



团 体 标 准

T/XXX XXXX—XXXX

支持无线充电的无人机边缘网络资源调度 技术规范

Technical specification of edge network resource intelligent scheduling for
UAV-assisted wireless charging

（征求意见稿）

— XX — XX 发布

XXXX — XX — XX 实施

广东省质量检测协会 发 布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文 1

3 术语和定义 1

4 缩略语 2

5 系统架构 2

 5.1 支持无线充电的无人机边缘网络业务需求 2

 5.2 系统整体架构 4

6 任务卸载与充电时间调度技术要求 6

 6.1 边缘资源任务卸载要求 6

 6.2 能耗与无线充电任务要求 6

 6.3 调度机制与性能要求 7

7 数据采集与能量传输调度技术要求 9

 7.1 数据采集技术要求 9

 7.2 能量与数据协同要求 9

 7.3 协同调度技术性能要求 9

8 任务与能量协同调度要求 10

 8.1 协同调度要求 10

 8.2 验证与测试要求 11

参考文献 12

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由广东省质量检测协会提出和归口。

本文件起草单位：重庆邮电大学、深圳北理莫斯科大学、国防科技大学、广州波奇亚标准及检测技术有限公司、中国检验检疫科学研究院粤港澳大湾区研究院、香港大学、澳门科技大学、OrionAI Limited、中山市信裕科技有限公司、中山市政达企业管理服务有限公司。

本文件主要起草人：王小洁、宁兆龙、胡希平、周力、黄一航、陈怡硕、李家梦、易令、孙培博、聂佳、彭梦成、沈志成、Edith C. H. Ngai、田晋宇、Terry H. S. Chu、王云帆、关乐淳、吴锡标、李熹彤、罗丙燕、钟晓雨。

支持无线充电的无人机边缘网络资源调度技术规范

1 范围

本文件规定了无人机辅助无线充电边缘网络中系统架构、任务卸载、数据采集、能量传输及协同调度的技术要求，涵盖系统架构、通信性能以及调度控制等内容。

本文件适用于多无人机协同、多节点通信的边缘计算网络场景的资源调度。

2 规范性引用文

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

边缘网络 edgenetwork

一种结合多设备和节点，分布式处理数据和任务的网络架构。该系统支持无人机与移动设备协同优化任务卸载和能量传输。

3.2

半双工特性 Half-Duplex feature

指无人机等移动设备由于硬件限制，在同一时刻只能执行单一任务，比如任务卸载或能量收集，而不能同时进行两者操作的一种通信特性。

3.3

任务卸载 task offloading

由移动设备或传感器节点将自身任务，通过无线网络链路转交给无人机或边缘服务器进行计算处理的机制。

3.4

无人机路径规划 UAV path planning

根据三维坐标计算最优飞行路径，以最少能耗的方式完成任务（如任务卸载、能量传输和数据采集）；系统需实时处理节点位置和任务需求变化对路径的影响。

3.5

服务质量 quality of service, QoS

系统在任务调度和执行过程中对于任务响应时间、数据准确性和效率等方面的性能要求。例如，延迟敏感型任务需保证低时延传输。

3.6

无线能量传输 wireless power transfer

无需物理接触，通过射频、激光或其他无线方式进行的能量传输过程。系统通过时间分段模式支持能量向低电量节点的传递。

3.7

延迟敏感型任务 delay-sensitive task

对时延要求较高的任务类型。这些任务需要在限定时间内完成，从任务传输到处理的全流程必须满足服务质量（QoS）要求，如无人机实时视频传输或紧急计算任务。

3.8

计算密集型任务 **computation-intensive task**

需要大量计算资源的任务类型，例如大规模数据模型训练和图像处理。此类任务通常卸载到计算能力较强的无人机或边缘节点进行处理，以实现更高效的任务计算执行。

3.9

传感器节点 **sensor node**

配置了数据采集能力与无线通信功能的地面节点，负责收集环境数据并通过网络链路传递至无人机或边缘服务器。

3.10

多无人机协同调度 **multi-UAV cooperative scheduling**

在多无人机参与任务的场景下，通过任务分工和路径优化等，多无人机协同完成复杂任务调度。

4 缩略语

无人机：UAV
无线能量传输：WPT
服务质量：QoS
低功耗广域网协议：LoRa
光探测与测距：LiDAR
中央处理单元：CPU
图形处理器：GPU
张量处理器：TPU
第五代移动通信技术：5G
无线局域网技术：WiFi

5 系统架构

5.1 支持无线充电的无人机边缘网络业务需求

5.1.1 资源协同与任务管理

系统需具备动态调度和协同管理多样化资源的能力，实现无人机、边缘节点和地面传感器之间的高效任务协作，优化资源分配及使用效率，具体需求见表1。

表1 资源协同与任务管理需求

需求点	具体描述
资源管理模式	提供集中式调度（边缘服务器统一分配）与分布式协作（节点直接通信）的支持，适配不同任务场景
资源形式	计算资源：算力（单位：GFLOPS），最小单元为1 GFLOPS
	能量资源：剩余电量（单位：Wh），分级（低、中、高）量化
	通信资源：带宽（单位：Mbps）
	任务状态资源：任务进度或负载状态，最小单元为具体子任务或数据包
资源物理形态	涉及无人机、地面传感器、边缘服务器

5.1.2 时间分配与工作模式切换

系统需支持基于半双工和全双工特性的时间分配，合理调度任务卸载、数据采集和能量传输的过程切换。

5.1.3 充电管理与能量利用优化

系统需针对无人机的高能耗特性，设计精确的充电管理与能量调度方案，具体需求见表2。

表2 无人机充电管理与能量利用

无人机充电模式	需求	性能要求
无人机自身充电管理	充电功率调控	低电量阶段：<20 %，提供高功率快速充电，≥50 W 中电量阶段：20 %~80 %，维持标准功率充电，30 W ~50 W 高电量阶段：>80 %，进入涓流充电模式，≤20W
无人机为节点充电管理	充电功率调控	无线能量传输效率维持在70 %~85 %
	支持设备能量供给	单节点无线充电功率范围为20 W~50 W，根据节点优先级动态分配充电功率
	节点优先级	高优先级节点：电量≤20 %，优先供电直至充电至50%
		中优先级节点：电量20 %~60 %，提供维持任务运行所需的常规功率
		低优先级节点：电量≥60 %，按情况提供间歇性充电
	导航与充电路径协同	无人机需结合路径规划智能选择充电节点
	协作与多点能量供给并行	系统需支持多个无人机协同为地面节点供能的场景，每架无人机可同时支持≥2个节点充电，单次充电时间控制在15~30分钟内
飞行与任务能耗	悬停功率	150 W~180 W
	水平飞行功率	200 W ~250 W，每公里飞行消耗15 % ~20 %的电池容量
	执行任务	额外增加100 W ~150 W功率，需动态分配具体功耗

5.1.4 空间感知与路径规划

系统需基于坐标感知节点和无人机位置布局，并按外部指令或自动生成无人机的飞行路径以降低能耗和提升任务效率，具体需求见表3。

表3 空间感知与路径规划需求

需求点	具体描述
感知内容	节点信息：目标节点的位置分布、任务优先级及能量需求
	无人机状态：实时电量水平、续航时间、飞行速度及任务负载
	障碍物信息：动态与静态障碍物的分布和距离（如无人机、建筑物等）
	环境数据：风速风向、天气状况和通信信号强度等
路径生成方式	指令驱动：根据任务需求生成预定路径
	动态规划：实时感知更新飞行路径，避开障碍并优化能耗
性能要求	能量效率：降低飞行总能量消耗，优先选择最长续航路径
	任务覆盖：高效完成多节点任务，并缩短节点间飞行时间

5.1.5 环境适应性与动态调整

系统需根据节点分布、能量状态与外界环境的变化，动态调整无人机任务分配内容的时间占比。

5.1.6 数据交互与协作信令设计

无人机与地面节点、其他无人机及边缘网络中的协作需通过高效、稳定的信令交互和数据通信来保障，具体需求见表4。

表4 数据交互与协作信令设计

功能模块	需求描述	技术参数/性能指标	适用协议/技术
信令交互	任务状态与控制信令传递	信令包≤1KB，每次延迟≤10ms	MQTT、HTTP 等
任务数据传输	任务卸载数据和采集数据	≥10Mbps（大任务），	TCP、UDP 等
	传输	≥1Mbps（普通任务）	

功能模块	需求描述	技术参数/性能指标	适用协议/技术
任务分配及多跳通信	初始任务分发与多无人机协作通信	覆盖范围≤3 公里	MQTT，数据格式 JSON 等
任务接续与迁移机制	未完成任务的动态迁移，保障任务连续性	响应时间≤10 秒	自定义信令
中间数据缓存	未完成任务的中间数据保存，支持接续设备继续任务	缓存有效期≥30 分钟	本地缓存，同步机制
路径切换优化	任务接续时的无人机动态路径调整	切换延迟≤5 秒	动态路径规划算法
数据接口	提供标准化接口，支持任务交互与数据传输	每秒调用次数≥100 次，单次传输≤5MB	RESTful API，数据格式 JSON/XML 等

5.1.7 可靠性与扩展性

系统需在多节点、高并发场景下确保可靠运行，并具备良好的扩展性，适应大规模的边缘网络部署需求，具体见表5。

表5 可靠性与扩展性需求

需求点	具体描述
节点支持规模	支持 100-500 个节点（无人机、地面传感器、边缘设备），可扩展至 ≥2000 节点，扩展时间≤10 秒
并发处理能力	同时调度 50-100 架无人机，单秒任务分发请求≥1000 次，设备响应延迟≤50ms
故障恢复能力	节点失效时数据恢复时间≤5 秒，网络中断时任务数据缓存有效时间≥30 秒，确保不中断
动态拓扑适应性	支持动态拓扑变化，节点新增、失效或移动时自动调整，传输路径切换延迟≤10ms
高可靠性要求	系统运行可靠性≥99.9%，数据传输可靠性≥99.99%，任务同步误差≤0.5%

5.2 系统整体架构

5.2.1 架构图

系统架构支持多无人机任务执行与无线充电的边缘计算网络系统，通过分布式感知与边缘计算实现任务的高效分配与资源优化管理。整体系统由感知层、资源调度与协作层、任务与能量执行层和系统优化与管理层四部分组成（见图1），各层次协同工作，形成从任务信息采集到执行的自动化闭环。

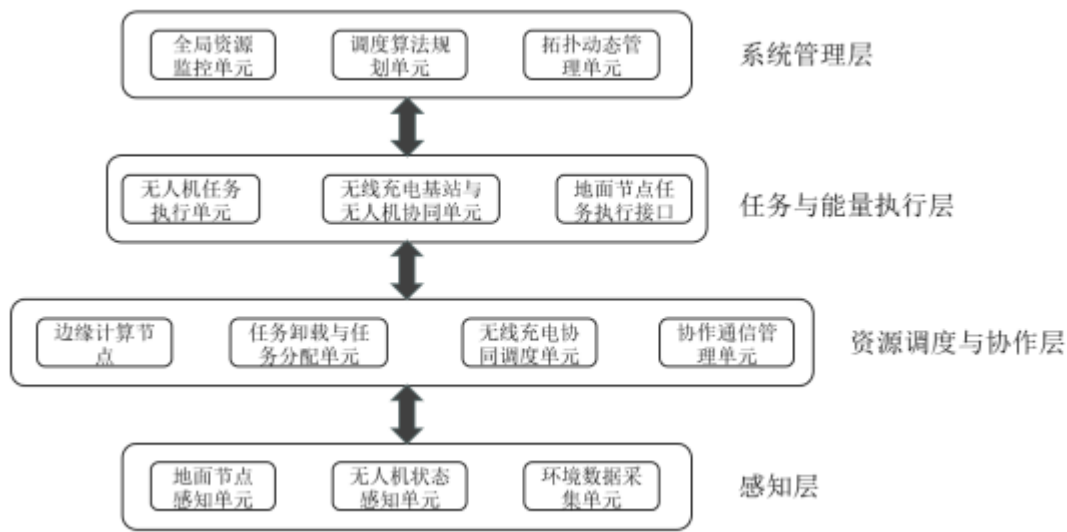


图1 支持无线充电的无人机边缘网络系统整体架构

5.2.2 感知层

负责采集系统运行所需的基础信息，包括环境感知数据、地面节点任务信息以及无人机的自身状态，为上层资源调度提供必要的支撑。其主要功能包括：

- a) 地面节点感知单元：通过 LoRa 或 ZigBee 等设备监测节点的电量状态和任务需求，并实时上传至边缘网络。
- b) 无人机状态感知单元：利用机载传感器（如 GPS、电量监控）实时追踪电量、位置和任务负载数据，并发送至调度系统。
- c) 环境数据采集单元：通过风速传感器和 LiDAR 采集飞行环境数据，检测障碍并上传任务区域的天气状况。

5.2.3 资源调度与协作层

作为架构的核心层，负责整合感知层数据，并进行任务调度、资源分配与无人机任务协同。其主要功能包括：

- a) 边缘计算节点：通过高性能计算设备（如 Jetson Xavier）运行任务调度算法，处理感知层上传的数据并发出任务分派指令。
- b) 任务卸载与任务分配单元：基于无人机负载状态和电池信息，通过动态任务调度将任务卸载到较优节点。
- c) 无线充电协同调度单元：分配无人机优先充电次序和地点，制定电量平衡的充电计划。
- d) 协作通信管理单元：通过 MQTT、5G 等协议实现调度层到执行层的实时任务分发与节点状态同步。

5.2.4 任务与能量执行层

负责将任务计划与调度指令具体落实到无人机或相关节点，其核心是任务执行与充电资源的高效利用。其主要功能包括：

- a) 无人机任务执行单元：无人机通过路径规划模块（如 Jetson Nano）执行调度任务并回传完成进度和日志。
- b) 无线充电基站与无人机协同单元：通过地面充电站和无人机接收装置对电量不足的无人机进行高效充电。
- c) 地面节点任务执行接口：接收地面传感器的任务请求并向无人机分发命令采集数据，同时上传数据至调度中心。

5.2.5 系统优化与管理层

负责对各层的操作与性能进行监控与优化，提高无人机边缘网络的任务调度效率与资源利用率。其主要功能包括：

- a) 全局资源监控单元：利用监控工具（如 Prometheus + Grafana）实时追踪无人机任务、电量分布和系统运行情况。
- b) 调度算法规划单元：基于 Elasticsearch 或分析平台对任务完成历史日志进行分析，从而规划任务分发和充电策略。
- c) 拓扑动态管理单元：通过 Kubernetes 或 Zookeeper 动态调整无人机上下线任务绑定情况，实现资源重分配。

6 任务卸载与充电时间调度技术要求

6.1 边缘资源任务卸载要求

6.1.1 任务特性与计算要求

任务卸载需基于任务类型的特性以及计算需求动态调整，以匹配任务调度的优先级并优化资源配置。边缘网络环境中的任务主要可分为以下三类：

- a) 高优先级任务：延迟敏感型任务，如实时监测或路径优化，对时延需求严格，需优先调度，保证从任务传输到处理的全流程延迟满足服务质量要求。
- b) 一般优先级任务：如模型训练或图像处理任务，需边缘节点分解任务并分配至计算能力较强的无人机节点完成。
- c) 低优先级任务：如非实时的批量处理或存储任务，可在系统负载较低情况下运行，充分利用空闲资源。

6.1.2 边缘节点性能指标要求

边缘节点作为任务卸载的核心计算单元，其性能需满足以下要求：

- a) 计算能力：支持路径规划与目标检测等计算密集型任务，平均处理延迟应 $\leq 10\text{ms}$ 。支持至少 10 个任务并发处理，兼容 CPU 与 GPU/TPU 的异构计算。
- b) 能量管理能力：移动节点需具备 ≥ 120 分钟续航能力，并支持 20-50 W 无线充电。单位任务计算能耗 ≤ 0.2 J/千次运算。
- c) 通信能力：边缘节点需支持 ≥ 10 Mbps 的传输速率，链路延迟低于 10ms，链路可用率 $\geq 99.9\%$ 。兼容短距离高速通信（如 Wi-Fi 6、5G，1 公里）与远距离低带宽通信（如 LoRa，5 公里）。通信模块功耗 ≤ 1 W，支持低功耗工作模式。
- d) 容错能力：在任务中断时 1 秒内完成任务切换，任务恢复成功率 $\geq 95\%$ 。通信链路中断时 200ms 内切换至备用链路，维持系统 $\geq 90\%$ 的任务执行能力。

6.2 能耗与无线充电任务要求

6.2.1 能耗条件

系统需构建能耗模型，综合反映无人机在飞行、任务处理及无线充电过程中的能量消耗。模型需涵盖以下关键因素：飞行动力能耗、任务处理能耗和无线充电效率（详见表6）。

表6

能耗阶段	因素类别	具体影响因素
飞行动力能耗	动力因素	飞行速度（m/s）， 飞行模式（巡航/悬停/起降）， 飞行载荷质量（kg）
	环境因素	空气密度（受温度和高度影响，kg/m ³ ），

能耗阶段	因素类别	具体影响因素
		风速和风向（m/s）
	飞行路径因素	飞行距离和线路规划（m）， 飞行高度（m）
任务处理能耗	计算任务因素	边缘计算任务类型（如图像处理、路径规划、深度学习推理）， 任务计算负载（CPU/GPU 利用率）， 任务执行时间（s）
无线充电效率	充电效率因素	无线充电发射端功率（W）， 无线充电传输距离与对准精度， 电池剩余电量（%）
环境外界影响	环境因素	温度（°C）， 湿度（%）， 地形特征（开阔、狭窄）

6.2.2 无线充电任务规划要求

6.2.2.1 优先级规划与路径生成

系统需根据节点的剩余能量和任务紧急程度设定充电优先级，优先保障高能耗节点或电量不足的节点。系统应生成最优充电路径，减少不必要的移动路径能耗，提升全局充电效率。

6.2.2.2 动态时间调度

系统需合理分配充电时间和任务卸载、数据采集任务，支持阶段性切换以提升协同效率。同时，协调多无人机与多设备的充电资源分配，避免信道冲突与资源竞争，支持多无人机协同充电模式，提高整体系统性能。

6.3 调度机制与性能要求

6.3.1 调度实时性与优先级要求

6.3.1.1 实时性

需具备快速反馈调度结果的能力，以应对任务生成及网络动态变化（如网络拥塞、边缘节点性能波动）。对时延敏感任务，需确保从任务分配到任务完成的全流程无显著延迟，具体要求详见表7。

表7

任务类型	任务特性	调度决策时延	任务完成时延	说明
紧急救援任务	高优先级，时延敏感	≤ 100ms	≤ 1s	如无人机路径重新规划、实时灾害监测
网络视频分析	高优先级，中高时延敏感	≤ 200ms	≤ 1-3s（视任务规模而定）	如视频流中目标检测/轨迹预测
批量任务计算	一般优先级，低时延	≤ 300-500ms	几秒至几十秒	如数据分析、批量训

任务类型	任务特性	调度决策时延	任务完成时延	说明
	敏感			练
资源调度调整任务	低优先级，低时延敏感	≤ 500ms	根据调度目标变化	如节点资源优化、长期性能评估

6.3.1.2 优先级保障

系统需支持按任务的重要性、紧急程度及节点状态动态调整调度优先级。

6.3.2 动态资源分配与优化要求

6.3.2.1 资源高效分配

需实现对计算能力、能量剩余、通信带宽等节点资源的全局感知，根据任务需求动态调整分配，避免资源闲置或节点过载问题。

6.3.2.2 负载均衡与协同规划

需优化任务分布以减少单节点超载，同时支持多无人机协作，确保任务运行的时间成本和能量开销达到最优平衡。

6.3.2.3 多目标效率提升

需在任务调度和执行过程中兼顾性能指标（如任务完成时间）与能耗指标（如能源使用率），利用路径规划与任务并行调度，实现系统效能最大化。具体指标详见表8。

表8 多目标效率提升指标表

指标类别	指标名称	单位
性能指标	任务分配时延	ms
	任务完成时间	秒
	节点负载均衡度	无量纲
	吞吐率	任务/秒
	路径长度与规划效率	米（m）/无量纲
能耗指标	单位任务能耗	焦耳（J）
	能量使用率	百分比（%）
	能量消耗均衡性	无量纲
	无线充电效率	百分比（%）
综合效能指标	时间能效比	秒/焦耳（s/J）
	任务成功率	百分比（%）
	资源利用率	百分比（%）
	综合调度效率	无量纲

7 数据采集与能量传输调度技术要求

7.1 数据采集技术要求

7.1.1 数据采集任务参数要求

7.1.1.1 采集范围与覆盖要求

系统需确保无人机有效覆盖传感器网络或设备区域，通过飞行路径优化以低能耗实现全区域覆盖。

7.1.1.2 采集质量参数设置

应根据数据任务需求，明确采集尺度、采样频率和分辨率，确保数据满足后续计算或分析的精度要求。

7.1.1.3 任务分配与能量匹配

系统需根据采集任务的工作负载及无人机电量状态动态调整任务分配，实现采集需求与能量约束的高效平衡。

7.1.2 数据完整性与实时性要求

7.1.2.1 数据完整性

采集过程中必须确保传感器和边缘设备数据的全面收集，避免数据丢失或遗漏。

7.1.3 实时性保障

系统需满足时延敏感型采集任务的实时性要求，无人机需通过规划路径与高效通信协议在限定时间内完成采集任务并传输数据。

7.1.3.1 故障与恢复机制

在传感器故障、通信中断等异常情况下，系统需具备任务重新分配和数据修复功能，确保数据采集和传输的高可靠性。

7.2 能量与数据协同要求

7.2.1 能量传输路径规划要求

7.2.1.1 路径控制

无人机根据节点分布、能量需求及任务优先级自动生成路径，减少飞行能耗并提高能量传输效率。

7.2.1.2 路径动态调整

系统需实时感知节点能量状态，动态调整能量传输路径，优先为低电量或关键节点供能，确保任务的连续性和网络稳定性。

7.2.2 数据优先级调度要求

7.2.2.1 分级调度机制

系统根据数据任务的时效性与重要性动态设定优先级

7.2.2.2 能耗与数据需求平衡

系统需在任务执行时效、通信能耗与无人机能量约束之间动态平衡，避免因高能耗对协作效率造成不利影响。在多节点任务场景中需实现能量与数据质量的均衡优化。

7.3 协同调度技术性能要求

7.3.1 无人机续航与传输效率要求

7.3.1.1 续航能力优化

无人机需通过动态任务划分、路径优化与飞行器功率管理机制最大化利用能量，减少不必要的消耗，延长续航时间，满足复杂场景中的多任务执行需求。

7.3.1.2 传输效率保障

数据与能量的传输需采用高效调度策略，减少资源浪费并任务提高执行效率。

7.3.2 负载均衡与故障容错要求

7.3.2.1 负载均衡机制

系统需平衡任务在各无人机与边缘节点间的负载分布，避免因单节点超载影响整体性能，充分利用闲置资源以优化资源使用率。

7.3.2.2 故障容错能力

在无人机故障、能量耗尽或网络中断等情况下，系统需具备快速恢复机制并重新分配任务，确保任务执行的连续性和稳定性，降低故障对整体性能的影响。

8 任务与能量协同调度要求

8.1 协同调度要求

8.1.1 任务与能量的协同调度

系统需同步任务卸载与能量传输过程，根据任务优先级、能量状态和节点负载合理规划调度方案。对于能量受限设备，优先提供无线充电支持，同时在确保设备运行的基础上分配任务。调度需要根据实时任务生成、节点能量分布及网络状态动态调整，以减少资源争用冲突并提高利用率。无人机需实现能量收集与任务执行的阶段性切换，保证功能间的高效协同。

8.1.2 资源共享与冲突解决要求

8.1.2.1 资源共享机制

系统需实现节点间计算资源、通信带宽和能量的共享，提升任务处理与能量调度的整体效率。多无人机协作时，应通过合理分配减少低效重复操作，实现资源最大化利用。

8.1.2.2 冲突解决策略

在多节点、多任务竞争有限资源时，系统需优先分配给关键任务或重要节点，通过排队、优先级调整等机制避免冲突带来的资源浪费或延迟增加。同时，无人机间需协调避免干扰，提高协作效率。技术实现见表9。

表9 资源共享与冲突解决管理表

管理实体	功能描述	技术实现
全局资源监控单元	实时监控整个系统的资源状态	如：Prometheus + Grafana
调度算法规划单元	动态优化任务调度与资源分配策略	如：ElasticSearch + 自定义算法
拓扑动态管理单元	调整节点上下线与任务绑定	如：Kubernetes 或 Zookeeper
数据通信共享单元	节点间通信资源共享	如：MQTT 或 gRPC
能量共享与协调单元	提高能量分布与无线充电效率	如：无线充电算法 + GPS 位置感知

8.2 验证与测试要求

8.2.1 性能验证

系统需通过模拟实验、仿真平台及实际部署，对调度机制、能量传输与任务执行进行全面测试，确保各项性能指标达到设计目标。

8.2.2 可靠性测试

需对无人机故障、通信中断、能量枯竭等可能故障场景进行验证，确保系统具备快速恢复能力，验证容错方案的有效性。

8.2.3 综合评估

应在真实或仿真环境中测试多任务场景下的调度效率、能量传输性能和任务完成率，并基于测试结果优化系统架构与相关算法。测试方法参考表10。

表10 测试方法

测试方法	测试工具/平台	预期结果优化方向
仿真测试	MATLAB、ROS Gazebo、AirSim	模拟动态任务和资源冲突场景，优化资源分配策略和调度算法
性能分析与监控	Prometheus + Grafana	检测性能瓶颈，优化任务响应时间及能量利用率
可靠性故障测试	自定义脚本注入故障、网络模拟工具（如 Pumba、NetEm）	验证失败恢复及容错能力，改进任务转移与资源调度响应机制
实际部署与评估	无人机集群测试平台（如 PX4、Ardupilot + Gazebo）	在真实环境中改进多任务并行效率、可靠性与能量分布策略

参 考 文 献

- [1] YD/T 6042-2024 移动边缘计算应用使能架构技术要求
 - [2] YD/T 4670-2024 工业互联网边缘计算 总体架构与要求
 - [3] YD/T 4740-2024 5G边缘计算能力开放技术要求
 - [4] YD/T 4670-2024 工业互联网边缘计算总体架构与要求
 - [5] YD/T 3888.6-2024 通信网智能维护技术要求 第6部分：基于无人机的通信网智能巡检
 - [6] YD/T 4493-2023 工业互联网边缘计算需求
 - [7] YD/T 4601-2023 5G核心网边缘计算平台技术要求
 - [8] YD/T 3962-2021 5G核心网边缘计算总体技术要求
 - [9] YD/T 3986-2021 互联网边缘云服务信任能力要求
-