

南京农业大学

一、基本情况

南京农业大学是教育部直属的全国重点大学，是世界一流学科建设高校、211工程、985工程优势学科创新平台建设高校，入选高等学校创新能力提升计划、高等学校学科创新引智计划、卓越农林人才教育培养计划等，是“双一流”农科联盟、高水平行业特色大学优质资源共享联盟、CDIO工程教育联盟成员单位，学校拥有卫岗校区、浦口校区和白马教学科研基地。其中，白马农业信息化示范基地（以下简称基地）位于南京国家农业高新技术产业示范区内，占地约5274亩，总建筑面积约20万平方米，规划建设总投资约15亿元，是集产、学、研为一体的现代信息化农业基地。

近年来，基地陆续投入3200万元用于信息化建设，催生了“北斗导航支持下的智慧麦作”、“智慧温室”和“渔管家”等多个智慧农业品牌。其中，“基于北斗导航的智慧麦作技术”荣获农业农村部2020年十大引领性技术；“稻麦生长指标光谱检测与定量诊断技术”荣获2018年国家科学技术进步二等奖；“梨优质早、中熟新品种选育与高效育种创新”荣获2018年国家科学技术进步二等奖；“陆博士®生态流水鱼无人化渔场智慧养殖技术”荣获2018“创青春”全国大学生创业大赛金奖。

二、示范应用情况

为进一步提高农业生产效率，保护农业生态环境，我校充分利用自身在农业领域相关专业优势，深入探索物联网、大数据、云计算等现代信息技术在智慧农业领域内的运用，加快农业生产与现代信息技术相融合，积极推动农业科技示范推广，在基地进行了长期且广泛的教学、科研、生产等实践活动。在不断摸索中，逐步形成了“三大应用体系+一大项目”的农业生产信息化架构，即“智慧种

植”、“智慧园艺”、“智慧养殖”及“作物表型学组学重大科技基础设施项目”，并通过线上线下“智慧推广”，对研究成果进行示范推广，实现了技术转化，成功打造了智慧农业新生态。

（一）智慧种植

智慧种植围绕“农情遥感监测、农作系统模拟、农田精确管理”等方面开展系统深入的技术创新与工程实践。

“北斗导航支持下的智慧麦作技术”作为 2020 年农业农村部十大引领性农业技术，主要包括小麦无人播种收获技术支持下的小麦精确施肥喷药技术，以及物联网支持下小麦智慧灌溉技术等。通过对稻麦籽粒品质/水分检测，构建作物管理知识模型，建立基于模型的作物生产管理决策系统，依托北斗导航支持下的变量播种机、无人驾驶收割机，实现对小麦的精准种植与精准收获。通过构建集信息采集、差异分析、处方生成、路径规划、无人作业等功能为一体的智慧麦作技术，实现了对小麦耕、种、管、收全过程的精确化、智慧化管理。



图 1：北斗导航支持下的智慧麦作技术

田间建有垂直昆虫雷达和高空自动分时虫情测报灯，可 24 小时全天候无人值守运行，用于重大农业迁飞性害虫种群动态的长期自动化监测；特殊设计的高空灯，提高了设备稳定性和杀虫效率，在无人监管的情况下，能自动完成诱虫、杀虫、散虫、拍照、传输、识别、分析等作业。

(二) 智慧园艺

智慧园艺围绕“高效生产、智能装备、食品安全”三大主题，运用机器视觉、物联传感网络、机器学习模型等现代信息技术，对植物品种进行筛选和育种优化，对光照、肥水、室温、地温等室内环境进行精准控制。

智慧温室主打高品质果蔬、高附加值香料、花卉以及中草药为主的种植生产，通过运用新型 LED 光源、营养液密闭循环、气雾栽培技术等植物工厂尖端技术，布局规模化、超高型垂直植物工厂种植中心，实现了高质量种苗集约化批量生产。通过集中运用智能化装备及设施、农业物联网技术、智能传感技术，实现全产业链种植生产高度机械化、自动化和智能化。

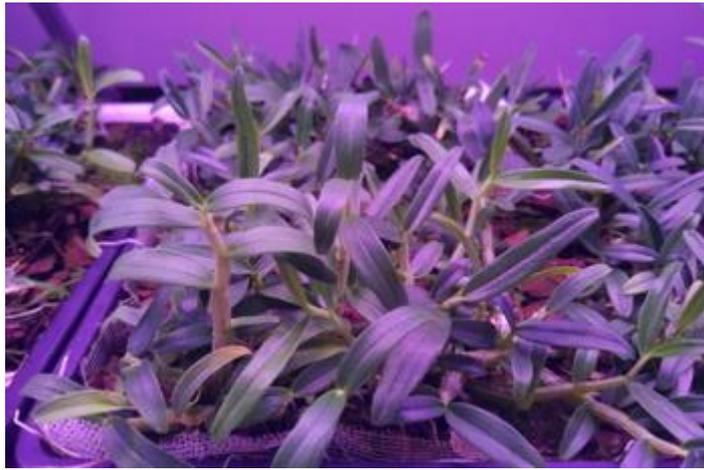


图 2：高附加值中草药植物工厂栽培



图 3：药用大麻植物工厂商业化生产

南京农业大学梨工程技术研究中心创新性的利用无人机、激光扫描、机器视觉等信息技术获取梨树三维图像信息，实现了快速精准测量，减小了人工检测带来的误差，提高了对群体尺度梨树冠层生长变化及单木尺度梨树枝、叶结构分布的研究效率；通过建立种质资源与育种信息化系统，构建常见果树的性状库，对果树图像、田间表型相关数据进行记录与统计，解决了种质资源与杂交评价数据量大、统计分析难的问题，有效提高了资源评价与育种效率。

(三) 智慧养殖

智慧渔场以绿色循环水产为核心理念，以渔业感知与智慧养殖平台为载体，以仿生态尾水控制技术、水产动物精准投喂技术及智能养殖控制技术等为手段，建立了水质检测系统、水产精准投喂系统、水产精准控水系统、水产精准管理系统等，实现了渔业循环绿色养殖与智能化精准养殖。



图 4：智慧渔场俯瞰图

智慧牧场与智慧鸡舍技术，包含农舍环境控制物联网、农舍环境数据采集与数据库、环境控制与智能调控模型、“一站式”物联网智能养殖管理技术等，实现了对场内环境质量检测及控制，规模畜禽场生物安全关键环节控制，畜禽场重大疫病综合控制，以及自动饲喂与投料方案控制等。

(四) 作物表型组学

作物表型组学重大科技基础设施依托国内高校首个作物表型组学交叉研究中心，研发了一批拥有自主知识产权的作物表型组学信息化装置设备，包括田间大型移动表型舱、室内高通量表型获取系统、

集装箱式移动表型舱和表型应用管理平台等。通过运用无人机、拍照机器人及物联网传感器对作物表型信息进行收集；自研基因-环境-表型关系分析平台，通过运用机器视觉技术获得植物的结构、株高、颜色、体积、枯萎程度、鲜重、花/果实的数目等重要指标，实现高通量表型精准获取、环境精准模拟；通过优化遗传算法，将对象的遗传数据进行对比，将基因型-表型进行关联分析，筛选优良品种基因，从而达到高效遗传育种的目的。

目前，基地作物表型组学整体技术已经达到国际一流水平，可快速高效的监测作物表型、筛选作物品种，实现育种过程的设计性、预见性和可控性。



图 5：田间大型移动表型舱



图 6：集装箱式移动表型舱

(五) “双线共推” 农技推广服务

“双线共推” 农技智慧推广，线下通过与地方政府或社会企业合作，组织新型农业经营主体，建立不同领域的产业联盟；线上通过整合农科教资源，搭建“南农易农” APP、微信公众平台，开展实时指导、问题解答和在线培训等，实现服务活动的组织化、服务对象的精准化、服务手段的信息化、智慧化。

三、经验成效

(一) 经济效益

与传统种植相比，智慧种植技术在水稻壮秧、小麦整地、水稻播栽、小麦精播、病虫害防治等方面表现出明显的增产、节本、提质、增效等优势。智慧温室、园艺工厂实现了高质量种苗集约化生产，通过气雾培种植的藏红花、药用大麻及蓝莓的产量和品质均得到大幅提升，一年可采收藏红花 2-3 亩，药用大麻约 6 茬，蓝莓产量较传统种植提高 6 倍。无人渔场通过生态智能化循环养殖，亩产达到 12000 斤，是普通池塘养殖的 4 倍以上，实现了一个人养殖 100 万斤鱼的目标。

(二) 社会效益

基地目前在研科研团队达 70 余个，涉及科研项目 165 个，近三年我校依托基地获得国家级科技成果奖 4 项，省部级科技成果 33 项，每年接待培训和实习逾 12000 人次。无人渔场自 2016 年发展至今，累计服务了全国 12 大省市自治区，服务面积超 3 万亩，带动了 245 个贫困户脱贫，每年参观考察和培训的人次达到了 1000 余人。“双线共推” 农技推广服务新模式，已有线上用户 7000 多名，新型农业经营主体联盟 42 家，联盟成员超过 2000 家，在线专家 116 名。作物表型组学作为国家重大项目，成功孵化“南京秋曦科技有限公司”、“南京根田科技有限公司”等 4 家企业。

(三) 生态效益

智慧牧场技术实现了畜类养殖自动化，节约用水达 40%-50%，节省用电达 30%-40%。智慧渔场技术具备的多级生态尾水处理装备与技术，可以帮助处理 90%以上的尾水，缩短 9-10 倍的处理周期，减少了环境的自净化压力。作物表型组学的信息设施具有从分子细胞到组织形态多层次、多生境和全生育期多尺度，对主要作物进行每年百万株以上及每日百亩大田以上的作物表型精准采集与深度解析的能力，可促进绿色生态农业、提高农产品品质和保障农产品供给安全。