

服务国家农业重大需求，打好农业领域 关键技术攻坚战

——以中国农业科学院为例

解沛¹，熊明民^{1*}，张江丽¹，田帅¹，宋子涵²

(1.中国农业科学院科技管理局，北京 100081；2.中国农业科学院蔬菜与花卉研究所，北京 100081)

摘要 2020年我国农业科技进步贡献率已经超过60%，农业科技的影响度和引领度位居全球第一。然而，我国农业科技的一些重点领域仍存在制约农业农村现代化发展的关键瓶颈，部分关键核心技术尚未攻克，阻碍农业产业迈向中高端和国际竞争力的提升。文章分析了开展农业领域关键核心技术攻关的迫切需求，围绕粮食作物、经济作物、畜禽种业、动植物疫病防控、农业绿色发展、农机装备、食品制造与营养健康、农业大数据与人工智能等农业重点领域梳理科学问题和任务清单，系统剖析了中国农业科学院开展关键核心技术攻关工作的相关举措，并提出了相关意见和建议，以期突破农业领域关键技术路径提供参考和借鉴。

关键词 农业重大需求 关键技术 核心技术

当前，生物、信息、新材料和新能源等领域的颠覆性技术正加速向农业领域渗透^[1]，带动农业产业技术的深刻变革、生产方式的转型升级和产业格局的深度调整。在党中央国务院坚强领导下，我国农业科技取得长足进步，获得了超级稻、禽流感疫苗等一系列重大标志性成果，科技已成为促进我国农业农村经济增长最重要的驱动力。但是，必须清醒地认识到，与国际先进水平相比，差距仍然很大，农业科技的一些重点领域仍存在制约农业农村现代化发展的关键瓶颈^[2]，一些核心关键技术尚未攻克，阻碍农业产业向中高端发展，阻碍农业科技国际竞争力的提升。

1 开展农业领域关键技术攻关的紧迫性

1.1 领跑新一轮世界科技革命和产业变革的选择

当今世界正在经历百年未有之大变局。全球科技创新进入空前密集活跃的时期，新一轮科技革命和产业变革正在重构全球创新版图、重塑全球经济结构^[3]。改革开放40多年来，特别是党的十

八大以来，我国科技事业实现了跨越式发展，科技实力正处于从量的积累向质的飞跃、点的突破向系统能力提升的重要时期。在世界新一轮科技革命和产业变革同我国转变发展方式的历史性交汇期，既面临着千载难逢的时代机遇，又面临着差距拉大的严峻挑战。2020年新冠疫情发生后，特别是中美经贸摩擦以来，中美大国的博弈其核心是科技的博弈，对核心关键技术及其供应链、产业链带来了直接的冲击。进一步认识到，我国发展还存在科技短板，关键领域核心技术受制于人的格局没有从根本上改变^[4]。此时，打好关键核心技术的攻坚战、突破与创新比以往任何时候都更为重要、更为迫切，特别是要通过自主创新，实现粮食、能源、医药等国计民生领域科技创新自主可控。

1.2 确保“三农”工作发挥压舱石作用的重要保障

粮食安全关系到社会政治稳定和政治安全问题，受新冠疫情影响，外部环境严峻，国内经济下行压力增大，这种外部环境短期内很难改变^[5]。越是面临风险挑战，越要稳住“三农”工作，越

收稿日期：2021-03-16

作者简介：解沛(1982—)，女，河北保定人，硕士、副研究员。研究方向：科技管理

*通讯作者：熊明民(1970—)，男，江苏泗阳人，博士、研究员。研究方向：科技管理。Email: xiongmingmin@caas.cn

是要保障粮食等主要农产品供给和农民增收。但是，“三农”工作中的科技创新领域还存在着短板，主要表现在农业科技原始创新不足，在基因编辑、合成生物、干细胞、人工智能等前沿领域缺乏自主知识产权；农业关键核心技术尚未突破，奶牛、猪、肉鸡等规模化养殖的畜禽种，青花菜、胡萝卜、长季节栽培设施专用番茄等高产作物品种受制于人的局面依然存在，致使相关产业长期饱受牵制。2020年中央经济工作会议中，习总书记在部署2021年任务时明确指出了“尽快解决一批‘卡脖子’问题，在产业优势领域精耕细作，搞出更多独门绝技”“要开展种源‘卡脖子’技术攻关，立志打一场种业翻身仗”。中央领导的指示充分说明，加快农业领域关键技术攻关，特别是种源关键技术攻关，是当前国家重大战略需求。迫切需要着力把农业的基础打得更牢，把“三农”领域短板补得更实，切实发挥好“三农”压舱石作用，为打赢疫情防控阻击战，实现全年经济发展目标任务提供有力支撑^[6]。

1.3 发挥国家队科技创新作用的核心使命

党的十八大以来，中国农业科学院（以下简称中国农科院）始终坚守农业科研国家队使命，面向世界农业科技前沿，面向国家重大战略需求，面向现代农业建设主战场，面向人民生命健康，推动农业科技创新，围绕粮食安全、生态安全、食品安全等破解农业发展关键核心技术，构建起高产、优质、高效、生态、安全的现代化农业技术体系。2018年5月26日胡春华副总理在中国农科院调研时，对农业领域关键技术攻关和“藏粮于技”战略实施等提出明确要求。新时期，党和国家赋予中国农科院新使命和新要求，要求深入梳理“四个面向”使命责任，集中优势资源，责无旁贷地加大对农业科技领域关键技术攻关研究和自主创新部署力度，谋划实施系列联合攻关行动，通过联合攻关，实现核心技术自主可控，以科技创新催生农业农村新发展动能。要求进一步创新农业科技机制，激发农业科技活力，在现代种业、智能装备和绿色发展等重点领域实现基础理论和关键核心技术的新突破，提高粮食综合生产能力，保障国家粮食安全和农业的可持续发展。

2 农业领域关键技术攻关主要任务

围绕十九届五中全会和2020年中央经济工作会议提出的国家重大战略需求，分析和判断农业领域新一轮科技革命和产业变革的突破口，找出制约农业创新发展的科技瓶颈问题，提出了农业领域关键技术攻关主要任务。

2.1 持续提升粮食单产与品质

我国是人口大国，粮食安全始终关乎社会稳定和国家自立。习近平总书记指出，中国人的饭碗任何时候都要牢牢端在自己手上，中国人的饭碗应该主要装中国粮^[7]。随着城镇化进程加快导致耕地减少，全球气候变化为粮食生产带来巨大挑战和不稳定因素，我国四大作物单产水平也进入徘徊期，资源趋紧限制粮食生产提升。迫切需要开展作物种源关键技术攻关，针对优质作物种质资源挖掘利用率较低、品种培育周期长、核心育种材料对外依存度高等问题，持续推动作物育种科技创新，开展重大育种价值的关键基因挖掘、农作物复杂基因组精确拼接、作物高通量表型精准鉴定、农作物分子聚合育种、农作物核心材料高效创制等育种核心关键技术攻关，发掘一批具有重要育种利用价值的基因、大幅度提高重大自主品种的培育效率，加快高产高品质作物新品种的生物育种进程。

2.2 推动主要畜禽种源国产化

种业是国家战略性、基础性核心产业，是促进畜牧业长期可持续发展、保障动物源食物安全的立足之本^[8]。畜禽良种对畜牧业发展的贡献率超过40%，是畜牧业核心竞争力的主要体现。当前，我国畜禽种业存在大而不强、缺乏有效育种组织与技术体系、联合育种机制不健全、核心种质资源对外依存度高、自主培育品种市场竞争力较弱的问题。迫切需要开展动物种源关键技术攻关，开展猪、肉牛、肉羊、肉鸡、肉鸭等主要畜禽种质资源创新，发掘生长发育、肉质、繁殖、饲料转化效率等重要性状的基因，突破畜禽核心种质育种关键技术瓶颈，研发主要畜禽品种全基因组选择技术、胚胎高效生产及移植配套技术，建立现代（智慧）繁育养技术体系；集成性能自动测定、芯片研发等技术，构建现代育种技术共享平台和高效畜禽现代育种技术体系和新品种性能测

试标准化技术体系；培育优质、高效、抗病的畜禽重大新品种，加速推进我国畜牧现代化进程。

2.3 重要经济作物提质增效

果蔬、油料、茶、棉花、烟草等重要经济作物作为人民日常生活的重要必需品，对于保障国民膳食健康、增加农民收入发挥着不可或缺的关键作用。当前我国重要经济作物产业存在经济效益和附加值低的问题，部分高附加值经济作物品种长期依赖进口。迫切需要围绕重要经济作物开展关键技术攻关，重点开展高端设施蔬菜、油菜、果树、棉花等主要经济作物产量、品质和抗性等重要性状的遗传基础研究、基因功能研究和遗传调控网络解析研究；建立高效定向育种技术体系，包括全基因组分子设计育种技术和细胞工程育种技术体系；创新种质资源和骨干亲本，定向培育一批优质、抗病、抗逆、适宜轻简化栽培和资源高效利用的经济作物新品种，集成良种繁育、轻简高效栽培、智慧农业、绿色防灾减灾、产品加工增值等关键技术，支撑经济效益与附加值快速提升。

2.4 耕地保护与质量提升

耕地是粮食生产的命根子。我国用占世界9%的耕地养活了世界20%的人口，但也使耕地长期高强度利用、退化加剧，如东北黑土有机质下降，华北潮土耕层变浅，南方红黄壤酸化，西北土壤干旱盐渍化，已是不争的事实，给国家粮食安全造成重大隐患。我国目前中低产田面积超过总耕地面积的2/3，耕地质量普遍低于世界其他粮食主产区，基础地力贡献率仅为50%左右。迫切需要开展土壤保育与地力提升、农业资源高效利用、农田污染防治、农业废弃物综合利用、耕地监测技术等基础理论与关键技术创新，集中突破东北黑土地、华北潮土地、南方红黄壤、北方盐碱地、潜力耕地等治理技术，推动我国耕地地力的整体提升，使“藏粮于地”战略真正落到实处。

2.5 重大动植物疫病防控

近年来，包括草地贪夜蛾、非洲猪瘟在内的有害生物和动物疫病重大危害严重，年直接经济损失大于1 000亿元。常见农作物1 700余种，发生面积超过4亿公顷次，潜在产量损失超过30%。有害生物扩散、变异、致灾机制与持续控制的理

论问题研究不足，高通量、全自动化诊断、现场快速诊断等动物疫病防控技术与国外相比有较大差距。迫切需要开展重大动植物疫病防控的关键技术攻关，围绕重大有害生物防控理论的科学发现、核心关键技术（产品）创新和绿色防控技术体系集成等重要领域，重点解决重大动植物有害生物快速检测（诊断）、监测预警和绿色防控核心技术创新的瓶颈问题，开发快速监测技术和方法，研发灵敏度高、特异强、高通量和全自动化新型检测技术及其试剂，研制智能化、信息化、高通量监测仪器设备；开展重大动植物有害生物应急控制和可持续控制模式集成与示范问题研究，发明精准诊断技术，创制安全高效的阻击技术和产品，构建防控技术体系。

2.6 农业绿色投入品创制与环境保护

习近平总书记指出，以绿色发展引领乡村振兴是一场深刻革命^[9]。实施乡村振兴战略要坚持人与自然和谐共生，走乡村绿色发展之路。但是当前我国仍存在化肥、农药、抗生素投入过量，农药兽药产品单一、毒性与环境风险高，生物基产品合成效率低，水土资源利用效率低下，秸秆、畜禽粪污、农膜循环利用率低的问题，严重制约农业绿色发展。迫切需要开展农业绿色投入品创制的关键技术攻关，聚焦产前、产中、产后关键环节，以提升耕地质量为基础，以提高利用效率为核心，以循环利用为重点，开展抗生素减量或替代养殖、生态和谐型绿色农药研发、新化学实体农药兽药创制、农业生物基产品生物合成、农业可再生资源高效利用等关键技术攻关，创制绿色、环境友好、资源节约的农业投入品。提高农业可再生资源利用水平，满足农业绿色发展需求。

2.7 农机装备国产化与智能化

农业是国民经济的基础，其根本出路在于机械化，农业机械化是农业现代化的重要标志，关乎“四化”同步推进全局。长期以来，我国农机装备对外依存度高，机器人传感器、农业模型算法、作业末端执行器及核心控制算法还未取得全面突破。加快发展农机装备技术，提升农机装备供给能力、缩小与国外主流产品差距、支撑现代农业发展、保障粮食和产业安全意义重大。迫切需要开展农机装备关键技术攻关，开展高速精量

播种、全自动高效移栽和智能化绿色种植技术与装备研发；开展面向农业机器人应用的智能感知关键技术攻关，加强农业智能机器人共性系统和设备研发；开展农业航空精准施药技术与装备研发。研发玉米籽粒智能收获机械、棉花智能收获机械、垂直智慧植物工厂、果蔬智能化分选分级装备和敏感材料、关键芯片、专用传感器等软硬件产品，及一批自动化、智能化农业机械设施装备，显著提升我国农机装备核心竞争力。

2.8 农产品加工、食品安全与营养健康

食品安全与营养健康上牵亿万农户，与“三农问题”密切关联，下联亿万国民，是与公众的膳食营养和饮食安全息息相关的“国民健康产业”。我国现代农业正由“增产导向”向“提质导向”转变，但农产品加工行业技术水平普遍无法达到低碳、低耗、循环、高效的绿色加工要求，农产品生产和加工产品的卫生与营养双重安全标准尚未建立，蔬菜采后商品化处理、采后贮运、保鲜等商品化处理水平落后^[10]。迫切需要开展农产品加工、食品安全领域关键技术攻关，研究建立鲜活农产品和加工食品品质与营养评价体系，构建食物营养大数据库和人体营养需求大数据库，开展优质营养健康食品品质调控、绿色加工、智能制造技术与装备研发并示范推广，加快农业转型升级；突破高、精、自主可控的食品质量安全速测技术、产品及装备，研发危害物非靶向智能识别技术，研发融合大数据、组学和无损检测等新技术的新资源及食品真实性鉴别与溯源技术体系，构建食品新业态全程质量安全智慧监控技术及智能控制平台，推动农业高质量发展，确保人民群众舌尖上的安全。

2.9 农业大数据与人工智能

我国农业大数据核心算法和数据库软件对外依存度高，基础性农业观测数据家底不清，数据孤岛与数据碎片化现象普遍，人工智能技术计算芯片、主要算法、平台软件等国产化程度不高^[11]。迫切需要开展农业大数据与人工智能领域关键技术攻关，开展大型农业大数据数据库软件、数据挖掘、分析等核心算法及软件研发；开展农业认知计算、知识服务等主要算法和平台软件等关键技术研究；开展视觉系统及识别算法、导航定位

算法、精密伺服电机等农业机器人关键技术及核心零部件的研发与制造；研究农业信息智能感知、广泛互联、智能处理的相关理论方法，攻克一批核心关键技术，形成一批达到国际领先水平的智慧农业软、硬件产品。

3 落实农业领域关键技术攻关的相关举措

中国农科院将农业领域关键技术突破作为最紧迫最重大的国家需求，建立科研任务“使命清单”制、院所团队三级任务制，启动实施藏粮于技、主要畜禽良种化系列联合攻关任务，组织优势科研力量集中发力，加快破解技术难题，引领农业农村高质量发展。

3.1 制定“使命清单”，系统梳理关键技术

党中央国务院坚持把解决好“三农”问题作为全党工作重中之重，把科技自立自强作为国家发展的战略支撑^[12]。在新的发展阶段，中国农科院立足保障国家粮食安全、产业安全、生物安全和推动乡村振兴等重大需求，聚焦粮食作物、经济作物、畜禽产业、疫病防控、绿色发展、农机装备、食品制造与营养健康、人工智能等重大使命，凝练“使命清单”，研讨关键、核心技术难题，系统梳理农业领域短板技术，设计科研任务，强化科技资源统筹配置，加强人才团队建设，加大联合攻关力度，加快实现科技突破，更好发挥农业领域国家战略科技力量作用，更好支撑农业农村高质量发展。

3.2 优化院所团队体系，持续破解关键技术

2019年以来，中国农科院坚持顶层设计，院所统筹，构建科技创新工程“院一所一团队”三级任务体系，将院、所、团队及科学家的创新目标与国家使命高度统一，通过三级任务实施，着力破解一批我国农业科技在基础前沿和关键核心技术方面的问题，迅速响应国家重大应急事件，持续提升全院的科技创新能力、产业支撑能力和社会影响力。一是构建院级联合攻关重大科研任务体系。院层面立足优势资源和使命定位，在坚持科技创新工程对创新团队的长期稳定支持基础上，组织实施一批具备“先导性、重要性、前瞻性、关键性、非共识性、协作性、种子性”的科技创新工程重大科研任务，集中优势科研力量与

资源，聚焦国家重大需求，聚焦与国家重大需求直接相关的前沿基础问题，聚焦关键瓶颈技术，聚焦生产实践中的重大科技问题等开展联合攻关。二是形成研究所重点任务管理机制。落实研究所法人主体责任和科研自主权，围绕研究所职责定位和使命担当，组织凝练所级重点任务，促进研究所内部创新团队间的交流协作与资源共享，推动取得一批原创性、突破性成果。三是建立团队任务牵引机制。发挥院学科体系的定位与导向作用，解决团队任务交叉重复和资源投入分散问题。引导团队将承担的院级、所级任务确立为团队主要任务，形成一体化谋划、设计、部署、实施、评价的“三级任务”发展格局。

3.3 加大自主创新部署力度

实施藏粮于技、藏粮于地、主要畜禽良种化等科研攻关任务，是保障国家粮食安全、维护国家稳定和落实健康中国战略的重要举措。中国农科院将粮食安全、食物安全、食品安全等国家重大需求统一纳入研究框架，将产前、产中和产后一体化设计，明确了急需攻克的关键技术、研发目标任务、创新时间表和技术路线图，组建了总体组、领导小组和人才团队，力争尽快取得突破。一是开展四大作物联合攻关。重点针对小麦、水稻、玉米、大豆等4种作物，围绕四大作物单产水平进入徘徊期、资源趋紧限制粮食生产提升等问题，集中开展育种技术提升、重大自主品种培育、高效精准栽培等专题任务，着力突破作物高通量表型精准鉴定技术、农作物分子聚合育种技术等关键技术，全面提升我国四大作物的综合生产能力。二是开展主要畜禽良种化科研攻关。重点开展肉牛新品种、猪基因组设计育种、白羽肉鸡新品种培育，攻克畜禽核心种质育种关键技术，提高白羽肉鸡、肉牛、肉鸭等主导品种市场占有率，保障国家动物源食物安全。三是开展土壤可持续高效利用科技攻关。围绕我国东北黑土地、华北潮土地、南方旱地、南方水田、北方盐碱地等主要耕地，明晰我国现代农业生产条件下耕地退化机制和有效防控技术途径，构建我国耕地质量提升的理论与技术体系，加快推动破解耕地质量保护与提升的科技瓶颈。四是开展农业重大动植物疫病防控联合攻关。聚焦我国农业动植物疫病防

控领域的重大基础科学问题和关键技术难题，明确有害生物发生规律和特征，揭示病虫害（疫病）致病机制，研究精准诊断技术，创制安全高效的阻击技术和产品，构建防控技术体系。

4 农业领域关键技术攻关的对策建议

4.1 围绕核心技术攻关，试行揭榜挂帅制度

大力鼓励农业领域自主创新工作，加大对非共识、变革性、原始创新性研究的支持力度。启动实施国家核心种源等的核心技术攻关，探索由国家主导，试行由科研单位、企业共同揭榜挂帅制度，瞄准农业领域共性关键或瓶颈技术，制定科技发展路线图，按照产业化创新模式集中攻关，将科技资源集中到国家重大需求和短板技术上来，在具有自主知识产权重大品种选育和关键核心技术攻关上取得明显进展。

4.2 提高财政资金投入强度

基于农业科技创新基础性、公共性、社会性、长期性等特征，强化公共财政投入力度，政府应承担起农业科技创新发展的责任主体。从农业科研的特征入手，对基础性、长期性、战略性、方向性科技工作持续稳定投入，提高农业科技经费总投入强度在GDP中的比重。同时，完善农业科技分类评价机制，注重科研成果与产业需求的关联度、技术研发的创新度和对产业发展的贡献度。

4.3 系统布局建设农业领域国家和区域创新中心

根据农业资源禀赋和科研创新能力布局，在具有明确国家目标和紧迫关键核心技术需求的方向，建设农业领域国家和区域创新中心，打造国家农业科技创新高地，依托最有优势的创新单元，整合全国创新资源，夯实物质技术基础，聚集国内外一流人才，开展具有重大引领作用的跨学科、大协同的创新攻关，催生重大理论与技术创新。支持建设国家生物育种、表型鉴定、分子检测等关键共性技术平台，在原始创新、推动学科发展和前沿技术研发方面发挥重要作用。

4.4 加大本土优异资源和传统技术的保护与挖掘

强化农业基础性长期性科技工作，建成全国一体化的农业基础性长期性科技工作网络。加大对本土优异资源和传统技术的保护与挖掘。全面普查我国农业动植物种质资源分布与变化状况，

系统收集重点区域的地方品种和濒危珍稀野生近缘种,开展表型与基因型精准鉴定,规模化发掘控制重要性状的基因及有利等位基因。继承、挖

掘和发扬我国形成的以精耕细作为特点的传统农业技术,利用现代农业技术进行再创新,形成自主知识产权核心关键技术与适应性强的技术模式。

参考文献

- [1] 王栋,陈源泉,李道亮,等.农业领域若干颠覆性技术初探.中国工程科学,2018,20(6):57-63.
- [2] 陆益龙.乡村振兴中的农业农村现代化问题.中国农业大学学报(社会科学版),2018,35(3):48-56.
- [3] 原磊.新一轮科技革命和产业变革背景下我国产业政策转型研究.中国社会科学院研究生院学报,2020(1):84-94.
- [4] 张金艳.经济法视域下我国技术创新的国家干预研究[博士论文].上海:华东政法大学,2019.
- [5] 中国银行研究院中国经济金融研究课题组.加码逆周期调节应对经济下行压力——中国银行中国经济金融展望报告(2019年第四季度).国际金融,2019(10):59-66.
- [6] 《甘肃农业》本刊编辑部.打赢脱贫攻坚战 补齐短板奔小康——2020年中央农村工作会议解读.甘肃农业,2020(1):5-10.
- [7] 王建国,包安.论新时代中国粮食安全观——学习习近平总书记关于中国粮食安全的重要论述.贵州社会科学,2019(5):20-27.
- [8] 朱华平,葛毅强,方磊.走向种业强国之路.中国农村科技,2019(9):13-16.
- [9] 杨世伟.绿色发展引领乡村振兴:内在意蕴、逻辑机理与实现路径.华东理工大学学报(社会科学版),2020,35(4):125-135.
- [10] 孟哲,张笑晨,张辛欣,等.农业科研院所一流食品科学学科建设的思考与建议.农业科研经济管理,2020,108(3):21-25.
- [11] 孙忠富,马浚诚,郑飞翔,等.区块链支撑农业大数据安全初探.农业大数据学报,2020,2(2):25-37.
- [12] 许宁生.肩负起历史赋予的科技创新重任.上海企业,2021(1):66.

TO SERVE THE MAJOR AGRICULTURAL NEEDS OF THE COUNTRY, AND DO RESEARCH ON KEY TECHNOLOGY IN AGRICULTURAL FIELD ——TAKING THE CHINESE ACADEMY OF AGRICULTURAL SCIENCES AS AN EXAMPLE

Xie Pei¹, Xiong Mingmin^{1*}, Zhang Jiangli¹, Tian Shuai¹, Song Zihan²

(1. Administration of Science and Technology, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China; 2. Institute of Vegetables and Flowers, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China)

Abstract China's agricultural scientific and technological progress has contributed more than 60 percent by 2020. The influence and leading degree of agricultural science and technology ranks first in the world. However, some key areas of agricultural science and technology in China still have key bottlenecks restricting the development of agricultural and rural modernization. There are still some key technologies that have not been solved. It impedes the progress of the agricultural industry towards the medium-high end and the promotion of international. This paper analyzed the urgent needs of developing key technology in agricultural field, summarized scientific issues and task lists in key agricultural fields including food crops, cash crops, livestock and poultry seed industry, preventing and controlling animal and plant epidemics, green development of agriculture, agricultural machinery and equipment, food manufacturing and nutrition health, agricultural big data and artificial intelligence, and systematically analyzed the relevant measures of key technology research work carried out by Chinese Academy of Agricultural Sciences. Then, relevant opinions and suggestions are put forward in order to break through the key technical path in the field of agriculture.

Keywords major agricultural demand; key technology; core technology