

“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。

“工厂化农业关键技术与智能农机装备”重点 专项 2021 年度“揭榜挂帅”榜单

为深入贯彻落实党的十九届五中全会精神和“十四五”规划，切实加强创新链和产业链对接，“工厂化农业关键技术与智能农机装备”重点专项聚焦国家战略亟需、应用导向鲜明、最终用户明确的重大攻关需求，凝练形成 2021 年度“揭榜挂帅”榜单，现将榜单任务及有关要求予以发布。

一、申报说明

本批榜单围绕垂直植物工厂成套化智能装备产业、动植物设施生产智能装备产业等重大应用场景，拟解决无人化植物工厂成套化装备缺乏、养猪场存在的环境调控精准程度及饲喂效率不高等关键实际问题，拟安排国拨经费不超过 0.9 亿元。除特殊说明外，每个榜单任务拟支持项目数为 1 项。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。企业牵头申报的项目，配套经费与国拨经费比例不低于 1:1。

榜单申报“不设门槛”，项目牵头申报和参与单位无注册时间要求，项目（课题）负责人无年龄、学历和职称要求。申报团队

数量不多于拟支持项目数量的榜单任务方向，仍按程序进行项目评审立项。明确榜单任务资助额度，简化预算编制，经费管理探索实行“负面清单”。

二、攻关和考核要求

揭榜立项后，揭榜团队须签署“军令状”，对“里程碑”考核要求、经费拨付方式、奖惩措施和成果归属等进行具体约定，并将榜单任务目标摆在突出位置，集中优势资源，全力开展限时攻关。项目（课题）负责人在揭榜攻关期间，原则上不得调离或辞去工作职位。

项目实施过程中，将最终用户意见作为重要考量，通过实地勘察、仿真评测、应用环境检测等方式开展“里程碑”考核，并视考核情况分阶段拨付经费，实施不力的将及时叫停。

项目验收将通过现场验收、用户和第三方测评等方式，在真实应用场景下开展，并充分发挥最终用户作用，以成败论英雄。由于主观不努力等因素导致攻关失败的，将按照有关规定严肃追责，并依规纳入诚信记录。

三、榜单任务

1. 无人化植物工厂成套技术装备创制与应用

需求目标：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、蔬菜无损伤

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、植物营养在线监测与消毒、植物生长在线监测诊断及控制等关键技术，开发全套自动化物流工艺及系统，包括栽培板运输线、智能搬运机器人、高效堆垛机等；创制蔬菜自动理杯播种机、蔬菜高效分栽、智能采收、蔬菜切根、无损装箱等典型作业机器人，研制栽培板拆叠机、栽培板智能存取机器人、栽培装置自动清洗机、称重贴标一体机等智能化辅助作业机械，开发蔬菜生产智慧监测和自主无人智能管理系统。具体需求目标如下：

建成日产蔬菜不低于 2500 株、栽培容积不小于 3000 立方米、栽培层数达 10 层以上的无人化植物工厂并实现 3~5 种叶菜的周年生产；创制全套自动化物流系统，研制蔬菜播种、分栽、采收、装箱等机器人及配套设备 10 台（套）以上，其中播种机播种准确率不低于 98%；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，损伤性不高于 5%；栽培车间内温度均匀性 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度均匀性 $\pm 5\%$ ， CO_2 浓度均匀性 $\pm 10\%$ ；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，每公斤叶菜的耗电量生产率低于 $12\text{kWh}/\text{Kg}$ 。制定团体或行业标准 2 项以上。开发智慧监测生产管理系统 1~2 套。产品自主率 95% 以上。

时间节点：研发时限为 3 年，立项 18 个月后开展“里程碑”考核。

榜单金额：不超过 5000 万元。

2. 绿色高效智能养猪工厂创制与应用

需求目标：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。具体需求目标如下：

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。

时间节点：研发时限为 3 年，立项 18 个月后开展“里程碑”考核。

榜单金额：不超过 4000 万元。

“工厂化农业关键技术与智能农机装备” 重点专项 2021 年度项目申报指南和 榜单形式审查条件要求

申报项目须符合以下形式审查条件要求。

1. 推荐程序和填写要求

(1) 由指南规定的推荐单位在规定时间内出具推荐函。

(2) 申报单位同一项目须通过单个推荐单位申报，不得多头申报和重复申报。

(3) 项目申报书（包括预申报书和正式申报书，下同）内容与申报的指南方向（榜单任务）基本相符。

(4) 项目申报书及附件按格式要求填写完整。

2. 申报人应具备的资格条件

(1) 项目及下设课题负责人应为 1961 年 1 月 1 日以后出生，具有高级职称或博士学位。

(2) 受聘于内地单位或有关港澳高校的外籍科学家及港、澳、台地区科学家可作为重点专项的项目（课题）负责人，全职受聘人员须提供全职聘用的有效材料，非全职受聘人员须由双方单位同时提供聘用的有效材料，并作为项目预申报材料一

并提交。

(3) 项目(课题)负责人限申报1个项目(课题);国家科技重大专项、国家重点研发计划、科技创新2030—重大项目的在研项目负责人不得牵头或参与申报项目(课题),课题负责人可参与申报项目(课题)。

(4) 参与重点专项实施方案或本年度项目指南编制的专家,原则上不能申报该重点专项项目(课题)。

(5) 诚信状况良好,无在惩戒执行期内的科研严重失信行为记录和相关社会领域信用“黑名单”记录。

(6) 中央、地方各级国家机关及港澳特区的公务人员(包括行使科技计划管理职能的其他人员)不得申报项目(课题)。

3. 申报单位应具备的资格条件

(1) 在中国大陆境内登记注册的科研院所、高等学校和企业等法人单位。国家机关不得作为申报单位进行申报。

(2) 内地单位注册时间在2020年6月30日前。

(3) 诚信状况良好,无在惩戒执行期内的科研严重失信行为记录和相关社会领域信用“黑名单”记录。

4. 本重点专项指南规定的其他形式审查条件要求

(1) 项目执行期一般为5年。每个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。

(2)“揭榜挂帅”项目(课题)负责人无年龄、学历和职称要求,项目牵头申报和参与单位无注册时间要求。

本专项形式审查责任人:胡小鹿、杨经学,电话:010-68511832

**“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
指南和榜单编制专家组**

序号	姓名	工作单位	职称
1	赵春江	国家农业信息化工程技术研究中心	研究员
2	方宪法	中国农业机械化科学研究院	研究员
3	曹卫星	南京农业大学智慧农业研究院	教授
4	杨信廷	国家农业信息化工程技术研究中心	研究员
5	葛敬国	中科院信息工程研究所	研究员
6	赵剡水	国机集团科学技术研究院有限公司	教授级高工
7	王儒敬	中科院合肥物质科学院研究院	研究员
8	杨其长	中国农业科学院都市农业研究所	研究员
9	李绍华	福建省中科生物股份有限公司	研究员
10	李晓芳	常州工学院	教授
11	宋焯	中华全国供销合作总社济南果品研究院	研究员
12	陈 志	中国农业机械工业协会	研究员
13	刘成良	上海交通大学	教授
14	何 勇	浙江大学	教授
15	周海军	中国食品和包装机械公司	教授级高工