

## ◆产业赋能与业态融合◆

## 我国复合肥产业赋能智慧农业的实践研究

赵占诗, 冯尚善, 李逢宽

(中国磷复肥工业协会, 北京 100013)

[摘要] 在实现农业现代化与化肥减量增效双重政策背景下, 叠加“十五五”时期加快建设农业强国的战略部署, 智慧农业为复合肥产业提质增效提供了新的发展空间。基于2025年制定“十五五”复合肥行业发展思路期间对于智慧农业的调研, 结合“十五五”农业农村领域核心政策要求, 分析我国智慧农业的适配模式, 梳理农业农村部、中国科学院伏羲农场、中化现代农业技术服务平台等不同组织在智慧农业领域的定位与实践, 以及复合肥龙头企业的智慧农业落地案例及区域应用数据, 探讨复合肥产业与智慧农业的融合方向, 并提出“政策-技术-服务”协同的落地建议, 为契合复合肥行业“十五五”发展目标、实现绿色高效发展提供参考。

[关键词] 智慧农业; 复合肥; 组织协同; 精准施肥; 农业服务; “十五五”规划

[中图分类号] TQ440; S-1 [文献标志码] A [文章编号] 2097-4566 (2026) 02-0108-07

## Practical research on empowering smart agriculture with compound fertilizer industry in China

ZHAO Zhanshi, FENG Shangshan, LI Fengkuan

(China Phosphate and Compound Fertilizer Industry Association, Beijing 100013, China)

**Abstract:** Against the dual policy backdrop of agricultural modernization and fertilizer reduction with enhanced efficiency, coupled with the strategic deployment to accelerate the construction of an agricultural powerhouse during the “15th Five-Year” Plan period, smart agriculture has provided new development opportunities for the compound fertilizer industry to improve quality and efficiency. Based on research on smart agriculture conducted during the formulation of the “15th Five-Year Plan” development strategy for the compound fertilizer industry in 2025, this paper integrates the core policy requirements for agriculture and rural areas in the “15th Five-Year Plan” period. It analyzes the adaptable models of smart agriculture in China, reviews the positioning and practices of various organizations such as the Ministry of Agriculture and Rural Affairs, the Fuxi Farm of the Chinese Academy of Sciences, and Sinochem MAP in the field of smart agriculture, as well as case studies and regional application data of leading compound fertilizer enterprises in implementing smart agriculture. The paper explores the integration directions between compound fertilizer enterprises and smart agriculture and proposes actionable recommendations for the synergy of “policy-technology-service”, providing references for aligning with the “15th Five-Year Plan” development goals of the compound fertilizer industry and achieving green and efficient growth.

**Key words:** smart agriculture; compound fertilizer; organizational synergy; precision fertilization; agricultural services; the “15th Five-Year Plan”

### 0 引言

肥料作为农业生产的核心投入品, 其科学施用直接关联农作物产量提升、品质优化及农业生态可持续性, 并且肥料行业的发展始终与农业生产模式的革新深度绑定。当前, “十五五”规划开局在即, 农业现代化进程正在加速推进, 肥料行业面临

着适应农地制度改革、匹配新型农业经营模式的重要课题。

本文紧密结合我国农业经营模式的特殊国情, 简要剖析了复合肥产业与农业规模化经营的适配情况, 分享了智慧农业政策以及部分单位实践的进展状况、不同组织在智慧农业领域的定位与发展展

望，同时提出了复合肥产业与智慧农业融合的路径建议，期望能为复合肥企业提供借鉴。

## 1 农业规模化经营：战略背景、推进路径与复合肥产业适配

### 1.1 农业发展的核心战略定位：稳根基、保安全

“三农”问题是我国经济社会发展进程中亟待解决的深层次难题，更是实现我国农业农村现代化与共同富裕的关键所在。习近平总书记高度重视农业农村发展，明确指出“没有农业农村现代化，就没有整个国家现代化”，并反复强调“要办好自己的事，其中很重要的一个任务就是始终立足自身抓好农业生产，以国内稳产保供的确定性来应对外部环境的不确定性”。

粮食安全是对农业发展的底线要求。“五谷者，万民之命，国之重宝。”习近平总书记强调，粮食多寡是战术问题，粮食安全是战略问题，2020年应对新冠疫情时，粮食和重要农副产品充裕供给充分印证了这一点。当前我国粮食供求紧平衡格局未变，结构性矛盾刚着手解决，总量不足问题又凸显；未来粮食需求持续增加，叠加国际形势复杂严峻，粮食安全这根弦必须始终绷紧，宁可多生产、多储备，也绝不能出现供给和市场问题。而我国粮食生产的核心短板是生产成本偏高，破解之道在于创新经营方式：培育家庭农场、农民合作社，发展适度规模经营，健全专业化社会化服务体系，将一家一户办不了、办不划算的事交由社会化服务组织承担。

### 1.2 农业现代化的现实挑战与规模化发展逻辑

基于我国基本国情与农地制度，小农经济与规模化农业将长期并存。中共中央关于制定国民经济和社会发展第十五个五年规划的建议中提出“提升农业综合生产能力和质量效益，把农业建成现代化大产业”，明确农业现代化需兼顾“规模效益”与“小农户服务”，统筹产量产能、生产生态、增产增收三大目标。

当前我国已进入工业化中后期，但农业仍处于现代化初期，粮食安全与社会发展均面临较大压力。从农业全产业链来看，上游农业投入品、下游食品加工业已实现工业化社会化大生产，种植环节却成为明显短板：成本高、单产低、收益差，农民收入与第二、三产业从业者差距显著，核心症结是农业科技投入不足。相较于发达国家，我国农业科技研发与应用差距明显，而农业种植是集生物技术、工程技术、管理技术于一体的专业系统性生产

过程，科技水平提升须匹配适宜场景，适度规模化则是提高科技应用水平的关键前提。

从人类发展进程来看，农业规模化是全球农业发展的共同规律。国际上，随着农业产值占比下降，发达国家农业就业人口占比均呈下降趋势；国内层面，伴随城镇化发展，农业人口减少，以“大农”（家庭农场、合作社、种植公司等）为代表的规模化经营主体正逐步成为农业生产核心。这类新型主体区别于传统自给自足的小农户，以市场化、商业化经营为核心，其快速成长不仅引发农业生产方式的结构性变革，还拉动了农业科技应用需求，引领了农业专业化分工与社会化服务发展——即体现了我国农业种植主体从“小散”向“规模化”转型的核心特征，与国外以种植公司、家庭农场、合作社为主要种植主体的模式形成呼应。

### 1.3 农业规模化经营的推进路径：科学施策、谨慎落地

推进农业规模化经营，核心是确立适配生产力水平的规模标准，因地制宜，避免“一刀切”。法国通过《农业指导法》将家庭农场适度规模界定为“两个劳动力可经营的规模”，这一经验具有借鉴意义；我国结合城镇化进程、社会化服务能力推进规模化经营，也与“十五五”时期“分类有序推进乡村振兴”的要求高度契合。

农村土地经营权流转是实现规模经营的关键环节，但当前“农户-大户/企业”直接流转模式存在三大突出问题：一是流转关系不稳定，易引发合同纠纷；二是土地向少数主体过度集中，加剧贫富差距且可能催生“无地无业”农民；三是冲击农村集体经济基础。对此，可借鉴法国SAFER（土地开发与农村安置公司）的“中介+调控”模式，依托我国村集体作为耕地所有权主体的优势，由村集体承担“协调流转、整合耕地”的职能。这一模式既符合农村集体经济发展要求，也能为“十五五”时期农业规模化、集约化生产筑牢土地基础。为此，亟待完善村集体服务体系，并给予针对性政策支持。

### 1.4 复合肥产业的适配性：顺应规模化趋势，锚定“十五五”导向

施肥方式影响加工工艺的选择。从复合肥产业视角来看，农村土地经营权流转后的规模经营正重塑肥料需求结构，这与中共中央关于制定国民经济和社会发展第十五个五年规划的建议中提出的“发展科技农业、绿色农业”的导向高度契合。例如某

地区土地流转率达70%，规模化种植推动当地复合肥企业向“定制化配方肥+全程农化服务”转型；某企业针对当地土壤缺镁问题研发专用肥，既实现化肥减量增效，又提升了农业生产质量与效益，充分印证了差异化肥料产品对规模化种植及“十五五”农业发展目标的适配性。

## 2 智慧农业政策与产业实践进展

### 2.1 顶层政策框架：衔接“十五五”战略目标

农业农村部《全国智慧农业行动计划（2024—2028年）》明确2028年年底农业生产信息化率达到32%以上，重点任务包括提升智慧农业公共服务能力、拓展重点领域应用、实施示范带动，其核心要求与中共中央关于制定国民经济和社会发展第十五个五年规划的建议中提出的“发展科技农业、强化农业科技创新”的部署一脉相承，该规划建议将“提升农业综合生产能力和质量效益”放在突出位置，强调做好耕地保护和农业科技创新两篇文章，而智慧农业政策正是通过“补贴倾斜+示范推广”推动精准施肥、智能农机等环节落地，为“十五五”农业科技落地提供了具体抓手。同时，政策依托《智慧农业在行动》专题发布典型案例，如中化现代农业有限公司（简称中化）MAP（Modern Agriculture Platform）智慧大田模式、内黄县“北斗+智慧农业”样板项目，为“十五五”时期农业现代化大产业建设提供了可复制的实践范式。

### 2.2 典型实践模式：契合“十五五”多元农业发展要求

为精准研判“十五五”时期我国肥料行业的发展方向，厘清行业升级的核心路径，系统掌握我国农业经营模式特征、种植业发展现状、核心痛点及未来趋势，为肥料企业的战略调整提供依据。2025年，中国磷复肥工业协会李光秘书长率复合肥部团队，先后赴中国农业大学、中国科学院雄安新区伏羲农场（简称伏羲农场）、中化现代农业有限公司、辽宁北票智慧农场等单位开展深度调研，对伏羲农场的变量施肥机械、中化现代农业技术服务平台（Modern Agriculture Platform, MAP）的水肥一体化生产物流配送服务模式，以及中国农业大学的绿色智能肥料研创等，进行了深入交流，并获得了更全面、深刻的认识。调研既聚焦国家部委（尤其是农业农村部）、科研院所针对农业发展所进行的顶层设计、制度安排与技术规划，也着重考察了典型肥料企业在种植业中的施肥实践现状以及“十五五”时期的发展布局。

### 2.2.1 伏羲农场：前沿技术创新模式

中国科学院立足我国国情和发展现状，发挥科学院农业学科布局完备以及计算所的产业化优势，结合我国农业生产复杂性的特点，以第三代农机装备为基础，以规模化的标准试验田为模板，通过AI（人工智能）、大数据等新一代信息技术手段，打造“感知、通信、计算、控制”融合的未来农业生产示范基地，并命名为伏羲农场。伏羲农场的核心目标是在信息空间实现种植生产的“推演”和“仿真”，将农业生产的“一本糊涂账”变得可预知、可控制，打造农业生产“数据决策+智能执行”的生态体系，构建农业智能系统应用模式，为国家打造粮食“稳定器”，保障“中国饭碗”装“中国粮食”。

具体做法：伏羲农场整合了中国科学院水肥土种密保管工等学科创新资源，以感知、分析、决策、执行的闭环管理为指导思想，搭建“天空地人机”农业全要素监测网络，构建多种农业算法模型，为作物生长管理决策提供支撑。针对种植前、种植中、种植后开展全程种植决策与处方图。依托第三代智能农机技术体系，应用无人化新能源智能农机装备，集成无人驾驶、路径规划、自动避障、作业质量监控等功能实现精准变量作业，结合农业九步法（即：精准整地、精准播种、变量施肥、变量施药、变量施水、收获减损、运输减损、仓储减损、秸秆综合利用）实现高效、节本、高质、高产的绿色农业生产。利用“数字决策+智能农机”的方式解决“未来谁来种地？怎么种地？”的难题。

建设要求：农业是一个复杂的多学科交叉领域，需要整体突破，伏羲农场是中国科学院各专业涉农技术的集大成者，构建了整套农业技术应用与示范体系，也是中国科学院涉农技术成果转化推广在各地部署的“4S店”。伏羲农场的建设原则上需要满足“三室两厅”（育种实验室、测土实验室、农机研发实验室、智慧农业科技展厅、农场指挥中心厅）、“三库一塔”（农机库、农资库、粮食库、烘干塔）以及规模化连片示范田。

伏羲农场更注重前沿技术研发。其核心技术包括土壤快速检测，通过国产化设备实现10 m×10 m网格、0~30 cm深度检测，精度达90%，可测30多种元素，生成施肥处方图。团队侧重基础技术突破与数据底层建设，形成从土壤检测到解决方案的系统能力。通过九步法种植流程应用智慧农业技术，东北对照实验显示每667 m<sup>2</sup>可增产241元。目

前示范基地有限,变量施肥机械等应用依赖下游,未来计划结合智能农机实现全流程自动化,目标是通过智能化提升农业效率与产量。

### 2.2.2 中化现代农业有限公司 MAP: 规模化服务模式

#### 2.2.2.1 基本情况

中化现代农业有限公司2017年推出了MAP模式,通过在全国布局、建设MAP技术服务中心和研究示范农场,打造基层农艺师队伍,集成推广以“良种+良法”为核心的全程解决方案,将好种子和好技术一并送到田间地头,带领农民“种出好品质,卖出好价钱”,为农业产业链“集好大数据”,形成各类农业种植主体和价值链合作伙伴共同参与的“农业价值链共创和共享平台”。

中化MAP聚焦规模化种植者,提供农业全产业链服务。其业务涵盖种子、作物营养(肥料)、植保(主要农药)等领域,通过技术服务中心布局,提供测土(传统法)、配肥、植保、农机作业等一体化解决方案。战略上聚焦与国家粮油糖相关的主粮作物,重点服务对象由全方位转为规模化种植大户(针对33 hm<sup>2</sup>以上农场)。模式上构建“种出好品质、卖出好价钱、记好大数据”闭环,通过订单农业连接上下游。目前已布局500多个技术服务中心,服务面积超186.7 hm<sup>2</sup>,带动农户增收约50亿元,2024年签订240万t优质农产品订单。还发布农业AI大模型,推动智慧农业,助力农业现代化与粮食安全。

#### 2.2.2.2 信息技术装备应用情况

##### 1) 生产实际问题

通过数字农业技术及产品推广应用,着重解决农业种植难、卖粮难、管理难等问题,将现代化的生产要素、经营模式传播给各类农业生产者,帮助农业生产者增产增收、农业提质增效。

##### 2) 运行模式

一是种植生产服务。中化MAP针对不同规模的种植主体自主开发MAP智农、MAP大师等数字农业系统,为农户和大型农场提供“遥感巡田”“精准气象”“病虫害预警”等服务。通过应用“遥感巡田”,规模种植户巡田时间可以从1~3 d降至30 min,田间出现异常时,数字农业系统将自动预警并及时提供诊断和处方。通过“精准气象”,农户可预知未来2 h到40 d的天气预报及25种气象灾害预报,准确率达到88%。通过“病虫害预警”,可识别水稻、小麦、玉米、柑橘等农作物的122种

病害、326种害虫和419种农田杂草,准确度均高于85%。通过开发数字化“精准水肥”算法,帮助农户科学实现节水节肥。同时,MAP大师APP具备农场管理、生产决策等功能,可以满足千亩以上大农场管人、管物、管事、管财需求,赋能农场高效运营。

二是农产品溯源服务。建立MAP beSide全程品控溯源体系,实现农产品生产全过程可追溯。从种植、仓储、加工、质检、物流、销售6个环节采集信息,具有采集、赋码、监管、溯源、查询等5大功能,确保上链数据不间断。在信息展示上,创新采用时间戳、地理戳、品质戳以及MAP绿色发展指数的“三戳一指数”展示形式,消费者通过扫描MAP beSide二维码即可直观了解农产品从田间到舌尖的全生命周期过程。截至目前,MAP beSide全程品控溯源产品已有111款,2022年推广MAP beSide标签超过4 000万枚。

三是农机服务。为缓解收获高峰期可能存在的农机服务能力不足的问题,中化MAP在不断强化自身农机配备的同时,于2023年7月上线“数字化农机社会化服务平台”,通过明确农机作业标准,整合农机订单资源,着重解决农户与农机社会化服务组织的供需错配与信任难题,降低行业服务成本、提升服务质量。目前,平台已入驻农机社会化服务组织290个,通过平台撮合形成订单,已在山东、河北等地完成夏收作业超过3.3万hm<sup>2</sup>。

四是政府决策服务。中化MAP围绕农业生产、服务和监管痛点,结合数字农业资源优势,与地方政府一道,打造集农业生产、管理、政务于一体的综合服务平台。一方面,可以助力政府部门更加清晰地了解全域农业产业情况,精准制定产业政策;另一方面,可以围绕具体扶持的作物,制定更有针对性的补贴政策,精准锚定补贴对象。如湖北省枝江市的水稻产业曾面临品种多、品质杂、品牌乱等问题,水稻种植效益低,农民种粮积极性不高。MAP进入后,与地方政府合作,从100多个杂乱品种中精准筛选出了3档、6大品种集中推广,并制定了涵盖栽培、植保、植物营养的一站式全程种植解决方案。当地针对这6大品种出台了专项补贴,通过数字化技术确保补贴发放精准到位。截至目前,枝江1.3万hm<sup>2</sup>稻田中,6大品种覆盖超过1.0万hm<sup>2</sup>,平均每667 m<sup>2</sup>增产9.2%,每667 m<sup>2</sup>增收292元。由于品种统一、品质有保证,枝江市大米品牌溢价效果明显。

### 2.2.2.3 中化MAP智慧农业奈曼生产中心

中化MAP智慧农业奈曼生产中心专门从事液体肥生产，其生产流程具体如下：①将原料槽内的液体原料通过泵输送至反应槽，同时固体原料利用管链机加入反应槽；②对原料进行搅拌，此过程无需蒸汽加热，搅拌完成后直接装入运输罐车。整个过程由1名固定生产人员操作，1套装备即可满足基础生产需求。在产能方面，单日产能高达200多吨，2025年累计已生产超过2000 t。物流方面，通过招标确定专用物流公司，罐车由中标方提供专门服务，服务范围覆盖半径150 km内的约2667 hm<sup>2</sup>农田。通辽市共有5个类似的生产设备中心，提供“种-肥-药-农机-金融”一站式综合服务。核心服务内容包括：测土配方——设立区域实验室，每33 hm<sup>2</sup>农田取4~5个土样，根据测土结果定制肥料（与中化化肥有限公司固定成品肥不同，农户可自主选择）；农机协调——中心无自有农机，协调第三方进行作业，费用通过粮食抵扣，服务质量由基地保障；金融支持——提供与种植相关的金融服务，无单独托管费，产量受农户配合度影响，不承诺保底产量。

### 2.2.2.4 发展成效

截至2022年年底，中化MAP已在全国28个省（自治区）、500多个县建成MAP运营技术服务中心628座，MAP数字农业系统注册用户200万户，其中活跃用户达到26万户。通过良种+良法、线上+线下、技术+产业相结合，2022年MAP线下服务面积超过186.7万hm<sup>2</sup>，实现粮食增产120万t（24亿斤）。

### 2.2.3 辽宁北票：区域落地模式

北票市农本实业有限公司于2020年4月23日成立，为国有独资企业。目前，共有6处农业示范园，其中4处为新建，占地98.54 hm<sup>2</sup>，拥有245栋暖棚。老园区方面，五间房镇刘家沟村的园区占地16.8 hm<sup>2</sup>，有57栋暖棚；龙潭镇东四家村的园区占地5.52 hm<sup>2</sup>，有10栋暖棚。暖棚内施肥采用水肥一体化设备，采摘则采用简易轨道式采摘平台，使用

成本低，效果良好。

哈尔滨乡高标准农田项目为北票市2023年高标准农田项目，分布在新亭、下杖子、平洼3个村，主要建设内容为：建设高标准农田面积360 hm<sup>2</sup>，其中，修建梯田49 hm<sup>2</sup>，新建机井35眼、利用旧井2眼，新建智能一体化井房37座，埋设输水管路94 km，混凝土田间作业路16条、14.65 km，架设高压输电线4.83 km、低压配电线13.24 km，安装箱体变压器26台（套），建设农业环境监测站2处，安装“四情”（虫情、墒情、苗情、灾情）监测设备8台（套），安装水肥一体化首部枢纽设备37台套。

项目区采取田、土、水、路、林、电、技、管8项措施综合治理，实现对项目区全过程实时监测，实现对土壤环境、“四情”、气象、水电等信息的实时、长期数字化采集与可视化管理，管理实现智能化，制定测土配方、灌水、施肥、防控等最优方案，实现产量最大化目标，玉米667 m<sup>2</sup>平均产量达到1000 kg以上，依托农事企业，打造北票粮食绿色品牌，实现耕、种、防、收、销全程农业机械化、智能化管理模式，实现田块整治田园化、田间道路便利化、配电工程标准化、科技推广全域化、管理措施先进化的目标，打造辽土良田，助力乡村振兴。

北票市制定高标准农田长效管理机制，建成后由村委会、合作社明确专人进行统一管理，持续进行常规巡查及维修养护，确保项目区建得成、用得好、长收益。

本次农业调研中的体会：

①辽宁和蒙东地区水肥一体化技术应用呈现逐年增长的趋势，主要依赖“高标准农田+粮食单产提升/设施农业”项目捆绑推动，未来覆盖率有望持续提升。目前高标准农田规模化种植中采用水肥一体化技术的东北地区主要粮食作物种植收益，以玉米为例，667 m<sup>2</sup>水肥一体化种植利润达472元（具体投入、产出见表1），比非水肥一体化增加200元左右。

表1 辽宁北票玉米水肥一体化种植667 m<sup>2</sup>投入、产出

Table 1 Input and output of corn planting with integration of water and fertilizer in Beipiao of Liaoning province

种子	营养(肥料)	植保	投入/元					水电 <sup>①</sup>	总成本	预计产值 <sup>②</sup> /元	秸秆、滴灌带等副产物回收/元	总利润/元
			农机	人工	滴灌带	地租						
62	290	50	170	60	90	800	56	1578	2000	50	472	

注：①按灌溉8次计算；②玉米价格按2元/kg计算。

②东北地区的水肥一体化施用方式仍以“颗粒底肥+液体追肥”为主。原因如下：土壤保肥能力决定肥效留存方式。东北黑土保肥性强，适配颗粒肥的缓释性。温度与降水影响肥效稳定性。东北低温冻层，颗粒肥抗逆性更优。水资源与政策——节水导向推动肥型选择，东北地区水资源较充足，无强政策干预。

③与“十四五”期间官方统计数据不同，本次调查的3个项目施肥量比十年前增长10%~20%（追肥增长明显）。

一方面，农户认为肥量高更保险；另一方面，实践表明，只有达到现有施肥量才能保证作物产量。更重要的是，单产提升行动中密植技术的推广，以玉米种植技术为例，过去667 m<sup>2</sup>地仅种植3 000多棵，后续提升至4 000~5 000棵，造成用肥量显著增加。

④降低种植成本、提高农户收益是种植户选择施肥方式的首要条件。当前，复合肥行业的竞争愈发激烈，各大肥料企业与种植户积极合作，共同探索多样化的施肥方案。然而，最终确定的施肥方式仍是由种植户基于自身利益考量而做出的选择。这主要涉及农户的认知差异：小规模农户对液体肥料成本节约的感知较弱（往往忽略自有劳动力成本），而大规模农户则认可液体肥料在人工和效率方面的优势。具体而言，种植大户通过规模化种植，选择水肥一体化设施+液体肥料能够适配高效管理，从而降低人工成本并提升作物产量。规模化种植还能摊薄设备投入成本，其效率远高于非水肥一体化种植模式。在水肥一体化方面，也可采用液体肥料储罐运输的方式。相比之下，小规模农户的水肥一体化设施较为简陋，通常采用颗粒肥料搬运、现场简易桶溶解的随溶随施低成本方式；部分地块分散的小规模农户，由于实现水肥一体化的难度较大且不经济，故未采用相关设施。

### 2.2.4 内黄“北斗+智慧农业”样板：复合肥企业协同模式

在农业农村部选定的内黄“北斗+智慧农业”样板项目里，中国磷复肥工业协会组织成都云图控股股份有限公司（简称云图控股）、河南心连心化学工业集团股份有限公司（简称心连心）等复合肥企业开展试验示范工作。参与企业选用优质新型肥料，借助北斗导航进行播种，达成了基肥的变量施用。此举既保障了粮食产量，又实现了化肥的精准施用。33.3 hm<sup>2</sup>中试基地实现两大核心成果，其实

践成果直接响应“十五五”强农惠农富农、提升农业综合产能的目标：①2024年玉米单产提升24.5%，且为低毒素玉米，纳入中储粮等供应体系，保障了粮食安全与质量；②2025年小麦示范田平均667 m<sup>2</sup>产量694.3 kg，较农户田高223.9 kg，示范田小麦茎秆粗壮、根系发达，拔节期长势显著优于周边地块，实现了增产与增收的统一。

#### 2.2.4.1 云图控股：“数字工厂+智慧农服”双轮驱动

云图控股是复合肥行业“产服融合”的典型代表之一，智慧农业实践深度契合“十五五”农业现代化大产业建设要求。①数字工厂建设。在各基地搭建“工业互联网+智能生产”系统，实现复合肥生产过程的实时监控与智能调度，能耗低于行业平均水平，以数字化推动产业绿色高效转型。②智慧农服布局：设立多个农服站点，配套测土仪、小型变量施肥设备，为种植户提供“测土-配肥-施肥指导”一体化服务。③液体肥创新：在新疆布局液体肥项目，适配当地碱性土壤，产品通过智能灌溉系统实现精准施用，节水节肥，响应“十五五”减肥增效目标。

#### 2.2.4.2 心连心：数智复合肥+精准布局

心连心的氮肥与复合肥产业实现协同发展，其智慧农业转型特点突出，且与“十五五”农业产业体系升级要求高度匹配。①信息化建设：数据中心团队逾百人，搭建DCS（分散控制）系统、数字化大屏等，实现生产、仓储、营销数据全链路整合，以科技赋能产业升级。②水运网络：在广西桂平布局复合肥基地，产品经平陆运河直达东南亚，运输用时较传统陆运明显缩短，成为对接东盟市场的“快车道”，延伸了农业产业链条。③测土配肥服务：于河南、新疆等基地设立区域实验室，为农户量身定制差异化配方，推动精准施肥措施落地。④精准施肥示范：针对小麦、玉米种植，研发专用矿物源黄腐酸钾配方肥，贴合“十五五”绿色农业发展需求。

### 3 不同组织在智慧农业领域的定位及发展展望

不同主体在智慧农业产业链中形成分工协作体系，其组织定位与核心任务产出见表2。这一体系的构建与运行，是落实中共中央关于制定国民经济和社会发展第十五个五年规划的建议中“健全多元投入格局、推进城乡融合发展”的关键支撑。复合肥企业作为产品与服务提供商，需衔接科研机构的技术成果与农事服务组织的落地能力，共同服务于农业强国建设目标。

表2 智慧农业领域各组织定位与核心任务产出

Table 2 Positioning and core task outputs of various organizations in the field of smart agriculture

组织类型	核心定位	核心任务	服务对象	落地抓手	对接“十五五”目标
农业农村部	顶层设计者/统筹者	政策制定、标准搭建、资源统筹	全行业	政策、“农业云”平台	提升农业综合产能、建设农业强国
中国科学院 伏羲农场	前沿技术创新策源地	高精度技术研发、智能装备集成	科研机构、规模主体	土壤快检设备、数字孪生系统	发展科技农业、攻关关键技术装备
中化 MAP	规模化农业服务商	全产业链服务、数字赋能规模种植	33.3 hm <sup>2</sup> 以上种植大户	智农系统、液体肥生产中心	建设农业现代化大产业、发展品牌农业
复合肥企业	产品+服务提供商	智能肥料研发、定制化施肥方案	各类种植主体	智能肥料、企业土壤数据库	发展绿色农业、实现增产增收统一
农事服务组织	落地执行“最后一公里”	全流程生产服务、数字化调度	小农户+规模主体	装备共享联盟、一体化服务闭环	分类推进乡村振兴、巩固脱贫成果

#### 4 复合肥产业与智慧农业融合的路径建议

##### 4.1 产品创新：适配智慧农业与“十五五”农业发展的肥料形态升级

结合“十五五”科技农业、绿色农业发展要求，针对特定区域特定作物，优化肥料配方，同步在主产区布局小型配肥中心，提升肥料供给的精准性与便捷性；开发带电子标识的“智能肥料”，实现从生产到施用的全程溯源，以产品创新助力质量农业、品牌农业建设，响应“十五五”农业产业升级目标。

##### 4.2 技术融合：构建“测土-配方-施用”数字闭环，响应“十五五”科技攻关要求

复合肥企业需响应“十五五”“促进创新链产业链深度融合”的部署，在农业部门原有的区域土壤数据的基础上，在自身农服站点搭建“测土数据-配方模型”联动系统；与农机企业合作开发小型化变量施肥设备，降低小农户应用门槛，如施可丰化工股份有限公司在辽宁北票试点便携式配肥机，单机成本不足5万元，服务半径覆盖10 km内散户，让智慧农业技术惠及更多经营主体，夯实农业现代化的技术基础。

##### 4.3 服务延伸：从“卖产品”到“卖解决方案”，契合“十五五”产业体系升级导向

借鉴中化MAP模式，打造线下服务中心+线上APP双渠道，如复合肥企业自行或联合设立农服中心或农服站点，为产品配套测土、施肥指导，延伸服务链条；联合农事服务组织嵌入服务+农资+销售闭环，如复合肥企业与当地供销社合作，在复合肥销售中叠加全程机械化服务，实现产品附加值提升，以全产业链服务推动农业向现代化大产业转

型，落实“十五五”农业产业升级要求。

#### 5 结语

我国农业经营模式，决定了智慧农业必须走“多元主体协同、地域差异化适配”的发展路径，而中共中央关于制定国民经济和社会发展第十五个五年规划的建议中关于加快农业农村现代化、建设农业强国的战略部署，让复合肥产业进一步明确了与智慧农业融合发展的核心方向。复合肥产业应紧抓这一政策机遇，以“产品创新+技术融合+服务延伸”为抓手，深度融入智慧农业应用场景，精准对接“十五五”时期科技农业、绿色农业、质量农业、品牌农业的发展要求。中化、云图控股、心连心等龙头企业的实践表明，复合肥企业的角色已超越单纯的肥料供应商，成为智慧农业发展的重要参与者。在此服务过程中，复合肥企业需摒弃过度聚焦“产品销售”的思维定式。作为产品供应方，企业存在中立性不足、服务链条不完整等问题，亟须向专业农事服务组织的服务水准看齐。农事服务组织作为智慧农业落地的关键枢纽，能够精准契合智慧农业生产“最后一公里”的需求，有效衔接科研成果与田间实际应用，推动行业实现控肥增效与提质增收的双重目标，为“十五五”农业强国建设筑牢支撑。值得强调的是，农业发展各参与主体并非竞争关系，而是分工协作的格局：农业农村部统筹规划发展方向，科研机构攻关输出核心技术，企业提供资源保障，农事服务组织则是串联全链条的“落地终端”。其贴近生产、服务闭环、成本可控的特性，精准破解了智慧农业“从纸面落地到田埂”的核心痛点，落地效果更直接，也更适配农业生产多元化的现实需求。