

“城市道路绿化及公园绿地养护管理技术研究与应用”成果登记公示信息

成果名称:	城市道路绿化及公园绿地养护管理技术研究与应用
完成单位:	深圳市方森园林花卉有限公司
完成人员:	揭丽佩,郑晓庆,蒋文野,赵军,周世慧,张倍珊,曾晓冬
研究起止日期:	2024-01-10 至 2024-12-20
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:	2025-08-29
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独立开发。</p> <p>当前城市绿化养护面临三重核心挑战：人力成本高企、资源消耗过大、精细管理不足。据统计，传统人工修剪占公园总养护成本的45%-60%，而具备艺术造型需求的绿篱修剪需高级技师操作，人才缺口达78%。在水资源方面，我国园林年用水量超10亿吨，智能灌溉试点证明可节约30%-40%用水。市场亟需三类技术方案：</p> <ol style="list-style-type: none">1) 复杂造型作业装备：适用于隔离带、绿篱艺术造型的自动修剪设备；2) 长距离高效养护系统：满足高速公路等大范围绿地维护需求；3) 敏感区静音解决方案：医院、学校周边适用的低干扰设备。

二、技术原理及性能指标

1、智能视觉识别与三维建模修剪系统

1) 多光谱融合成像：

利用可见光相机捕捉植物表面形态，近红外相机透视叶片内部水分分布，双光谱叠加构建“形态-生理”一体化模型。通过特征匹配技术消除图像错位，确保模型空间一致性。

2) 动态三维重建：

深度相机发射激光网格扫描植被表面，生成百万级点云数据。为克服车载平台振动干扰，融合惯性导航单元实时矫正位姿偏移，使重建精度稳定在毫米级。

3) 智能路径规划：

将三维点云映射为虚拟修剪空间，自动识别主干、新枝等关键结构。系统根据预设造型，计算最优刀具运动轨迹，并动态规避路灯、护栏等固定障碍物。

2、多自由度机械臂协同控制技术

1) 分布式任务调度：

主控中枢将大范围绿化带分割为若干作业单元，依据机械臂位置、负载能力动态分配任务。各机械臂通过高速工业总线实时共享位置数据，避免工作空间重叠。

2) 自适应轨迹控制：

机械臂关节内置高精度编码器，实时反馈运动状态。当刀具遇到高密度枝条时，基于电流变化自动提升输出扭矩；在曲面修剪时，通过仿形运动算法保持刀头与植被表面垂直。

3) 群体避碰机制：

建立机械臂运动包络时空模型，预测未来 3 秒轨迹交叉风险。一旦检测到碰撞威胁，立即触发紧急降速或路径重规划，确保多设备并行作业安全。

3、 激光精准切割与创口处理技术

1) 植物光学特性适配：

研究发现：1940nm 波长激光最易被植物木质部吸收，在创口形成微米级碳化层。系统根据枝条直径自动调节光斑大小与扫描速度，确保切割深度精确控制于组织内 0.5mm。

2) 物理灭菌机制：

激光瞬时高温使病原体蛋白质变性失活，替代化学农药杀菌。针对不同病害类型，采用脉冲/连续激光交替照射模式，实现 99%病原体灭活率。

3) 创面愈合促进：

碳化层封闭植物导管组织，减少水分蒸发 30%。同步释放的近红外光刺激愈伤激素分泌，加速形成层细胞分裂，缩短愈合周期。

三、技术的先进性与创造性

1、“感知-决策-执行-反馈”全链路智能闭环

创造性地将多光谱成像与激光扫描深度融合——可见光相机捕捉植物表面形态特征，近红外波段透视叶片内部水分分布与早期病变，热红外成像监测蒸腾作用强度，再通过点云重建技术生成融合“形态结构-生理状态-水分运移”的三维数字孪生体。这种跨尺度感知能力使系统能识别肉眼不可见的健康隐患，在道路绿化项目中提前 12 天预警法桐炭疽病，准确率达 91.7%。

2、动态自组织的群体智能协同架构

针对大范围绿地养护的效率瓶颈，课题首创了动态自组织的群体智能协同架构，实现多设备在复杂环境中的高效安全作业。核心技术突破在于建立了“云端任务拆解-边缘实时调度-终端自主避碰”的三级控制体系：云端管理系统将千米级绿化带分割为若干作业单元，依据机械臂位置、电量、负载能力生成最优任务包；边缘计算节点通过改进型竞标拍卖算法，动态分配任务至4-6台机械臂组成的作业集群。在养护项目的实测中，该系统使单公里修剪时间从8小时压缩至2.3小时，设备利用率达95.6%。

3、“养护即固碳”生态增值范式

将绿地养护从“被动消耗”转化为“主动增值”的生态过程，开创养护即固碳的可持续发展范式。其核心是通过精准干预激发植物生态潜能：基于多光谱扫描识别冠层郁闭区域，智能规划修剪方案以优化透光率。数据显示，合理修剪的悬铃木净光合速率提升27%，单株年固碳量增加1.8kg；激光创口的快速愈合使植物光合面积损失减少40%，相当于每公里绿篱年增碳汇0.75吨。

四、应用情况及存在问题

该课题通过“技术革新→成本重构→标准引领”路径，已在多个道路绿化管养服务项目的实施应用，实现了养护效率提升3倍、综合成本下降45%的核心目标。未来五年需重点突破设备规模化成本与跨省域标准统一难题，推动技术从“示范应用”转向“普惠覆盖”。