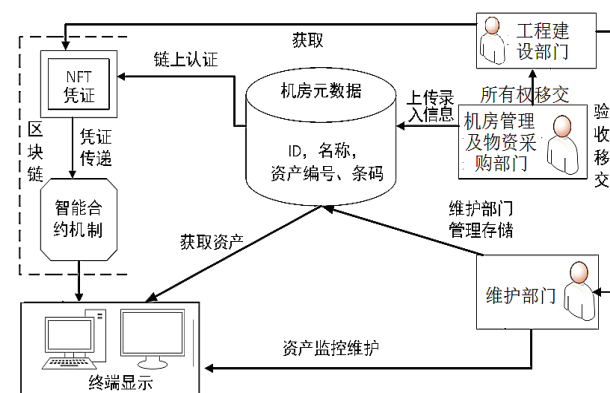


图5：智能资产管理技术

- （1）机房管理与物资采购部门上传机房、设备信息至服务器，形成NFT元数据；
- （2）经区块链共识生成NFT凭证，通过智能合约管理资产出库、建设、维护；
- （3）工程建设部门获取凭证后开展建设；项目验收后，所有权移交维护部门；
- （4）维护部门通过DAPP接收NFT凭证与元数据，重新存储并赋予资产新属性。

NFT建模确保设备唯一性与可追溯性，实现资产价值有效交换。

3. 维护工作数据流程

基于区块链人工智能质检监控系统的维护流程如图7所示，具体步骤为：

- （1）机房摄像头采集视频数据，上传至边缘节点；
- （2）边缘设备监测处理数据，传送至可信层；

(3) 可信层加密视频流至云计算中心,同时加密监测信息上传至建设单位后台;

(4) 建设单位返回存储地址,可信层加密存储数据至区块链,返回事务标识;

(5) 工人完成检查后,系统生成工作单据并返回区块 ID。

区块链技术实现了不同专业参与者间无信任基础上的可靠协作,5G 质检系统可及时下达故障通知,各环节的时间戳记录确保信息不可逆转、无法篡改,多节点参与见证保障了数据的真实可靠。

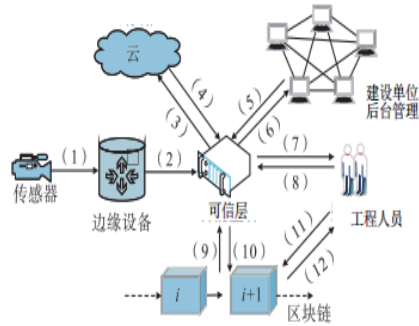


图6：区块链人工智能质检监控系统维护流程

(三) 基于区块链质检系统高清图像监控实现

传统监控存在数据控制弱、小目标监测难、成本高的问题。本系统结合 QueryDet 技术设计高清图像监测模块,QueryDet 算法提升目标监测性能(尤其小目标),检验数据关联性并构建区块链监控空间。

1) 软硬件实现步骤:①调节显示器状态,确保图像清晰稳定;②设置数据操作对等网络,实现数据高效传输共享;③在数据信号代码中嵌入监测装置,保障数据收集科学准确;④处理解码后数据信号,分析总结结果;⑤设计传输法则与监控跟踪标准,模块化传输数据。

区块链技术实现系统去中心化、数据可追溯与集体维护,提升安全性与可信度。

五、系统测试与仿真

(一) 基于区块链质检系统的实验仿真

为验证系统有效性,将其与传统机房质检系统对比,结果显示区块链系统性能更优:实现机房终端与网络数据共享,减少数据失真,避免信息孤岛与重复工作;实时分析纠正网络异常,上传云端远程监控,提升效率与可靠性;硬件设计增强数据安全性,多重保护保障数据精确及时。系统时延实验结果如下表所示:

表1:系统时延实验结果

功能	系统时延 /s
基于区块链质检系统	1.4
数据分析	80
数据挖掘	60

(二) 基于区块链质检系统的高清图像监测实验仿真

将本系统与传统 QueryDet 技术的图像监测效果对比,实验结果显示:结合区块链技术的 QueryDet 方法在小目标监测中表现更优,可视化效果更清晰;系统通过硬件优化(强化中心存储性能、规划数据集中存储形式、扩展数据信号传输通道),提升了数据关联性与信号接收能力,降低了干扰因素影响,获取了更高完整度的信号数据;传统系统因忽略这些优化设计,导致数据收集力度不足,视频信号收集效果欠佳。

六、总结

本项目针对传统传输机房质检系统痛点,融合区块链、物联网、QueryDet 及人工智能技术,构建新型智能监控系统,实现机房质检系统化、智能化,提升数据准确性、可追溯性与图像处理精度。实验验证系统在时延、准确率等指标上优于传统系统,未来可拓展至电力、化工等领域,为实体经济降本增效、提升产业链协同效率、构建安全产业环境提供支撑,推动管理模式向强管控、精准化转型。

参考文献

- [1] 宋晓玲,刘勇,董景楠,黄勇飞.元宇宙中区块链的应用与展望[J].网络与信息安全学报.2022(8):45-65.
- [2] 李政博.基于区块链技术的智能监控可疑动态物体定位系统设计.计算机测量与控制.2020(12):108-111.
- [3] 张少均,黄艺强,李志龙,黄永安,欧伟恒.基于物联网的智慧工地现场管控保护技术研究.中文科技期刊数据库(全文版)工程技术.2024(11):74-77.
- [4] 刘映波,刘玉凤,李志龙,方,敢,谢家兴,欧伟恒.新型智算中心在人工智能应用领域的创新研究.中文科技期刊数据库(全文版)自然科学.2024(12):26-29.
- [5] 秦学斌,张静,王炳,薛宇强,朱信龙.基于区块链的煤矿视频监控数据存储共享研究.金属矿山.2022(6):138-143
- [6] 孙波.电子信息工程现代化技术存在的问题与优化措施.通信电源技术.2020(17):211-212,215.
- [7] 张鹏,李志龙.基于物联网电力设备远程监测系统设计与技术研究.中文科技期刊数据库(全文版)工程技术.2023(11):21-25.