

“工厂化农业关键技术与智能农机装备” 重点专项 2021 年度项目申报指南

为落实“十四五”期间国家科技创新有关部署安排，国家重点研发计划启动实施“工厂化农业关键技术与智能农机装备”重点专项。根据本重点专项实施方案的部署，现发布 2021 年度项目申报指南。

本重点专项总体目标是：大力推进农业机械化、数字化、智能化，专项聚焦农业传感器、动植物生长模型和智能农机装备核心技术产品受制于人、工厂化和大田农业整体产出效能不高等问题，创制一批关键技术、核心部件、重大产品并开展典型集成应用示范，引领未来农业发展方向，保障国家粮食安全。

2021 年度指南部署认真贯彻落实习近平总书记重要指示精神和党中央、国务院决策部署，优先安排重大、关键且紧迫，以及具备一定基础的任务。拟启动 7 个项目方向，拟安排国拨经费概算 2.1 亿元。每个项目方向拟支持数为 1~2 项，实施周期不超过 5 年。申报项目的研究内容必须涵盖指南所列的全部研究内容和考核指标。项目下设课题数不超过 5 个，项目参与单位总数不

超过 10 家。项目设 1 名负责人，每个课题设 1 名负责人。

指南中“拟支持数为 1~2 项”是指：在同一研究方向下，当出现申报项目评审结果前两位评价相近、技术路线明显不同的情况时，可同时支持这 2 个项目。2 个项目将采取分两个阶段支持的方式。第一阶段完成后将对 2 个项目执行情况进行评估，根据评估结果确定后续支持方式。

本专项 2021 年度项目申报指南如下。

1. 大田环境作物信息传感器与表型平台创制

研究内容：针对大田环境复杂多变、作物多维形态结构信息高时序获取解析难度大、高性能表型平台主要依靠进口等问题，重点创制敏捷型作物冠层信息三维图谱合一观测传感器；研制作物长势、营养、水分和病虫害等系列化智能信息采集终端；研发基于无人机、无人车等载具的作物高通量田间表型平台系统，并进行应用示范，实现对典型田间作物冠层形态结构、颜色纹理、生物量、生化组分和生育动态等表型信息的自动获取与智能解析。

考核指标：研制适用于田间作物冠层信息三维图谱合一观测传感器 2~3 种，研发作物长势、营养、水分和病虫害等信息智能采集终端 3~5 种；研制无人机、无人车等作物高通量田间表型平台系统 3~5 套；在不少于 5 个科研育种基地开展应用示范，能够

同步获取作物形态结构、颜色纹理、生物量、生化组分和生育动态等指标，解析精度误差 $\leq 8\%$ 。关键技术自主率达到 95%以上，传感器及设备的检测精度、灵敏度、可靠性和检测效率达到国际同类产品先进水平。

2. 设施环境作物信息传感器与表型平台创制

研究内容：针对当前作物体内信息活体检测手段缺乏，设施环境作物多维表型信息采集手段单一、数据解析时效性不足、高性能表型获取平台主要依靠进口等问题，重点研制作物体内有机小分子和无机离子高特异性、高灵敏度、高通量活体检测传感器；创制适用于设施环境的多传感器阵列及成像单元装置；研发具有多源异构传感器时空同步采集、多模态数据融合和边缘计算等功能的系列化设施环境作物高通量表型平台系统，并进行应用示范，实现对典型作物形态结构、颜色纹理、生物量、代谢组分和生育动态等表型信息的自动获取与智能解析。

考核指标：创制便携式植物体内葡萄糖、生长素等 3~5 种小分子系列传感器和钠、钾、钙等 3~5 种离子同步检测传感器；研制适用于设施环境的作物多传感器阵列和成像单元 2~3 台（套）；研制设施环境下轨道式、流水线式等作物表型平台 3~5 套，在不少于 5 个科研育种基地开展应用示范，能够同步获取作物形态结构、颜色纹理、生物量、代谢组分和生育动态等指标，解析精度

误差 $\leq 8\%$ 。关键技术自主率达到 95%以上，传感器及设备的检测精度、灵敏度、可靠性和检测效率达到国际同类产品先进水平。

3. 土壤信息传感器与智能监测设备创制

研究内容：针对土壤信息原位、现场感知手段缺乏，高端传感器产品对外依存度高等问题，重点研究农田土壤有机质和结构特性复合感知方法，研制快速现场检测传感器；研究土壤重金属元素的高灵敏探测方法，研制重金属元素现场速测传感器和检测装备；研究土壤氮素的感知方法，研制硝态氮快速现场检测传感器；研制土壤水、热、盐、结构等参数同步测量传感器，研发冻土“冰~水”含量的原位监测设备、“水热盐”动态监测设备、微气象集成监测设备；在粮食主产区研究建立基于 4G/5G 网络的土壤信息监测物联网云服务平台并开展示范应用。

考核指标：研制对土壤信息进行原位、现场和快速检测的土壤有机质和结构符合传感器、土壤重金属传感器、土壤硝态氮传感器各 1 种，其中土壤有机质和结构特性复合传感器检测精度与标准方法相比，误差小于 5%；土壤重金属传感器实现铬、镉、汞、铅等元素的同步测量，检测限不高于 5mg/kg；土壤硝态氮传感器检测精度与标准方法相比，误差小于 5%；研发土壤参数同步测量传感器 1 种，监测设备 3 种（冻土“冰~水”含量原位监测设备、“水热盐”动态监测设备、微气象集成监测设备）以上，

检测指标涵盖土壤水、热、盐；土壤信息监测物联网云服务平台入网设备不少于1万台（套），监测面积不少于100万亩。技术具有自主知识产权，核心器件完全国产化。

4. 大马力高效智能拖拉机整机创制与应用

研究内容：针对大马力智能拖拉机受制于人的问题，围绕拖拉机高效化、绿色化、智能化发展需求，重点研究高效节能农用柴油发动机应用、高效节能电动机在大马力拖拉机上应用技术，研究动力换挡、无级变速、混合动力等新型高效传动技术，研究整机智能协同控制、新型电液悬挂、作业机具姿态调整与地形自适应控制、自动驾驶等关键技术，创制系列高效智能拖拉机产品，并集成智能作业机具进行应用验证。

考核指标：突破高效传动、电液控制、智能作业等关键核心技术8~10项，开发320~400马力智能拖拉机不少于2种，最高牵引效率 $\geq 75\%$ ，极限负载作业行驶速度 $\geq 5\text{km/h}$ ，拖拉机特征滑转率下的牵引力 $\geq 125\text{kN}$ ，能效等级不低于1级，自动作业应用等级 $\geq \text{L2}$ （相当于道路车辆），排放等级不低于非道路国IV水平，平均无故障工作时间（MTBF）不低于300小时，关键技术及零部件自主化率达到95%以上。

申报要求：该项目采取企业创新联合体形式申报，联合体内企业总数不少于4家，其中，牵头申报单位须为建有相关领域省部级

以上科研平台的企业，参与单位须有 2 家以上是高新技术企业。

5. 高性能播种关键部件及智能播种机创制

研究内容：针对国产播种装备功能单一、作业效率较低、作业性能严重依赖操纵人员经验、可靠性较差、关键核心零部件依赖进口等问题，围绕水稻、小麦、玉米、油菜、大豆等主要粮油作物高性能播种需求，重点研制高速作业条件下黏重土壤种床整理、中小籽粒精量排种、大籽粒单粒高精度排种、种肥精准变量播施、基于土壤墒情的播深智能调控、作业参数智能监控等关键技术及部件，创制稻、麦、油菜兼用型高速变量智能联合播种机和玉米大豆高速精量播种机。

考核指标：创制高速精量排种、种肥精准变量播施、播深智能调控等关键技术及核心部件 5~8 种；创制适合不同种植规模的稻麦油兼用型高速变量智能联合播种机（作业速度 $\geq 12\text{km/h}$ ）和玉米大豆高速智能精量播种机（作业速度 $\geq 14\text{km/h}$ ）3~5 种，播种量和施肥量测量误差率 $\leq 3.0\%$ ，播种作业质量优于国家标准；高性能播种智能机具作业效率在现有基础上提高 20%以上，产品可靠性有效度 $\geq 97\%$ ，在全国粮油主产区示范及推广 10 万亩以上。

6. 高性能收获关键部件及智能收获机械创制

研究内容：针对国产收获装备功能单一、作业性能和效率严重依赖操纵人员经验、关键核心零部件依赖进口等问题，围绕水

稻、小麦、玉米、油菜、大豆等主要粮油作物高性能收获需求，重点突破高效能脱粒清选、承载能力 18 吨以上电控换挡轮式底盘、大排量电控液压无级变速器履带式底盘、作业参数智能调控单元等关键技术及部件，创制轮式和履带式多作物大喂入量智能化收获装备。

考核指标：创制通用低损脱粒高效清选、电控换挡轮式底盘、电控液压无级变速履带底盘等关键技术及核心部件 5~8 种；创制适合大中型农场的多作物智能化轮式联合收获机 2~3 种（稻麦喂入量 $\geq 15\text{kg/s}$ ）和适合家庭农场的多作物智能化履带式联合收获机 2~3 种（稻麦喂入量 $\geq 8\text{kg/s}$ ），损失率、含杂率、破碎率等收获机作业质量优于国家标准，高性能收获智能机具作业效率在现有基础上提高 20%以上，产品可靠性有效度 $\geq 97\%$ ，在全国粮油主产区示范及推广 10 万亩以上。

7. 水稻全程无人化生产技术装备创制与应用

研究内容：针对当前水稻作业过程作业环节多、多机协同难、作业效率不高等问题，围绕水稻耕、种、管、收全程无人化智能生产需求，攻克耕地平整、插秧/直播、肥药施用、收获转运等作业环节无人精准控制技术；研发环境识别、导航避障、路径规划、多机协同等自动驾驶技术；创制无人化耕整地机、水稻直播/插秧机、精准施肥/施药机、收获机、运粮车等无人化智能作业装备，

开发无人农场智能生产云管控平台并开展应用示范。

考核指标：研制水稻耕种管收全程无人化智能生产作业装备 6 种以上，自主化率 $\geq 90\%$ ，主要性能参数达到国际先进水平，自主导航/自动驾驶系统自主化率 100%，在耕整和种植作业中，直线路径跟踪误差不超过 2.5cm，对行误差不超过 3cm；在主从收获作业中，收获机和运粮车横向误差不超过 10cm，纵向误差不超过 20cm，装机 150 台（套）以上；开发并推广应用无人化农场云管控系统 3~5 套；在全国水稻主产区建成 3~5 个水稻无人化智慧农场，每个示范面积不低于 1 万亩，相比传统种植方式，智慧农场平均增产 15%以上，整体生产效益提高 30%以上。