

“智慧绿化管养中苗木培育种植及森林病虫害防治无人机巡检系统的研究及应用”成果登记公示信息

成果名称:	智慧绿化管养中苗木培育种植及森林病虫害防治无人机巡检系统的研究及应用
完成单位:	深圳市八骏环境景观有限公司
完成人员:	余赞军,方松城,钱丽贞,刘正红,唐亮,罗佳丽,李俊芳,周小慧,黄昕,黄光辉,王明月,赵嘉迪,许昕煜,王爱红,王中富,黄艺铃
研究起止日期:	2021-01-01 至 2025-06-30
主要应用行业:	水利、环境和公共设施管理业
高新技术领域:	环境保护
评价单位:	产学研(广州)科技项目评价有限公司
评价日期:	2026-02-10
成果简介:	<p>本成果为智慧绿化管养与森林病虫害防治领域的无人机巡检系统研发与应用成果,聚焦林业与园林管养数字化、智能化升级需求,通过多领域技术融合创新,攻克了传统巡检模式及常规无人机应用的多项技术瓶颈,实现了巡检作业从被动数据采集到主动智能诊断决策的根本性转变。</p> <p>一、课题来源与背景</p> <p>本课题为企业内部立项项目,研发周期为2021年1月至2025年6月。在我国生态文明建设深入推进、林草资源保护要求不断提高的背景下,传统人工为主的绿化管养与森林病虫害防治模式存在效率低下、覆盖有限、诊断粗放、响应滞后及高危环境作业安全风险大等问题。同时,无人机技术在农林领域的应用虽初具规模,但多停留在固定航线、被动采集数据的初级阶段,缺乏复杂植被环境下的智能感知、自主决策与协同作业能力,无</p>

法满足精准化、智能化管养需求。在此背景下，课题组融合新一代信息技术，开展智能化无人机巡检系统的研发，旨在提升行业治理水平，保障生态安全。

二、技术原理及性能指标

（一）技术原理

本系统以“动态闭环智能作业”为顶层架构，构建“感知 - 诊断 - 通信 - 能源 - 执行”一体化技术框架，核心围绕四大关键技术实现突破：

一是诊断驱动的多模态传感器在线自适应调度与协同验证技术，建立“感知 - 诊断 - 再感知”动态闭环，通过宏观筛查生成病虫害诊断假设，靶向调度微观高精度传感器完成验证，实现诊断驱动的智能感知；

二是面向复杂地形的低空动态网络自组网与协同态势生成技术，将无人机作为感知、中继与边缘计算节点，构建自组网通信体系，实现分布式协同的三维态势图构建；

三是能源自洽与动能回收的持续作业增强技术，集成柔性太阳能薄膜、微型风力发电机及旋翼下洗气流动能回收装置，提升无人机野外能源自律性；

四是仿生结构与自适应算法的冠层仿形贴近观测技术，研发多关节仿生机臂观测无人机，实现冠层内部的精细化、非侵入式探查。

项目采用“理论分析 - 仿真模拟 - 平台开发 - 算法设计 - 实验验证”闭环研究方法，通过模块化开发完成各功能模块并行研发与系统集成，结合数字孪生仿真与实地测试完成多轮迭

代优化，最终形成可量产、高适配的成熟系统。

（二）核心性能指标

本系统设定了多维度可量化的技术性能指标，核心指标均达成预设目标：

1.智能诊断效能：典型病虫害诊断准确率平均提升 $\geq 25\%$ ，多模态传感器在线调度响应时间 ≤ 1.5 秒，有效数据采集密度比优化至传统模式的 30%-50%；

2.通信组网性能：复杂地形下自组网通信可用率 $\geq 98\%$ ，1 平方公里内分布式协同态势图生成延迟 ≤ 10 秒，网络拓扑自主重构时间 ≤ 3 秒；

3.作业与探查能力：标准日照条件下续航时间较基准机型提升 $\geq 15\%$ ，冠层内仿形贴近观测成功率 $\geq 90\%$ ，观测臂运动定位误差 ≤ 2 厘米；

4.综合智能化水平：巡检全流程任务自主化率 $\geq 95\%$ ，复杂地形植被茂密区域有效巡检覆盖率 $\geq 85\%$ 。

三、技术的创造性与先进性

本成果的创造性与先进性体现在体系架构、核心技术融合、应用价值三大维度的创新，且在六大核心维度上显著优于国内主流技术，形成了坚实的技术壁垒与独特的应用价值。

（一）三大核心创新点

1.体系架构创新：首创“感知 - 决策 - 执行”动态闭环的智能作业新范式，区别于行业内常规的“预设航线、被动采集、离线分析”静态模式，将无人机升级为具备实时认知与决策能力的空中智能体，实现巡检过程的自适应性、探索性与持续

优化：

2.核心技术融合创新：将人工智能、自适应组网、新能源与仿生机器人等多领域前沿技术在林业管养垂直场景深度集成与工程再创新，攻克了实时诊断调度、复杂地形协同组网、动能回收、冠层精细探查等多项技术难题，形成跨领域的系统性技术优势；

3.应用价值创新：重新定义无人机巡检数据价值出口，打通从“天空发现”到“地面干预”的精准管养数据价值链，通过内嵌智能诊断决策引擎，将监测数据转化为可定位、可量化、可执行的养护指令，构建“监测即诊断、诊断即决策”的智能管养闭环，推动智慧园林从“信息化展示”向“运营化赋能”发展。

（二）相较于国内主流技术的先进性

本成果在作业模式、协同机制、通信组网、能源系统、观测能力、系统智能六大维度实现全面突破，对比国内主流技术形成显著优势：从静态开环作业升级为动态闭环的边飞边诊，从传感器简单并行升级为诊断驱动的靶向协同，从依赖公网 / 点对点通信升级为无公网环境下的低空动态自组网，从单一电池供电升级为多源能量自洽，从冠层上方平面观测升级为冠层内部三维仿形探查，从单纯数据采集工具升级为全链路智能决策系统。