北京林业大学
BEIJING FORESTRY UNIVERSITY

SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL INNOVATION ACHIEVEMENTS

科技创新成果

北京林业大学科技处
技术转移中心

2024年9月

北京林业大学
BEIJING FORESTRY UNIVERSITY

知山知水 树木树人

简介
Profile

北京林业大学是教育部直属，教育部、国家林业和草原局、北京市人民政府共建的全国重点大学，是国家首批“211 工程”重点建设高校和国家“优势学科创新平台”建设项目试点高校，是国家“双一流”建设高校。

办学特色鲜明。学校以生物学、生态学为基础，以林学、风景园林学、林业工程、水土保持与荒漠化防治、草学和农林经济管理为特色，是农、理、工、管、经、文、法、哲、教、艺等多门类协调发展的全国重点大学。学校自 1952 年建校以来，为国家培养了 20 多万名毕业生和一批外国留学生，其中包括国家科技部原部长、中国工程院原副院长在内的 16 名两院院士。

科技实力雄厚，成果丰硕。学校现有国家、省(部) 级重点实验室、工程中心及野外台站共 92 个。其中，全国重点实验室2个、国家工程技术研究中心1个、国家工程研究中心1个、国际科技合作基地 1 个、国家野外观测科学研究站1个、国家引智基地3个，获批承建国家林草种质资源设施保存库(主库)，正式受国合署委托成为中蒙荒漠化防治中心中方运营主体单位。建校以来累计获得国家科技奖励58 项，省部级科技奖励 350 余项。

主动对接国家重大战略，积极服务社会经济发展。主动对接服务京津冀协同发展、黄河流域生态保护和高质量发展、北京城市副中心和雄安新区建设等重大战略，率先在全国成立黄河流域生态保护和高质量发展研究院；为“三北”工程、“天保”工程、退耕还林还草工程、京津风沙源治理工程等国家重点林业生态建设工程作出重大贡献；为“山水林田湖草沙”系统治理提供理论和技术支撑。

目前，学校正以办人民满意的高等教育为宗旨，全面贯彻党的教育方针，构建“一校两区”新发展格局，为建成服务生态文明建设的世界一流大学而努力奋斗。

目录
Contents

01

林草花卉种业提升

02 ‘京仲1号’等系列杜仲三倍体新品种
03 ‘京雄1号’新品种及良种
04 国家良种‘北林雄株1号’‘北林雄株2号’
05 抗寒梅花良种培育与产业化
06 红花玉兰种质资源保护、品种选育与产业化
07 牡丹新品种培育及产业化关键技术与应用
08 优良鲜食枣良种‘京沧1号’
09 超抗低维护“京林”小菊新品种选育及推广示范
10 报春苣苔新品种
11 紫薇新品种及标准化生产技术
12 北林201紫花苜蓿
13 白杨油松等树种壮苗高效精准繁育技术与产业化
14 短生育期及高抗百合种质创新和高效繁育技术
15 寒旱区保健牧草菊花新优品种
16 芍药切花新品种12个
17 连翘属种质创新
18 拟鸢尾种质资源保护、品种选育与产业化
19 高生态效益菊花良种与产业化
20 观赏芍药新品种
21 有髯鸢尾种质资源保护、品种选育与产业化
22 紫叶榆叶梅新品种‘紫烟’
23 蔷薇属种质资源保护、新品种选育与产业化
24 芍药根茎繁殖技术
25 ‘妍华’等系列观赏型文冠果新品种
26 一种文冠果的人工杂交授粉方法
27 华北杨树速生丰产林精准水养调控机理与技术
28 无侧枝切花菊新品种‘圣雪’
29 盆栽大菊新品种产业化轻简化栽培系列技术
30 盆栽小菊轻简高效栽培技术体系开发及应用
31 森林生长模拟及营林智慧决策技术
32 白杨良种‘京白杨1 号’‘晋白杨1号’选育
33 鉴定杨树FERR和FERR-R基因的特异PCR引物及其在杨树性别鉴定中的应用

34 栾树良种‘晋栾2号’‘晋栾3号’选育

35 栾树体细胞胚胎发生及植株再生的培养方法

36 ‘丽国’系列不飞絮青黑杨杂种三倍体新品种

37 杂交枫香新品种培育与体胚繁育技术产业化

38

生态保护与修复

39 矿砂区沙尘综合防控技术体系

40 基于林草植被群落健康评价的多种服务功能综合评价体系

41 陆表植被碳汇量关键技术及管理平台开发

42 西北干旱荒漠区煤炭基地生态修复关键技术体系及技术模式

43 专业足球场草坪建造与养护关键技术研究与示范

44 基于调水净水功能提升的小流域尺度景观格局优化调配技术

45 东北针阔混交林生态系统碳汇功能技术研究

46 基于近自然化的林分结构调控与经营技术

47 基于植被承载力的多尺度林水耦合优化配置技术

48 自锚式竹锚杆生态护坡技术

49 土壤重建及改良成果

50 西北干旱荒漠区煤炭基地生态修复技术集成示范工程效益评价

51 一种互花米草防治和综合利用的方法

52 一种粉煤灰合成沸石及其制备方法和应用

53 天-空-地多源遥感融合的生态环境修复效果评价技术

54 主被动多源遥感协同森林地上生物量和蓄积量监测技术

55 功能微生物菌剂促进生物结皮人工快速培育技术

56 尿液氮磷原位资源回收技术系统

57

人居优美环境建设

58 新型自养（SSMAD）脱氮除磷活性生物载体污水深度处理技术

59 铁丝网基整体式催化剂制备新工艺
60 新型CO_2吸附剂
61 高效稳定烟气脱硝技术
62 蜂窝状整体式催化剂制备新工艺
63 新型碳材料活化过氧化物去除抗生素类新污染物成套技术
64 新型高效多功能磁性复合材料
65 新型粒子电极材料制备与废水深度处理回用
66 高效污泥调理脱水新工艺
67 多维错流式及多物候植物强化生态修复技术
68 易回收高效环境除磷吸附剂
69 给线稿图快速上色的方法及装置
70 人居环境景观视觉质量评价技术
71 局部更新设计的方法及装置
72 利用落叶促进小球藻快速生长的方法
73 高效采收微藻材料及方法
74 利用黑腹果蝇评价物质毒性的方法
75 利用微藻进行水处理的方法研究
76 利用微藻净化污水并衍生生物质能的关键技术
77 利用植物和化感物质抑制藻类的方法
78 新型光催化复合材料去除微囊藻毒素研究
79 一种快速高效破坏银杏落叶纤维结构的方法
80 一种用于调控水质的沉水植物悬水种植装置
81 一株克雷伯氏菌及其应用
82 光催化去除室内 VOC 新技术
83 城镇污泥污资源化利用新工艺
84 一种利用蚯蚓处理园林废弃物的方法及制备的栽培基质
85 一种覆盖裸土用生态纤维板及其制备方法

86

林草资源开发利用

87 低成本植物蛋白胶黏剂制备与应用关键技术
88 木材太阳能节能减碳关键技术
89 林下仿野生食用菌示范基地建设及全产业链融合发展
90 环保型有机微乳液型木竹材防腐防霉剂
91 低粒径石蜡基乳液防水剂的制备与应用
92 工业废弃生物质热化学安全转化与资源化利用
93 单板层积塑料薄膜复合地板

94 风光驱动大型光生物反应器微藻养殖系统产业化项目
95 半纤维素包装膜材料
96 半纤维素纳米晶化学品
97 木质基生物塑料
98 木聚糖基室温磷光材料的可控构建及应用
99 复合微生物菌剂资源开发及应用技术
100 核桃多种功能生物活性肽的制备及食品应用
101 环境友好型抑尘材料
102 林木生物质清洁热解与产物高效利用技术
103 罗望子木本多糖功能性开发与应用技术
104 玫瑰花渣的食品综合开发应用
105 强韧植物蛋白胶黏剂制备与工业化应用技术
106 木质素可降解膜材料制造技术
107 无醛人造板制造技术
108 生物质资源化生命周期评估及碳足迹技术服务
109 香菇醒酒肽的制备及食品开发应用
110 螺旋藻免疫活性肽的开发及食品应用
111 核桃等木本油料高值化利用技术
112 木质素基阳离子染料高效吸附剂制备技术
113 纤维素基高性能电池隔膜制备技术
114 “林油一体化”多联产产业链可持续发展模式
115 健康风味双导向的低糖发酵枸杞原浆生产关键技术
116 基于立体冻干技术的风味营养双驱动型健康产品创制

117

智能装备与信息化

118 平原生态林智慧管理系统
119 古树名木保护智慧管理系统
120 变频变幅式核桃摇振采收车
121 变隙割铲式青核桃干法脱皮机
122 基于机器视觉的核桃清选设备
123 华北地区典型针叶可燃物调控关键技术
124 一种气吸式山地板栗捡拾机

125 沙尘监测预警系统

126 基于人工智能的无线通信与网络传输技术

127 森林土壤温差发电系统

128 整地装备的自动化改装技术成果

129 液压式自动立木整枝装备

130 中药饮片智能分选系统

131 主被动遥感协同森林资源病虫害遥感监测技术

132 基于边缘计算的砂砾粒径测量系统

133 立体多模式遥感单木三维信息快速无损精准提取技术

134 双孢菇智能采摘机器人

135 融合多维特征的复杂林分深度学习树种分类技术

136 森林火灾早期监测预警软件及装备

137 白杨大径材林精准智能化水分管理技术研究及应用

138 基于深度神经网络的鸟类识别方法及电子设备

139 活立木碳汇实时监测关键技术及智能感知设备

140 一种一体化野生动物图像采集系统及方法

141 近自然地形重塑技术成果

142 野生动物监测图像自适应压缩传输与恢复方法及装置

143 摩擦驱动式林业电动单轨车

144 基于图像的果实品种识别和成熟度检测方法

145 三维遥感辐射传输软件RAPID1.0

146 多段可变幅式机械化剪枝装备

147 近地面无人机植被关键生理变量智慧感知系统

148 基于手持及背负式激光雷达点云的林木特征提取及重建技术

149 履带式智能高位作业调平平台

150 果园智能生产云管控平台与成套装备集成示范

151 小精灵数字ERP平台

152 基于深度学习和云边协同的鸟鸣声监测系统

153 基于光力学和卷积神经网络的全场变形测量方法

154 基于声发射技术的木质文物损伤检测

155 基于数字孪生的大型可移动木质文物预防性保护监测系统

156 林草采收装备关键共性技术与关键零部件研发

157 面向人工林培育的数字孪生体构建及应用

158 一种挥沙模拟装置

159 基于纳米材料与技术的特种亲/疏水膜

160 基于细节保持的沙画转换算法

161 基于可编辑模型的植物根系动态生长模拟可视化方法

162 基于XR的森林康养设计与沉浸式体验系统

163 基于无人机航拍图像和视频的苗木数量统计方法

164 污泥智能调理技术与装备

165

林草灾害防控

166 松材线虫高灵敏度快速分子检测技术

167 监测六种蓝莓病原真菌的引物及试剂盒

168 林业有害生物调查及真菌种质资源探索

169 基于单幅图像的蛀干类害虫虫道三维重建及其扩散预测可视化算法

170 基于症状分类的植物病害表观模拟算法

171 核桃枝干心腐病病原鉴定及生物防治

01
林草花卉种业提升
Improvement of Forest, Grass and Flower Seed Industry

‘京仲1号’等系列杜仲三倍体新品种

完成人 康向阳　　**联系方式** 13466338356

成果简介

杜仲是我国特有的传统名贵中药材，也是国家禁止饲用抗生素之后的最佳饲料添加剂替代产品，同时杜仲又是极具开发潜力的温带胶源树种，在杜仲胶新型功能材料、饲料添加剂、重组木以及制药等领域具有广阔发展空间和可深度挖掘潜力。而杜仲单科、单属、单种，种内选择与杂交育种潜力有限，三倍体育种是杜仲遗传改良的最佳途径。北京林业大学康向阳教授团队历时15年攻克系列技术难题，于世界上首次获得一批杜仲三倍体（2n=3X=51），从中选育出‘京仲1号’等8个三倍体新品种。三倍体新品种具有生长快、叶片巨大且杜仲胶及药效成分含量高等特性，可保证用同样的土地和管理投入获得更多的加工原料和更高的经济效益，对于杜仲产业发展意义重大。2018年-2019年获国家植物新品种保护权证书。

植物新品种权证书

‘京仲1号’植物新品种权证书

杜仲三倍体新品种‘京仲1号’等系列优势突出

技术亮点

- 杜仲三倍体新品种平均高生长比二倍体快30%以上；平均叶面积和叶片厚度超出二倍体的45%和30%。
- 杜仲三倍体新品种的杜仲胶含量高出二倍体30%以上。
- 杜仲三倍体新品种的桃叶珊瑚苷、绿原酸、京尼平苷、京尼平苷酸等药效成分含量是二倍体的1.5-2.0倍。

杜仲三倍体雄花（上面3排）与二倍体雄花（下面3排）相比具有巨大性

前景及效益分析

采用‘京仲1号’等高胶、高药、高产型杜仲三倍体新品种，并采取苗林密植栽培、机械化种植采收、分部位综合利用的全产业链开发利用模式，经济、生态和社会效益巨大，市场空间和发展前景广阔。其中：（1）树皮和叶脉提取杜仲胶和药物成分：年产含胶量大于8%的杜仲叶脉胶丝和干枝皮0.5-0.7吨/亩,可提取杜仲胶40-50公斤/亩;在提取杜仲胶之前还可以生产绿原酸、桃叶珊瑚苷等药物成分。（2）叶片制作叶肉粉生产饲料添加剂或药物：年产富含绿原酸等药效成分的杜仲干叶1.0t/亩，或不包括叶脉的叶粉0.6t/亩。（3）皮条材用于生产刨花板或重组木：年产去皮的杜仲干燥条材1.5t/亩,可生产1.5m^{3}重组木或5m^{3}刨花板，同时固定4-6吨二氧化碳。

‘京雄1号’ 新品种及良种

完成人 刘勇　　**联系方式** 13651330807

成果简介

‘京雄1号’为北京林业大学教授刘勇、李国雷团队培育的“无絮”毛白杨 （Populustomentosa Carr） 优良品种。该品种依托“北京市园林绿化增彩延绿科技创新工程”项目和国家“十三五”重点研发项目，以种源选择、良种选育和壮苗培育一体化为方法，自主研发了不飞絮的'京雄1号’新品种及良种。

‘京雄1号’为人工选育的“无絮”毛白杨（Populus tomentosa Carr）优良品种,品种来源于北京市大兴区，树龄200年左右的雄性毛白杨古树，主要特性为寿命长，不飞絮树干通直，树体高大，树冠开阔，树美观。

植物新品种权证书

新品种名称：京雄1号

所属的属或种：杨属

品种权人：北京林业大学

品种权号：20230887

申请日：2022年3月24日

培育人：刘勇、张劲、李国雷、薛敦孟、郭玉佳、李世荣、张恒月

新品种证

良种证

技术亮点

- ‘京雄1号’为雄性，通过组培幼化技术既保持了母树的优良特性,又幼化了繁殖材料具有独特的观赏价值，树冠椭圆形，树干通直，基部侧枝角度很大，干枝近垂直，枝展开阔相邻侧枝间水平分布均匀。在北京地区区域化引种栽植后表现优良，观赏性佳、适应性强。
- 特征稳定、表现一致，应用前景良好。团队针对雄性毛白杨古树优良单株，发明了一种雄性毛白杨母树与后代关系的鉴定方法及应用，获国家发明专利（ZL 202210213636.9），实现古树母株的身份确认和其繁育苗木的追本溯源。

‘京雄 1 号’大田试验林

前景及效益分析

‘京雄1号’应用前景广阔，由于雄性毛白杨古树资源的稀缺性、性状的独特性及苗木的良好品质， 市面上价格可达到10~20元/株，相较于普通毛白杨5元/株，每株提高经济效益2~4倍，可充分发挥科技生产力优势，可促进林业经济发展，创造就业机会，增加农民收入，助力乡村振兴。

团队繁育的‘京雄1号’优良壮苗不仅能够实现迁地保护，还践行了科学绿化，缓解了北京地区飞絮灾害问题， 提高了环境质量。

国家良种 ‘北林雄株1号’ ‘北林雄株2号’

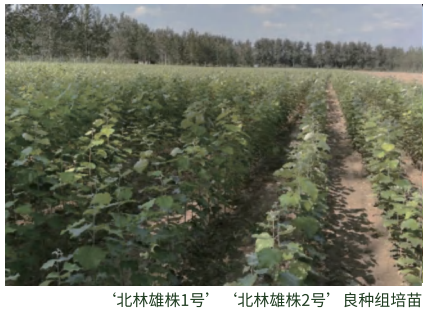
完成人 康向阳　　**联系方式** 13466338356

成果简介

北京林业大学康向阳教授团队历时22年， 综合利用花粉染色加倍、花粉辐射等技术首次通过人工诱导2n花粉授粉杂交途径，成功选育出白杨杂种三倍体新品种‘北林雄株1号’‘北林雄株2号’，新品种具有生长迅速、树形美观、育苗出圃快、雄株不飞絮等特性是国家用材林建设和城多绿化的优良杨树新品种。2013年7月31日通过国家科技成果鉴定，2014年12月通过国家林木良种审定，入选2020年重点推广林草科技成果100项。

‘北林雄株1号’

‘北林雄株2号’



‘北林雄株1号’ ‘北林雄株2号’ 良种组培苗

技术亮点

- 树形美观、雄株不飞絮，是有效解决杨树飞絮问题的适宜替换品种。
- 生长迅速,材积生长量分别比同龄‘三毛杨3号’高出15%和35%以上，育苗出圃快可迅速成林，是城多绿化和速生丰产林建设的适直品种。
- 材质优良，与二倍体毛白杨良种1319相比，纤维长度增加 26%、20%；纤维含量高3.8%、3.3%；木质素含量低28.7%、27.5%，是优良的纸浆等纤维用材林建设品种。
- 木材基本密度大，分别达到0.3555g/cm^3、0.3393g/cm^3，抗逆性强。

前景及效益分析

我国现有杨树人工林757万hm^2，木材产量约占全国木材总量的30%，是我国华北、 华东及中南地区的人造板、纸浆工业的主要原料来源。同时，杨树又是“三北”地区生态林防护林、碳汇林建设的“当家”树种，占我国杨树栽植面积的一半以上。目前，杨树人工林均已进入成熟甚至过熟林状态，尤其是基于雌株品种营建的人工林。

‘北林雄株1号’ ‘北林雄株2号’主要适宜于北京、天津、河北、山西中南部、山东西北部以及河南中北部等地的平原和河谷川地栽培。估计该区域有2亿余株杨树需要更新。 两个国家良种的应用推广， 必将有效提升我国北方杨柳飞絮治理工作水平，促进杨树人工林和城乡绿化品种的更新换代，具有巨大的经济、生态和社会效益。

抗寒梅花良种培育与产业化

完成人 张启翔　　**联系方式** 13901153775

成果简介

梅花具有厚重的文化积淀和园林应用价值，梅花原产长江流域及以南地区，传统品种无法在北方地区越冬，低温是限制梅花北移和高海拔栽培的关键因子。北京林业大学张启翔团队在挖掘李属抗寒种质基础上，攻克了亲本花期不遇、种间杂交不亲和、杂种败育及抗寒梅花特征花香缺失等难题,培育出能耐-35℃低温的‘燕杏梅’和‘花蝴蝶’等抗寒品种推广应用到“三北”地区，使梅花露地栽培区域北移两千公里，实现了人们塞北赏梅的梦想。

‘燕杏’梅

‘花蝴蝶’梅

‘送春’梅

技术亮点

- 建成世界上第一个集中收集展示一种植物国际登录品种的资源圃,收集华中、华东西南、华南、台湾及日本、新西兰等国内外优良梅品种以及能在北京露地栽培的抗寒梅花优良品种200余个。
- 建成梅花国家花卉种质资源库,完成基因组和重测序研究，解析了花香、花色、株型、抗逆等重要性状形成机制，筛选出一批优异种质。
- 聚合优良性状,建立远缘杂交结合分子标记辅助选择的抗寒梅花育种技术体系。
- 培育能耐受-35℃的抗寒品种，获得全国梅花国家审定良种3项（占比 100%）获植物新品种权15个（占授权品种50%+）。
- 与传统品种相比，抗寒性显著增强（-15℃ 至 -20℃），可在北京、内蒙古、新疆、 辽宁、吉林等地区栽培应用，实现梅花露地栽培区域北移2000公里重大突破。

抗寒梅花示范应用

前景及效益分析

1. 梅花具有丰富的文化内涵，多地都在打造“梅花园”、“梅花谷”等特色旅游资源项目， 但适合北方的抗寒梅花品种极少；

2. 抗寒梅花市场需求旺盛，在北方地区及一带一路地区具有广阔的市场前景。

红花玉兰种质资源保护、品种选育与产业化

完成人 马履一 贾忠奎　　**联系方式** 18618417525

成果简介

北京林业大学马履一教授等人2004年3月在五峰进行植物资源调查时首次发现花被片内外全红或粉红、世界独有的玉兰类群，将其定名为红花玉兰（Magnolia wufengensisL.Y.Maet L.R.Wang）。 团队历时17年，从类群发现、新种定名、资源保护、成花机制、品种选育、抗逆特性、培育技术、推广应用等环节开展了系统研究，形成全产业链的技术体系、三大创新成果。获第十二届梁希林业科学技术奖科技进步一等奖。

红花玉兰系列新品种

红花玉兰大棚培育基地

红花玉兰大苗培育基地

技术亮点

- 首次发现和定名了世界独一无二的花色全红、高大乔木野生玉兰新物种，阐明了其濒危机制，完成全面抢救及保护。建立了规模化的良种基地母树林、采穗圃、优树资源收集区，年可繁育良种、新品种实生苗2390万株，嫁接苗2700万株。
- 系统阐述了红花玉兰重要花部性状形成机制，创制并推出高价值系列新品种23个‘娇丹’代表中国政府在国际植物新品种保护联盟（UPOV）良种4个。‘娇红1号’、发布）当年度中国共计发布8个品种），并获7项国内新品种大奖，市场反应热烈。
- 揭示红花玉兰抗寒、抗旱、抗涝、抗盐特征，攻克了北方越冬障碍，实现“南树北移”攻克了野生红花玉兰种子发芽率、嫁接成活率和扦插育苗生根率低的技术瓶颈，实现了红花玉兰多途径育苗和健康发展。

前景及效益分析

1.新品种花朵硕大，花色鲜艳喜庆，与市面上常见的粉红、白色、紫色玉兰存在明显差异化，花型有荷花型、牡丹型、杯型，具有独特的观赏价值;

2.新品种抗寒、抗旱、抗盐碱性优异，适合全国范围推广应用;

3.现有苗木总产值达26.8亿元，全部苗木直径达10cm后，价值预估500亿元以上。

牡丹新品种培育及产业化关键技术与应用

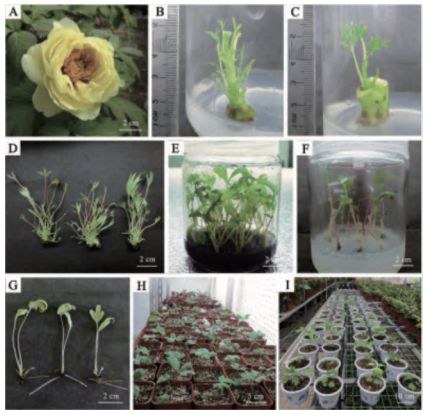
完成人 成仿云　　**联系方式** 13651133896

成果简介

本项目先后依托“863”计划课题与国家自然科学基金课题等5项国家级与省部级课题的实施，以提高牡丹产业自主创新能力、产业化水平以及国际竞争力为目的，新品种培育与产业化关键技术取得重要突破与实质性进展。该成果培育获得植物品种权的新品种17个，获国家发明专利3项，发表论文22篇，其中SC1收录论文15篇。项目获得的成果在2家企事业单位进行推广应用，取得良好的经济效益和社会效益。获梁希林业科学技术一等奖（2016）。

切花专用及花油兼用的紫斑牡丹新品种

牡丹芍药组间远缘杂交新品种



牡丹高效组培快繁技术

技术亮点

- 培育出具有独立知识产权的新品种17个：通过亲本选配与改进杂交，攻克牡丹芍药远缘杂交不亲和与杂种败育技术关键，培育出我国首批获植物新品种权的芍药属组间杂交新品种5个，花期长达10-15天；创新品种选育策略，深挖紫斑牡丹资源潜力，培育出花枝长、花头直立的切花牡丹新品种7个，观赏性高、结实性强、花油兼用新品种5个。
- 建立牡丹分子标记辅助选择技术（MAS）：开发大批 SSR、SNP 等分子标记，成功应用于牡丹品种分类、起源、鉴定、筛选与遗传多样性研究，以及牡丹资源保护与利用、杂交亲本选择、杂种鉴定与筛选；构建首张牡丹高密度遗传连锁图谱，结合形态性状关联分析，进行了重要性状的QLT定位，建立牡丹分子标记辅助选择技术（MAS）。
- 创建现代牡丹繁殖与生产技术：攻克牡丹组培过程中的褐化、生根难、 移植成活率低的技术瓶颈， 建立高效牡丹繁殖技术体系，为良种规模化繁殖奠定基础；发明牡丹硬切花栽培技术，开辟牡丹生产应用的新途径；研发牡丹秋季开花调控技术，大大延长牡丹观赏期、提升观赏应用价值。

前景及效益分析

1.新品种适合在北方寒冷地区推广应用；

2.培育了我国第一批具有自主知识产权的组间杂交新品种；

3.为牡丹种苗高效繁殖提供了新技术；

4.控制成本，提高品质方面有长足进步。

优良鲜食枣良种 ‘京沧1号’

完成人 庞晓明　　**联系方式** 13681502814

成果简介

‘京沧1号’是从沧县枣树国家良种基地 ‘冬枣’ 的实生子代苗中选育出的优良单株经SSR分子标记鉴定和基因组重测序证实，其父杰为‘晋矮4号’，因此‘京沧1号’也是我国第一个谱系较清楚的国家审定良种。 ‘京沧1号’ 平均单果重25.59g以上，属大果类型；果实扁圆形，果形奇特漂亮；甜酸适口；萌发力低，不用开甲，丰产，易管理。

北京丰台结果情况

新疆嫁接当年座果情况

‘京沧1号’大果型展示

技术亮点

- 该品种属大果型，平均单果重为25.5g 以上（河北），最大果重超60g，尤其适合于开发高端礼品。
- 果实有特有的扁圆形，果形奇特漂亮，市场稀缺。
- 该品种品质异于冬枣， 略带酸味， 用消费者的话来说， 枣味浓郁。
- 该品种与冬枣等品种相比，易管理，省工。
- 该品种特有的生物学特性，适合在暖棚或南方地区进行一年两熟模式生产。
- 该品种早产、丰产，投资回报期短。

前景及效益分析

该品种栽植后第一年成形，第二年始产， 第三年基本能达盛产： 露地栽培， 亩产1500-2000公斤，丰台9月中下旬成熟：冷棚栽培，亩产1500-2000公斤，比露地栽培提前15天以上上市；暖棚栽培，在山西运城实现一年两熟，第一茬果6月上中旬上市，亩产1500-2000公斤：第二茬果11月中旬成熟，400-500公斤，可高品质保存至春节市场。

超抗低维护“京林”小菊新品种选育及推广示范

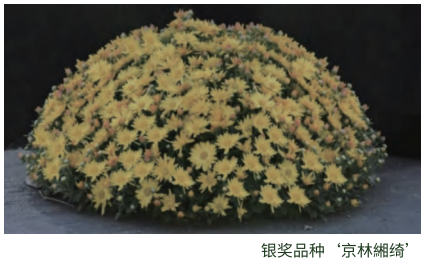
完成人 孙明　　**联系方式** 18810009860

成果简介

北京林业大学孙明教授等人 2012 年在烟台沿海地区进行野生菊花种质资源调查时，发现了一种匍匐性极强的野生菊花，经过多年的引种栽培观测，鉴定为菊属一新物种，定名为匍地菊（Chrysanthemum yantaiense M. Sun et J. T. Chen）。十余年间，团队对匍地菊进行了系统评价，并以其为核心亲本开展了大量的育种研究工作。迄今为止共培育出冠幅大、着花繁密、抗倒伏、耐盐性强的菊花新品种 20 余项，已获授权 10 余项。获授权发明专利 2 项。成果曾获国家科技进步二等奖 1 项，4 个花新种在 2019 年北京世界园艺博览会中获金、银奖 4 项。目前，该项成果已在北京大兴、北京通州、山东济南、山东烟台、四川绵阳、河南兰考、湖南长沙、新疆奎屯、西藏拉萨等地进行了推广应用。

金奖品种‘京林锦嫣’

银奖品种‘京林流嫣’



银奖品种‘京林緗绮’

银奖品种‘京林秋歌’

技术亮点

- 发现并鉴定了菊属新物种匍地菊(Chrysanthemum yantaiense M. Sun et」.TChen）。
- 克服远缘杂交障碍，成功向栽培品种中导入了匍地菊抗性基因，培育了多抗聚合的菊花新品种群。
- 建立了种苗高效繁育及轻简化栽培技术体系。

前景及效益分析

该品种群冠幅大、地面覆盖性极强且着花繁密，是极佳的地被花卉，应用前景广阔可以创造良好的经济效益。并且，其具有极强的抗倒伏性和耐盐性，是沿海、盐碱地区园林绿化不可多得的新材料。具有良好的生态效益。

报春苣苔新品种

完成人 罗乐　　**联系方式** 15801486889

成果简介

1.报春苣苔属植物作为我国重要的野生花卉资源，观赏性状多样而突出，有“ 中国紫罗兰 ”的美称，是具有潜力的新花卉资源。北京林业大学团队潜心研究多年，培育出 10 个报春苣苔新品种：‘楠梦’‘启航’‘白兰鸽’‘启明星’‘蓝精灵’‘花园节’‘四季’‘爆米花’‘萌小林’‘喵星人’；

2.每个品种具有不同的优异性状，包括大花、斑叶、多季开花等性状。

白兰鸽

花园节

爆米花

启明星

技术亮点

- 亲本均为原产中国的报春苣苔属植物。
- 通过远缘杂交、扦插芽变等技术培育。

萌小林

蓝精灵

前景及效益分析

1.观赏价值高，有大花、斑叶、多季开花等优良性状；

2.株型规整、紧凑；耐阴性和抗性强适合作为室内盆花推广。

喵星人

楠梦

四季

启航

紫薇新品种及标准化生产技术

完成人 潘会堂　　**联系方式** 13601231063

成果简介

针对紫薇缺乏香味、株型单一等关键问题，利用中国原产的紫薇种质资源（紫薇、尾叶紫薇等）、具有重要育种价值的引种资源（屋久岛紫薇、大花紫薇等）和具有代表性的紫薇品种作为育种材料进行紫薇属内杂交及远缘杂交， 获得了11个紫薇新品种。并开发了紫薇繁殖栽培标准化技术一项。

‘玲珑’的盆栽效果

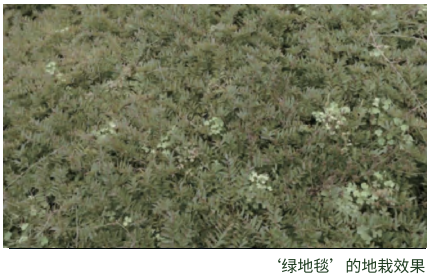
技术亮点

- 选育出低矮紧凑、垂枝或匍匐、开花芳香等性状的紫薇新品种。
- 制定紫薇繁殖与栽培标准化技术，生产紫薇的整齐度从50%提高到95%。

‘缤粉佳人’的花序

前景及效益分析

新品种观赏价值高， 丰富了紫薇的株型 、 花香 、 花色等性状，并提供了紫薇新的应用形式和产品形式，繁殖与栽培标准化技术显著提高了紫薇的生产效率。



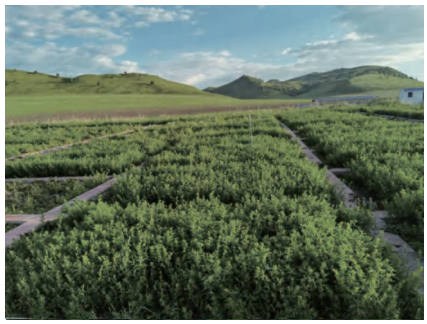
‘绿地毯’的地栽效果

北林201紫花苜蓿

完成人 卢欣石 王铁梅　　**联系方式** 18611528273

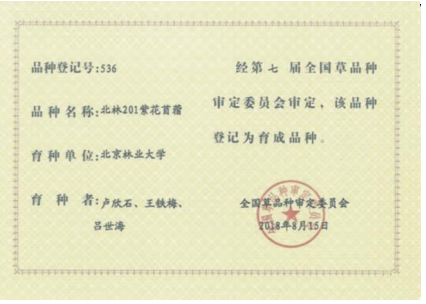
成果简介

北林 201 紫花苜蓿是北京林业大学针对干旱寒冷草原地带草食家畜缺乏优良豆科牧草、蛋白质饲料严重不足的问题，选育出适于该地区种植的抗寒、耐旱、高产的苜蓿新品种。由全国草品种审定委员会于 2018 年 8 月审定登记的育成品种（登记号：536）。该品种是在锡林郭勒和呼伦贝尔两大草原区历经 18 年、经先后两轮选育而成的高抗寒品种，具有抗寒、耐旱、高产和抗匍柄霉叶斑病等特点。在寒温带草原区越冬率 90% 以上，产量超过当地主栽品种 10% 以上。适宜作为我国中温带、寒温带干旱半干旱草原区饲草饲料与草原生态建设利用。2021 年度入选国家林业和草原局重点推广的 100 项林草科技成果。



内蒙古兴安盟科尔沁右翼前旗越冬率超过 90%

北林201抗根腐病评价结果



品种证书

技术亮点

- 高抗寒、抗旱。在寒温带草原区越冬率90%以上，产量超过当地主栽品种10%以上。适宜作为我国中温带、寒温带干旱半干旱草原区饲草饲料与草原生态建设利用。2017年，北林201紫花苜蓿新品种在青海大学校园基地内引种种植，3年来，越冬率超过90%。
- 在寒温带草原区越冬率 90% 以上，产量超过当地主栽品种 10% 以上。在四个国家区域点的测产结果表明：黑龙江宝清区试点第二年干草产量为 1067.2kg/ 亩、北京为 1125.3kg/ 亩、兰州为 755.2kg/ 亩，山西太原为 619.6kg/ 亩；

前景及效益分析

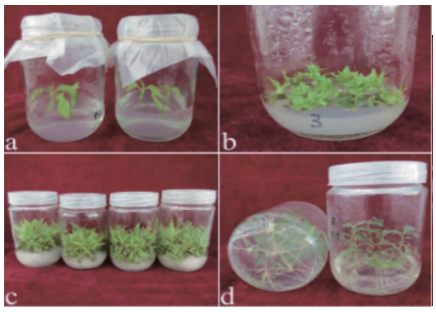
北林 201 紫花苜蓿具有抗寒高产的特性，蛋白质含量丰富、根系发达，既是优良牧草， 又具有盐碱土改良、防风固沙、固土护坡、固氮肥田等多重生态功能。可用于寒温带和中 温带干旱半干旱区人工草地建设，以及草原生态修复、防沙治沙、盐碱地改良、边坡绿化、 林草复合种植等领域。

白杨油松等树种壮苗高效精准繁育技术与产业化

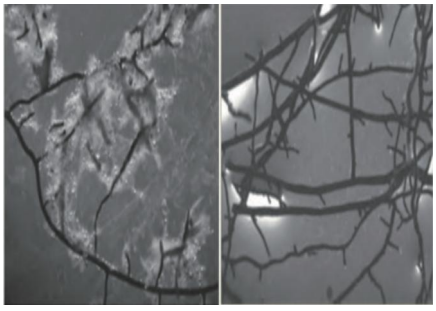
完成人 刘勇　　**联系方式** 13651330807

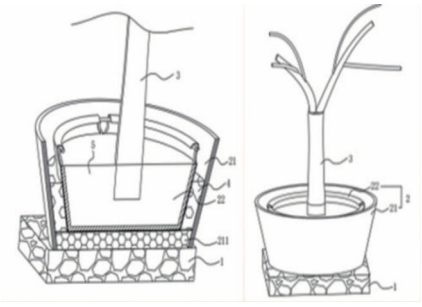
成果简介

本项目为北京林业大学刘勇团队依托国家“十三五”重点研发计划、“十一五”国家科技支撑、国家自然科学基金、北京市自然科学基金、北京市财政项目等17个国家级、省部级项目，历经32年，以工业用材林、生态林和城市绿化用苗为目标导向，以扦插育苗播种容器育苗、移植大规格容器育苗为方法，厘清问题规律，研发不同目标苗木质量精准调控技术，构建苗木质量评价体系，采用造林效果反馈优化育苗措施，并进行产业化推广利用，最终形成中国特色的壮苗高效精准培育技术。



叶片通过无性繁殖实现幼化


油松幼苗菌根侵染率


适用于大规格苗木培育的中空壁聚乙烯容器

技术亮点

- 首创白杨良种组培幼化与大田硬枝扦插配套育苗技术，攻克了白杨无性繁殖技术难题；创新了白杨育苗密度和行距配置，实现了毛白杨苗木精准水养调控。
- 首次发现油松和虎榛子菌根共生现象，揭示其共生机制，筛选优良抗旱菌株；确定了油松容器苗营养加载、灌溉参数和短日照制度，实现了油松容器苗质量精准调控。
- 发明大规格苗木双容器育苗系统，形成我国大规格容器苗特色培育技术体系。
- 发明大于5cm长I级侧根数作为评价苗木质量的指标，解决了生产上侧根量化的难题，在我国标准体系和教材广泛应用。

前景及效益分析

项目产生直接经济效益15857.70万元，推广应用预估产值496577.50万元。通过创新培育技术，推动我国种苗行业的高质量发展。白杨良种壮苗无性繁殖幼化技术的应用，增加农民就业机会，助力乡村振兴。耐旱油松容器苗培育技术的应用，提高了苗木抗逆性和造林效果，改善生态环境。大规格容器苗培育技术的推广应用，提升园林绿化树木苗木质量，改善人民生活环境，资源节约化和环境友好型的技术推动种苗行业转型升级，保障国家生态安全。

短生育期及高抗百合种质创新和高效繁育技术

完成人 贾桂霞　　**联系方式** 13521615634

成果简介

百合是世界四大切花之一，但是我国百合的主栽品种种球95%以上依赖进口，自育品种推广困难，迫切需要培育具有市场竞争力的颠覆性品种。大多数百合品种的成花龄为3年左右，其品种培育和种球繁育技术被荷兰等国家牢牢控制。聚合优良性状，培育短生育期、高抗的百合新品种，成为改变百合国际产业格局的重要途径。（1）本成果在国际上首次解析新铁炮百合的早花机制;筛选出高抗种质。（2）创新育种新途径，在国际上首次培育短生育期（播种后当年开花）且花色丰富的高抗新品种群。（3）创立高效的百合鳞片培养系统和百合脱毒籽球的规模化生产系统，加快新品种推广应用。

本成果找到并建立了我国百合育种的优势方向，达到国际先进水平。

‘骄阳’

‘粉黛’

‘回归’

‘小海星’

‘甜心’

技术亮点

- 系统研究百合种质资源，挖掘优异种质：利用分子生物学、细胞生物学和遗传学等技术手段，在国际上首次解析新铁炮百合的早花机制;评价百合的灰霉病抗性，选高抗种质。
- 创新远缘杂交与倍性育种（杂种的体细胞加倍与野生百合的胚加倍）相结合的百合育种新途径，在国际上首次培育短生育期（播种后当年开花）且花色丰富的高抗新品种群；优化百合胚拯救技术和遗传转化体系，获得优异种质和品种。

前景及效益分析

1.找到并建立了我国百合育种的优势方向，达到国际先进水平；

2.培育的短生育期百合成为撬动国际百合产业格局的突破性品种；

3.成果在京津冀得到推广应用，央视《新闻联播》等栏目进行了报道。

寒旱区保健牧草菊花新优品种

完成人 赵惠恩　　**联系方式** 13521877808

成果简介

利用年降水量100mm区域及海拔5560m的抓膘草，和利用我国特有属植物通过属间杂交培育出的、曾经获得美国植物专利、欧盟新品种保护授权的、全球首例自然悬垂型的自育菊花品种等菊花，经过20多年反复杂交，并经过中国科学院青藏高原研究所西藏珠穆朗玛特殊大气过程与环境变化国家野外科学观测研究站、西藏纳木错高寒湖泊与环境国家野外科学观测研究站、普兰强拉山口，内蒙古阿拉善左旗阿拉善生态基金会种苗基地、额济纳旗、达茂旗、鄂尔多斯、呼和浩特、包头，新疆塔中植物园，山西代县和太原，河北张家口，山西榆林，北京延庆、通州、丰台、顺义、海淀、昌平、怀柔、密云、房山、门头沟、平谷等多地智能化适应性训练，聚合育种，培育出的适宜阿拉善荒漠及西藏药王山至北京一带等地的，脂肪类物质、绿原酸、异绿原酸含量高的，抗逆性强的、适宜做保健牧草的，生态效果良好的，获得农业农村部新品种保护授权的花新优品种一（长白）晨曦，晨雾木菊、阴山穹庐、大漠秋雪、丝路花雨、（昆仑）萤火、月落九天、月落金湫、大漠异叶。

成果展示

技术亮点

- 适宜于西部寒旱区乡村振兴，矿山治理，生态效果好、活性成分含量高、提高荒漠草原植被承载力，有利于西部畜牧业发展，矿区生态环境改善。
- 适宜于中蒙大戈壁植被恢复，西部沙区光伏产业发展，适宜于飞播，既可有效降低沙尘暴风险，还可以部分替代沙蒿，降低风媒花传粉的沙蒿花粉过敏的风险。

前景及效益分析

在西部年降水量100-200mm及海拔3500-5000m区域，适宜飞播推广区域约有10亿亩，可以每亩年增收30元，并带来巨大的生态效益。

芍药切花新品种12个

完成人 万映伶　　**联系方式** 13681525480

成果简介

芍药是中国传统名花，也是国内外市场新切花，国家林草局和农业农村部已将其列为我国重点发展的大宗切花，具有显著经济效益。刘燕教授团队培育的芍药切花新品种12个各自具有切花要求的优良品种特性， 包括花茎长、 花型饱满、花香、花色粉色或白色、花期早等，已在山东省菏泽市进行批量生产的2个品种 ‘凤凰涅槃’ 和 ‘向天歌’深受市场喜爱。目前，12个品种已完成国际新品种登录，正在申请新品种，目前处于国家林草局审定阶段。

技术亮点

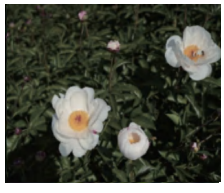
- 以原产中国的芍药（Paeonia lactiflora）为亲本，采用杂交育种技术。
- 所育品种具有优良切花特性，受消费者喜爱。

前景及效益分析

花卉是满足人民日益增长的美好生活需要的重要载体。芍药作为新切花，单价高，是市场认可的高档切花，仅2022年菏泽一个地级市的芍药切花产值达2亿元， 经济效益显著。目前已被国家林草局和农业农村部列为2022-2035年重点发展的大宗切花，市场前景广阔刘燕教授团队所育12个切花新品种，具有花香、色粉、花型饱满、茎长等切花关键性状，已在菏泽大面积种植的品种 ‘向天歌’ 产量高，收益明显。

向天歌

染芳腮


凤凰涅槃

笑春风

金带环娇

笑靥

粉蓝菊韵

仰望星空

欢妍

豆蔻

凌波醉

粉蓝娇娃

连翘属种质创新

完成人 潘会堂　　**联系方式** 13601231063

成果简介

连翘属植物为我国传统的早春观花灌木， 具有较高的园林应用价值，广泛应用于城乡园林绿地中。自2010年起，北京林业大学园林学院潘会堂教授团队开展了连翘种质资源收集、挖掘与种质创新工作，培育出8个连翘新品种，为提高连翘在园林中应用质量提供了基础。这些连翘新品种各具特点，包括抗寒、密花、彩叶、株型低矮、有花香等性状，均具有良好的市场应用前景。

素衣

玉蝴蝶

侏玉

紫盈

技术亮点

- 系统开展了连翘属种间杂交和品种间杂交，筛选出 7 个聚合亲本优良性状的连翘新品种。
- 通过连翘属于六道木叶属远缘杂交，培育出我国第一个具有香味的连翘品种‘春香’。

前景及效益分析

连翘新品种‘春香’具有香气宜人、长势强、抗寒性强、花色浅黄的特点，观赏价值极高。连翘新品种‘侏玉’和‘紫盈’两个新品种兼具株型圆整低矮、覆盖度好的优良特性，适于用作园林地被或用于岩石园栽培。其中，‘侏玉’全年叶色金黄，‘紫盈’秋季叶色紫红。连翘新品种‘素衣’具有抗寒性强、花期早、株型直立、植株高大等特点，可在东北地区推广应用。连翘新品种‘玉堇’叶色金黄革质，对夏季强光耐受性强。连翘新品种‘日晕’‘玉蝴蝶’具有株型直立、分枝多、着花密度高的特点。连翘新品种‘纷飞’花冠裂片数量为 5-6 片，不同于传统连翘的 4 瓣花。目前培育的连翘新品种极大丰富了连翘的叶色、株型、花色等观赏性状。

拟鸢尾种质资源保护、品种选育与产业化

完成人 高亦珂　　**联系方式** 13801021804

成果简介

为丰富我国自主培育的拟鸢尾资源，北京林业大学以高亦珂教授为首的研究团队立足有髯鸢尾育种与应用实际， 开展了一系列关键观赏性状研究， 培育了‘花蝴蝶’ ‘蝴蝶飞’ ‘树蝴蝶’ ‘梦蝶’ ‘彩蝶’ 五个具有极佳观赏价值、适应本土环境的拟鸢尾新品种， 取得了丰厚成果。 所培育的五个品种具有耐旱、耐寒、耐瘠薄等优良抗逆性，能够适应多种环境，生长活力旺盛，植株挺拔，地表覆盖效果佳，具有良好的应用前景。

花蝴蝶

蝴蝶飞

树蝴蝶

梦蝶

彩蝶蝶

技术亮点

- 使用具有优良性状的亲本杂交，并经过F1表型评价获得预选群体。
- 通过连续4年的DUS观测筛选优良植株，相关特征和特性完全一致。
- 对优良品种进行人工扩繁，多代之间相关特征和特性完全一致。

前景及效益分析

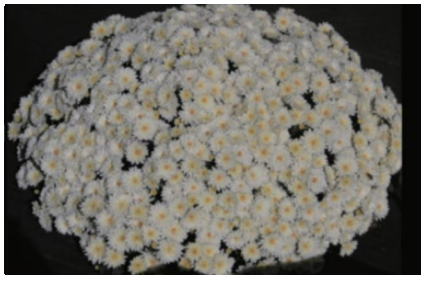
所培育的五个拟鸢尾新品种，具有极佳观赏价值。具有耐旱、耐寒、耐瘠薄等优良抗逆性，能够适应多种环境，生长活力旺盛。植株较普通尾高，地表覆盖效果好，表现出更好的观赏效果，具有良好的应用前景。

高生态效益菊花良种与产业化

完成人 袁存权　　**联系方式** 15101157247

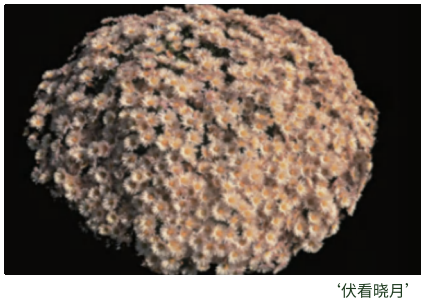
成果简介

本团队突破菊花远缘杂交育种障碍等多项关键育种技术，培育出高生态效益菊花新品种， 具有植株低矮匍匐、分枝性强、株型紧凑、着花繁密、覆盖地面能力强、抗倒伏能力强等优良特性，特别是具有抗寒、 抗旱、耐粗放管理等突出特性，4个新品种已通过北京市林木品种审定委员会审定，获得“北京市林木良种证书”研发建立了配套的高效繁育技术体系，在多地开展了区域种植测试试验，品种性状稳定，具备了规模化产业化条件。



‘卧看晨雪’

‘伏看繁星’



‘伏看晓月’

‘北林秋韵’

技术亮点

- 历经多代育种优选品种，经审定为林木良种。
- 品种抗性强，耐粗放管理，节约型园林建设优选品种。
- 配套高效繁殖技术体系完善，实现规模化繁育推广。

前景及效益分析

在低碳发展战略背景下，高生态效益菊花良种在节约型园林建设、生态修复等领域具有良好的应用前景。

观赏芍药新品种

完成人 于晓南　　**联系方式** 15810050531

成果简介

芍药是我国传统名花，观赏价值极高，有“中国爱情花”之称。近些年更大放异彩，成为4-6月鲜切花市场的顶流。北京林业大学于晓南教授团队潜心开展资源与育种研究20年，培育出27个芍药新品种：包括‘北林之心’‘白色恋人’‘棉花糖’‘千重粉黛’‘粉色泡泡’‘粉富士’‘奶油甜心’‘草布’‘富贵抱金’‘四海’‘香槟酒’等。并首次培育出国内自主知识产权的多倍体芍药品种。这些新品种具有茎秆粗壮、直立性强、花型丰富、芳香宜人、早花等优良性状，弥补了国内芍药育种的空白。

棉花糖

白色恋人

北林之心

技术亮点

- 多元的育种亲本：我国传统芍药品种，都是来自于一个种源，即芍药（Paeonia lactiflora），导致变异有限，品种性状单一。本技术采用多元育种亲本参与育种，除了二倍体芍药，还引入了几种多倍体种质，如高加索芍药、欧洲芍药等。广泛的亲本参与，使得杂交子代的变异更加丰富，在观赏特性、抗逆性方面都得到大幅提升。
- 高效的子代鉴定技术。研发出杂交子代早期鉴定技术，包括：表型鉴定技术、染色体鉴定技术、分子标记鉴定技术。通过三者结合，可以在杂种苗开花前，完成亲缘关系鉴定，优化育种流程，避免损失。
- 创新的倍性育种技术。诱导育种材料的父本产生2n花粉，再与母本进行杂交，能够快速得到多倍体子代，避开不同倍性亲本的不亲和性，可大幅提升结实率，获得优质的多倍体新品种。

前景及效益分析

芍药鲜切花生产市场前景非常看好。不同品种的单支价格差异可谓“云泥之别”。传统古旧的品种最低时仅有 0.2-0.5元/枝，新奇特的品种则可达3.00-20.00元/枝不等；甚至有些珍稀品种的单支价格能够达到50.00元的天价。按一亩地产花1万枝计算，亩均收入的差距可在2000元到20万元之间。由此可见，培育高溢价的新优品种可以带来可观的经济效益。本成果培育的新品种具有花期早、花色丰富、花型饱满、茎秆粗壮、芳香宜人等优良性状，有着极其广阔的推广应用前景。

有髯鸢尾种质资源保护、品种选育与产业化

完成人 高亦珂　　**联系方式** 13801021804

成果简介

有髯鸢尾（Bearded Iris）属鸢尾科鸢尾属，因垂瓣基部具有髯毛状的附属物而得名。二次开花有髯鸢尾可以在春季和秋季开花，具有两季观赏期，是园林绿化中不可多得的宝贵材料。多次开花有髯鸢尾优良品种大多引种自国外。

为丰富我国自主培育的有髯鸢尾资源，北京林业大学以高亦珂教授为首的研究团队立足有髯鸢尾育种与应用实际，开展了一系列关键观赏性状研究，培育了‘小山秋白’‘小山紫旗’‘祖母秋紫’三个具有极佳观赏价值、适应本土环境的多次开花有髯鸢尾新品种，取得了丰厚成果，在春季（4-5 月）和秋季（10-11 月）均能开花，极大地延长了观赏期，为培育具有中国特色的有髯鸢尾品种做出重要贡献。

小山秋白

小山紫旗

祖母秋紫

技术亮点

- 使用具有优良性状的亲本杂交，并经过 F1 表型评价获得预选群体。
- 通过连续 4 年的 DUS 观测筛选优良植株，相关特征和特性完全一致。
- 对优良品种进行人工扩繁，多代之间相关特征和特性完全一致。

前景及效益分析

二次开花有髯鸢尾可以在春季和秋季开花，具有两季观赏期，是园林绿化中不可多得的宝贵材料。本项目培育了‘小山秋白’‘小山紫旗‘‘祖母秋紫’三个二次开花有髯鸢尾品种，极大地延长了观赏期。这些品种花型优美、花色亮眼，为春、秋两季的绿地景观增色。三个品种能够适应多种栽培环境，无需复杂的栽培管理，具有良好的应用前景。

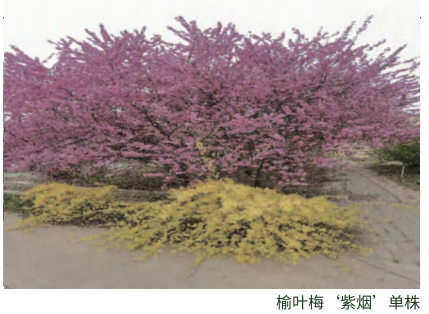
紫叶榆叶梅新品种 ‘紫烟’

完成人 张启翔　　**联系方式** 13901153775

成果简介

榆叶梅（Prunus triloba）是中国特有的、我国北方早春的一种优美观花树木，适应性极强。从上世纪八十年代中期开始，北京林业大学先后对全国各省市的榆叶梅野生种和栽培品种进行了调查、整理和引种工作，确定了野生榆叶梅分布的8个主要区域，整理榆叶梅品种105个，提出了榆叶梅品种分类系统；2017年，榆叶梅种质资源库入选国家首批花卉种质资源库；制定了榆叶梅新品种 DUS 测试指南；构建了榆叶梅已知品种数据库管理信息系统。

团队以丰富榆叶梅叶色、花色、培育香花新品种为育种目标，致力于榆叶梅种质创新研究，利用实生选育及远缘杂交开展了大量育种工作，培育了第一个紫叶榆叶梅新品‘紫烟’。



榆叶梅‘紫烟’单株

榆叶梅‘紫烟’花

技术亮点

- 叶片紫红色，是目前唯一紫色叶榆叶梅新品种。
- 开花繁密、花重瓣、耐寒性强，可长成小乔木。

榆叶梅‘紫烟’叶片

前景及效益分析

适宜于城乡绿化与园林景观配置，群体效果佳。

榆叶梅‘紫烟’群体盛花

蔷薇属种质资源保护、新品种选育与产业化

完成人 于超　　**联系方式** 13466780515

成果简介

月季是世界上最重要的切花作物，也是北半球园林绿化中用量最大的花灌木。我国是世界蔷薇属植物分布中心，也是世界上月季种植面积最大的国家，但我国应用的月季品种绝大多数来自国外，缺少适合我国不同地域特点的抗逆性强的品种、栽培生产技术落后，严重制约了我国月季产业的高质量发展及国际竞争力的提升。中国拥有大量优良蔷薇属种质资源（如芳香、抗寒、抗旱、耐盐碱、抗病等），北京林业大学团队历时数十年，通过野外资源调查，性状观测，远缘杂交，品种选育、繁殖技术攻克、花香花色果实开发等方面对蔷薇属资源开展了系统研究和产品开发，将中国特有优异基因引入现代月季，培育出12个具有优良特性的月季新品种，获梁希科技进步二等奖。

林心相印

月下萤火

迷离星际

技术亮点

- 建立蔷薇属植物基因库和种质资源精准评价技术体系：对全国的野生蔷薇属植物进行了全面系统调查和引种，在北京、云南、新疆等地保存种质资源 5000 余份。 建立蔷薇属植物精准评价模型，筛选出观赏性状优良、抗逆性和适应性强的优异种质93份。
- 构建远缘杂交结合分子标记辅助选择的高效育种技术体系：建立了野生蔷薇属植物与月季品种远缘杂交结合分子标记辅助选择的高效育种体系，培育出抗寒和抗病性强、花量大的庭院月季新品种12个，扩大了月季在寒冷地区露地自然越冬栽培的范围。
- 优化月季生产关键技术，实现种苗周年高效生产：改良抗寒、抗病月季种苗生产技术体系，集成月季周年嫁接、单芽容器扦插和组培快繁技术实现新品种周年快速生产。

前景及效益分析

针对我国月季育种技术落后、育种效率低、缺乏具有自主知识产权的抗病抗寒新优品种等问题，以高效育种技术的研发与应用为目标开展系统研究，经过20余年的持续系统研发，培育出12个具有自主知识产权的抗病抗寒的月季新品种。通过技术引领、产业转型升级推动我国月季育种技术和产业化技术的创新发展和高质量发展，提高我国月季产业的自主创新能力和国际竞争力。通过技术推广辐射带动花卉生产企业技术进步和农户增收致富，完成精准脱贫、产业扶贫、美丽乡村、乡村振兴任务；科技成果助力脱贫攻坚、绿色北京、美丽中国和生态文明建设。

芍药根茎繁殖技术

完成人 于晓南　　**联系方式** 15810050531

成果简介

芍药是国内外著名的观赏花卉，有“五月花神”的美誉，在世界鲜切花市场拥有广阔的前景。但芍药现有的分株繁殖技术，效率低下，难以满足日益增长的市场需求。本技术通过对芍药根茎部位进行一定程度的切割和激素处理，就可以打破隐芽休眠，从而促进新根、新芽的发生。该技术流程简单，操作容易，成苗率高，是在芍药繁殖领域内的首次尝试和实践，为芍药种苗规模化生产提供了新的思路，具有重要的生产应用价值。

芍药根茎的形态结构

芍药第一节段根茎出芽、生根情况

芍药第三节段根茎出芽、生根情况

技术亮点

- 繁殖材料独特：芍药的肉质根包括地下芽、根茎和块根三部分。传统分株繁殖，切割分离时需要同时保留这三部分，因此限制了繁殖效率的提升。本技术则仅需要其中的一部分根茎即可实现扩繁，繁殖系数可达分株繁殖的8倍以上。芍药肉质根剩余两部分（地下芽、块根），则分别可继续作为繁殖材料，实施组培、扦插等繁殖技术，获得新植株。
- 繁殖技术简便：本技术对操作工具、环境、工人技术等均没有特殊要求，简单易操作，普适度高。

前景及效益分析

芍药鲜切花生产市场前景广阔。一些新优品种的单支价格可达10.00-20.00 元/枝的高价，对之进行快速扩繁可产生巨大的经济效益。本发明专利所提供的芍药根茎繁殖，流程十分简单，操作容易，突破了传统分株扩繁的材料限制。运用本专利技术，芍药根茎发芽率、生根率可达到100%，繁殖系数可扩大8-10倍。

该技术是在芍药繁殖领域的首次尝试和实践，为快速扩繁和种苗大规模化生产提供了一种新的思路，具有重要的生产应用价值。

‘妍华’等系列观赏型文冠果新品种

完成人 敖妍　　**联系方式** 13811085921

成果简介

文冠果主要分布于中国北方地区。树姿优美，花期长，花量大，种子含油率高，是理想的园林绿化树种和油料树种。北京林业大学敖妍教授团队经过多年实践，培育出‘妍华’等系列观赏型文冠果新品种，在花型、花瓣数量、花色等方面观赏性状突出。‘妍华’为浅粉色花；‘妍夏’花瓣数量 20 片左右，盛开后花瓣基部紫红色；‘妍希’花瓣 20 片左右，基部黄色，上部白色，呈卷合状；‘妍紫’花瓣基部深紫色；‘妍蕊’花瓣 5 ～ 12 片；‘妍雪’花瓣大部分白色；‘妍柳’叶片和花瓣均为柳叶形。这些品种均具有较高的观赏价值，同时，部分品种产量较高，兼具经济价值，对文冠果栽培利用产业发展意义重大。

妍华

妍希

妍蕊

妍夏

技术亮点

- 花色特殊，有黄色、红色、白色等。
- 花型各异，有多瓣花、重瓣花以及单瓣花。
- 叶片形态有柳叶形和卵叶形。

前景及效益分析

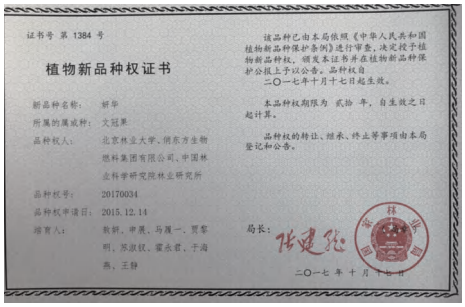
文冠果广泛分布于我国东北、西北、华北的 14 个省（区、市）。具有极高的综合利用价值。其种仁含油率高，油中含有神经酸，可生产高级食用油，具有良好的保健作用；也可作为能源林树种，生产生物柴油。文冠果自古就是中华吉祥庭院树，花期可持续 20 天，是园林造景、城市道路绿化的首选树种，可作为绿化树种大面积种植。打造文冠果绿色产业引擎，可同时带动第一、二、三产业发展，是一个能自主创新又能带动全局性发展的战略性新兴产业。通过新品种大苗培育推广，5 ～ 6 年生苗木每株约 200 元，可带来较高的经济效益，市场空间和发展前景广阔。

一种文冠果的人工杂交授粉方法

完成人 敖妍　　**联系方式** 13811085921

成果简介

文冠果栽培中多为自然授粉，产量不稳定现象，推广人工授粉技术对提高文冠果授粉受精质量和座果率，进而提高种实产量具有极大帮助。本发明提供一种文冠果的人工杂交授粉方法，包括选择杂交父母本；采集父本上开花前一天的雄花，将花药筛出，花粉常温保存1-2天；选取发育健壮的顶花序作为授粉对象，去除花序上的雄花和已开放的雌花，只留下发育状态一致的雌花；在最佳授粉期给母本授粉；授粉后继续套硫酸纸袋，并观察果实发育进程。本发明能够保证文冠果的有效授粉，并避免其他花粉污染。缓解了现有的文冠果因授粉受精不良导致的第一次落果高峰问题，提高了座果率，改良了果实和种子品质，实施过程中成本低，易于实现。


植物新品种权证书

证书号 第 1384 号

新品种名称：妍华

所属的属或种：文冠果

品种权人：北京林业大学、绿东方生物燃料集团有限公司、中国林业科学研究院林业研究所

品种权号：20170034

品种权申请日：2015.12.14

培育人：敖妍、申晨、马履一、贾黎明、苏淑钗、霍永君、于海燕、王静

该品种已由本局依照《中华人民共和国植物新品种保护条例》进行审查，决定授予植物新品种权，颁发本证书并在植物新品种保护公报上予以公告。品种权自二〇一七年十月十七日起生效。

本品种权期限为 贰拾 年，自生效之日起计算。

品种权的转让、继承、终止等事项由本局登记和公告。

局长：张建龙

二〇一七 年 十 月 十七 日

‘妍华’植物新品种权证书

发明专利证书

证书号第5234246号

发明名称：一种文冠果的人工杂交授粉方法

发明人：敖妍；朱非；滕小非；牛媛；王旭；郑雅琪；金振歌

专利号：ZL 2020 1 0257002.1

专利申请日：2020 年 04 月 03 日

专利权人：北京林业大学

地址：100000 北京市海淀区清华东路 35 号

授权公告日：2020 年 08 月 07 日　　授权公告号：CN 111149680 B

国家知识产权局依照中华人民共和国专利法进行审查，决定授予专利权，颁发发明专利证书并予以登记，专利权自授权公告之日起生效，专利权期限为二十年，自申请日起算。

专利证书以载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。

局长 申长雨

文冠果人工杂交授粉专利

技术亮点

- 提供一种文冠果的人工杂交授粉方法，能够保证文冠果的有效授粉。
- 缓解了现有的文冠果因授粉受精不良导致的第一次落果高峰期问题，提高了座果率，改良了果实和种子品质。
- 实施过程中成本低，易于实现。

前景及效益分析

推广人工授粉技术对提高文冠果授粉受精质量和座果率，进而提高种实产量具有极大帮助，对加快其种实开发利用产业的发展具有重大意义。

华北杨树速生丰产林精准水养调控机理与技术

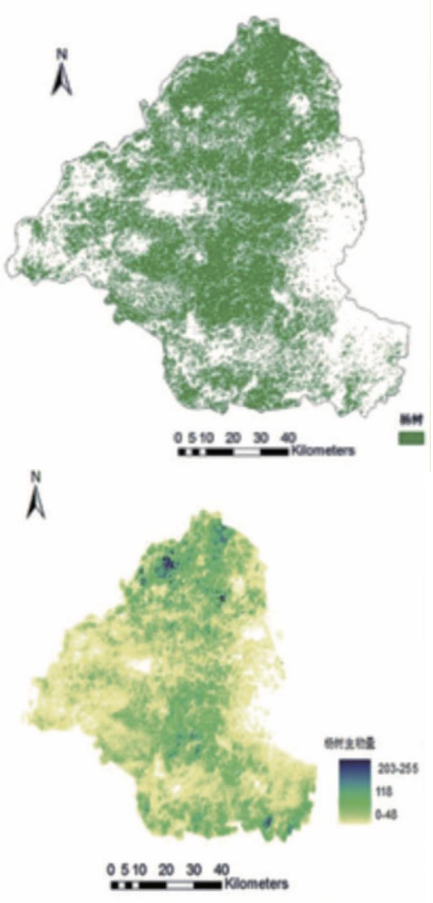
完成人 贾黎明　　**联系方式** 13501103773

成果简介

本成果以提高林地生产力和固碳增汇能力为目标，系统开展了精准水养调控机理与技术研究。在掌握杨树速生丰产人工林水分系统、养分系统与林地生产力（林地蓄积、生物量和经济产量等）间相互作用机制，了解林木耗水和需肥规律的基础上，提出高产杨树速生丰产林精准水分和养分综合管理技术；通过遥感影像判读结合地面典型调查，构建典型立地下杨树速生丰产林固碳能力评价技术；通过研究不同立地条件下高碳汇能力的杨树速生丰产林水肥管理技术，形成速生丰产林固碳增汇优化水肥管理技术。系统形成华北地区以纸浆、单板用材及固碳增汇为目标的杨树良种速生丰产林精准水养调控技术模式5套。

技术亮点

- 系统揭示杨树速生丰产林精准水养调控机理，确定三倍体毛白杨水分亏缺敏感因子；阐明三倍体毛白杨人工林蒸腾耗水规律及调控机制。
- 首次形成基于地下滴灌的三倍体毛白杨速生纸浆林精准水肥管理技术，确定了灌溉时期、起始阈值、灌溉位置、灌水量。
- 创新形成欧美108杨速生丰产单板用材林高效水肥耦合管理技术。
- 系统形成华北杨树速生丰产林精准水养调控技术模式2套，华北杨树速生丰产林固碳增汇优化水肥管理技术模式3套。
- 系统形成杨树速生丰产林碳汇能力评估及固碳增汇优化水肥管理技术。



菏泽市杨树人工林分布及生物量分布

前景及效益分析

该成果可使林地年均生产力最大达到 30.1～37.2m^3・hm-2・a-1，平均增产 46%。同时，成果的应用可节水 37%～44%，节肥43%～58%。与使用该技术之前相比，成本共节约2452.93万元，产值增加8054.90万元。该成果的推广应用能对我国杨树速生丰产林产业结构的优化升级及其行业培育技术的跨越式提高起到很好的引领与示范作用。同时，成果的实施还将大幅提高华北地区现有杨树人工林的固碳增汇效能，为缓解全球变暖提供有力支撑。此外，项目成果带来的产业结构升级还将大幅增加劳动就业岗位，从而为减缓社会就业压力，提高区域人民生活水平提供坚实保障。

无侧枝切花菊新品种‘圣雪’

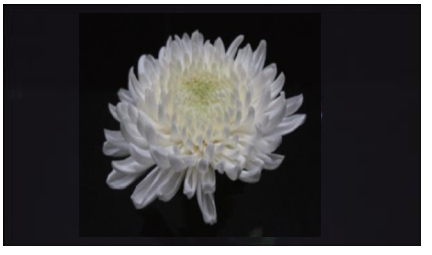
完成人 袁存权　　**联系方式** 15101157247

成果简介

切花菊是世界四大切花之一，也是我国主要切花和优势出口花卉之一。当前，切花菊产业发展中面临的一个突出问题是市场上所要求的单头切花菊目标产品为一茎一花，而无侧枝切花菊品种缺乏，生产中采用人工摘除侧枝的方式来实现一茎一花的目标产品，摘除侧枝产生的人工费用已占其生产成本的 40% 以上，且随着人工费用的逐年增高而递增；人工摘除侧枝产生的另一个问题就是无法保证产品质量的稳定。

本核心成果为具有自主知识产权的无侧枝切花菊新品种‘圣雪’，与目前市场中的主流品种相比，突出特性表现为无侧枝、舌状花数量多，生产中无需人工摘除侧枝，适合机械化生产，可大大节约生产成本。

‘圣雪’新品种



‘圣雪’花部形态

‘圣雪’生产中种植表现

技术亮点

- 无侧枝。
- 舌状花数量多，单朵花舌状花数量平均约600枚。

前景及效益分析

种植此新品种可省去人工摘除侧枝环节，可节省因人工摘除侧枝而产生的生产成本40%以上。

盆栽大菊新品种产业化轻简化栽培系列技术

完成人 戴思兰　　**联系方式** 15901453839

成果简介

菊花是世界著名花卉，其中的中国传统菊花品种为盆栽大菊，其姿态万千、色彩丰富，深受人们喜欢。但因其遗传背景复杂，品种特性随种植者的栽培技艺和栽培地的变化条件而发生明显改变，且繁殖和栽培技术繁难，限制了其产业化发展的步伐。本项目运用数学分类方法并结合田间试验得到的指标数据，历经20年研究建立了品种筛选体系，培育出了一系列适宜产业化生产的优新品种。对不同栽培条件下株系变异分析，筛选稳定的观赏性状作为品种鉴定和分类依据，系统地总结了栽培措施对菊花主要观赏性状的影响，研发出了获得观赏品质稳定的规模化生产盆栽大菊的栽培技术流程，为中国传统菊花产业化生产开拓了新局面。

盆栽大菊新品种

技术亮点

- 找到了中国传统盆栽大菊品种促成栽培控制节点。
- 建立了适宜产业化栽培的菊花品种筛选体系。
- 建立了传统菊花品种规模化轻简化栽培技术流程。
- 建立了优新品种繁育技术。
- 利用上述技术与方法，构建传统菊花品种产业化生产技术 ，为合理开发和利用适宜产业化生产的菊花品种提供依据；建立商品型传统盆栽菊花规模化生产栽培技术流程，为传统菊花的复壮和周年规模化生产提供了技术指导。

初步试种的盆栽大菊

前景及效益分析

在北京市大东流苗圃建设了适宜珍稀传统品种生长的温室大棚，保存种植了880个传统大菊，通过该项技术初步确定了具有市场潜力的珍稀传统菊花品种48个，目前已建立了其中7个品种的反季节栽培技术流程，在合作企业之一北京市大东流苗圃进行了商品化生产试种和试销售，初步效果较好。

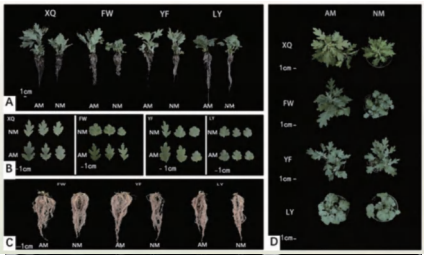
北京林业大学菊花育种研发创新团队培育的大菊新品种‘东篱碧波’在2022北京市菊花文化节第十三届菊花擂台赛上以群众选票第一的成绩获得“菊王”，足见广大群众对盆栽大菊的热爱。我们将继续与合作企业合作进行珍稀传统品种的收集与保存、种苗生产以及规模化生产。这一成果将为北京乃至全国的花卉装饰以及花卉产业化生产提供新材料。

盆栽小菊轻简高效栽培技术体系开发及应用

完成人 孙明　　**联系方式** 18810009860

成果简介

盆栽小菊是菊花产业的重要组成部分，目前盆栽小菊的生产仍面临着专业化程度低、品质良莠不齐，水肥管理粗放，基质成本高，盆花品质差，能耗与人工投入高、经济效益低等问题。产业技术体系创新与产业规模极不相称，严重限制了盆栽小菊产品品质与效益。基于此，园林学院孙明课题组重点开展了盆栽小菊种苗微生物菌剂接种，轻简栽培基质筛选，土肥水一体化技术研发集成，建成了适合我国气候特点的盆栽小菊轻简高效生产技术体系，并示范推广。以推动形成绿色低碳的生产方式，为菊花产业提质增效提供科技支撑。相关成果获山东省林业科技成果二等奖 1 项,制定国家标准 1 项，团体标准一项。



接种丛枝菌根真菌对菊花生长的影响

盆栽小菊轻简高效栽培技术体系的推广应用

技术亮点

- 筛选了盆栽小菊适用微生物菌剂，接种后菊花生长指标和生物量显著增加，地上部的增幅要大于地下部。
- 利用椰糠、菌渣、花生壳等农林废弃物开发了盆栽小菊的新型代用栽培基质，盆栽 小菊株高更高，冠幅更大，株型圆整性更好，节约70%-80%左右的成本。
- 利用水肥耦合，配合新型代用基质（椰糠 : 草炭土 : 珍珠岩 : 松针土=2:4:2:2），能将盆栽小菊综合成本降低19.4%。

前景及效益分析

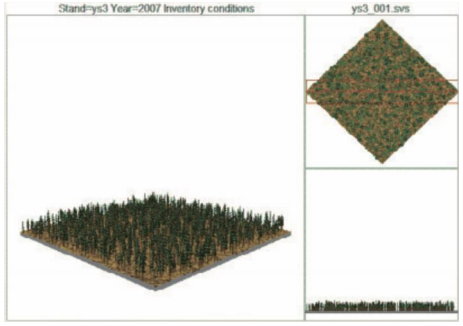
本技术成果通过为盆栽小菊接种微生物菌剂，使用农林废弃物作为栽培基质，结合水肥耦合的方式，有效降低了盆栽小菊的生产成本，建成了适合我国气候特点的盆栽小菊轻简高效栽培体系。该成果可以将盆栽小菊综合生产成本降低19.4%左右，基本实现了高品质盆栽小菊的绿色化、高效化生产，应用前景巨大。

森林生长模拟及营林智慧决策技术

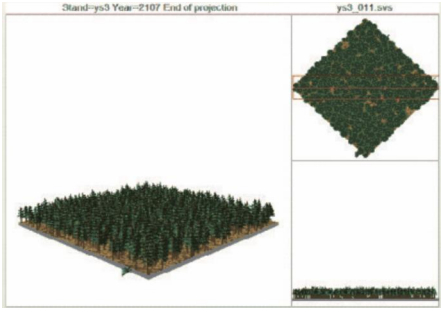
完成人 段劼 席本野　　**联系方式** 18500820820

成果简介

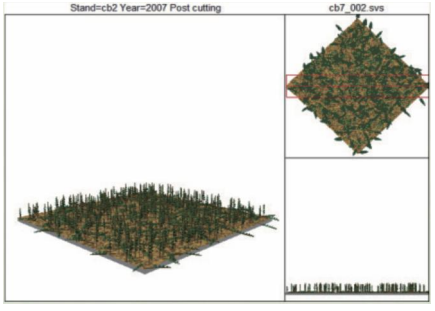
我国林业已由造林向营林转变，森林经营是林业的永恒主题，是保障“双增”和“双碳”目标实现的根本。本成果以我国北方油松、侧柏、落叶松、栓皮栎、毛白杨等主要树种为对象，建立了可推广至其他树种的森林生长模拟和营林智慧决策技术，实现了森林生长动态模拟预测。为包括国有林场、企业及管理部门开展森林资源监测、数据分析和决策提供技术参考，提高森林经营效率和决策准确性。本成果还可结合当前信息技术、传感器技术、无人机技术、数字孪生技术构建森林智慧经营决策平台，基于实时数据模拟气候变化下森林生长可视化过程及造林、抚育和采伐措施。



油松2007年生长模拟效果图



油松2107年生长模拟效果图



侧柏下层疏伐模拟效果图

技术亮点

- 森林资源调查数据分析及生长模型构建技术。通过分析森林资源调查数据，确定森林抚育林分的生长动态参数，包括位置参数、林分数据、每木数据等30项数据，建立森林生长模型。
- 实现森林生长及产量预测。基于构建的森林生长模型，可预测不同时间尺度上单木及林分水平上各主要生长指标变化，还可预测林分自然稀疏，获得不同时期的林分生长状况。
- 开展森林经营智慧决策。模拟不同抚育技术措施对林分生长动态的影响，据此进行抚育技术措施优化决策，包括下层疏伐、上层疏伐和综合抚育等；确定优化抚育技术参数：间伐木选择、抚育强度、起始期、间隔期；对抚育林分生长进行定向、动态、可视化模拟，还可模拟灌溉条件下主要人工林生长过程，以筛选出最佳抚育和灌溉技术措施。

前景及效益分析

通过该技术可科学确定森林经营技术参数，进而选择最优营林措施，为管理者提供了更准确的数据，从而能够更好地制定营林决策。有助于林业部门规划长期森林经营过程，提高了营林的效率、可持续性和可预测性，有益于维护森林资源、支持生态系统健康，同时优化森林经营活动，节省人力、物力和财力，并为编制和落实森林经营方案提供科学依据，保障森林质量精准提升，从而实现经济、社会和生态的多重效益。

白杨良种‘京白杨1号’ ‘晋白杨1号’选育

完成人 安新民　　**联系方式** 13381379249

成果简介

北京林业大学安新民教授团队历时11年，通过高世代优良亲本选配、人工杂交、苗期 选优、优良无性系多点对比试验，成功选育出白杨杂种‘京白杨1号’ ‘晋白杨1号’，新品种具有生长迅速、干形通直、树形美观、育苗出圃快等特性，是国家用材林建设和城乡绿化的优良杨树新品种。2023年1月17日通过山西省林木良种审定，目前在山西、山东四处营建了试验示范林。

京白杨1号及其林木良种证书

晋白杨1号及其林木良种证书

技术亮点

- 树干通直，树形美观，且‘晋白杨 1 号’为雄株无飞絮，是解决杨树飞絮问题的适宜替换品种。
- 生长迅速，材积生长量分别比同龄主栽良种鲁毛50高出65.8%、44.2%， 育苗出圃快，可迅速成林，是城乡绿化和速生丰产林建设的适宜品种。
- 材质优良， 与同龄对照主栽良种鲁毛50相比，纤维长度分别增加9.76%、12.20%，纤维含量分别增加3.27%、2.78%，木质素含量降低1.83%、1.62%, 是优良的纸浆等纤维用材林建设品种。
- 木材基本密度大，分别达到0.3542g/cm^3 、0.3497g/cm^3 , 抗逆性强。

前景及效益分析

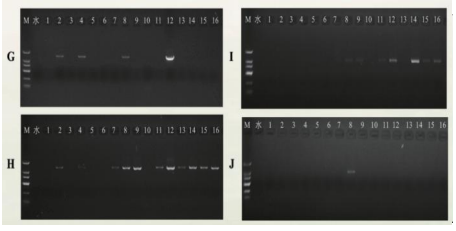
杨树是我国重要的工业用材、城乡绿化、生态防护和碳汇树种。我国现有杨树人工林757万hm^2, 木材产量约占全国木材总量的30%, 是人造板、纸浆工业的主要原料来源。同时， 杨树在我国 “三北” 地区生态防护林和碳汇林建设中处于举足轻重的地位，占我国杨树栽植面积的一半以上。‘京白杨 1 号’ ‘晋白杨 1 号’主要适宜山西中部、南部及东南部、山东、河北、北京、天津等地的平原和河谷川地栽培。两个良种的应用推广，必将有效提升我国促进杨树人工林和城乡绿化品种的更新换代，将会产生巨大的经济、 生态和社会效益。

鉴定杨树FERR和FERR-R基因的特异PCR引物及其在杨树性别鉴定中的应用

完成人 安新民　　**联系方式** 13381379249

成果简介

杨树是雌雄异株植物，性别对生长性状存在影响，雌株达到性成熟后，每年开花时会产生大量飞絮，会造成严重的环境污染和安全隐患。但由于杨树的童期较长，其性别无法在早期做出判断。北京林业大学安新民教授团队从性别决定基因FERR和FERR-R入手， 筛选出两对高特异性的引物（D和G），然后根据PCR扩增结果，即可判断杨树性别。



FERR 基因 PCR 电泳图

发明专利证书

技术亮点

- 根据引物 D 和 G 的 PCR 扩增结果能够特异地区分出含有 FERR 基因和 FERR-R 基因的杨树。
- 通过分析 FERR 基因与 FERR-R 基因的存在与否，可以准确快捷地判断杨树的雌雄性别，可以有效克服杨树童期长，无法在早期鉴定杨树性别的难题。

前景及效益分析

杨树在北半球温带地区广泛分布，是我国主要的造林用材树种之一。杨树是雌雄异株植物，性别对生长性状存在影响，雌株达到性成熟后，每年开花时会产生大量飞絮，会造成严重的环境污染和安全隐患。但由于杨树的童期较长，其性别无法在早期做出判断。因此探究杨树性别早期鉴定方法是非常有必要的。引物对D和G对基因FERR和FERR-R的特异性扩增能够帮助我们从分子水平尽早鉴定杨树的性别，从而在早期对雌雄做出选择，促进杨树在防止飞絮污染、木材利用等方面的推广应用。

栾树良种 ‘晋栾2号’ ‘晋栾3号’ 选育

完成人 安新民　　**联系方式** 13381379249

成果简介

北京林业大学安新民教授团队历时15年，通过锦叶栾籽播实生苗选育而成。观察黄色苗分化性状，成功选育出‘晋栾2号’‘晋栾3号’。新品种具有树形美观、叶色三季四变、花黄果红等特征，在华北京津冀等地区城乡增彩延绿中具有重要应用价值，适宜在华北京津冀等地区园林绿化中应用。

晋栾2号及其林木良种证书

晋栾3号及其林木良种证书

技术亮点

- 树形美观，叶花果观赏性强。
- ‘晋栾2号’叶色呈三季四色特征，早春幼叶、叶柄、嫩枝呈橙红色，随后叶色渐变为黄色，夏季成熟叶呈现黄绿色，秋季霜冻后转褐黄色，呈春夏秋三季四色特征；而‘晋栾3号’叶呈三季五色特征，早春四月幼叶、新梢呈现橙红色，五月新叶红黄色，六月成熟叶黄红，七月叶色金黄，八月中旬成熟叶转变为黄绿色，直至落叶；小叶较小，上部羽状复叶呈斜上伸展状态。
- 圆锥花序，花小黄色，硕果三角状卵形，种子球形，直径6-8毫米。花期6-8月，果期9-10月。

前景及效益分析

新品种适宜种植在有栾树分布的中国北部及中部，海拔1500米以下年平均气温8°C以上的低山及平原，对土壤要求不严。新品种具有树形美观、叶色三季四变、花黄果红等特征，在华北京津冀等地区城乡增彩延绿中具有重要应用价值，适宜在华北京津冀等地区园林绿化中应用。

栾树体细胞胚胎发生及植株再生的培养方法

完成人 安新民　　**联系方式** 13381379249

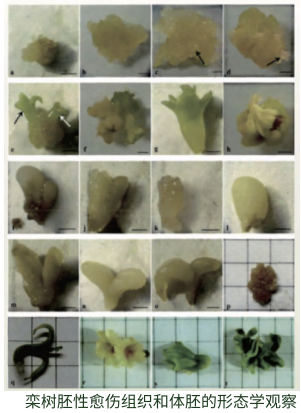
成果简介

北京林业大学安新民教授团队所要解决的技术问题是提供一种栾树体细胞胚胎发生以及植株再生的培养方法，该培养方法体胚发生率高，产生的体胚数量多，提高了栾树的再生植株数量。鉴于体细胞胚发生相比诱导器官发生存在诸多的优点，提供一种栾树体细胞胚胎发生以及植株再生的培养方法，将对栾树无性繁殖培养、分子辅助育种以及栾树优良种源的保存等奠定重要的基础。

栾树体细胞胚性愈伤组织诱导再生体系

技术亮点

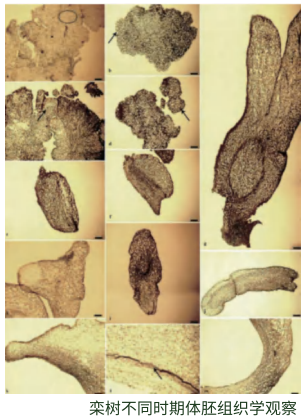
- 以栾树种子为外植体进行组织培养获得栾树无菌苗植株。
- 将栾树无菌苗的叶片及茎段接种到愈伤诱导培养基中培养获得胚性愈伤组织。
- 将胚性愈伤组织移接至体细胞胚发育培养基中进行体细胞胚的分化培养获得栾树体细胞子叶胚。
- 将栾树体细胞子叶胚在成熟发育培养基中进行子叶胚的成熟发育培养。
- 将发育成熟的子叶胚移至种子发芽培养基进行发芽培养获得完整植株。
- 将完整植株的茎杆的片段接种至生根培养基进行生根培养。



栾树胚性愈伤组织和体胚的形态学观察

前景及效益分析

本发明以栾树未成熟的种子为初始材料，获得栾树无菌苗；然后以无菌苗的茎段和叶片为诱导材料，经历胚性愈伤的诱导、发育、成熟，获得由体胚途径再生的植株。本发明所述栾树体细胞胚培养的方法，体胚发生率高，而且产生的体胚数量多，极大的提高了栾树的再生植株数量，为栾树新品种大量无性繁殖提供了技术支撑，并为栾树分子育种奠定了基础。



栾树不同时期体胚组织学观察

‘丽国’系列不飞絮青黑杨杂种三倍体新品种

完成人 王君　　**联系方式** 13401024121

成果简介

针对“三北”地区困难立地造林品种缺乏的问题，北京林业大学王君教授和康向阳教授团队采用杂种优势利用与雌配子染色体加倍技术联合育种策略，利用秋水仙碱、高温等理化条件处理诱导雌配子染色体加倍，攻克了染色体加倍有效处理时期、处理时机即时判别、适宜处理条件等一系列技术难题，配合高配合力亲本杂交，历经倍性检测、苗期测试、无性系扩繁和无性系对比试验，从大量有性多倍化子代中选育出‘丽国1号杨’‘丽国2号杨’和‘丽国3号杨’3个青黑杨杂种三倍体雄株新品种。

丽国 1 号杨’树形及雄花序

‘丽国 2 号杨’树形及雄花序

技术亮点

- 建立了杨树有性多倍化高效诱导三倍体技术体系，三倍体诱导率达到 60% 以上。
- 充分利用了雌配子染色体加倍获得三倍体具有的倍性优势；
- 充分利用了乡土青杨派树种和黑杨派树种间杂交产生的杂种优势；
- 新品种均为雄株三倍体杂种，具有不飞絮、生长迅速、树形美观、纤维长、抗旱能力强等特点。

植物新品种权证书

品种证书

前景及效益分析

‘丽国’系列新品种已获国家林草局植物新品种权证书；雄株不飞絮、生长迅速、树形美观、纤维长、适应性强，适合于北京、河北、内蒙古、甘肃、青海等地区栽培，服务杨柳飞絮治理和困难立地造林。

杂交枫香新品种培育与体胚繁育技术产业化

完成人 张金凤　　**联系方式** 13522668293

成果简介

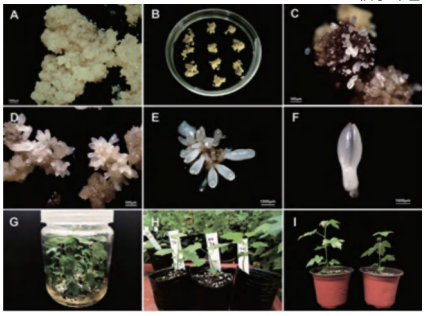
以观赏和生态价值高的我国枫香优树做父本，与生长迅速的北美枫香优树连续多年进行杂交育种，培育出京枫2号、3号、4号、5号4个杂交枫香新品种。新品种树形美观、秋叶多为红色，观赏性强，生长迅速，第5年高生长为1.32-2.14米。杂交枫香体胚发生规模化繁育技术是通过接种杂交枫香外植体，诱导体细胞重编程，形成胚性愈伤组织，启动体胚发生进程；利用 2 种生物反应器完成体胚的成熟和萌发；最后通过温湿度的调控完成体胚苗的驯化移栽等环节，形成了一整套稳定高效的杂交枫香体胚发生规模化繁殖体系，该体系目前处于世界领先水平。

杂交枫香新品种证书

京枫系列杂交枫香新品种的夏季叶色与秋季叶色夏季叶色与秋季叶色

技术亮点

- 培育出了4个杂交枫香新品种。
- 形成了一整套稳定高效的杂交枫香体胚发生规模化繁殖体系。



杂交枫香体胚发生技术体系

前景及效益分析

该项目创制的京枫系列杂交枫香新品种等新种质目前已在河南、江西、福建等地栽种；配套的杂交枫香体胚发生规模化高效快速繁育技术，目前已在北京进行了工厂化育苗技术示范。这些新品种和体胚高效繁育技术可加快更新现有的枫香全分布区的20个省市区的低产枫香林，营建新的速生丰产林，促进我国速生丰产林“南桉（桉树）北杨（杨树）中枫香”格局的形成，有助于解决我国的木材短缺问题，带动枫香全分布区的林业经济发展，为推动我国木材生产和林业产业发展提供源动力。

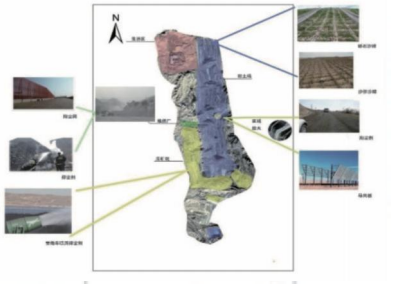
02
生态保护与修复
Ecological Protection and Restoration

矿砂区沙尘综合防控技术体系

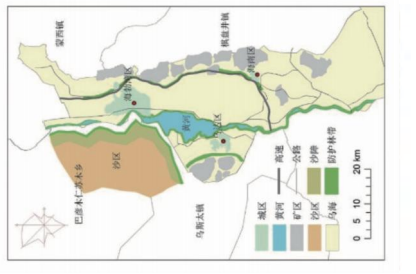
完成人 肖辉杰　　**联系方式** 18600407802

成果简介

针对不同粒径沙尘空间分布范围，配置不同抑尘措施，构建生物、工程、化学措施相结合的矿区沙尘控制综合技术体系。并在区域范围提出合理营建防护林带、设置防沙障等沙尘防控体系。通过有效防控，矿区沙（粉）尘浓度降低 35%-40%，抑尘成本降低 40-50%。冠层形状为坛状的灌木如白刺、蒙古沙拐枣、红砂防风阻沙效果更好。2 行配置 1H 行距、带距 4H 的灌木林带防风效能优于其他配置模式。配制浓度 8% 的环保复合型抑尘剂对道路抑尘时间可达到 10 天。平铺式抑尘网双层铺设抑尘效果最优。敷设 3-6cm 中小粒径、60% 覆盖度的砾石沙障对沙尘控制效果明显。



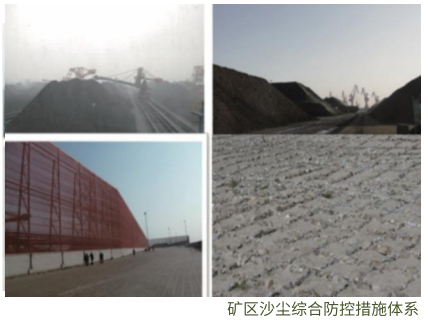
海勃湾新星煤矿沙尘防控措施体系



内蒙乌海及周边区域沙尘防控体系

技术亮点

- 区别于以往矿区只关注道路抑尘，该防控技术体系以矿区为沙尘污染核心区域，综合考虑沙尘扩散分布范围，强化沙尘源地抑尘，形成沙尘源头控制、过程监测、重点治理的防控系统。



矿区沙尘综合防控措施体系

前景及效益分析

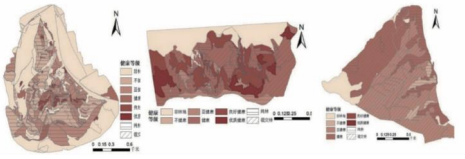
项目系统研究了以乌海新星煤矿为代表的干旱荒漠区露天矿和以宁夏灵武羊场湾煤矿为代表的荒漠草原区井工矿的沙尘布影响范围和分布规律，并针对不同尘源提出对应的抑尘措施体系。项目形成的系列关键技术已在宁夏、内蒙两地示范工程中得以应用，为西北干旱荒漠区类似矿区沙尘防控积累了宝贵经验并提供了样本工程，可以进一步推广应用。

基于林草植被群落健康评价的多种服务功能综合评价体系

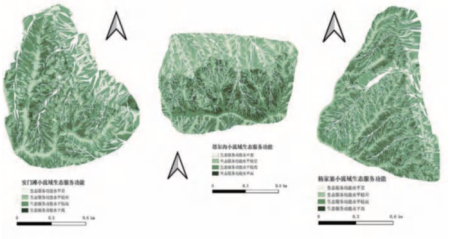
完成人 贺康宁　　**联系方式** 13611277426

成果简介

青海东部黄土区现存的 30 龄以上人工林，初始用材林造林方向的林分结构长期未经调整，导致部分林地综合生态功能较低，林分密度矛盾突出，后续尚未郁闭的新造林（按生态公益林造林密度）同样缺乏抚育，林下林间杂草滋生、病虫鼠害和火灾隐患逐渐凸显。针对高寒区林草植被的健康程度进行评价是解决上述问题的前提，除此之外还应探究不同区域的林草植被主导服务功能，评估其提升多种服务功能空间适宜性和可提升余地，判定不同尺度可调整与提升的林种或群落，提出调整或改造等级，为科学合理地制定营林措施提供数据支撑，使得林业生产真正实现有的放矢，推动区域的林业生产实践，促进生态系统服务功能提升。



不同林分森林健康评价分布图



不同林分生态服务功能综合评价结果

技术亮点

- 在探明林草植被区域背景的基础上，构建了区域植被群落健康评价指标体系。
- 基于大通黄土区的森林健康评价，揭示了造林始于上世纪 80 年代的人工生态公益林，整体处于健康状况，造林始于 2000 年的三北防护林、天然林保护工程和造林始于 2008 年的退耕还林工程，目前其人工生态公益林整体处于亚健康状况。
- 利用通径分析模型，评估了制约林草植被生长的环境限制因子，得出森林群落生产力指标（树高）为林分健康状况主要表现特征，土壤有机质、灌草盖度、群落结构类型与土壤含水量为影响林分健康的限制因子。
- 使用 InVEST 模型为黄土高寒区建立了一套长期的、合理有效的生态公益林生态服务功能评价体系。

前景及效益分析

构建了基于林草植被群落多种服务功能综合评价的健康评价技术体系，提出了关键环境限制因子及调整和改造等级；明晰了青海省黄土高寒区典型植被和立地类型的森林健康和生态服务功能现状；揭示了使该地区功能提升的发展方向。该评价技术体系将在未来黄土高寒丘陵区林草植被群落健康及多功能评估中发挥重要应用潜力，为今后该地区林草空间布局、人工生态公益林结构改善和功能提升提供评价方法的技术支撑。

陆表植被碳汇量关键技术及管理平台开发

完成人 冯仲科　　**联系方式** 13810305579

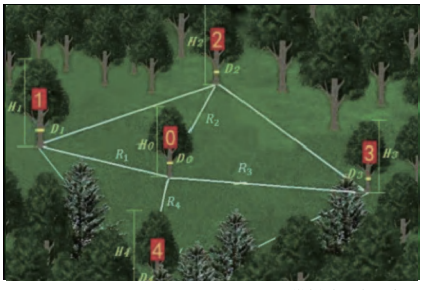
成果简介

陆表植被对减缓和应对气候变化、改善生态环境、提供生物资源等至关重要。研究陆表植被碳汇对我国制定减排增汇政策，科学划定生态红线，促进生态文明建设具有重要意义。该项目针对我国陆表植被碳储量家底不清、年度碳汇量难以测定、计量技术手段落后等现实问题，研建了陆表植被地块系统管理平台，无人机地面观测仪器装备，创建了系统化高精度计量预测技术体系。

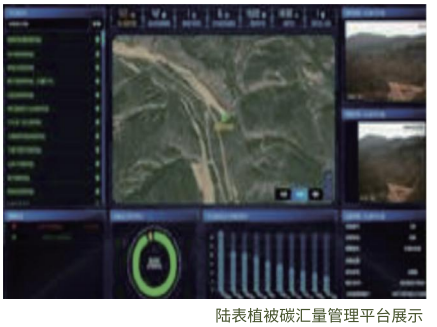
气象站 用于气象要素监测

技术亮点

- 建成了陆表植被地块系统管理平台，实现了“国家—省域—县域—乡镇—村街—地块”低成本、高效的逐级区划。
- 发明了“空—地—林”系列自主知识产权碳汇量观测仪器及观测方法体系。研制无人机摄影测量系统、系列轻巧便携手持式超站仪、SLAM 样地调查系统、电动生长锥；发明多功能电子经纬仪，5 棵树微样地、3D 电子角规、1m² 灌草作竹碳储量测定技术体系。
- 系统化研建了“乔灌草作竹”碳汇计量预测模型体系与森林最优经营模式，破解了大区域碳汇计量方法体系不健全、精度不高的难题，实现了植被碳汇实时、高效、自动、精准预测与经营管理。



微样地调查示意图



陆表植被碳汇量管理平台展示

前景及效益分析

利用智慧林业管理平台、电动生长锥、手持式全站仪、手持式超站仪器等装备以及系统化高精度计量预测等技术，能实现森林碳汇精确测量计算和相关技术普及推广，推动生态文明建设的发展。

西北干旱荒漠区煤炭基地生态修复关键技术体系及技术模式

完成人 郭小平　　**联系方式** 13501185683

成果简介

针对西北干旱荒漠区煤炭基地缺乏生态修复技术体系、技术模式等问题，通过实地调查、实验室分析、无人机遥感监测分析，以乌海、灵武煤炭基地已治理典型土地损毁类型排土（矸）为研究对象，在排土（矸）立地类型划分、技术模式分类基础上，运用层次分析法（从技术模式稳定性、植被适宜性、经济适用性）、景观功能评价法（景观结构特征指标和表层土壤性能指标），对已治理典型排土（矸）生态修复工程所采用技术模式的实施效果、适用性进行系统评价，并集成项目 2-5 研发的生态修复关键技术，提出西北干旱荒漠区煤炭基地（乌海、灵武）采矿工程与生态修复一体化技术体系和模式。

采矿工程与生态修复一体化技术体系

乌海新星矿排土场技术模式集成试验
（上：治理前；下：治理后）

技术亮点

- 划分出西北干旱荒漠区煤炭基地排土（矸）场主要立地类型。
- 提出西北干旱荒漠区矿区排土（矸）场生态修复工程典型技术模式。
- 评价筛选出排土（矸）场适宜的生态修复工程技术模式。
- 集成课题 2-6 排土（矸）场适宜推广的生态修复关键技术。
- 研究提出了排土（矸）场适宜的技术模式。
- 构建排土（矸）场生态修复工程技术模式评价模型，首次系统提出排土（矸）生态修复技术体系及适宜推广的技术模式。

前景及效益分析

经工程修复效果和经济成本监测与评价，推荐砾石压盖、沙柳网格、生态棒、麦草沙障等适宜技术模式，可在区域排土（矸）场复垦与生态修复工程建设中优先推广应用。在此基础上，编制发布了《西北干旱荒漠区煤炭基地生态修复工程设计技术规范》（Q/TH 001-2021）、《地质灾害生物治理工程施工技术规程（试行）》（T/CAGHP 053-2018），将为生态修复工程实践提供重要指导依据。

专业足球场草坪建造与养护关键技术研究与示范

完成人 韩烈保　　**联系方式** 13901247343

成果简介

本项目针对国内草坪草生态气候区划和引种标准缺乏、植丝式混合草坪技术和设备被垄断、草坪光温调控技术落后等技术瓶颈问题，经过近二十年系统性研发和联合攻关，取得 6 个方面突破：（1）提出并构建我国草坪草引种区划标准及评价体系；（2）提出并完善我国不同气候带足球场草坪坪床结构及配比；（3）完全自主研发混合草坪建植技术及设备；（4）研发草坪智能化地温调控关键技术及设备；（5）研发足球场草坪专用补光技术及系统；（6）构建足球场草坪质量评价体系，研发系列检测设备与软件。项目研究成果先后在 2008 年北京奥运会、2022 年卡塔尔世界杯、2023 年亚洲杯（原）等场地上得到推广应用，实现了用中国技术建造世界顶级足球场的目标。

块化高速型植丝机研制与制造过程

毛细管网地温调控技术应用效果图

检测设备研发与现场评测

技术亮点

- 首次提出了中国草坪生态气候区划理论，将我国划分为9个草坪草气候带。
- 提出并完善了适宜不同气候分区的足球场草坪坪床结构类型及根系层优化配比。
- 率先研发了具有完全自主知识产权的植丝式混合草坪建植技术及设备。
- 创新性研发了草坪智能化地温调控关键技术和设备。
- 率先研发了足球场草坪专用补光技术及设备。
- 构建了草坪质量检测与评价体系，研发了相应的设备与软件。

前景及效益分析

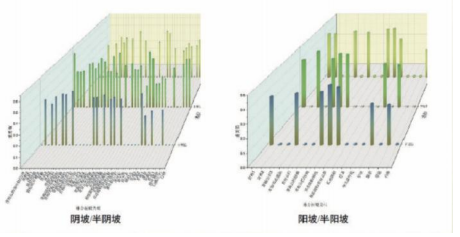
自《中国足球改革总体方案》发布以来，我国足球场草坪场地数量由10000块快速增加至70000块，到2030年预计达到140000 块， 使我国每万人一块标准足球场。在巨大的社会需求及经济效益前景下，以上成果进一步实现了现代化足球场草坪建植与养护管理技术的应用和推广， 可优化产业结构， 打破对国外技术盲目依赖， 使足球场草坪建造与管理更科学合理，更符合我国生态气候条件，使我国足球场草坪质量既可满足举办世界一流大赛及足球世界杯的需求，又可服务于公共体育设施建造的需求，满足全民体育运动的要求，为“体育强国”战略添砖加瓦。

基于调水净水功能提升的小流域尺度景观格局优化调配技术

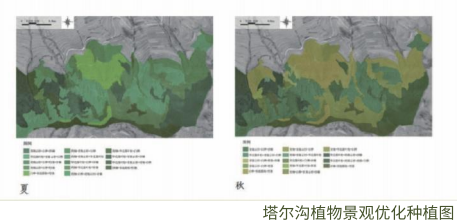
完成人 贺康宁　　**联系方式** 13611277426

成果简介

为了改善树种单一、林分结构不合理的植被重建现状，提高林草植被的生态与景观功能，需要量化分析小流域内降雨、地形和植被空间分布，开展林草植被与净水功能的研究，筛选适宜的林草植被类型和林草种，评价小流域林草植被生态和景观功能，并藉此指导小流域林草植被的结构优化和空间配置，以尽快恢复植被，提升生态与景观双重功能，改善当地生态环境。



不同立地的林草植被生态系统服务功能重要值



塔尔沟植物景观优化种植图

技术亮点

- 通过研究典型植被与土壤耦合关系确定了不同类型植被 - 土壤系统耦合协调状况，依据长期的降雨数据与径流小区产流产沙数据，揭示了当地典型植被保持水土的作用与机制，筛选出最佳林分类型，为营造不同功能的林分提供理论基础。
- 以水源涵养为目标，确定了80%穿林雨比例下小流域不同暴雨强度最佳森林覆盖率；确定了各立地类型植被承载力，并结合林分健康评价，得到了小流域植被密度调控表和大通县主要立地类型林分组成及密度表。
- 基于地统计学方法量化揭示了小流域林草植被的水源涵养、固碳释氧、固土保肥和物种保育功能。

前景及效益分析

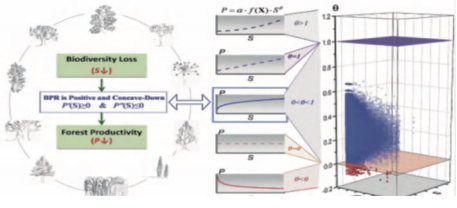
所构建的植被 - 土壤耦合关系模型，明确了典型植被保持水土的作用与机制；构建的典型植被净水固土综合效益评价体系，筛选出最佳林分类型，为营造不同功能的林分提供理论依据；依据所确定的小流域立地划分的主导因子，构建的小流域尺度植被密度优化表体系，为该地周边其他林区人工林密度调控提供了技术支撑；所构建的小流域林草植被生态功能评价指标体系和小流域林草植被景观功能评价指标体系，得到了小流域林草植被的生态系统服务功能重要值，为大通县及周边地区的植被功能评估提供了理论基础；该研究获得的小流域林草植被景观格局配置技术，为青海黄土高寒丘陵区植被景观格局调配提供了技术支撑，同时填补了黄土高寒区景观格局调控研究领域的空白，具有极大的推广应用前景。

东北针阔混交林生态系统碳汇功能技术研究

完成人 郝珉辉　　**联系方式** 13051557779

成果简介

东北森林带是《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划》中“三区四带”唯一的森林生态屏障带，承载着国土安全、木材储备、“双碳”目标等重要历史使命，提升森林质量、恢复生态功能、促进森林“固碳增汇”成为落实天然林保护与修复国家战略的核心。本项目在施加人工正向干预的前提下，实现森林质量快速提升，加速次生针阔混交林向阔叶红松林演替的进程，促进现有林分生物多样性保护和生产力提高。本技术推广应用，可以显著提高推广示范区内关键种的多样性，关键种作为林分生物多样性保护的促进种，同时可实现林分生物多样性的整体提高，生态效益显著。



示意图

技术亮点

- 构建了东北针阔混交林主要树种生物量评价技术。
- 破解了中国东北天然林生物多样性与生态系统碳汇功能的协同增效机制。
- 研发了针阔混交林生态系统碳汇潜力提升经营技术。

前景及效益分析

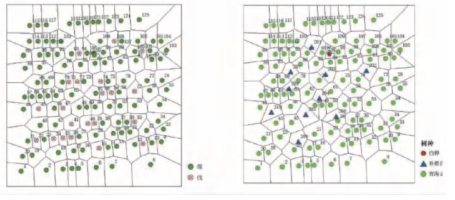
通过森林经营措施调整林分密度和功能组成可实现生物多样性与生态系统碳汇功能的协同提升，按照吉林省有林地面积822.1万公顷计算，合理森林经营可提高碳汇2959万吨 / 年，碳汇价值量23.67亿元，真正实现绿水青山就是金山银山。

基于近自然化的林分结构调控与经营技术

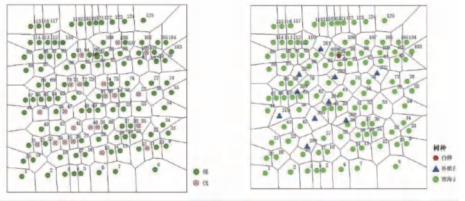
完成人 贺康宁　　**联系方式** 13611277426

成果简介

针对青海省人工生态公益林树种单一、用材林改公益林后抚育经营缺乏、整体水源涵养功能不佳和物种多样性匮乏等问题，研发基于近自然理论的林分结构优化与调控技术，探索总结符合国情、林情的人工林近自然森林经营技术和管理模式。通过评价分析各不同立地类型林分健康、稳定性及生态服务功能，完成了近自然化理想人工林草植被类型的筛选，研发完成了用于精细测定小集水区径流的国家发明专利；通过开展水源涵养功能综合评价，揭示了水源涵养功能对植被结构变化响应；通过对各林分类型稳定性及水源涵养能力的评价，总结出典型低效林的林分结构调整措施。



第一轮择伐与补植木位置分布图



第二轮择伐与最终补植林木位置分布图

技术亮点

- 由林分稳定、水源涵养和森林健康等指标构建的综合评价体系，确立了不同立地近自然化林草类型和林分结构调控方向。
- 所提出的人工林草植被维稳、功能提升改造关键技术，为黄土高寒丘陵区人工林的林分结构调整、功能提升及近自然经营提供了科学依据。

前景及效益分析

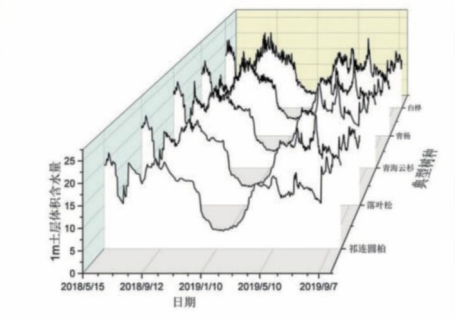
人工林近自然森林经营技术，探索了森林经营过程中的非木质生产和多功能利用，从实现造林绿化、人工林培育、生态公益林改造和实现国营林场标准化等方面引领了重要的示范和带动作用。研发完成的基于近自然理论的林分结构优化与调控技术，探索总结的符合国情、林情的人工林近自然森林经营技术和管理模式，意义重大。

基于植被承载力的多尺度林水耦合优化配置技术

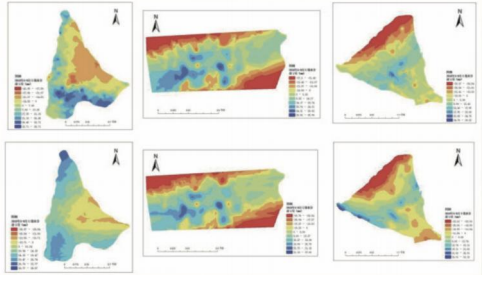
完成人 贺康宁　　**联系方式** 13611277426

成果简介

青海东部的黄土高寒丘陵区是当地经济发展的中心，也是区域生产生活聚集区及重要水源地。本世纪初中国林业开展分类经营之后，西北地区大量人工林划入生态公益林经营管理，历经十几年粗放封禁，林分密度矛盾突出，导致部分林地出现林分稳定性差、土壤干化等问题，影响该区域森林的可持续发展和区域供水安全。为了实现该区域的林水平衡，提高林草植被结构稳定性，亟待全方位解析区域降水资源环境容量，开展基于现有不同立地主要植被类型的蒸散耗水特性研究，深入分析林水平衡与植被承载力的基本关系，并藉此指导林分密度调控和群落结构改善，从而维持林草植被结构稳定的同时保障功能提升。



典型林地年际土壤水分动态



2018年、2019年生长季三试验区土壤水分盈亏量空间分布图

技术亮点

- 所量化分析的多尺度典型立地 / 林地的土壤水分盈余和亏缺时空分布，形成了研究区多尺度土壤水分植被承载力评价体系，揭示了植被与土壤水分空间分异特征的耦合关系。
- 通过定位通量法和Penman-monteith法两种林地耗水计算结果对比验证，有效地控制了计算误差。
- 构建的Penman-monteith模型采用了大量经实地观测数据形成的相关计算参数数据库， 即典型林冠反射率、 消光系数、叶面积指数等，特别是冠层整体气孔阻力参数，由此基础编写的用于计算当地典型林分耗水的计算程序，形成了软件著作权。

前景及效益分析

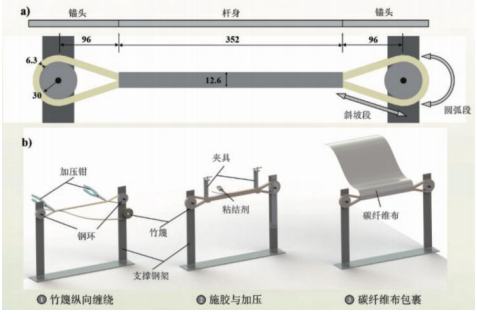
该项工作为黄土高寒区及其周边林区快捷建立多空间尺度林分密度调控表创造了理论与技术条件，将有益于地方林业提高林分密度调控和群落结构改善实践成效，优化初始造林密度和营林密度设计依据，具有重大的应用前景。

自锚式竹锚杆生态护坡技术

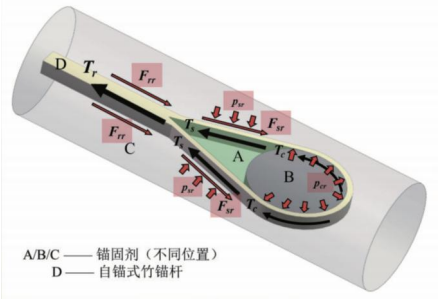
完成人 冀晓东　　**联系方式** 13681045099

成果简介

竹作为一种生长周期短、产量大、固碳能力强的高纤维植物，具备建筑能耗低、可加工性强、力学性能良好等工程优势。在岩土锚固领域，竹锚杆若能克服现有局限性，将为我国工程加固技术带来新的推动力，促进实现锚固材料的经济型、生态型发展。为此，北京林业大学团队创新地提出了一种自锚式竹锚杆锚固体系，该体系主要通过锚头与锚固剂的机械互锁增加结构的拉伸刚度与强度以实现岩土体加固，同时可与多种生态构件组合构成如锚杆 - 生态长袋组合结构、锚杆 - 生态棒组合结构等结构体系，进一步提升这一绿色、低碳锚固体系的生态效益，推动形成生态型边坡防护与治理体系。



海勃湾新星煤矿沙尘防控措施体系



内蒙乌海及周边区域沙尘防控体系

技术亮点

- 首次提出了一种可用于生态护坡工程的自锚式竹锚杆锚固体系及其加工、使用等相关技术。
- 可以充分发挥在生态效益和力学性能方面具有的诸多优势，如生长周期快、固碳能力强。
- 相较于依赖界面摩擦作用或粘结性能等的传统竹锚杆，自锚式竹锚杆的承载能力得到了显著提升，同时粘结锚固长度也更加灵活，有利于竹锚杆的原料节约和锚固效率的提升。比重小、顺纹抗拉强度高等，实现岩土锚固材料的经济化、生态化转型。

前景及效益分析

因具备较高的工程价值与生态效益，自锚式竹锚杆锚固体系可被应用在陡峭岩质裸露边坡、煤矸石堆积区土壤、城市工程河道沟渠等的生态修复工程项目中，在保证边坡安全稳定的同时促进区域植被恢复、景观重构。

土壤重建及改良成果

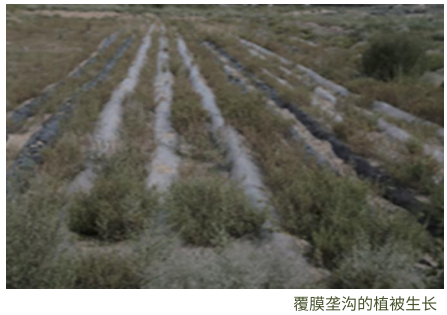
完成人 耿玉清　　**联系方式** 13693316862

成果简介

西北干旱区降雨稀少，蒸发量过大。在煤矿开采的过程中，地表土层被剥离，堆积形成排土场或堆积成排矸场，对当地的生态环境构成了威胁。当前治理排土场 / 排矸场的常规措施，是将土地整理后直接覆盖土层，再进行植被重建。但直接覆盖土壤较难获得，同时也会破坏取土区域的生态环境。煤矸石含有大量有机碳以及氮磷钾养分，但由于矸石颗粒粗，土体有机物质缺乏且结构不良，与自然土体相比，土壤水分成为制约该地矿区复垦植被建设最重要的因素。针对西北干旱荒漠区采煤迹地生态恢复过程中亟需解决的土体保水性能差的问题，围绕土体外源物质的添加，土体覆盖以及小地形改造等，探索矸石山保水蓄水技术，以满足植物生长所需水分的需求。

土体混施保水剂

土体混施保水剂和生物炭



覆膜垄沟的植被生长

技术亮点

- 混施生物炭和保水剂，可显著提高煤矸石基质的持水性能。其中混施生物炭和共聚物保水剂，较单施生物炭的饱和含水量和田间持水量分别提高 23.81% 和 13.73%。
- 矸石覆盖新土体，抑制土体水分蒸发。借助人工手段，将煤矸石加工成不同粒径范围的煤矸石颗粒。实验表明，除粒径为 0-0.5cm 的处理外，其余处理均表现为较大的累积入渗量和较小的累积蒸发量。粒径范围大于 0.5cm 且厚度大于 8cm 的煤矸石覆盖能提高矿区的土壤保水能力。
- 垄沟结合地膜覆盖，提高土体水分含量。结合垄沟微地形改造采用可降解地膜进行垄沟覆盖，可显著提高土体的水分含量，垄沟以及薄膜的集水效果明显，可促进植物恢复，且能改善土体质量。

前景及效益分析

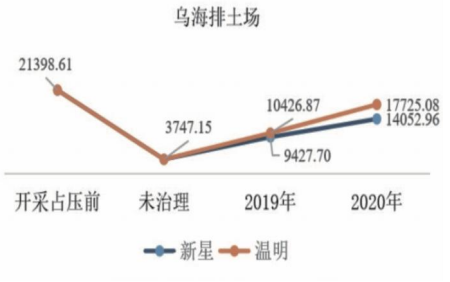
以往直接在排土场 / 排矸场覆盖土层，再进行植被重建，需要花费大量运输成本，也会破坏取土区域的生态环境。煤矸石成分与自然土壤成分一致，在矸石山治理过程中，可以把矸石作为栽培基质。采煤迹地新土体主要是由生土和矸石混合而成，外加土壤改良剂，降低了外运土体的成本；且改善了土体水分条件，促进植物生长。采用覆盖技术和垄沟作业技术，可将有限的降水集中于植物立地，减少水分蒸发，极大改善了植物的生存环境。

西北干旱荒漠区煤炭基地生态修复技术集成示范工程效益评价

完成人 郭小平　　**联系方式** 13501185683

成果简介

针对西北干旱荒漠区煤炭基地已有生态修复工程缺乏效益评价的问题，采用实地调查与无人机遥感分析的方法，以生态系统服务价值理论为依据，应用价值法和当量因子法评价检验煤炭基地生态修复工程的治理效果。为区域煤炭基地生态修复工程效益评价提供参考。



乌海排土场生态服务价值

技术亮点

- 完成生态修复集成示范工程效果监测（内蒙与宁夏）。
- 完成乌海、灵武示范工程生态服务价值评价。
- 对乌海、灵武示范工程的经济社会效益进行评价。
- 首次将生态系统服务-当量因子法在西北干旱荒漠区煤炭基地排土（矸）场尺度上应用。

海南焦化厂迹地生态服务价值

前景及效益分析

本成果针对西北干旱荒漠区的乌海、灵武煤炭矿区已治理的生态修复工程存在的问题，选取科学合理的评价方法，开展对排土（矸）场的生态修复工程技术模式评价，为科学合理评价矿区生态效益提供重要思路，为有效实现矿区生态修复提供重要参考。

灵武排矸场生态服务价值

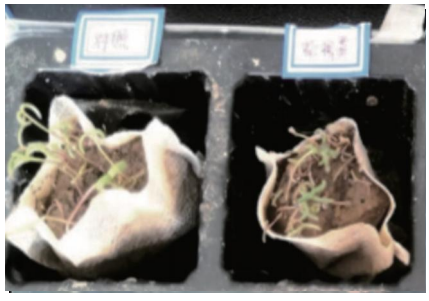
一种互花米草防治和综合利用的方法

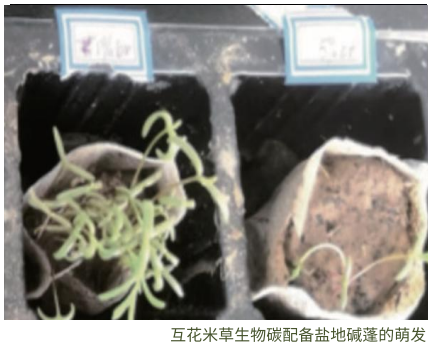
完成人 李红丽　　**联系方式** 010-62336293

成果简介

一种能长期有效地抑制互花米草恶性扩张并将其资源化利用，以促进盐地碱蓬种子萌发和幼苗生长的方法。通过用盐地碱蓬群落生态置换互花米草群落，并利用收获下的互花米草植株制备成培育碱蓬种子生长的生物炭，实现了互花米草资源的合理利用，达到化害为利的目的。同时，上述生物炭还可与蚯蚓粪和/或微生物菌剂联用，共同促进碱蓬的生长。通过施加互花米草生物炭，可明显提高土壤团聚体的稳定性，土壤的保水性能和养分含量，进而增加植物的生物量。

处理互花米草





互花米草生物碳配备盐地碱蓬的萌发

技术亮点

- 收获下的互花米草植株制备成生物炭。
- 收获后容易互花米草生物替代。
- 有效控制互花米草扩张。

前景及效益分析

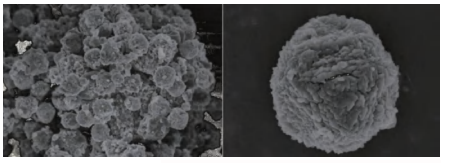
提出一种利用盐地碱蓬群落就地生物替代互花米草群落，并利用替代下的互花米草制备成生物炭，以促进盐地碱蓬种子萌发和幼苗生长的方法。该方法能控制互花米草的恶性扩张，合理消除互花米草入侵危害。

一种粉煤灰合成沸石及其制备方法和应用

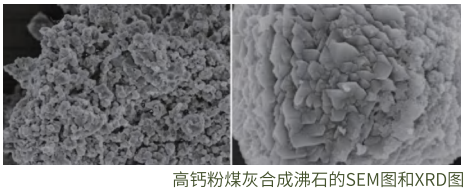
完成人 冀晓东　　**联系方式** 13681045099

成果简介

硒是生态环境中一个十分重要的微量元素，在土壤中以多种形态存在，其中四价硒 (如亚硒酸盐) 不仅易溶于水，而且易被植物吸收利用，是土壤硒的主要形态，也是植物吸收土壤无机硒的主要形态。但由于我国大部分土壤含硒量低，需要通过人工技术手段对土壤进行富硒，以使其更广泛应用于农产品中。同时近年来全世界每年粉煤灰产量已超过 7.5 亿吨，且利用率较低，造成了严重的环境污染，为了解决上述问题，本发明提出一种新的粉煤灰合成沸石方案，其具有强吸附和强脱附的特性，不仅能够有效去除废水中硒元素，而且利用吸附饱和产品进行再释放，以实现土壤富硒的目的，同时回收利用粉煤灰，实现了它的资源化利用。



低钙粉煤灰合成沸石的SEM图和XRD图



高钙粉煤灰合成沸石的SEM图和XRD图

技术亮点

- 该成果利用粉煤灰沸石的强吸附性，吸附污水中的硒，进行污水的净化处理。
- 该成果利用其强脱附性进行土壤性质改良，其吸附饱和成为固体研磨成粉末后，再与水混合可重新均匀喷洒到土壤中，进行土壤富硒处理。
- 对于粉煤灰合成沸石去除硒产开了相关试验研究，成果中探究了不同影响因素：pH、沸石投加量、初始浓度、时间及温度等对合成沸石吸附溶液中硒的影响，得到了硒的最佳去除率下各项指标参数。
- 探究了合成沸石对硒的吸附机理，得到了其吸附动力学模型和吸附等温线模型。

前景及效益分析

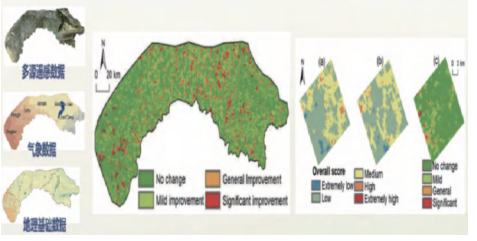
粉煤灰合成沸石可以作为去除水污染物和土壤改良的良好媒介，这为污染物质的再利用提供了新思路。其实现了粉煤灰的资源化利用，并且综合了各种因素的影响，例如 pH、沸石投加量、土壤条件、时间及温度等，可以适应不同的工程环境。同时附硒改性沸石是潜在的肥料，可以得到长效矿物富硒肥，并于秋耕前施肥，土壤能够获得富硒效果，具备经济效益又具备生态效益。

天-空-地多源遥感融合的生态环境修复效果评价技术

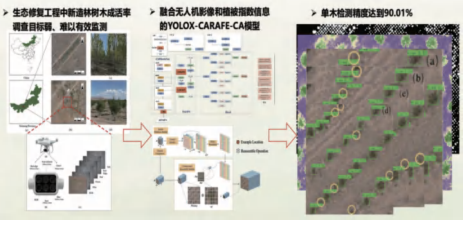
完成人 张晓丽　　**联系方式** 13681272638

成果简介

针对生态修复评价效果评价标准不一、 数据获取难、 时效性差、难以定量评价和空间成图等问题，整合多源遥感数据，研发基于多维特征生态“敏感-恢复-压力”评估体系支持下的生态脆弱性评价分析技术， 构建大尺度长时序生态环境质量及季节性时空变化评价方法，建立针对不同业态（如矿山、林草、沙漠和盐碱地）基于多模态立体遥感观测的区域生态修复效果综合评价模型，创新融合多光谱影像与植被指数的深度学习网络人工幼龄林单木成活率高精度估测技术，最终实现遥感数据支持下的生态环境监测和修复工程效果定量评价，为我国生态修复决策制定和生态管理提供科学的决策依据。



多模态立体遥感观测区域生态修复效果评价



人工幼龄林单木成活率估测技术

技术亮点

- 发展了生态“敏感-恢复-压力”评估体系支持下的综合多因素生态脆弱性评价技术。
- 创新了融合多源遥感数据的大尺度长时序生态环境质量及季节性时空变化评价方法。
- 提出了基于多模态立体遥感观测的生态修复效果评价技术。
- 开发了融合多光谱特征与植被指数的人工幼龄林单木成活率自动估测技术。

前景及效益分析

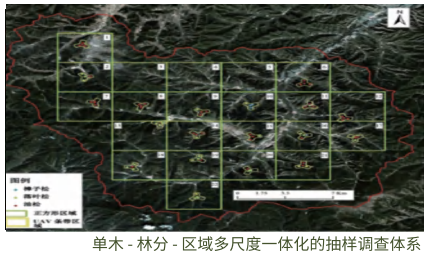
该技术已应用在乌梁素海流域山水林田湖草沙生态保护修复试点工程，开展了多尺度、全方位、高频次的自然资源和生态环境遥感监测，助力生态修复资源的合理开发利用与保护，显著改善区域经济社会发展和生态面貌，潜在经济和社会效益巨大，应用前景广阔。

主被动多源遥感协同森林地上生物量和蓄积量监测技术

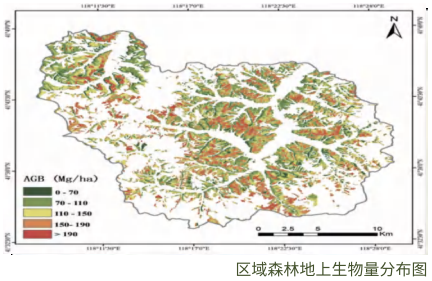
完成人 张晓丽　　**联系方式** 13681272638

成果简介

针对生态环境质量提升、生态文明建设和“ 双碳 ”目标对森林生产力和碳计量估算技术的需求，采用高空间分辨率立体摄影测量、干涉 SAR 和机载 LiDAR 数据，创新了主被动多源遥感协同多尺度森林地上生物量和蓄积量监测技术，解决了传统基于光谱反射率或植被指数、SAR 后向散射系数或极化 SAR 分解参数等特征导致森林地上生物量、蓄积量估测信号易饱和精度低等问题，以及复杂林分真实性样本数据获取困难、数量有限、分布不均等问题，形成了单木、林分、区域多尺度一体化的森林地上生物量精细估算体系，为全球变化背景下森林资源动态监测、森林生态系统评估、碳储量精准计量提供了解决方案。



单木 - 林分 - 区域多尺度一体化的抽样调查体系



区域森林地上生物量分布图

技术亮点

- 提出了 ZY3 多角度立体影像结合DEM数据的区域森林树高提取及制图方法，创新了光学多特征结合垂直结构特征的区域森林地上生物量反演模型。
- 提出了融合机载 LiDAR 和高光谱数据空谱、垂直结构特征的不同树种地上生物量估算模型，避免了单一数据易饱和问题。
- 创新了基于倾斜像片多维特征变量融合的单木地上生物量估算模型，同时构建了一套应对数据质量不佳情况下的单木生物量估算的低成本解决方案。
- 构建了主被动遥感联合区域森林地上生物量估算的点-线-面框架。

专利图片

前景及效益分析

该技术成果针对不同尺度的森林地上生物量和蓄积量分布信息提取分别提供了一套成熟的解决方案，能够减缓传统单一遥感数据源存在信号易饱和及模型稳健性差、精度低的问题。该成果通过在吉林西小山林场进行生物量和蓄积量估算测试应用，精度效果较好，相较于人工调查节省了约50%的调查费用且缩短了森林资源数据更新周期。该成果还能够为碳汇精准计量提供一体化解决方案，可应用于碳汇保险、碳交易、碳汇资产评估等众多行业场景。

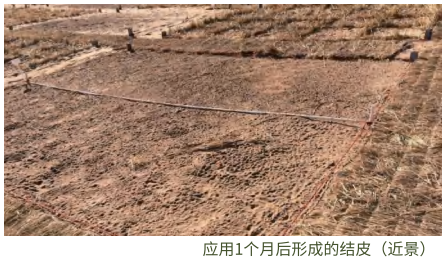
功能微生物菌剂促进生物结皮人工快速培育技术

完成人 高广磊　　**联系方式** 13466571712

成果简介

该技术为国家发明专利授权技术，涉及荒漠化综合防治和生态修复领域。技术主要内容包括将扩繁后的生物结皮种源均匀接种在流动沙面，将功能菌剂按照一定质量比添加至已接种生物结皮种源的流动沙面。经过多年多次数据论证，采用该技术3个月后，生物结皮盖度、生物量、抗风蚀能力、有机碳含量、有效磷分别提高了60%、 222%、237%、228%、421%、186%。

治理前裸沙地



应用1个月后形成的结皮（近景）

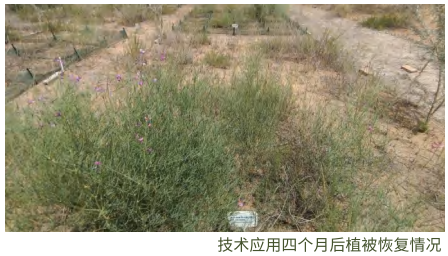
技术亮点

- 该技术能够显著促进流动沙面生物结皮的快速形成，所形成的生物结皮能够显著提高沙面稳定性，增加土壤肥力，加快沙化土地土壤恢复过程，促进退化生态系统的正向演替。

技术应用1个月后形成的结皮（远景）

前景及效益分析

该技术已经在宁夏“几字弯”攻坚战中推广应用3000亩。通过研发合作、项目合作、人才交流和培训等方式，可实现共享知识、技能和资源，降低研发成本和风险、大范围市场推广、提高技术人员的能力和素质、促进技术创新和人才培养。



技术应用四个月后植被恢复情况

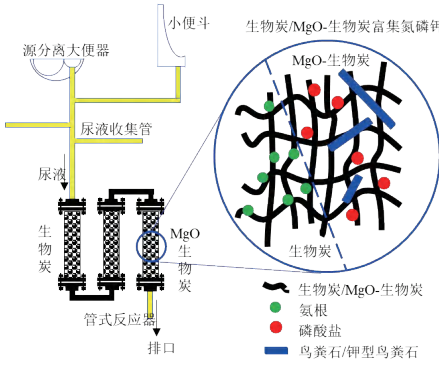
技术推广应用情况

尿液氮磷原位资源回收技术系统

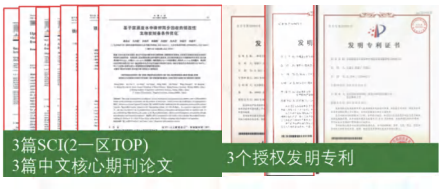
完成人 徐康宁　　**联系方式** 13810626784

成果简介

在当前践行绿色生态高质量发展的宏大时代背景下，我们深度分析当下中国农业与中国污水处理的关联性问题，结合教育部2019年工作重点中提到的“双万计划”新农科相关需求，将开发与发展现代农业、 智慧农业、 生态修复、 可持续发展农业产品作为我们的第一目标，将实现经济效益、促进农林废弃物再利用产业发展、促进尿液回收及污水处理产业发展作为第二目标，研发出了一整套尿液原位资源回收反应系统。该系统实现了从回收农林废弃物加工为生物炭及镁改性生物炭，到将相关产物应用于尿液回收，再到将富集氮磷钾元素的生物炭加工为生物炭肥，最后实现废弃物还田还林，改善土地质量的可持续发展生态循环系统。



技术系统架构及原理示意图



科技论文及发明专利图

北京市海淀区中关村环保科技园
和浙江省杭州市花开岭公益社区技术示范

技术亮点

- 该技术反应系统具有零动力能源消耗，可循环利用，无污染，用户零接触的特点，目前我们的项目有可依据的科技成果三项，原始数据42份，授权国家发明专利3项，科研论文7篇其中SCI收录3篇，2篇领域顶刊论文，科技报告1份，国家级大创1项，国家和省部级创业大赛奖项3项，国际国内会议报告4次，研究成果被北京林业大学绿色新闻网、环境学院网站刊登，并在杭州花开岭公益基地开展了技术验证，获得认可。

前景及效益分析

全球尿液分析市场规模达到 210.16 亿元（人民币），中国尿液分析市场规模达到了 40.64 亿元（人民币），同时全球生物炭基肥料收入大约为 1512.8 百万美元，我国现有的尿液回收设备主要针对孕妇等特殊群体无法实现普及化，而我们的主产品尿液原位资源回收装置适配于所有产生尿液的场景，所配备的多种改性炭对磷钾的吸附率均高于 90%，对氨氮的吸附率高于 80%，实现高效富集氮磷钾资源的同时还能够广泛推广普及大众 ；两款副产品生物炭基肥，肥料释放率可达氨氮 30% 以上、磷钾 50% 以上，能够显著提升黑麦草和玉米的植株高度和干物质产量，表现出优于市售磷酸二铵的肥效。我们积极与外部企业沟通，已与中国水环境集团、中车集团、深圳绿水青山环境有限公司等取得合作意愿，与江西省共青城市、湖北省十堰市市政府取得合作意愿，预计将在 2026 年收入突破 7000 万，净利润突破 500 万。

03
人居优美环境建设
Construction of Beautiful Living Environment

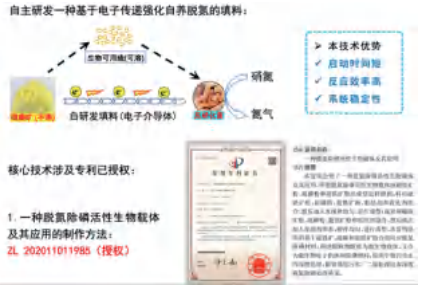
新型自养（SSMAD）脱氮除磷活性生物载体污水深度处理技术

完成人 党岩　　**联系方式** 13141236687

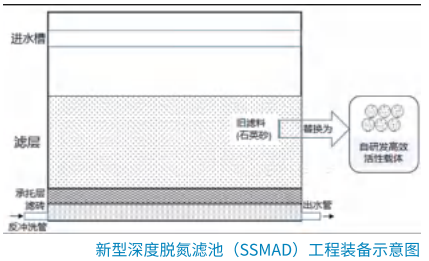
成果简介

由于我国经济快速发展和人民对生活水平、人居环境需求的不断提高，生活污水的排放量逐年增长，污水中污染物浓度逐年提高，同时为防控污水中氮磷等污染物排入自然水体导致富营养化的现象，各省市对污水处理厂的排放标准不断升高。目前各污水处理厂的应对措施主要为在深度反硝化池中投加碳源，处理成本高；也有少数水厂尝试采用硫自养反硝化技术进行深度脱氮，但存在处理效率低，出水 pH 升高等问题。

本科技成果研发了一种新型脱氮除磷活性生物载体（SSMAD），具有同步脱除污水处理厂尾水中氮和磷的作用，同时处理效率快，可最短在 30 分钟内实现尾水的达标处理，出水总氮低于 10mg/L，且出水水质稳定，解决了现有污水处理厂脱氮不稳定、处理成本高等关键问题。



新型深度脱氮滤池（SSMAD）技术原理



新型深度脱氮滤池（SSMAD）工程装备示意图

中试工程现场照片

技术亮点

- 同步脱氮除磷，处理效果好，出水水质稳定，出水pH>6.0，出水总氮低于10mg/L，出水总磷<0.3mg/L。
- 处理成本低，相较于传统投加碳源的异养反硝化工艺处理尾水，处理成本降低59%，相较于传统硫磺填料的自养反硝化工艺，处理成本降低10%以上。
- 处理速率快，水力停留时间仅需要30min，相比于传统硫磺填料的自养反硝化工艺速率提升6倍以上。
- 污泥产量小，减少处理成本。本技术采用的硫铁自养脱氮除磷工艺，生物量增殖慢，不会产生大量的剩余污泥，可有效减缓管道堵塞，减少运行过程中反冲洗频率，节约运行成本。

前景及效益分析

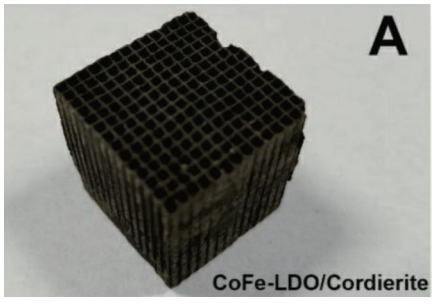
经测算，本技术每吨生活污水的运行成本仅为0.0902元，相比于传统工艺减少59%。以普通10万吨/天的1座污水处理厂计算，每天的污水运行成本可以减少12980元，每年节约处理成本473.77万元。全国每年生活污水排放量接近500亿吨，采用该技术可以为全国节约污水处理费用高达64.9亿元/年，同时可以减少氮排放量约5亿kg/年、磷排放量4000万kg/年。

铁丝网基整体式催化剂制备新工艺

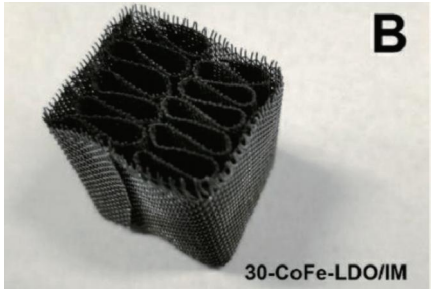
完成人 高艳珊　　**联系方式** 15801531118

成果简介

蜂窝状陶瓷载体催化剂的制备方法操作简便，但是存在活性组分涂覆不均匀、载体导热性能差等局限性。本成果通过将催化剂前驱体类水滑石直接生在在铁丝网载体上，再对表面长有类水滑石的载体进行清洗、干燥、煅烧获得，解决了整体式催化剂成本昂贵，载体导热性能差以及活性组分分布不均匀等问题，并获得较高的催化活性，同时工艺简单，可用于工业污染性气体的催化去除。



传统蜂窝状陶瓷基整体式催化剂



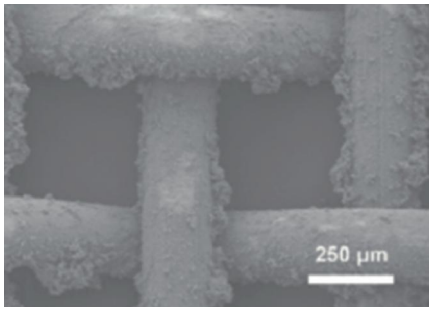
铁丝网基三维结构整体式催化剂

技术亮点

- 制备工艺简单、高效，载体传热效率高，脱落率低。
- 适用范围广，可应用于VOCs、NOx等工业烟气催化去除。

前景及效益分析

传统蜂窝状陶瓷载体催化剂表面活性组分涂覆不均匀、载体导热性能差，在反应过程中易造成催化剂的局部失活，降低催化活性。本成果中以铁丝网为载体制备的整体式催化剂制备工艺简单、活性组分分布较均匀、脱落率低，并且铁丝网本身具有优异的导热性能，以上特性有助于提高催化剂在使用过程中的稳定性和催化剂活性。该催化剂对于工业烟气的处理具有潜在应用前景。



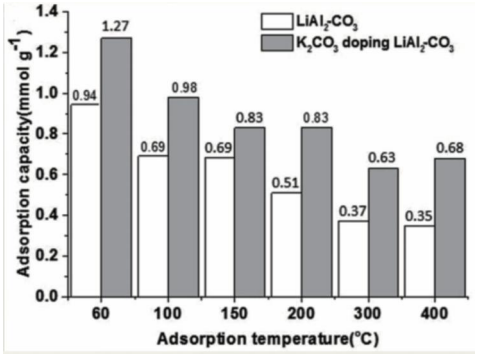
铁丝网基三维结构整体式催化剂电镜

新型CO_2吸附剂

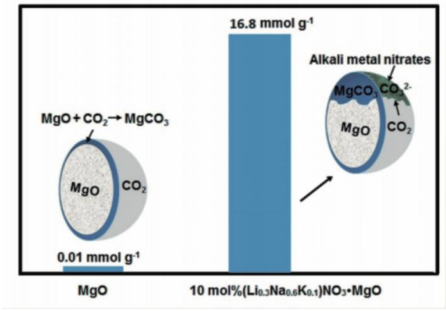
完成人 王强　　**联系方式** 13699130626

成果简介

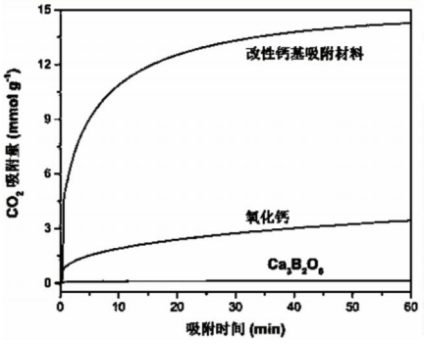
该成果面向碳减排、碳捕集这一重大需求，针对传统液胺吸收剂能耗高的问题，开发了系列固体吸附材料，所述材料相比于普通固体吸附剂具有诸多性能及成本优势，比如：类水滑石衍生吸附剂在多温区具有较高吸附活性，可应用于不同工业烟气碳捕集应用场景；改性氧化镁、改性氧化钙基吸附剂性能得到了极大提升，通过低成本的改性工艺，两种吸附剂吸附活性分别提升了10倍以及4倍以上； 碱金属钛酸盐吸附剂不仅避免了锂原料的使用，极大降低了产品成本，同时材料表现出可观的高温CO_2吸附活性及极佳的循环稳定性。



锂铝类水滑石衍生吸附剂性能



改性MgO吸附剂CO_2捕集性能



改性CaO吸附剂CO_2捕集性能

技术亮点

- 锂铝类水滑石衍生吸附剂可用于多温区CO_2捕集。
- 熔融盐改性技术极大提升MgO的CO_2吸附量，所得材料吸附容量达16.8mmol/g。
- 改性CaO吸附剂高温CO_2吸附容量提高了4倍。
- 碱金属钛酸盐吸附剂避免了高温吸附剂对锂的依赖，显著降低吸附剂成本，所得材料表现出高CO_2吸附稳定性。

前景及效益分析

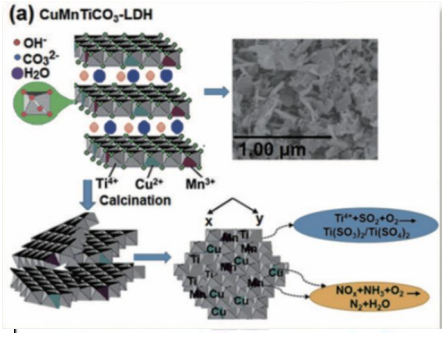
所开发的CO_2吸附新材料合成方法简单，原料成本低廉，有着大规模合成潜力，四种材料吸附温区广，可应用于中高温工业烟气碳脱除，同时吸脱附过程能耗较传统液体吸收法有着明显下降，表现出来巨大的应用潜力。

高效稳定烟气脱硝技术

完成人 高艳珊　　**联系方式** 15801531118

成果简介

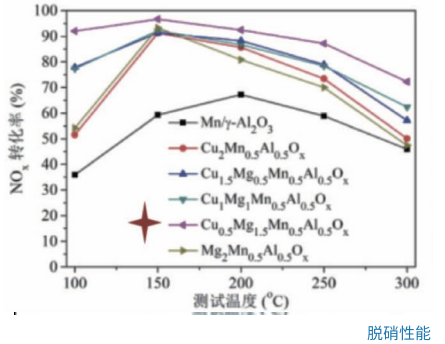
中低温烟气脱硝技术由于不需要对烟气加热即可进行脱硝，避免了额外的能源消耗及部分行业普遍存在的“ 耗能减排现象 ”，并显著减少加热燃烧所产生的碳排放，具有节能减排和降碳排放效益，与“ 双碳 ”战略十分契合。本成果针对烟气脱硝催化剂制备过程中活性组分易团聚、热稳定性差、脱硝率低等问题，开发出类水滑石衍生 SCR 催化材料的高效合成策略。通过金属原子级别复配及键合作用，构筑高效、稳定、且抗中毒性能优异的新型 SCR 催化剂，改善催化剂温度窗口窄、工况适用性差等问题。



类水滑石衍生催化剂

技术亮点

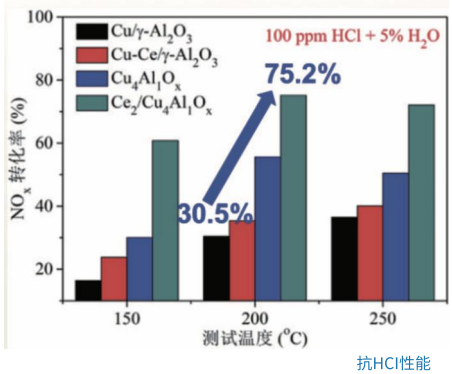
- 活性组分粒径小，热稳定性高，100-250℃实现脱硝率>90%。
- 抗中毒性及循环再生性优异。



脱硝性能

前景及效益分析

本项目提出类水滑石衍生金属氧化物法制备脱硝催化剂，其金属活性粒子为纳米级高分散状态，丰富的表面活性位点及优异的氧化还原性能，在长时间（18h）运行过程中催化性能能够保持较好的稳定性，下降幅度较低；其次，通过功能性金属原子级复配，结合金属间高效电子转移及协同作用，拓宽催化剂的活性温度窗口，提高催化剂的中低温特性。本研究成果制备工艺简单，循环再生性能优异，经济效益显著，可有效减少NOx排放，助力O_3和PM2.5污染防治攻坚战。



抗HCl性能

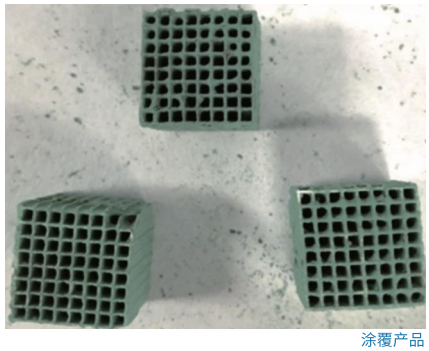
蜂窝状整体式催化剂制备新工艺

完成人 高艳珊　　**联系方式** 15801531118

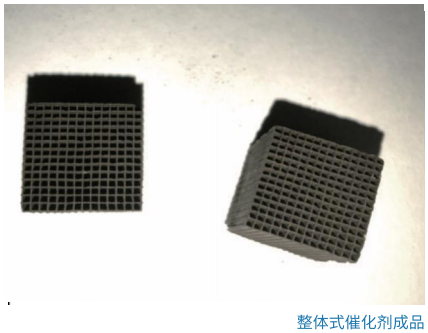
成果简介

浆液浸涂法作为整体式催化剂一种制备方法，被广大研究者广泛使用。但在制备过程中，还存在工艺复杂、涂覆效率低、涂层不牢固等问题。本成果将得到的类水滑石泥浆直接与铝溶胶混合，制成浆料，避免了干燥工艺造成催化剂团聚的问题，提高整体式催化剂的活性。通过优化后的浆液浸涂法制备整体式蜂窝状催化剂，催化剂的脱硝性能更高、成本更低、工艺简单、涂覆率高于传统浆液浸涂法制备的催化剂。

蜂窝状整体式催化剂制备新工艺



涂覆产品



整体式催化剂成品

技术亮点

- 涂覆条件优化易于实现。
- 脱硝率高达93.7%。

前景及效益分析

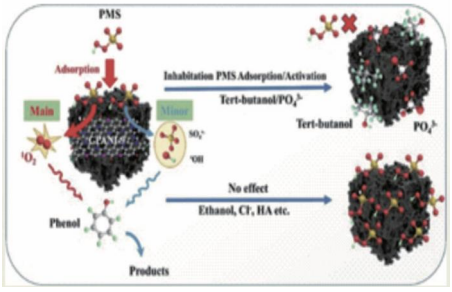
传统浆液浸涂法制备整体式脱硝催化剂在负载活性组分时因干燥工艺易在表面聚集成大颗粒，且在高温运行条件下易出现烧结现象而导致催化剂处理效果不佳。本成果中直接将类水滑石泥浆与粘结剂混合得到浆液进行堇青石载体涂覆，所得整体式催化剂处理效果更优秀，有效节约催化剂用量。另外，制备过程中产生的废弃碱液能通过酸中和生成无毒害的盐溶液从而进行回收处理，同时胶及浆料在催化剂制备过程中可引流收集并回收重复利用，极大地减少了因排放而给周边环境所带来的负面影响，对生态文明建设具有重要的意义。

新型碳材料活化过氧化物去除抗生素类新污染物成套技术

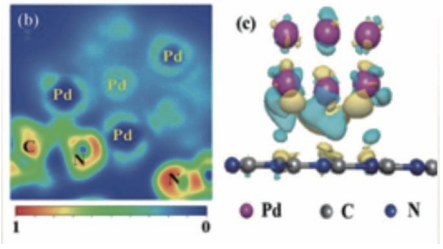
完成人 张立秋　　**联系方式** 15810056289

成果简介

围绕水体中抗生素类新污染物的高效去除，研发了基于新材料（碳化聚苯胺、改性碳纳米管等）活化过氧化氢、过硫酸盐和过氧乙酸的成套净水技术，构建高自由基产率和高反应活性的技术体系。能够实现对材料表面活性点位的可控构筑。针对不同抗生素类污染物的分子结构特性，高效活化过氧化物显著提高净水效率，反应体系能够降低净水成本，为新污染物的高效、稳定提供新方案。



碳化聚苯胺活化PMS



C3N4活化PMS理论计算

技术亮点

- 延长催化剂的使用寿命。
- 提出了定向定量调控材料活性点位的改性方法。
- 实现高效活化过氧化物以去除水中抗生素类污染物。

前景及效益分析

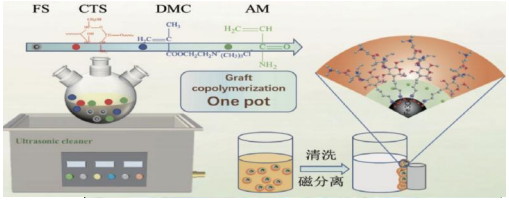
首先对比传统高级氧化技术，该技术可以显著节约净化成本，为饮用水、再生水、工业废水、径流雨水等水体中新污染物的高效去除提供技术支撑。

新型高效多功能磁性复合材料

完成人 梁文艳　　**联系方式** 13661243958

成果简介

本研究基于无机磁性微粒，结合天然高分子接枝共聚物，开发了一种新型多功能磁性复合材料。此材料能够有效地实现絮凝、杀菌、吸附、脱乳和催化功能，一体解决复杂水体中的多种污染物问题。



Fe3O4/SiO2/接枝共聚磁性复合材料制备示意图

技术亮点

- 创新构造：磁性材料以无机磁性微粒为核心，天然高分子接枝共聚物为功能化包覆层，具备絮凝、杀菌、吸附、脱乳和催化功能。
- 绿色选材：使用天然高分子功能化包覆，来源广泛，价格低，绿色安全。
- 高效制备：采用超声原位自组装，制备过程简单，分散均匀，粒径小，比表面积大，磁响应优异，易于回收与循环使用，环保无二次污染。
- 综合性能：兼具磁性颗粒、天然和人工高分子的优点，效率高，不受pH变化影响，搅拌时间短，分离速度快。
- 应用广泛：该磁性材料可广泛用于生活污水、工业废水的深度处理及饮用水的深度净化。其一体化设计克服了传统材料只能对特定污染物处理的局限。
- 简化操作：对分离设备要求低，操作简单，无需复杂设备，易推广应用。

前景及效益分析

1. 经济效益：材料制备采用天然高分子，降低了成本。同时，由于其可多次循环使用，长期看能大幅节约处理成本，为水处理带来显著的经济收益；

2. 环境效益：采用此材料进行水处理可以有效减少二次污染，为环境保护贡献力量。其绿色、环保的特点也将使其更容易获得各类环保认证与补贴；

3. 社会效益：水资源的净化与保护直接关系到民众的健康与生活品质。此材料的广泛应用将确保供应更加安全、纯净的饮用水，提高民众的生活水平；

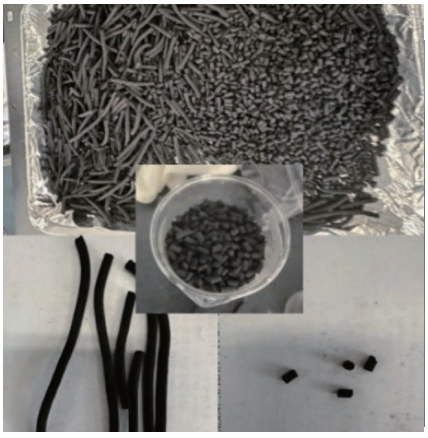
4. 市场前景：随着环保法规的日益严格和公众环保意识的增强，此类高效、环保的水处理材料的市场需求预计将持续增长。

新型粒子电极材料制备与废水深度处理回用

完成人 梁文艳　　**联系方式** 13661243958

成果简介

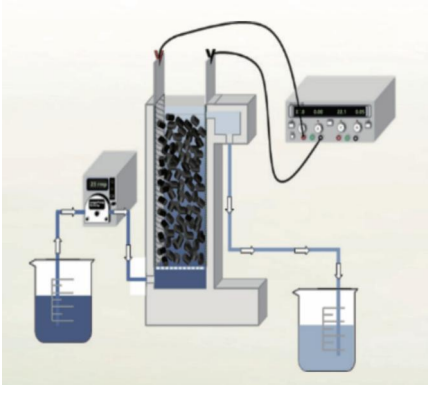
本成果制备了一种新型粒子电极材料 Ni-Fe/PAC 颗粒电极协同 H_2O_2 电芬顿处理焦化废水生化尾水，以解决深度处理问题。该技术具有出色的有机物选择性，尤其在去除多环芳烃方面的效果显著优于苯系物和杂环化合物。在 180 分钟内实现 57% 的 TOC 降解效率和 85% 的 COD 降解效率，出水 COD 低于 50 mg/L。这项研究为处理焦化废水生化尾水提供了可行的深度处理方案。



Ni-Fe/PAC颗粒电极

技术亮点

- 改进了粒子电极制备方法，提高了反应活性面积，提高了反应效率。
- 过对电流、H_2O_2浓度和组成成分的研究，为工程应用提供了重要参数。
- 实现了难降解物质的针对性去除，其在多环芳烃去除方面表现出显著的卓越性，远超出对苯系物和杂环化合物的处理效果。



三维电芬顿反应装置

前景及效益分析

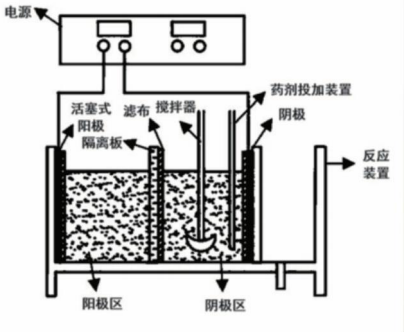
Ni-Fe/PAC颗粒电极协同H_2O_2电芬顿技术为焦化废水深度处理带来了广泛的前景和重大效益。首先， 该技术具有较高的有机物选择性，特别是在去除多环芳烃上。这意味着它可以有针对性地去除焦化废水中难降解的有害有机污染物。此外，技术在短时间内能实现高降解效率，将TOC和COD控制在排放标准之内，减少了废水排放对环境的不良影响。且三维电芬顿体系相对于常规电芬顿体系的平均能耗降低45.3%。从环境保护的角度看，该技术能减少有机污染物的排放，降低水体污染风险，有助于维护当地生态系统的稳定性。

高效污泥调理脱水新工艺

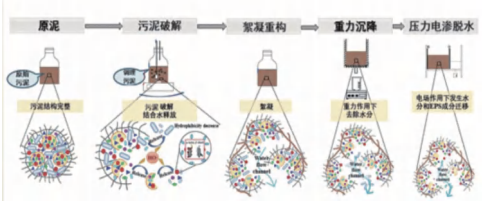
完成人 王毅力　　**联系方式** 13520927662

成果简介

本成果开发了用于污泥调理脱水的新型方法及装置，该方法在调理脱水一体化装置中进行。调理过程破解污泥，解锚污泥细胞壁表面附着的胞外聚合物主要成分蛋白质，分解污泥胞外聚合物并降解有机物，释放部分结合水，絮凝剂发挥电中和与吸附架桥作用，增大污泥絮体尺寸，提高污泥脱水性，然后联合压力电渗脱水工艺，进一步去除自由水和部分结合水。本成果调理步骤简单，药剂便宜，环境友好，脱水效果明显，适用范围广，可降低污泥后续处理的费用。



调理脱水一体装置示意图



调理脱水工艺机制

技术亮点

- 本成果中所用的试剂均为比较常见、价格低廉的药剂，且环境友好，对含水率90%以上的市政污泥均有较好的效果，是安全、高效的污泥调理脱水方法。
- 本成果的污泥调理方法结合了污泥破解和絮凝联合调理，充分发挥了两者的优势。调理时间短效果好，调理后的污泥电导率变化较小且不产生二次污染物。
- 调理与脱水过程均在同一反应装置内，操作简便。
- 本成果的脱水方法装置运行成本低，提高了污泥脱水效率，经脱水处理后污泥最终含水率下降50%以上，污泥体积大大减小，是一种清洁、安全、高效的脱水方法。

前景及效益分析

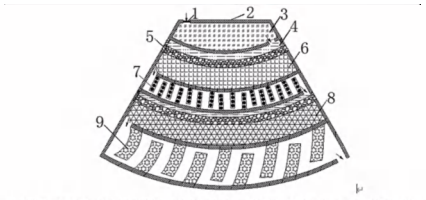
本成果针对现有污泥调理后脱水效果不显著、调理后污泥电导率高、易产生二次污染等问题提供一种污泥调理的方法及其设备，对污泥进行破解 - 絮凝协同调理，发挥污泥结构破解、束缚水分释放和絮体重构作用，增强调理污泥在压力电渗脱水阶段的效果。 本成果在降低污泥含水率、 减小污泥体积、 降低污泥运输及后续处置费用等方面效果好， 且具有反应时间短、调理污泥电导率低、无二次污染、经济成本低、适用范围广等优点，具有很大的应用潜力。

多维错流式及多物候植物强化生态修复技术

完成人 王毅力　　**联系方式** 13520927662

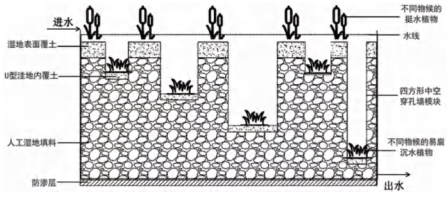
成果简介

本成果针对城市污水处理厂的尾水、农田废水、村镇地表径流等低浓度污水，发明一种扇形多维错流式复合陆生植物缓冲带，适用于岸边陆地面积有限的水库、河流或湖泊周围，有效削减污水中悬浮物质、有机物、营养元素、农药等污染物，防止水环境污染；针对现有低碳氮比农业径流潜流湿地处理技术中存在的碳源投加不易控制、供碳填料成本高、处理湿地系统复杂占地面积较大以及湿地植物碳源分配不均匀影响脱氮效果的问题，发明了一种利用多物候植物强化农业径流脱氮的局部 U 型潜流湿地，使湿地内的植物呈现不同层次不同物候的配置特点，强化植物碳源在湿地内的均匀分布，构建的湿地具有调节农业径流碳氮比、填料用量少，脱氮效率高、耐水力冲击的优势。



(1.过滤网；2.土埂；3.扇形横向流草本-生物炭带；4.集水渠；5.透水墙；6.扇形纵向流脱氮带；7.扇形横向绕流污染物富集灌草带；8.扇形纵向流除磷带；9.扇形横向绕流乔草-生物炭带)

扇形多维错流式复合陆生植物缓冲带示意图



多物候植物强化农业径流脱氮的局部 U型潜流湿地示意图

专利证书

技术亮点

- 扇形多维错流式复合陆生植物缓冲带基于污染物的多级拦截屏障思路，充分利用岸边有限的陆地面积，延长水力停留时间，通过联合乔灌草植物与功能填料，设置污染物去除功能明确的分区，有效去除 50% 以上的总氮和总磷，保障污染物削减效果。
- 多物候植物强化农业径流脱氮的局部 U 型潜流湿地利用多物候的植物配置提高农业径流中的碳氮比，使得潜流湿地中不需另投其他外加碳源；构建局部 U 型的洼地，使得湿地建设过程中的填料用量减少，建设成本降低，并使得湿地内可配置不同层次的多物候植物，无需建设多个子系统，减少了湿地占地面积，提高了湿地内植物碳源的分布均匀性；强化湿地脱氮效果，总氮去除率可达 70% 以上。

前景及效益分析

本成果构建的生态修复技术具有良好的污染物削减功能，结构简单、占地面积较小，可根据场地的地形和面积，灵活布设和运行，并具备较强的耐受水力负荷变化冲击的能力，具有很好的推广应用价值。

易回收高效环境除磷吸附剂

完成人 王毅力　　**联系方式** 13520927662

成果简介

针对目前日益严格的磷排放标准，各种磷吸附剂应运而生，然而传统吸附材料存在吸附效率低、选择性差等局限。本科技成果开发了水凝胶基、多金属基系列易回收高效环境除磷吸附剂，具有诸多性能及应用优势，可以高效去除水中磷酸盐和磷系阻燃剂，适用浓度范围为2-2000mg/L。吸附剂具有吸附量高、吸附速率快、抗离子干扰能力强、结构稳定、可实现磷资源回收等特点。放大制备的吸附剂可用于替代化学除磷工艺，对含磷污水具有良好的吸附效果。新型除磷吸附剂在降低出水磷浓度、减少污泥产量和实现磷资源回收方面比传统城市污水处理工艺具有更大的优势，具有广泛的应用前景。

载镧磁性阳离子水凝胶吸附剂放大制备工艺

发明专利证书

专利证书

技术亮点

- 负载型碳酸镧 / Fe3O4 磁性复合材料对磷酸根离子最大吸附量为77.85mg P/g，具有很宽pH适用范围（4-11），超强的磷选择性吸附能力。
- 阳离子环糊精基水凝胶吸附材料对有机磷阻燃剂的最大吸附量可达132.90mg/g，吸附过程几乎不受pH及共存物质的影响。
- 通过载镧磁性阳离子水凝胶的放大制备工艺,成功制备了125倍质量（280g）的吸附剂，吸附量保持在88.43mg P/g。

前景及效益分析

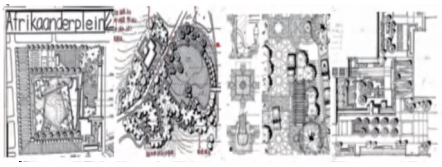
本成果开发的易回收高效环境除磷吸附剂合成方法绿色安全、设备简单、原料易得，具有大规模合成潜力，吸附量与重复利用性能在国内外同类产品中处于前列。采用该吸附剂从污水中进行磷资源的回收，可有效地避免化学除磷中产生的诸多问题，并且可以实现除磷成本与污泥产生量的下降，降低污泥中的有害成分，有利于污泥的资源化，同时还能消除了大量化学药剂管理的风险，从源头实现磷资源回收。从长远看这种方法将是最高效的可持续的污水磷回收技术，是市政污水处理行业产业升级、推动污水厂向环境友好型水厂转变的重要工艺环节，将会产生巨大的社会效益和环境效益，具有广阔的应用前景。

给线稿图快速上色的方法及装置

完成人 赵晶　　**联系方式** 13811993788

成果简介

绘制彩色平面图是规划设计工作的必要环节，传统流程为使用 CAD 等专业制图软件绘制黑白线稿，再使用 PS 等绘图或渲染软件分区域上色并进行整体调整。制图工作繁琐耗时，却并未体现设计师的创造价值，亟需创新技术以实现工作模式的革新。因此，团队应用人工智能算法，基于生成对抗网络进行图像风格迁移训练，研发了线稿图快速上色技术，并通过针对从数据集构建到算法的优化迭代全过程的把控，保证了线稿图设计语义提取的准确性，设计要素着色的合理性及艺术性。团队基于此技术研制线稿上色软件，改变风景园林规划设计行业传统的制图方式，切实解决低效劳动问题。



输入线稿图

输出彩色平面图

技术亮点

- 实现图纸语义的精确识别和有效提取。精确识别线稿图中的建筑、水体、植物等设计要素，并合理赋色。
- 即时完成图纸生成。在软件中输入线稿图，可立即得到参考成图，明确具体效果，方便方案的修改和推进。
- 软件操作简单。彩色平面图纸一键生成，使设计者不受限于制图技术，把工作重心转移到设计方案构思中。
- 图纸艺术化及风格化保证。生成图纸不仅保证设计要素着色合理性，且色彩搭配符合风景园林审美要求。基于不同图集进行开发，可满足风格化图纸生成要求。

前景及效益分析

彩色平面图纸绘制与返修，导致设计师疲于应付繁琐的制图工作，团队运转效率低下，是风景园林规划设计领域的普遍问题。线稿方案的修改将导致设计师花费数小时重新制图，而应用线稿快速上色技术，一键即可获得图纸，极大节省了人力及时间成本，并让设计师的工作价值回归到灵感构思和问题的解决。

团队已与设计公司达成合作，基于企业项目图集，开发线稿一键上色软件，打造了具备公司制图风格的图纸生成助手。该技术能够有效帮助景观设计行业突破低效劳动带来的运转困境，具备巨大的经济潜力和实用价值，因而具有广大应用前景。

人居环境景观视觉质量评价技术

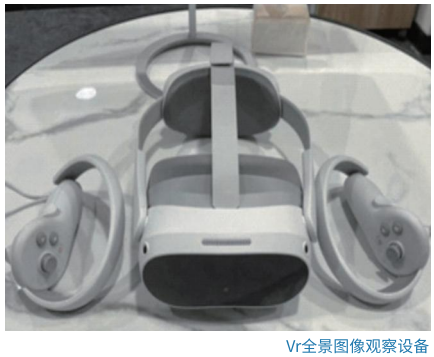
完成人 刘祎绯　　**联系方式** 15210595346

成果简介

虚拟现实以其身临其境的体验感为景观视觉质量评价创造了新的可能。应用VR全景图技术展开针对人居环境的景观视觉质量评价的探索，可选取典型眺望场所和评估点，通过全景图像采集设备获取各评估点的全景影像，基于SBE-SD景观评价方法，构建包含一级景观要素和二级因子的景观视觉质量评价因子体系，并设计打分表，招募相关人员使用头戴式设备进行评价，获得有效数据后，对质量、景观因子分值分别进行标准化处理与平均数计算，随即进行结果比较与相关性分析，并为人居环境的景观质量提升给出相应改进策略与建议。

全景图像采集设备

北京城市景观中若干评估点的全景图像实验样本



Vr全景图像观察设备

技术亮点

- 采用VR全景图技术，形成基于空间某一视点的360°全封闭视图，用户可以在场景中进行全视角的自由环绕浏览，能够弥补传统平面图像在客观场景呈现与主观空间体验上的局限性。
- 采用室内问卷调查和SBE与SD联合分析法，构建包含一级景观要素和二级因子的景观视觉质量评价因子体系，量化评定景观视觉质量，可为后续规划导控提供理性依据，避免在对各类人居环境进行规划时出现主观臆断的现象。

前景及效益分析

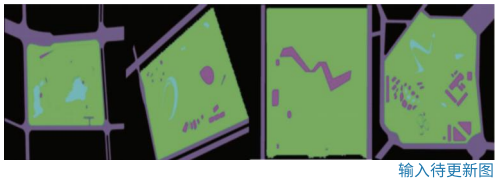
依托此规划评估新型工具，模拟真实场景以支撑更多类型人居环境视觉景观的定量评估，可模拟不同的规划方案以进行比选，也可用于促进公众参与各类规划设计。

局部更新设计的方法及装置

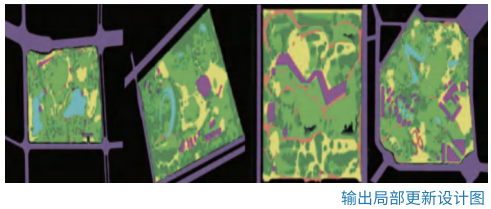
完成人 赵晶　　**联系方式** 13811993788

成果简介

城市发展已进入存量更新阶段。在此时代背景下，局部更新设计成为规划设计的重点需求。规划设计团队经过场地调研、绘制草图后，再进行设计、渲染等步骤得出更新结果，存在劳动强度大、运转效率低等问题。鉴于此现状，团队应用人工智能算法，进行了景观规划设计领域的计算机自主学习及生成创造实践，开展了“数据集构建 —— 算法应用及优化——生成结果评价”的全过程研究， 重点突破了生成设计过程的可解释性、可控制性问题，研发出基于生成对抗网络的局部更新设计模型，并开发局部更新设计一键生成软件，驱动风景园林行业的智能化升级。



输入待更新图



输出局部更新设计图

技术亮点

- 首次将生成式人工智能应用于景观局部更新设计。率先应用人工神经网络完成提取待更新场地现有条件，生成设计更新成果的过程，打造了智能设计工具。
- 提供了一题多解的解决方案，推进人机协同发展。该智能工具可基于同一局部待更新场地图纸，在数秒内生成多种更新结果。智能工具作为高效的方案供给者，设计师则作为决策者，协同推进设计工作，切实提升工作效率。
- 具备可扩展性，便于接续开发。各规划设计院所、企业及开发团队可应用此技术，基于局部被遮住图集和对应的未被遮住图集，针对具体应用场景进行定制和优化。

前景及效益分析

局部更新设计是城市更新时代的重点内容，而完整方案中的局部修改也是设计的必要环节。因此，应用智能化技术实现局部更新设计工作的提升，在行业智能化升级进程中具有核心驱动意义。生成式人工智能表现出强大的规律学习、信息提取和创造能力，在数秒之内产出若干设计方案，可成为设计团队中的方案智库，适应于当前城市更新现状对设计行业的要求，符合实际工作中方案快速返修的需求，将有效助推更新设计方案的推进，大幅提高工作效率。

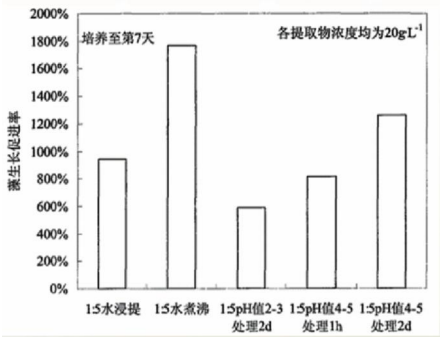
团队已与设计公司合作进行定制化模型开发，将技术应用于具体的更新设计场景。此技术方案的落地，改变传统方案设计模式，将风景园林行业引入人机协同规划设计时代，未来有极大的应用潜力。

利用落叶促进小球藻快速生长的方法

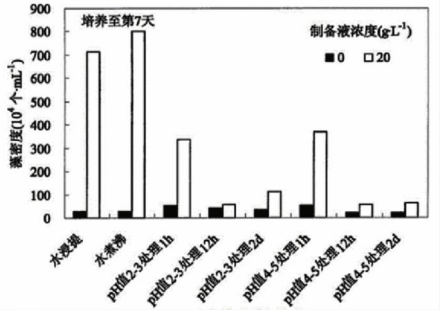
完成人 洪喻　上官小亚　秦墨梅　　**联系方式** 13126608431

成果简介

小球藻是一类重要的高产油高蛋白微藻，其产油率高，富含蛋白质、脂质、多糖、食用纤维及微量元素，可直接处理工业废气达到减排效应，具有竞争生长优势，可高附加值利用，生长不占用耕地等，被认为具有极高的应用价值。为了减少利用途径有限的大量梧桐落叶和毛白杨落叶的生物质资源低附加值使用甚至浪费的问题，本发明公开了利用梧桐落叶和毛白杨落叶促进小球藻快速生长的方法，制备得到梧桐落叶和毛白杨落叶的活性物质提取物，各提取物均显著促进小球藻生长，以期实现对高价值小球藻的快速高效培养和大量落叶生物量的高附加值利用。



梧桐落叶提取物对小球藻生长的促进率结果



毛白杨落叶制备液对小球藻生长的促进效果图

技术亮点

- 本发明基于大量实验研究，发现梧桐和毛白杨落叶提取物可显著促进小球藻快速生长，故公开了从梧桐落叶和毛白杨落叶中获取促进小球藻快速生长制备液的方法，其所述的方法具有过程简单，来源广泛，费用低，制备效果好等优点，可在梧桐落叶高效利用和小球藻快速大量培养方面应用，解决了新型生物质能源藻小球藻的快速生长问题。

前景及效益分析

本发明既消除了落叶废弃物对环境的污染又充分利用了其中的高价值物质，还解决了新型生物质能源藻小球藻的快速生长问题，为今后工业化快速大量培养小球藻提供了可能。

高效采收微藻材料及方法

完成人 洪喻　王倩茹　　**联系方式** 13126608431

成果简介

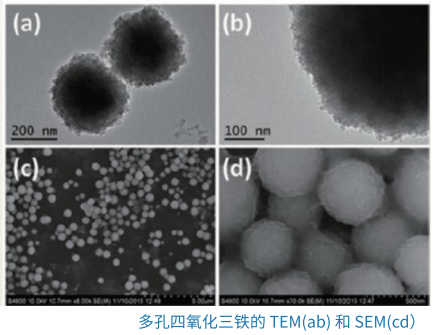
作为生物质能源之一，微藻具有光合效率高，细胞增殖快，生产周期短，脂质含量高，所产的油脂成分与植物油类似，并且不影响全球能源分配等优点，是制备生物柴油的理想原材料。通过制备功能化多孔四氧化三铁纳米材料、功能化石墨烯基磁性纳米材料及一种于藻液中原位合成的磁性纳米材料，以及提供一种黑曲霉，用以提高微藻采收率及稳定性。

Asperaillusniger HW8-1 生长状态

Asperaillusniger HW8-1 成球状态

技术亮点

- 提供了一种黑曲霉以及一种捕获微藻的方法，可在短时间内捕获藻细胞并形成微藻 - 真菌大颗粒以便收获且体系更为稳定。
- 采用水热法制备多孔四氧化三铁，且所述的功能化多孔四氧化三铁纳米材料具备较好的磁学性能。
- 在特定条件下，制备的功能化石墨烯基磁性纳米材料的微藻采收率在95%以上，且可以有效抵抗外界酸碱变化的影响。
- 以氯化铁和硼化氢为原料，于藻液中原位合成磁性纳米材料。



多孔四氧化三铁的 TEM(ab) 和 SEM(cd)

前景及效益分析

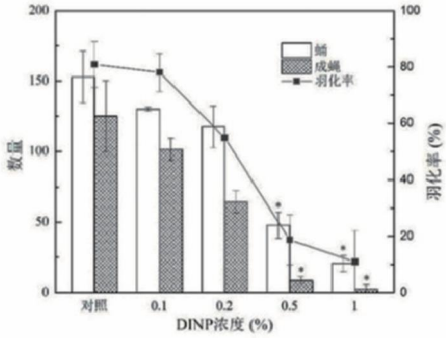
这些微藻采收材料成本低廉，安全环保，如所得功能化多孔四氧化三铁纳米材料具有超顺磁性，易于回收，可重复使用。且利用这些材料和方法可以快速高效的实现微藻采收，捕获过程操作简便，条件易于实现和控制，有效降低了微藻收获的成本，满足了微藻商业化生产应用的要求，是一条经济、高效地捕获微藻的新途径，具备良好的应用前景。

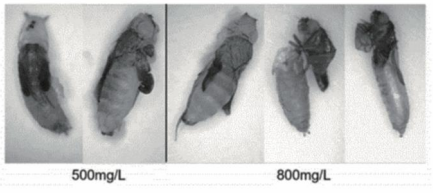
利用黑腹果蝇评价物质毒性的方法

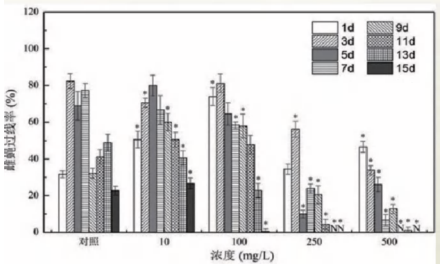
完成人 洪喻、张晴、郝力翀、路雯多　　**联系方式** 13126608431

成果简介

目前毒性作用的研究主要集中在植物、水生动物和哺乳动物，相对于陆生昆虫研究较少。采用黑腹果蝇对邻苯二甲酸酯类增塑剂及其他有机溶剂的生殖毒性、三唑类农药的生长发育毒性、污染物的毒性进行评价，属于毒性研究技术领域，包括：将黑腹果蝇置于被评价毒物的固体培养基和正常培养基上，培养数日，观察其生长发育、行为等特征是否有显著差异，进而进行评价。







实验结果

技术亮点

- 黑腹果蝇置于被评价毒物固体培养基及正常培养基上培养。
- 不同毒物对应不同的培养时间： 邻苯二甲酸酯类增塑剂 11d ～ 30d、有机溶剂7d～10d、三唑类农药6d ～ 8d。
- 不同毒物所观察统计的特点不同：邻苯二甲酸酯类增塑剂总羽化率、平均体重、有机溶剂黑腹果蝇的子一代蛹的数量、三唑类农药统计黑腹果蝇的蛹化率、羽化率和体重。
- 黑腹果蝇的行为应激反应可评价污染物的毒性。

前景及效益分析

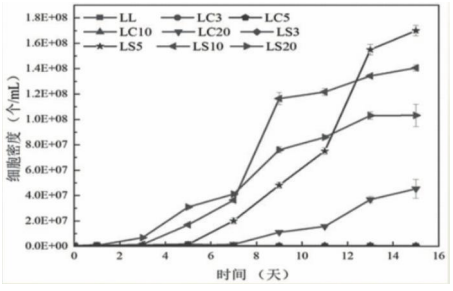
这些发明的目的在于提供利用黑腹果蝇对邻苯二甲酸酯类增塑剂及其他有机溶剂的生殖毒性、三唑类农药的生长发育毒性、污染物的毒性进行评价的方法，采用这些发明提供的方法能够准确地评价毒物的生殖、生长发育等毒性，为农业上合理使用的邻苯二甲酸酯类增塑剂、三唑类农药、有机溶剂、污染物的剂量和浓度提供理论和实验数据支持。

利用微藻进行水处理的方法研究

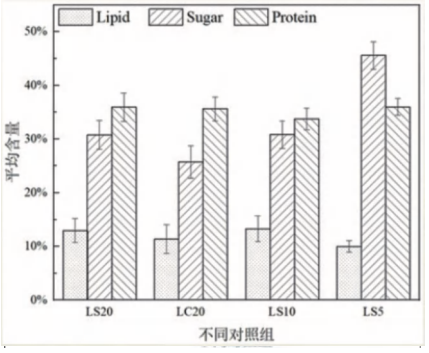
完成人 洪喻、李馨雨、张红凯、赵光普　　**联系方式** 13126608431

成果简介

随着环保要求的提高和环境生物技术的不断发展，生物修复作为一种低投资、高效益、运行操作方便灵活的水体污染治理技术逐渐发展并应用于生产中。本研究提供了几种利用微藻进行水处理的新方法，包括微藻（尤其是舟形藻）处理黑臭水体、小球藻净化垃圾沥出液和通过栅藻附着培养净化养猪废水。



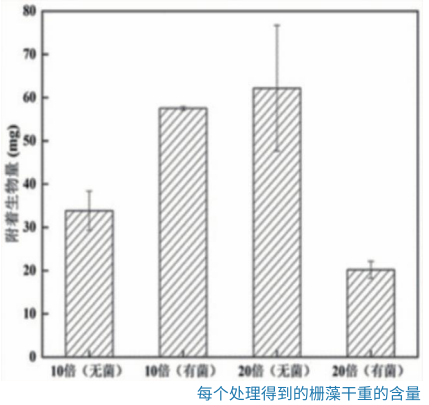
各处理中小球藻的细胞密度



各处理中小球藻细胞中脂质、蛋白质和多糖的含量

技术亮点

- 实验表明，微藻(尤其是舟形藻) 能利用黑臭水体水样中的污染物成分进行生长，无需外来投加营养盐；将微藻应用于黑臭水体的处理，可降低黑臭水体的治理成本。
- 使用小球藻净化垃圾沥出液有效改善了传统的 AO 处理技术处理具有高浓度污染、组成复杂、色度高、臭味重等特点的垃圾沥出液时成本高、投入大的弊端。
- 在养猪废水中添加有栅藻附着材料，可以显著去除养猪废水中的 COD、TN、TP、NH_4^+-N，大大降低了水体富营养化的潜在风险。



每个处理得到的栅藻干重的含量

前景及效益分析

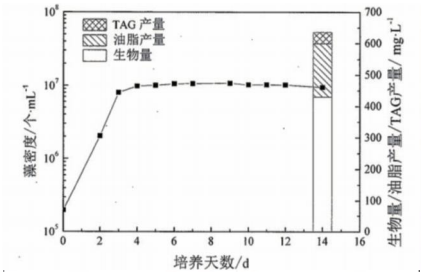
本研究提供了利用微藻进行污水处理的方法，降低了培养及运营成本的投入，有利于实现微藻的低成本规模化培养及资源的回收循环利用，同时高价值物的产出促进了微藻产业化的发展。另外净化效率高，能大规模生产、培养并收集微藻来满足现有技术的不足，由此，利用微藻进行水处理具有广阔的应用前景。

利用微藻净化污水并衍生生物质能的关键技术

完成人 洪喻、张巧、刘晓亚、王巧、翟晴雨　　**联系方式** 13126608431

成果简介

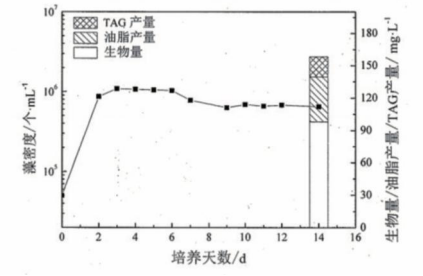
为解决污水处理行业运行成本高，碳排放量大的问题，开发出利用各种污水培养微藻，以实现低成本净化污水并衍生出各种高价值生物质能的关键技术。特定的微藻在生长过程中能够不断转化污水的污染物质并增殖积累单细胞油脂，可以有效降低污水中有机污染物的浓度。



小球藻 HQ 以北京市清河污水处理厂二沉池出水为培养基的生长曲线、生物量、油脂产量及 TAG 产量变化曲线

技术亮点

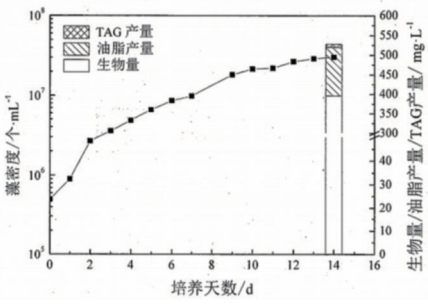
- 以污水为培养基，降低了微藻培养成本。
- 培养微藻的同时降低了污水处理成本。
- 可产生高价值的生物质能。
- 为污水处理行业碳减排提供了新思路。



小球藻 HQ 以北京市肖家河污水处理厂二沉池出水为培养基的生长曲线、生物量、油脂产量及 TAG 产量变化曲线

前景及效益分析

本发明属于微藻生物处理技术领域，通过将微藻接种至污水中可以有效净化含有高浓度有机物的废水，降低污水处理的成本，同时利用微藻不断转化高浓度有机废水中的污染物积累细胞油脂可以获得生物柴油以及其他高价值产物。在获得高价值生物能源的同时净化了污水，提高了污水循环利用效率，同时也降低了微藻的培养成本。本发明具有成本低，实用性广等特点，是一种低成本的产能方式和净化污水的方式。



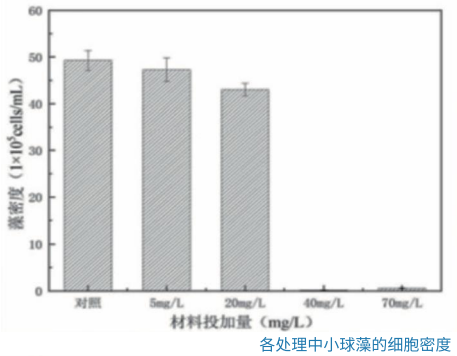
小球藻 HQ 以北京市高碑店污水处理厂二沉池出水为培养基的生长曲线、生物量、油脂产量及 TAG 产量变化曲线

利用植物和化感物质抑制藻类的方法

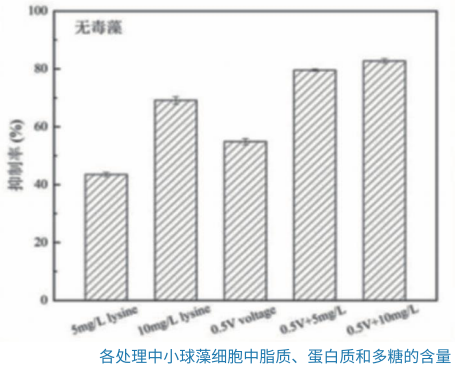
完成人 洪喻、张晨康、马明君、梁曼　　**联系方式** 13126608431

成果简介

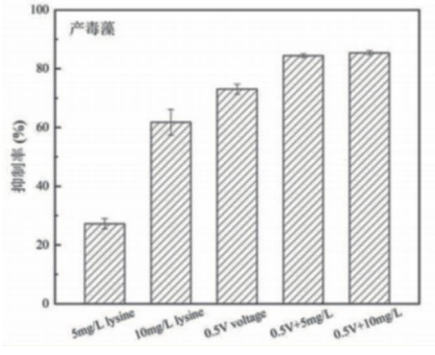
为了解决现有化学药物杀藻剂或抑藻剂存在二次污染或制备成本高的问题，同时充分利用化感物质和水生植物及其中的总生物碱类抑藻活性物质，本发明提供了利用植物和化感物质来抑制藻类生长的方法：从芦竹中制备藻类抑制剂、从苦草中提取并分离获得抑藻总生物碱、利用生物炭和硅藻土制备化感物质缓释悬浮和重质复合材料来改善抑藻效果及实际应用、利用没食子酸缓释材料抑藻、利用铜网低压电极与化感物质赖氨酸联合抑藻、制备芦竹总生物碱控藻。



各处理中小球藻的细胞密度



各处理中小球藻细胞中脂质、蛋白质和多糖的含量



每个处理得到的栅藻干重的含量

技术亮点

- 本发明所述方法具有过程简单，材料来源广泛，费用低以及试剂价格低廉无毒等特点，克服了现有化学药物杀藻剂或抑藻剂存在二次污染或制备成本高的问题。同时所制备的藻类抑制剂和抑藻总生物碱具有抑藻效果好、成分明确、质量可控、作用期长、安全性好、纯度较高和环境友好的优点，从而实现快速、安全、高效、长期的控藻。
- 本发明使用生物炭和硅藻土制备化感物质缓释悬浮和重质复合材料，以乳酸为高效且具有水溶性的化感物质改善生物炭和硅藻土，改善当前化感物质抑藻持续效果差、发挥作用后极易降解以及在实际应用中无法准确施用等缺陷。

前景及效益分析

复合材料具有较好的热稳定性，能有效抵抗自然水环境下温度变化对抑藻效果的影响，为水华防治提供新思路，是一种高效、安全、经济的微藻采收为方法，具有巨大的应用前景与研究价值，对开发高效安全的天然植物源抑藻剂具有重要意义。

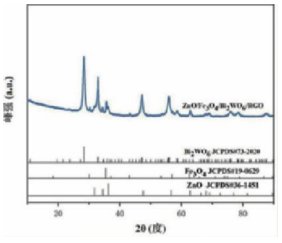
新型光催化复合材料去除微囊藻毒素研究

完成人 洪喻、战明明　　**联系方式** 13126608431

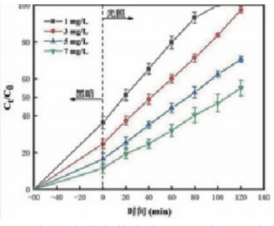
成果简介

现阶段，由于水体富营养化以致水华频繁爆发，引发藻毒素的释放，对饮用水安全造成了极大的威胁。利用光催化技术去除藻毒素具有安全无毒、稳定性好、操作方便、能量消耗低等优势。

近年来，大量研究以钨酸铋（Bi_2WO_6）作为光催化剂降解水体中的有机污染物，它具有活性高、简便易得以及对环境友好等优点，但Bi_2WO_6存在着可见光吸收范围窄、光生载流子复合率高等问题，此外，粉末状的Bi_2WO_6在实际水体存在难以回收的问题，暴露于水环境的纳米材料会危害水生动物和人体。



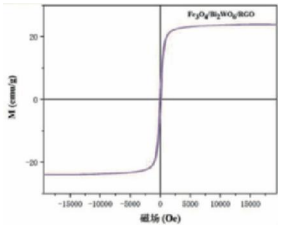
反应体系温度为60°C条件下制备的ZnO/Fe_3O_4/Bi_2WO_6/RGO复合光催化材料的 XRD 图



在初始微囊藻毒素 LR 浓度设置为1/3/5/7mg /L, 溶液体积为10mL，反应体系温度为25±0.2°C，pH值为7±0.2时，6 mg60 °C条件下制备的ZnO/Fe_3O_4/ Bi_2WO_6/RGO对微囊藻毒素LR溶液的去除效率图

技术亮点

- 提供了一种氧化锌/四氧化三铁/钨酸铋/还原氧化石墨烯复合材料。
- 氧化锌/四氧化三铁/钨酸铋/还原氧化石墨烯复合材料可高效去除微囊藻毒素LR。
- 提供了一种用于微囊藻毒素降解的四氧化三铁/钨酸铋/还原氧化石墨烯复合材料的制备方法。
- 此复合材料不仅能够抑制钨酸铋光生电子和空穴的复合，而且能拓宽其对可见光吸收范围。

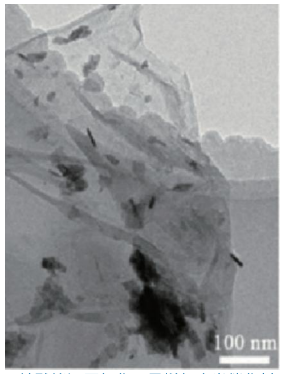


四氧化三铁 / 钨酸铋 / 还原氧化石墨烯复合光催化材料的磁滞回线图

前景及效益分析

本发明属于纳米材料及其应用技术领域，能够有效解决 Bi_2WO_6 材料可见光吸收范围窄、光生载流子复合率高以及粉末状的 Bi_2WO_6 在实际水体存在难以回收等的问题。

通过此种钨酸铋负载的还原氧化石墨烯纳米复合材料可以高效的去除水体中的微囊藻毒素 LR ，减轻水华爆发期间藻毒素对人体健康和饮用水安全的威胁，并且能够通过外磁场从水中回收，不会暴露于水体中威胁水生生物和人体健康，具有绿色环保、成本低、简便易得、安全无污染的优点，对于去除水中的藻毒素，降低水华爆发对生态环境和人们生产生活的影响具有广阔前景。



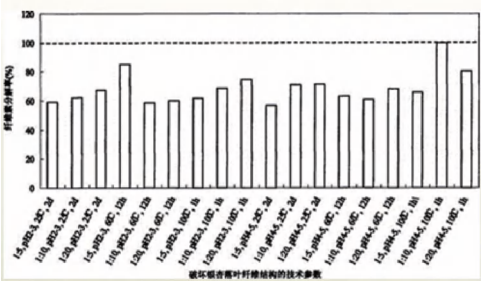
钨酸铋还原氧化石墨烯复合光催化材料的 TEM 图

一种快速高效破坏银杏落叶纤维结构的方法

完成人 洪喻　　**联系方式** 13126608431

成果简介

作为落叶乔木，银杏每年都产生大量落叶，不及时清理易造成环境污染、影响环境美观。常见的处理处置的方式为堆肥填埋 ，然而堆肥效率较低且可能存在安全隐患 ，填埋则更是一种占地、费时费力、浪费资源的处置方式。如何高效利用银杏叶片也成为了国内外的研究热点。本发明针对银杏叶片利用的现状，公开了一种快速高效破坏银杏落叶纤维结构的方法，既为破坏纤维结构提供一种简便易行的工艺，也为后续银杏落叶纤维的微生物转化利用提供可能。



不同条件下银杏落叶纤维结构的破坏程度
（以纤维素分解率为衡量指标）

技术亮点

- 开发了一种快速高效破坏银杏落叶纤维结构的方法。
- 破坏银杏叶纤维结构的同时为细胞扩大培养和工业发酵提供营养底物。
- 为后续银杏落叶纤维的微生物转化利用提供了可能。

前景及效益分析

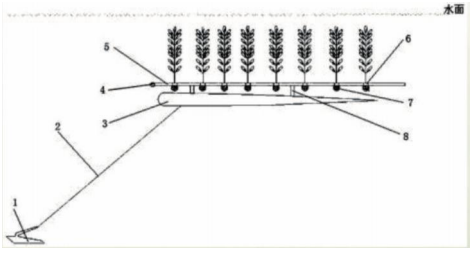
本发明属于生物质资源化领域，该发明工艺具有耗能低、耗时短、转化率高、工艺简单等优点。通过酸化处理银杏落叶纤维，可以实现对于银杏落叶快速的减量化和资源化的利用，且成本较底，工艺简单，具有大规模推行的潜力，并为后续银杏落叶纤维的微生物转化利用提供了可能。

一种用于调控水质的沉水植物悬水种植装置

完成人 洪喻、范云鹏　　**联系方式** 13126608431

成果简介

沉水植物野外栽培多为抛栽方法，无固定装置，用于生态治理的外源沉水植物在投入待修复的自然水体后生长位置不固定，回收处置时投入人力大，耗时耗力，同时，水生态治理所用人工浮岛技术会占据水面位置，影响水体航运功能，部分水体修复过程中，由于对底泥清淤，导致水体下垫面环境不适于沉水植物扎根，所以急需研究一种节省人力、位置固定、便于回收、不影响河道航运功能的沉水植物悬水种植装置。本发明提供了一种用于调控水质的沉水植物悬水种植装置，以解决上述现有技术存在的问题，使沉水植物定点投放种植，不仅能够批量回收，省时省力，还能够做到不影响河道航运功能、复杂水环境下的定点修复。



用于调控水质的沉水植物悬水种植装置的结构示意图

技术亮点

- 提供一种用于调控水质的沉水植物悬水种植装置。
- 提供一种使沉水植物可定点投放种植的装置。
- 提供一种在沉水植物回收的同时不影响河道航运功能、复杂水环境下的定点修复的装置。

前景及效益分析

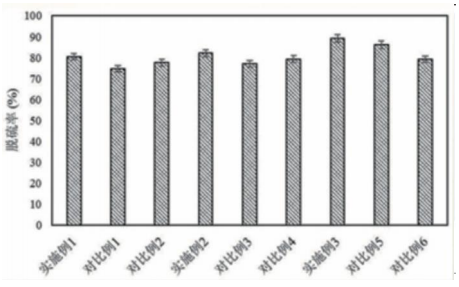
本发明所述的沉水植物悬水种植装置可实现沉水植物的定点种植，并不影响河道航运功能、复杂水环境下的定点修复。针对地区水环境的具体问题，结合前期调研与治理方案，通过选择性搭种不同沉水植物，避免一般沉水植物种植方法中对所用修复植物的损耗，达到利用本土植物移位修复，对河道或湖泊不同深度的水体进行选择性治理，避免地区优势对所用修复植物的排挤状况。同时，在需要调节或回收时，直接调整和抽拉调节环即可，不仅省时省力，还能够简单快捷的批量回收。本发明涉及河道及湖泊水生态治理技术领域，具有广阔的应用前景。

一株克雷伯氏菌及其应用

完成人 洪喻　　**联系方式** 13126608431

成果简介

随着社会经济快速发展与城镇化进程的不断加快，城市规模急速扩张，再加上污水处理厂周边的无序开发，污水处理厂排放出的恶臭气体已经影响到周边人们的生产生活，严重影响污水厂在城市建设和发展中发挥积极作用。城市污水处理厂散发的恶臭主要是由 H_2S 的排放造成。污水处理厂源头除臭技术是一种较为理想的恶臭控制技术，但目前已从回流活性污泥中发现的高效脱硫菌种类较少。本发明的目的在于提供一株克雷伯氏菌及其应用，在源头去除污水处理过程中产生的臭气。



实施例1~3和对比例1~6的脱硫率结果

技术亮点

- 肺炎克雷伯氏菌处理800mg/L的硫化钠溶液，硫离子去除率高达89.27%。
- 肺炎克雷伯氏菌所需的脱硫条件易于实现和控制。

前景及效益分析

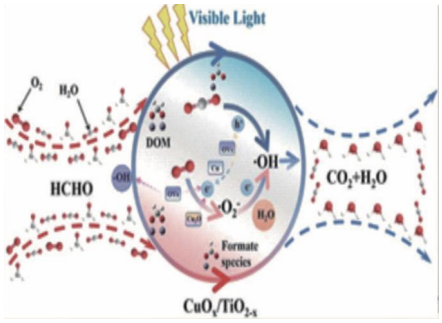
本发明涉及脱硫菌技术领域，利用本发明的肺炎克雷伯氏菌可以大幅减少污水处理过程中产生的恶臭物质。该菌种所需的脱硫条件易于实现和控制，且脱硫能力较强，具备良好的应用前景。既可以高效除臭，又可以降低臭气处理成本，对污水处理厂在城市中的建设和发展具有积极的意义。

光催化去除室内 VOC 新技术

完成人 张立秋　　**联系方式** 15810056289

成果简介

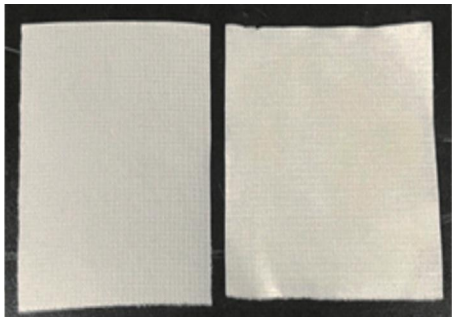
围绕室内VOC污染控制过程中关键科学问题，创制了一系列可见光催化VOC治理的新工艺。反应工艺可实现在可见光范围下的强吸收特性和高活性物种产生效率。实现对室内VOC高效去除特性，为室内空气净化领域提供绿色、高效和稳定的新技术方案。



传统蜂窝状陶瓷基整体式催化剂
铜基可见光催化剂高校光降解 VOC 机制示意

技术亮点

- 提高可见光范围（太阳光谱的43%）的利用率。
- 显著提升光催化反应活性。
- 循环稳定性高。
- 室内VOC去除率近100%。



铁丝网基三维结构整体式催化剂
负载壁纸前（左）后（右）

前景及效益分析

该技术方法能够实现室内VOC治理的绿色、高效和可循环利用，同时能够为室内空气净化提供技术支撑，有望向市场推广用于室内VOC治理的新产品。

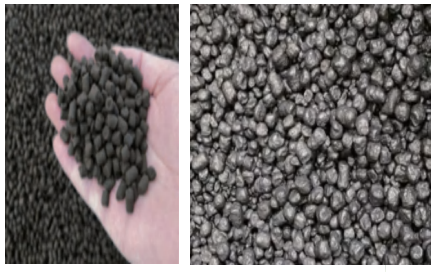
铁丝网基三位结构整体式催化剂电镜
实用新型专利

城镇污泥污资源化利用新工艺

完成人 张立秋　　**联系方式** 15810056289

成果简介

围绕北京市城镇污泥产量大、污泥出路问题日益严峻、现有处理处置技术资源化利用率低等问题，创建以林地利用 + 土壤改良为核心城镇污泥资源化利用新工艺。开创污泥资源化利用创新体系，成果获生态环境部领导批示，研究中同步形成的产业经济政策方案被北京市水务局采纳应用。



经济型通用产品依据测土配方技术
定制缓释产品

产品施用区（左）
和非施用区（右）对比

技术亮点

- 示范区植被覆盖率达97.6%。
- 减少当地化肥使用，实现氮、磷、钾等资源利用。
- 助力北京造林汇碳。

前景及效益分析

该成果实现污泥资源化利用可达120万吨（占北京市污泥年产量70%），构建一条从污泥产品生产、施用到施用后评价、并配套产业政策的，具有北京特色的全链条污泥资源化集成技术体系。 经核算每年削减碳排放约38.9万吨CO_2当量。

一种利用蚯蚓处理园林废弃物的方法及制备的栽培基质

完成人 李素艳　　**联系方式** 13801056480

成果简介

本发明方法包括对园林废弃物依次进行好氧堆肥处理、蚯蚓堆肥处理，形成一种堆制产品，促进了园林废弃物的资源化利用。

发明专利证书

专利证书

技术亮点

- 本发明方法在园林废弃物堆制过程，既能够加速园林废弃物降解速率，又能够增加蚯蚓的生长速率和繁殖速率。

前景及效益分析

使用本发明的园林废弃物处理方法得到的腐熟产品，养分均衡，营养成分高，结构合理，物理性质稳定，其制成花卉植物栽培基质，可提高花卉植物栽培的成活率和观赏效果。蚯蚓堆肥技术的实施和推广将带动更多工人农民就业，同时促进蚯蚓堆肥有机种植业发展，改善土壤环境质量和食物安全，获得了广泛的社会效益。

一种覆盖裸土用生态纤维板及其制备方法

完成人 李素艳　　**联系方式** 13801056480

成果简介

将园林绿化废弃物粉碎后过筛，获得粒径为0.5-3cm的园林绿化废弃物碎枝条；接着将粉碎的废弃物进行堆肥处理制得堆肥原料；然后将混合后的园林绿化废弃物碎枝条与堆肥原料与符号胶黏剂混合，压制成生态纤维板初坯；最后在生态纤维板初坯的上表面涂刷水性聚氨酯胶黏剂。

专利证书

技术亮点

- 本发明的覆盖裸土用生态纤维板与传统的有机覆盖物相比不易被风卷起，不易被路人踩碎，可提高表层土壤肥力，同时达到调节土壤水分蒸发、土壤温度，并减少水土流失，还具有抑制杂草生长和减少扬尘污染等作用。

前景及效益分析

使用本发明既实现了资源化再利用，又起到了保护城市土壤环境的效果。

04
林草资源开发利用
Exploitation and Utilization of Forest and Grass Resources

低成本植物蛋白胶黏剂制备与应用关键技术

完成人 李建章 高强　　**联系方式** 13681090171　18911836881

成果简介

为解决人造板及其家具地板产品使用醛类合成树脂胶黏剂带来的人居环境甲醛污染问题，采用复合植物蛋白粕为主要原料，开发出蛋白质活化与增黏、 耐水增强、 快速固化、 防霉耐久、 低成本化等技术，创新植物蛋白胶黏剂施胶设备，解决了植物蛋白胶黏剂生产人造板存在的成本高、生产工艺性差、生产效率低、易开裂及翘曲变形等问题，实现了无醛植物蛋白胶黏剂在胶合板、细木工板上规模化应用。胶合板、细木工板产品力学性能超过传统醛类树脂胶黏剂产品，甲醛释放量未检出，有机挥发物释放量低于同类实木（单板）。

植物蛋白胶实木复合地板

植物蛋白胶胶合板

植物蛋白胶生态板

技术亮点

- 胶合板、细木工板用植物蛋白胶黏剂成本较E0级脲醛树脂低12%-27%。
- 单面涂胶量150-220g/m^2可调，对高含水率单板板坯预压时间低至1小时。
- 植物蛋白胶黏剂常温贮存20天不霉变、强度不下降。
- 热压温度可低至105℃，胶合板胶合强度≥1.0MPa，甲醛释放量未检出。

前景及效益分析

我国人造板年产量3亿多m^3，木制家具年产量3亿多件，是人居环境甲醛污染的主要来源。现代人类约 80% 时间在室内度过，室内空气质量对人们工作质量、生活质量，乃至身心健康影响巨大。本项目可从根源解决人造板及其家居产品带来的甲醛污染问题，具有重大经济和社会效益，市场前景广阔。

我国年产胶合板、细木工板约2亿m^3，如果20%采用无醛植物蛋白胶黏剂生产，按每立方米（可生产2件家具或60m^2地板）增加效益200元计算，则可新增效益80亿元；进一步采用上述人造板生产绿色无醛家具地板产品， 则可产生更大经济效益。同时，可有效减少甲醛释放，保护人居环境空气质量安全和人民健康，具有重大经济与社会意义。

木材太阳能节能减碳关键技术

完成人 伊松林　　**联系方式** 13910080891

成果简介

项目以解决木材干燥过程中能耗高且污染严重等问题为目标，通过木质材料预干过程中含水率检测系统开发、石蜡相变微胶囊储能材料的制备、木质材料太阳能连续预干及协同干燥等技术手段，研发了木质材料预干过程中含水率在线检测系统、石蜡相变微胶囊及膨胀石墨储能材料，以及木质材料太阳能连续预干及协同干燥技术，实现了木质材料太阳能预干过程中的含水率在线检测、木质材料太阳能干燥过程中的热储能和热调节，以及木质材料的节能、高效、高质量和低成本的干燥效果。本技术解决了锯材及木单板干燥过程中能耗和碳排放高，太阳能间歇性等问题。成果在多家企业推广，产生了良好的经济效益和社会效益。

相变储热系统

锯材太阳能干燥应用推广

太阳能零碳干燥系统

技术亮点

- 太阳能干燥技术达到了国内领先水平，太阳能 - 储热 - 辅热协同干燥技术达到了国际先进水平。
- 太阳能与常规干燥联合时，桉杨木单板干燥成本减少21.21%，干燥质量大幅提升。
- 干燥1立方米锯材生材耗能减少70%，干燥成本减少16.25%CO_2排放减少239.42kg。
- 利用得到的石蜡相变微胶囊及膨胀石墨储能材料，克服了木单板太阳能预干的间歇性和不稳定性，采用“太阳能-储能-辅热”的连续协同作用，可以使桉杨木单板干燥能耗降低15.33%。

前景及效益分析

项目成果已在多家企业推广应用，并建成了具有年干燥能力为20000m^3 木材太阳能干燥生产线，技术应用成熟。用太阳能替代化石能源为木材干燥提供能源，可大幅减少CO_2排放，助力我国双碳目标。太阳能-储能-辅热多热源供热可大幅降低干燥能耗和干燥成本。本技术具有较好的前景和推广价值，推广后可产生较大的经济效益和社会效益。

林下仿野生食用菌示范基地建设及全产业链融合发展

完成人 鲁莎莎　　**联系方式** 13552533849

成果简介

林下仿野生食用菌作为一种投入成本低、产量高、周期短的特色林下经济种植作物，兼具极高的食用、药用及制造价值，具有广阔的市场前景。北京林业大学在云南、贵州、河南等地创建多个林下经济科技创新示范基地并挂牌成立专家工作站，从建议、规划、设计、工程实施到新闻宣传、科技推广一体化全过程，探索出“政府+高校+企业+合作联社+基地+农户” 科技示范新模式与 “科社农共建共股共营”利益联结创新机制，为深入推进林下经济示范基地建设、引领带动林草产业高质量发展、促进乡村振兴与推动生态文明建设提供全国样板。

大雪山乡大棕等林下红托竹荪种植科研示范基地

基地种植的羊肚菌

基地种植的红托竹荪

技术亮点

- 基地环境协同观测与评价：组织专家团队对基地环境进行大气、水及土壤等方面的质量监测与评估。
- 优质林菌栽培与繁育技术：自主研发出林下仿野生种植的羊肚菌、红托竹荪、鸡枞等高端品种栽培和繁育技术。
- 生态循环型产业体系优化：培育发展集作物种植、技术研发与生态产品加工以及农旅融合等一体的全产业链，助推乡村振兴。
- 品牌营造与市场营销推广：立足本土文化打造特色农林业品牌、乡村旅游品牌等品牌集群，借助多媒体力量进行营销推广，实现美丽乡村建设。

前景及效益分析

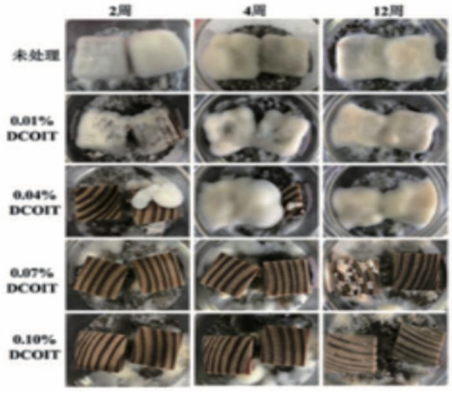
在云南永德崇岗乡推广建成核桃林下羊肚菌种植示范基地40亩，每亩产量达150公斤，亩产值达3万元，实现基地年经济收入120万元。 同时还能给予当地村民基地务工费120元/天， 满足村民群众在家门口就业的需求， 共受益254户1143人（脱贫户71户298人）；在云南永德县大雪山乡推广建成坚果林下红托竹荪种植示范基地30亩，每亩产量达1500公斤，亩产值达7.5万元；同时，企业每年向合作联社支付土地租金0.6万元并支付返利额外分红一次， 共受益1789户6252人（脱贫户619户2590人），具有广阔的应用前景与显著的经济社会效益。

环保型有机微乳液型木竹材防腐防霉剂

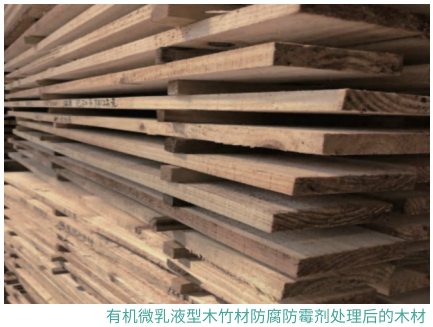
完成人 曹金珍　　**联系方式** 13651022198

成果简介

本技术以低毒、高效的有机杀菌剂为主要杀菌成分，用低挥发、高环保型有机溶剂替代先前的高挥发性有机溶剂，制备微乳液型木竹材防腐防霉剂。不含任何重金属或剧毒物质，防腐剂的粒径小（20-40nm），稳定性高，易渗透且抗流失性强。此有机微乳液型木竹材防腐防霉剂可直接使用自来水进行稀释，并采用常规防腐剂处理方法处理各种针阔叶材与竹材，防腐处理过程与防腐处理材均安全环保无污染。与常规的铜基防腐剂相比，与含铜防腐剂不同，此类防腐剂使用后不会改变木材的表观材色，可以更好地保留木材天然的质感。该技术现已与相关企业进行合作推广，可用于实木阳台、重组竹、木托盘等多种领域。



低浓度的有机微乳液型木竹材防腐防霉剂即可获得良好的耐腐效果



有机微乳液型木竹材防腐防霉剂处理后的木材

技术亮点

- 环境友好，水溶性产品，不含重金属、有害 VOC，适合与人体长期接触的场所。
- 天然美观，不改变木材纹理和材色，不影响木材表面涂饰。
- 优质高效，国标强耐腐、防霉、防白蚁，适用等级C1-C4，不易流失，长期有效。
- 处理简单，在水中溶解迅速，可通过涂饰/浸泡实现防霉，或可通过常规真空加压手段制备防腐材料。

北京市科学技术奖三等奖

前景及效益分析

依托本成果开发的水载型有机木竹材防腐防霉剂系列产品，可用于室内、户外等不同条件下应用的防腐、防霉处理材的制备，补充了我国在不含金属成分的第三代环保水载型有机防腐剂研发上的不足，推进木竹材防腐防霉处理绿色化的发展，促进促进木材加工产业的发展，提高我国木质生物质资源的利用率和产品附加值，具有良好的社会效益、极大的经济效益和显著的生态效益。

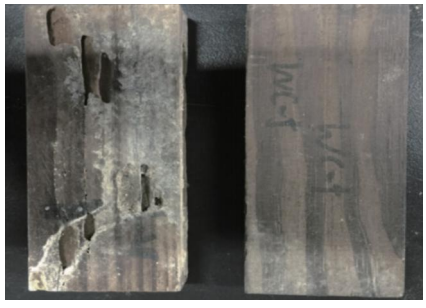
低粒径石蜡基乳液防水剂的制备与应用

完成人 曹金珍　　**联系方式** 13651022198

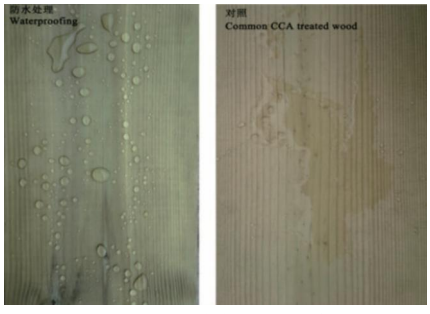
成果简介

本技术可制备适合用实木浸渍改性的纳米级石蜡乳液，平均粒径可达 250nm 以下，且具有有效期长、安全环保的特点。使用该技术与高温热处理技术对木材进行协同改性，能有效提高木材的尺寸稳定性，适用于对材质稳定性与防潮性要求较高的室内地热地板等方面；同时炭化木的疏水性与耐候性也有所提高，扩大了炭化木在户外的使用范围，此项技术获得了国家林业局成果认定（林科验字 2015 年 006 号）。此外，将纳米级石蜡乳液和木材防腐剂进行复配，可以有效改善防腐处理材在户外使用时易开裂、不耐水等缺陷，非常适合于木结构外墙、木栈道等户外用途。同时，也可使用硅烷偶联剂、纳米蒙脱土、硼酸盐等添加剂实现低粒径石蜡乳液的功能化，实现一剂多效。

低粒径石蜡基乳液防水剂生产线



功能型石蜡乳液处理后（右图）



石蜡乳液处理后表面疏水性明显提升

技术亮点

- 粒径低，易渗透，稳定性高，无毒无害，安全环保。
- 在较低的处理浓度条件下（低于4%）即可起到明显的疏水效果，有助于控制生产成本。
- 处理工艺简单，且可以与防腐剂共同处理木材，有助于减少防腐剂的流失并降低防腐剂的用量，从而经过一次处理，同时达到防腐、抗开裂、耐老化的改性效果，符合木材改性技术“一剂多效”的发展理念。

前景及效益分析

本成果所制备的低粒径石蜡乳液防水剂，可以提高木材及木质材料的防水性及尺寸稳定性，并可根据需求提供赋予其它功能的复合乳液，可在实木加工领域广泛应用，其使用有利于提高我国木质生物质资源的利用率和产品附加值，拓宽木质生物质资源的应用途径和领域，具有良好的经济效益和潜在的生态、社会效益，具有十分广阔的推广应用前景。

工业废弃生物质热化学安全转化与资源化利用

完成人 李瑞　　**联系方式** 13520782581

成果简介

工业废弃生物质， 如造纸污泥、 制药污泥、 糠醛渣及抗生素菌丝，具有高毒性、特殊性和复杂性等特点，对其干化、填埋处置困难且环境风险高。本成果根据典型工业生物质含水率及组成特点，结合特征模型化合物协同机理研究，提出了低温水热及中温热解耦合热转化工艺， 在实现工业废弃生物质减量化安全转化同时， 实现富酚油、土壤改良剂、碳电极材料等产品。组合热化学转化工艺不仅对于工业废弃生物质具有广泛的适用性，也可以实现行业可持续性发展和碳中和的需要。

样例展示

技术亮点

- 生物质组合热化学转化相比于传统干化热解工艺具有更高的能量循环效率，并且具有明显的环境效益，可以实现碳的零排放。
- 生物质组合热化学转化通过不同预处理热转化工艺可以实现产品向高值化定向转化。
- 生物质组合热化学转化工艺可行性高，易于市场消化。

前景及效益分析

通过本工艺可以实现由工业废弃生物质处置支出变现为高附加值产物收益，例如糠醛渣、污泥、菌渣处置成本为200-500元/吨，富酚油市场价格为350元/吨，并且本工艺符合当代工业实现碳中和的需求，实现碳高效循环利用。

单板层积塑料薄膜复合地板

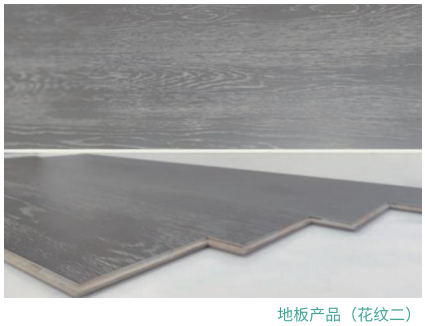
完成人 漆楚生　　**联系方式** 13681315001

成果简介

以木材单板和塑料薄膜为主要原材料，经过热压、定型冷压、表面砂光、漆面涂饰等工艺流程，生产获得单板层积塑料薄膜复合地板，该地板具有无甲醛释放、防水、高力学性能等特点，解决了传统多层实木复合木地板在使用过程中游离甲醛释放和耐水性能差等不足，且生产线投入低，产品价值高。单板层积塑料薄膜复合地板顺纹静曲强度90MPa以上，顺纹弹性模量9.0GPa以上，24h吸水厚度膨胀率3.0%以下，耐冷热循环无裂纹无鼓泡，长度方向翘曲度0.15%，漆膜附着力0级，耐磨性能≤0.01g/100r。产品可应用于高湿环境、电加热场景、运动场景等。

地板素板

地板产品（花纹一）



地板产品（花纹二）

技术亮点

- 无甲醛添加。
- 顺纹静曲强度90MPa以上。
- 24h吸水厚度膨胀率3.0%以下。
- 连续生产，产线投入低，产品定位高端。

前景及效益分析

1. 可满足高强度、大跨度等应用场景；2. 适用室内外高湿、冷热变化剧烈等复杂环境；3. 防水、不导电，可应用于电加热地板。

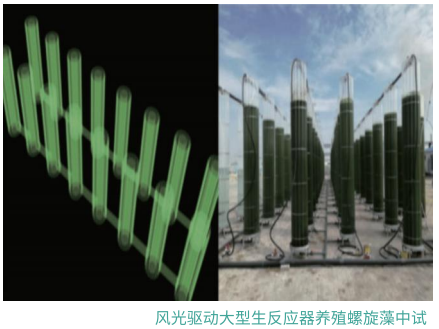
风光驱动大型光生物反应器微藻养殖系统产业化项目

完成人 李博生　　**联系方式** 13466711874

成果简介

本项目风光驱动大型光生物反应器微藻养殖系统，已有 5 项国家和 3 项国际专利授权。该微藻养殖系统使得养殖条件可控，并改为立体封闭养殖使得产量和质量都有突破性提升。该技术相比传统养殖技术具有突出的优势和商业亮点，（1）该技术节电、节水、节省肥料、节地达 90% 以上；（2）养殖液循环利用，无污染；（3）养殖条件可控，实现全年生产，生长量提高 6-9 倍；（4）生产传统方式无法实现的新产品高纯藻粉（无虫）。该项专利技术利用海水和盐碱湖水养殖微藻，大幅降低了培养液成本，在沿海可与海水淡化厂、钢铁厂、电厂等重工业企业以及水产养殖形成循环经济，推动我国海产业的快速发展，将我国沿海滩涂或有盐碱湖的沙漠难以利用的土地建成未来粮食和能源基地。废弃生物质具有广泛的适用性，也可以实现行业可持续性发展和碳中和的需要。

部分国内外专利证书



风光驱动大型生反应器养殖螺旋藻中试

技术亮点

- 该微藻养殖系统将传统养殖方式的养殖条件不可控提升为可控，并改变为立体封闭养殖，实现全年生产，使其生长量提高6-9倍。
- 生产新产品——高纯藻粉（无虫），传统养殖方式无法实现。
- 该技术节电、节水、节省肥料、节地达90%以上。
- 微藻养殖液循环利用，无排放、无污染。

微藻养殖系统养螺旋藻产业化示范基地

前景及效益分析

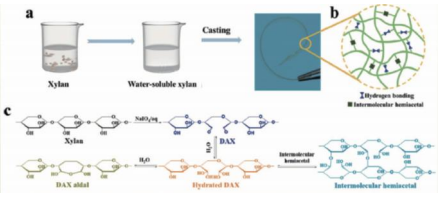
微藻（螺旋藻等）营养丰富，含蛋白质（60-70%）及多种活性物质，通过食品添加可代替部分粮食，提高机体的免疫力。中央一号文件（2023 年）明确提出：要“构建多元化食物体系”、“培育壮大食用菌和藻类产业”。国家科技部启动蓝色粮仓计划，明确指出大力发展微藻产业必将缓解我国粮食和鱼粉的进口，应对灾荒，应对全球格局新变化具有重大意义。该项专利技术利用海水和盐碱湖水养殖微藻，可大幅度降低培养液成本，在沿海可与海水淡化厂、钢铁厂、电厂等重工业企业及水产养殖形成循环经济。该项技术利用海水养殖微藻生产蛋白质及多种活性物质，并广泛应用于医药保健、食品添加．饲料饵料添加、化妆品和精细化工等领域，一般投资启动经费 2000-3000 万元，可创产值 8000-9000 万元，推动我国海产业的快速发展，将我国沿海滩涂或有盐碱湖的沙漠难以利用的土地建成未来粮食和能源基地。

半纤维素包装膜材料

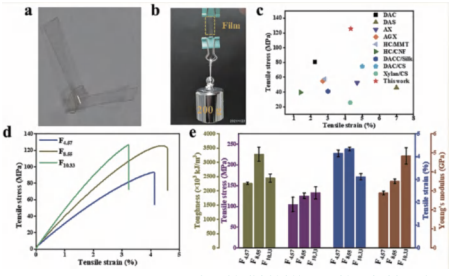
完成人 彭锋　　**联系方式** 15811052459

成果简介

目前广泛使用的食品包装材料主要是石油基膜材料。石油基膜材料在自然环境中很难被降解，所造成的白色污染给环境和生物链安全带来了极大的危害。由可再生、可生物降解的生物质原料制备功能膜材料的研究受到了人们的广泛关注，其中半纤维素膜材料由于其良好的可再生性、可生物降解、阻隔性能受到人们的青睐。但是半纤维素膜材料存在成膜性差、膜材料脆性大、机械强度低等缺陷，在实际使用过程受到很大的限制。针对上述缺陷该成果通过内增塑 - 自交联策略实现了半纤维膜材料的高效构筑，所制备的半纤维素膜材料具有力学强度高，柔韧性好，透明度高等特性，极大的扩展了半纤维素膜材料的制备途径，为半纤维素膜材料在食品包装领域提供了技术支持。



选择性改性策略制备水溶性木聚糖的机理，木聚糖分子链自交联机理



木聚糖膜材料的柔韧性和机械强度

技术亮点

- 通过化学反应，实现具有较高反应活性且能水溶的木聚糖快速制备。
- 通过分子链中基团的自交联反应，在零添加条件下实现半纤维素膜材料性能可调。
- 半纤维素膜材料表现出优异的力学性能，不仅优于已有文献报道的半纤维素膜材料，也高于部分纤维素膜材料。此外，半纤维素膜材料具有一定的疏水性、耐油性和可降解性。

前景及效益分析

传统的石油基不可降解塑料在促进人类社会进步的同时，亦对生态环境造成了巨大的破坏。由不可降解塑料导致的“白色污染”、水污染、大气污染等已经成为全球范围内迫切需要解决的难题。因此，全球对生物质降解薄膜市场需求激增，由2010年的79万吨上涨至2014年246万吨，年均增速达32.93%；据最新的统计2022年全球生物质降解薄膜需求量将达2441万吨。因此，开发可降解的半纤维素膜材料可以有效的填补上述生物质降解薄膜需求量的空缺，不仅可以解决半纤维素利用转化率低的难题，也为上游粘胶纤维厂带来巨大的经济效益。

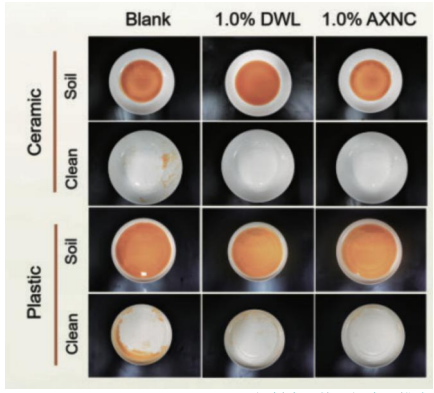
半纤维素纳米晶化学品

完成人 彭锋　　**联系方式** 15811052459

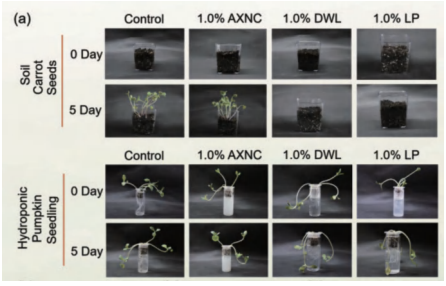
成果简介

半纤维素是我国粘胶纤维企业生产过程中主要副产物之一，其高值化利用问题严重影响产业发展，将结晶木聚糖转化为高附加值纳米晶材料是一种高效转化利用途径。多糖纳米晶是从生物质中提取的结晶性刚性纳米粒子，拥有高长径比、可再生性、低密度、优异的生物相容性和可降解性等独特性质，被视为最有潜力的生物纳米材料之一。但由于结晶木聚糖与纤维素类结晶多糖结构存在较大差异，导致常规酸解法或机械法均无法适用。团队通过在充分研究结晶木聚糖结构与结晶机制的基础上，构建适用制备木聚糖纳米晶的室温转化方法体系，发展出新一代绿色、轻质和高性能的生物质纳米晶材料。所制备出的半纤维素纳米晶尺寸小，生物相容性和可降解性好，分散性良好，具有较高比表面活性，有望作为流变添加剂或界面活性剂应用。

相变储热系统



锯材太阳能干燥应用推广



太阳能零碳干燥系统

技术亮点

- 原料成本低，转化方法快速简单，可在实验室完成数十公斤级别产品制备。
- 产品无毒无害，生物相容性好且可完全降解。
- 产品界面活性较高，可应用于药剂分散剂、家用洗涤剂及流体润滑剂领域。

前景及效益分析

低密度和高模量的多糖纳米晶增强复合材料，有望替代金属和塑料助力汽车轻量化和绿色化；小尺寸、高比表面积和优异生物相容性的特点，使其在食品乳液及洗涤剂等领域具有广泛的用途；此外，高表面活性、特殊的阻隔性质以及悬浮液中液晶向列有序排列等特性，使其在膜吸附材料以及光学器件等领域备受关注。目前，最为人们所熟知的是以纤维素纳米晶、甲壳素纳米晶和淀粉纳米晶为代表的三种生物质纳米晶材料，美国、日本及加拿大等国都已成功实现了纤维素纳米晶吨级别的工业化生产，每公斤售价达到数百美元，而半纤维素纳米晶其原料成本由于是固废，每公斤仅数美元，具有较高的利润空间和市场前景。

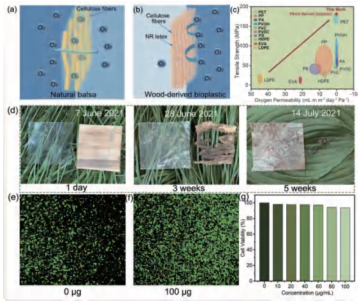
木质基生物塑料

完成人 彭锋　　**联系方式** 15811052459

成果简介

塑料制品用途广泛，然而白色污染为全球可持续发展带来极大挑战，因此可降解塑料市场空间巨大，据报告 2025 年需求可达 260 万吨。目前可降解塑料产业有一定发展，然而仍面临“ 四高 ”问题，即技术门槛高、增塑剂含量高、降解要求高、成本高。基于上述痛点团队以天然木材为原料，依赖三大核心技术创制全天然易降解木基塑料，并开发系列产品。该材料制备工艺简单、性能优良，在抗拉强度、生物相容性、绿色可降解性、耐热、防水、阻氧等方面均优于同类产品，市场竞争力大。

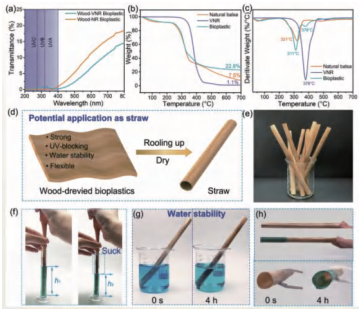
制备过程



木质基生物塑料具有优异的阻氧性能、抗拉强度、天然降解性、以及生物相容性

技术亮点

- 核心技术一，简化工艺。传统可降解塑料生产需要五步技术，本团队首创三步工艺，操作方便，成本低廉。
- 零添加技术，采用原位浸渍工艺将木材和天然橡胶胶乳两种原料巧妙结合，安全无污染。
- 天然降解技术，传统可降解塑料需要工业堆肥条件下 180 天才可完全降解，而木基塑料仅需浅埋 40 天即可完全降解。



木质基生物塑料具有防紫外线、热稳定性、防水性、且易于加工成产品的优势

前景及效益分析

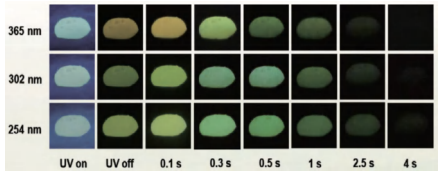
与市场上三大龙头企业产品相比，木质基生物塑料制备的产品价格降低 20%、可天然降解且降解时间缩短140天，且具有生物安全性。具有抗拉强度高、阻氧性能佳、防水效果优良、以及耐热方面具有竞争优势。

木聚糖基室温磷光材料的可控构建及其防伪应用

完成人 彭锋　　**联系方式** 15811052459

成果简介

木聚糖类半纤维素具有较高结晶度和分子量，以及与纤维素类似的刚性结构，能有效地促进产生和稳定三线态光致发光激子，展现出长达 588 毫秒的磷光寿命，远长于其他天然高分子。此外，聚木糖具有长寿命以及随激发波长变化和延迟时间变化的颜色可调谐磷光，在外界环境下其余辉可持续 4 秒，展现出类似于夜明珠的发光效果。将其进一步加工成柔性膜材料，可应用于商品包装的防伪标签，具有低成本、绿色环保、难以仿造等优势，经济效益显著。



聚木糖在紫外灯激发下，会发出荧光;撤除激发光源后，则会显示余辉发光，并且激发光源波长不同余辉颜色不同，而且余辉颜色会随着时间变化

技术亮点

- 直链聚木糖展现出长达588毫秒的磷光寿命，余辉时间超过4秒，可肉眼识别。
- 磷光余辉颜色具有激发波长及延迟时间依赖性，即不同激发波长激发后显示的磷光颜色不同，并且磷光颜色还会随关闭紫外光源后观察时间的变化而变化，防伪等级高，不易仿造。
- 直链聚木糖可经过进一步改性后加工成透明及柔性的膜材料，用作防伪标签时高度可折叠、塑形、弯曲，高度实用。

前景及效益分析

据统计，在2022年，假冒伪劣造成的全球经济损失价值达到2.3万亿美元，综合负面影响达到4.2万亿美元。低成本、绿色环保、可加工、柔性的先进防伪材料具有显著的经济效益；围绕聚木糖特殊的磷光性质，用于商品包装等场景的柔性防伪材料，可有效打击假冒伪劣商品。

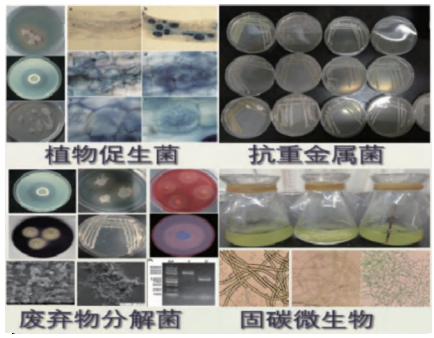
复合微生物菌剂资源开发及应用技术

完成人 彭霞薇　　**联系方式** 13691550135

成果简介

微生物作为参与元素转化与循环的驱动者，同时在植物有效养分吸收、健康生长等方面发挥重要作用。团队历时 10 余年，从多种环境微生物菌群测序分析、菌种筛选、功能测定、菌种鉴定、调控机制、菌株组配、菌剂制备、应用效果等环节开展了系列研究，形成农林废弃物资源化利用的堆肥腐熟微生物菌剂、适用于矿山开采废弃地、荒漠化等困难立地土壤改良微生物菌剂等。

菌剂中包括放线菌、细菌、霉菌等具有纤维素降解、养分元素活化、产植物促生因子等功能的菌种 10 余种。



复合微生物菌剂

菌剂添加评价

技术亮点

- 堆肥腐熟剂耐受70°C高温，缩短堆肥周期。
- 土壤改良微生物菌剂促进土壤固碳、提高土壤有机质含量、活化氮磷钾养分、改善土壤结构等多种功能。

推广示范

前景及效益分析

1. 降低环境污染，提高废弃资源利用率；
2. 污染土壤修复，土壤改良；
3. 复合菌剂品、生物有机肥、土壤改良基质等产品推广应用。

核桃多种功能生物活性肽的制备及食品应用

完成人 任迪峰　　**联系方式** 13671096581

成果简介

以核桃粕为原料，通过复合酶解、超滤、葡聚糖凝胶色谱等分离纯化，通过氨基酸测序、LC-MS/MS等方法进行结构鉴定，并利用分子对接技术筛选活性片段，制备高活性的弹性蛋白酶抑制肽、抗炎肽、抗氧化肽，乙酰胆碱酯酶抑制肽。

该生物活性肽主要用于功能性食品、药物、酶抑制剂等产品开发，可应用于抗氧化、提高免疫力、抗衰老和改善记忆障碍、提高皮肤弹性蛋白酶活性等功能食品及化妆品（面膜、精华素）的开发应用，为核桃粕的深度开发利用奠定了理论基础。

植物蛋白胶实木复合地板

植物蛋白胶胶合板

植物蛋白胶生态板

技术亮点

- 本发明提供了弹性蛋白酶抑制肽、抗炎多肽，抗氧化肽及乙酰胆碱酯酶抑制肽以及含有该抑制肽的纳米颗粒，其酶抑制作用明显。
- 从核桃粕中通过超滤酶解、LC-MS/MS 鉴定、分子对接等技术制备了 8 种生物活性多肽，为核桃粕的深度开发利用奠定了理论基础，且采用核桃粕为原料，生产成本低，经济效益高。

前景及效益分析

1. 核桃粕蛋白蕴含丰富的生物活性肽序列，分析其氨基酸序列，制备活性多肽是未来核桃蛋白研究和开发的热点。该研究能够有效利用核桃粕蛋白资源，对其进行深加工，提高附加价值，拓宽其应用范围；

2. 有助于解决核桃蛋白资源的浪费等问题，将有效提高对核桃资源的利用效率，对我国核桃产业的可持续发展以及食品的开发有着重要意义；

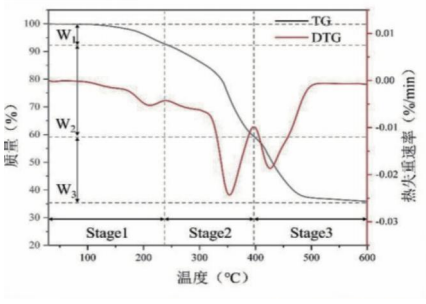
3. 为防衰老和改善记忆障碍保健食品的研究和开发提供新的思路。

环境友好型抑尘材料

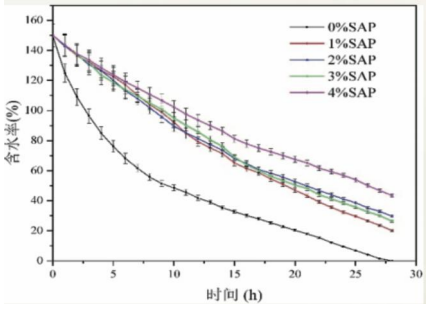
完成人 王明枝　　**联系方式** 13691557418

成果简介

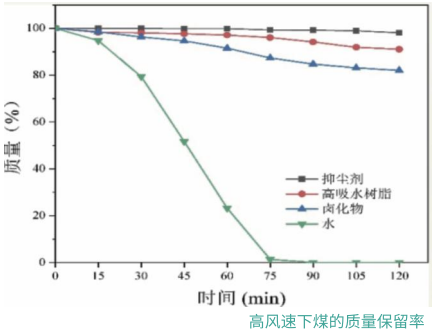
在环境友好型抑尘材料方面，主要利用木材和林业的廉价副产品锯屑作为一种框架结构制备抑尘剂。针对抑尘剂造成二次污染问题，提出锯屑基高吸水树脂与表面活性剂复配的技术手段，研究成果申请国家发明专利 1 件；通过锯屑为框架，采用溶液聚合法制备润湿型抑尘剂。抑尘剂具有出色的溶胀能力、热稳定性和重复使用性。在去离子水和 0.9% NaC 溶液中的润胀率分别达到 738.12 g/g 和 90.18 g/g。抑尘剂溶液的 pH 值在 5.65 ～ 6.89 之间；粘度在 5 ～ 18 mPa·s；表面张力在 22 ～ 40 mN·m-1；抗蒸发性在 15.5% 左右；渗透深度在 20 ～ 30mm 之间。抑尘剂的粉尘抑制性能相比传统的卤化物和水有了很大的提升。经过抑尘剂处理的煤尘表面光滑完整，且煤粉凝聚紧密，可以很好地抵抗外界的影响。研究结果已发表在聚合物方面专业期刊《Polymer》上。



锯屑和高倍吸水树脂的热重图



高倍吸水树脂在煤粉中的保水性能



高风速下煤的质量保留率

技术亮点

- 抑尘剂具有良好环境友好性、溶胀吸水性、热稳定性和重复使用性。
- 与传统所用抑尘材料卤化物和水相比，该抑尘剂的沙抑制性能提高 200%，粉尘抑制性能提高 75% 以上，成本降低 30% ～ 50%。
- 区别于传统以石油为原材料的抑尘剂，该抑尘剂在自然条件可实现生物降解，环保性能强。

前景及效益分析

新开发的抑尘剂主要原材料为废弃的林木锯末，在自然条件下可生物降解，经济环保。同时抑尘剂制备工艺相对简单，综合费用合理，推广应用性强，市场潜力大，预期可以产生良好的经济效益。目前研发的抑尘剂已应用于乌海新星煤矿主要道路，抑尘剂保湿效果明显，路面保湿时间10天以上，对道路扬尘抑尘时间长，减少了洒水抑尘对水资源的消耗，大幅改善了矿区工作环境，有效节约了矿区抑尘成本。

林木生物质清洁热解与产物高效利用技术

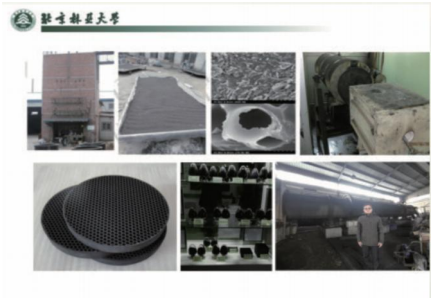
完成人 任学勇　　**联系方式** 15810056215

成果简介

清洁热转化技术可以将生物质资源快速高效地转化为生物油、热解炭和清洁燃气，并用于生产液体燃料、环保树脂和功能炭材料，具有原料适应性广、工艺简洁、可连续生产、转化效率高以及全组分利用等特点。本成果拥有国家发明专利30余件，先后荣获中国专利优秀奖、教育部技术发明奖、北京市科学技术奖和梁希林业科学技术奖等多项省部级奖励，适用于森林抚育剩余物、园林绿化废弃物、木材加工剩余物、废弃木质材料以及农作物秸秆等生物质资源的高值化综合利用。

自热式生物质快速热解中试生产线

移动式生物质快速热解设备



生物质热解炭基功能材料

技术亮点

- 原料适应性强，转化效率高。本技术适用于绝大多数的林木废弃物，原料适应性强，反应过程迅速、转化效率高。
- 连续化生产，工艺绿色低碳。以连续流态化过程为核心技术，有效利用副产物尾气作为热源进行自热式生产，工艺过程绿色低碳，生产能耗和成本低。
- 产品附加价高，应用范围广。可根据市场需求和原料特性调节林木生物质热解产物分布，灵活生产油、炭、气、热、电等能源和材料，深加工产品附加值高，应用范围广。

前景及效益分析

本技术适用于森林抚育剩余物、园林绿化废弃物、木材加工剩余物、废弃木质材料以及农作物秸秆等农林生物质资源的高值化综合利用。本技术加工过程清洁高效，绿色低碳，可实现连续化生产，处理成本低。生物质热解油树脂材料成本低、绿色环保、功能多样，产品附加值高、经济效益好，在人造板生产、建筑保温材料、防风固沙、可降解材料、3D打印等领域具有很好的应用前景。生产的生物油树脂和炭材料等产品附加值高、应用范围广，市场竞争力强，极具发展和应用前景。

罗望子木本多糖功能性开发与应用技术

完成人 蒋建新　　**联系方式** 010-62338267

成果简介

通过不同温度分级水提纯化以及酶解去除侧链半乳糖的方法得到结构不同的木葡聚糖，揭示了了木葡聚糖的精细结构、高分子自组装及其流变性、水溶性、胶凝性的关联规律。成功开发多糖绿色分离及纯化技术、多糖高效脱蛋白技术、多糖凝胶酶法改性技术、多糖复合改性技术，授权国家发明专利 5 项，相关成果获国家技术发明二等奖、全国商业科技进步一等奖，牵头成立特色木本多糖国家创新联盟。

罗望子原料

技术亮点

- 多糖绿色分离纯化及高效脱蛋白技术，分离与纯化同步进行，多糖含量提高到85%以上，蛋白质含量降低到3%以下。
- 多糖凝胶酶法改性技术，酶法改性选择性高，侧链半乳糖脱除率高，产品凝胶性能优越。
- 多糖复合改性技术，绿色复合改性技术提高多糖的稳定性和生物活性，改善多糖流变性质。

国家技术发明二等奖

前景及效益分析

罗望子资源丰富，罗望子种子多糖主要由木葡聚糖组成，罗望子多糖是现今唯一可大规模工业化生产的木葡聚糖，因其分子量大、分支度高以及独特的自组装行为等，具有优异的流变性、胶凝性、黏膜黏附性、生物相容性和良好的药物缓释性能，可广泛应用食品、医药、农业等领域。项目开发的多糖绿色分离及纯化技术、多糖高效脱蛋白技术，可实现罗望子多糖的低成本生产，开发的多糖凝胶酶法改性技术、多糖复合改性技术，可罗望子多糖资源增值十倍以上。

医药凝胶材料常温瞬时凝胶

玫瑰花渣的食品综合开发应用

完成人 任迪峰　　**联系方式** 13671096581

成果简介

可食性玫瑰提取精油后产生大量食品级残渣未被充分利用，其主要成分为膳食纤维。膳食纤维因不具有能量而有利于肠胃蠕动、降脂降糖、促进代谢等作用。本研究从玫瑰丰富的膳食纤维含量出发，以膳食纤维的功能性质为重点，通过对提取玫瑰花渣膳食纤维进行优化改性，显著提高了可溶性膳食纤维 SDF 得率，获得了 SDF 与 IDF 比例合适、优质的玫瑰膳食纤维，制备玫瑰花渣功能饮料、玫瑰凝胶、玫瑰泡腾片等产品。

玫瑰花

玫瑰花渣饮料

玫瑰凝胶

技术亮点

- 本发明创造性地将玫瑰花渣作为膳食纤维的来源，改性后用于制备复合凝胶，硬度、弹性、口感适宜，并且可作为有一定加工强度的食品的原辅料。
- 本发明使用的改性后的膳食纤维具有更疏松的空间网络结构，在膨胀性、比表面积、吸水吸油等能力性质上显著提升，更利于肠道中废物排出，减缓葡萄糖、胆固醇等的吸收，可加强调节肠道菌群的作用。
- 明胶和与本发明所述的改性膳食纤维混合，改善了明胶分子的交联程度和微观形态，凝胶的流变和质构品质也得到明显改善。

前景及效益分析

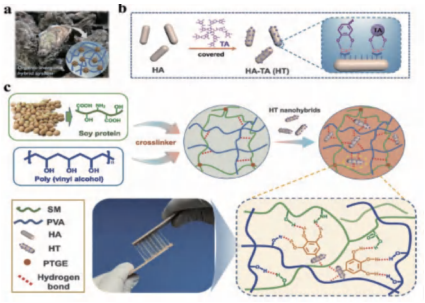
1. 本研究获取高质量膳食纤维、开发膳食纤维 - 明胶食品、玫瑰花渣功能饮料、玫瑰凝胶、玫瑰泡腾片等产品；
2. 有助于玫瑰生产加工企业解决副产物再利用问题、为企业增效创收；
3. 提高玫瑰花渣的综合利用，为膳食纤维的改性研究提供新思路。

强韧植物蛋白胶黏剂制备与工业化应用技术

完成人 张世锋　　**联系方式** 15652935038

成果简介

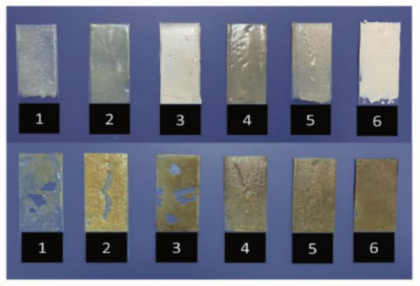
针对植物蛋白胶胶合板干状胶合强度差、抗冲击性差及生产工艺性差等问题，以贻贝等高强度水下胶接为模板，通过蛋白体系中的静电相互作用、共价键和金属配位构建自组装键合网络提高体系的交联密度，同时作为“牺牲键”，提高胶黏剂干态胶合强度和韧性。解决了植物蛋白胶黏剂制备胶合板干态胶合强度低及胶合板产品加工质量不稳定等技术难题。该方法极大地增加了胶黏剂固化后的胶层韧性，性能提高了64.3%以上，显著改善了胶合板产品的加工质量，好评率达98%以上，公开授权专利2项，为推动胶合板产业转型升级保障人们健康和实现“双碳”目标提供新方案。



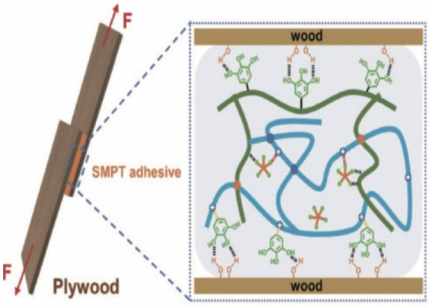
牡蛎启发的有机无机杂化体系增强豆胶机理图

技术亮点

- 通过引入稳定剂交联植物蛋白形成硬相交联网络提供内聚力，而离子聚合物交联植物蛋白形成软相交联网络，增强硬相和软相之间的界面作用力，形成坚韧稳定的内部交联体系。
- 通过改变黏附基团结构、含量、分布等增加界面相互作用力和机械联锁作用，提高胶合板干状胶合强度。同时，引入活性交联剂为增强相，优化其与蛋白分子间键合作用，构建植物蛋白基多重交联体系，调控植物蛋白胶黏剂的胶层强度与韧性，实现对其综合性能的协效增强。



胶黏剂裂纹对比图



胶黏剂胶接模型

前景及效益分析

胶黏剂具有优异的胶层韧性极大地影响着胶合板生产过程中产品的合格率。基于牺牲键等多重键合作用、微相分离可逆能量耗散等机制，可同时增加植物蛋白胶黏剂固化胶层的刚性和韧性，性能可提高64.3%以上，显著改善了胶合板产品的加工质量。该技术在广西、山东、江苏等多家企业应用，推广效益达到23.1亿元，直接经济效益累计达到4.2亿元。

木质素可降解膜材料制造技术

完成人 袁同琦　　**联系方式** 18519841102

成果简介

塑料制品大多不可降解且难以回收，已成为“白色污染”的主要源头，寻求绿色环保的可降解生物基材料以替代石油基塑料至关重要。淀粉基塑料、聚乳酸（PLA）、聚羟基脂肪酸酯（PHAs）、聚己二酸 / 对苯二甲酸丁二醇酯（PBAT）、聚丁二酸丁二醇酯（PBS）等可降解塑料已广泛应用于一次性餐具、塑料袋、农用地膜等领域。然而绝大多数的可降解塑料价格远高于传统石油基塑料，而且性能相对较差，因此降成本、提性能是可降解塑料亟需解决的现实难题。工业木质素是制浆造纸和生物质炼制产业的副产物，其来源广泛，价格较低。将工业木质素作为一种可持续有机填料添加到可降解塑料中，不仅可以充分利用木质素资源，还可以降低复合材料的成本。

样例展示

技术亮点

- 替代率高：木质素等对可降解塑料替代率为50%时，制备的可降解膜材料仍能保持较高的拉伸性能（拉伸强度≥20MPa，断裂伸长率≥490%）。
- 抗紫外：木质素可降解膜材料的紫外透过率低，可屏蔽大部分紫外光，用作地膜材料时可抑制杂草生长，促进作物增产。
- 成本低：与PBAT可降解塑料相比，木质素可降解膜材料成本降低33%左右。

前景及效益分析

由于不可降解塑料制品废弃后带来的严重环境污染问题，全球可降解塑料的市场需求快速增长。该技术制备的木质素可降解膜材料具有替代率高，成本低，拉伸性能好，紫外透过率、水蒸气透过率和氧气透过率低等特点，适合用作农业地膜以及食品包装领域，具有阻水保墒，隔氧保质的作用。该技术在林业和生态文明建设相关领域的应用，不仅可以实现工业木质素的高值化利用，大幅降低相关产品的生产成本木质素可降解膜材料成本降低33%左右，还可避免传统难降解塑料带来的二次污染，具有重要的经济、社会及环保效益。

无醛人造板制造技术

完成人 袁同琦　　**联系方式** 18519841102

成果简介

人造板是以木材和胶黏剂为主要原料，通过一定的生产工艺加工而成的各种板材，可广泛应用于室内装饰装修、家具制作和建筑等领域。然而人造板生产和使用中会不断释放游离甲醛（国际公认一级致癌物），严重影响人类健康，使得消费者谈醛色变。如何降低人造板及其制品甲醛释放量，满足消费者对环保木制品的需求成为人造板行业迫切需要解决的问题。本技术针对室内用人造板甲醛释放问题，采用具有自主知识产权的木质素基环保胶黏剂为粘结剂，通过调整施胶及热压工艺，将其应用于制造无醛刨花板、无醛纤维板和无醛胶合板。

无醛人造板产品

无醛人造板及其制品认证证书

技术亮点

- 该技术制备的无醛人造板及其制品强度高，耐水性好，产品甲醛释放量低，可满足《无醛人造板及其制品》团体标准及美国无醛豁免认证等的最高要求，可以达到无醛最高环保等级。
- 该技术适用性强，可用于制造无醛刨花板、无醛纤维板和无醛胶合板。

无醛人造板技术推广

前景及效益分析

随着人们安全环保意识的增强，人造板甲醛释放所带来的危害越来越受到人们的关注，无醛人造板产品规模不断扩大，产品种类逐渐丰富，但无醛人造板市场尚处于发展初期，无醛人造板类产品在生产中的应用正在快速增长。无醛人造板产品定位人造板高端市场，无醛人造板制造技术会给人造板企业带来新的利润增长点。

生物质资源化生命周期评估及碳足迹技术服务

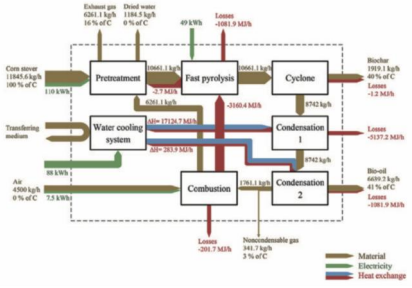
完成人 李瑞、张溪　　**联系方式** 13520782581　18902099976

成果简介

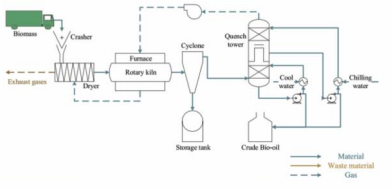
生物质资源的清洁转化及环境效益评估是实现生物质工业碳中和的必要途径。本成果方法致力于不同生物质转化工艺，将实验研究、生产数据与理论建模系统结合，形成了一套更为准确详细的全生命周期的环境评估系统。

可以对于目前的生物质资源生产工艺（如制浆、生物质热解、气化、糠醛生产、功能性材料）进行全生命周期分析、碳足迹计算分析，从工艺技术角度提出量化的减碳方案，并给出实施方法及设计。

近五年已经完成微藻液化提质制备航空燃油、生物质与塑料共热解制备燃油、生物质水热 - 热解耦合、600MW 超超临界发电系统生物质耦合发电、糠醛生产及糠醛渣资源化利用，湿地芦苇高效转化利用对于地域环境影响评估，污泥高效热转化工艺的全生命周期分析，碳足迹分析及碳排放优化指导等工作，具有丰富的现场经验。



生物质预处理和快速热解



热解装置工艺流程图

技术亮点

- 实地调研数据与实验、计算数据相结合，具有较高准确性和可行性。
- 采用科学环境效益评估方法，量化流程内部碳足迹，提供具体可行优化方案及具体实施方案。

前景及效益分析

本成果方法广泛适用于生物质转化工艺，针对“原料-产品-排放”全生命周期的环境效益和能量，碳足迹分析，满足当今碳中和发展需求，解决生物质工业碳循环缺口问题，并针对具体问题提供可行性高的优化方案，实现生物质工业碳循环。

香菇醒酒肽的制备及食品开发应用

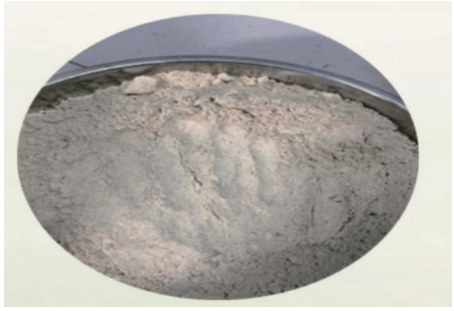
完成人 任迪峰　　**联系方式** 13671096581

成果简介

香菇营养丰富，其足柄一般占总重的 20%-30%，但纤维化程度高、口感差，常作副产物丢弃。酒精性肝病是一种危及人类健康的疾病。近年来该的发病率有逐年上升的趋势，引起了世界各国的高度重视。因此，高效可靠的解酒药物及其功能性食品已成为当今的研究热点。

本研究以香菇足柄为原料，运用超高压结合酶法制备具有高醒酒活性和抗氧化的多肽物质，经人体正常肝细胞 L02 及分子试验证明香菇足多肽对激活乙醇脱氢酶（ADH）和乙醛脱氢酶（ALDH）具有高活性，加速乙醇在肝脏内的代谢，抑制酒精性肝损伤（目前临床尚无特效药），实现了原料的充分利用，变废为宝。得到的香菇生物活性肽具有纯度高、相对分子质量及结构明晰、人体吸收利用率高等特点。

香菇/香菇足柄



香菇足多肽粉

技术亮点

- 利用超声破碎技术辅助纤维素酶提取香菇内容物，最终制备得到高纯度、高活性，具有醒酒、抗氧化功能的香菇生物活性肽。
- 通过超滤酶解后的香菇足多肽，ADH、ALDH酶激活率测定结果得到分子量在0-3KDa的香菇足多肽醒酒酶激活最高，合成的短肽序列被证明有较高的醒酒酶激活率。
- ADH、ALDH是乙醇代谢中的重要酶类，本发明制备的多肽有利于加速乙醇在肝脏内的代谢，具有醒酒活性。

可开发产品

前景及效益分析

1. 医学上香菇有解酒护肝的功效，本发明以香菇足为原料，探索以酒精损伤人类正常肝细胞L02为模型，香菇足多肽体外抗氧化活性及其对酒精损伤人类正常肝细胞的保护作用，可应用于医学醒酒和护肝方面的产品开发；

2. 香菇足柄纤维化程度高，适口感差，常作副产物丢弃。本发明以香菇足为原料，变废为宝，为香菇足柄的经济高附加值产品的开发提供广阔的空间；

3. 为高效可靠的解酒药物及其功能性食品的开发提供了新思路。

螺旋藻免疫活性肽的开发及食品应用

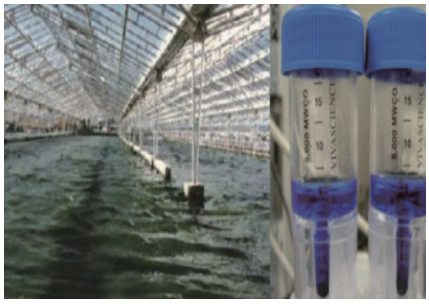
完成人 任迪峰　　**联系方式** 13671096581

成果简介

免疫活性肽是一类具有促进淋巴细胞分化成熟、增强机体免疫机能等生物学功能的多肽。

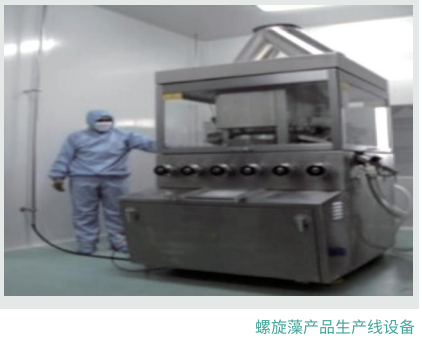
钝顶螺旋藻是一种光养生丝状蓝绿色微藻。螺旋藻具有如抗菌、抗癌、降血糖、降胆固醇、抗氧化剂、免疫调节和抗炎活性等一系列功能作用。

本研究以螺旋藻粉为原料，利用酶解法制备螺旋藻多肽，采用超滤等方法分离纯化螺旋藻蛋白酶解液，并测定其对小鼠巨噬细胞RAW264.7 吞噬中性红能力的影响，筛选出免疫活性高的螺旋藻多肽组分，对该螺旋藻多肽组分进行液质分析，确定螺旋藻多肽的氨基酸序列。获得藻蓝蛋白提取率高、纯度高，符合 GB 1886.309-2020 食品添加剂声称。、相对分子质量及结构明晰、人体吸收利用率高等特点。



螺旋藻养殖中心/藻蓝蛋白

面膜/奶昔



螺旋藻产品生产线设备

技术亮点

- 本发明提供了一种新型免疫活性肽，其免疫作用明显，且采用螺旋藻粉为原料，生产成本低，经济效益高。
- 采用超滤酶解工艺技术得到的的螺旋藻多肽，巨噬细胞RAW264.7吞噬中性红能力测定结果为分子量在0-5KDa的螺旋藻多肽吞噬中性红能力最高，合成的短肽序列DLPW、DPF、GFP也被证明有较高的免疫活性。
- 本发明有利于提高巨噬细胞RAW264.7吞噬中性红的能力，具有免疫活性。

前景及效益分析

1. 有助于丰富肽段的来源。本专利所筛选得的免疫活性肽DLPW、DPF、GFP可通过人工合成的方式获得，也可通过对螺旋藻粉酶解筛选获得；

2. 有助于丰富免疫调节肽数据库。以螺旋藻粉为原料，筛选确定新的免疫活性强的目标特征肽段，有助于丰富免疫调节肽数据库；

3. 有助于开发新的免疫调节肽产品。免疫活性肽对免疫系统有重要的调节作用，在人类营养健康和疾病调节中发挥着不可替代的作用。从螺旋藻中筛选得到的具有良好活性的免疫活性肽段可以开发新的免疫调节产品，具有良好的市场价值和经济效益。

核桃等木本油料高值化利用技术

完成人 王丰俊　　**联系方式** 13693124149

成果简介

“ 核桃等木本油料高值化利用技术 ”是北京林业大学木本油料利用团队多年科研实践的成果。在国家重点研发项目、国家林业科技成果推广项目、北京科技重大项目支持下，项目组对核桃综合深加工进行了全面研究，成果包括：

风味核桃生产技术 ：目前，同类产品市场上可以经常见到，但容易氧化变质，货架期短。本系列产品采用团队开发的新技术，采用薄壳核桃原料，利用调压快速风味化技术，克服目前市场产品相关弊端。

核桃油制取技术：采用“双冷”技术制备，市场定位为高端食用油。亚油酸（18:2,Ω6）和α- 亚麻酸（18:3,23）含量很高且比例合理，符合人体油脂摄入需要。

核桃活性多肽制备及脱苦技术 ：根据研究成果，特定结构的核桃多肽具有较好的预防高血压、降血糖等功能。

风味核桃生产线

核桃活性肽生产线

高品质核桃油制取生产线

技术亮点

- 采用薄壳核桃，利用调压快速风味化技术，克服目前相关产品弊端。
- 采用“双冷”技术制备核桃油，最大限度保留营养。
- 采用多效酶解技术，多肽活性高。

前景及效益分析

随着人们生活水平的不断提高，健康食品越来越引起人们的关注，核桃这一传统营养佳品更是倍受瞩目。而且，核桃产量在迅速增加，现在全国产量已经超过400万吨，对核桃进行全面开发已成为必然的趋势，充分利用核桃资源，对核桃进行高值化加工，生产风味核桃、高级核桃油、核桃蛋白、核桃活性多肽和核桃壳粉等产品，有着非常广阔的市场前景。

木质素基阳离子染料高效吸附剂制备技术

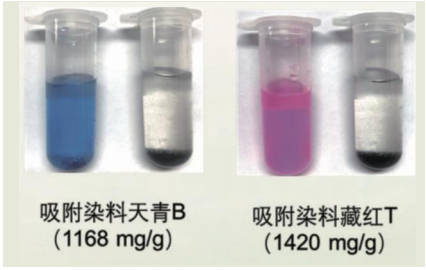
完成人 张学铭　　**联系方式** 13552183998

成果简介

有机染料被广泛应用于纺织、皮革等行业中，但其中大部分化学结构稳定， 难降解， 且具有一定毒性，会危害水生生物及人类健康。吸附法处理因其易操作、 无污泥、 无有害中间体的优点， 被广泛采用。然而，目前吸附剂存在吸附效率低、成本高等缺点，因此构建新型染料吸附剂制备技术具有重要的研究意义。木质素是自然界中储量最大的芳香族高分子化合物，具有丰富的含氧官能团，是潜力巨大的生物质基吸附剂原料。

本技术以工业木质素为原料，经过配位化学改性方法制备了高效染料吸附材料，其对阳离子染料如天青B、藏红T等具有非常好的吸附效果，可以进行循环回用，所制备的高效、环保、可再生的染料吸附剂显示出优异的应用潜力。

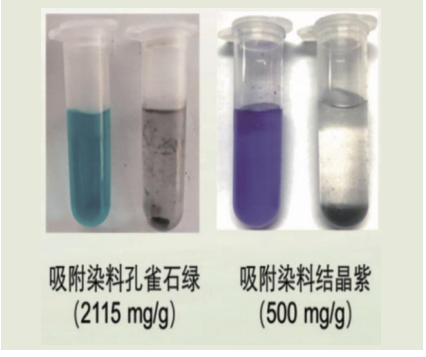
木质素基染料吸附剂



对天青B及藏红T的最大吸附量

技术亮点

- 工业碱木质素作为原料，进行化学改性的方法制备染料吸附剂，该技术具备操作简单、制备周期短、原料丰富、运行成本低及高效可行等优点。
- 通过配位化学在木质素基体上构建更多的吸附位点，制备出吸附能力优异的吸附剂材料。所制备的染料吸附剂能够大量吸附孔雀石绿（2115mg/g）、天青B（1420mg/g）、藏红T（1168mg/g）、亚甲基蓝（787mg/g）等阳离子染料，并且可以选择性快速分离阴、阳离子染料混合物中的阳离子染料，在处理染料废水方面显示出极大的应用潜力。



对孔雀石绿及结晶紫的最大吸附量

前景及效益分析

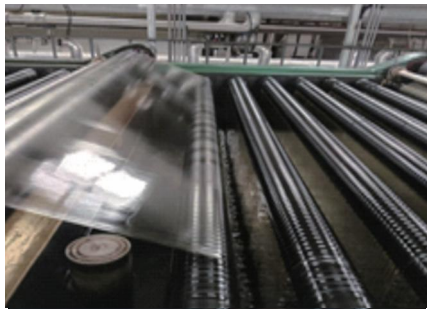
基于配位化学改性工业木质素，显著提升了木质素基吸附剂对阳离子染料的吸附容量，同时在上述阳离子染料与阴离子染料的二元染料混合物中显示出对阳离子染料的高效选择性，能够实现对阳离子染料的快速吸附。该吸附剂具备优异的吸附性能和低成本优势，具有广泛的应用前景，不仅可应用于染料废水处理，还可拓展至其他有机污染物的处理，具有很强的市场潜力和推广价值。

纤维素基高性能电池隔膜制备技术

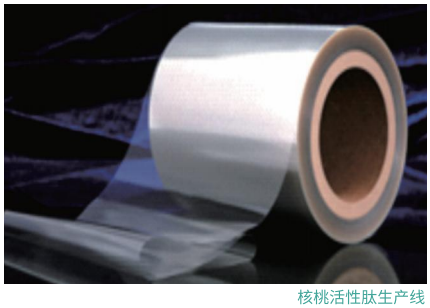
完成人 张学铭　　**联系方式** 13552183998

成果简介

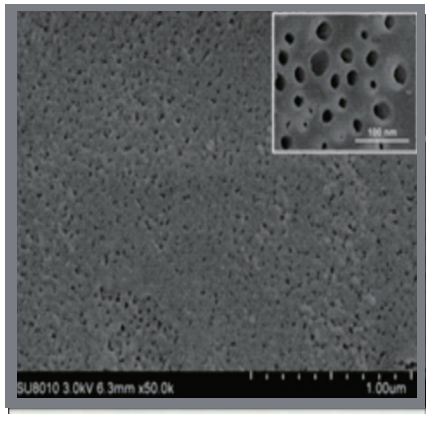
近年来，随着全球范围内新能源汽车的高速增长以及储能市场的快速兴起，电池隔膜的需求量迅速扩大。然而，市售的电池隔膜通常存在机械性能低、离子传输速率有限、热稳定性差等缺陷，严重阻碍了电池行业的发展。本技术通过采用反相沉积与刻蚀技术，成功的开发了一款高孔隙率、高力学强度、热稳定好、亲水性强、化学性质稳定的纤维素基电池隔膜；该隔膜的离子传输能力是日本商用无纺布隔膜（NKKTM -MPF30AC-100）的 2.5 倍，并且在经历一万次充放电之后，依旧能保持其原始形貌。该成果已申请国家专利一项，发表相关 SCI 论文两篇。迄今为止，国内甚至全球市场上还未出现过同样低成本、性能理想的电池隔膜，真正属于全球首发理想的电池隔膜产品，市场不容小觑。



风味核桃生产线



核桃活性肽生产线



高品质核桃油制取生产线

技术亮点

- 该隔膜产品具备较强的性能优势，包括超薄的厚度、高离子透过率、高孔隙率、纳米孔径、较高力学强度、热稳定性及化学稳定性优异。
- 该隔膜产品的离子传输能力是日本商用无纺布隔膜（NKKTM-MPF30AC-100）的 2.5 倍，体现优异的电化学性能。
- 该隔膜产品制备工艺简单，技术完全自主，能够快速实现产业化制备与应用。

前景及效益分析

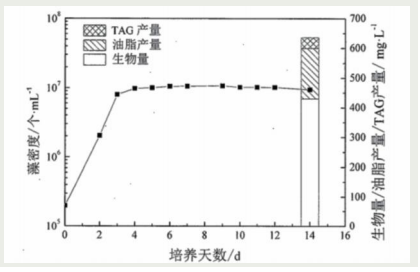
纤维素基材料凭借较好的热稳定性、润湿性、可再生性和来源广泛等优点，在电池隔膜的开发方面拥有巨大应用前景。本技术所制备的新型纤维素电池隔膜性能优越、成本较低、原料可再生、环境友好、并且已具备工业化生产条件。在新能源行业飞速发展的今天，这种隔膜的量产，对电池隔膜领域来说，无疑是突破性的进展，具备广阔的发展前景，预期未来该隔膜将成果应用在超级电容器、锂电池、锌电池以及柔性可穿戴电子器件等多个应用领域中。

“林油一体化”多联产产业链可持续发展模式

完成人 贾黎明　　**联系方式** 13501103773

成果简介

我国“林油一体化”产业发展尚处于起步阶段，虽然在实生苗原料林培育、植物油脂基和木质纤维基生物燃油转化工艺、皂苷等副产品加工等方面取得了积极进展，但仍存在实生苗原料林产量低且不稳定、生物燃油生产成本高、副产品产业链不完善等问题，导致整个产业效益较低，难以实现可持续发展。该项目创新提出“林油一体化”多联产产业链可持续发展模式，加强产业链中原料林高效培育、能源产品生产工艺创新、原料综合加工利用技术创新，保障产业生态、经济和社会效益提升，促进产业高效可持续发展。



无患子“林油一体化”多联产产业链可持续发展模式

技术亮点

- 创新提出以“无性系良种+种植园培育”为技术特征和技术链的“无性系种植园原料林培育模式”。无性系良种选育和繁育技术途径为经济性状优良优树筛选、嫁接等无性繁育等；种植园培育技术体系为合理整地、矮化密植、水肥管理、整形修剪、花果调控、病虫害防治、机械化低成本采储运等标准化技术。
- 创新提出“林油一体化”多联产产业链可持续发展模式，即将原料生产系统、原料能源化多级产品联产系统、原料多级副产品联产系统等相互衔接、实现多联产，在全生命周期内最大程度地降低能耗和生产成本，提高产品的附加值，提升环境、社会及经济效益，实现产业高效可持续发展。

无患子国家级林木种质资源库

无患子“林油一体化”多联产产业链

前景及效益分析

“林油一体化”多联产产业链可持续发展模式可在国内外生物质能源产业中推广，特别是在我国主要能源树种无患子、文冠果、光皮树、小桐子、山桐子等产业的发展壮大中广泛应用推广。以无患子为例，成果于2016年开始在源华林业生物科技有限公司示范推广。2017年示范林产量达到450kg，较2015年提高2倍；2017年公司利润达到2300万元，较2015年提高53.3%；原料林生态系统乔木年固碳量在2017年达到3.98t · hm^{-2} · a^{-1}，较 2015 年提高56.8%，生态效益凸显。

该模式可有效改善我国“林油一体化”产业原料供应不足、生产成本高、产业经济效益低、产业社会认知度差等关键问题，同时进一步减少环境影响，综合提升产业经济、社会和环境效益，带动区域乡村振兴，推广应用前景良好。

健康风味双导向的低糖发酵枸杞原浆生产关键技术

完成人 朱保庆　　**联系方式** 13810592319

图片说明

成果简介

随着公众对健康饮食的重视，特别是对血糖水平的控制，低糖食品的市场需求不断攀升。北京林业大学朱保庆教授团队针对枸杞原浆的碳源、氮源及有机酸组成特点，精心筛选出适配枸杞原浆特性的乳酸菌菌株，通过调控发酵参数，如温度、时间和菌株比例，依托生物活菌计数方法专利技术精确引导乳酸菌的代谢活动，在有效降低枸杞原浆中的糖分；同时，基于团队建立的消费者导向的感官评价体系，优化提升产品的风味品质。上述关键技术体系的建立，不仅优化了产品的营养构成，还增强了其市场吸引力，满足了消费者对健康和美味的双重追求。

技术亮点

- 基于气相色谱高分辨磁质谱联用、风味轮构建、快速消费者感官评价等技术，创建了消费者感知导向的枸杞加工产品风味组学技术评价体系，解决了枸杞原浆产品风味品质评价方法缺乏的产业问题。
- 筛选获得的乳酸菌Lp goji（CGMCC NO.16221）能够有效在枸杞生物代谢还原糖生成乳酸降糖的过程生成β-大马士酮等挥发性香气成分，增强果汁的花香、果香和甜香，改善鲜枸杞果汁的风味，最终从口感和香气两个层面提升枸杞原浆的感官品质。
- 基于NGS测序-Pangenome 分析筛选了适用于单菌株鉴别的基因， 开发免提DNA的基于PMA-CELL-qPCR的枸杞原浆发酵中活菌实时定量方法，可以在精确定量特异乳酸菌菌株在发酵过程中生长变化，从而实现精确发酵控制。

前景及效益分析

低糖食品市场正随着消费者对健康饮食的日益关注而迅速增长。据相关研究报告显示，全球低糖食品市场在 2030 年的收入估计达到数百亿美元。特别是在中国市场，低糖食品的需求正在上升。一项针对健康食品消费者的调查显示，超过 80% 的受访者表示愿意为健康食品支付更高的价格。

低糖发酵枸杞原浆生产关键技术通过发酵天然减糖，实现产品标签清洁。产品在优选菌株的基础上有针对性的优化工艺，不仅能够降低糖分含量，还能同时增加产品的风味。随着消费者对健康食品认知的提高和市场需求的扩大，预计该产品的市场份额将显著增长，有望成为林果产品加工领域的创新典范，为企业带来持续的增长动力，同时也为消费者提供更多健康选择。

基于立体冻干技术的风味营养双驱动型健康产品创制

完成人 马超　　**联系方式** 15810652208

成果简介

立体冻干技术是北京林业大学独创的冷冻干燥塑型技术，通过低温萃取-乳化预混-预冻塑型-精准控温冷冻干燥等工艺，实现植物提取物、果蔬浆、乳制品、巧克力等的塑型干燥，既解决了热敏性食品的活性成分被破坏、风味物质逃逸等问题，又解决了固体饮料等以粉剂为主的单一产品形态，赋予其更多的视觉和文化元素。

基于该技术体系，已申请发明专利4项，获授权2项；在北京林业大学建成120平米的立体冻干企业联合实验室，成功开发转化立体冻干咖啡、冻干巧克力、冻干人参黄精等三大系列产品，支撑企业在天津滨海新区建设高标准立体冻干工厂一座，冻干巧克力和立体冻干咖啡等产品均已成功上市。

立体冻干咖啡

立体冻干巧克力

技术亮点

- 高精度立体塑型：可以实现多种形状的高精度塑型，满足产品多元化、多场景的视觉和文化需求。
- 0添加塑型辅料：无需添加糊精、果胶等塑型用辅料，可以实现咖啡、茶粉、中药提取物等产品高强度塑型。
- 快速成果转化：积累有丰富的立体冻干样品参数，可以快速实现实验室研发到商品转化。

立体冻干人参黄精

前景及效益分析

1.已经成功研发上市咖啡固体饮料，累计销售五千余万元 ；下一步可以依托咖啡固体饮料工艺路线，研发生产功能性固体饮料，如黄精、天麻、速溶茶等。

2.已经成功研发上市耐热型巧克力，年销售过亿元。下一步可以基于冻干巧克力工艺路线，研发生产功能型休闲零食，如抹茶、蓝莓、榴莲风味巧克力，人参、黄精、天麻巧克力等。

3.可以进一步用于冻干奶酪、冻干粗粮饼干等，研发低糖、低脂休闲零食。

05
智能装备与信息化
Intelligent Equipment and Informationization

平原生态林智慧管理系统

完成人 许福　　**联系方式** 13910910901

成果简介

为落实两轮百万亩造林绿化管护工作，依托空间信息技术与大数据管理技术，建设平原生态林智慧管理系统。系统分为手机App和Web综合管理平台。其中App端实现了平原生态林管护全流程的日常巡护、养护、事件上报、考勤统计等功能，Web端完成了管护一张图、巡护记录、养护记录、事件管理、人员管理、地块管理、统计分析、绩效考核等功能。系统极大地提高了平原生态林管理的精细化、智慧化水平，贯彻落实了绿岗惠农的政策，确保了农民就业底数清、就业实的就业要求。

目前系统共纳入平原林管护地块42266个，共199余万亩，已有500余家养护单位近14000名工作人员注册使用，有效开展巡护和养护共计240余万次，已在北京推广应用。

数据采集界面与出勤信息

Web端首页采用一张图的形式按不同等级不同公司对巡护、养护、事件和统计进行宏观展示

技术亮点

- 地块精细化管理：以平原生态林地理数据为基础，将地块各项管护数据落图，打造管护一张图，便于管理人员快速掌握地块管护情况和事件上报分布等信息，提升了科学管理水平，实现了林区地块的精细化管理。
- 管护工作动态监管：采用物联网技术和移动终端技术，实时监测林区地块各项指标和管护人员的工作状态，通过管护事件上报及时发现林区地块各种异常情况，实现管护工作动态监测和管理。
- 人员考核评价体系电子化，决策科学化：采用大数据分析技术，分析林区地块各项管护数据，生成各类数据报表，实现考核评价电子化；制定科学的考核评价指标和标准，为决策提供准确的数据支持，实现决策科学化。

前景及效益分析

1. 提高生态管理效率：该系统通过数据采集等方式间接实时监测生态环境的变化，对生态问题进行实时分析和处理，使得生态管理工作变得更加精细化、高效化和智能化，降低生态管理成本，同时提高生态效益和经济效益。

2. 促进城市可持续发展：生态管理是城市可持续发展的重要组成部分，该系统帮助城市实现生态保护、生态修复和生态建设的目标，为城市可持续发展提供有力的支持，增加城市的经济收益和社会效益。

3. 有效落实绿岗惠农政策：该系统依托大数据管理技术，开展工作人员就业台账填报的信息核准、考勤考核等，使得工作人员的绩效有据可依，使得工作体系与政策落实情况更加透明化，有效提升工作和管理效率。

古树名木保护智慧管理系统

完成人 许福　　**联系方式** 13910910901

成果简介

古树名木保护智慧管理系统基于古树名木“一树一档”、“一树一策”管理理念，通过数据采集、分类、统计分析等手段，获取古树名木生长、体检、养护、巡护、诊治、复壮、巡查、预警等全流程信息，生成各类统计分析报表，打造北京古树名木保护高保真管理驾驶舱，实现集一树一档、养护记录、巡查过程、体检数据电子化为一体的综合性古树名木管理平台。古树名木保护智慧管理系统主要包括手机 APP、Web 平台、微信公众号三大子系统。系统通过多维度统计分析和多种类考核，辅助决策，实现多级一体化协同办公，保障了古树名木保护工作高质量开展，彰显了古树名木保护工作的成效，提升了保护管理信息化水平。

古树名木保护智慧管理系统APP

古树名木保护智慧管理系统WEB平台首页

技术亮点

- 充分发挥政府主管部门管理职能，坚持保护优先、属地管理、科学管护、部门联动等原则，构建多方监管、公众参与的古树名木保护管理机制。基于“一树一档”、“一树一策”的管理理念，通过数据采集、分类、统计分析等手段，获取全流程的古树名木生长、体检、养护、巡护、诊治、复壮、巡查、预警等信息，生成各类统计分析报表，打造古树名木保护高保真管理驾驶舱，实现保护管理过程相关信息的形象化、智能化展示和精细化管理，提供“一站式”的古树名木保护综合信息管理平台。

前景及效益分析

本技术适用于全国的古树名木保护管理工作，实现全流程古树名木智慧保护。

本技术方案已在北京市获得全面推广和应用，2021年完成了全市4万余株古树名木的体检工作。同时，在养护、巡护、复壮、诊治、督查等全环节实现了数字化管理，通过综合运用移动互联网、大数据、GIS、人工智能等新一代信息技术，有效提升了北京市古树名木保护管理的智能化和精细化水平，取得了良好的经济效益和社会效益。

变频变幅式核桃摇振采收车

完成人 徐道春　　**联系方式** 13681462745

成果简介

在核桃产业链上，收获是果园生产的关键，也是目前农业机械化最薄弱的环节。据相关统计，核桃收获所用的劳动力占整个生产过程的35% 以上。采收作业是一个季节性较强和劳动密集性的工作，目前我国多数核桃种植园仍以采收效率很低的人工方式进行采收作业，采收不及时直接影响核桃的商品价值和市场竞争能力，随着我国人口老龄化的不断加剧，繁重的劳动与农村劳动力短缺的矛盾日益突出，严重制约了核桃产业的发展和农民收入的增长。因此，发展核桃采收作业装备对于保障我国广大丘陵山区经济林产业的健康可持续发展具有重大意义。基于我国地形复杂、树形多变的特殊立地条件研发了变频变幅式核桃摇振采收车，实现了我国矮化密植核桃园人工作业向机械化作业的转变。

成果展示

技术亮点

- 高通过性：采用履带底盘为行走装置，搭载摇振装置和收集箱，以适应不同地形、坡度，有较好的跨沟越障性。
- 采收自适应性：摇振装置可以改变振频和振幅以适应不同树形达到最优激振效果。
- 作业灵活性及高保护性：通过绳索将激振力传递于树体，对于不同树形，可以灵活的改变激振力施加位置，且绳索为柔性体，最大限度保护核桃树，保证来年结果率。

前景及效益分析

研发的变频变幅核桃摇振采收装置，可以解决国内核桃园劳动力老龄化和逐渐短缺的重大社会问题，挽救种植户因高成本人工作业而放弃果园经营的行业危机，该成果可以为核桃产业提质增效，并降低采收成本，让农民收入提高、农村更美丽、核桃产业更繁荣，社会效益明显。

装备经济效益显著。目前核桃产业总产值达到 1000 亿元以上，而采收的人工作业成本就占到生产成本的 35%~50%，经济效益的空间巨大，并且研发的装备可以辐射到油茶等其它经济林果的采收作业中，将发挥更大的辐射经济效益。

项目实现的核桃机械化采收作业，不但能避免果农拔掉已有种植果树，而且会吸引更多的创业人群，带来核桃等经济林更大规模的种植，如此能更大程度发挥经济林具有的绿水青山特性。

变隙割铲式青核桃干法脱皮机

完成人 徐道春　　**联系方式** 13681462745

成果简介

目前国内存在一些青核桃脱皮设备，但是由于我国核桃种植品种繁多，其青果的尺寸和外形相差较大，青皮和坚果的力学特性差异也很大，这就导致了现行的青核桃脱皮设备缺乏通用性和适应性，在处理不同品种的青皮核桃时会导致高的破损率和低的脱皮率。核桃青皮作为核桃生产加工的主要副产物，如果随意丢弃会带来许多环境问题，青皮具有多种活性成分，可以被用来制作染色剂、植物农药、医疗用药和活性炭等产品，也可以用来进行堆肥，因此青皮的回收和高值化利用也十分重要。

变隙割铲式青核桃干法脱皮机，能够对分级后的青皮核桃进行压割、铲削使青皮脱落。在不加水干法处理的条件下，能够处理不同品种和大小的青皮核桃。脱皮作业中青皮汁液进溅少，青皮受到的污染也少，能够实现青皮成块状脱离，有利于环境的保护和青皮的回收利用。

第二代变隙割铲式青核桃干法脱皮机

第二代机器剥离的青皮

技术亮点

- 脱皮过程青皮污染少，活性物质损失少且被剥离的青皮为块状，有利于青皮的高值化利用。
- 通用性强，能够对不同品种和大小的青皮核桃进行脱皮作业。
- 脱皮过程无需加水，减少水资源的浪费。

前景及效益分析

适宜的青皮剥离技术对于核桃后期的开发利用来说十分重要，青核桃脱皮技术是制约核桃产业发展升级的关键因素。

变隙割铲式青核桃干法脱皮机， 不仅能够高效地完成作业，解放劳动力，提高农户的种植热情，保障核桃的品质。除此之外，该装备还能够保障青皮的回收利用。核桃青皮作为核桃生产加工的主要副产物，其拥有多酚类（如单宁）、醌类（如胡桃醌）和色素类等多种活性成分，可以被用来制作染色剂、植物农药、医疗用药和活性炭等产品，也可以用来进行堆肥。青皮的再利用能有效延长核桃产业链，助力乡村振兴。但是如果将青皮随意丢弃，青皮中的活性物质会随水分渗透进土壤，在化感作用下会带来许多环境问题。因此变隙割铲式青核桃干法脱皮机在减轻农民负担、提高农民收入和保护环境方面能够发挥巨大效益。

基于机器视觉的核桃清选设备

完成人 徐道春　　**联系方式** 13681462745

成果简介

目前已有多种核桃产业相关机械投入使用，如核桃采摘杆、核桃脱青皮机、核桃清洗机、核桃分级机、核桃破壳机等，但目前还未有能够同时检测外观缺陷和霉变核桃的相关清选机械投入使用。外观缺陷核桃影响商品整体质量，带壳核桃内仁霉变难以检测，霉变核桃仁中含有黄曲霉素，食用有造成癌变的风险。商品核桃中混有这些劣质个体会对品牌的整体经济价值造成不良影响，给经销商造成经济损失，影响核桃的品牌声誉。因此，研制了一款具有自动检测与分选能力的核桃无损检测清选设备。

设备出料口图

设备整体外观图

技术亮点

- 设备采用转盘式夹取输送机构，工作稳定，噪音小，效率高。
- 设备利用两台工业相机对核桃进行图像采集，核桃图像信息更加完整，利用改进的 YOLOv7 算法进行图像的识别分类，识别准确率高。
- 设备利用 PLC 对分选机构进行控制，可实现对正常核桃和异常核桃的分选。

设备分选效果图

前景及效益分析

该设备可取代目前核桃产业中的人工清选工序，传统人工清选多采用工人在流水线两侧用眼睛观察的方式挑选异常核桃，工作强度很大，长时间的肉眼观察眼睛极易疲劳且清选准确度不高。采用该设备进行核桃清选能够降低工人的劳动强度并且准确度更高。目前在陕西省延安市黄龙县干果公司进行了设备的推广与实地应用，取得了很好的效果。

华北地区典型针叶可燃物调控关键技术

完成人 刘晓东　　**联系方式** 13439212063

成果简介

北京林业大学刘晓东教授团队等人依托国家自然科学基金和十三五重点研发课题等项目，以华北地区典型林分侧柏林为研究对象，从可燃物类型、载量特征及空间分布等方面阐明了我国华北地区重点林区典型林分可燃物关键特征，构建可燃物载量与林分因子和地形因子的关系模型，形成了我国重点地区典型林分的可燃物关键信息数据库。基于可燃物种类、载量等关键特征，研究不同强度抚育间伐、修枝割灌等措施对可燃物负荷量及火行为特征变化的影响，提出了降低森林火险的可燃物综合调控技术，并在北京西山林场建立了侧柏人工林可燃物调控示范基地。

侧柏林样地

间伐木段

间伐小枝

技术亮点

- 提出“ 生态调控 ”的理念。通过抚育间伐、修枝割灌等手段对可燃物进行调控，既有效降低树冠火发生的风险和火灾损失，又能维持森林生态系统稳定性，兼顾林分生态效益，达到绿色减灾的目的。
- 基于抚育间伐对树冠火发生和林下植被物种多样性的效果进行了综合评价，提出在西山林场可燃物调控活动中采取中度间伐处理，间伐隔期至少 7 年的建议。

前景及效益分析

森林可燃物调控的影响和效果是林火管理驱待研究的内容。其主要目标是降低火灾风险，减少火灾损失。客观、定量的可燃物调控参数有利于林火管理者和森林培育者作为参考，采取科学适度的调控措施。该项技术在有效预防连续型树冠火发生的同时，又不会破坏森林林分结构，维持森林环境稳定性，既兼顾了对于经济效益、人力资源的优化配置，又达到森林可持续发展的目标，因此具有广阔的应用前景。

一种气吸式山地板栗捡拾机

完成人 徐道春　　**联系方式** 13681462745

成果简介

气吸式山地板栗捡拾机是一种利用负压气流将落地的成熟板栗进行收集的机械设备。其工作原理是通过电机驱动风机产生气流，将吸口贴近地上的板栗，产生负压将板栗吸入收集箱中。相较于传统的人工采收，气吸式板栗采收设备可以在山地进行捡拾作业，既能够提高采收效率，又能减少人工劳动强度。

整体图

技术亮点

- 该气吸式山地板栗捡拾设备具有较高的捡拾效率，可在较短的时间内捡拾大量板栗，从而提高工作效率。
- 该气吸式山地板栗捡拾设备根据板栗的物理特性设计的风选箱体，能够保证风机的满负荷运行，提高捡拾效率。
- 采用气流吸取地面板栗，有效避免了机械式振动捡拾机器在捡拾过程中可能带来的灰尘和杂质，使板栗收集更为干净。
- 减少劳动力成本：气吸式山地板栗捡拾机能够取代大量的人工采摘，可以减少劳动力成本，同时也减少了人力资源的浪费。
- 采用气吸式技术可以避免板栗的损伤，提高采摘质量。

主视图

山地板栗捡拾机

前景及效益分析

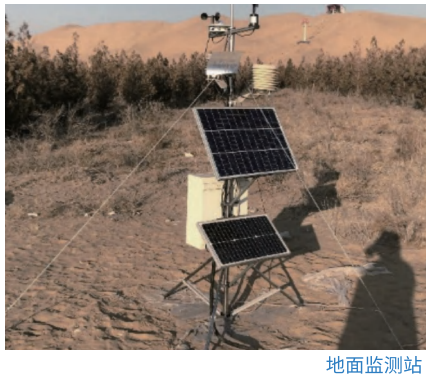
气吸式山地板栗捡拾机的发展前景广阔。一方面可以提高生产的效率，降低生产成本。随着机器人技术的不断发展，气吸式山地板栗捡拾机的技术将得到进一步改进和完善，其应用范围也将逐步扩大。在未来的发展中，气吸式山地板栗捡拾机将更加智能化、自动化，能够满足农业生产的高效化和智能化需求，提高生产水平和经济效益。

沙尘监测预警系统

完成人 赵廷宁 程瑾 闫磊　　**联系方式** 15801590832

成果简介

针对矿区环境监测需求，自主开发了面向矿区的环境气象多信息监测预警系统。系统包括监测节点和监测平台，能实时获取各监测点所处位置的风速廓线、温度场等气象环境信息，且监测节点集成的数据采集器预留了丰富的模拟信号和数字信号通用接口，可以根据不同的监测需求连接相应的传感器，实现多种环境数据采集；监测平台可以实现用户管理、实时监测数据显示、历史监测数据存储与下载、数据统计与处理、预警信息显示等功能。开发的多信息监测系统可以实现在线获取矿区实时气象及环境数据，为矿区沙尘污染监控提供了有效工具，实现在线、实时、连续的矿区沙尘监测。



地面监测站

监测平台实时监测界面

监测平台预警界面

技术亮点

- 模块化设计，可根据需求选择监测环境和气象参数。
- 实时监测，监测数据通过无线传输至服务器，方便查看。
- 集成预测功能，智能算法经训练后可预测信息的变化趋势。

前景及效益分析

构建以“大数据监测＋智能化分级评价”为核心技术的可复制可推广治理模式，对于恢复工矿废弃地生态环境、保障区域生态安全、改善矿区生态环境质量、实现矿区生态恢复具有重要的现实意义，可以为煤炭企业的绿色矿区建设以及可持续发展提供科技支撑，社会效益显著。

基于人工智能的无线通信与网络传输技术

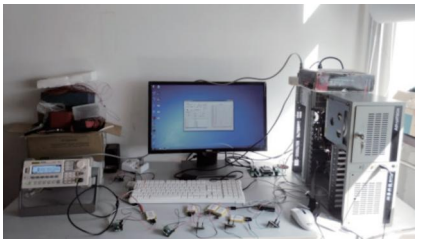
完成人 段瑞枫　　**联系方式** 13520560558

成果简介

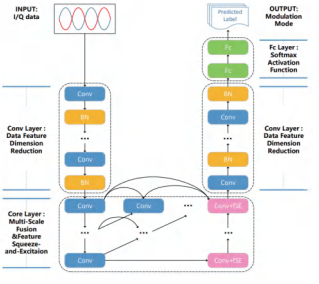
专利 1 公开了一种基于 CC1310 芯片的多通道无线传感监测系统，包括若干子节点和一个中心节点以及上位机。子节点采用时分复用 + 频分复用方式与中心节点无线通信；分组数为 4 时子节点数量可达 100 个以上主节点授时结合多节点分时传输协议确保高精准同步。系统速率高，功耗低，可用于林草业生态监测和工业生产中的智能控制。

专利 2 公开了一种基于神经网络的无线信号自动调制识别方法、装置、存储介质及设备。利用卷积层进行特征提取和降维，利用密集跳连机制生成不同分辨率的特征图并进行融合，利用压缩激励机制在每个通道上对融合后的特征图进行乘法加权。本发明可以实现高准确度的调制信号分类，用于军用通信和认知无线电领域的调制分类。

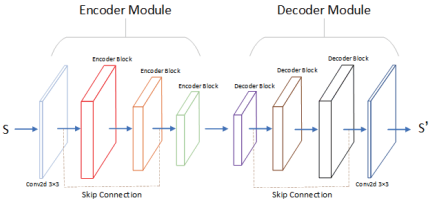
专利 3 公开了一种基于神经网络的调制信号的降噪方法、装置、存储介质及设备。将 SE 模块改进后引入自编码器中来提取调制信号特征并降低模型计算复杂度，且在编解码模组内部进一步增加残差连接来优化网络退化问题。本发明可降低高阶调制的误码率，提升调制识别准确率用于微弱信号检测。



专利1 无线传感网络系统



专利2 调制识别网络



专利3 降噪网络

技术亮点

- 专利1亮点在于可扩展性强、速率高、功耗小，节点同步性好。
- 专利2亮点在于调制识别准确度高，泛化性好，无需人工设置分类标准。
- 专利3亮点在于降噪能力强，无需信道先验信息。

前景及效益分析

专利 1 灵活性好，可扩展能力强，速率高、功耗小，可应用于林草业生态和灾害监测中无线传感网的搭建，也可用于工业生产或远程操作过程中仪器设备的状态监测与控制，特别是对于危险性高的工业生产过程监控，具有很好的应用前景。

专利 2 的调制识别设备主要用于军事作战中的信号截获和认知无线电领域的调制分类，有助于提升军用设备的通信能力，提升系统频谱利用率。

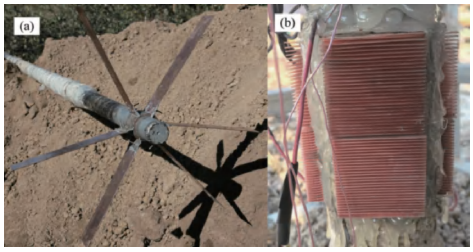
专利 3 的降噪自编码器对于移动通信、卫星通信、遥测通信、军用通信中微弱信号的检测具有重要应用价值，降噪后信号质量增强，有利于正确恢复原始信息。

森林土壤温差发电系统

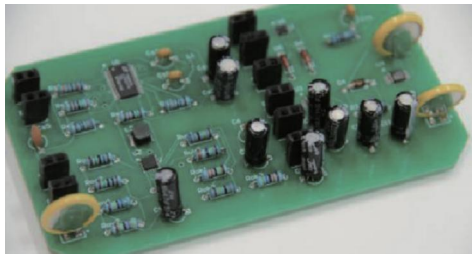
完成人 李文彬　　**联系方式** 13910659735

成果简介

物联网术在林区的应用需求与日俱增，而布设在林内的无线监测传感器的供电问题成为技术瓶颈。偏远林地电网架设成本高，树林郁闭度大，传统供电方式和光伏发电受到制约，频繁更换电池麻烦，且北方冬季电池效能低下，无法满足监测传感器的供电需求。基于森林土壤温差的发电技术是解决该问题的一种新技术。可利用土壤储存着巨大的热能，实现森林土壤温差发电，为林区微功耗监测设备提供原位可持续绿色电能。本项目设计的基于温差发电片和重力热管的热电转换系统建设成本低，不需要架设电网，阴雨天和郁闭度高的林内也可以实现发电。而别是冬季北方林区，更具有优势。温差发电片和重力热管寿命长，无需维护，可持续发电以满足无线传感器供电需求。



森林土壤发电系统的能量管理电子芯片模块



重力热管与带有散热器的温差发电片

技术亮点

- 土壤温差发电系统基于先进的温差发电片和无源重力热管，成本低，寿命长，故障率低。
- 基于塞贝克效应和热力学的森林土壤温差发电系统热电转换模型为无线传感器供电提供了优化设计依据。
- 设计的基于低功耗芯片的土壤温差发电电源管理系统可保证热电转换收集效率。

前景及效益分析

温差发电片和重力热管使用寿命长达数十年，建设和维护成本低。特别是在偏远林地，不需要架设电网的高额成本。不需要锂电池等存储方式，如冬季低温环境下电池无法正常工作的问题。因此森林土壤温差发电系统具有明显维护成本和建设成本优势，对于无线传感器等微功耗器件具有无法比拟的性价比优势。

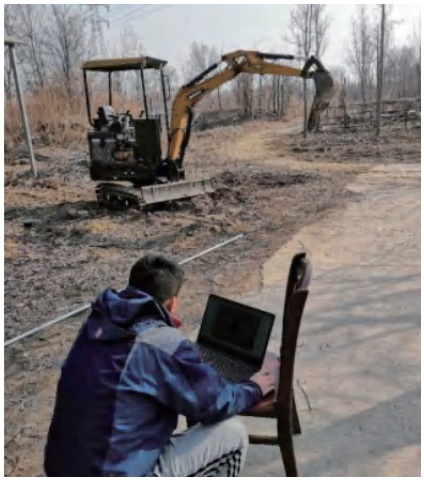
整地装备的自动化改装技术成果

完成人 杨刚　　**联系方式** 13681258163

成果简介

提出并实现了整地装备的自动化改装技术。该技术通过控制器的嵌入式开发以及基于电液集成控制的动力系统改装实现了整地装备的无线信号操控作业。在此基础上，开发了“智能整地装备远程控制系统”，可通过电脑实现对挖掘机的远程控制。此项技术为提高矿山地形整理施工的安全性和自动化程度提供了技术支撑，对矿区生态安全保障具有重要意义。该技术改装成本为 7-8 万，具有较强的可移植性，推广应用价值良好。

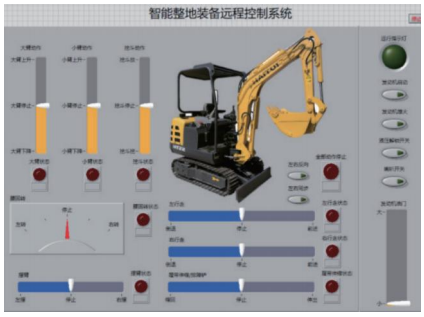
对SY16C型号控掘机进行近距离（小于100米）遥控



通过电脑对SY16C型号挖掘机进行远距离遥控

技术亮点

- 开发了电液集成控制的系统及“ 智能整地装备远程控制系统 ”，可实现对 20 路设备动作的远程控制。
- 现场可在距离危险点 100 米范围内实现设备精准操控；也可实现上千公里的远程遥控。
- 设备可实现手动、自动的一体化操作。



整地装备远程控制系统

前景及效益分析

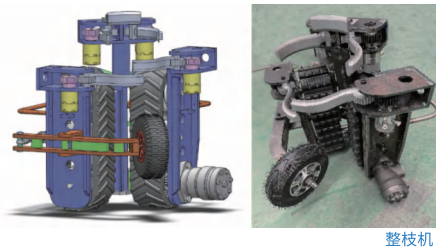
人身安全是矿区最大的生态安全，此项工作为提高矿山地形整理施工的安全性和自动化程度提供了技术支撑，对矿区生态安全保障具有重要意义。该技术的电-液技术、控制模块程序、远程控制系统具有较强的可移植性，并可推广用于其他型号、类型设备的改装，改装成本为 7-8 万，具有较好的推广应用价值，经济和社会效益显著。

液压式自动立木整枝装备

完成人 文剑　　**联系方式** 010-62336031

成果简介

速生林凭借其轮伐周期短、抗逆性好、木材材质好以及造林成活率高等优良特性，使它成为工业用材林的首选，当前工业用材林培育已从单一追求速生丰产，转化为对优质木材需要。其中修枝抚育作为一项基础性营林措施可以有效的改善林木的木材干形和木材性质，有效提高木材质量，提高经济效益。落后的人工修枝方式已经不能满足速生林健康化、产业化及规模化的发展，机械化的修枝技术是确保速生林快速生长、提高品质的重要突破口，修枝机器人的研发具有重要意义。为此研发了一款履带式液压驱动立木整枝机。该机器可用于落叶松、杉木、毛白杨、河北杨、白桦等人工速生丰产林的整枝工作，能依靠冲击力实现高效率自动化整枝，降低工人劳动强度，提高作业安全性。



整枝机

修枝效果

技术亮点

- 树径自适应夹持技术。实现树木攀爬过程的实时夹紧，防止打滑脱落。
- 自适应避障技术。避障机构的设计，可以轻松越过树瘤，减少对树皮的损伤。
- 高效切削整枝技术。使用最佳刀具参数这组合，依靠冲击力进行整枝，极大提升整枝效率，最大修枝直径可达 4cm，修剪一棵树的作业时间仅为10秒。
- 电液气柔性混合控制技术。提供了一套解决树木攀爬修枝的控制系统和方法，实现了液压驱动攀爬，气压自适应夹紧，远程遥控等功能。
- 本技术还可以为林木无损检测、高大树木林果采摘以及其他林木高空作业提供机电装备作业平台和技术支持。

前景及效益分析

履带式液压驱动立木整枝机可适用于多种人工速生丰产林的整枝工作，可适应树干胸径范围10-20cm，最大攀爬高度可达15m，最大修枝直径可达4cm，单颗树作业用时小于10秒，作业效率能达到人工修枝的30倍。该整枝机适宜在我国人工速生丰产林林区进行修枝抚育作业和推广应用。

面向林业应用的林业攀爬整枝装备研发，不仅有助于提高林业现代化技术水平和作业效率，有效降低人为干预力度，能够代替人在林业多种应用场景下完成既定工作，提高了林业生产效率，降低了工人劳动强度，同时有利于培养建设高水平仪器设备研发师资团队，加强国内外相关技术领域专家的合作交流。

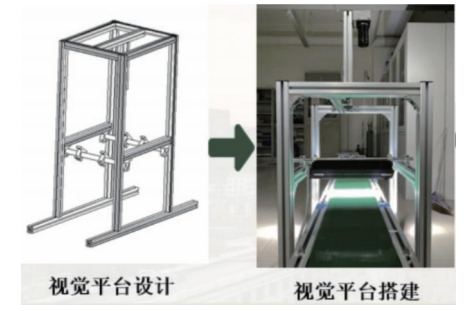
中药饮片智能分选系统

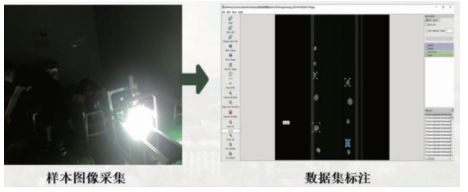
完成人 闫磊　　**联系方式** 15201309527

成果简介

本项目基于中药饮片市场存在使用人工目检的方式，导致分拣中药饮片效率和精度低。中药饮片剔除难度大、识别精度要求高的作物分拣，目前国内还是一片空白的两大痛点。响应国家政策号召，提供基于机器视觉技术的高精度智能分拣系统，大大提高原人工目检的分拣效率及精度。为中药饮片制造商精确分拣，去除废片坏片，优良饮片分级出售，从而为制药企业提供优质饮片，清朗中药饮片市场，打开国内视觉机器在中药饮片分拣方向的市场。

目前整套设备已经投入生产，已经能准确对白芷、黄芪、白芍、沉香、石蕾蒲、香附等多种中药进行识别剔除，项目已取得重大进展。





流程图

技术亮点

- 机器视觉技术：饮片在传送过程中，利用工业相机对其进行实时采集，将收集的图片信息传送给上位机进行处理（处理速度60张 / 毫秒），然后将处理结果发送给剔除机构，对所选缺陷的饮片进行剔除。
- 中药饮片智能识别系统：引入深度学习模型，充分提取中药饮片外观特征，实现对白芷、黄芪、甘草等多种中药饮品的高效精确地识别和剔除。识别的准确率高达98%，且单条生产线效率是传统的人工剔除的1.2倍。

前景及效益分析

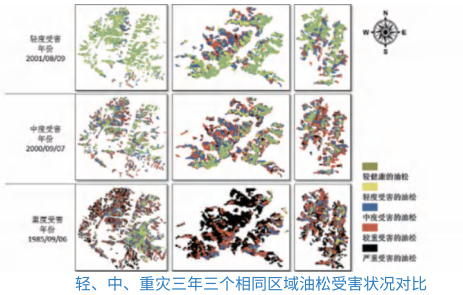
该成果已获授权发明专利2项、软件著作权登记8项，在投SCI论文1篇，在审实用新型专利2项。目前与国内某大型中药生产企业合作，项目也得到了北京同仁堂、京东健康等领导的参观与考察。该设备可以通过修改部分参数，实现对不同的目标物体实现高效率的实时分拣操作，节省大量人工成本，有着巨大的实用前景和经济效益。

主被动遥感协同森林资源病虫害遥感监测技术

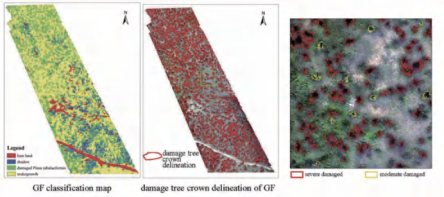
完成人 张晓丽　　**联系方式** 13681272638

成果简介

针对全球气候和生态环境背景下森林病虫害发生风险和危害程度不断提高而人工调查难度大的问题，团队致力于“星-机-地”主被动遥感协同森林资源精细监测特别是病虫害遥感监测方面的研究。依托973、国家自然科学基金等项目，经过长期研究和实践，建立了光学遥感多尺度食叶害虫为害监测技术体系，构建了近地高光谱松材线虫病害监测和预测模型，创新了地基激光雷达样地尺度森林病虫害精准监测技术，形成了星机地一体化的森林病虫害灾害监测和预测技术体系。上述技术可为开展森林病虫害的动态监测和预测，及时有效进行灾害防治提供关键技术支撑。



轻、中、重灾三年三个相同区域油松受害状况对比



油松毛虫重点发生区单木提取及病害等级划分

技术亮点

- 建立了星机地光学遥感多尺度食叶害虫为害监测技术体系。 依据食叶害虫各阶段的为害特点以及星机地遥感数据优势，建立了有效的光学遥感食叶害虫为害监测技术体系，实现了食叶害虫为害发生多尺度遥感监测与预测。
- 构建了近地高光谱松材线虫病害监测和预测模型。结合地空高光谱数据，探究了松材线虫病不同寄主树种各感病阶段的空谱特征，构建了监测模型，实现了松材线虫为害的全过程监测。
- 创新了地基激光雷达样地尺度森林病虫害精准监测技术。提出了地基LiDAR基于扇形体体素的点云密度参数估算失叶率的方法，发展了LiDAR数据非规则体素化相关理论。

前景及效益分析

依据食叶害虫各阶段的为害特点以及星机地遥感数据优势建立的星机地光学遥感食叶害虫为害监测技术体系，能够实现食叶害虫为害发生多尺度遥感监测与预测。根据受害木各感病阶段的空谱特征构建的近地高光谱松材线虫病害监测和预测模型，实现了松材线虫为害的全过程监测，助力区域尺度松材线虫病害精准监测并及时开展科学防治。地基LiDAR森林病虫害监测技术，可以客观定量估算枯枝率、失叶率和叶面积，为后续灾害危害程度监测和评估模型构建提供了技术支持。上述关键技术构成了完善的林业有害生物灾害遥感监测预测技术体系，实现了区域森林病虫害的动态监测和及时防控，服务于异常变色木识别、森林变化年度更新，筑牢生态安全屏障。

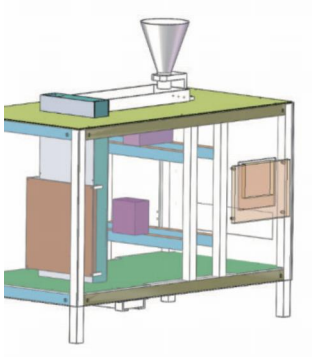
基于边缘计算的砂砾粒径测量系统

完成人 闫磊　　**联系方式** 15201309527

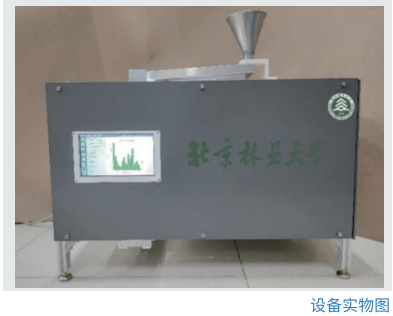
成果简介

砂砾的浓度是评价沙尘暴等风沙危害程度的重要因素，沙尘浓度是砂砾的外在表现，客观精确地测量砂砾的粒度分布对于风沙流动研究和荒漠化防治具有重要意义。项目来源于国家重点研发计划“西北干旱荒漠区煤炭基地生态安全保障技术（2017YFC0504403）、内蒙古科技重大专项（2020ZD0021）。

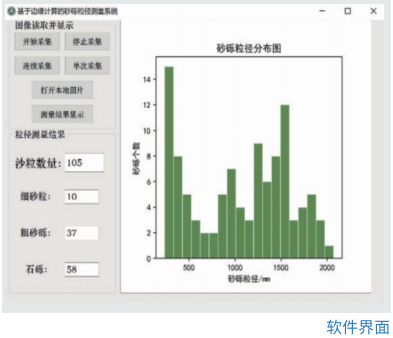
致力于研究小颗粒识别领域的检测智能化、控制智能化，拟通过人工智能的算法实现粗砂砾、细砂砾、石砾三种砂砾的粒径分布统计。装置包括振动上料系统、采集图像系统、收集系统以及边缘侧数据分析系统四个部分。多次实验表明，成果有较高的检测精度和检测效率，可满足科研观测等现场实验的基本要求，具有良好的应用价值。



设备设计图



设备实物图



软件界面

技术亮点

- 使用图像处理算法获取砂砾的粒径，算法检测精度准确，执行效率高。
- 使用边缘计算设备处理数据，节约成本和程序内存空间。
- 机械结构设计精巧，光源的照明方式使用背向照明，搭配黑白相机，有利于区分目标与背景，提高轮廓识别准确率。

前景及效益分析

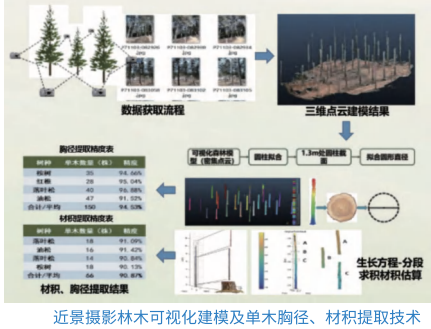
砂砾粒径是生态学中检测以及分析沙尘情况的重要因素，对砂砾粒径的实时测量分析，可以更加精确地了解区域风沙动向及降尘情况，进一步为环境治理提供有效解决方案。后续将以该科技成果作为合作条件，与他人共同实施转化和以该科技成果作价投资，折算股份或者出资比例是高等学校和科研院通过合作，将科技成果与他人共享的转化方式。

立体多模式遥感单木三维信息快速无损精准提取技术

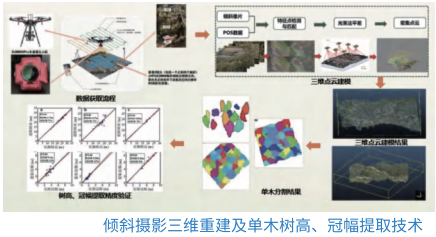
完成人 张晓丽　　**联系方式** 13681272638

成果简介

协同多平台、多角度、多模式立体观测遥感技术，实现森林资源定量、精细监测和自动提取，对于解决目前森林资源监测技术稳健性差、精度不高、效率低等“卡脖子”技术问题意义重大。团队围绕降低数据获取成本、提升技术稳健性、提高智能化水平三个核心问题，开展了多维、立体遥感观测“数据获取 - 关键技术研发 - 行业应用”全过程研究，建立了一套基于天空地立体遥感观测的森林资源精细化智能监测技术体系，研制了立体遥感观测数据获取原型设备与处理软件，实现了森林树种高精度自动精细分类和林木结构参数提取，提升了数据获取与处理效率的同时显著降低了成本。



近景摄影林木可视化建模及单木胸径、材积提取技术



倾斜摄影三维重建及单木树高、冠幅提取技术

技术亮点

- 率先提出了基于多模式高分立体遥感观测的单木三维结构参数快速、无损、精准提取技术，解决了光学遥感影像因空间分辨率和垂直结构特征表达的限制单木参数提取精度差、激光雷达数据采集成本高的问题。
- 开发了适用于复杂森林环境及低成本、高效、自动、精准提取单木信息软件系统。
- 研发了便携式森林样地调查双目立体成像数据采集系统原型设备，为森林资源精细调查和年度监测提供了便捷、易用、高性价比的可靠工具，首次实现了基于近地遥感技术的自动化样地调查替代传统人工调查的转变。

前景及效益分析

针对传统光学遥感数据分辨率较低、单木参数获取精度差， LiDAR 数据采集成本高的问题，提出了基于新一代无人机、地基遥感系统的多模式高分立体遥感观测的单木三维结构参数快速无损精准提取技术，能够实现森林资源精细动态监测，促进森林资源遥感监测、碳汇精准计量及山水林田湖综合治理等领域的技术进步。

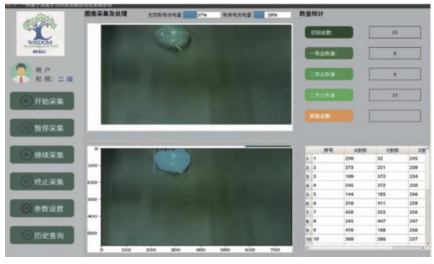
该成果在多个省市开展技术推广应用，生产了70个样地的高质量单木参数产品，极大提高了效率和精度。该成果还可为林业资源的高质量培育、保护及科学管理和林业生态工程建设成效的评估等提供直观、精准监测关键技术支撑，在山水林田湖草沙一体化综合监测、治理方面提供智能、高效的技术支持，应用前景广阔。

双孢菇智能采摘机器人

完成人 闫磊　　**联系方式** 15201309527

成果简介

本系统用于在车间实现对双孢菇的自动化采摘和切收，图像采集模块利用深度相机实现对双孢菇图像的实时采集，数据传输模块将图像信息自动传输到系统控制中心NX，NX利用深度学习算法对图像进行智能识别和判断并自动生成目标坐标，然后NX通过 UART通信控制STM32单片机驱动探入式机械臂实现对双孢菇的自动采摘和切根。



上位机软件

双孢菇采摘机器人实物图

技术亮点

- 智能化的图像监测与识别：利用深度相机实现对双孢菇图像的实时监测与采集，采集到的图像信息上传到NX后，NX采用深度学习算法对图像进行智能识别和坐标计算，最后将目标坐标传输到 STM32 单片机，并控制STM32单片机准备进行双孢菇的采集。
- 智能化的采摘设备：NX控制单片机按照目标坐标实现对双孢菇的精准定位，采摘模块采用气泵驱动机械臂的方式极大地避免了对菇面的损伤，利用探入式机械臂充分地实现对监测区域内双孢菇的精细化采摘动作，利用切割模块实现对双孢菇的切割与收集，采摘全程智能化、高效率。

前景及效益分析

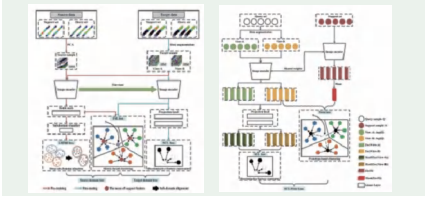
目前双孢菇的采摘和品质分级两个工序仍依靠人工来完成，工厂需要雇佣大量劳动力来完成。实际生产经营中人工方式也带来许多问题，如人工进行品质分级主观性强、产品一致性差等问题。双孢菇采摘机器人代替人工就可以很好的解决这些问题，将机械自动化和人工智能领域的机器视觉技术融合在一起，研发双孢菇采摘机器人对于实际生产效率的提高有重要推动作用。

融合多维特征的复杂林分深度学习树种分类技术

完成人 张晓丽　　**联系方式** 13681272638

成果简介

针对森林资源调查和年度监测对森林多树种自动分类与空间成图技术的迫切需求， 应用机载高光谱和 CCD 影像、高分光学遥感卫星影像，辅以机载LiDAR点云数据，创新了融合多维特征的复杂林分深度学习树种分类技术。构建了3D-1D-CNN、Proto-MaxUp+CBAM-P-Net系列、Res-UNet 和 ACE R-CNN等深度学习模型，具有适用小样本、鲁棒性强、效率高和易实现等特点，实现了单木 - 林分 - 区域不同尺度多树种精细分类，为精准获取林业调查中树种分布信息提供了可靠方法，从而为森林资源调查和参数定量反演提供可靠的树种分类产品。



示意图

计算机软件著作权登记证书

技术亮点

- 创新了融合多维特征的复杂林分深度学习树种精细分类技术，提出了单木-林分-区域不同尺度树种分类深度学习系列模型。
- 解决了深度学习方法在树种分类应用中模型结构复杂、分类精度较低、需要大量训练样本的关键问题。
- 开发了一套适用于复杂森林环境以及有限样本量情况的深度学习树种分类软件系统，为森林资源调查部门业务化应用提供了便捷高效的工具。

前景及效益分析

深度学习树种分类技术已应用于多个区县林业管理和生态修复项目效果评估工作中，完成了104.80km^{2}树种分布信息制图和15102km^{2}精细森林类型分类专题图制作，技术具有低成本、可迁移、高精度的优势。

基于高光谱图像的树种分类软件系统已服务于多个场景的树种精细分类任务，满足了相关部门自动化、高精度的树种分类业务需求，受到应用单位的高度认可。产品成熟度高，具有广阔的市场前景。

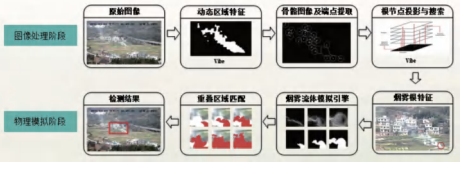
融合多维特征的复杂林分深度学习树种精细分类技术能够实现多尺度、快速、精准森林树种识别，大幅提高森林资源调查效率，节约财力与外业时间，经济潜力巨大；同时可服务于区域生态系统多样性调查、自然保护地管理和碳汇精准计量等领域，生态和社会效益显著。

森林火灾早期监测预警软件及装备

完成人 程朋乐　　**联系方式** 13810862663

成果简介

本算法主要应用于野外环境下森林火灾的早期智能监测，布置在林区的监测设备可以对林区进行全天候多尺度的实时监控，搭建了全尺度条件下的森林火灾烟雾相似区域提取模型，通过人工智能模型对林区监控图像和视频进行林火烟雾的识别与预警。同时该算法也适用于智慧城市系统中街区、矿区、校区、古建筑区域等的火灾早期监测。



基于烟雾根节点与流体力学模型结合的林火烟雾检测算法架构

全尺度烟雾监测示意图

技术亮点

- 提出了“烟雾根”理论，建立了一种弱相关于林火监控背景的烟雾根数学模型，揭示多模态视觉场景对烟雾存在性的影响机理。
- 能够实现类烟类物体与烟的区别检测。
- 能够实现森林火灾的早期监测预警。

前景及效益分析

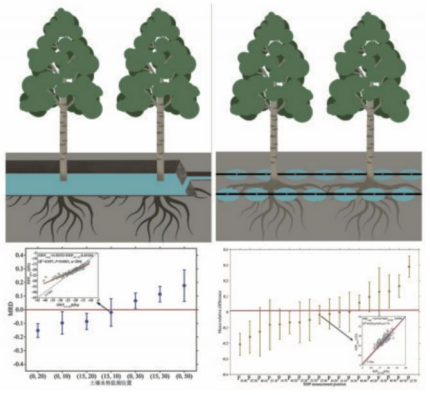
北京市森林资源丰富，目前全市林地总面积 1648.9 万亩、森林覆盖率已达到 44.6%，其中易燃树种占有林地面积的 56.17%，占比较高。随着生态环境保护工作不断推进，林下可燃物载量迅速增加，具备发生重特大森林火灾的可能性。森林火灾的早期监测预警可以实现森林火灾的“ 打早、打小、打了 ”，森林火灾早期监测预警软件和设备的推广将在北京地区森林火灾救援处置过程中发挥关键作用。

白杨大径材林精准智能化水分管理技术研究及应用

完成人 席本野 段劼　　**联系方式** 18500820820

成果简介

杨树作为中国最常见和广泛种植的树种，木材产量占全国三分之一，对我国木材安全做出重要保障。然而，我国杨树人工林尤其是其大径材林的生产力还普遍较低，粗放的水分管理严重限制了林分生长。北京林业大学席本野教授团队历时 15 年研究，揭示了水分管理对白杨大径材培育的重要性，构建了基于植物和基于土壤的白杨灌溉起始指标阈值体系，通过建立定量关系和预测模型，实现了对林地耗水的实时监测与灌溉量的精准估测。此外，团队进一步自主研发各类土壤与植物传感器，实现了白杨大径材林水分管理的智能化与自动化决策为提高我国白杨大径材林的生产力、解决木材供给压力和保障木材安全提供了重要支持。



不同灌溉方式下土壤水势的时间稳定性

智能化水分管理监测设备

白杨大径材林智能化水分管理系统

技术亮点

- 创制了土壤湿润峰二维运移距离随灌溉时长的变化图，可用于滴灌系统技术参数，为白杨大径材林精准水分管理系统的设计提供依据。
- 系统评估了不同类型指标用于指示白杨水分胁迫的敏感性，构建了基于植物和基于土壤的白杨灌溉起始指标阈值体系。
- 构建了以林分叶面积指数等为预测变量的蒸散、蒸腾和蒸发估算模型，实现了对林地耗水的精准估测。
- 多角度综合提出用于指示灌溉起始时间的土壤水分最佳监测位点，攻克白杨大径材林智能化水分管理中的土壤水分传感器布设难题。
- 研发了各类土壤与植物传感器，成功建立国内首个多类指标进行灌溉决策的智能化水分管理系统，为白杨大径材林精准水分管理技术的智能化应用提供软硬件系统支撑。

前景及效益分析

精准智能化水分管理技术成果的推广应用， 可使白杨大径材林的生产力提高 16%-38%。 以白杨人工林目前的平均生产力为12$m^3 \cdot yr^{-1} \cdot ha^{-1}$（调研统计数据）为基准来计，成果的应用可使每公顷林分的生产力每年提高1.9-4.6 m^3。按目前杨树大径级木材价格为1200 元 · m^3来计，每年每公顷林分的木材产值可增加2280-5520元。仅按60万亩（4万公顷）的推广面积来计，经过一个完整的白杨大径材林轮伐期后（12年），推广林分的木材总产值可增加10.94-26.50亿元。

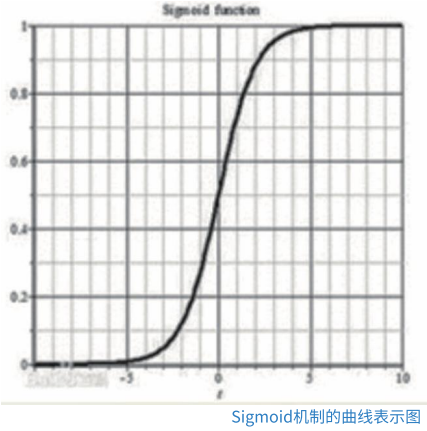
基于深度神经网络的鸟类识别方法及电子设备

完成人 张军国　　**联系方式** 18810381696

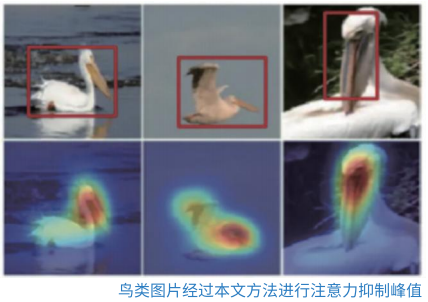
成果简介

鸟类图像识别问题属于鸟类的细粒度分类问题。经典方法如RA-CNN，通过渐进式放大图像区域提高分类精度。但其仅通过单一局部特征辅助网络分类，无法综合有效地利用合理信息。而 MA-CNN 基于多个局部注意力区域进行细粒度分类，但由于图像中目标存在遮挡等问题，网络过于依赖该方法获得的注意力区域会存在负面影响。因此，鸟类识别任务的重点在于，如何使网络学习到更多更具有鉴别性的信息。

本发明实施例的目的在于提供一种基于深度神经网络的鸟类识别方法及电子设备，通过建立注意力提取网络，逐步获取综合并且具有鉴别性的语义区域，对于鸟类基准数据集，能够实现精细区域的提取并用于分类。



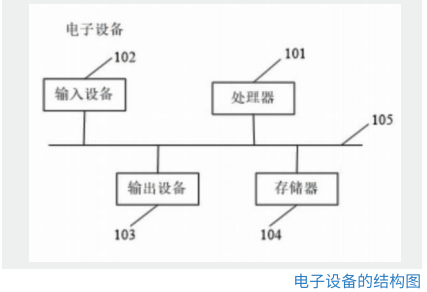
Sigmoid机制的曲线表示图



鸟类图片经过本文方法进行注意力抑制峰值响应区域裁剪等处理后的效果图

技术亮点

- 一种基于深度神经网络的鸟类识别方法及电子设备。方法包括：获取鸟类训练图片集，用于训练深度神经网络；获取待识别的鸟类图片，将其输入所述深度神经网络，得到鸟类相关特征。
- 在不提升额外的网络参数量情况下，本文方法通过注意力机制提取更加多样化的图片局部特征信息，取得更高的分类精度。
- 相比于 RA-CNN 等经典方法，本文方法通过裁剪局部峰值响应区域能够综合各个局部的信息，而不是仅仅关注某一个关键的区域。
- 本文提出一种 Drop Channel 的方法，随机抑制一些通道注意力区域，迫使网络寻找其他有效的信息，能够提高网络的泛化能力。



电子设备的结构图

前景及效益分析

本研究提出一种基于深度神经网络的鸟类识别方法及电子设备，针对相关领域存在的主要问题通过注意力机制、裁剪局部峰值响应区域、Drop Channel机制实现了野生动物监测图像目标辨别性区域提取，在不提升额外的网络参数量情况下，能够提取更加多样化的图片局部特征信息，取得更高的分类精度，为实现野生动物高效监测提供了有效解决方案。

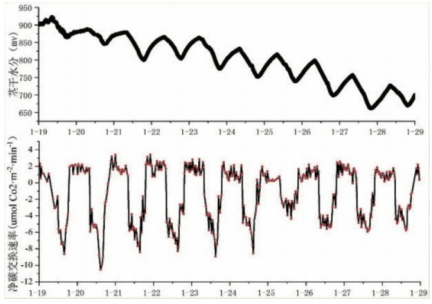
活立木碳汇实时监测关键技术及智能感知设备

完成人 赵燕东　　**联系方式** 15810210957

成果简介

本成果包括具有独立知识产权的林草生态碳中和智能检测装备、基于深度学习的活立木碳汇大数据分析算法及基于“互联网+”的智慧感知与决策“云”平台。以活立木自身生命水循环规律为抓手，结合生长环境特点，采用大数据分析技术，深度研究单株活立木固碳机理，为森林碳中和计量、评价、交易提供可靠的、实时的数据及理论支撑。

活立木茎干水分传感器、
土壤剖面温湿度复合传感器、
活立木微环境感知系统



基于大数据技术的分析软件

技术亮点

- 智能感知技术：采用具有独立知识产权的林草生态碳中和智能检测装备，以茎干含水率及变化运移规律作为生命体征参数，提取活立木在碳循环过程中茎干水分及其变化规律的水分特征（时域特征、频域特征、主成分特征及经验小波特征），构建了基于茎干水分特征的活立木生命体征和碳水循环模型。设计了新型的土壤 CO_2 -水分-温度复合传感器，为深入研究全球碳循环机理以及合理制定森林生态系统减排增汇经营方式提供重要的技术支撑和决策依据。
- 大数据分析技术：在对森林土壤、活立木根系、茎干和冠层的水分含量、水势和液流等参数实时立体监测的基础上，结合全天光合速率、蒸腾速率和生物量测定，采用深度学习等大数据分析技术定量表达活立木水分利用效率和固碳释氧量，为筛选高固碳低耗水型绿化树种和生态保护树种提供理论依据。

前景及效益分析

“中国二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，努力争取 2060 年前实现碳中和”，这是习近平总书记在第七十五届联合国大会上对世界的承诺。双碳政策成为我国的大政方针。森林是陆地生态系统的主体也是最大的碳库，森林植被通过光合作用，可吸收固定大气中的二氧化碳，发挥巨大的碳汇功能，并具有碳汇量大、成本低、生态附加值高等特点。碳交易日益受到各国的重视，其中如何进行合理、准确的碳汇计算成为重点。本成果为碳汇计算与交易提供数据支撑，具有广大的应用前景和巨大经济效益。

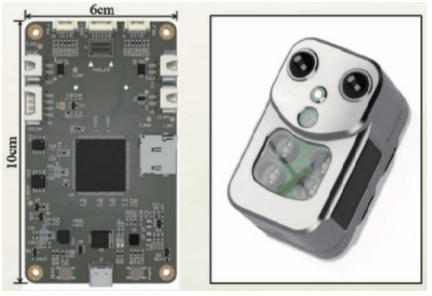
一种一体化野生动物图像采集系统及方法

完成人 张军国　　**联系方式** 18810381696

成果简介

红外触发相机是当前野生动物资源调查的主要手段之一，动物进入相机监测区域后，其发射的红外线会触发相机抓拍图像，从而实现动物图像的采集。但一般红外触发相机往往需要人工周期性地去更换存储卡来取回数据，周期长且人工成本高，且取回的数据中包含大量误触发的空拍图像，不利于生态调查的开展。

对此开发了一种体化野生动物图像采集系统及其配套方法，该系统由边缘设备、网关设备和远程数据中心组成。边缘设备能够自动抓拍野生动物图像，其内置的误触发筛选程序可以完成无效图像过滤，仅传输包含动物的图像，通过自组织无线网络传输到数据中心，可以实现对野生动物无线、远程、快速和友好监测。



边缘设备核心电路板与样机实物图

设备现场布署照片

技术亮点

- 网络化的边缘监测设备：具备传统红外相机监测功能的基础上，扩展自组织网络传输功能，不依赖外部通信网络，同时可实现误触发图像的筛选，极大减小监测设备的运行功耗。此外设备扩展了太阳充电功能，以延长连续监测周期。
- 空拍图像自动过滤：监测相机内置小型神经网络，可以在数据源头过滤空拍图像，大幅降低后期的数据清洗、数据过滤处理难度。

前景及效益分析

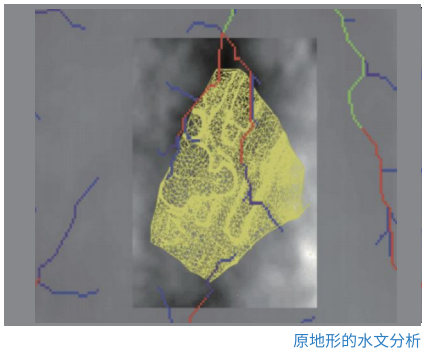
我国共有 446 个国家级自然保护区，现有野生动物监测的主要方式仍然采用人工调查、红外感应相机等方式，监测周期长， 图像分拣需要耗费大量的人力物力，监测效率低。将该成果应用于自然保护区，可以提高野生动物数据获取与处理效率，促进野生动物资源本底调查以及野生动物疫情疫源监测工作的自动化和智能化水平。

近自然地形重塑技术成果

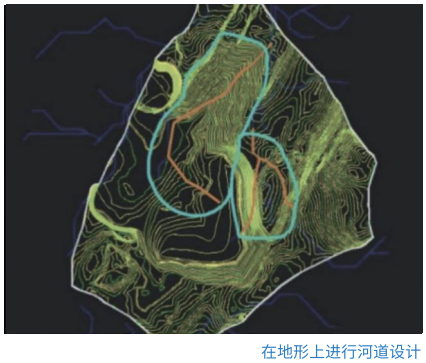
完成人 杨刚　　**联系方式** 13681258163

成果简介

近自然地形重塑是在保护自然、顺应自然的思想指导下，参照邻近未扰动的自然、稳定区域的地形、水文特征等来进行地形重塑，使矿区废弃地地形达到或接近自然的状态。从而使得可以利用自然本身的自我更新、自我调节能力达到稳定、再生的目的。本成果针对西北干旱荒漠区采煤迹地的地形重塑需求，形成了近自然地形重塑的完整技术方法，对参数指标体系的构建、参照区域的选择、参数的计算、设计流程、评价方法等各个关键环节都给出了具体而可行的技术解决方案，并结合三个示范区进行了设计实践，具有很好的可操作性和推广价值。



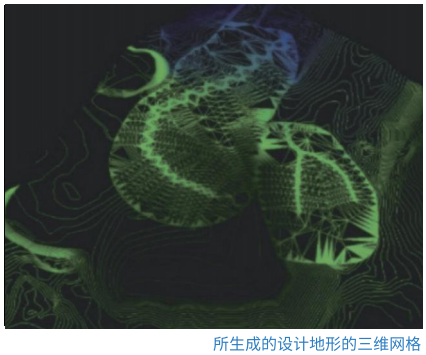
原地形的水文分析



在地形上进行河道设计

技术亮点

- 确定影响地形构建的因子 25 个，并基于扎根理论首次构建了面向近自然地形重塑的3级指标体系
- 提出了比较完整的近自然地形设计方法流程，流程中各个环节都有具体的实现策略，具有较强的可操作性。
- 提出了基于点-线-面三层次的地形编辑策略，并开发了相应的地形编辑及可视化系统，为近自然地形可视化交互编辑提供了工具。



所生成的设计地形的三维网格

前景及效益分析

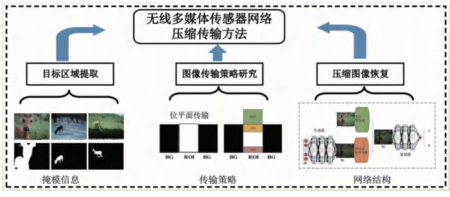
目前国内对矿区废弃地的地形重塑设计中一般缺乏对当地流域水文、地表形态、水蚀风蚀等因素的定量评估和针对性考虑，缺少流域的全局观念，规划设计方案深度不够。其地形边坡容易发生侵蚀现象; 在极端气象条件下，易发生山体滑坡、塌方，甚至发生泥石流等地质灾害；景观与周边环境不协调、不和谐；生境单一，不利于生物多样性重建与演替。而本成果的近自然地形重塑技术旨在使矿区废弃地地形达到或接近自然的状态。从而使得可以利用自然本身的自我更新、自我调节能力达到稳定、再生的目的。这对我国矿区废弃地的土地复垦和生态重建具有重要意义，具有很好的应用前景，社会效益显著。

野生动物监测图像自适应压缩传输与恢复方法及装置

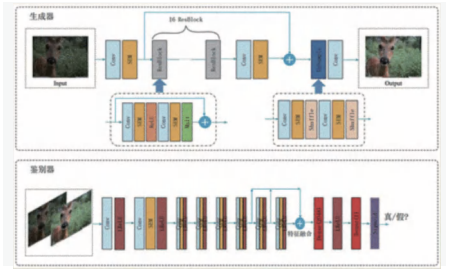
完成人 张军国　　**联系方式** 18810381696

成果简介

由于野生动物监测环境复杂，监测图像数据量庞大、传感器网络带宽受限等原因，导致野生动物监测图像传输缓慢且不稳定，同时会缩短无线传感网络的生存周期，不利于野生动物监测系统的长期稳定运行。本专利提出一种野生动物监测图像分布式压缩传输与图像恢复方法，可以有效降低无效图像传输、提高图像传输效率，同时也能为后期的图像识别及分析提供高精度的数据基础。



野生动物图像监测传输方案整体框架图



图像恢复算法网络结构图

技术亮点

- 一种野生动物监测图像分布式压缩传输与图像恢复方法，主要包括图像目标区域提取、分布式压缩传输以及压缩图像三部分组成。
- 目标区域提取是图像压缩传输的第一步，通过提取监测图像的目标区域并进行优先传输可以大幅降低无效图像传输占比，提高传输效率。该部分主要包括重构颜色空间模型、获取图像纹理信息以及自适应聚类三部分。
- 在图像传输策略方面，本研究提出一种分布式压缩传输方法，主要包括基于分层感知的图像压缩编码以及图像渐进式传输策略，可以实现显著性目标区域的无损压缩以及背景区域的有损压缩，实现网络资源的合理利用。
- 为了进一步提高压缩图像的质量，实现野生动物监测图像的深度利用，本研究通过压缩图像恢复算法为图像识别及数据分析提供高精度数据。

前景及效益分析

本研究提出一种野生动物监测图像自适应压缩传输与恢复方法，针对相关领域存在的主要问题通过目标区域提取、压缩传输策略、压缩图像恢复实现了野生动物监测图像目标区域的优先编码，保证了低比特率条件下图像整体质量的快速恢复，改善了压缩图像在解码端的重构质量，为实现野生动物高效监测提供了有效解决方案。

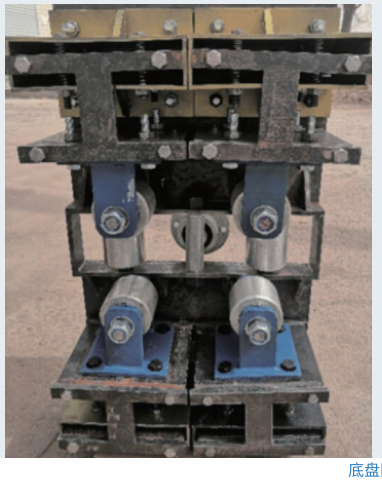
摩擦驱动式林业电动单轨车

完成人 徐浩庭　　**联系方式** 13161511100

成果简介

针对目前低坡度丘陵山地林用电动单轨车运行速度慢，转弯半径大、稳定性差等问题，对摩擦驱动式林业电动单轨车进行优化与研究。对电动单轨车的整体结构与底盘进行优化设计和研究，设计并研制了单轨车的双底盘结构、转向装置与防侧倾装置。通过对双底盘结构的理论分析，得到单轨车最小转弯半径与两底盘距离及两转向轮距离的关系；通过对转向装置的理论研究，得到单轨车最小转弯半径与转向弹簧弹性系数的关系；通过对防侧倾装置的理论计算，得到单轨车最大载重量与防侧倾弹簧弹性系数的关系。根据单轨车技术性能指标，结合理论研究，确定单轨车各个零部件的尺寸参数，并完成三维设计。

对单轨车进行运动学仿真实验验证单轨车整体方案的可行性，对轨道及轨对单轨车进行运动学仿真实验验证单轨车整体方案的可行性，对轨道及轨道连接件进行静力学分析，计算其最大应力及最大形变量确定方钢轨道的规格。研制单轨车的各个零件，并完成转向装置、底盘、防侧倾装置、车身及其他零部件的组装，完成整车的组装。对单轨车的转弯半径、载重量、运行速度、爬坡度、噪音及振动频率进行田间试验。完成机器的第三方检测认定。



底盘图

测试图

现场应用图

技术亮点

- 最小转弯半径≥3.2m。
- 最大载重量≥300kg。
- 最大运行速度≥20km/h。
- 工作噪声低于82dB。
- 轨道的震动频率在15Hz内。
- 单轨车振动幅度小于4mm。

前景及效益分析

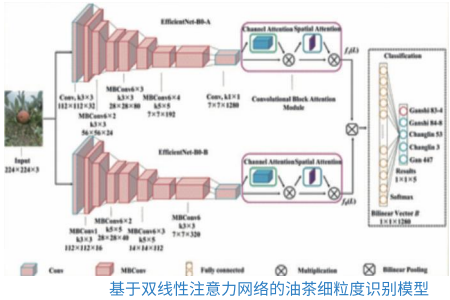
此林业电动单轨车的运输性能良好，符合设计要求，可有效解决单轨车转弯半径大、运行不稳定等问题，且环保高效，制造成本低，满足了低坡度山地林区对林果运输高效、环保的要求，解放了劳动力，为实现山地林果的智能化运输奠定了基础。

基于图像的果实品种识别和成熟度检测方法

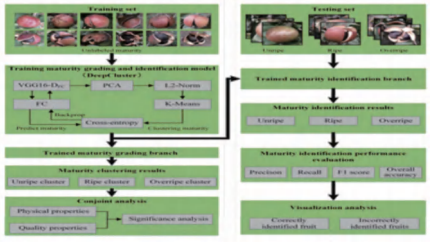
完成人 陈锋军　　**联系方式** 13488678058

成果简介

为确定油茶、油橄榄和核桃三种木本油料作物的最佳采收时机，提高三种油料作物果实的出油率及品质，课题组以自然环境下采集的果实图像为实验数据，将卷积神经网络技术和无监督聚类技术应用于三种作物，针对不同油料作物果实通过无监督聚类技术制定成熟度等级标准，提出用于检测三种油料作物品种和成熟度等级的识别算法，开发品种和成熟度识别APP以及便携检测仪，为机械化智能化采收提供技术支撑。



基于双线性注意力网络的油茶细粒度识别模型



基于无监督学习图像聚类的方法

技术亮点

- 卷积神经网络技术：不同油茶果实品种间表型特征差异小且肉眼难以区分，采用基于双线性注意力网络设计油茶细粒度识别模型，充分提取油茶果实不同品种的关键特征。油橄榄果实相邻成熟度特征差异不明显且果实之间相互遮挡，基于改进的 EfficientDet 设计油橄榄果实成熟度检测模型，充分提取油橄榄果实不同成熟度的关键特征，为智能采摘提供研究基础。
- 无监督聚类技术：油茶没有成熟度划分标准是一个现实问题，采用无监督聚类技术设计油茶成熟度划分方法，并采用 Ducan 方法验证标准的可靠性，最终利用 DeepCluster 模型检测油茶成熟度。不同成熟度核桃果实差异不明显，采用基于 GATCluster 的聚类算法识别核桃成熟度，为核桃成熟度标准的制定提供帮助。

前景及效益分析

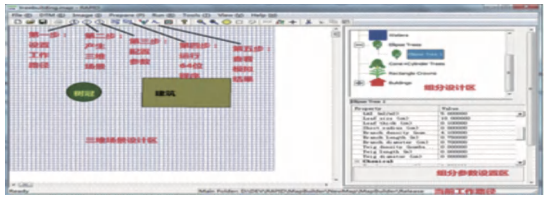
国家林业和草原局对油茶、核桃、油橄榄等经济林树种进行了重点布局，预计到2025年木本油料种植面积达2.7亿亩左右。基于自然环境下三种木本油料作物的果实图像对果实的品种识别和成熟度检测进行研究，能够为作物的自动化采摘提供理论基础，减少行业所需人力财力、提高木本油料作物果实的品质，促进行业发展，前景广阔。

三维遥感辐射传输软件RAPID1.0

完成人 黄华国　　**联系方式** 13811090169

成果简介

针对森林参数观测和光学遥感图像模拟需求，以定量遥感理论为基础，构建一套适用于复杂森林、草地的三维辐射传输模型，并以此为出发点研究植被冠层参数的定量反演算法，同时发展新的地面抽样理论，形成一套星 - 机 - 地一体化的森林参数调查与反演的理论和技术体系。其中三维辐射传输软件集成了场景重建和辐射传输模拟，具有速度快、使用直观方便特点，能用于遥感成像知识理解、AI 反演的样本生成。开发了软件系统 1 套，获得授权计算机软件著作权 2 项，实用新型专利 1 项。



视频云杉计数结果图

技术亮点

尽管定量遥感理论已经发展了几十年，出现了以辐射传输和几何光学为代表的各类模型，遥感反演算法和产品亦十分丰但是由于森林本身的复杂性，高分辨率、高精度的遥感产品仍然缺乏。针对这一瓶颈问题：

- 提出了以三维辐射传输计算机模拟模型为核心的建模和反演思路。
- 发展了国际领先的复杂异质场景模型RAPID。
- 从建模角度对传统模型只能表达水平均一场景的问题提出了解决方案。
- 针对地面测量，发明了一种简便的植物叶倾角测量器，极大地方便了叶倾角的测量。

前景及效益分析

三维模型免费用于教学和科研，有配套教材和网站，界面简洁，操作简单；可以开发专业版，支持传感器设计；可以根据不同需求进行不同尺度分辨率森林场景的模拟，市场前景广阔。

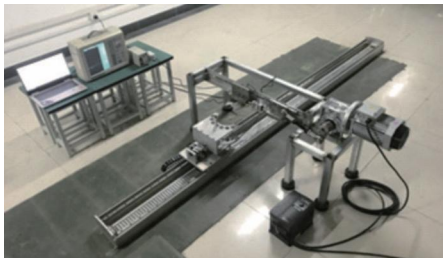
成果可应用于蓄积量估算、生态公益林健康监测、火烧迹地恢复以及定量遥感产品生产与服务，辅助森林资源监测与管理，在目前双碳背景下，该模型和相关成果具有更大的应用潜力。

多段可变幅式机械化剪枝装备

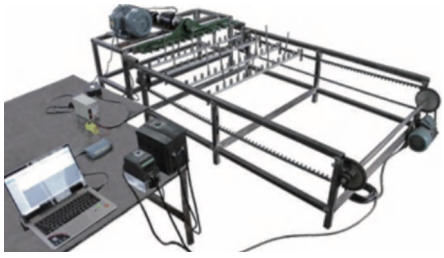
完成人 康峰　　**联系方式** 15201430577

成果简介

为降低剪枝作业劳动强度，提高作业效率，针对丘陵山区林果冠层管理作业环节需求，开发了适用于类球冠形、高纺锤形等多段可变幅式自动化剪枝装备。本装备利用多段剪枝部件（剪枝上部件、中部件和下部件）搭配往复式刀具的机械机构方式，采用全液压驱动，悬挂于拖拉机前端。实现多段可变幅仿形修剪技术，提高剪枝效率的同时又保证了切口的平整性；通过多段剪枝部件的组合变形，可满足苹果、葡萄、柑橘等多种果树修剪需求，扩大修剪机具的适用性，提高果园生产的机械化水平。



单枝条往复式切割力学试验台



切割部件作业参数试验台

技术亮点

- 目前国内外果树机械化剪枝装备主要是将刀具交错或均匀布置在单段或多段刀架上，通过调整各刀架位姿，实现整株几何修剪。由于各刀架位置关系不可动态调整，导致可修剪树形几何形状比较单一，一般只能修剪与地面垂直或带有一定锥度的树形，无法修剪较复杂的树形。通过多段剪枝部件的组合变形，实现多段变幅仿形修剪技术，可满足苹果、葡萄、柑橘等多种果树修剪需求。
- 修剪率达 96.33%。

多段可变幅式机械化剪枝装备

前景及效益分析

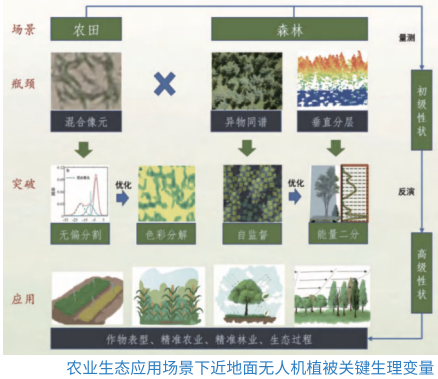
该装备可为丘陵山地果园冠层管理作业及其他作业环节提供技术支撑，还可以向梨树、桃树、枣树、葡萄等规模化生产果园转移，全面推进林果业机械化水平。形成产学研用联合体，建设或改造果园装备生产线，形成规模化生产能力，加快成果产业化。提升丘陵山地果园冠层管理及其他环节机械化生产水平，可节本增效，促进林果业增产提质，进而实现农民增收致富。

近地面无人机植被关键生理变量智慧感知系统

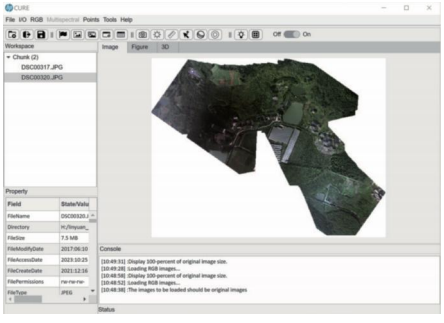
完成人 李林源　　**联系方式** 18813168388

成果简介

精细时空尺度的农田、森林与草地的关键生理变量（如植被覆盖度、叶面积指数、叶绿素含量、叶片含水量等）的准确监测是诸多农林生态应用的重要环节。为破解卫星遥感“ 看不清 ”和“ 测不准 ”的瓶颈，通过集成无人机多源多模态超高分辨率遥感数据，结合辐射传输、人工智能、计算机图形学技术方法，创新性提出了近地面无人机定量遥感智慧感知技术，解决了传统监测模型与方法的“ 不适用 ”与“ 精度差 ”的问题。该技术框架与部分算法已被应用于国际（法国、澳大利亚等）重大表型设施平台与组学研究中，也支撑了国内多家科研院所团队的相关学术研究，亦部分集成于国家林草局草地普查平台中。



农业生态应用场景下近地面无人机植被关键生理变量智慧感知示意图



近地面无人机植被遥感数据处理软件CURE

技术亮点

- 建立了近地面无人机植被关键生理变量智慧感知方法与技术体系。涵盖数据预处理 （辐射校正、 几何校正） 与生理变量智慧反演系列算法。
- 开发了近地面无人机植被定量遥感处理软件CURE，适用于RGB影像、多光谱影像、激光雷达点云等多类型数据预处理，冠层尺度与单木尺度植被生理参数反演，森林元素分类与量测任务。

前景及效益分析

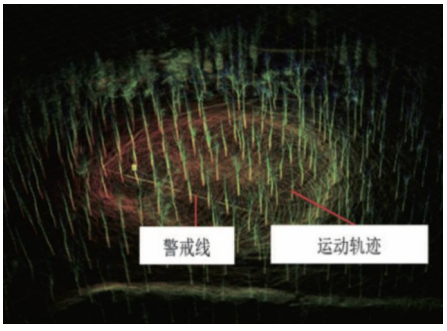
尽管近地面无人机遥感已经无孔不入的渗入到农林生态领域的诸多类型应用中，但是以前尚无成型的较为成熟的无人机数据处理与植被生理变量反演技术体系与软件平台。我们开发的相关技术与软件，可用于支撑诸如精准农业、作物表型、生物多样性、森林病虫害、植被生长评估、农林保险等多种类型应用，为上述应用提供“快速响应”与“准确测量”的基础数据。

基于手持及背负式激光雷达点云的林木特征提取及重建技术

完成人 康峰　　联系方式 15201430577

成果简介

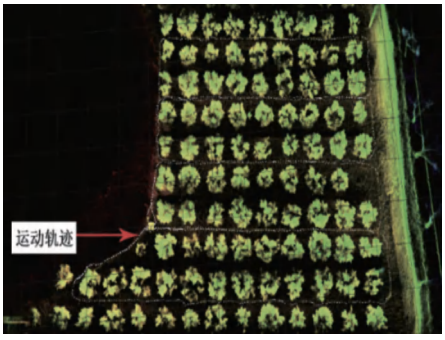
本研究通过调研前人针对果树及作物所做的三维形态重建工作发现基于三维点云对作物进行三维重建的技术发展迅速，而利用深度相机采集作物的点云信息，可以避免自然光的影响，有效构建作物的三维模型，获取植物表型数据。



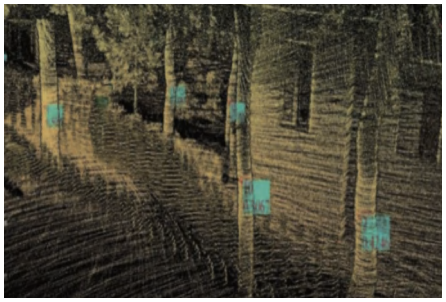
三维点云地图（手持式设备获取）

技术亮点

- 植被与地面点云分离。对于场景地图中不同地形形态采用不同的滤波算法滤除地面点云：林区中地形平坦、地势平缓，故利用随机采样一致算法（RANSAC）滤除地面点云；丘陵果园地形起伏不平、地面坡度差异较大，且果树耕作方式为垄作，因而选择布料模拟滤波算法（CSF）。
- 单木分割的实现。结合作物生长特性采用合适的聚类算法获取单株果树的点云数据：选择欧式聚类算法对林木和果树实现单木提取。
- 胸径提取与计算：利用直通滤波算法 （PassThrough filter） 提取胸径部分的点云并投影到二维平面，利用 RANSAC 算法拟合圆，将圆的直径作为胸径值，继而实现林木胸径的自动提取。
- 冠层重建与体积计算：基于单木点云信息计算冠高、冠幅数据，同时采用凸包、切片凸包、Alpha-shape、切片Alpha-shape、体素化五种基于三维点云的算法实现果树冠层重建和体积计算。



柑橘园三维地图（手持式设备获取）


北京鹫峰混交林局部（手持式设备获取）

前景及效益分析

在农林业领域，实现了三维重建的核心技术突破，为农林业资源环境信息的有效提取和检测提供技术支撑，后期可将此技术向规模化生产果园转移，全面推进林果业机械化水平，提升农林业环境信息采集及相应环节的机械化、智能化、自动化水平，节本增效。其次，可以为政策制定者进行更为有效的森林管理与决策提供数据支撑，因地制宜，促进我国农林业生态发展。

履带式智能高位作业调平平台

完成人 康峰　　**联系方式** 15201430577

成果简介

该成果针对丘陵山区果园作业的环境条件，研究设计具有智能调平功能的高位作业平台。该平台采用平行四边形机构实现纵向调平，采用三铰接点侧倾调平模式实现横向调平。控制电路系统是智能调平作业平台的核心，电路系统提供多路控制接口驱动比例电磁阀及数据采集接口与传感器实时通信，实现精准调平。

实体样机

调平限高

爬坡性能

技术亮点

- 平台采用双轴结构， 主要由机械系统、 自动调平控制系统两部分组成。
- 作业平台俯仰调平角度达9.7°，侧倾调平角度达8.2°，最大转场坡度为25°，平台配套动力可达27kw，作业速度为2.9km/h，平台调节高度范围为120-20cm，水平调节误差可控制在1°，满足一般丘陵山区果园冠层管理作业的需求。

前景及效益分析

我国丘陵山地面积占国土面积66%。国内升降平台最大升降高度较低，只能满足油桃、柑橘等作物，对株高较高的作物有一定局限性。国内农机厂商已有产品不具备调平功能，应用在平原地区性能表现较好，不适合丘陵山区果园使用。履带式智能高位作业调平平台可有效解决上述问题，弥补国内丘陵果园高位作业平台调平功能。

果园智能生产云管控平台与成套装备集成示范

完成人 康峰　　**联系方式** 15201430577

成果简介

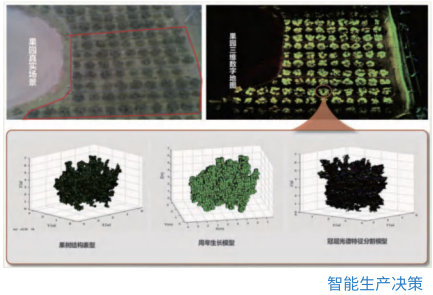
采用分布式并行计算与数据组件化技术，建立果园全要素数据采集与共享机制；采用基于5G+的端—边——云数据实时接入与共享技术，研发管控云平台。

采用主成分分析和成本效益分析等理论，综合评价农艺融合、设施建设等条件，形成智慧果园建设技术规程；利用经济成本、作业效率、环境影响等评价指标，结合田间测试和专家、用户评价，评估成套装备集成示范效果，并形成成套装备配置方案。

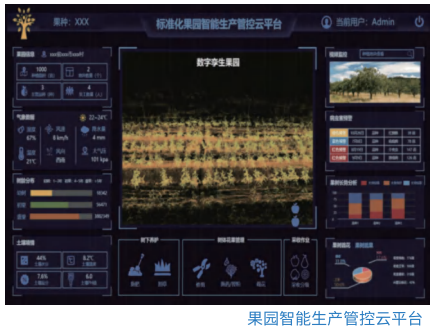
地—空自主巡检系统

技术亮点

- 基于果树-果园-装备生产系统工程思想，提出“标准果园车间化、果树拟人化、预警可视化、装备智能化”的理念，将非结构化果园转型为半结构化生产场景与标准化生产过程。
- 通过数字孪生技术融合信息与实境，实现对果树健康、病虫草与气象灾害、水肥药需求和生产需求等的多向分时域推演与决策，通过三维数字果园展示多维生产信息。
- 借助5G高速通讯驱动非正式上报材料装备 “端” 作业并获取作业参数与对象状态，形成 “端-边-云” 闭环管控的果园智能生产模式与系统，为精细化生产与智慧果园建设提供全新解决方案和技术手段。



智能生产决策



果园智能生产管控云平台

前景及效益分析

在全局统筹规划下，采用云计算和移动应用技术为果园提供实时监测、数据分析、任务分配、病虫害预警、灌溉管理、生长分析等功能，帮助果园实现智能化管理，综合经济效益提高 20% 以上。

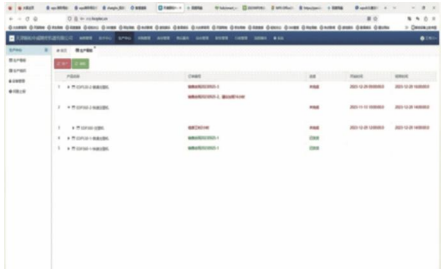
针对苹果、柑橘、梨、桃标准化果园智能化生产需求，集成地空巡检系统、数字孪生果园与决策模型，研发果园智能生产管控云平台；形成智能生产成套装备配置方案，在适用性验证、优化改进基础上，提出标准化果园智能生产技术模式及智慧果园建设标准。

小精灵数字ERP平台

完成人 康峰　　**联系方式** 15201430577

成果简介

通过ERP软件，企业在产品研发阶段能够充分利用资源，对各种研发数据进行统一管理和分析，在制造阶段，ERP软件帮助企业实现了生产计划的合理安排，确保各个生产环节的顺利进行。同时，ERP软件还有助于企业进行库存管理和供应链管理，降低库存成本，在销售过程中，ERP软件可以帮助企业更好地管理客户关系，提供个性化的销售服务，此外，ERP软件还可以帮助企业进行财务管理，实现成本控制和预算管理。



排产界面，可以用图形方式指示生产进度、生产安排情况

供应商采购合同界面，通过本系统沟通上下游厂商

技术亮点

- 整合性：本系统能够整合企业内部的各个部门和业务流程，实现各种资源的高效利用，提高企业的整体运营效率。
- 易用性：本系统具有友好的用户界面，方便各种用户进行操作和使用，提高工作效率。
- 灵活性：本系统能够根据企业的实际情况进行自定义和调整，满足不同企业的需求。
- 可扩展性：本系统具备良好的可扩展性，能够随着企业的发展进行扩展和升级，满足企业不断变化的需求。
- 实时性：本系统能够提供实时的数据和信息，帮助企业做出更准确、更及时的决策。

前景及效益分析

采用ERP系统，企业可实现各部门数据和信息的共享，提高库存与生产的协同性。

此外，ERP系统的实施还可提高企业内部沟通和协作效率，各部门能够更好地协同工作，提高整体运营效率。企业能够快速响应市场变化，提高市场竞争力。

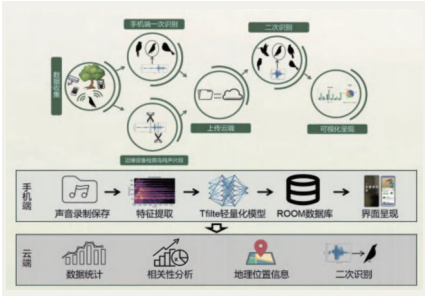
据估算，采用ERP系统后，中小型企业成本将有望降低15%左右。实现收入持续、稳定的增长。

基于深度学习和云边协同的鸟鸣声监测系统

完成人 谢将剑　　**联系方式** 13120328580

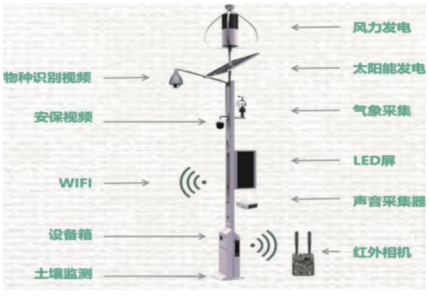
成果简介

本系统基于物联网实现野生鸟类的实时监测，可选视频以及声音监测构成不同监测终端，监测终端兼容手机、边缘监测设备或者视频摄像机，开发了手机 APP 基于边缘智能实现鸟类鸣声的一次识别，研制边缘监测设备实时采集监测区域声音，并智能识别和上传鸟鸣声区段，在远程监测中心利用深度学习进行视频或者音频的二次识别，提升识别的准确性，最后进行统计分析并可视化展示监测数据和分析结果，管理人员也可以在监测中心实现监测终端的实时监控。智慧果园建设技术规程利用经济成本、作业效率、环境影响等评价指标，结合田间测试和专家、用户评价，评估成套装备集成示范效果，并形成成套装备配置方案。



系统技术框架图

视频监测示意图



监测设备示意图

技术亮点

- 兼容多种采集终端（手机、边缘监测设备、视频监测设备），构建采集、 智能识别、 结果分析、 可视化呈现等全过程、 一体化的云边协同鸟类鸣声监测系统。
- 基于边缘智能实现采集数据的一次处理，提升处理效率。
- 实现云边协同，定时更新边缘端模型，动态扩充识别种类，提升系统识别能力。

前景及效益分析

本成果基于人工智能及物联网等新技术构建了集数据采集、智能识别、结果分析、可视化呈现等全过程、一体化的云边协同鸟类监测系统，具有高效率、非损伤、低干扰等优势，帮助实现大范围、多时空尺度的鸟类多样性调查与监测。

在鸟类保护方面，可以监测鸟类数量和分布情况，了解鸟类的生态系统和行为，从而制定更有效的保护计划；在教育和科学研究方面，可以帮助学生和研究人员更好地了解鸟类的生态系统和声音，从而更好地了解自然环境和生物多样性；在旅游和休闲方面，可以帮助鸟类观察者更好地识别和观察不同的鸟类，从而增加旅游和休闲的乐趣和教育价值。

因此，本系统具有广泛的应用前景和社会价值，为科学保护自然环境和生物多样性做出贡献。

基于光力学和卷积神经网络的全场变形测量方法

完成人 赵健　　**联系方式** 13426011543

成果简介

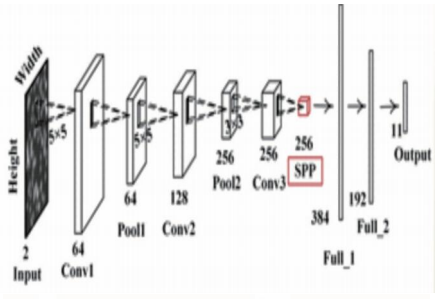
本成果基于光测力学的应变 / 应力测量方法，依托深度学习不断发展大背景下的卷积神经网络，有效提高应变场计算效率，减少迭代次数。

技术亮点

- 提出了一种基于CNN的亚像素位移测量方法，提高了计算精度和效率。
- 提出了一种基于CNN的全参数初值估计方法，减少了迭代次数。

前景及效益分析

此成果可有效提高图像识别的准确率，且随着计算能力的提升和数据量的增长，在全场变形测量方面的应用前景将会越来越广泛。



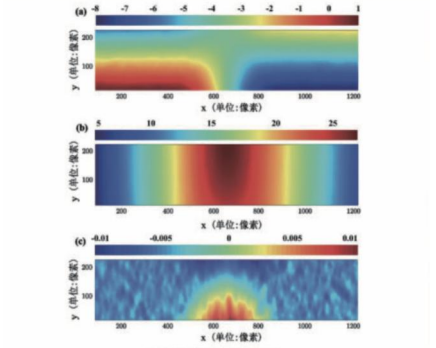
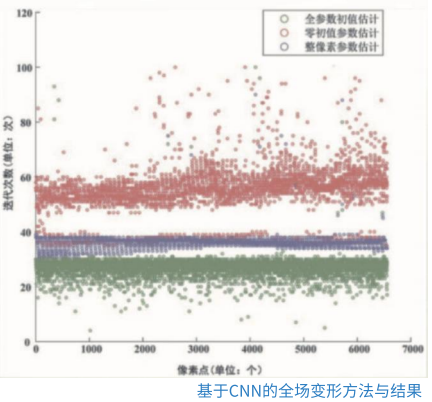


图 5.23 Net 1 的计算结果

Figure 5.23 The result calculated by Net 1

(a)水平位移场; (b)竖直位移场; (c)轴向应变场

(a)Horizontal displacement; (b) Vertical displacement field; (c) Longitudinal strain field



基于CNN的全场变形方法与结果

基于声发射技术的木质文物损伤检测

完成人 赵健　　**联系方式** 13426011543

成果简介

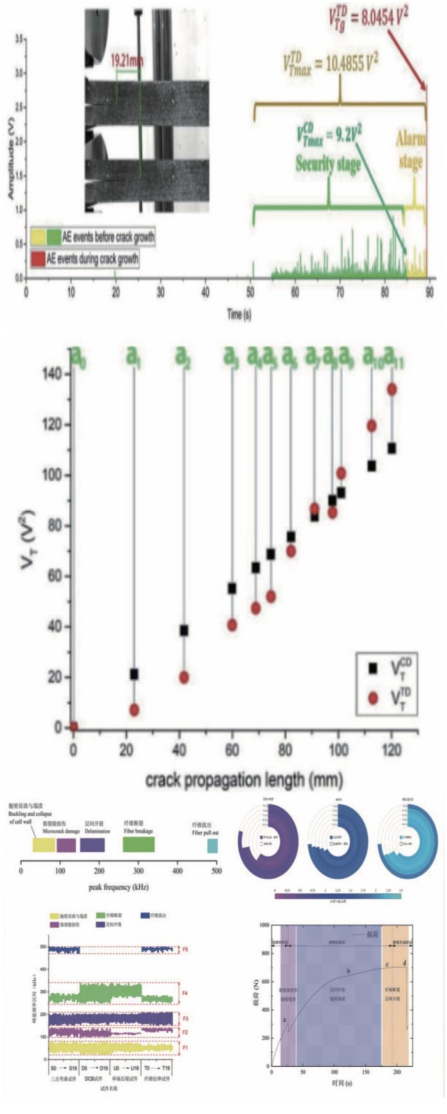
该研究率先利用声发射技术监测了由于气候变化引起的木质文物损伤情况；应用声发射技术评估木材断裂过程中损伤模式与AE信号之间的映射关系，揭示了不同损伤模式下的应力波传播特性；基于热力学方法和声发射理论，建立了裂纹失稳扩展预测模型。

技术亮点

- 揭示了声波传播特性与木材损伤模式之间的映射机制， 为准确评价木质文物的损伤过程提供了理论指导。
- 基于热力学方法和声发射理论，建立了裂纹失稳扩展预测模型。

前景及效益分析

声发射技术能够及时发现和预防文物的损伤，从而保护历史遗产。通过声发射技术进行精确地定位和评估损伤，可避免不必要的修复和保护工作，节省大量资源。实时监测文物的状态，大大提高了文物保护工作的效率。此技术已应用于宋代泉州海船多物理场实时监测，对海船的保护与修缮提供了重大贡献。



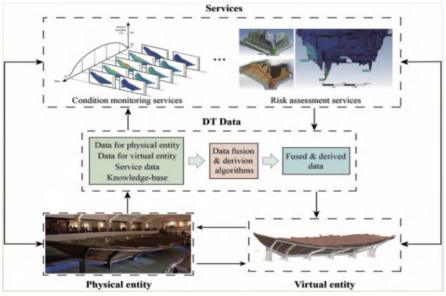
基于声发射技术的文物损伤检测过程与结果

基于数字孪生的大型可移动木质文物预防性保护监测系统

完成人 赵健　　联系方式 13426011543

成果简介

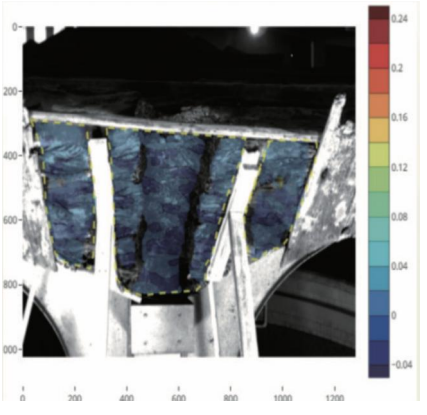
本成果基于数字图像相关技术，声发射技术，构建数字孪生框架下的大型可移动木质文物预防性保护监测系统，实现本体应变场和含水率场的高精度原位测量与预警。



古船数字孪生五维模型框架

技术亮点

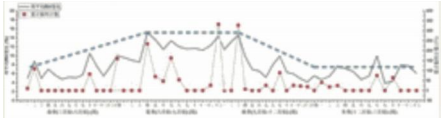
- 提出了一种用于考古遗迹的三维非破坏性结构监测系统。
- 提出了一种无需标定板的固定摄像机外部参数自标定方法。



含水率场

前景及效益分析

率先构建了复杂边界条件下木材水分扩散边界条件模型：考虑了约束边界和自由边界的影响，基于热力学理论，建立了新的木材水分扩散边界条件模型，为木材内部水分的瞬态 - 非线性运移仿真提供了新方法，为海洋出水木质文物的脱水保护提供了理论基础。率先揭示了不同损伤模式下木质文物应力波传播特性：分析了不同损伤类型和阶段的损伤模态频率分布规律和三维时频瞬时能量分布规律，揭示了声波传播特性与木材损伤模式之间的映射机制，为准确评价木质文物的损伤过程提供了理论指导。



损伤程度判定

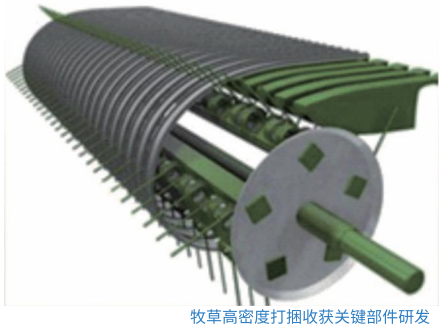
林草采收装备关键共性技术与关键零部件研发

完成人 赵健　　**联系方式** 13426011543

成果简介

针对林草作物人工收获过程中遇到的实际难题，团队依托实验室现有科研资源，对林草收获过程存在问题进行深入剖析，并以突破林草收获机械化技术瓶颈、提高林草收获效率、减少林草收获损伤为目的，展开对收获关键部件的研发与示范，逐步构建适用于林草收获装备方面的技术体系。

油用牡丹果实采摘机研发



牧草高密度打捆收获关键部件研发

技术亮点

- 对牧草连续输喂与间歇集草压实影响大截面方捆成型的技术难题，研究出牧草宽幅连续输喂与多次集料整合、单次压实推送的耦合技术。
- 通过二次压实和多点打结技术，解决打捆密度低，难成型的问题。

前景及效益分析

可有效实现农牧业增效、农牧民增收，促进全省农牧业机械化事业的长足发展；可有效节约劳动力，提高生产效率，实现对油用牡丹果实采摘的机械化作业。目前打捆收获装备已在青海500亩试验示范基地进行了项目实地推广。

面向人工林培育的数字孪生体构建及应用

完成人 杨猛　　联系方式 13426320109

成果简介

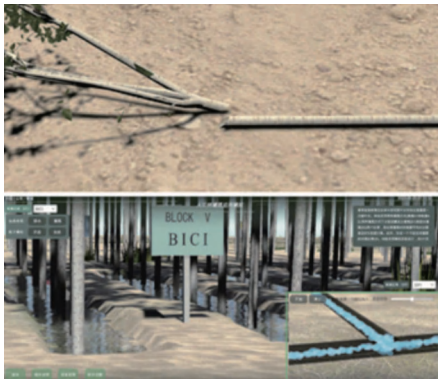
首先，定义人工林数字孪生技术模型内涵，构建其理论体系。其次，构建虚拟人工林地，实现培育实验相关的剪枝及林地灌溉模拟。最后，分析人工林监测数据，实现关键数据的处理与预测。成功搭建了面向数字孪生的杨树人工林系统，实现了游览、数据预测、剪枝模拟、灌溉模拟等功能。本成果解决了人工林培育领域在技术体系、实验应用和数据推演上的局限问题，为利用信息化、数字化方式实现人工林培育、实验和管理提供了有力支撑。

模拟系统界面展示

技术亮点

- 定义人工林数字孪生模型内涵。基于五维模型及六大准则，对人工林数字孪生技术内涵进行定义，提出针对杨树人工林培育的数字孪生模型，为系统化的人工林数字孪生研究及应用奠定基础。
- 实现人工林培育实验应用模拟。分别模拟杨树人工林树木、林地场景等主要研究对象，实现林木剪枝、林地培育灌溉的模拟。协助林业研究人员系统地了解人工林的生长规律，提供管理决策的可靠依据，提高管理效率和管理水平。
- 实现林地部分监测数据预测推演。连接林地监控设备，分析处理图像、点云、视频等多源数据。拟合测量数据，得到树木生长公式，由此对树高、生物量等指标进行预测和模拟。辅助林业研究人员规划和分析人工林的空间布局、生态环境、资源应用等。

人工林虚拟环境模拟



数字孪生技术模拟人工林剪枝、灌溉技术

前景及效益分析

本成果将杨树人工林与数字孪生技术相结合，基于前期实验工作以及监测数据，实现面向人工林培育的数字孪生体构建及应用。它能够为林业研究人员提供一个模拟真实人工林环境的虚拟平台，以便更好地进行实验和研究。在研究过程中，本成果可以综合地呈现杨树人工林的整体情况，通过反馈和可视化效果来帮助研究人员更好地理解和分析数据，以此更便捷、高效地辅助人工林管理策略的调整。

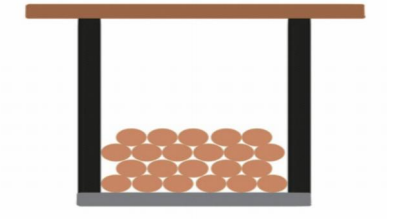
一种挥沙模拟装置

完成人 杨猛　　**联系方式** 13426320109

成果简介

该挥沙模拟方法的特征在于：使用尼龙网纱缠在直筒铁管上并灌入沙子到该容器的三分之一处，模拟人手握沙；尼龙网纱模拟人手指缝；同时将铁管置于沙台上方40厘米处保证挥沙高度始终一致，用重量一致的沙包，在距离铁管上端10厘米处砸下，保证每次向铁管施加的力度相同，最后用固定的相机拍摄挥沙的结果。该方法成功的解决了人为挥沙时沙子厚度不均匀，沙子厚度不一致的问题，保证了所取实验结果不会受到人为因素的干扰而造成结果分析的不可靠。

挥沙模拟装置



铁管内部示意图

技术亮点

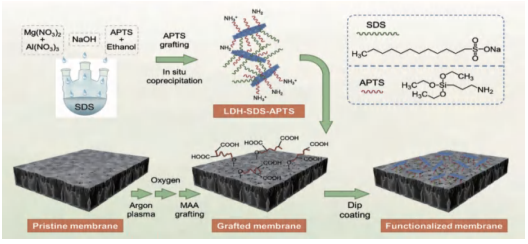
- 用铁管和尼龙网代替手握沙和指缝。将尼龙网纱缠绕在直筒铁管开口的一端，用橡皮筋勒紧，模拟人手；在铁管中倒入所测量的沙子，直到占据铁管容量的三分之一，期间用手托住铁管尼龙网纱端，防止沙子漏到沙台上；松开夹住沙包的夹子，使沙包砸到铁管上。这不仅保障了每次人手握沙的沙量一致，还保障了漏沙时沙子的分布均匀。
- 沙台，铁管，以及沙包落点之间的距离一致。沙台置于地面；将铁管支架和沙包支架摆放在沙台两侧；将直筒铁管和沙包安放在各自架子上，比对高度尺，调整高度。可保证每一次挥沙的厚度一致。

前景及效益分析

该装置的创新设计有效地解决了人为挥沙时产生的沙层厚度不均匀、每次挥沙厚度不一致等问题，该技术突破为后续研究提供了坚实基础。通过确保沙层厚度的一致性，能够在后续的分析过程中准确地比较不同厚度沙子的灰度、色相和饱和度。这不仅为科学研究提供了可靠的数据基础，也为沙画艺术的发展带来了新的可能性。这个创新性的装置为沙画艺术

基于纳米材料与技术的特种亲 / 疏水膜

完成人 梁帅　　**联系方式** 18501341078



图片说明

成果简介

本成果基于纳米材料修饰、微纳梯级界面构筑和多元纳米材料协同接枝等原理，制备了一系列具有特种亲 / 疏水性的新型分离膜，在实现更高水通量和分离性能的同时，获得了显著更优的抗污染、自清洁性能。

技术亮点

- 基于纳米印铸和改性纳米SiO_2（M-SiO_2）浸覆接枝技术，制备的具有多层级微纳结构的超亲水M-SiO_2/PVDF复合膜具有超亲水性，其纯水初始接触角约为14.5°，且水滴在1.6s内完全在膜表面铺展。
- 基于纳米热压印和M-SiO_2浸覆接枝技术，制备的多层级微纳结构超亲水M-SiO_2/PVDF复合膜具有超亲水特性，其纯水初始接触角约为9.39°，并在0.5 s内迅速被膜表面所吸收。
- 基于二维类水滑石纳米片（M-LDH）的原位非均质修饰和浸覆接枝技术，制备的超亲水疏油M-LDH/PVDF复合膜可选择性地对小分子水表现出高表面能属性，而对大分子油类液体表现出低表面能属性，具有强抗不可逆污染的能力。
- 基于一维M-SiO_2和二维M-LDH的多元协同接枝技术，通过自组装构筑化学非均质的微纳层级膜表面，实现不同超亲水/疏油表面的灵活制备。

前景及效益分析

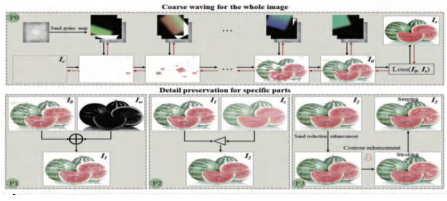
本成果提出的抗污染膜材料的制备技术是从根本上控制膜污染的有效途径，具有从根本上控制膜污染的巨大潜力。所制得的特种分离膜不仅具有良好的抗污染能力，同时也具有优异的分离性能。将该种膜制备技术应用于实际膜生产环节，将显著提升膜材料的抗污染功能，提升其服役期限，进一步节省膜分离技术的运行维护成本，对于膜技术的推广和可持续发展具有良好的经济社会效益。

基于细节保持的沙画转换算法

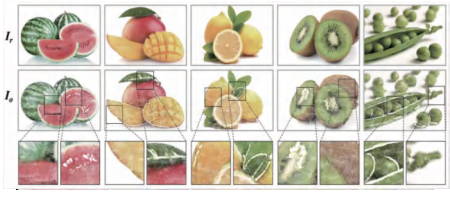
完成人 杨猛　　**联系方式** 13426320109

成果简介

本成果提出一种沙画转换算法，旨在创造一种独特的艺术风格，同时保留细节。该沙画转换方法包括两个主要过程：基于整体图像的粗略挥沙和针对局部区域的细节保留。前一个过程提升参数优化方法，以渲染整张图像并获得初步的沙画效果。后一过程包括三个部分：基于减沙的细节绘制、针对不均匀区域的精细挥沙以及基于多技法选择的边缘细节处理，以实现从源图像到沙画风格的细节保留。该方法可以生成一系列逼真的沙画作品，无需用户干预。对比实验和用户反馈揭示了该方法在将自然图像转化为高质量、逼真的沙画风格图像方面的有效性和优越性。



沙画绘制过程框架



沙画转换结果及局部放大图

技术亮点

- 首次尝试将普通图像转换成沙画风格，同时考虑沙画的独特特征，即细密的沙粒纹理和多种技法形成的多样化边缘。
- 提升参数优化方法，用以绘制沙画中的挥沙部分，该部分不涉及大量技法，只关注细密的沙粒纹理。
- 提出一种判别图像边缘变化的算法，建立不同变化与技法的联系，通过不同的沙画技法来绘制图像的轮廓结构，增强沙画细节。

前景及效益分析

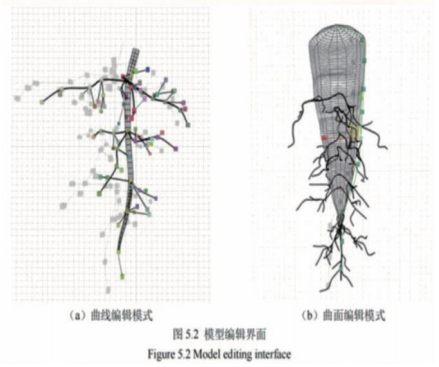
目前的风格化方法大多集中在油画、水彩画等领域，很少涉及沙画。这与沙画艺术形式的特征难以把握相关，同时也与沙画生成是一个密集型任务有关。通过提升参数优化方法，缩短了生成沙画细密纹理的时间，在可接受的时间内生成类似沙粒的纹理。同时基于源图像的不同细节，与沙画的多种技法进行对应，生成可保持细节的沙画作品。该方法将传统艺术形式与现代技术相结合，简化了创作沙画艺术作品的过程，降低了时间成本；同时促使沙画艺术更加普及，让更多人了解和参与艺术创作，降低了艺术创作的门槛。

基于可编辑模型的植物根系动态生长模拟可视化方法

完成人 杨猛　　**联系方式** 13426320109

成果简介

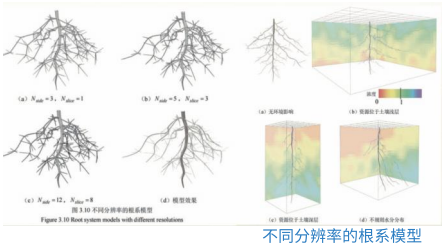
对根系进行三维建模是一项具有挑战性的工作，根系不仅具有丰富多样的形态，且周围环境对根系生长过程的影响也十分复杂，如不同种类养分的影响、无机盐分布不均匀与土壤障碍物的影响。本成果将主要研究基于可编辑模型的根系动态生长三维可视化方法，旨在快速生成合理、具有自然观感的根系生长动画与三维模型。在加入环境对根系的影响效果的同时，考虑根系自身生长机制。该方法可以对多种根系类型进行模拟和可视化。



模型编辑页面

技术亮点

- 可编辑的三维根系建模方法。提出一个基于规则的过程建模方法，用于生成具有真实感的根系模型。根据根系分支特征简化已有的 L- 系统，并在生长过程中引入多种编辑手段控制根茎的生长形态。
- 通用的根系-环境交互算法。提出一种结合内外因素并影响根系生长的通用交互算法,在外部环境影响和自身资源分配的控制下模拟根系生长。



不同分辨率的根系模型

- 根系动态3D建模平台。基于提出的三维建模方法与根系-环境交互算法，设计并实现一个交互式建模平台对根系的生长过程进行可视化展示。

前景及效益分析

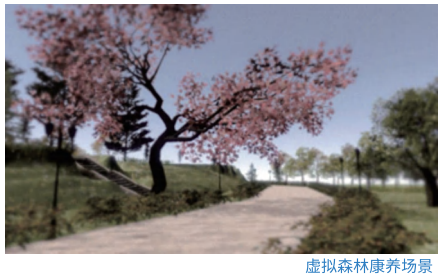
现有的根系模型的构建过程也是复杂的，根系有着大量侧根，Maya、Blender 等三维建模软件在构建根系时尤为费时，想要表现根系的自然弯曲就需要分别调节所有侧根形状，并且这类软件难以描述环境对根系产生的影响。该成果具有模拟多类植物根系生长的泛化能力，可以通过可编辑的建模方式为各种类型根系生成独特的三维根茎形状，并且能够合理地表现与环境的交互过程。

基于 XR 的森林康养设计与沉浸式体验系统

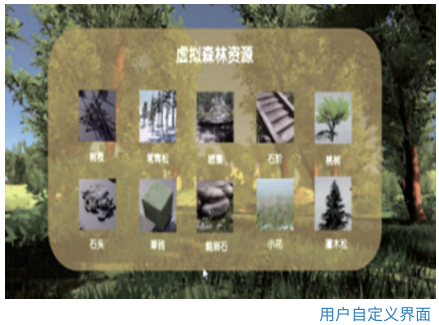
完成人 杨猛　　**联系方式** 13426320109

成果简介

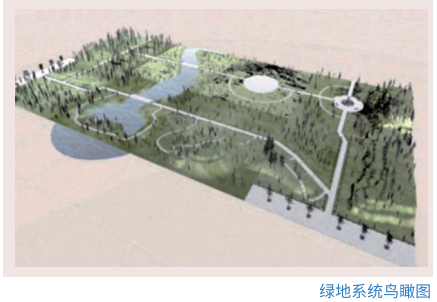
本项目将计算机技术、森林康养概念、数据建模和决策支持相结合，以森林康养概念为基础，包含构造虚拟森林场景技术与 XR 互动体验系统，实现用户在虚拟森林中的 3D 漫游，并实现对人物的路线选择做出最优决策建议。项目通过在虚拟森林康养环境中进行交互浏览、实时状态反馈、给予决策分析、实时路径优化等技术手段，提供身临其境的智慧服务体验。



虚拟森林康养场景



用户自定义界面



绿地系统鸟瞰图

技术亮点

- 基于 VR 的森林设计与规划。成果包含基于 VR 的森林场景设计系统与展示系统，用户可以使用该系统编辑设计并规划森林康养场景的布局等；建模方式提高采集模型数据、模型真实度还原；实现森林场景的 DIY，为决策者提供必要的决策服务。
- 基于AR与全息影像的城中/城郊林地体验。通过AR与全息影像等计算机技术，增强用户在森林中的信息感受，提高森林绿地模型和用户沉浸感体验模型中的评价，形成完善的系统评价指标体系，构建全面衡量各项指标的综合评价体系。
- 沉浸式四季森林场馆体验。打造沉浸式四季森林康养体验场馆，在任何时间均可体验到春夏秋冬四季环境下的森林中康养的体验，实现多场景互动，提高沉浸感。

前景及效益分析

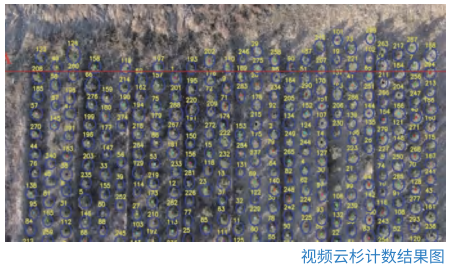
森林康养作为实施“健康中国”发展战略的关键产业之一，在文化旅游、医疗卫生、森林开发、环境保护等领域具有广阔的市场前景和发展需求。虚拟森林康养的受时间、空间、费用等制约更小，能够带来全方位立体式的新型康养体验，更科学、更细致的评价与智慧服务，使其独居竞争力。在设计过程中，本项目注重人居环境、基础设施、自然生态等的设计，提高 XR 技术的模型采集数据、模型真实度还原以及优化模型渲染；添加人机交互功能，实现多场景互动；不断完善硬件设施，提升建设质量，提高沉浸感。在评价森林康养基地设计和用户沉浸感体验模型中，进一步构建了全面衡量各项指标的综合评价体系，使其在横向或者纵向研究中具有更重要的参考价值。

基于无人机航拍图像和视频的苗木数量统计方法

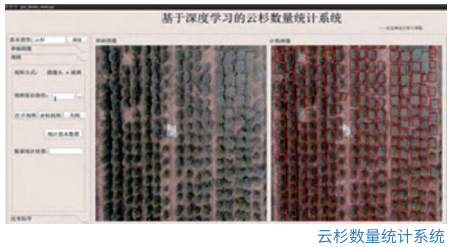
完成人 陈锋军　　**联系方式** 13488678058

成果简介

苗木的数量是林木经营的关键信息，对于企业生产管理和未来规划有着重要意义。单株实地清查的传统苗木统计方式是一项耗时、费力和昂贵的任务，无人机由于成本低，操作简单和使用灵活的特点，已成为苗木统计数据采集的重要途径。自然环境下，无人机航拍云杉图像存在云杉粘连遮挡、分布密集等问题，采用深度学习算法统计无人机采集云杉图像和视频中云杉数量，可以有效缩减苗木统计成本，提升云杉计数准确率，同时也可以为其他下游任务提供数据基础。



视频云杉计数结果图



云杉数量统计系统

技术亮点

- 根据稠密云杉图像目标尺寸差异大所造成的粘连严重以及存在与云杉特征相似的杂草等干扰因素的特点，采用改进 IntegrateNet 模型实现稠密云杉精确计数，计数准确率高达 99.19%。
- 为解决完整地块的云杉计数问题，利用Pix4DAPper软件对云杉图像进行拼接，并提出改进的YOLOv3算法进行计数，具有较高的精确率。
- 针对实时云杉数量统计工作，采用YOLOv3模型结合SORT算法，精确统计视频中完整地块的云杉数量，计数准确率高达92.3%。
- 开发基于深度学习的云杉数量统计系统，简单快捷的实现云杉计数工作。

前景及效益分析

在林业领域，云杉计数可帮助苗木管理者更好地了解苗木资源，优化苗木资源利用，提高木材生产效率。此外，还可以监测云杉林地的分布、生长状况、密度和健康状况。传统的云杉计数需要大量的人力和时间，而无人机技术可以显著减少这些成本，并提供高分辨率的图像数据，提高了数据的精确性，有助于更准确地分析和预测云杉的变化。

污泥智能调理技术与装备

完成人 王毅力　　**联系方式** 13520927662

成果简介

该成果面向传统水务行业数字化转型的战略需求，针对污泥处理处置实际工程中的脱水性能难以在线监测、调理投药控制不够精准、泥质信息数字化程度不足等一系列数字化转型中的技术瓶颈，开发了包括脱水性能在线监测成套数字化装备、智能调理投药技术与控制算法、实时更新的污泥电化学性质数据库等在内的系列数智化产品，可显著提高污泥减量化过程的数字化程度，降低污泥处理处置的药剂成本，避免投药不足或投药过量带来的处理处置系统故障。

专利图片

技术亮点

- 可实现污泥脱水性能的实时监测。
- 可实现调理投药量随泥质的动态变化而实时调整，月均投药量可减少30%以上。
- 适用于污水厂污泥脱水、河湖清淤底泥减量、管道积泥清淤减量、农村粪污脱水等多种调理脱水场景，原有固定式或移动式调理脱水设备均可安装。
- 减少对操作工人相关专业知识的依赖。

前景及效益分析

该成套技术可嵌入现有污水厂污泥脱水系统，精准控制调理药剂投加；可作为手持设备用于应急清淤现场，指示清淤底泥脱水减量过程的投药终点，减少应急处理处置现场的预实验；可封装进现有移动式脱水车，用于村镇分散式污水处理站的污泥脱水减量或村镇粪污的脱水减量，应对不同分散收集点的泥质变化。该成套技术可使得污泥脱水过程的月均投药量减少30%以上。对于日产含水率97%的湿污泥500吨的普通城镇污水厂，不计污泥稳定脱水带来的水耗及电耗效益，仅调理药剂费用可月均节约10万元以上。

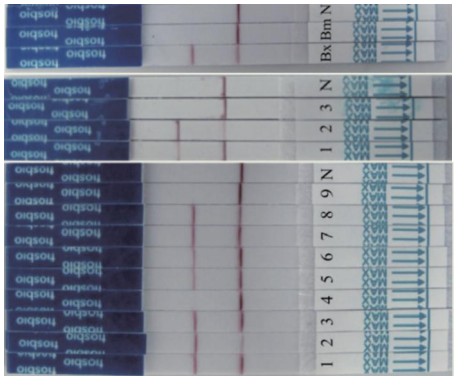
06
林草灾害防控
Prevention and Control of Forest and Grass Disaster

松材线虫高灵敏度快速分子检测技术

完成人 王永林　　**联系方式** 13488675326

成果简介

松材线虫病是全球森林生态系统中最具危险性和破坏性的森林病害，该病原物是松材线虫。松材线虫病的防控关键在于早发现早处理精准快速便携的分子检测技术对病害防控具有十分重要的意义。针对当前松材线虫分子检测灵敏度低、时间长和操作技术复杂等关键技术问题，在国内外首次建立了基于核酸等温扩增与CRISPR-Cas13a/Cas12a 反式外切相结合的松材线虫分子检测技术。该技术能实现“ 一次反应 ”完成从待检测木屑到显示检测结果，不仅可通过光学检测系统实时监测反应过程，亦可通过侧流层析试纸条显色直观显示，实现了适用于林间的简便快速检测需求，该技术操作简单，不需要特定的仪器设备适用于林间的简便快速检测需求，为松材线虫病无症状诊断、早期监测和病害防控提供技术支撑。



敏感性检测结果图

技术亮点

- 构建了松材线虫RPA-CRISPR-Cas13a/Cas12a反式外切相结合的松材线虫分子检测技术，灵敏度高，特异性强。
- 检测结果通过试纸条直接显示，可以直观看到检测结果，操作方便、快捷，避免了对复杂仪器的需求和相关人员的培训。
- 反应体系无需核酸反应设备，适合林间需求。

前景及效益分析

本发明首次利用CRISPR/Cas技术实现松材线虫核酸检测，检测特异性好、灵敏度高，可在25°C-37°C的室温下实现高灵敏、高精度的分子检测，具有更好的特异性和兼容性，检测成本低廉、操作方便、快捷。检测限值可达到2.81×103 copies/μL，说明本发明方法敏感性较好。且检测结果直接通过试纸条读取，结果区分明显，直观清晰，非常适合缺乏设备的林业现场使用。本发明提供的特异性crRNA及试剂盒，在检疫口岸和林间田地，能够对含有松材线虫的样品进行快速准确筛查，防止线虫随松木及其它繁殖材料进出口、调运而传播蔓延，对于松材线虫的检测、防控以及促进林业生产的健康发展具有重要的意义，具有重大的应用推广价值。

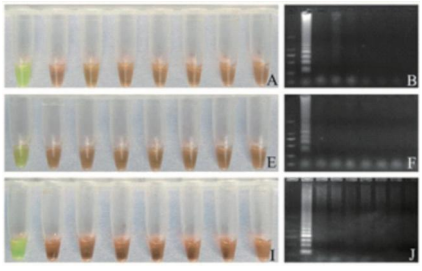
监测六种蓝莓病原真菌的引物及试剂盒

完成人 张英　　**联系方式** 13683187338

成果简介

随着我国蓝莓种植面积与产量的逐年上升，蓝莓的病害引起了越来越多的关注，其中蓝莓枝干病害是蓝莓生产中的重要病害。目前，蓝莓枝干病害已经在全球蓝莓产区广泛发生，并且造成蓝莓枝干枯萎，木质部坏死，有时会导致蓝莓全株死亡。该枝干病害严重制约着我国蓝莓的产量与品质。为了在检疫和农业生产过程中快速、便捷地检测、鉴定病害的发生和病原菌种类，构建了六种重要的蓝莓枝枯病病原菌的最佳的环介导等温扩增（Loop-mediated isothermal amplification，LAMP）可视化检测的引物，摸清并优化了实验条件。各检测引物组的灵敏度检测限可达fg甚至ag，仅需恒温63°C左右，反应时间50-70分钟，即可通过观察反应液颜色变化确定是否发生了病害。

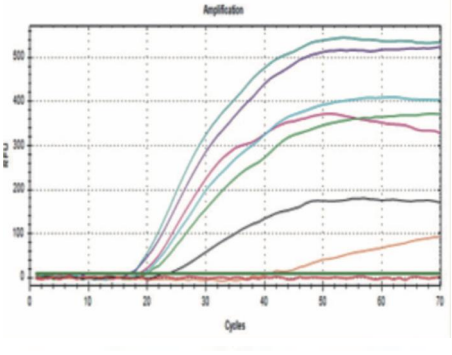
蓝莓田间病害



引物特异性及灵敏度检验

技术亮点

- 选择蓝莓茎溃疡病、枝枯病、回枯病、枝干顶端坏死病等田间危害最严重的蓝莓病害为研究对象，构建了蓝莓多种枝干类病害的 LAMP 快速检测体系，对蓝莓枝干病害的田间检测与防控具有第一位指导意义。
- 检测结果通过反应体系的颜色变化直接判断，可直观高效的获取检测结果，避免了对复杂仪器设备的依赖和技术人员的培训。
- 整个检测过程在恒温 63°C 条件下完成，反应时间仅为 50-70 分钟，无需变温过程，反应温度很好实现和维持，且反应时间短，设备要求低，适合田间操作。



优化反应体系

前景及效益分析

本研究通过设计、筛选环介导等温扩增可视化检测的最优引物，优化 LAMP 反应条件，构建了便捷、灵敏、稳定、价格低廉的蓝莓枝干类病原菌田间实时监测体系。检测引物组的灵敏度检测限可达 g 甚至 ag，成功实现病菌发病前实时监测预警，且反应过程仅要恒温，反应时间短，即可通过肉眼观察反应液颜色变化直观、快速、准确的判断是否发生了病害。本研究中的 LAMP 快速检测技术体系为蓝莓枝干类病害的田间早期检测及快速病原鉴定提供了理论依据和技术支持，对及时有效地控制病害流行有重要意义。

林业有害生物调查及真菌种质资源探索

完成人 范鑫磊　　**联系方式** 13021204929

成果简介

目前，外来物种入侵已经成为全球面临的生态安全与生物安全重大问题，而我国是全球遭遇外来入侵物种危害最严重的国家之一。目前全国各地已启动外来入侵物种的普查，本成果对林业有害生物调查及入侵生物进行调查，旨在对我国现有的林业有害生物及外来入侵物种种类、分布区域、危害程度等方面的信息，有更加详细和精确地掌握。

真菌与工农医药以及维持自然生态平衡均有着密切联系。真菌还是生理学、生物化学及遗传学等学科研究的有效工具和很好的研究对象。真菌代谢产物如酒精、柠檬酸、甘油及各种酶类等化合物是化工、医药业的重要生产资料。真菌种质资源亟需探索。本成果对大型真菌资源林业病害相关真菌物种进行探索和分类，为真菌资源库及病害防治提供理论基础。

林业有害生物及入侵生物调查工作照

林业病害调查症状照

技术亮点

- 对林业有害生物调查及入侵生物进行调查。
- 对真菌物种种质资源进行探索及分类。

真菌种质资源探索

前景及效益分析

1. 紧跟党的二十大报告，对其指出的“加强生物安全管理，防治外来物种侵害”进行落实；
2. 真菌是人类开发利用最富有潜力的一类生物资源。

基于单幅图像的蛀干类害虫虫道三维重建及其扩散预测可视化算法

完成人 杨猛　　**联系方式** 13426320109

成果简介

蛀干类害虫作为林业有害生物之一，其引起的生物灾害对我国林业生产、森林资源及生态环境均会造成破坏。当前，二维的蛀干类害虫的虫道图像对于林业相关的研究人员固然有着积极的作用，但是由于害虫种类繁多、其所蛀食形成的虫道结构也是复杂多样的，因此仅依靠二维图像对蛀干类害虫虫道进行研究分析是不够的。对单幅图像进行三维重建及可视化，将复杂的虫道直观地显示出来，并结合影响因素的变化对虫道进行预测模拟工作，将有助于林业相关研究人员进行全面而准确的分析，为对蛀干类害虫的防治研究提供以有利的辅助手段。为了实现上述内容，提出了一种对虫道进行三维重建的算法，而后又结合了相关的影响因素的变化，实现了对虫道的预测模拟及可视化工作。

虫道三维重建效果

可视化结果

技术亮点

- 提出了一种基于轮廓的虫道三维重建方法：与常见的三维重建方法相比较，基于轮廓的虫道三维重建方法将使用单幅二维图像进行重建工作的结构特性，从而完成对虫道的三维重建。
- 提出了一种基于三维骨架的虫道预测模拟算法：在三维重建的基础上，对重建的三维模型进行基于网格收缩的三维骨架提取。

前景及效益分析

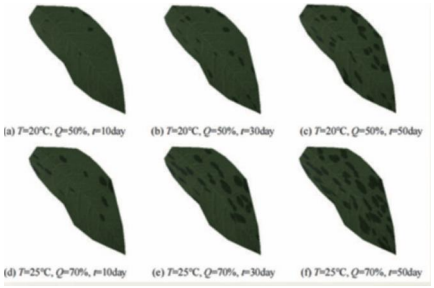
通过单幅二维图像对蛀干类害虫的虫道进行三维重建并结合影响因素的变化实现对虫道蔓延范围的可视化预测模拟算法。相关的工作人员可以通过输入单幅的二维虫道图像直接获取其对应的三维模型，以便更直观且多角度地观测到完整虫道的结构。所提出的基于轮廓的蛀干类害虫虫道的三维重建算法对于不同寄主上不同害虫所蛀食形成的虫道均可重建其三维模型，从而可以帮助相关的工作人员对于虫道整体结构有着一个更加清晰地观察。同时，所提出的基于三维骨架的虫道范围的预测模拟算法，在所设定的影响因素的变化下，可以对虫道的范围的变化进行可视化预测模拟，从而为林业蛀干类害虫的防治方面提供一有效的辅助手段。

基于症状分类的植物病害表观模拟算法

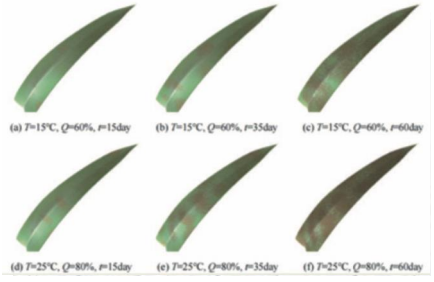
完成人 杨猛　　**联系方式** 13426320109

成果简介

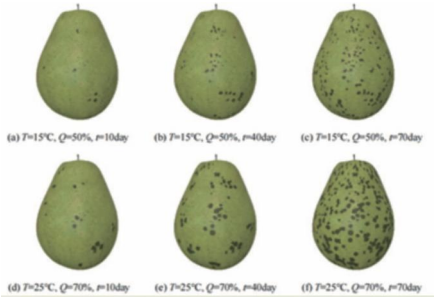
植物病害可视化模拟属于计算机应用技术与植物病理学交叉领域的重要研究内容。目前，研究者们已经能够利用计算机模拟出许多真实感强的植物病害，但由于植物病种类繁多，形态多样以及致病原因复杂，如何实现真实、灵活、普适性高的植物病害模拟依然是一个有待深入探讨的问题。因此，本文建立受环境因素影响的病害时变通用模型，以病害症状作为研究重点，提出基于症状分类的植物病害表观模拟算法，实现多类型的植物病害可视化展示。



不同参数控制下月季黑斑病模拟效果图



不同参数控制下玉米锈病模拟效果图



不同参数控制下香梨黑星病模拟效果图

技术亮点

- 基于植物病害流行学中病害预测原则进行合理假设，建立病害时变通用模型。该模型设置温度、湿度、时间等可交互参数，通过统一的计算方式表达植物病害扩散和颜色变化的过程。不同的植物病害对应不同的环境控制系数，体现病害侵染植物时受到环境影响的差异性。
- 以表观症状作为植物病害分类依据，提出针对不同症状类型的普适性模拟算法。通过前期对病害症状表观特征（颜色、几何形态、侵染范围）的调研分析，以计算机模拟视角解构病斑组成，基于图像处理、噪声优化、纹理合成等可视化技术的组合应用，实现具有变色、轮纹、粉霉、锈斑和散点等症状的植物病害模拟。

前景及效益分析

1. 提出了病害时变通用模型，方便普及相关知识；

2. 架构了交互界面，能够有效、真实地模拟不同植物病害的表观过程，并且运行效率较高；

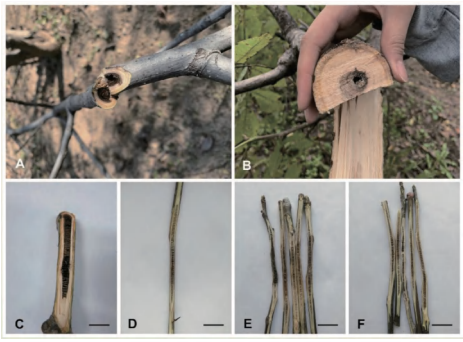
3. 为植病知识的普及和可视化教学提供有益的参考与支撑，在影视广告、游戏娱乐等领域也具有一定的研究价值和应用价值。

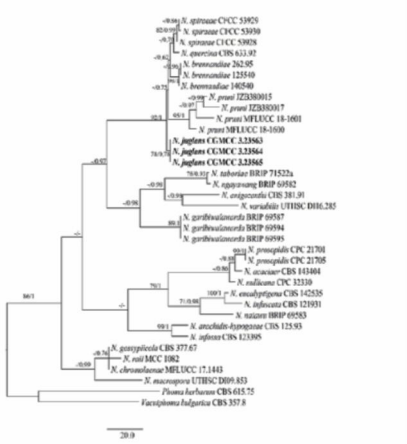
核桃枝干心腐病病原鉴定及生物防治

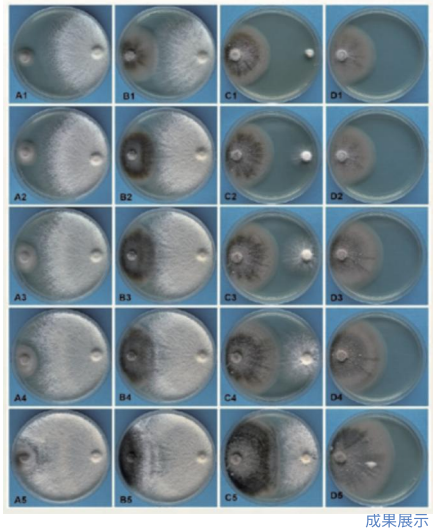
完成人 张英　　**联系方式** 13683187338

成果简介

核桃是一种重要的经济树种，我国核桃产量和面积均居世界首位，核桃的病害发生严重，其中核桃枝干心腐病在我国造成严重的经济损失。本研究通病原菌分离和科赫式法则检验确定了核桃枝干心腐病的病原为一真菌新物种，将其命名为核桃假茎点霉 (Nothophoma juglandis)。同时分离出一具有生防作用的真菌 (Granulobasidium vellereum)，通过其与病原菌的平板对峙和田间拮抗实验，明确了 Granulobasidium vellereum 对核桃枝干心腐病生物防治效果，探讨了最佳防治方案。







成果展示

技术亮点

- 核桃是一种重要的经济林木，居世界“四大干果”之首，是我国的“木本粮油”战略树种，具有很高的营养和经济价值。
- 通过传统的分离培养法和经典的科赫氏法则确定核桃枝干心腐病的病原菌，根据形态学和分子生物学方法鉴定该菌为真菌新物种，并命名为核桃假茎点霉（Nothophoma juglandis）。
- 分离得到一种针对核桃假茎点霉有效的生防真菌，室内及野外实验研究均表明该生防菌能够有效防治核桃枝干心腐病的发生和发展。

前景及效益分析

生物防治是推动可持续农业的发展重要的防治手段。本研究确定了核桃重要病害—核桃枝干心腐病病原菌，并筛选出能够有效防治该病的的生防真菌，为推动绿色农业发展提供了理论与资源基础。

知山知水
树木树人

地址：北京市海淀区清华东路35号
邮编：100083
电话：010-62337983
主页地址：http://kyc.bjfu.edu.cn/