

# 物联网感知节点轻量化部署优化实践研究

杭依函

河北科技学院, 河北省保定市, 072550;

**摘要:** 物联网技术普及推动感知节点向多场景延伸, 轻量化部署成为解决节点资源受限、部署成本偏高、适配性不足等问题的核心路径。本文围绕物联网感知节点轻量化部署展开研究, 结合部署实践中的实际痛点, 明确轻量化部署的核心内涵与实践价值, 梳理当前部署在硬件选型、协议适配、资源调度方面的具体问题, 提出优化策略, 通过实践应用验证优化方案的可行性与适用性, 为物联网感知节点轻量化部署的标准化、高效化实践提供具体参考与支撑。

**关键词:** 物联网; 感知节点; 轻量化部署; 部署优化; 实践应用

**DOI:** 10.69979/3041-0673.26.03.107

## 引言

物联网正向工业、民生、环保等多领域深度延伸, 感知节点作为数据采集与传输的核心载体, 部署效果直接决定物联网系统运行效率与应用价值, 当前其部署面临场景多样、资源约束严苛、部署成本可控性不足等现实难题, 传统部署模式已无法适配轻量化、低成本、高可靠的应用需求, 轻量化部署可精简节点功能、优化资源配置、简化部署流程, 有效破解这些痛点, 本文围绕物联网感知节点轻量化部署的优化实践, 深入探寻部署过程中的关键问题, 探索切实可行的优化路径, 助力物联网系统实现高效、经济、可靠的轻量化部署。

## 1 物联网感知节点轻量化部署核心内涵与实践基础

### 1.1 感知节点轻量化部署的核心定义与核心特征

物联网感知节点轻量化部署并非指节点体积缩小, 核心是贴合场景感知需求, 通过软硬件协同优化, 实现节点资源消耗最小化、部署流程简化、运维成本降低, 同时保持感知精度与运行稳定性。核心特征落脚三处: 硬件层面摒弃冗余模块, 挑拣低功耗、小体积、低成本核心元器件, 锚定核心感知功能, 规避硬件资源损耗。软件层面精简操作系统与应用程序, 剔除非必要功能模块, 优化代码架构, 削减软件运行对内存、算力的占用; 在部署层面简化安装、调试、组网操作步骤, 适配复杂场景, 提升部署效率, 拉低部署门槛。

### 1.2 感知节点轻量化部署的实践前提与核心要求

资源调度机制完善度直接关联感知节点轻量化部署效率与资源利用率, 当前部署实践中该机制仍有明显不足, 核心问题集中在三个方面: 节点组网阶段缺乏科学选址与规划, 节点分布失衡, 部分区域密度过高造成

资源冗余, 部分区域覆盖薄弱拖累感知质量<sup>[1]</sup>。节点运行时资源调度缺乏动态适配能力, 无法依据负载变化与感知需求分配算力、带宽等资源, 闲置与过载现象并存, 直接影响节点运行稳定性; 部署流程缺乏标准化资源配置规范, 部署人员操作差异较大, 既拉低部署效能, 也易引发资源配置偏差, 进而影响轻量化部署整体成效。

### 1.3 资源调度机制不完善, 部署效率偏低

硬件选型是轻量化部署的重要前提, 现有部署环节中硬件配置往往与实际需求脱节, 直接影响部署后的轻量化表现及节点稳定运行。部分部署方案的硬件选择未贴合具体场景需求, 盲目采用高性能高功耗元件导致资源闲置, 背离轻量化部署初衷, 另有方案片面控制成本与体积, 选用低性能硬件部件, 造成节点感知精度下滑、运行状态不稳, 无法有效支撑场景感知相关工作。硬件元件间适配性欠佳, 各模块接口标准不统一, 增加硬件整合难度、延长部署周期, 运行阶段也常出现异常, 制约轻量化部署实际应用成效。

## 2 物联网感知节点轻量化部署现存问题及成因分析

### 2.1 硬件选型不合理, 轻量化适配性不足

硬件选型是轻量化部署的基础, 当前多数部署实践中硬件选型存在不合理现象, 直接影响轻量化成效与节点运行稳定性, 部分部署选型未精准适配场景需求, 盲目采用高性能、高功耗硬件元器件造成资源冗余, 背离轻量化部署核心原则。另有部分选型过度侧重低成本、小体积, 选用的元器件性能不足, 使得节点感知精度不足、运行不稳定, 难以满足场景感知需求。部分硬件元器件间兼容性欠佳, 不同模块接口不统一, 增加了硬件集成难度, 延长部署周期的同时, 还可能引发节点运行

故障，进一步削弱轻量化部署的实践成效。

## 2.2 通信协议适配性差，资源消耗管控不足

通信协议作为感知节点完成数据传输的关键组成，适配性能直接作用于节点功耗与资源占用情况，也是现阶段轻量化部署推进中亟待解决的难点。物联网感知节点所采用的通信协议类型丰富，不同应用场景与设备厂商所遵循的协议规范未形成统一体系，实际部署阶段协议适配工作存在较高难度。部分场景沿用传统重型通信协议，协议自身冗余内容较多，数据传输环节对网络带宽与节点运算能力形成较大占用，节点整体资源消耗随之上升，难以匹配轻量化部署的实际要求<sup>[2]</sup>。部分轻量化协议在设计上简化了运行流程，却未能与硬件平台及软件系统实现良好配合，数据传输出现明显延迟，丢包现象频繁，节点感知精度与数据传输稳定性受到直接影响。协议运行阶段缺少完善的资源调控手段，不能依据节点实时工作状态对协议相关参数做出灵活调整，资源不合理使用的情况进一步加重。

## 2.3 资源调度机制不完善，部署效率偏低

与传统感知节点部署相比，轻量化部署在核心逻辑、资源配置和部署流程上与传统部署差异显著且优势突出。传统部署侧重功能全面，存在硬件冗余、软件复杂、流程繁琐的问题，这增加了部署成本，降低了其在资源受限场景的适配性，轻量化部署以精准适配、精简高效为核心，围绕核心功能、优化软硬件配置、简化部署流程，适配性更强，可灵活应用于偏远、狭小等资源受限场景，成本更低，精简配置可降低采购与部署成本，运维更便捷，简化结构与流程减少后期运维工作量和难度。在基于物联网的自动控制系统中，物联网感知节点连接压力、温度、流量、液位、开关量等各种传感器，实现对生产现场各类信息的采集。根据钻井生产现场的需求，采用工业无线通信技术，设计用于钻井生产现场的物联网感知节点硬件。物联网感知节点包括四个模块：传感器模块、处理器模块、无线通信模块和能量供应模块。节点传感器模块的功能是采集环境信息和进行数据转换；处理器模块的功能是控制 ISA100.11a 网络节点的具体操作，存储和处理传感器模块收集的环境信息和周围设备传递的数据；无线通信模块则与周围设备进行通信，交换控制信息，接收和发送节点采集到的数据；能量供应模块负责为节点提供所需的能量。

## 3 物联网感知节点轻量化部署优化策略及实践路径

### 3.1 优化硬件选型方案，提升轻量化适配性

硬件选型优化的核心在于场景适配、资源精简与兼容可靠。结合部署场景具体需求制定针对性选型方案，精准梳理场景需求，明确感知节点核心功能、感知精度及环境适应性要求，划定硬件性能合理范围，避免过度追求高性能或低成本。根据不同场景选用适配的低功耗、小体积元器件。在环境监测场景中，优先选用低功耗温湿度传感器、气体传感器，剔除冗余运算模块；在工业监控场景中，则选用抗干扰、高稳定元器件，兼顾轻量化与可靠性。注重硬件元器件的兼容性，优先选择接口统一、适配性强的型号，降低硬件集成难度，缩短部署周期。建立硬件选型校验机制。选型完成后，通过模拟部署测试验证性能与功耗是否契合轻量化部署需求，及时调整方案，保障硬件配置的合理性与适配性。

### 3.2 优化通信协议适配，强化资源消耗管控

通信协议优化应围绕轻量化、高适配、低消耗的核心目标开展，结合实际硬件条件与应用场景需求，完成协议选型、适配及管控层面的整体改进。选取匹配场景的轻量化通信协议，侧重选择冗余低、功耗小、传输效率突出的类型，并结合数据传输特点确定具体方案。短距离低速率场景下采用蓝牙低功耗协议以控制带宽与算力占用<sup>[3]</sup>。在长距离低功耗场景下，采用 LoRa、NB-IoT 等轻量化广域网协议，实现高效传输与低功耗运行的兼顾。强化协议与软硬件体系的协同匹配，优化协议运行相关参数并精简冗余代码，保障协议与硬件器件及软件系统稳定配合，压缩数据传输时延并减少丢包情况。构建协议资源管控体系，依据节点运行情况与数据传输需求，动态调节传输速率、数据分包规格等内容，规避不必要的资源损耗，将节点整体资源消耗维持在合理区间。

### 3.3 完善资源调度机制，提升部署效率与资源利用率

资源调度机制的优化是提升轻量化部署效率、提高资源利用水平的核心环节。可围绕节点选址、动态调度、流程标准化，搭建完整调度体系。结合部署场景的地理环境与实际感知需求，开展节点选址与组网规划。依托分区部署思路，合理排布节点分布，控制节点布设密度，保障感知覆盖完整，降低资源冗余损耗。在组网环节，选用轻量化形式，精简流程，提升整体组网运行效能。依托节点运行负载与感知数据传输量，开展实时监测，完成算力、带宽、存储等资源的动态调配，将空闲资源向高负载节点倾斜，维持节点运行状态平稳，优化整体资源使用效率。制定统一的部署流程与资源配置准则，

明确各阶段操作要点与资源设定标准,规范部署执行环节,降低操作偏差,推动轻量化部署工作有序规范推进。

### 3.4 优化运维管理模式,保障轻量化部署长效运行

轻量化部署的长效稳定运行依托于科学完善的运维管理体系。现有运维模式普遍存在流程复杂、响应迟缓、成本居高不下等现实问题。结合轻量化部署自身特性,对运维模式进行优化调整,能够推动运维工作向轻量化与高效化方向转变<sup>[4]</sup>。搭建适配轻量化场景的运维管理体系,简化整体运维流程,剔除传统运维模式中多余的执行步骤,将工作重心集中在节点运行状态监控、故障问题排查、运行参数优化调整等关键内容上,以此降低运维操作难度和整体工作负荷。利用节点内置的状态监测单元,完成运行数据的实时采集,并与云端运维平台同步上传,实现故障问题的自动识别预警与精准位置锁定,减少人工现场巡检的投入,加快运维问题处理速度。

## 4 物联网感知节点轻量化部署优化实践验证与应用反思

### 4.1 实践场景选取与部署准备

实践过程中严格依据优化后的部署策略推进,强化各环节过程管控,保障优化方案有效落地。硬件部署依照标准化流程完成节点安装与固定,保证安装牢固、布局合理,同步开展硬件接口调试,确保各类元器件稳定协同。软件部署搭载精简后的节点操作系统及应用程序,对通信协议参数完成优化配置,实现节点与云端平台的顺畅对接<sup>[5]</sup>。资源调度启用动态调控机制,实时掌握各节点运行状态与负载水平,对算力及带宽资源进行灵活分配,按需调整节点运行参数。实践监测同步开展,全程记录节点功耗、感知精度、运行稳定性等相关数据,快速排查处置部署环节出现的各类问题,保障整体部署工作有序开展。

### 4.2 优化方案的实践应用与过程管控

实践收尾后,从优化轻量化表现、运行稳定程度、部署高效性三个核心维度开展方案评估,评估结果显示优化方案已切实解决原有部署环节的突出痛点。节点硬件成本与功耗得到合理管控,软件运行平稳且资源分配合理,节点感知精度契合社区环境监测实际需求,数据传输保持稳定,部署效率同步提升,顺利达成轻量化部署核心目标。实践推进中也显现部分短板,复杂场景下

节点适配能力仍有提升空间,协议动态管控的细节处理不够精细,后续将结合本次实践所得,优化硬件选型与协议适配流程,完善动态资源调度机制,细化管控颗粒度,强化方案适应性与稳定性,使方案持续迭代升级。

### 4.3 实践效果评估与应用反思

实践完成后,从轻量化效果、运行稳定性、部署效率三个维度对优化方案进行评估,评估结果表明,优化后的轻量化部署方案有效解决了原有部署中的问题。与传统部署模式相比,节点硬件成本降低,功耗显著下降,软件运行流畅,资源利用率大幅提升;节点感知精度符合场景需求,运行稳定,数据传输延迟低、丢包率低,能够满足社区环境监测的核心需求,部署流程简化,部署效率提升,后期运维工作量减少,实现了轻量化部署的核心目标。

## 5 结语

物联网感知节点轻量化部署优化是物联网系统高效经济可靠运行的关键,更是多场景应用需求的适配核心。分析其核心内涵与现存问题,从硬件选型、协议适配、资源调度三个维度构建针对性优化策略,结合社区环境监测场景实践,验证优化方案的可行与适用,轻量化部署优化难以一步到位,要贴合场景需求迭代,不断完善策略、强化实践,破解部署各环节痛点。

### 参考文献

- [1]王洋,黄建梅.基于物联网技术的智能档案馆建设初探[J].三峡大学学报(自然科学版),2025,47(S1):137-140.
- [2]朱俊杰,郑一甲,王金生.基于物联网化的智能探测仿生蜘蛛机器人的研究[J].机械管理开发,2025,40(12):246-249+253.
- [3]张豪.基于物联网的燃气设备远程监控系统设计与实现[J].化工设计通讯,2024,50(12):110-112.
- [4]何龙龙,潘瑞宇,吴悦,等.基于信息物理融合系统(CPS)的综采单元实时数据感知节点与信息建模[J].煤炭科学技术,2025,53(S2):363-374.
- [5]李卫.钻井生产现场物联网感知节点设计[J].信息系统工程,2022,(08):97-100.

作者简介:杭依函(2004.6.19),女,汉族,籍贯:河北省保定,学历:本科,研究方向:物联网工程。