

“应用于市政道路公共绿地与公园综合管养的智能人机协同设备精准作业养护技术研究与应用”成果登记公示信息

成果名称:	应用于市政道路公共绿地与公园综合管养的智能人机协同设备精准作业养护技术研究与应用
完成单位:	深圳市滨海之都环境建设工程有限公司,深圳市梧桐山风景区管理处
完成人员:	贾彩娟,钟新荣,杨文静,赵溱源,任小娟,李碧玉,黄志楠,刘祥均,余沁锶,劳晓翠,黄忠,吴鑫远,李碧强,黄颖,王愉
研究起止日期:	2022-01-01 至 2024-12-10
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:	中科汇创(河南)科技评价中心有限公司
评价日期:	2025-10-24
成果简介:	<p>一、课题来源与背景</p> <p>本课题由企业根据市场需求及解决行业技术问题而设立,由公司进行自主研发。市政道路绿化带作为交通生态屏障、公园绿地作为城市公共休闲空间,是城市生态系统的核心组成部分,承担着降噪减尘、碳汇固氧、改善微气候及提升人居环境的重要功能。然而,当前市政道路与公园绿地的综合管养仍以传统人工模式为主,面对长里程道路与大面积绿地难以实现全面覆盖,尤其道路两侧绿化带、公园深层土壤等区域易形成养护死角;土壤病虫害受气候变化与人为活动影响发生率逐年上升,传统识别准确率低于 60%且消杀缺乏针对性,既无法精准清除有害生物,又易破坏土壤有益微生物群落,导致病虫害反复滋生,且依赖经验判断易造成养护材料浪费,远不能满足城市精细化管理需求。</p> <p>项目针对行业内多源感知覆盖不全面、人机协同机制缺失、</p>

靶向养护能力弱、管养成本居高不下等突出问题，旨在研发并集成应用于市政道路公共绿地与公园综合管养的智能人机协同设备精准作业养护技术体系，形成一套可复制、易推广、低成本的人工智能管养技术体系，为市政道路与公园绿地生态可持续发展提供技术支撑。

二、技术原理及性能指标

（一）、多模态感知原理

整合激光雷达、机器视觉及土壤多参数传感器，全面覆盖市政道路绿化带与公园绿地。激光雷达扫描植被冠层结构，相机捕捉叶片形态、颜色异常，土壤传感器采集酸碱度、温湿度及病原菌活性数据。实现多源数据融合，依托边缘计算单元预处理数据并剔除异常信息，精准识别植被生长失衡与土壤病虫害潜伏迹象。

（二）、人机协同决策原理

采用“边缘-云端”双级决策架构：边缘端快速生成基础养护指令，云端构建绿地数字孪生模型，结合道路车流密度、公园地形坡度等环境参数，动态划分机器自主作业区与人工干预区。同时模拟不同养护方案效果，生成最优方案，形成“感知-决策-调度”闭环，避免传统经验决策的盲目性。

（三）、靶向养护与导航原理

松土模块搭载转速自适应组件，依据土壤紧实度调节辊轴转速改良土壤；消杀模块按病虫害温度特性，精准调控蒸汽温度实现定向除害。设备集成高精度定位与 SLAM 导航技术，实时规避障碍，驱动作业组件覆盖养护死角，搭配机械臂力控设计，避免

损伤植被根系。

（四）、云边端管控原理

构建 B/S 架构一体化平台，实现绿地生态状态可视化、管养任务自动生成与下发。实时监测设备运行参数，通过故障诊断算法识别问题并触发自适应调控，保障管养任务连续稳定执行，降低人工干预成本。

三、技术的创造性与先进性

（一）、市政公共绿地多源感知识别技术

整合激光雷达、机器视觉与多参数土壤传感器，构建覆盖市政道路绿化带、公园绿地植被及土壤环境的全维度感知网络。通过机器视觉算法实时解析植被叶片形态异常、颜色褪变，结合土壤传感器采集的温湿度、病原菌活性信号，精准识别道路绿化带、公园绿地的植被生长失衡及土壤病虫害潜伏迹象；同步引入边缘计算技术实现感知数据的实时处理，将病虫害识别准确率提升至90%以上，解决传统人工识别覆盖不全、精准度低的问题，为后续管养作业提供精准的目标定位与需求判断依据。

（二）、绿地靶向适配的智能养护技术

针对道路绿化带、公园绿地的土壤改良与病虫害防治需求，开发靶向智能养护模块。松土环节采用转速自适应破土组件，可根据土壤紧实度动态调节辊轴转速，将板结土壤打散至疏松状态，为后续消杀介质渗透创造适配条件；消杀环节搭载温控靶向消杀单元，基于不同病虫害的温度耐受阈值，精准调控蒸汽输出温度，实现对特定病虫害的高效定向杀灭，解决传统人工养护难以深入深层土壤、消杀针对性弱的问题，提升绿地土壤改良与病

虫害防治的精准度。

（三）、人机协同的自主导航式往复作业技术

以具备自主导航功能的通用移动底盘为载体，集成高精度定位模块与环境感知传感器，可实时规避道路绿化带障碍物、公园绿地地形障碍，保障作业安全。该底盘搭载复式移动作业机构，能驱动消杀、养护组件在道路绿化带间隙、公园绿地边角等易形成养护死角的区域往复移动，确保养护作用均匀覆盖；同时通过标准化接口对接各类管养模块，依托“云-边-端”协同控制策略，实现从管养任务下达、路径自主规划到作业精准执行的全程智能化，解决传统人工养护覆盖范围有限、死角多的问题，提升绿地管养的全面性与效率。

四、技术的成熟程度，适用范围和安全性

本课题相关技术已经研发完成，并应用至公司的服务项目中，技术成熟度达产业化应用，适用范围广泛。

五、应用情况及存在问题

本成果已成功应用于部分市政公共绿地项目，形成系统完整的市政道路与公园绿地智能人机协同精准养护技术体系，有效解决传统管养中覆盖死角多、病虫害反复滋生、人员安全无保障、全生命周期成本高企等问题，显著提升绿地管养效率与生态服务功能，满足现代化城市绿地精准化、安全化、低成本化发展需求，为其他同类智能化管养项目提供实践参考，同时兼具显著的经济效益与社会效益，具备较高的推广应用价值。