

“十四五”国家重点研发计划“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

(征求意见稿)

为大力推进农业机械化、智能化，专项聚焦农业传感器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应用示范，引领未来农业发展方向，保障国家粮食安全。2021 年启动 7 个任务方向，实施年限 2021-2025 年。

1.作物生命信息传感器与表型平台创制

解决的主要问题和主要研究内容：针对当前作物体内信息活体检测手段缺乏、作物多维形态结构信息高时序获取解析难度大、高精度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；创制敏捷型作物冠层信息三维图谱合一观测传感器和多传感器阵列及成像单元装置；研制作物长势、营养、水分、病虫害等系列化智能信息采集终端；面向大田和设施栽培环境，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作物高通

量表型平台，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。

要达到的成效和主要考核指标：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；研制冠层三维结构、光谱、热红外、荧光等图谱信息传感器 3-5 种、作物多传感器阵列和成像单元 2-3 台（套）；研发作物信息智能采集终端 5 种以上。研制大田和设施环境下无人机、车辆、轨道式平台和成像室作物表型平台 4-5 套，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。

拟支持项目数：1-2 个。

2. 土壤信息传感器与智能监测设备创制

解决的主要问题和主要研究内容：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、结构等物理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。

要达到的成效和主要考核指标：研制对土壤信息进行原位、现场和快速检测的新型传感器和检测仪器 4 种以上，具有自主知识产权，核心器件完全国产化，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%；土壤物理参数同步测量传感器 1 种、监测设备 3 种以上，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 10 万亩。

拟支持项目数：1-2 个。

3.大马力高效智能拖拉机整机创制与应用

解决的主要问题和主要研究内容：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、新型高效传动、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。

要达到的成效及主要考核指标：开发 320-400 马力智能拖拉机不少于 2 种，最高牵引效率 $\geq 75\%$ ，最高行驶速度 $\geq 40\text{km/h}$ ，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 L2（相当于道路车辆），排放等级不低于非道路国 IV 水平，关键技术及零部件自主化率达到 95% 以上。

拟支持项目数： 1-2 个。

实施机制： 企业创新联合体。

4.高性能播种收获关键部件及智能作业机具创制

解决的主要问题和主要研究内容： 针对国产播种收获装备功能单一、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播种收获需求，重点研制高速作业条件下种床整理、中小籽粒精量排种、大籽粒单粒高精度排种、种肥同步与播深一致智能调控等关键技术及部件，创制高速精量联合播种装备；突破研制高效能脱粒清选、承载能力 18 吨以上电控换挡轮式底盘、大排量电控 HST（液压无极变速器）履带底盘、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。

要达到的成效和主要考核指标： 创制高速精量排种、通用低损脱粒高效清选、电控换挡轮式底盘、电控 HST 履带底盘等关键技术及核心部件 10-15 种；创制高速精量联合条播机和高速精量联合播种机 3-5 种（作业速度 \geq 12km/h），播种作业质量优于国家标准；创制多作物智能化轮式联合收获机 2-3 种（稻麦喂入量 \geq 15kg/s）、履带式联合收获机 2-3 种（稻麦喂入量 \geq 8kg/s），损失率、含杂率、破碎率等收获作业指

标优于国家标准，作业效率在现有基础上提高 20%以上，在全国粮油主产区示范及推广 10 万亩以上。

拟支持项目数：1-2 个。

5.无人化植物工厂成套技术装备创制与应用

解决的主要问题和主要研究内容：针对当前无人化植物工厂成套化装备缺乏、关键作业装备依赖进口等问题，重点突破机器视觉识别判断、蔬菜无损自动抓取、高栽培容积率条件下车间内均匀环境调控、智能 LED 精准调光、植物营养在线监测、植物生长在线监测诊断等关键技术，创制蔬菜高效分栽、智能采收、无损装箱等典型作业机器人，研制蔬菜自动理杯播种机、栽培板拆叠机、栽培装置自动清洗机、称重贴标一体机等智能化作业机械，开发智慧监测生产管理系统。

要达到的成效和主要考核指标：建成栽培容积不小于 2000 立方米的无人化植物工厂并实现 3-5 种叶菜的周年生产；创制蔬菜分栽、采收、装箱等机器人及植物工厂配套设备 10 台（套）以上，其中蔬菜分栽机器人作业效率不低于 0.6 秒/株，抓取精度 $\pm 1\text{mm}$ ；采收机器人作业效率不低于 1.5 秒/株，定位精度 $\pm 1\text{mm}$ ；无损装箱机器人装箱速度 1 秒/包；栽培车间内温度均匀性 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度均匀性 $\pm 5\%$ ；LED 光效提高到 $3.3\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{J}$ 以上，电能消耗降至 $380\text{KJ}/\text{m}^2$ 以下。产品自主率 95%以上。

拟支持项目数：1-2 个。

实施机制：企业创新联合体。

6.绿色高效智能养猪工厂创制与应用

解决的主要问题和主要研究内容：针对当前养猪场存在的环境调控精准程度及饲喂效率不高、工厂化养殖作业与智能控制装备主要依赖进口等突出问题，重点研究不同生理阶段猪的体型、体征、健康状况、盘点计数等养殖过程信息的数字化表征方法和获取技术；创制猪舍环境精准调控、母猪自助分娩、分群与转运、精准饲喂与加药、粪污清除转运、疫病远程监测诊疗、猪舍清洗消毒巡检等智能管控作业装备；开发基于养殖过程大数据的生猪管控分析平台；建成绿色、高效、智能养猪工厂，实现能繁母猪和生猪的高效养殖。

要达到的成效和主要考核指标：形成养猪信息与生产过程等数字化采集技术 7-9 项（套）、数据库 13-15 个，数字化率达到 90%以上；研发不同生理阶段猪群的福利化健康养殖工艺方案 5-7 套，创制健康养猪精准环控技术及其智能环控器 3-5 项（套）、智能养殖作业装备 6-8 台（套）；创制高效环境净化等关键装备 4-6 套、机器人技术 3-5 套；开发智能化管控平台 3 个以上；产品自主率 95%以上，主要性能指标达国际同类产品先进水平；建立技术装备示范验证基地 20 个以上，年出栏 50 万头以上的智能养猪工厂不少于 1 个。

拟支持项目数：1-2 个。

实施机制：企业创新联合体。

7.水稻全程无人化生产技术装备创制与应用

解决的主要问题和主要研究内容：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。

要达到的成效和主要考核指标：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%，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，相比传统地块，智慧农场平均增产 15%以上，整体生产效益提高 30%以上。

拟支持项目数： 1-2 个。